

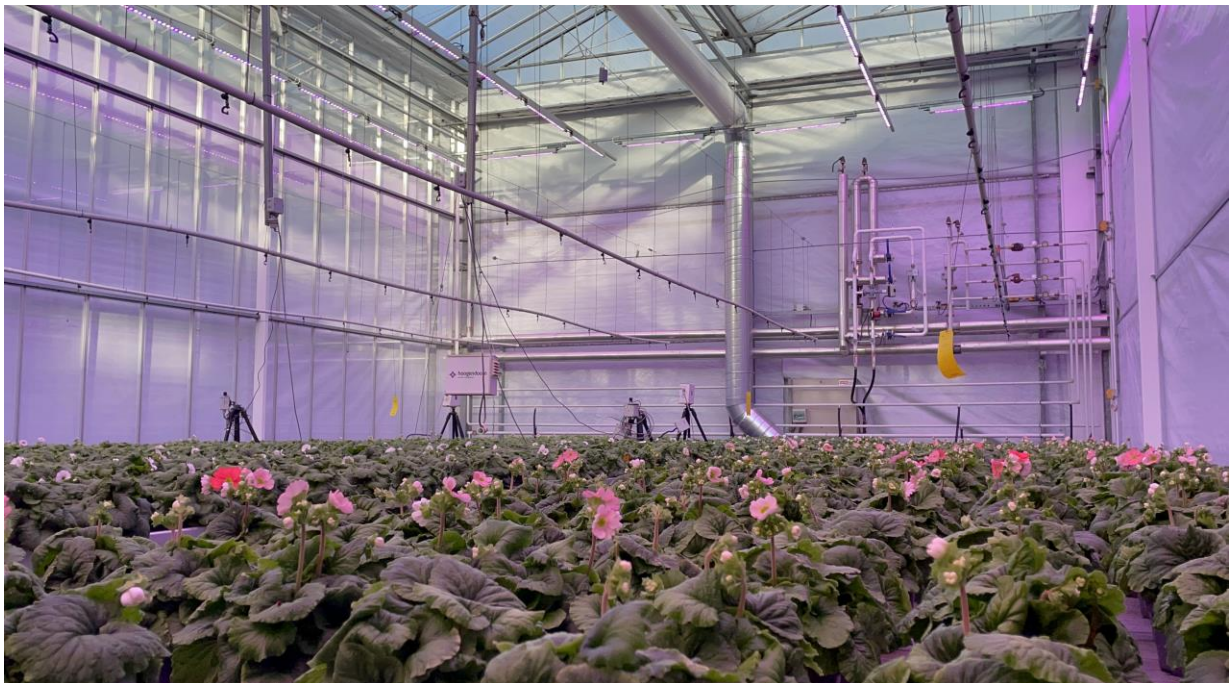


Improvement Centre BV  
Postbus 4  
2665 ZG Bleiswijk  
Violierenweg 3  
2665 MV Bleiswijk

Telefoon 010 522 1771  
[www.delphy.nl](http://www.delphy.nl)

## De perkplantenteelt fossielvrij

Worldwide Expertise for Food & Flowers



Datum: 27 januari 2021

Tristan Marçal Balk<sup>1</sup>, Lianne Helmus-Schuddebeurs<sup>1</sup>, Martijn Gevers<sup>2</sup>, Mathijs van der Top<sup>2</sup>.

1 Delphy-Improvement Centre

2 Delphy

---

Projectnummer Kas als energiebron: 20120

Onderstaande partijen zijn bij het project betrokken geweest als financier en/of partner:



Ministerie van Landbouw,  
Natuur en Voedselkwaliteit



Disclaimer

© 2021 Delphy Improvement Centre, Violierenweg 3, 2665 MV Bleiswijk, Tel. 010- 522 1771

Dit document is auteursrechtelijk beschermd.

Delphy is niet aansprakelijk voor eventuele schade als gevolg van gebruik van de resultaten van dit onderzoek of de toepassing van de adviezen

## Inhoudsopgave

### 1 Samenvatting

### 2 Inleiding

2.1	Doelstellingen	7
-----	----------------	---

### 3 Projectopzet en kasinrichting

3.1	Optimaliseren van de teelt	8
3.1.1	Kasinrichting	8
3.1.2	Plantmateriaal en teeltschema	9
3.1.3	Uitdaging per gewas	10
3.1.4	Registraties en metingen	10

### 4 Resultaten en discussie: Optimaliseren van de teelt

4.1	Buitenomstandigheden	11
4.2	Teeltresultaten en discussie	13
4.2.1	Petunia	13
4.2.2	Calibrachoa	16
4.2.3	Geranium	19
4.2.4	Cyclamen	22
4.2.5	Poinsettia	26
4.2.6	Obconica & Cyclamen	29
4.3	Conclusie teeltrondes	31

### 5 Fossielvrij telen: energieverbruik en CO<sub>2</sub>

5.1	Energieverbruik gas en lampwarmte	33
5.2	CO <sub>2</sub>	34
5.3	Ontvochtiging	35
5.4	Conclusie fossielvrij telen	35

### 6 Communicatie

### 7 Bibliografie

# 1 Samenvatting

De teelt van perkplanten wordt gezien als een energie-extensieve teelt. De etmaaltemperatuur ligt gemiddeld tussen de 14 en 20°C en het warmtegebruik komt gemiddeld uit op 21.5 m<sup>3</sup>/m<sup>2</sup>/jaar. In de periode tussen januari 2020 en januari 2021 is bij Delphy Improvement Centre een demonstratieteelt opgezet in een kasafdeling van 168 m<sup>2</sup> waarin het warmtegebruik is teruggebracht naar 0.82 m<sup>3</sup>/m<sup>2</sup>. Dit lage gebruik is gerealiseerd door het intensief inzetten van twee isolerende schermen (Harmony 2047 FR + Obscura 9950 FR W) en het realiseren van een steile licht:temperatuur lijn. De temperatuurgrenzen werden ruim ingesteld: in de nacht kon het hierdoor verder afkoelen en op de dag werd de warmte vanuit de zon gebruikt om de gewenste etmaaltemperatuur te realiseren. Er is hierin dus optimaal gebruik gemaakt van de buitenomstandigheden. In de winterperiode is met deze strategie de warmtevraag bijna volledig ingevuld met de warmte die vrij kwam vanuit de LED-belichting (110 μmol/m<sup>2</sup>/s).

De LED belichting is gedurende de teelt voor 2875 uur ingezet. Dit komt neer op een elektra input van 168 kWh/m<sup>2</sup>, hiervan is 70 kWh omgezet in convectie warmte, wat neerkomt op 7.16 m<sup>3</sup>/m<sup>2</sup> aardgasequivalent. Daarnaast is er in de teelt gebruik gemaakt van de LBK waarvoor 3.37 m<sup>3</sup>/m<sup>2</sup> nodig bleek. Conclusie is dus dat in de teelt grotendeels elektra is gebruikt om de gewenste teeltomstandigheden te realiseren. Met het omrekenen van deze input naar aardgasequivalenten is de vooraf opgestelde doelstelling van warmtebesparing nog steeds gerealiseerd.

De perkplantenteelt is complex omdat er sterk wisselende gewassen worden geteeld onder verschillende omstandigheden. Kennis over de relatie tussen klimaatcondities en plant fysiologische processen is daarom van belang. In deze demonstratieteelt zijn 6 opeenvolgende teelten uitgevoerd die representatief zijn voor de perkplantensector: Petunia, Calibrachoa, Geranium, Cyclamen, Poinsettia en Obconica. Naast een energiezuinige teeltstrategie was de doelstelling om te telen zonder de inzet van groeiregulatoren. Een compacte plant moest gerealiseerd worden middels sturing met het lichtspectrum. Het spectrum had een samenstelling van 20% blauw, 5% groen en 75% rood licht. In vier van de zes teelten is het gelukt om een plant te creëren die ten minste zo compact was als een vergelijkbare teelt in de praktijk (Petunia, Calibrachoa, Cyclamen en Obconica). Daarnaast is bij drie van deze vier teelten ook een versnelling gerealiseerd (Petunia, Calibrachoa en Obconica). Deze drie laatstgenoemde teelten zijn in de donkerste periode van het jaar uitgevoerd, waardoor de LED-belichting het meest bepalend is om de lichtsommen en etmaaltemperatuur te verhogen en het spectrum het grootste effect kan hebben op het creëren van een compacte plant. De gewassen groeiden (over het algemeen) compacter dan verwacht zonder gebruik te maken van chemische groeiregulatoren.

Gedurende de periode met hoge instraling is het PAR-perfect scherm principe ingezet om in combinatie met verneveling de juiste teeltomstandigheden te realiseren. Het PAR-perfect principe werd in de teelt van de Cyclamen en poinsettia toegepast, omdat deze geteeld werden in de periode met veel instraling. Met het PAR-perfect scherm was de lichtsom goed stuurbaar. Het lukte echter niet altijd om met de verneveling de gewenste RV te halen en daarmee ook de VPD<2 te houden. Hoewel PAR-perfect werd toegepast om de teeltomstandigheden te optimaliseren bij een hogere etmaaltemperatuur is het echter niet gelukt de vooraf vastgestelde teeltversnelling in deze fase van de teelt te realiseren. In poinsettia liggen op dit vlak vooral kansen door het verkorten van de lange dag fase.

Op basis van de gerealiseerde teeltomstandigheden bleek het niet nodig om het klimaat op een actieve manier te ontvochten. Enerzijds komt dit door de kleine afdeling waarin de omstandigheden al snel droger zijn, maar het realiseren van een hogere temperatuur zorgde ervoor dat er meer ruimte was voor het beheersen van het vocht. In een teelt waar dus minimaal

warmte wordt ingezet is het inzetten van (verticale) luchtbeweging een betere oplossing om de gewenste klimaatomstandigheden te realiseren.

De verschillende teelten hebben getoond dat het mogelijk is om met een minimale buisinput en 110  $\mu\text{mol}/\text{m}^2/\text{s}$  LED belichting, de teelt in de winterperiode te versnellen en een compactere plant te realiseren. Daarmee kan het gebruik van groeiregulatoren in de toekomst verder worden teruggebracht. Voor de sturing op compactheid zit de uitdaging dus vooral in de zomerperiode waarin het buitenlicht dominant is, en de inzet van de LED belichting als einde dag behandeling te weinig effect geeft. Voor de winterperiode is de vraag of deze intensiteit ook nodig is om de gestelde doelen te halen of dat met een lagere input van de belichting een vergelijkbaar resultaat behaald kan worden. Deze vraag is zowel van toepassing op de warmtebalans van de kas, maar ook op de compactheid en gerealiseerde snelheid.

## 2 Inleiding

De teelt van perkplanten wordt gezien als energie-extensieve teelt, de etmalen liggen hierbij gemiddeld tussen de 14 en 20°C. Binnen de perkplantenteelt is er nog weinig aandacht voor de toepassing van principes uit Het Nieuwe Telen (HNT) waarmee snel winst valt te boeken in verlaging van het piekverbruik in warmte. Juist omdat perkplanten bij relatief lage etmalen worden geteeld, zijn er grote stappen te maken richting een duurzame en fossielvrije teelt. De eerste stap is een verlaging in energieverbruik te bewerkstelligen door de kas beter te isoleren met een energiescherm. Beter isoleren middels het meer gesloten houden van de doeken vraagt echter aandacht voor het beheersen van het vocht. Door het bijmengen van drogere buitenlucht kunnen de schermen en ramen nog beter gesloten blijven en kan er met een minimale warmte input geteeld worden. De stap naar een fossiel-vrije teelt kan worden gezet door de warmtevraag in te vullen met het gebruik van laagwaardige warmte middels een groot verwarmingsoppervlak.

Belangrijk in de teelt van perkplanten is dat de juiste kwaliteit op het juiste moment wordt afgeleverd. De teelt van perkplanten start in de donkerste periode van het jaar. Het moment van afleveren wordt bepaald door de grootte van de plant (toename van het versgewicht) en het moment van bloei. Om sturing aan de teelt te geven en in deze periode voldoende versgewicht aan te maken gebruikt een groot deel van de perkplanten telers assimilatiebelichting met gemiddeld 60  $\mu\text{mol}/\text{m}^2/\text{s}$ , dit is relatief laag. Deze belichting wordt gebruikt om een lange dag te creëren onder natuurlijke omstandigheden, en om een verbetering in kwaliteit te realiseren onder bij weinig daglicht. Onder lage lichtintensiteit strekken planten te veel, waardoor er veelvuldig gebruik wordt gemaakt van groei remmende middelen. Om verdere vervroeging te realiseren en een betere kwaliteit af te leveren, is de inpassing van LED-belichting ter vervanging van SON-t, zowel uit kwalitatief oogpunt als uit energetisch oogpunt interessant. De toepassing van LED-belichting kan middels juiste invulling van het spectrum tevens zorgen voor compactere planten, waarmee de inzet van chemische groeiregulatoren kan worden beperkt. Uit spectrumproeven gedaan met daglicht achtergrond in pot- en perkplanten kwamen meerdere voordelen van LED naar voren ten opzichte van Son-t. RB LED's (80/20, 100  $\mu\text{mol}/\text{m}^2/\text{s}$ ) toegepast in een Poinsettiateelt onder glas in de herfst zorgde voor planten die 20% korter groeide dan de Son-t referentie (M. Ashraful Islama, 2012). Dit komt overeen met de compactere groei die telers in de praktijk beogen door gebruik te maken van groei remmende middelen. Het gebruik van de RB LED's zorgde voor het behoud van de andere kwaliteitskenmerken zoals het aantal bloemschermen en rijpheidsstadium. Bij de lange dag perkplanten die in het voorjaar worden geteeld, zorgde het gebruik van RB LED's (80/20, 100  $\mu\text{mol}/\text{m}^2/\text{s}$ ) bij een zonlicht achtergrond voor een bloeiversnelling met meer zij scheuten in combinatie met een compactere groei (Ieperen & Heuvelink, 2012).

De kwaliteit van het product wordt in de zomer beperkt door een te lage luchtvochtigheid waardoor er sneller licht moet worden weg geschermd, hierdoor gaat er potentiële groei verloren. Door toepassing van hogedruk verneveling kan de luchtvochtigheid op peil gehouden worden waardoor de plant makkelijker blijft verdampen en meer licht kan gebruiken voor zijn groei. Bij een hoger groeipotentieel loont het om CO<sub>2</sub> te doseren om fotosynthese efficiënter te laten plaatsvinden.

HNT in combinatie met technieken zoals ontvochtiging en LED-belichting die de stap naar een fossiel-vrije teelt mogelijk maken, wordt nog niet toegepast op praktijkschaal bij perkplantentelers in de kas. Het sterk wisselende assortiment aan gewassen en rassen die onder verschillende situaties worden geteeld, vraagt om een beter begrip van de uitwerking van klimaatcondities op plant fysiologische processen. Dat maakt de implementatie van HNT en nieuwe technieken lastig, omdat de uitwerking ervan in elke situatie anders kan zijn. Dit alles vraagt om een totaalaanpak in een demonstratieteelt.

## 2.1 Doelstellingen

### Energiedoelstellingen

- ✚ Demonstratie van een fossiel-vrij teeltconcept in perkplanten.
- ✚ Warmteverbruik met 62% verlagen ten opzichte van de praktijk door de isolatiewaarde van de kas te verhogen, de stooktemperatuur in te stellen afhankelijk van de buitencondities en verwarming alleen te gebruiken bij warmtevraag.
- ✚ Gebruik maken van een groot verwarmingsoppervlak met laagwaardige warmte zodat de warmtebehoefte kan worden ingevuld uit fossielvrije bronnen.

### Teeltdoelstellingen

- ✚ Plantkwaliteit verbeteren en de teelt van perkplanten verkorten door de toepassing van verneveling, CO<sub>2</sub>-dosering en LED-belichting.
- ✚ Ontvochtiging door gebruik te maken van buitenluchtaanzuiging moet zorgen voor een minimaal verlies aan energie door gebruik van de luchtramen.
- ✚ Telen met een teeltstrategie die zich aanpast aan de buitencondities, wat ook zal bijdragen aan verlaging van het piekverbruik in warmte.
- ✚ Gebruik van chemische groeiregulatoren beperken door gebruik te maken van een LED-spectrum dat zorgt voor compactheid.

### Leerdoelstellingen

- ✚ Leren telen met ontvochtiging en LED-belichting en inzicht krijgen in de uitwerking op klimaatverdeling en gewasontwikkeling.
- ✚ Inzicht krijgen in het functioneren van natuurlijke vijanden onder het toegepaste spectrum.
- ✚ Inzicht in het sturen van de ontwikkeling van de perkplant met een LED-spectrum.
- ✚ Inzicht krijgen in kritische momenten van de toegepaste teeltstrategie door gebruik te maken van sensoren

## 3 Projectopzet en kasinrichting

### 3.1 Optimaliseren van de teelt

#### 3.1.1 Kasinrichting

De proef is uitgevoerd in 10.4, Improvement Centre, Bleiswijk (zie Appendix 1 voor de ligging van de afdeling). De uitrusting van de kas is te zien in Tabel 1. De afdeling was uitgerust met het PAR-perfect schermprincipe, waardoor de natuurlijke lichtinstraling op plantniveau nauwkeurig te regelen is. De schermen werden aangestuurd met behulp van de twee PAR-sensoren in de afdeling. Een luchtbehandelingskast (LBK) voor ontvochtiging met buitenluchtaanzuiging en een warmteblok was in de buitengevel van de afdeling gemonteerd. De drogere buitenlucht werd via een ondoorzichtige slurf bovendoor in de kas geblazen.

Tabel 1. Kasuitrusting afdeling 10.4.

	Het Nieuwe Telen 2.0
Afdeling:	10.4
Kas oppervlakte:	168 m <sup>2</sup> (17,5 x 9,60 m)
Tafel oppervlakte:	8 tafels van 11,8 m <sup>2</sup> (1,7 x 6,95 m)
Diffuus/energie scherm:	PAR-perfect scherm HARMONY 2047 FR
Lichtuitstootdoek:	Obscura 9950 FR W
LED-belichting	110 μmol/m <sup>2</sup> /s (op tafelhoogte)
- 44 stuks:	TM1.2 DRW-HB, 520 μmol/s output, 190Watt input
- 8 stuks (randarmaturen):	TM2.1 DRW-HB RO NA, 520 μmol/s output, 180Watt input
Ontvochtigingsapparatuur met buitenlucht:	AVS-5000, verwarming 18,8 kW
- met slurf bovendoor:	Ø420 mm
Verneveling:	Infra installatie BV
PAR-sensor 2x:	LI-COR
Plant temperatuur camera's 2x:	Priva PT camera
Pointed planttemperatuursensor 3x	Wireless Value BV
Pottemperatuur- en watergehaltesensoren:	SDI-12 sensor, Wireless Value BV
Meetboxen onder en boven schermdoek:	Hoogendoorn meetboxen
Beregening:	Sprinkler systeem met 10 sprinklers op 15 m lengte en 4 strengen in de breedte.
Eb-en-vloed systeem:	Regelbaar per tafel en vollopen in minuten.

De afdeling was voorzien van twee PAR sensoren en twee planttemperatuur camera's om de reactie van het gewas te monitoren en het klimaat optimaal te kunnen sturen. Verdeeld over de afdeling werden 3 potten voorzien van een temperatuursensor om de potgrondtemperatuur te meten en 3 andere potten werden voorzien van watergehaltesensoren. De stekers werden boven in de potgrond tot 5 cm diep gestoken.

#### LED-belichting

In de proefteelt, de fossiel-vrije perkplantenteelt, is een breed spectrum met Rood/Wit/Blauw gebruikt. Door wit toe te voegen kan de teler ook onder lage daglichtomstandigheden zijn gewas en biologie goed visueel blijven beoordelen. Op basis hiervan is een spectrum gebruikt met 75% rood, 5% wit en 20% blauw licht met een intensiteit van 110 μmol/m<sup>2</sup>. Er is een lichtmeting gedaan om de verdeling van het licht te controleren. Deze is te vinden in Appendix 2. Op basis van



deze meting is besloten om de planten op de achterste meter van tafel 2, 4, 6 en 8 niet mee te nemen in de metingen omdat de lichtintensiteit hier duidelijk lager lag.

### 3.1.2 Plantmateriaal en teeltschema

De proef was gestart in januari 2020 en beëindigd in januari 2021. In de proef is er een teeltschema aangehouden representatief voor een perkplantenteler (Tabel 2). Zoals gebruikelijk is voor de perkplantenteelten, is er overlap aanwezig tussen de plantpartijen die bijna afzetklaar zijn en de partijen die net opgepot zijn. Van elk gewas zijn er 3 cultivars meegenomen in de proef om eventuele interactie-effecten tussen genetica en teeltmethode terug te zien in het plantmateriaal. Binnen elke teeltronde werd één hoofdcultivar (H) gebruikt waar het klimaat en de watergift op werd gestuurd. De andere cultivars gingen mee met deze hoofdstrategie. De hoofdcultivars werden op de tafels midden in de afdeling geplaatst. Van de Geraniums zijn de bovenste twee cultivars staande types, de Peltatum Medio GM Gabry Red is een hangend type. Van de Poinsettia cultivars Superba Red en Christmas Feeling is een deel van de partij opgekweekt door een praktijk bedrijf. De planten van de proefteelt en de praktijk zijn met elkaar vergeleken. De Petunia is opgepot bij Handelskwekerij Gebr. Grootscholten in 's Gravenzande. De Calibrachoa is opgepot bij Gevers Planten in Heusden. De Geraniums zijn opgepot door Kwekerij HH van den Bighelaar VOF in Veldriel. De Cyclamen in teeltronde 4 zijn opgepot op het Delphy IC met pot en grond van Schoneveld BV. De poinsettia zijn opgepot bij Kwekerij Wouters in Ens. De Cyclamen en Obconica van teeltronde 6 zijn opgepot door Gevers planten. Het uitgangsmateriaal voor de Petunia, Calibrachoa, Geranium en Poinsettia is door Florensis BV geleverd. Het uitgangsmateriaal van de Cyclamen en Obconica werd geleverd door Schoneveld BV.

Tabel 2. Teeltschema met gewassen en Cultivars met de datum van aankomst en van wanneer de planten leverbaar waren.

Gewas & potmaat	Cultivar	Aankomst IC		Potdichtheid (#/m <sup>2</sup> )	Leverbaar:			
		Wk	Datum		Wk	Datum		
Petunia (12 cm)	Viva Purple (H)	5	27-1-2020	28,9	9	27-2-2020		
	Viva Blue Stardust							
	Viva Purple Vein							
	Surfinia				11	11-3-2020		
Calibrachoa (12 cm)	Cabaret Dark Blue (H)	8	20-2-2020	28,9	13	27-3-2020		
	Cabaret White							
	Cabaret Rose							
Geranium (12 cm)	Zonale Dolce Vita DM	15	9-4-2020	31,2	21	19-5-2020		
	Lisa Hot Coral (H)							
	Zonale Dolce Vita DM							
	Mylena Red							
	Peltatum Medio GM							
	Gabry Red							
Cyclamen (10,5 cm)	Verano Red (H)	22	27-5-2020	30,5	35	26-8-2020		
	Verano Cream White							
	Verano Dark Violet							
Poinsettia (10,5 cm)	Superba Red (H)	32	6-8-2020	23,4	48	27-11-2020		
	Christmas Feeling							
	Princettia pink							
	Alaska wit							

Obconica (12 cm)	TM Red White (H) TM White TM Dark Orange	44	29-10-2020	22,1	2	15-1-2021
Cyclamen (10,5 cm)	Carino Red (H) Carina White Carina Dark Violet	44	29-10-2020	28,2	4	25-1-2021

### 3.1.3 Uitdaging per gewas

Elke teeltfase en elk gewas heeft zijn eigen teelt specifieke verbeterpunten. De uitdaging in de bloeiende perkplanten was met name om tijdig de juiste kwaliteit af te leveren. Onder de juiste kwaliteit wordt een compacte plant verstaan met korte internodiën en een bossig uiterlijk. Hierbij moet de lengte ongeveer gelijk zijn aan de breedte van de plant. Bij de Cyclamen was de uitdaging om de luchtvochtigheid te beheersen om fusariuminfectie te voorkomen en meer zonlicht toe te laten om de teelt te versnellen. De teelten zijn zoveel mogelijk met biologische middelen en natuurlijke vijanden worden uitgevoerd.

### 3.1.4 Registraties en metingen

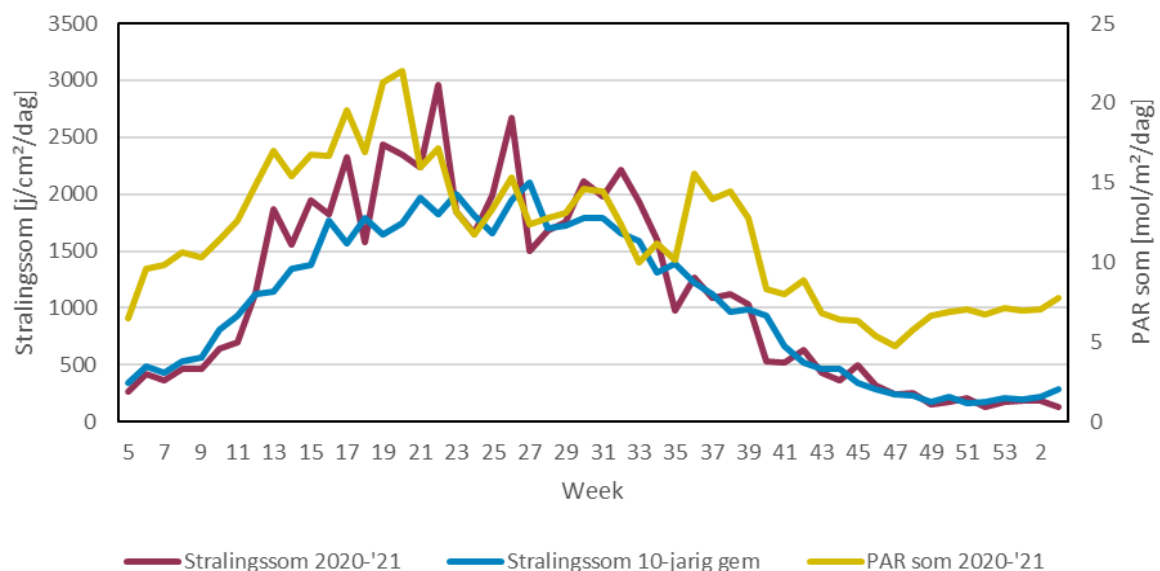
Bij elke teelt zijn er tweewekelijkse metingen van de lengte, de breedte, het aantal scheuten, het aantal knoppen en bloemen uitgevoerd om de ontwikkeling van het gewas in kaart te brengen. Daarnaast is er een eindmeting gedaan waarbij, naast de eerder genoemde metingen, het versgewicht en drooggewicht is bepaald. Dit is gedaan door vijf planten afzonderlijk te wegen.

## 4 Resultaten en discussie: Optimaliseren van de teelt

Dit hoofdstuk is opgedeeld in de teeltomstandigheden en de teeltresultaten per teeltronde. De resultaten en discussie worden gezamenlijk besproken waarna vervolgens er een conclusie wordt beschreven over alle teeltrondes gezamenlijk.

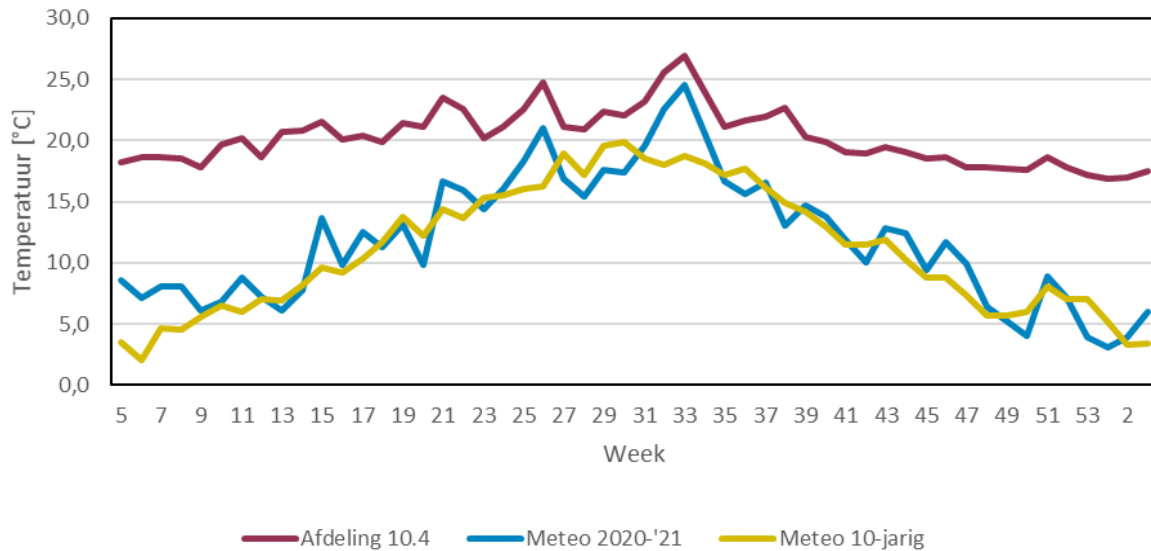
### 4.1 Buitenomstandigheden

Figuur 1 toont het weekgemiddelde van de stralingssommen van buiten en de gerealiseerde PAR-som binnen in de afdeling. Het jaar 2020 werd gekenmerkt door relatief hoge lichtsommen. In het voorjaar van week 13 t/m week 21 in 2020 hadden de dagen gemiddeld hogere stralingssommen dan het langjarige gemiddelde, net als in week 26 en weken 30 t/m 34. Over de hele proefperiode is er 9% meer licht ( $J/cm^2/dag$ ) geweest dan het 10-jarig gemiddelde. Dit kan ervoor hebben gezorgd dat planten een betere kwaliteit hadden dan in andere jaren, of dat er minder kunstlicht nodig is geweest om voor voldoende licht te zorgen voor de plant. Tijdens de teelt van de Cyclamen (teeltronde 4) is er licht weggeschermd.



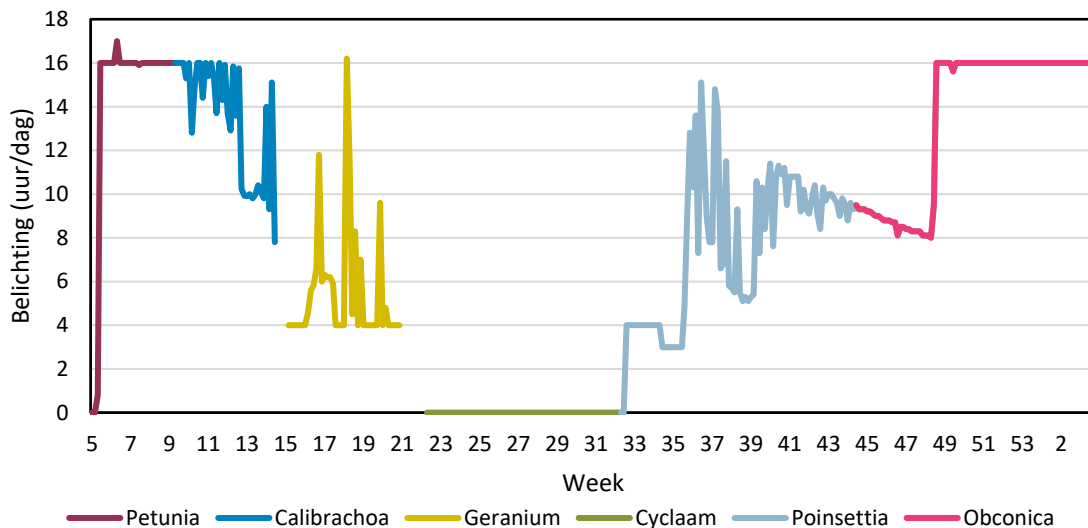
Figuur 1. Stralingssom buiten gerealiseerd in 2020-2021 ten opzichte van het 10-jarige gemiddelde en de PAR-som in de afdeling.

In Figuur 2 worden de buitentemperaturen van 2020-'21 ten opzichte van het 10-jarig gemiddelde en de gerealiseerde etmaaltemperatuur in de afdeling weergegeven. De weken 5 t/m 8, 11 en 15 waren gemiddeld warmer dan het 10-jarig gemiddelde. Dit kan ervoor hebben gezorgd dat er in de proef minder gas is gebruikt om de afdeling warm te houden. Daarnaast zijn weken 26 en 31 t/m 34 gemiddeld warmer geweest buiten dan het 10-jarig gemiddelde.



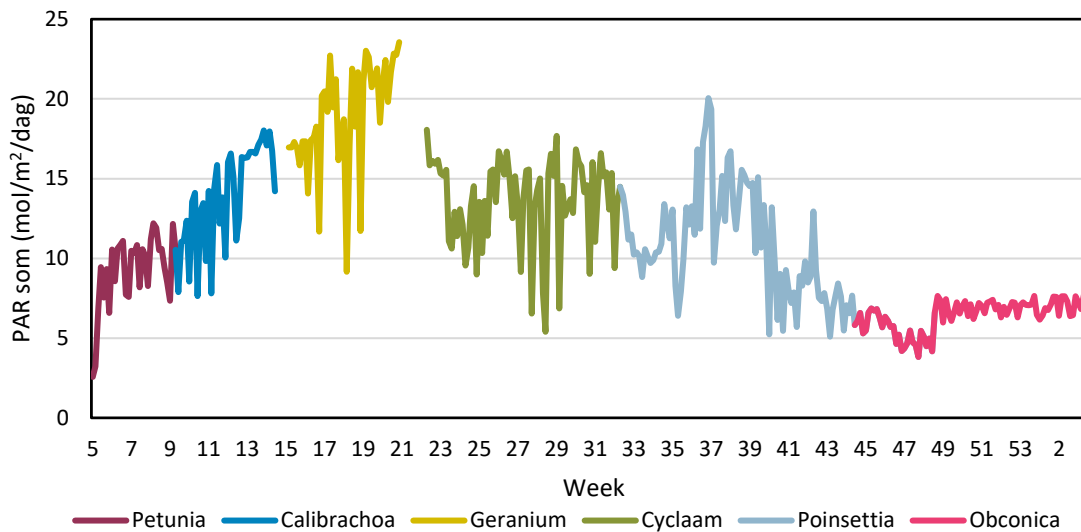
Figuur 2. Etmaaltemperatuur buiten gerealiseerd in 2020-2021 ten opzichte van het 10-jarige gemiddelde en de etmaaltemperatuur in de afdeling.

Figuur 3 geeft de belichtingsuren weer. In de teelt van Petunia en Obconica is er maximaal 16 uur belicht. Vanaf week 12 nam het buitenlicht snel toe in intensiteit waardoor er minder belichtingsuren nodig waren. In de cyklaam is er niet belicht maar juist licht weg geschermd. Bij poinsettia is er wel belicht. Vooral in de vegetatieve fase t/m week 39.



Figuur 3. Belichtingsuren per gewas

De PAR-sommen in de kas liepen op gedurende het jaar zoals te zien is in Figuur 4. Bij de Cyclamen is er een flijke daling te zien doordat het PAR-perfect systeem is ingezet om de lichtniveaus niet te hoog op te laten lopen.



Figuur 4. Gerealiseerde PAR-sommen in de afdeling gemeten met twee Li-Cor PAR sensoren op gewashoogte weergegeven per gewas.

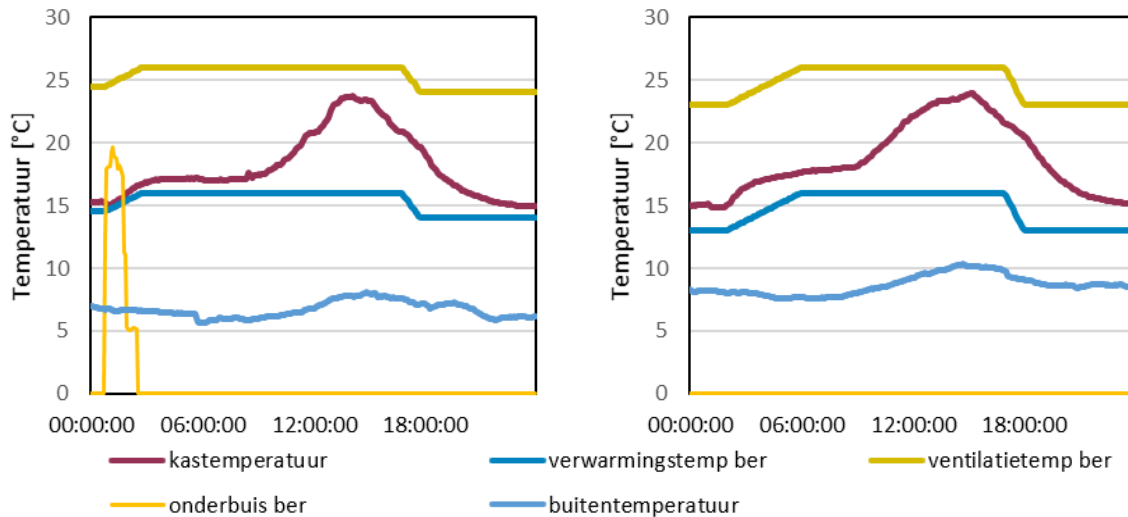
## 4.2 Teeltresultaten en discussie

### 4.2.1 Petunia

#### Klimaatinstellingen

De Petunia teelt werd gestart met een ventilatielijn van 26 °C dag en 25 °C nacht en een stooklijn van 16 °C dag en 15 °C nacht voor de eerste 2.5 week. Er werd geconstateerd dat de buisverwarming aan ging aan het einde van de ochtend net voordat de belichting aan zou gaan (Figuur 5 links). Dit had een minimale of zelfs geen bijdrage aan de gewaskwaliteit en werd daarom beschouwd als verloren energie. De stooklijn werd daarom vanaf week 7 in de nacht verlaagd naar 13 °C, waarna deze er 3 uur langer over mocht doen om op de dagtemperatuur te komen. Hierna was er nog er nog maar een minimale buisvraag (Figuur 5 rechts).

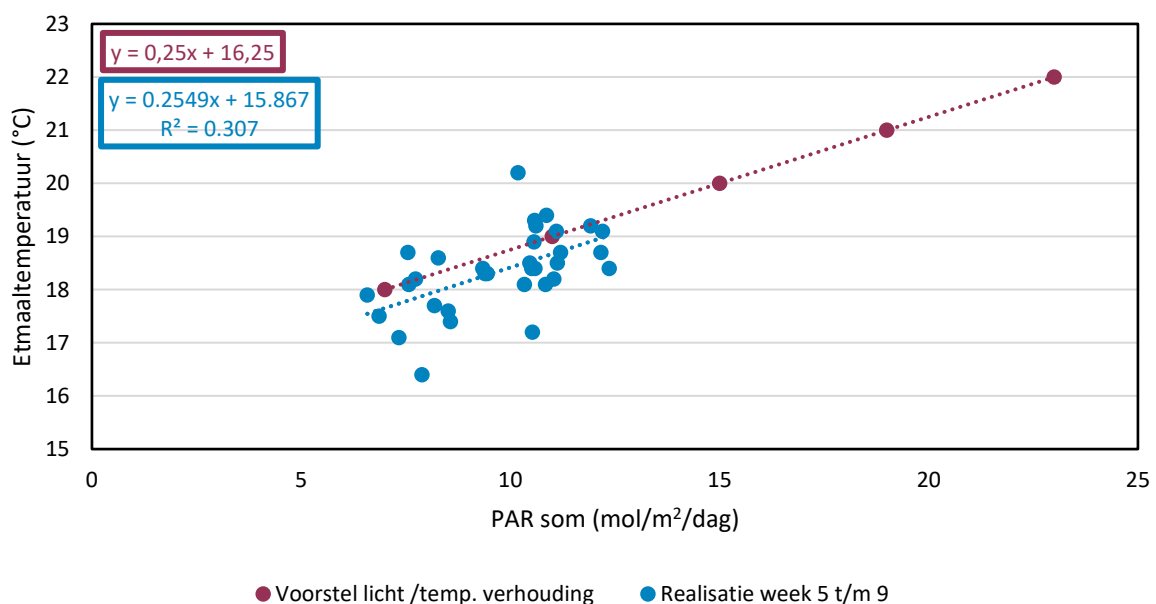
De belichting ging 16 uur voor zonsondergang aan ( $\pm 02:00$  uur) en met zonsondergang uit. Het lichtuitstootdoek en het energiedoek sloten tussen 17:00 en 18:00 uur tot 85% om uitstraling te voorkomen. De doeken mochten verder sluiten naarmate de kastemperatuur voldoende was afgekoeld in de nacht. De doeken sloten helemaal wanneer de nachttemperatuur in de buurt van de stooklijn kwamen. Het lichtuitstootdoek opende bij 50 W/m<sup>2</sup> instraling en het energiedoek bij 100 W/m<sup>2</sup> instraling. Het aantal uur belichting per dag en de gerealiseerde PAR-sommen zijn respectievelijk te zien in Figuur 3 en Figuur 4. Er werd CO<sub>2</sub> gedoseerd tot 800 ppm plus 200 ppm tussen 300 en 500 W/m<sup>2</sup>, vanaf lampen aan en tot de ramen open gingen. De kaslucht werd intern gerecirculeerd met behulp van de luchtbehandelingskast (LBK) en de slurf op 35% ventilatiecapaciteit. Op deze manier werd er gezorgd voor activiteit in de kas.



Figuur 5. Cyclisch gemiddelde van het gerealiseerd klimaat. Links 10 feb t/m 13 feb met stooklijn 's nachts op 15°C. Rechts 14 feb t/m 24 feb met stooklijn 's nachts op 13°C.

### Licht-temperatuur verhouding

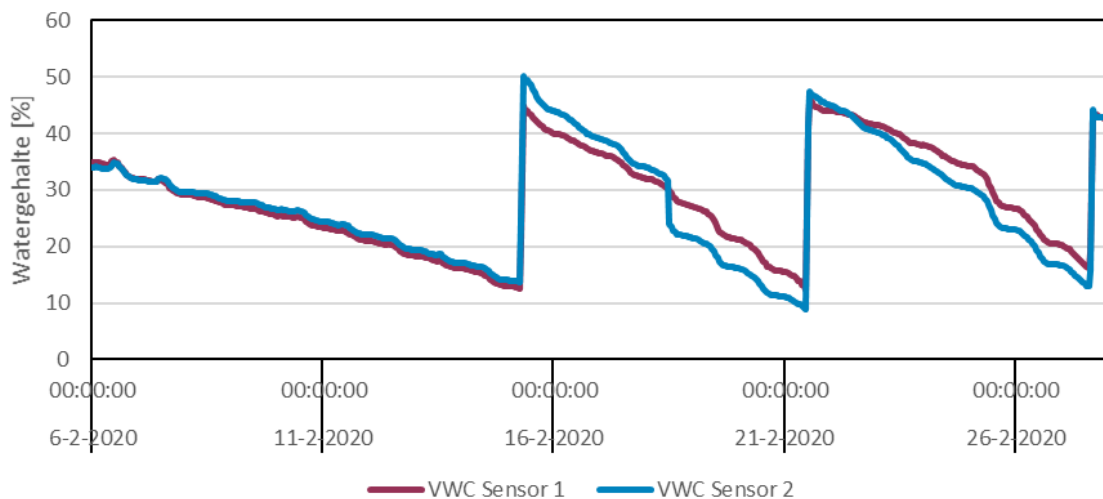
De vastgestelde licht-temperatuur verhouding tijdens de teelt was bepaald op basis van gerealiseerde verhoudingen in de praktijk. Er is rekening gehouden met het ontbreken van stralingswarmte door de verhouding 1 graad warmer in te stellen dan in de praktijk wordt gerealiseerd. Doordat de teelt was uitgevoerd in een periode met relatief weinig buitenlicht varieerde de PARsom slechts tussen de 6.6 en 12.4 mol, waarmee de maximale verhoging dus slechts 1.5°C mocht bedragen. Zonder inzet van de buizen en de ruime ventilatietemperatuur waren de buitenomstandigheden sterk van invloed op de realisatie van de lijn. De dagen met veel licht gingen echter samen met lagere buitentemperaturen en de bewolkte dagen met hogere temperaturen, waardoor de relatie tussen licht en temperatuur in beperkte mate is gerealiseerd. Het resultaat is te zien in Figuur 6.



Figuur 6. De gerealiseerde licht-temperatuur verhouding ten opzichte van de voorgestelde licht-temperatuur verhouding tijdens de Petunia teelt (week 5 t/m week 9 2020).

## Watergift

Aan de start van de Petuniateelt is de eerste keer met de beregening water gegeven. Na 2 weken, op 15 februari, werd er voor het eerst middels eb-en-vloed water gegeven (Figuur 7). De watergeefstrategie valt te omschrijven als 'droog' telen, zoals dat in de praktijk ook gebeurt. Het watergehalte voordat er voor de tweede keer werd water gegeven, werd als ondergrens aangehouden ter controle voor de watergeefmomenten hierop volgend. Dit werd met behulp van de watergehalte sensoren gemonitord. De Petunia's hebben in totaal 4 keer water gekregen. De EC werd nagestreefd op 2.



Figuur 7. Het watergehalte gemeten in twee verschillen potten met Petunia.

## Gewaskwaliteit

De Petunia's waren een week eerder klaar voor de afzet dan gebruikelijk is in de praktijk zonder assimilatielicht in deze periode van het jaar. De planten waren na tussen 3 tot 5 dagen goed ingeworteld. De eindkwaliteit van de Petunia Viva Purple (Figuur 8 A&D) en Viva Purple Vein (Figuur 8 C&F) werd door de BCO als uitstekend beoordeeld. Wel was er een aandeel van 10% van de planten die achterliepen in ontwikkeling, omdat deze bij binnenkomst groeiknoppen hadden die moeilijk uitliepen. Het is onbekend wat er in de stekfase aan remmiddelen is gebruikt. De gerealiseerde compactheid is wat er van een Petunia wordt verwacht in de praktijk. Dit is gerealiseerd zonder gebruik te maken van chemische remmiddelen in de afweekfase. De Viva Blue Stardust groeide te ver over de randen van de pot om deze als compact te kunnen benoemen (Figuur 8 B&E). In alle drie de Cultivars waren er meer toppen gevormd, waar uiteindelijk de knoppen en bloemen op doorgroeien, dan de telers in de praktijk gewend zijn. Andere waardevolle parameters voor de opbouw van de plant zijn gemeten in de eindmeting en is terug te zien in Tabel 3. Om de Viva Blue Stardust ook compact te laten groeien waren er extra maatregelen nodig geweest zoals een diepere ochtenddip, een lagere etmaaltemperatuur bij eenzelfde lichtsom, langer belichten na zonsondergang, het wegschermen van de schemering, een drogere watergeefstrategie, een lagere EC en/of een lagere N:K ratio in de voeding meegeven.



Figuur 8. Het voor- en het bovenaanzicht van de 3 verschillende Petunia Cultivars, Viva Purple Vein (A, D), Viva Blue (B, E) en Viava Purple (C, F). Gefotografeerd op 3 maart 2020.

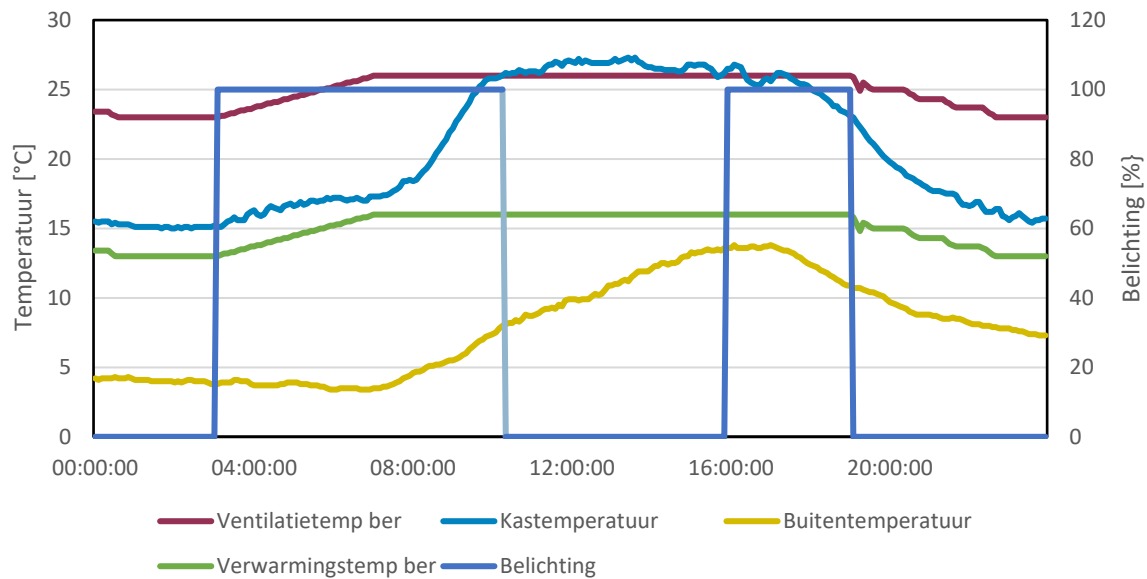
#### 4.2.2 Calibrachoa

##### Klimaatinstellingen

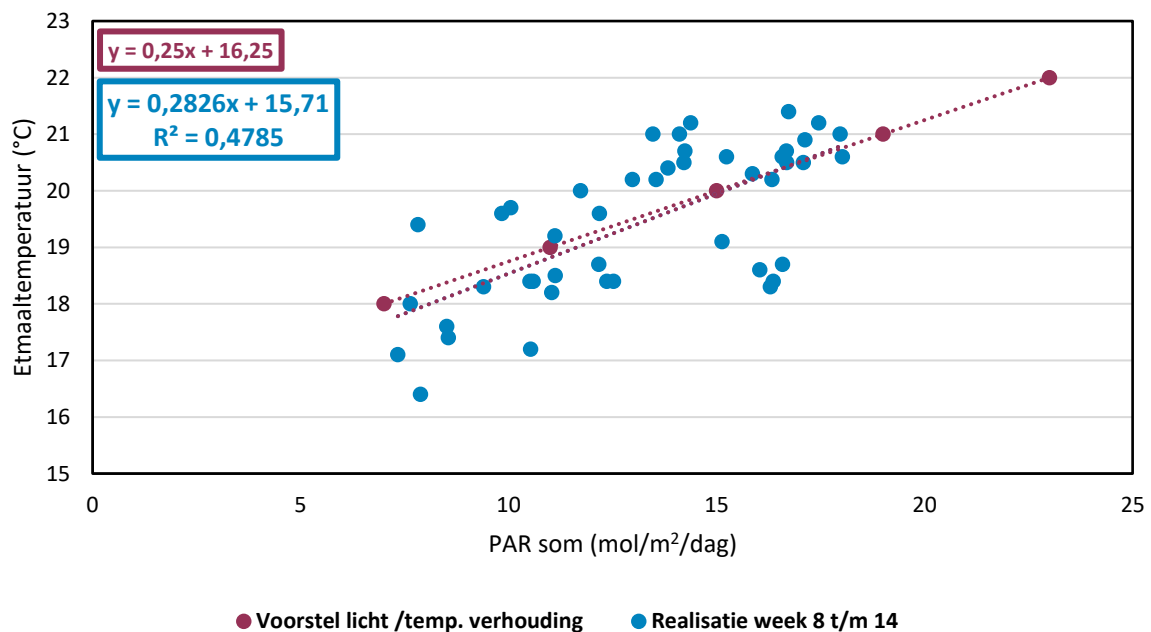
De klimaatstrategie is voor de Calibrachoa op de volgende punten aangepast of aangevuld ten opzichte van de strategie voor Petunia. De belichting bleef aan tussen 04:00 uur tot zonsondergang en bij een instraling  $< 500 \text{ W/m}^2$ . De hogedruk verneveling mocht nevelen wanneer de kastemperatuur  $> 23 \text{ }^\circ\text{C}$  en de RV  $< 50\%$  uitkwam. In Figuur 9 is te zien hoe de kas opwarmt in de nacht wanneer de LED-belichting aangaat onder gesloten schermen. De instraling nam gedurende deze teelt toe waarbij ook de etmaaltemperatuur in verhouding mocht toenemen. Hiermee kon de licht:temperatuur verhouding beter gerealiseerd worden dan gedurende de Petunia teelt (Figuur 10).



### Gerealiseerd klimaat 28-3-21



Figuur 9. De kasttemperatuur warmt in de nacht op van 15 °C tot 17 °C wanneer de lampen aangaan en de schermen gesloten zijn in de afdeling zonder dat de onderbuis wordt gebruikt.

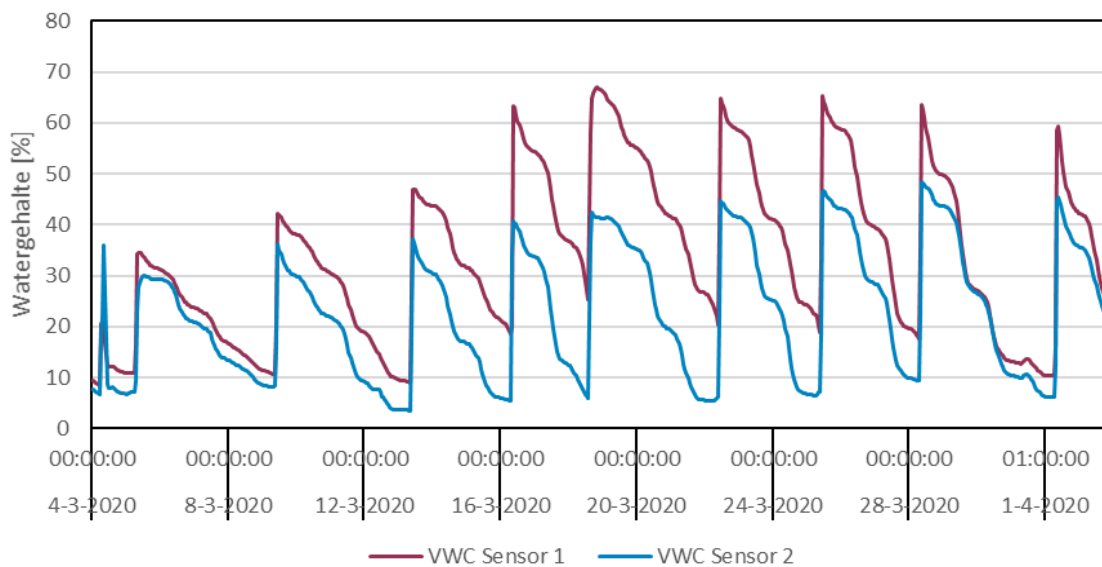


Figuur 10. De gerealiseerde licht-temperatuur verhouding ten opzichten van de voorgestelde licht-temperatuur verhouding tijdens de teelt van Calibrachoa (week 8 t/m week 14 2020).

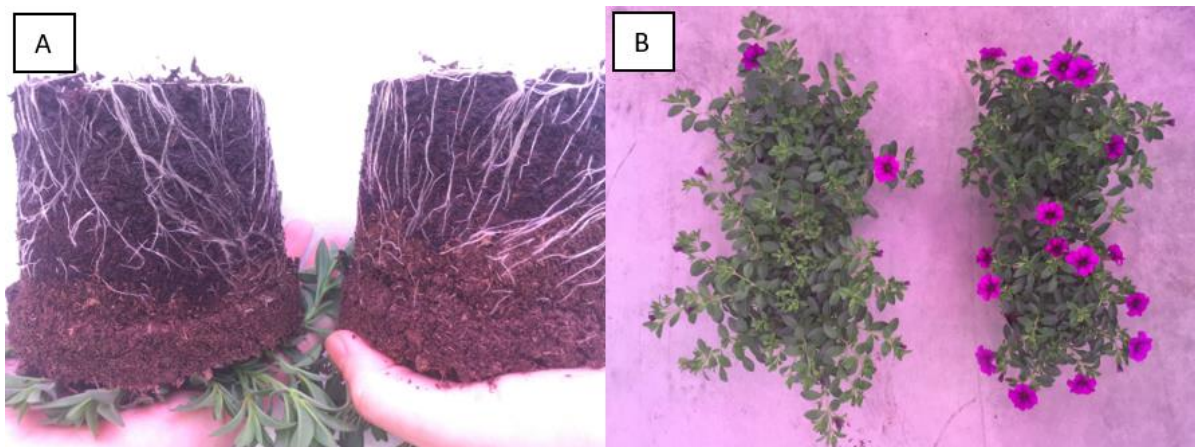
### Watergift

Gedurende de teelt van de Calibrachoa's ontstond er veel ongelijkheid in potvochtigheid, ook te zien in de meting van de watergehaltesensoren (Figuur 11). De eb-en-vloed tafels stonden op 1 cm afschot waardoor de planten aan de hoge kant van de tafel droger bleven en compacter groeiden en eerder bloeiden ten opzichte van de planten die aan de lage kant stonden en vochtiger bleven (Figuur 12). Er werd gekozen om te sturen op de meest droge en compacte planten van de hoofdcultivar Cabaret Dark Blue. Te vochtig telen zou de bloei zomaar één week kunnen vertragen. De Calibrachoa teelt werd gestart met een gift-EC van 2 mS/cm. Na 5 weken was de EC in de pot

gezakt naar 0.5 mS/cm, als reactie hierop is meer voeding aangeboden door de gift-EC te verhogen naar 2.2 mS/cm.



Figuur 11. Het watergehalte gemeten in twee verschillen potten met Calibrachoa van de hoofdcultivar.



Figuur 12. Weergaven van verschil in vochtigheid van de potgrond en het effect hiervan op het gewas. De linker plant op foto A en B stond aan de lage kant van de tafel en de rechter plant aan de hoge kant van de tafel. Foto A is 5 uur na watergeven genomen.

### Gewaskwaliteit

In het gewas werd er voor het eerst in de proef trips waargenomen. Om de teeltronde schoon te eindigen was het gewas behandeld met Tepeki (zie Appendix 3 Middelenlijst met data bespuiting). De eindkwaliteit van de Calibrachoa was erg wisselvallig. Dit komt met name door de het verschil in vochtigheden in de potten zoals beschreven onder het vorige kopje 'Watergift'. Het is wel duidelijk dat wanneer het lukt om een 'droge' en praktijkwaardige watergeefstrategie te volgen het ook lukt om onder de gerealiseerd klimaatomstandigheden een compacte plant te telen (Figuur 13 A). De cultivars Cabaret White en Rose zijn te vegetatief gegroeid en de Cabaret White bloeide een aantal dagen later dan de andere twee cultivars (Figuur 13 C&B resp.). Deze twee cultivars stonden op tafels aan de rand van de afdeling met meer schaduw waardoor de planten dus ook minder verdampten en te veel water kregen. De droog-geteelde Cabaret Dark Blue was in 5 weken klaar voor de afzet (Tabel 3). Dit is 1 tot 2 weken sneller dan in de praktijk mogelijk zou zijn met een compactheid die praktijkwaardig is zonder gebruik te maken van chemische remmiddelen. De teeltversnelling was mogelijk door de hogere lichtsommen gecombineerd met hogere etmalen. De compactheid was mogelijk door het droog telen. Bekend is uit de praktijk dat ook bij het 'droog'

telen de Calibrachoa evengoed begint te strekken. Het lijkt er dus op dat een verhoogde lichtintensiteit en het spectrum hebben bijgedragen aan het compact groeien.

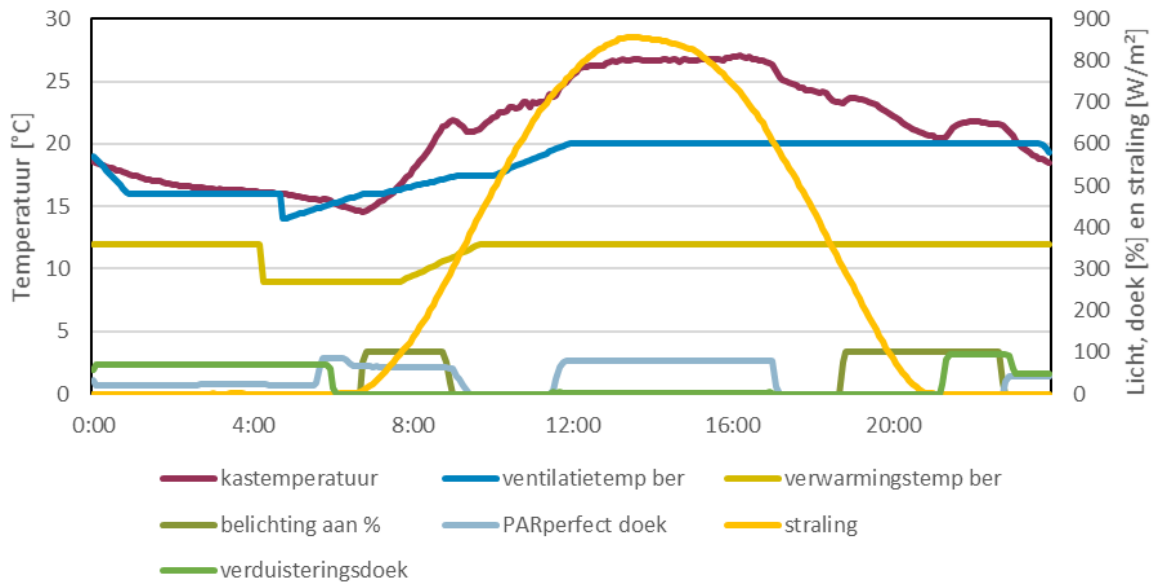


Figuur 13. De Calibrachoa Cabaret Dark Blue (A), Cabaret White (B) en Cabaret Rose (C) bij de eind beoordeling. Foto A en C zijn genomen op 27 maart en foto B op 30 maart 2020.

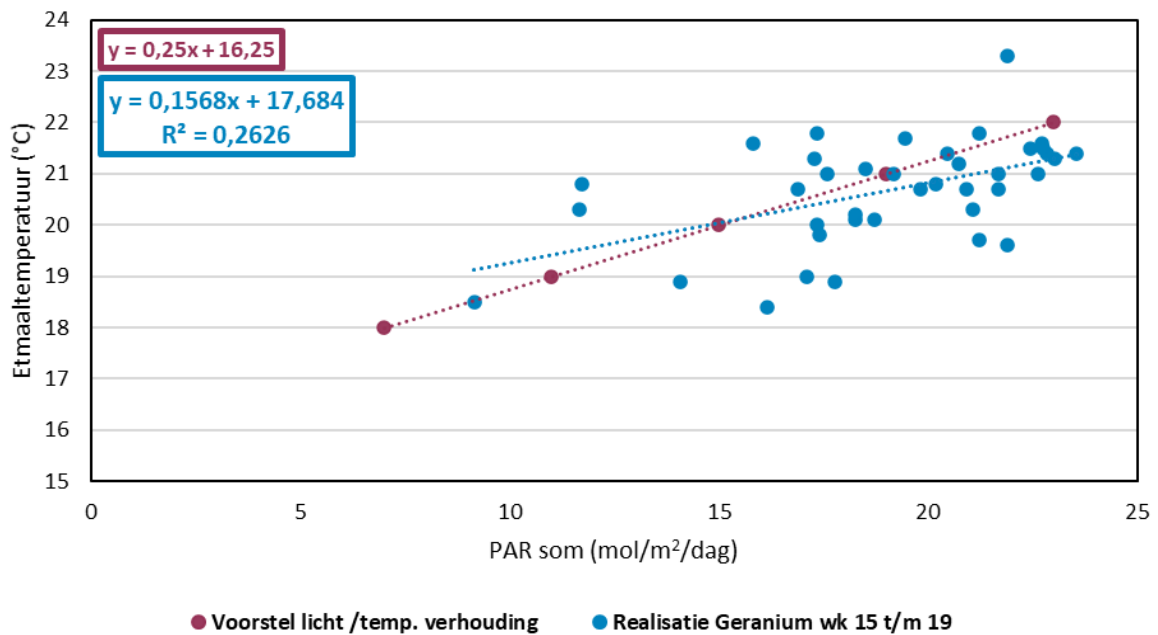
### 4.2.3 Geranium

#### Klimaatinstellingen

De stooklijn werd in de Geraniumteelt verlaagd naar 12 °C dag en nacht. Vanaf 22 april werd er een temperatuurdaling (tussen 04:00-08:00 uur) ingesteld om strekking van Geraniums in de ochtend te voorkomen. De ventilatielijn werd aan het einde van de middag verlaagd naar 16 °C, waarna deze bij lampen uit daalde naar 10 °C. De stooklijn zakte nadat de lampen uitgingen naar 6 °C. De kas werd in de ochtend op natuurlijke wijze opgewarmd met behulp van instraling. Overdag mocht er geschermd worden tegen instraling bij >700 W/m<sup>2</sup>. De lichtintensiteit op gewasniveau werd op 800 μmol/cm<sup>2</sup>/s aangehouden met behulp van het PARperfect schermprincipe. Het lichtuitstootdoek bleef 's nachts dicht bij lampen aan. In de onbelichte nacht sloot het lichtuitstootdoek bij een verschil van 6 graden tussen de buitentemperatuur en de stooklijn. Bij een verschil kleiner dan 8 graden tussen de buitentemperatuur en de stooklijn sloot het PAR-perfect scherm ook, en het bleef gesloten tot <200 W/m<sup>2</sup> instraling na zonsopkomst om buisgebruik te voorkomen. Eenmaal open na zonsopkomst gold deze invloed niet meer. De LED-belichting mocht aan bij een verwachte stralingssom <1500 J/cm<sup>2</sup> vanaf zonsopkomst tot <200 W/m<sup>2</sup>. Er werd een einde dag behandeling ingesteld waarbij de LED-belichting vanaf 2 uur vóór t/m 2 uur na zonsondergang bleven branden om de R:FR te verhogen en zo het gewas compacter te laten groeien. Het resultaat van de klimaatstrategie is terug te zien in Figuur 14 en Figuur 15.



Figuur 14. Cyclische gemiddelde van het gerealiseerde klimaat van 19 april 2020 t/m 23 april 2020.

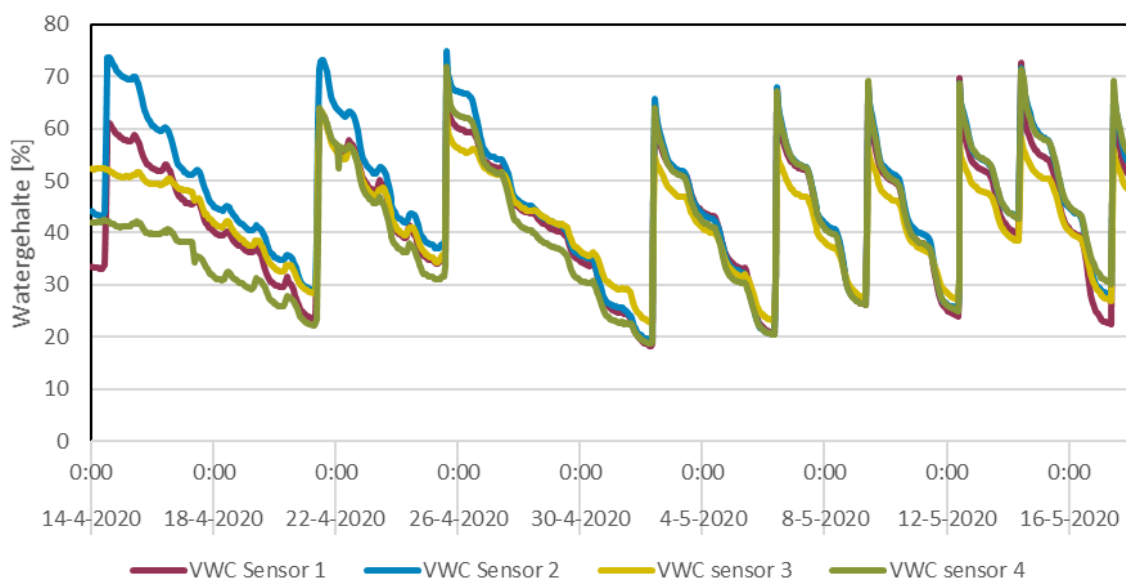


Figuur 15. De gerealiseerde licht-temperatuur verhouding ten opzichten van de voorgestelde licht-temperatuur verhouding tijdens de geranium teelt (week 15 t/m week 20 2020).

### Watergift

Voordat de Geraniumteelt begon zijn de tafels waterpas gezet, zodat er bij het watergeven met eb-en-vloed geen verschil ontstaat in potvochtigheid op dezelfde tafel. Er werd gestart met een gift-EC van 1.8 mS/cm en dit zorgde gedurende de hele teelt voor voldoende EC in de pot die gemeten werd tussen de 0.8 en 1.2 mS/cm. Na binnenkomst werden de potten een aantal keer beregend met tussenpozen van een half uur om de potgrond goed egaal vochtig te krijgen. Dit werd op 21 april herhaald omdat de potten nog steeds niet allemaal even vochtig waren (Figuur 16). Daarna werd er alleen nog water gegeven middels eb-en-vloed. Vanaf 14 april werd er een voedingsschema gebruikt om de planten af te harden en weelderige groei te remmen. In dit recept zit naar verhouding meer kalium ten opzichte van stikstof. Tot 8 mei groeide de Geraniums zeer

compact en kwamen de planten wel al in bloei. Hierop werd gereageerd door vanaf 8 mei bij een vochtigere potgrond water te geven bij  $\pm 30\%$  watergehalte (Figuur 16).



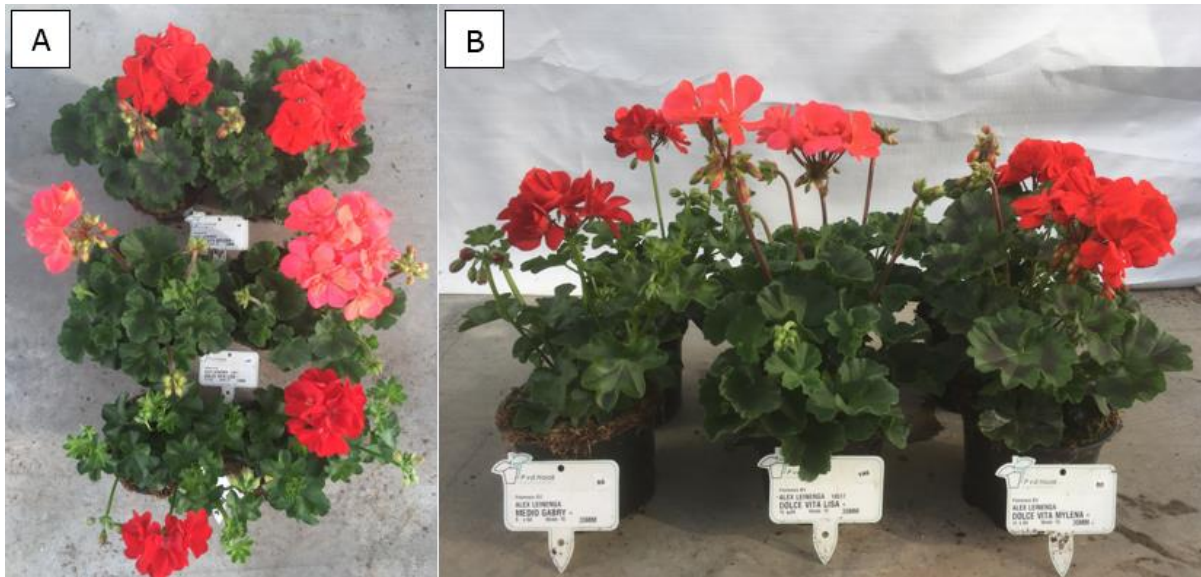
Figuur 16. Het watergehalte gemeten in vier verschillen potten met Geranium.

### Gewasbescherming

In de vorige teeltronde was er trips aangetroffen in het gewas. Hierom werd er besloten om deze teeltronde preventief Swiirski en Enermix uit te zetten. Twee weken na de start werd er trips aangetroffen in het gewas, wat bij de Geranium snel uit de hand kan lopen. Hierdoor werd besloten om het gewas twee keer met het biologische middel Neemazal te bespuiten.

### Gewaskwaliteit

De geraniums groeiden in het begin van de teelt te compact waarna de watergeefstrategie werd veranderd zodat de planten toch nog voldoende blad konden ontwikkelen. De bloemstelen groeiden echter te gestrekt. Mogelijk was de plant mooier in verhouding gegroeid wanneer er in het begin juist vochtig geteeld zou worden om vegetatief te sturen op een volle plant, om daarna vervolgens om te schakelen naar droger telen om de bloei erin te laten komen. Het aantal bloemstelen is vergelijkbaar met de praktijk. Het eindresultaat is te zien in Figuur 17.

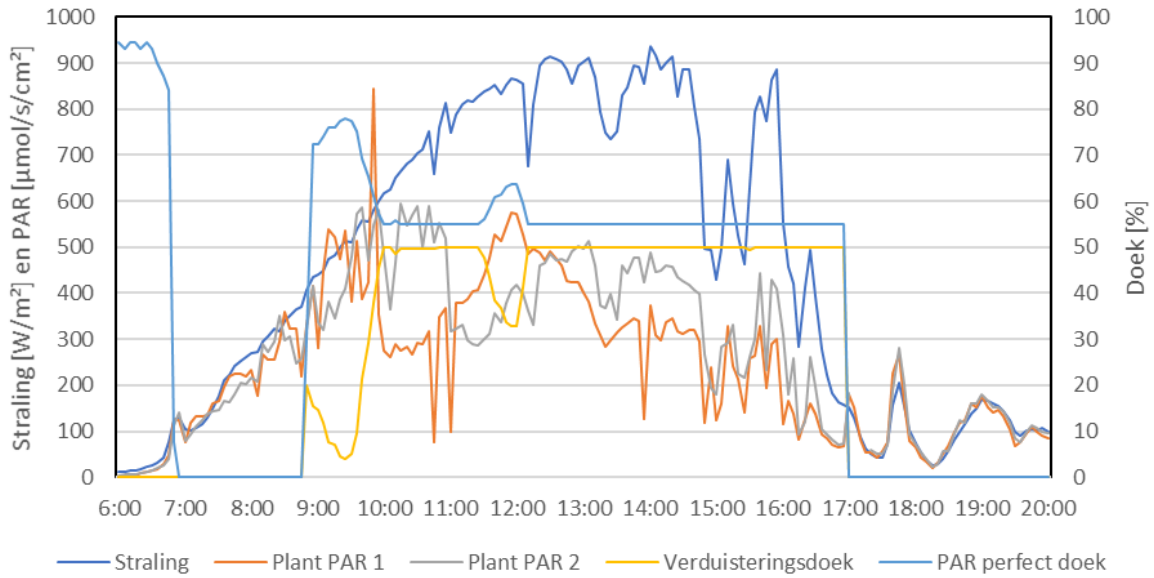


Figuur 17. Het boven- (A) en zijaanzicht (B) van de Geraniums. De foto is gemaakt op 14 mei 2020.

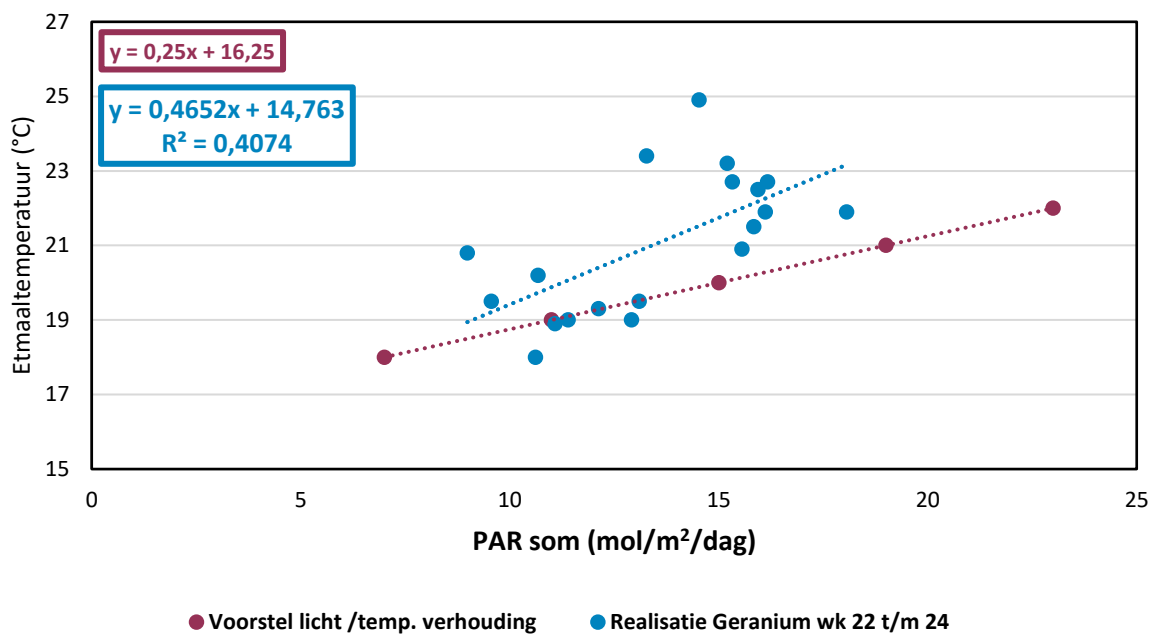
#### 4.2.4 Cyclamen

##### Klimaatinstellingen

In de Cyclamenteelt werd de LED-belichting niet meer gebruikt. Het lichtniveau op planthoogte werd gestuurd met behulp van het PARperfect principe. De eerste 2 tot 3 weken was de planning om 8 mol/dag toe te laten en dit langzaam op te bouwen richting de 16 mol/dag. De strategie was om meer licht toe te laten bij een hogere kasttemperatuur dan gebruikelijk is in de praktijk om zo een teeltversnelling te realiseren. Tegelijkertijd werd er gecontroleerd of gewas geen stress ondervond door de VPD onder de 2 kPa te houden. Om 8 mol/dag te realiseren werd er een maximale lichtintensiteit toegelaten van 400  $\mu\text{mol}/\text{m}^2/\text{s}$ . In Figuur 18 is te zien hoe het verduisteringsdoek het teveel aan licht wegschermt en het diffuse energiedoek onder de kier het licht verspreid over het gehele teelt oppervlakte van de afdeling. Om 16 mol/dag te realiseren werd er een maximale lichtintensiteit van 600  $\mu\text{mol}/\text{cm}^2/\text{s}$  toegelaten. De uitwerking van deze klimaatstrategie op de licht-temperatuur verhouding is te zien in Figuur 19. De verneveling zorgde voor een luchtvochtigheid van tussen de 60% - 80%. Het lukte de verneveling niet om de luchtvochtigheid voldoende hoog te houden wanneer de luchtramen openden. Zo kon er niet voorkomen worden dat de VPD boven de 2 kPa steeg (Appendix 4). Door de hoge buitentemperaturen in weken 31 t/m 34 hebben de luchtramen vaak open gestaan waardoor de lucht te droog werd in de afdeling. Dit zou zich in groeivertraging hebben kunnen uiten in deze teelt.



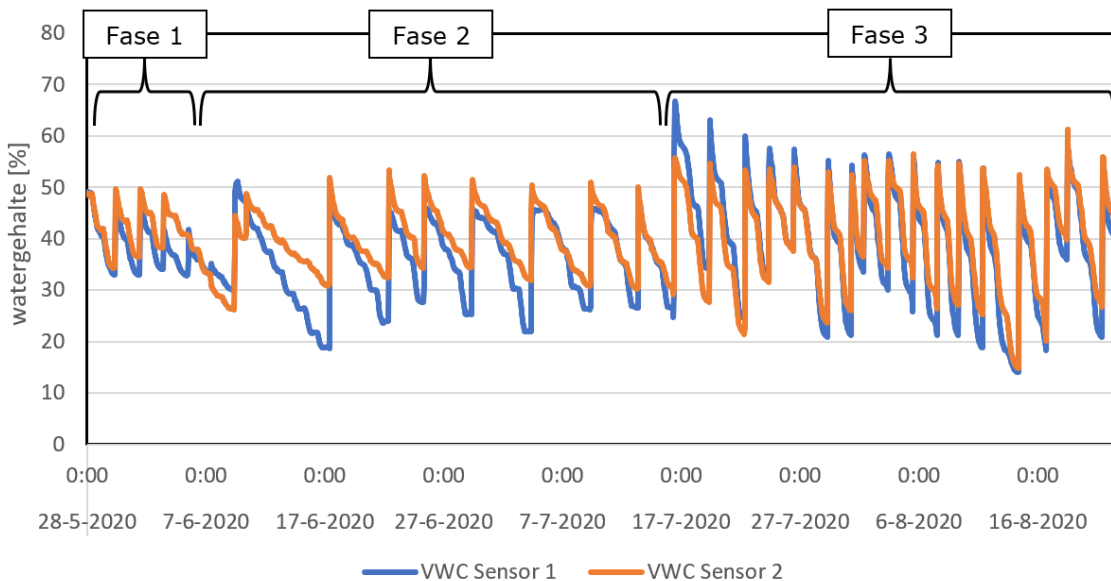
Figuur 18. De uitwerking van het PAR perfect schermprincipe op de lichtintensiteit in PAR op gewasniveau.



Figuur 19. De gerealiseerde licht-temperatuur verhouding ten opzichten van de voorgestelde licht-temperatuur verhouding van tijdens de Cyclamenteelt (week 22 t/m week 24 2020).

### Watergift

De watergiftstrategie was opgedeeld in 3 fases. In fase 1 werd er met de berekening water gegeven om een homogene potvochtigheid te creëren zodat de potgrond in latere teeltfases het water homogeen zou opnemen. In fase 2 lag de focus op relatief droog telen middels eb-en-vloed om het gewas compact te laten groeien. Aan de start van fase 3 waren de potten uitgezet naar eindafstand. Er werd een voedingsschema aangehouden met een N:K verhouding van 1:3. De focus verschoof naar het creëren van een volle plant door vochtiger te telen. De gift-EC was in het begin 1.8 mS/cm met een EC van 0.5 tot 0.6 mS/cm gemeten in de pot. Zes weken na het begin van de teelt was de EC in de pot nog steeds 0.5 mS/cm. De planten moesten op dat moment in de teelt echt voller gaan groeien. De gift-EC werd hierom verhoogd naar 2.5 mS/cm.

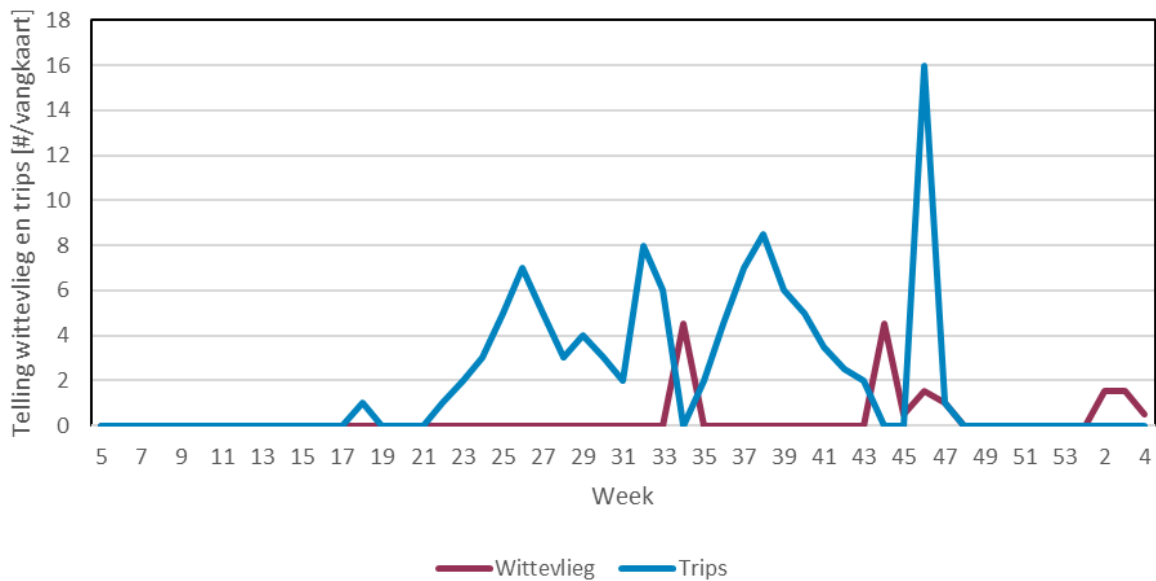


Figuur 20. Het watergehalte gemeten door 2 sensoren in de potten met Cyclamen verdeeld over 3 fases.

### Gewasbescherming

Ook aan het begin van de Cyclamenteelt was er een aanwezigheid van trips te zien en ditmaal was deze ook duidelijk aanwezig op de vangplaten (Figuur 21). Er werd preventief swirskii en een mix aan sluipwespen uitgezet. In week 23 werden er Steinernema aaltjes meegegeven met de watergift (Appendix 3). Op deze manier werd getracht de poppen van de trips op te ruimen en de ontwikkelingscyclus te doorbreken. De behandeling met Steinernema kwam te laat want het aantal tripsen breidde zich zo ver uit dat dit tot schade kon leiden. Hierna werd er verschillende keren ingegrepen met biologische (Neemazal en Botanigard) maar ook niet biologische middelen (Teppeki).





Figuur 21. Gemiddelde aantal wittevlieg en trips per vangkaart per week. Gemiddelde van 2 vangkaarten.

### Gewaskwaliteit

De kwaliteit van de Cyclamen was uitstekend (Figuur 22). Echter is het niet gelukt om de teeltversnelling te realiseren die van tevoren gepland was. De kwaliteit was net zo goed als in de praktijk en was na 11 weken voor 80% leverbaar. De rest van de planten waren nog niet leverbaar omdat die op dat moment nog minder dan 4 bloemen in bloei hadden. Het creëren van het juiste lichtniveau en de geplande lichtsommen met het PAR perfect schermprincipe ging uitstekend. De capaciteit van de verneveling was niet voldoende om de luchtvochtigheid zodoende op peil te houden dat de VPD onder de 2 kPa bleef. Hierdoor heeft het gewas mogelijk vertraging opgelopen. Om dit te voorkomen mogen de streeflightsommen omlaag zodat er minder licht wordt toegelaten en het ook koeler blijft. Maar bij de gerealiseerde buitentemperaturen was het onvermijdelijk geweest dat de kasttemperatuur toch te hoog zou worden. Een andere strategie is om een hogere kasttemperatuur te accepteren ten gunste van de luchtvochtigheid. Er zou ter verbetering van de klimaatstrategie ook een RV invloed op de toegestane lichtintensiteit ingesteld kunnen worden. Ook zou het kunnen dat de planten in het begin niet zo snel groeiden doordat er een te droge watergeefstrategie is aangehouden in de eerste helft van deze teelttronde. Dit is ook te zien aan de EC in de pot die aan de lage kant bleef. De planten hadden in de eerste helft van de teelt sneller en voller kunnen groeien als er vaker water was gegeven.



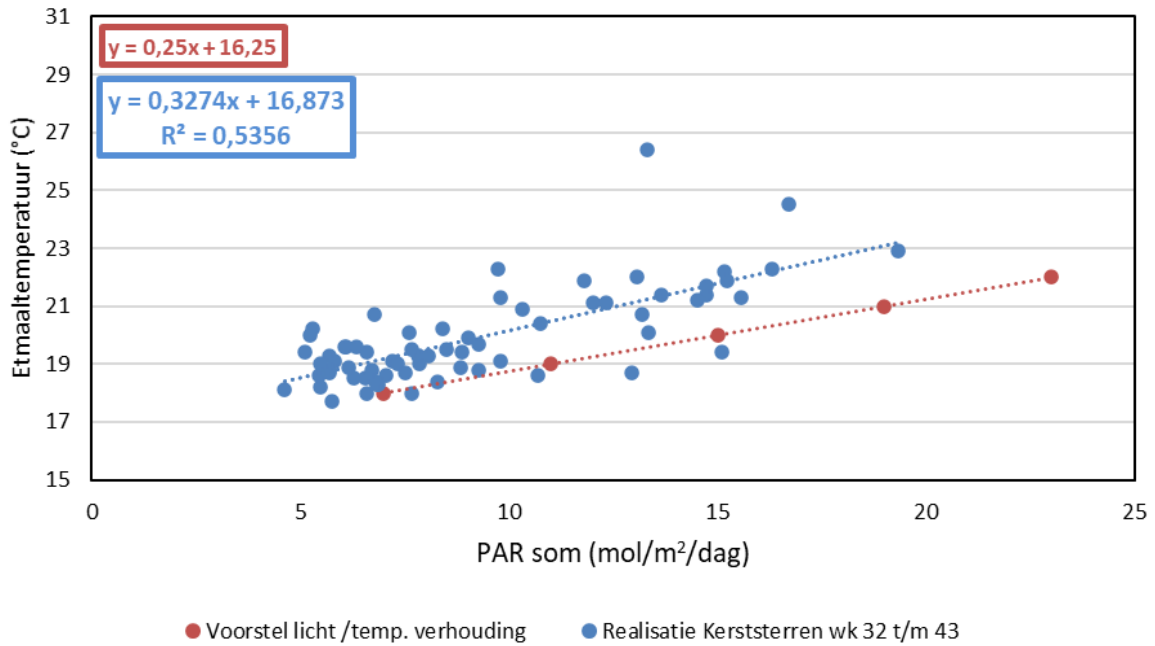
Figuur 22. De eindkwaliteit van de Cyclamen met van links naar rechts de volgende cultivars: Verano Red (hoofdras), Verano Cream White, Verano Dark Violet.

## 4.2.5 Poinsettia

### Klimaat- en teeltstrategie

De LED-belichting werd aan het begin van de Poinsettia teelt, bij nog relatief hoge instraling, gebruikt als stuurlicht met einde dag behandeling om compacte groei te bevorderen (Figuur 3). De belichting stond 2 uur voor t/m 2 uur na zonsondergang aan. Tegelijkertijd werd de schemering, dat bestaat uit relatief veel verrood, rond zonsondergang weg geschermd met beide doeken. Zodoende werd de R:FR ratio zo laag mogelijk gehouden om compacte groei te bevorderen (Dieleman, van Noord, & Kromwijk, 2016). De eerste 5 weken werd er een lange dag aangehouden van 16 uur. Daarna werd er overgeschakeld naar de korte daglengte waarbij alleen tussen zon op en zon onder belicht werd.

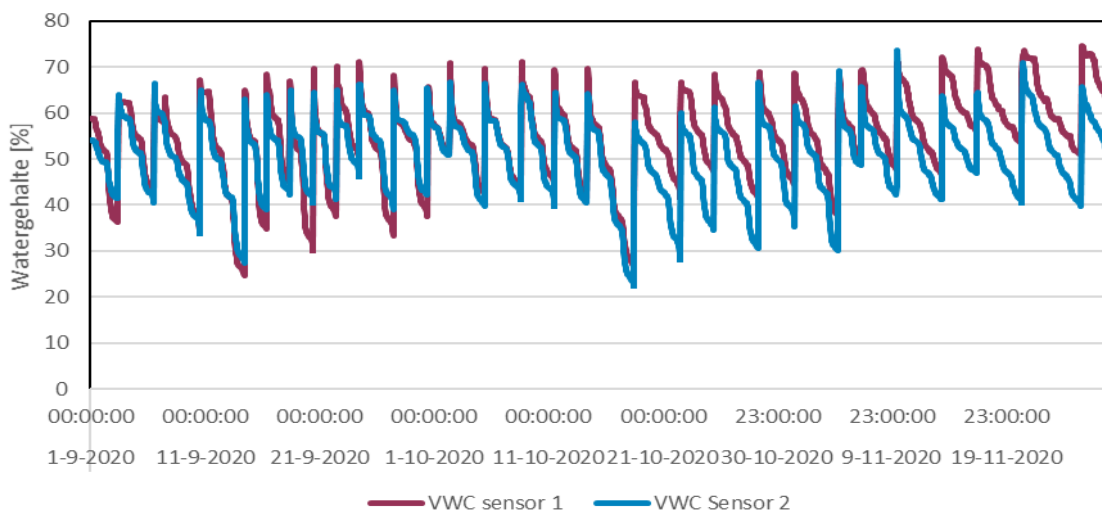
Gedurende de periode van inworteling, de eerste twee weken, mocht er niet meer dan  $300 \mu\text{mol}/\text{cm}^2/\text{s}$  worden toegelaten op gewashoogte. De Poinsettia wortelde langzaam in waardoor besloten werd om de verneveling overdag terug te schakelen naar een RV van 60%. De Poinsettia's werden na twee weken getopt op het 5<sup>e</sup> of 6<sup>e</sup> oksel. Vanaf week 35 mocht de belichting aanschakelen bij een instraling  $<400 \text{ W}/\text{m}^2$  vanaf zonsopgang (Figuur 3) en mocht er tot  $800 \mu\text{mol}/\text{cm}^2/\text{s}$  worden toegelaten op gewashoogte. Ook mocht de nachttemperatuur verder terugzakken naar  $14 \text{ }^\circ\text{C}$  tot  $15 \text{ }^\circ\text{C}$ , waar dit in het begin op  $18 \text{ }^\circ\text{C}$  werd gehouden om een snelle plantopbouw te creëren. De uitwerking van deze klimaatstrategie op de licht-temperatuur verhouding is te zien in Figuur 23. De ventilatiecapaciteit voor interne luchtcirculatie werd verhoogd naar 50% en de ontvochtiging met buitenluchtaanzuiging mocht aan bij een  $\text{RV}>85\%$ . De ventilatielijn is verlaagd van  $21 \text{ }^\circ\text{C}$  naar  $16 \text{ }^\circ\text{C}$  om de plant compact te houden. De stooklijn stond vlak op  $12 \text{ }^\circ\text{C}$  ingesteld.



Figuur 23. De gerealiseerde licht-temperatuur verhouding ten opzichten van de voorgestelde licht-temperatuur verhouding tijdens de poinsettiateelt (week 33 t/m week 48 2020).

### Watergift

Vanaf het begin van de teelt werd er een EC meegegeven van 1,8. De Poinsettia houden van een vochtige potgrond en uitdroging van de potgrond kan schadelijk zijn. Wanneer het watergehalte van de potgrond zakte tussen de 40% en 30% moest er opnieuw water gegeven worden. Figuur laat een overzicht zien van het waterhalte in de pot. In week 36 werd er een te lage EC van 0.6-0.7 in de potgrond gemeten, waarop de gift-EC werd verhoogd naar 2. Er werd tot het einde van de teeltronde met Poinsettia een EC van 0.6 tot 0.9 in de potten gemeten.



Figuur 24. Het watergehalte in twee potten met Poinsettia vanaf het moment (1 september) dat de sensoren zijn overgezet van de Cyclamen naar de Poinsettia tot het einde van de Poinsettia teelt.

### Gewasbescherming

Twee weken nadat de Poinsettia in de afdeling stonden werd er preventief gespoten tegen witte vlieg met het biologische middel Botanigard (Appendix 3). Ook werden er Swiirski en kaartjes met

een mix aan sluipwespen tegen witte vlieg uitgezet. De trips- en witte vliegdrak waren in week 36 nog erg laag (Figuur 21). Toch werd de behandeling met Botanigard afgemaakt door hier nog een keer mee te spuiten. In week 38 werden er 1 tot 3 kas witte vliegen geteld op de vangplaten en geen tabakswittevlieg. Om de populatie witte vlieg niet uit de hand te laten lopen werd er ingegrepen met Teppeki.

### Gewaskwaliteit

In week 37 werd geconstateerd dat de internodiën van de Poinsettia begonnen te strekken. Hierop werd er besloten om de helft van de planten te behandelen met het remmiddel Daminozide (100 gram). Door de andere helft niet te behandelen met een remmiddel kon het effect van de teeltstrategie met LED-belichting op de strekking/compactheid van de planten gevolgd blijven worden. Tot het einde van de teeltronde is er geen effect gezien van de Daminozide op de plantgroei of opbouw. De Poinsettia lijken ongevoelig te zijn voor Daminozide. In week 45 begonnen de kroonbladeren van de Poinsettia mooi te kleuren (roesten). In week 48 bleek het vergelijk van de Poinsettia bij Kwekerij Wouters een stuk compacter te zijn en twee weken verder in kleuring dan de Poinsettia in de proef op het Delphy IC (Figuur 25).



Figuur 25. Het verschil in eindkwaliteit tussen de Poinsettia geteeld bij het Delphy IC zonder toepassen van remmiddelen (links) en Kwekerij Wouters (rechts).

De Poinsettia bij Kwekerij Wouters zijn 1x per twee weken behandeld met remmiddel Cycocel waar de planten op het Delphy IC (waar gewasmetingen mee zijn uitgevoerd), onbehandeld zijn. De Poinsettia op het IC zijn een week te laat de korte dag ingegaan waardoor de kleuring van de Poinsettia vertraging opliep. Ook zijn de Poinsettia erg groot van stuk doordat sommige planten op een hogere oksel zijn getopt waardoor er te veel zijscheuten groeide. De vegetatieve opbouw van de Poinsettia in de proef verliep erg snel. Daarnaast leek het erop dat de internodiën begonnen te strekken, maar bleven deze toch vrij compact. Dit zou kunnen komen doordat de belichting gedurende de proef aan invloed won, omdat de buitenstraling afnam. Het resultaat van de drie geteelde Poinsettia cultivars is te zien in Figuur 26. Geconcludeerd werd dat het mogelijk is om deze teelt te verkorten omdat de vegetatieve fase met twee weken verkort kan worden.

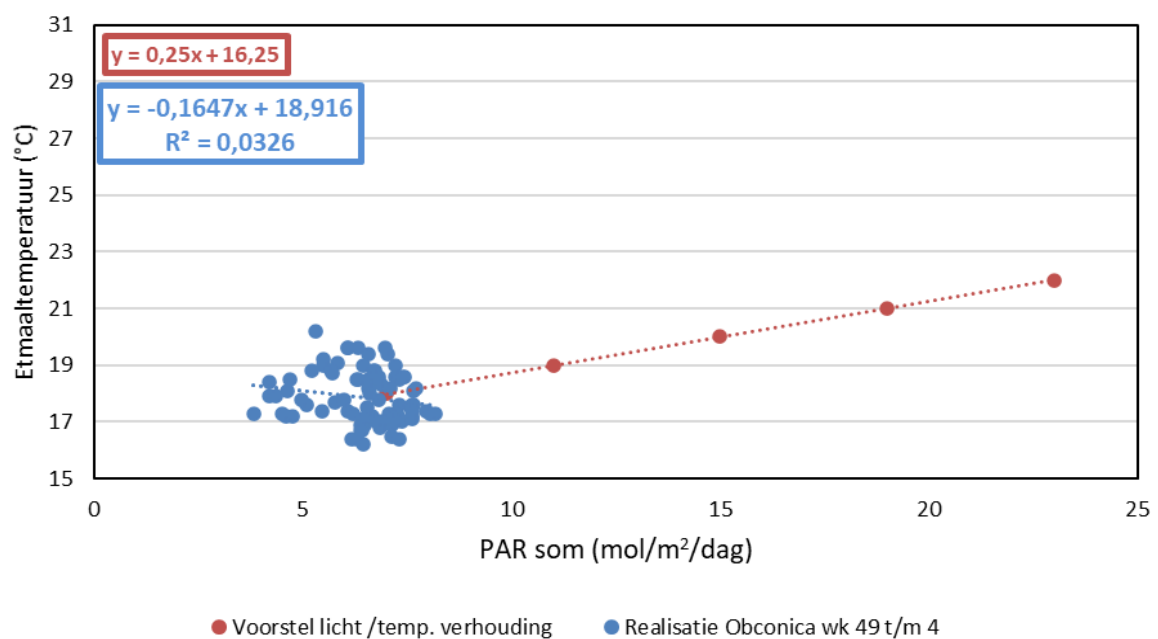


Figuur 26. De eindkwaliteit van de ingehoesde Poinsettia. De foto is genomen op 1 december 2020.

#### 4.2.6 Obconica & Cyclamen

##### Klimaatinstellingen

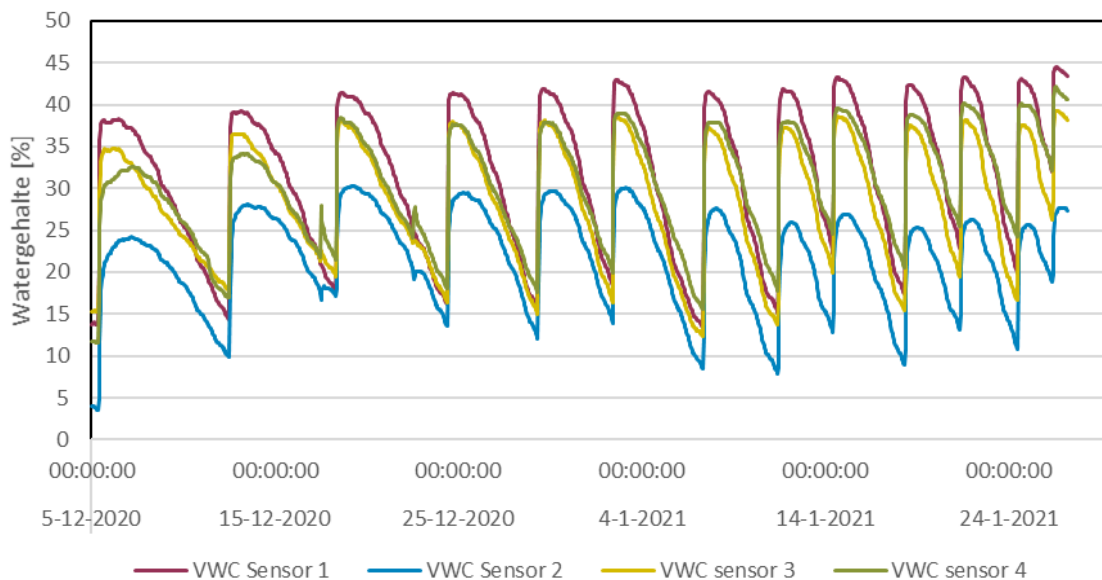
De ventilatie- en de stooklijn stonden de hele teeltronde met Obconica ingesteld op respectievelijk 21 °C en 12 °C. De LED-belichting schakelt aan 16 uur vóór zonsondergang en schakelt met zonsondergang uit. Gemiddeld zijn er etmalen van 18 °C gerealiseerd met lichtsommen van 6 tot 8 mol/dag. De uitwerking van deze klimaatstrategie op de licht-temperatuur verhouding is te zien in Figuur 27. In deze periode was de invloed van het buitenlicht minimaal, waardoor het realiseren beoogde licht:temperatuur niet tot uiting kon komen.



Figuur 27. De gerealiseerde licht-temperatuur verhouding ten opzichten van de voorgestelde licht-temperatuur verhouding van week 49 (2020) t/m week 4 (2021).

### Watergift

De eerste 5 weken zijn de Obconica en Cyclamen aangebroest met de hand omdat deze nog in de trays stonden. In week 49 (1 dec) waren Obconica en Cyclamen doorgeworteld tot onder de pot. Op 30 november zijn de planten uitgezet naar hun eindafstand en sindsdien werd er met het eb- en-vloed systeem water gegeven. Er werd de hele teeltronde een gift-EC van 2 mS/cm meegegeven en de EC in de pot bleef van begin tot eind rond de 1 mS/cm.



Figuur 28. Het watergehalte in 4 potten met Obconica van week 49 (2020) t/m week 4 (2021)

### Gewasbescherming

De Obconica en Cyclamen kwamen binnen met springstarten in het gewas. Hier wordt in de praktijk niks tegen gedaan, omdat het pas schadelijk is bij een teveel hiervan. Vanaf week 52 zijn er meerdere keren bespuitingen uitgevoerd, omdat er bladluis in de Obconica zat (Appendix 3). De bespuitingen zijn tijdig uitgevoerd waardoor er geen schade is ontstaan aan het gewas.

### Gewaskwaliteit

Op 18 december was al goed te zien dat de Obconica en Cyclamen goed compact weg groeiden. Op 8 januari lieten de Obconica en Cyclamen de eerste bloemen zien en tegelijkertijd groeiden de Obconica en Cyclamen compact en mooi gevuld. Dit bleef tot het einde van de proef het geval, zoals te zien is in Figuur 29. De Obconica's zijn niet behandeld met remmiddelen en groeiden toch net zo compact als in de praktijk waar de planten wel geremd worden. De BCO gaf aan dat de Obconica in een teelt onder Son-t met  $\pm 50 \mu\text{mol}/\text{cm}^2/\text{s}$  ook compacter groeit dan zonder belichting, maar niet zo compact als met de LED-belichting in deze proef. Het lijkt erop dat ook in deze teelt de LED-belichting met het spectrum heeft gezorgd voor een compacte groei. Er is een aanzienlijke teeltversnelling gerealiseerd van twee weken (t.o.v. gepland) wat met name komt door de verhoogde lichtsommen per dag en de hogere etmalen gecreëerd met de belichting. Ten opzichte van de praktijk (zonder belichting) is de teelt zo een 4 tot 5 weken sneller. Tabel 3 geeft alle gewasmetingen weer van alle teelten.



Figuur 29. De eindkwaliteit van de Cyclamen (links; Cv. Carino Red) en de Obconica (rechts; Cv. TM Red White). De fotos zijn genomen op 18 januari 2021.

Tabel 3. Gewasmetingen per gewas. De tabel geeft de metingen van de hoofdcultivar weer.

Gewas	Vers- gewicht (g)	Droog- gewicht (g)	Droge stof (%)	Blad (#)	Bladopp. (cm <sup>2</sup> )	Bloem+ Knop (#)	Bloem (-stelen/ -kronen)	Lengte plant (cm)	Diameter (cm)
Petunia	68.6	5.2	8%	-	-	2.5	-	4.75	21.6
Calibrachoa	32.4	6.0	19%	-	-	14.4	-	8.6	28.4
Geranium	74.7	8.7	12%	37.8	436	-	4.6	9.05	23.1
Cyclamen	79.4	7.0	9%	69.5	599	-	18.7	7.6	18.7
Poinsettia	129.7	16.5	13%	115.3	3059	-	7.8	26.2	36.9
Obconica	90.6	7.9	9%	47.8	1290	30.4	-	-	-
Cyclamen	70.0	5.7	8%	42.4	553	18.4	-	-	-

## 4.3 Conclusie teeltrondes

### Teeltdoelstelling

De doelstelling van het project was de plantkwaliteit verbeteren en de teelt van perkplanten verkorten door de toepassing van verneveling, CO<sub>2</sub>-dosering en LED-belichting. De 6 verschillende teelten hebben daarbij de volgende resultaten opgeleverd:

- ✦ Vier van de zes teelten (Petunia, Calibrachoa, Cyclamen en Obconica) hebben als resultaat een gewas dat compacter of net zo compact was en meer of net zoveel bloei vertoonde als een gewas in de praktijk.
- ✦ Van deze vier waren er drie teelten (Petunia, Calibrachoa en Obconica) die in een kortere periode zijn uitgevoerd dan in de praktijk gebruikelijk is.
- ✦ Deze drie laatstgenoemde teelten zijn in de donkerste periode van het jaar uitgevoerd, waardoor de LED-belichting het meest effectief is om de lichtsommen en etmaaltemperatuur te verhogen en het spectrum het grootste effect kan hebben op het creëren van een compacte plant. Aan de snelle groei van de plant zou ook de dosering van CO<sub>2</sub> aan bijgedragen kunnen hebben gehad.
- ✦ Een punt ter verbetering is de afstemming van de watergift op de toegelaten lichtsommen in de teelten van het voorjaar (Geranium) en de zomer (Cyclamen). In deze teelten werd er meer met de buitenomstandigheden mee geteeld. Maar dan moet niet worden vergeten dat het gewas bij meer licht ook meer verdampt en dus sneller weer water nodig heeft.

Wanneer dit beter op elkaar afgestemd zou zijn zou het met de buitencondities mee telen ook kunnen zorgen voor een verkorting van de teelt.

- ✦ De gewassen groeiden (over het algemeen) compacter dan verwacht zonder gebruik te maken van chemische groeiregulatoren. Het lijkt erop dat dit komt door het spectrum dat gebruikt is in de LED-belichting. Er valt echter niet in te schatten in hoeverre een verhoging van de lichtintensiteit, lichtsommen, etmaaltemperatuur of CO<sub>2</sub> hierop van invloed zijn geweest.
- ✦ Er zijn geen problemen geweest met schimmels. Dit kan komen door de relatief lagere RV in de kas t.o.v. de praktijk. De lagere schimmeldruk kan ook komen doordat de LBK wel is gebruikt om continu de kaslucht te recirculeren.

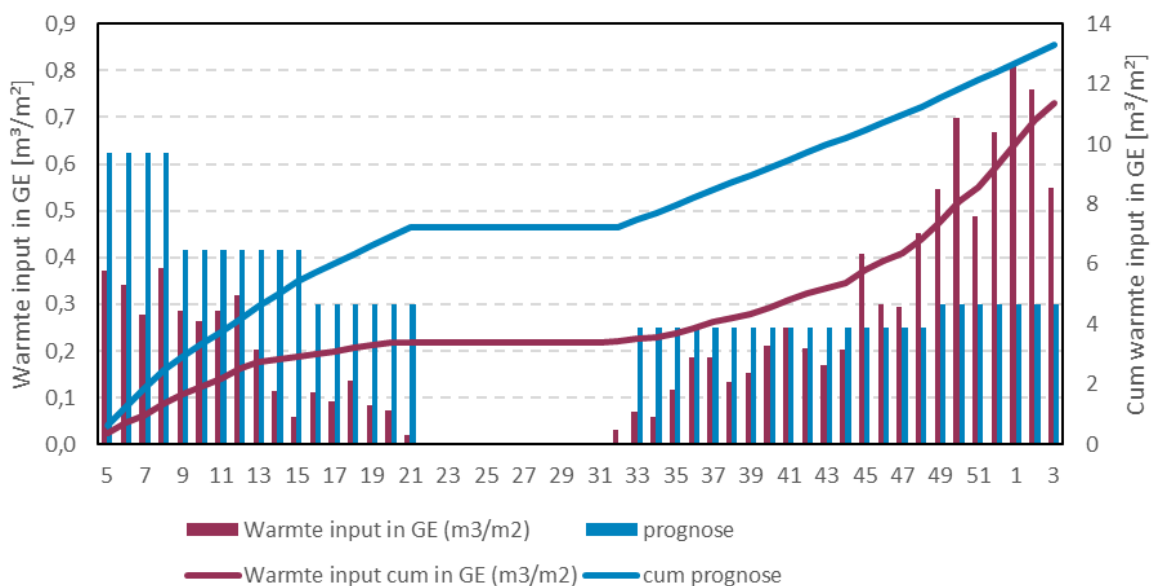


## 5 Fossielvrij telen: energieverbruik en CO<sub>2</sub>

### 5.1 Energieverbruik gas en lampwarmte

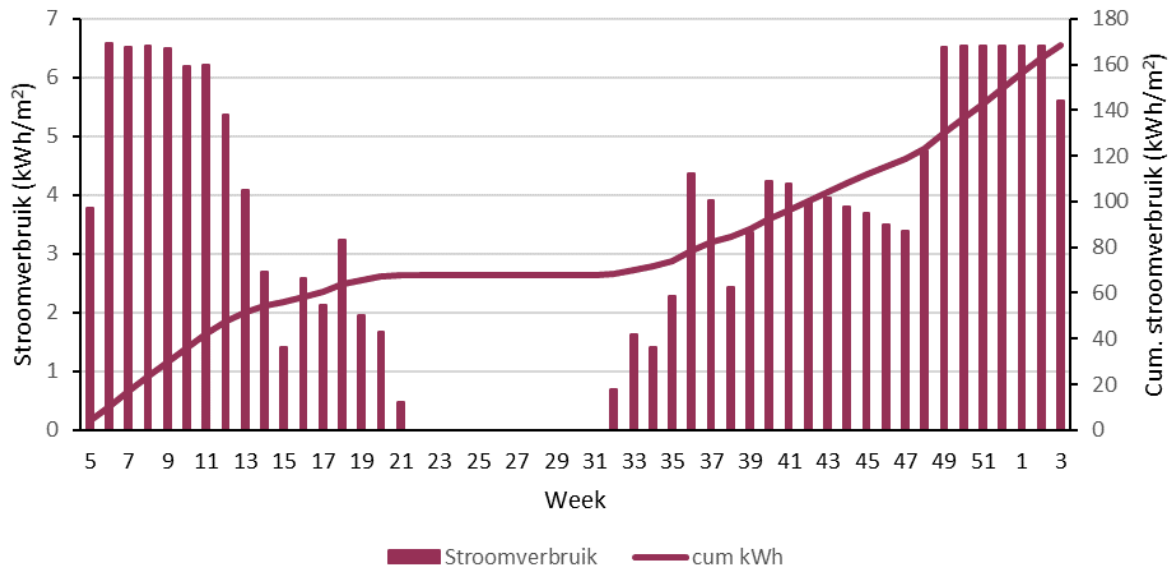
Voorafgaand aan de proef is er een prognose gemaakt voor het gasverbruik. Er werd verwacht dat er 12.5 m<sup>3</sup>/m<sup>2</sup> nodig zou zijn voor deze proefteelt. Dit zou een besparing zijn van 62%. De praktijk verbruikt gemiddeld genomen 21.5 m<sup>3</sup>/m<sup>2</sup>/jaar. Het totale gasverbruik voor deze proef was echter 0.82 m<sup>3</sup>/m<sup>2</sup>, een besparing van 96% ten opzichte van de praktijk. Van deze 0.82 m<sup>3</sup>/m<sup>2</sup> is 0.64 m<sup>3</sup>/m<sup>2</sup> gebruikt voor het warmteblok in de ontvochtiging waarmee het gasverbruik gebruikt voor het onderbuissysteem slechts 0.18 m<sup>3</sup>/m<sup>2</sup> was.

Het bleek dat de kas vrij goed warm bleef door de convectiewarmte van de LED-armaturen in combinatie met de isolatie van de afdeling door twee isolerende schermen (lichtuitstootscherm en harmony scherm). In Figuur 9 is te zien dat de kas 2°C opwarmt met lampen aan onder een gesloten doek. Het energieverbruik van de LED-armaturen was 168.21 kWh/m<sup>2</sup> waarvan 69.96 kWh in conventie warmte in omgezet. Dit is 7.16 m<sup>3</sup>/m<sup>2</sup> omgerekend naar gas equivalenten (GE). De lampen zijn ook ingezet als er geen warmte vraag was. De 7.16 m<sup>3</sup>/m<sup>2</sup> GE die geproduceerd is door de lampen had in een onbelichte teelt niet (compleet) vervangen te hoeven worden door een andere warmte bron. Hierbij moet ook vermeld worden dat in deze afdeling 46% meer armaturen zijn opgehangen dan in een praktijk situatie nodig zou zijn geweest om dezelfde hoeveelheid licht op het gewas te krijgen. Dit wordt veroorzaakt door het verlies van de gevels. In een praktijk situatie zou er 4.90 m<sup>3</sup>/m<sup>2</sup> GE zijn geproduceerd door de lampen. Figuur 30 geeft de prognose weer van het gasverbruik ten opzichte van het werkelijke gasverbruik in combinatie met de convectiewarmte van de LED-armaturen in GE. Naast de warmte input van de lampen is er ook een strategie ingezet om zoveel mogelijk buisgebruik te voorkomen. De ventilatielijn en stooklijn ruimer zijn vastgezet: respectievelijk 4 °C hoger en lager dan in de praktijk gebruikelijk is.



Figuur 30. Het verbruik in gasequivalenten voor de perkplantenproef van 2020-2021. Het gerealiseerde verbruik in GE is inclusief buisvraag, het stroomverbruik dat als convectiewarmte vrijkomt uit de LED-armaturen omgerekend naar GE, en het verbruik van het warmteblok van de LBK.

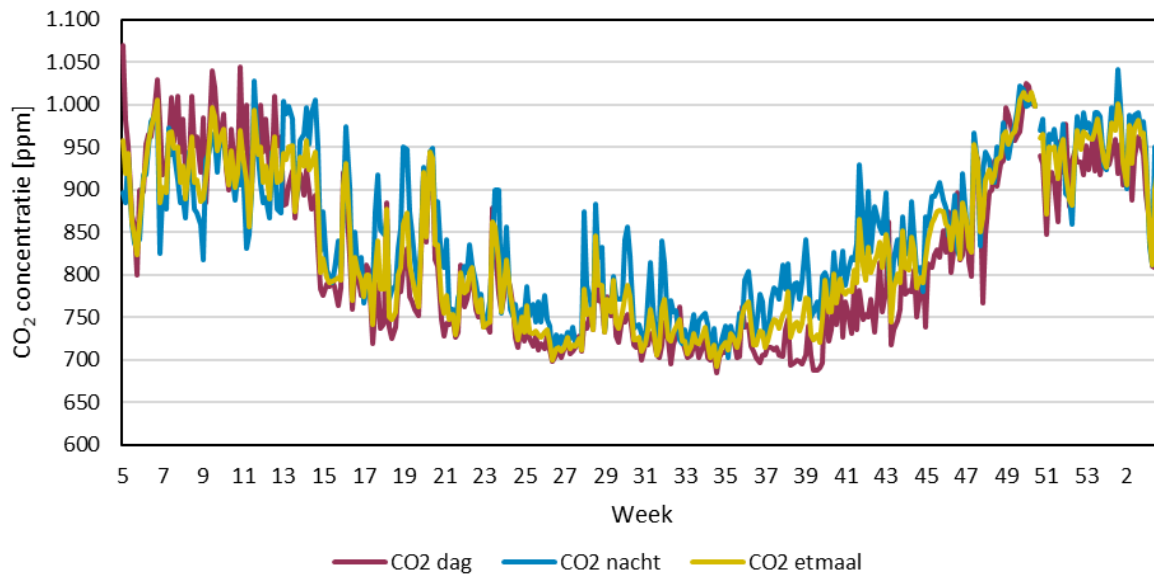
Doordat de proefafdeling is ingesloten tussen buurafdelingen, is er berekend hoeveel warmte er extra had moeten worden bijgestookt wanneer de gevels warmte zouden verliezen bij buitentemperaturen. Bij deze correctie is er rekening gehouden met het feit dat de kas langzamer afkoelt door te rekenen met warmte input die nodig is wanneer de kastemperatuur de stooklijn +1 °C zou naderen. In het scenario van de correctie zou er 1,6 m<sup>3</sup>/m<sup>2</sup> extra nodig geweest zijn om de kas warm te houden. In totaal is er 1156 uur belicht tussen week 5 & 20 en 1719 uur tussen week 32 (2020) & 3 (2021). Dit heeft in totaal 168 kWh/m<sup>2</sup> aan stroom gekost (Figuur 31).



Figuur 31. Het stroomverbruik van de LED-armaturen per week en cumulatief.

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

In deze perkplantenproef zijn er vergeleken met de praktijk hogere CO<sub>2</sub> concentraties aangehouden (Figuur 32) omdat dit in combinatie met belichting kan resulteren in verbetering van de plantkwaliteit en mogelijk ook een verkorting van de teeltrondes. Het is moeilijk in te schatten in hoeverre de verhoogde CO<sub>2</sub> concentraties hebben bijgedragen aan deze teeltdoelstellingen. De vraag is ook in hoeverre het in een fossielvrije teelt van de toekomst mogelijk en rendabel is om CO<sub>2</sub> te doseren, omdat dit ingekocht zal moeten worden. Als dan niet duidelijk is voor de teler hoeveel winst hij met de dosering kan behalen zal hij ook minder snel geneigd zijn om dit te gebruiken. De verhoging van CO<sub>2</sub> concentraties in perkplanten vraagt dus nog om meer onderzoek om kwantitatief vast te kunnen stellen hoeveel het kan bijdragen aan plantgroei en kwaliteit. Mogelijk dat onderzoek bij gecontroleerde omstandigheden in klimaatcellen uitkomst kan bieden om het effect van CO<sub>2</sub> op de vastlegging van droge stof vast te stellen. Het CO<sub>2</sub> zal het meest efficiënt gebruikt worden op het moment dat de ramen dicht liggen. Op die momenten kan ervoor gekozen worden om CO<sub>2</sub> te doseren tot 800 ppm.



Figuur 32. De gemiddelde CO<sub>2</sub> concentraties in de kas op de dag, in de nacht en over het gehele etmaal voor de hele proefperiode.

## 5.3 Ontvochtiging

De ontvochtiging met het warmteblok en buitenluchtaanzuiging is nauwelijks gebruikt om de kas mee te ontvochtigen. Ook is duidelijk dat de kas gemiddeld een lagere RV had dan de BCO in de praktijk gewend was. Dit kan verschillende oorzaken hebben. Het relatief grote geveoppervlak t.o.v. het teeltoppervlak kan ervoor zorgen dat er meer vocht condenseert in de proefafdeling, en het verdampend oppervlak is naar verhouding lager. De RV wordt verlaagd doordat er gemiddeld genomen een hogere kastemperatuur werd aangehouden dan in de praktijk gebruikelijk is. Warmere lucht kan meer vocht bevatten dan koudere lucht. Onder de teeltcondities gecreëerd in de proefteelt lijkt het erop dat het voldoende is om luchtbeweging te creëren. In de proef werd dit gerealiseerd met de LBK en de slurven bovendoor. Op grotere schaal zou het rendabeler zijn om luchtbeweging te creëren met verticale ventilatoren.

## 5.4 Conclusie fossielvrij telen

### Energiedoelstelling

Warmteverbruik met 62% verlagen ten opzichte van de praktijk door isolatiewaarde te verhogen, de stooktemperatuur in te stellen afhankelijk van de buitencondities en buizen alleen te gebruiken bij warmtevraag.

- ✦ De proef is geslaagd in het verlagen van het gasverbruik naar slechts 98% van wat er in de praktijk gebruikt wordt. Dit is mogelijk gemaakt door de kas goed te isoleren met het scherpakket en door de vrijgave van warmte van de LED-armaturen en het ruimer instellen van de temperatuur grenzen.

Gebruik maken van een groot verwarmingsoppervlak met laagwaardige warmte zodat de warmtebehoefte kan worden ingevuld uit fossielvrije bronnen.

- ✦ Het grote verwarmingsoppervlak is nauwelijks gebruikt om de kas op te warmen.

## 6 Communicatie

In het project 'De fossielvrije perkplantenteelt' zijn er meerdere artikels en een blogs gepubliceerd in vakbladen. Door de maatregelen omtrent het Covid-19 virus zijn de meeste van de Academy dagen fossielvrij telen niet door gegaan en is er ook geen open middag georganiseerd.

Hieronder een overzicht van de content die is geschreven omtrent de proef:

### **Artikelen in vakbladen**

- ✦ LED's geven niet alleen teeltversnelling bij perkplanten, ook groeien ze veel compacter. Onder glas. Pieter van Velden september 2020

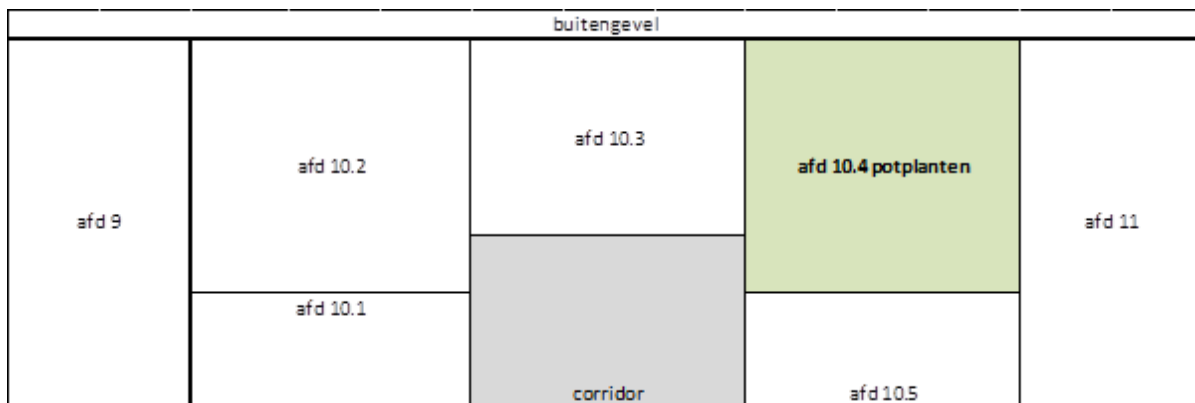
### **Blog website KasAlsEnergiebron.nl**

- ✦ Een lager piekverbruik en hogere lichtbenutting in potplant. Tristan Marcal Balk, juli 2019.
- ✦ Onderzoek 'De perkplantenteelt fossielvrij' geeft verrassende resultaten. Mathijs van den Top, september 2020
- ✦ Teelt fossielvrije en compacte perkplanten is mogelijk. Tristan Marcal Balk, december 2020

## 7 Bibliografie

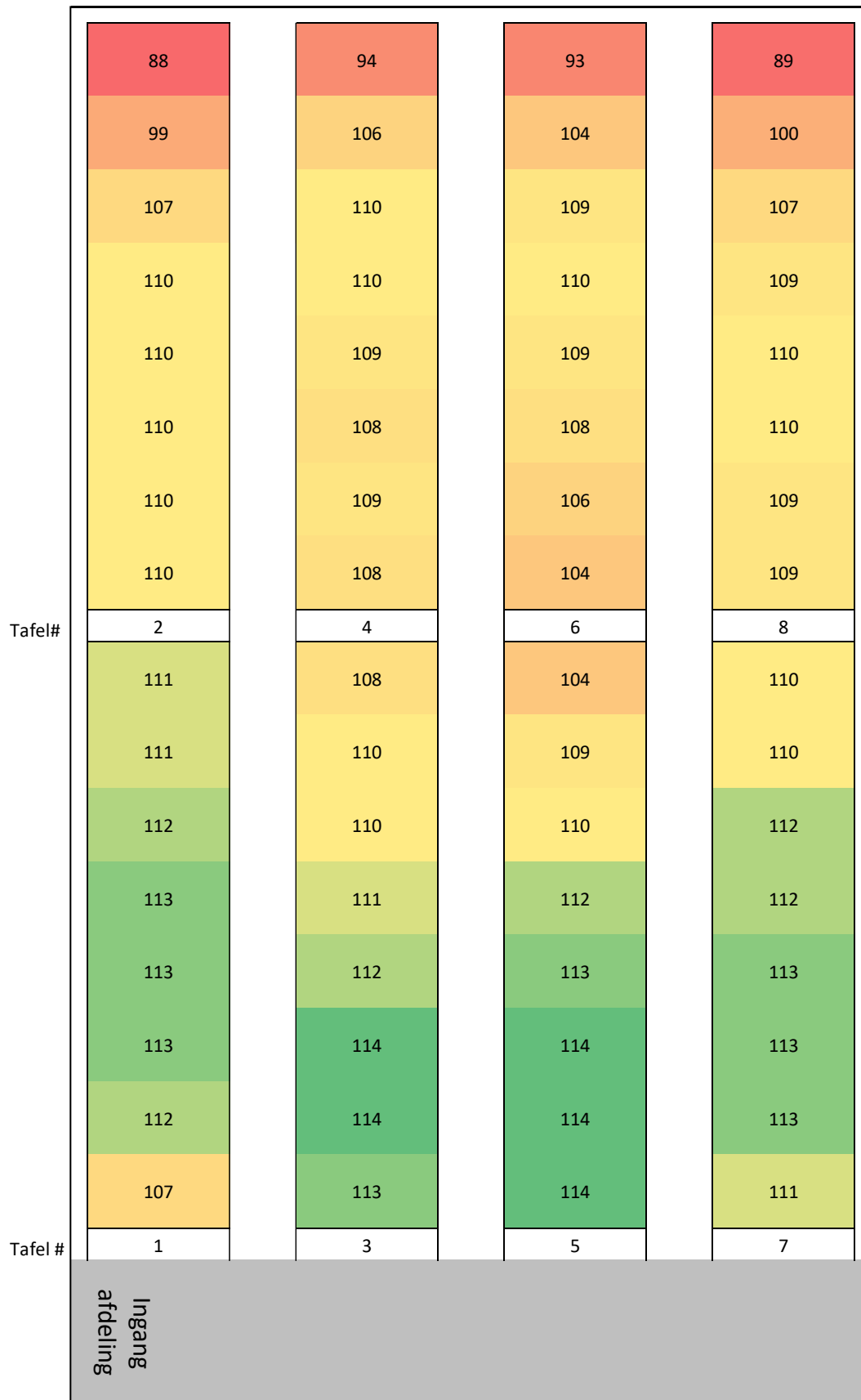
- Dieleman, A., van Noord, F., & Kromwijk, A. (2016). *Sturen van compactheid met blauw licht en wegnemen van de schemering*. Bleiswijk: Wageningen Plant Research.
- Geelen, P., Voogt, J., & Weel, P. (2015). *De basisprincipes van Het Nieuwe Telen*. Bleiswijk: LTO Glaskracht Nederland.
- Ieperen, W., & Heuvelink, E. (2012). *Compacte planten door geïntegreerde groeiregulatie*. Wageningen: Wageningen Universiteit, Leerstoelgroep Tuinbouwketens.
- Islam, M., Kuwas, G., Clarke, J., Blystad, D.-R., Gislerød, H., Olsen, J., & Torre, S. (2012). Artificial light from light emitting diodes (LEDs) with a high portion of blue light results in shorter poinsettias compared to high pressure sodium (HPS) lamps. *Scientia Horticulturae*, 136-143.

## Appendix 1 Ligging van afdelingen



Figuur 33. De ligging van afdeling 10.4 ten opzichte van andere afdelingen. De buitengevel ligt aan de noordkant van het complex.

## Appendix 2 Licht meting afdeling



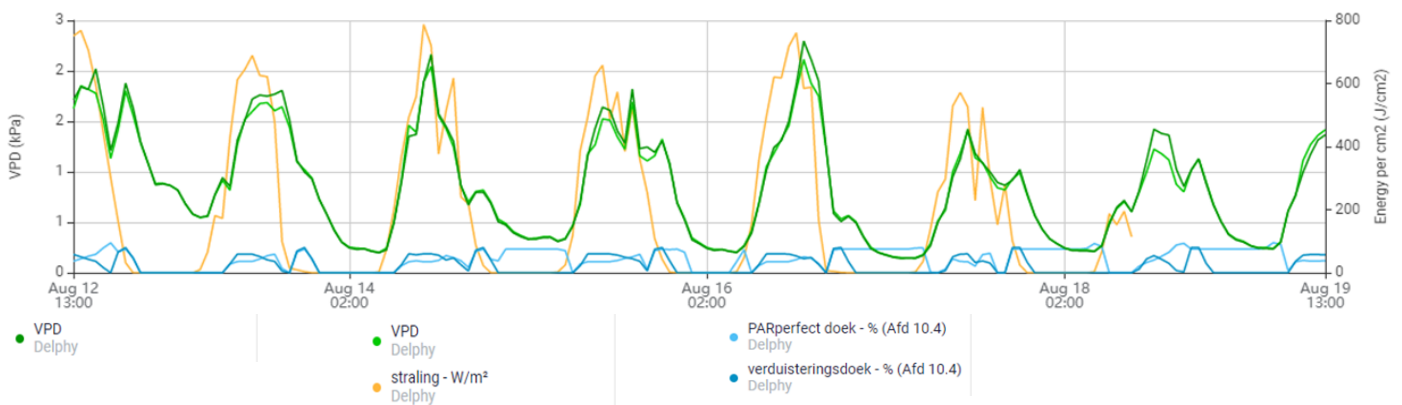
## Appendix 3 Middelenlijst met data bespuiting

Tabel 4. De bespuitingen die zijn uitgevoerd gedurende de proef.

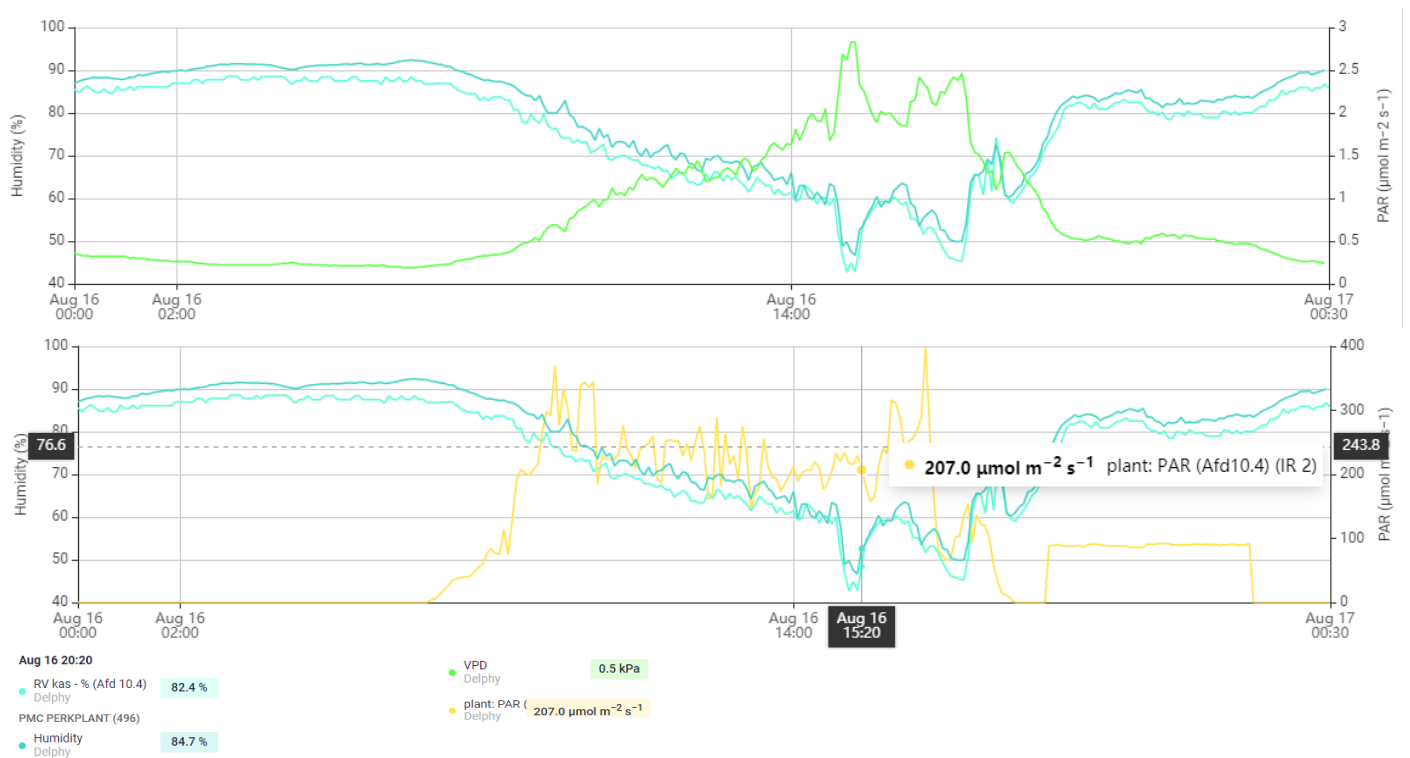
Datum	Middel	Werkzamestof	Concentratie		
			Water (l)	Gr. of ml /100 l	Totaal Gr. / ml
20-3-2020	Teppeki	flonicamid, 50 %	1		0.14 gr.
17-4-2020	NeemAzal-T/S	azadirachtin, 10 G/L	30		30 ml
24-4-2020	NeemAzal-T/S	azadirachtin, 10 G/L	30		30 ml
5-6-2020	Entonem	Koppert	20		Pakje
16-6-2020	NeemAzal-T/S	azadirachtin, 10 G/L	20		80 ml
10-7-2020	Teppeki	flonicamid, 50 %	30		5 gr.
28-8-2020	Botanigard WP	Beauveria bassiana stam GHA, 4,4x10 <sup>10</sup> CFU/G	50		31,25 gr
	Serenade	Bacillus subtilis stam QST 713, 1,0x10 <sup>9</sup> CFU/G		150 ml	
16-9-2020	Alar 85 SG	daminozide, 85 %	3	100 gr	3 gr.
	Serenade	Bacillus subtilis stam QST 713, 1,0x10 <sup>9</sup> CFU/G		300 ml	100 ml
25-9-2020	Botanigard WP	Beauveria bassiana stam GHA, 4,4x10 <sup>10</sup> CFU/G	30	62,5 gr	20 gr.
	Teppeki	flonicamid, 50 %		14 gr	4,2 gr.
17-12-2020	Pediment	pirimicarb, 50 %	30	50 gr	15 gr.
22-12-2020	Mainspring	Cyantranilprole, 400 G/KG	30	10 gr	3 gr.
	Assist M36			250 ml	75 ml
29-12-2020	Mainspring	Cyantranilprole, 400 G/KG	30	10 gr	3 gr.
	Assist M36			250 ml	75 ml



## Appendix 4 Luchtvochtigheid en VPD in Cyclamenteelt



Figuur 34. De VPD stijgt op verschillende dagen boven de 2,5 kPa. In Figuur 35 is te zien dat dit komt door een daling van de RV.



Figuur 35. Het klimaat in afdeling 10.4 op 16 augustus. Te zien is dat ondanks de relatief lage lichtintensiteit op gewashoogte de RV daalt < 50% en de VPD stijgt >2.5 kPa. Op dat moment gaan de luchtramen open omdat het te warm werd in de afdeling.