

Demo robots en sensoren (EFRO INTEREST)

20/08/2026

Programma

- 13u00 Ontvangst
- 13u30 Demo IUNU
- 14u00 Demo Entomatic
- 14u45 Presentatie sensoren
 - Ionenstroomsensoren (Vivent)
 - Fotosynthesesensoren (Sendot)
 - Stomata camera's en nettostralingsmeters (Sigrow)
 - Substraatsensoren (Sigrow, Caramet)
 - Stamdikte- en sapstroomsensoren (Aranet)
 - Temperatuur-, RV- en CO2-sensoren (Aranet)
- 16u30 Hapje en drankje
- 16u45 Einde

Biosensoren – Vivent biosignals



Wat meten de Vivent biosensoren?

- Fysiologische activiteit
 - Elektrische signalen in de plant door beweging van ionen door celmembranen
 - Verandering in elektrische signalen:
 - Fotosynthese
 - Groeiprocessen
 - Veranderingen in plantontwikkeling (bv. overgang vegetatief naar generatief)
 - Stressreacties (bv. schade aan plant)
- ⇒ Negatieve en positieve plantactiviteit
- AI modellen om deze elektrische signalen te vertalen naar plantactiviteit, stressindicatoren, waterstatus, nutriëntenstatus ...

Hoe werkt de installatie?

- Sensor met scherm
- Elektroden
- Stekker (1,5m lang)



Hoe werkt de installatie?

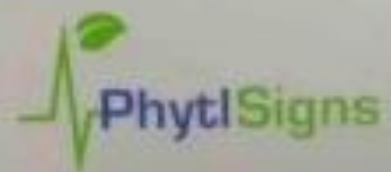
- Twee elektroden (naaldjes) per plant:
 - Referentie in stengel dicht bij wortels (ground)
 - Actieve elektrode 50cm hoger in stengel (leaf)
- Elastische tape voor bevestiging
- 8 planten per sensor (liefst verdeeld over verschillende matten)
- Lengte van de draden is 3m -> 6 meter



Hoe werkt de installatie?

- Wi-Fi nodig
- Stroom nodig
- Eénmalig installeren voor hele teeltseizoen (niet verplaatsen)





252f2d				
-26.1	676	788	-666	
mV	mV	uV	mV	
5.18	-8.21	-9.76	7.20	
mV	mV	mV	mV	

Device ID Recording status Data upload status Connectivity mode (access point, client) Network strength

Voltage values from channel 1

Voltage values from channel 5

252f2d				
-26.1	676	788	-666	
mV	mV	uV	mV	
5.18	-8.21	-9.76	7.20	
mV	mV	mV	mV	

VPN connection status

Voltage values from channel 4

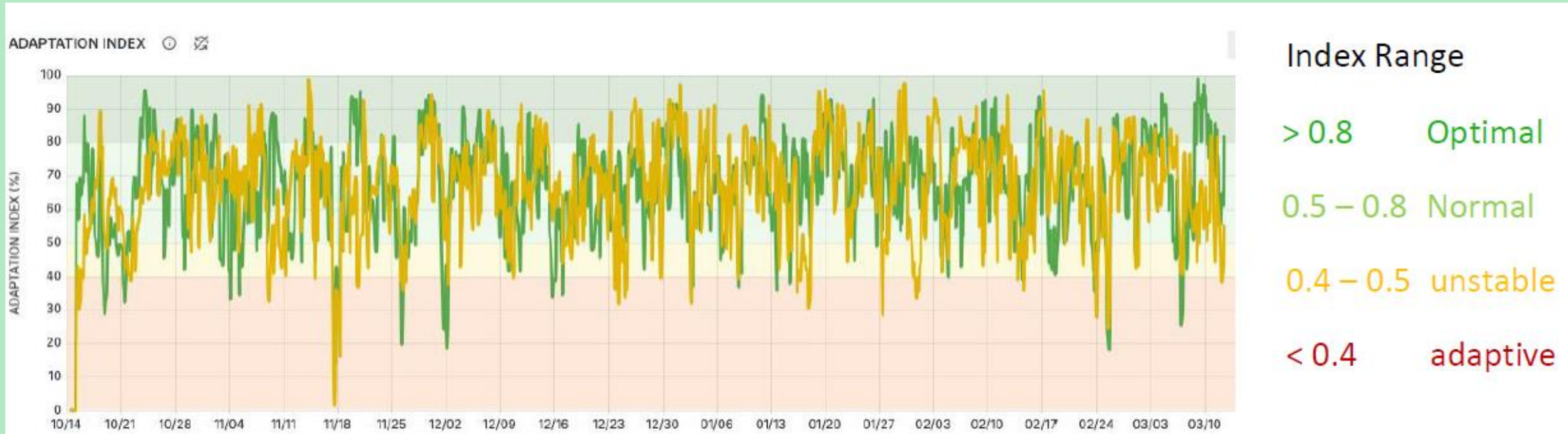
Voltage values from channel 8

Wat zie je op het platform?

- Adaptatie index
- Waterstatus
- Nutriëntenstatus
 - Stikstof
 - Kalium
 - Fosfor
 - Calcium
 - Mangaan
 - Ijzer
- Plantactiviteit
- Controle: kwaliteitscheck van ruwe signalen, vlakke signalen, outliers, wifi signaal

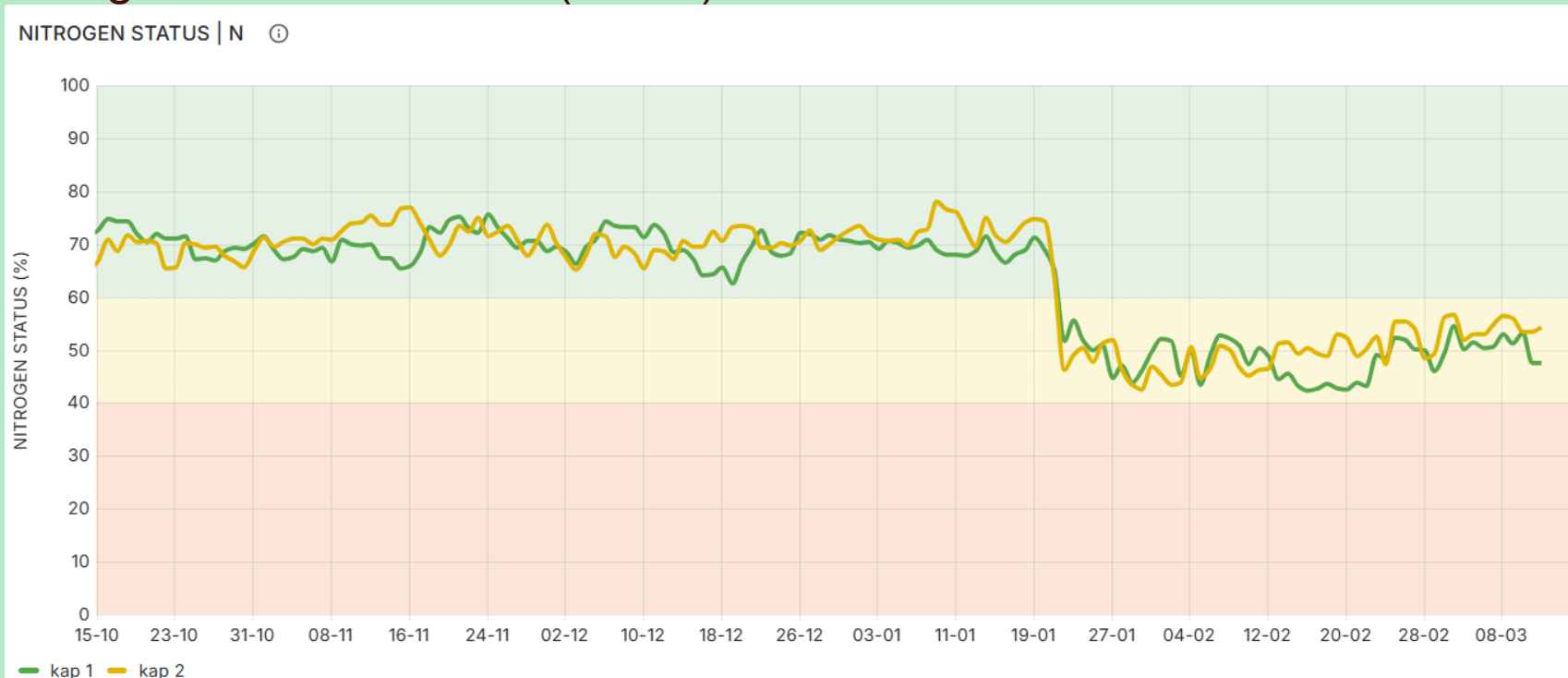
Adaptatie-index

- Hoe stabiel is ritme van de plant?
 - 100% ritme van de plant is heel stabiel en heeft niet veel energie nodig om aan te passen
 - <40% ritme is onstabiel; de plant heeft veel energie nodig om aan te passen -> actie vereist
- Adaptatie van plant aan omgeving; indicatie van stabiliteit en balans van de plant
- Goede indicator om respons op klimaat te evalueren (maar complex over lange periodes)



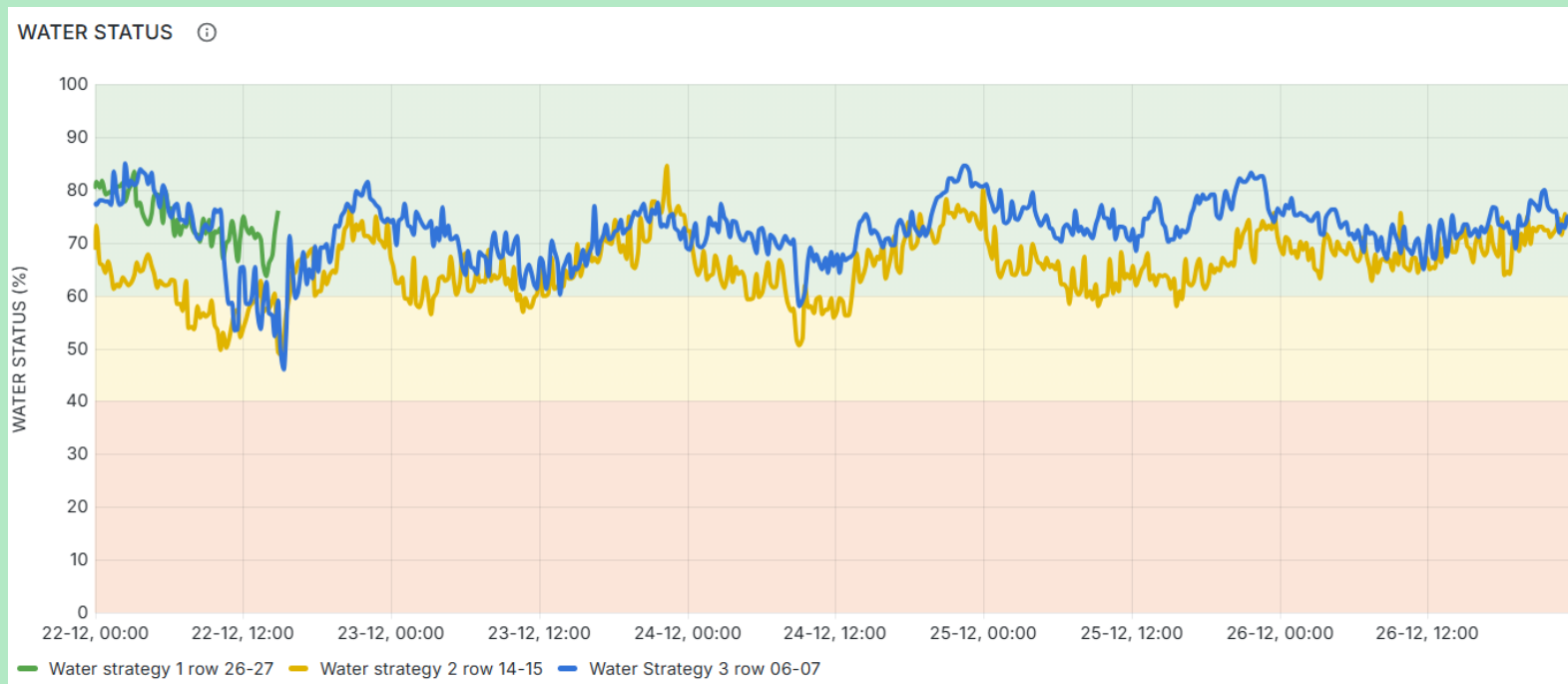
Nutriëntenstatus

- Geeft kans op tekort bij planten aan
- Index tussen 50 en 100% is optimaal
- Meerdere dagen in gele zone (~50%) zullen waarschijnlijk tot problemen leiden en moeten bij voorkeur vermeden worden
- Dagen in de rode zone (<40%) moeten vermeden worden



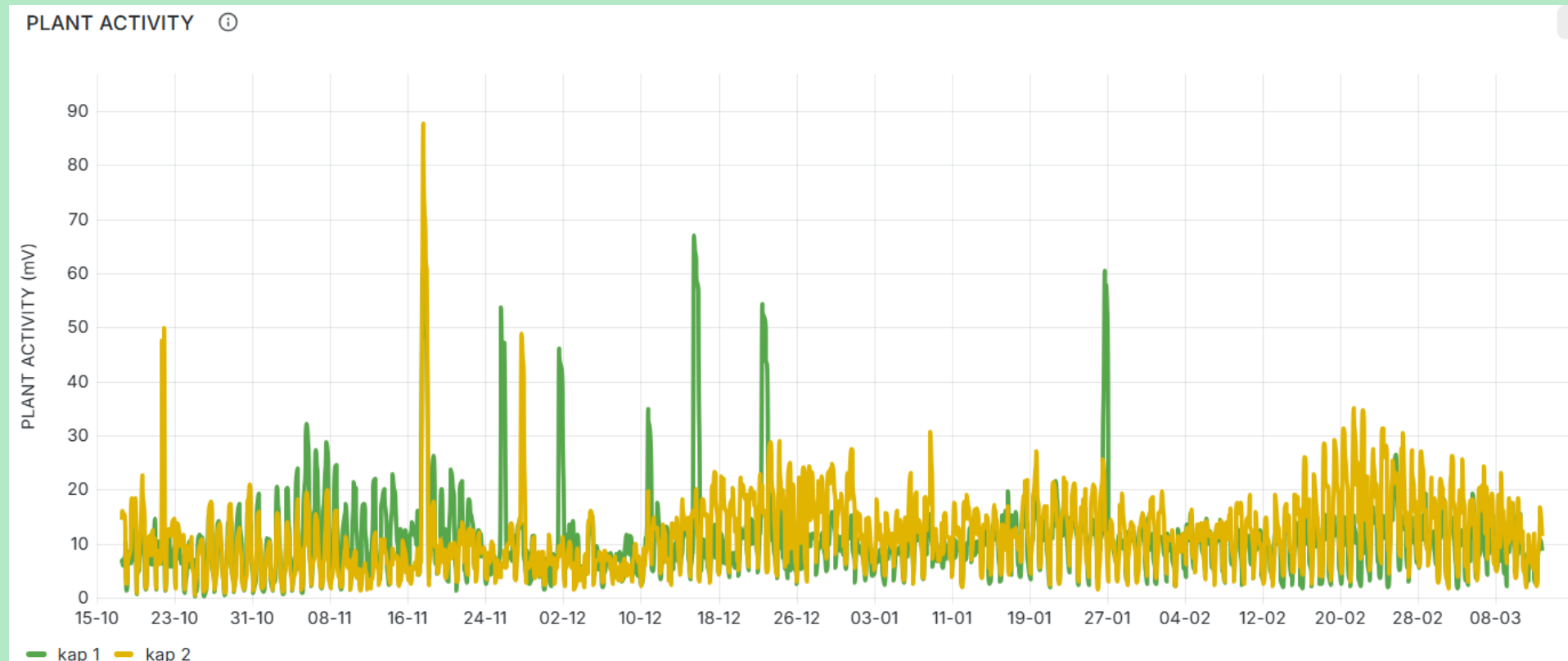
Waterstatus

- Geeft kans op droogtestress in de plant weer
- Index tussen 50-100% is optimaal
- Daalt tijdens de dag, maar zou niet onder 40% mogen gaan
- <40% wijst op mogelijke waterstress
- Neerwaartse trend over verschillende dagen kan wijzen op verzwakking van de wortels



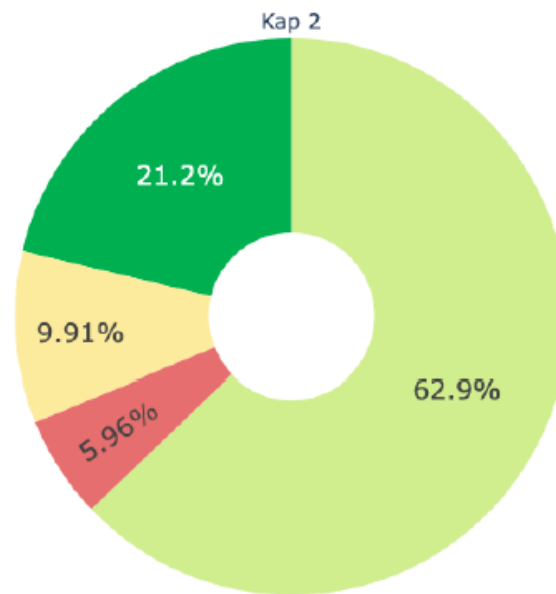
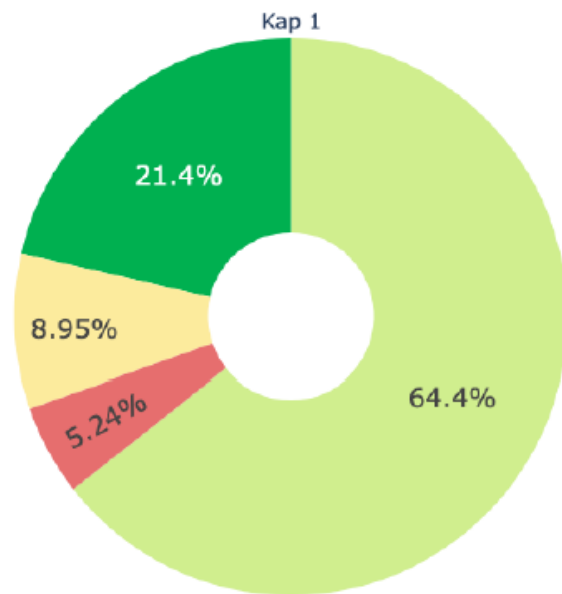
Plantactiviteit

- Geeft weer hoe plant reageert op licht en temperatuur
- Stijgt tijdens de dag en daalt in de avond
- Zou moeten correleren met licht en temperatuur



Voorbeeld belichting paprika 2026

- Gelijke verdeling van tijd die planten spenderen in de verschillende categorieën van de adaptatie index voor spectrum 1 en 2



Index Range

> 0.8 Optimal

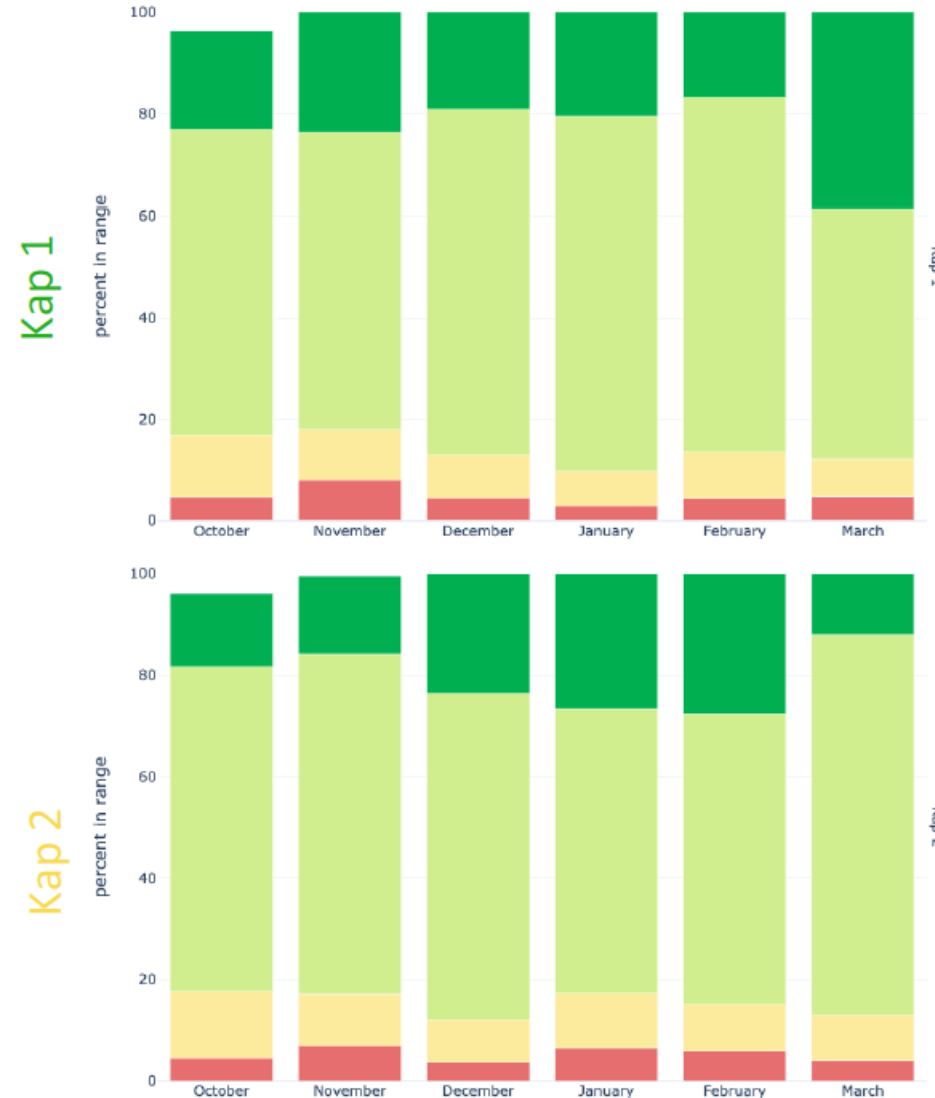
0.5 – 0.8 Normal

0.4 – 0.5 unstable

< 0.4 adaptive

Voorbeeld belichting paprika 2026

- Meer variatie in spectrum 2
- December-februari (maximale belichting): spectrum 2 groter deel van de tijd in optimale range
- In november meeste tijd in adaptieve range



Index Range

> 0.8 Optimal

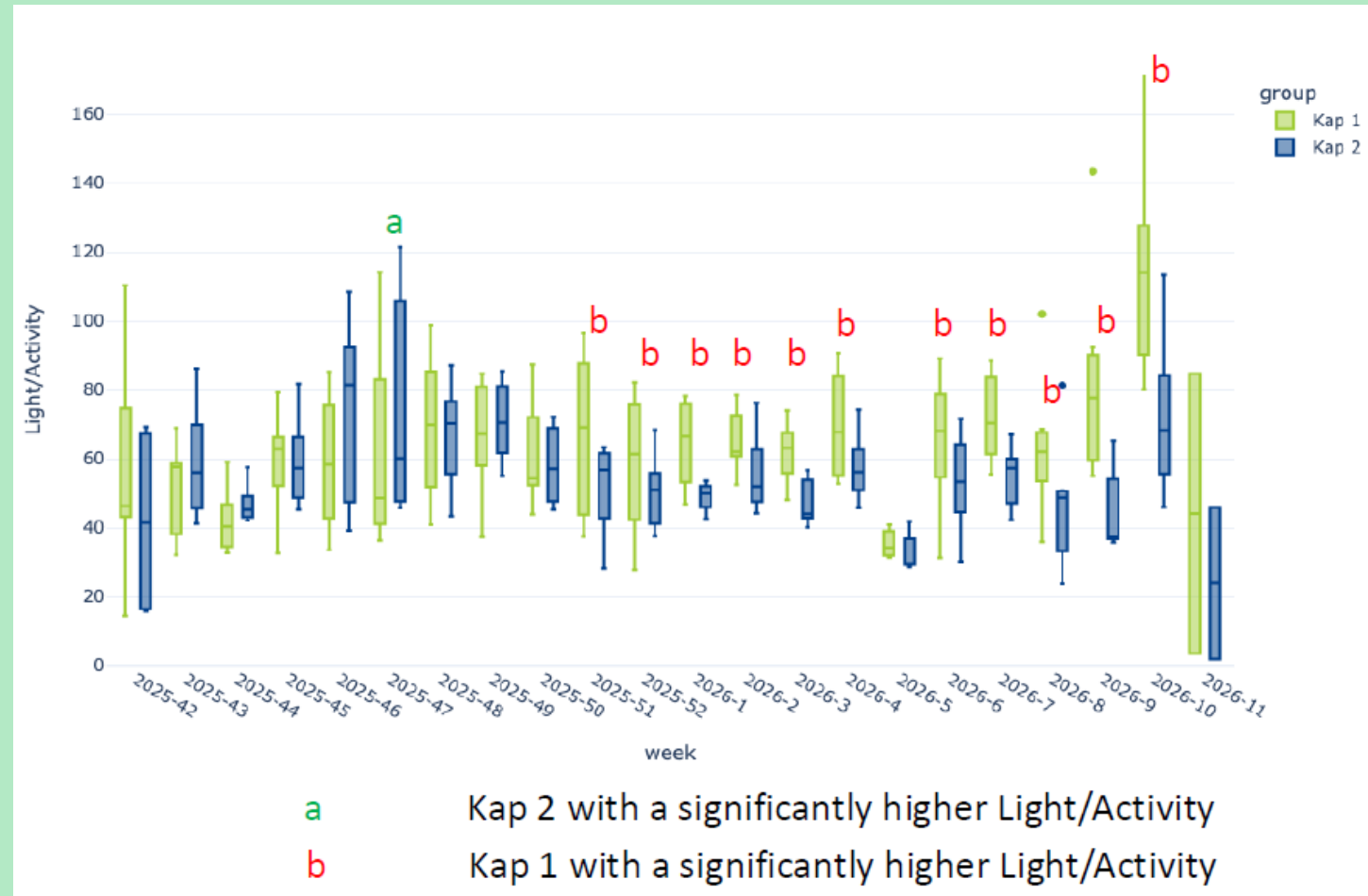
0.5 – 0.8 Normal

0.4 – 0.5 unstable

< 0.4 adaptive

Voorbeeld belichting paprika 2026

- Berekening verhouding licht/activiteit
- Vanaf januari hogere licht/activiteit voor spectrum 1: lagere activiteit bij zelfde lichtniveau



Voordelen

- Eénmalige installatie
- Overzichtelijk dashboard
- Duidelijke classificatie met kleuren
- Vroegtijdige detectie van stress mogelijk

Nadelen

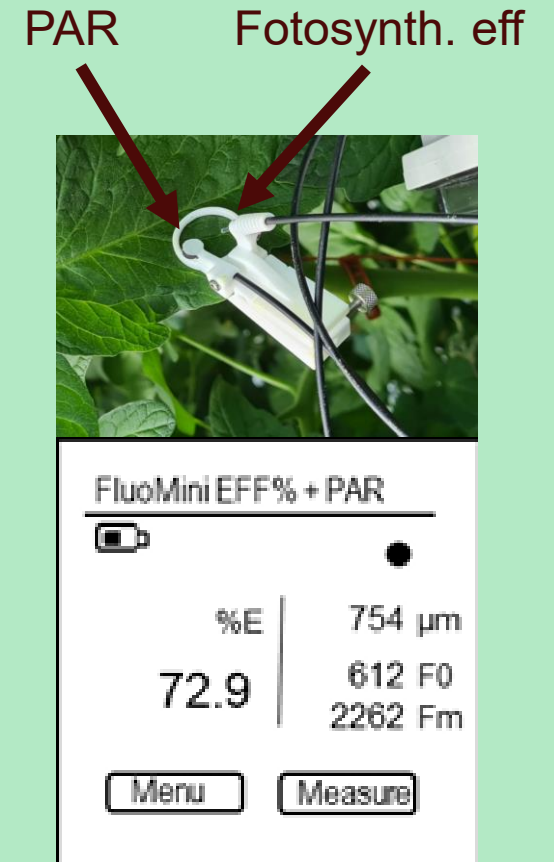
- Draden gevoelig voor doorknippen tijdens teelthandelingen
- Verbindingsproblemen
- Absolute waarden niet altijd goede indicatie (bv. nutriënten)
- Complexe interpretatie voor trends over teeltseizoen
- Black box

Fotosynthese (Sendot)



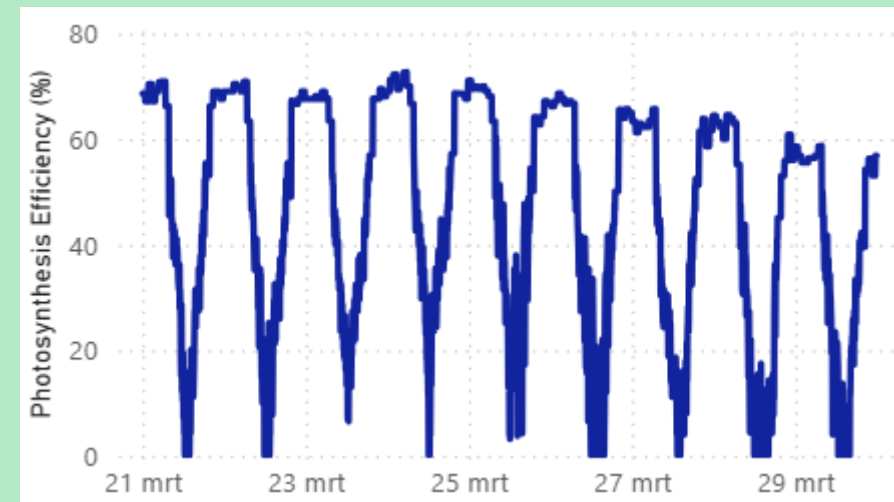
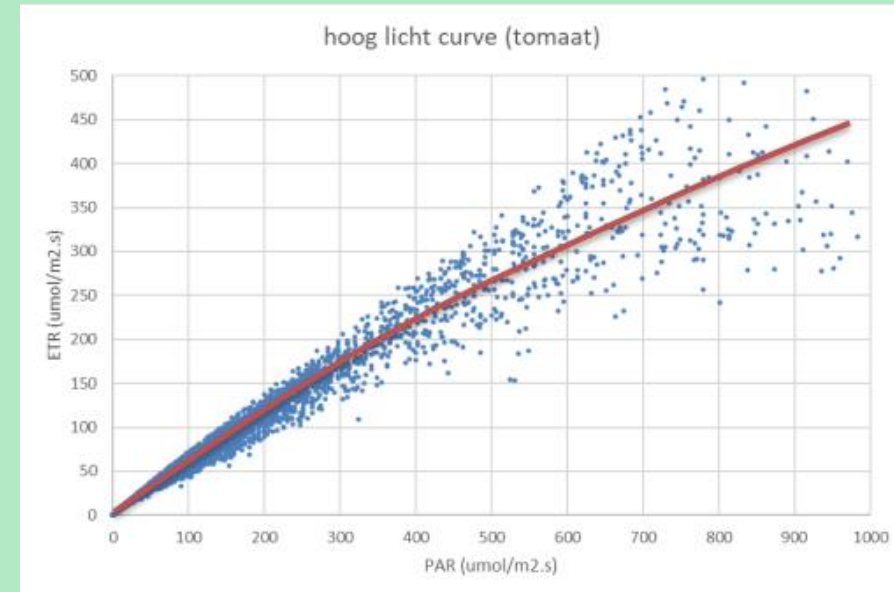
Wat meten de Sendot sensoren?

- De sensoren meten:
 - PAR (Photosynthetically active radiation)
 - Fotosynthese efficiëntie (Eff):
 - Meet de fluorescentie van chlorofyl
 - voor (F_0) en na een puls (F_{max}) van blauw licht
- Interpretatie van resultaten:
 - Fotosynthese efficiëntie is optimaal in donker: 84%
 - Verlaagt bij hogere lichtintensiteit



Nut van fotosynthese sensoren

- Algemene idee van totale fotosynthese van blad
 - $ETR = 0,42 * PAR * Eff$
→ maatstaf voor aantal gegenereerde elektronen per m² per seconde
- Indicaties van stress opvolgen
 - Bij stress daalt de Eff sneller bij hogere PAR
 - Bij stress geraakt de Eff niet terug tot zijn oorspronkelijke waarde (ideaal 84%)
- Praktisch nut:
 - Klimaat/belichting optimaliseren



Installatie

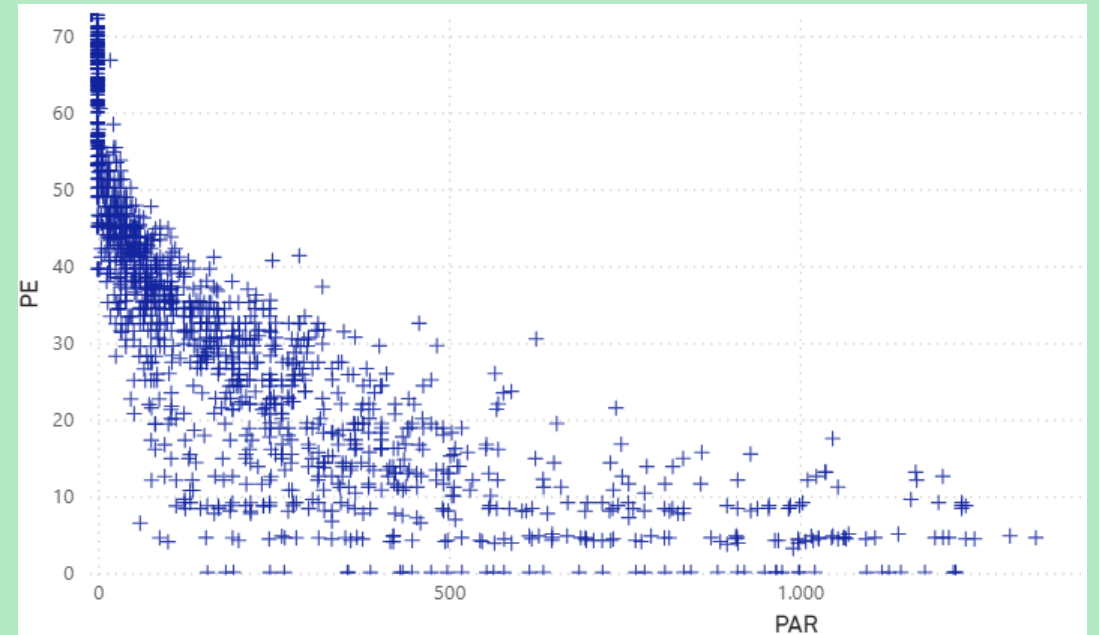
- Voor continue monitoring:
 - Via Aranet (via dongle) of eigen platform
 - Stroom + wifi nodig
 - Plaatsing clips:
 - Horizontaal (dichtbij kop)
 - Wekelijks verhangen (blad wordt 'moe')
 - Aandachtspunten:
 - Kabels mogen niet te hard buigen/knikken
 - Efficiëntie op voorhand nakijken
- Ook optie voor handheld model



Installatie

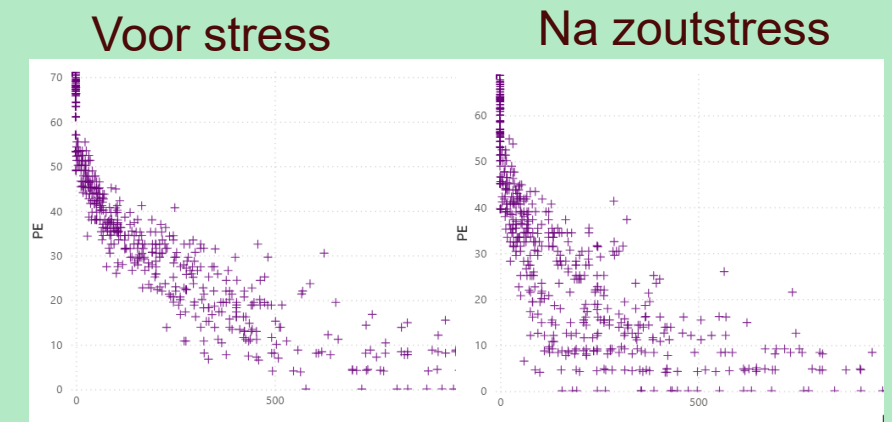
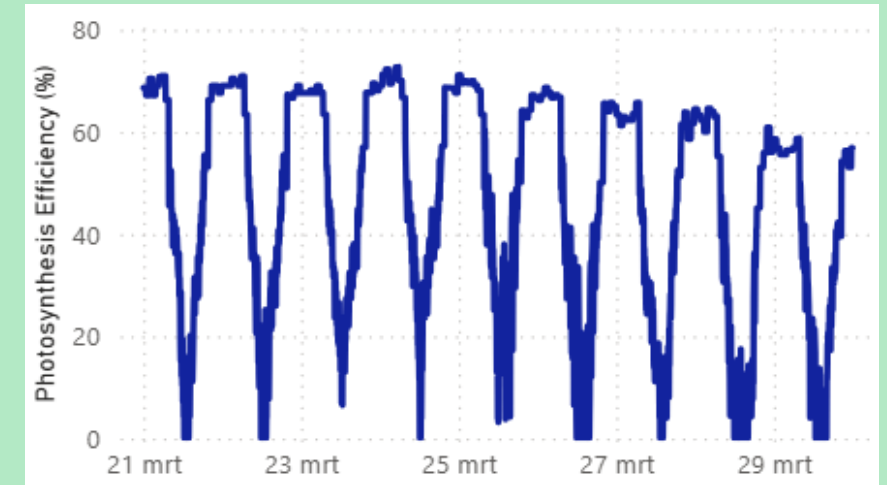
Via Aranet:

- Waarden:
 - Komen binnen in mA
 - Kunnen opgezet worden in:
 - $\text{Eff} = 6,25 \times - 25$
 - $\text{PAR} = 156,25 \times - 625$
- Om correlatie PAR-Eff te bekijken:
 - Extra analyses nodig
 - bv. via PowerBi



Ervaringen PCH

- Reeds gebruikt in aardbei, tomaat en paprika
- Positieve ervaringen:
 - Stress kon in aardbei gedetecteerd worden
 - Door verlaagde nacht efficiëntie
 - En snellere afname efficiëntie overdag
- Negatieve ervaringen:
 - Waarden sterk afhankelijk van blad(stand)
 - Installatie en kalibratie gebeurde moeizaam
 - Onpraktisch onderhoud: wekelijks verhangen + oppassen voor spuiten



Planttemperatuur,
nettostraling en
stomatale opening
(Sigrow)



Wat meten de sensoren?

- Stomata camera
 - Thermale beelden
 - RGB beelden
- Netto straling
 - Eén waarde
 - Stralingsbalans
 - Nachtelijk verlies
- Air (Pro)+
 - Temperatuur
 - Luchtvochtigheid
 - PAR



HARVESTIS

Wat meten de sensoren?

- Berekende waarde
 - VPD
 - Droge bol en dauwpunttemperatuur
 - Absolute vochtigheid
 - Stomatale opening
 - Transpiratie



HARVESTIS

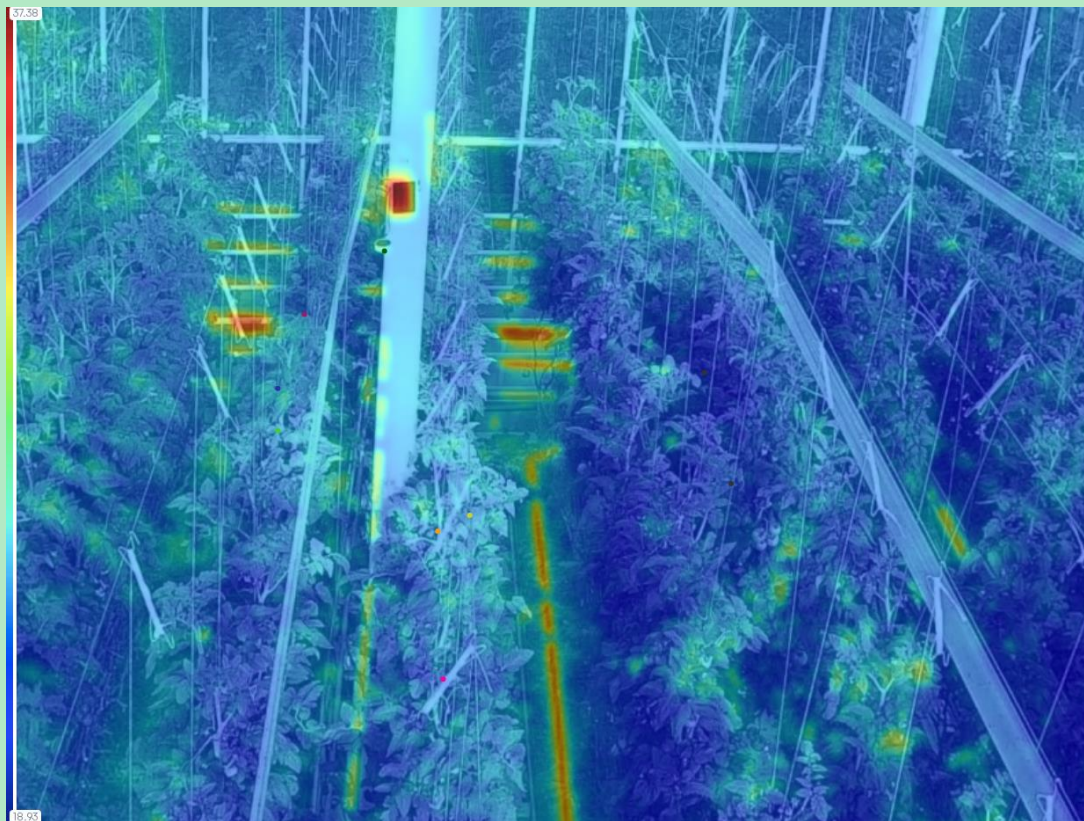
Installatie & Connectiviteit

- Stomata camera
 - Netstroom
 - Ethernet
- Netto straling
 - Draadloos
 - Zonnepaneel
 - Central stations (CNv5)
- Air (Pro)+
 - Draadloos
 - Zonnepaneel
 - Central stations (CNv5)



HARVESTIS

Stomata camera



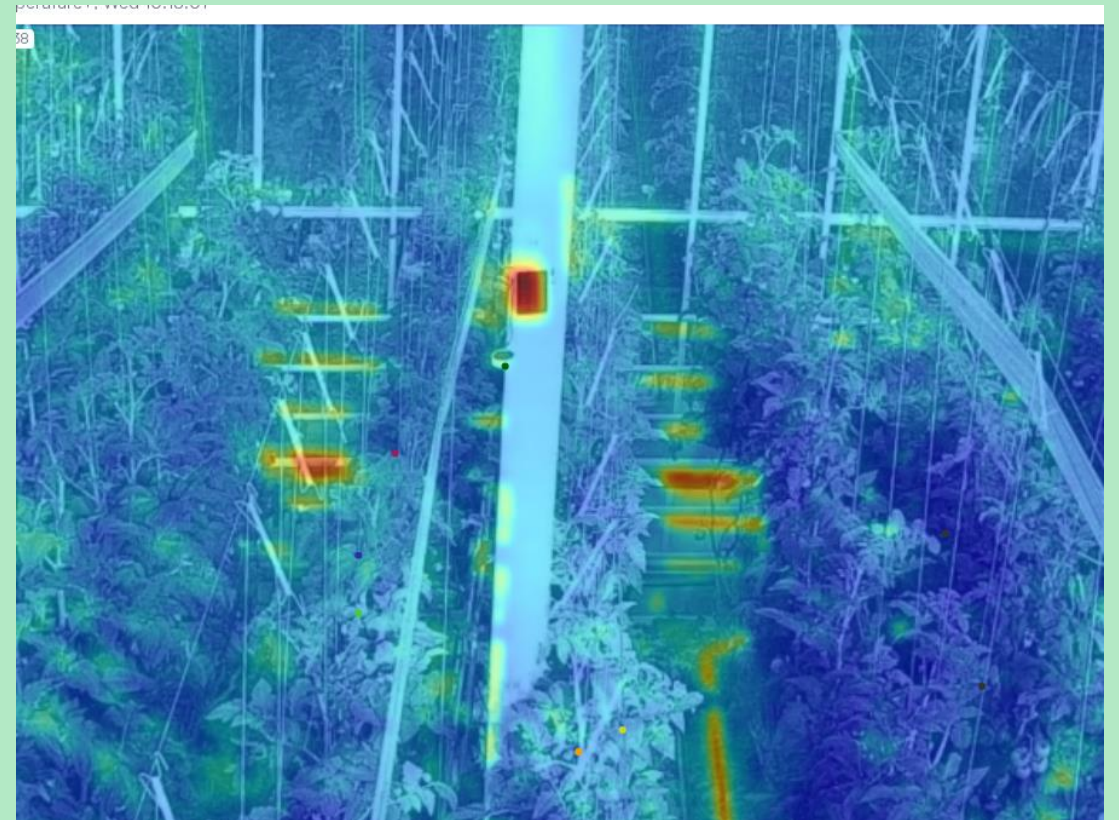
Opstart

- Kalibratiepuck in beeld



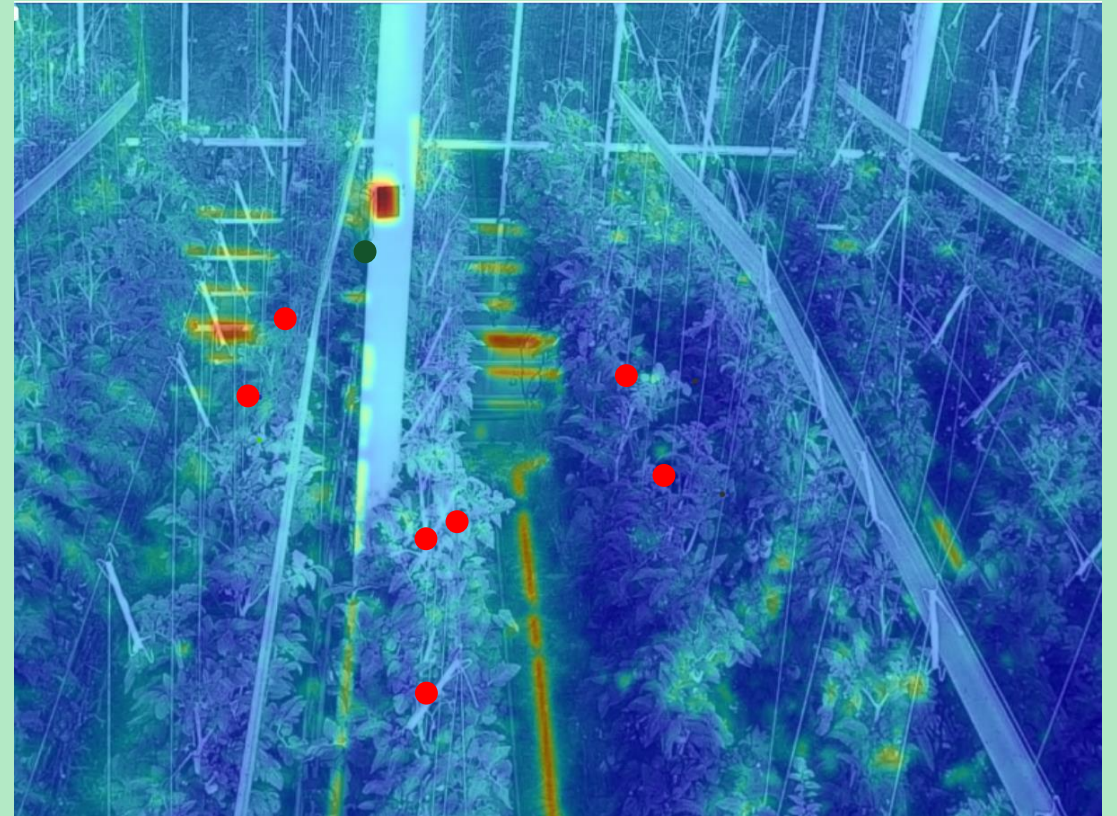
Opstart

- Kalibratiepuck in beeld
- Beeld uitlijnen door Sigrow



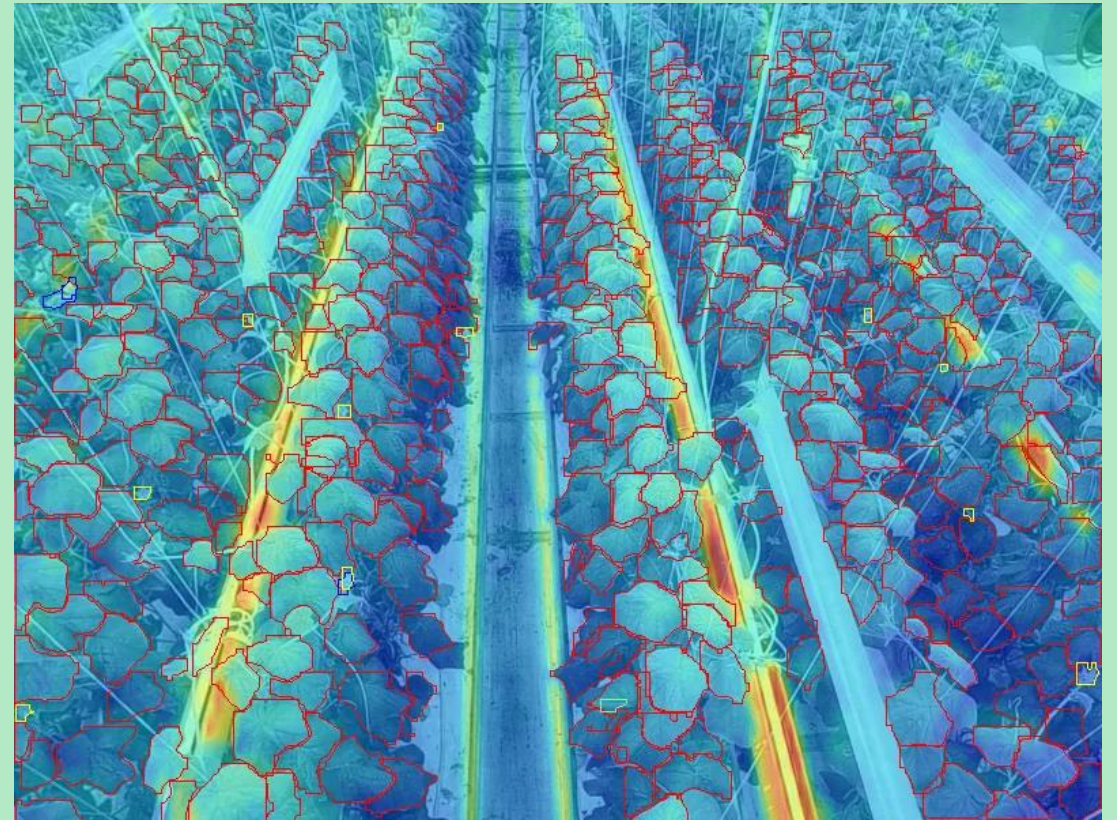
Opstart

- Kalibratiepuck in beeld
- Beeld uitlijnen door Sigrow
- Meetpunten plaatsen



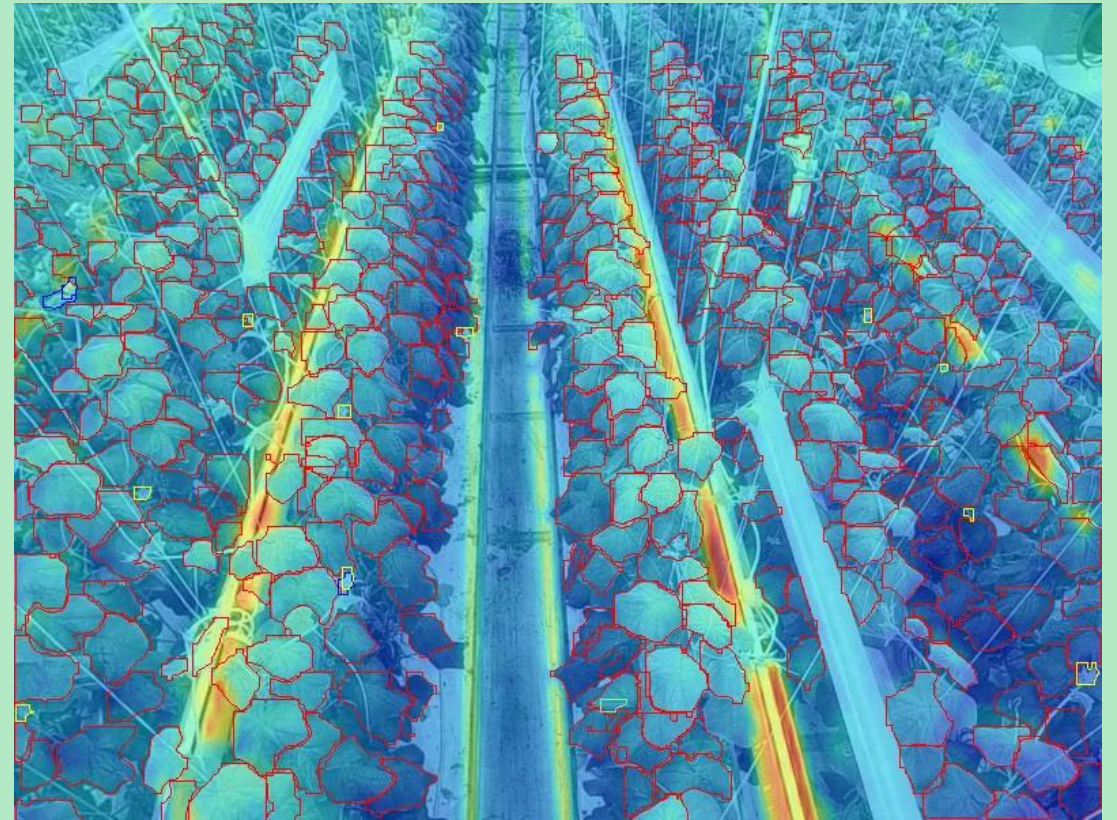
Opstart

- Kalibratiepuck in beeld
- Beeld uitlijnen door Sigrow
- Meetpunten plaatsen
 - Of automatische herkenning



Automatische herkenning

- Nauwkeurige herkenning
 - Bladeren
 - Bloemen
 - Vruchten
- Output gemiddelde, minimum, maximum



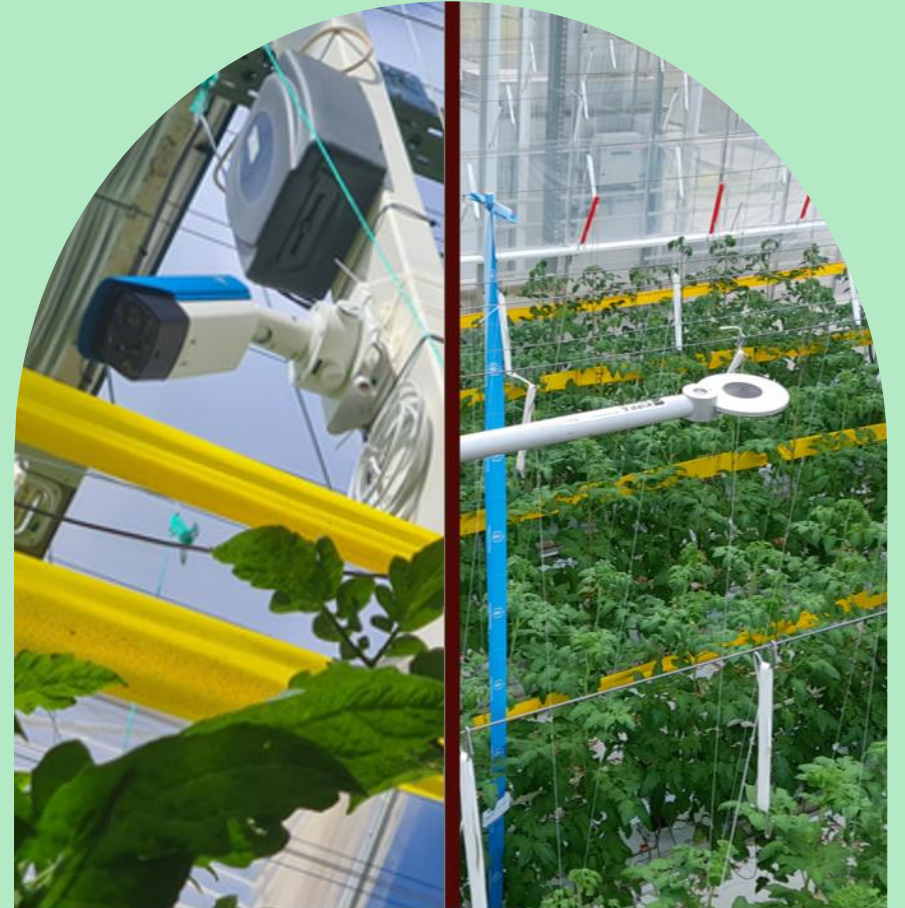
Nettostraling

- Eén waarde
- Balans inkomende en uitgaande straling (Zonlicht en warmte)

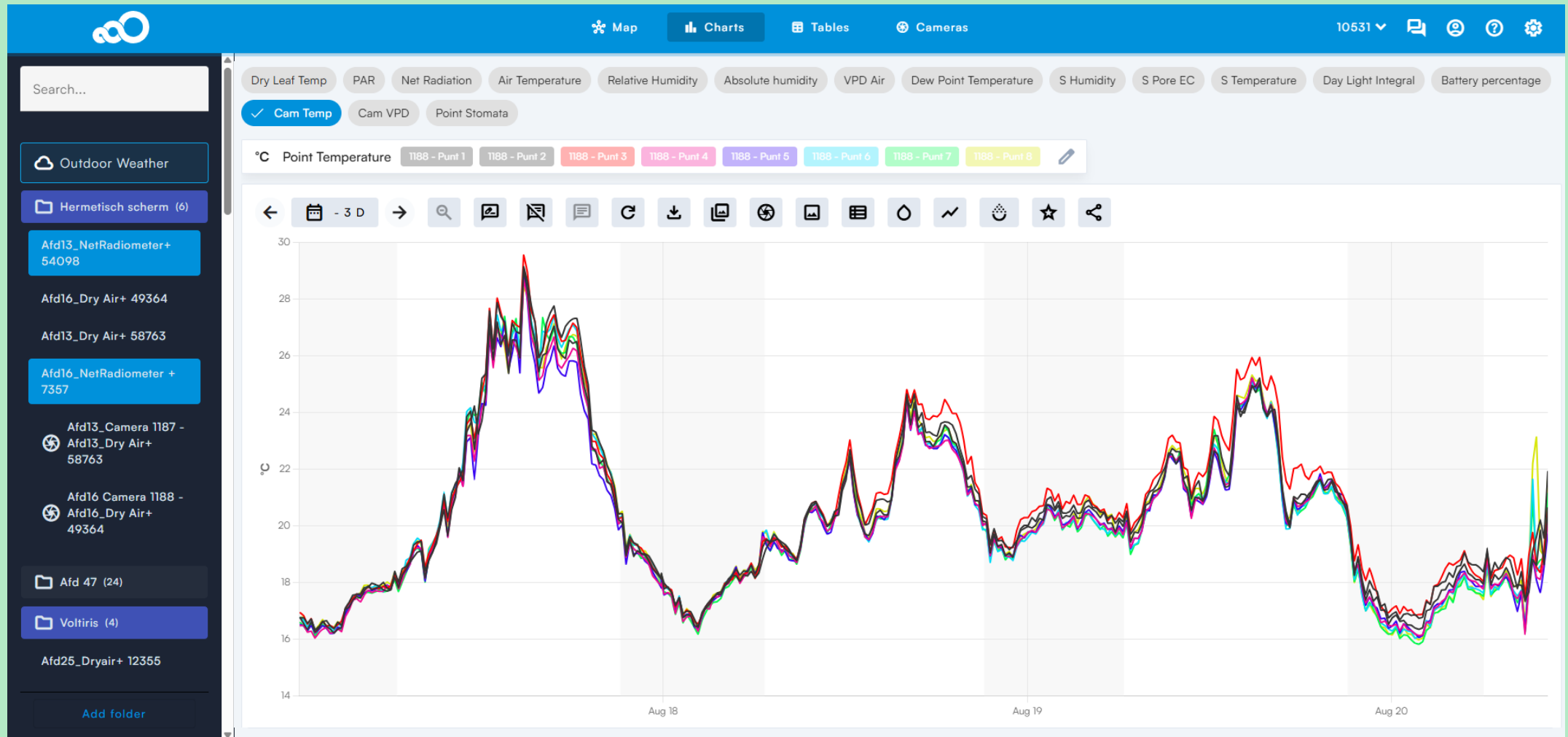


Transpiratieberekening

- Input
 - Thermale beelden
 - Automatische herkenning!!!
 - Klimaatparameters
 - Netto straling
- Eerste fase



Dashboard



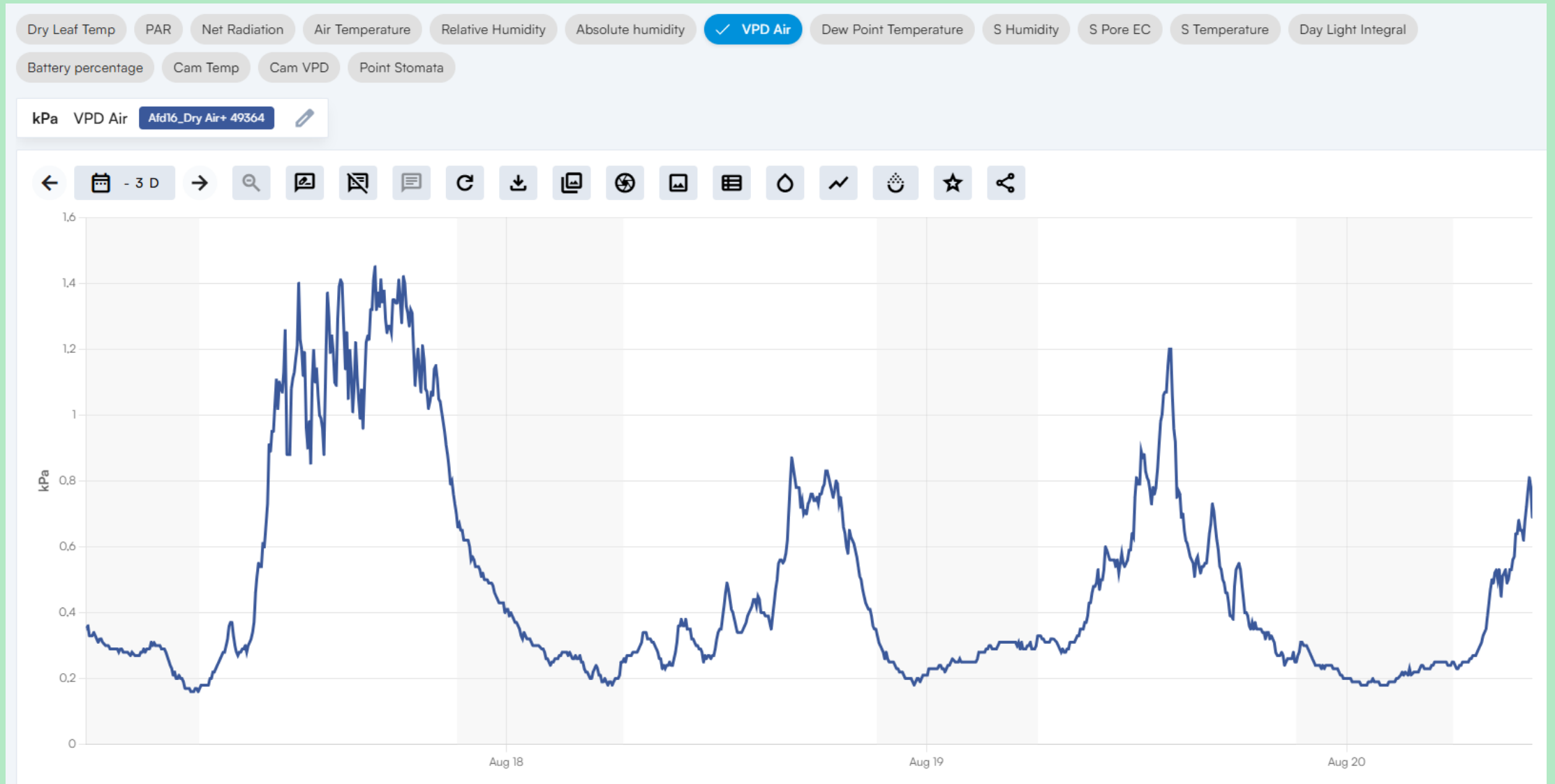
Bladtemperatuur



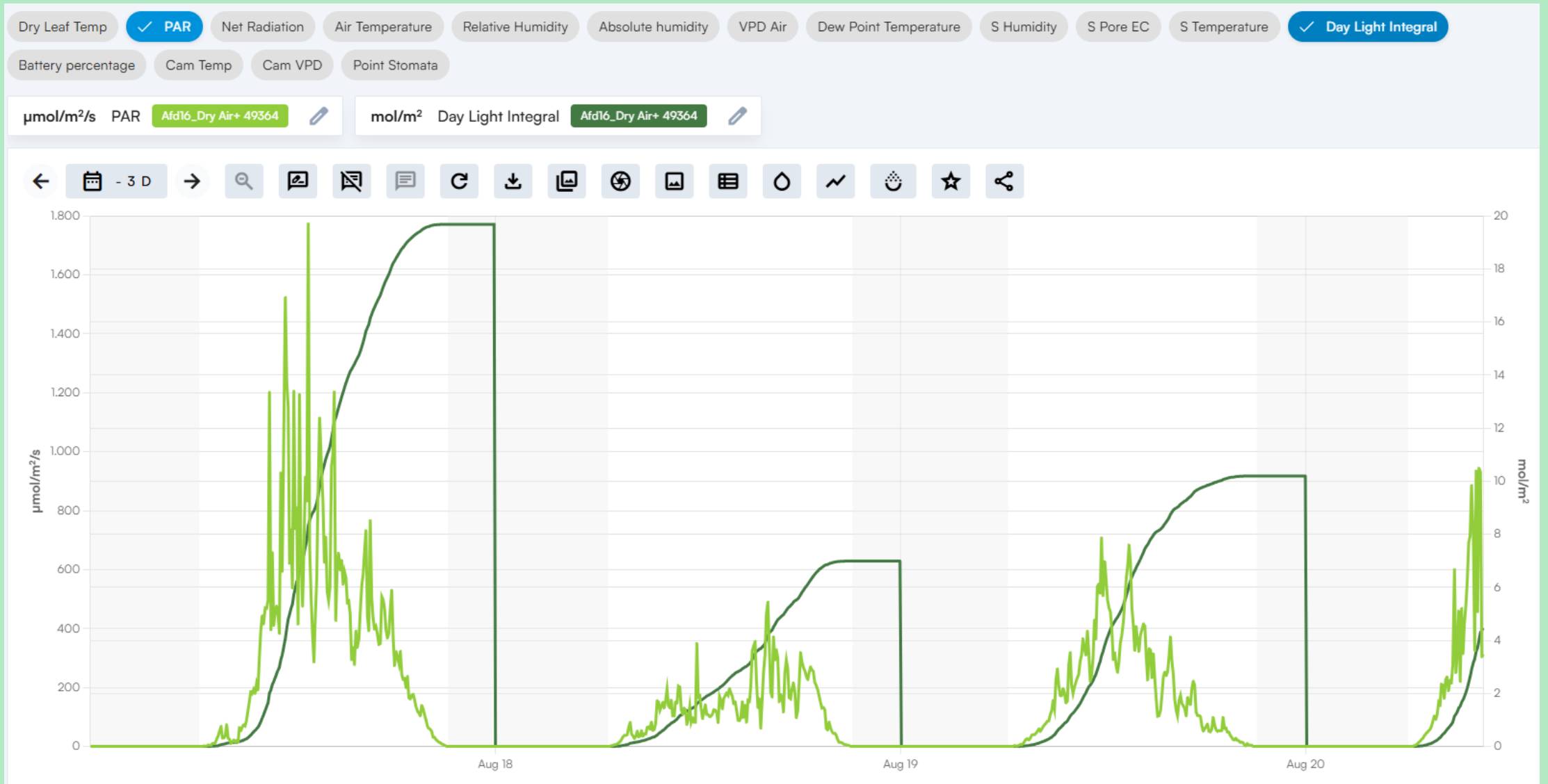
VPD- blad



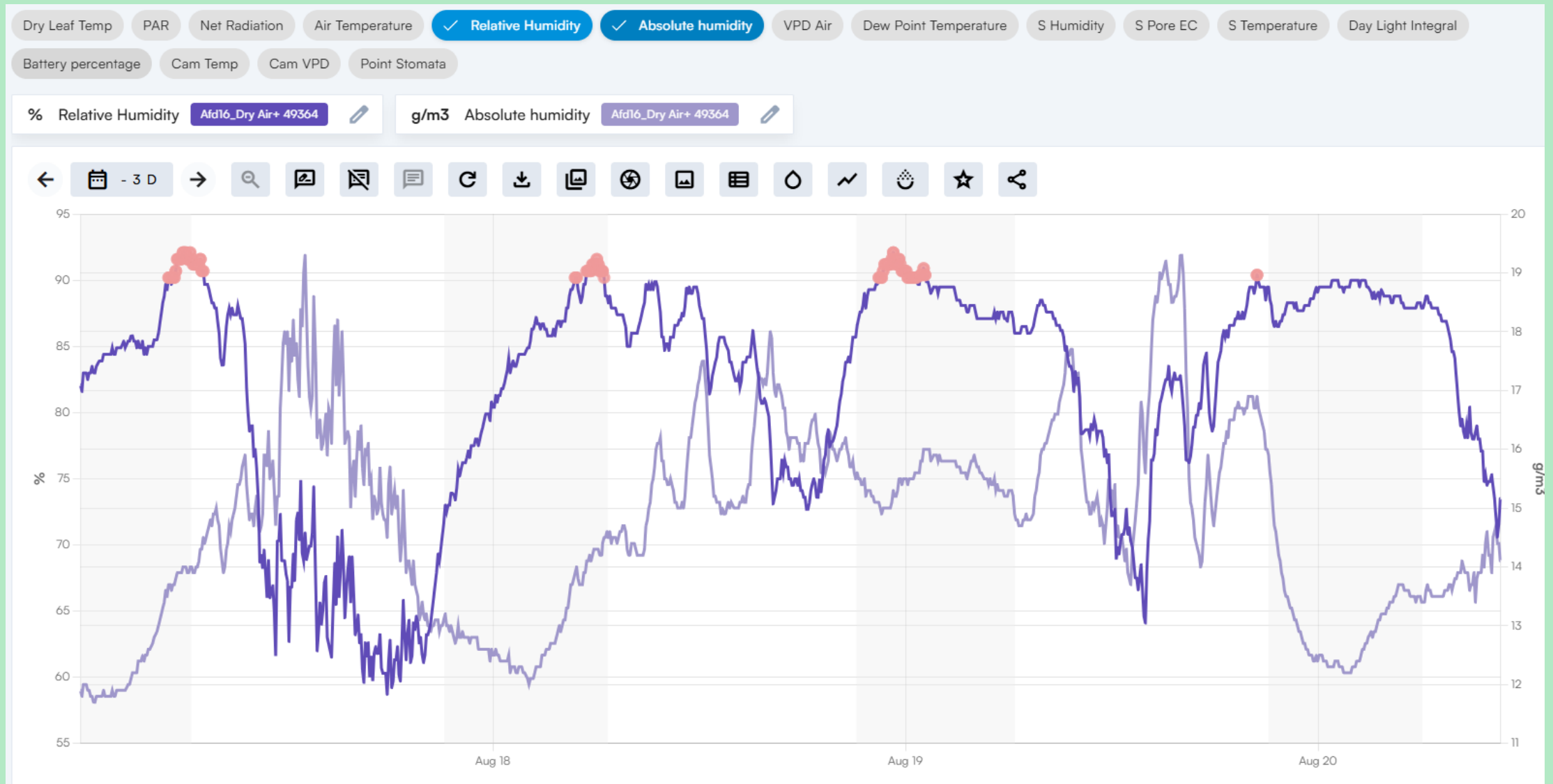
VPD omgeving



PAR



Vocht



Stomatale opening



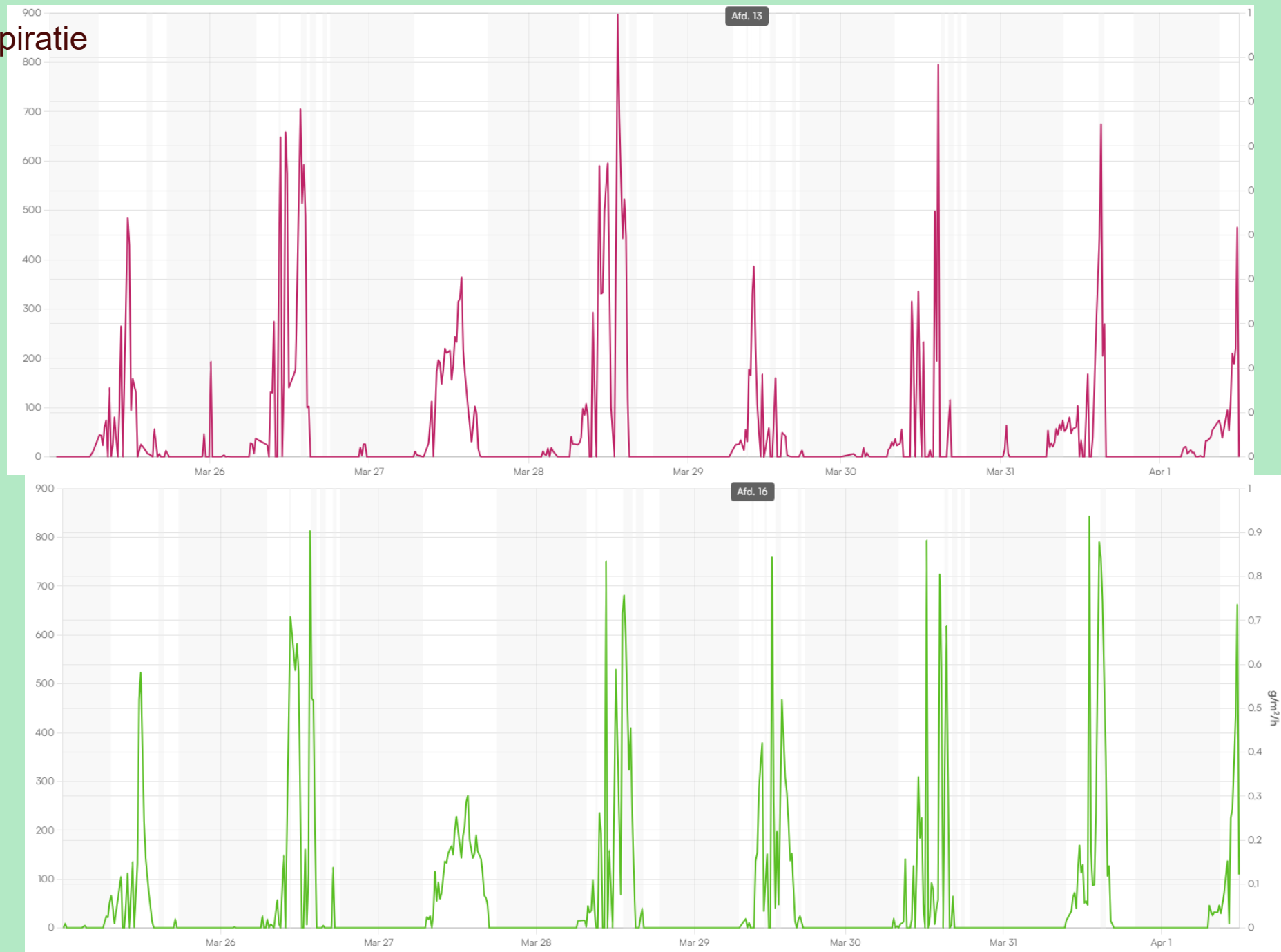
Condensatie op bladeren



Netto straling

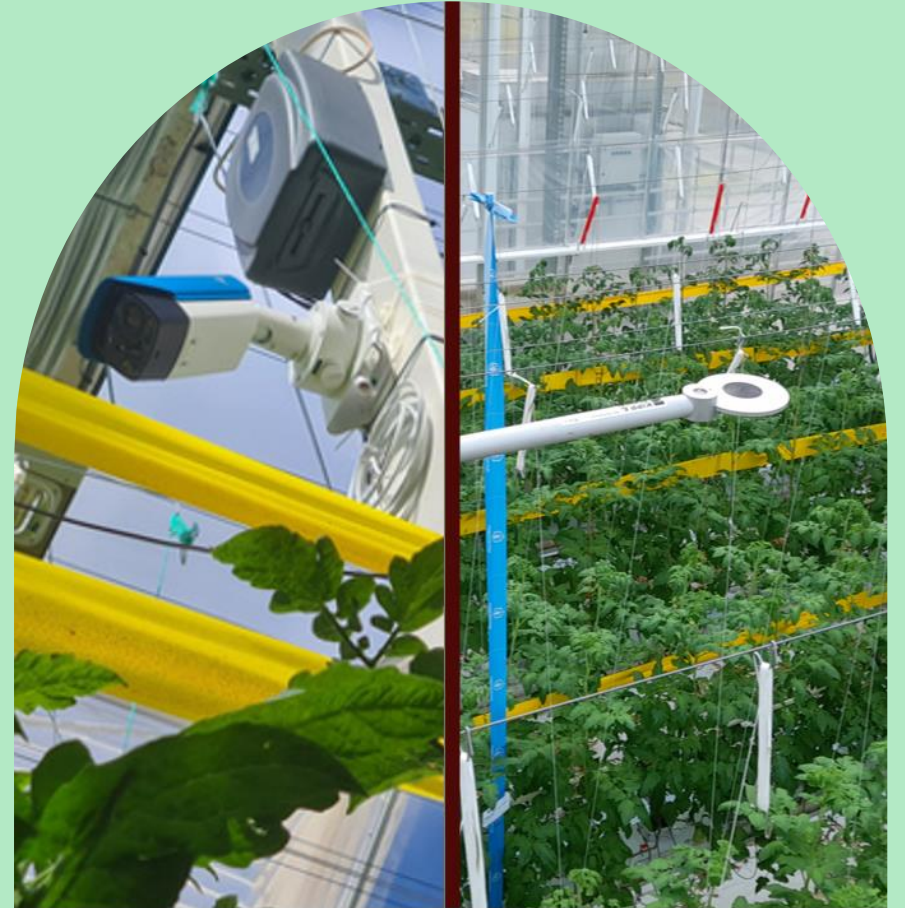


Transpiratie

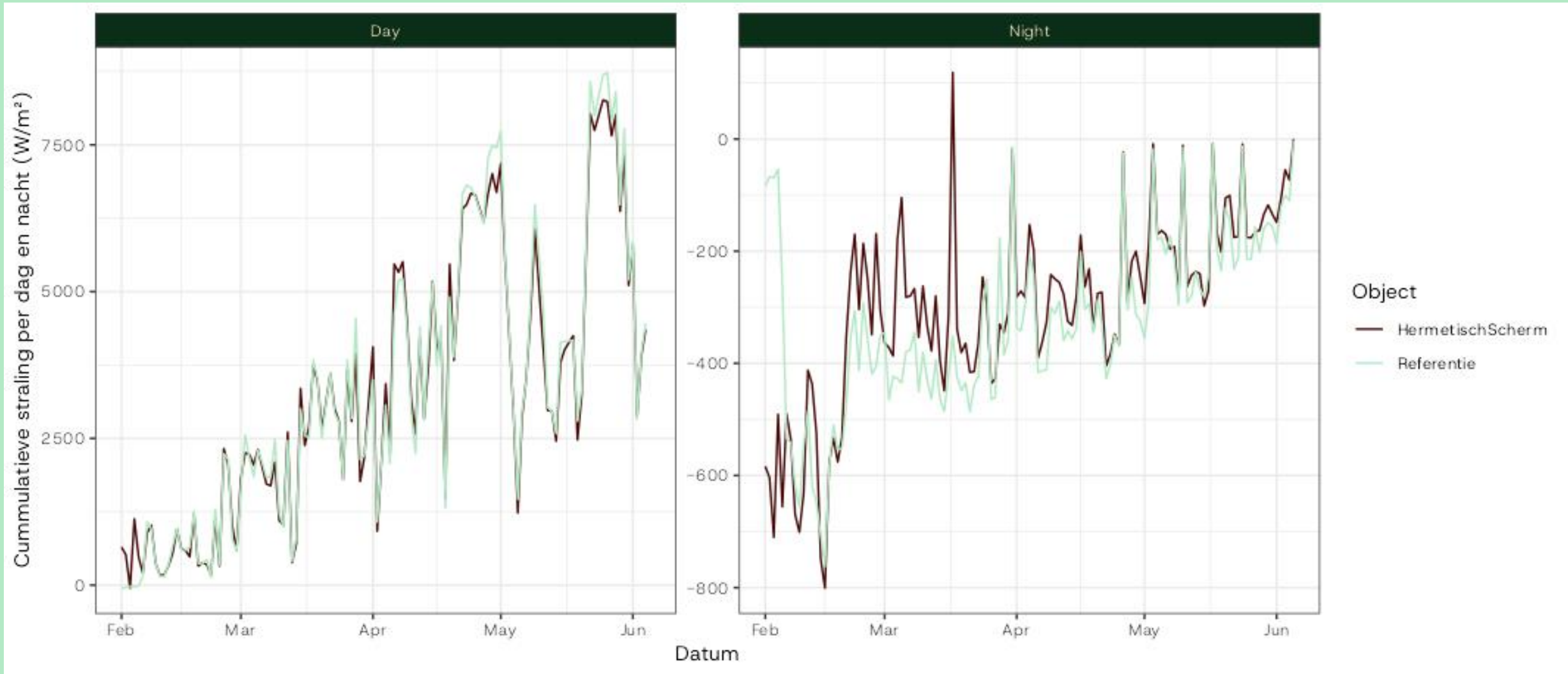


Evaringen Hoogstraten

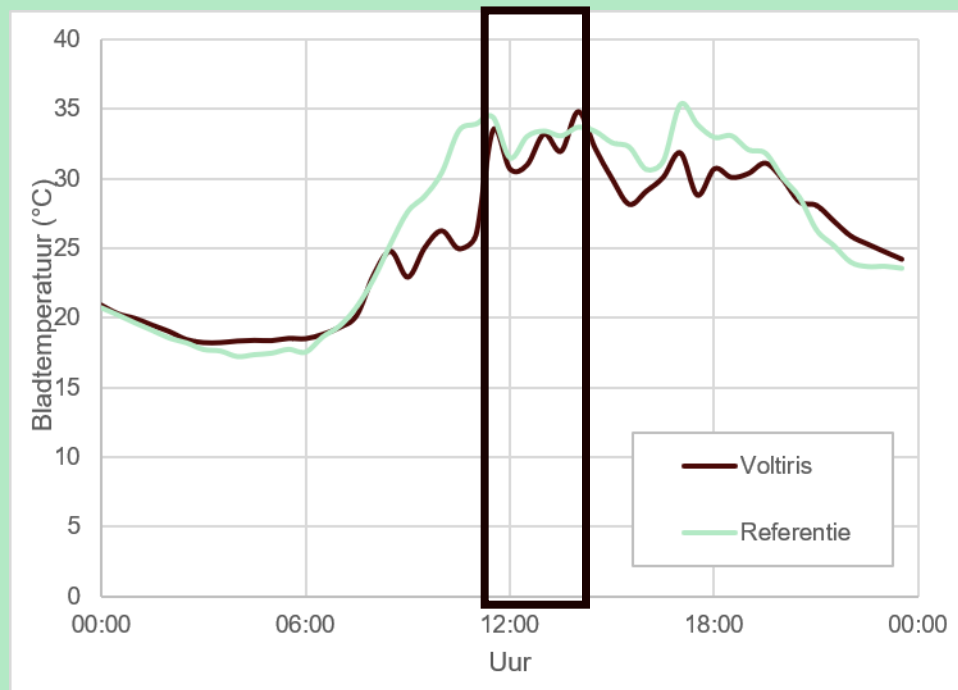
- Opvolgen tomaten buis in kop
- Opvolgen tomaten en netto straling onder hermetisch scherm
- Opvolgen tomaten onder Voltiris Zonnepanelen



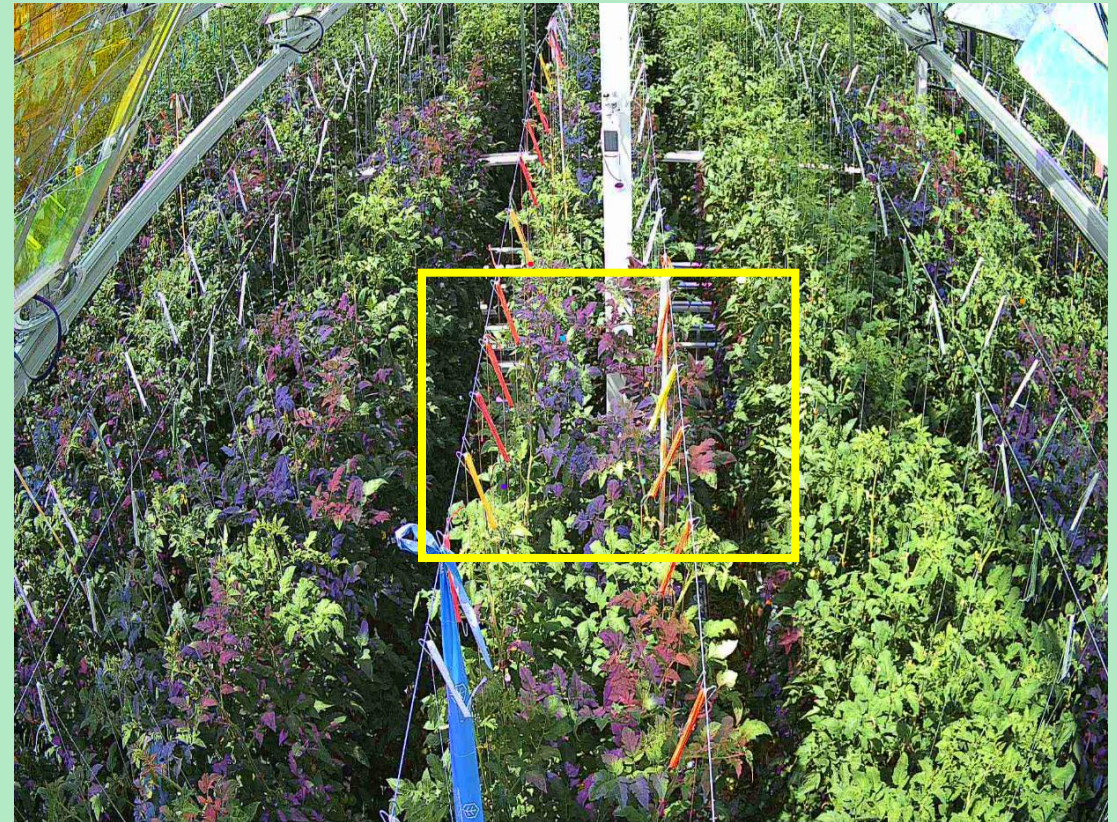
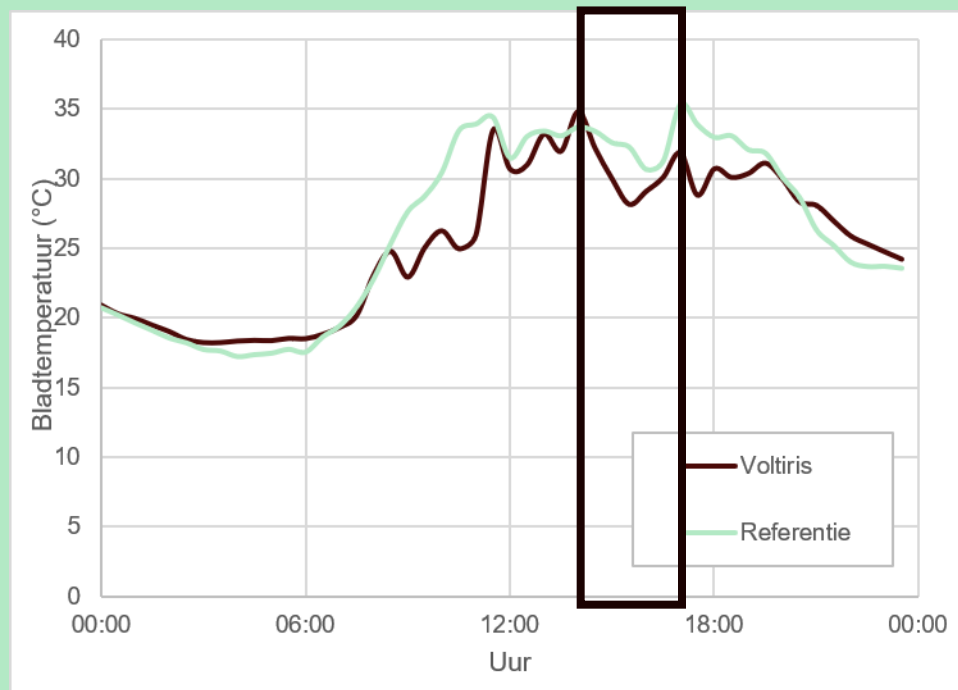
Stralingsbalans onder hermetisch scherm



Koelere planten onder Voltiris Zonnepanelen



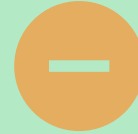
Koelere planten onder Voltiris Zonnepanelen



Voor- en nadelen



- Makkelijke installatie
- Goede begeleiding
- Actieve verbetering platform



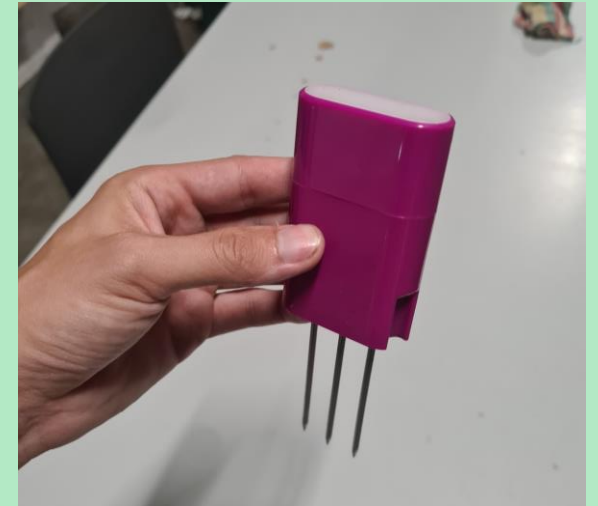
- Camera's dien je goed op te volgen
- Sturen op plantactivatie nog moeilijk

Substraat
(Caramet,
Sigrow)



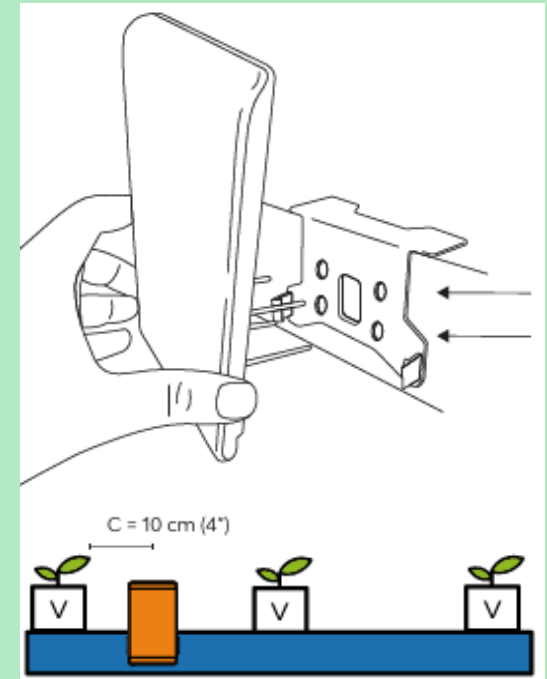
Wat meten de sensoren?

- EC, vochtigheid en temperatuur van het substraat
 - Kalibratie nodig voor nieuw substraat
- Voor aardbei: Sigrow sensoren
 - Accuraat tot EC 3
 - Kan voor veensubstraat gebruikt worden
 - Op dashboard van Sigrow
- Voor vruchtgroenten: Caramet/SenseNL
 - Accuraat tot EC van 20
 - Kan voor steenwol en organisch substraat
 - Op dashboard van SenseNL



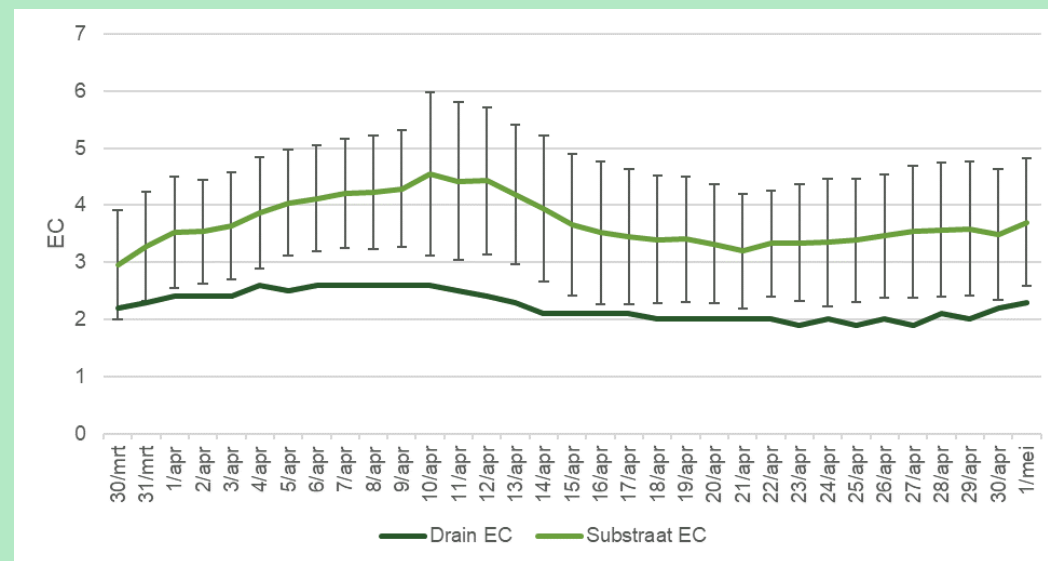
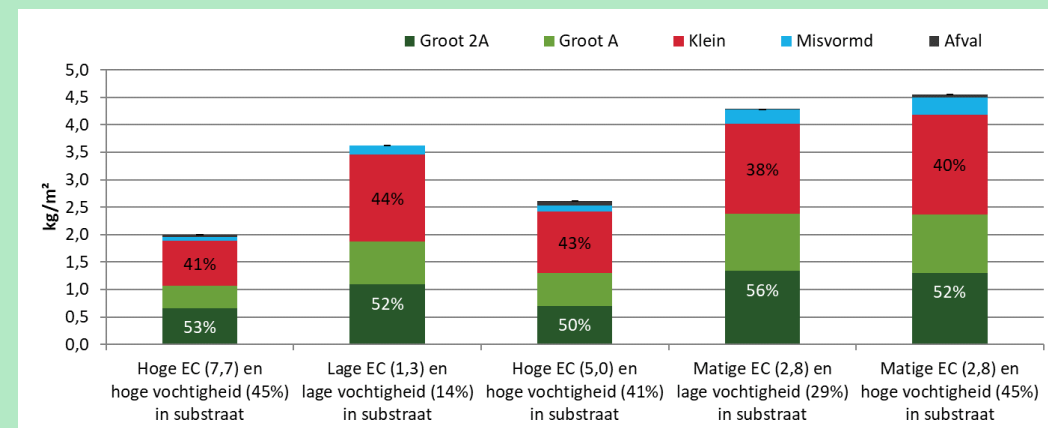
Installatie

- Caramet:
 - Horizontaal in substraatmat
- Sigrow:
 - (Eerst substraat een beetje nat maken)
 - Verticaal in substraat tussen planten



Ervaringen Hoogstraten

- Vruchtgroenten:
 - Algemeen positieve ervaringen
 - Absolute waarden kunnen fluctueren
→ Meerdere sensoren nodig
- Aardbei:
 - 20% minder watergift door sturen op substraatsensor (30%)
 - Correlatie substraat EC en productie bij rustperiode van doorteelt
 - Correlatie substraat- en drain EC



Voor- en nadelen

- Voordelen:
 - Gemakkelijke installatie
 - Relatief gemakkelijke interpretatie
 - Mogelijk om watergift te sturen wanneer er geen drain is
 - Individuele bakken/matten meten op verschillende plekken in kas
- Nadelen:
 - Kan wel wat variatie geven, afhankelijk van substraat
 - Sturen op veranderingen in waarden, absolute waarden zijn minder betrouwbaar

Stengeldikte en sapstroom (Aranet)

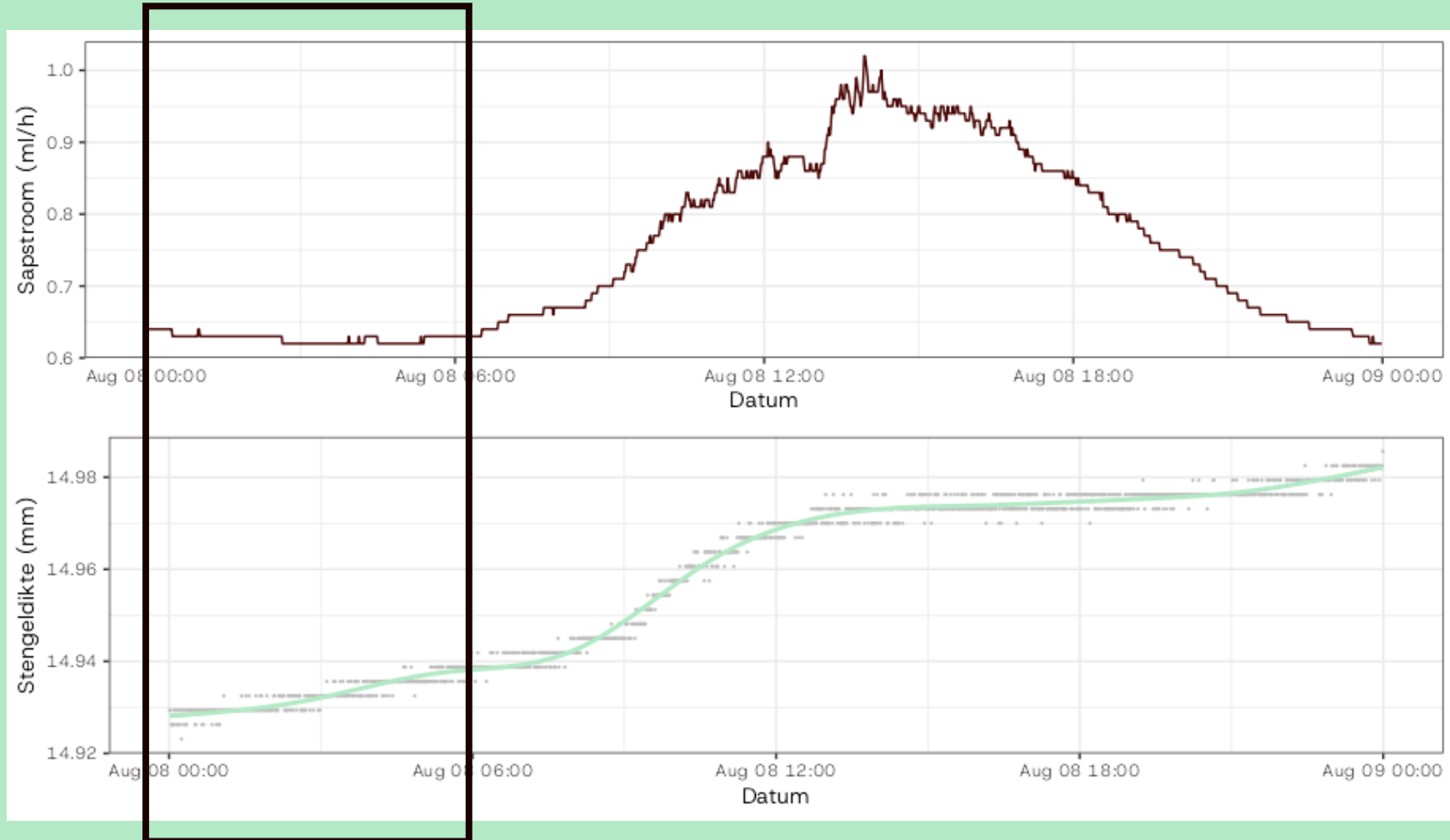


Wat meten de sensoren?

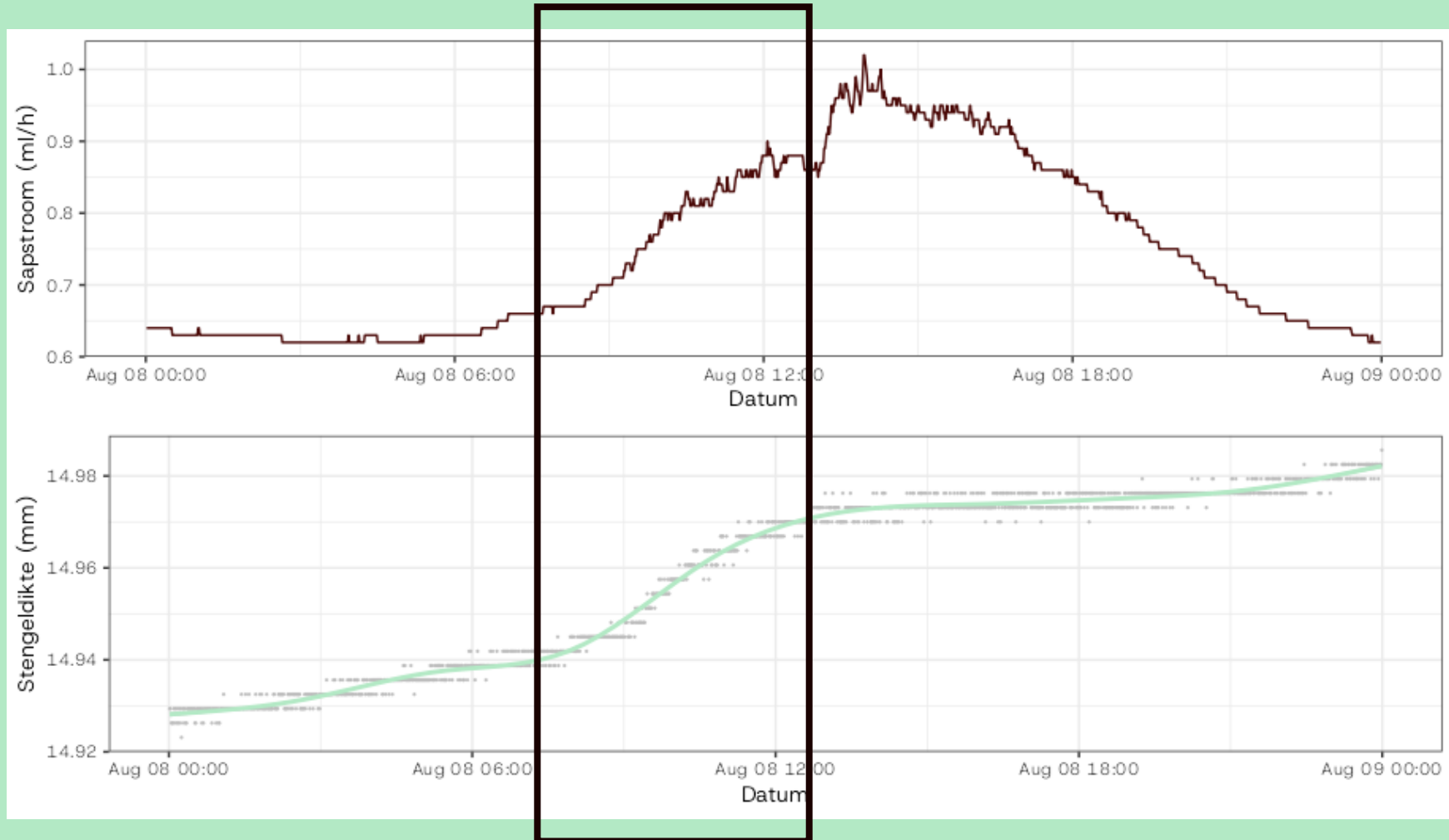
- Sapstroom
 - Actueel beeld van plantstatus
 - Dynamiek doorheen tijd
- Stengeldikte
 - Sterk gerelateerd met sapstroom
 - Zwel-krimp patroon
 - Groei doorheen de tijd



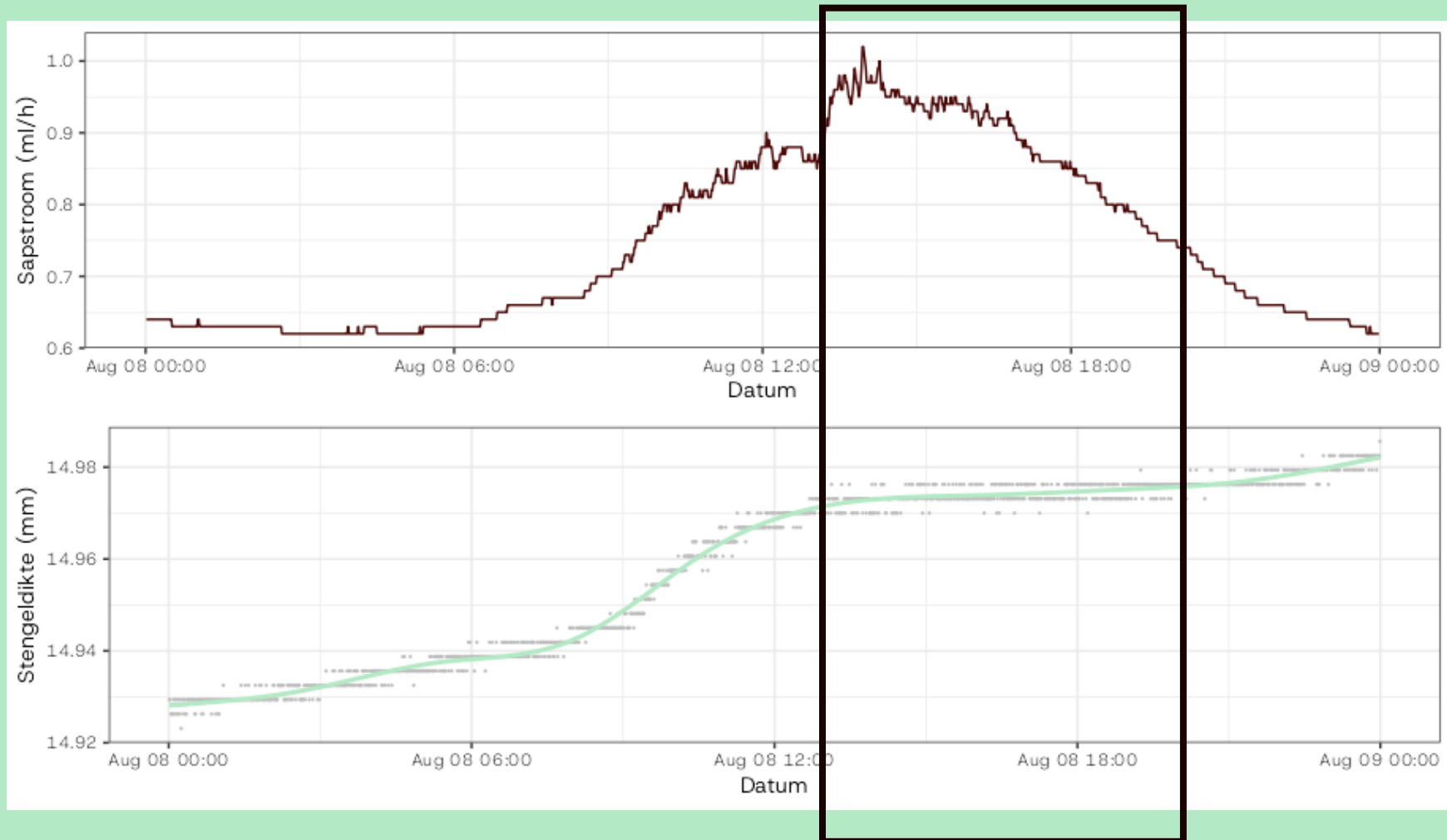
Wat meten de sensoren?



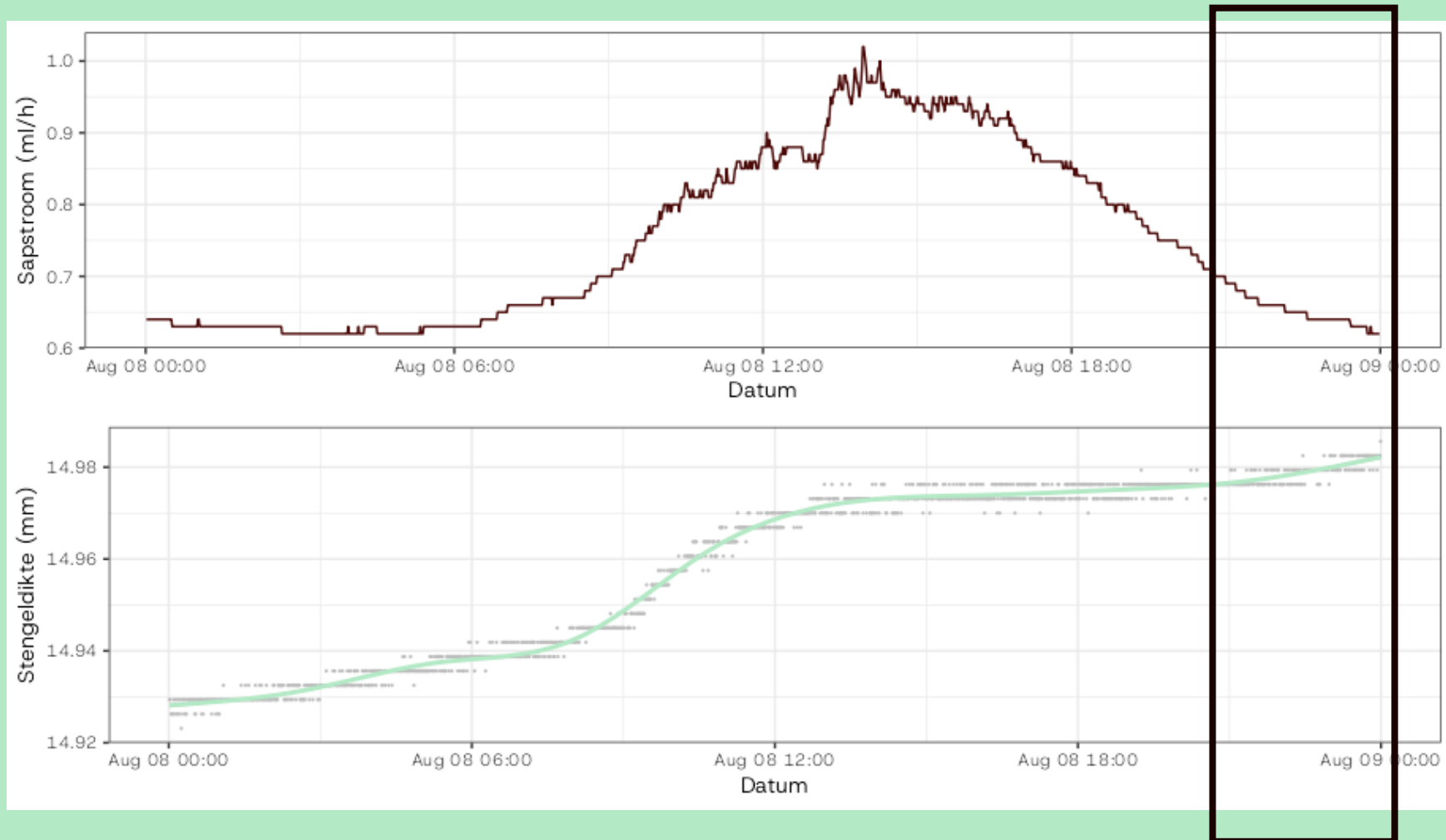
Wat meten de sensoren?



Wat meten de sensoren?

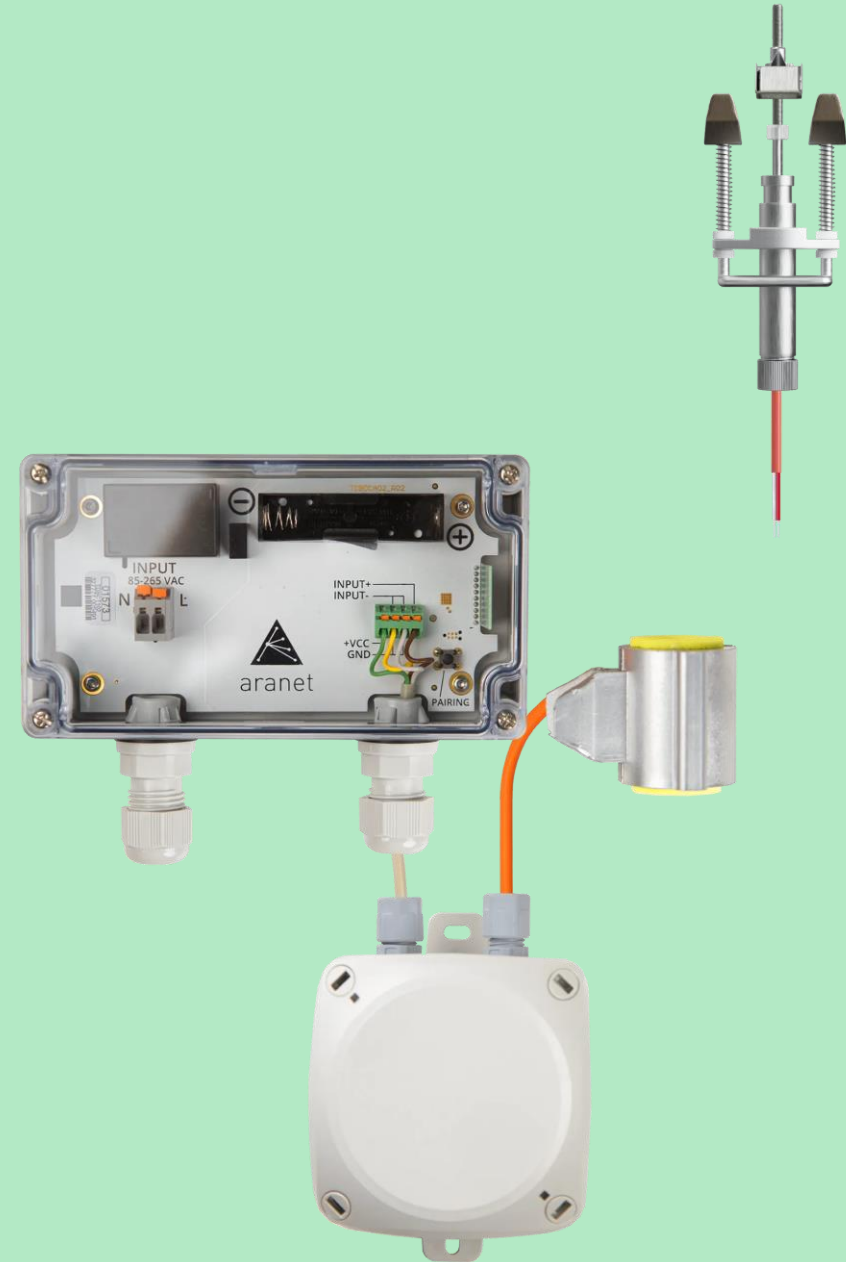


Wat meten de sensoren?



Installatie en connectiviteit

- Netstroom
- 4-20mA transmitter →
- Meetinterval zelf te bepalen
- Draadloze datastroom
 - Bereik tot 3 km
- Aranet cloud
- Voldoende kabellengte



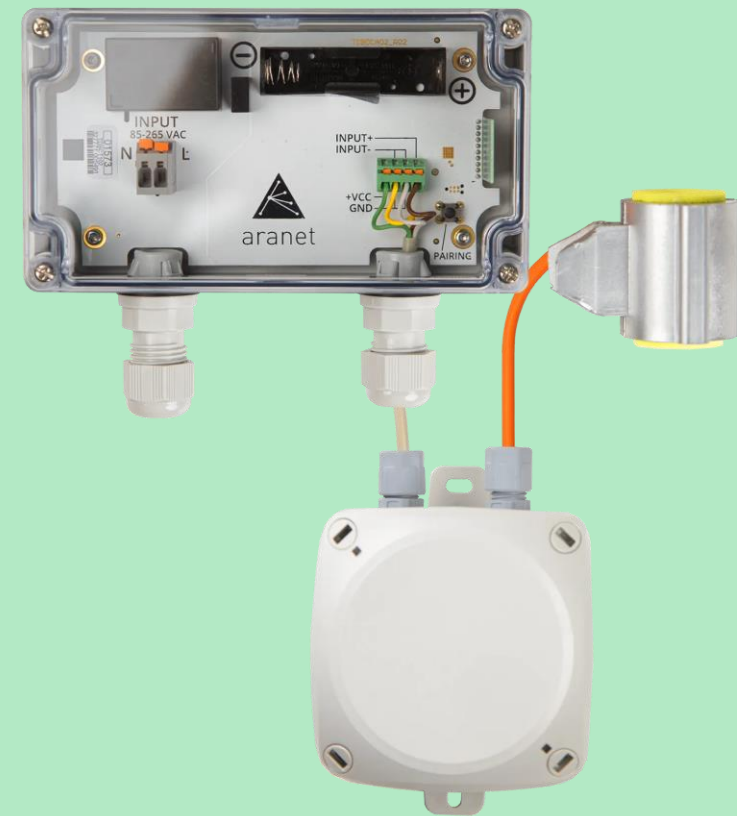
Installatie en connectiviteit

- Aranet base station
- 12 sensoren uit te breiden tot 100
- Aansluiting
 - Netstroom of PoE
 - Wifi, ethernet of via mobiele data



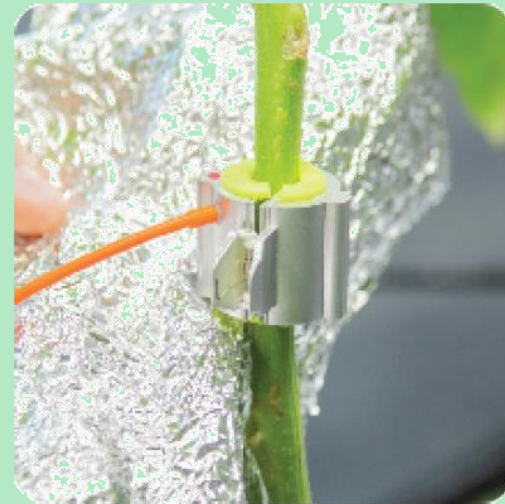
Sapstroomsensor

- Meetinterval: 5 of 10 min
- Maximale diameter 4 – 10 mm
- Max. sapstroom 12 ml/h (8 dm² bladopp.)
 - Kop of bladsteel

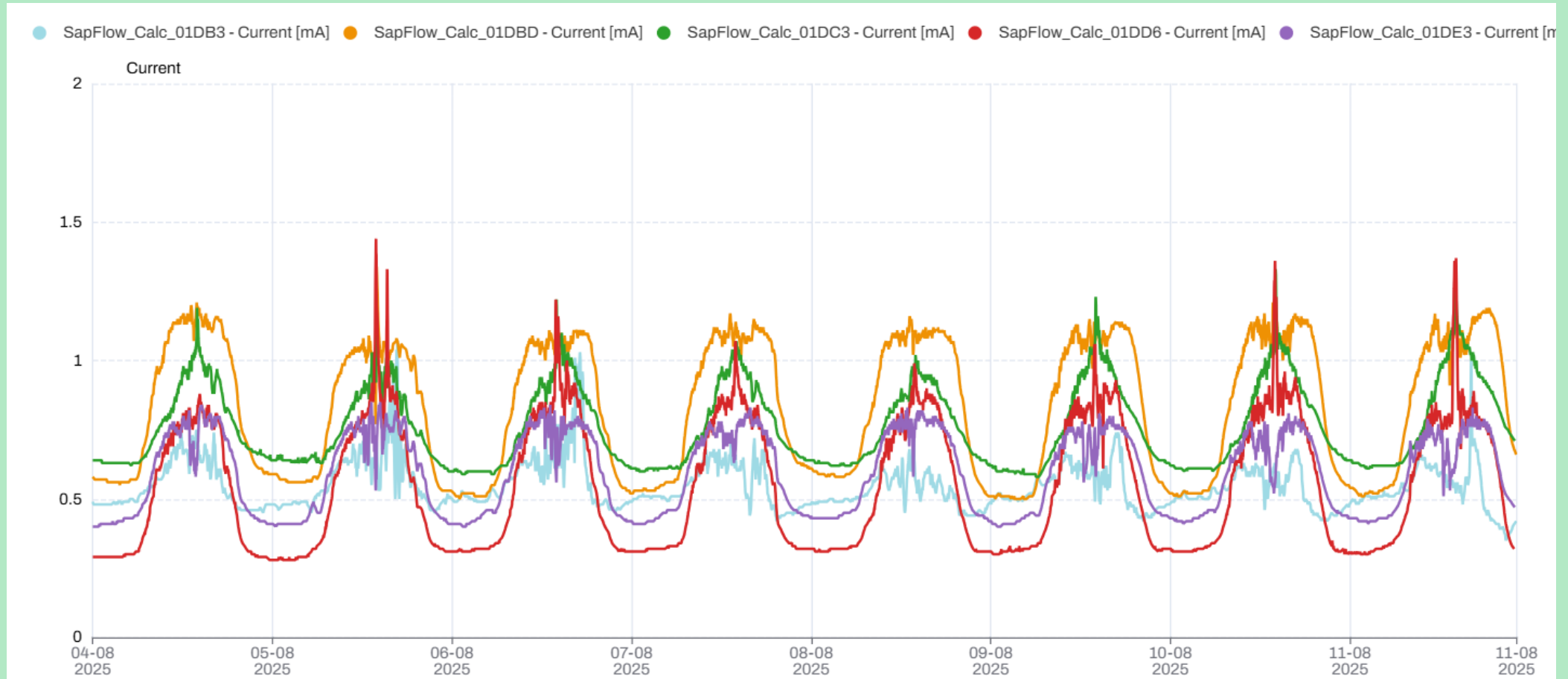


Sapstroomsensor

- Geen plant-specifieke kalibratie
- Beperkte plantdelen
 - ➔ Absolute waarden moeilijk te interpreteren
 - ➔ Belang patronen en veranderingen
- Installatie trail-en-error
- Patronen naar verwachting

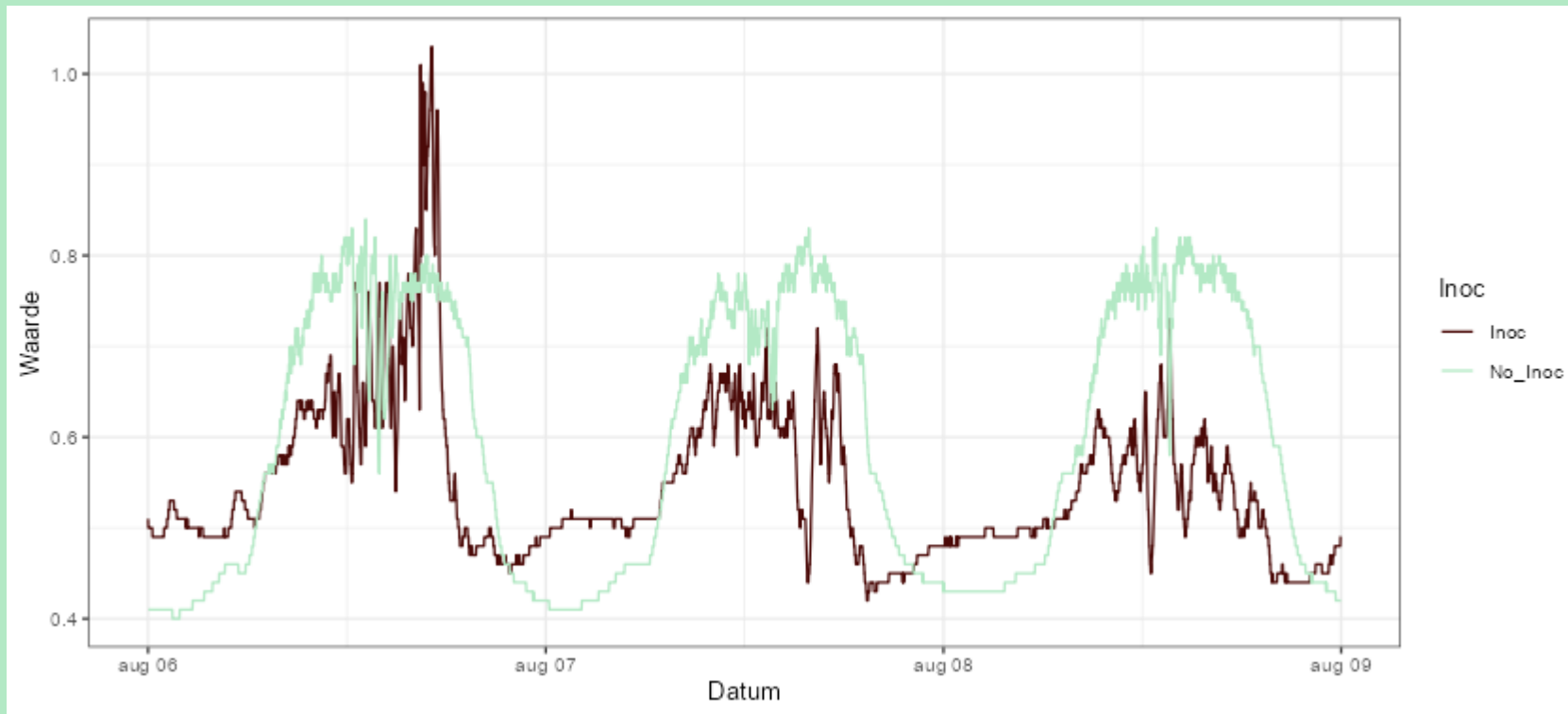


Sapstroomdata - Dashboard



Sapstroomdata – Verwerkt

Fusaruimproef – Paprika – 1 plant per behandeling

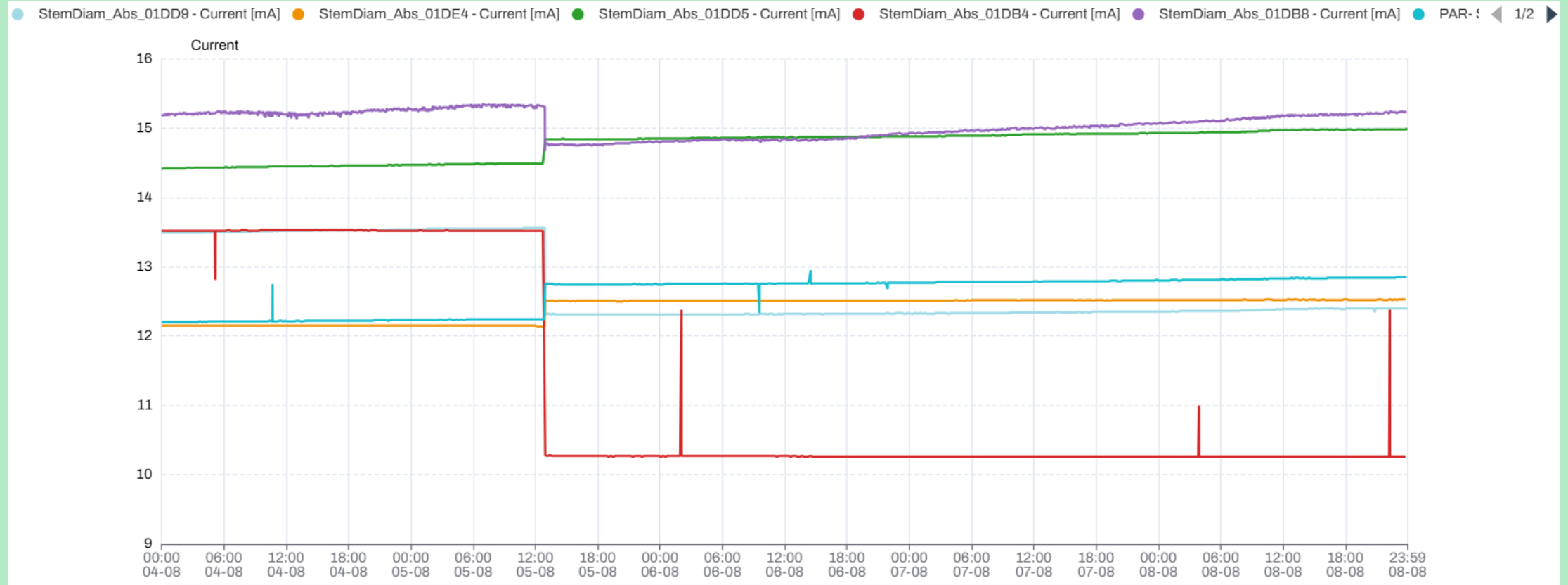


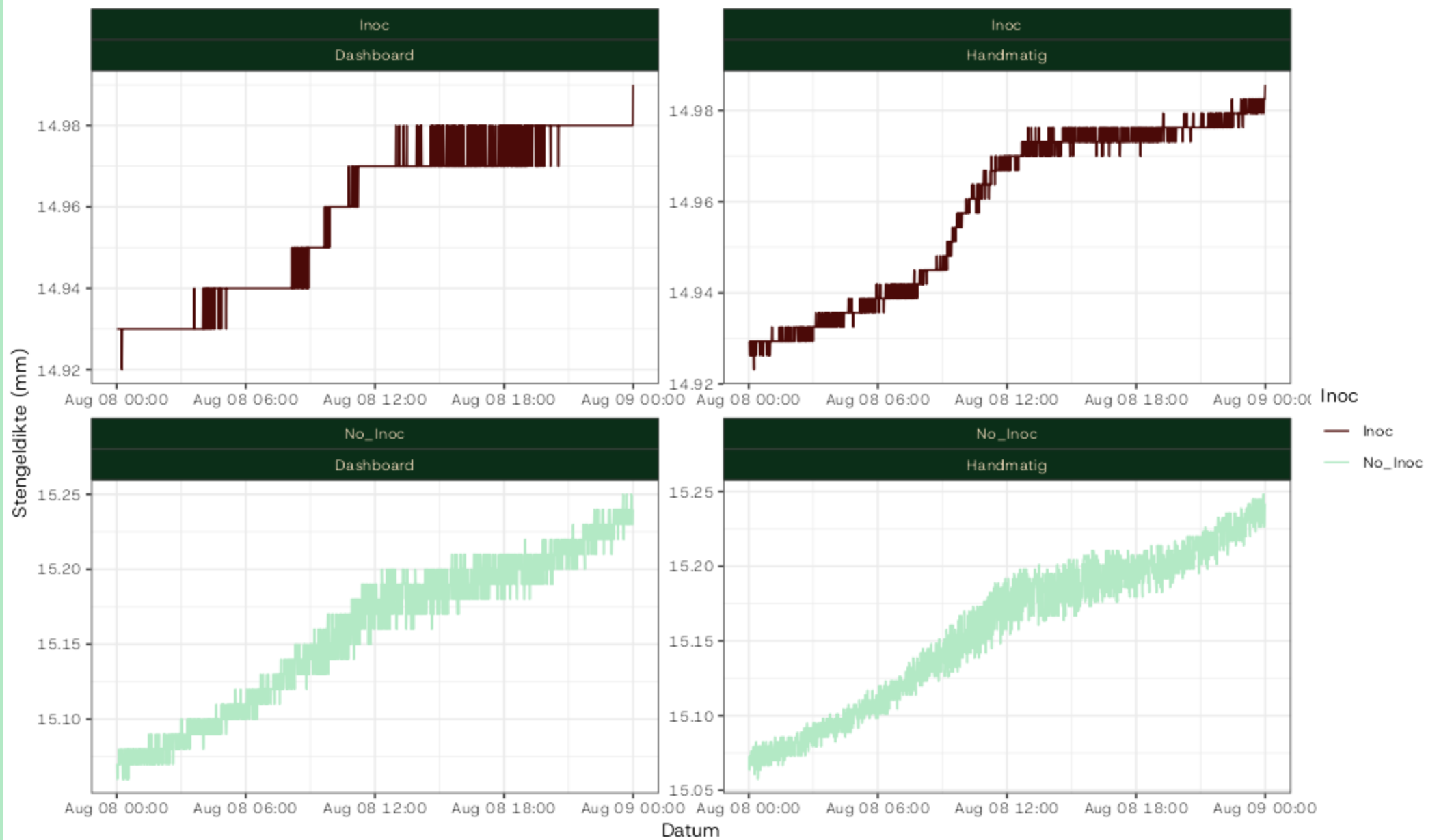
Stengeldiameter sensor

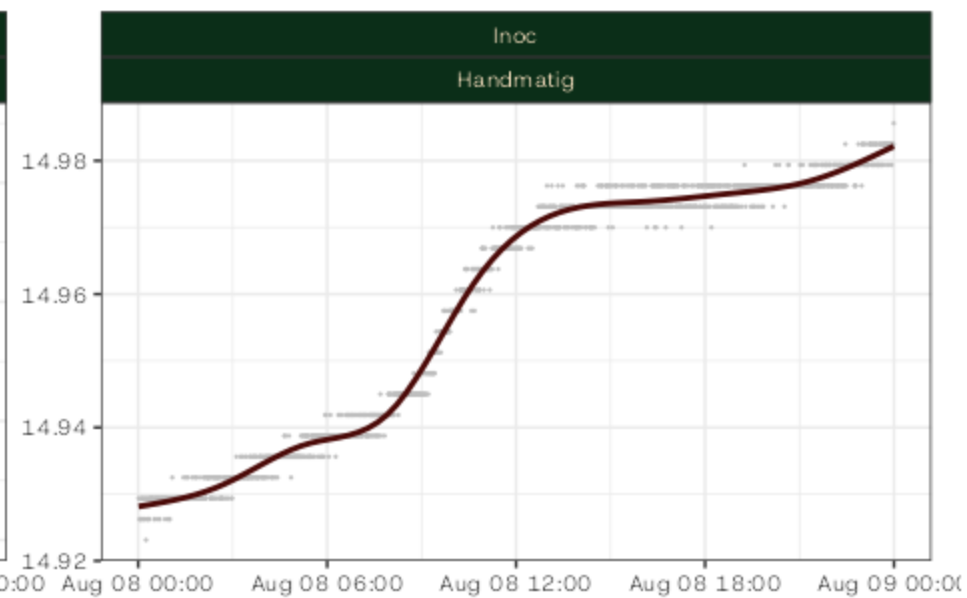
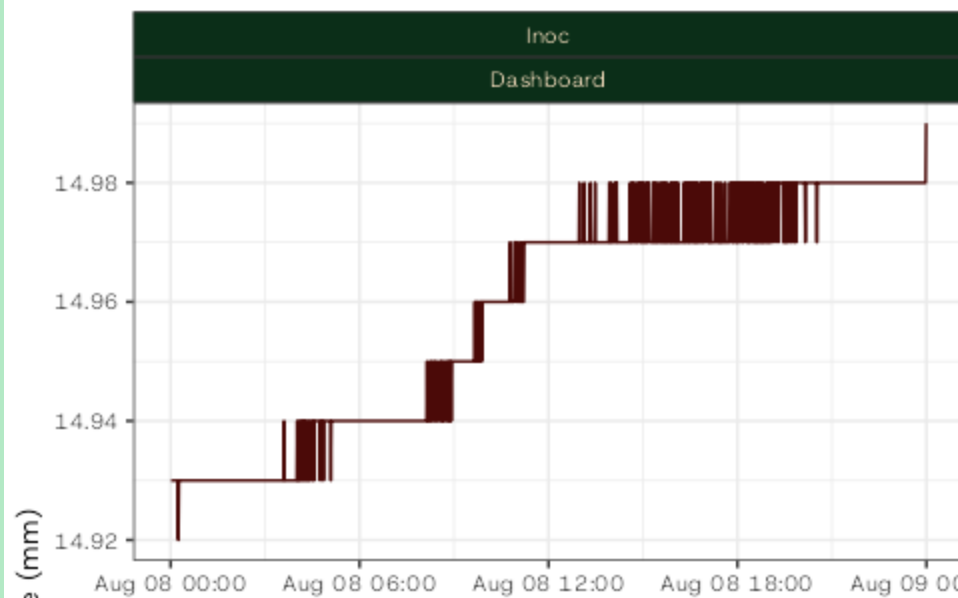
- Principe LVDT
- Meetinterval: 1, 2, 5 of 10 min
- Diam. range 5 – 25 mm
- Resolutie
 - sensor: 0,002 mm
 - dashboard: 0,01 mm
 - Manuele berekenig: 0,00325 mm



Stengeldiameter - Dashboard

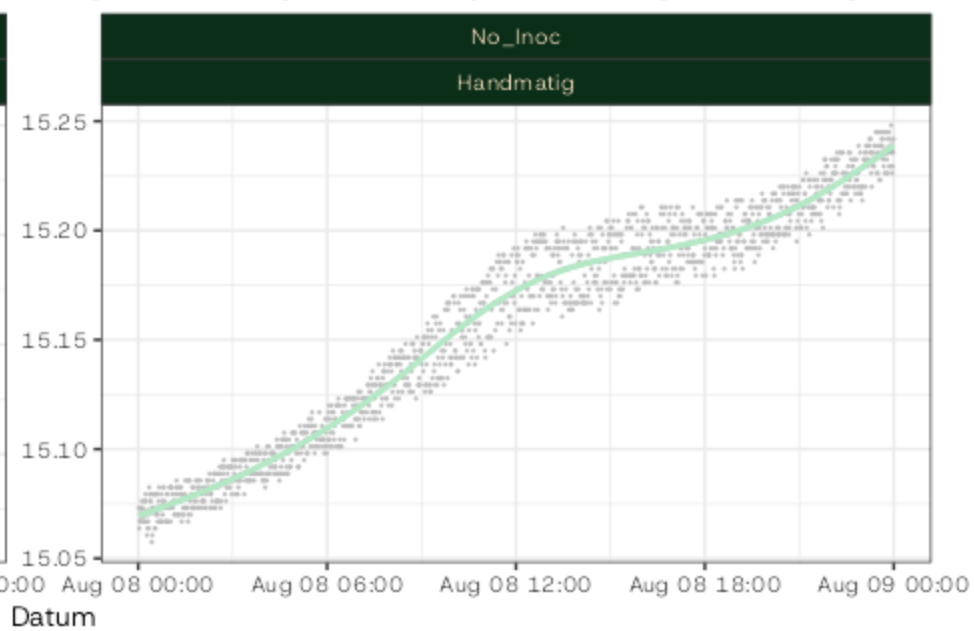
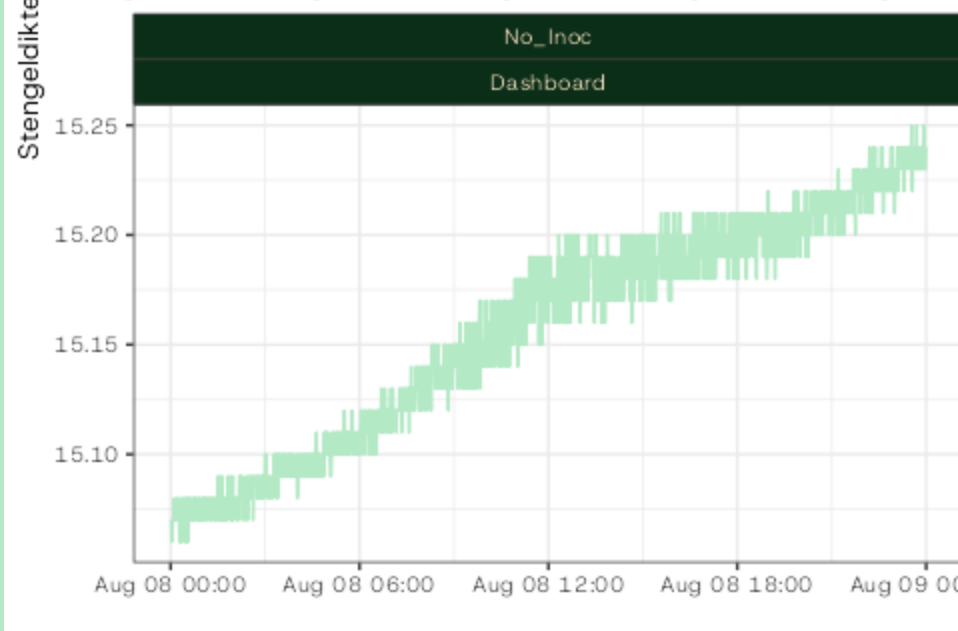






Inoc

No_Inoc



Datum

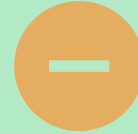
Ervaring PCH

- Beperkt:
 - Proef fusarium
 - Vergelijkende proeven sensoren
- Toekomst
 - Plantactivatie in kaart brengen

Voor- en nadelen



- Makkelijke opstart en installatie
- Patronen sapstroom accuraat en duidelijk te volgen
- Data stengeldiameter beloftevol



- Opvolging vraagt tijd
- Interpretatie stroef
 - Patroonherkenning
 - Afwijkingen in tijd
 - Variatie per plant

Temperatuur en RV (Aranet)



T/RV sensor met stralingsschild

- Nauwkeurige temperatuur- en vochtigheidsmeting in microklimaten
 - Lokaliseren afwijkende zones
 - Homogene verdeling temperatuur en RV
 - Verschillende hoogtes
- Door stralingsschild metingen minder beïnvloed door instraling zon



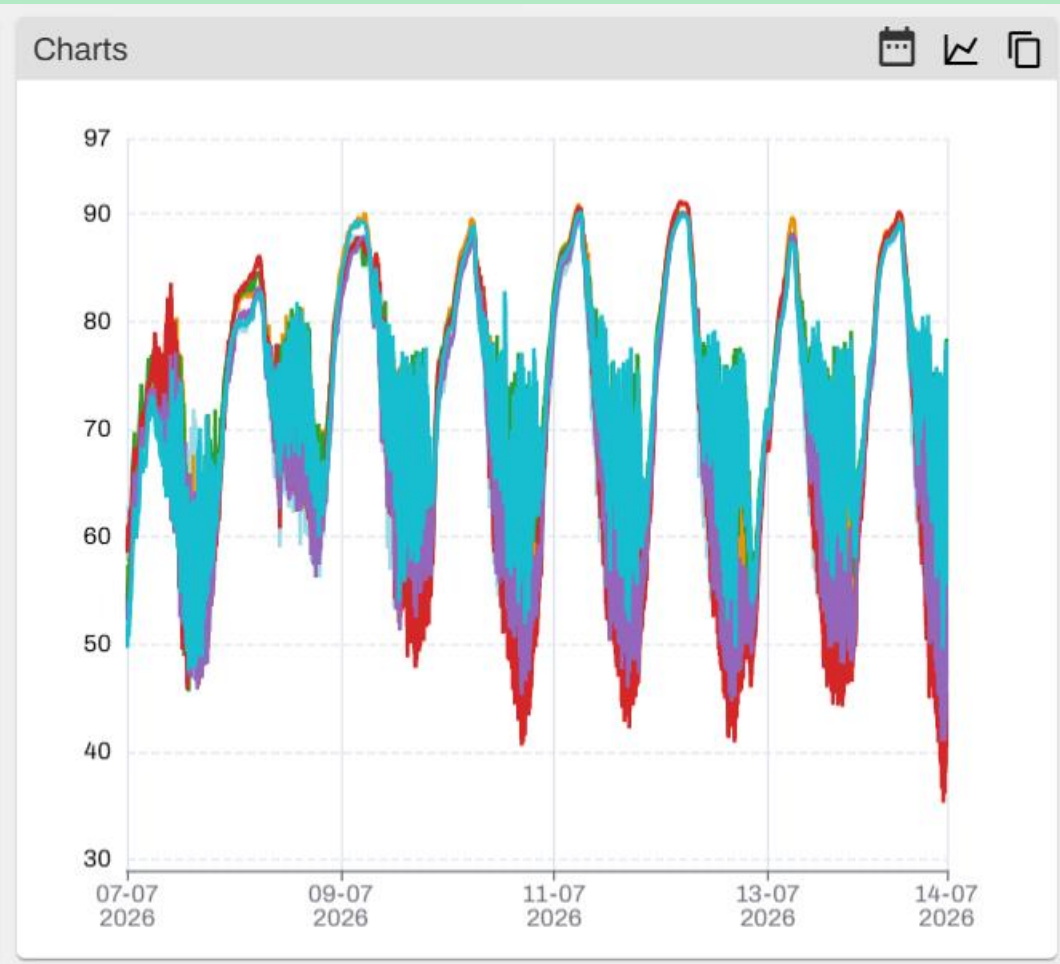
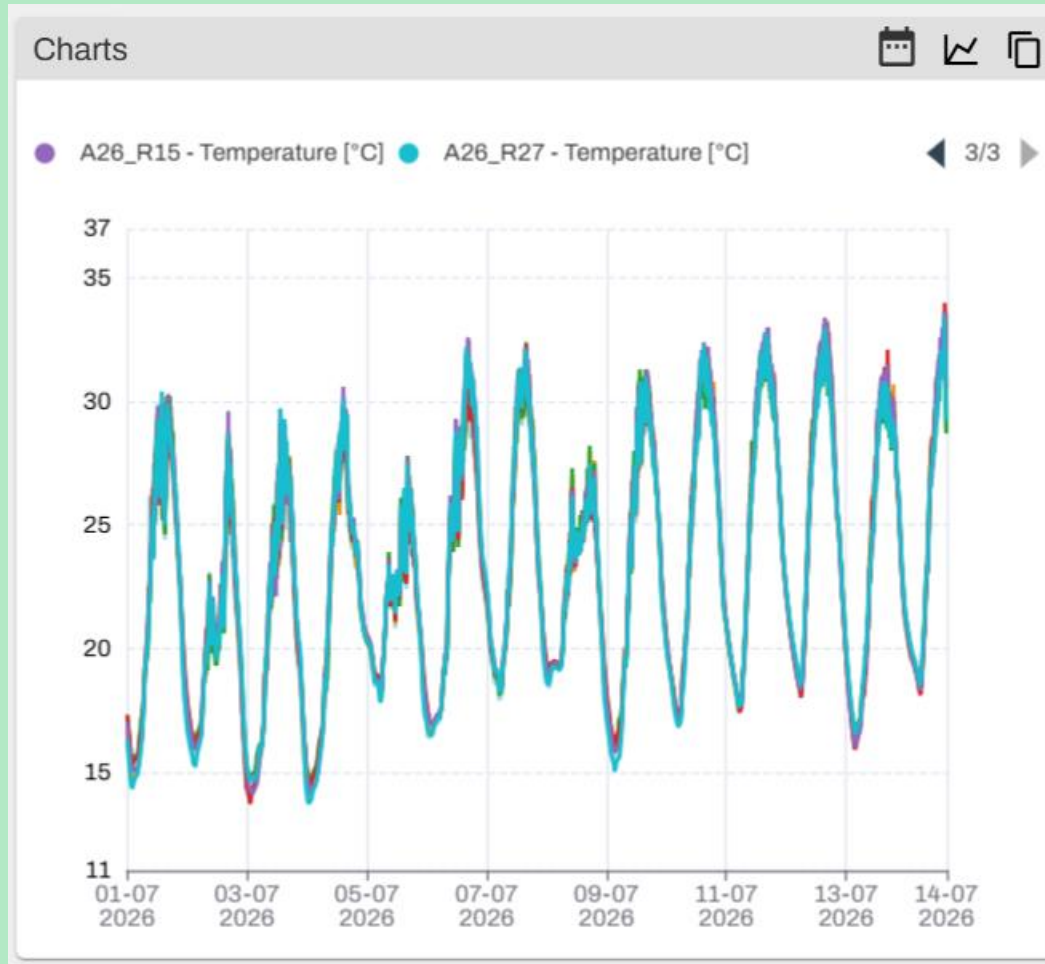
Installatie en connectiviteit

- Draadloos
- AA-batterij, meetinterval van 10 min -> 9 jaar
- Bereik tot 3 km
- Real-time monitoring
- Aranet cloud

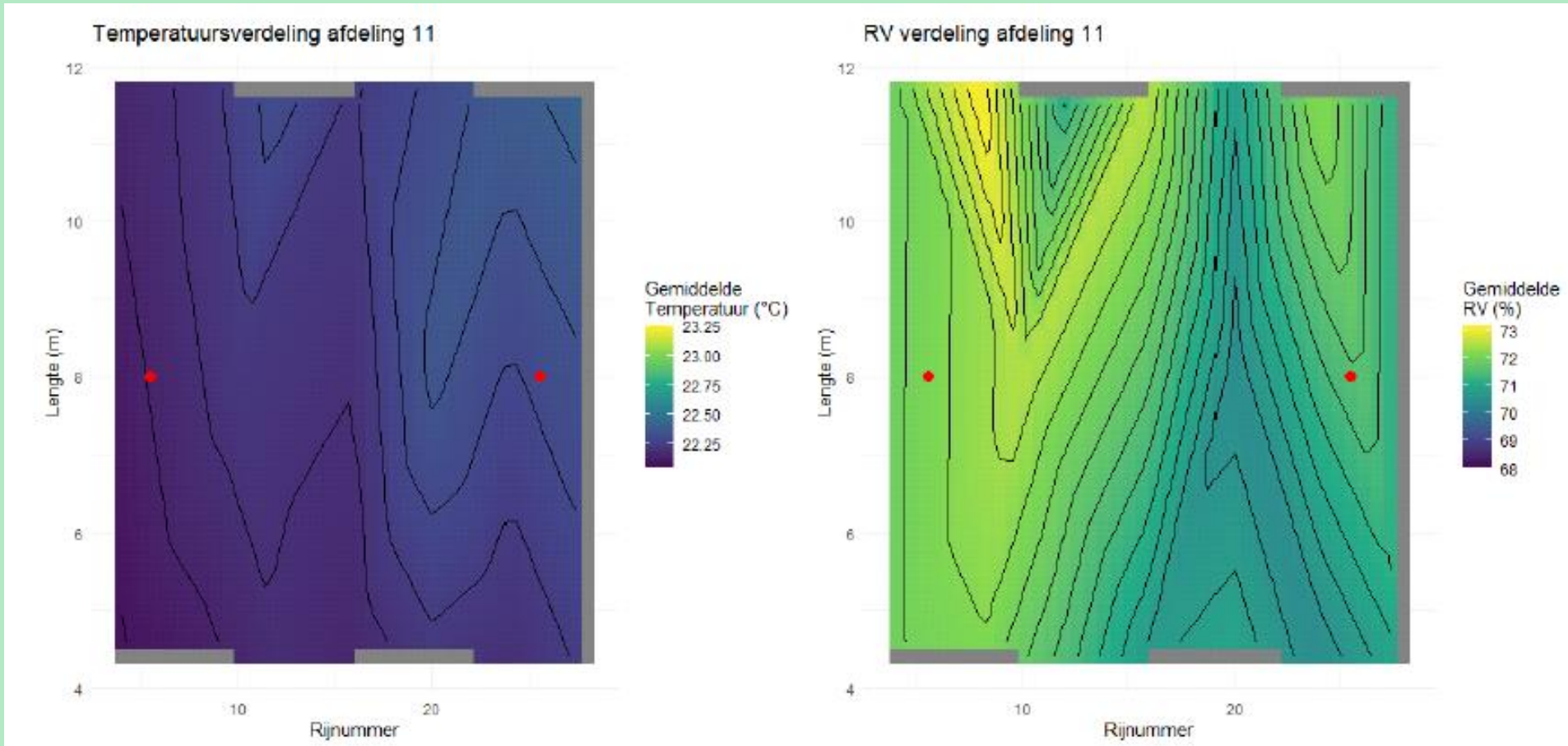
Dashboard



Dashboard



Ervaringen Hoogstraten



Voordelen

- Eenvoudige installatie
- Draadloos
- Flexibel uit te breiden

Nadelen

- Geen kalibratie met meetbox van klimaatcomputer
- Dashboard



Bedankt!

Meer informatie:

steffi.pot@harvestis.eu

vincent.greffe@harvestis.eu

simon.lauwers@harvestis.eu