

# Climalux Verhoging rendement LED Winterproef 2024/2025

## *Eindrapport*



Opdrachtgever: Climalux

Uitvoerder: HortiTech BV

Onderzoeker: Daan van den Bergh

Periode: 2024/2025

Start: 01-11-2024

Beëindigd: 13-05-2025

**climalux**

Versie: 1.0



**Horti Tech**

BRAINWARE FOR GREENHOUSES

## Inhoud

1. Samenvatting .....	3
2. Achtergrond en Doel .....	4
3. Proefopzet.....	5
4. Resultaten .....	6
5. Conclusie .....	12
7. Bijlagen.....	12

## 1. Samenvatting

De Climalux lamp CLX-2-B1W beïnvloedt de luchtvochtigheid en het gasverbruik in de kas. Door de combinatie van convectiewarmte en verticale ventilatoren ontstaat een circulaire luchtbeweging, die invloed kan hebben op de kastemperatuur en de doorkleuring van trossen. De CLX-2-B1W biedt een alternatief voor de stralingswarmte van traditionele SON-T verlichting door convectiewarmte via neerwaartse ventilatie te gebruiken, waarmee enkele uitdagingen van het telen onder volledige Ledverlichting worden gecompenseerd.

### ***Kernpunten***

- Een combinatie van verticaal en horizontale luchtbeweging is essentieel voor een gezond microklimaat. Door gerichte sturing en gebruik van sensoren kan energie worden bespaard zonder concessies aan teeltresultaten.
- Verticale luchtbeweging ondersteunt verdamping, vooral in de donkere periode
- De combinatie van convectiewarmte en ventilatoren verbruiken minder energie dan een traditionele minimumbuis om de plant actief te houden.
- Een actief klimaat met stabiele balans is weerbaarder en productiever.

## 2. Achtergrond en Doel

De energieprijstijging binnen de tuinbouw heeft de overgang van SON-T naar full LED versneld. Dit heeft gevraagd om een aangepaste teeltstrategie vanwege de tekorten aan stralingswarmte die oudsher afkomstig waren uit deze SON-T lampen. Traditionele passief gekoelde LED-modules (die via een heat sink hun temperatuur beheersen) leveren geen stralingswarmte aan het gewas, wat een oorzaak kan zijn verschillende teelt- & productie problemen

In de proef wordt de Climalux lamp CLX-2-B1W getest (B5/G5/R90; 2625  $\mu\text{mol}$ /lamp 140°). De actief gekoelde lampen zijn uitgerust met een ingebouwde ventilator die zorgt voor verticale luchtcirculatie in de kas waarmee de opgewekte warmte verticaal het gewas wordt ingeblazen. Het debiet van een unit is 267,3m<sup>3</sup> per uur. Horti-Tech test het effect van deze lamp op een hoge draad teelt met grove tros, ras: Marinice. De volgende onderzoeksvragen worden onderzocht:

### ***Onderzoeksvragen***

1. Welk effect heeft het Climalux systeem op de beheersing van het kasklimaat zoals het terugnemen van de luchtvochtigheid.
2. Heeft het Climalux systeem invloed op de groei en gezondheid van de plant (minder schimmelvorming, geen kwaliteitsverschil e/o kwaliteitsverbetering, actief groei)?
3. Kan het Climalux systeem het energieverbruik van de kas verlagen?

Climalux wil het energiebesparend en vochtregulerend vermogen van de lamp testen in de winterperiode 2024/2025. In de proefperiode tot eind december is de ventilatie gedimd naar 75% vanwege te warme plantkoppen.

Vanaf januari zijn verschillende lichtinstellingen aangehouden. Voor de vergelijking is een standaard ledlamp met een identiek kleurenspectrum opgehangen in een tweede, identieke afdeling.

De test vindt plaats in afdeling 204 (Climalux) en in afdeling 203 (referentie).

Allebei de afdelingen zijn voorzien van dezelfde techniek en bezitten een grootte van 207 m<sup>2</sup>. Met de klimaatinstellingen, watergiften en plantwerkzaamheden wordt een identiek gewas nagestreefd in allebei de afdelingen.

De plantmetingen zijn gestart in week 46 en worden wekelijks uitgevoerd. Er worden bladmonsters genomen voor het inzicht in de nutriënten opname. De proef in afdeling 203 is per 1 januari 2025 stopgezet vanwege onvoorziene omstandigheden. De proef in afdeling 204 is voortgezet tot en met 13 mei 2025.

### 3. Proefopzet

**Zaaidatum:** 30-08-2024  
**Opkweek tot:** 01-11-2024 (2-takker)  
**Start proef bij HT:** 01-11-2024  
**Gebruikt tomaten ras:** Marinice op steenwol

**Toegepaste sensoren:**

**Sensor**

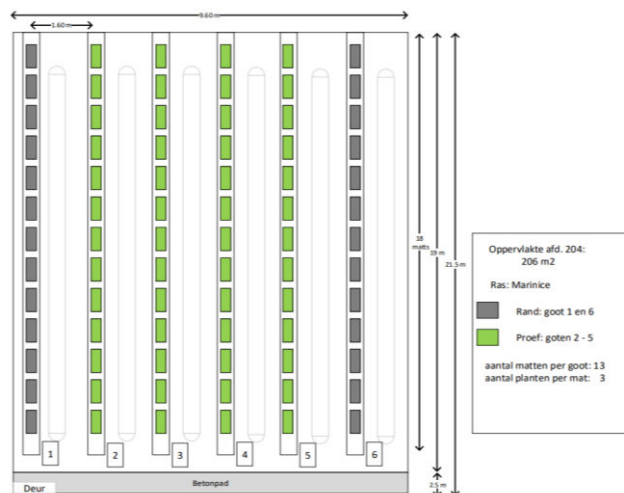
*Sigrow pixel*  
*Sigrow soil pro+*  
*Stomata camera*  
*Gigajoulesmeter*

**link**

[Sigrow Pixel – Sigrow.com](https://www.sigrow.com/)  
[Soil Pro+ New – Sigrow.com](https://www.sigrow.com/)  
[Stomata camera – Sigrow.com](https://www.sigrow.com/)



*Figuur 1 Indeling kas*

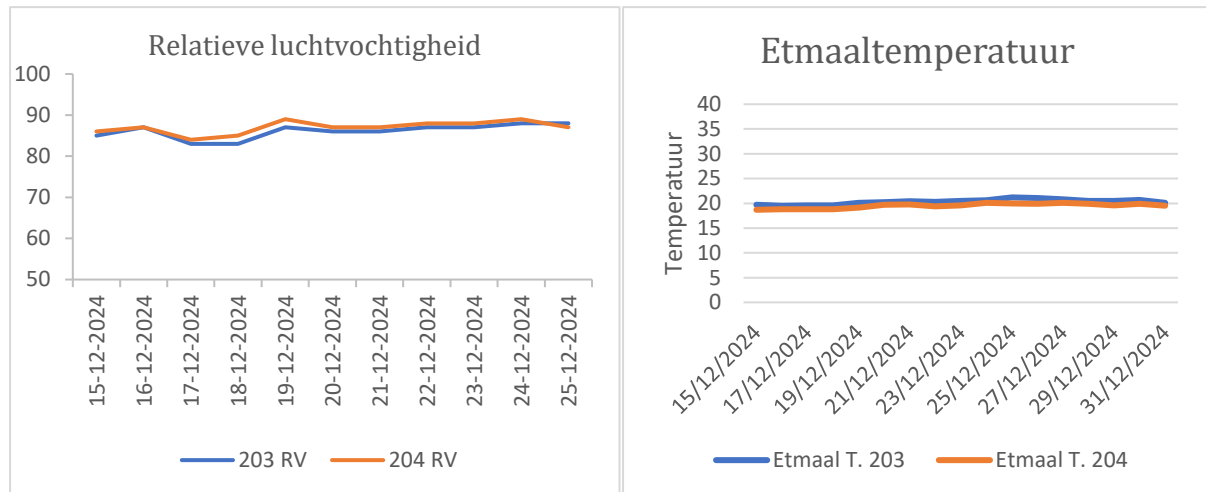


*Figuur 2 Plattegrond Climalux Kas*

## 4. Resultaten

Het energiebesparende effect van de CLX- 2-B1W ten opzichte van een referentie ledlamp met hetzelfde spectrum in de winterperiode is onderzocht. Er is nagestreefd om de rest van de teeltstrategie en het kasklimaat gelijk te houden. Hierbij moet wel in acht genomen worden dat een gelijke gewasstand voorrang krijgt op gelijke klimaatinstellingen.

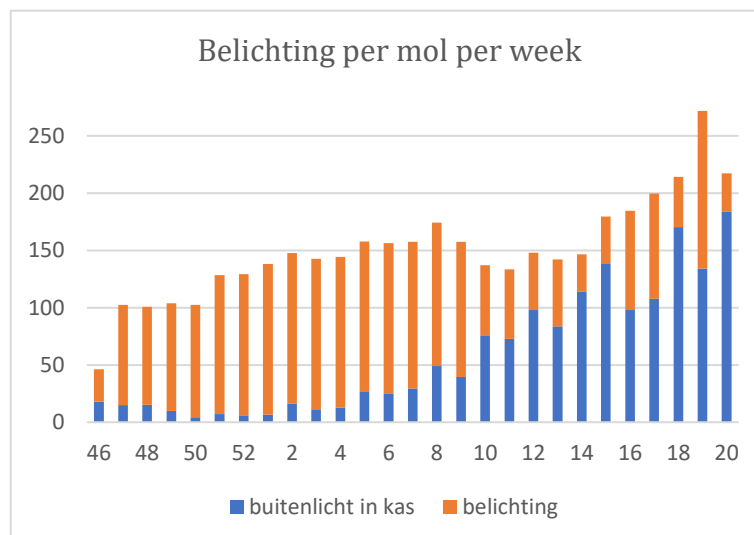
De Climalux lamp heeft met aangepaste stuurparameters hetzelfde kasklimaat bereikt. De gemiddelde relatieve luchtvochtigheid en Etmaaltemperatuur waren in de afdeling 204 vergelijkbaar met de referentie in afdeling 203 (Figuur 3).



Figuur 3 Klimaatvergelijking van Relatieve luchtvochtigheid en Etmaaltemperatuur

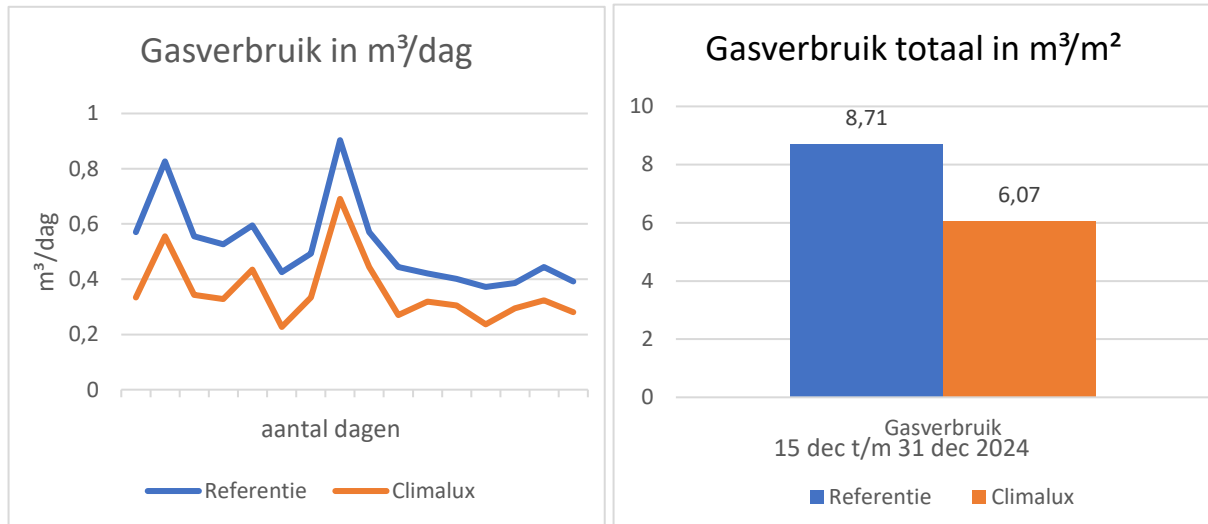
### Belichting

Over de periode 2024 is dagelijks niet meer dan 3 mol buitenlicht geregistreerd door het meteostation. Er is een transmissie factor gebruikt voor de stand van de zon die past bij de verschillende tijdsperioden. In de winterperiode is een transmissiefactor van 0,5 aangehouden. Vanaf februari 0,6 en vanaf april 0,7. In week 16 tot en met 20 is geëxperimenteerd met verschillende ventilatie en lichtstrategieën om te kijken welk effect deze hebben op de vochtverdeling en het homogeen krijgen van het klimaat. Door deze zoektocht naar belichting strategieën is in de laatste vier weken niet gewerkt met een normale teeltbelichting.



### Gasverbruik

Door de vermoedelijk verbeterde luchtverdeling in combinatie met het gebruik van de convectiewarmte van de Climalux lamp, zou minder gas gebruikt hoeven worden dan met conventionele LED lampen. Het gasverbruik is dagelijks vergeleken in de verschillende afdelingen. In afdeling 204 is in periode 15 december '24 t/m 31 december '24 30,4% minder gas verbruikt dan in de referentie afdeling. In allebei de afdelingen is met een groeibuis van 35 °C gewerkt met de kanttekening dat in de referentie een ondernet-temperatuur van +5°C is toegepast voor een vergelijkbare plantconditie.



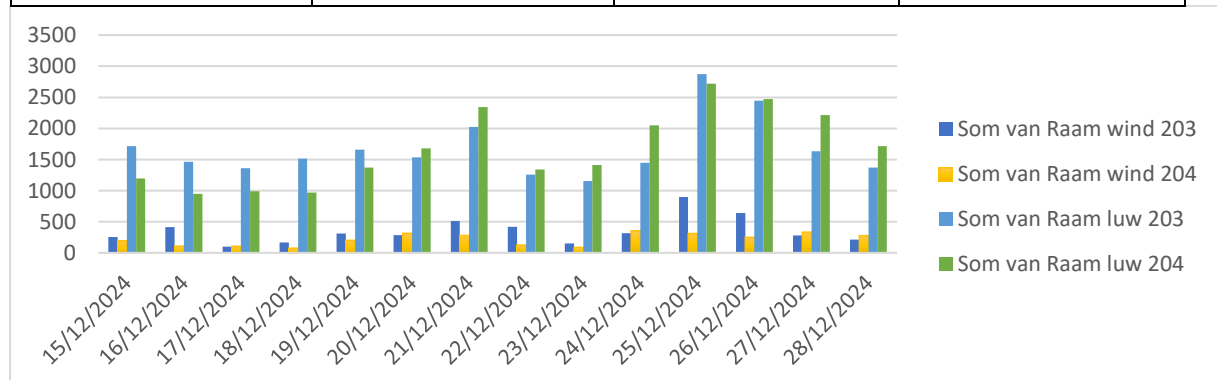
Figuur 5 Gasverbruik vergelijking in de winterperiode.

### Raamstand

De raamstanden van kasafdeling 204 met Climalux konden vaker dicht blijven dan in de referentiekas. Met name de wind kant van kasafdeling 204 met Climalux kon vaker dicht blijven. De grafiek telt de raamstand percentages bij elkaar op per kwartier per dag. De opgetelde windzijde percentages zijn 40% lager bij kasafdeling 204 met Climalux.

Tabel 1 cumulatieve raamstanden

Som van Raamstand wind 203	Som van Raamstand wind 204	Som van Raamstand luw 203	Som van Raamstand luw 204
4960	3025	23448	23423
	40%		1%

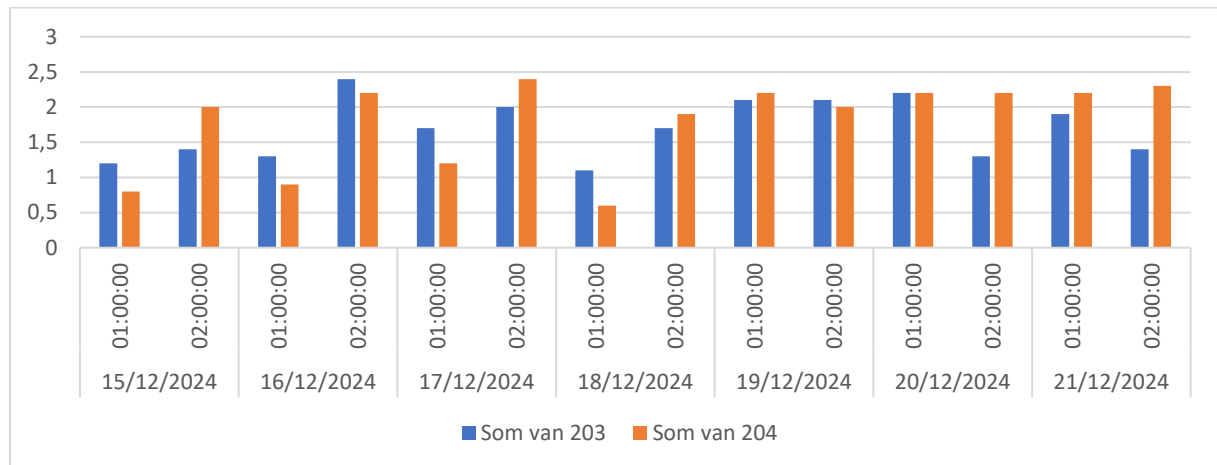


Figuur 6 Raamstanden Climalux en referentie

De verticale luchtverplaatsing zou de luchtvochtigheid gelijkmatiger verdelen door de kas waardoor raamstanden kleiner konden blijven.

Momentopname VD-verschil

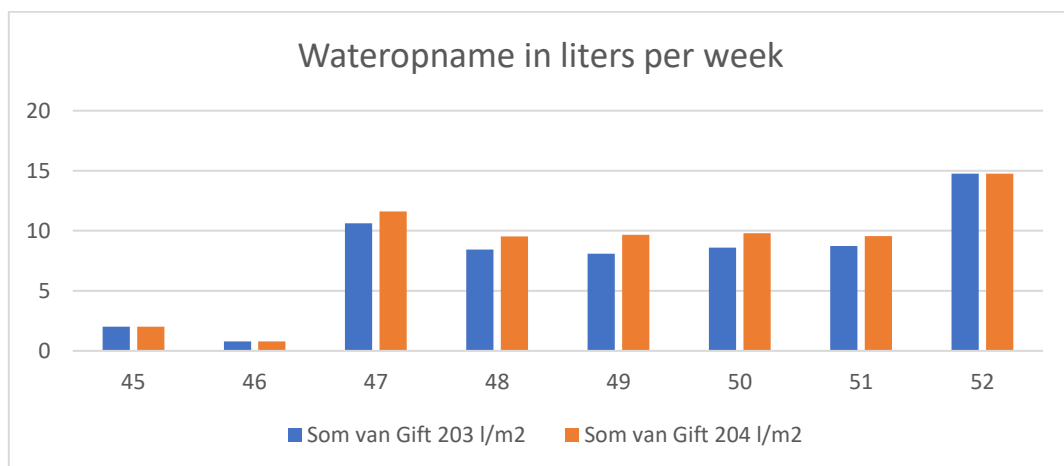
Het lichtregime van kasafdelingen 203 en 204 stonden ingesteld op AAN om 1:15 in december, daarom is gekeken naar het verschil in vochtdeficiet van voor en na het moment dat de lampen aan gaan. De momentopname in de grafiek hieronder laat zien dat de ontvochtiging bij Climalux in kasafdeling 204 veel sneller verloopt ten opzichte van kasafdeling 203.



*Figuur 7 Nachtelijke VD verloop tussen 1:00 en 2:00*

Verdamping (wateropname)

De verdamping van de planten in de twee afdelingen was verschillend. In kasafdeling 204 werd een verhoogde wateropname geregistreerd; tussen week 45 en 52 zijn er 5,7 liter/m<sup>2</sup> meer gegeven. De drain in beide afdelingen was overeenkomstig. Dit duidt dus op verhoogde opname onder de Climalux lampen.



*Figuur 8 Wateropname in liters per week*

### Schermdoek

In de afdelingen hangen energie- en verduisterschermen. De instellingen waren in de eerste vijf weken hetzelfde. De kierregelingen waren kleiner in de Climalux afdeling.

### Watergiften en nutriënten

De wateropname van de Climalux was 10% hoger ten opzichte van de referentie afdeling. De verticale luchtstroom door het gewas heeft gezocht voor meer verdamping.

De water- en nutriënten opname in 204 is zonder noemenswaardige aanpassingen verlopen, er is gebruik gemaakt van een standaard grove tros meststofrecept. Een extra buis was niet nodig.

In de referentieafdeling 203 is buistemperatuur gebruikt om de luchtvochtigheid te handhaven. De overtollige warmte is met meer en grotere raamstanden afgevoerd.

De eerste bladanalyses laten zien, dat de opname van nutriënten in de Climalux afdeling hoger was dan in de referentie.

### CO<sub>2</sub>

De CO<sub>2</sub> gift in beide afdelingen was gelijk. In de decemberperiode is gekozen voor een respectievelijke CO<sub>2</sub> concentratie van 700 ppm overdag en 500 ppm 's-nachts.

## **Vervolgonderzoek Januari tot Mei**

In het vervolgonderzoek van Januari tot Mei is vooral gekeken naar het kwantificeren van de systeemeigenschappen van Climalux. Door onvoorziene omstandigheden is de referentieafdeling vroegtijdig geruimd. Het vervolgonderzoek richt zich om deze redenen op het klimaat en plantcondities zonder deze te vergelijken met een interne referentie. Voor deze periode is er gekozen om een teler uit de industrie te benaderen voor de vergelijking van bepaalde klimaatinstellingen om zo dicht mogelijk bij de industriële standaarden te blijven op het gebied van plantprestaties, belichting en productie.

### Doorkleuring

Uit contact met de industrie kwam naar voren dat doorkleuring dit jaar een groot probleem was bij veel telers in Nederland. Het tekort aan lichtinval in Januari was de vermoedelijke oorzaak van deze problemen. Opvallend was dat de tomaten onder de Climalux lampen deze doorkleuringproblemen in verminderde mate hadden. De verwachting is dat de combinatie van actieve luchtbeweging en warmte gezorgd heeft voor een hogere verdamping en hogere water- & nutriëntienbalans. De Climalux lampen hebben een waarneembaar positief effect gehad op de doorkleuring van de tomaten.

## Rookproef

Aan het begin van de proefperiode is een rookproef uitgevoerd om de luchtverplaatsing van de rook te observeren. De rook werd ingebracht in de ochtend met een dicht energiedoek waarbij gekeken werd naar de snelheid van rookvermenging met de onderste luchtlagen van de kasafdeling. Er is waargenomen dat de Climalux armatuur de rook diep tussen de gewassen blaast. Duidelijke luchtstromen waren zichtbaar.



Figuur 9 Rookproef Climalux

## Verticale klimaatverschillen

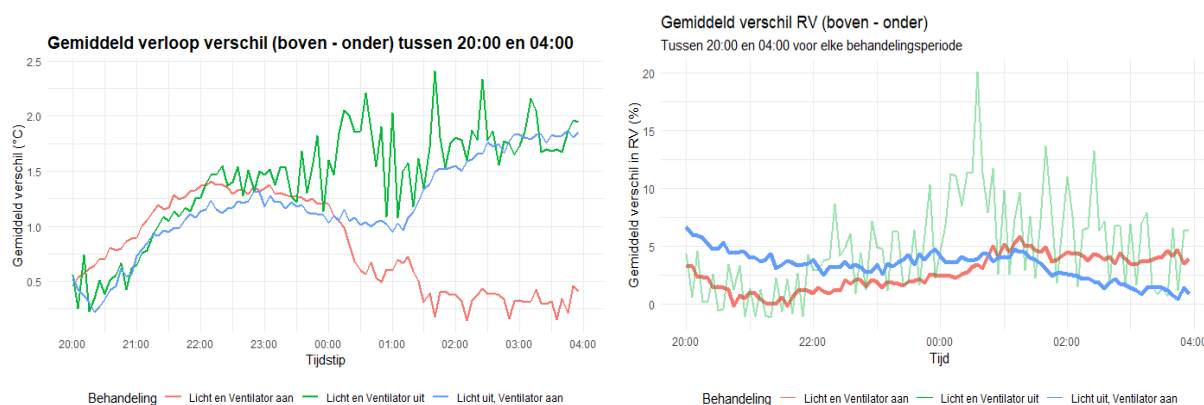
Om verder inzichtelijk te krijgen wat het effect van de verticale luchtstromen is op het kasklimaat is gebruik gemaakt van temperatuur- en luchtvochtigheidssensoren die op verschillende hoogtes in het midden van de kas zijn geplaatst. Drie sensoren zijn verticaal in de kop van het gewas, 60cm en 120 cm daar vandaan geplaatst om specifiek het klimaat tussen de planten in kaart te kunnen brengen.

Het effect van de Climalux lamp is onderzocht door verschillende klimaat strategieën aan te brengen in het gewas. De volgende vier instellingen bestaan uit:

Tabel 2 Situaties systeemtest

<b>Periode:</b>	<b>Datum</b>	<b>Situatie</b>
1	18-25 Apr	Licht en ventilator aan
2	26 Apr - 1 Mei	Licht uit en ventilator aan
3	1-6 Mei	Licht uit en ventilator uit
4	11-13 Mei	Licht uit en ventilator aan zonder verdere klimaatinvloeden

In een onderzoek naar het gemiddelde verschil van temperatuur tussen boven en onder in het gewas werd gekeken naar de homogenisering van deze luchtlagen. Tijdens verschillende perioden zijn verschillende instellingen aangehouden. Het moment van ventilatoren en licht aan was altijd op hetzelfde moment, namelijk 23:45 ventilatoren aan en 00:00 licht aan. In de linker grafiek is te zien hoe het verschil in temperatuur alleen geminimaliseerd werd zodra zowel de lampen als de ventilatoren aan staan. Vermoedelijk heeft dit te maken met de warme lucht die naar beneden wordt geblazen en doordat warme lucht weer naar boven drijft, ontstaat een circulaire luchtstroom.

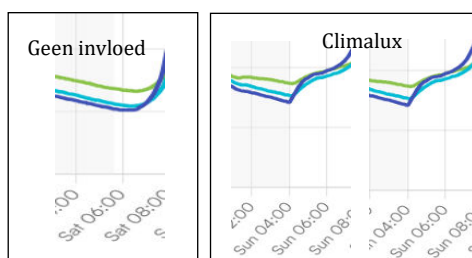


Figuur 10 Delta Temperatuur en Relatieve luchtvochtigheid over verschillende perioden

Rechts is het verloop van de RV te zien tijdens de verschillende perioden. In periode 1 is te zien dat op het moment van het aanzetten van het licht en de ventilatoren het verschil in luchtvochtigheid toeneemt met 3% de invloed van de temperatuur is toe te wijden aan het oplopende verschil van RV. Wanneer alleen de ventilatoren aan staan is de kasttemperatuur nog laag en wordt er voornamelijk koude lucht gecirculeerd.

De toename in temperatuur is duidelijk waarneembaar in het onderstaande figuur. Zodra de lampen aan gaan om 4:00 uur is te zien dat de temperatuur met 1,8 °C per uur stijgt. Deze

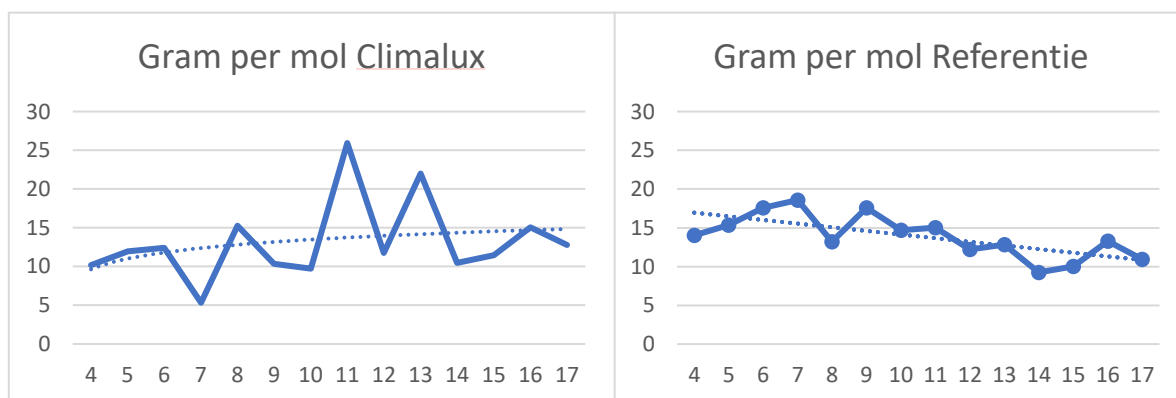
invloed van de lampen is ook terug te zien in het VD waar een stijging waarneembaar is van 0,9 in 30min na het aanzetten van lamp in combinatie met ventilator.



Figuur 11 Invloed van Climalux op vochtdeficiet

### Energie efficiëntie

Bij een standaard ledmodule (heat sink) komt er 1,5  $\mu\text{mol}/\text{cm}^2$  aan groeilicht uit. Bij de Climalux ledmodule komt er 6,0  $\mu\text{mol}/\text{cm}^2$  aan groeilicht uit. Totaal lichtverlies bij één gemiddeld ledmodule per 10 m<sup>2</sup> 2,5% lichtverlies, 365 dagen per jaar. Bij Climalux is dit 0,6% lichtverlies. Daarnaast is de hoeveelheid licht en de productie vergeleken met een referentieteler. hieruit bleek dat de Climalux een vergelijkbare productie behaald heeft met minder inbreng van gas.



Figuur 12 Gram productie per mol straling per week

### Gewasontwikkeling en plantgezondheid

Onder de Climalux lamp is een voller gewas ontstaan; de planten bezitten een grotere plantmassa. Dat heeft niet geleid tot kleinere vruchten (wat oorspronkelijk de verwachting was). In week 50 is een extra kop aangehouden en de plantdichtheid is verhoogd van 2,5 koppen/m<sup>2</sup> naar 3,25 koppen. In week 52 zijn de eerste trossen begonnen te kleuren. De plantmetingen laten zien dat er onder de Climalux lamp 0,2 trossen meer aangelegd zijn tot eind december 2024. Onder de Climalux lamp was een duidelijk betere plantstand waarneembaar.

## 5. Conclusie

In de eerste teeltmaanden zijn duidelijke verschillen waargenomen in energieverbruik. De proeven laten een besparing van 30,3% procent zien ten opzichte van de referentie zonder dat de gewasstand of vruchtkwaliteit hier af nam. Horti-Tech verwacht als deze technieken verder worden ontwikkeld een energiebesparing van 35% mogelijk is.

Naast de energiebesparing is er een hogere opname van water en nutriënten waargenomen. Deze opname was van invloed op de groei van de planten. De planten in de Climaluxafdeling zijn sterker, voller en krachtiger dan bij de referentie.

De Climalux lamp vergemakkelijkt de teeltstrategie ten opzichte van teelten met conventionele ledlampen. Alle vochtregelingen in de klimaatcomputer lijken minder gebruikt te hoeven worden. De plantopname (water en nutriënten) wordt een belangrijke stuurparameter.

De schermstrategie vraagt om een ander aanpak; zoals minder afluchten en minder buis/groeibuis inzetten. Dat is in het vervolg verder uit te zoeken.

Van LED is bekend dat de planttemperatuur lager is vanwege de ontbrekende stralingswarmte. De invloed van de Climalux lamp, waarbij de convectiewarmte die bij referentie LED niet gebruikt wordt, nu wel benut wordt, heeft een positief effect op het microklimaat en daarmee de verdamping. De verticale luchtmenging zocht ervoor dat deze positieve effecten niet alleen in de top van het gewas terug te vinden zijn maar over de gehele lengte. Het gebruik van de convectiewarmte lijkt een deel van de infraroodstraling van Son-T lamp te kunnen compenseren.

Het effect van de ventilatorsterkte zou mogelijk kunnen dienen als een nieuwe stuurparameter en de invloed hiervan zou verder onderzocht kunnen worden. In combinatie met de rookproef concludeert Horti-Tech verbeterde luchtmenging op alle niveaus in de kas.

## 7. Bijlagen

Bijgevoegde bestanden.