



De „Wandelende Klimaatbox“

Draadloze sensornetwerken in de kas

Jos Balendonck

NVTL studiedag, 10 maart 2015, Hof van Wageningen

Robuuste agroproductiesystemen – techniek voor een weerbare agrosector

Sectie Glastuinbouw



GEZONDE KAS
GESUNDES GEWÄCHSHAUS



WAGENINGEN UR
For quality of life

jos.balendonck@wur.nl

Inleiding

Om energie te sparen wordt de kas meer gesloten.

Er ontstaan zo grote klimaatverschillen.

Een meetbox per afdeling geeft te weinig inzicht.

Telers willen meer data, om preciezer te sturen, energie te sparen en ziekten te voorkomen.

Draadloze sensornetwerken geven meer inzicht.

De wandelende meetbox voorkomt lokale vochtige plekken met risico's op infectieziekten.



Het “nieuwe telen”: semi-gesloten kassen

🌿 Energiebesparing

Hoge luchtvochtigheden in de nacht ($RV > 90\%$);
Inhomogeen klimaat;
Infectie risico's bij koude en natte plekken;
Variaties in gewasopbrengst en -kwaliteit

🌿 Wens voor een homogeen klimaat

Aanpassingen aan de infrastructuur;
Precisie sturing van het klimaat



Hoe is homogeniteit te controleren?

- ✎ Normaal wordt maar een klimaatbox gebruikt per afdeling
- ✎ Soms een of twee meer langs de gevels
- ✎ Een klimaatbox kost ongeveer €2000 (incl. installatie)
- ✎ Uit kostenoverwegingen zijn meer sensoren geen optie



Voordelen van draadloze sensornetwerken

- ❧ Geen kabels
- ❧ Continue monitoring
- ❧ Klein en lichtgewicht
- ❧ Flexibele en snelle plaatsing
- ❧ Lage kosten: €300 per sensor

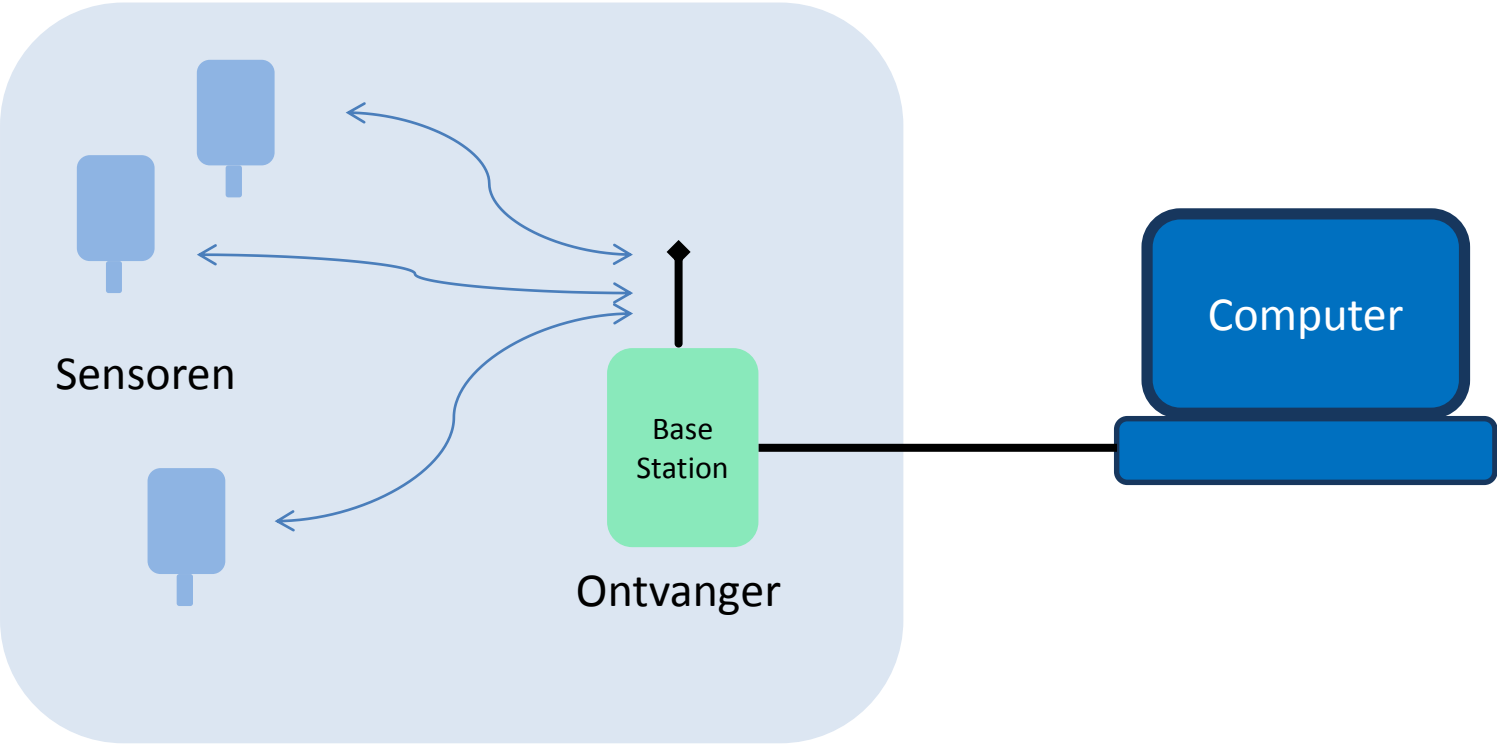


Telers hebben vragen

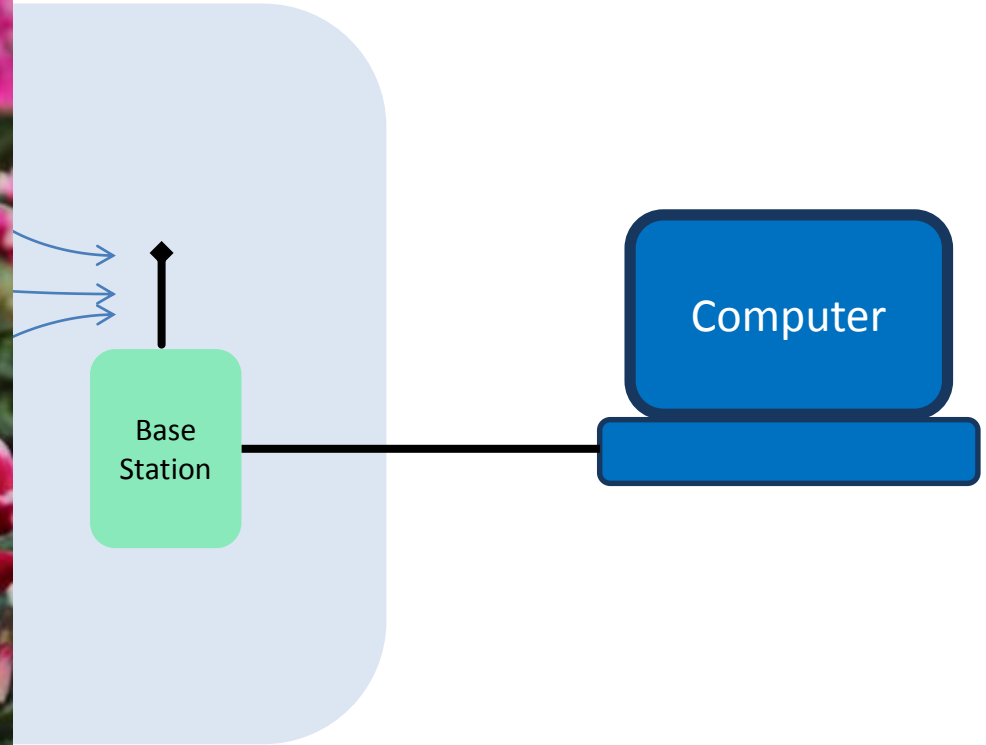
- 🍃 Hoe veel variatie zit er in mijn klimaat?
- 🍃 Kunnen draadloze sensoren dat in beeld brengen?
- 🍃 Hoeveel sensoren heb ik nodig?
- 🍃 Moet ik continu of incidenteel meten?
- 🍃 Hoe moet ik de data interpreteren?
- 🍃 Kan ik er mee sturen?



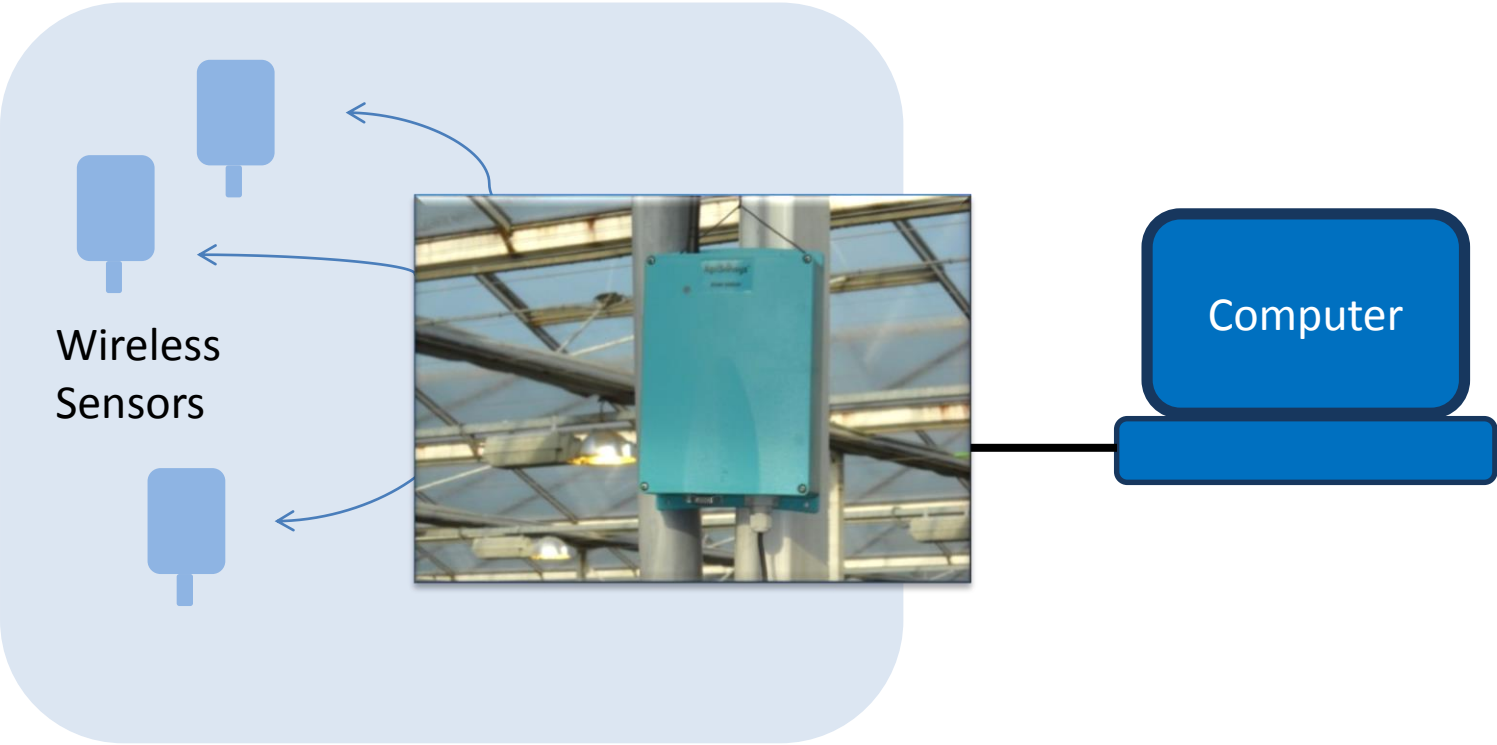
Draadloze Sensornetwerken



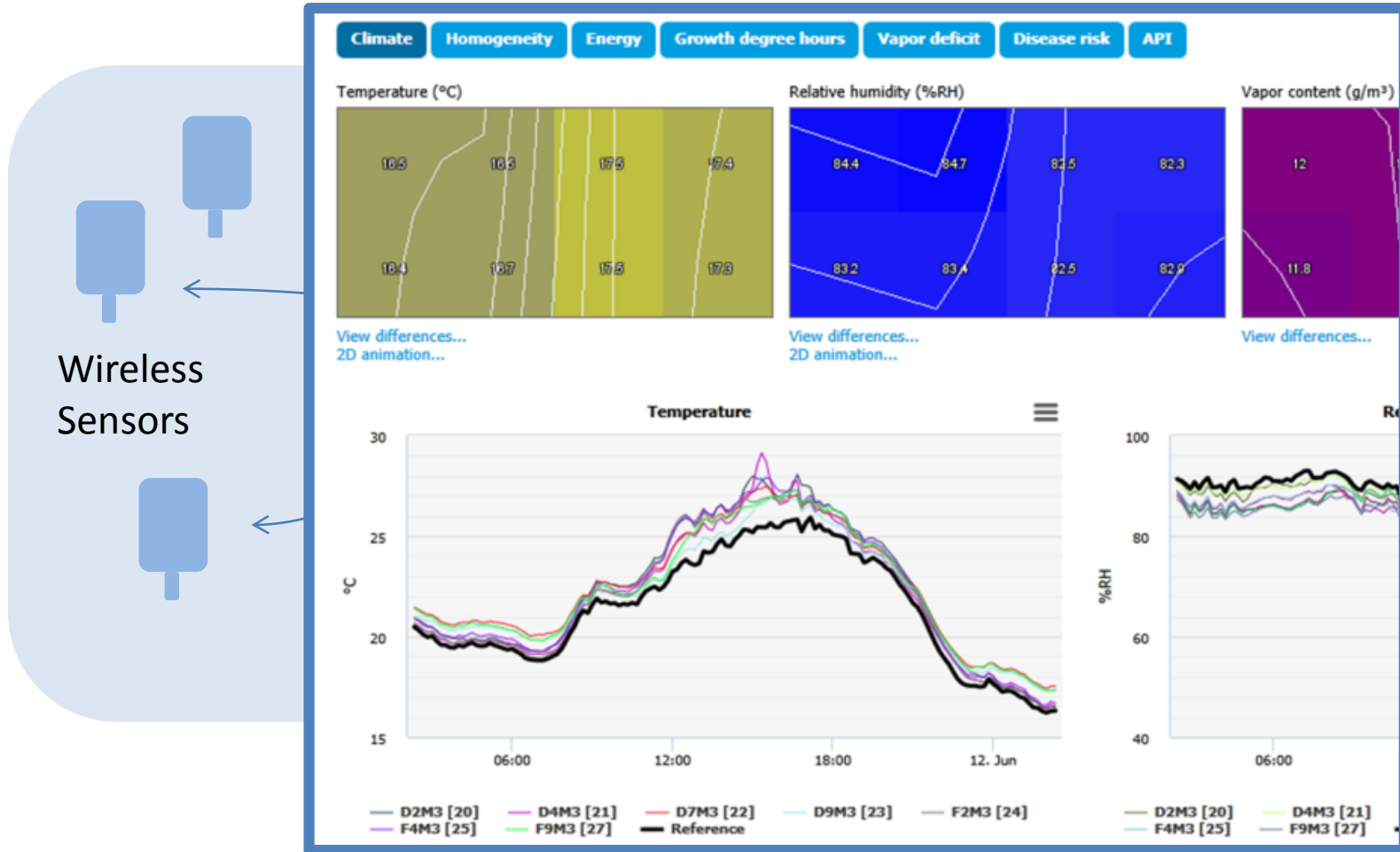
Sensoren in de kas



Een ontvanger hoog in de kas gemonteerd



Software voor dataverzameling en interpretatie



Web-based (data in „the cloud“)

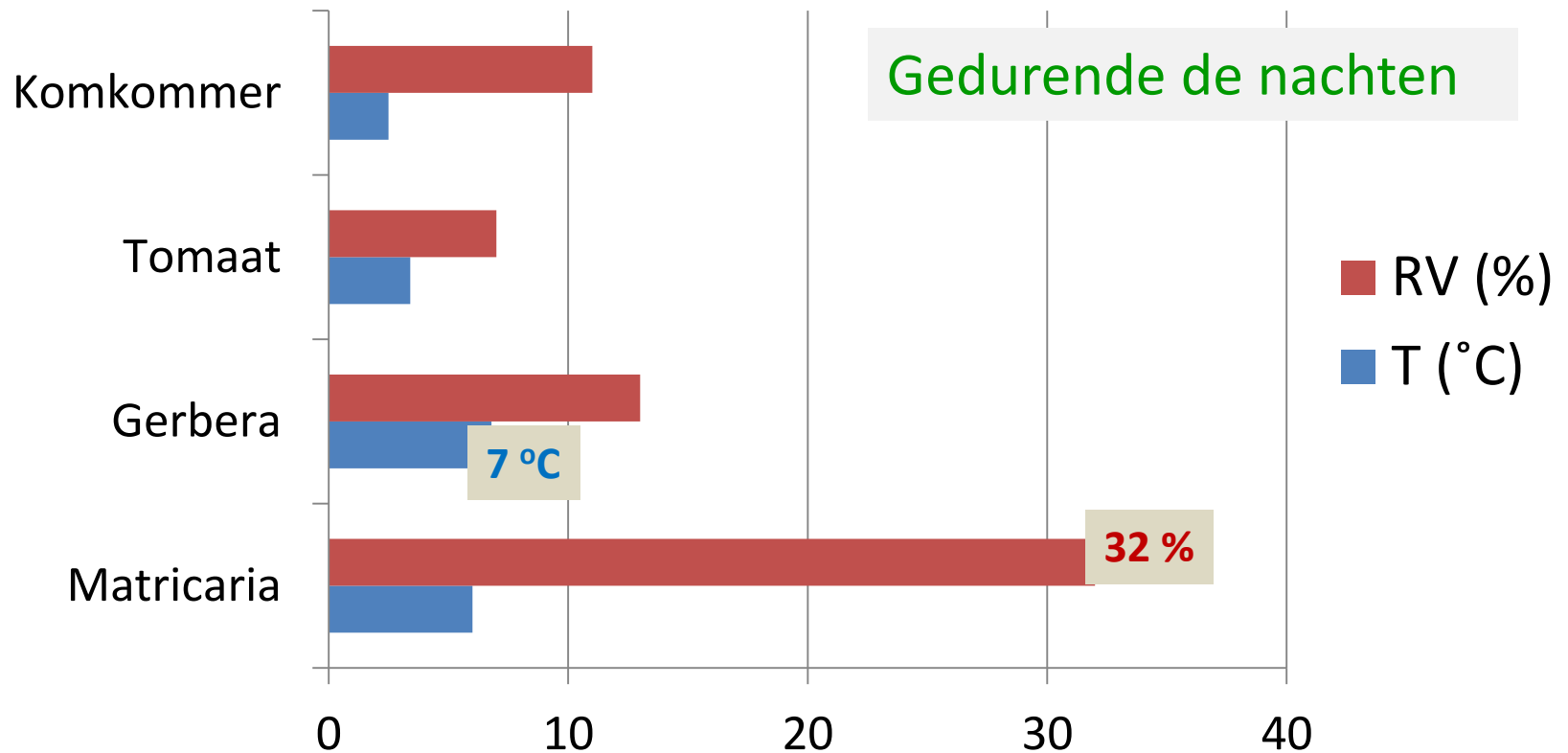


Experimenten

- 🌿 Meten bij praktijktelers
- 🌿 Horizontale/verticale verdeling
- 🌿 Meten dichtbij het groeipunt (groenten), vrucht of bloem

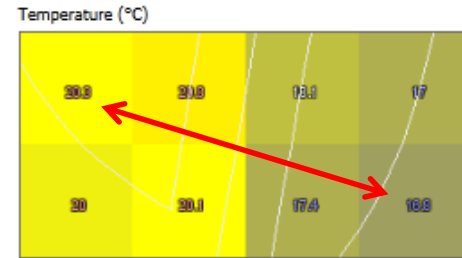
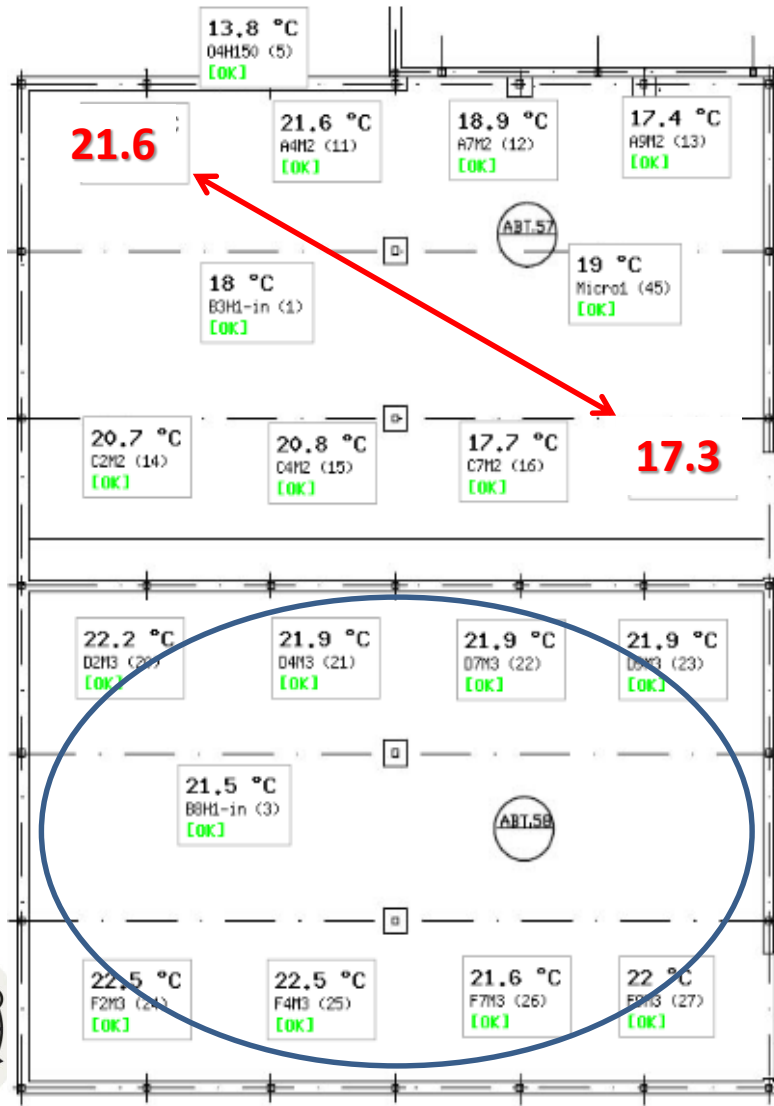


Maximale verschillen in de kas voor temperatuur en luchtvochtigheid

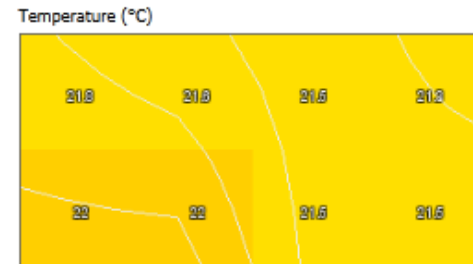


Klimaatverdeling (Straelen, D)

(Momentane waarden)



Temperatuur Gradiënt
(4.3 °C)



Geen Gradiënt
(0.6 °C)



Vaste warme en koude plekken in de kas

(Gemiddelde waarden over een lange periode)

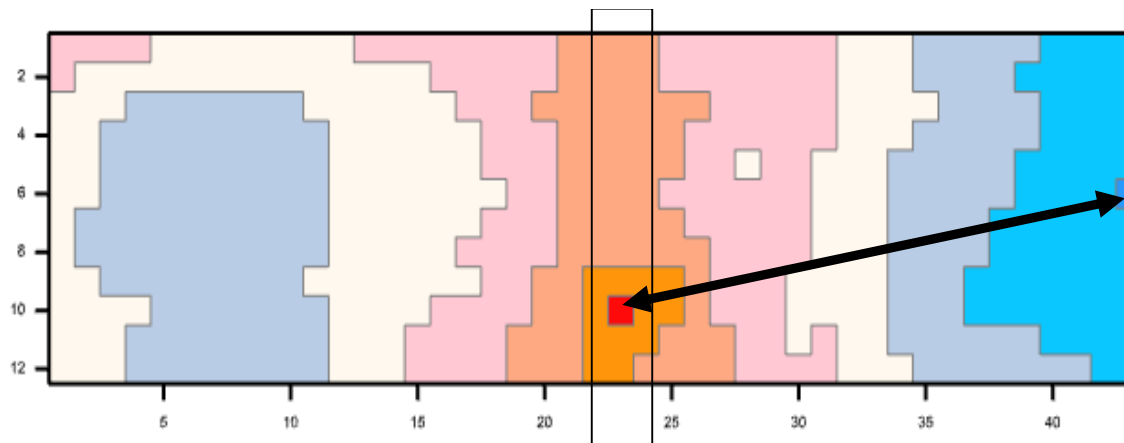
- Factoren zoals infrastructuur, kas lay-out, verwarmingssysteem, kasoriëntatie hebben effect op de groei en ziekten (b.v. Botrytis).

11

15 °C



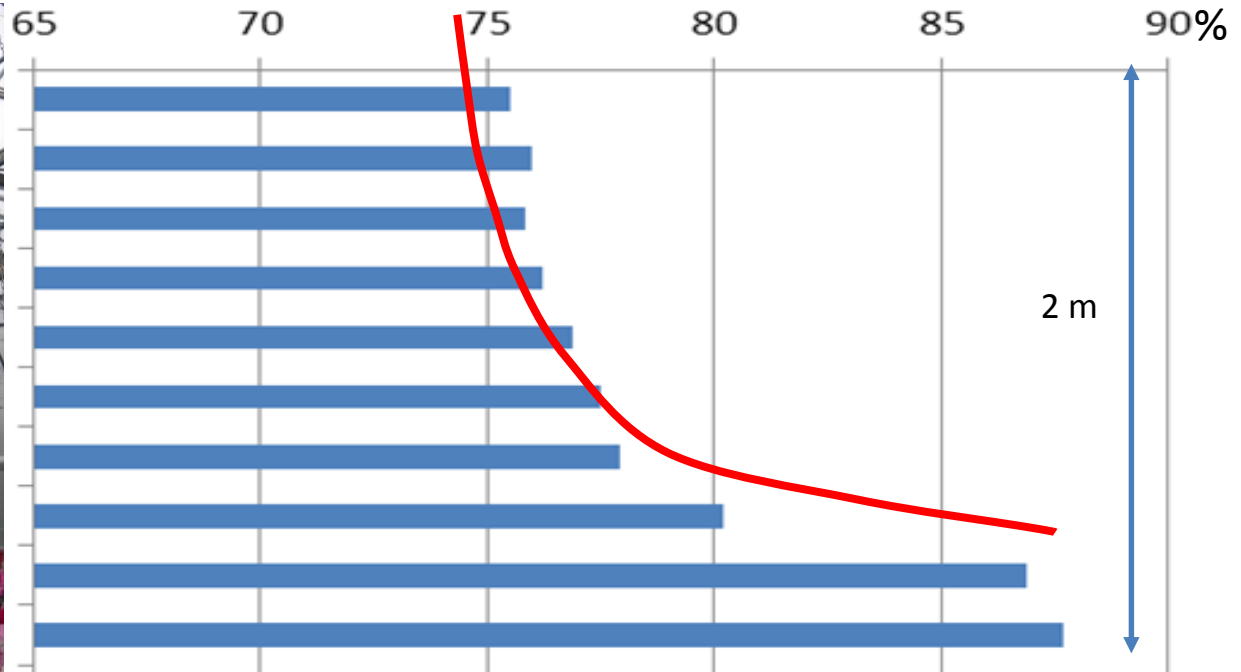
Gangpaden zijn doorgaans warmer dan de plekken langs de gevels.



Een temperatuur gradient van 4 graden Celcius, ten gevolge van kapotte ramen in de zijgevel.



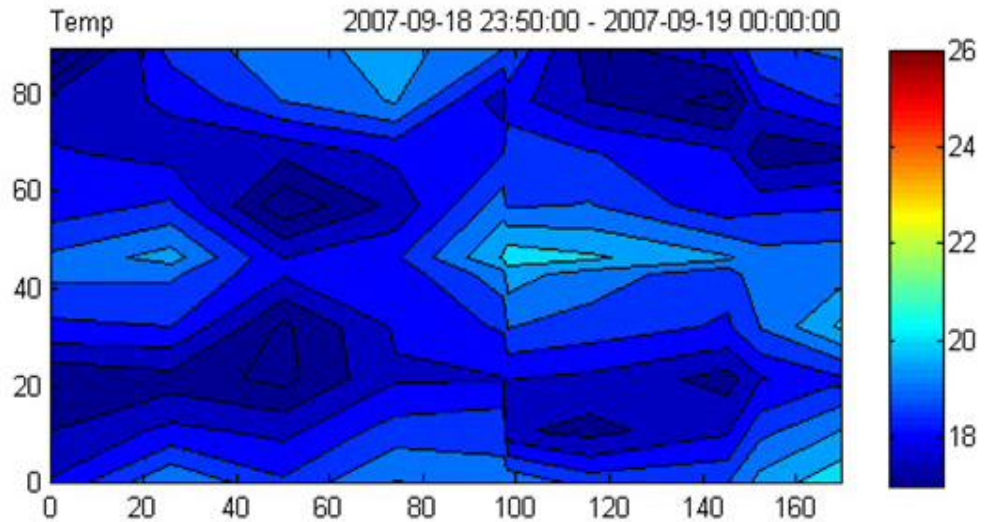
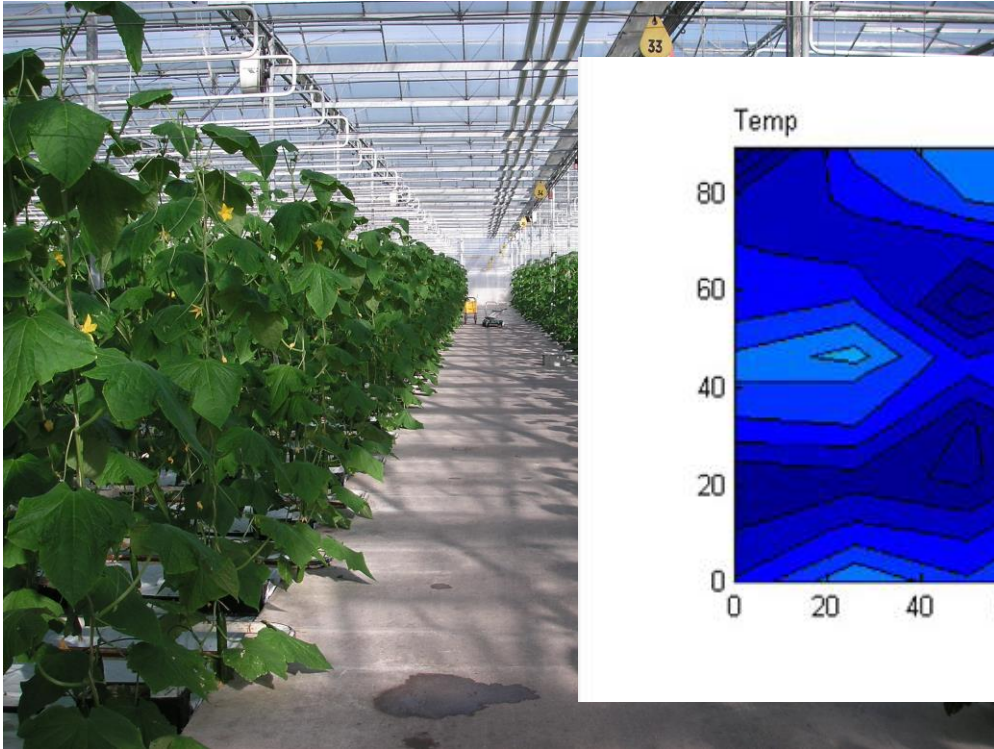
Het verticale profiel van de luchtvochtigheid in Cyklaam



- Meetvolume mini-sensor is kleiner dan van de standaard klimaatbox.
- Er is een profiel, nabij en in de planten is het vochtiger dan boven in de kas.



Dynamisch gedrag van het klimaat: **Vaste** extreme plekken



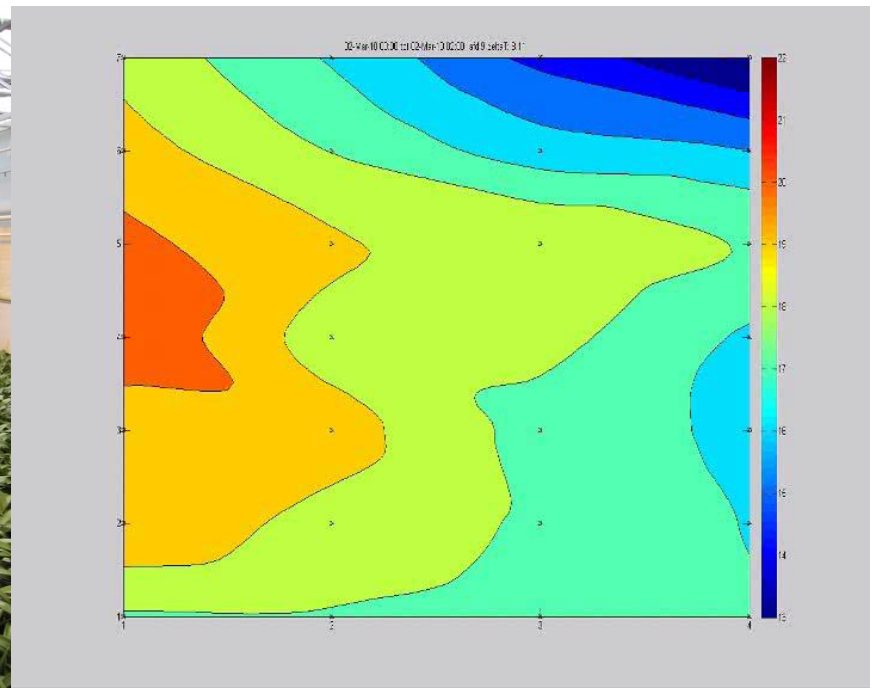
Verschillen: 2 - 3 °C



Dynamisch gedrag klimaat: Wandelende extreme plekken

- 🍃 In potplanten: tot 9 graden Celcius verschil
- 🍃 Door sterk wisselende factoren als: wind, openen van ramen en deuren, zoninstraling en bewolking, koude nachten, en schakelende ventilatoren.

$\Delta T = 2.8 \text{ }^\circ\text{C}$

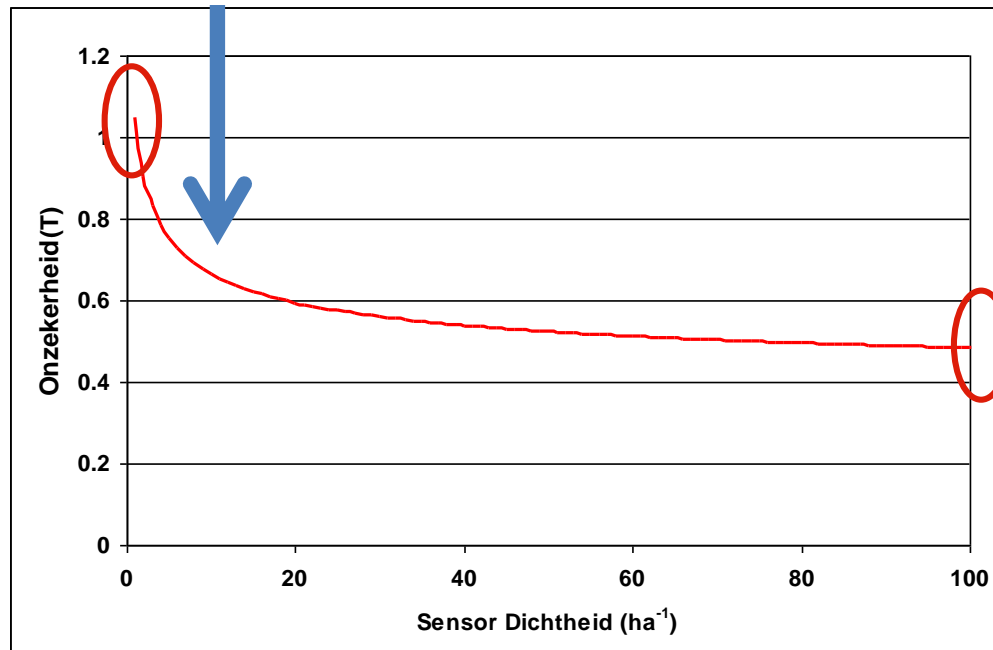


Hoeveel sensoren moet ik toepassen?

- De onzekerheid in de meting hangt af van het totale temperatuurverschil in de kas en het aantal sensoren.
- Bij grote verschillen is het beter om veel sensoren op te hangen (zelfs minder nauwkeurig) dan één hele nauwkeurige meetbox.
- Er zijn ca. 10 sensoren/ha. nodig om geen extremen te overzien.

Maximum:

$$\frac{1}{2} \Delta T$$



Minimum:

sensor
nauwkeurigheid



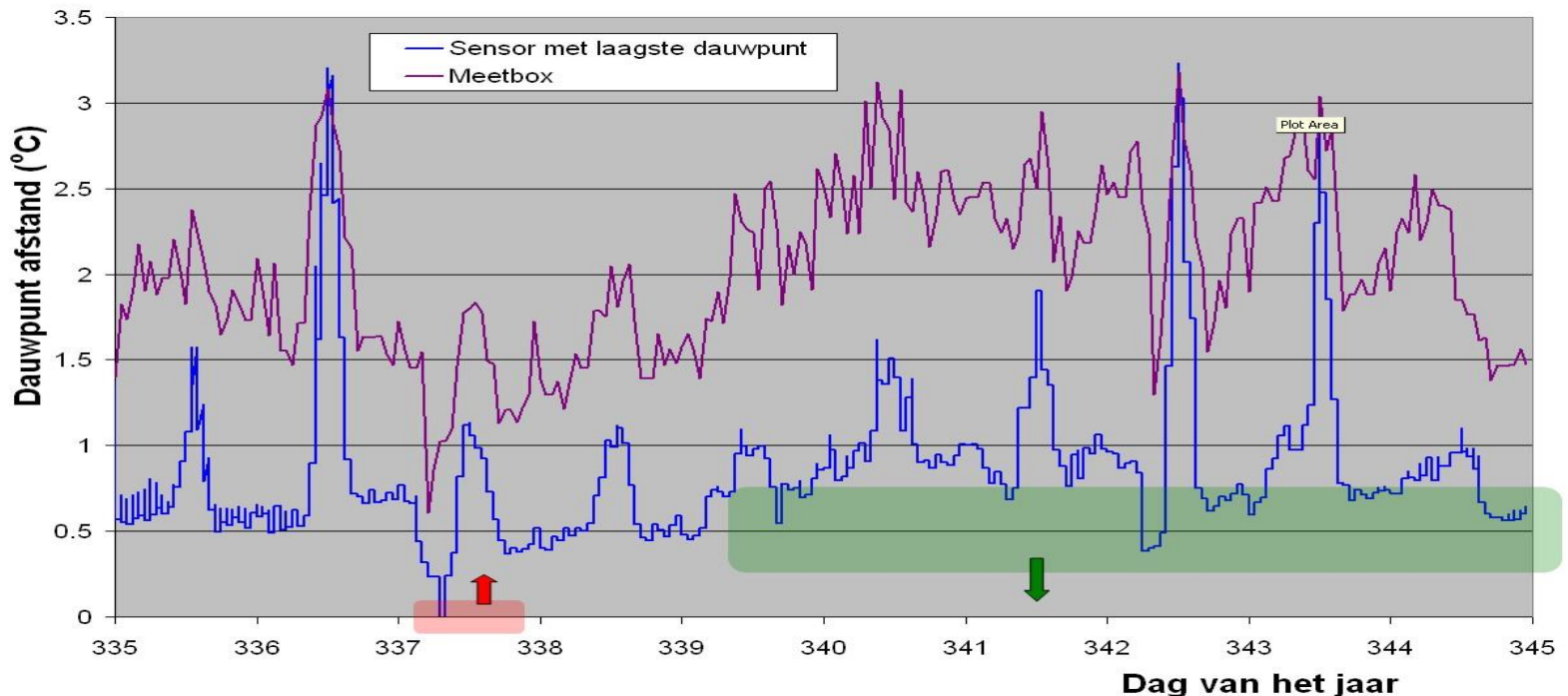
Energie besparen of ziekte voorkomen?

🍃 Natslag als op de standaard klimaatbox geregeld zou zijn (risico).

Door te sturen op de sensor met het laagste vochtdeficit zal de klimaatregelaar hier op ingrijpen extra ventileren.

🍃 Een klimaatbox regeling gebruikt hier in principe teveel energie.

Hier zal de klimaatcomputer nu minder energie gebruiken en een wat vochtiger regime aanhouden.

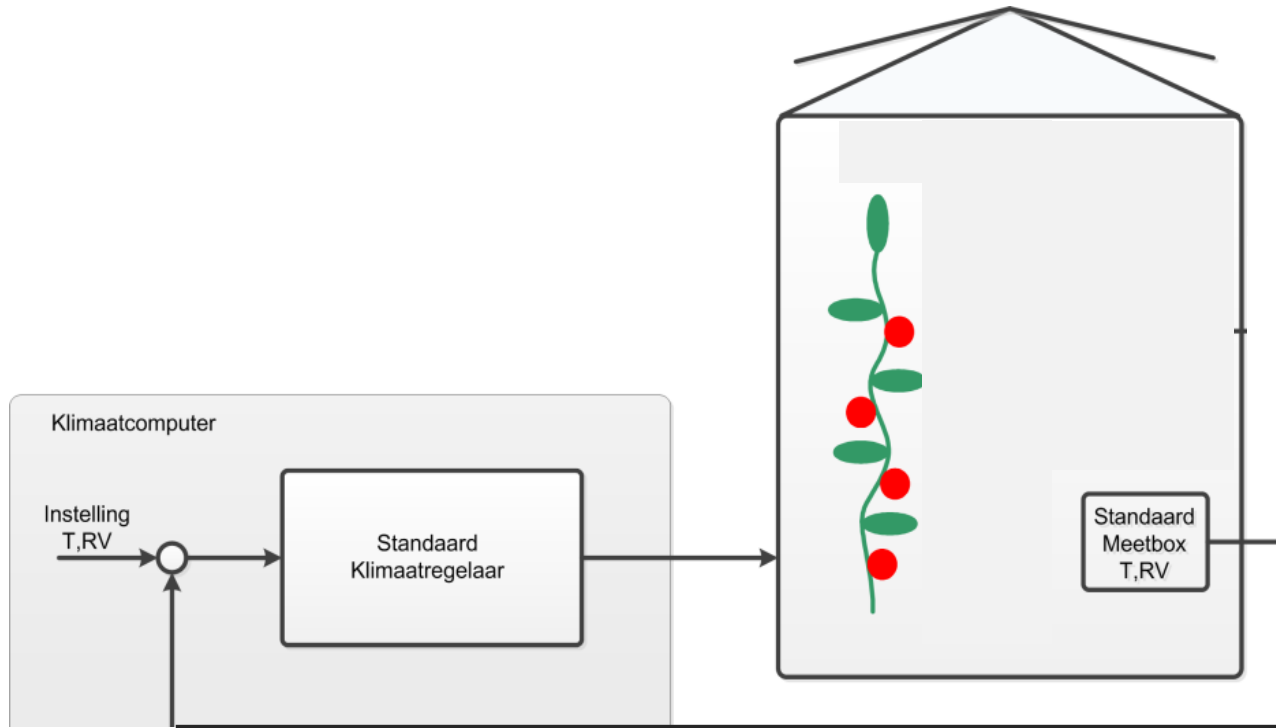


De wandelende meetbox: de aanpak

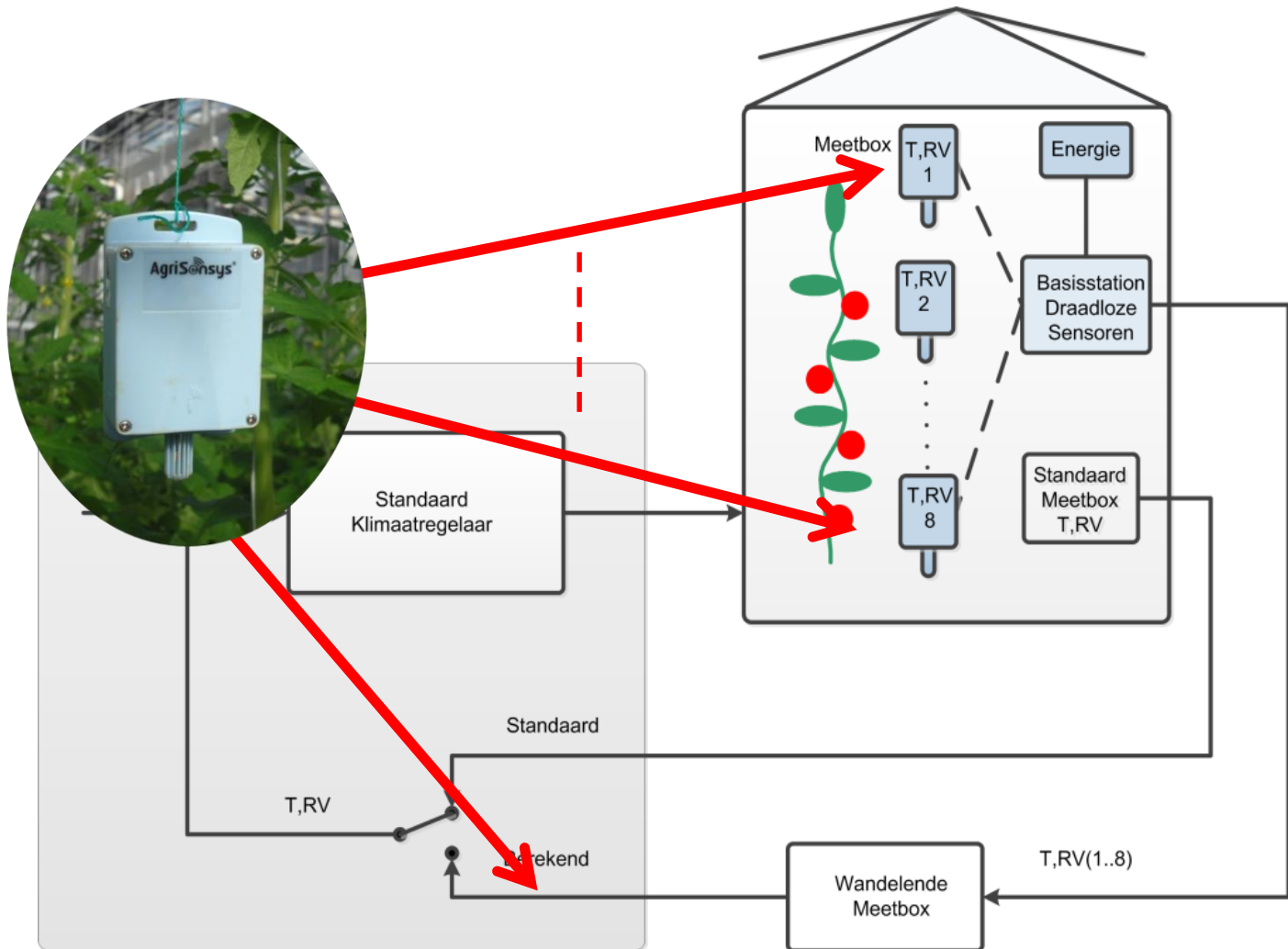
- ❧ Klimaatsturing op basis van de locatie (sensor) met laagste vochtdeficit (voorkomen natslag)
- ❧ Omdat het punt met de laagste VD bekend is, kan de RV-marge veel lager (bv 5-10%)
- ❧ Zo kan natter geteeld worden, energie bespaard worden en ziekten worden voorkomen
- ❧ Koppeling van draadloze sensoren met bestaande klimaatcomputers is mogelijk



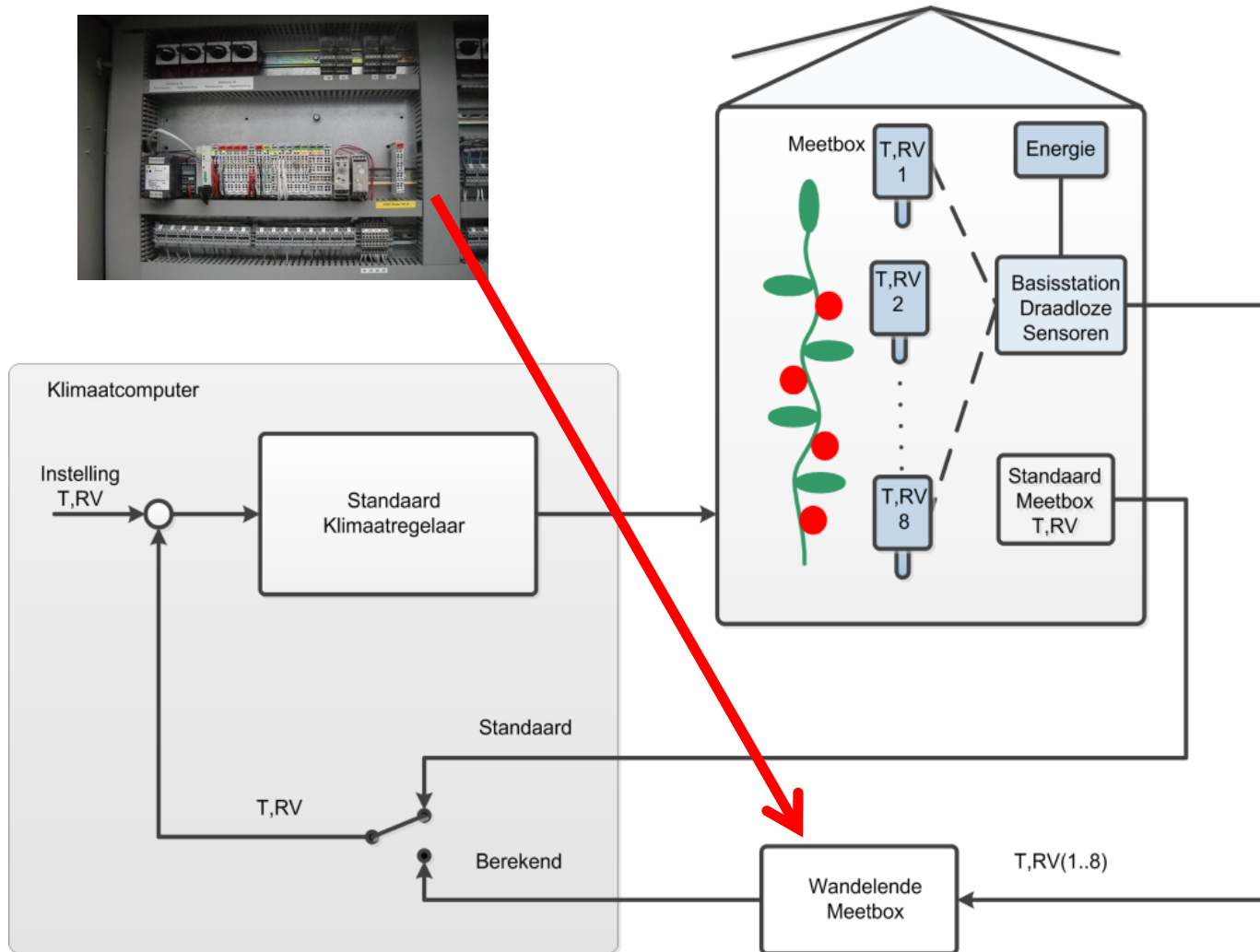
Opzet wandelende meetbox



Keuze uit standaard klimaatbox of de draadloze sensoren



Multi-sensor Regeling (Programmable Logic Controller)



Configuratie van de Regeling

Gezonde Kas Multi Sensor Data Fusion & Control

Gezonde Kas Multi Sensor Control version 3.0 GH 57

Enable

Sent to RAM T °C: 22,20 RH %: 53,50 13:26:18 Day

Ventilated sensor at odd and selected option at even days Selected option active

Offset 0,0 0,0

Select option

Night Day

manual T °C: 16 RH %: 75 dX g/kg: 2,64 Tdewp.: 11,59 Sensors

dXmin 22,00 58,20 6,59 13,44 16 dXmin

Tmin dXmin 21,70 58,20 6,48 13,16 17 Tmin

Tavg dXavg 22,98 54,10 7,75 13,22

T,RH ventilated 22,20 53,50 7,47 12,33

Generate test data, disable sent to RAM

Test WAGO IO is working correct, flashing is ok.

Timeout, not enough valid sensors, disable sent to RAM 60 11 valid sensors

Modbus TCP address 127.0.0.1 : 502

Status WiSensys system: ok

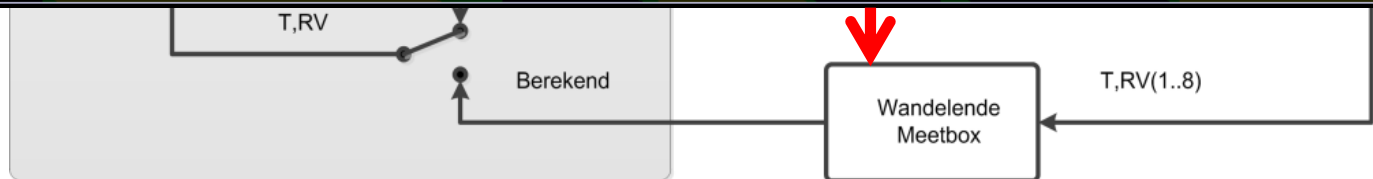
Status WAGO IO system: initialised

Warning Tmin en dXmin are different sensors, be cautious interpreting the deficit and Tdew

#	Time	Valid	Realtime	T	RH	Deficit
01	13:26:18	True	True	22,20	53,50	7,47
02	13:26:18	True	True	22,80	50,90	8,20
-01	00:00:00	False	False	n. def.	n. def.	n. def.
-01	00:00:00	False	False	n. def.	n. def.	n. def.
05	13:26:18	True	True	18,10	67,50	3,98
-01	00:00:00	False	False	n. def.	n. def.	n. def.
-01	00:00:00	False	False	n. def.	n. def.	n. def.
-01	00:00:00	False	False	n. def.	n. def.	n. def.
-01	00:00:00	False	False	n. def.	n. def.	n. def.
10	13:26:18	True	True	23,80	50,30	8,82
11	13:26:18	True	True	23,60	52,30	8,34
12	13:26:18	True	True	22,70	56,50	7,17
13	13:26:18	True	True	22,80	55,40	7,41
14	13:26:18	True	True	23,80	51,00	8,69
15	13:26:18	True	True	23,40	53,00	8,12
16	13:26:18	True	True	22,00	58,20	6,59
17	13:26:18	True	True	21,70	56,10	6,82
18	00:00:00	False	False	n. def.	n. def.	n. def.
19	00:00:00	False	False	n. def.	n. def.	n. def.

INTERREG
Deutschland
Nederland

WAGENINGEN UR
For quality of life

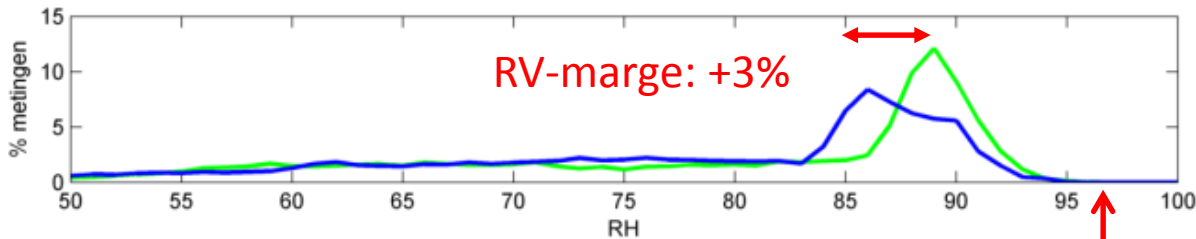


Proefopzet

- ❧ 1 proefcompartiment beschikbaar (!)
- ❧ Afwisselend één dag met en één dag zonder wandelende meetbox
- ❧ Energieverbruik geregistreerd
- ❧ Verschillende RV-marges: 0, 3 en 5%
- ❧ Enkele weken (>2)

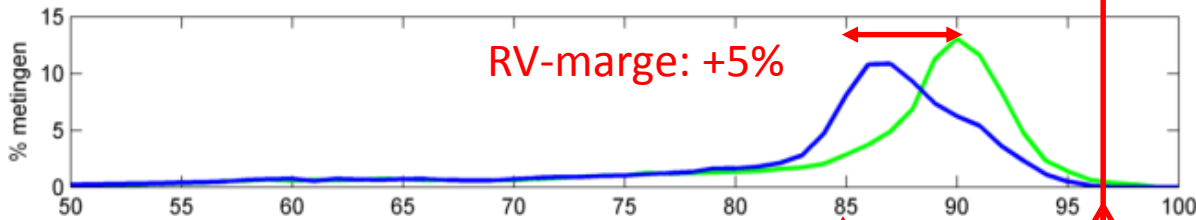


Klimaat distributie (RV) bij tomaat



Wandelende Meetbox

Standaard Klimaatbox



Geen natslag

RV Setpoint = 85%

RV-Marge	Energie
0 %	+19%
+3 %	-2 %
+5 %	-10 %

Homogener klimaat

Minder energie omdat de marge scherper ingesteld kan worden



Wat leveren draadloze sensoren ons nu op?

- 🍃 Zijn toepasbaar voor incidenteel meten bij problemen, of continue sturing en bewaking
- 🍃 Een homogeen klimaat
- 🍃 Een lager energieverbruik
- 🍃 Voorkomen van vochtige plekken en daarmee vochtgevoelige ziekten
- 🍃 Ca. 10 sens/ha om geen extremen te missen



Met bijdragen van:



UNTERSTÜTZT DURCH / MEDE MOGELIJK GEMAAKT DOOR



Ministerie van Economische Zaken



Niedersächsisches Ministerium
für Wirtschaft, Arbeit und Verkehr

Ministerium für Wirtschaft, Energie,
Bauen, Wohnen und Verkehr
des Landes Nordrhein-Westfalen



provincie Drenthe

provincie limburg



provincie
Gelderland



GEZONDE KAS

GESUNDES GEWÄCHSHAUS

www.deutschland-nederland.eu