Van klimaatregeling naar plantsturing

Ep Heuvelink, Frank Kempkes & Leo Marcelis
Wageningen UR: - Leerstoelgroep Tuinbouwketens
- WUR Glastuinbouw
Met medewerking van: Menno Bakker, Jouke Campen, Anja Dieleman, Frank Maas, Nieves Garcia, Filip van Noort, Marc Ruijs, Joost Veenman



WAGENINGEN UR
For quality of life

Waar gaat het vanavond over?

- Doelen van de teelt
- Klimaatregeling
  - CO_2
  - Vochtafvoer: vochtkier of mechanisch
  - Groeilicht
- Horizontale en verticale verschillen in de kas
- NIR reflectie
- Luchtcirculatie
- Conclusies

WAGENINGEN UR
For quality of life

Doelstellingen van de teelt

- Hoge productie
- Goede kwaliteit
- Op tijd leverbaar (bijvoorbeeld voor Kerst of moederdag)
- Risico's beheersen (bijvoorbeeld ziekten)
- Lage kosten (energie, CO_2, arbeid)
- Milieudoelstellingen (gewasbeschermingsmiddelen, nutriënten, CO_2 emissie)

…. Maar zulke knoppen zitten niet op de klimaatcomputer !

WAGENINGEN UR
For quality of life

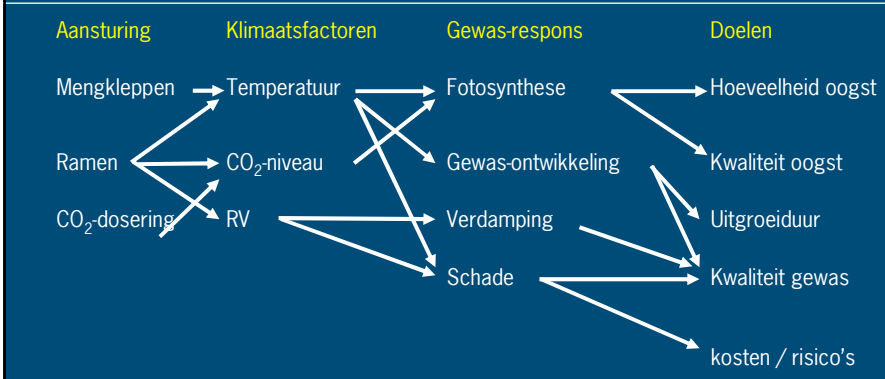
Kasklimaatregeling

- Kasklimaatregeling is heel belangrijke manier om de productie te beïnvloeden, naast:
  - Wortelmilieu (nutriënten, water, pH)
  - Ziekte- en plaagbestrijding
  - Gewashandelingen (bijv. dieven, toppen, wijder zetten)

Jammer dat klimaatcomputer en substraatcomputer gescheiden zijn

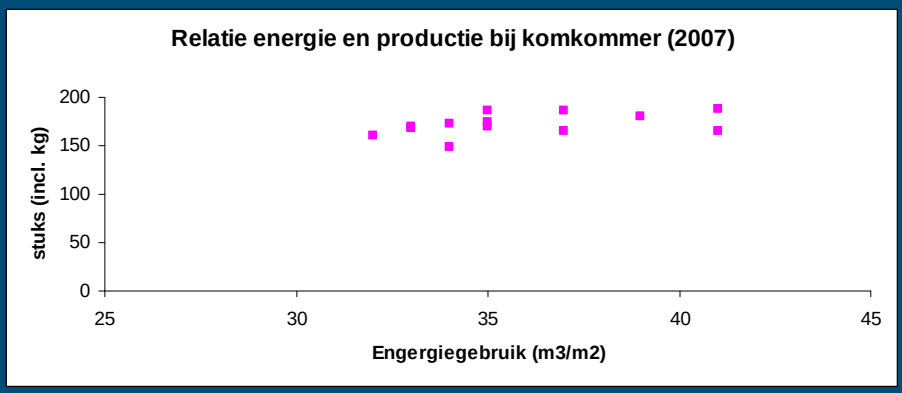
WAGENINGEN UR
For quality of life

Kasklimaatregeling: Ingewikkelde samenhang tussen wat we sturen en wat we willen



WAGENINGEN UR
For quality of life

Lagere kosten betekent niet altijd lagere productie !



13 bedrijven, geen belichting, LEI bedrijfsvergelijking

WAGENINGEN UR
For quality of life

Marc Ruijs

Op tijd bepaalde kwaliteit kunnen leveren

- “graphical tracking” als hulpmiddel in de sierteelt

Plaatje hiervan

WAGENINGEN UR
For quality of life

Voorbeeld doel versus sturing

- Ventilatietemperatuur
  Bijv. 22°C, helemaal open bij 27°C
  lichtafhankelijke verhoging; 0,5°C per 200 Wm^{-2}
  (wind- en lijzijde apart in te stellen)

maar:

- Ventileren heeft ook invloed op vocht en CO_2
- Mag temperatuur misschien kort meer oplopen, om dit later te compenseren? (temperatuurintegratie)

WAGENINGEN UR
For quality of life

Opbrengst versus kosten (1)

- Of we bij 22°C moeten gaan ventileren hangt eigenlijk af van afweging van voor- en nadelen
- Voordelen
  * betere vruchtzetting
  * lagere ademhaling
  * langzamere ontwikkeling (grotere vruchten, bloemen)
- Nadelen
  * door ventileren lagere CO_2 → minder opbrengst
  * later misschien stoken, terwijl opwarming nu gratis is

WAGENINGEN UR
For quality of life

Opbrengst versus kosten (2)

- Gebruik rekenmodellen
  Voor optimale CO_2 dosering bestaan deze modellen !
- Er zijn voorbeelden dat met helft van de CO_2 toch zelfde productie behaald werd, door inzet op juiste momenten:
  * veel licht
  * minder wind
  * geringe ventilatieopening

Rekenprogramma:
www.glastuinbouw.wur.nl/NL/diensten/optimaalco2

WAGENINGEN UR
For quality of life

CO_2-Optimizer

- Doel:
  Zo efficiënt mogelijke inzet CO_2-bronnen
- Rekening houden met:
  - klimaatomstandigheden binnen/ buiten de kas
  - buffercapaciteit en gas-/OCAP contracten
  - weersverwachting
- Berekent continu extra kosten en extra opbrengsten van CO_2 dosering (rookgas, OCAP, vloeibaar)
  → optimale instelling voor CO_2 regeling in klimaatcomputer
- Ontwikkeld door WUR Glastuinbouw en Hortimax

WAGENINGEN UR
For quality of life

Vocht kwijtraken: toegepaste regelvolgorde

schermkier minimum raamstand minimumbuis

Ventileren Stoken

Je moet niet het paard achter de wagen spannen

(vochtregeling vraagt zo'n 25% van het energiegebruik)

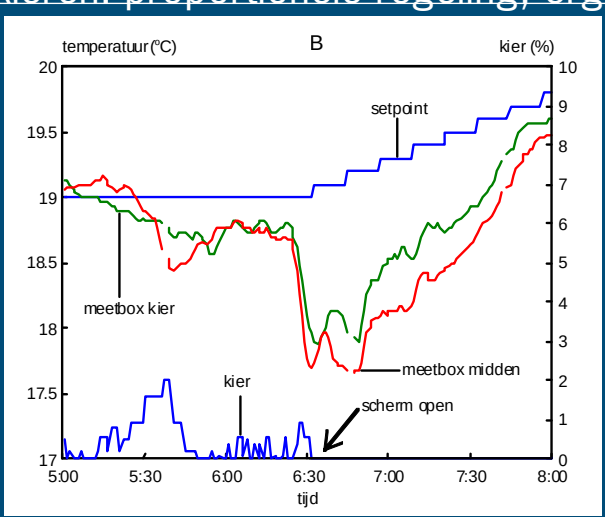
WAGENINGEN UR
For quality of life

Afvoeren van vocht onder het scherm

- Door schermopening
- Mechanische vochtafvoer

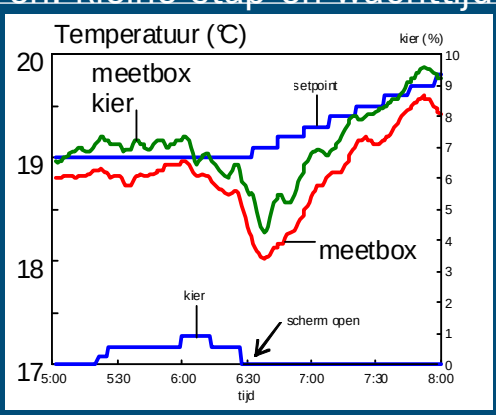
WAGENINGEN UR
For quality of life

Vochtkieren: proportionele regeling, erg onrustig



WAGENINGEN UR
For quality of life

Vochtkieren: kleine stap en wachttijden



Voorkomt kouval, veel rustiger regeling

8% energiebesparing tijdens schermen; 2-3% op jaarbasis

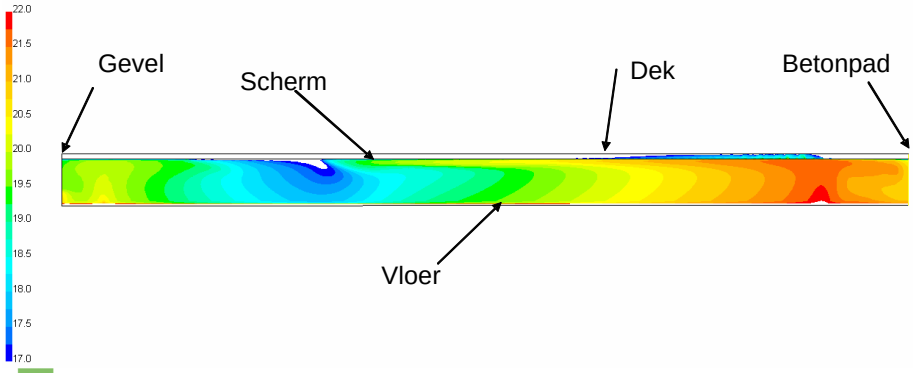
NB Bij meer dan 3% opening al maximale vochtafvoer

WAGENINGEN UR
For quality of life

Scherm met 1 op 15 bandjes eruit om vocht door te laten

Probleem: temperatuurverschillen tot 4 graden

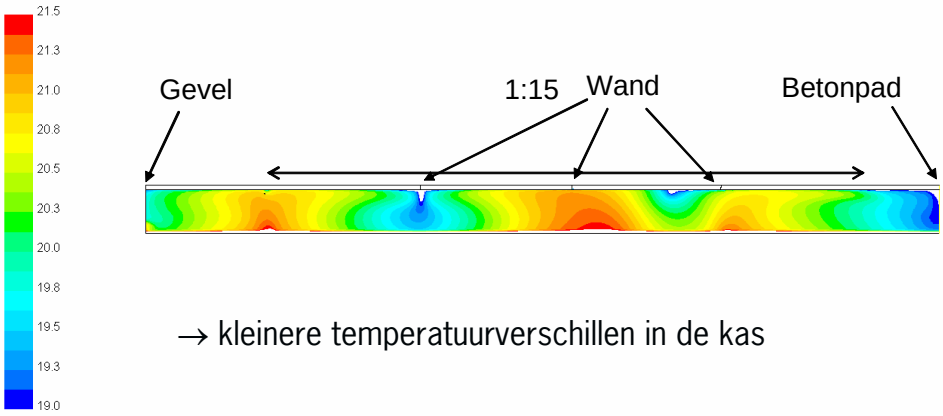
Er zijn veel uren dat vocht geen probleem is, maar door open structuur scherm ontstaat veel te veel luchtstroming.



WAGENINGEN UR
For quality of life

(buitentemperatuur 10°C binnen 20°C)

Compartimentering boven het scherm.
LET OP SCHAALVERDELING GEWIJZIGD



→ kleinere temperatuurverschillen in de kas

WAGENINGEN UR
For quality of life

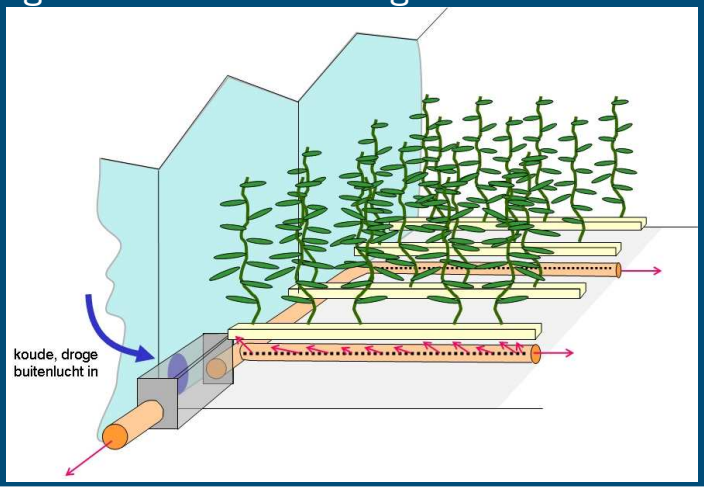
Conclusies

- Openingen in het scherm zorgen voor horizontale temperatuur-verschillen in de kas
- Horizontale temperatuurverschillen treden ook op bij een scherm met een openingspercentage van 1%
- Compartimenten maken boven scherm dat open is (1:15 of vochtkier) → kleinere temperatuurverschillen in de kas
- Schermen die wel vocht maar geen lucht doorlaten: vochttransport vrij gering.
- Ontvochtiging door mechanische luchtbehandeling is een mogelijke oplossing. Eerste positieve ervaringen zijn reeds opgedaan

WAGENINGEN UR
For quality of life

Mechanische vochtafvoer:
Systeem waarmee de relatieve luchtvochtigheid onder een energiescherm kan worden gecontroleerd

.



WAGENINGEN UR
For quality of life

Jouke Campen

Principe

Stel buitenlucht van 10 °C met 90% RV

Opwarmen naar kastemperatuur (bijv. 20°C)

…… dan heeft diezelfde lucht nog maar 47% RV.

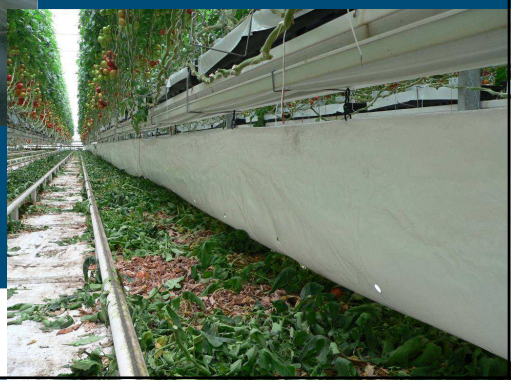
Dat is veel lager dan RV van de kaslucht bij die temperatuur dus mengen brengt RV omlaag

WAGENINGEN UR
For quality of life

Ventilatoren in de gevels



Luchtslangen onder de goot



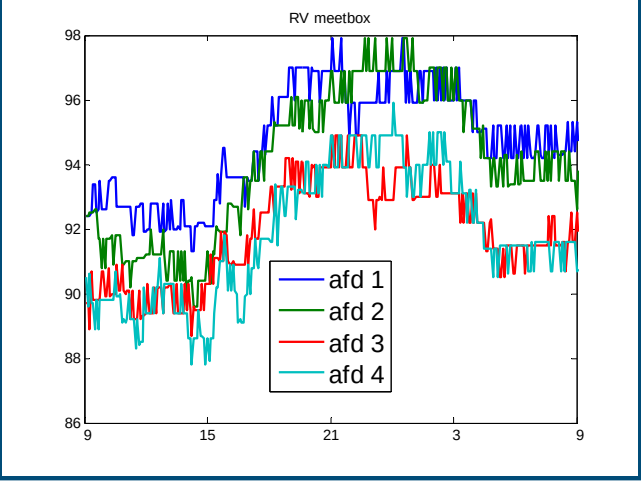
WAGENINGEN UR
For quality of life

Informatie over systeem

- Systeem wordt toegepast op 1.2 Ha
- Er zijn 18 ventilatoren in de gevels geplaatst
- Maximale debiet van de ventilatoren is 3000 m3/h
- Energiescherm: LS10 Ultra Plus
- Het klimaat in de vier afdelingen komt overeen op het moment dat het systeem niet operationeel is

WAGENINGEN UR
For quality of life

Relatieve luchtvochtigheid op het moment dat het systeem operationeel is in afdeling 3 en 4



WAGENINGEN UR
For quality of life

Jouke Campen

Conclusies

- Temperatuur in de kas bij de meetbox ondervindt geen invloed van het systeem
- Met het systeem kan de relatieve luchtvochtigheid voldoende worden afgevoerd indien de schermen gesloten zijn
- Temperatuurgradient in luchtslangen:
  te voorkomen door gebruik warmtewisselaars
- Gasverbruik gelijk voor beide situaties

WAGENINGEN UR
For quality of life

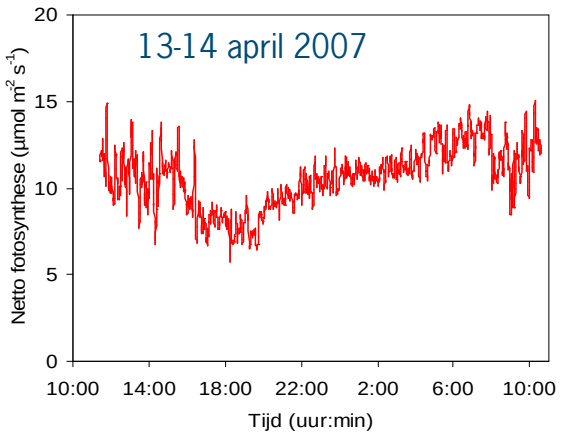
Regeling groeilicht

- Nu op basis van straling buiten
- Ideaal: op basis van momentane opbrengsten en kosten
- Opbrengsten hangen o.a. af van:
  CO_2, bladoppervlakte-index, productprijs
  gewas"activiteit"
- Kosten hangen af van: electriciteitsprijs

WAGENINGEN UR
For quality of life

Timing: Houdt rekening met etmaalpatronen

Fotosynthese (steeds gemeten bij 150 µmol m^{-2} s^{-1}) neemt af gedurende de dag bij roos



Belichting

70 µmol PAR m^{-2} s^{-1}

Van 4 tot 9 uur

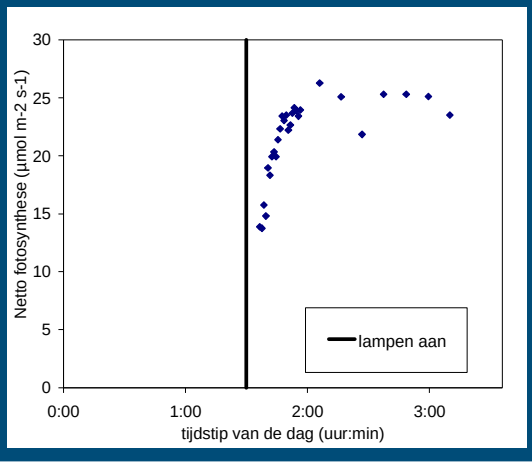
cv. Grand Prix

Alleen belichten als fotosynthese-efficiëntie hoog is

WAGENINGEN UR
For quality of life

Timing: Houdt rekening met etmaalpatronen

Fotosynthesecapaciteit na start belichting

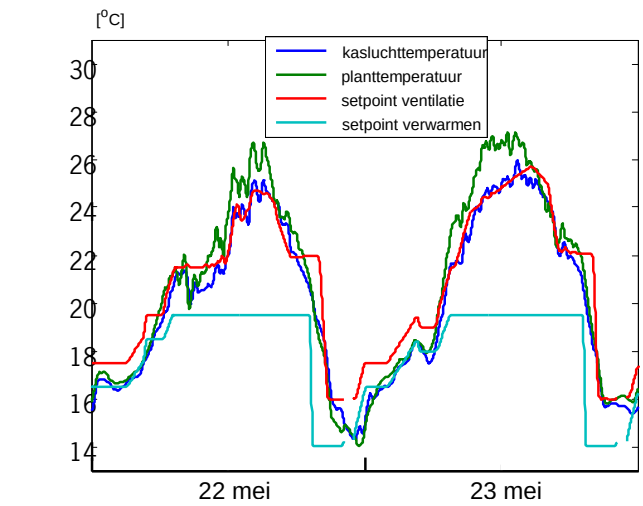


Eerste 30 minuten lagere fotosynthese → niet direct alle lampen aan

(metingen tomaat)

WAGENINGEN UR
For quality of life

Kasluchttemperatuur ≠ gewastemperatuur



Overdag gewastemperatuur (tomaat) 1.5°C boven kaslucht

WAGENINGEN UR
For quality of life

In winter & voorjaar ‘s nachts bij geopend scherm gewas- vaak onder kasluchttemperatuur

Sturen op planttemperatuur



- Is goed mogelijk
- Kop reageert bij uitstraling sneller dan meetbox
- Namiddag vochtsparen: let op de planttemperatuur
- Energiebesparing mogelijk
- Koptemperatuur belangrijkst ?????

WAGENINGEN UR
For quality of life

Gewastemperatuur

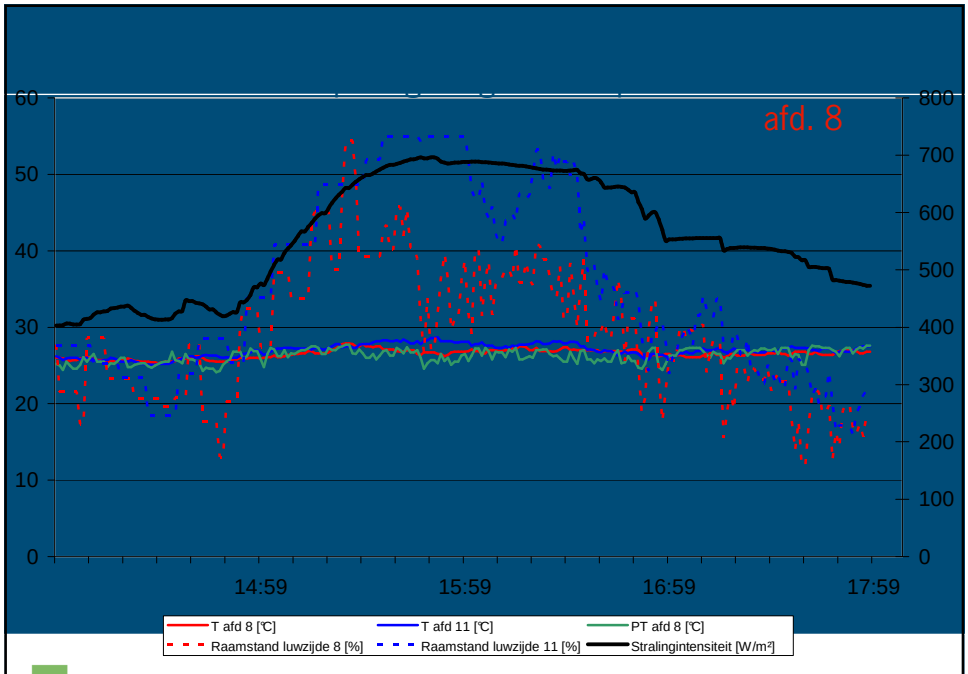
- Groeipunt (kop)
  - bepaalt ontwikkeling (bladafsplitsing, aanleg nieuwe bloemtrossen)
- Vruchten
  - bepaalt uitgroeiduur, vruchtgrootte
- Wortels
  - kan worteldruk beïnvloeden
  - kan soms beetje compenseren voor lage luchttemperatuur
  - moet niet te sterk afwijken van luchttemperatuur
  - jong gewas: snelle beworteling
  - onderzoek potplanten 1980-1990: er zijn gewasverschillen
- Assimilatenverdeling tussen plantendelen
  - Neemt toe naar dat deel van plant dat warmer is

WAGENINGEN UR
For quality of life

Bij ventileren gewastemperatuur zwaar mee laten wegen

- Het eerst koelt lucht boven in de kas
- Wachten tot meetbox temperatuurdaling registreert, dan is kop al te koud geworden

WAGENINGEN UR
For quality of life



WAGENINGEN UR
For quality of life

Joost Veenman

Bij stoken meetboxtemperatuur zwaar mee laten wegen

- Warmte komt van onderuit
- Alleen letten op gewastemperatuur vraagt anders veel energie (bijvoorbeeld bij wolkje voor de zon)

WAGENINGEN UR
For quality of life

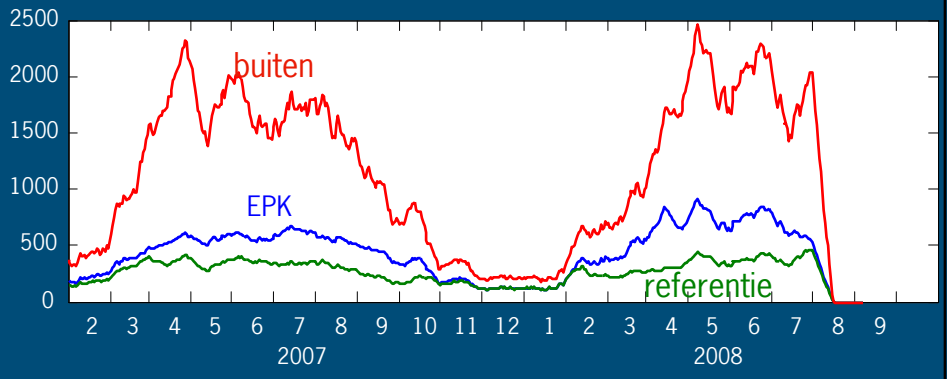
Schaduwschermen bij potplanten: mag het wat minder?

- Minder schermen: in 2007 schermen op 400 en 500 W/m2; 2008 schermen op 800 W/m2
- Referentie: schermen op 300 W/m2 + krijten

Energieproducerende kas (EPK, Bergerden)

WAGENINGEN UR
For quality of life

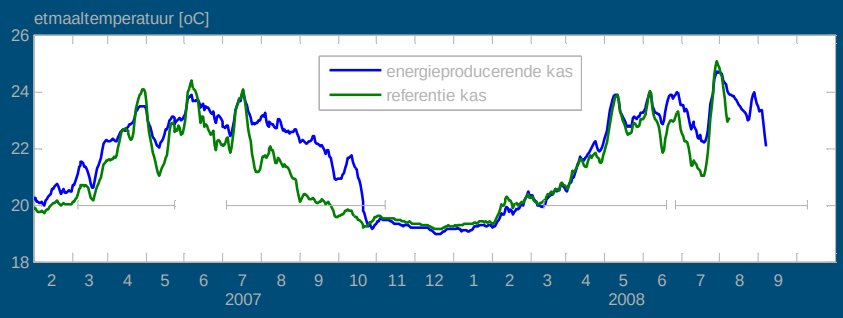
Lichtsom (J/(cm^2 dag)



Minder schermen, dus meer licht in de kas

WAGENINGEN UR
For quality of life

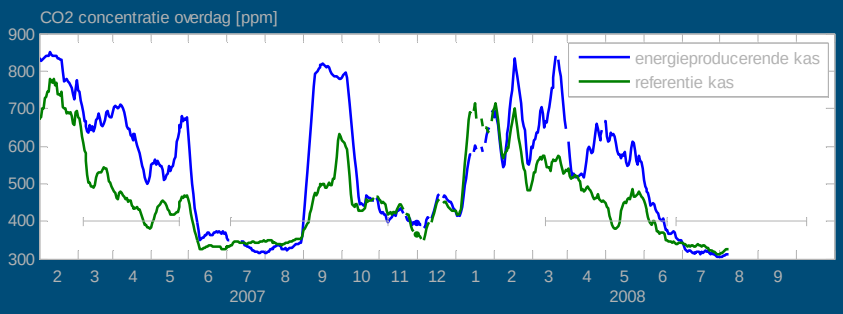
Etmaaltemperatuur



EPK, bij meer instraling, meer temperatuur. Referentie niet altijd in de hand te houden (per 4 en 6, 2007)

WAGENINGEN UR
For quality of life

CO_2-niveau overdag



EPK – ramen gesloten – meer CO2 – helaas vaak geen CO2 aanvoer

WAGENINGEN UR
For quality of life

Kwaliteit

Anthurium 'Saxo'



Areca



Links: EPK; rechts: referentie

WAGENINGEN UR
For quality of life

Kwaliteit

Croton 'mrs. Iceton'



Dracaena 'Surprise'



Links: EPK; rechts: referentie

WAGENINGEN UR
For quality of life

Kwaliteit

Ficus benjamina



Schefflera amatus



Links: EPK; rechts: referentie

WAGENINGEN UR
For quality of life

Conclusie

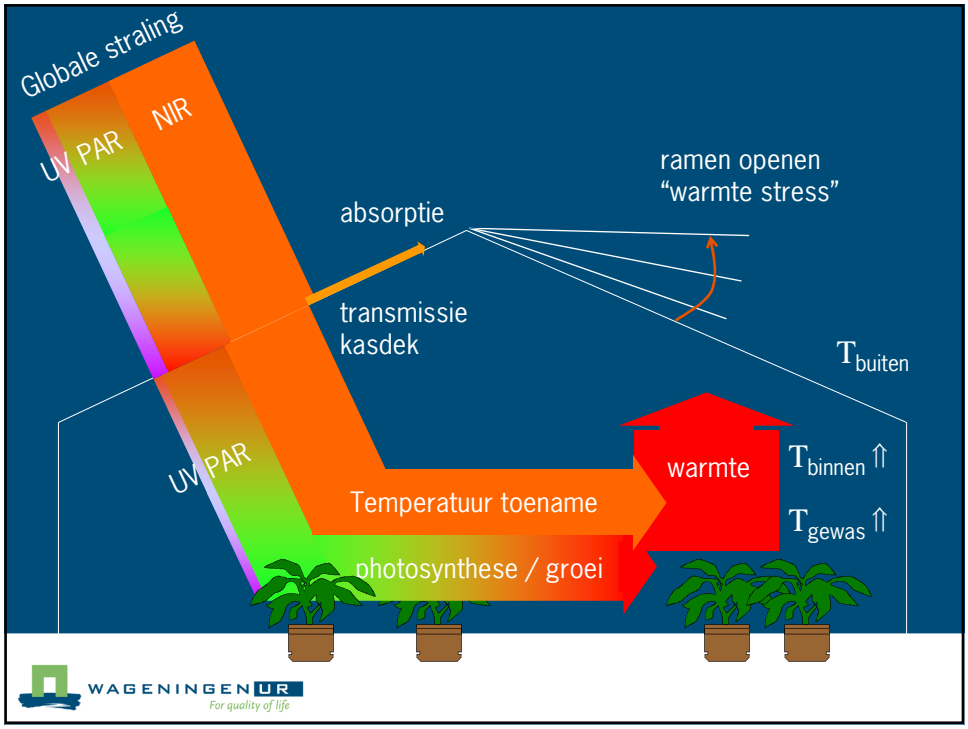
- Meer zonlicht toelaten is mogelijk bij een heel aantal gewassen, als planten blijven groeien en verdampen doordat:
  - het vochtniveau overdag in de hand gehouden kan worden op een relatief hoog niveau (80%)
  - het temperatuurniveau in de hand gehouden kan worden

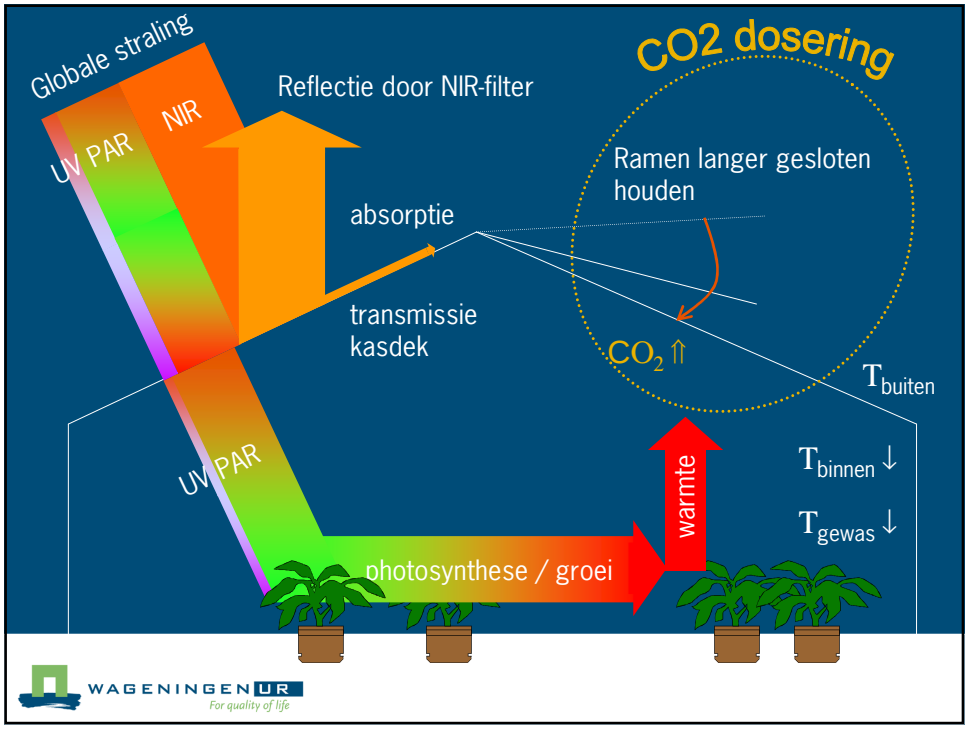
WAGENINGEN UR
For quality of life

Kan temperatuur in de hand gehouden worden met minder raamopening (want dan gaat CO_2 omlaag) ?

- NIR reflecterend kasdek

WAGENINGEN UR
For quality of life


Globale straling
NIR
UV PAR
absorptie
ramen openen
“warmte stress”
transmissie
kasdek
T_{buiten}
UV PAR
warmte
T_{binnen} ⇑
T_{gewas} ⇑
Temperatuur toename
photosynthese / groei
WAGENINGEN UR
For quality of life


Globale straling
NIR
UV PAR
Reflectie door NIR-filter
CO2 dosering
Ramen langer gesloten
houden
absorptie
transmissie
kasdek
CO_2 ⇑
T_{buiten}
UV PAR
warmte
T_{binnen} ↓
T_{gewas} ↓
photosynthese / groei
WAGENINGEN UR
For quality of life

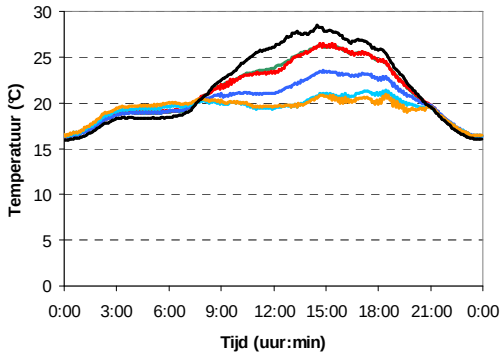
Conclusies

- Significante reductie van de ventilate behoefte
  - Bij niet doseren van CO_2 kan dit ongunstig zijn
- Reductie van de verdamping vermindert de behoefte aan vochtregeling (energiebesparing)
- geen effecten gevonden op productie kwantiteit- & kwaliteit

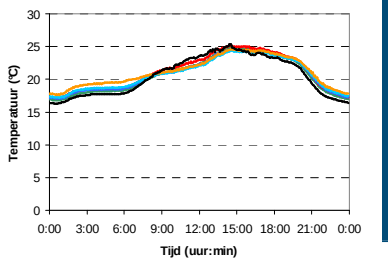


WAGENINGEN UR
For quality of life

Verticale temperatuurgradiënt







Gesloten kas
(koelcapaciteit 700 Wm^{-2})

april – mei 2008

Open kas

WAGENINGEN UR
For quality of life

Lucht circulatie

- Verkleint ALTIJD het temperatuur verschil tussen het gewas en de lucht
  - Koelt als gewas is warmer dan de lucht
  - Verwarmt als het gewas is koeler dan de lucht
- Dus zeker gunstig bij gevaar van condensatie

WAGENINGEN UR
For quality of life





Luchtcirculatie en temperatuurgradiënten

- Temperatuurgradiënten verhogen de kans dat gewasdelen onder dauwpuntstemperatuur komen
- Door verkleining van de gradiënten maakt luchtcirculatie kleinere veiligheidsmarges op vochtigheid mogelijk

Ventilatoren

- De aircobreezers verhogen de luchtsnelheid nabij het gewas met 32%
- De aircobreezers zorgen voor meer turbulentie
- De meeste luchtbeweging ontstaat in de kas op het moment dat de ramen volledig open staan

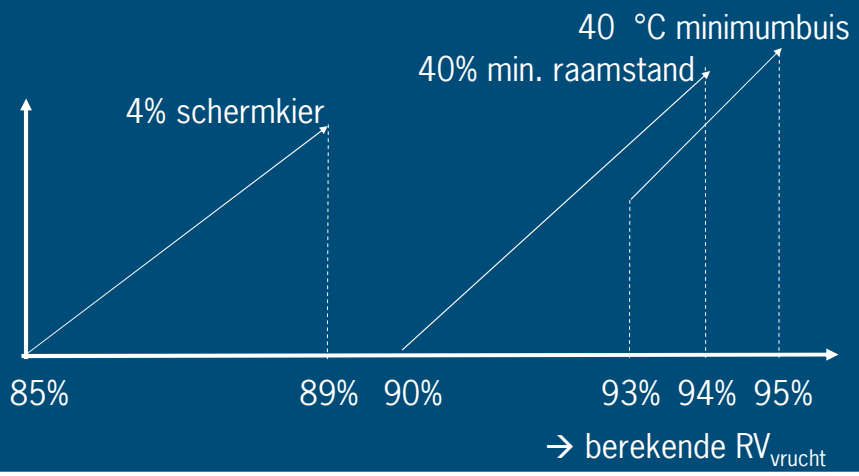
↓

- RAMEN OPEN VENTILATOREN UIT



WAGENINGEN UR
For quality of life

Aangepaste vochtregulatie toegepaste regelvolgorde



WAGENINGEN UR
For quality of life

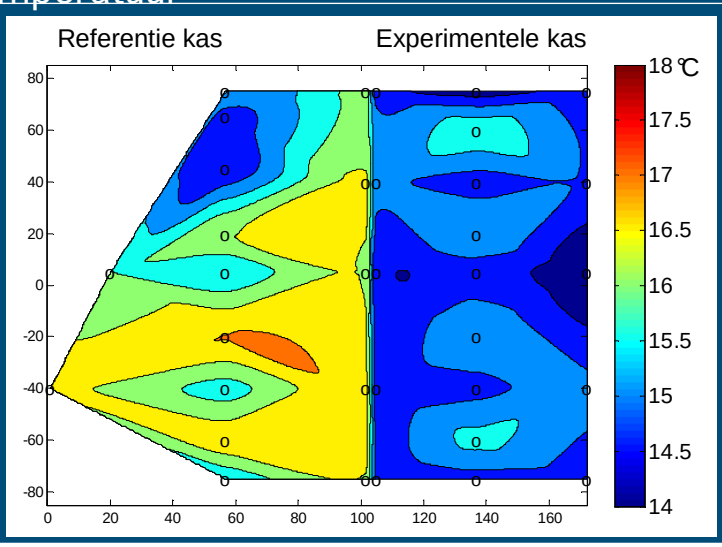
Horizontale en verticale gradiënten in het kasklimaat



- Met draadloze temperatuur- en vochtsensoren eenvoudig vast te stellen

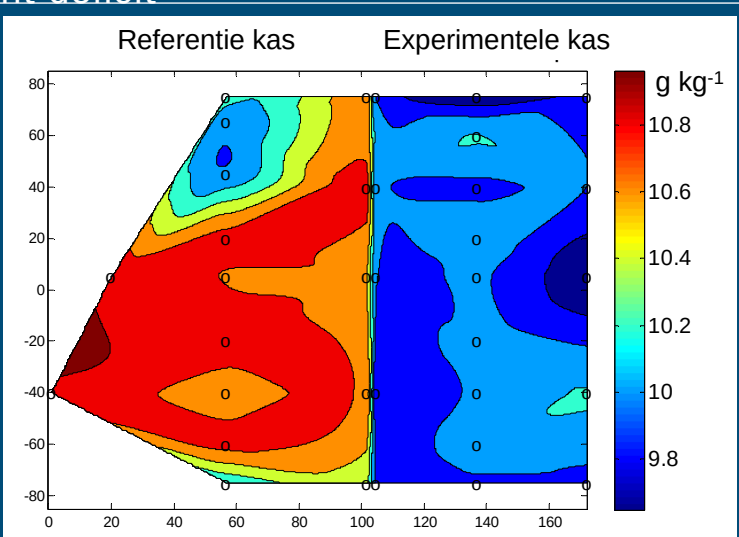
WAGENINGEN UR
For quality of life

Temperatuur



WAGENINGEN UR
For quality of life

Vocht deficit



WAGENINGEN UR
For quality of life

Conclusies

- De temperatuurverschillen in de afdeling met het systeem zijn kleiner tijdens het schermen als in de afdeling waar het vocht middels vochtkieren wordt beperkt.

WAGENINGEN UR
For quality of life

Conclusies

WAGENINGEN UR
For quality of life

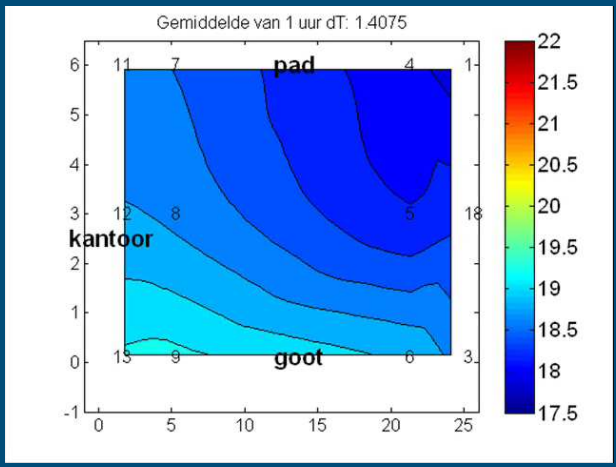
Bedankt voor uw aandacht

© Wageningen UR



WAGENINGEN UR
For quality of life

Momentane temperatuurverdeling



WAGENINGEN UR
For quality of life

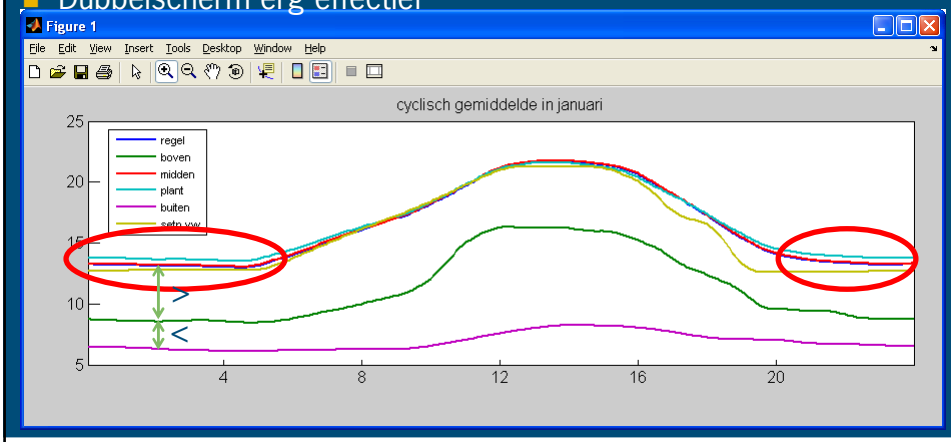
Conclusies (voorlopig 2)

- Gewas droogt het beste door dampspanningsverschil tussen het gewas en de kaslucht te vergroten.
- Bij watergift RVsetp. verlagen RVsetp. na drogen weer verhogen
- Zeker bij luchtverwarming RVsetp. verlagen na watergift
- Verdampt water afvoeren door condenseren (kasdek) en of ventilatie ramen
- Vochtregeling z'n werk laten doen beter dan minimumbuizen e.d.
- Schermkier niet te groot maken want dan neemt dektemperatuur teveel toe (geldt met name als er nog niet gelucht wordt)
- Lampen aan lijkt wat minder energie te kosten bij luchtverwarming dan bij buisverwarming. Water op blad is voor langgolvige straling een goede absorber.
- Bij buisverwarming wel de juiste verhouding buistemp. & elektrische energie omrekenen.
  Dat betekent dus bij 50 W_{el} →Tbuis van 40 naar ca. 55 ^{o}C
- Droogtijd bij lucht verwarming langer dan bij buisverwarming doordat
- IS ER EEN VERSCHIL TUSSEN WATTs ENERGIE??

WAGENINGEN UR
For quality of life

Temperaturen in januari (jong gewas tomaat)

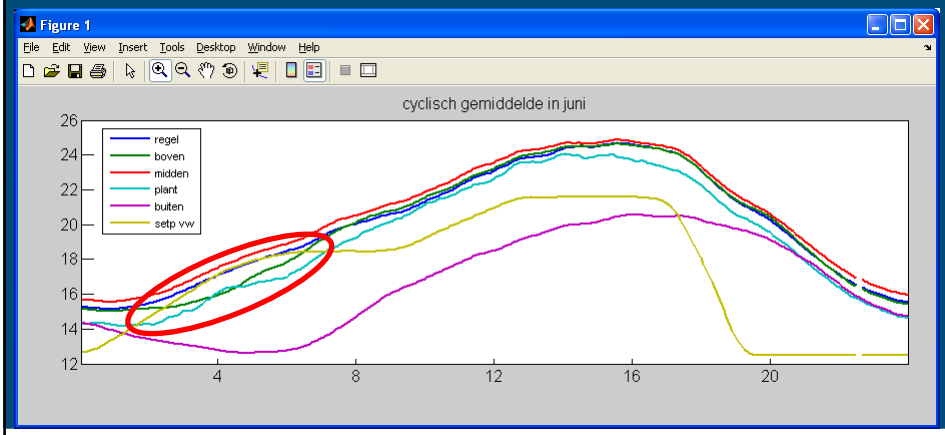
- Planttemp. boven luchttemp. ?? door energie input of fout meten??
- Dubbelscherm erg effectief



WAGENINGEN UR
For quality of life

Temperaturen in juni

- Planttemp. onder luchttemp. Of door verdamping of door uitstraling



WAGENINGEN UR
For quality of life