

S.V.P. niet verspreiden zonder toestemming Plant Lighting B.V.

Gewasverdamping: hoe houd ik het optimaal?

Sander Hogewoning
Plant Lighting B.V.

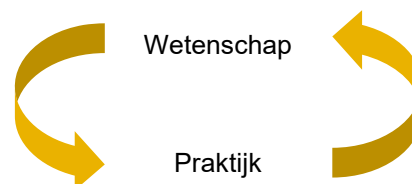
04 oktober 2023
DigitaliseringsEvent in Gameren



1

Plant Lighting BV

- Team:
 - Dr. ir. Sander Hogewoning, Dr. ir. Govert Trouwborst, Dr. Alex Boonman ir. Stefan van den Boogaart, Martijn Wiekens MSc, Marius Bongers MSc, Daphne Ruiten MSC, Wilmar Kunz, Ursula van Bommel
- Expertise o.a.:
 - Fotosynthese, verdamping en CO₂
 - Plantreacties op lichtkleur
 - Lichtbronnen (o.a. LED) en stuurlicht
 - Phenotyping
- Wij doen onderzoek voor:
 - Tuinders & veredelaars
 - Toeleveranciers
 - Kennisinstituten, overheden en belangenorganisaties



Missie: Vertaling van wetenschappelijke kennis naar praktijk-innovaties



2

Achtergrond

- Afgelopen winter heeft de glastuinbouw fors bespaard op energie: minder belichting, full-LED, minder stoken, minder luchten en meer schermen.
- De teeltresultaten vielen niet overal mee:
 - Slechte houdbaarheid bloemen
 - Slechte bladkwaliteit
 - Teeltvertraging
 - Problemen wortelkwaliteit
- Voor de hand liggende oorzaken:
 - Spectrum belichting?
 - Onvoldoende verdamping?
- Effecten van lichtspectrum zijn vrij gewas-specifiek. Verdamping geldt voor alle gewassen.
- Onderwerp vanmiddag: verdamping



3

Waarom moet een gewas verdampen?

- Om CO₂ op te kunnen nemen voor assimilatie? **Nee**
 - Als de huidmondjes open zijn, kan een blad CO₂ opnemen. Dat gaat via diffusie, waarbij de CO₂-concentratie in het blad lager moet zijn dan buiten het blad.
 - Maar, als de huidmondjes open zijn, hoeft een blad nog niet altijd te verdampen.....
- Is energie nodig om te kunnen verdampen? **Ja**
 - Verdamping is een energiegedreven proces.
 - De overgang van vloeibaar naar gasvormig water kost 2450 Joule energie per ml water.
 - Energietoevoer kan via straling en via convectie (T_{lucht} warmer dan T_{blad}).
 - Dus verdamping kost energie!
- Moeten we verdamping dan zoveel mogelijk vermijden? **Nee**
Verdamping is nodig voor:
 - Transport calcium en andere minder mobiele nutriënten via de houtvaten.
 - Transport hormonen.
- Dus hoe meer verdamping, hoe beter? **Nee**
 - Balans tussen noodzaak (transport) en overmaat (energieverspilling).



4

Wat weten we over verdamping?

- Kan je verdamping meten? **Ja/Ongeveer**
 - Door het gewas te wegen en de watergift en drain te meten kan je verdamping berekenen.
 - Wel lastig als je in de grond teelt...
 - Via de energiebalans van het gewas kan je de verdamping *bij benadering* meten.

- Weten we hoeveel een gewas moet verdampen om binnen veilige grenzen te telen? **Nee**

- Weten we op welke momenten van de dag een gewas moet verdampen? **Nee**
 - Is nachtelijke verdamping belangrijk? Of vooral overdag?
 - Maakt het teeltstadium nog uit?



5

Kennisontwikkeling over gewasverdamping

- We weten nu dus nog een heleboel niet helaas...

- Deze maand start: "Kennisontwikkeling over verdamping: van fundamenteel naar toegepast"
 - Samenwerking tussen WUR, Delphy IC en Plant Lighting
 - Onderzoek aan Komkommer, Tomaat en Chrysant
 - Financiering 'Kas als Energiebron'

- Proeven met verschillen in verdamping: effect op gewasontwikkeling en ontstaan problemen?
 - Hoeveel verdamping is nodig?
 - Wanneer? Overdag? 's Nachts? Allebei?
 - Welke gewaslagen? Alleen de toplaag of ook dieper in het gewas?
 - Kan je problemen door te weinig verdamping compenseren met voeding?
 - Hoe kan je verdamping effectief sturen in een kas?
 - Hoe kan je verdamping goed meten in de praktijk?



6

Rekenen aan verdamping

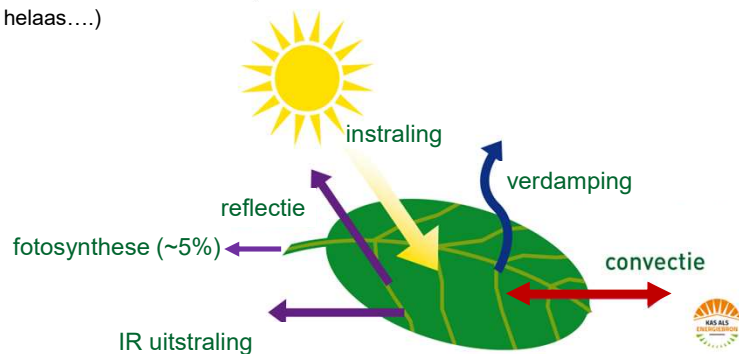
- Een aantal zaken rondom verdamping kunnen we gelukkig wel in beeld te brengen!
- Als wegen van het gewas niet gaat, kan je verdamping inzichtelijk maken via de *energiebalans*.
- Het mooie daarvan is, dat:
 - Je direct inzicht krijgt in wat de invloed van je klimaatregeling op de energiebalans is.
 - Het een natuurkundig principe is zonder hocus-pocus. De *wet van behoud van energie*.
- Het gaat niet vanzelf:
 - Je hebt sensoren nodig die goed moeten meten: 'crap in, crap out....'
 - Je hebt een data-platform nodig.
 - Je moet er aandacht aan besteden
- Verdamping via de energiebalans brengt verdamping *bovenste gewaslaag* in beeld.



7

Energiebalans gewas samengevat

- Energiebalans wordt opgesteld door:
 - Inkomend:
 - Straling door zon, lampen, en IR-straling (kasdek, scherm, verwarmingsbuizen)
 - Convectiewarmte ($T_{lucht} > T_{plant}$)
 - Uitgaand:
 - Straling door reflectie gewas en IR-uitstraling van gewas naar scherm of kasdek
 - Convectiewarmte ($T_{lucht} < T_{plant}$)
 - Verdamping (berekening netto straling minus convectie)
 - Fotosynthese (slechts ~5%, helaas....)



8

Verdampings-*patronen* over de dag op basis van de energiebalans

- Balans stralingsenergie wordt gemeten door: netto stralingsmeter (W/m^2)
- Convectie-energie berekend door: verschil $T_{lucht} - T_{plant}$ * warmteoverdrachtscoëfficiënt ($W/m^2/K$)
 - belangrijk dat metingen temperatuur correct zijn!
 - windsnelheid van belang
- Verdampingsenergie: netto straling plus convectie (W/m^2)
 - als ≤ 0 : geen verdamping
- Verdamping ($g/m^2/s$):
 - verdampingsenergie (W/m^2 oftewel $J/m^2/s$) / 2450 (J/g)



Stomatasensor Plant Lighting in lelieproef



9

Klimaatregeling en verdamping

- Geeft meer windsnelheid meer verdamping? **Ja** of **Nee**
 - Licht eraan of de luchttemperatuur die langs het blad stroomt warmer of kouder is dan het blad.
 - Warmere lucht voert energie toe aan het blad, blad warmt daardoor op, daardoor wordt het dampdrukdeficiet (VPD) tussen blad en kaslucht groter en gaat blad meer verdampen.
 - Koelere lucht voert juist energie af van blad naar kaslucht en remt verdamping!
- Geeft sluiten scherm meer verdamping? **Ja** of **Nee**
 - Licht aan effect op netto straling. Zodra scherm meer uitstraling dan instraling tegenhoudt: JA
 - Vochtbeheersing aandachtspunt bij volledig gesloten scherm. Hogere RV remt verdamping.
- Geeft LED-licht verdamping? **Ja**
 - Ook PAR-licht is straling.
 - Afhankelijk van spectrum geeft $100 \mu mol/m^2/s$ LED ongeveer $20W/m^2$ straling.
 - Bij evenveel μmol en SON-T is er wel meer verdamping
- Geeft buiswarmte verdamping? **Ja**
 - Warmt lucht op en via convectieve energietoevoer van lucht naar blad.



10

Voorbeelden monitoring verdamping in de kas afgelopen winter



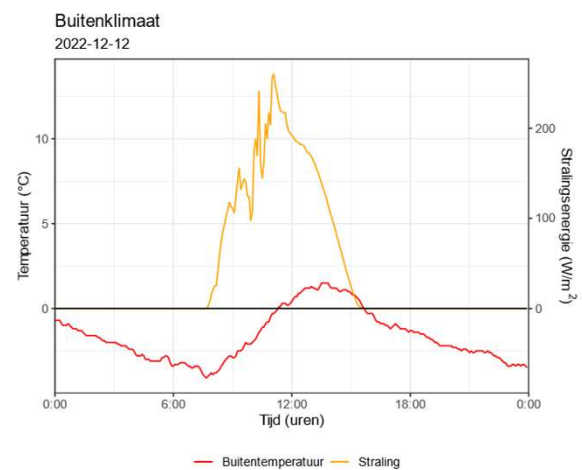
11

12 december 2022: Chrysant onder full-LED

- Heldere, koude dag
- Zwakke wind
- Alleen na de middag temperaturen >0 °C



Stomasensor Plant Lighting bij chrysant



Praktijkmonitoring Chrysant



12

12 december 2022

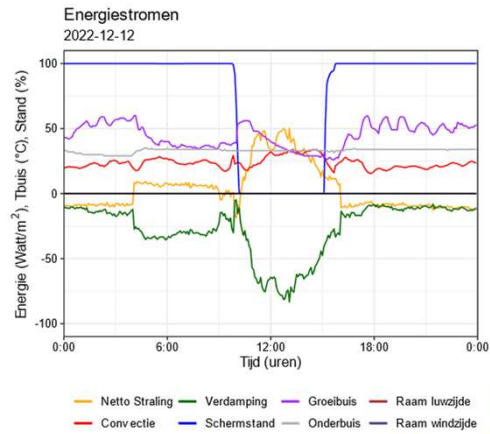
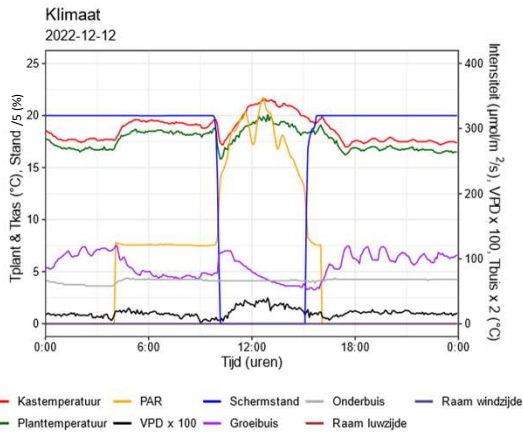
Berekende verdamping: 1.04 L/m²
 PARsom: 8.2 mol/m²

Verdamping mogelijk wanneer:

- Som van netto straling en convectie > 0

Uitstraling bij openen donkerscherm om 10:00

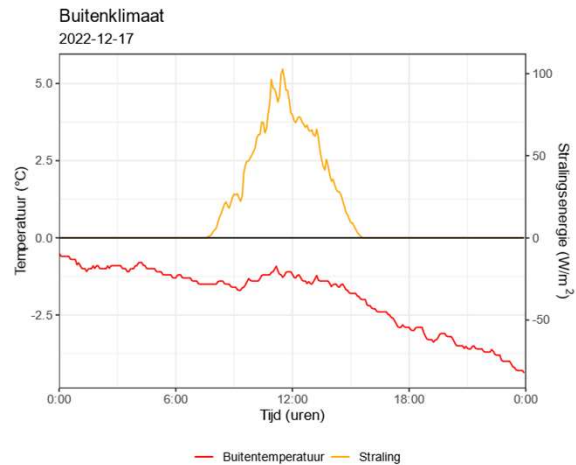
Temperaturen zakken in en verdamping valt weg!



13

17 december 2022

- Heldere, koude dag
 - Hele dag < 0 °C!
- Zwakke wind

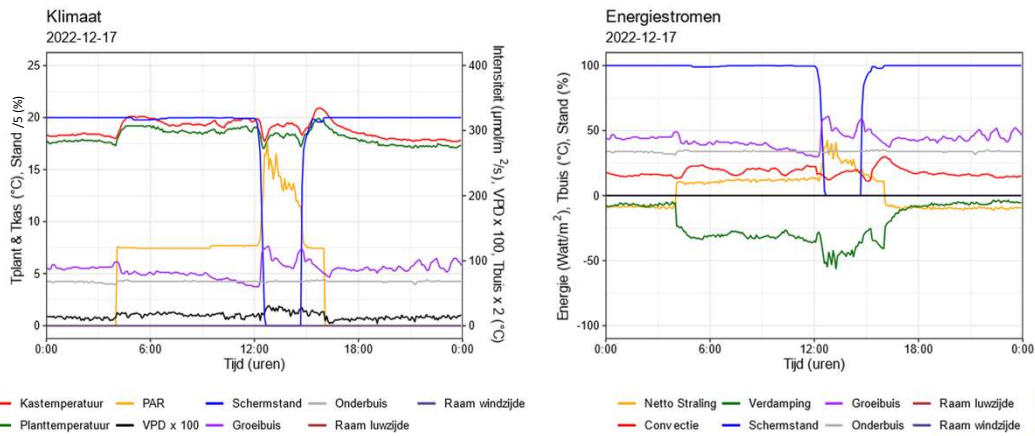


14

17 december 2022

Berekende verdamping: 0.79 L/m^2
PARsom: 6.1 mol/m^2

Verdamping blijft het hele etmaal, zonder grote pieken en dalen
Donkerscherm opent op moment met al vrij veel instraling
Bij openen en sluiten schermen meer buisgebruik



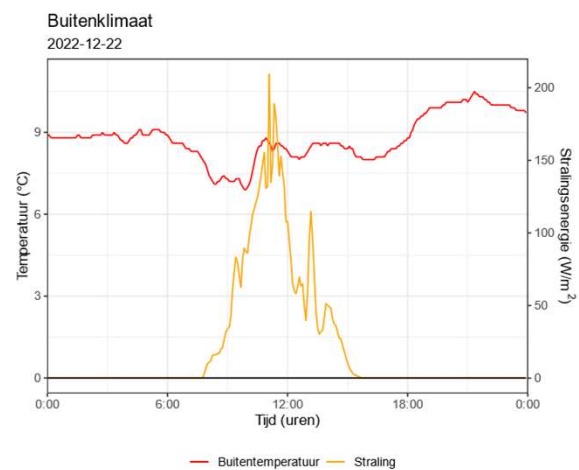
Plant
Lighting

15

22 december 2022

- Warme dag
- Bewolkt, regenachtig
 - Neerslag in de avond
- Matige wind

Foto: 28 dec



Plant
Lighting

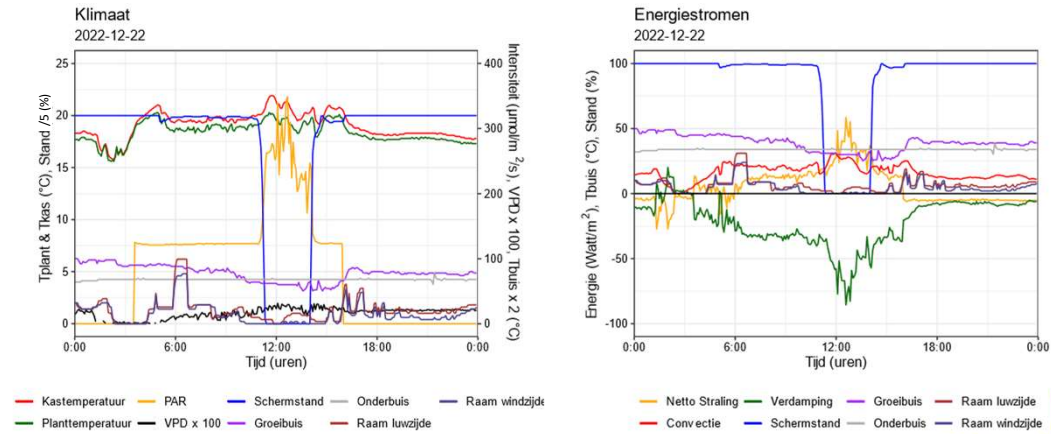
16

22 december 2022

Berekende verdamping: 0.82 L/m²

PARsom: 6.9 mol/m²

Vochtproblemen in de ochtend, ~100% RV
Plant kan niet meer verdampen, convectieve
warmteoverdracht valt stil.

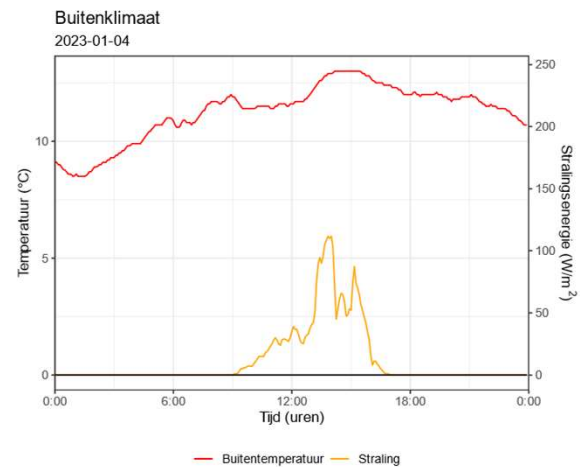


Plant
Lighting

17

4 januari 2023

- Warme dag
- Bewolkte, regenachtig
 - Neerslag tot 12:00
 - Zon breekt even door rond 15:00
- Matige wind



Plant
Lighting

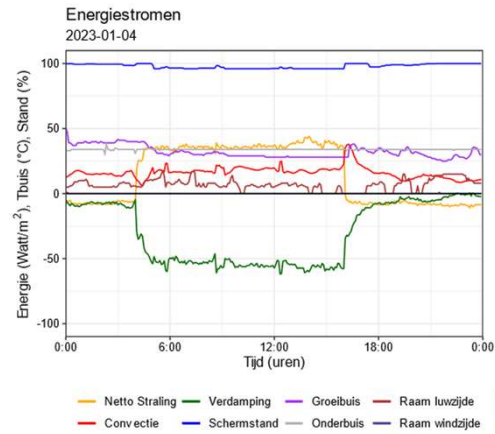
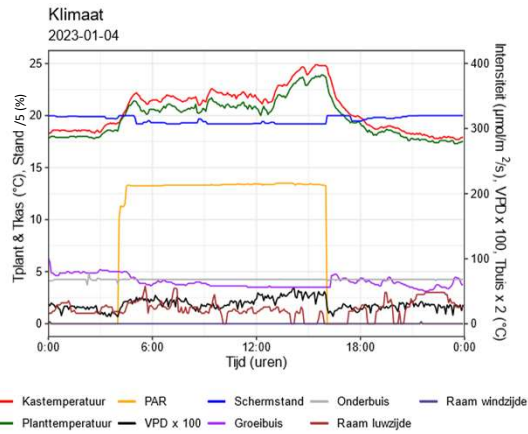
18

4 januari 2023

Berekende verdamping: 1.17 L/m²
PARsom: 9.2 mol/m²

Schermbestand (verduistering) dichtgehouden

In de avond kan convectie de uitstraling niet compenseren
Verdamping valt stil (is dat erg?)



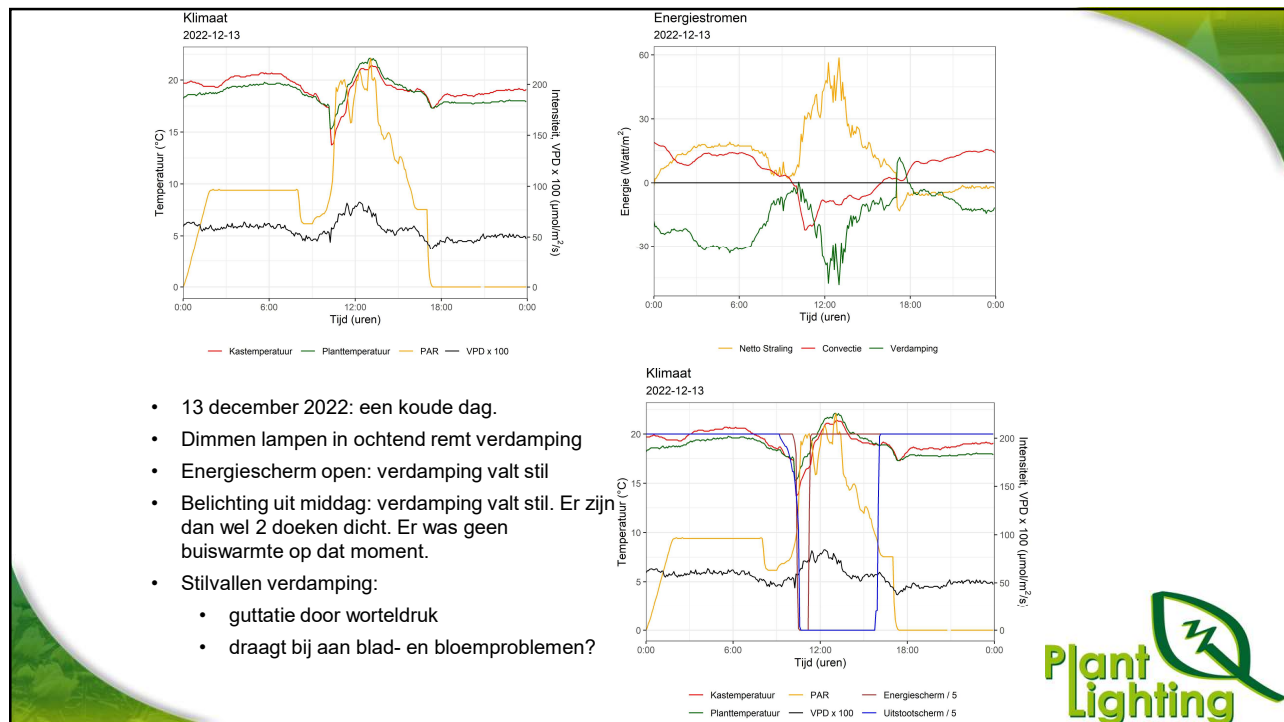
**Plant
Lighting**

19

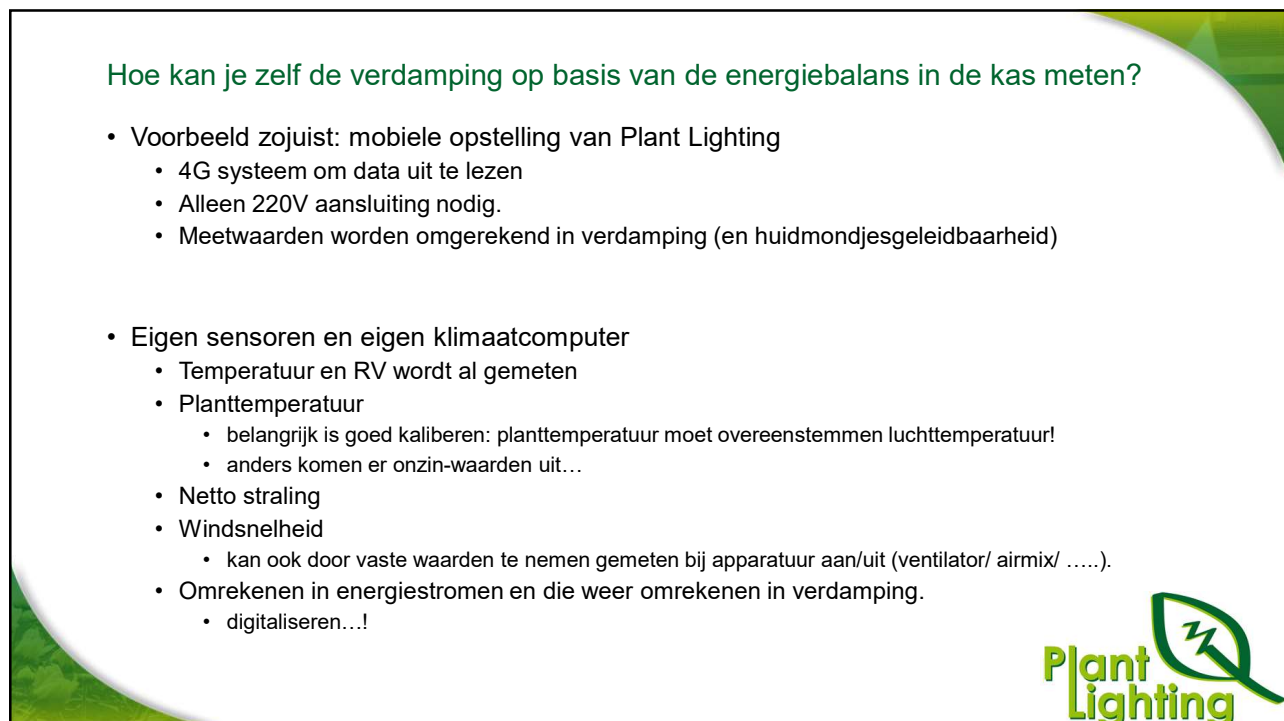
Voorbeeld energiebalans bij potplantengewas afgelopen winter

**Plant
Lighting**

20



21



22

Discussie verdamping op basis van de energiebalans

- Berekenende verdamping op basis van de energiebalans is zo goed als dat de sensoren goed meten.
- Je meet alleen de bovenste gewaslaag.
- De orde van grootte van verdamping in liters/m²/dag lijkt redelijk
- Het gaat vooral om de gemeten patronen, en inzicht in het effect van je klimaatregeling op verdamping.
- Uiteindelijk weten we niet hoeveel verdamping en wanneer, echt nodig is.
- Wel weten we:
 - dat de strategie 'SON-T aan, altijd een buis erin en altijd een raam open' minder teeltproblemen gaf dan energiezuinig telen.
 - en dat bij zuinig telen verdamping meer beperkt wordt.
 - dus er is een *redelijk vermoeden* dat controle over verdamping erg belangrijk wordt.



23

Contact



Sander Hogewoning

+31 614271525

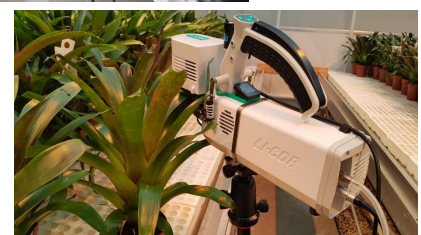
info@plantlighting.nl

www.plantlighting.nl

Plant Lighting B.V.

Doordraai 1

3981 PE Bunnik



24