Sensoren in de glastuinbouw

Bert Schamp

Interreg IVb project: GreenGrowing (2011 – 2015)

Programma

1. Waarom sensoren
2. Welke toepassingen
3. Gebruik en onderhoud
4. Plantsensoren

Meten is weten!

... is dat wel zo?

Waarom meten? Teeltdoelstellingen

KWALITEIT

UNIFORMITEIT

TIJDSTIP LEVERING

DUURZAAM

EFFICIËNT

Minimale input en maximale output!

PCS

Stand van zaken

- Overgangsfase: klimaatregeling of sturen op plantreactie?
- Beste scenario is plant lezen
- Telersgevoel? Groene vingers?

PCS

Stand van zaken

bovengronds

- Meteo (wind, temp, straling, regen)
- Planttemperatuur
- Luchttemperatuur
- RV
- CO_2
- Straling
- Chlorofyl
- Luchtkwaliteit (Nox, Ethyleen)
- Sapstroom
- Stengel- en bladdikte
- …

ondergronds

- pH
- Temperatuur
- EC
- Vochtgehalte
- Zuigkracht pF
- Drain
- Zuurstofgehalte
- …

Gebruik van sensoren

- Betrouwbaarheid?
  - Onderhoud
  - Meetfouten
    - Systematisch
    - Toeval
  - Variatie tussen planten

Meetfouten

Onderzoek WUR

- 4 bedrijven: CO_2, globale straling en RV
- Geen enkele sensor in de praktijk voldoet aan gewenste of haalbare nauwkeurigheid
- Grootste afwijkingen bij CO_2 en stralingssensoren
- Hoge instraling = grotere afwijkingen bij RV en T meting
- Verkeerd onderhoud = nog grotere afwijking
- 5% extra energieverbruik tov 1% na onderhoud

Variatie verkleinen

- Vergroten meetvolume
  - Controle aanzuigvolume meetbox
- Vergroten meetoppervlak
  - IR camera hoger hangen
- Opvolging in de tijd
  - Geeft informatie over homogeniteit kasklimaat
- Ventilatie / luchtbeweging
  - Ventilatieplan laten doorrekenen

Luchtbeweging

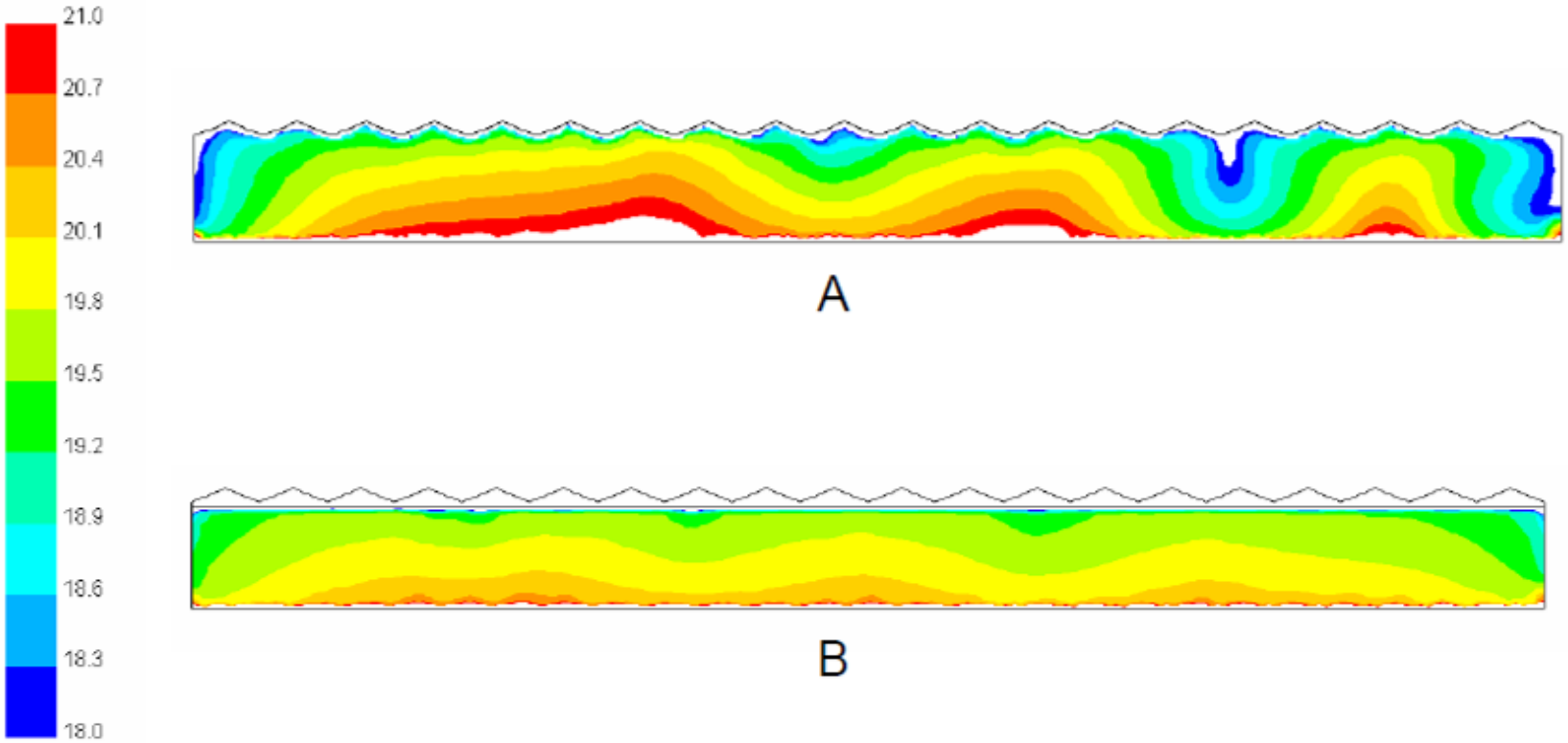
- Effect op verdamping en groei
- Vocht beter verdeeld en verder oplopen
- Minder verticale en horizontale gradiënten
- Betere sturing microklimaat
- Efficiëntere CO_2-toepassing
- Correctere metingen
- Gestuurde en gecontroleerde ventilatie ≠ willekeurige luchtbeweging

Luchtbeweging

- Door verwarming (straling) en gradiënten
  - Warme lucht lichter dan koude (molecule zuurstof of stikstof is zwaarder dan molecule waterstof)
- Extra ventilatoren of slurvensysteem
- Verschil binnen- en buitentemperatuur
- Wind en raamstanden
- Kastype
  - Ventilatiegetal (luchtwisseling per uur)
    - Nieuwe serre = 0,75 – 1,2
    - Oude serre en gebrekkig scherm = 2 – 4

Luchtbeweging

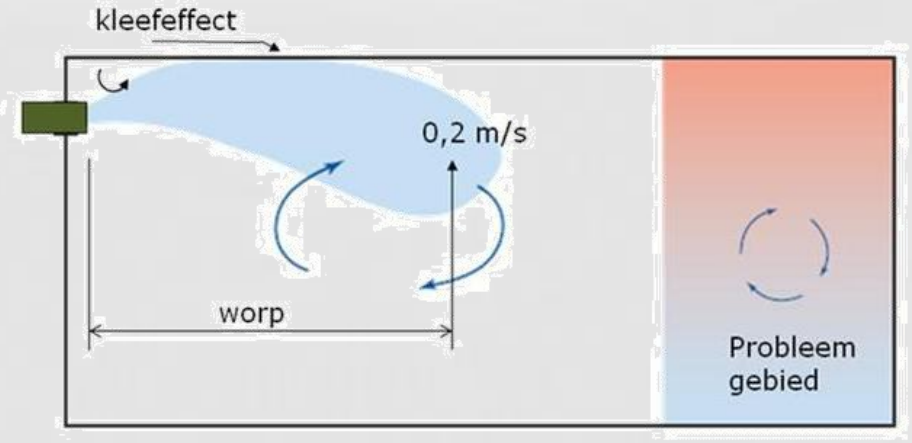
Horizontale en verticale gradiënten



*Figuur 1. Temperatuurprofiel in de kas met een buitentemperatuur van 0°C zonder scherm **(A)** en met een scherm **(B)**.*

Aandachtspunten ventilatie

- Blazer of ventilator
  - Koude lucht vrij hoog in de serre inbrengen
  - Mengt met stijgende warme lucht = circulatie
  - Niet helemaal bovenaan = kleefeffect
    - Onderdruk neemt warme lucht mee
    - Worp afstand verkort
    - Vermogen daalt



Betrouwbaarheid sensoren

Aandachtspunten CO_2

- Fout CO2-sensoren -213 ppm tot +315 ppm
- Zeer variabele metingen
- Afstellen van multiplex-systemen (aanzuig)
- Filters tijdig vervangen
- Elektronische apparatuur in de buurt? (GSM, radio,…)
- Ook elektronisch te meten in recente meetboxen!

Aanzuigfilter CO_2-meter

Controle CO_2-meter

Eenvoudige controle met ijkgas en nulmeting

Aandachtspunten stralingssensor

- Stralingssensoren sterk onderhevig aan positie (hoek met invallend licht)
- Ijking dikwijls vergeten
- Hoge mate van vervuiling door zwavelen, gewasbescherming, stof,…
- Zelf ijken? Eventueel naast gekalibreerde sensor plaatsen.
- Verschillen van -154 W/m² tot +166 W/m²
- Meting op plantniveau?
- Meten in de juiste eenheden en met de juiste sensor?

Stralingssensoren

PAR-meter

Buissolarimeter

Solarimeter

- PAR-meter (µmol/m²s)
  - 400-700 nm
  - fotosynthese
- Solarimeter (W/m² of J/m²s)
  - 300-3000 nm
  - Weerstation, alle licht: scherming, watergift,…
- Pyrgeometer (W/m²)
  - 4500 – 100000 nm
  - Uitstraling, bewolking: sneller dichtsturen energiescherm heldere hemel
- Spectroradiometer (µmol/m²s)
  - 100 – 1100 nm
  - Samenstelling van het lichtspectrum
- Infraroodmeter (°C)
  - 8000-12000 nm
  - Warmte: planttemperatuurmeting

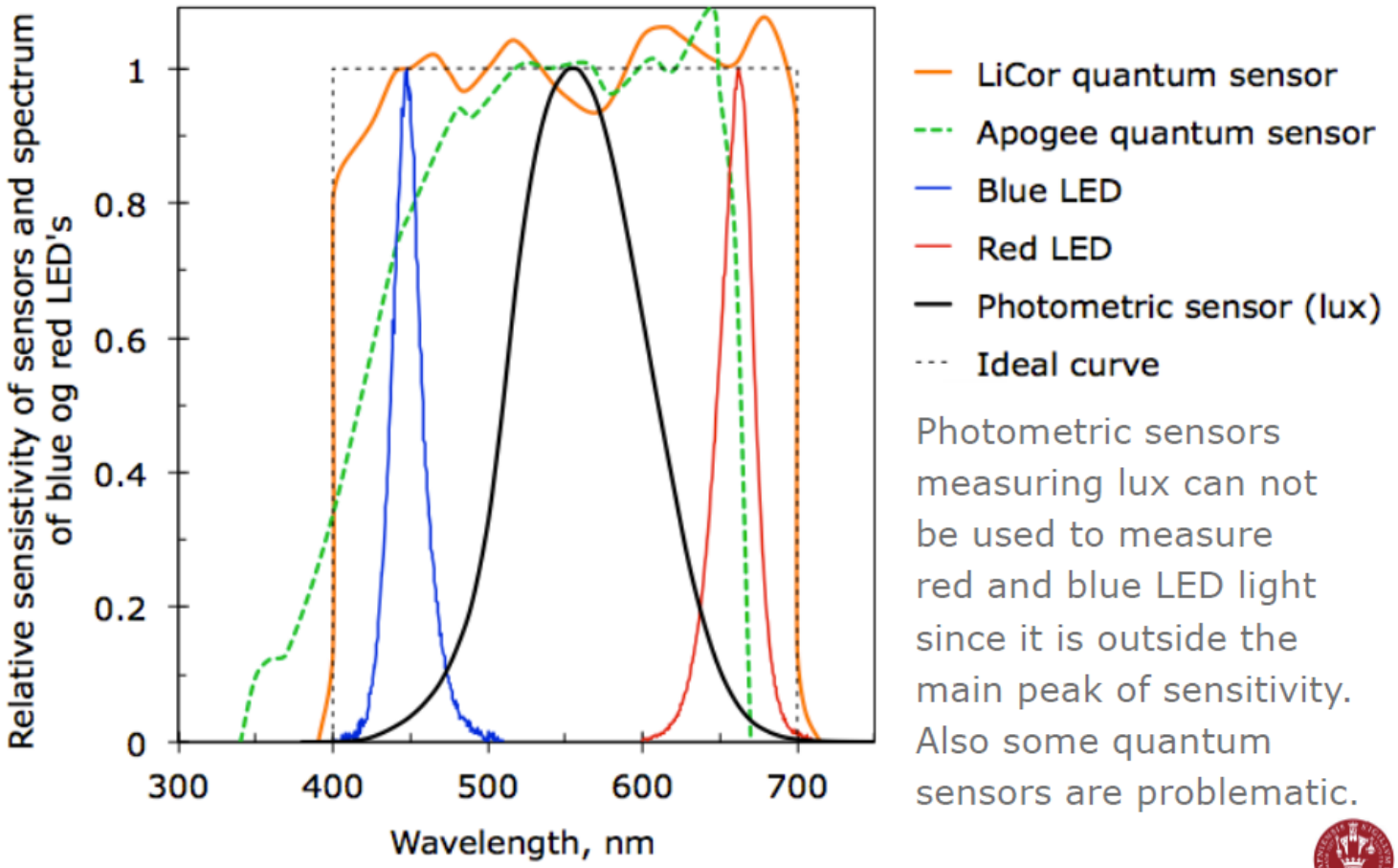
Stralingssensoren

- Ondanks gevoelige meting wel zeer belangrijk
- Verkeerde meting?
  - Grote gevolgen op klimaatregeling vb:
    - Lichtafhankelijk traject stookinstellingen en ventilatielijn,
    - Afbouw minimum buis instellingen. Voor de bovenbuis kan worden gewerkt met een lichttraject,
    - Het aan- en afschakelen van de assimilatiebelichting. Een verkeerde meetwaarde kan dan betekenen dat u veel meer (of juist minder) de assimilatie belichting laat branden.

PCS

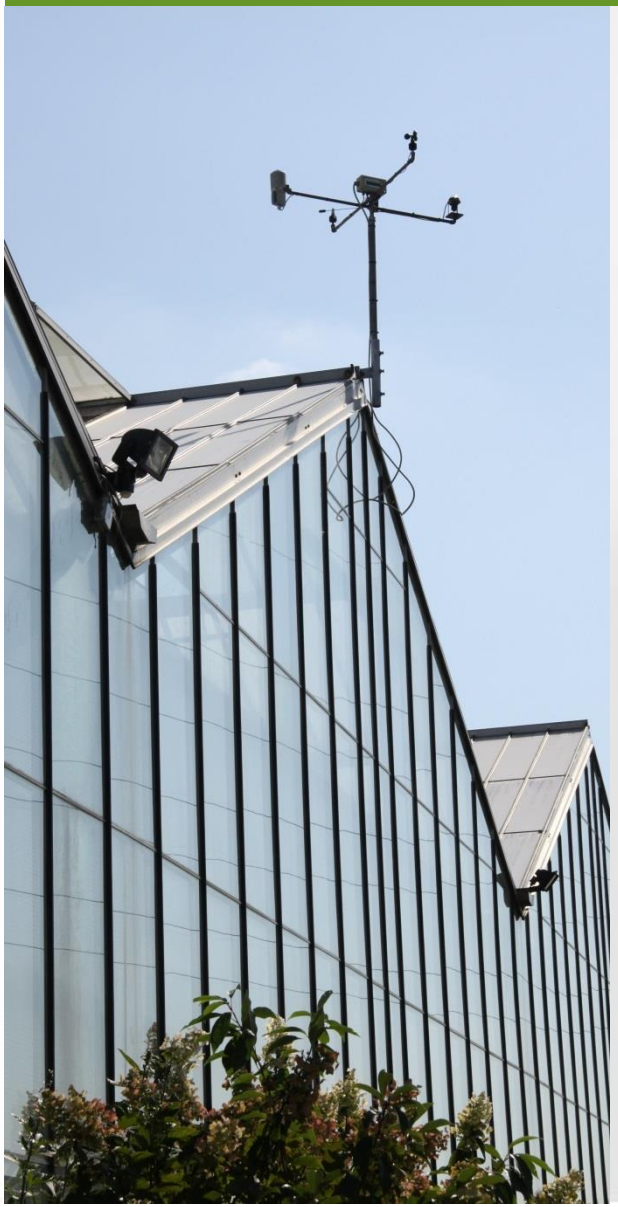
Gevoeligheid stralingssensoren

Spectral response of quantum sensors



Photometric sensors measuring lux can not be used to measure red and blue LED light since it is outside the main peak of sensitivity. Also some quantum sensors are problematic.

Weerstation



- Sensoren buiten de kas niet uit oog verliezen, vb. windsnelheid
- Parameter voor maximum windzijde en/of naloop in standaard traject
- Bij afwijking meestal te lage windsnelheid (vb. slijtage aan de spoel,…)

  Gevolg: Te snel/sterk luchten aan de windzijde

  Controle raamstandmelders!

Betrouwbaarheid sensoren

Aandachtspunten meetbox

- Geeft gemiddelde waarde van 1 locatie
- Meetbox veelal onvoldoende geïsoleerd
- Weinig of geen onderhoud
- Afijken aan meetversterkers

Advies:

- Positie meetbox
- Test met andere sensor
- Controle aanzuigvolume

Droge natte bol of elektronische RV

- Klassiek principe
  - meer onderhoud maar vrij robuust
  - Demiwater of meetboxvloeistof
- Elektronisch
  - Kans op problemen bij > 92% RV
  - Even duurzaam? (vervuiling capacitief oppervak)
- Beide weinig of niet verplaatsbaar ~ draadloze meetbox?

RV = verhoudingsgetal

= AV / VV x 100%

= lucht is voor ...% gevuld met waterdamp

Aandachtspunten bij vocht

- AV = absolute luchtvochtigheid = actuele hoeveelheid waterdamp in 1 kg lucht
- VV = verzadigingsvochtigheid = maximale hoeveelheid waterdamp in 1 kg lucht (temperatuursafhankelijk)
- RV = verhoudingsgetal tussen AV en VV
- Vochtdeficit = verschil tussen AV en VV = hoeveel waterdamp de lucht nog kan opnemen

Vochtmetingen

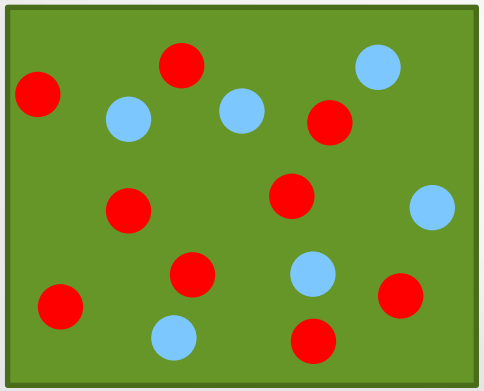
- RV buiten de kas = 80%, RV binnen in de kas = 40%
- Kan je ontvochtigen door te luchten?

Vochtmetingen

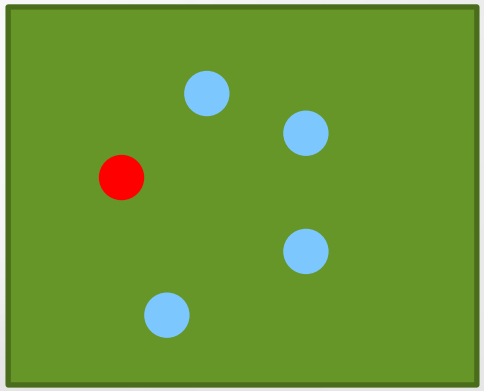
- RV buiten de kas = 80%, RV binnen in de kas = 40%
- Kan je ontvochtigen door te luchten?
- Ja, afhankelijk van de temperatuur bijvoorbeeld:
  - Buiten: T = 4°C, AV = 4 g/kg, VV = 5 g/kg
  - Binnen: T = 20°C, AV = 6 g/kg, VV = 15 g/kg

Vochtmetingen

Binnen 40% RV



Buiten 80% RV



Bij luchten zal warme kaslucht vervangen worden door buitenlucht. Met elke kg kaslucht gaat er 6 gram waterdamp naar buiten en komt er 4 gram naar binnen.

Vochtmetingen

- Effect van stoken op RV
  - Verschuiving naar rechts in diagram
  - DBT stijgt
- Effect van luchten op RV
  - Verschuiving naar links en onder in diagram
  - DBT daalt en AV daalt

Vochtmetingen

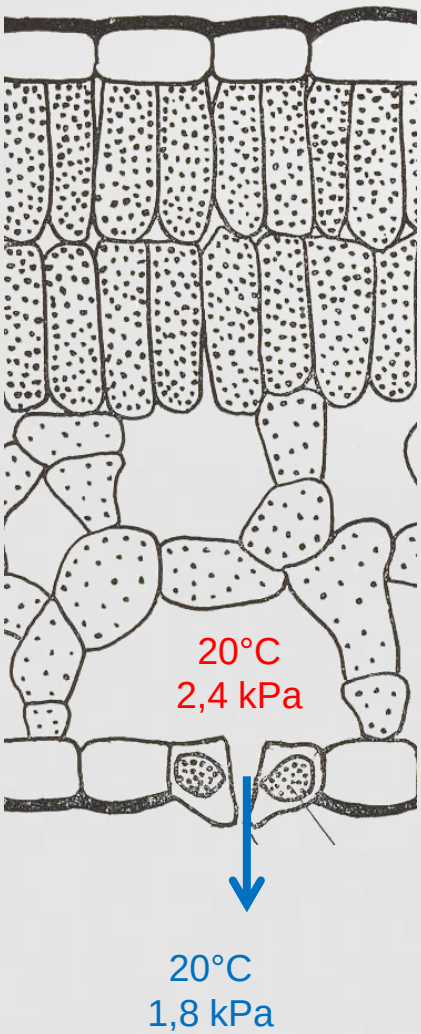
- Zomerse dag: T = 27°C, RV = 55%
  - AV = 12,3 g/kg, VV = 22,7 g/kg
  - Plant kan nog 10,4 g/kg toevoegen = veel verdamping (VD = 10,4)
- Stekserre: T = 20°C, RV = 98%
  - AV = 14,4 g/kg, VV = 14,7 g/kg
  - Plant kan maar 0,3 g/kg toevoegen = weinig waterafgifte (ideaal voor niet ontwikkeld wortelgestel) (VD = 0,3)
- Meer verdampen = VD> of RV<

Verdamping

Drie mogelijke situaties:

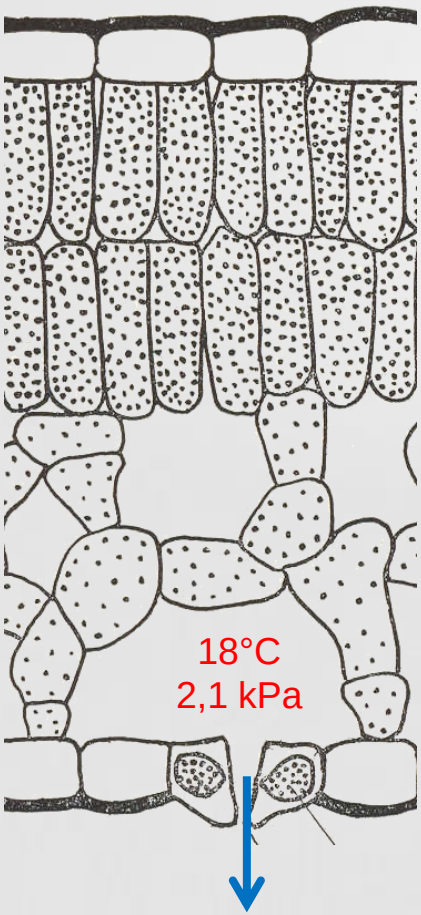
1. Planttemperatuur = luchttemperatuur
2. Planttemperatuur < luchttemperatuur
3. Planttemperatuur > luchttemperatuur

Planttemperatuur = luchttemperatuur



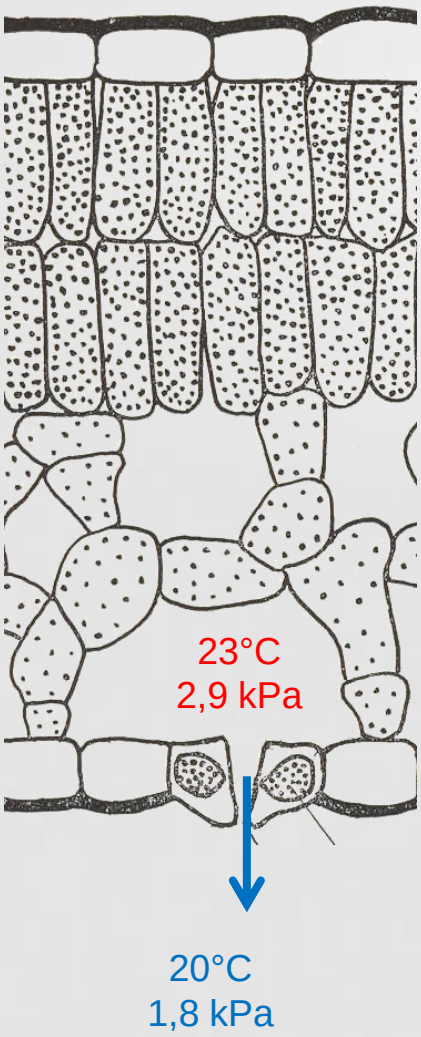
- Dampspanningsverschil = 0,6 kPa
- Weerstand huidmondje < 0,6 kPa dan is er verdamping
- Extra waterdamp in lucht kan afgevoerd worden via ramen
- Dan blijft verschil gelijk
- Plant blijft verdampen

Planttemperatuur < luchttemperatuur



- Verdamping is warmte nodig
- Donkere dag = weinig instraling
- Warmte komt van plant en kaslucht
- Dampspanningsverschil = 0,2 kPa
- Weerstand huidmondje < 0,2 kPa dan is er verdamping
- Klein verschil = weinig verdamping

Planttemperatuur > luchttemperatuur

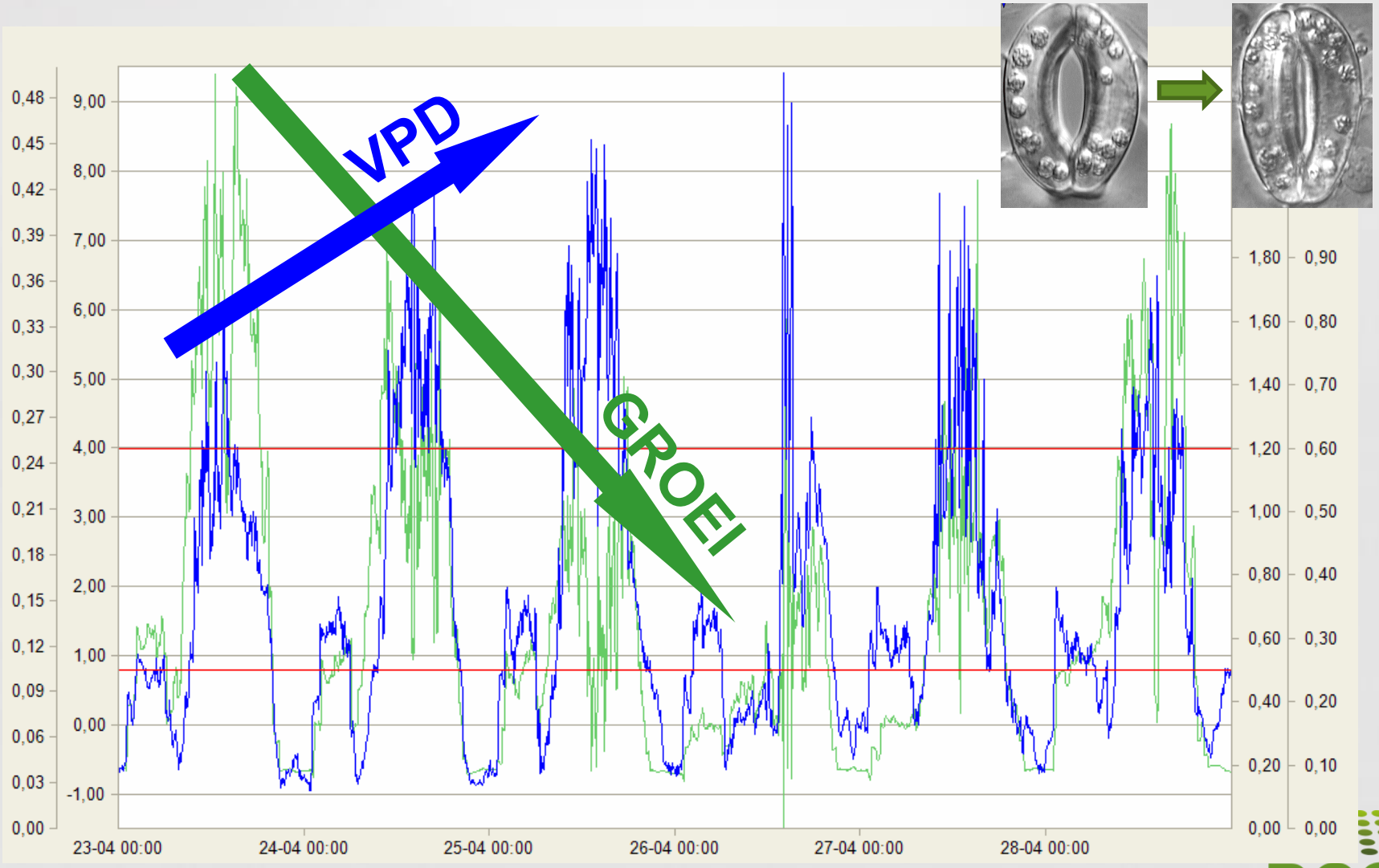


- Zonnige dag = stijging planttemperatuur
- Dampspanningsverschil stijgt naar 1,1 kPa
- Snellere verdamping om warmte af te voeren, rest verhoogt planttemp.

VPD (vochtdrukdeficit)

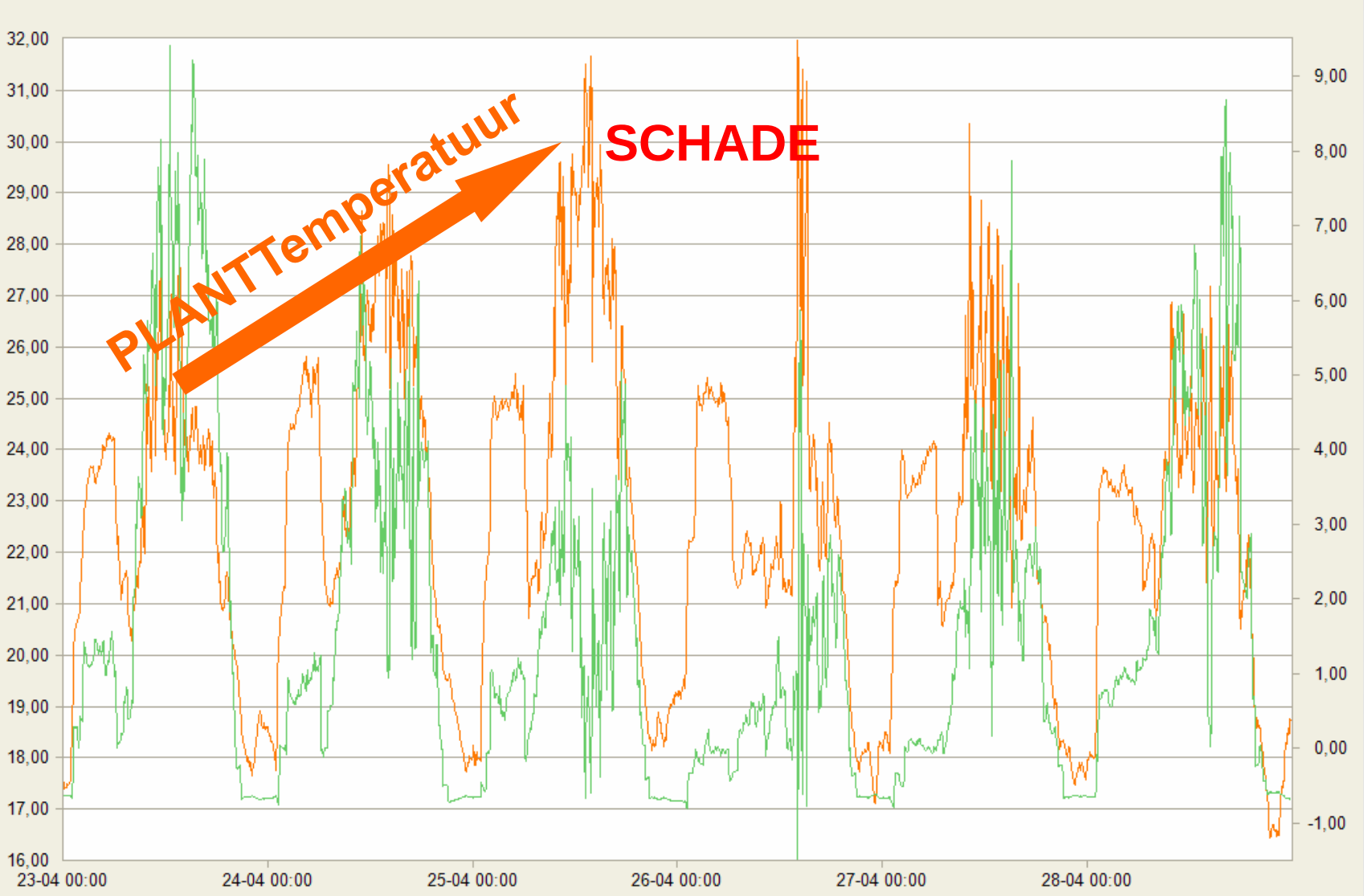
- Mate van verdamping (verdampen van water = koelingsvermogen plant) in kPa
- Op basis van plant- EN luchttemperatuur en luchtvochtigheid (dampspanning)
- Te hoge VPD = meer verdamping dan water opname
- Sluiten huidmondjes = minder CO_2-opname = minder groei
- Sluiten huidmondjes = minder transpiratie = hogere planttemperatuur

VPD (zonder extra watergift)



PCS

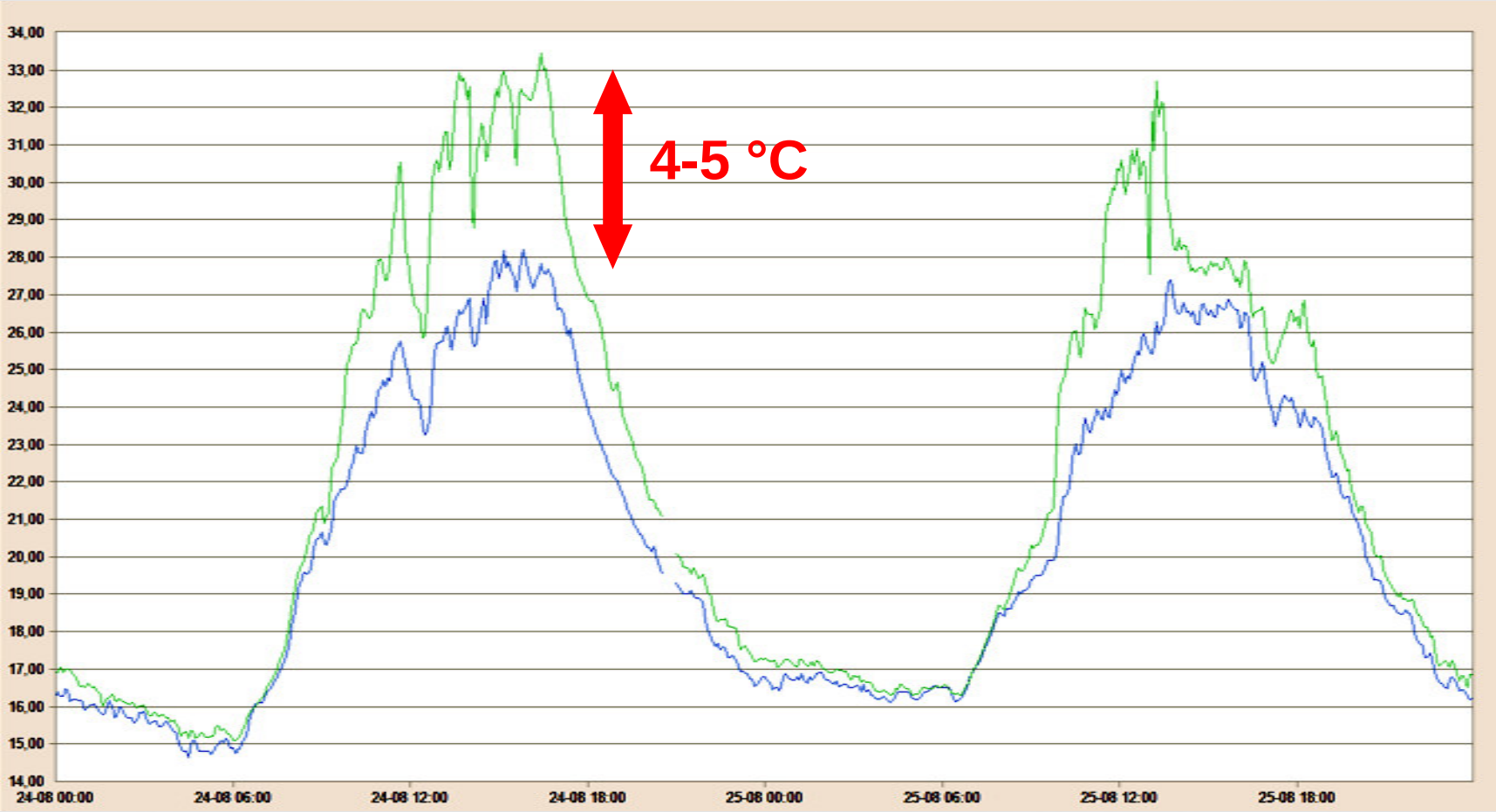
VPD


PLANTTemperatuur
SCHADE
32,00
31,00
30,00
29,00
28,00
27,00
26,00
25,00
24,00
23,00
22,00
21,00
20,00
19,00
18,00
17,00
16,00
9,00
8,00
7,00
6,00
5,00
4,00
3,00
2,00
1,00
0,00
-1,00
23-04 00:00
24-04 00:00
25-04 00:00
26-04 00:00
27-04 00:00
28-04 00:00

Planttemperatuur

- Belangrijke parameter conditie plant
- Infrarood sensor of thermokoppel
- Temperatuur enkel bij de plant van belang (meestal horizontale en verticale verschillen)
- Risico op condensatie kan bepaald worden (~temperatuurintegratie)
- Effect minimumbuis?
- Verschil reactiesnelheid meetbox t.o.v. plant

Planttemperatuur



SerreTemp.° BladTemp.°

PCS

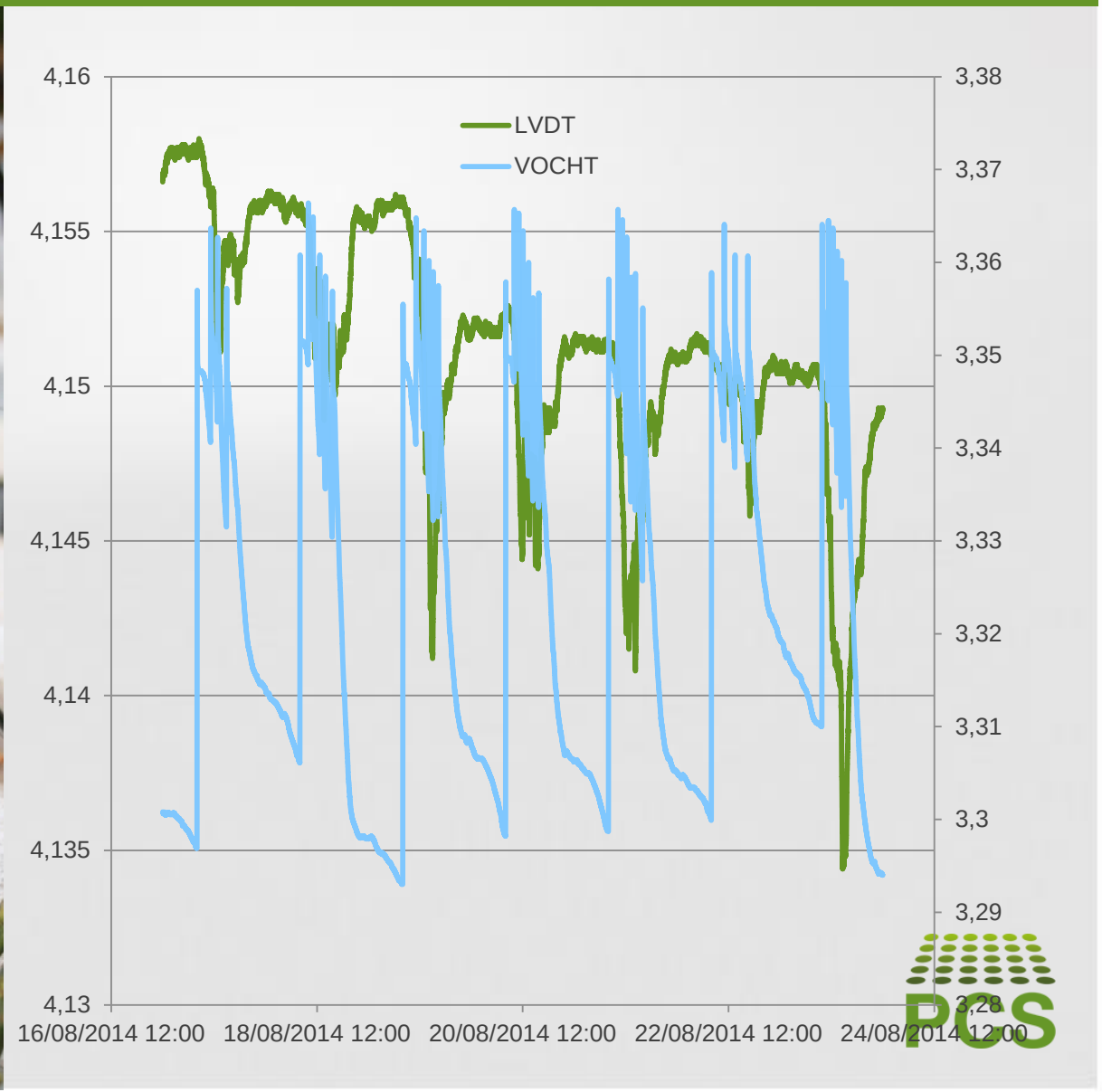
Planttemperatuur

- Zou standaardmeting moeten zijn MAAR
  - In de eerste plaats om te monitoren
  - Minder robuuste meting dan luchttemperatuur
    - Begin gewas = meting van bodem
    - Meting tussen gewas of gangpad
    - Nog steeds meetbox nodig (vochtregeling)
    - Snelle reactie = onrustige regeling

Plantsensor

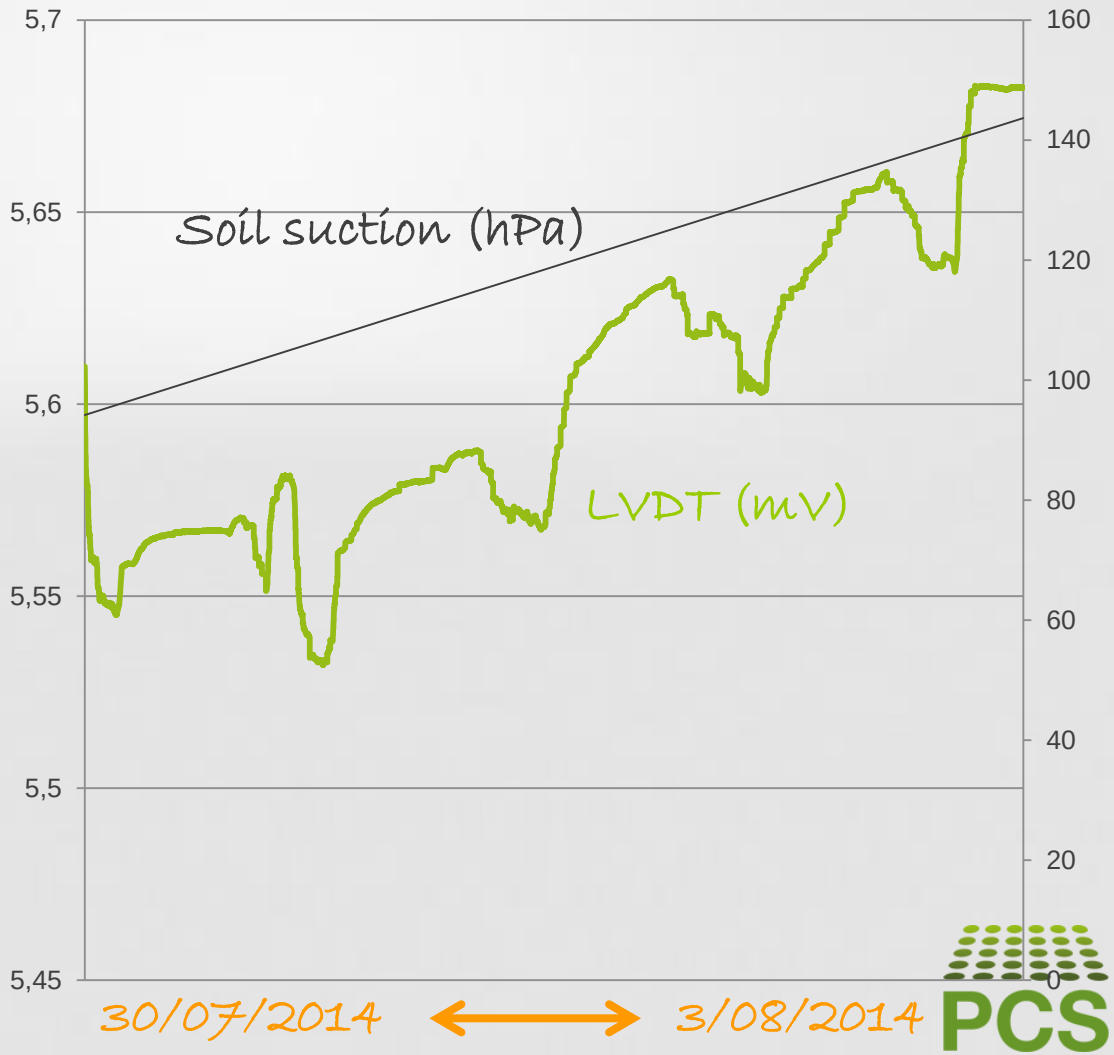
- Bekabeling?
- Wat bij bespuitingen en gewashandelingen?

Energie-efficiënte rozenteelt

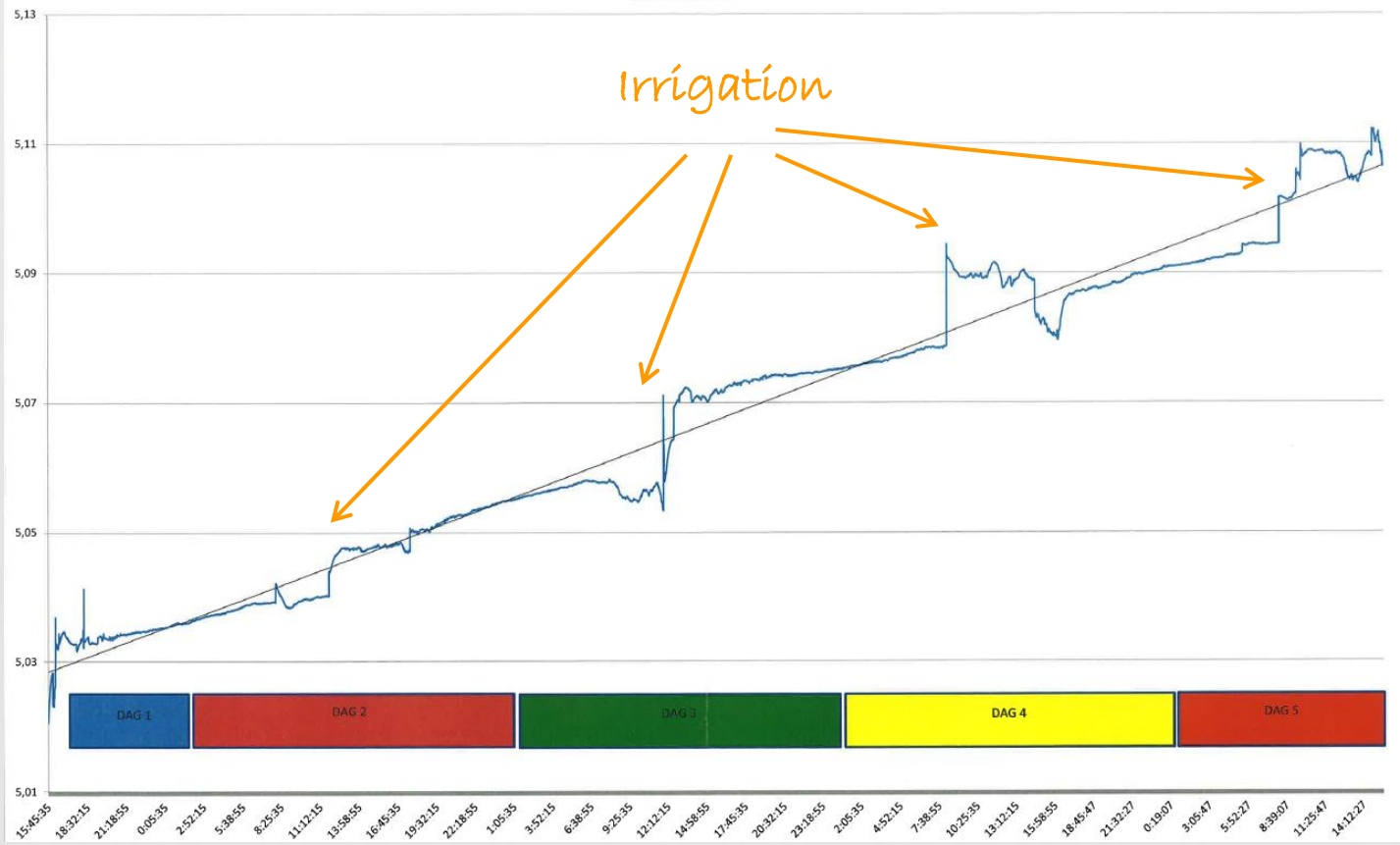


LVDT sensoren

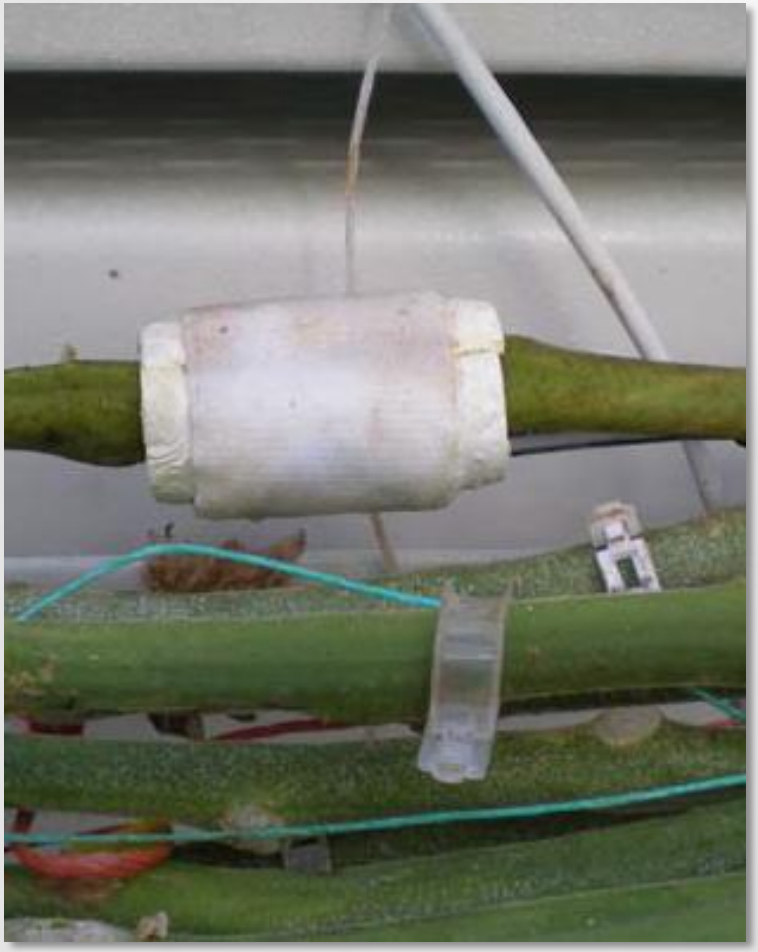
Monitoring groei

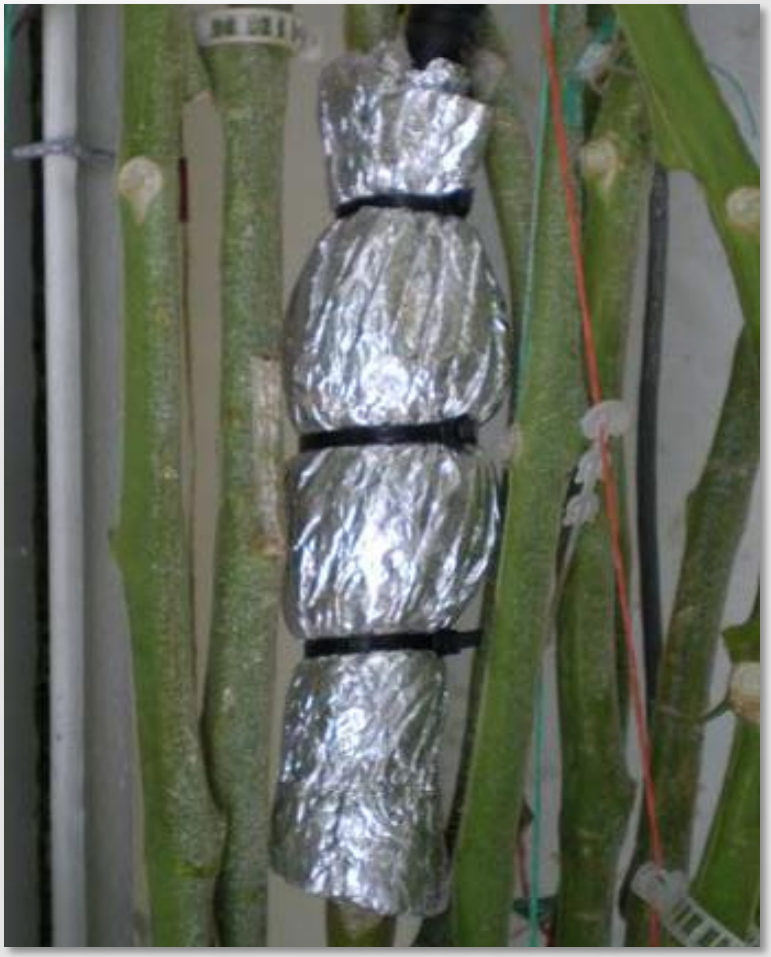


LVDT *Chrysanthemum*



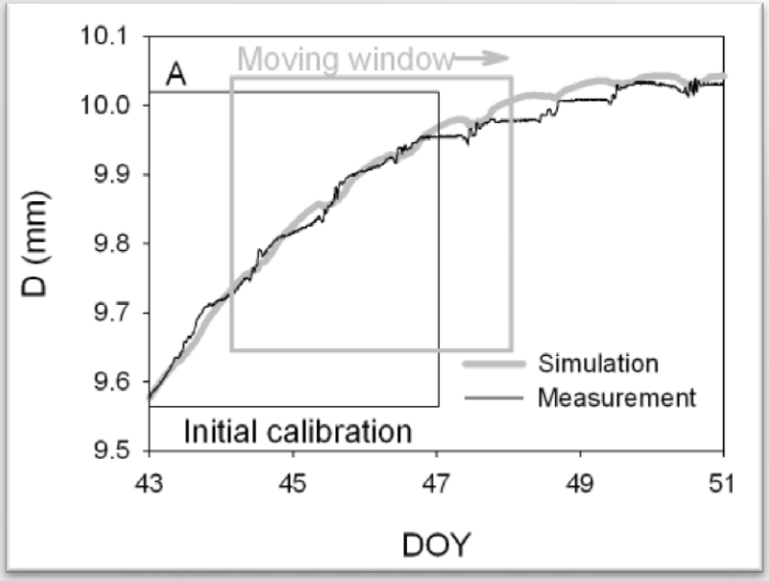
Wat met sapstroommetingen?



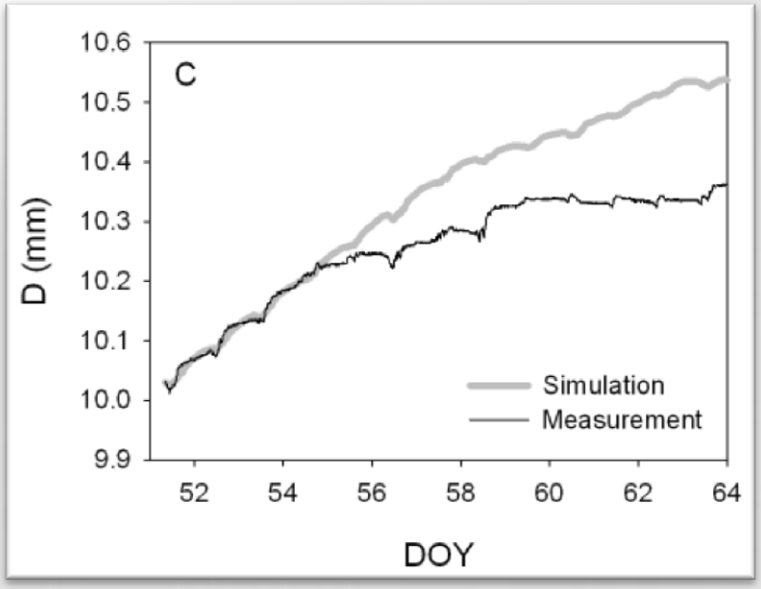


Plantsensoren en modellen

Controle plant



Stress plant



Conclusie

- Meten is weten: maar weet wat je meet
  - Juist meten belangrijker dan veel meten
  - Zorg voor degelijk onderhoud = kosteloos?

    (~ maand lang groeibuis 1 graad te vroeg inbrengen…)
- Geen klimaatregeling maar plantregeling
  - Plantsensoren of klimaatsensoren op plantniveau
- Juiste interpretatie van gegevens
- Investeringskost > realiteit?

Begin bij de essentie!

Heb je nog vragen?

E: bert.schamp@pcsierteelt.be

T: 09 353 94 84

Bezoek ook www.pcsierteelt.be

Volg jij het PCS al op LinkedIn?

proefcentrum-voor-sierteelt