Energiezuinige teeltstrategieën – Het Nieuwe Telen

Masterclass 12 november 2015 Wageningen UR Glastuinbouw Bleiswijk
BOGO project "Klimaat en energie: nieuwe low input teeltsystem in de tuinbouw"

Arie de Gelder, Wageningen UR Glastuinbouw



In stappen naar **Het Nieuwe Telen**

- Gecontroleerd ontvochtigen
- Isoleren
- Telen met natuur mee
- Homogeniteit
- Luchtbevochtiging
- Koeling
- Warmtepomp



Het Nieuwe Telen : Anno 2015

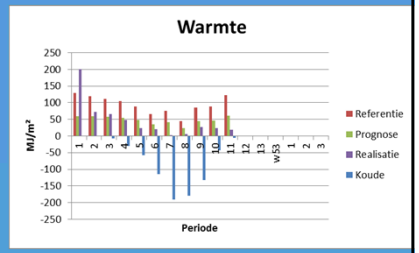
- Energiezuinig telen en tegelijk een optimale productie halen; dat is Het Nieuwe Telen (HNT).
- Optimaal sturen in
  - Temperatuur, vocht, CO_2-dosering, licht en schermen.
  - In bestaande kassen al veel verbeteringen mogelijk

Aandachtpunten

- Planning en realisatie
- Schermen en vocht beheersing
- Balans denken
- Minimale verdamping
- Case Perfecte roos

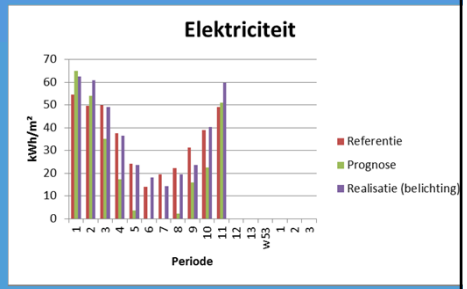
Planning en realisatie
Project duurzame roos- energie zuinig geteeld

- Planning gebaseerd op
  - Modellen
  - Historische gegevens
  - Afwijkende strategie
  - Wat is afwijkend? Waarom?

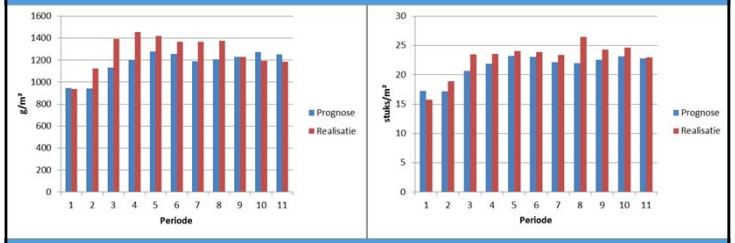


Planning en realisatie
Project duurzame roos- energie zuinig geteeld

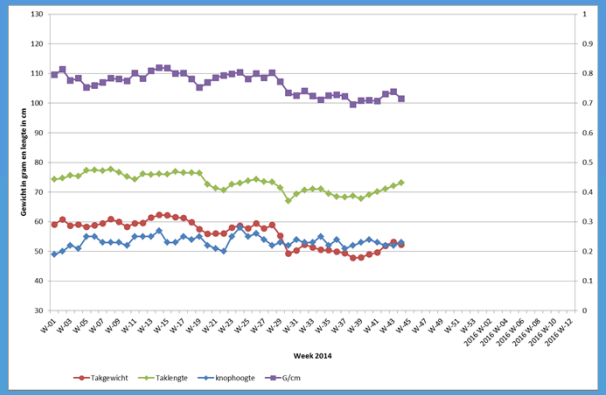
- Elektriciteit ver boven planning
  - Lichtsom handhaven
  - Productie doelstelling



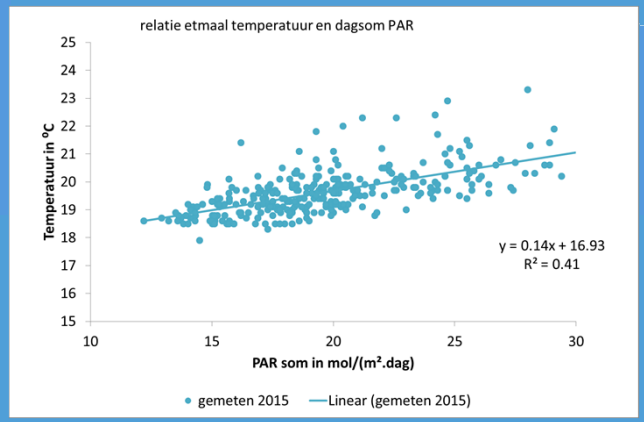
Productie roos



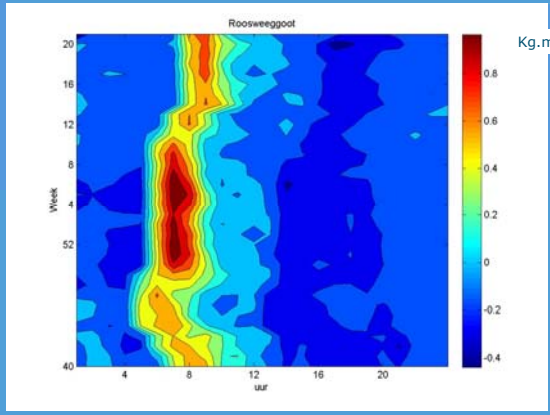
Realisatie tak kwaliteit



Monitoring van gegevens



Gewichtsverandering weeggoot bij roos



Komkommers energie zuinig telen HNT

Dubbel energiescherm met komkommers, zonder ontvochtiging





LUXOUS 1547 D FR



LUXOUS 1347 FR H2NO

→ Goede productie en kwaliteit
→ Extra energiebesparing

svensson

Bron Paul Arkesteijn. Project Komkommer bij IC

Schermstrategie

Energie besparen

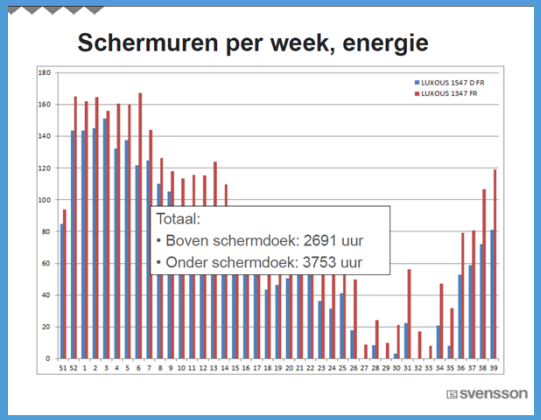
- Schermdoek boven gaat open op straling en buitentemperatuur
- Schermdoek onder gaat open bij 5°C verschil (temperatuur boven het schermdoek – stooktemperatuur onder het schermdoek)
- Schermdoeken sluiten op buistemperatuur of straling
- Géén doek-kieren
- Bij laag VD in de kas, boven doek luchten aan windzijde

Schermen van de zon

- Schermdoek wordt gesloten op buiten zoninstraling
- Afhankelijk van gewas-stand varieerde deze waarde van 600 - 800 W/m²

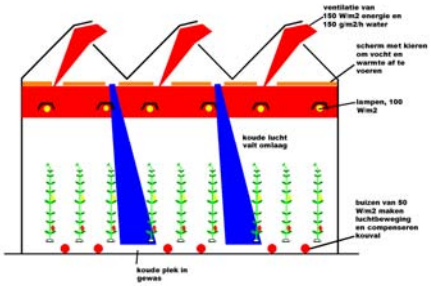
svensson

Bron Paul Arkesteijn. Project Komkommer bij IC



Bron Paul Arkesteijn. Project Komkommer bij IC

Kouval door kieren in het scherm: hoe hoger het belichtingsniveau hoe groter de problemen



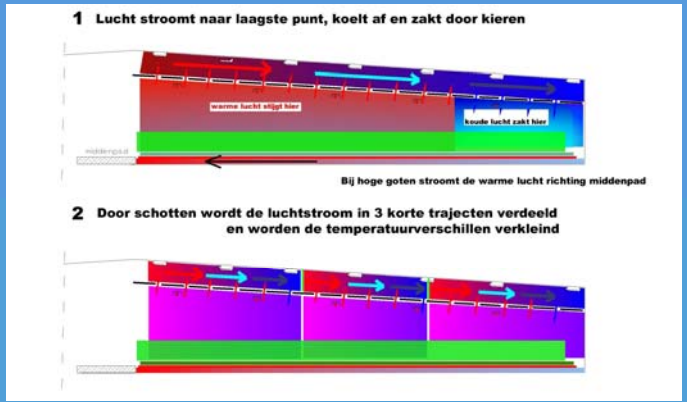
Bron Peter van Weel

Kouval door kieren

- Koude lucht is zwaarder dan warme en zakt tussen het gewas
- Dat veroorzaakt een tijdelijke en lokale onbalans tussen worteldruk en verdamping
- Veroorzaakt meeldauw, roest en botrytis
- Maakt het regelen op basis van één meetbox onmogelijk
- Bovendien is de gewastemperatuur anders dan de meetbox aangeeft
- Minimum buis om deze problemen enigszins te compenseren kost veel onnodige energie

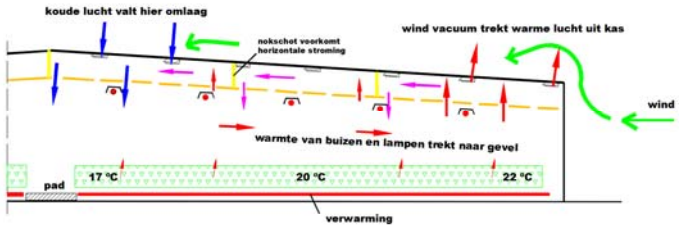
Bron Peter van Weel

Kouval door stroming boven het doek



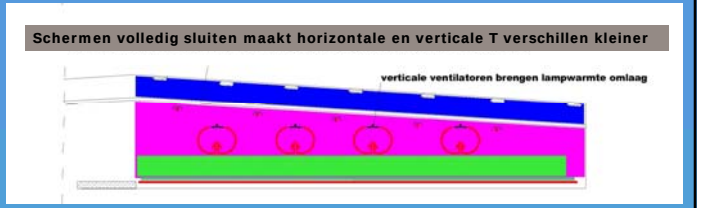
Bron Peter van Weel

Ook wind veroorzaakt kouval bij kieren



Bron Peter van Weel

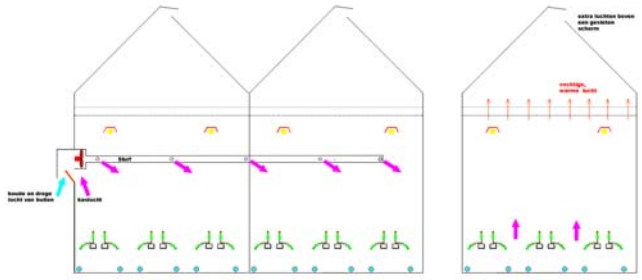
Schermen volledig sluiten samen met luchtbeweging maakt klimaat uniformer



Hoe beter de schermen isoleren hoe uniformer

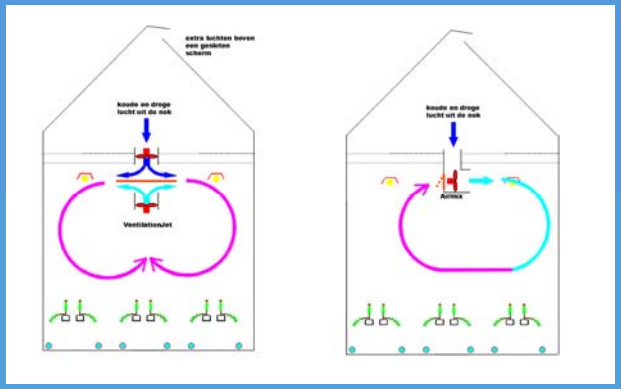
Bron Peter van Weel

Systemen voor vochtafvoer 1



Bron Peter van Weel

Systemen voor vochtafvoer 2



Bron Peter van Weel

Waarom is traploos regelen debiet buitenlucht toevoer nuttig?

- Kasruimte= 18 ^{0}C bij 90% RV→ AV= 13,8 g/m^3
- Buiten= 10 ^{0}C bij 95% RV → AV= 8,9 g/m^3
- Debiet 5 m^3/m^2.uur→ vochtafvoer= 5* (13,8-8,9)= 24,5 g/m^2.uur

- Stel in de nacht 20 g/m^2.uur verdamping gewenst
- Najaar: buiten 14 ^{0}C, 98% RV→ AV= 11,8 g/m^3

  → Benodigd luchtdebiet: 20/(13,8-11,8)= 10 m^3/m^2.uur
- Winter: buiten 2 ^{0}C , 85% RV→ AV= 4,7 g/m^3

  →Benodigd luchtdebiet: 20/(13,8-4,7)= 2,2 m^3/m^2.uur

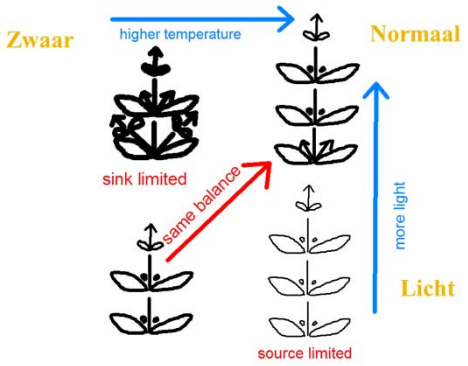
Tendensen

- Schermdoeken krijgen hogere isolatiewaarden
  - Meer schermen en andere materialen
  - Vaker en 100% gesloten, ook overdag en bij klimaat overgangen → minder klimaatschommelingen
- Ventilationjet krijgt grotere capaciteit:
  - Bij warme buitenlucht en lichtafscherming kunnen ontvochtigen en problemen met uitstraling voorkomen
- Vochtafvoer regelen op verschil AV binnen-buiten
  - Er worden hogere RV's getolereerd zolang er maar verdamping is en geen condensatie (T verschillen)

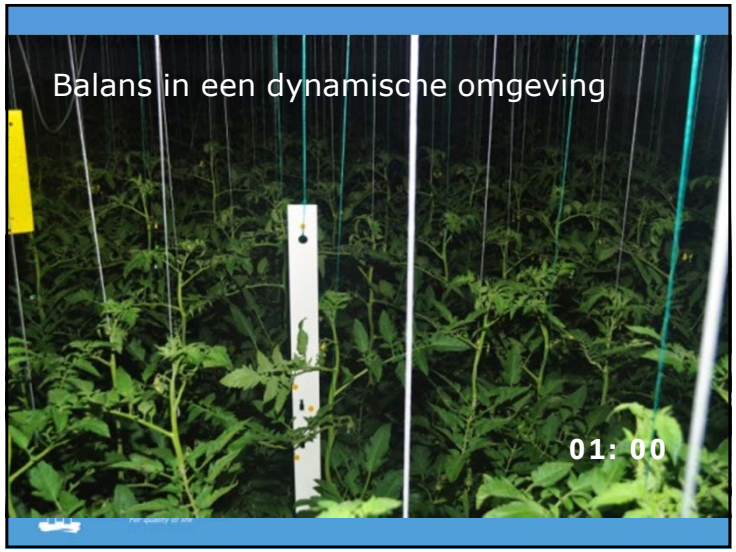
Schermen voor gewas

- Jaarrond beschermen tegen uitstraling
- Let op luchtbeweging en homogeniteit
- Energie zuinig

Plantbalans als concept



Bron : Buwalda e.a. TI Potplanten 2003



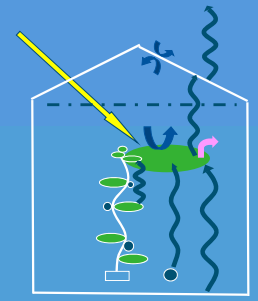
Assimilaten balans

- Aanmaak
  - Assimilatie
- Verbruik
  - Groei
  - Onderhoud
- CO_2, Licht, Temperatuur LAI – plant grootte
- Temperatuur, Gewicht plant

Water balans

- Aanvoer
  - Opname
  - Transport
  - Verdeling
  - Buffer
  - Nutrienten
- Verbruik
  - Verdamping
  - Groei
  - Verdeling in gewas

Energie balans



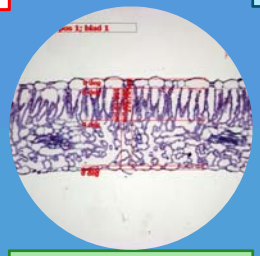
Planttemperatuur:

- instraling
- convectie
- warmtestraling (uitstraling)
- verdamping / luchtvochtigheid

Regeling balans

Energie balans

Water balans



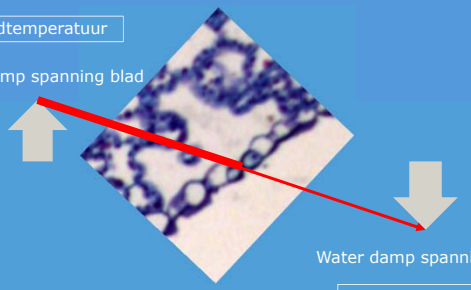
Assimilaten balans

Evenwicht rond het blad

Instraling | Uitstraling
Verdamping
Convectie

Bladtemperatuur

Waterdamp spanning blad



Water damp spanning lucht

Kastemperatuur
Vochtigheid
Beweging

Verdamping

- Energie gedreven
- Dampdruk gedreven

Verdamping nodig om de plant te koelen

Energie onttrekken aan de kaslucht via convectie

"Fluitketel"

"Natte bol"

Vragen uit praktijk

Beste Arie

Ik ben nu al jaren bezig om te begrijpen wat er in de plant gebeurd en wat er nodig is om een plant goed te laten groeien. Een van de belangrijkste aspecten is vocht. Alleen de grote vraag is in welke hoeveelheden moeten we dit dan sturen.

Zou het mogelijk kunnen zijn om per gewas erachter te komen bij welke hoeveelheden vocht de plant het beste presteert (verdamping optimaal (koeling optimaal) CO2 opname optimaal). Tevens het minimum en het maximum aan te kunnen geven, waar tussen de plant wellicht iets groei mist, maar dit nog niet opweegt tegen de kosten om het te verbeteren.

Wanneer dit bekent is kunnen er rekensommen volgen om investeringen te doen die het vocht kunnen reguleren. (bv. verneveling, buitenluchtaanzuiging, enz.)

Met vriendelijke groeten

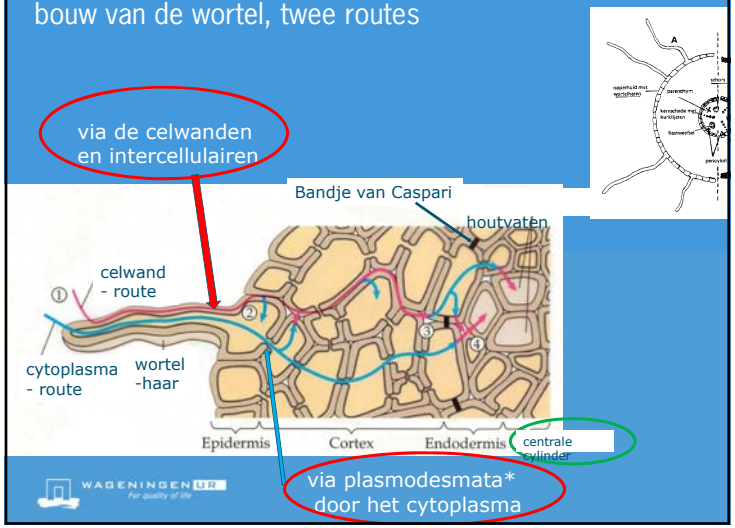
Energie voor nachtverdamping

- Niet biochemisch, maar uit de omgeving
- Verdamping : 10 gram.m^{-2}.uur^{-1} kost 6.3 W.m^{-2}
- Warmte capaciteit van de plant is beperkt ten opzichte van energieverlies door verdamping.
  - blad: 10 kg.m^{2} → 0.5 ^{o}C.uur^{-1} dalen

Water en Nutriënten opname

- Actief
- Passief
  - Calcium, Magnesium, Zink
- Concurrenties, Uitwisselingen

bouw van de wortel, twee routes



Passief transport

- Electrochemical gradient
  - Kationen (K+)
- Via water (mass flow)
  - Verdampingsstroom
  - Worteldruk

Opname en transport

groen =opwaarts xyleem

geel=neergaand floeem + dwarstransport

Opname passief
Geen herverdeling

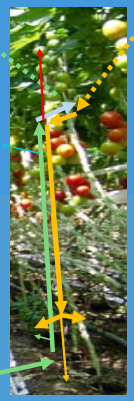
Verdamping

Ca ophoping

Ca aanvoer

Ca transport

Ca opname
Wateropname



Assimilatie

Groeipunt **geen Ca**

Zeefvaten **geen Ca**

Scheutgroei **geen Ca**

Wortelgroei

's Nachts:

groeipunt Ca^{2+}

Ca^{2+}

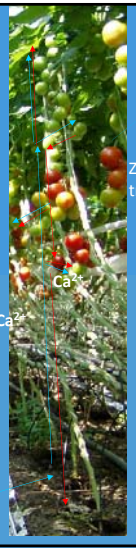
Ca^{2+}

Ca^{2+}

Ca^{2+}

Houtvaten transport

Wateropname **worteldruk**



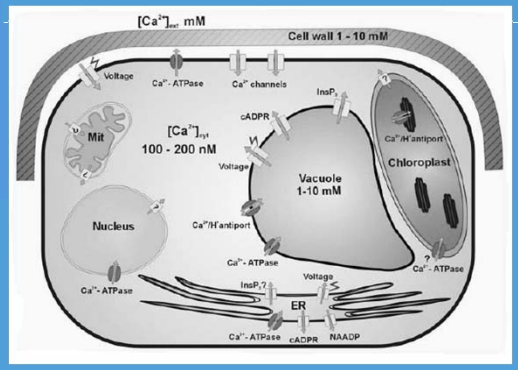
Verdamping

Zeefvaten transport

Vruchtgroei

wortelgroei-onderhoud

Calcium in de cel in ruimte en tijd



Celwand

Celmembraan

Communicatie (celplasma)

Ca aanvoer tijdens de celstrekking

- De vacuole als Ca-'sink' , onttrekt calcium
- Ca maakt bruggen tussen pectine ketens
  - Bepaalt voor groot deel de stevigheid/rekbaarheid van de celwand tijdens en na de celstrekking
  - Ca aanvoer is betrokken bij het afremmen van de celgroei

Celstevigheid en Ca

Duidelijk

- Minder Ca bij celstrekking → zwakke celwanden
- Minder vrij Ca buiten cel → 'zwakke' membranen
- Vacuole is Ca-sink

- Verstoring van het lage Ca-gehalte in het celvocht (cytoplasma)

Minimale verdamping

- Minimum verdamping 25-10 gr/m^2.uur
- Aflopend in de donker periode
- Geen probleem met Ca te kort

- Opletten voor plaatselijk te lage verdamping als gevolg van afkoeling door uitstraling.

Minimale verdamping Komkommer

Grip op Mycosphaerella in komkommer

Beknopte weergave van beschikbare kennis

Februari 2011
Productschap Tuinbouw

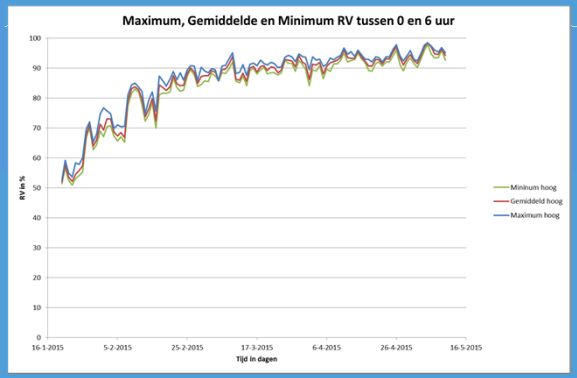
3 Preventieve maatregelen tegen Mycosphaerella

Om aantasting door Mycosphaerella te voorkomen, is hygiëne belangrijk. Belangrijkste functie is de sporendruk verlagen en daarmee de infectiekans verminderen.

Maatregel	Voorkomt inwendig vruchtrot	Stengelaantasting
Gebruik meeldauwtolerante rassen met kleine bloemen en lange stijlen	x	x
Verwijder besmette gewasresten, dode en verwelkte bladeren	x	x
Stook de kastemperatuur geleidelijk op voor zonsopgang, zodat de overgang naar de dagtemperatuur niet te snel verloopt en er geen condensvorming ontstaat	x	x
Voorkom en bestrijd meeldauwinfectie. Sommige bestrijdingsmiddelen tegen meeldauw hebben een nevenwerking tegen Mycosphaerella	x	x
Houd de relatieve vochtigheid beneden de 85 % (VPD > 3 g/m)		x

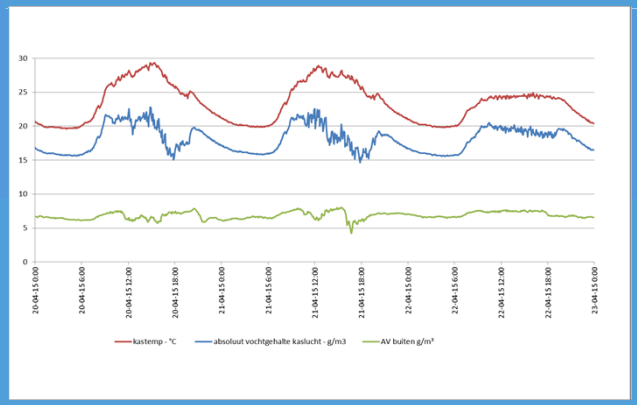
43

Luchtvochtigheid in de nacht tussen 0 en 6 uur



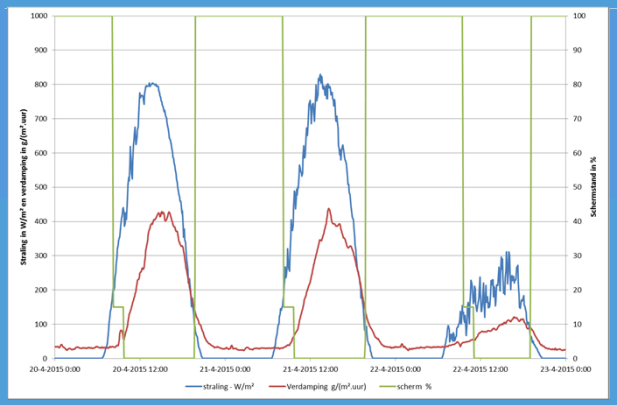
44

Kastemperatuur en AV binnen en buiten



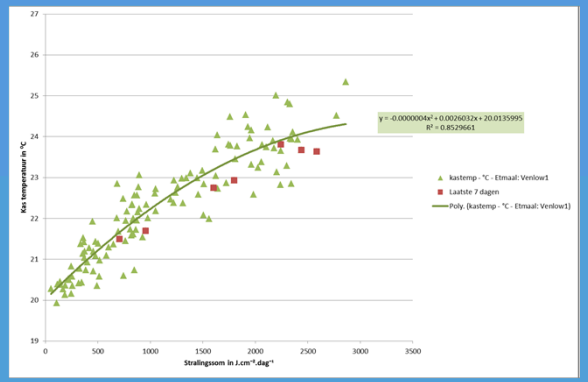
45

Straling en verdamping



46

Verhouding temperatuur en licht



47

Resumerend

- Planning en realisatie.
  - Niet alleen deze week maar over meerdere jaren
- Schermen en vocht beheersing
  - Hogere isolatie waarde, gecombineerd met gecontroleerd ventileren
- Balans denken
  - Energie, vocht en assimilaten balans
- Minimale verdamping
  - Continu een heel klein beetje

Toekomst voor de rozenteelt ?!

- De rozen zijn van topkwaliteit voor het topsegment in de markt.
  - Gewicht 0.85 gr/cm, Knop 5 cm, Vaasleven 10 dagen, Constante productie
- De ambitie is dat ten opzichte van een huidig rozenbedrijf een 30 % efficiëntere inzet van grondstoffen wordt gerealiseerd.
- De inzet van gewasbeschermingsmiddelen moet 25 % lager zijn dan de huidige praktijk.
- De beschikbaarheid van grondstoffen- energie, water, nutriënten, CO_2 is geborgd.

Doelstellingen

Tabel 1
Energie gebruik en productie van een referentieteelt en de doelstellingen voor het eerste en tweede teeltjaar

Type	Eenheid	Referentie	1e jaar	2e jaar
Elektriciteit belichting	kWh/m²	510	435	410
Warmte	MJ/m²	1325	930	795
CO_2	kg/m²	140	70	70
Productie	#/m²	275	275	275
	Kg/m²	15	15	15

Teelt in hoofdlijnen

- Knipstrategie - gewasopbouw
- Gewasbescherming – meeldauw, witte vlieg, luis.
- Voeding – geen Silicium

- Na bijna 2 jaar het compliment dat we top kwaliteit rozen hadden staan in maart.

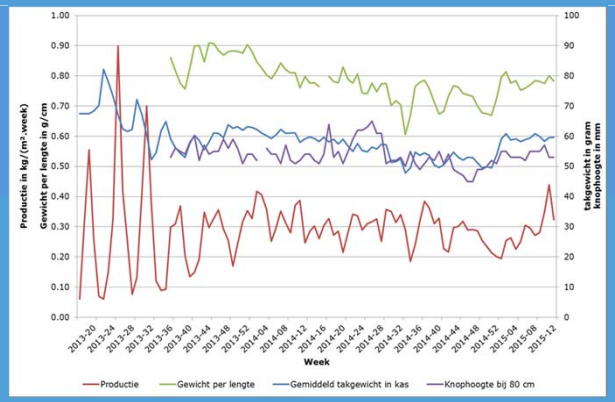
Productie

	Prognose			Realisatie		
Periode	Aanloop jaar 2013	Eerste volle jaar 2014	Begin 2015	Aanloop jaar 2013	Eerste volle jaar 2014	Begin 2015
1		947	947		1508	938
2		941	941		1210	1123
3		1133	1133		1284	1391
4	1	1203		0	1151	
5	131	1276		1187	1100	
6	359	1256		605	1249	
7	598	1189		1641	1205	
8	855	1207		1624	1362	
9	978	1227		601	1034	
10	932	1272		1018	1385	
11	938	1252		987	1042	
12	1080	1196		1230	1186	
13	1086	1052		1083	905	
Totaal	6959	15152	3021	9976	15621	3451

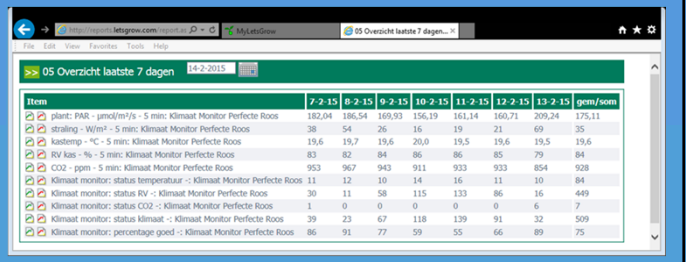
Productie 2 Stuks

	Prognose			Realisatie		
Periode	Aanloop jaar 2013	Eerste volle jaar 2014	Begin 2015	Aanloop jaar 2013	Eerste volle jaar 2014	Begin 2015
1		17.2	17.2		24.5	15.8
2		17.1	17.1		19.9	18.9
3		20.6	20.6		21.5	23.5
4		21.9			19.4	
5	2.2	23.2		17.5	18.9	
6	7.4	23.0		8.1	22.3	
7	11.0	22.1		25.3	21.5	
8	14.9	22.0		26.8	25.6	
9	16.2	22.5		10.1	20.1	
10	14.7	23.2		18.5	26.6	
11	15.6	22.8		17.1	19.7	
12	17.9	21.8		20.1	22.7	
13	19.0	19.1		17.3	17.9	
Totaal	119	277	55	161	281	58

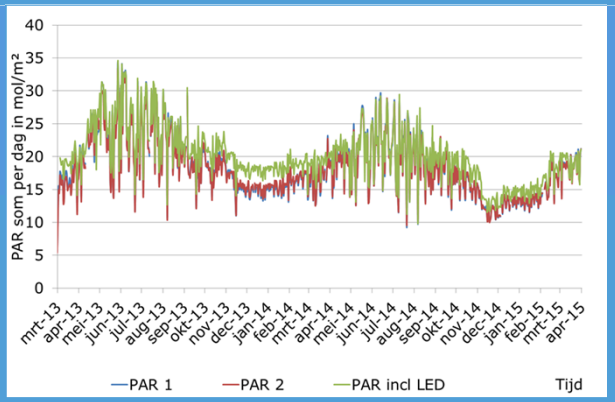
Productie 3



Klimaat monitor



PAR som per dag



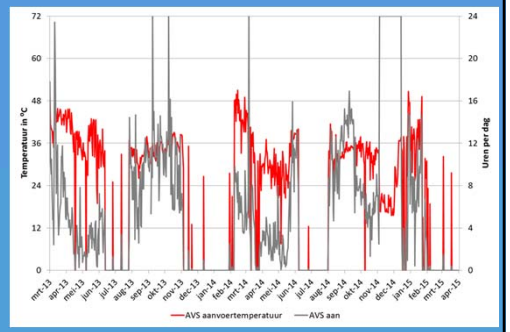
Apparatuur OPAC

- Koelen of verwarmen. Snel omschakelen
- Ventilator stand – begrenzingen
- Aanvoer en retour temperatuur – begrenzing

- OPAC stimuleert de verdamping als te veel luchtbeweging is met droge lucht en warmte

Actieve Ventilatie

- Droge lucht onder in het gewas



Energie

Elektriciteit in kWh.m^{-2}					
	Realisatie				
Periode	Ventilator	LED	Son-T	Totaal	Prognose
2013-4/2014-3	10	92	448	550	419
2014-4/2015-3	14	55	413	482	398
Totaal 2 jaar	24	147	861	1032	817

Warmte en Koude in MJ.m^{-2}					
	Realisatie				
Periode	Buis	AVS + OPAC	Totaal	Prognose	OPAC (koeling)
2013-4/2014-3	200	536	736	639	662
2014-4/2015-3	200	711	911	658	954
Totaal 2 jaar	400	1247	1647	1297	1616

Economie

	Omzet proefkas berekend op basis van productie en veilingprijs 2014		Referentie teelt		Verschil	
Periode	Per periode	Cumulatief	Per periode	Cumulatief	Per Periode	Cumulatief
1	€ 10.76	€ 10.76	€ 8.98	€ 8.98	€ 1.78	€ 1.78
2	€ 14.62	€ 25.38	€ 21.07	€ 30.05	€ -6.45	€ -4.67
3	€ 12.27	€ 37.65	€ 11.67	€ 41.72	€ 0.60	€ -4.07
4	€ 10.14	€ 47.79	€ 7.41	€ 49.13	€ 2.73	€ -1.34
5	€ 11.33	€ 59.12	€ 12.97	€ 62.10	€ -1.64	€ -2.98
6	€ 9.50	€ 68.62	€ 10.32	€ 72.42	€ -0.82	€ -3.80
7	€ 10.94	€ 79.56	€ 9.10	€ 81.52	€ 1.84	€ -1.96
8	€ 10.14	€ 89.70	€ 5.85	€ 87.37	€ 4.29	€ 2.33
9	€ 12.60	€ 102.30	€ 11.17	€ 98.54	€ 1.43	€ 3.76
10	€ 18.85	€ 121.15	€ 9.00	€ 107.54	€ 9.85	€ 13.61
11	€ 10.22	€ 131.37	€ 10.36	€ 117.90	€ -0.14	€ 13.47
12	€ 10.49	€ 141.86	€ 8.15	€ 126.05	€ 2.34	€ 15.81
13	€ 10.44	€ 152.30	€ 11.96	€ 138.01	€ -1.52	€ 14.29

Economie 2

[µmol/m²/sec⁻¹]	195	254	
configuratie	ref	proef	verschil
Omzet in euro/m2 jaar	**138,01**	**152,30**	**14,29**
kg/m2/jaar	**15,00**	**15,60**	**0,60**
kWh thermisch	382	216	-165
kWh e belicht	510	468	-42
kWh e teruglevering	73		
[0] kWh e koel/verw	-	70	70
kWh totaal (thermisch en elektrisch)	892	754	-137
kWh tot/kg product	59,9	48,4	-11,5
[1] CO2	€ 2,00	€ 3,50	€ 1,50
Terugleverbaten	€ 2,92-	€ -	
[2] E kosten variabel	€ 43,73	€ 40,35	€ 3,38-
E kosten var. tot	€ 42,81	€ 43,85	€ 1,05
[3] Extra arbeid		€ 1,20	€ 1,20
[4] Extra toegerekende afzetkosten		€ 1,43	€ 1,43
Saldo mutaties		€ 10,61	€ 10,61

Leerpunten

- Gewaswerk
- Klimaat en instrument
- Gewasbescherming
- Kwaliteit
- Doelstellingen
  - 6 % op belichting
  - Ruim 50 % op CO2
  - warmte uit koeling
  - Productie geen concessie,
    - probleem meeldauw, takgewicht,

Vragen?

Bedankt voor uw aandacht

