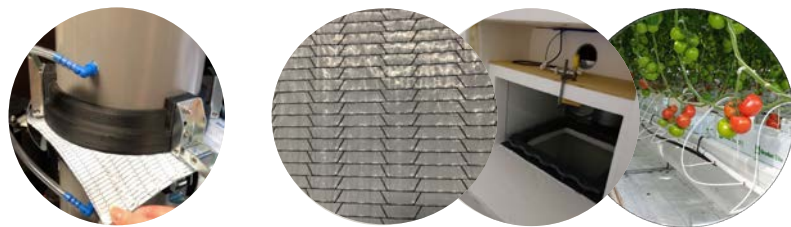


## Schermen in de kas; welke te kiezen?

LichtEvent2024, 27 maart 2024, Bleiswijk

Silke Hemming, WUR Glastuinbouw



1

## Overzicht

-  ■ Achtergrond
-  ■ Schermeigenschappen – welke zijn belangrijk?
-  ■ Schermgebruik – hoe stuur ik op een slimme manier?
-  ■ Schermen – hoe kiezen?
-  ■ Toekomst - wat is nog meer?



2

Interreg  
Vlaanderen-Nederland



Gefinancierd door  
de Europese Unie

Energlik

## ENERGLIK

Low-carbon and energy-efficient innovations  
for a more climate neutral horticulture

3



## Energlik

- Interreg Vlaanderen-Nederland project
- Gestart 1 maart 2023, eindigt 28 februari 2026
- Doel = demonstratie dat een meer klimaatneutrale glastuinbouw ook economisch rendabel kan zijn
  - Hoge energieprijzen
  - NL doelen: glastuinbouw klimaatneutraal in 2040
  - EU doelen: EU klimaatneutraal in 2050

4



## Energik schermen

- Kwantificeren optische en fysische **eigenschappen** schermen droog en nat middels gestandaardiseerde metingen:
  - Lichttransmissie
  - Warmtestraling eigenschappen
  - Luchtdoorlatendheid
  - Vochttransport
- Objectieve **vergelijking** van schermmaterialen
- Hierdoor toeleveranciers materialen **verbeteren**
- Gebruik van een model om gemeten eigenschappen te vertalen naar totale **energiebesparing** van teelt
- Hierdoor kunnen telers weloverwogen **keuzes** maken voor materialen en gebruik

5



## Energik

PARTNERS

PROEFCENTRUM RIDDOOSTRAATEN | PROEFSTATION VELD DE OOSTERVELD | UNIVERSITEIT GENT | VERHOEVEN G.H. B.V.

ILVO | Botany | Plant Lighting | maurice KASBOUW B.V.

THOMAS MORE | Maastricht University | WAGENINGEN UNIVERSITY & RESEARCH

FINANCIERERS

interreg Vlaanderen Nederland | Gefinancierd door de Europese Unie

Energik

Glastuinbouw Nederland | KAS ALS ENTOEGESCHAP | Provincie Antwerpen | Provincie Limburg | Oost-Vlaanderen | Wageningen University & Research

6

## Overzicht


- Achtergrond
- Schermeigenschappen – welke zijn belangrijk?
- Schermgebruik – hoe stuur ik op een slimme manier?
- Schermen – hoe kiezen?
- Toekomst - wat is nog meer?

WAGENINGEN UNIVERSITY & RESEARCH

7

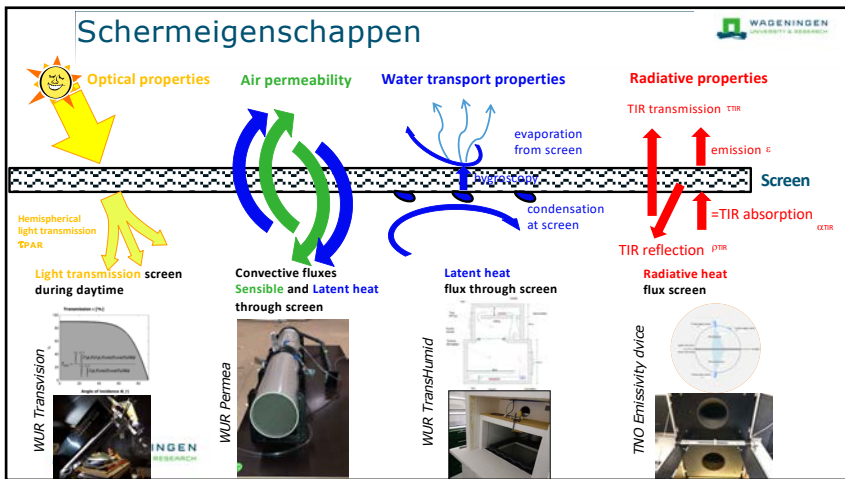
## Schermen

- **Schermtypes**
  - Geweven, gebreid, folie
  - Meer open, meer gesloten doeken
  - Transparent, diffuus, wit, zwart, aluminium,...
  - Inzet voor:
    - licht sturing: schaduw, diffuus, tegen lichtemissie
    - energiebesparing: isolatie, minder uitstraling, vochtafvoer..
  - Gebruik als: nacht- of dagscherm



WAGENINGEN UNIVERSITY & RESEARCH

8



9

### WUR LightLab - metingen

- Optische eigenschappen van kasdekmaterialen en schermen
- R&D samen met toeleveranciers
- Ontwikkeling van nieuwe meetprotocollen
- Informatie voor toeleveranciers en telers

**NEN 2675**  
 Greenhouse glass - Determination of optical properties of greenhouse covering materials and screens

TESTING RvA L B55

10

### WUR – model energietransport door schermen

- Basis model: dynamisch kasklimaat en energie model KASPRO (de Zwart, 1996)

- Uitgebreid model: input van gemeten schermeigenschappen droog en nat (optical properties, air permeability, water transport, radiometric properties); vertaling naar jaarrond energieverbruik van de kas

WAGENINGEN UNIVERSITY & RESEARCH

De Zwart, H.F. (1996) Analysing energy saving options in greenhouse cultivation using a simulation model. Doctoral thesis, Wageningen University, The Netherlands.

11

### Energieverliezen (droog)

- Overzicht energietransport aan en door een schermmateriaal met **lage** luchtdoorlatendheid (RC18H), scherm blijft droog
- Conditie: Boven scherm 10°C 60% RV, onder scherm in kas 18°C 70% RV

Temperatuur	10 °C
Vochtigheid	60 % RV 5.7 g/m <sup>3</sup>
Scherf	RC18H Doorlatendheid 0.53 1e <sup>-1</sup> x 0.51 p 0.19
Berekende schakentemperatuur	13.9 °C (droog) x 0.51 p 0.19
Berekende vochttransport	3.9 g/(m <sup>2</sup> h)
Berekende luchtuitwisseling	0.7 m <sup>3</sup> /(m <sup>2</sup> h)
Hygroscoopisch transport	0 g/(m <sup>2</sup> h)
Temperatuur	18 °C
Vochtigheid	70 % RV 10.8 g/m <sup>3</sup>
Dauwpunt	12.4 °C
Vochtigheidsgradient	5.1 g/m <sup>3</sup>
Temperatuurgradient	8.0 °C
Berekende vochtproductie	4 g/(m <sup>2</sup> h)
Berekende warmstering	26.5 W/m <sup>2</sup> waarvan 2.6 W/m <sup>2</sup> latent
Warmteverlies	3.3 W/(m <sup>2</sup> K)

U-value 3.3 W/(m<sup>2</sup> K)

WAGENINGEN UNIVERSITY & RESEARCH

15

## Energieverliezen (scherm droog)

Conditie: Boven scherm 10°C 60% RV, onder scherm in kas 18°C 70% RV

Luchtdoorlatendheid:

Laag

RC18H

Hoog

NT16K

Zeer hoog

NT16M



16

## Energieverliezen (scherm nat)

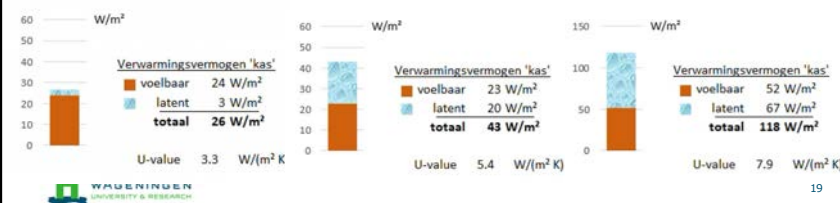
Luchtdoorlatendheid: Laag RC18H

Conditie: Boven scherm 10°C 60% RV, onder scherm in kas...

18°C 70% RV

18°C 90% RV

25°C 90% RV



19

## Samenvatting

- Meeste verliezen voelbare warmte door convectie *aan* het scherm  
→ oplossing: **meerlagen schermen**
- Hoge verliezen voelbare warmte ook door convectie *door* het scherm  
→ oplossing: **scherm met lage luchtdoorlatendheid**
- Verliezen latente warmte door het scherm  
→ oplossing: **dichter scherm & gebruik actieve ontvochtiging**

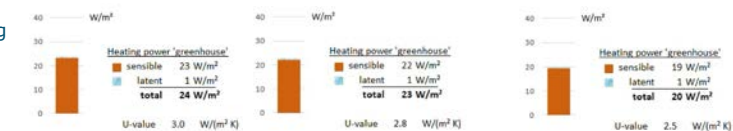
22

## Schermeigenschappen (uitstraling)

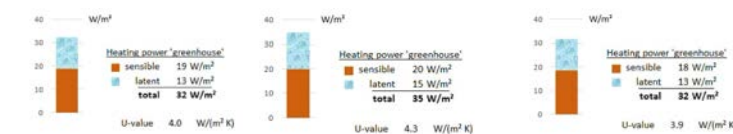
- Luchtdoorlatendheid laag (RC220), warmtestralings-eigenschappen...

- transmissie hoog emissie laag
- transmissie laag emissie hoog
- transmissie laag emissie laag

■ Droog



■ Nat



23

## Samenvatting

- Verliezen door uitstraling door transmissie en emissie van warmtestraling bij een droog scherm
- Verliezen door uitstraling vooral door emissie bij een nat scherm  
→ oplossing: **scherm met hoge warmtereflectie, scherm met lage emissie (low-e)**
- Bijv. Nachtschermen: aluminium schermen
- Bijv. Dagschermen: nieuwe ontwikkelingen transparante low-e schermen

24

## Conclusies schermeigenschappen

- Hogste isolatiewaarde door:
  - Meerlagen
  - Hoge reflectie voor warmtestraling, lage emissie
  - Lage luchtdoorlatendheid tegen ongecontroleerd verlies voelbare warmte
  - Lage vochtdoorlatendheid tegen ongecontroleerd verlies latent warmte → in combinatie met een actieve ontvochtiging
- Isolatiewaarde afhankelijk van condities in kas!

25

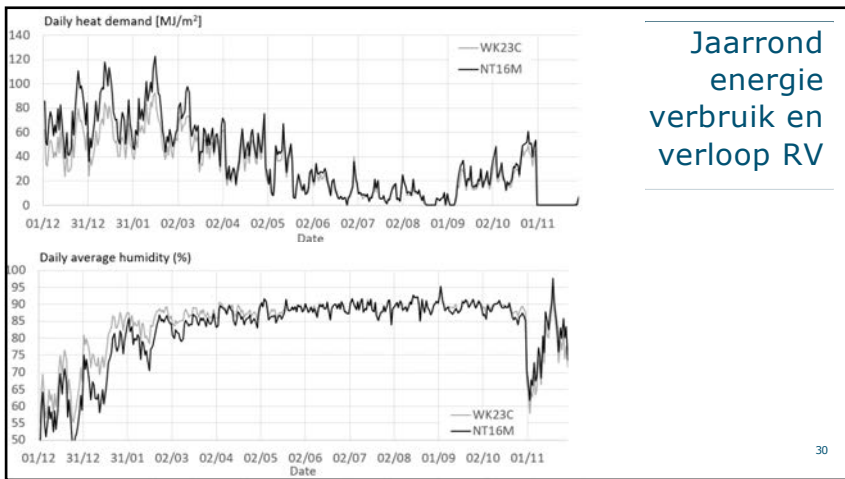
## Overzicht

-  Achtergrond
-  Schermeigenschappen – welke zijn belangrijk?
-  Schermgebruik – hoe stuur ik op een slimme manier?
-  Schermen – hoe kiezen?
-  Toekomst - wat is nog meer?

26



27



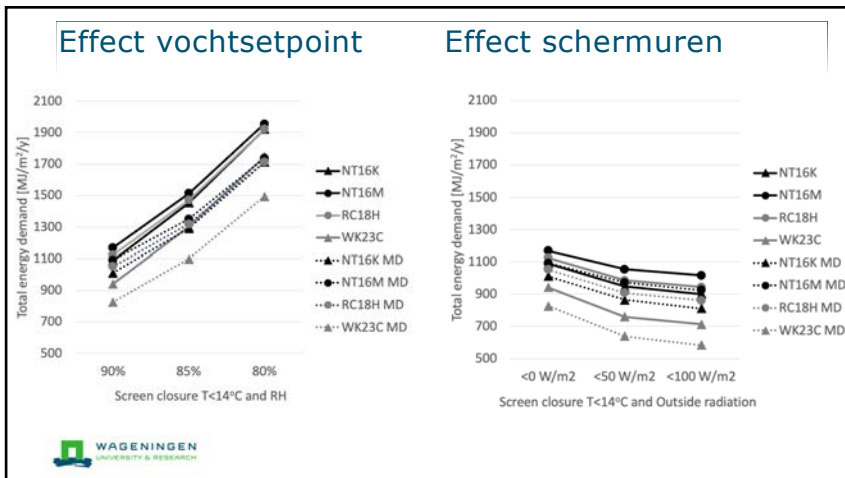
Jaarrond energie verbruik en verloop RV

30

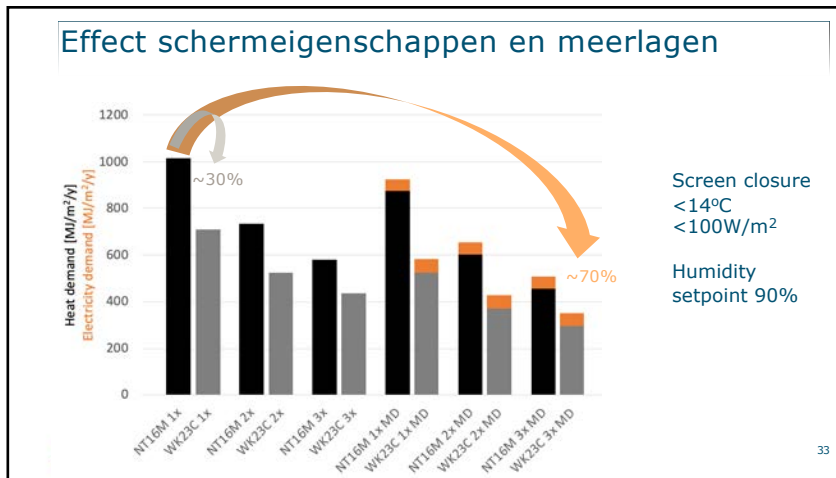
30



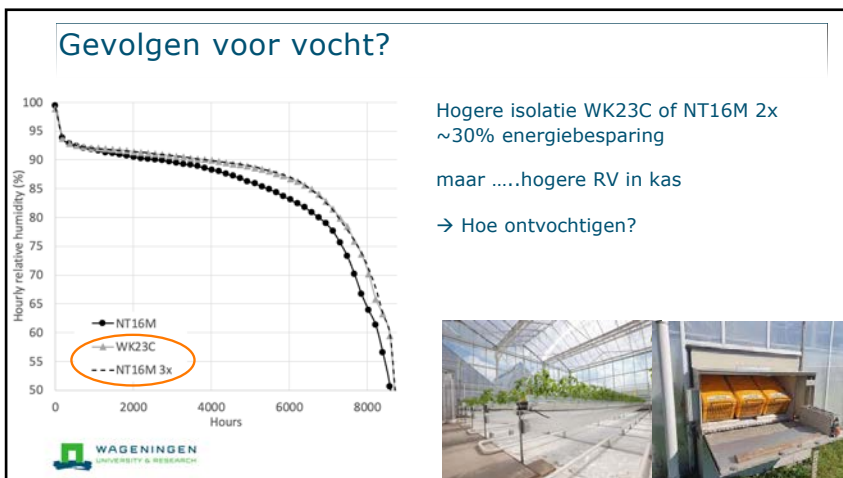
31



32



33



34

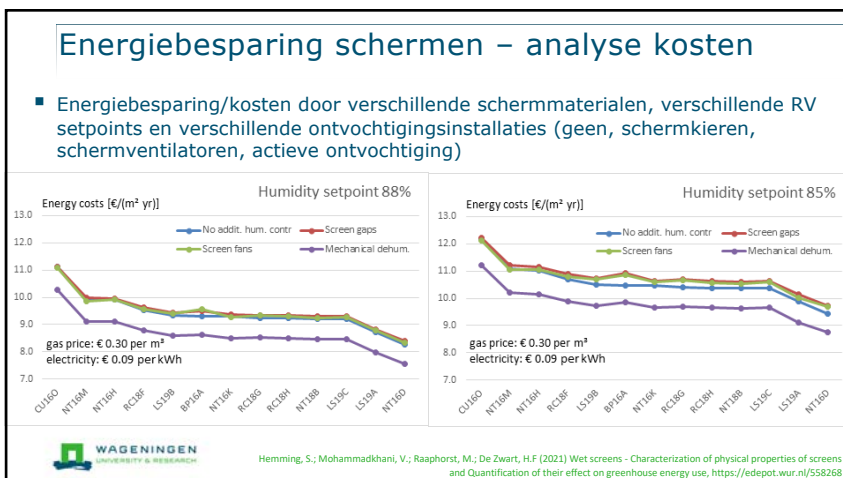
### Ontvochtigen – hoe?

- Door het schermmateriaal zelf
- Door schermkieren op momenten waar nodig
- Door schermventilatoren
- Door ontvochtigingsinstallatie (met warmteterugwinning)

↓  
Toename energiebesparing  
Toename controle

35

35



36

### Conclusies schermgebruik (nacht)

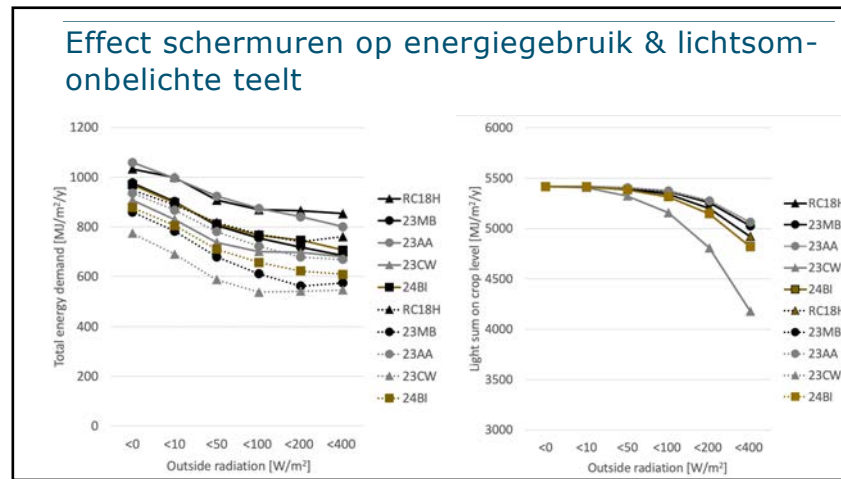
- Energiebesparing enkel scherm ca. 25-30% (vergeleken met geen scherm)
- Energiebesparing optimale schermeigenschappen ~40% = lage lucht/vochtdoorlatendheid, lage emissie, lage transmissie warmtestraling
- Hoger RV setpoint >40% (80% naar 90% RV)
- Meer schermuren >15% (0 W/m<sup>2</sup> naar 100 W/m<sup>2</sup>)
- Dubbel/triple schermen 25-40% (vergeleken met enkel scherm)
- Dus: **verhoog RV, maak meer schermuren, kies voor scherm met betere eigenschappen, kies voor meer dan 1 scherm**

37

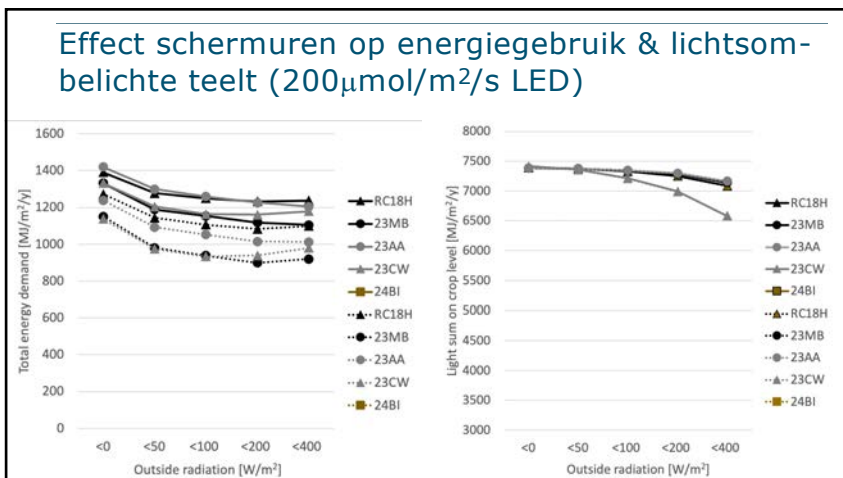
37



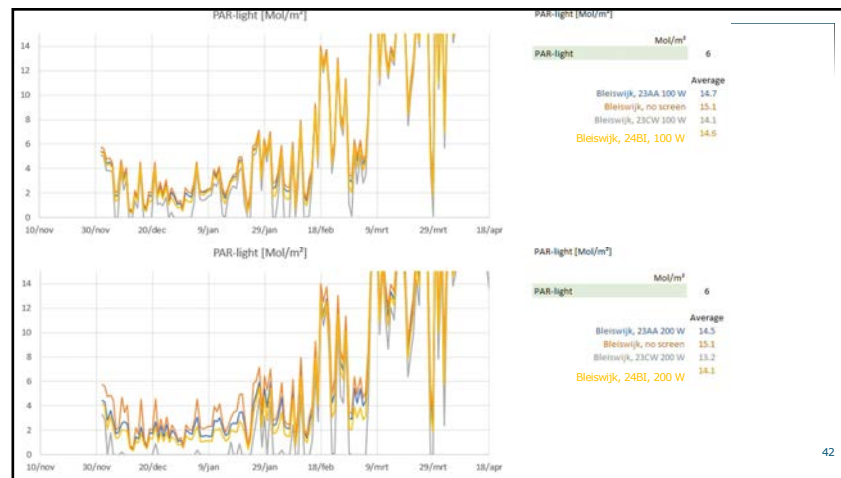
38



40



41



42



## Conclusie schermen (dag)

- PAR hemisferische transmissie vooral belangrijk bij:
  - Onbelichte teelt
  - Meer schermuren, sluiting  $>100 \text{ W/m}^2$
- Overschat effect van PAR transmissie niet:
  - Voorbeeld: scherm met 59% PAR transmissie geeft in de wintermaanden  $0.4 \text{ mol/m}^2/\text{d}$  minder licht dan scherm met 87% PAR transmissie (onbelichte teelt) indien sluitingscriterium  $< 200 \text{ W/m}^2$  buitenstraling op koude dagen

43

## Overzicht

-  ▪ Achtergrond
-  ▪ Schermeigenschappen – welke zijn belangrijk?
-  ▪ Schermgebruik – hoe stuur ik op een slimme manier?
-  ▪ Schermen – hoe kiezen?
-  ▪ Toekomst - wat is nog meer?

44

## Maak bewuste keuzes

- Je hebt een scherm → welke eigenschappen heeft deze?
- Je hebt een scherm → kun je het RV setpoint verder verhogen? Enorme energiebesparingen mogelijk!
- Je hebt een scherm → kun je meer schermuren maken? Energiebesparing door nachtscherm tot  $10\text{-}50 \text{ W/m}^2$  (?) gesloten te houden, dagscherm tot  $100\text{-}400 \text{ W/m}^2$  (?) gesloten te houden
- Je investeert in een nieuw scherm → kies optimale eigenschappen (hoge reflectie/lage emissie voor warmtestraling, lage lucht/vochtdoorlatendheid)
- Je investeert in een nieuw scherm → investeer je ook in actieve ontvochtiging? Investeer je ook in een tweede/derde scherm?

45

## Overzicht

-  ▪ Achtergrond
-  ▪ Schermeigenschappen – welke zijn belangrijk?
-  ▪ Schermgebruik – hoe stuur ik op een slimme manier?
-  ▪ Schermen – hoe kiezen?
-  ▪ Toekomst - wat is nog meer?

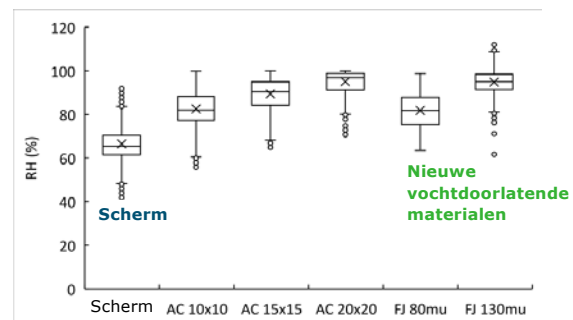
46

### Ontkoppeling vocht en CO<sub>2</sub> verlies van luchtuitwisseling



47

### Relative humidity

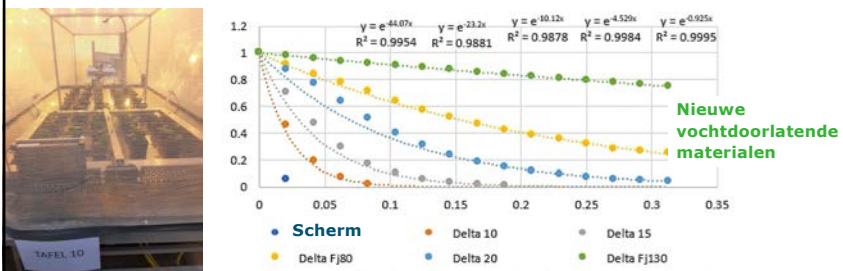


WAGENINGEN UNIVERSITY & RESEARCH

48

48

### CO<sub>2</sub> verlies in de tijd



WAGENINGEN UNIVERSITY & RESEARCH

50

50

### Vragen?

Met dank aan mijn collega's:  
 Frank Kempkes, Monique Bijlaard, Jan Janse, Bram van Breugel, Bas Briaire, Vida Mohammadkhani, Marta Streminska, Khan Pham, Cecilia Stanghellini, Ilias Tsafaras u.v.m.



WAGENINGEN UNIVERSITY & RESEARCH



Ministerie van Landbouw, Natuur en Voedselkwaliteit



NRS AL3

51