

# Invloed klimaat op plant- temperatuur potplanten en toepassing warmtebeeldcamera

**PT Projectnummer: 14266.01**

## **Gefinancierd door**

Productschap Tuinbouw  
Postbus 280  
2700 AG Zoetermeer

Ministerie van Economische Zaken, Landbouw en Innovatie (EL&I)

Postbus 20401  
2500 EK Den Haag

## **Uitgevoerd door**

Jan Paul van der Kolk, Patrick Dankers, Aat van Holsteijn  
Helma Verberkt

---

## **DLV Plant**

Postbus 7001  
6700 CA Wageningen

Agro Business Park 65  
6708 PV Wageningen

T 0317 49 15 78

F 0317 46 04 00

E [info@dlvplant.nl](mailto:info@dlvplant.nl)

[www.dlvplant.nl](http://www.dlvplant.nl)

---

*Dit document is auteursrechtelijk beschermd. Niets uit deze uitgave mag derhalve worden veelevoudigd, opgeslagen in een geautomatiseerd gegevensbestand, of openbaar gemaakt, in enige vorm of op enige wijze, hetzij elektronisch, mechanisch door fotokopieën, opnamen of op enige andere wijze, zonder voorafgaande schriftelijke toestemming van DLV Plant. De merkrechten op de benaming DLV komen toe aan DLV Plant B.V.. Alle rechten dienaangaande worden voorbehouden. DLV Plant B.V. is niet aansprakelijk voor schade bij toepassing of gebruik van gegevens uit deze uitgave.*



Ministerie van Economische Zaken,  
Landbouw en Innovatie

## Uw sector investeert in dit project via het

Productschap  Tuinbouw

---

## Inhoudsopgave

<b>Samenvatting .....</b>	<b>3</b>
<b>1 Inleiding en doel .....</b>	<b>4</b>
1.1 Inleiding .....	4
1.2 Doelstelling .....	4
<b>2 Materiaal en methoden onderzoek in proefkassen .....</b>	<b>6</b>
2.1 Proefopzet en accommodatie .....	6
2.2 Thermografische metingen .....	6
2.3 Waarnemingen en verwerking .....	7
<b>3 Resultaten warmtebeeld metingen .....</b>	<b>8</b>
3.1 Klimaat metingen 24 september, donkere dag .....	8
3.2 Thermografische metingen 24 september .....	10
3.3 Klimaat metingen 29 september, Zonnige dag .....	17
3.4 Thermografische metingen 29 september .....	19
3.5 Klimaat metingen 1 oktober zonnige dag .....	24
3.6 Thermografische metingen 1 oktober 2010 .....	26
3.7 Anthurium bloem en blad temperatuur .....	33
<b>4 Conclusies en aanbevelingen .....</b>	<b>34</b>

## Samenvatting

Binnen het onderzoek 'Invloed klimaat op planttemperatuur potplanten en toepassing warmtebeeld' is gekeken wat de mogelijkheden zijn van warmtebeeld (thermografische) metingen in de potplanten. Hiervoor zijn metingen verricht bij verschillende potplanten in het project; 'het nieuwe telen potplanten' (WUR Glastuinbouw, Bleiswijk). Een belangrijke vraag hierbij is, is wat deze nieuwe techniek voor meerwaarde en nieuwe inzichten kan bieden in de teelt van potplanten.

Het contactloos meten van planttemperatuur is inmiddels gemeen goed in de sector. Dit gebeurt door middel van IR-camera's. Deze infrarood camera meet de temperatuur contactloos van een oppervlak van ongeveer 1m<sup>2</sup> (afhankelijk van plaatsing). Met behulp van thermografie wordt er een infraroodmeting gedaan per pixel, net als een digitale foto. De thermografische meting wordt gedaan in combinatie met een zichtbaar licht foto. Middels software is het mogelijk beide beelden over elkaar te leggen waardoor herkenning van onderdelen en objecten eenvoudig wordt.

In 3 afdelingen, met verschillende klimaat instellingen, zijn metingen verricht. De luchtvochtigheid in de afdelingen verschillen van 40, 60 en 80%. Het niveau van schermen is in deze afdelingen ingesteld op 300, 500, en 500 watt/m<sup>2</sup>. De afdelingen zijn ook meer of minder gekrijt, hierdoor ontstaat een direct verschil in buitenstraling. In iedere afdeling staan 4 verschillende soorten potplanten, Anthurium, Dendrobium, Bromelia en Ficus. Hierdoor is het mogelijk om de effecten van de klimaatinstellingen op de gewassen met elkaar te vergelijken en de reacties van de verschillende potplanten met elkaar te vergelijken in eenzelfde klimaat.

Op 3 dagen is gemeten, een zonnige dag, een donkere dag en een dag waarop meer licht is toegelaten. Deze dagen zijn gekozen met het oog op het ontstaan van verbranding (zonnige dag), het risico op condensatie (donkere dag) en het zoeken naar extremen (meer licht toelaten). Tijdens deze dagen is er per uur een foto gemaakt van alle gewassen.

Er blijkt een enorm verschil te zijn tussen de verschillende gewassen, met name Dendrodium (CAM-plant) laat een ander temperatuur beeld zien. Doordat het een cam-plant is, zal deze overdag niet verdampen en dus een hoge planttemperatuur aannemen. De thermografische metingen laten een grote spreiding zien van temperatuur over de verschillende gewasdelen. Dit verschil kan oplopen tot enkele graden Celsius. Met name bij hoge instraling ontstaan deze verschillen. Door toepassing van thermografie wordt er een duidelijk beeld verkregen van deze spreiding van temperatuur in een gewas. In de afdeling met krijt ontstaat, door het diffuus licht, een vlakker temperatuur beeld. Dit zou mogelijk een extra voordeel kunnen zijn van diffuus licht. Het verdient de aanbeveling om onderzoek te doen naar kritische planttemperatuur. Met deze kennis en het toepassen van thermografische metingen kan mogelijk het natuurlijk licht beter worden benut.

# 1 Inleiding en doel

## 1.1 Inleiding

De laatste jaren wordt, naast het meten van de kaslucht, ook steeds meer de gewastemperatuur gemeten. Dit wordt gedaan met infrarood (IR)-camera's. Hierdoor wordt beter inzicht verkregen in de gewastemperatuur zelf. Deze kan namelijk sterk afwijken van de kasluchttemperatuur. Naast het meten van de gewastemperatuur kan ook beter de waterdampdruk in het blad berekend worden. Deze is namelijk afhankelijk van de gewastemperatuur. Deze is van belang want de drijvende kracht achter de verdamping is het verschil in waterdampdruk in het blad en in de kas (= waterdampdrukverschil =  $VPD_{\text{blad}}$ ).

Bij temperatuur meting middels infrarood maakt gebruik van het principe dat alle voorwerpen boven het absolute nulpunt infrarode straling uitzenden. De infrarode straling varieert aan de hand van de temperatuur van het voorwerp. Door de infrarode straling te meten kan de temperatuur van het voorwerp dus contactloos worden bepaald. De IR-camera's die tot heden toegepast worden in de tuinbouwpraktijk registreren echter een gemiddelde temperatuur van het gehele (gewas)oppervlak dat gemeten wordt. Bij thermografie wordt echter de temperatuur per pixel geregistreerd als ware bij een digitale foto. De camera registreert namelijk per pixel de infrarode straling en zet deze om in een temperatuur. Op deze manier ontstaat een warmtebeeld dat inzicht geeft in de verschillende temperaturen in het meetgebied. Een dergelijke meting is vergelijkbaar met 76.800 ir metingen (aantal afhankelijk van de kwaliteit van de thermografische camera). Gelijktijdig met de infrarode meting wordt ook een zichtbaar licht foto gemaakt. Door deze beelden middels software over elkaar te leggen is herkenning van gewassen en onderdelen ervan eenvoudig. Bovendien is van elke pixel in de foto de temperatuur bekend. Hierdoor kan in de zichtbaar licht foto de plantendelen worden herkend en tegelijkertijd de gemiddelde, hoogste, laagste of spreiding van de temperatuur worden bepalen.

Het toepassen van thermografie vereist specifieke kennis mbt toepassing apparatuur, software en gewas. Zo heeft elk materiaal een eigen emissie-coëfficiënt. Deze emissie-coëfficiënt kan zelfs voor verschillende plantenonderdelen verschillend zijn, bijvoorbeeld dof behaard blad heeft een andere emissie- coëfficiënt dan een glimmende rode paprika.

## 1.2 Doelstelling

Onderzoek naar toepassing van thermografie in de glastuinbouw teneinde de teelt beter te sturen en energie te besparen. Deze consultancy heeft zich nader gericht op de volgende doelen:

- Effecten van schermen en RV (%) op de gewastemperatuur in kaart brengen.
- Verschillen in gewastemperatuur van verschillende potplanten soorten onder de dezelfde klimatologische omstandigheden in kaart brengen.

- Kritische momenten bepalen waarbij risico op 'nat slaan' van het gewas plaatsvindt. Waarbij het risico op diverse ziekten zoals *Botrytis* inzichtelijk gemaakt zal worden

## 2 Materiaal en methoden onderzoek in proefkassen

### 2.1 Proefopzet en accommodatie

De thermografische metingen zijn verricht bij WUR Glastuinbouw in Bleiswijk bij de proef het Het Nieuwe Telen (HNT) potplanten. Er zijn thermografische fotos gemaakt bij verschillende klimaatomstandigheden en gewassen.

De proef HNT potplanten is uitgevoerd in 3 afdelingen. In deze proef zijn in drie afzonderlijke afdelingen verschillende scherminstellingen, lichtniveau's en vochniveaus (RV's) aangehouden (Tabel 1).

**Tabel 1 Instellingen in de 3 afdelingen, Buitenlicht niveau is de grens waarop geschermd is.**

Afdeling	Buiten Lichtniveau (Watt/m <sup>2</sup> )	RV (%)	Krijt	Schermbestemming
9.06	300	40	Normaal	LS10 en LS16
9.07	500	60	Matig	Diafragmaschermbestemming
9.08	500	80	Geen	Diafragmaschermbestemming

Het onderzoek is uitgevoerd met 4 gewassen:

- Anthurium,
- Bromelia,
- Ficus en
- Dendrobium

### 2.2 Thermografische metingen

Er is binnen genoemd onderzoek op 3 verschillende dagen gemeten met de thermografische camera: donkere dag, zonnige dag en een zonnige dag waarbij de scherminstelling in een afdeling zijn veranderd waardoor er niet geschermd is en er meer licht is toegelaten.

- Donkere dag, 24-9-2010. De nadruk bij deze meting heeft gelegen op de gewastemperatuur in relatie tot risico op ziektes, zoals o.a. *Botrytis*.
- Zonnige dag, 29-9-2010. Tijdens deze metingen zijn de klimaatinstellingen gehanteerd zoals ingesteld voor het project; nieuwe telen potplanten. De metingen hebben het verloop van de gewastemperatuur van 's ochtends tot het eind van de middag in kaart gebracht. Er is met name gefocust op het effect van het toelaten van meer licht en de hoogte van de RV (%) in relatie tot de gewastemperatuur.

- Meer licht toelaten, 1-10-2010. In deze metingen is het scherm in een afdeling 9.07 open gehouden. Er is in deze metingen nadrukkelijk gekeken naar het omslagmoment dat de planttemperatuur sterk oploopt waardoor er kans is op gewasschade

### **2.3 Waarnemingen en verwerking**

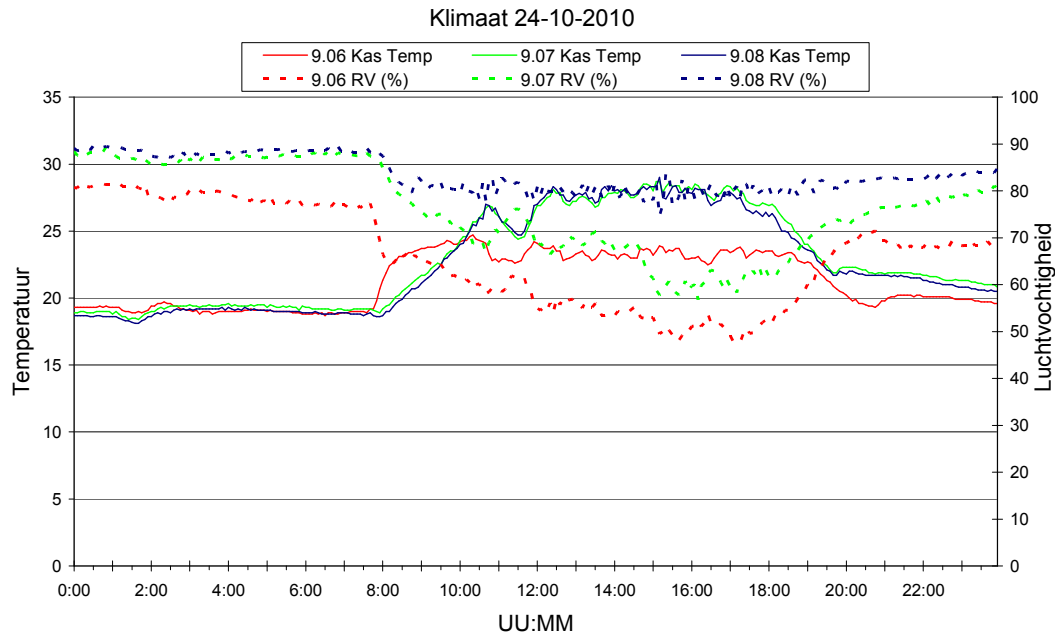
Tijdens meetdagen zijn ieder uur in de verschillende afdelingen warmtebeeld afbeeldingen gemaakt van de planten.

Om tot een juiste verwerking te komen zijn alle meetwaardes uit de klimaatcomputer en de warmtebeeld afbeelden naast elkaar gezet en met elkaar vergeleken. Daarnaast zijn de verschillende planten met elkaar vergeleken onder dezelfde klimaatomstandigheden. In de analyse is gekeken naar het effect van instraling en RV op de planttemperatuur.

### 3 Resultaten warmtebeeld metingen

#### 3.1 Klimaat metingen 24 september, donkere dag

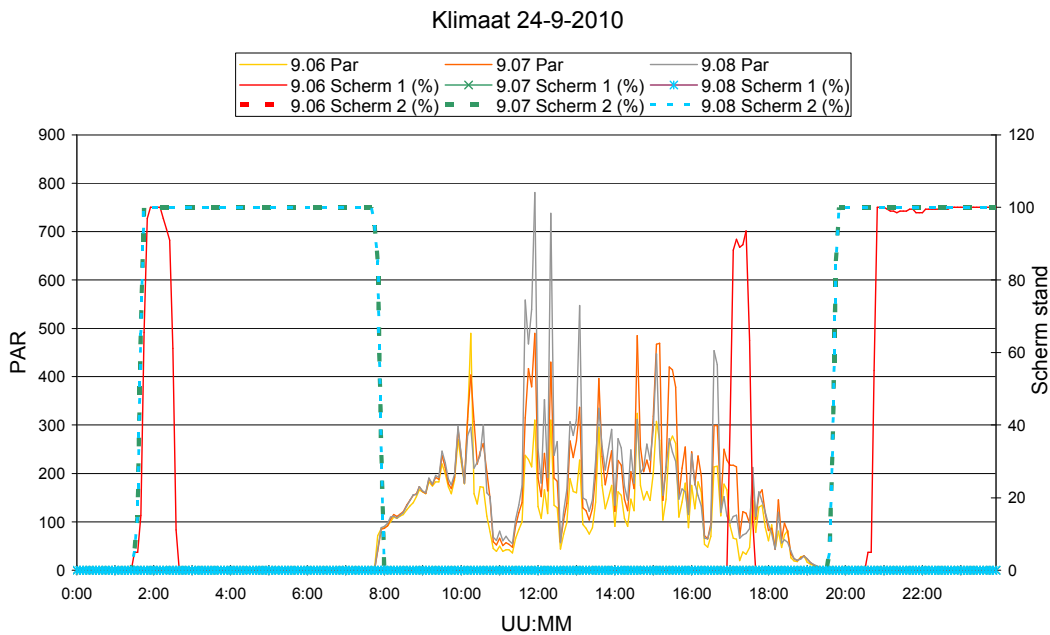
Op 24 september zijn er metingen gedaan in 3 afdelingen. Deze afdelingen varieerde van donker naar licht. In figuur 1 is het temperatuur- en luchtvochtigheidverloop weergegeven.



**Figuur 1 Klimaat waarnemingen 24 september 2010**

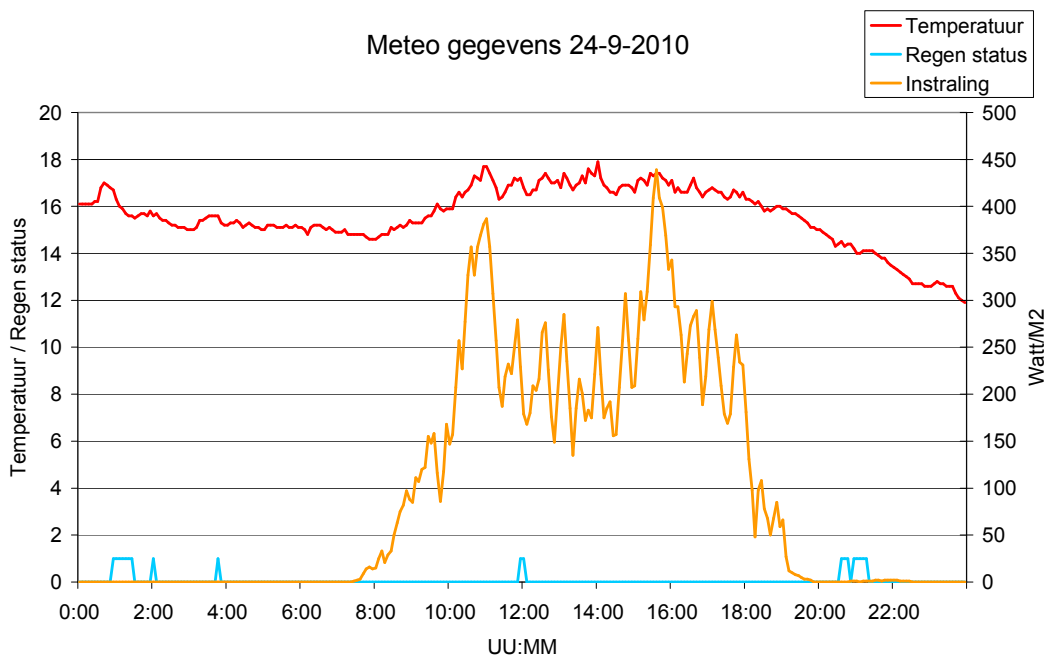
In figuur 1 is te zien dat de luchtvochtigheid in afdeling 9.06 het laagst is en in afdeling 9.08 het hoogst. De streefwaarde RV stond in afdeling 9.08 hoger dan in 9.07. De luchtvochtigheid is middels luchtbevochtiging zoveel mogelijk op het gewenste niveau gehouden. De temperatuur in de afdeling 9.07 en 9.08 is redelijk gelijk gebleven. In afdeling 9.06 is de temperatuur overdag een stuk lager geweest, als gevolg van het eerder sluiten van het scherm.





**Figuur 2 Licht en schermregeling 24 september 2010, PAR licht is gemeten op gewasniveau.**

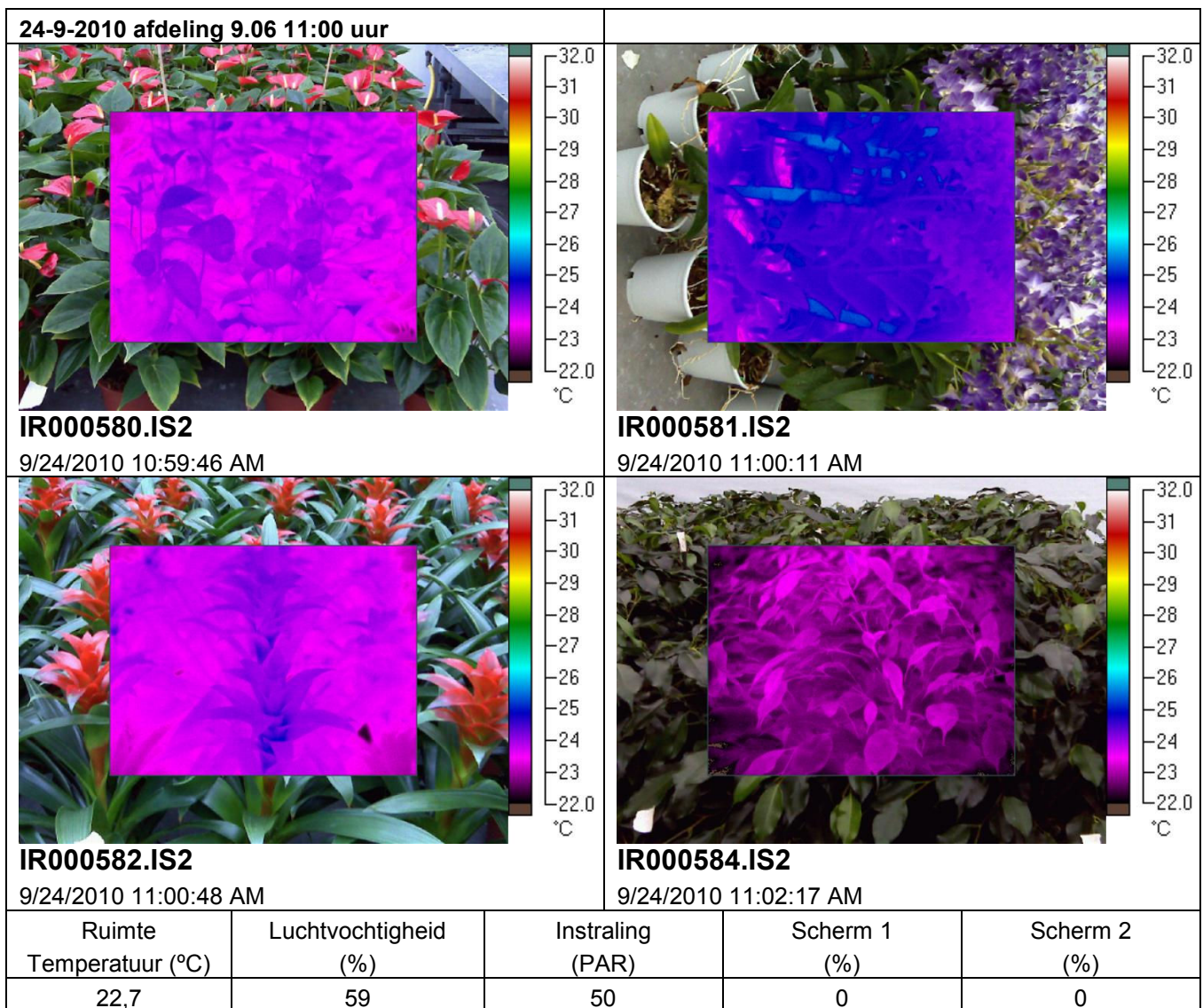
De scherm regeling in afdeling 9.07 en 9.08 is gelijk. In afdeling 9.06 is het scherm vroeg opgelopen en laat gesloten. De PAR metingen blijft in 9.06 iets achter, dit komt door meer krijt op het dek in deze afdeling. De gerealiseerd hoeveelheid PAR-licht in afdeling 9.08 is een fractie hoger dan in 9.07 omdat hier geen krijt op lag. De buitenomstandigheden waren deze dag behoorlijk wisselend, met name rond het middag uur was er behoorlijke veel bewolking.



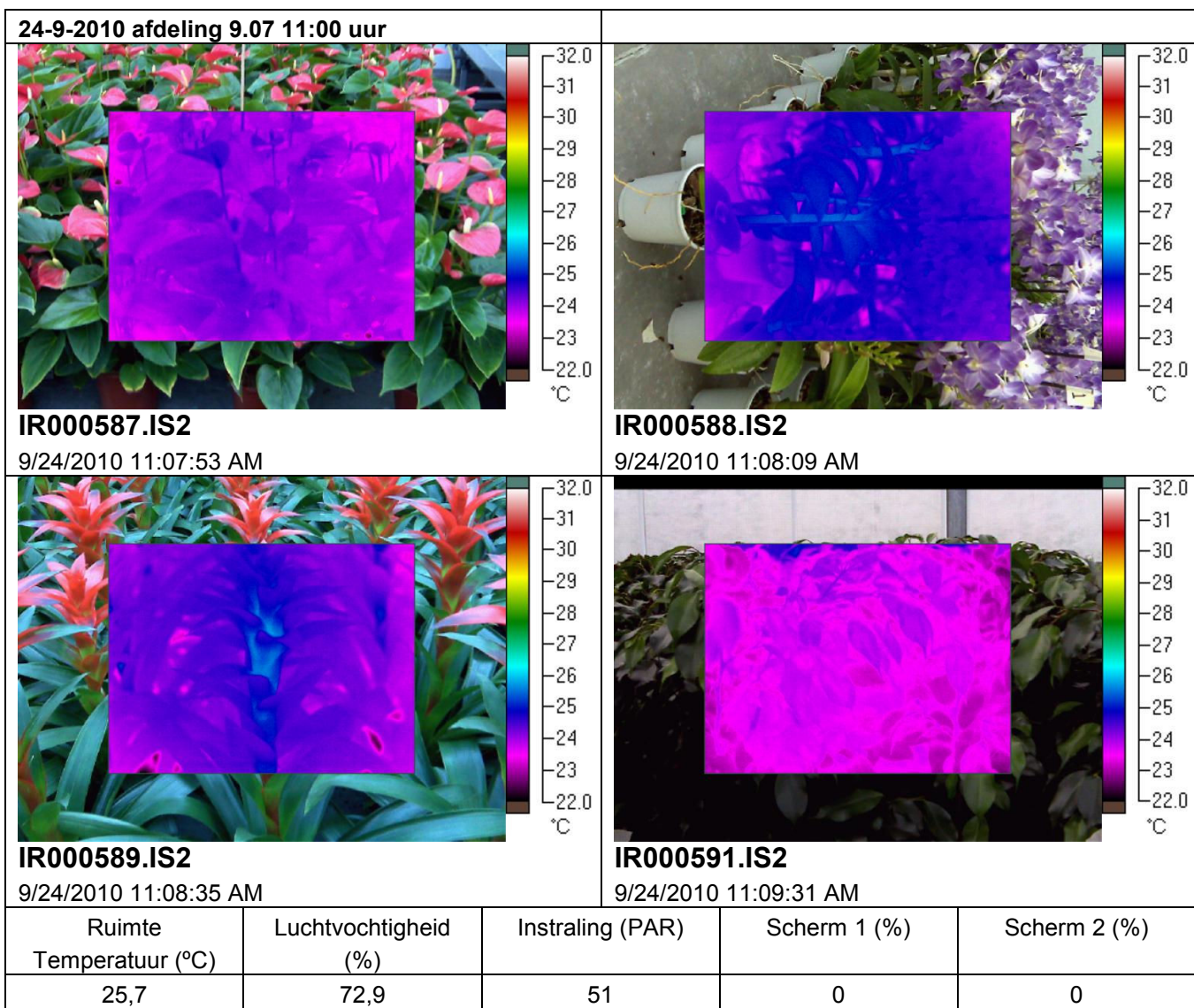
**Figuur 3 Meteo gegevens op 24-9-2010**

### 3.2 Thermografische metingen 24 september

De volgende figuren laten de warmtebeeld foto's zien om 11:00 van afdelingen 9.06 t/m 9.08.

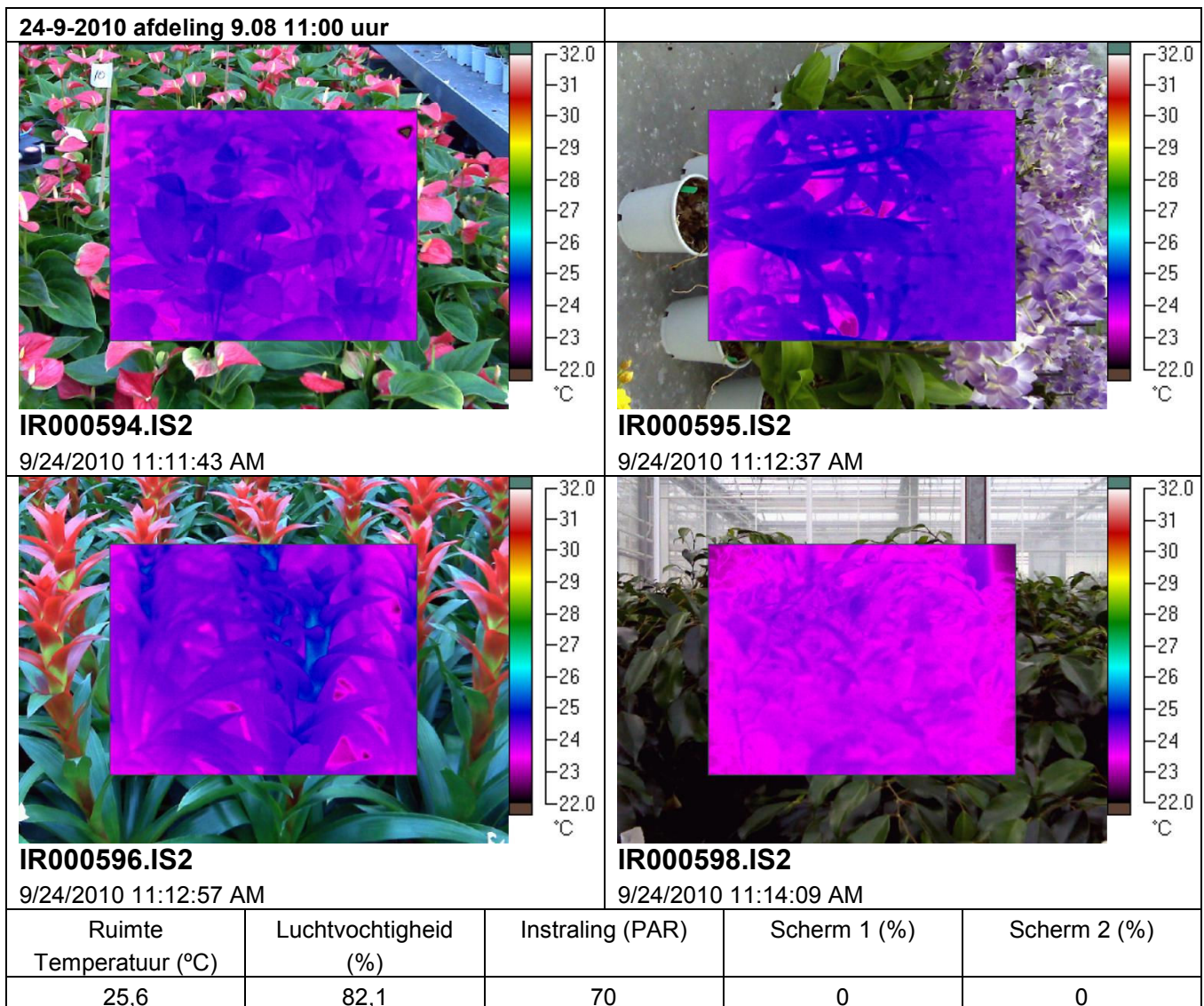


Om 11:00 zijn er weinig temperatuur verschillen tussen de verschillende gewassen met uitzondering van Dendrobium. Deze plant is op dit moment al 1 a 1,5°C warmer dan de overige gewassen. Dit komt omdat dit een CAM plant is en de huidmondjes overdag gesloten houdt en daardoor niet verdampt. Bij de andere gewassen is de planttemperatuur erg vlak en ligt gemiddeld net iets boven de omgevingstemperatuur. De Ficus toont hierbij de laagste temperatuur.

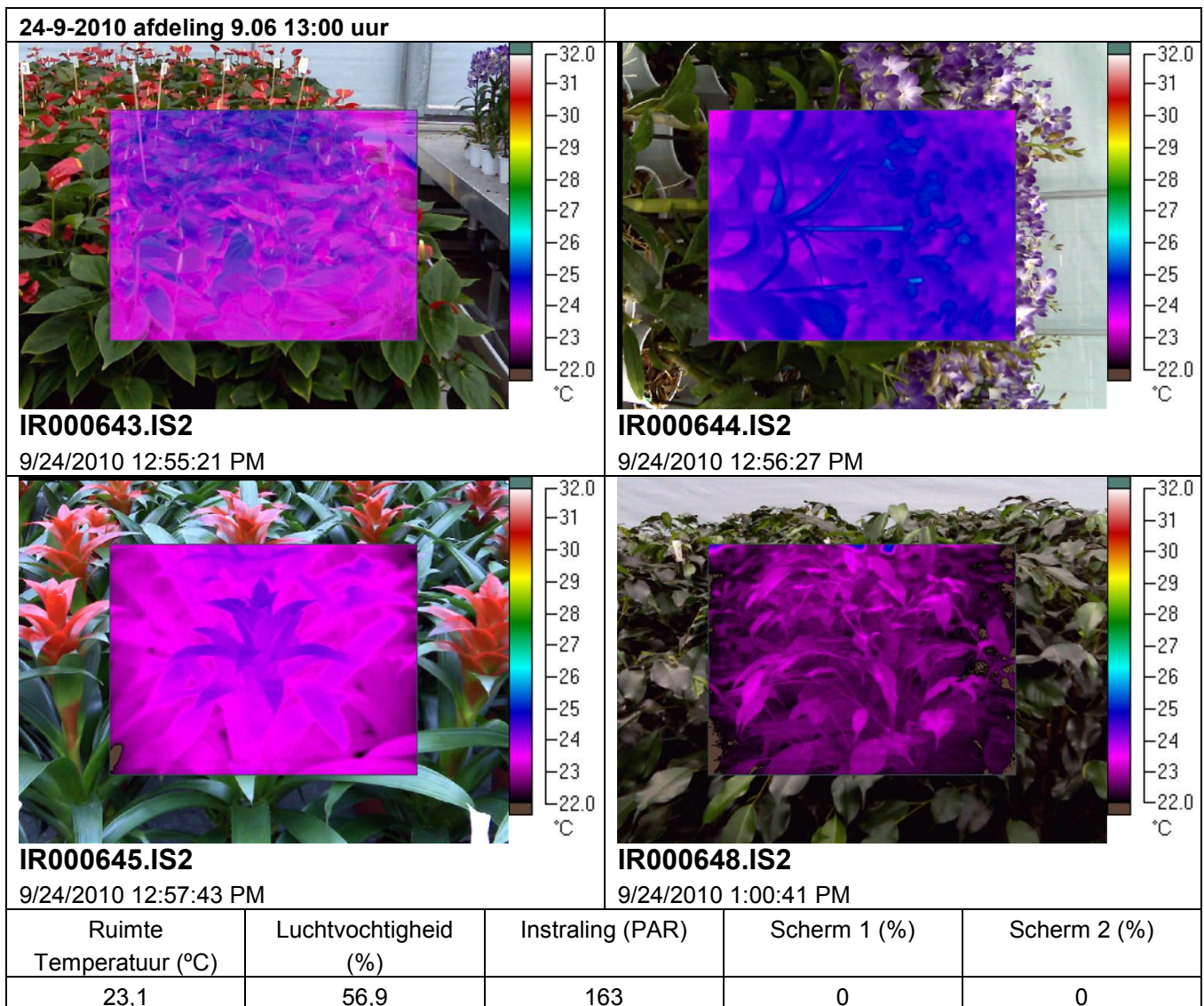


In deze afdeling 9.07 blijft de Ficus achter in temperatuur op dit moment. Een van de oorzaken hiervan kan het grotere gewas zijn, en dus de tragere opwarming van dit gewas. Het kan echter ook een gevolg zijn van een grotere verdamping door Ficus waardoor het gewas meer koelt. In het algemeen zijn alle planten iets warmer dan in afdeling 9.06, oorzaak hiervan is dat de luchttemperatuur hier hoger ligt dan in afdeling 9.06. Maar in verhouding is de gemiddelde planttemperatuur lager t.o.v. de omgevingstemperatuur. Dit is vooral te zien bij de Ficus.



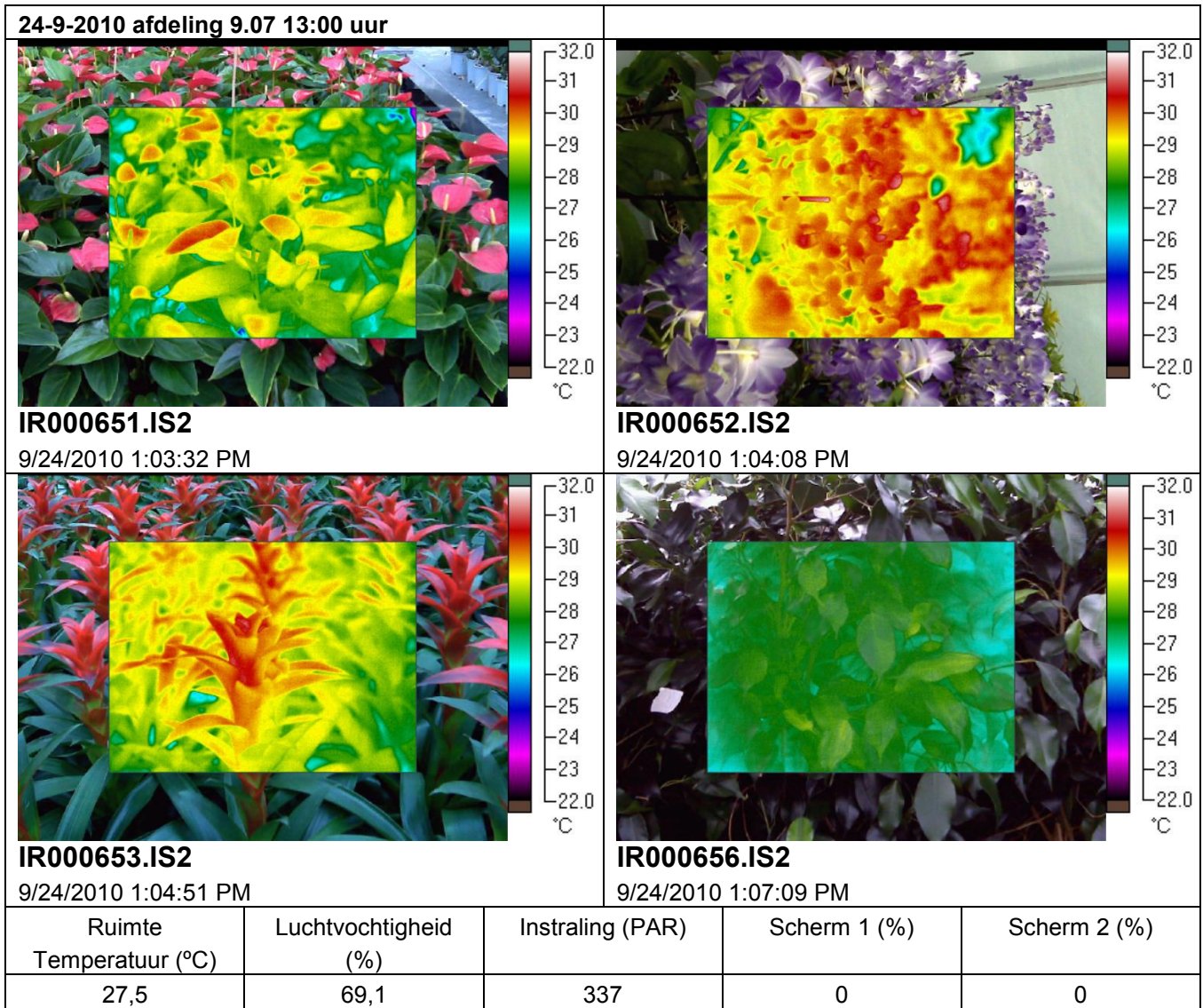


In 9.08 reageren de rassen vergelijkbaar als in 9.07. De planttemperatuur is in het algemeen iets hoger in deze afdeling. Een reden zou kunnen zijn dat de verdamping in deze afdeling lager is door een kleine VPD waardoor de verdamping lager wordt en daarmee de koeling van het gewas kleiner is. Een andere oorzaak hiervan kan een hogere instraling zijn dan in afdeling 9.07 of een combinatie van deze twee oorzaken.

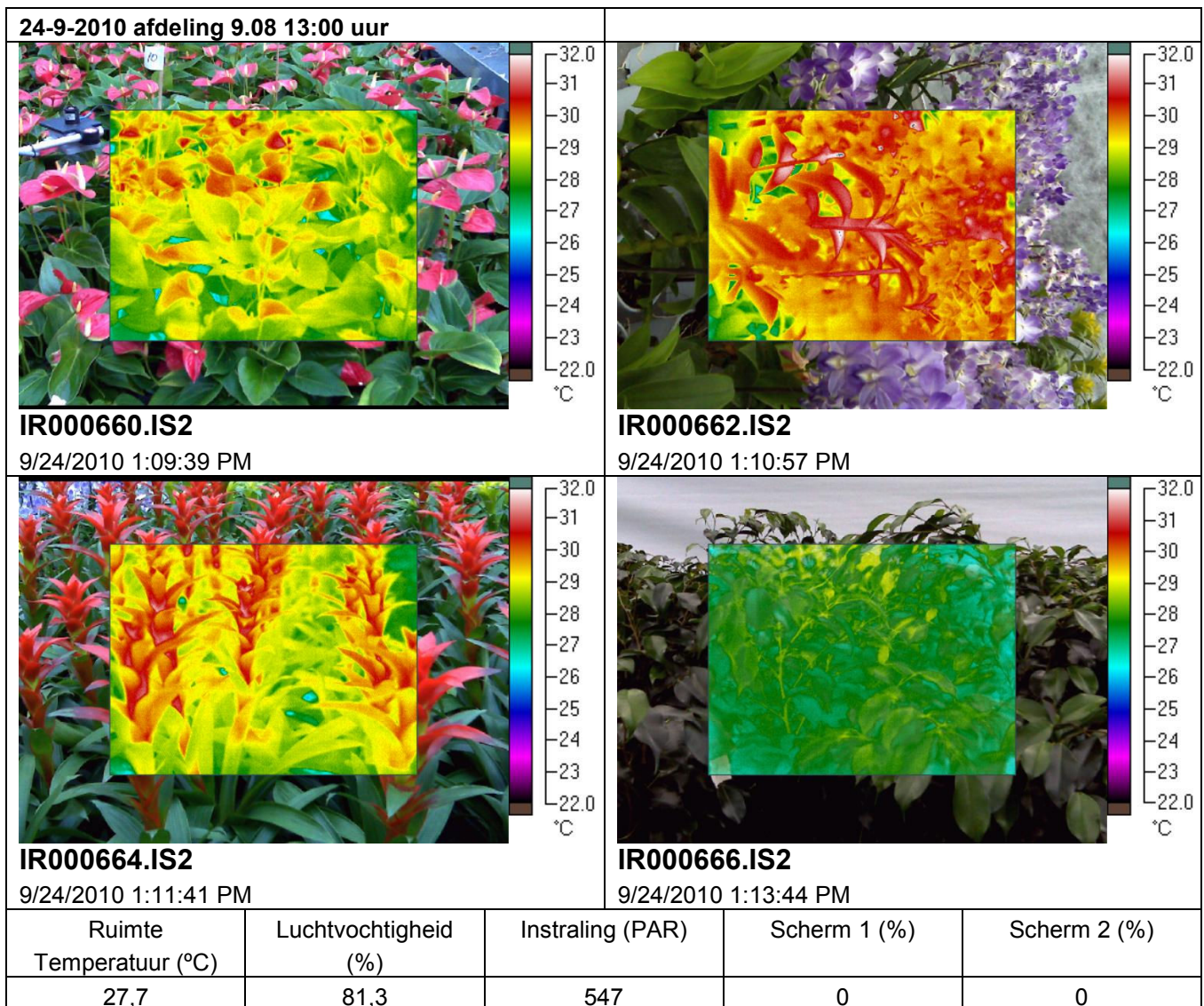


De temperatuur van de gewassen blijft erg dicht bij de luchttemperatuur in deze afdeling. Ten opzichte van de meting om 11:00 uur is met name de instraling verdrievoudigd. De luchttemperatuur en luchtvochtigheid zijn nagenoeg gelijk gebleven. Het gewas kan deze omstandigheden prima aan en laat dus ook nauwelijks verschil zien in de temperatuur.



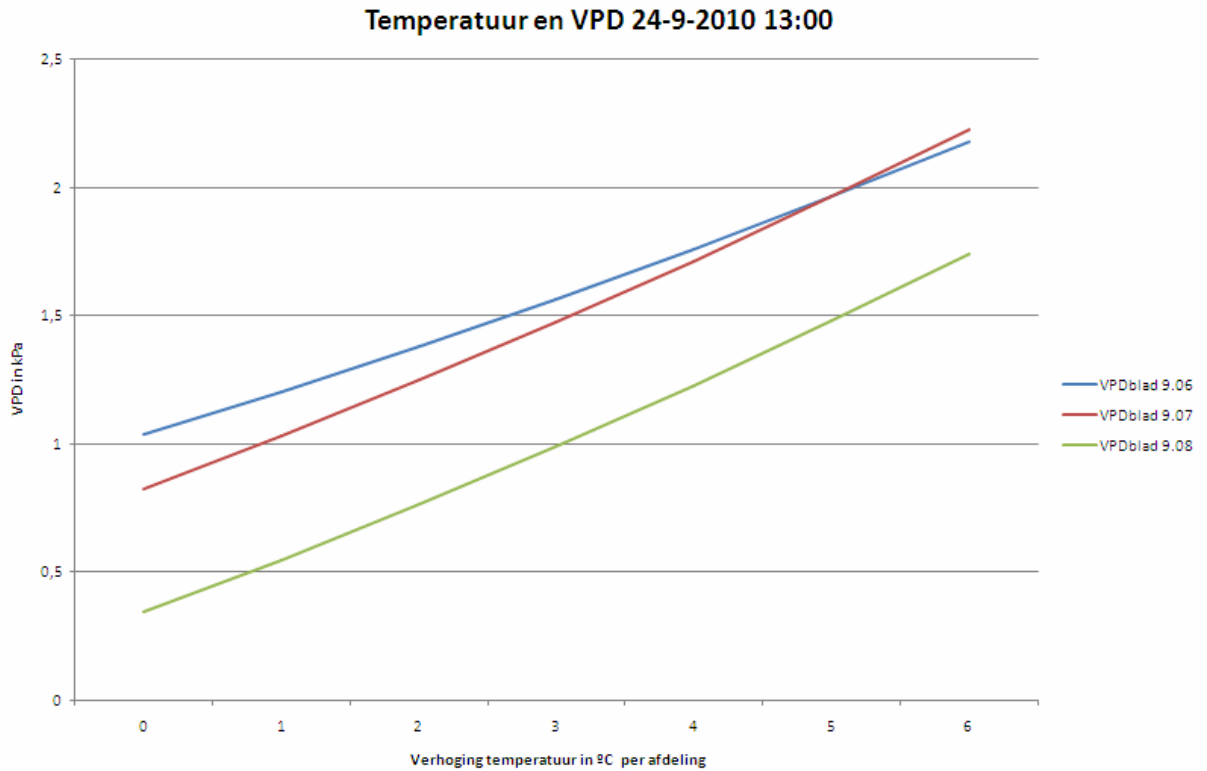


Door de instraling begint het gewas hier behoorlijk op te warmen. Hierdoor stijgt de planttemperatuur ook boven de luchttemperatuur. De ficus blijft duidelijk koeler dan de andere gewassen. Dit geeft aan dat de ficus op dit moment beter met de omstandigheden om kan gaan en daardoor de temperatuur nog altijd beter kan controleren. Bloemen en uitstekende gewasdelen beginnen ver op te lopen in temperatuur.



De klimaat omstandigheden zijn hier vergelijkbaar met afdeling 9.07. Het grote verschil zit hier in de luchtvochtigheid van 81,3% ten opzichte van 69,1%. Een ander verschil is dat de instraling in deze afdeling hoger is dan in afdeling 9.07 Door de hogere luchtvochtigheid is verdamping lastiger dit verklaard dan ook de hogere gewastemperatuur. Een hogere instraling vraagt ook meer koelcapaciteit van de plant. Als de plant niet voldoende ruimte heeft om te koelen middels verdamping zal de planttemperatuur in verhouding oplopen. Verder zijn bloemen niet of weinig in staat om te verdampen waardoor deze sneller een hogere temperatuur zullen aannemen bij veel instraling.

De volgende figuur laat het dampdruk verschil tussen plant en omgeving (VPDblad) zien. Hiervoor is de maximale en minimaal plantentemperatuur genomen. Oftewel de figuur laat zien wat de minimaal VPD en de maximale VPD op het getoonde moment is geweest.



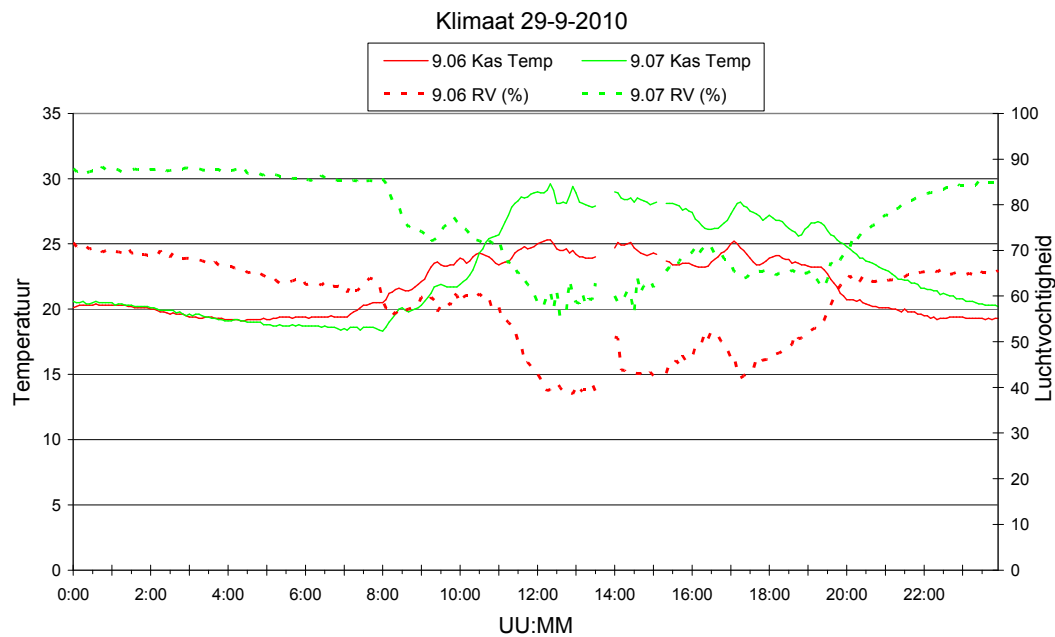
**Figuur 4 VPD verschil plant en omgeving 24-9-2010**

In figuur 4 valt op dat 9.08 de laagste plaatselijke VPD heeft en afdeling 9.07 de hoogste plaatselijk VPD. Bij een voldoende hoge RV kan de VPD laag genoeg gehouden worden zodat er geen stress optreedt.

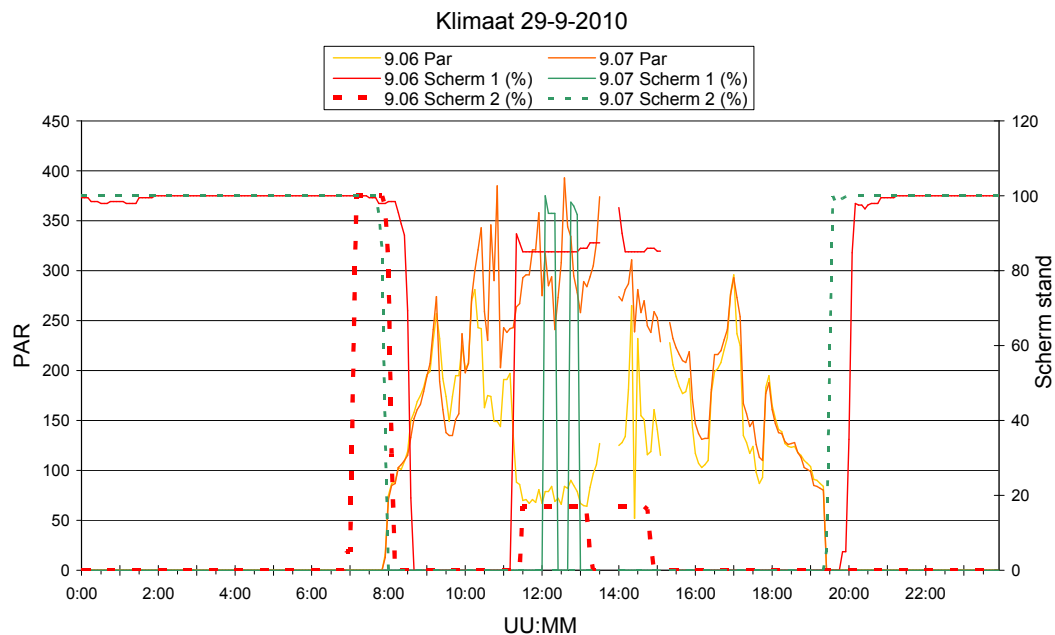


### 3.3 Klimaat metingen 29 september, Zonnige dag

Op 29 september zijn er metingen verricht in twee afdelingen. Hieronder zijn de klimaat gegevens van deze dag weergegeven.



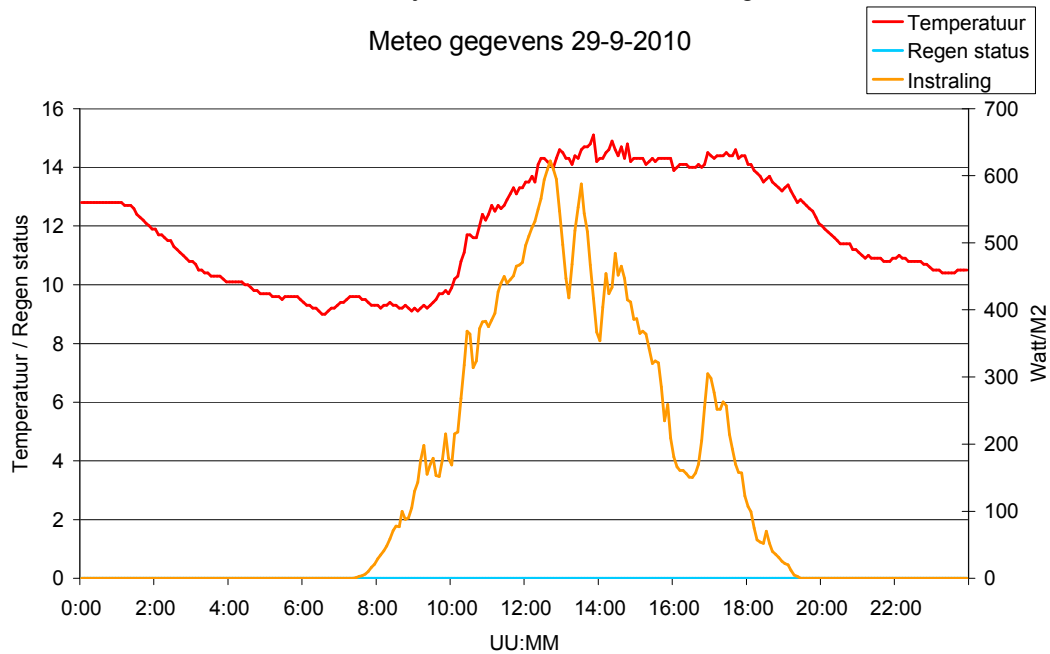
Figuur 5 Klimaat waarnemingen 29 september 2010



Figuur 6 Klimaat waarnemingen 29 september 2010

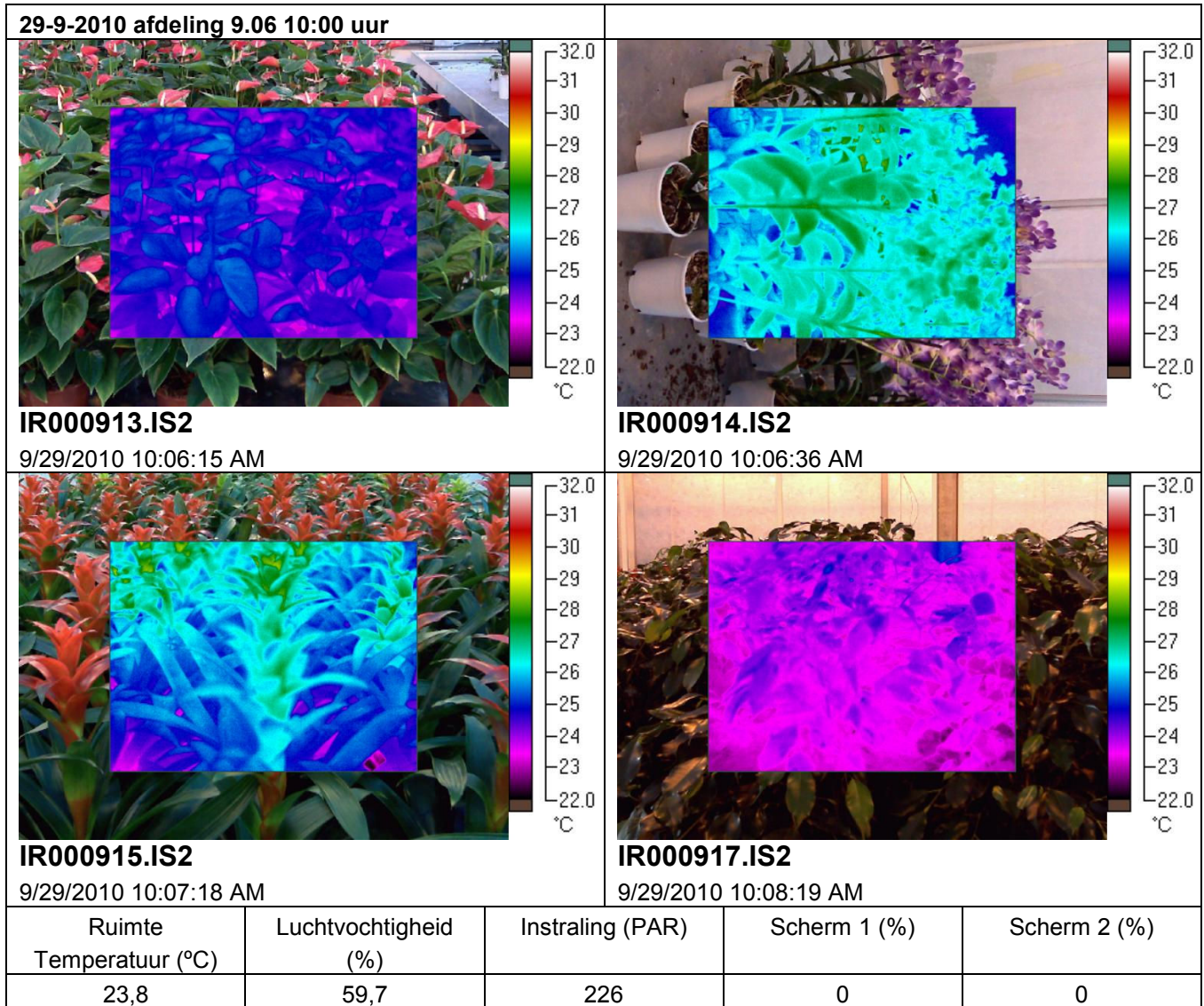
Figuur 5 en figuur 6 laten de klimaatomstandigheden in afdeling 9.06 en 9.07 zien. 9.07 heeft een continu hogere luchtvochtigheid (ook in de nacht). Rond het middaguur ligt de RV % rond de 60% in afdeling 9.07. In afdeling 9.06 ligt deze nabij de 40%. Zolang de

schermen open zijn ligt de instraling in de afdelingen redelijk gelijk. Om 11:00 gaat het scherm dicht, waarna er een duidelijk verschil tussen de afdelingen te zien is.

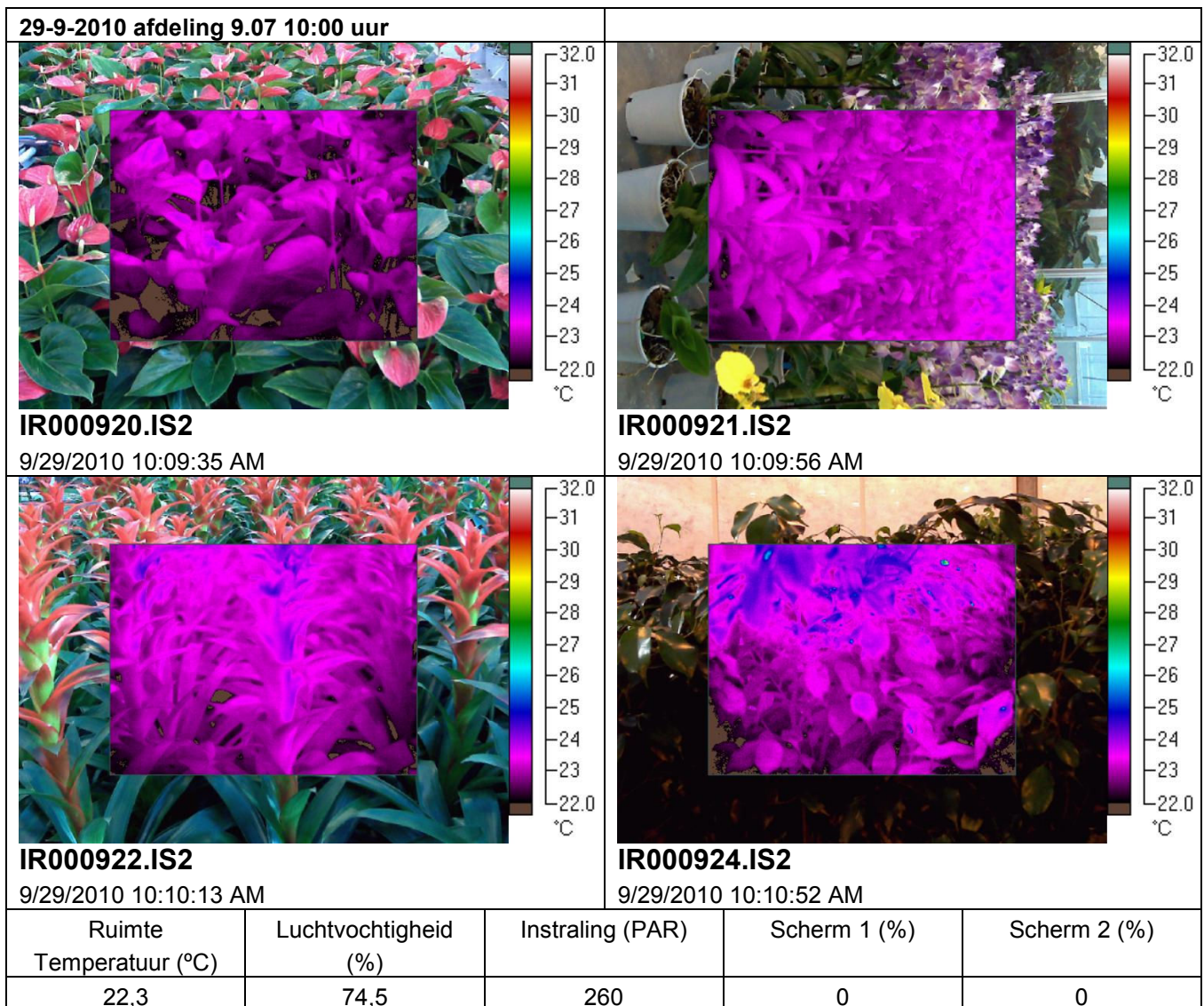


**Figuur 7** Meteo gegevens op 29-9-2010

### 3.4 Thermografische metingen 29 september

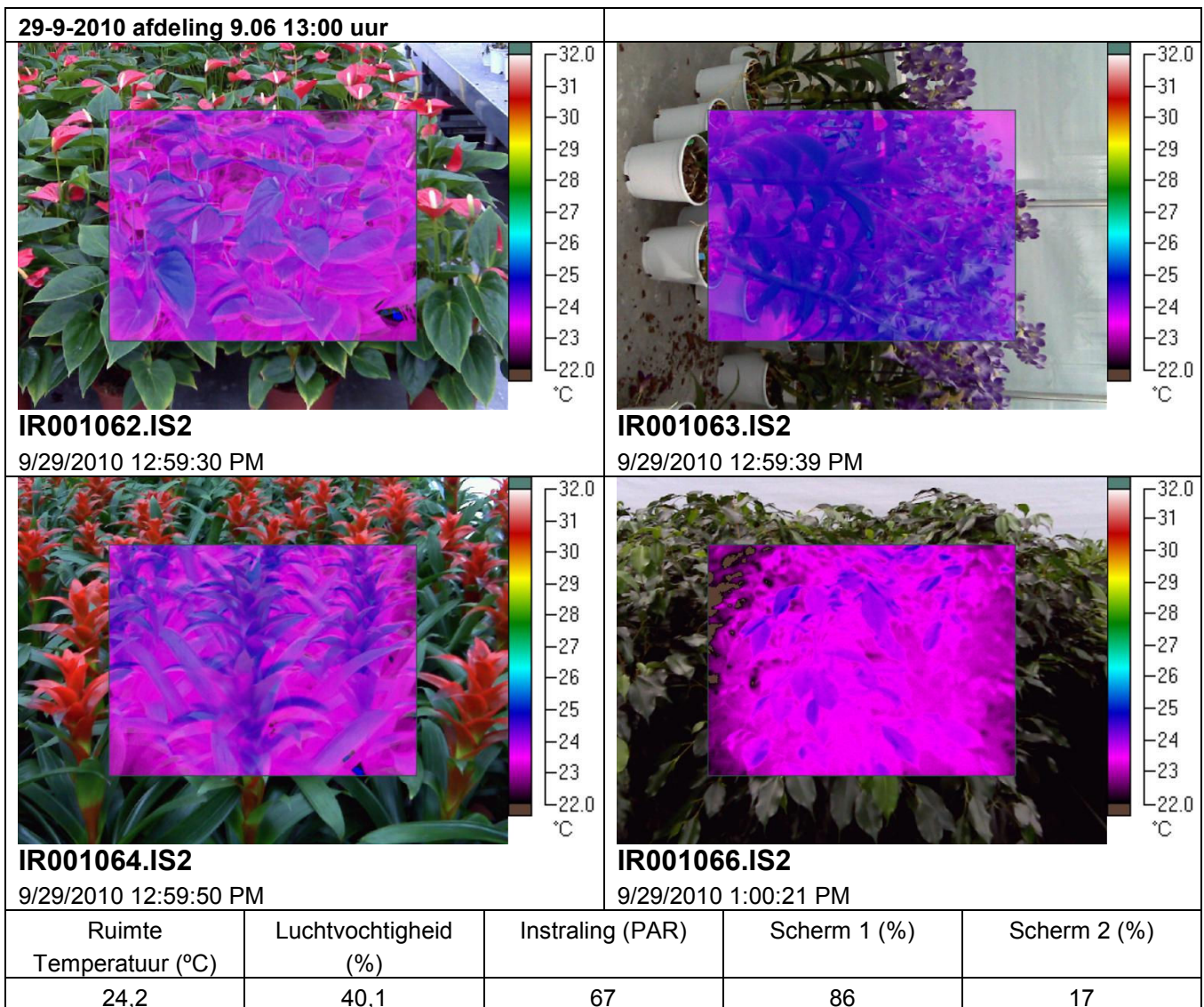


Op dit moment zijn er al behoorlijke verschillen tussen de gewassen. De anthurium warmt gelijkmatig op en is relatief koel met temperaturen nabij de omgevingstemperatuur. Dendrobium is duidelijk warmer maar ook gelijkmatig, net zoals guzmania die op dit moment vergelijkbaar is met dendrobium. Verschil met de omgevingstemperatuur kan nu bij deze planten pleksgewijs oplopen tot 5 °C De ficus blijkt wederom erg koel te zijn, deze volgt op dit moment de ruimte temperatuur en laat dan ook weinig effect zien van de instraling of luchtvochtigheid.

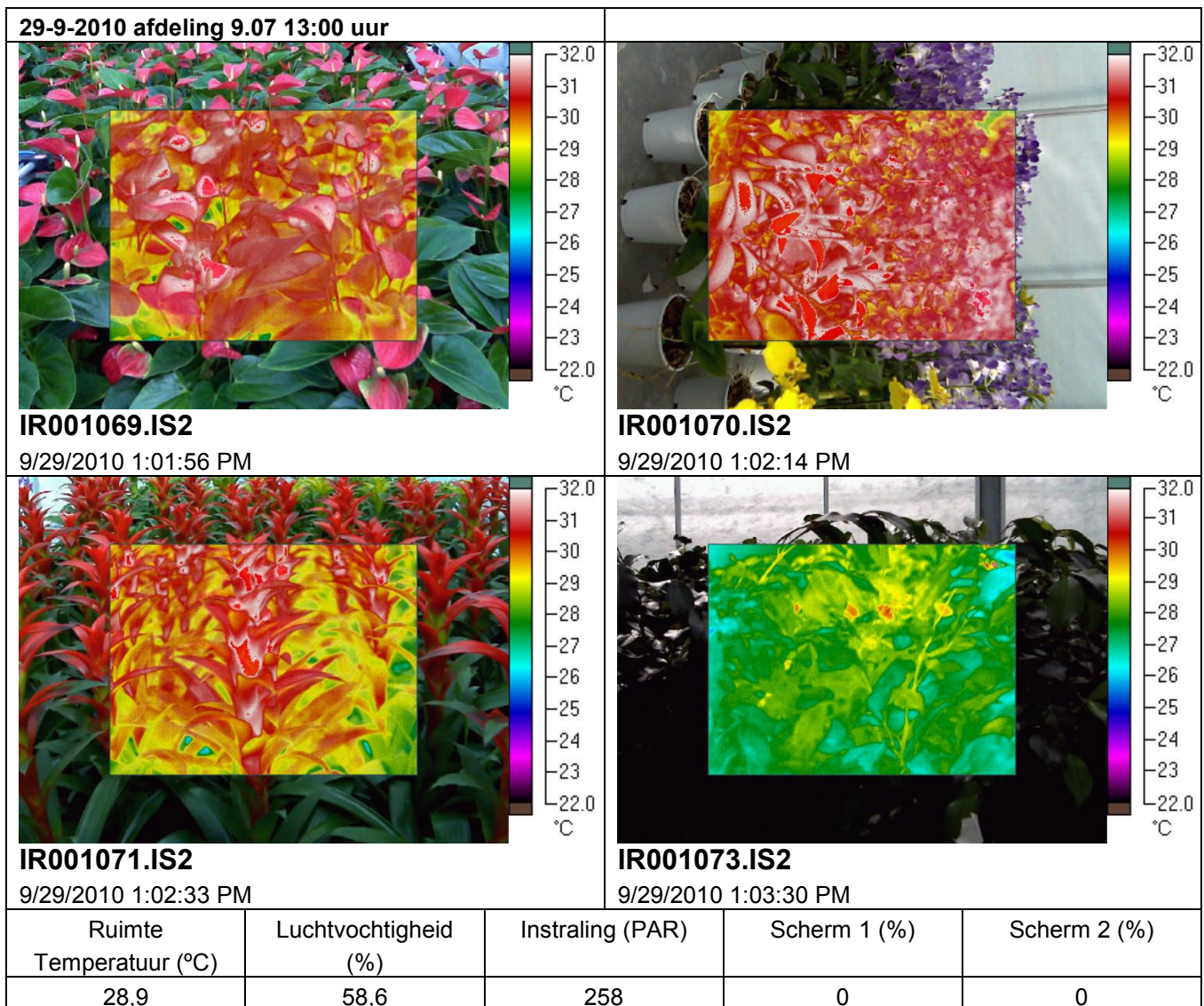


Door de lagere luchttemperatuur is deze afdeling op dit moment erg koel. De instraling heeft op dit moment weinig effect op de gewastemperatuur. Ook bij de Dendrobium en guzmania is er weinig verschil te zien met de omgevingstemperatuur. In de ochtend de omgevings temperatuur lager geweest dan in afdeling 9.06, hierdoor is het gewas koeler gestart en duurt de opwarming dan ook langer. Verder heeft de verneveling waarschijnlijk een koelend effect gehad op de planten.



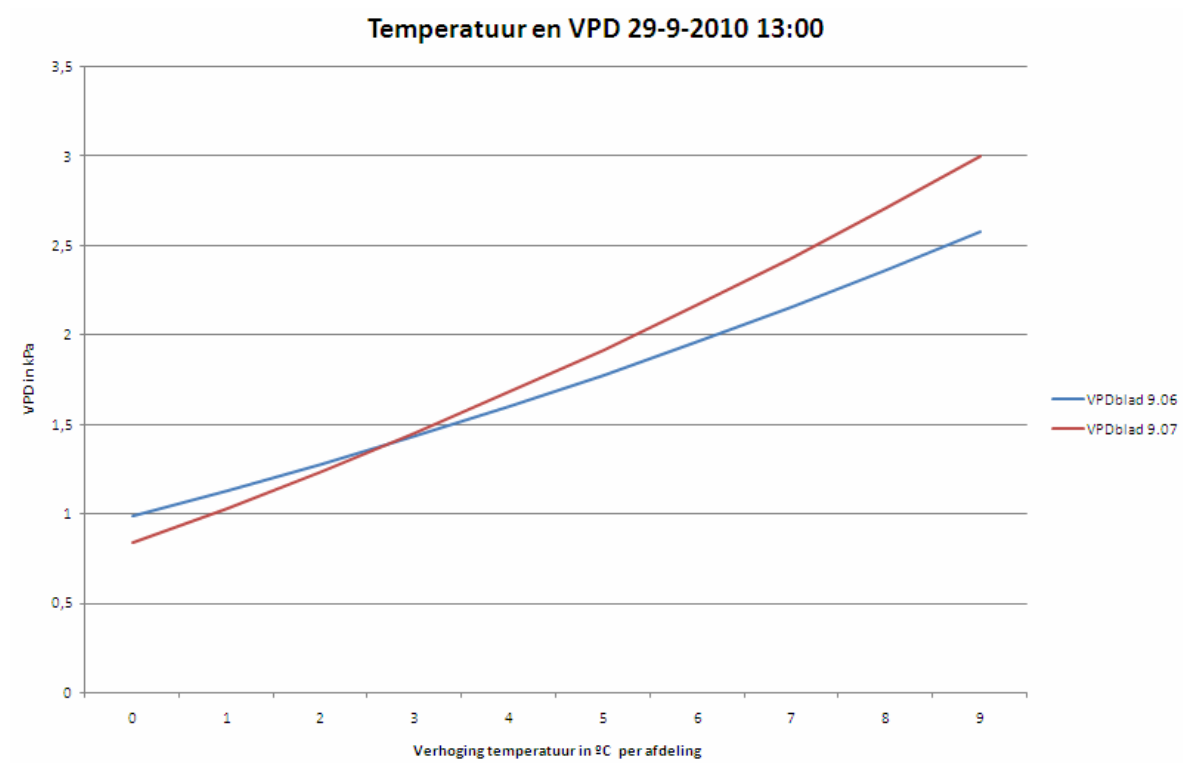


Om 11:00 uur is het scherm in deze afdeling dicht gelopen. De instraling is hierdoor erg laag in deze afdeling. De luchttemperatuur wordt in deze omstandigheden weer leidend voor de planttemperatuur. Daardoor ontstaat ook een vlak temperatuur beeld.



De instraling op dit moment is in deze afdeling niet echt hoog, echter is de instraling al wel langere tijd op dit niveau. Dit heeft het gewas behoorlijk opgewarmd. In tegenstelling tot afdeling 9.06 is het scherm hier niet gesloten. Dit resulteert in behoorlijke instraling, hoge temperatuur en een dalende luchtvochtigheid. De gevolgen voor de plant temperatuur zijn duidelijk zichtbaar. De gewas temperatuur loopt op delen op tot 31°C en hoger. Zeker de Guzmania laat verschil zien tussen de bloem en blad temperatuur (lager gelegen gewasdelen). De ficus reageert enigszins op deze instraling, maar laat nog altijd een gewas temperatuur zien die erg dicht bij de ruimte temperatuur ligt.

De volgende figuur laat het dampdruk verschil tussen plant en omgeving (VPDblad) zien. Hierbij is de maximale en minimaal plantentemperatuur gepakt. Oftewel de figuur laat zien wat de minimaal VPD en de maximale VPD op het getoonde moment is geweest.

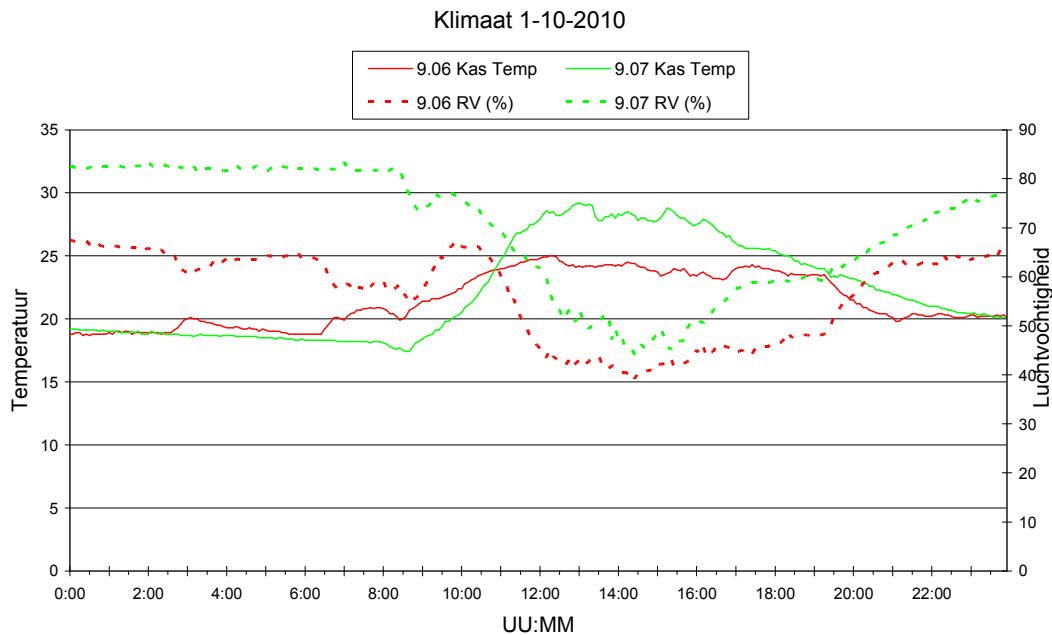


**Figuur 8 VPD verschil plant en omgeving 29-9-2010**

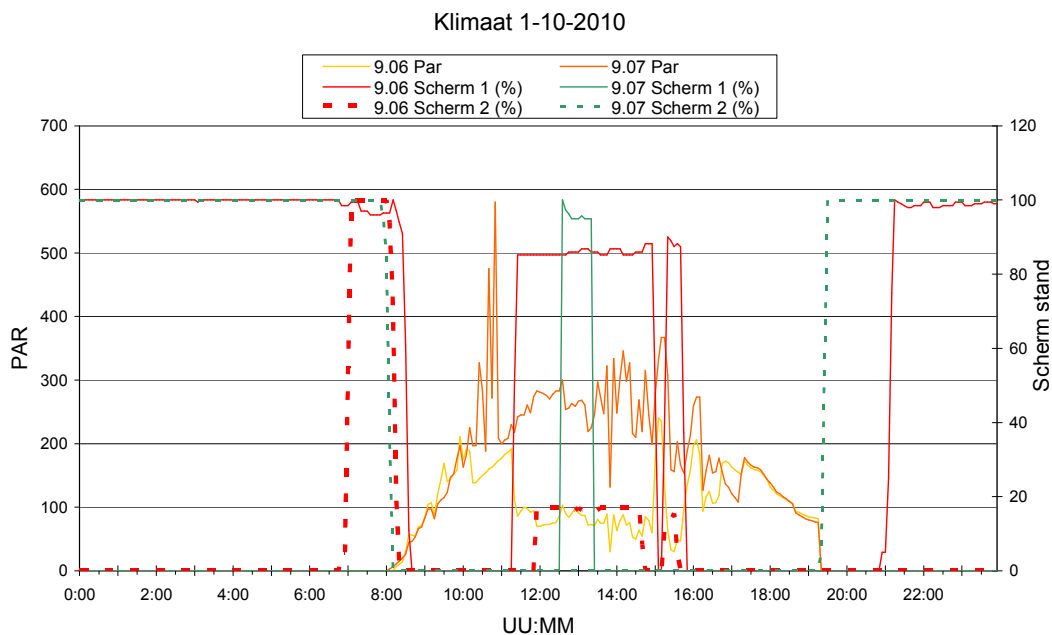
In Figuur 8 valt op dat in 9.07 ondanks de hogere RV de maximale VPD plaatselijke hoger is dan in afdeling 9.06. Plaatselijk is dus de kans op verdamping stress hoger in de afdeling 9.07 dan in 9.06

### 3.5 Klimaat metingen 1 oktober zonnige dag

1 oktober zijn wederom metingen verricht. Tijdens deze dag zijn de scherminstellingen in afdeling 9.07 gewijzigd zodat deze niet dicht gaan en er maximaal licht binnen gehaald wordt waardoor voor zover mogelijk de grenswaardes zijn opgezocht. Tijdens deze dag is er actief geschermd in afdeling 9.06.



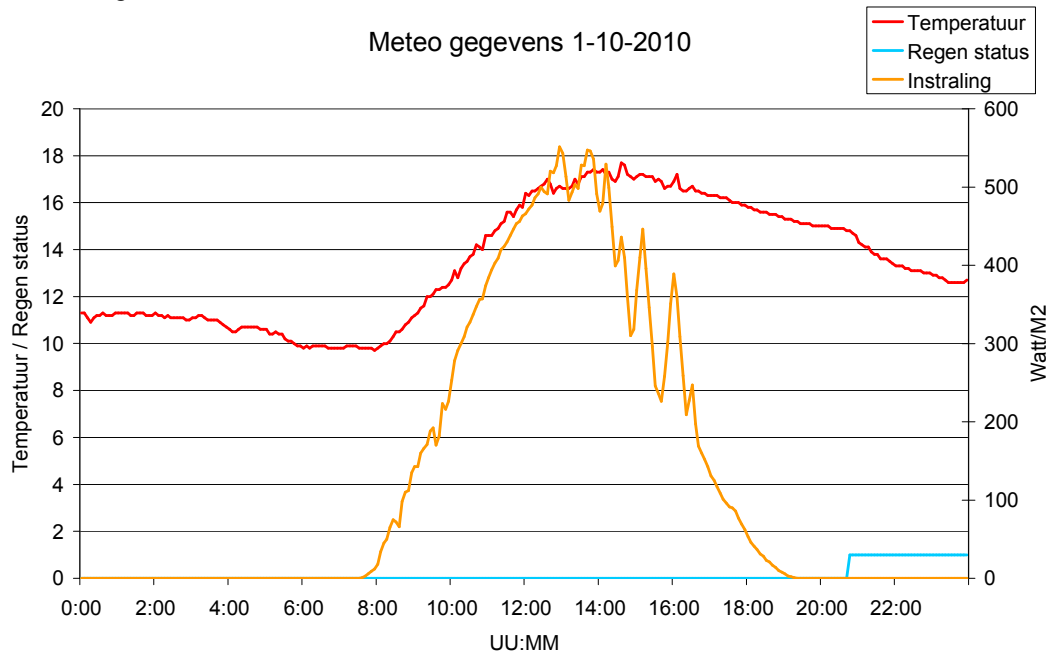
**Figuur 9 Klimaat waarnemingen 1 oktober 2010**



**Figuur 10 Klimaat waarnemingen 1 oktober 2010**

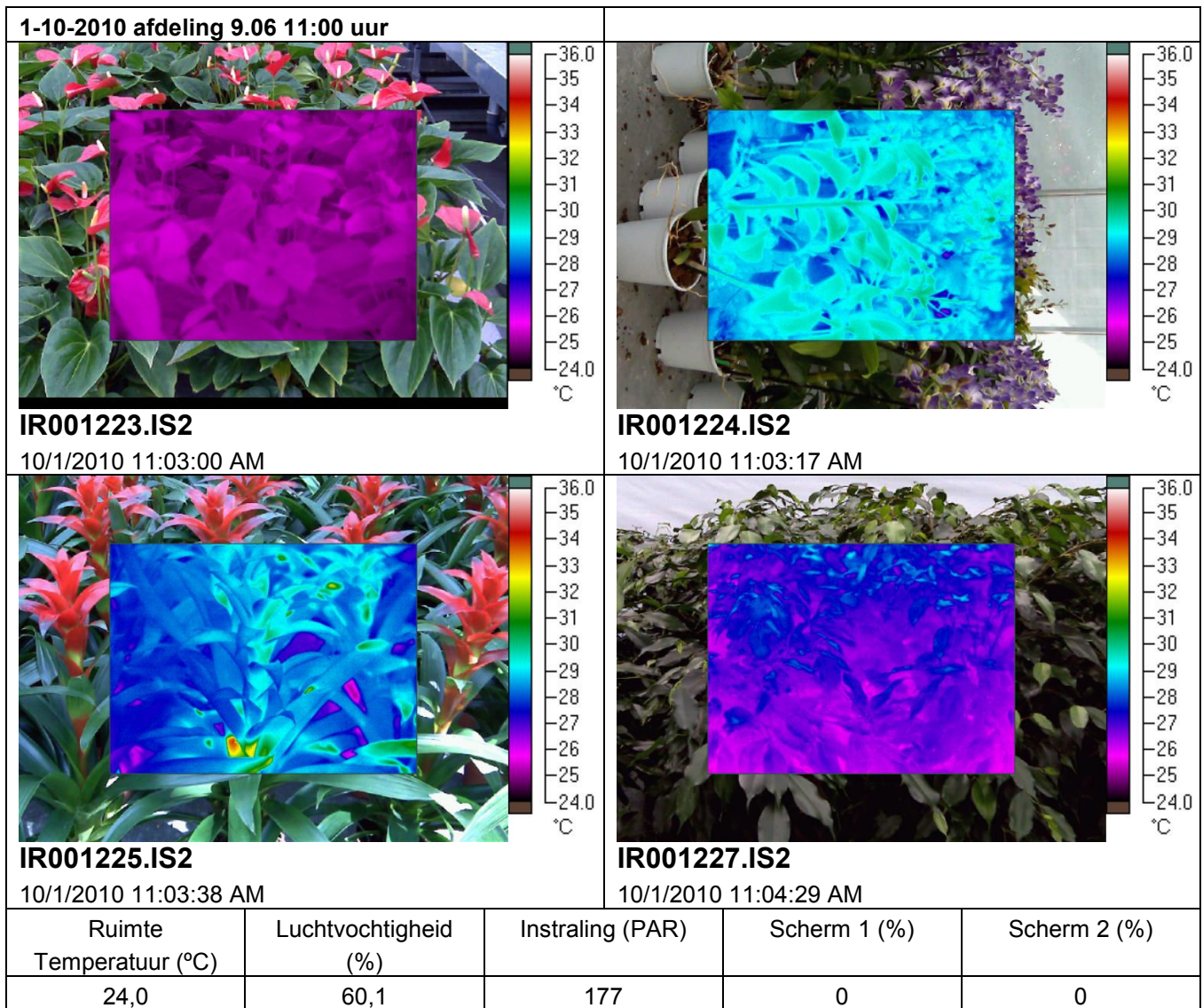


Figuur 9 & figuur 10 laten de klimaatomstandigheden op 1 oktober van afdeling 9.06 en 9.07 zien. De luchtvochtigheid metingen laten een continu hogere RV zien in afdeling 9.07 maar rond 14:00 komt deze ondanks de verneveling toch onder 50%. In afdeling 9.06 komt deze op dat moment rond de 40%. Er is een duidelijk verschil tussen de afdelingen te zien in instraling.

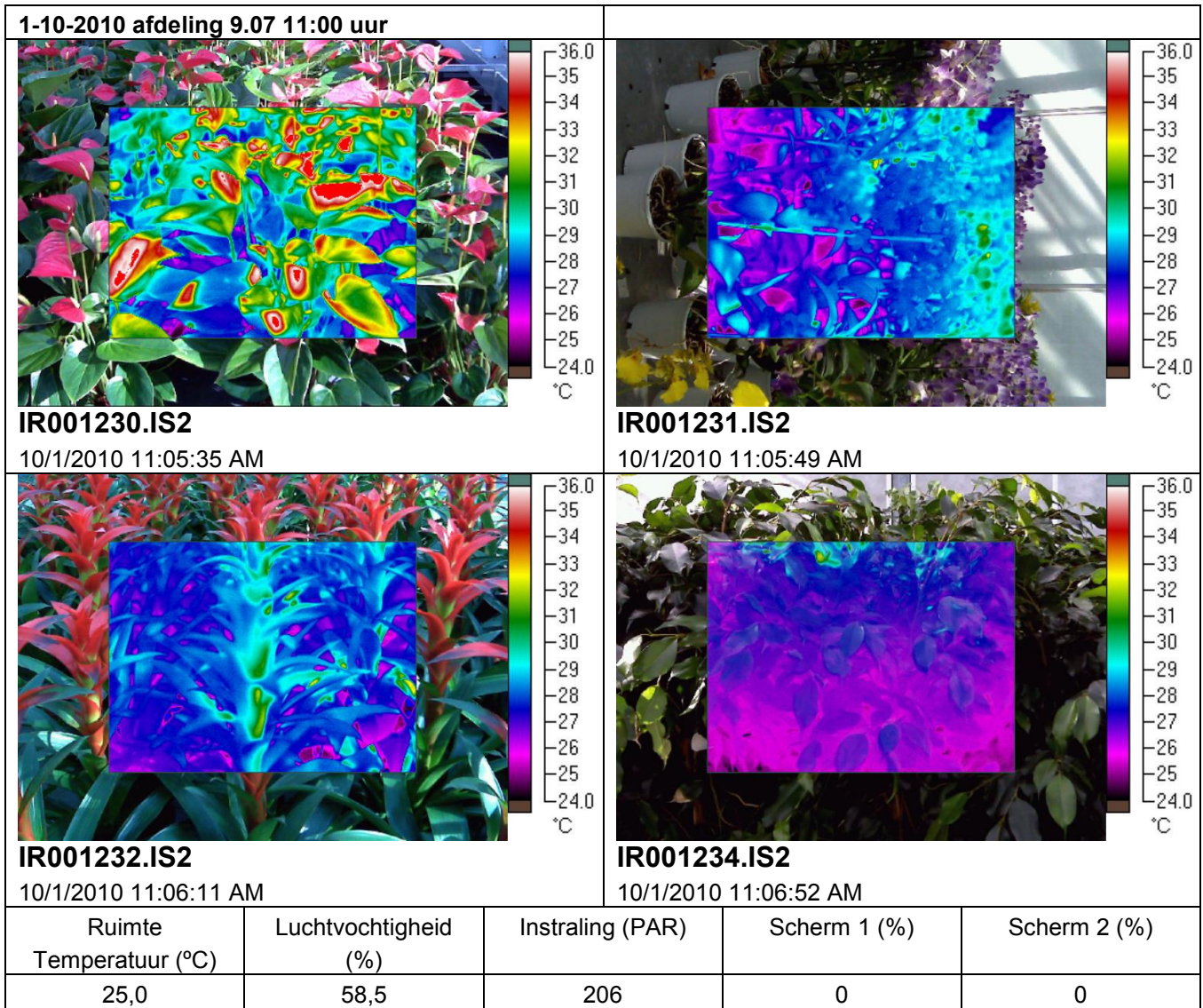


**Figuur 11** Meteo gegevens op 1-10-2010

### 3.6 Thermografische metingen 1 oktober 2010

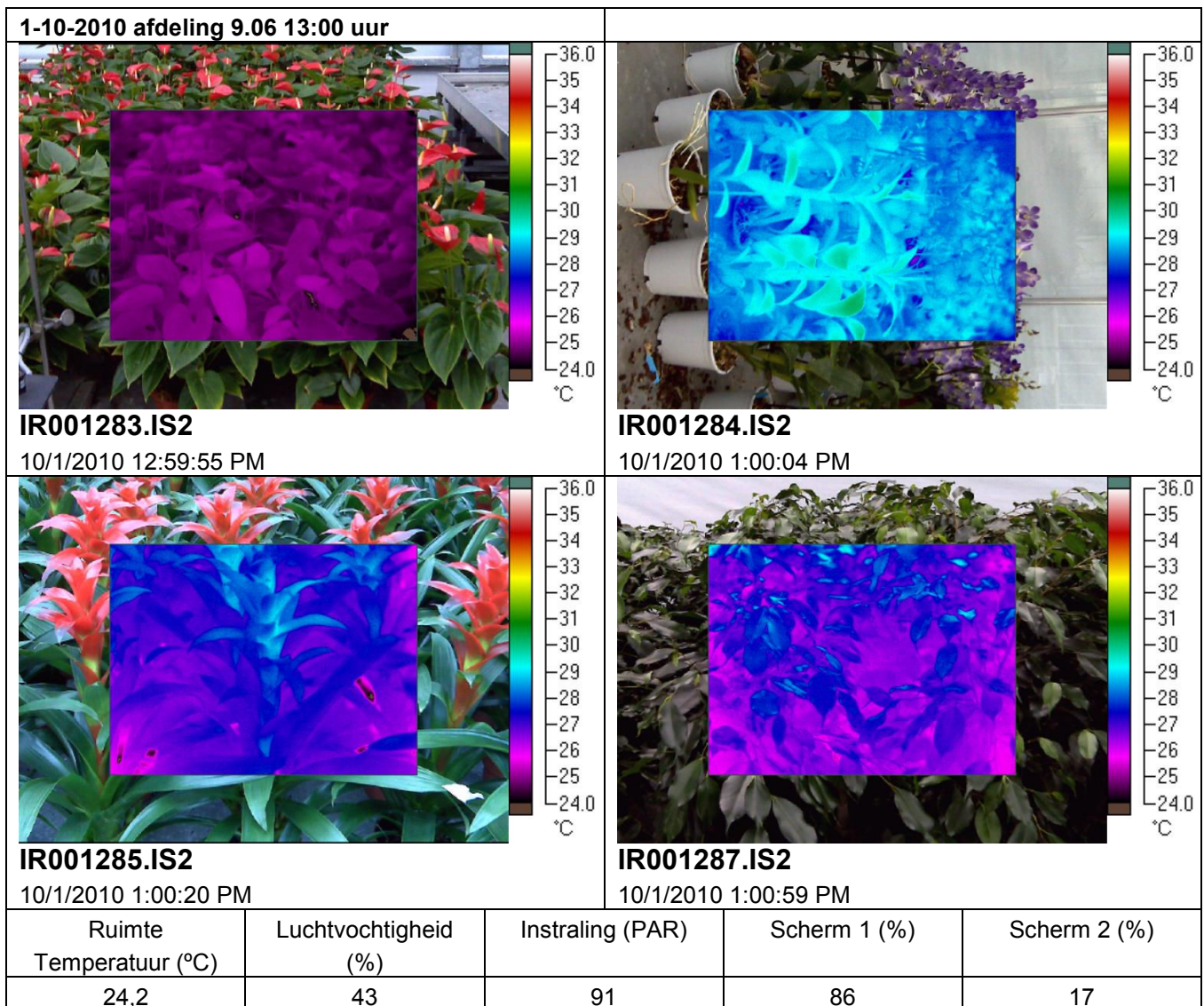


De afdeling geeft wederom een vlak temperatuur beeld. Dendrodium en Guzmania vertonen een gelijk temperatuur beeld. Anthurium blijft op dit moment erg laag in temperatuur. Ondanks de gelijke temperatuur is wel te zien dat de planttemperatuur van de Guzmania en Dendrodium tot 6 °C boven de omgevingstemperatuur oploopt. De gelijke temperatuur kan een gevolg zijn van meer diffuse instraling en minder directe instraling.

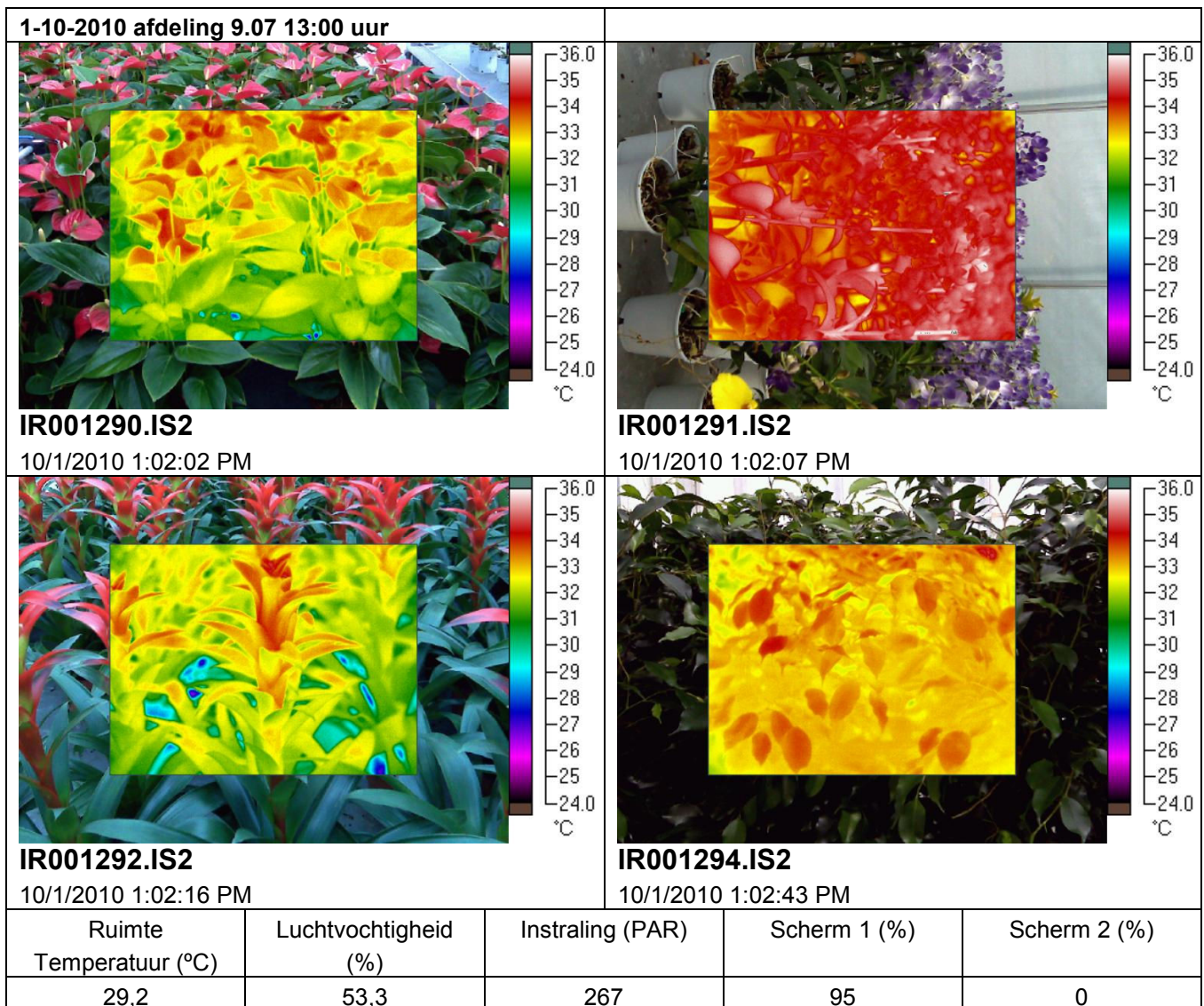


Anthurium heeft een zeer hoge temperatuur op dit moment. Dit wordt veroorzaakt door het scherm wat al wel over de lichtmeting is gelopen maar nog niet over dit gewas. Hierdoor is de instraling op dat moment veel hoger dan de meting. De andere gewassen staan wel in de schaduw van het scherm, hierdoor is de planttemperatuur veel lager. Wat je in deze afbeelding duidelijk ziet dat er wel verschil zit in de planttemperatuur van de afzonderlijke plantendelen. Vooral bij de Dendrobium zijn deze verschillen te zien.



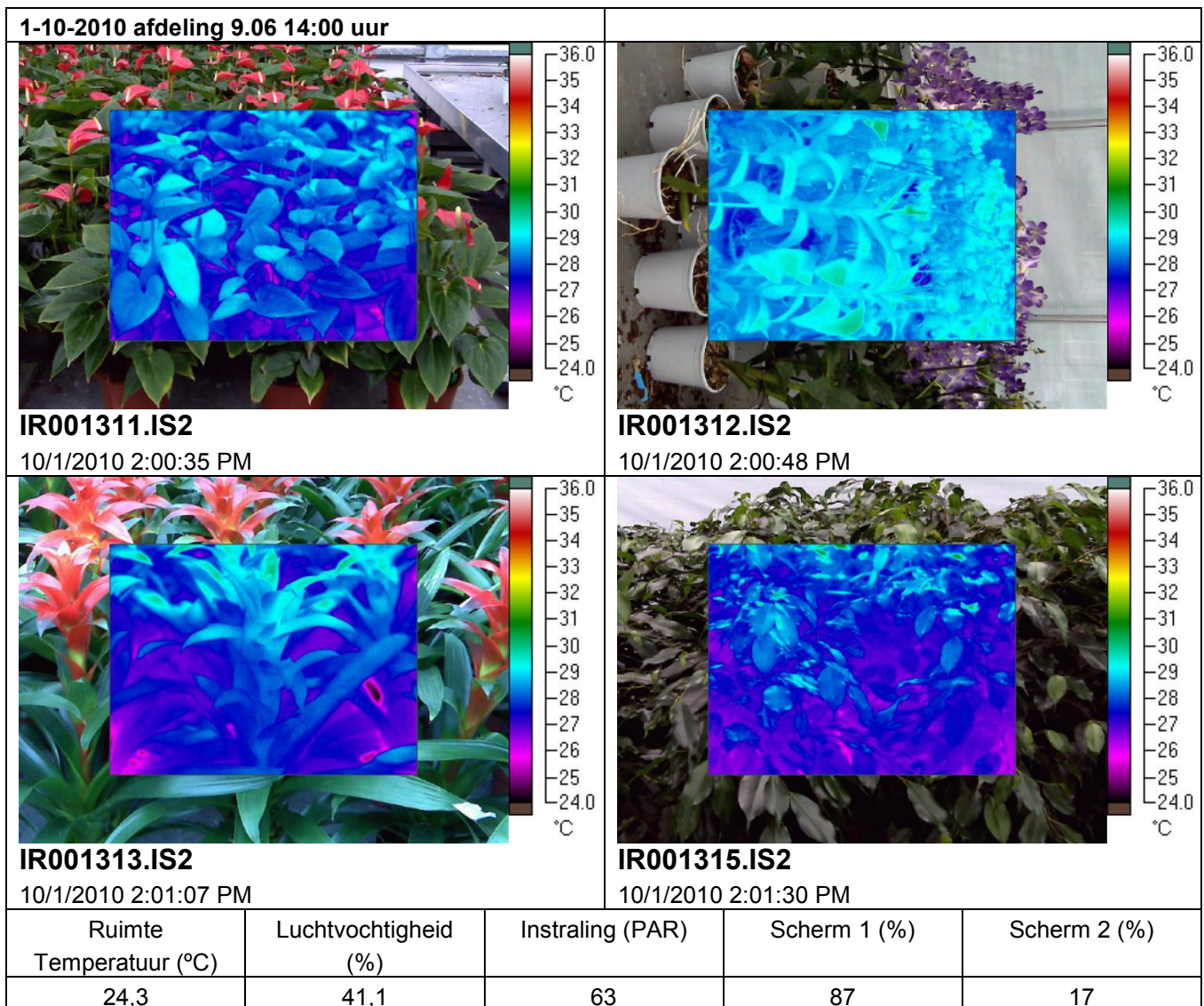


Door een actieve schermregeling blijft de instraling beperkt in deze afdeling. De plant temperatuur van de anthurium blijft dicht bij de luchttemperatuur. Andere gewassen zijn warmer, de dendrobium is wederom het warmst. Ook zien we hier weer de relatief vlakke gewastemperatuur.

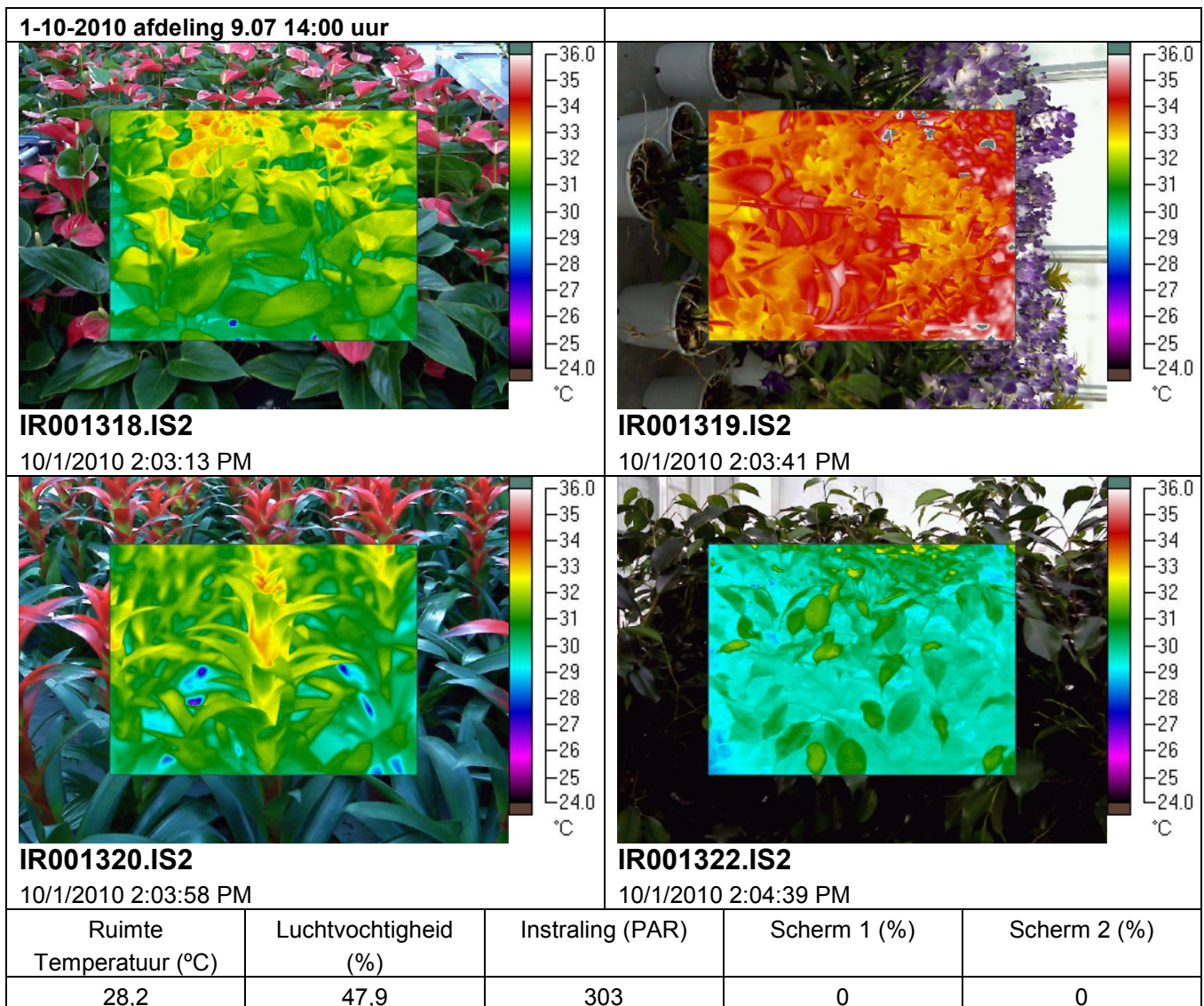


Ondanks het scherm is er nog veel instraling in deze afdeling. Ondanks de verneveling is de RV% laag in de afdeling. De planttemperatuur is extreem hoog in deze afdeling. De planttemperatuur loopt op tot 36 °C op bepaalde plaatsen bij de dendrobium. De bloemen bij anthurium zijn duidelijk warmer dan het blad. Ficus blijft relatief koel en egaal qua planttemperatuur maar loopt ook op tot 34 °C. Vaak hebben we gezien dat de ficus zich voldoende kan koeling. In dit plaatje is te zien dat de planttemperatuur toch oploopt tot (te) hoge temperaturen.



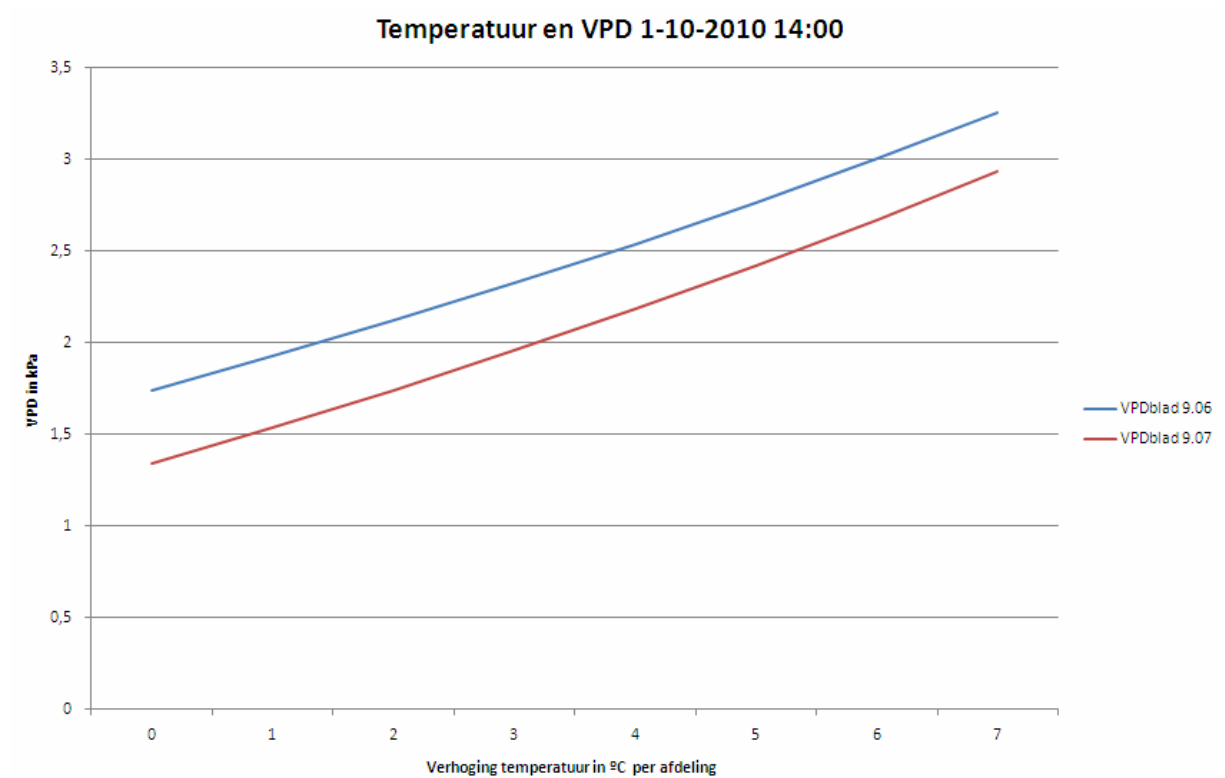


In afdeling 9.06 is de instraling weg geschermd en hierdoor is de luchttemperatuur ook laag. De gewassen zijn redelijk gelijk qua temperatuur. De Dendrobium blijft het warmst. De luchtvochtigheid is erg laag in deze afdeling. Gevolg kan zijn dat door een groot  $VPD_{\text{blad}}$  de huidmondjes worden gesloten om uitdroging te voorkomen. Door de gesloten huidmondjes wordt verdamping onmogelijk en stijgt de planttemperatuur.



De luchttemperatuur is gedaald in ten opzichte van de meting om 13:00 uur. Het gewas is hierdoor iets koeler geworden. Wat ook weer opvalt is de lage luchtvochtigheid wat ook weer kan zorgen voor het sluiten van de huidmondjes. De Dendrobium kan zich zoals eerder gezien zich het moeilijkst koelen.

De volgende figuur laat het dampdruk verschil tussen plant en omgeving (VPDblad) zien. Hierbij is de maximale en minimaal plantentemperatuur gepakt. Oftewel de figuur laat zien wat de minimaal VPD en de maximale VPD op het getoonde moment is geweest.



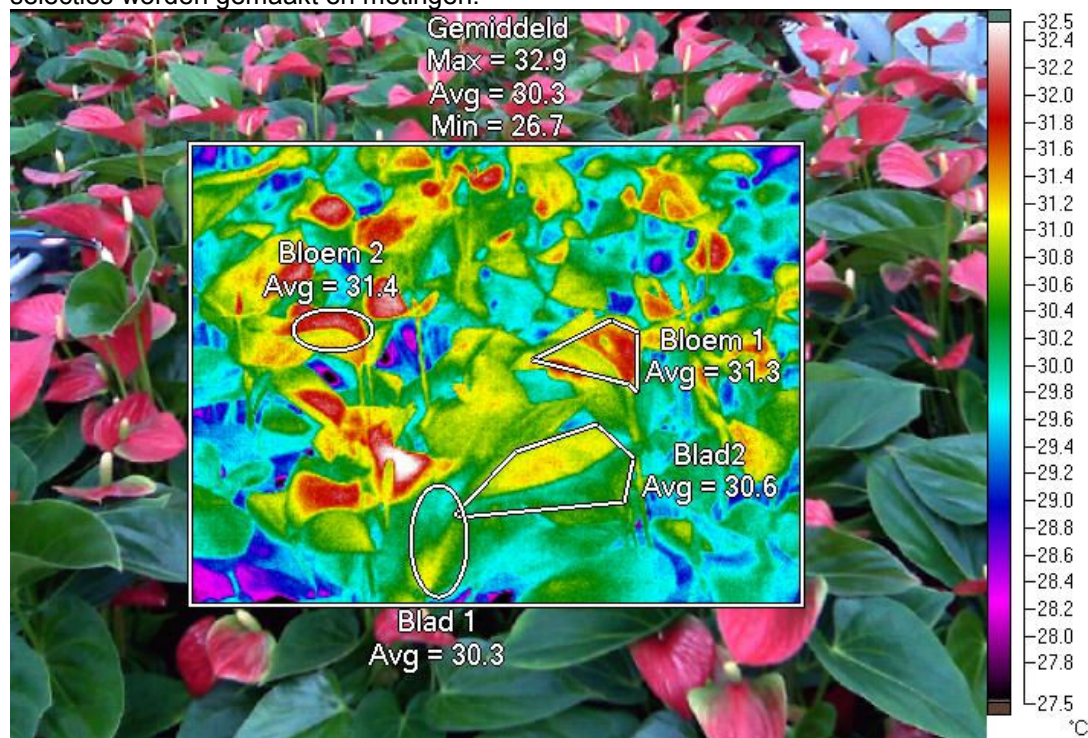
**Figuur 12 VPD verschil plant en omgeving 1-10-2010**

In figuur 12 is te zien dat in 9.07 de maximale plaatselijke VPD lager is dan in afdeling 9.06. Plaatselijk is dus de kans op verdamping stress hoger in de afdeling 9.06 dan in 9.07. Oftewel er wordt meer licht toegelaten en de VPD is lager.



### 3.7 Anthurium bloem en blad temperatuur

Door de meting met een thermografische camera ontstaat er een gedetailleerd beeld van de temperatuur van het gewas. In deze opnames kunnen in de software meerdere selecties worden gemaakt en metingen.



**Figuur 13 Warmtebeeld opname met daarin diverse metingen**

Het gemiddelde van deze foto is 30,3°C echter de spreiding tussen minimaal en maximaal is ruim 6°C. Door te werken met het gemiddelde worden dus kritieke temperaturen niet weer gegeven, zowel maximum temperatuur en het risico van verbranding als minimum temperatuur met het risico op condensatie op het gewas.

De thermografische meting laat een bladtemperatuur zien van 30,3°C (blad 1) en 30,6°C (blad 2). Op dat moment is de bloem temperatuur bijna 1°C hoger. Naar mate de instraling toe neemt zal dit verschil alleen maar groter worden, hierbij kan gedacht worden aan verschillen van 5°C of meer. Bij deze temperaturen kunnen schadelijke gevolgen hebben voor het gewas, zoals verbranding, bloemen die te warm worden, of bij de koude delen condensatie op het gewas. Dit wil dus zeggen dat juist op momenten dat er veel instraling is en dat de planttemperatuur een aandachtspunt wordt, het gemiddelde steeds minder van toepassing is. Deze conclusie is omgekeerd ook geldig voor uitstraling en de bijbehorende afkoeling van gewasdelen met het risico op natslaan.

## 4 Conclusies en aanbevelingen

- Thermografische metingen geven een goed beeld van de planttemperatuur gradiënt en laten zien dat een gemiddelde planttemperatuur veel minder goed de kritische plekken in het gewas in kaart brengen. Deze kritische plekken kunnen overdag bijvoorbeeld te warme bloemen zijn. Maar kunnen ook in kaart brengen wat kritische (koude) plekken zijn voor het natslaan van het gewas.
- Door het licht diffuus te maken door ofwel schermen of krijten wordt een vlakke temperatuur gradiënt verkregen. Directe instraling laat zien dat gewasdelen die moeilijk verdampen als bloemen of de bladeren van CAM planten zoals de Dendrobium hoge temperaturen laten zien in vergelijking met de andere gewasdelen.
- Een te lage luchtvochtigheid zorgt ervoor dat de plant zich onvoldoende kan koelen door het sluiten van de huidmondjes. Hierdoor zijn er grote verschillen tussen plant- en omgevingstemperatuur te zien.
- Een te hoge luchtvochtigheid kan daarentegen ook zorgen voor een verhoging van de planttemperatuur (te weinig verdamping en dus weinig koeling. De VPD moet hoog genoeg blijven om voldoende koeling door verdamping te krijgen.
- Er zijn grote verschillen te zien tussen de verschillende soorten planten. Zo lijkt het erop dat de Ficus zich het beste kan koelen en heeft over het algemeen ook de meest egale planttemperatuur. De Anthurium laat vaak hoge bloemtemperaturen zien.
- Dendrobium is een CAM-plant en sluit overdag de huidmondjes. Hierdoor is verdamping niet mogelijk. Dit resulteert in hoge plant- en bloemtemperaturen.
- Voor elke gewas zal vastgesteld moeten worden wat kritische planttemperatuur grenzen zijn. Wanneer deze bekend zijn kan beter gestuurd worden met schermen, krijten en verneveling. Hierdoor kan er een productiewinst en een betere kwaliteit behaald kan worden.