



Een perfecte roos Energiezuinig geteeld

Arie de Gelder¹, Mary Warmenhoven¹, Edwin van der Knaap², Piet Hein van Baar³,
Marc Grootsholten³ en Nikos van Aelst⁴

1. Wageningen UR Glastuinbouw, 2. DLV-Plant, 3. Improvement Centre GreenQ/DLV, 4. LTO Glaskracht

Rapport GTB-1369

Referaat

In een kas voorzien van diffuus glas, koeling middels OPAC's, LED tussenbelichting, actieve ventilatie onder het gewas en drie schermen is in een onderzoek van 2 jaar gewerkt aan het telen van goede rozen op een energiezuinig wijze. Na twee jaar onderzoek met Red Naomi werden rozen geproduceerd die aan de gestelde kwaliteitscriteria voldeden. Daarbij werd minder warmte gebruikt dan een vooraf gedefinieerde referentie, in combinatie met de warmte die middels de koeling werd geoogst was er geen extra warmte input nodig. De gewasverzorging was daarbij een belangrijke sleutel tot kwaliteit. Voor beheersing van meeldauw en Botrytis is het nodig de luchtvochtigheid beneden de 85 % te houden. Dit is bij een energiezuinig teeltwijze moeilijk te bereiken.

Abstract

Within a greenhouse equipped with diffuse glass, cooling from above the crop, LED interlighting, active ventilation with tubes below the gutters and three screens an experiment was conducted to produce good quality roses in an energy efficient way. After two years research the roses cv Red Naomi! fulfilled the desired quality marks. This was achieved with less energy for heating compared to a defined virtual reference compartment. Combined with heat harvested during cooling there was no need for additional heating energy. The crop management was a key factor in the way to quality. For control of mildew and Botrytis it was necessary to keep the air humidity below 85 %. This is hard to achieve in an energy saving cropping system.

De volgende partijen zijn bij dit project betrokken als financier of uitvoerder:

Rapportgegevens

Rapport GTB-1369
Projectnummer: 3742159313
PT nummer: 14791



Disclaimer

© 2015 Wageningen UR Glastuinbouw (instituut binnen de rechtspersoon Stichting Dienst Landbouwkundig Onderzoek), Postbus 20, 2665 MV Bleiswijk, Violierenweg 1, 2665 MV Bleiswijk, T 0317 48 56 06, F 010 522 51 93, E glastuinbouw@wur.nl, www.wageningenUR.nl/glastuinbouw. Wageningen UR Glastuinbouw.

Wageningen UR Glastuinbouw aanvaardt geen aansprakelijkheid voor eventuele schade voortvloeiend uit het gebruik van de resultaten van dit onderzoek of de toepassing van de adviezen.

Adresgegevens

Wageningen UR Glastuinbouw

Postbus 20, 2665 ZG Bleiswijk
Violierenweg 1, 2665 MV Bleiswijk
T +31 (0)317 48 56 06
F +31 (0)10 522 51 93

Inhoud

	Voorwoord	5
	Samenvatting	7
1	Inleiding	9
	1.1 Toekomst voor de rozenteelt	9
	1.2 Uitdaging voor onderzoek en praktijk	10
	1.3 Doelstelling	10
	1.3.1 Een Perfecte Roos	11
	1.3.2 Demonstratieteelt, installaties en rapportage	11
	1.3.3 Grenzen verkennen en overschrijden.	12
2	Onderzoek opzet en kas inrichting	13
	2.1 Kasinrichting	13
	2.2 Registratie van gegevens	15
	2.2.1 Klimaat	15
	2.2.2 Oogst en kwaliteit	15
	2.2.3 Tussenbelichting met LED	16
	2.2.4 Calamiteiten	16
3	De teelt in hoofdlijnen en de begeleiding	17
	3.1 Gewasgezondheid	19
	3.2 Voeding en mineralen beheer	20
4	Productie	23
	4.1 Fotosynthese	26
5	Klimaat en functioneren apparatuur	27
	5.1 Klimaat	27
	5.1.1 Klimaatmonitor	30
	5.2 Uren en planning belichting	31
	5.3 Schermgebruik	33
	5.4 Watergift en verdamping	36
	5.5 Buisgebruik	37
	5.6 Gebruik OPAC Temperatuur en toerenregeling	38
	5.7 Gebruik AVS	39
	5.8 Combinatie van OPAC en AVS	40
	5.9 Effect tussenbelichting LED op productie	40
6	Energie en CO₂ gebruik	43
	6.1 Energie	43
	6.2 CO ₂ dosering	45

7	Houdbaarheid en bloemvorm.	47
	7.1 Test protocol	47
	7.2 Waarnemingen tijdens de houdbaarheidsfase	47
	7.3 Resultaten	47
	7.3.1 Vaasleven en knop opening	47
	7.3.2 Botrytis en Meeldauw	49
	7.4 Draaihart en bolletjes	49
	7.5 Conclusie houdbaarheid	50
8	Economische analyse	51
	8.1 Inleiding	51
	8.2 De uitgangspunten voor de investeringen	51
	8.3 Operationele uitgangspunten van de exploitatie	52
	8.4 Meerproductie en toegerekende meerkosten	52
	8.5 De ontwikkeling van de omzet	52
	8.6 Conclusie	55
9	Kennisoverdracht en communicatie	57
10	Aanvullende leerpunten en conclusies	59
	10.1 Gewaswerk	59
	10.2 Klimaat en instrumenten	59
	10.3 Gewasbescherming	60
	10.4 Kwaliteit	60
	10.6 Vergelijk met de doelstellingen	61
	Literatuur	63
	Bijlage 1 Bijlage behorende bij Project plan: Het Nieuwe Telen voor een perfecte Roos	65
	Bijlage 2 Voorbeeld van een weekrapport van 2013 week 52	73
	Bijlage 3 Draaihart en bolletjes bij Red Naomi!	77
	Bijlage 4 Monitoring the health conditions of a rose crop with micro-moni-PAM sensors	81
	Bijlage 5 Overzicht van nieuws items en artikelen	91

Voorwoord

Het project Een Perfecte Roos – Energie Zuinig geteeld heeft een ambitieuze titel en doelstelling. Dit laat zien wat de ambitie van rozentelers is. Een topproduct voor een markt waarin de internationale concurrentie groot is. De uitvoering van het project is in prima samenwerking verlopen met telers, toeleveranciers en uitvoerders. Een woord van dank aan al die mensen die meer of minder intensief bij dit project betrokken zijn geweest, in het bijzonder de mannen en vrouwen die elke dag twee keer geogst hebben. Zonder hun inzet en het opvolgen van alle adviezen voor de uitvoering was het niet gelukt om dit project goed uit te voeren. Marjoland zorgde voor het sorteren van de rozen. Bedankt dat jullie dit werk, waarvoor het normale bedrijfsproces werd onderbroken, wilden doen.

De financiering via Samenwerken aan Vaardigheden, Kas als Energiebron, zowel vanuit het Ministerie van Economische Zaken als vanuit het Productschap Tuinbouw en de bijdrage vanuit Philips zijn zeer op prijs gesteld. Daarbij niet te vergeten de leveranciers die mede het experiment hebben mogelijk gemaakt, Schreurs, Cultilene, Lek Habo, Van Dijk Heating, Koppert, Certhon en Ludwig Svensson,

De wekelijkse bijeenkomsten met de telers en adviseurs hebben in grote mate bijgedragen aan het slagen van dit project. Daarbij dank aan allen die in bijeenkomsten hun betrokkenheid bij dit project hebben getoond.

Het voorliggende verslag geeft een rapportage in hoofdlijnen. Als u als lezer meer uitleg of detail informatie nodig hebt kunt u contact met ons opnemen.

Wij hopen dat dit verslag u een goed beeld geeft van al onze ervaringen met het telen van Perfecte Rozen en dat we daarmee bijdragen aan de versterking van de concurrentie kracht van de Nederlandse rozen sector.

Bleiswijk, juli 2015

Arie de Gelder
Edwin van der Knaap

Samenvatting

Het project Perfecte Roos- Energie zuinig geteeld is uitgevoerd in de periode januari 2013 tot en met maart 2015.

Een perfecte roos is gedefinieerd als een roos met een verhouding van gewicht/lengte van 0.85 g/cm en een knopgrootte van minimaal 5 cm en een houdbaarheid van minimaal 10 dagen na een standaard transportsimulatie. Deze kwaliteit moet constant zijn over het jaar. Deze omschrijving is gehandhaafd ondanks regelmatig discussie hierover.

In het onderzoek zijn een aantal technische oplossingen en apparaten gebruikt om de teelt klimatologisch te sturen. Dit zijn het Actieve Ventilatie Systeem, LED als tussenbelichting, het gebruik van de OPAC voor koelen en verwarmen en het gebruik van de drie schermdoeken. Omdat het een experiment in één afdeling betreft kunnen de effecten van deze onderdelen niet altijd los van elkaar worden beoordeeld.

Het knippen en inbuigen is essentieel voor de gehele struikopbouw en daarmee voor het bereiken van een goede productie van hoge kwaliteit.

Discussie punten zijn steeds geweest:

1. Bovendoor of onderdoor knippen.
2. Kop/Knop breken en hoelang dan laten staan van takken.
3. Takken waar knop uit is inbuigen of uitknippen. Bij inbuigen goed de tak door het gewas vlechten en middenin een bed blad proberen te houden. Wanneer inbuigen? Eerst goed dieven laten ontstaan, maar opletten dat de tak niet te verhout is, want dan kun je niet meer buigen.

De gewashandelingen zijn seizoen afhankelijk.

In het begin van de teelt heeft het gewas sterk op snee gestaan. Het heeft een jaar geduurd voordat dit effect vrijwel verdwenen is.

De geforceerde ventilatie (AVS) met lucht onder het teeltsysteem werkt om het onderin het gewas droog te houden als het absolute vocht buiten lager is dan het absolute vocht onder in de kas. In het gewas neemt de lucht snel vocht op, zodat het op de hoogte van de knoppen weer vochtig is.

De tussenbelichting met LED leverde geen verbetering van de lichtbenuttingsefficiëntie in g/mol licht. Het hogere rendement van LED in $\mu\text{mol/W}$ is de bijdrage van de LED aan energiebesparing.

De OPAC kan worden gebruikt voor verwarming, koeling of ontvochtiging. Voor elk van de drie functies is een andere sturing van ventilator, aanvoertemperatuur water en pompcapaciteit voor de waterflow nodig. Met koeling kan de etmaaltemperatuur in de zomer beheerst worden, maar is gemiddeld hoog in vergelijking tot de lichthoeveelheid die de planten krijgen. Bij hoge buiten nachttemperatuur kan met koeling de kastemperatuur lager worden dan de buitentemperatuur.

In alle situaties is de luchtvochtigheid bij de kop van het gewas hoger dan bij de mat. In het algemeen is de luchtvochtigheid in de kas hoog. Alleen in de winter van 2014-2015 is door combinatie van AVS en beperkte inzet van de OPAC een droog klimaat gerealiseerd waarin de rozen goed konden ontwikkelen.

Het diffuse glas heeft weinig effect op de knop temperatuur. Bij hogere instraling moet normaal geschermd worden. Over productie effect van diffuus glas is geen conclusie te trekken, omdat er geen vergelijk is.

Door koeling en schermen en beperkt luchten kon de CO_2 concentratie bij een dosering van 250 kg/ha op 700-1000 ppm worden gehouden.

De schermstrategie voor het Harmony doek, dat stralingsafhankelijk open en dicht gaat is een lastige regeling. Niet te veel pendelen, wel tijdig schermen en niet te snel weer open. Het lichthinderdoek en het energiedoek leveren geen problemen op in de regeling. Er is wanneer dit kon steeds met een kier gewerkt. In de kleine afdeling van het IC leidt dit niet tot grote temperatuur verschillen, dit in tegenstelling tot grote afdelingen in de praktijk.

De besparing op elektriciteit voor belichting is 6 % in het tweede jaar ten opzichte van de referentie. Dit is minder dan de doelstelling. De besparing op CO₂ is met een dosering van 67.9 kg/m² ruim 50 % en voldoet daarmee aan de doelstelling. De warmte-input is verlaagd tot 911 MJ/m² in het tweede jaar, maar daar kan volledig in worden voorzien door het gebruik van de warmte die bij koeling uit zonlicht is geoogst.

In het project is geconstateerd dat de gewasbescherming met de gehanteerde teelttechniek niet is verbeterd. Daarbij is regelmatig gesproken over de hoge luchtvochtigheid die in de nacht ontstond wat gevolgen heeft voor de stevigheid van het gewas. Het gewas werd door de telers vaak als weelderig en zacht beoordeeld. Een bladstructuur die gemakkelijker aangetast kan worden door meeldauw.

De productie doelstelling in een vol productief jaar is 275 stuks/m² en 15 kg per m². Dit is in het tweede jaar gerealiseerd. Dit is een voor praktijkomstandigheden hoge maar haalbare doelstelling.

De perfecte roos is ten minste 10 dagen houdbaar, daar voldeden de rozen gemiddeld aan. De knopgrootte is ten minste 5 cm ook dat werd gerealiseerd. De verhouding gewicht/lengte is in deze proef gemiddeld 0.8 g/cm en is daarmee iets lager dan de doelstelling 0.85 g/cm. Aan het einde van het experiment was de doelstelling die vooraf was gesteld voor productie en kwaliteit op de meeste punten gerealiseerd. Voor energie is de doelstelling voor warmte goed gerealiseerd, voor belichting gedeeltelijk en voor CO₂ volledig.

1 Inleiding

Ontwikkelingen in een teelt staan nooit stil. In de rozenteelt zijn de afgelopen jaren verschillende initiatieven ontplooid om innovaties te verwezenlijken. Voorbeelden zijn mobiele systemen, koeling, proeven met LED verlichting en geforceerde ventilatie middels luchtslurven. De introducties van deze ontwikkelingen waren geen direct succes. Niet alle innovaties zijn direct op de juiste wijze en binnen de goede context toegepast. Ondernemers die in ontwikkelingen hebben geïnvesteerd hebben risico's genomen en soms financiële schade opgelopen. De kennis die bij al deze ontwikkelingen is opgedaan heeft wel bijgedragen aan verbetering van de teelt zodat nog steeds een rendabele teelt in Nederland mogelijk is. In het jaarplan 2011 van Kas als Energiebron is al eens een sfeerbeeld geschetst voor een rozenbedrijf rond 2020 (Broekharst *et al.* 2011).

De aanloop naar het project Perfecte Roos-Energiezuinig geteeld beslaat ruim twee jaar (2011-2012), waarin met telers en onderzoekers en de programmaleiding van Kas als Energiebron is gesproken over het opzetten van onderzoek om voor de rozenteelt energiebesparing mogelijk te maken. In dit voorbereidende overleg zijn verschillende opties besproken en dit heeft uiteindelijk geleid tot het projectplan en de uitvoering daarvan.

1.1 Toekomst voor de rozenteelt

In de genoemde contacten met rozentelers is als visie door hen geformuleerd dat zij naar de toekomst toe op een duurzame wijze willen produceren. Daarbij zijn de volgende uitgangspunten geformuleerd:

1. De rozen zijn van topkwaliteit voor het topsegment in de markt.
2. De ambitie is dat ten opzichte van een huidig rozenbedrijf een 30 % efficiëntere inzet van grondstoffen wordt gerealiseerd.
3. De inzet van gewasbeschermingsmiddelen moet 25 % lager zijn dan de huidige praktijk.
4. De beschikbaarheid van grondstoffen- energie, water, nutriënten, CO₂ is geborgd.

(Zie bijlage 1)

Ad 1) Grootbloemige rozen zijn van topkwaliteit bij een taggewicht van 0.85 gr/cm steel voorgewaterd product met een knophoogte van minimaal 5 cm en een houdbaarheid van ten minste 10 dagen. De exacte specificatie is cultivar afhankelijk. Het ideale productieverloop is een continue productie van 0,9 tot 1,1 roos/(m².dag), met de mogelijkheid te sturen naar topproducties in specifieke weken. Productie, knopgrootte en gewicht per cm steel zijn cultivar afhankelijk.

Aspecten van kwaliteit zijn daarbij de vorm van de bloem. Bijvoorbeeld bij Red Naomi! komen onregelmatig bolvormige bloemen voor. Hierbij kunnen de centrale kroonbladeren niet goed uitgroeien, wat de kwaliteit negatief beïnvloed. De oorzaak is niet bekend. Bij hogere etmaaltemperaturen in de zomer worden de stelen relatief kort en de bloemen relatief klein. Andere kwaliteitsproblemen zijn meeldauw aantasting, blauwe randjes en zwarte randjes. Deze negatieve kwaliteitsaspecten zijn verantwoordelijk voor het relatief grote aandeel van de productie dat als 2^e kwaliteit wordt verhandeld. Verschuiving c.q. verbetering van 2^e naar 1^e kwaliteit verbetert het rendement van de teelt.

Naar de toekomst toe kan onderdeel van kwaliteit ook zijn de mogelijkheid van de ondernemer om toegevoegde waarde in de vorm van verwerking e.d. te leveren. Voor een teeltexperiment is dit niet maatgevend. De mogelijkheid van de teler om een gewenst product te kunnen produceren is daarvoor wel essentieel.

Wat de marktontwikkelingen verder zullen zijn is onduidelijk. Welke rozen wil de afnemer in 2020? Dat is een vraag die niet in teelt technisch onderzoek beantwoord kan worden.

Ad 2) een 30 % efficiëntere inzet van grondstoffen kan langs twee verschillende wegen worden nagestreefd. De ene is: bij gelijk gebruik van grondstoffen meer productie realiseren. De andere is: bij gelijke productie de inzet van grondstoffen verlagen. De aanpak en haalbaarheid zullen per grondstof: energie, CO₂, water of meststoffen verschillen. Dit kan daarbij per cultivar verschillen.

De belangrijkste energie input is de elektriciteit voor belichting deze zal niet in één keer met 30 % kunnen verbeteren, maar dit zal in de weg van geleidelijkheid bereikt moeten worden.

Ad 3) Om gewasbescherming te verminderen moet een gezond en vitaal gewas worden geteeld. Een meer gesloten kas zal bijdragen aan een betere beheersing van de druk van plagen en ziekten. De voor de teelt toe te passen technieken mogen zeker geen verslechtering in de gewasbescherming als resultaat hebben. Uit onderzoek bij Marjoland blijkt dat horizontale klimaatverschillen bijdragen aan het optreden van meeldauw (Van den Nouweland, pers comm). Vermindering van de klimaatverschillen reduceert de meeldauwaantasting. Er zijn in gewasbeschermingsonderzoek aanwijzingen dat meer rood licht de weerstand van de plant tegen meeldauw zou kunnen verhogen. Voor toepassing in de praktijk wordt nog verder onderzoek gedaan.

Ad 4) Borging van de grondstoffen is een ondernemersactiviteit. Bij de ontwikkeling van nieuwe technieken kan wel met beschikbaarheid rekening gehouden worden.

1.2 Uitdaging voor onderzoek en praktijk

De uitdaging is om voor de rozenteelt verbeteringen in de teelt te blijven bereiken en de relatieve kosten te verminderen. De verbetering van de teelt moet leiden tot een stijging van het aandeel 1^e kwaliteit. Dit moet gevonden worden in het vlak van beperking van de fysiologische afwijkingen - bolvorming van de bloemknop-, de steellengte - zomer kwaliteit te kort-, de knopgrootte - in de zomer worden de knoppen te klein - en de bladkwaliteit - bij sterke verdamping verdrogen bladeren te snel. Belangrijke kostenposten bij de teelt van roos zijn energie, met name voor belichting, en CO₂. Kosten reductie kan via besparing op energie en CO₂. Daarbij is dit eveneens belangrijk voor het realiseren van milieudoelstellingen door de sector. De verwachting is dat door technieken van Het Nieuwe Telen - om energie te besparen - en teeltprocessen beter te sturen voor de rozenteelt zowel productieverbetering als milieudoelstellingen worden gerealiseerd. Daarbij zal de rozenteelt moeten werken aan beperking van de lichtuitstoot in de nacht. Dit vereist een nieuwe aanpak vanuit onderzoek want de risico's zijn te groot om ontwikkelingen direct op grote schaal toe te passen.

Onderzoek moet de weg banen om een rozensysteem te ontwikkelen dat een prestatie kan leveren die boven de huidige bedrijven uitgaat; d.w.z. een perfecte roos, maar wel energiezuiniger geproduceerd. Het is voor bedrijven niet mogelijk om dit zonder goede onderbouwing te realiseren. Er zal eerst op een semi-praktijk schaal aangetoond moeten worden dat dit kan. In dit onderzoek is dit nagestreefd door bij het Improvement Centre een afdeling van 1008 m² in te richten waarin volgens de geldende inzichten voor de praktijknorm bij de opzet van de teelt wordt gewerkt, met toepassing van technieken en inzichten uit het nieuwe telen.

Dit rapport geeft de opzet en resultaten van dit onderzoek weer. Het onderzoek wordt uitgevoerd met de cultivar Red Naomi!®, kwekersrechtenaam Schemocba van veredelingsbedrijf Schreurs uit De Kwakel. Schreurs geeft op de website op dat deze roos 200-240 stuks per m² geeft, met een lengte van 60-90 cm en een knopgrootte van 4.5-5 cm. (<http://www.schreurs.nl/products/200/red-naomi> geraadpleegd op 26-5-2015). Er is voor deze cultivar gekozen omdat dit de belangrijkste rode grootbloemige roos is. Een andere cultivar die veel geteeld wordt is Avalanche+® (Lexani) van Lex+ onderdeel van Dümmer Orange. In de teelt zijn deze twee cultivars niet goed te combineren, zodat er voor één van beide veel geteelde rozenrassen is gekozen.

1.3 Doelstelling

Voor het onderzoek is als doelstelling geformuleerd:

De energie besparing is in het eerste jaar 15 % op elektriciteit voor belichting en 30 % besparing op energie voor verwarming.

Voor het tweede jaar een besparing van 20 % op elektriciteit voor belichting en 40 % op energie voor verwarming.

Voor CO₂ is uitgangspunt telen met een concentratie van maximaal 800 ppm en een licht afhankelijk doseercapaciteit van maximaal 250 kg/ha.uur, waarbij de jaarlijkse CO₂-dosering met 50 % wordt verlaagd ten opzichte van een referentieteelt.

Het energie gebruik in de referentieteelt is gesteld op 510 kWh/m² elektriciteit voor belichting en 1325 MJ/m² voor warmte en een gebruik van 140 kg/m² CO₂.

De productie in een vol productief jaar is 275 stuks/m² en 15 kg per m². Dit moet gelijk blijven.

Tabel 1

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

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

De berekening van de uitgangspunten van de referentieteelt is gedaan met het QMS-model Roos van DLV-Plant. Hierbij moet worden opgemerkt dat op het moment van maken van deze berekening in 2013 er nog geen bedrijven waren die de productie doelstelling realiseerden en dat deze doelstelling 50 stuks boven de opgave van Schreurs ligt, er waren wel praktijk bedrijven die daar dichtbij kwamen.

1.3.1 Een Perfecte Roos

In de eerste fase van het project is veel gesproken over de omschrijving van een perfecte roos. Vooraf aan het project is die gedefinieerd als een roos met een verhouding van gewicht/lengte van 0.85 g/cm en een knopgrootte van minimaal 5 cm en een houdbaarheid van minimaal 10 dagen na een standaard transportsimulatie. Deze kwaliteit moet constant zijn over het jaar. De eisen voor gewicht/lengte verhouding en knopgrootte gelden na het verwerken van het product op de sorteermachine.

Een gewicht/lengte verhouding van 0.85 g/cm betekent dat rozen van lengte 60, 70, 80 of 90 cm respectievelijk 51, 59.5, 68 of 76.5 gram moeten zijn.

1.3.2 Demonstratieteelt, installaties en rapportage

Een keuze, die bij de opzet van het experiment is gemaakt, is om het project uit te voeren als een demonstratieteelt. Daarbij is gekozen voor een teelt in enkelvoud in een afdeling van 1008 m² bij het Improvement Centre (IC) in Bleiswijk en niet in herhalingen. Deze keuze heeft gevolgen voor de mogelijkheden om de proef te analyseren. Er kan geen statistische analyse worden gedaan op de uitkomsten. De uitkomsten zijn een beschrijvende vergelijking met de doelstellingen van de teelt die vooraf zijn geformuleerd. Daarbij wordt vergeleken met wat voor roos als een praktijk situatie wordt gezien. Bij de doelstelling is aangegeven wat de productie en het energie gebruik van een referentie teelt in een vol productief jaar is.

De beschrijving van de resultaten in dit rapport is niet alleen gebaseerd op metingen en getallen, maar zijn ervaringen die gedeeld zijn in de begeleidingscommissie eveneens verwerkt.

In het onderzoek zijn een aantal technische oplossingen en apparaten gebruikt om de teelt klimatologisch te sturen. In de resultaten wordt afzonderlijk stilgestaan bij de werking en de mogelijke effecten van de verschillende onderdelen. Dit zijn het actieve ventilatie systeem, de belichting zowel de totale lichtsom, als het effect van de tussenbelichting, het gebruik van de buisverwarming, het gebruik van de OPAC voor koelen en verwarmen en het gebruik van de drie schermdoeken. Omdat het een experiment in één afdeling betreft kunnen de effecten van deze onderdelen niet altijd los van elkaar worden beoordeeld. Toch worden de effecten zo goed mogelijk afzonderlijk beschreven.

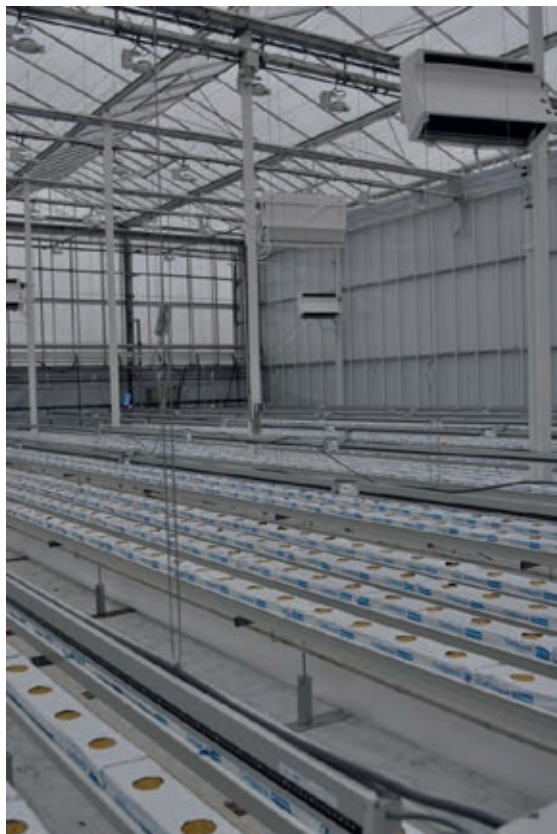
In de grafieken worden meestal gemiddelden per etmaal gebruikt. Dit laat goed de trend van de uitkomsten van de klimaatsturing zien. Er wordt in dit verslag niet ingegaan op het verloop van het klimaat binnen de dag. Dit is wel steeds besproken bij de wekelijkse begeleiding en de klimaatsturing is daarop afgestemd. Afwijkingen binnen een korte periode kunnen soms grote gevolgen hebben. In het verslag worden daar voorbeelden van gegeven.

1.3.3 Grenzen verkennen en overschrijden.

In deze demonstratie teelt zijn grenzen opgezocht voor klimaatsturing en gewasbescherming. Daardoor is de teelt zeker niet altijd goed verlopen. Soms werd verzucht: "Als het gewas er bij een teler zo bij zou staan dan ging hij failliet". Na zo'n moment is er altijd weer gestuurd naar herstel van het gewas, wat gelet op de stand aan het einde van de twee jaar zeker is gelukt. Van de keren dat het teeltkundig over de grens was gegaan kon juist veel geleerd worden voor toepassing van de klimaatsturing op grotere schaal. Het verkennen van grenzen vereist nu eenmaal dat de grenzen worden overschreden en daarvan wordt geleerd. Juist door de grens te overschrijden en dan de juiste maatregelen te nemen om terug te keren is dit experiment geslaagd. Als grenzen niet waren bereikt zou het leer effect van de demonstratie teelt kleiner zijn.

2 Onderzoek opzet en kas inrichting

2.1 Kasinrichting



Figuur 2.1 De kas ingericht en gereed voor planten begin maart 2013 en een detail van het teeltsysteem.

De kasuitrusting is:

Afdeling op het IC

Afdelingsgrootte

Kasdek type:

Glastype

Dakhelling:

Traliebreedte:

Poothoogte:

Luchting:

Verwarming:

CO₂ dosering:

Klimaatcomputer:

Afdeling 4

1008 m², waarvan 3.5 m aan de voorzijde als werkpad en 1 m aan achterzijde voor installatie van actief ventilatie systeem. Aan de beide zijgevels een breed pad van ca 1 meter omdat dit beter uitkomt met de inrichting van het teeltsysteem. De achtergevel is de zuidgevel van de kas.

Venlo dek - tralie ligger met 2 kappen per tralie.

Diffuus glas: Prismatic met een loodrechte lichtdoorlatendheid van 92.2 %, een hemisferische lichtdoorlatendheid van 82.6 % en een haze van 70 %.

22° helling.

9.60 meter.

6.68 meter.

2 halve ramen per 5 meter aan weerszijden van elke kap.

Buisrail - per tralie 5 x 2 buizen van 51 mm ø.

Gevelverwarming gekoppeld aan buisrail.

OCAP, overschakelbaar op zuiver.

Doseercapaciteit maximaal 250 kg/(ha.uur).

Priva Connex, met alle nodige sensoren voor temperatuur, luchtvochtigheid, buistemperaturen, doekstanden, watergift en drainmeting, meteo station etc.

De scherminstallatie bestaat uit drie schermen:

Boven (op zelfde dradenbed): XLS SL 99 (Lichtuitstoot doek 99 %) en Harmony 25 (zonnescerm).
Onder: XLS10 Ultra (energiescherm). Alle schermen afkomstig van LS.

In de gevel zitten rolschermen die afzonderlijk stuurbaar zijn.

Teeltsysteem:	4 rijen planten op een bed met een breedte van 1.2 meter. De afstand tussen de bedden, hart op hart, is 1.92 m.
Plantdichtheid:	7.5 planten per netto m ² .
Planthoogte:	De teeltmat ligt op 60 cm hoogte.
Substraat:	Cultilene FloramaxX.
Watergift:	1 druppelaar per plant met een afgifte capaciteit van 1.6 liter/uur. De middelste rijen planten apart stuurbaar van de buiten rijen.
Assimilatiebelichting:	3 strengen afzonderlijk schakelbaar, waarbij per dag de volgorde van de strengen wordt aangepast. De lampen zijn 1000 W. Op de afdeling van 1008 m ² zijn 120 armaturen geïnstalleerd. De gewenste lichtintensiteit is 210 μmol/(m ² .s). Gemeten is een lichtintensiteit van 237 μmol/(m ² .s) met een minimum van 226 en een maximum van 246. De meting is uitgevoerd door Multimeet uit Nieuw-Vennep op 13 maart 2013. De hogere intensiteit komt overeen met een rendement van de Son-T lampen van 1.9 μmol/W kort na de installatie. Per bed een rij LED lampen; Philips interlighting met een opgegeven intensiteit van 40 μmol/(m ² .s).
Koeling en Verwarming	12 OPAC 106 systemen aangesloten op het koud en warmwater leiding systeem van de kas. Setpoint sturing vanuit de PRIVA computer, operationele regeling door regelsysteem van Lek Habo
Buitenlucht aanzuiging	Actief Ventilatie Systeem (AVS) van Van Dijk heating met 1 slurf per bed onder de teeltgoten. Capaciteit maximaal 15 m ³ /(m ² .uur). De uitblaas openingen op ca 30° en 60° ten opzichte verticale as zodat de lucht tussen de teeltgoten geblazen kon worden.
Energiemeting	Voor de SON-T, LED en overige elektragebruik in de afdeling zijn 3 kWh meters geïnstalleerd. Voor de warmte behoefte zijn energiemeters geïnstalleerd voor het buisrailnet, de warmte in het AVS systeem in combinatie met warmwater aanvoer voor de OPAC en een energiemeter op de koud water aanvoer van de OPAC.
Lichtmeting in de afdeling Verdamping	2 LICOR 190 PAR sensoren op 2 meter boven de teeltgoot. Priva Growscale met 2 matten planten uit het midden van een teeltbed.



Figuur 2.2 Op 1 maart 2013 staat een kwart van de planten op de mat. De linker rij is de weeggoot met 2 matten planten.

2.2 Registratie van gegevens

Tijdens de uitvoering van de teelt zijn gegevens vastgelegd over klimaat, productie, gewasverzorging en gewasbescherming. Het Improvement Centre heeft daar wekelijks een rapport van gemaakt. Een voorbeeld daarvan is opgenomen als bijlage 2.

2.2.1 Klimaat

Een grote lijst parameters uit de klimaatsturing is op 5 minuten basis vastgelegd. Dat is gedaan om het totale functioneren van de klimaatsturing in de afdeling te kunnen volgen en analyseren. In dit rapport is de informatie beperkt zich tot die elementen die een beeld geven van het gerealiseerde klimaat en hoe dit middels de sturing is bereikt. De complete lijst van in de PRIVA-Connexx gelogde items is zeer uitgebreid en niet in dit verslag opgenomen. Bij alle grafieken, tabellen of in de tekst genoemde getallen gebaseerd op de sensoren voor temperatuur, licht, luchtvochtigheid, scherm en doekstanden is het goed te realiseren dat er altijd enige afwijking van de sensoren mogelijk is. Waar nodig worden afwijkingen bij de resultaten apart genoemd.

2.2.2 Oogst en kwaliteit

Er is twee keer per dag, 's morgens bij het begin van de werkzaamheden vanaf 7 of 8 uur en direct na de middag, geoogst. Bij de oogst is per bed het aantal takken en het gewicht geregistreerd. Dit is direct na de oogst en niet voorgewaterd of gesorteerd. De takken werden in voorraad bakken, met water en een voorbehandelingsmiddel in de koelcel gezet. De takken die 's morgen zijn geoogst direct, omdat die iets verder zijn ontwikkeld. De takken van de middagoogst aan het eind van de middag of de volgende morgen, zodat de bloemen iets verder konden ontwikkelen. Twee keer per week zijn alle takken getransporteerd naar Marjoland, waar ze door medewerkers van dat bedrijf zijn gesorteerd op de sorteermachine. De rozen zijn voor het verwerken dus een tot 4 dagen in de koelcel van het Improvement Centre bewaard. Het Improvement Centre kreeg hiervan een lijst met aantal en gewicht per lengte- en sorteerklassen per verwerkingsdatum. Deze lijst bevatte ook de knophoogte per lengteklasse.

Voor het bepalen van de productie van de proefkas is de productie genomen van de middelste tralie en wel de bedden 5 tot en met 9 gemeten in de kas, om gevel effecten uit te sluiten.

2.2.3 Tussenbelichting met LED

Op verzoek van de begeleidingscommissie is besloten bij de bedden 13 en 14, tegen de gevel naar afdeling 5 van het IC, de tussenbelichting niet te gebruiken. Die is wel opgehangen, maar heeft niet gefunctioneerd. Dit is gedaan om een vergelijking te kunnen maken tussen wel of geen tussenbelichting. Omdat de gevel een effect heeft op de lichtsom die de planten ontvangen is naast de vergelijking met het middendeel van de kas, gekeken naar de productie van een bed dat op gelijke afstand van de gevel naar afdeling 3 van het IC ligt. Dit bed 2, met tussenbelichting, heeft in de morgen schaduw van de gevel, bed 13, zonder tussenbelichting, heeft schaduw van de gevel in de avond.

In de weekoverzichten is de productie opgenomen van bed 2 en bed 13.

2.2.4 Calamiteiten

In een experiment van 2 jaar zijn er calamiteiten die niet te voorkomen zijn. Dat was ook in dit experiment het geval, zoals een niet goed functionerende ventilator, schermdoeken die niet optimaal opengingen, kapotte lampen, geen levering van CO₂, één keer kapotte ramen, lekkages van het watergeef systeem, onregelde sensoren voor lichtmeting en drainmeting, een niet goed werkende energiemeter. Er is steeds zo adequaat mogelijk op deze verstoringen gereageerd zodat ze de uitkomsten van de teelt zo min mogelijk hebben beïnvloed, waar nodig voor de verklaring van de resultaten worden de calamiteiten specifiek benoemd.

3 De teelt in hoofdlijnen en de begeleiding

In januari en februari 2013 is afdeling 4 van het Improvement Centre ingericht met het teeltsysteem voor dit experiment. Daarbij is de hele kas inrichting aangepast, is diffuus glas op het dek gelegd, zijn de systemen voor Actieve Ventilatie, OPAC en LED aangelegd, zijn de schermdoeken vernieuwd en de assimilatie lampen vervangen. Eind februari 2013 was de technische aanpassing zover dat de teelt kon starten.

De planten van Red Naomi! zijn gemaakt door Schreurs. Er is in 3 reeksen geplant. Op 28 februari 2013 is 25 % van het oppervlak beplant, zodanig dat steeds blokken van 8 planten per bed naast elkaar zijn neergezet en dan een open ruimte. Vervolgens is op 7 maart 2013 50 % en op 14 maart nog eens 25 % van het oppervlak geplant. Dit is gedaan om op verschillende momenten uitloop van de planten te krijgen en daardoor te voorkomen dat er sterk op snee geogst zou gaan worden. Door de blokken met planten zijn de teelthandelingen te verrichten per blok en afhankelijk van de ontwikkeling van de planten in het blok.

De teelt kan kort samengevat in een aantal tijdvakken worden opgeknapt:

- Het start jaar 2013 waarin het lastig was om de teelt goed in balans te krijgen. Er is volop van de belichting zowel Son-T als LED gebruik gemaakt om de struikopbouw stevig te krijgen. Er is steeds gewerkt aan het uit snee krijgen van het gewas.
- In het najaar van 2013 is begonnen om middels actieve ventilatie en sturen van de belichting op lichtsom per dag het energiegebruik naar beneden te brengen. Daarbij werd de OPAC ingezet om de kas te verwarmen. Het terugdringen van de energie vraag lukte niet. Bij de bespreking van de werking van het actieve ventilatie systeem, de belichtingsstrategie en de OPAC voor verwarming en koeling wordt daarop terug gekomen.
- Het voorjaar en de zomer van 2014 is vooral gebruikt om het OPAC systeem voor koeling goed in te zetten. Dit lukte goed en de uitloop van het gewas was royaal. Te laat is daarop gereageerd door meer onderdoor te knippen. Dit leidde in het najaar van 2014 tot een te groot aantal takken per m². In het najaar van 2014 is de belichting pas laat weer verhoogd omdat het energie gebruik te hoog was geweest. De geringe belichting droeg bij aan een laag takgewicht.
- In november/december 2014 is de koers bijgesteld. De belichting is naar een hoger niveau gebracht en er is meer onderdoor geknapt. Dit leidde in januari 2015 tot een goed takgewicht. Helaas was er een moment met te lage temperaturen in december 2014, waarbij ervaringsdeskundigen een link leggen met een afwijkende knopvorm in de weken daarna. In de wintermaanden van 2014-2015 is de actieve ventilatie onbedoeld continu aan geweest op een vrij hoog niveau. Dit leidde tot een duidelijk lagere luchtvochtigheid in de kas, maar ook tot een hoger energie gebruik.
- In februari en maart 2015 was de productie met 5 takken per m² per week, met een stabiel takgewicht van gemiddeld 60 gram en knopgrootte van ruim boven de 5 cm vrijwel zoals in de doelstelling van het project was verwoord. Het gewicht per cm was dan wel geen 0.85 gram/cm maar 0.8 gram/cm, maar de kwaliteit van de takken was minstens gelijk aan de praktijk. De bloemen waren in de uitbloeiruimte groter en kwamen verder open dan die van een praktijkbedrijf, terwijl dat eerder niet het geval was.

De teelthandelingen zijn gedaan op advies van de begeleidingscommissie. Wekelijks op vrijdagmiddag is deze commissie bijeengewoest om de stand van het gewas te bespreken en te adviseren over de te nemen maatregelen om de proef teelt technisch te sturen. De uiteindelijke beslissing bij discussie over de strategie en de daarbij uit te voeren maatregelen lag bij Arie de Gelder en Edwin van der Knaap.

De begeleidingscommissie bestond uit telers en een adviseur die met verschillende frequentie de proef bezochten. Zonder volledig te zijn, zijn dit de volgende personen: Ronald Scholtes, Tom Meewisse, Aad Meewisse, Johan van den Nouweland, Leon Dukker, Sam van den Ende, Richard van der Lans, Dirk van Rijn, Steef Meewisse, Johan Sonneveld.

Vanuit LTO Glaskracht was er een gewasmanager aanwezig. Aanvankelijk was dit Mark Hoogendoorn, daarna Jan Barendse en Kees Zuidgeest en vanaf begin 2014 Nikos van Aelst. LTO maakte van alle bijeenkomsten een kort verslag. Edwin van der Knaap maakte als teeltadviseur een bezoeker rapport.

Het sturen van een rozen gewas waarbij input komt van verschillende telers, die allemaal hun eigen teeltvisie hebben in combinatie met het gegeven dat de rozenteelt voor het Improvement Centre een nieuwe teelt is, leidde tot een teelt waarbij het gewas met een duidelijk snee effect begon. Het streven was om het gewas niet op snee te krijgen, maar door het op één dag bij veel knippunten losbreken van het blad om de uitloop van ogen te stimuleren (Figuur 3.1), is er wel een sterk snee effect ontstaan. Dit is in de productie terug te zien. Dit snee effect had gevolgen voor de nutriënten opname, waarbij afhankelijk van de ontwikkeling van het gewas in de snee meer of minder moest ammoniumnitraat (NO_3NH_4) worden toegevoegd om het bicarbonaat (HCO_3^-) en daarmee de pH van de mat te stabiliseren. Dit is een bekend verschijnsel. De opname van elementen door een gewas is afhankelijk van het ontwikkelingsstadium.



Figuur 3.1 Losbreken van het blad aan één zijde van de bladbasis bevordert het uitlopen van het oog in de oksel van het blad aan de kant waar het blad is los gebroken.

Een verschil in teelt- en marktvisie komt in uiting in de discussie over de criteria voor een perfecte roos, zoals die in de begeleidingsgroep meerdere malen is gevoerd (zie 1.3.1). Als je veel rozen wilt aanvoeren dan gaat dat niet samen met een zware tak. Tijdens de begeleidingscommissie bijeenkomsten en maandgroepen zijn de eisen geregeld ter discussie gesteld, waarbij punten als meeldauwvrij, stevige niet weelderige en onbeschadigde bladeren, korte internodiën lengte, goed gevormde knoppen en de juiste helder rode kleur als beoordeling van kwaliteit naar voren kwamen. Deze punten zijn of verwerkt in de gewicht/lengte verhouding of bij de sortering verwerkt in het percentage A1, A2 en B kwaliteit, maar de omschrijving van de perfecte roos is niet aangepast. Bij de beoordeling van de resultaten van het experiment is het wel belangrijk om rekening te houden met de verwachting wat is een perfecte roos, als die anders is dan de gegeven omschrijving in dit rapport dan zal de uitkomst vaak niet voldoen aan de verwachting.

Eens per maand kwam een grotere groep telers en geïnteresseerden bijeen om van de ontwikkelingen in het demonstratie project kennis te nemen. Tijdens deze bijeenkomsten is standaard het verloop van de teelt toegelicht door Edwin van der Knaap aan de hand van een presentatie die naast het klimaat de volgende punten bevatte gewasontwikkeling, gewasmaatregelen, kasklimaat, water en bemesting, gewasbescherming en productie.

De struikopbouw heeft behalve met knipstrategie te maken met elementen zoals het losbreken van het blad om de scheutuitloop te stimuleren, het inbuigen van lichte takken, het moment van uitknippen of inbuigen van loze takken, het afbreken van de knop op een te lichte tak. Al deze maatregelen worden gebruikt om het gewas in ontwikkeling te sturen en zijn daardoor mede bepalend voor de kwaliteit van de geoogste rozen. Regelmatig werd in de begeleidende commissie door telers gezegd dat er te weinig blad onderin het gewas zat. Toch is dat maar de vraag, want als er voldoende lichtonderschepping is door de opstaande takken, blijft er weinig licht over voor het gewas onderin.

De LED belichting zorgde er niet voor dat de bladeren onderin en midden in het gewas beter aan de plant bleven. Dit is op geen enkel moment gezien. De telers merkten op dat het onderblad eerder minder goed was dan beter vergeleken met praktijk ervaringen. Alleen in de paden heeft het ingebogen blad een functie bij de lichtonderschepping. In de begeleidingscommissie werd terecht aandacht gevraagd voor het minimaal beschadigen van het bladpakket in het pad. Daarvoor zijn in de loop van de proef aanpassing gedaan aan de oogstkar en aan de spuitinstallatie.

3.1 Gewasgezondheid

Een vast onderdeel van de bespreking tijdens de begeleiding van proef vormde de gewasgezondheid.

De aandacht voor dit onderdeel was groot en noodzakelijk. Direct na het planten was er een aantasting van witte vlieg en deze is in 2013 zeer hardnekkig aanwezig gebleven. Er is in dat jaar zeer regelmatig gespoten met Prev-Mag. In 2014 en 2015 was witte vlieg veel minder problematisch maar werd onder controle gehouden door het uitzetten van *Amblydromalus limonicus* (Limonica) en *Encarsia formosa*. Problemen met luizen zijn bestreden met Teppeki.

Al in 2013 maar veel sterker in 2014 en 2015 is de beheersing van meeldauw een continu aandachtspunt geweest. In de inleiding is aangegeven dat voor de toekomst van de rozenteelt de inzet van gewasbeschermingsmiddelen 25 % lager moet worden dan nu het geval is. Dit is in het experiment niet gerealiseerd. In 2014 is 60 keer met Meltatox en 3 keer met Luna gespoten tegen meeldauw. Daarbij werd gezien dat na een bespuiting met Luna de meeldauw druk na ongeveer 2 weken afnam en lager werd. De fout die daarna werd gemaakt was om bij de lage infectiedruk niet tijdig weer met Meltatox te gaan spuiten. Daardoor liep de infectie druk weer hoog op en was vervolgens een hoge frequentie van Meltatox nodig. De grootste problemen met meeldauw kwamen voor in september 2014, daarna is 2 keer Luna gebruikt om de meeldauw terug te dringen. In de zomer was de meeldauw druk relatief laag geweest. In maart 2015 was er geen Meltatox beschikbaar toen is Collis in combinatie met Prev-Mag ingezet, maar dit hield de meeldauw niet onder controle.

Bij de beheersing van de meeldauw zijn tijdig spuiten, de spuittechniek en het opruimen van haarden waaruit de meeldauw kan verspreiden belangrijke instrumenten. Een lage infectiedruk is een belangrijk basis voor de beheersing van de ziekte. De takken aan de gevel die slecht met de spuitinstallatie werden bereikt, moesten regelmatig worden weggenomen, omdat daar een permanente infectiebron aanwezig bleef. Deze takken vormen echter wel de basis voor de biologische bestrijders die hier beter kunnen overleven, maar deze werken niet tegen meeldauw.

Bij de proeven voor houdbaarheid werd regelmatig meeldauw op de bladeren en soms op de kroonbladeren waargenomen, wat nadelig is voor de sierwaarde.

In het najaar van 2014 is Vertimec ingezet om trips aantasting te reduceren. Dit is nadelig voor biologische bestrijders.

In het project is geconstateerd dat de gewasbescherming met de gehanteerde teelttechniek niet is verbeterd. Daarbij is regelmatig gesproken over de hoge luchtvochtigheid die in de nacht ontstond wat gevolgen heeft voor de stevigheid van het gewas. Het gewas werd door de telers vaak als weelderig en zacht beoordeeld. Een bladstructuur die gemakkelijker aangetast kan worden door meeldauw. De ervaringen in dit project komen voor de meeldauw aantasting overeen met een eerder onderzoek bij Wageningen UR naar het effect van schermen (Garcia *et al.* 2012a).

3.2 Voeding en mineralen beheer

Het gebruikte meststoffen pakket is Substrafeed A1 met BFK. Het sporenpakket bestaat uit Kombispoor. De voedingsoplossing werd gedurende het opstartjaar in 2013 wekelijks herzien en bijgesteld. Standaard zijn zowel de drainput als de steenwolmatten uit de afdeling bemonsterd.

Vanaf 2014 is de voedingstatus tweewekelijks bemonsterd en bijgestuurd, via gestuurd recirculeren. 25 % van het drainage water uit de centrale opvangsilo werd hergebruikt.

De gewenste oplossing kon altijd bereikt worden door middel van aanvullen van mineralen toevoeging via de injectie-unit op het aandeel recirculatiewater.

Voor wat betreft de sporenelementen werd er gebruik gemaakt van één sporensamenstelling voor alle proefobjecten, hierdoor was het alleen mogelijk om bij te sturen op te lage waarden.

In de praktijk maken de meeste telers gebruik van kali-metasilicaat om zo het element silicium te kunnen toedienen. Silicium heeft beschermende werking tegen schimmels, maar tevens tegen zuigende insecten door het versterken van celwanden. Silicium is niet toegediend via de bemesting, omdat dit technisch niet mogelijk bleek. Om gedurende de winterperiode luxe consumptie van stikstof te vermijden en het transport van calcium te bevorderen is er calciumchloride 33 % vlb. toegediend. Het meststoffenpakket bestond uit een standaardpakket zonder bijzondere meststoffen zoals polyfosfaten. Al het ijzerchelaat is toegediend in de vorm van DTPA. Mogelijk heeft het veel lagere Si niveau het gewas, in combinatie met de hoge luchtvochtigheid, meer ontvankelijk gemaakt voor echte meeldauw. Zoals blijkt uit de matanalyse is er toch een gemiddeld laag niveau Si gemeten als gevolg van het oplossen van Si uit steenwol en natuurlijke substraten zoals kokos vanuit andere afdelingen.

Tabel 2

Uitgangspunten voor de voeding en de gemiddelde analyses voor mat en drain over 2014.

Standaard voeding												
mmol/l												
pH	EC	NH4	K	Na	Ca	Mg	Si	NO3	Cl	SO4	HCO3	P
5.50	1.80	1.00	5.29	0.00	3.83	1.50	0.00	12.38	0.00	1.55	0.00	1.41
µmol/l												
Fe	Mn	Zn	B	Cu	Mo							
40.00	5.00	3.50	20.00	0.88	0.76							

Gemiddelde meetresultaten matanalyse met standaarddeviatie:

Mat analyse													
mmol/l													
	pH	EC	NH4	K	Na	Ca	Mg	Si	NO3	Cl	SO4	HCO3	P
Gemiddelde	6.16	2.44	0.10	5.93	0.41	5.91	2.75	0.50	14.12	0.92	2.70	0.55	1.53
S.D	0.36	0.18	0.00	0.60	0.15	0.55	0.39	0.16	1.58	0.35	0.60	0.46	0.24
µmol/l													
	Fe	Mn	Zn	B	Cu	Mo							
Gemiddelde	50.80	7.72	10.84	46.44	2.05	0.38							
S.D	12.76	2.35	4.13	8.13	0.66	0.26							

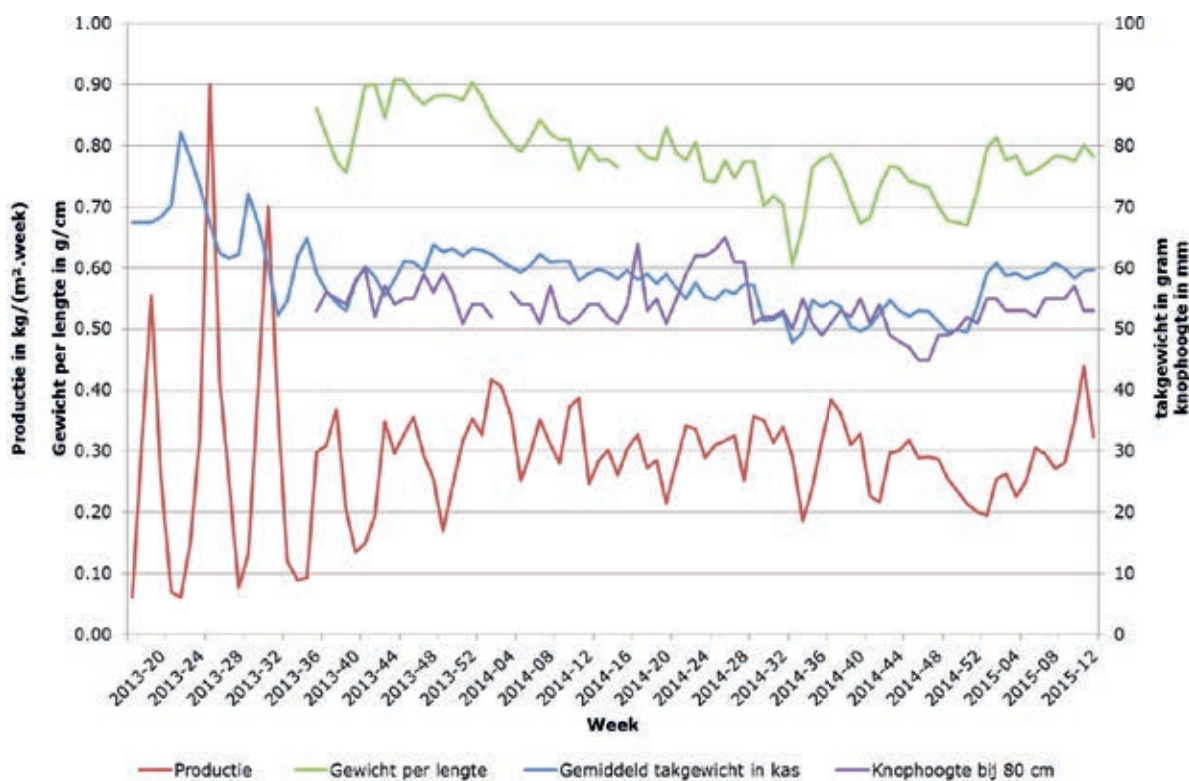
Gemiddelde meetresultaten drainanalyse met standaarddeviatie:

Drain analyse													
mmol/l													
	pH	EC	NH4	K	Na	Ca	Mg	Si	NO3	Cl	SO4	HCO3	P
Gemiddelde	6.49	2.71	0.10	6.78	0.48	6.51	3.21	0.53	15.67	1.03	3.24	0.73	1.53
S.D	0.31	0.26	0.00	0.99	0.14	0.84	0.37	0.17	2.59	0.35	0.51	0.32	0.41
µmol/l													
	Fe	Mn	Zn	B	Cu	Mo							
Gemiddelde	42.31	4.50	6.44	48.58	1.66	0.46							
S.D	8.40	1.42	1.46	8.86	0.21	0.31							

De druppel EC is vrijwel constant op het niveau van 1,8 mS/cm gehouden. Ondanks de vaak ruime drainpercentages van 40 % tot ruim 50 % cumulatief per etmaal hebben we te maken gehad met een relatief hogere EC waarde (gemiddeld 2,7 mS/cm) van het drainagewater. Bij drainpercentages in de buurt van 40 % of lager had de EC de neiging om verder op te lopen. Het drainmeetsysteem is meerdere malen geijkt en er is constant gebruik gemaakt van een controle meetsysteem op zowel gift als drainvolumes. Naast het effect van het niet toedienen van extra Silicium op de celstevigheid, is er geen reden om aan te nemen dat de voedingsstatus de proef op enig moment negatief zou hebben beïnvloed.

4 Productie

In de ruim 2 jaar van de proef is de productie hoger dan de prognose, maar niet in alle periodes (Tabel 3). In het aanloop jaar is er veel belicht om een zware struikopbouw te bereiken. Dit heeft geleid tot een hogere productie, maar de productie kwam in dat jaar wel sterk in sneden. (Figuur 4-1). Met de teelthandelingen is er op gestuurd om het gewas minder op snee te krijgen en dat is gelukt zoals uit het verloop van de productie is te zien, maar er ging wel een jaar overheen om het zover te krijgen.



Figuur 4.1 De productie, het gewicht per cm en het gemiddelde takgewicht per week. Gewicht per cm is niet bekend van de takken geoogst voor week 40 in 2013.

In de prognose is voor 2014 en 2015 uitgegaan van een gemiddeld takgewicht van 55 gram. Voor het aanloop jaar was de prognose 59 gram. In de realisatie is te zien dat begin 2014 en begin 2015 het gemiddelde takgewicht rond de 60 gram is. Dit is hoger dan voor de referentieteel is aangenomen. Voor de doelstelling van de kwaliteit van de roos zou dit bij een gemiddelde lengte van 75 cm en een gewicht van 0.85 gram per cm een takgewicht moeten opleveren van 63 gram. Dit is niet gerealiseerd. Het takgewicht per cm was na het sorteren gemiddeld iets onder de 0.8 g/cm. Vooral in de tweede helft van 2014 was het takgewicht per cm te laag. Vanaf begin 2015 is het vrijwel 0.8 g/cm en stabiel. Hetzelfde beeld is te zien in het takgewicht. Een hoger gewicht per cm, bij gelijke aantallen en gelijke lengte betekent dat er nog meer kg/m² rozen geoogst moet worden. Bij 275 takken van gemiddeld 68.4 cm en 0.85 g/cm moet er 16 kg/m² geoogst worden. Er is 15.6 kg/m² geproduceerd.

De oorzaak van het lage gewicht in de tweede helft van 2014 is tweeledig. Door de knipstrategie in 2014, waarin te laat weer onderdoor is geknipt, waren er in de tweede helft van 2014 te veel uitlopende takken, die laag van gewicht bleven. Het effect hiervan op het takgewicht per cm is versterkt omdat om energiezuinig te telen in die periode de belichting minder intensief is gebruikt. Dit leidde wel tot besparing op elektriciteit, maar ook tot een daling van het takgewicht. Om het takgewicht weer te herstellen is in december 2014 de belichting weer intensiever gebruikt en de knipstrategie aangepast. Er is meer onderdoor geknipt. Deze acties hebben samen tot het gewenste resultaat geleid; een gewicht per lengte van rond de 0.8 g/cm en een takgewicht van 60 gram.

Het doel van 0.85 gram per cm is gemiddeld niet bereikt. Er zijn weken dat dit bij de hogere lengte klassen wel wordt bereikt, maar niet systematisch. Het gemiddelde per week in gram per cm is representatief voor alle lengte klassen. Er is een vergelijk gemaakt tussen het takgewicht zoals gemeten direct na de oogst bij het IC en het gemiddelde takgewicht zoals gemeten na de sortering bij Marjoland, die bleken goed met elkaar overeen te komen (gegevens niet getoond). Een tak wordt na het oogsten zwaarder door water opname, maar bij het sorteren wordt een stukje tak afgeknipt. Gemiddeld blijkt dit elkaar op te heffen. Het naar een lagere sortering brengen van dunne takken heeft hierop blijkbaar weinig invloed.

Tabel 3

Productie in gram per m² per periode. De prognose geldt bij de uitgangspunten.

A: Belichting met 273 $\mu\text{mol}/(\text{m}^2.\text{s})$ maximaal 18 uur en een CO₂ dosering van 220 kg/(ha.uur).

Periode	Prognose			Realisatie		
	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

B: Productie in stuks per m² per periode.

Periode	Prognose			Realisatie		
	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

De knophoogte is gemeten door Marjoland en blijkt bij takken van 80 cm vrijwel altijd te voldoen aan de eis van een hoogte van 5 cm (Figuur 4.1). Alleen in week 48 tot en met week 51 van 2014 was de knopgrootte te klein. Dit valt samen met de periode van lichte takken. Helaas zijn er geen referentie cijfers voor dit criterium, maar gesteld kan worden dat de knopgrootte mede door de toegepaste koeling in de zomer royaal aan de gestelde norm kon voldoen.

Voor een perfecte roos moet het aandeel A1 kwaliteit hoog zijn. De omschrijving van A1, A2 en A3+B kwaliteit is niet vastgelegd. De indeling van de takken over deze categorieën is bedrijfsafhankelijk en wordt mede bepaald door de medewerker die het sorteren voor zijn rekening neemt. De verdeling over A1, A2 en A3+B wordt beïnvloed door mate van meeldauw aantasting in het gewas en afwijkingen in de bloemvorm. In Tabel 4 wordt per jaar de procentuele verdeling gegeven. Omdat er geen gegevens van een referentie situatie zijn moet dit als indicatie worden gezien van de kwaliteitssortering. In 2013 is bewust in het begin alle geogste takken als A2 afgezet, omdat een nieuw gewas niet de gewenste knopkwaliteit levert. Het gedurende meerdere dagen bewaren in de koelcel van het geogste product doet eveneens afbreuk aan de sorteerkwaliteit.

Begin 2015 is er een aantal weken een afwijkende knopkwaliteit geweest, omdat er eind december 2014 twee periodes zijn geweest waarin de temperatuur in de nacht onder de 15°C kwam. Dit heeft volgens ervaringsdeskundigen tot donkere randen in de bloemen en bloemen die niet goed tot ontwikkeling kwamen geleid.

Tabel 4

Relatieve verdeling van de gesorteerde takken over 3 kwaliteit categorieën.

Jaar	A1	A2	A3+B
2013	10	60	30
2014	60	25	15
2015	55	28	17

Bij de beoordeling van het gewas en de geoogste takken zijn vaak opmerkingen gemaakt over onvoldoende stevigheid van het blad – weelderige bladeren- en over de niet optimale knopvorm. Positief was dat aan het eind van de proef in maart 2015 werd geconstateerd dat de rozen werkelijk van perfecte uitwendige kwaliteit waren.

4.1 Fotosynthese

In juli en augustus 2014 is gekeken met behulp van chlorofyl fluorescentie technieken of de fotosynthese gedurende de dag momenten van stress vertoonde. De bladeren van jonge takken bleken iets gevoeliger voor ongunstige klimaat omstandigheden en dan vooral aan het eind van de middag, maar de mate van stress was beperkt. De gebruikte techniek van continue monitoring met behulp van micro-moni PAMs is voor onderzoek doeleinden goed in te zetten. Voor praktische toepassing was de techniek te bewerkelijk. Een uitvoerig verslag van de fotosynthese metingen is opgenomen als bijlage 4.

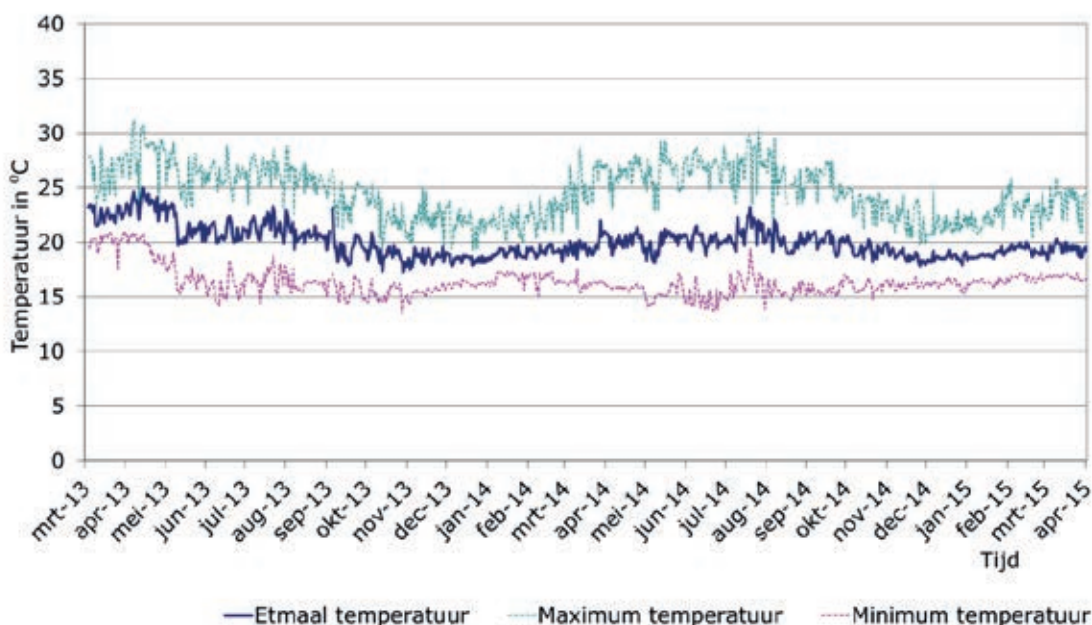
5 Klimaat en functioneren apparatuur

De opzet van het project draait in essentie om het realiseren van een optimaal klimaat om een perfecte roos te produceren met een beperkte inzet van energie. Een teelt van ruim 2 jaar waarbij het gerealiseerde klimaat wordt vastgelegd per 5 minuten levert klimaatbestanden op met meer dan 200000 getallen per item. Om het geheel inzichtelijk te maken is in dit verslag gekozen voor het weergeven van gegevens in etmaalgemiddelde, maximum of minimum, soms verder samen gevoegd tot gegevens per week of per periode van 4 weken.

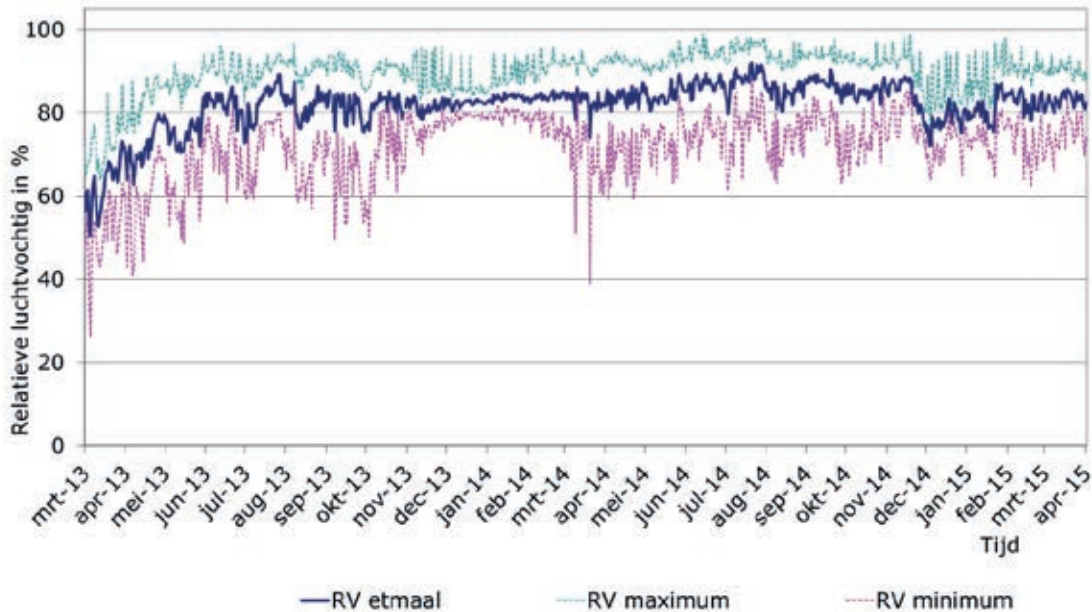
5.1 Klimaat

Het eerste criterium waar het klimaat aan moet voldoen is het realiseren van een goede temperatuur. Vooral in de zomer moet met de koeling van de OPAC de temperatuur lager dan normaal gehouden kunnen worden. Een installatie met OPAC's geeft in principe de sturingsmogelijkheid van een semi-gesloten kas. De kastemperatuur kwam, behalve in de start toen bewust naar hogere temperatuur is gestuurd, niet boven de maximaal 30°C uit (Figuur 5.1). De etmaaltemperatuur is gemiddeld zeer goed te beheersen. In de zomer is het verschil tussen de maximale buitentemperatuur en de maximale kastemperatuur klein. Omdat door de koeling minder geventileerd behoeft te worden is ook de CO₂ concentratie in de kas op een niveau van rond de 800 ppm te houden (Figuur 6.3). In de zomer en herfst daalde de CO₂ concentratie wel.

De minimum temperatuur is in de regel rond de 16°C. In de zomer met veel licht en lage luchtvochtigheid kan de temperatuur in de nacht dalen naar 15°C. Hiermee wordt een iets lagere etmaal temperatuur nagestreefd. Dit moet in de winter als er relatief weinig licht en veel vocht is worden voorkomen, omdat de ervaring leert dat dit tot minder mooie knoppen leidt. In de proef is dit door twee storingen in de warmte voorziening eind december 2015 wel voorgekomen en dit leidde direct tot een minder goede knopvorm. De meer naar binnen gelegen kroonbladeren van de bloem komen dan niet goed omhoog.



Figuur 5.1 Gemiddelde etmaal temperatuur en maximum- en minimumtemperatuur per etmaal.

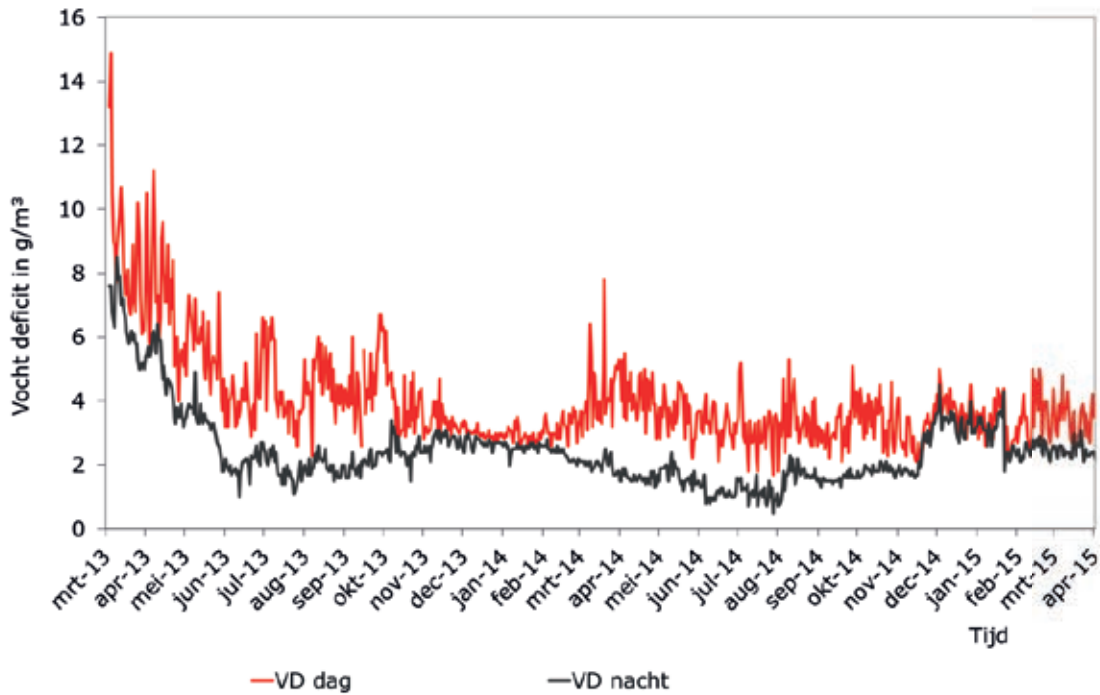


Figuur 5.2 Gemiddelde relatieve luchtvochtigheid en minimale en maximale relatieve luchtvochtigheid per etmaal.

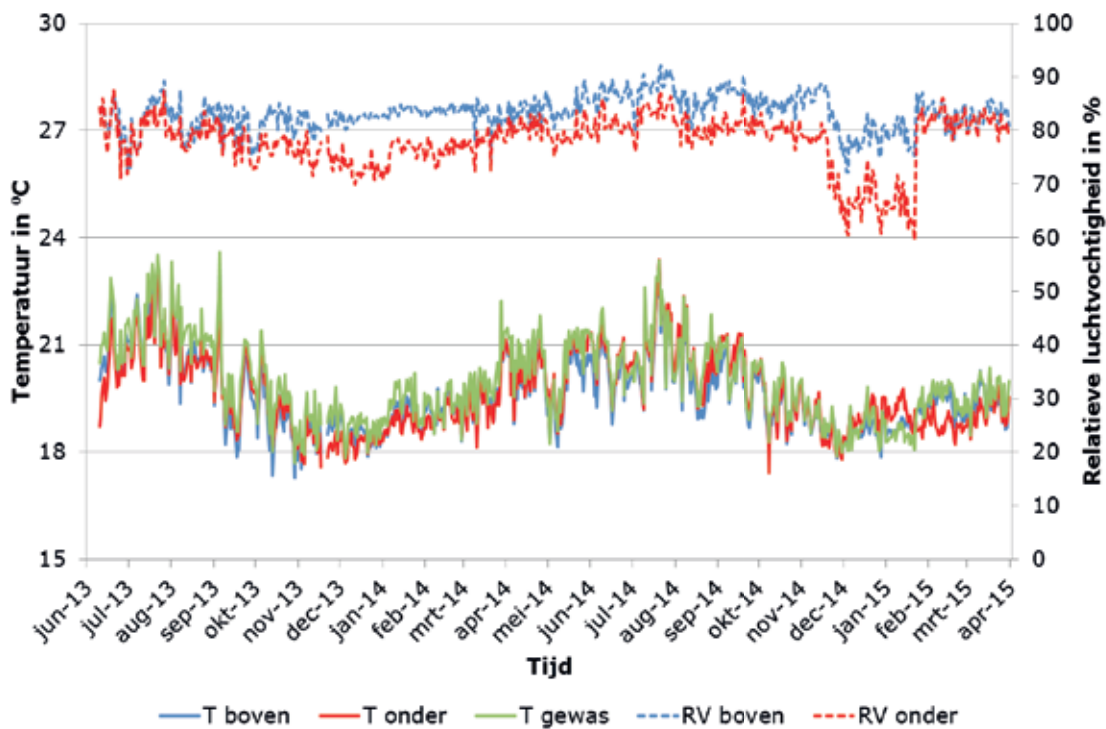
Naast de temperatuur is de vochtigheid in een rozenkas een belangrijke grootheid. Uit onderzoek naar houdbaarheid is in het verleden en ook recent weer gebleken dat een constante hoge luchtvochtigheid leidt tot een kort vaasleven. Het verlagen van de RV met 5 %, resulteert in een toename van het vaasleven met 1,2 dagen (Benninga *et al.* 2015).

De oorzaak wordt gezien in slecht sluitende huidmondjes omdat die tijdens de teelt niet hoeven te sluiten. Hierdoor worden de enzymen die het sluiten van de huidmondjes stimuleren niet gevormd. Een model voor de verklaring hiervan is beschreven door Arve *et al.* 2013.

In deze proef is de luchtvochtigheid in de winter van 2013-2014 constant hoog geweest (Figuur 5.2 de minimum RV is dan constant hoog), maar ook in andere periodes was het moeilijk om de luchtvochtigheid lager en meer dynamisch te krijgen. Een uitzondering daarop vormt de periode van 17 november 2014 tot 23 januari 2015. Zowel de RV (Figuur 5.2) als de RV onder in het gewas (Figuur 5.4) zijn in deze periode laag, het VD dag en nacht (Figuur 5.3) is dan omgekeerd, hoger. Dit bleek te maken te hebben, met het inblazen van buitenlucht via het AVS systeem dat op een constante ventilator capaciteit van 75 % stond. Dit was, hoewel onbedoeld, voor het sturen van de luchtvochtigheid uitstekend. De kwaliteit gemeten in houdbaarheid was in de zomer van 2014, toen het VD in de nacht laag was, minder dan die van de praktijk. In de winter was de houdbaarheid vergelijkbaar met de praktijk (Hoofdstuk 7.)



Figuur 5.3 Het vochtdeficit gemiddeld tijdens de natuurlijke dag en natuurlijke nacht per etmaal.



Figuur 5.4 De kasttemperatuur bij de kop (T boven) en onder de teeltgoot (T onder) en de planttemperatuur gemiddeld per etmaal en de relatieve luchtvochtigheid bij de kop (RV boven) en onder de teeltgoot (RV onder).

Voor een goede balans in gewasontwikkeling moet de etmaaltemperatuur passen bij de lichtsom per etmaal. In de winter blijkt het sturen van de etmaaltemperatuur en lichtsom op een constante verhouding vrij goed mogelijk, maar in de zomer is dit veel lastiger. In de winter wordt meer dan 80 % van het licht geleverd door de assimilatie belichting die met constant 18 uur belichten gelijk is over de dagen. Er zijn in de winter wel fluctuaties in natuurlijk licht, maar die zijn dan klein in verhouding tot de hoeveelheid assimilatielicht. In de zomer is meer dan 80 % het licht afkomstig van de zon en zijn de dagelijkse fluctuaties daarin groot, deze fluctuaties zijn met belichting niet op te vangen. In de zomer zijn de verschillen in etmaal temperatuur eveneens groter, omdat kastemperatuur vooral door de straling wordt verhoogd. De koeling verlaagt de kastemperatuur, maar de verschillen tussen dagen blijven aanwezig. In de winter van 2014-2015 is de etmaaltemperatuur in verhouding tot de lichtsom iets hoger geweest dan in de winter van 2013-2014.

In november 2014 is er vanuit energie besparing bewust gestuurd op minder belichting. Daardoor is in die periode de lichtsom per dag lager uitgekomen. De temperatuur is in die periode niet lager ingesteld. Hierdoor was de verhouding lichtsom/etmaal temperatuur te laag. Dit heeft zich geuit in lichtere kwaliteit takken. In december herstelde het takgewicht zich weer, ondanks dat de verhouding lichtsom/etmaal temperatuur nog niet sterk was toegenomen. Wel was het aantal takken per m² in januari 2015 duidelijk lager dan in 2014.

In Lets Grow kan de gerealiseerde temperatuur vergeleken worden met een berekende referentie temperatuur op basis van het QMS model voor roos van DLV. Daarmee heeft de teler een referentiepunt of de gerealiseerde temperatuur past bij de overige condities in de kas.

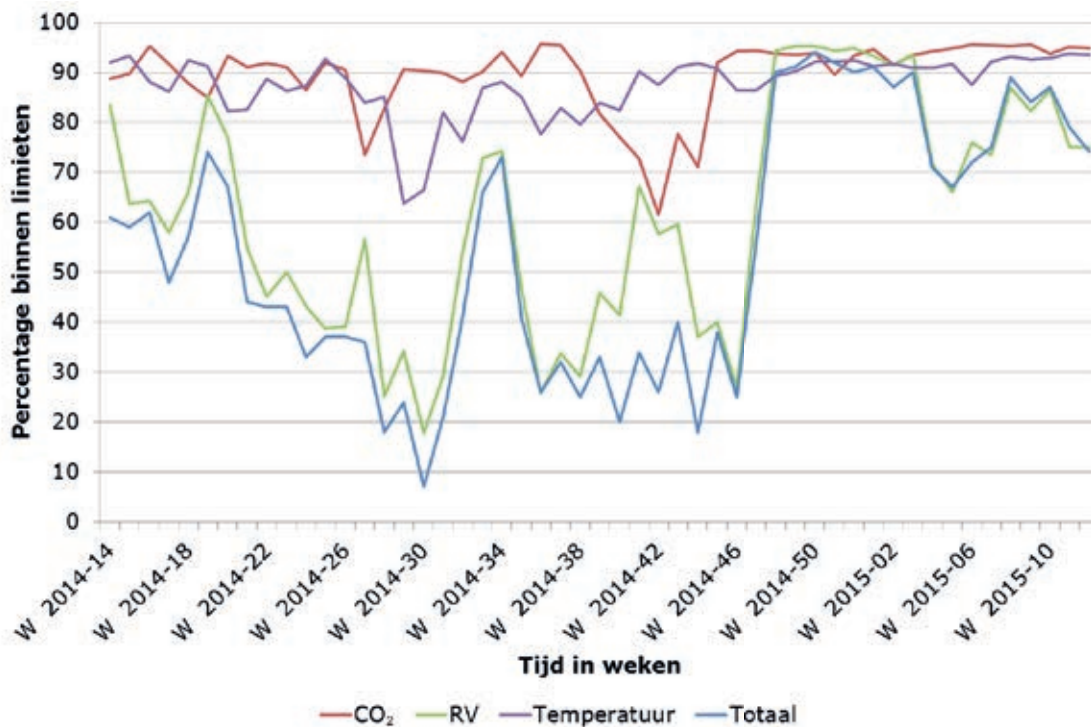
5.1.1 Klimaatmonitor

Om dagelijks snel te kunnen beoordelen of het gerealiseerde klimaat voldoet aan door ons opgegeven grenzen van CO₂, luchtvochtigheid en temperatuur is binnen Lets Grow de module Klimaatmonitor beschikbaar. Voor de ontwikkeling hiervan is onder andere gebruik gemaakt van gegevens uit dit project. De klimaatmonitor laat dagelijks het volgende overzicht zien.

Item	7-2-15	8-2-15	9-2-15	10-2-15	11-2-15	12-2-15	13-2-15	gem/som
plant: PAR - µmol/m ² /s - 5 min: Klimaat Monitor Perfecte Roos	182,04	186,54	169,93	156,19	161,14	160,71	209,24	175,11
straling - W/m ² - 5 min: Klimaat Monitor Perfecte Roos	38	54	26	16	19	21	69	35
kastemp - °C - 5 min: Klimaat Monitor Perfecte Roos	19,6	19,7	19,6	20,0	19,5	19,6	19,5	19,6
RV kas - % - 5 min: Klimaat Monitor Perfecte Roos	83	82	84	86	86	85	79	84
CO2 - ppm - 5 min: Klimaat Monitor Perfecte Roos	953	967	943	911	933	933	854	928
Klimaat monitor: status temperatuur -: Klimaat Monitor Perfecte Roos	11	12	10	14	16	11	10	84
Klimaat monitor: status RV -: Klimaat Monitor Perfecte Roos	30	11	58	115	133	86	16	449
Klimaat monitor: status CO2 -: Klimaat Monitor Perfecte Roos	1	0	0	0	0	0	6	7
Klimaat monitor: status klimaat -: Klimaat Monitor Perfecte Roos	39	23	67	118	139	91	32	509
Klimaat monitor: percentage goed -: Klimaat Monitor Perfecte Roos	86	91	77	59	55	66	89	75

Figuur 5.5 De klimaatmonitor zoals die dagelijks door Lets Grow wordt gemaakt om aan te geven hoeveel periodes van 5 minuten per dag de RV, CO₂ of Temperatuur buiten de gestelde grenzen komt en hoeveel % van de tijd het klimaat binnen de gestelde grenzen was.

Met de gegevens van de periode van 2014 week 14 tot en met 2015 week 12 per week laat de klimaatmonitor zien dat vanaf 2014 week 48 het klimaat veel beter binnen de gestelde grenzen is gebleven dan de periode daarvoor. Duidelijk is dat beheersing van de luchtvochtigheid het belangrijkste knelpunt is. De luchtvochtigheid was te hoog ten opzichte van de gestelde grens van 85 %.



Figuur 5.6 Het percentage van de tijd per week dat CO₂ niveau, relatieve luchtvochtigheid, temperatuur en de combinatie van de drie factoren binnen de gestelde grenzen van de klimaatmonitor vielen.

5.2 Uren en planning belichting

Er is maximaal 18 uur per dag belicht, met uitzondering van de eerste teelt weken. In de winter van 2014-2015 is de LED installatie maximaal 9 uur per dag gebruikt, terwijl dit in 2013-2014 18 uur was.

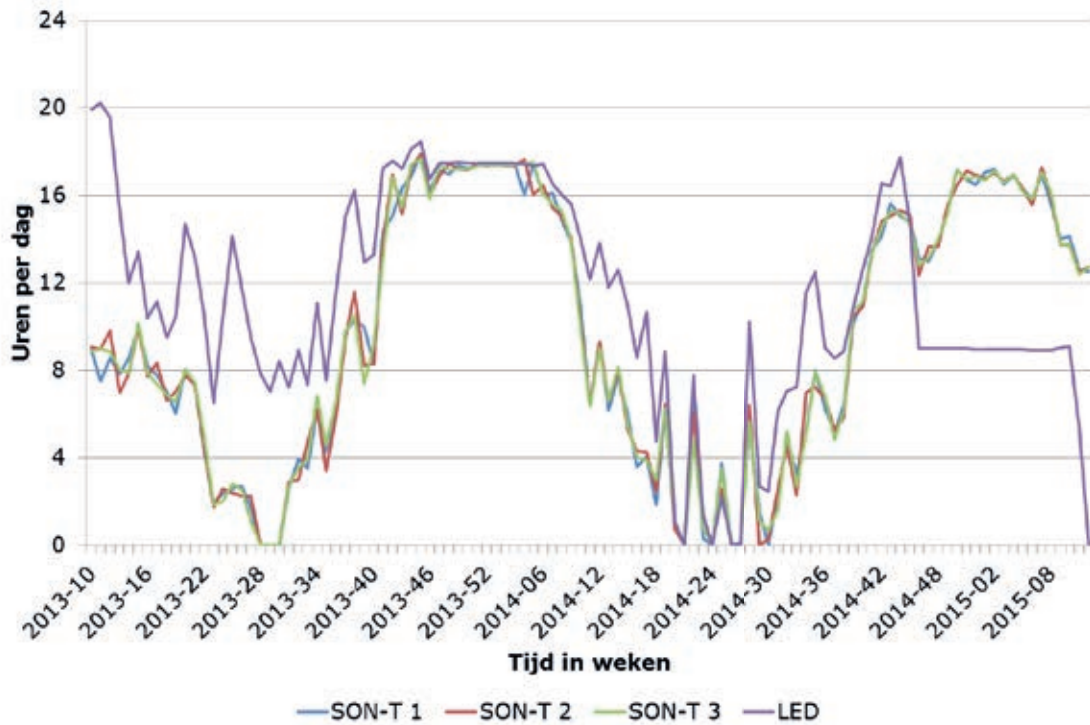
Dit is gedaan om minder energie te gebruiken en te zien of de uitloop van de struiken duidelijk minder zou worden. Er werden hiervan op de uitloop geen negatieve effecten gezien in de vorm van minder goed uitlopen van de takken.

In het begin van het experiment is regelmatig gediscussieerd over de volgorde van aanschakelen van de SON-T en LED lampen. Er is toen voor gekozen om de LED die energie efficiënter is standaard aan te zetten als er belicht werd. Pas later is er voor gekozen om de LED die onder in het gewas slechts op een deel van planten scheen en door het hogere gewas niet optimaal hing minder in te zetten.

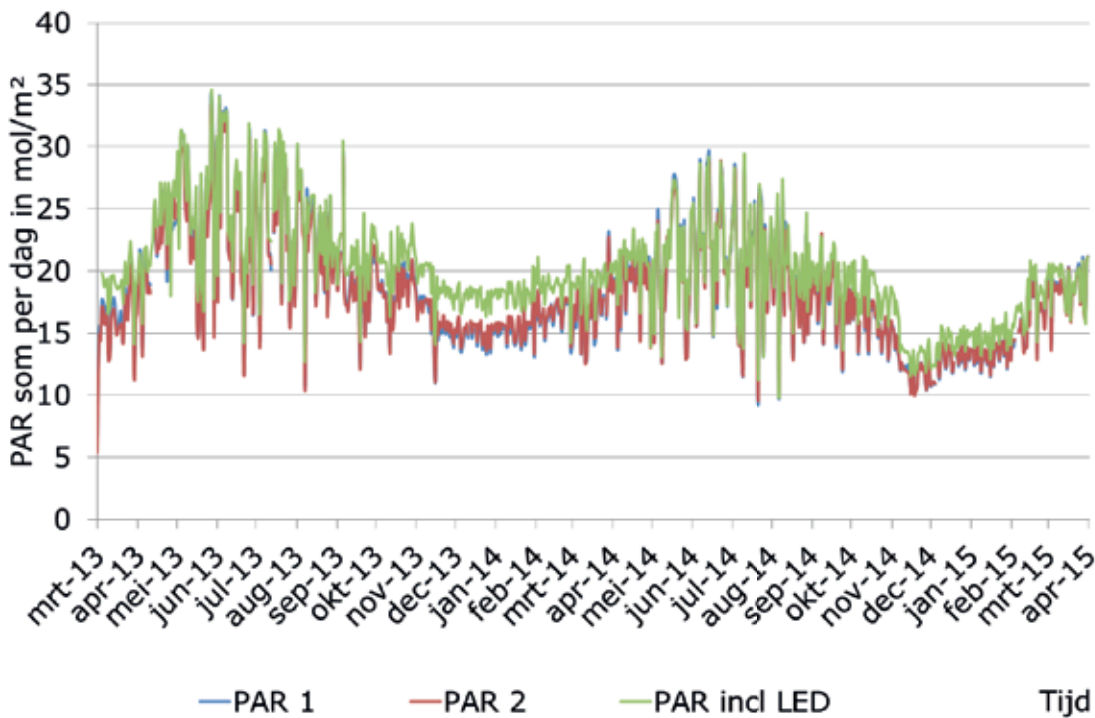
In het voorjaar 2014 is het aantal uren belichting en het aantal strengen dat gebruikt werd voor de belichting gestuurd op basis van het verschil tussen de gewenste lichtsom per dag en de verwachte natuurlijke lichtsom. Dit werkte redelijk goed, maar vroeg in de klimaatsturing dagelijks aandacht, waarbij regelmatig in de loop van de dag de belichting moest worden bijgesteld omdat de werkelijkheid niet overeenkwam met de verwachting voor de straling. Omdat roos zeer intensief wordt belicht is de mogelijkheid van besparing op belichting door lichtintegratie in de winter gering. Het voordeel moet dan vooral worden behaald in het voorjaar, de zomer en de herfst. De beschrijving van de belichtingsstrategie op basis van verwachte straling en gewenste lichtsom wordt in dit verslag niet uitgewerkt.

Telers kunnen vrij goed werken met de gemeten stralingssom op 2 PAR meters. Als de gemeten stralingssom hoger is dan de gewenste stralingssom kan besloten worden minder intensief te belichten. Dit is in deze proef in de winter 2014-2015 gedaan. Dit werkte voor de teeltmanager veel prettiger dan dagelijks moeten nagaan hoeveel uren de lampen zouden mogen branden.

De PAR meters registreren niet het licht afkomstig van de LED lampen, maar hier kon voor worden gecorrigeerd omdat het LED licht van $40 \mu\text{mol}/(\text{m}^2 \cdot \text{s})$ een lichtsom per uur geeft van $0.144 \text{ mol}/(\text{m}^2 \cdot \text{uur})$ en bij 9 uur belichten geeft dit $1.3 \text{ mol}/(\text{m}^2 \cdot \text{dag})$. De LED balken hebben hiermee 8 % van het totale licht in de kas gegeven.



Figuur 5.7 Het aantal uren per dag gemiddeld per week voor de 3 strengen SON-T en de LED lampen.



Figuur 5.8 De gemeten PAR som per dag voor 2 PAR sensoren en de gemiddelde PAR som inclusief het effect van de LED lampen daarbij.

Bij langdurig gebruik van de PAR sensoren kan verloop van de meting in de PAR waarden optreden en bij de lampen met hun reflectoren kan vermindering van de output en vervuiling optreden. In Figuur 5.8 wordt de gemeten PARsom per dag van de twee sensoren weergegeven en de berekende gemiddelde PARsom inclusief het effect van de LED lampen. Daarin is goed te zien dat in de winter van 2014-2015 er minder licht gemeten wordt in de kas dan in 2013-2014. In de winter is in de natuurlijke nacht als de lampen branden de gemeten PAR uitsluitend afkomstig van de constante lichtbron van de lampen. Het bleek dat de waarde van de lampintensiteit op de sensoren was gedaald van 210 naar 185 $\mu\text{mol}/(\text{m}^2.\text{s})$. Onduidelijk is waarom deze daling optrad. Opmerkelijk was de daling in november 2014. Het kan door afname van de lichtoutput van de lampen, maar ook door een afwijking in de PAR sensor. Bij vervuiling van de lampen verwacht je een geleidelijke afname van de gemeten lichtintensiteit. Dat was toen niet het geval. Het kan ook door één defecte lamp in de omgeving van de sensoren, maar dan verwacht je een herstel van het niveau als de lamp is vervangen, maar bij de sensor is geen defecte lamp geconstateerd. Het kan ook zijn dat er bij een controle van de sensoren een correctie is gedaan, die te sterk was. De PARsensoren zijn in de loop van de teelt enkele malen gecontroleerd. De precieze oorzaak van de afname van de gemeten lichtintensiteit is niet te achterhalen, maar een vermindering van de licht output van 25 $\mu\text{mol}/(\text{m}^2.\text{s})$ is een afname van 10 % en dat is een sterke vermindering in een jaar tijd. Dit kan bij praktische toepassingen grote gevolgen hebben. Telers zullen aan de correcte werking van sensoren goede aandacht moeten geven. In het experiment is er wel opgelet, maar achteraf nog onvoldoende.

5.3 Schermgebruik

De kas is uitgerust met drie doeken, een lichthinderdoek en schaduwdoek op één dradenbed en een energiedoek daaronder op een apart draden bed. In de proef is zoveel mogelijk rekening gehouden met de geldende regels voor lichthinder. In de winter is minimaal 6 uur donker aangehouden, van 18 -24 uur. Dit blijkt uit de registratie van het aantal uren belichting (Figuur 5.7). Bij de opzet van het experiment is gezegd dat het energiescherm niet nodig zou zijn, maar tijdens het experiment is het veelvuldig gebruikt.

Het energiedoek is bij de start van de teelt veel gebruikt en dan volledig gesloten om een hoge temperatuur te kunnen realiseren. In de winter van 2013-2014 is het vanaf februari gebruikt om de warmte vast te houden in de nacht. Het energiedoek heeft een hogere vochtdoorlatendheid dan het lichthinderdoek en kan daarom makkelijker in de donkerperiode worden gebruikt. Opmerkelijk is dat in de winter van 2014-2015 het energiedoek in dezelfde periode vanaf februari is gebruikt, maar in die periode niet voor 100 % is gesloten (Figuur 5.9) De reden hiervoor is het feit dat er gestreefd is naar een lagere luchtvochtigheid in de nacht situatie. Toch is het effect hiervan niet groot geweest (Figuur 5.3).

Het lichthinderdoek is de start gebruikt om energie te besparen in de nacht. In de winter van 2013-2014 is het vaak minder dan 90 % gesloten en in november, december maximaal 80 %. Alleen in februari ging het doek naar een kleinere kier stand, maar niet naar 100 % sluiting. In de winter van 2014-2015 is het doek vaker voor 100 % gesloten geweest, terwijl in die periode de luchtvochtigheid geen probleem vormde. De reden daarvan is geweest het intensieve gebruik van de Actieve Ventilatie (hoofdstuk 5.7).

Het schaduwdoek is zowel in de zomer van 2013 als de zomer van 2014 gesloten bij een globale straling boven de 575-600 $\text{W}/(\text{m}^2.\text{s})$. Dit was nodig om verbranding van knoppen en bladeren te voorkomen. Het diffuse glas en de koeling hebben niet het effect dat het schaduwdoek niet hoeft te worden gebruikt. De sluitingsgrens is wel ca 50 $\text{W}/(\text{m}^2.\text{s})$ hoger dan gebruikelijk bij helder glas. In 2014 is het schaduwdoek wel steeds voor 100 % gesloten als het werd gebruikt.

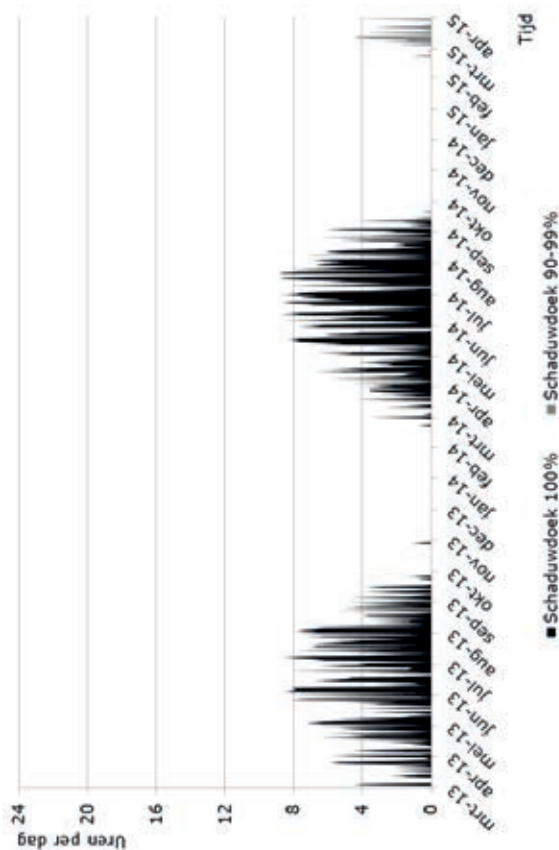
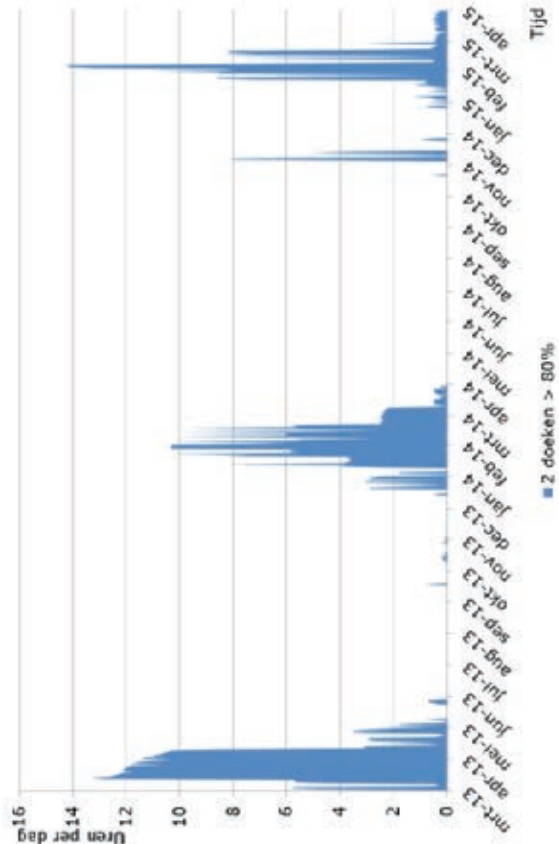
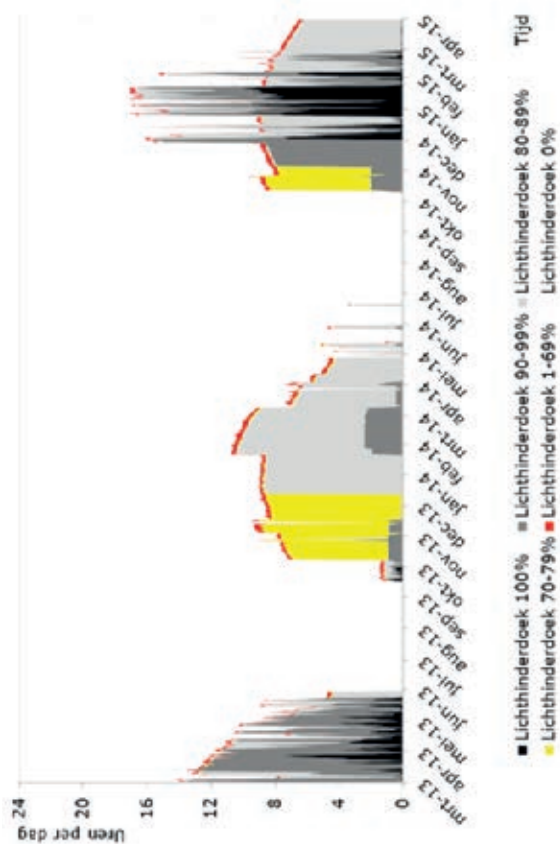
Bij sterk wisselende bewolking op een zomerdag is de snelheid van reactie van het schaduwdoek te laag. Daarom moet op dat soort dagen de grenzen redelijk veilig worden ingesteld. Snel sluiten en sterk vertraagt openen.

In de winter zijn het energiedoek en het lichthinderdoek ook geregeld gelijktijdig gebruikt. Dit is vooral in de donker situatie om met zo weinig mogelijk warmte input te telen.

Terugkijkend op het schermgebruik is daarin een verschil in de jaren te zien. Geconstateerd moet worden dat dit verschil vrijwel geen aandacht heeft gehad in de begeleidingscommissie. Achteraf constateren betekent dat er voor de schermstrategie geen goed plan is geweest vooraf. Er is gewerkt vanuit de doelstelling om de lichthinder regels zoveel mogelijk te volgen en het klimaat goed te sturen. Vooral in de periode van belichting in de nacht blijkt dan dat we vanwege de luchtvochtigheid het lichthinderdoek vaak niet 100 % gesloten konden houden. Alleen met toepassing van de actieve ventilatie kon dit blijkbaar wel in de tweede winter, maar dat kostte wel duidelijk meer warmte input.

Vanuit deze proef is voor het vervolg te leren dat het schaduwdoek 100 % gesloten kan zijn en de stralingsgrens voor sluiting $\pm 600 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{s})$ is. In de donkerperiode kan het energiedoek worden gebruikt om de temperatuur te handhaven, soms in combinatie met het lichthinderdoek. Het lichthinderdoek is nodig voor de periode dat wordt belicht maar kan zonder aanvullende maatregelen om de luchtvochtigheid te beheersen niet voor 100 % worden gesloten. Er is een kier van minimaal 10 % nodig. In Figuur 5.9 staat rechtsboven hoeveel uren per dag het lichthinderdoek tot een bepaalde grens gesloten is geweest. In de eerste winter is vrijwel nooit 100 % geschermd. In de tweede winter wel tot 8 uur maximaal per dag, maar dit was in de periode met actieve ventilatie. Het grootste deel van de tijd heeft het lichthinderdoek als het gebruikt werd op 90 % sluiting gelegen.

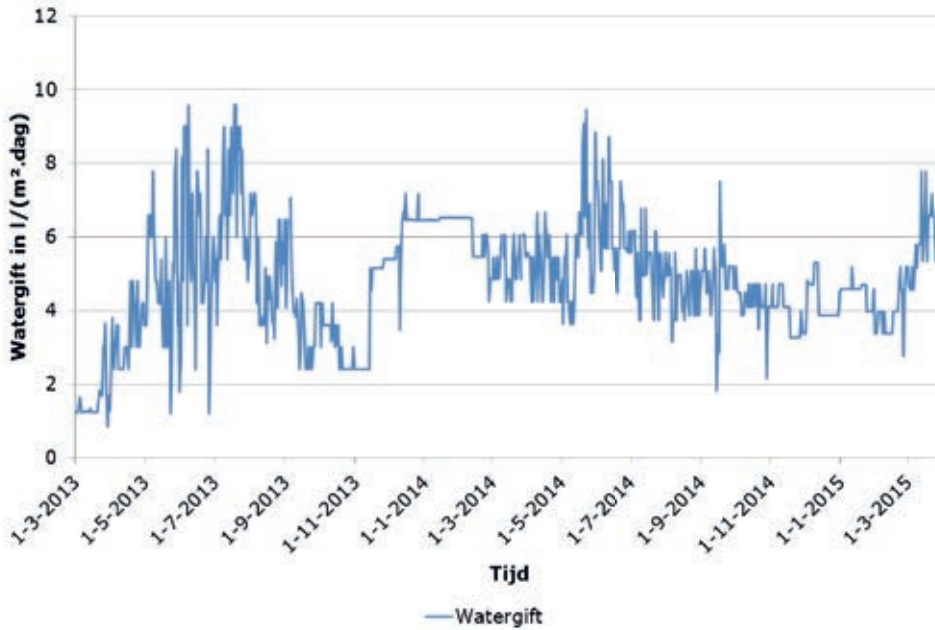
De strategie van doek gebruik moet over jaren heen goed worden bijgehouden en vergeleken om de beste strategie hierin toe te passen.



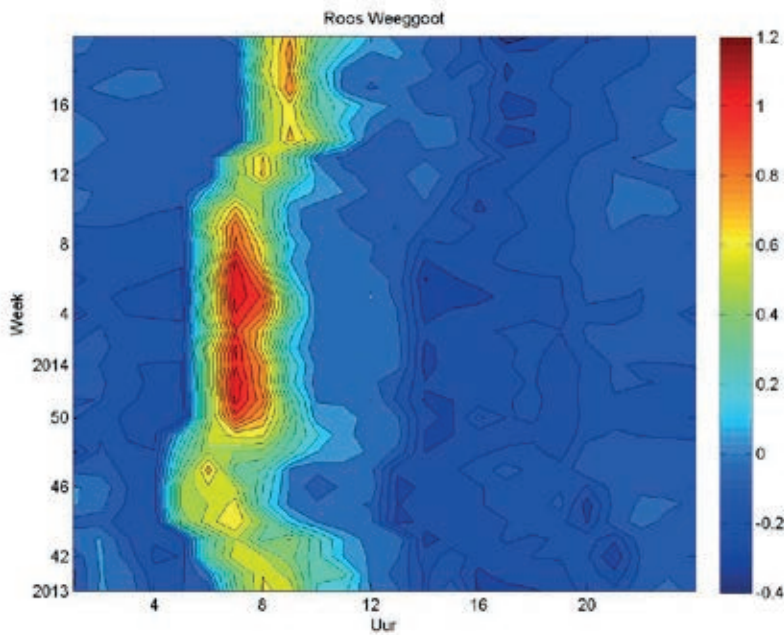
Figuur 5.9 Boven links en onder links: uren schermdoek gebruik afhankelijk van percentage sluiting voor het energie doek, lichtintherdoek en schaduwdoek. Onder rechts: uren dat zowel het energie doek voor > 80 % gesloten is en het lichtintherdoek of schaduwdoek voor > 80 % gesloten is.

5.4 Watergift en verdamping

De watergift per dag is weergegeven in Figuur 5.10. Bij de gift is gestreefd naar een drainpercentage per dag van $\pm 50\%$. In januari 2014 is de gift met 6.5 l/m^2 per dag hoog. Dit heeft te maken met een sterke verdamping door het gebruik van de OPAC als verwarming met een hoge ventilator stand en de actieve ventilatie die droge lucht in het gewas bracht. In de december 2014 wordt geen extra watergift gemeten terwijl de actieve ventilatie toen wel actief was, maar de OPAC op een begrensde ventilator stand voor de luchtbeweging bij verwarming stond.



Figuur 5.10 Watergift per dag



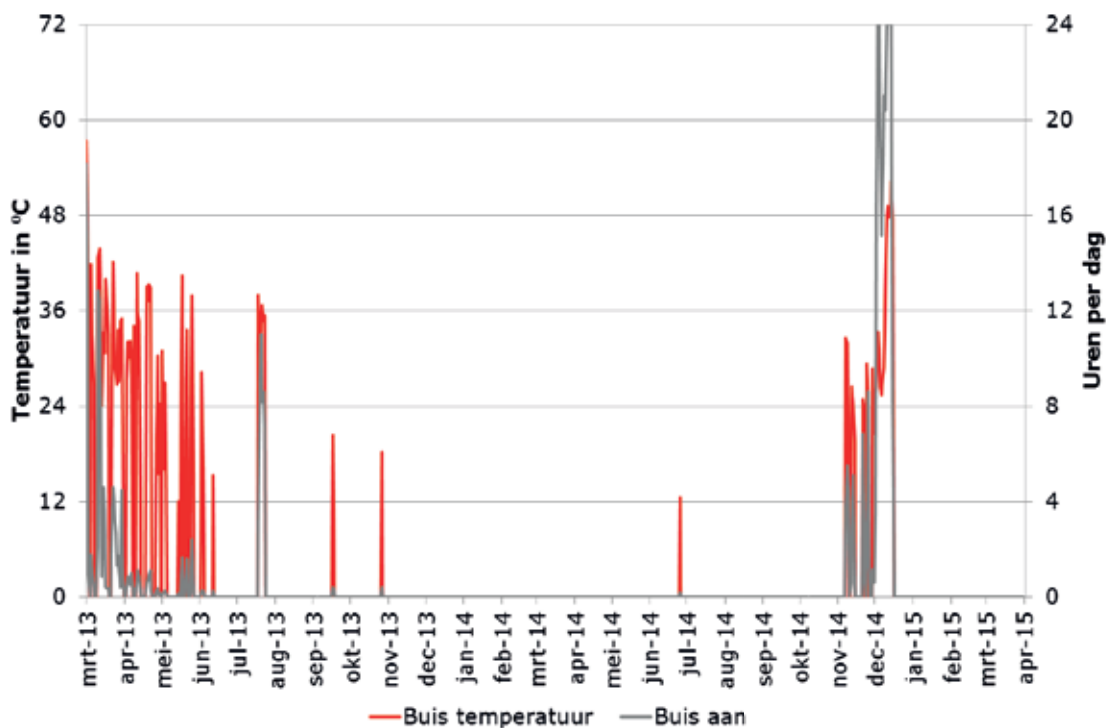
Figuur 5.11 Toe- en afname van het gewicht van een weeggoet door watergift en verdamping in $\text{kg}/(\text{m}^2 \cdot \text{uur})$ gemiddeld per week

In de zomer is de watergift meer afhankelijk van de totale straling op het gewas. In de begeleidingscommissie is geregeld opgemerkt dat de watergift vergeleken met de praktijk vrij hoog is.

Dat de verdamping in de winter van 2014-2015 hoog was blijkt eveneens uit de registratie van het gewicht van 2 m² teeltsysteem met planten op een weeggoot (Figuur 5.11). De watergift in december-januari is hoog (rood in de figuur) en de afname na het stoppen van de watergift rond 12 uur is eveneens hoog (donker blauw in de figuur). De extra luchtbeweging van de OPAC's in verwarmingsmodus zorgde in combinatie met de actieve ventilatie voor een toename van de verdamping. De luchtvochtigheid was daardoor hoog. Voor de kwaliteit was dit ongewenst.

5.5 Buisgebruik

Een van de bouwstenen voor beperking van het energie gebruik is het niet gebruiken van de inzet van een vaste minimum buistemperatuur op het buisrail verwarmingssysteem. Uit de temperatuur registratie van de verwarmingsbuizen zowel aanvoertemperatuur als in aantal uren per dag dat de verwarming is gebruikt blijkt dat dit uitstekend is gelukt (Figuur 5.12). Bij de start is de buis verwarming nog gebruikt en in november –december 2014 is de buis gebruikt. In deze laatste periode bleek dit veroorzaakt te worden door een onjuiste instelling van de verwarming met de OPAC. Door deze fout werkte de OPAC niet en moest de buisverwarming als opvang systeem inkomen.

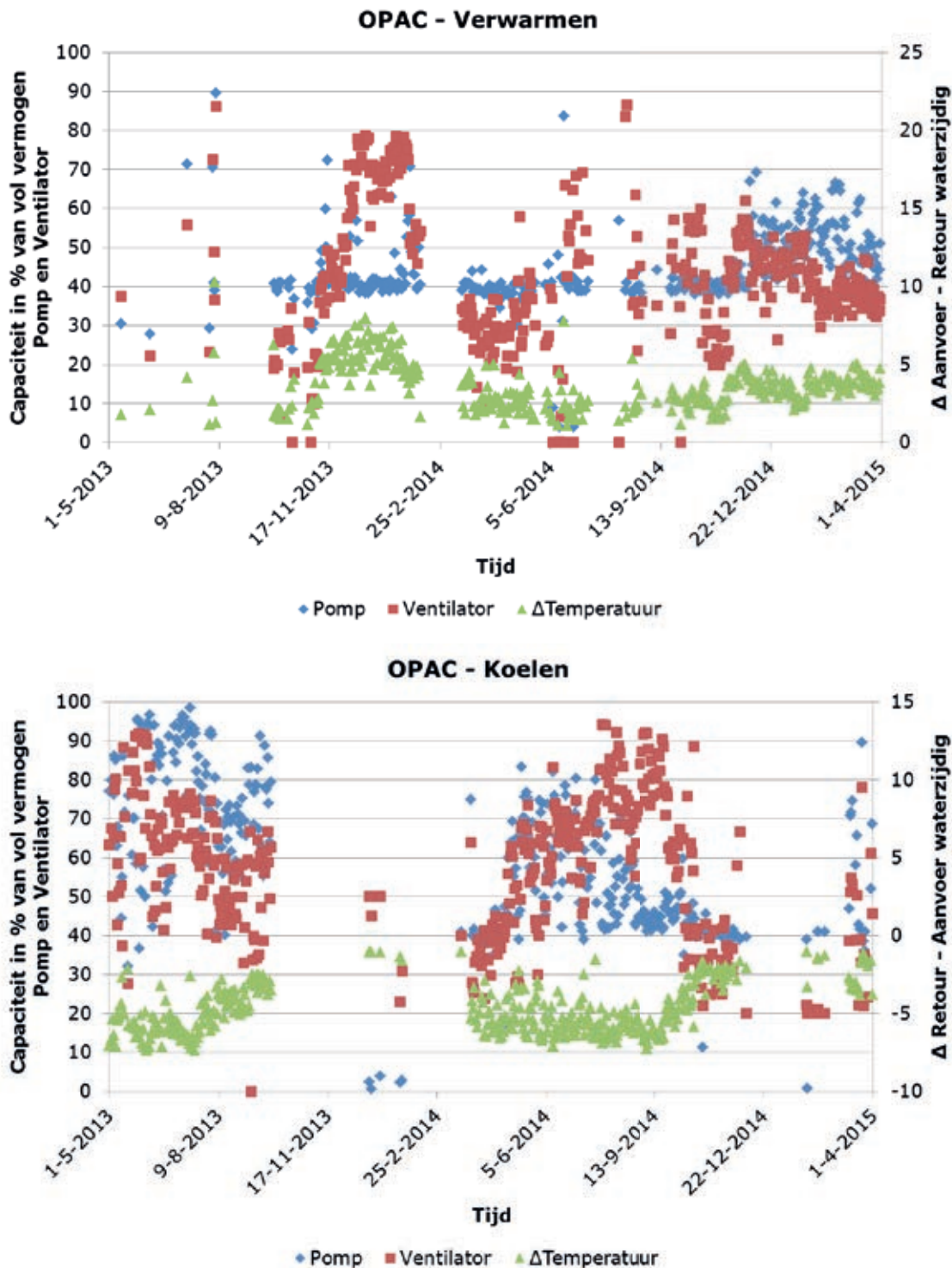


Figuur 5.12 Het aantal uren dat de buis aan is geweest per dag en de gemiddeld buistemperatuur tijdens die uren.

In dit experiment blijkt dus dat we voor warmte in de kas uitstekend kunnen werken zonder een vaste minimumbuis temperatuur. Voor de vochtbeheersing is verwarming via de OPAC s en gebruik van de lampen als warmte bron een goed alternatief. Daarbij moet de OPAC in verwarmingsmodus met een lage ventilatorcapaciteit worden gebruikt.

5.6 Gebruik OPAC Temperatuur en toerenregeling

Een van de twee technische oplossingen voor een verbetering van het klimaat om perfecte rozen te telen is het gebruik van een OPAC systeem dat kan verwarmen en koelen (de Zwart, 2011). In deze proef moest de werking van dit systeem geleerd worden. Bij Porta Nova is *et al.* ervaring mee, maar dan in combinatie met een Hoogendoorn klimaat computer, bij het IC moet het gebruikt in samenhang met een PRIVA Connexxt klimaat computer. Tijdens het gebruik zijn een aantal punten geleerd, waarbij ook door de leverancier Lek Habo advies is gegeven.



Figuur 5.13 De gemiddelde pomp capaciteit, ventilator capaciteit en het verschil tussen aanvoer en retour temperatuur van de OPAC bij verwarmen (boven) en koelen (onder).NB rechter as voor ΔT is verschillend.

De OPAC kan worden ingezet in verwarmingsmodus of koelingsmodus. De schakeling daartussen gaat automatisch afhankelijk van de gevraagde toestand. De waterzijdige aanvoer van de warmtewisselaar in de OPAC wordt door kleppen omgezet van het warmwater circuit, naar het koel circuit voor de kas. Het is niet mogelijk om gelijktijdig te koelen en te verwarmen waardoor de OPAC als ontvochtiger zou werken. Vervolgens kan in de regeling gestuurd worden op een gewenste aanvoertemperatuur, een capaciteit van de circulatiepomp van het water en een capaciteit van de ventilator, die de lucht uit de kas langs de warmtewisselaar blaast. In de winter van 2013-2014 is de OPAC gebruikt in verwarmingsmodus met een ventilator capaciteit van 75 %. Dit geeft bij het gewas een hoge luchtstroom van relatief warme lucht. De ΔT van het water bij verwarming was tussen de 5 en 10 °C. Door de sterke luchtstroom langs de warmtewisselaar werd veel energie de kas ingeblazen. In de winter van 2014-2015 is de ventilator capaciteit voor verwarmen beperkt tot \pm 40 %. Daarbij is de ΔT van het water tussen de 2.5 en 5 °C, wel met een iets hogere waterpomp capaciteit, maar de hoeveelheid energie die de kas in wordt geblazen is kleiner. De warme lucht zal zich gemakkelijk in de kas verspreiden omdat de warme lucht in principe opstijgt in de kas en dan makkelijk over een grotere afstand verplaatst. Voor de luchtverdeling is geen grote ventilator capaciteit nodig. In deze proef bleek met een relatief klein verschil in ΔT , dus met laagwaardige warmte de kas zeer goed te verwarmen is. Dat is ook de reden waarom de verwarmingsbuis vrijwel niet is gebruikt. In Figuur 5.4 is te zien dat dit niet leidde tot een lage temperatuur onder het gewas.

In de koelingmodus, die vooral in de zomer wordt gebruik is de aanvoertemperatuur, die niet lager kan dan ca 7 °C, de beperkende factor van de installatie. In 2014 was daarbij de regeling van de aanvoertemperatuur nog zodanig dat er schommelingen in deze temperatuur voorkwamen. Pas in 2015 is dit verholpen. Om de energie uit de kas trekken moet de lucht met een hoge ventilator capaciteit door het koelelement worden geleid. De lucht die dan de kas in wordt geblazen is in temperatuur lager dan de kaslucht temperatuur, omdat koude lucht wil dalen, moet voor een goede verspreiding in de kas de ventilator capaciteit hoog zijn. Bij veel koelvraag zal de pompcapaciteit toenemen om voldoende koeling mogelijk te maken. Voor de koelcapaciteit is een hoge kastemperatuur gunstig, omdat dan per m³ lucht meer energie aan de kaslucht kan worden onttrokken. Een hoge kastemperatuur is echter voor het gewas minder gewenst. De kastemperatuur zal een compromis zijn tussen de capaciteit van de installatie en wat optimaal is voor het gewas.

Als de OPAC in aanvoertemperatuur onder het dauwpunt van de kaslucht is, zal bij koeling de OPAC de lucht ook droger maken. Dan functioneert de OPAC tevens als ontvochtiger.

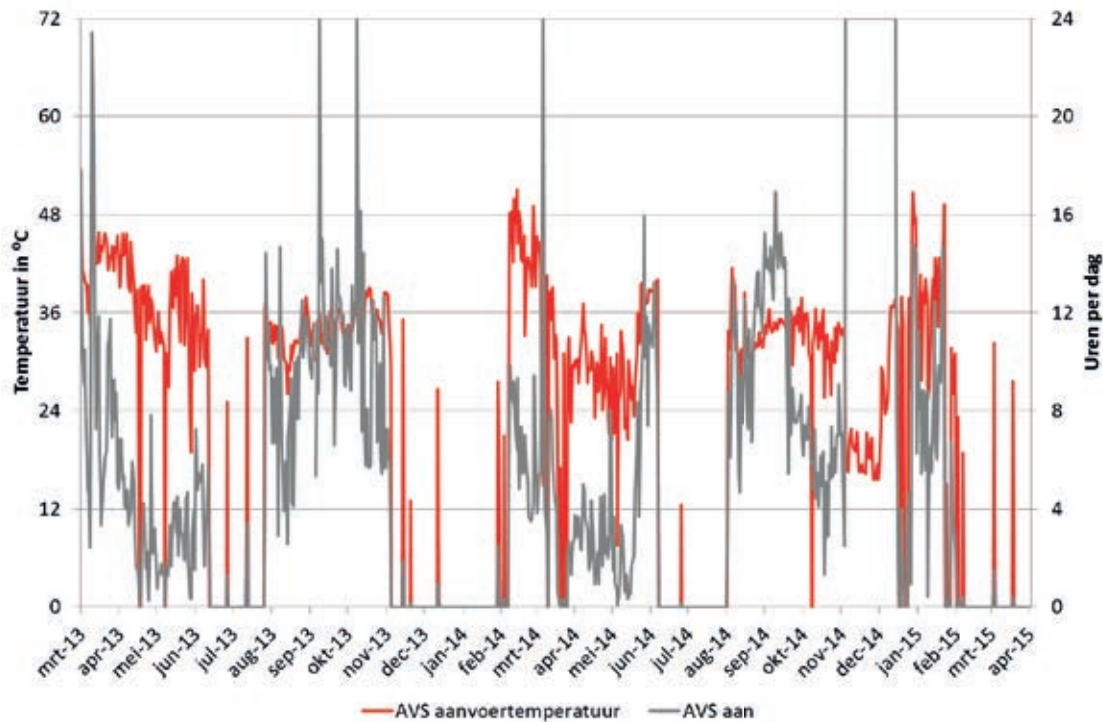
Voor een goed gebruik van de OPAC moet de teler bij installatie van deze techniek goede instructie over het gebruik en de mogelijkheden krijgen.

5.7 Gebruik AVS

Het Actieve Ventilatie Systeem kan lucht van buiten via slurven onder de teeltgoten blazen. Deze lucht is uitgedrukt in absolute hoeveelheid vocht per m³ lucht droger dan kaslucht. Door verdringing van de kaslucht zal vocht meegenomen worden naar buiten en de kas droger worden. Met dit geforceerd ventileren wordt de droge lucht onder het gewas gebracht en is gecontroleerde ventilatie mogelijk.

In de winter 2013-2014 is het systeem zoals blijkt uit de registraties in de periode december –februari niet actief geweest. In de periode daarvoor en daarna wel. In die periode december – februari is de OPAC actief geweest in verwarmingsmodus. Het vocht moet toen via condensatie en normale ventilatie zijn afgevoerd.

In de winter 2014-2015 is het systeem constant actief geweest van 17 november 2014 tot 23 januari 2015. Het energie gebruik voor warmte was toen hoog, maar de luchtvochtigheid was wel laag.



Figuur 5.14 De aanvoertemperatuur verwarmen voor het AVS en het aantal uren dat de AVS actief was per dag.

Het AVS systeem blijkt op het moment dat buiten het absolute vocht lager is dan in de kas uitstekend instaat om de vochtigheid in de kas te verlagen. Dit komt overeen met de ervaring bij Gerbera en tomaat. De verlaging wordt vooral onderin het gewas bereikt en veel minder bij de knoppen en dat is de plaats waar de droging vooral zou moeten plaatsvinden. Het zou daarom beter zijn om de droge lucht boven of hoog tussen het gewas in te blazen.

5.8 Combinatie van OPAC en AVS

Uit de analyse van de werking van OPAC en AVS, die voor dit verslag is gemaakt blijkt dat het drogende effect op het gewas en daarmee stimulerende effect op de verdamping vooral werd veroorzaakt door de instellingen en werking van de OPAC en niet door de combinatie van OPAC en AVS. In dit opzicht moeten tussentijdse conclusies dat deze systemen moeilijk te combineren zijn worden herzien. De conclusie dat het AVS vooral droogte onderin het gewas brengt blijft wel overeind.

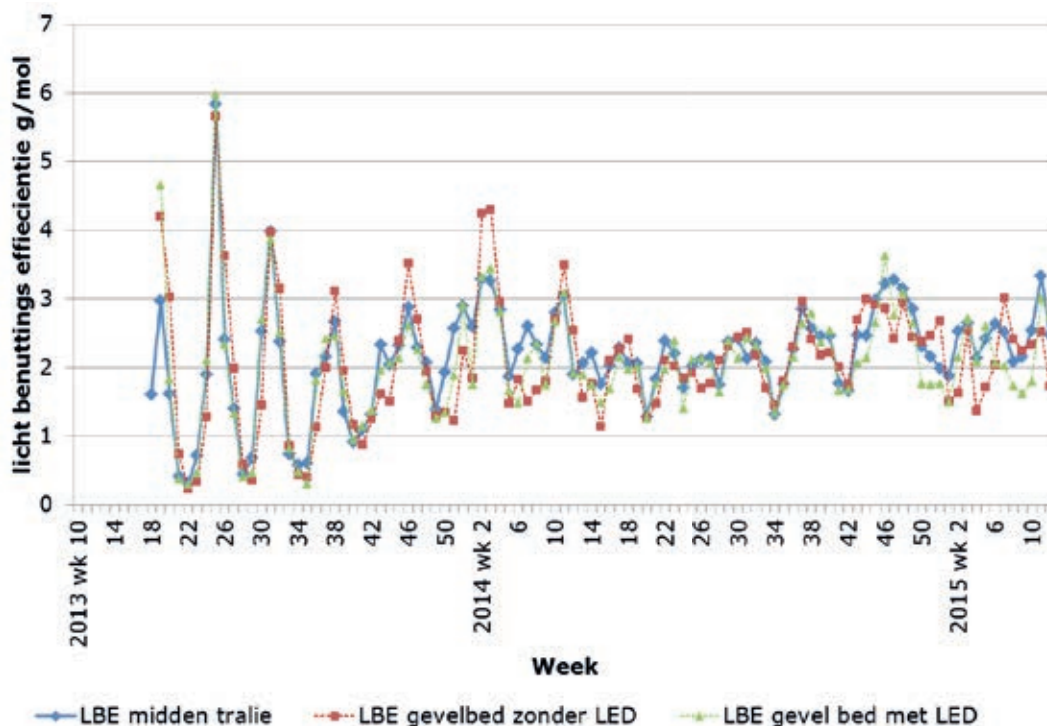
Het lijkt beter om de droge lucht boven het gewas in te blazen. Dit vereist echter een aanpassing aan de technische installaties.

Het AVS bespaart niet op energie voor vochtbeheersing, maar biedt wel de mogelijkheid om de schermen meer gesloten te houden en toch een lage luchtvochtigheid te bereiken zoals blijkt uit de winter van 2014-2015.

5.9 Effect tussenbelichting LED op productie

Op verzoek van de begeleidingscommissie en de leverancier van de LED apparatuur (Philips) is in een deel van de kas geen LED tussenbelichting toegepast. Gedurende de gehele teelt is voor dit gedeelte afzonderlijk de productie bijgehouden zodat deze vergeleken kon worden met het proefgedeelte – de middelste tralie van de kas – en een bed dat op een gelijke afstand van een zijgevel lag. De kas oriëntatie is niet exact noord-zuid, zodat de oostgevel in principe een langere periode schaduw geeft op het gemeten bed 2, dan de westgevel die schaduw geeft op bed 13 waar geen LED tussenbelichting is toegepast.

De totale productie voor de middentralie, voor het gevelbed met LED tussenbelichting en voor het gevelbed zonder LED tussenbelichting is respectievelijk 28.4, 26.9 en 25.2 kg/m² en de lichtbenuttingsefficiëntie is respectievelijk 2.11, 2.00 en 2.04 g/mol.



Figuur 5.15 Lichtbenuttingsefficiëntie per week voor de midden tralie, een gevelbed zonder aanvullende LED tussenbelichting en een gevelbed met LED tussenbelichting.

De LED als tussenbelichting heeft geen duidelijk positief effect op de lichtbenuttingsefficiëntie. Bij vergelijking van de twee gevelbedden is het effect van de LED negatief. Het bed met LED heeft een lagere LBE. In vergelijking met het midden vak is het effect van LED positief, het middenvak heeft een hogere LBE. Het patroon van de productie was redelijk vergelijkbaar. In de eerste winter is er een iets vroegere productie en met minder pieken bij gebruik van LED die wijst op versnelde uitloop. Een versnelde uitloop was verwacht op grond van eerder onderzoek. De effecten van de gevel zijn bij de vergelijking waarschijnlijk de belangrijkste verklaring voor het productie verschil tussen de bedden 2 en 13.

Nu kan door de positie van de LED, die vrij diep tussen het gewas hing het effect van het LED licht op de fotosynthese kleiner zijn geweest dan bij belichting hoger in het gewas, maar dat is niet nader onderzocht. De uitkomsten van de proef zijn in lijn met eerdere onderzoeken (Sterk *et al.*, 2009), de tussen belichting leverde geen significante verbetering van de productie op. Het gewas in het bed zonder LED was op het oog altijd opener dan met LED. Dit heeft echter voor de productie geen gevolgen.

De hogere efficiëntie van LED in opbrengst aan PAR licht per W input aan elektriciteit is basis voor de energie besparing die met LED in dit experiment wordt bereikt. De gebruikte LED module heeft een rendement van 1.9 $\mu\text{mol/W}$ en is daarmee niet veel effectiever.

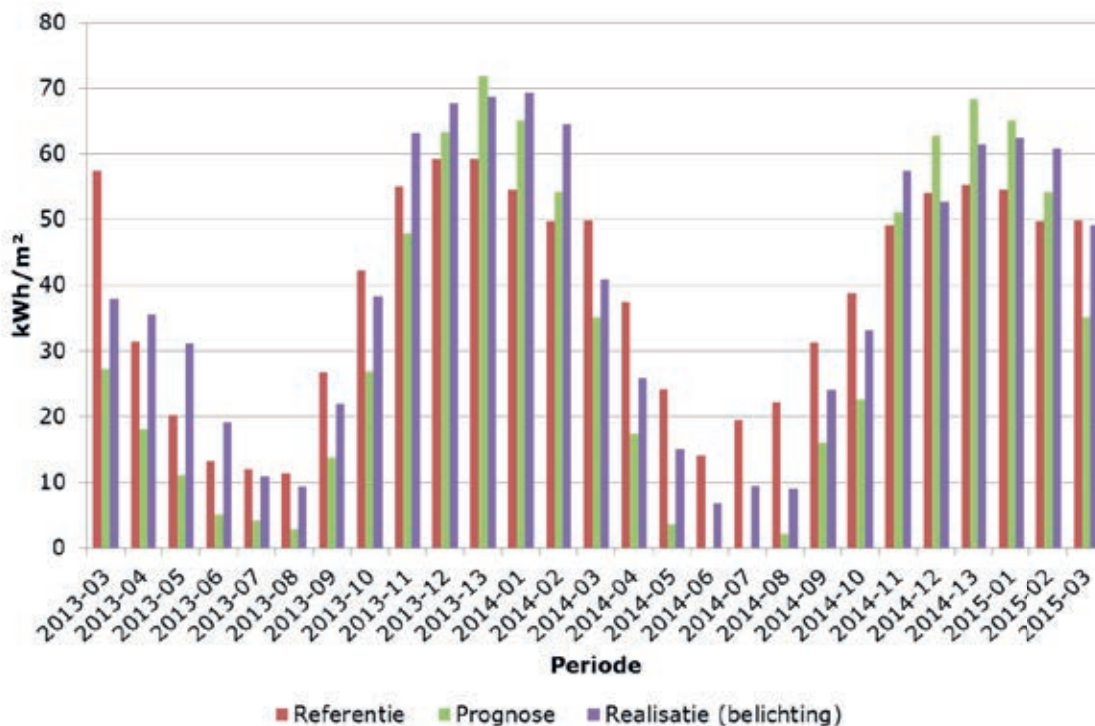
6 Energie en CO₂ gebruik

6.1 Energie

Een van de doelstellingen van het project is om energie besparing te bereiken. Een centrale vraag daarbij is altijd: "energie besparing ten opzichte van welke referentie". Deze vraag is zeker relevant bij een project dat in feite geen vergelijkende situatie heeft. In de voorbereiding van het onderzoek is een referentie gebruik gedefinieerd en het energiegebruik voor de teelt is met dit referentie gebruik vergeleken. Er wordt steeds gekeken naar het energiegebruik van de kas en niet opwekking van de energie. In de vergelijking is geen rekening gehouden met eventueel hulpenergie voor pompen om een bepaalde energiebron te genereren. Voor elektriciteit is alleen gekeken naar wat er voor belichting en ventilatoren in de kas is gebruikt, het gebruik voor pompen en motoren e.d. is niet meegerekend.

Voor warmte is niet gekeken of deze afkomstig zou zijn van een WKK, ketel of warmtepomp, hetzelfde geldt voor koud water voor de koeling. Voor het energiegebruik op een teeltbedrijf zou voor het maken van koud en warm water met behulp van een warmtepomp nog extra hulp energie in de vorm van elektriciteit nodig zijn.

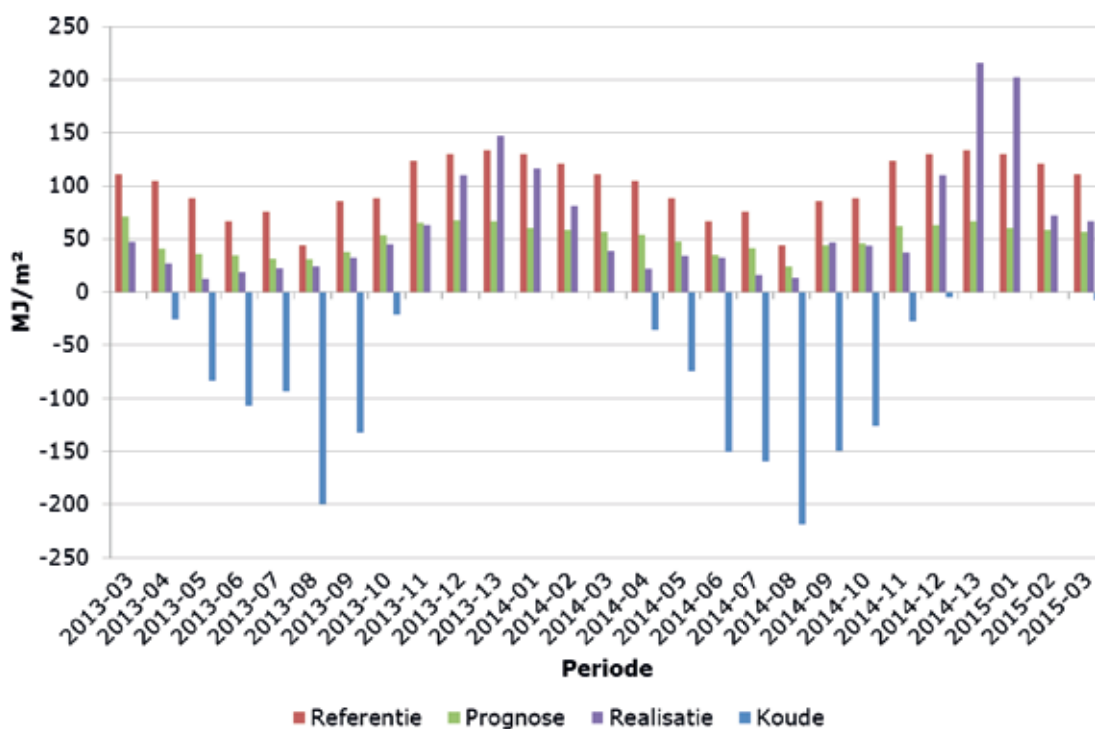
Voor belichting was de doelstelling om daarop 15 % in het eerste jaar en 20 % in het tweede jaar te besparen. Uit de cijfers blijkt dat dit niet is gerealiseerd. In het eerste jaar van april 2013- maart 2014 is het energie gebruik voor belichting zelfs 10 % hoger dan de prognose. In het tweede jaar van april 2014- maart 2015 is er 6 % op belichting bespaard. Bij productie (hoofdstuk 4) is aangegeven dat dit wel gecombineerd is met een productie die 4 kg/m² hoger is dan de prognose. De lichtbenutting over de hele proef is 2.11 g/mol PAR en was stijgende in de loop van de teelt. Begin 2015 is de lichtbenutting gemiddeld 2.4 g/mol PAR.



Figuur 6.1 Referentie situatie, prognose en realisatie van energie gebruik voor belichting per periode van 4 weken.

De tweede energiepost is de hoeveelheid warmte die de kas in is gegaan via de verwarmingsbuizen, het AVS of de OPAC (Figuur 6.2). Duidelijk is dat het warmte gebruik in de meeste periodes lager is dan de prognose. Er is bewust niet met een minimumbuis gewerkt, dit levert de grootste besparing op. In periode 2013-12 t/m 2014-01 en idem in 2014-12 t/m 2015-01 is het energie gebruik voor warmte hoger. De reden daarvan is al besproken bij het gebruik van de OPAC en het AVS systeem. In 2013-2014 werd het veroorzaakt door het gebruik – een hoge ventilator stand - van de OPAC en in 2014-2015 door het continu gebruik van het AVS.

De hoeveelheid energie die met koeling is geogst is groter dan het energie gebruik voor verwarming in de hele teelt. Als daarbij rekening wordt gehouden dat bij opwekking van koude met een warmtepomp $\pm 20\%$ hulpenergie nodig is en deze als warmte vrijkomt, is er meer dan genoeg warmte om de te voorzien in de warmtevraag. De warmtevraag wordt dan geheel vervangen door elektriciteit die nodig is voor de warmtepomp. Een rozenteelt met alleen elektriciteit als energiebron is goed mogelijk.



Figuur 6.2 Referentie situatie, prognose en realisatie van energie ingebracht via OPAC, AVS en buizen voor verwarming en de energie geogst met de OPAC tijdens koeling per periode van 4 weken.

Tabel 5

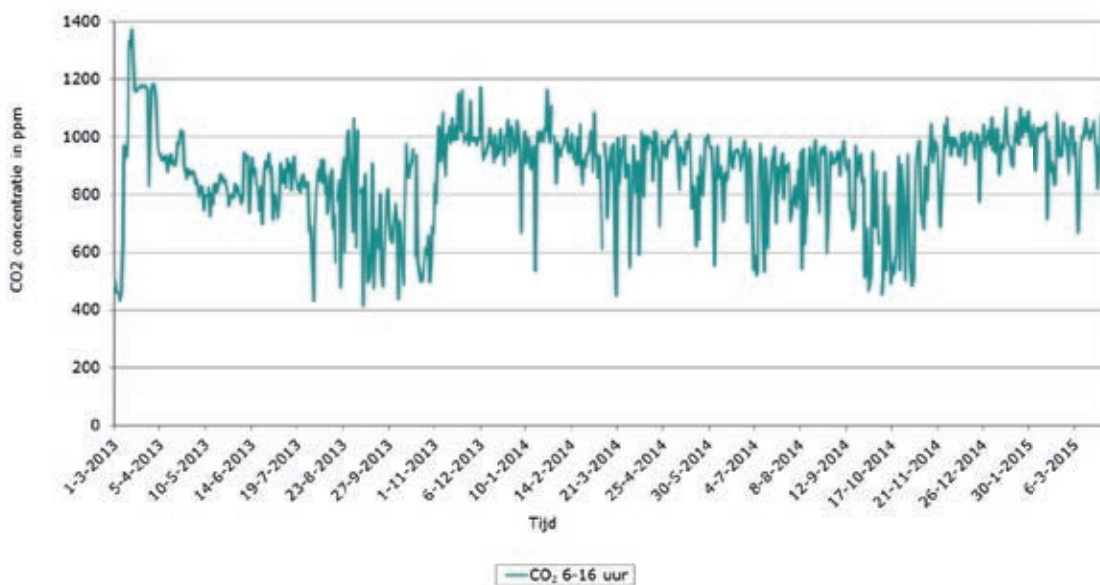
Elektriciteit gebruik en energie input en oogst per m² gedurende 2 volle jaren van de teelt.

Elektriciteit in kWh.m ⁻²					
Periode	Realisatie			Totaal	Prognose
	Ventilator	LED	Son-T		
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					
Periode	Realisatie			Prognose	OPAC (koeling)
	Buis	AVS + OPAC	Totaal		
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

6.2 CO₂ dosering

De totale hoeveelheid CO₂ in de proef gedoseerd was in de 10 maanden teelt in 2013 65.5 kg/m², in 2014 67.9 kg/m² en in de eerste drie maanden van 2015 10.5 kg/m². In de zomer en herfst is er meer CO₂ nodig dan in de winter en het voorjaar. Met deze gebruikte hoeveelheid is de doelstelling voor de CO₂ dosering gerealiseerd. De concentratie in de kas was zoals te zien is in Figuur 6.3 meestal boven de 800 ppm en dat is voor groei voldoende. Een verdere verhoging van de CO₂ concentratie kan nog iets extra productie geven, maar de grootste winst wordt behaald in het traject van 400 naar 600 ppm en daarna van 600 naar 800 ppm.



Figuur 6-3 De gemiddelde CO₂ concentratie per etmaal tussen 6 en 16 uur.

7 Houdbaarheid en bloemvorm.

Vanaf 17 juni 2013 zijn er om de week houdbaarheidstesten uit gevoerd. Er zijn steeds 20 rozen op de vaas gezet. Als referentie zijn er steeds 20 rozen uit de praktijk gehaald bij Marjoland B.V. (Waddinxveen). In de zomer van 2014 is uitgebreider gekeken naar het ontstaan van draaihart en bolletjes (zie bijlage 3).

7.1 Test protocol

Na binnen komst zijn de rozen opnieuw afgesneden en op water gezet met 10 ml/l Florissant 600 en gedurende 4 dagen bij 5°C in de koelcel (transport simulatie) gezet. Na de transportsimulatie zijn de bloemen naar de houdbaarheidsruimte gegaan. Hier werden de bloemstelen opnieuw aangesneden en per steel op een vaas gezet welke gevuld is met water.

In de houdbaarheidsruimte werd een temperatuur van 20°C aangehouden bij een RV van 60 %. De belichting met een intensiteit van 14 $\mu\text{mol}/(\text{m}^2.\text{s})$ bleef gedurende 12 uur per dag aan; van 7 tot 19 uur.

7.2 Waarnemingen tijdens de houdbaarheidsfase

De bloemen zijn afgeschreven op de volgende criteria:

Slappe bloem, Botrytis, Bent neck, bruine randen aan de bloemblaadjes, blauwe randen aan de bloemrandjes, krimp en uitgebloeid. Als er meeldauw op het blad zat is dat als opmerking genoteerd.

Na zeven dagen op de vaas is de bloemknop opening bepaald en is de vorm van de knop beoordeeld. De bloemknopopening bepaling is gedaan met een middels tekeningen vastgestelde schaal van 0 tot 5 waarbij 0=volledig gesloten bloemknop en 5= volledig geopende bloemknop (meeldraden zichtbaar).

De meest voorkomende afwijkingen waren "draaihart" en "bolletjes". Het aantal draaihart en bolletjes geteld. Verder is naar kwaliteit van het blad gekeken.

7.3 Resultaten

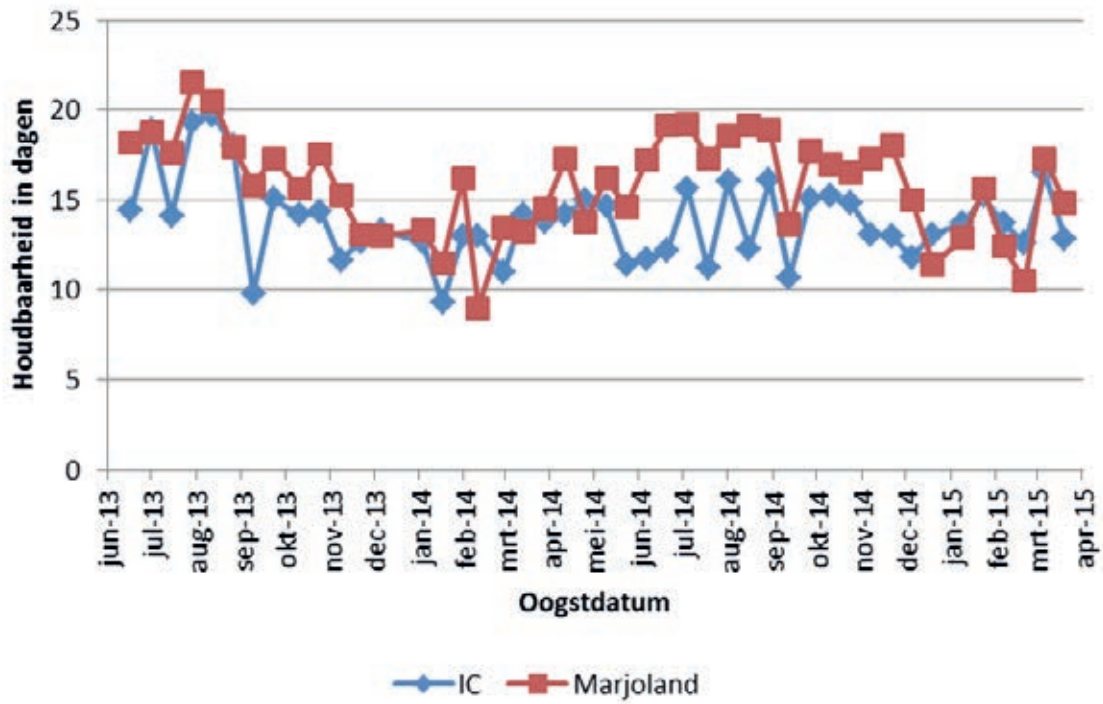
7.3.1 Vaasleven en knop opening

Figuur 7.1 laat zien dat in de zomer de rozen uit de praktijk gemiddeld 2½ dag langer op de vaas stonden dan uit de proef kas; de praktijk gemiddeld 18 dagen en de proefkas gemiddeld 15½ dag. In de wintermaanden werd dit verschil weer genivelleerd; beide gemiddeld 14 dagen.

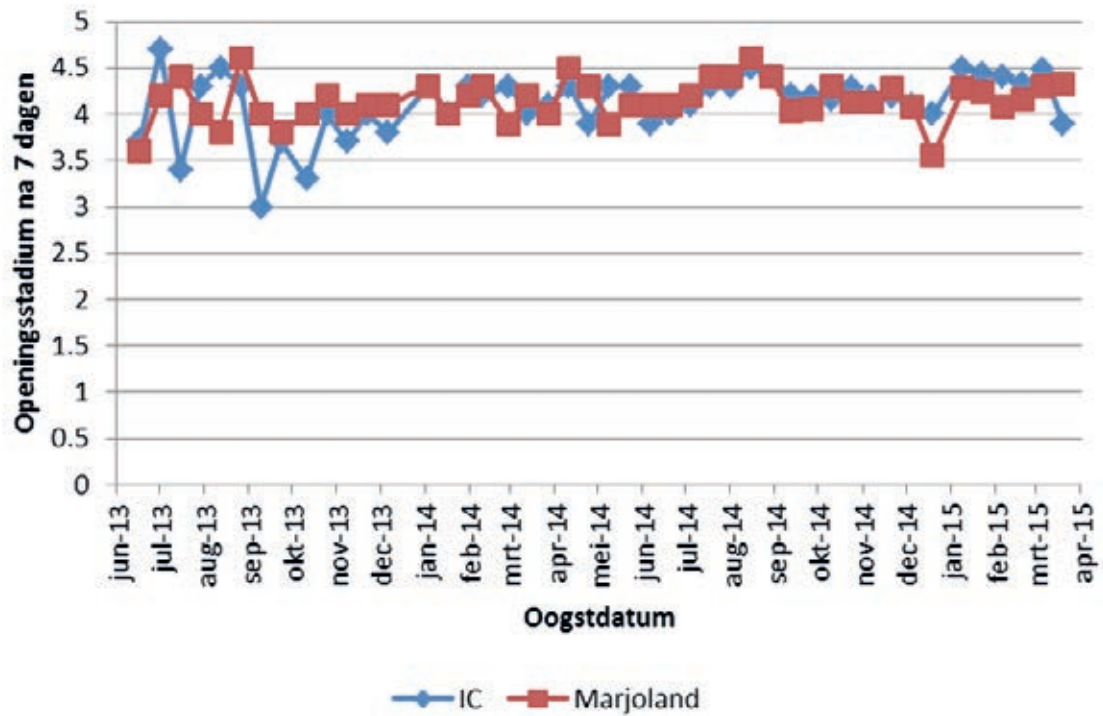
In de begin periode zijn de bloemen op het IC te rauw geoogst (Figuur 7.2). Deze te rauwe bloemen bleven steken in het stadium dat ze hadden bij het op de vaas zetten werden eerder afgeschreven dan de rijpere geoogste bloemen. De rauwe bloemen bleven steken in het openingsstadium de bloemen kwamen niet verder open. De voornaamste reden voor afschrijven van deze bloemen was op het blauw kleuren van de bloemblaadjes.

In de winter van 2014 – 2015 waren de bloemknoppen van de perfecte roos groter en verder open dan de knoppen uit de praktijk.

Januari en februari van 2014 is er in beide partijen bladverdroging op de vaas waargenomen de verschillen tussen rozen uit de praktijk en van het Improvement Centre waren echter gering.



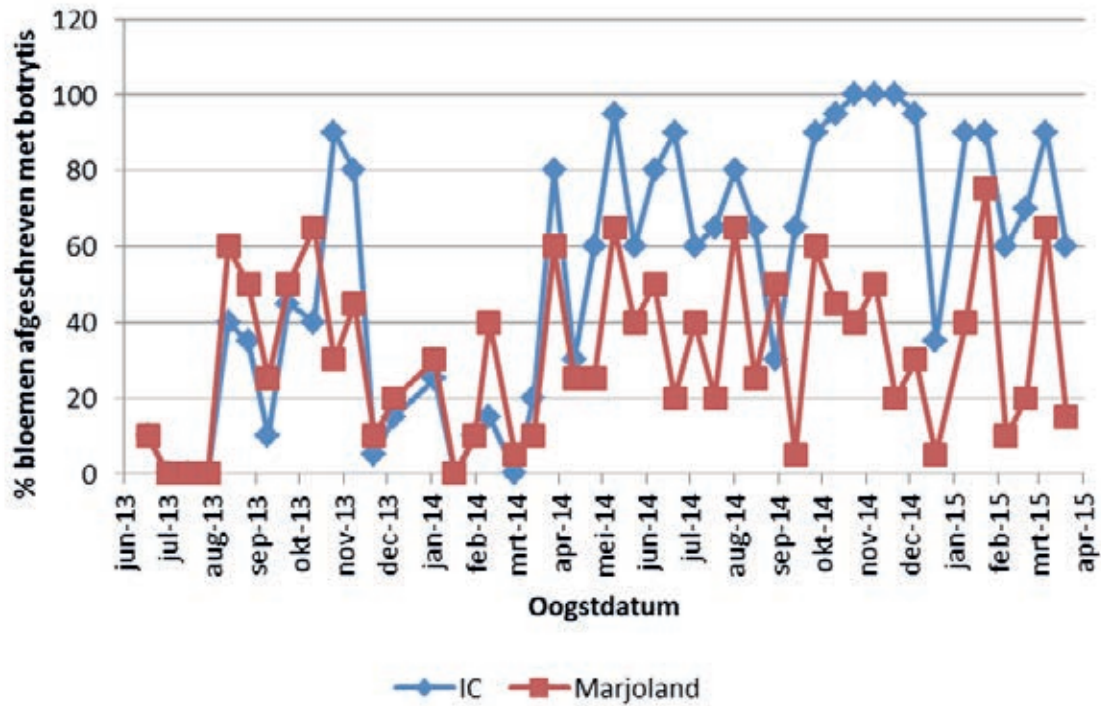
Figuur 7.1 De houdbaarheid in dagen gedurende de teeltperiode 2013 - 2015.



Figuur 7.2 De knop opening na 7 dagen.

7.3.2 Botrytis en Meeldauw

Figuur 7.3 laat zien welk het percentage van de bloemen is afgeschreven met Botrytis. Deze Botrytis was niet aan het begin van de uitbloeiperiode zichtbaar, maar kwam aan het einde van het vaasleven tot uitdrukking. In november van 2013 en bijna heel 2014 is het percentage afgeschreven met Botrytis hoog bij het IC. Dit heeft een negatief effect op het vaasleven gehad. Daarnaast speelt mee dat in de maand september van 2013 en 2014 meeldauw aanwezig was. De meeldauw werd met name waargenomen op het blad. Dit werd als opmerking genoteerd.



Figuur 7.3 Percentage Botrytis tijdens de teelt periode 2013 -2015

7.4 Draaihart en bolletjes



Figuur 7.4 Draaihart bij Red Naomi.

Het percentage draaihart (Figuur 7.4) varieert in beide partijen tussen de 5 en 40 procent gedurende de teelt. Er is geen echte verband te ontdekken met bv tijd van het jaar. Gemiddeld over de hele periode wordt er 16.3 % draaihart waargenomen bij de Perfecte roos en 18.0 % bij rozen uit de praktijk (Marjoland).



Figuur 7.5 Bolletje bij Red Naomi.

Bij de bolletjes (Figuur 7.5) was er een duidelijk verschil tussen de partijen. De bloemen van de Perfecte roos hadden over de gehele teelperiode gemiddeld 6 % bolletjes tegen over 12.4 % bolletjes in de praktijk. In de periode van juni – september 2014 was het gemiddelde van de praktijk zelfs 32 %.

Draaihart en bolletjes nader bekeken.

In april 2014 zijn de bloemen met een draaihart of een bolletje nader bekeken. De bloemen zijn blaadje voor blaadje afgepeld en gefotografeerd zie bijlage. 3

Een enkele keer zijn er bloemen afgeschreven op bent neck. Dit waren te rauw geogste bloemen.

7.5 Conclusie houdbaarheid

De bloemen uit de proef halen na een transportsimulatie gemiddeld altijd de 10 dagen houdbaarheid. Daarmee is aan die doelstelling voldaan. In de zomer 2014 waren de bloemen uit de praktijk 17-19 dagen houdbaar. De bloemen vanuit de proef waren gemiddeld 12-15 dagen houdbaar. Daarmee voldeden ze aan de norm, maar waren minder lang houdbaar dan de praktijk. De hogere mate van aantasting door botrytis verklaart een deel van dit verschil. Het snijden van te rauwe bloemen in de beginfase had een negatief effect op de houdbaarheid in de zomer van 2013. Meeldauw heeft een negatief effect gehad op de bladkwaliteit.

Daarnaast viel op dat met name in de winter 2014 – 2015 de perfecte roos de bloemen groter en rijper zijn. Dit heeft waarschijnlijk te maken met het beter beheersen van de luchtvochtigheid in de winter van 2014 op 2015 en het iets rijper oogsten in deze periode.

8 Economische analyse

8.1 Inleiding

In de proef zijn verschillende technologische innovaties opgenomen waarvan de economische waarde zoveel als mogelijk wordt verklaard, aan de hand van een prognose en een standaard praktijk referentie. Met de component diffuus glas is eerder vergelijkend onderzoek gedaan op Red Naomi! (Garcia, 2012). De component tussenverlichting heeft ook een kwantificeerbare bijdrage geleverd, want deze invloed is in enkelvoud vergeleken met een deel met tussenbelichting aan en een kleiner deel met tussenbelichting uit. De uitkomst hiervan was dat de productie recht evenredig stijgt met de PAR lichtsom die de LED's hebben geleverd, bij een gelijke lichtbenutting efficiëntie door de plant ten opzichte van SON-T.

Het onderdeel ontvochtigen met het actief ventilatiesysteem kan alleen bijdragen aan de productie door middel van minder kwaliteitsverlies als gevolg van een lagere RV waardoor bijvoorbeeld schimmels minder kans krijgen. Investerings in dergelijke systemen moeten zich terug verdienen uit besparingen op energie uitgaven in combinatie met kwaliteitsverbeteringen van het product. In de evaluatie hebben we de energie besparing door het AVS buiten beschouwing gelaten omdat de besparing op warmte in z'n geheel door de OPAC warmtewisselaars kan worden opgebracht. AVS voegt in combinatie met OPAC warmtewisselaars economisch niets meer toe tenzij er belangrijke kwaliteitsverbeteringen optreden. Dergelijke kwaliteitsverbeteringen hebben we niet kunnen constateren. Dit ondanks dat het gecombineerde gebruik van AVS met OPAC in de tweede winter beter geregeld was met een goed kasklimaat in de periode december en januari.

Semi gesloten telen met warmtewisselaars met vrije uitblaas kent een complex samenstel van effecten en invloeden. Er zijn ten aanzien van de investering en de operationele kosten zowel kosten als besparingen. Eén en ander moet zorgvuldig tegen elkaar worden afgewogen. Globaal zijn de effecten op de volgende niveaus te onderscheiden: Op het niveau van de investeringen, op het niveau van operationele kosten en op het niveau van de effecten op meer productie, prijsvorming en toegerekende kosten.

8.2 De uitgangspunten voor de investeringen

Voor de component diffuus glas (70 % haze en 91 % transmissie) is een meer investering van €8,- opgenomen¹. Voor de koeling/verwarming met OPAC's, gaan we uit van een investering van €67,-/m² die globaal is onder te verdelen in 1/3^{de} voor de bronnen, 1/3^{de} voor de bronpompen en warmtepomp en 1/3^{de} voor de investering in de warmtewisselaars in de kas met waterzijdige en elektrotechnische aansluiting ervan².

Er wordt circa 30m³ equivalenten aan zonnewarmte geogost, verder maakt de warmtepomp daarbij ook nog additionele warmte, waardoor de noodzaak voor een WKK met rookgasreiniger ter waarde van €25,- komt te vervallen³. Hiermee komt de netto meer investering zonder subsidie op €67- €25 = €42. Een reële afschrijftermijn voor een WKK met RGR is 10 jaar. Echter, het is aannemelijk dat bronnen en een warmtepomp een levensduur hebben die twee keer zo lang is.

Verder worden subsidies, fiscale voordelen en vennootschapsbelasting buiten beschouwing gelaten in de analyse. Er wordt dus niet gerekend met een netto kasstroom maar een bruto kasstroom.

¹ DLV Glas & Energie

² De bron voor de hoogte en de onderverdeling van de investering is gebaseerd op een offerte van een kasproject op commerciële schaalgrootte van een toeleverancier.

³ Een investering in een WKK kost circa €500,- per kW. Hieruit volgt dat een vermogen van 50 Watt/m² €25,- bedraagt.

8.3 Operationele uitgangspunten van de exploitatie

Voor de eenvoud gaan we in deze analyse uit van een variabele stroomprijs van 7,5 euro-cent per kWh_e, voor zowel inkoop uit het net als de eigen stroomopwekking met WKK. Zo wordt het warmte-deel van de WKK in de standaard referentie gewaardeerd als zijnde een gratis restproduct uit de eigen stroomproductie met de WKK. Hieruit volgt dat bij een variabele stroomprijs van 7,5 euro cent (inclusief WKK plus RGR onderhoud) een gasprijs hoort van circa 23,5 euro-cent. Want bij een WKK rendement van 41 % wordt er 3,6 kWh_e geleverd per m³ gas $23,5 / 3,6 = 6,5$ plus 1 euro-cent voor het onderhoud van de WKK met RGR.

Er wordt tevens warmte en CO₂ verkregen door middel van 20m³ gas terug levering aan het net of 73 kWh_e/m² stroomlevering (komt overeen met 1500 uur). Uitgaande van een commodity stroomprijs van 5 eurocent en 1 cent kWh_e voor het onderhoud van de WKK met RGR zijn de netto terug leverbaten (m.u.v. gaskosten) 73 kWh_e * 4 euro cent = €2,92/(m².jaar).

8.4 Meerproductie en toegerekende meerkosten

Uitgangspunt is 15 kg/m² productie in een standaard referentiekas waarbij er 510 kWh is belicht met een conversie van 6,4 mol PAR per kWh. De belichting geeft 3264 mol PAR/(m².jaar). Bij een netto conversie van 2,35 gram per mol kunnen we 7,67 kg/m² toerekenen aan de belichting en 7,33 kg/m² aan het buitenlicht. Een aanzienlijk deel van de productie (>50 %) wordt dus toegeschreven aan de belichtingscomponent.

Er is 0,6 kg/m² meer geproduceerd dan geprognosticeerd en er is tevens 42 kWh/m² bespaard op belichting.

Deze besparing moet dus worden opgeteld bij de gemeten meer productie om een idee te krijgen van het productie effect van koeling en andere klimaatfactoren. $42 \text{ kWh/m}^2 * 6,4 \text{ mol PAR/kWh} * 2,35 \text{ gram/mol} = 0,63 \text{ kg/m}^2$ plus de extra 0,6 kg/m² gemeten meer productie geeft een gecorrigeerde meer productie van 1,23 kg/m².

Wanneer deze meer productie van 1,23 kg/m² wordt vermenigvuldigd met de gemiddelde kg prijs à €9,18 van de referentieteel zal de extra omzet €11,30 per m² bedragen. Hier moeten de toegerekende kosten nog vanaf: arbeid à €2,- per kg en transport en verkoopkosten à 10 % van de omzet. Dus $11,30 - (1,23 * 2) - (0,1 * 11,30) = €7,54$ per m². Dit is dus zonder effect van prijsvariaties voor lengte klassen in de loop van het jaar.

8.5 De ontwikkeling van de omzet

Om de omzet rekening houdend met prijsvariaties per lengte klasse in de loop van het jaar te kunnen schatten is de gemiddelde prijs van Floraholland Red Naomi! per lengteklasse gemiddeld per periode over 2014 vermenigvuldigd met de productie per lengteklasse over dezelfde tijdvakken. De omzet is dan €14,29 hoger dan bij de standaard referentie.

Tabel 6

Omzet berekening.

Periode	Omzet proefkas berekend op basis van productie en veilingprijs 2014		Referentie teelt		Verschil	
	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

In de bovenstaande tabel zien we dat er minder omzet berekend is uit de proef in de eerste maanden van het jaar in vergelijking met de referentieteelt. Hieraan liggen twee effecten ten grondslag: één is de 42 kWh/m² besparing op belichting en twee is dat de hoge kwaliteit en de zware takken geen specifiek prijsvoordeel kennen in de winter en het voorjaar. De meerprijs van zware takken en lange rozen komt vooral tot stand in het derde kwartaal. De meer productie als gevolg van kaskoeling komt vooral tot stand in het tweede halfjaar.

Met de beschikbare gegevens kan nu een eenvoudige berekening worden gemaakt van het effect op het saldo.

Tabel 7

Eenvoudige saldo berekening inclusief gegevens over energie input.

[$\mu\text{mol.m}^{-2}.\text{s}^{-1}$]	195	254	
Configuratie	Ref	Proef	Vershil
Omzet in $\text{€}.\text{m}^{-2}.\text{jaar}^{-1}$	€ 138,01	€ 152,30	€ 14,29
$\text{kg}.\text{m}^{-2}.\text{jaar}^{-1}$	15,00	15,60	0,60
kWh thermisch	382	216	-166
kWh e belicht	510	468	-42
$^{\circ}$ kWh e koel/verw		70	70
kWh totaal (thermisch en elektrisch)	892	754	-138
kWh e teruglevering	73		
kWh tot/kg product	59,5	48,4	-11,1
$^1\text{CO}_2$	€ 2,00	€ 3,50	€ 1,50
Terugleverbaten	€ 2,92		€ -2,92
^2E kosten variabel €	€ 43,73	€ 40,35	€ -3,38
E kosten var. tot	€ 42,81	€ 43,85	€ 1,04
3 Extra arbeid € 1,20 € 1,20		€ 1,20	€ 1,20
4 Extra toegerekende afzetkosten		€ 1,43	€ 1,43
Saldo mutaties		€ 10,62	€ 10,62

0. Voor koelen en verwarmen via de OPAC's, inclusief bronpompen en warmtepomp is er jaarlijks 70 kWh/m² benodigd.

1. In het referentiebedrijf gaan we uit van €2,-/m² extra uitgaven voor aanvullende CO₂ dosering naast de rookgasreiniger.

2. In de som van de variabele energiekosten zijn de kosten voor CO₂ inbegrepen.

3. Er is ten opzichte van de standaard referentie 0,6 kg meer productie waardoor er extra arbeid moet worden ingezet t.w.v. €2,- per kg product.

4. Er is €14,29 meer omzet behaald waardoor de transport en afzetkosten à 10 % €1,43 bedragen.

Het saldo van de mutaties is ruim 10 euro per m² die jaarlijks ten goede komt aan het terugverdienen van de investering. Dit kan worden uitgezet tegen de jaarkosten van de investering.

Jaar	Cash Flow	Cash Flow	Verschil	IR
0*	-250	-300	-50	
1	36,57	47,18	10,61	-79%
2	36,57	47,18	10,61	-42%
3	36,57	47,18	10,61	-20%
4	36,57	47,18	10,61	-6%
5	36,57	47,18	10,61	2%
6	36,57	47,18	10,61	7%
7	36,57	47,18	10,61	11%
8	36,57	47,18	10,61	14%
9	36,57	47,18	10,61	15%
10	36,57	47,18	10,61	17%
** NPV	46,48	2,66		
Gemiddelde kosten van kapitaal	4%	4%		

* De investering in jaar nul is het bedrag per m² voor een compleet project exclusief de grond.

** NPV staat voor Nett present value of netto contante waarde. Dit is de huidige waarde van een reeks van 10 jaar te ontvangen bedragen rekening houdend met een rentevoet van 4 %.

8.6 Conclusie

Uit de interne rentabiliteit blijkt dat de meer investeringen in diffuus glas en koeling (samen 50 euro/m²) zich in 5 volle productie jaren terugverdient. Wat betreft de operationele flexibiliteit wordt een dergelijke configuratie wel helemaal afhankelijk van stroominkoop. Echter, na 10 jaar zou een WKK weer aan vervanging toe zijn en dat is niet het geval met kaskoeling. Bovendien wordt er 19 % bespaard op energiebehoefte per geproduceerde kilogram product.

9 Kennisoverdracht en communicatie

Een belangrijk aandachtspunt voor het project was communicatie over de resultaten. In de inleiding is al genoemd dat in het traject om tot het project te komen er intensief overleg is geweest met telers en opdrachtgevers. Dat was communicatie vooraf. Voor de start van het experiment is de opzet toegelicht voor telers. Daarna zijn de ontwikkelingen in het project op veel momenten en via verschillende kanalen naar buiten gebracht. Hieronder volgt een overzicht van de verschillende communicatie instrumenten, artikelen en bijeenkomsten rond het project.

De wekrapporten van het Improvement Centre en verslagen van de weekgroep zijn via mail verspreid naar een vaste groep volgers en geplaatst op de site van LTO <https://www.ltoglaskracht nederland.nl/>. Op deze site werden ook de in de maandgroep gebruikte powerpoint presentaties geplaatst.

De voortgang werd ieder kwartaal besproken met de landelijke gewas commissie Roos en opgenomen in de kwartaal nieuwsbrief roos.

In 2014 is in het voorjaar en in de winter een kenniscafé roos gehouden voor rozentelers. Waarbij onderwerpen die met kwaliteit van rozen te maken hadden zijn besproken. De rozen proef is vast onderdeel geweest van de te bezoeken proeven tijdens het jaarlijkse Energiek Event. Daarnaast zijn vele bezoekers van het IC bij deze proef wezen kijken.

Tijdens kennisinteractie bijeenkomsten van het programma Kas als Energiebron is het project resultaat toegelicht en zijn de leerpunten gedeeld. Aan het eind van het project is een video gemaakt om de kennis te kunnen delen: De perfecte roos (<https://vimeo.com/121393795>).

Een aandachtspunt van de projectgroep is steeds geweest hoe houden we betrokkenheid van telers en bedrijven. Daarom zijn soms andere onderwerpen op de agenda gezet. Zijn sprekers van buiten uitgenodigd en is zo goed mogelijk aangesloten op andere activiteiten.

Een lijst van communicatie uitingen rond het project is opgenomen als bijlage XXX.

10 Aanvullende leerpunten en conclusies

In dit hoofdstuk worden een aantal leerpunten en conclusies die in de loop van het project zijn geformuleerd samengevat.

10.1 Gewaswerk

Het knippen en inbuigen is essentieel voor de gehele struikopbouw en daarmee voor het bereiken van een goede productie van hoge kwaliteit.

Discussie punten zijn steeds geweest:

1. Bovendoor of onderdoor knippen.
2. Kop/Knop breken en hoelang dan laten staan van takken.
3. Takken waar knop uit is inbuigen of uitknippen. Bij inbuigen goed de tak door het gewas vlechten en middenin een bed blad proberen te houden. Wanneer inbuigen? Eerst goed dieven laten ontstaan, maar opletten dat de tak niet te verhout is, want dan kun je niet meer buigen.

Er is vaak opgemerkt dat er onderin te weinig blad zat. Toch heeft dit niet geleid tot een duidelijke productie afname.

In de begeleidingscommissie werd afhankelijk van stand van het gewas soms geadviseerd om niets in te buigen of uit te knippen ("De schaar weggooien bij gewas werk") en enkele weken later kon dan worden gezegd dat het gewas te volstond.

Blaadjes breken heeft sterk stimulerend effect op uitlopen. Het komt dan regelmatig voor dat er twee ogen uitlopen, die met elkaar in concurrentie staan.

De oogstkar die meer dan bij normaal bedrijf heen en weer gaat, beschadigt de ingebogen takken. De bak is hoger gezet om het effect te verkleinen.

In de zomer zijn er te veel uitlopende takken gekomen. D.w.z. te veel knippunten, dit heeft geleid tot een gemiddeld lager taggewicht. Het aantal takken is wel hoog.

Als je ca 6 sneden in een jaar hebt en na 2 keer bovendoor knippen weer onderdoor knipt, moet je ca 2 keer per jaar een knippunt onderdoor knippen. Dit is anders dan bij een "traditioneel gewas" dat alleen in het voorjaar onderdoor werd geknipt.

De dichtheid van het gewas varieert in de tijd – er lijkt nog altijd een soort snee effect aanwezig – afhankelijk van deze dichtheid en het moment van de "snee" is de reactie van de telers anders. Als de snee over zijn top heen is staan er relatief meer dunne takken en wordt het gewas algemeen als minder goed beoordeeld en zijn dan dog weinig nieuwe uitlopers, mindere tak kwaliteit, er lijkt minder gewas onderin aanwezig.

10.2 Klimaat en instrumenten

De geforceerde ventilatie (AVS) met lucht onder het teeltsysteem werkt om het onderin het gewas droog te houden als het absolute vocht buiten lager is dan het absolute vocht onder in de kas. In het gewas neemt de lucht snel vocht op, zodat het bij de knoppen weer vochtig is.

Er is in de gehele teelt niet met een minimumbuis regeling gewerkt.

De OPAC kan worden gebruikt voor verwarming, koeling of ontvochtiging. Voor elk van de drie functies is een andere sturing van ventilator, aanvoertemperatuur water en pompcapaciteit voor de waterflow nodig.

Verwarmen: lage ventilator snelheid, normale pompcapaciteit, vermogen sturen via aanvoertemperatuur water.

Koelen: hoge ventilator snelheid, lage aanvoer temperatuur, vermogen sturen via pompcapaciteit en zonodig

ventilator.

Ontvochtigen: gemiddelde of hoge ventilator snelheid, lage aanvoer temperatuur en hoge pompcapaciteit om lage aanvoer en retour temperatuur van water te bereiken.

Bij ontvochtigen moet worden verwarmd via de buisrail. Dit kan door een vochtregeling op de buistemperatuur te zetten.

In alle situaties is de luchtvochtigheid bij de kop van het gewas hoger dan bij de mat. In het algemeen is de luchtvochtigheid hoog in de kas.

Met koeling kan de etmaaltemperatuur in de zomer beheerst worden, maar is gemiddeld hoog in vergelijking tot de lichthoeveelheid die de planten krijgen. Bij hoge buiten nachttemperatuur kan met koeling de kastemperatuur lager worden dan de buitentemperatuur.

Het diffuse glas heeft weinig effect op de knop temperatuur. Bij hogere instraling moet normaal geschermd worden, de schermgrens kan wel iets (ca 25 W/m²) hoger liggen. Over productie effect van diffuus glas is geen conclusie te trekken, omdat er geen vergelijk is.

Door koeling en schermen en beperkt luchten kon de CO₂ concentratie bij een dosering van 250 kg/ha op 700-1000 ppm worden gehouden.

Inzet van de OPACs en beperkt luchten kan wel bijdragen aan energiezuinig telen, maar de hoge luchtvochtigheid is nadelig. De uitdaging is om het gewas minder te laten verdampen.

De schermstrategie voor het harmonie doek, dat stralingsafhankelijk open en dicht gaat is de lastigste regeling. Niet te veel pendelen, wel tijdig schermen en niet te snel weer open.

Het lichthinderdoek en het energiedoek leveren geen problemen op in de regeling. Er is wanneer dit kon steeds met een kier gewerkt. In de kleine afdeling leidt dit niet tot grote temperatuur verschillen.

Gevel effecten zijn aanwezig.

10.3 Gewasbescherming

Beheersing van witte vlieg kon biologisch worden gedaan. Voor trips is in september correctie met Vertimec nodig geweest.

Meeldauw is alleen met zeer intensief spuiten onder controle te houden. Spuit intensiteit mag alleen in zeer schone condities verlaagd worden. De hoge luchtvochtigheid lijkt daarbij de grootste reden voor de gevoeligheid voor meeldauw.

Haarden van meeldauw en witte vlieg moeten als ze te sterk worden, handmatig worden weggenomen.

Bijvoorbeeld takken aan einde van pad of tegen een gevel of planten die altijd sterk aangetast worden door meeldauw.

10.4 Kwaliteit

De houdbaarheid voldeed aan de gestelde eis van 10 dagen maar is geregeld lager dan een praktijkbedrijf. Dit heeft deels te maken met bladkwaliteit (meeldauw en zwak blad) en deels met aantasting door botrytis. Als oorzaak wordt gedacht aan de hoge luchtvochtigheid.

Oogststadium – er moet voldoende rijp geoogst worden – is belangrijk voor goede kwaliteit.

De bladkwaliteit is geregeld als dun en zwak beoordeeld. De bladgrootte is volgens sommigen te klein. Het is niet gemeten.

De knopgrootte is het gehele jaar goed gebleven.

Na de hete periode in juli 2014 -wel zwaar gekoeld- werd de gewasstand in augustus beoordeeld als zeer goed. Het takgewicht is mede bepaald door de knipstrategie.

10.5

10.6 Vergelijk met de doelstellingen

Het energie gebruik in de referentieteelt is gesteld op 510 kWh/m² elektriciteit voor belichting en 1325 MJ/m² voor warmte en een gebruik van 140 kg/m² CO₂.

De besparing op elektriciteit voor belichting is 6 % in het tweede jaar. Dit is lager dan de doelstelling van 20 %. De besparing op CO₂ is met een dosering van 67.9 kg/m² ruim 50 % en voldoet daarmee aan de doelstelling. De warmte-input is verlaagd tot 911 MJ/m² in het tweede jaar, maar daar kan volledig in worden voorzien door het gebruik van de warmte die bij koeling is geoogst. De energiebehoefte voor warmte wordt dan teruggebracht tot ca 200 MJ/m² voor een warmtepomp. Die energie moet worden ingekocht als elektriciteit.

De productie in een vol productief jaar is 275 stuks/m² en 15 kg per m². Dit is in het tweede jaar gerealiseerd.

De perfecte roos is ten minste 10 dagen houdbaar, daar voldeden de rozen gemiddeld aan. De knopgrootte is ten minste 5 cm ook dat werd gerealiseerd. De verhouding gewicht/lengte is in deze proef gemiddeld 0.8 g/cm en is daarmee iets lager dan de doelstelling 0.85 g/cm.

Aan het einde van het experiment was de doelstelling die vooraf was gesteld voor kwaliteit gerealiseerd.

Literatuur

Arve, L.E., T.T. Meseret, H.R. Gislerød, J.E. Olsen & S. Torre., 2013.

High relative air humidity and continuous light reduce stomata functionality by affecting the ABA regulation in rose leaves. *Plant, Cell and Environment* 36: 382–392

Benninga Jan, Henk Barendse , Chris Vermeulen , Nieves García Victoria , Marcel Raaphorst en Jantineke Hofland-Zijlstra, 2015.

Kwaliteitsplan roos. Wageningen UR Glastuinbouw rapport GTB-1336.

Broekharst, P. , J. Mourits, L. Goedhardt, L. Oprel, A. Dijkshoorn en D. Medema. 2011.

Programma Kas als Energiebron Jaarplan 2011. Zoetermeer. 48 pp.

Garcia Victoria, N. ; Gelder, A. de; Speetjens, S.L., 2012a.

Kwaliteit roos bij telen volgens licht emissie regels. Bleiswijk : Wageningen UR Glastuinbouw, Rapporten Wageningen UR GTB 1176 - p. 82

Garcia Victoria, N. ; Kempkes, F.L.K. ; Weel, P.A. van; Stanghellini, C. ; Dueck, T.A. ; Bruins, M.A. 2012b.

Effect of a diffuse glass greenhouse cover on rose production and quality. *Acta Horticulturae* 952: 241 - 248.

Sterk, F. ; Marcelis, L.F.M. ; Swinkels, G.L.A.M. ; Warmenhoven, M.G. ; Steenhuizen, J.W. ; Zuurbier, R. ; Dueck, T.A., 2009.

Efficiëntie van Led-belichting bij roos. Bleiswijk : Wageningen UR Glastuinbouw, Rapport 304.

Zwart, H.F. de (2011)

De OPAC 106 warmtewisselaar. Wageningen : Wageningen UR Glastuinbouw, Rapporten Wageningen UR GTB 1133 - p. 31

Bijlage 1 Bijlage behorende bij Project plan: Het Nieuwe Telen voor een perfecte Roos

Opsteller: Arie de Gelder Wageningen UR-Glastuinbouw.
Besproken met rozen telers op maandag 27-8-2012.

Inleiding

Ontwikkelingen in een teelt staan nooit stil. In de rozenteelt zijn de afgelopen jaren verschillende initiatieven ontplooid om innovaties te verwezenlijken. Voorbeelden zijn mobiele systemen, koeling middels decentrale units gebaseerd op FiwiHex, proeven met LED verlichting en geforceerde ventilatie middels luchtslurven. De introducties van deze ontwikkelingen waren geen direct succes en de ondernemers die in deze ontwikkelingen hebben geïnvesteerd hebben risico's genomen en financiële schade opgelopen. De kennis die bij al deze ontwikkelingen is opgedaan heeft wel bijgedragen aan verbetering van de teelt zodat nog steeds, al is het moeizaam een rendabele teelt in Nederland mogelijk is.

De uitdaging is om voor de rozenteelt verbeteringen in de teelt te blijven bereiken en anderzijds de kosten te verminderen. De verbetering van de teelt moet leiden tot een stijging van het aandeel 1^e kwaliteit. Dit moet gevonden worden in het vlak van beperking van de fysiologische afwijkingen - bolvorming van de bloemknop-, de steellengte - zomer kwaliteit te kort-, de knopgrootte - in de zomer worden de knoppen te klein - en de bladkwaliteit - bij sterke verdamping verdrogen bladeren te snel -. Belangrijke kostenposten bij de teelt van roos zijn energie, met name voor belichting, en CO₂. Besparing op energie en CO₂ is eveneens belangrijk voor het realiseren van milieu doelstellingen door de sector. Een uitdaging is het om technieken van Het Nieuwe Telen - om energie te besparen - te integreren in de rozenteelt zodat zowel productieverbetering als milieudoelstellingen worden gerealiseerd. Daarbij zal de rozenteelt moeten werken aan beperking van de licht uitstoot in de nacht. Dit vereist een nieuwe aanpak en de risico's zijn te groot ontwikkelingen direct op grote schaal toe te passen. In proeven op kleinere schaal moet eerst de haalbaarheid worden aangetoond. Een aanpak hiervoor is bepleit in een notitie van Leon Dukker, Marc Grootsholten en Arie de Gelder en overgenomen door de landelijke commissie Roos.

Als vervolg hierop is op 6 juli 2012 een brainstorm bijeenkomst gehouden met een groep telers. Als knelpunten voor de rozenteelt zijn toen onder andere benoemd :

- Uiterlijke kwaliteit en innerlijke kwaliteit; jaar rond kwaliteit. Opwaarderen van A1 kwaliteit, omdat 3 maanden in een jaar 'mindere' kwaliteit negatief werkt. Het belang om een langere roos te krijgen in de zomer is dat dit wordt terugbetaald door de prijzen. Met constante kwaliteit wordt de bestaanszekerheid voor de Nederlandse rozenteelt vergroot.
- Plant fysiologische afwijkingen verminderen om ervoor te zorgen dat er meer van A2 naar A1 kan verschuiven.
- Energie efficiency.
- Gewasbescherming en residu.
- CO₂ verbruik.
- Licht afscherming.

Als oplossingsrichtingen voor deze problemen werden gezien :

- Belichtingstechnieken als LED en UV-licht.
- Andere belichtingsmethoden.
- Het Nieuwe Telen + CO₂.
- Assortiment.
- Eigen wortel / onderstam.
- Koelen.
- Glas soorten (Diffuus etc.).

In de brainstorm bijeenkomst is afgesproken om het geheel uit te werken tot een projectplan. Deze notitie beschrijft een plan van aanpak, waarbij gebruik is gemaakt van eerdere stukken die zijn geschreven.

Toekomst voor de rozenteelt

Rozen telers willen naar de toekomst toe op een duurzame wijze produceren. Daarvoor zijn de volgende uitgangspunten geformuleerd:

1. De rozen zijn van topkwaliteit voor het topsegment in de markt.
2. De ambitie is dat ten opzichte van een huidig rozenbedrijf een 30 % efficiëntere inzet van grondstoffen wordt gerealiseerd.
3. De inzet van gewasbeschermingsmiddelen moet 25 % lager zijn dan de huidige praktijk.
4. De beschikbaarheid van grondstoffen- energie, water, nutriënten, CO₂ is geborgd.

Ad 1) Grootbloemige rozen zijn van topkwaliteit bij een takgewicht van 0.85 gr/cm steel voorgewaterd product met een knophoogte van minimaal 5 cm en een houdbaarheid van tenminste 10 dagen. De exacte specificatie is cultivar afhankelijk. Het ideale productie verloop is een continue productie (09 tot 1,1 roos/(m².dag)), met de mogelijkheid te sturen naar top producties in specifieke weken. Productie is cultivar afhankelijk.

Aspecten van kwaliteit zijn daarbij de vorm van de bloem. Bijvoorbeeld bij Red Naomi! komen relatief veel bolvormige bloemen voor. Hierbij kunnen de centrale kroonbladeren niet goed uitgroeien, wat de kwaliteit negatief beïnvloed. Bij hogere etmaaltemperaturen in de zomer worden de stelen relatief kort en de bloemen relatief klein. Deze negatieve kwaliteitsaspecten zijn verantwoordelijk voor het relatief grote aandeel van de productie dat als 2^e kwaliteit wordt verhandeld. Verschuiving cq. verbetering van 2^e naar 1^e kwaliteit verbetert het rendement van de teelt.

Naar de toekomst toe kan onderdeel van kwaliteit ook zijn de mogelijkheid van de ondernemer om toegevoegde waarde in de vorm van verwerking e.d. te leveren. Voor een teeltexperiment is dit niet maatgevend. De mogelijkheid van de teler om een gewenst product te kunnen produceren is daarvoor wel essentieel.

Wat de marktontwikkelingen verder zullen zijn is onduidelijk. Welke rozen wil de afnemer in 2020? Dat is een vraag die niet in teelt technisch onderzoek beantwoord kan worden.

Ad 2) een 30 % efficiëntere inzet van grondstoffen kan langs verschillende wegen worden nagestreefd. De ene is: bij gelijk gebruik van grondstoffen meer productie realiseren. De andere is: bij gelijke productie de inzet van grondstoffen verlagen. De aanpak en haalbaarheid zal per grondstof; energie, CO₂, water, meststoffen, verschillen. Dit kan per cultivar verschillen.

Voor het convenant Schone en Zuinige agrosectoren gelden de volgende doelstellingen:

- 45 % vermindering van de CO₂ emissie vergeleken met 1990.
- Verbetering energie efficiëntie met 2 % per jaar.
- 20 % duurzame energie.

De belangrijkste energie input is de elektriciteit voor belichting deze zal niet in één keer met 30 % kunnen verbeteren, maar zal in de weg van geleidelijkheid bereikt moeten worden. 30 % verbetering is het doel voor over 15 jaar.

Ad 3) Om gewasbescherming te verminderen moet een gezond en vitaal gewas worden geteeld. Een meer gesloten kas zal bijdragen aan een betere beheersing van de druk van plagen en ziekten. De voor de teelt toe te passen technieken mogen zeker geen verslechtering in de gewasbescherming als resultaat hebben. Uit het onderzoek naar telen volgens lichtemissie regels kwam naar voren dat bij volledige afscherming de aantasting door meeldauw toenam.

Er zijn in gewasbeschermings onderzoek aanwijzingen dat rood licht de weerstand van de plant tegen meeldauw zou kunnen verhogen. Voor toepassing in de praktijk moet hier nog verder onderzoek naar worden gedaan.

Ad 4) Borging van de grondstoffen is een ondernemers activiteit. Bij de ontwikkeling van nieuwe technieken kan wel met beschikbaarheid rekening gehouden worden.

Stand van zaken in de teelt en kansen voor vernieuwing

In de teelt worden klimaat voorwaarden gehanteerd voor een ideale groei en ontwikkeling van de roos:

- Gecontroleerde lichtsom (par) per dag.
- Gestuurd verloop van de temperatuur in de dag zodat een gewenste etmaal temperatuur wordt gerealiseerd in relatie tot de lichtsom.
- Beheersing van de knop temperatuur ofwel afkoeling van de ontwikkelende belichte knop om de kwaliteit te sturen.
- Inzet van een minimum buis onder het gewas om vocht problemen te voorkomen en de uitloop van ogen te bevorderen.
- Beheersing van de luchtvochtigheid.
- CO₂ niveau in de kas van ruim 800 ppm.

Afgestemd op bedrijfsspecifieke situaties hoort daar een voorziening in energie en andere grondstoffen bij.

Om energie en CO₂ gebruik te verminderen moet gekeken worden welke factor beter beheerst kan worden:

- Energie voor belichten.
- Energie voor warmte.
- CO₂ voorziening.

Belichten

Energie voor belichten is de grootste energie post en het moeilijkste te verminderen. Jonge volgroeide bladeren van roos vertonen bij lichtintensiteiten tot 400 $\mu\text{mol}/(\text{m}^2.\text{s})$ een sterke toename in fotosynthese (Schapendonk, 2005 blz 14). Daarboven tot ca 800 $\mu\text{mol}/(\text{m}^2.\text{s})$ is er nog steeds een duidelijke toename maar minder sterk (Hemming *et al.* 2004 blz 49). Daarom is belichting met ca 200-250 $\mu\text{mol}/(\text{m}^2.\text{s})$ bij lage lichtintensiteit buiten al snel effectief. Om 400 $\mu\text{mol}/(\text{m}^2.\text{s})$ te halen in de kas moet het buiten een stralingsniveau zijn van 250 W/m² (lichttransmissie van de kas is 70 %).

Minder energie in belichting steken kan alleen als er grenzen aan de belichting worden gesteld.

De begrenzing kan fysiek zijn: de installatie kan bijvoorbeeld 200 $\mu\text{mol}/(\text{m}^2.\text{s})$, verlaging van dit niveau betekent directe vermindering van energie input.

De begrenzing kan in maximaal aantal uren per dag belichting zitten: bijvoorbeeld ten minste 6 uur donker.

De begrenzing kan liggen in het niveau waarbij de belichting wordt uitgeschakeld: bijvoorbeeld 200 W/m² globale straling, verlaging van deze grens betekent minder uren belichting.

De begrenzing kan liggen in de totale licht som die minimaal wordt gewenst : bijvoorbeeld 15 mol/m².s PAR. Hoe lager deze grens hoe minder energie er wordt gebruikt.

Om de efficiëntie van de belichting te verhogen is een aanpak om door schakeling met meerdere groepen lampen de lichtintensiteit van de combinatie daglicht en assimilatiebelichting op een constant niveau van ca 400 $\mu\text{mol}/(\text{m}^2.\text{s})$ te houden. Omdat assimilatie lampen traag schakelbare systemen zijn kan dit het beste door combinatie van assimilatie lampen met LED lampen. De combinatie van systemen kan de belichting effectiever in zetten en daardoor energie input verminderen. Hierdoor kan vooral tijdens de dag energie bespaard worden en wordt de belichting optimaal benut. Daartegenover staat wel dat in belichting met twee systemen Son-T en LED moet worden geïnvesteerd. Op jaarbasis zijn er ongeveer 2700 uren (30 % van het jaar) dat de lichtintensiteit buiten tussen de 0 en 250 W/m² is. Er zijn 1650 uren met een lichtintensiteit boven de 250 W/m² waarin niet belicht hoeft te worden. Op dagen dat dit voorkomt hoeft in de overige uren minder belicht te worden om aan een gewenste lichtsom per dag te komen.

Op jaar basis zijn er 4410 nachturen. Uitgaande van een donker periode van 6 uur per nacht resteren 2220 nachturen dat er belicht wordt. Om geen lichtuitstoot te hebben en de kastemperatuur te beheersen zal in die uren met een lichtintensiteit belicht kunnen worden die afhankelijk is van de gerealiseerde kastemperatuur. Bij een te hoge temperatuur moet het licht verminderd worden. Dit is gunstig als de daling van de temperatuur zodanig is dat de verhouding tussen lichtsom en etmaaltemperatuur beter uitkomt op een streefwaarde. Als wel de lichtsom daalt maar de etmaal temperatuur hoog blijft is het uitschakelen van belichting in de nacht ongunstig. Als het licht uit is kan een lichthinderdoek volledig open gaan. Dit bevordert de temperatuur daling.

Het aantal uren per dag dat niet wordt belicht varieert per bedrijf tussen de 0 tot 6 uur. Vanuit energie oogpunt moet een maximale tijd van niet-belichten worden gehanteerd (in bovenstaande alinea is van 6 uur uitgegaan). Dit heeft een aantal voordelen. Er gaat minder energie in belichting. De kas kan in de niet belichte uren afkoelen en zo een gemiddeld lage etmaaltemperatuur realiseren. De afkoeling, in de nacht, is gunstig voor de knoptemperatuur en zo voor de knopgrootte en kwaliteit alsmede op bepaalde momenten ook gunstig voor de strekking van de taklengte. Het tijdstip van oogsten in de morgen komt niet te vroeg te liggen.

Daartegenover staat dat vanuit een optimaal effect van de assimilatie belichting op droge stof productie juist alle uren dat er geen natuurlijk licht is gebruikt moeten worden om te belichten, omdat dan de fotosynthese efficiëntie het hoogst is. Voor gewastemperatuur en kastemperatuur is echter een periode niet-belichten juist gunstig.

Voor de verhouding tussen lichtsom per dag en de etmaal temperatuur wordt geen onderscheid gemaakt in het effect van toename van de lichtsom door een hoge intensiteit en door een lage intensiteit, voor een betere berekening van de effectiviteit moet hierin wel enig onderscheid gemaakt worden. Op momenten van hoge natuurlijke straling is dit voor het gewas minder effectief. Om toch aan een gewenste effectieve dagsom te komen zal mogelijk meer belicht moeten worden. Het gewenste niveau aan effectieve PAR som moet op basis van eerdere onderzoeken en praktijk gegevens worden bepaald.

Energie verminderen bij belichting moet dus bereikt worden door goede sturing op minimaal gewenste intensiteit, maximaal aantal uren niet belichten en verbeterde berekening van de lichtsom per dag. Daarbij beïnvloeden keuzes elkaar. Minder lichtsom betekent dat er met een kleinere installatie gewerkt kan worden of minder uren met een zwaardere installatie belicht wordt. Een te kleine installatie ten opzicht van de gewenste lichtsom betekent dat er meer dagen zijn dat de gewenste lichtsom niet wordt gehaald.

De laatste optie om belichting te verminderen is om een vorm van lichtintegratie toe te passen. Een te licht rijke dag wordt daarbij gebruikt om op een donkere dag minder te hoeven belichten. Dit levert vooral besparing op als de lichtsommen per dag van nature sterk variëren en de ene dag ruim boven de gewenste lichtsom uitkomen en de andere dag er sterk onder. Dus in voor en najaar.

De uitwerking van deze strategie moet in samenwerking met Edwin van der Knaap worden gemaakt, met behulp van het QMS programma voor belichting van roos.

Steeldichtheid

In de tomaten teelt is het normaal om te rekenen met een gewenste en gerealiseerde plantbelasting in relatie tot lichtsom en etmaaltemperatuur. De planten bij tomaat zijn daarbij in hoge mate uniform. Voor roos zou de steeldichtheid per m² een maat voor assimilaten vraag per m² kunnen zijn. De uniformiteit tussen planten is bij roos echter veel minder dan bij tomaat. Dit maakt het veel moeilijker om op plantbelasting met oogst en snoei beleid te sturen. Daarbij wordt bij de oogst van een roos een belangrijk deel van het bladpakket meegenomen. Een lagere steeldichtheid moet in theorie leiden tot een hoger gewicht per geoogste steel. Dit is vooral van belang als de lichtintensiteit laag is. Dan kan door bewust op een beperkt aantal uitlopende takken per plant te sturen de kwaliteit in g/cm steel worden verhoogd. Dit is vooral belangrijk om het uitgangspunt: top kwaliteit voor het topsegment van de markt te kunnen realiseren.

Verwarmen

Het verminderen van de energie voor verwarmen kan door niet meer met een minimumbuis te telen, maar alleen een minimumbuis voor vocht regeling te gebruiken. De vochtregeling wordt daarbij mede gebaseerd op geforceerde ventilatie. Dit systeem heeft zich bewezen bij Gerbera en Tomaat. Ook in het experiment met diffuus glas bij roos is zonder minimumbuis geteeld en dan zonder geforceerde ventilatie. Het weglaten van een standaard minimumbuis, die in komt ongeacht warmte vraag of vochtigheid kan energiebesparing opleveren. De scheutuitloop hoeft daarbij niet negatief beïnvloed te worden. Bij te sterke afkoeling in de uren van niet belichten kan op energie worden bespaard door de schermen maximaal te sluiten. Als de kas voldoende is afgekoeld tijdens het niet belichten kan eerst door gebruik te maken van de warmte van de belichting de kas temperatuur langzaam oplopen.

CO₂

Bij CO₂ doseren moet met twee fenomenen rekening worden gehouden. Roos reageert in fotosynthese nog steeds positief in het traject tot 1000 ppm (Schapendonk, 2005, blz 26,27). Een concentratie van 1000 ppm heeft een negatief effect op de huidmondjes opening en daarmee op de verdamping en gewastemperatuur. Bovendien vertonen planten een aanpassing aan continu hoge CO₂ concentratie. Om CO₂ dosering te beperken is voor roos te onderzoeken of de groei bij een concentratie van 700-800 ppm voldoende is.

Overige instrumenten

Naast deze directe instrumenten voor energie en CO₂ besparing zijn andere instrumenten in te zetten. Daarvoor zijn te noemen

- Koeling.
- Diffuus glas.
- Dakberegening.
- Verticale lucht beweging.
- Schermen en geforceerd ventileren.
- Ontvochtiging.

Koeling

In de zomer en de herfst zal het geregeld voorkomen dat de etmaal temperatuur in verhouding tot de lichtsom per dag te hoog is. Om de balans tussen temperatuur en licht te herstellen is het dan nodig om de temperatuur geforceerd te verlagen. Dit kan middels koeling. Hiervoor moet een kas zijn uitgerust met koelblokken en in de energievoorziening moet of een koelmachine of een warmtepomp met energieopslag zijn opgenomen. De geogoste warmte kan dan weer nuttig worden ingezet om de kas te verwarmen.

In de zomer situatie is een bijzondere vorm van koeling mogelijk door in de nacht werken met een gesloten scherm en een zeer kleine raamstand. Het kasdek zal afkoelen en de lucht in de ruimte boven het scherm zal daardoor eveneens kunnen afkoelen. Door gebruik te maken van het systeem van waarbij de lucht via smalle openingen van boven het scherm naar onder het scherm kan worden gebracht is een koelend effect onder het scherm te bereiken. Aanvullend kan mogelijk ook dakberegening worden gebruikt om het kasdek in de nacht af te koelen. Dit systeem vraagt geen investering in koelblokken en maakt gebruik van natuurlijke afkoeling van de kas. (De ervaringen tot nu toe met dit systeem bij Pannenkoek orchideeën zijn positief, daarbij wel de kanttekening dat Orchideeën bij een hogere temperatuur worden geteeld dan roos.)

Diffuus glas

Het onderzoek met diffuus glas laat zien dat dit een positief effect heeft op de groei van roos in de zomer. Diffuus glas is daarom zeker aan te bevelen bij vervolg onderzoek naar een betere rozen teelt in combinatie met energie vermindering.

Dakberegening

Het vochtig maken van de buitenzijde van een kas heeft een koelend effect op de kas in de zomer. Deze techniek is op meerdere bedrijven toegepast. Een koelere kas zal effect hebben op de gewas temperatuur, de vochtigheid in de kas en de CO₂ concentratie. De vochtigheid is gunstig voor het open houden van de huidmondjes. Huidmondjes verminderen de opening bij een te lage luchtvochtigheid. Het vochtdeficiet van de kaslucht moet daarom niet groter worden dan 10 g/m³. Bij een groter vochtdeficiet moet gekeken worden of de ventilatie niet kan verminderen om zo de vochtigheid te verhogen. Om effectief te kunnen ingrijpen zou minder ventilatie al bij een veel kleiner vochtdeficiet moeten worden ingezet. De kastemperatuur loopt daardoor wel iets op maar de werking van de huidmondjes en daarmee de opname van CO₂ blijft goed. Bovendien wordt bij een kleinere ventilatie minder CO₂ verloren.

Verticale lucht beweging

Luchtbeweging in een kas is er in principe altijd. Toch kunnen er momenten ontstaan dat de lucht beweging te gering is. Het is dan gunstig om middels verticale ventilatoren lucht beweging te forceren. Als hiervoor de zelfde ventilatoren als voor koeling worden gebruikt is een betere benutting van deze installatie mogelijk. De warmte die via de lampen op het gewas komt wordt door meer luchtbeweging gemakkelijker afgevoerd, zodat de plant temperatuur lager blijft.

Schermen en geforceerd ventileren

Bij het kopje verwarmen is al genoemd dat geforceerd ventileren kan worden ingezet om de luchtvochtigheid in een rozen gewas te beheersen. Deze techniek maakt het ook mogelijk om meer te schermen met de bestaande scherm installatie, zodat minder warmte de kas wordt ingebracht.

Uit praktijk situaties is daarbij bekend dat goed schermgebruik en geforceerd ventileren kunnen bijdragen aan een homogeen kasklimaat. Dit is in de belichte rozen teelt nog niet gebleken, maar moet wel een doel zijn dat na gestreefd wordt.

Uit het onderzoek bij Marjoland is gebleken dat schermkieren nadelig zijn voor de uniformiteit in kasklimaat. Een volledig gesloten doek is beter om uniformiteit in klimaat te bereiken.

Geforceerd ventileren kan door buitenlicht via slurven onder het gewas te brengen, maar ook door via smalle luchtkokers lucht van boven schermen onder de schermen te brengen. De overdruk die daarbij ontstaat moet via openingen in de gevel de kas kunnen verlaten. Deze openingen moeten zo zijn aangebracht dat deze niet door geveldoeken worden afgedekt.

Ontvochtiging

Koeling is genoemd als instrument voor temperatuur beheersing. Het kan ook worden ingezet om lucht te drogen. Belangrijk daarbij is wel dat de droge, koude lucht goed wordt gemengd met de warme kaslucht. Ook hierbij kan verticale luchtbeweging middels ventilatoren bijdragen.

Energie terugwinning met Regain unit

In de Venlow energie kas wordt gebruik gemaakt van Regain units om buitenlucht op gewenste kaslucht temperatuur te brengen. Bij gebruik van luchtslurven is dit een optie om warmte vraag te verkleinen. Bij gebruik van luchtkanalen door het scherm is dit niet nodig, omdat de koude lucht dan juist boven in de kas met de warmte kaslucht wordt gemengd.

Systeem integratie

Alle hierboven genoemde technieken samen moeten de instrumenten vormen die ingezet worden om gelijktijdig de energie input in een kas te verlagen en rozen van topkwaliteit te produceren. Daarbij wordt nog voorbij gegaan aan mogelijke optimalisaties in voeding, watergift en gewasbescherming.

Het teeltconcept voor roos bestaat dan uit slim belichten en combineren van SON-T met LED, op het juiste moment verwarmen, beheerst CO₂ doseren, goed schermen in combinatie met geforceerd ventileren via luchtkanalen in het scherm, dakberegening en natuurlijke koeling, lucht laten bewegen en dat alles onder een diffuus kasdek.

Het totaal resultaat kan zijn dat voor de totale energie voorziening een rozen bedrijf een geheel andere inkoop van grondstoffen zal krijgen. In plaats van de WKK komt er meer of zelfs alle elektriciteit uit het net. De CO₂ kan van een zuivere bron worden betrokken. Een dergelijk scenario zou passen in een situatie dat elektriciteit goedkoop is. CO₂ beschikbaar is vanwege de CO₂ emissie regels.

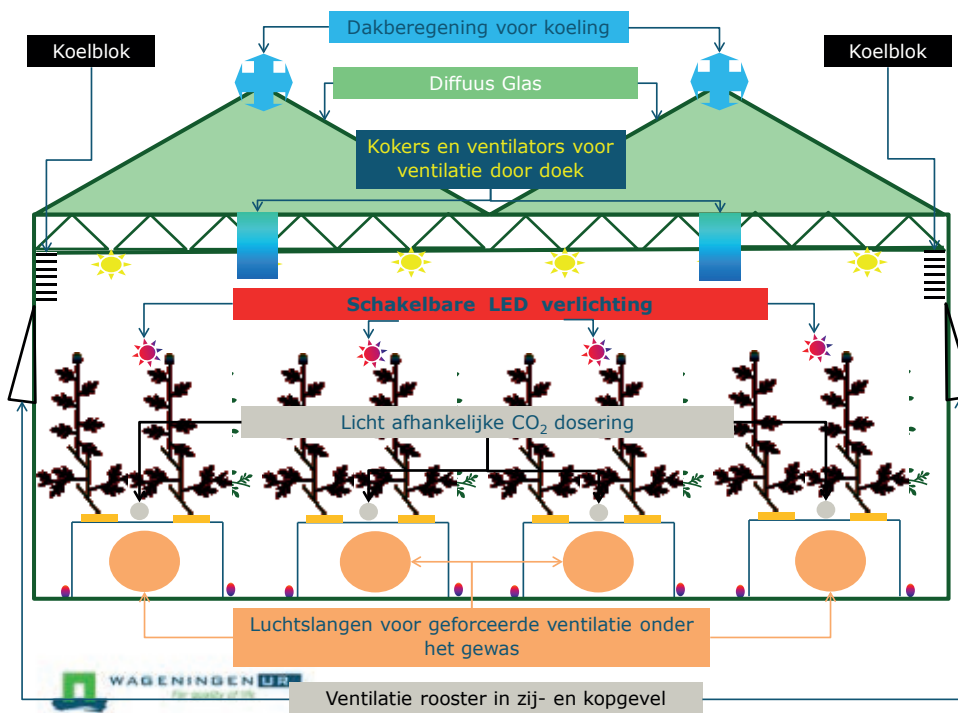
Tot slot

De in deze notitie nu genoemde ambities zijn forse uitdagingen en gaan in tegen de huidige praktijk waarin meer belichten en meer CO₂ het beste economische rendement geven. Deze notitie wil aangeven dat willen we verder komen, we moeten onderzoeken hoe we meerwaarde kunnen creëren met minder grondstoffen en dus duurzamer kunnen produceren.

Daarbij zijn er twee wegen waarlangs onderzoek nodig is. Het ene is om op kleine schaal onderzoek te doen naar de oorzaken van de vorming van afwijkende knoppen en het soms niet goed functioneren van de huidmondjes van bladeren. Voor het eerste probleem zal een inventarisatie gemaakt moeten worden van het optreden van dit fenomeen, wanneer in de ontwikkeling van de tak ontstaat het, wat is er bekend uit literatuur, wat zijn de meningen van deskundigen hierover. Het lijkt op een onjuiste strekking van boven en onderzijde van de kroonbladeren. Over het functioneren van huidmondjes is al veel bekend. Ook hiervoor lijkt in de eerste plaats een nadere inventarisatie van de beschikbare kennis en de omvang van het probleem voldoende te zijn. Daarna kan zonodig onderzoek gedaan worden in kleine afdelingen of door waarnemingen aan planten in een grote afdeling die specifiek voor een bepaald doel een behandeling krijgen.

De tweede weg is om het integrale systeem bestaande uit:

- Diffuus glas.
- Belichting met son-t en led – schakelbaar op lichtniveau buiten.
- Goede lichtdichte scherming met geforceerde ventilatie via kokers door het scherm.
- Dakberegening.
- Koeling middels koelblokken.
- Geforceerde ventilatie onder het gewas.
- Beperking inzet minimumbuis alleen op vocht.
- Licht afhankelijk CO_2 dosering met mass flow controller.



Te gaan testen in een grotere afdeling bij het IC. In de proef worden alle elementen ingebracht maar kunnen afhankelijk van de stand van het gewas en de tijd van het jaar worden ingezet. Deze innovatieve teeltwijze moet intensief door telers en onderzoek worden begeleid en waargenomen. De aanpak in twee delen past binnen de genoemde aanpak van onderzoek zoals door de landelijke commissie wordt gedragen.

Bijlage 2 Voorbeeld van een weekrapport van 2013 week 52

Rapporten zijn wekelijks gemaakt door Paul van der Nat, medewerker Improvement Centre.

Weekrapport

04 Een perfecte roos- Energie zuinig geteeld

Week 52



Opdrachtgevers: Ministerie van EZ - Productschap Tuinbouw, Wageningen UR

Uitvoerder: GreenQ Improvement Centre

Meteo

	Dag			Nacht			Elmaal			Straling	Wind
	Min	Max	Gem	Min	Max	Gem	Min	Max	Gem	ikm/dag	m/s
maandag	5,9	10,2	7,7	9,7	11,6	11,0	5,9	11,6	9,9	180,0	10,4
dinsdag	8,7	11,6	10,8	7,0	8,7	8,0	7,0	11,6	8,9	30,0	6,5
woensdag	6,6	8,2	7,5	2,4	7,5	4,1	2,4	8,2	5,2	294,0	2,8
donderdag	5,1	7,7	6,6	4,2	7,8	5,9	4,2	7,8	6,1	181,0	4,8
vrijdag	7,8	9,6	8,5	7,1	9,4	8,1	7,1	9,6	8,2	58,0	6,5
zaterdag	6,9	9,2	8,1	4,3	7,7	5,5	4,3	9,2	6,3	337,0	3,2
zondag	4,2	8,1	6,7	3,6	6,6	4,5	3,6	8,1	5,2	238,0	4,0
wk gem./tot.	4,2	11,8	8,0	2,4	11,8	8,7	2,4	11,8	7,1	1918	6,6

Klimaat

	Dag			Nacht			Elmaal			op
	Min	Max	Gem	Min	Max	Gem	Min	Max	Gem	
Afd 4 maandag	18,7	21,4	20,1	15,8	20,1	17,4	15,8	21,4	18,3	2,7
dinsdag	18,5	19,5	19,0	16,6	19,4	17,9	16,6	19,5	18,3	1,1
woensdag	18,7	21,4	20,3	16,1	19,7	17,6	16,1	21,4	18,5	2,7
donderdag	18,8	22,2	20,3	16,0	20,3	17,5	16,0	22,2	18,4	2,8
vrijdag	18,6	20,8	19,2	16,4	19,6	17,8	16,4	20,8	18,3	1,4
zaterdag	18,5	22,3	20,6	16,2	20,0	17,7	16,2	22,3	18,6	2,9
zondag	18,5	22,1	20,1	16,3	19,7	17,3	16,3	22,1	18,3	2,8
wk gem./tot.	18,6	22,3	19,9	16,8	20,8	17,8	16,8	22,3	18,4	2,5

	Gem RV (%)			Gem VD (g/m3)			Gem co2 (ppm)			Co2 Dos
	dag	nacht	elmaal	dag	nacht	elmaal	dag	nacht	elmaal	g/m2
Afd 4 maandag	83,0	84,0	84,5	2,9	2,4	2,5	1017	750	836	223,4
dinsdag	83,0	83,0	83,5	2,7	2,7	2,7	942	767	824	213,0
woensdag	83,0	82,0	82,5	3,0	2,7	2,8	974	801	857	172,5
donderdag	84,0	82,0	83,5	2,9	2,7	2,7	991	804	866	161,9
vrijdag	84,0	83,0	83,5	2,7	2,7	2,7	991	775	846	174,6
zaterdag	83,0	82,0	82,5	3,0	2,7	2,8	961	799	852	188,1
zondag	83,0	81,0	82,5	2,9	2,7	2,8	1016	809	877	152,4
wk gem./tot.	83,3	82,4	83,2	2,8	2,7	2,7	986	788	861	1288

	PAR mol/m2			Groeilicht J/cm2			Belichting			
	dag	nacht	elmaal	dag	nacht	elmaal	streng 1	streng 2	streng 3	LED
Afd 4 maandag	7,7	7,3	15,0	804	1013	1818	17,4	17,0	17,7	17,5
dinsdag	6,3	7,3	13,6	809	1009	1820	17,4	17,7	17,1	17,5
woensdag	8,3	7,3	15,6	810	1007	1819	17,4	17,0	17,7	17,5
donderdag	8,1	7,3	15,3	812	1005	1819	17,4	17,7	17,1	17,5
vrijdag	6,5	7,2	13,8	816	1000	1817	17,4	17,0	17,7	17,5
zaterdag	8,5	7,2	15,6	819	997	1818	17,4	17,7	17,1	17,5
zondag	8,0	7,2	15,2	821	996	1819	17,4	17,1	17,7	17,5
wk gem./tot.	7,8	7,3	14,9	813	1004	1819	121,8	121,3	121,9	122,2

Schermen

	Doek 1		doek 2		Doek 5	
	dag	oem.	dag	oem.	dag	oem.
Afd 4 maandag	0,0	0,0	8,9	8,9	2,0	2,0
dinsdag	0,0	0,0	8,9	17,8	1,0	3,0
woensdag	0,0	0,0	8,9	26,6	11,3	14,3
donderdag	0,0	0,0	8,9	35,5	10,3	24,6
vrijdag	0,0	0,0	8,8	44,3	4,0	28,6
zaterdag	0,0	0,0	8,8	53,2	7,9	36,4
zondag	0,0	0,0	8,9	62,0	12,0	48,4
wk gem./tot.	0,0	0,0	8,9	62,0	6,9	48,4

Water

	Watergift			Opname		Drain		
	l/m2	EC	PH	l/m2	l/m2	EC	PH	%
Afd 4 maandag	6,4	1,8	5,2	3,1	3,3	2,9	5,9	52,1
dinsdag	6,4	1,8	5,2	2,9	3,5	2,9	5,9	54,7
woensdag	6,4	1,8	5,2	3,3	3,1	2,8	6,0	48,4
donderdag	7,1	1,8	5,2	3,6	3,6	2,8	5,9	49,9
vrijdag	6,4	1,8	5,2	3,0	3,5	2,9	5,9	53,8
zaterdag	6,4	1,8	5,2	3,0	3,4	2,9	5,9	53,2
zondag	6,4	1,8	5,1	3,2	3,3	2,8	5,8	50,6
wk gem./tot.	6,6	1,8	5,2	3,1	3,4	2,8	6,0	61,8

Energie

	Week start	201348	201347	201348	201349	201360	201361	201362
Meterstand warmte	1027,1	1230,7	1230,8	1230,9	1231	1231,1	1231,1	1231,3
Warmte GJ		0,40	0,10	0,10	0,10	0,10	0,00	0,20
CUM GJ		203,60	203,70	203,80	203,90	204,00	204,00	204,20
CUM per M2 MJ/M2		201,98	202,08	202,18	202,28	202,38	202,38	202,58
Meterstand durven	3396,2	3530,7	3558,7	3587,1	3621,8	3661,4	3696,8	3735,1
Sturven GJ		33,10	28,00	28,40	34,70	39,60	35,40	38,30
CUM GJ		144,50	172,50	200,90	235,60	275,20	310,60	348,90
CUM per M2 MJ/M2		143,35	171,13	199,31	233,73	273,02	308,13	346,13
Meterstand koud	3184,1	5578	5578	5578	5578	5578	5578	5578
Koud GJ		0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
CUM GJ		666,90	666,90	666,90	666,90	666,90	666,90	666,90
CUM per M2 MJ/M2		661,61	661,61	661,61	661,61	661,61	661,61	661,61
Meterstand Elektra	53683	59873	59979	60083	60351	60676	61031	61399
Elektrotoelaf kWh		92,00	106,00	104,00	268,00	325,00	355,00	368,00
CUM kWh		6190,00	6296,00	6400,00	6668,00	6993,00	7348,00	7716,00
CUM per M2 kWh/M2		6,14	6,25	6,35	6,62	6,94	7,29	7,65
Meterstand LED	0	32478	34429	36390	38376	40304	42251	44240
LED kWh		1878	1951	1961	1986	1928	1947	1989
CUM kWh		57409	59360	61321	63307	65235	67182	69171
CUM per M2 kWh/M2		56,95	58,85	60,83	62,80	64,72	66,65	68,62
Meterstand SonT 1	0	118441	125926	133389	140982	148227	155571	163061
Meterstand SonT 2	0	119496	127039	134642	142364	149816	157432	165219
SonT kWh		14003	15028	15066	15315	14697	14960	15277
CUM kWh		237937	252965	268031	283346	298043	313003	328280
CUM per M2 kWh/M2		236,05	250,96	265,90	281,10	295,68	310,52	325,67

Productie

Bed 6 t/m 9

week	43	44	45	46	47	48	49	50	51	52
Aant. Stengels	1562	1278	1335	1455	1225	1001	678	960	1278	1394
Stengels/m ²	6,26	5,12	5,35	5,83	4,91	4,01	2,72	3,85	5,12	5,58
Cum. stengels/m ²	118,40	123,52	128,87	134,70	139,60	143,61	146,33	150,18	155,30	160,88
kg	86,7	74,3	81,5	88,7	72,9	63,9	42,5	60,7	79,2	88,0
kg/m ²	0,35	0,30	0,33	0,36	0,29	0,26	0,17	0,24	0,32	0,35
Cum. kg/m ²	7,37	7,67	8,00	8,35	8,64	8,90	9,07	9,31	9,63	9,98
Gm. st. gewicht gram	55,5	58,1	61,0	61,0	59,5	63,8	62,7	63,2	62,0	63,1

Bed 2

week	43	44	45	46	47	48	49	50	51	52
Aant. Stengels	343	345	337	350	315	223	196	170	242	370
Stengels/m ²	5,60	5,53	5,40	5,61	5,05	3,57	2,90	2,72	3,88	5,93
Cum. stengels/m ²	118,06	123,59	128,99	134,60	139,65	143,22	145,72	148,45	152,32	158,25
kg	18,2	18,7	18,6	20,2	18,0	13,5	9,6	10,5	14,4	22,1
kg/m ²	0,29	0,30	0,30	0,32	0,29	0,22	0,15	0,17	0,23	0,35
Cum. kg/m ²	7,22	7,52	7,82	8,14	8,43	8,65	8,80	8,97	9,20	9,56
Gm. st. gewicht gram	53,1	54,1	55,1	57,8	57,3	60,5	61,6	61,8	59,6	59,8

Bed 13

week	43	44	45	46	47	48	49	50	51	52
Aant. Stengels	236	208	306	402	320	205	138	147	131	226
Stengels/m ²	3,78	3,33	4,90	6,44	5,13	3,29	2,21	2,36	2,10	3,62
Cum. stengels/m ²	111,22	114,55	119,46	125,90	131,03	134,31	136,52	138,88	140,98	144,60
kg	13,3	12,0	18,2	23,4	18,6	12,8	8,5	9,1	8,1	14,6
kg/m ²	0,21	0,19	0,29	0,37	0,30	0,21	0,14	0,15	0,13	0,23
Cum. kg/m ²	6,79	6,98	7,27	7,65	7,95	8,15	8,29	8,44	8,57	8,80
Gm. st. gewicht gram	56,1	57,7	59,5	58,2	58,2	62,6	61,3	62,2	62,1	64,4

Metingen na sorteren

week	43	44	45	46	47	48	49	50	51	52
% A	85%	90%	92%	93%	84%	87%	85%	89%	88%	82%
% B	15%	10%	8%	7%	16%	13%	15%	11%	12%	18%
Gem. lengte cm	65,6	63,9	67,2	69,0	68,5	72,5	71,0	71,7	70,8	69,8
Gem. dikte mm	6,5	6,1	6,4	6,6	6,4	6,5	6,9	6,7	6,7	6,8
Gem. talgew. L90 kg						0,075	0,078	0,078	0,077	0,083
Gem. talgew. L80 kg	0,067	0,080	0,074	0,071	0,066	0,061	0,067	0,067	0,064	0,071
Gem. talgew. L70 kg	0,061	0,073	0,061	0,058	0,060	0,053	0,058	0,058	0,060	0,063
Gem. talgew. L60 kg	0,050	0,058	0,056	0,051	0,048	0,046	0,051	0,051	0,048	0,054
Gem. talgew. L50 kg	0,043	0,049	0,049							
Knophoogte L90 mm						57	59	59	60	59
Knophoogte L80 mm	54	58	60	52	57	54	55	55	59	56
Knophoogte L70 mm	52	57	56	52	54	50	52	52	57	56
Knophoogte L60 mm	48	55	52	47	52	49	51	51	55	54
Knophoogte L50 mm	47	53	51							

Bijlage 3 Draaihart en bolletjes bij Red Naomi!

Auteur: Mary Warmenhoven

Draaihart

Figuur 1 toont een draaihart bij Red Naomi. De eerste circa 30 blaadjes zitten netjes gelijkmatig verdeeld aan de bloembodem vast, de bloemblaadjes hebben ook ongeveer de zelfde grootte en vorm (Figuur 2). Het formaat van de bloemblaadjes meent geleidelijk af. Daarna stuit je op twee blaadjes die in een hoek van 90° tegen elkaar aan liggen (Figuur 3). Verder valt op dat de bloemblaadjes niet meer mooi verdeeld op de bloembodem staan maar dichter bij elkaar zoals te zien is in Figuur 4.

De bloemblaadjes die volgen zijn kleiner en hebben ook min of meer een hoek van 90°. En aan het einde zijn de bloemblaadjes duidelijk misvormd (Figuur 5).



Figuur 1 Draaihart.

Voor de meeldraden en stampers is minder plaats t.o.v. een 'normale' bloem (Figuur 6).

Het aantal bloemblaadjes loopt op tot circa 65 -70 stuks in bloemen met een draaihart. In een 'normale' bloem zijn dat er 50-55 stuks.



Figuur 2 Bloemblaadjes van gelijke vorm.



Figuur 3 Twee bloemblaadjes met hoek van 90°.



Figuur 4 Bloemblaadjes dicht bij elkaar.



Figuur 5 Misvormde bloemblaadjes.



Figuur 6 Links meeldraden en stampers van bloem met draaihart en rechts van 'normale' Bloem.

Bolletjes

Figuur 7 toont een bolletje bij Red Naomi.

De eerste circa 20 - 40 blaadjes zitten netjes gelijkmatig verdeeld aan de bloembodem vast, de bloemblaadjes hebben ook ongeveer de zelfde grote en vorm (Figuur 8). Het formaat van de bloemblaadjes neemt geleidelijk af. Daarnaast loopt het aantal bloemblaadjes op tot circa 30 -65 stuks in bloemen met een bolletje. In een 'normale' bloem zijn dat er circa 35-50 stuks.



Figuur 7 Bolletje.

Naar mate meer naar het hart van de bloem komt gaan de blaadjes meer bol staan en zijn aan het eind ook misvormd (Figuur 9). Dan stuit het bolletje, deze blaadjes hebben allen de neiging om zich naar binnen te vouwen waardoor het effect van een bolletje ontstaat (Figuur 10). In tegen stelling tot de bloemblaadjes van de draaihart bloem blijven hier alle bloemblaadjes wel regelmatig verdeeld over de bloembodem.

Het aantal bloemblaadjes in bloemen met een bolletje komt redelijk overeen met die van 'normale bloemen'.



Figuur 8 Bloemblaadjes van gelijk vorm.



Figuur 9 Bloemblaadjes krijgen steeds meer bolling.



Figuur 10 Bol bloemblaadje.

Bijlage 4 Monitoring the health conditions of a rose crop with micro-moni-PAM sensors

Author : E. Gorbe Sanchez

Introduction

The photosynthetic apparatus is very sensitive to plant health, which largely depends on the environmental conditions surrounding the plant. These conditions fluctuate often. For example, common greenhouse practices such as the use of screen or artificial light modify plant environment. And these fluctuations result in changes of plant photosynthetic activity. Therefore, monitoring of photosynthesis can reveal how optimal the new environmental conditions resulting from changes on greenhouse management are for plants.

Photosynthesis is typically measured by gas exchange as the uptake of CO₂. However, this measurement is time-consuming and difficult to be used for long-term monitoring. Chlorophyll fluorescence (CF) measures the activity of the photosynthetic apparatus indirectly at different functional levels (e.g. processes at pigment level, primary light reaction, electron transport reaction, slow regulatory process, etc.). It is non-intrusive and fast, so it is practical for long-term monitoring of photosynthesis.

The objective of this work was to understand the effect of artificial light and screen management on rose plants, through the measurement of chlorophyll fluorescence.

Material and methods

The photosynthetic activity of rose plants was monitored with micro-moni-PAM sensors from 18th July to 26th August 2014. Micro-moni-PAM (Gademann Instruments GmbH) is an experimental PAM fluorometer which is intended for the online long-term monitoring of photosynthetic activity (Figure 1). We used 3 sets of 8 sensors per set, each one for a different leaf type. Set 1 was placed in 8 leaves of bent shoots, set 2 was placed in 7 bottom leaves of flower shoots (because one sensor was broken), and set 3 was placed in 8 top leaves of flower shoots (Figure 2). Set 2 gave many errors due to the absence of one of the sensors, so we did not use its data. From set 3, four sensors were placed in green mature flower shoots and the other four were placed in red immature flower shoots. The sensors remained in the same leaf during c.a. 5 days, and then we changed them to another leaf. For data analysis, the days when the sensor was changed were not considered. In addition, data showing errors such as peaks were also not used for the analysis.



Figure 1 Micro-moni-PAM sensor (Gademann Instruments GmbH) placed in a leaf of a rose plant during the experiment.

Saturating pulses were supplied every 15 minutes during day-time and every 2 hours during night-time. Electron transport rate through PSII (ETR) was calculated as:

$$ETR = \Phi_{PSII} \times PAR \times 0.84 \times 0.5 \quad (\text{Eq. 1})$$

where Φ_{PSII} is the operating PSII quantum efficiency in light-exposed leaves, PAR is incident PAR also measured by the micro-moni-PAM sensors, and 0.84 and 0.5 are the assumed constants of leaf absorption and the ratio between light absorption of photosystems II and I, respectively.

With the data of ETR and PAR of the whole experiment, light response curves of ETR were calculated to understand the functioning of the photosynthetic apparatus under increasing irradiances. As for CO_2 uptake, ETR increases linearly with light intensity, until it reaches a maximum. This happens when the capacity of all electron sinks (carbon fixation, photorespiration, nitrate assimilation, Mehler reaction) is reached.

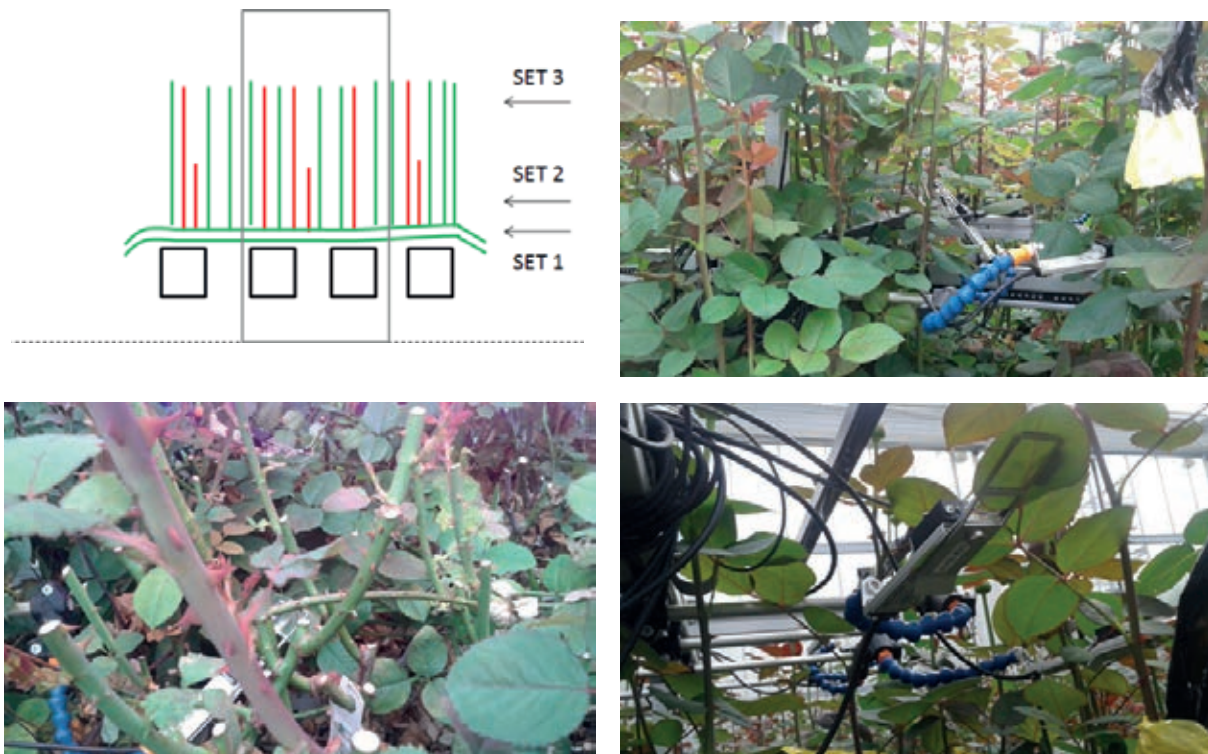


Figure 2 Position of the 3 sets of micro-moni-PAM sensors in the rose crop. (a) Set 1 was placed in leaves of bent shoots, (b) set 2 was placed in bottom leaves of flower shoots, and (c) set 3 was placed in top leaves of flower shoots.

The crop looked healthy and showed no symptoms of stress. In order to discriminate between optimal and suboptimal conditions, a model of potential ETR was calculated. For that aim, the 10 % top ETR values for each PAR level were selected. These data were fitted to the Farquhar-von Caemmerer-Berry model (Eq. 2) as function of PAR, by using the solver tool of Excel.

$$ETR(PAR, ETR_{max}, Q_2, m) := \frac{(Q_2 \cdot PAR + ETR_{max}) - \sqrt{(Q_2 \cdot PAR + ETR_{max})^2 - 4 \cdot Q_2 \cdot PAR \cdot ETR_{max} \cdot m}}{2 \cdot m} \quad [1] \quad (\text{Eq. 2})$$

where ETR_{max} , Q_2 and m represent the maximum rate of electron transport, the maximum fraction of incident quanta that could be utilized in electron transport, and the curvature factor, respectively.

A 95 % confidence interval (C.I.) for the prediction was calculated in segments of constant residual variance, being larger for higher PAR (Eq. 3). Suboptimal values were defined as values of ETR falling beyond the lower limit of ETR given by the 95 % C.I. (Figure 3).

$$C.I. = ETR(PAR, ETR_{max}, Q_2, m) \pm 2 \cdot SD_{res} \quad (Eq. 3)$$

where $ETR(PAR, ETR_{max}, Q_2, m)$ is the predicted value according to Eq. 1, and SD_{res} is the standard deviation of the residuals.

Greenhouse climatic conditions such as temperature of shoot and root environment, relative humidity (RH), vapour pressure deficit (VPD) and CO_2 concentration, and the status of the screen (% opening) and artificial lighting (on/off and kW used) were recorded every 15 minutes, in parallel with the CF data. Artificial lighting was supplied in two ways: top lighting by SonT lamps and interlighting by Red/Blue LEDs.

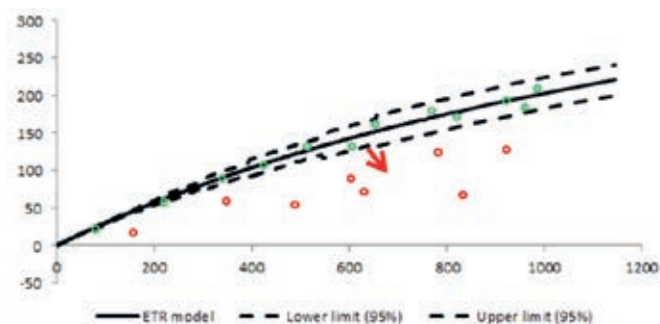


Figure 3 Approach used to assess if conditions are suboptimal. This is an example of a model of potential ETR showing confidence intervals (95 %). Green values are considered optimal since they fall within the boundaries of the C.I. Red values are considered suboptimal because they fall beyond the lower limit of the C.I.

Results and discussion

Models of potential ETR

Models were similar for all leaf types until c.a. $300 \mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$, although the C.I. was larger for bent shoots. From $300 \mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$ onwards, potential ETR was lower for bent shoots. Top leaves of flower shoots had the same potential ETR until c.a. $1000 \mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$. From that intensity onwards, potential ETR was lower for immature flower shoots (Figure 4).

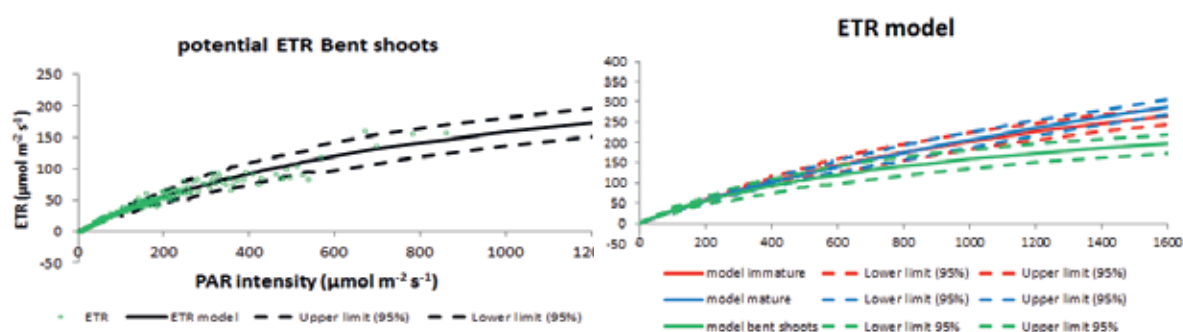


Figure 4 Models of potential ETR as function of incident PAR. (a) Model of potential ETR and 95 % confidence intervals (C.I.) for the leaves of bent shoots. Green dots are the 10 % top ETR values selected for each PAR level to calculate the model. (b) Models and C.I. of bent shoots and of top leaves of mature and immature flower shoots.

Suboptimal events during the experiment

Considering all events in which CF was measured in the leaves during the experiment (that is, one event every 15 min during the day and every 2 h during the night) about 27 % were found to be under suboptimal conditions, which means that fell beyond the lower limit of their correspondent C.I. However there were differences among leaf types (Figure 5). The lowest percentage of suboptimal events during the experiment was observed in top leaves of mature flower shoots (21.6 %), and the highest on the immature (32 %). In addition, 27.7 % of events measured in bent shoots during the experiment were assessed as suboptimal. Top leaves of immature flower shoots were therefore the most sensitive to suboptimal conditions. This result affects the selection of the leaf to monitor when the aim is managing the crop in function of plant signals. For risk-averse management strategies, immature leaves should be the ones to monitor.

More important than knowing how many suboptimal events occurred during the experiment is knowing when they happened. Figure 6 shows the percentage of suboptimal events relative to all events measured in the experiment at a certain time during the 24-h cycle. In general, this percentage was increasing during the day, and reached a maximum between 16.00-19.00 h, when almost half events measured were suboptimal in all leaf types. This critical period started earlier in leaves of bent shoots and leaves of immature flower shoots.

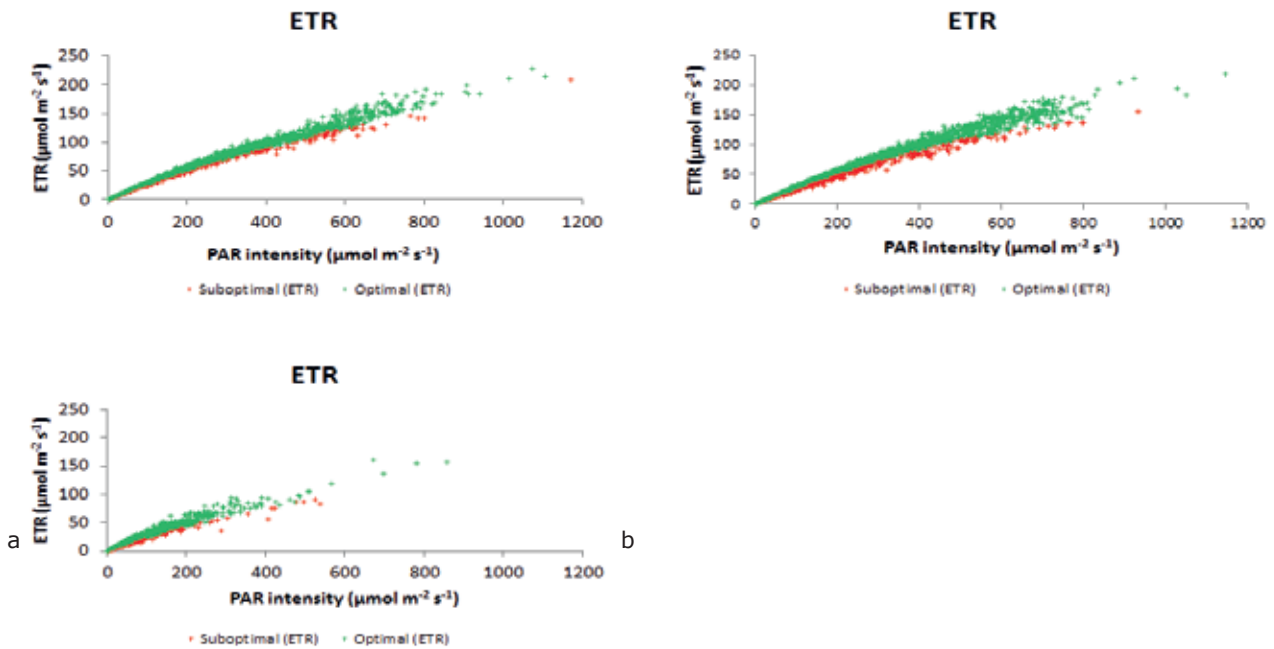


Figure 5 Optimal and suboptimal events measured during the experiment in (a) top leaves of mature flower shoots, (b) top leaves of immature flower shoots, and (c) leaves of bent shoots.

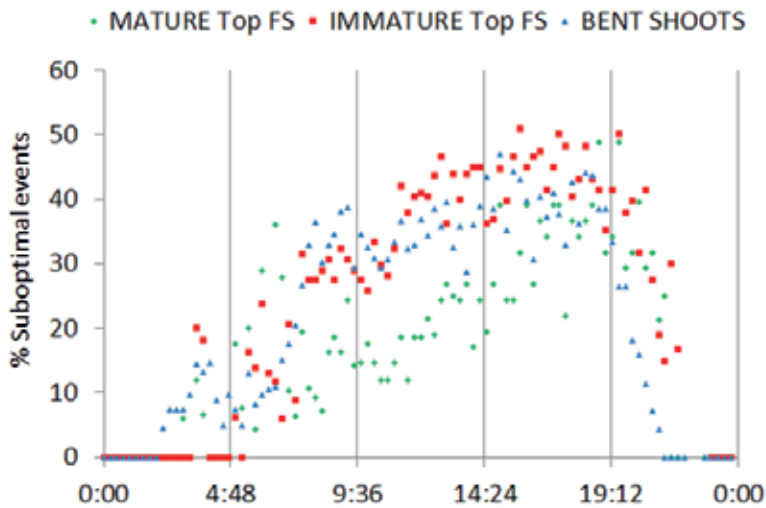


Figure 6 Timing of suboptimal events during the day in top leaves of mature (green) and immature (red) flower shoots, and in the leaves of bent shoots (blue). Values are calculated as the percentage of suboptimal events relative to all events measured in the experiment at a certain time during the 24-h cycle.

The percentage of suboptimal events was to some extent proportional to incident PAR in leaves of bent shoots and immature leaves of flower shoots. However, the link was less clear in mature leaves of flower shoots. Leaves of bent shoots had the highest record of suboptimal conditions under artificial lighting, and were the first to recover in the evening. It is important to observe that these leaves had similar percentage of suboptimal events than the other leaf types but under much lower absolute PAR intensities (Figure 7).

Cause of suboptimal events

It is difficult to know the *cause* of suboptimal events since the data set is too short, but the comparison of the 24-h pattern of suboptimal events with the average pattern of climate conditions in the greenhouse can give some ideas (Figure 8). The coefficient of determination of the linear regression between the percentage of suboptimal events and several climatic parameters can be seen in table 1 for different leaf types. The correlation was weaker for mature leaves of flower shoots. The parameter that was more closely correlated with the percentage of suboptimal events was root and shoot temperature.

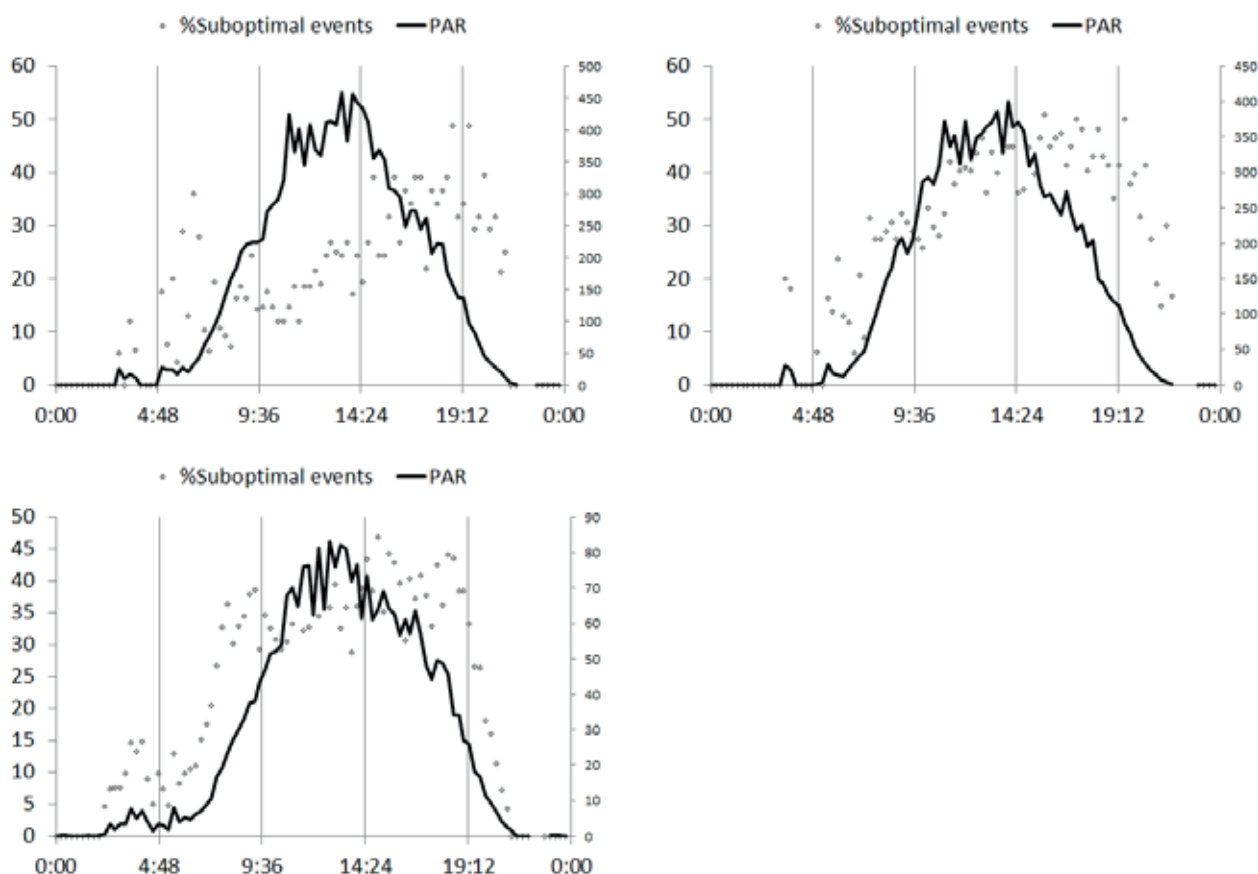


Figure 7 Percentage of suboptimal events during the 24-h cycle and average PAR during the experiment at (a) top leaves of mature flower shoots, (b) top leaves of immature flower shoots, and (c) leaves of bent shoots.

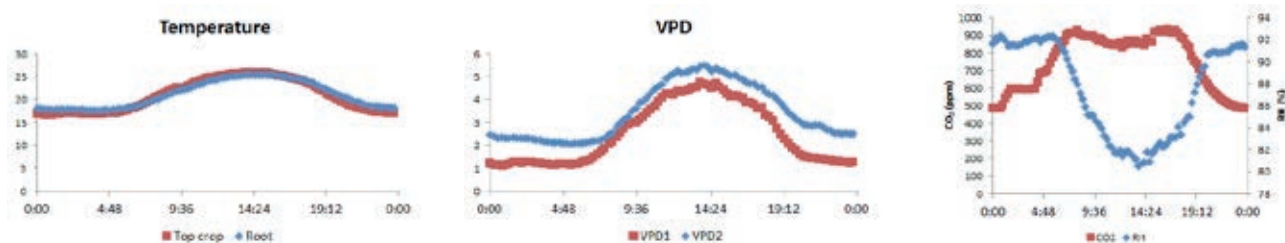


Figure 8 Average pattern of greenhouse climate parameters during the experiment: (a) top crop and root temperature, (b) VPD measured with two sensors, and (c) CO₂ concentration and RH.

Table 1

Coefficient of determination (R^2) of the linear regression between the percentage of suboptimal events and several climatic parameters in different leaf types.

	CO ₂ concentration	RH	Temperature top crop	Temperature roots	VPD
Top leaves of mature flower shoots	0.33	0.30	0.40	0.46	0.32
Top leaves of immature flower shoots	0.53	0.69	0.78	0.81	0.69
Leaves of bent shoots	0.76	0.78	0.83	0.78	0.70

a *Effect of screen management on plant performance*

The screen was closed above 475 W/m² global radiation and opened below 425 W/m². Due to summer conditions, it became closed almost every day during the experiment (Figure 9), but considering the 24-h cycle, it was open most of the time (Table 2). There was a higher number of suboptimal events when screen was open, related to higher frequency of open events during the experiment. This means that there was not a specific management of the screen that led to suboptimal conditions.

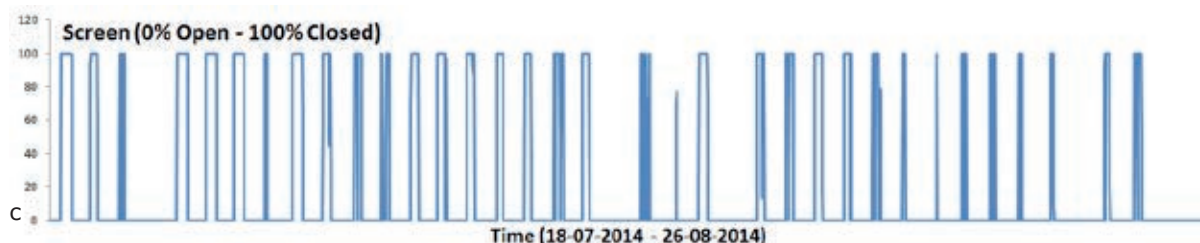


Figure 9 Screen management during the experiment.

Table 2

Frequency of events during the experiment with the screen in different positions, and percentage of suboptimal events occurring in those positions.

	Frequency of events during the experiment	% Suboptimal events		
		Top leaves of mature flower shoots	Top leaves of immature flower shoots	Leaves of bent shoots
Open	69.6 %	13.7 %	21.9 %	19.1 %
Closed	27.9 %	7.3 %	9.5 %	7.7 %
Moving	2.5 %	0.6 %	0.9 %	1.14 %

Figure 10 shows the 24-h pattern of suboptimal events and the average pattern of the screen management during the experiment. Soon after the closure of the screen, suboptimal conditions increased. On the other hand, after the screen opened there was still high percentage of suboptimal conditions during several hours. So two questions arise:

- Can the increase in suboptimal conditions during the morning be related to screen closure?
Probably not. In principle, a higher radiation increases the likelihood of suboptimal conditions. This implies that keeping the screen open may lead to higher probability of plant stress.
- Would a longer closure of screen in the evening contribute to reducing suboptimal conditions between 16.00-19.00?
When plants are under suboptimal conditions, the level of light that they can handle is lower. So probably, keeping the screen closed may result in better conditions for plants in that period of the day. However, this reduction of PAR may reduce net photosynthesis and therefore plant growth. CO₂ uptake will be higher at higher PAR if stomata keep open and if there is no photoinhibition, i.e. if the light absorbed is mainly used for photochemistry and not dissipated as heat for photoprotection. Therefore, based on these results, we suggest to do light response curves of photosynthesis in rose plants between 4-7 pm to find out which is the actual assimilation at different PAR levels.

Effect of artificial lighting on plant performance

Artificial light was switched on, in average, from 1 am to 6 pm, although the strategy was not the same during all the experiment (Figure 11). There were days when artificial light was not used, and this resulted in a higher number of events measured when lights were switched off (Table 3). There was a higher number of suboptimal events when lamps were switched off, related to higher frequency of these events during the experiment. As for screen management, this means that there was not a specific lighting strategy that provoked suboptimal conditions.

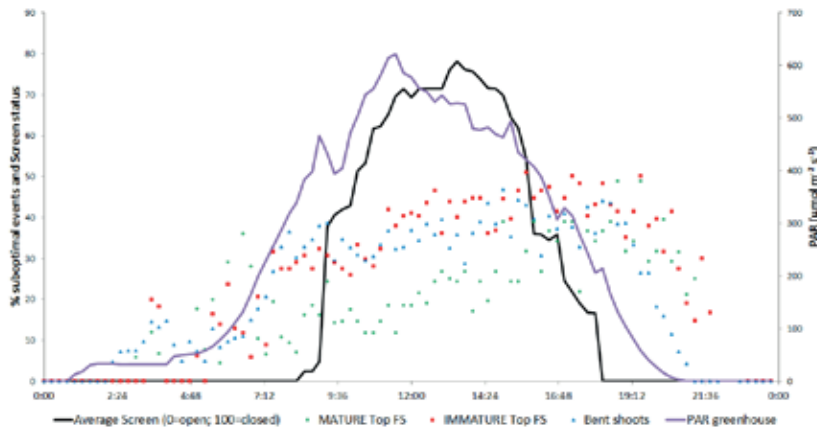


Figure 10 24-h pattern of suboptimal events in different leaf types, of average screen management and of average PAR during the experiment.

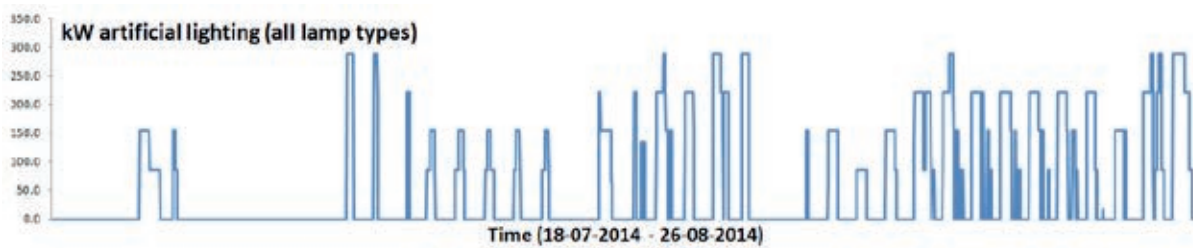


Figure 11 Management of artificial light during the experiment.

Table 3

Frequency of events during the experiment with different combinations of lamps on and off, and percentage of suboptimal events occurring at every combination.

	SonT1	SonT2	LED	Frequency of events during the experiment	% Suboptimal events		
					Top leaves of mature flower shoots	Top leaves of immature flower shoots	Leaves of bent shoots
0-0-0				78.6 %	17.5 %	22.5 %	18.75 %
0-1-0		ON		0.1 %	0 %	0.02 %	0.02 %
0-0-1			ON	9.6 %	1.5 %	3.3 %	3.63 %
1-0-1	ON		ON	2.5 %	0.5 %	1 %	1.89 %
0-1-1		ON	ON	3.9 %	1.1 %	1.9 %	1.7 %
1-1-1	ON	ON	ON	5.2 %	1 %	3.3 %	1.95 %

Figure 12 shows the 24-h pattern of suboptimal events and of the average lamp status (on/off). The main question that arises here is the usefulness of artificial lighting (mainly LED interlighting) during the critical period between 4-7 pm. If plants cannot handle light optimally during that period, it does not seem useful to add extra light. So based on these results, we suggest to consider switching off the lamps after 4 pm.

Assessment of the micro-moni-PAM sensors

The sensors used to monitor chlorophyll fluorescence during the experiment are prototypes. This implies that they gave sometimes problems derived from being still experimental. For example, set 2 was not usable for the amount of errors that were measured during the experiment. Later, we realised that the errors were due to the fact of not having all sensor heads connected to the system. In addition, there were bugs in the software that affected sometimes the online visualization. Also, data analysis was very time-consuming. After some adjustments, the data downloading protocol was improved, but more improvements are needed in the software to increase the usefulness of these sensors.

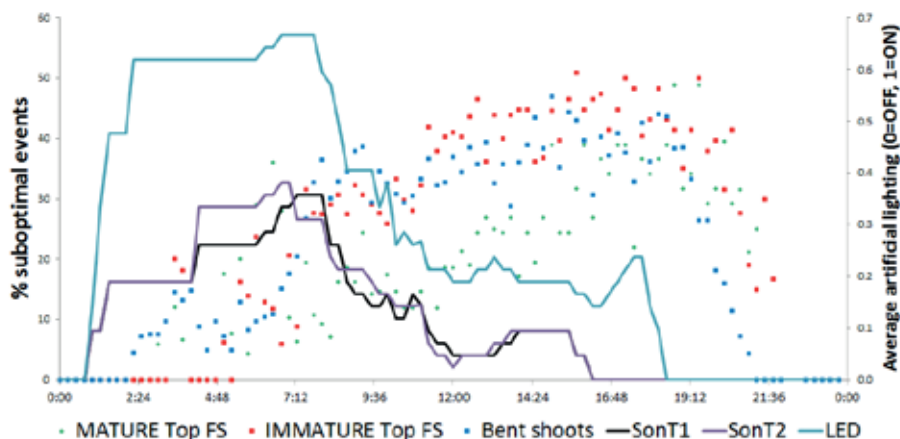


Figure 12 24-h pattern of suboptimal events in different leaf types and of the average lamp status during the experiment.

Sensors have to be fixed to the leaves through clips. This modifies the natural environment of the leaf, and affects photosynthesis after some days. Sensors should be moved to other leaves before problems arise, which cost time. In addition, the thorns of the rose crop made this task even more difficult (Figure 1 and 2). The system needs long cables for power and internet connection, and there is one computer per set. This results in a complex structure to place in a greenhouse. An interesting improvement may be to make it wireless. The protocol of calculating the potential ETR should be improved. The approach suggested in this work gives a good estimation of the potential ETR but it involves too much time in data processing. The alternative can be the measurement of light response curves of ETR with long steps during the night or early morning. This should be tested in the future to define a reliable protocol.

In spite of the abovementioned drawbacks, the micro-moni-PAM sensors are very useful for research. The measurements are done automatically and from the distance, which saves time. It includes many sensor heads to monitor up to 24 plants, which makes it relatively representative for the whole crop. They can monitor the crop during a long time and give relevant information about plant conditions. For example, the results obtained in this experiment have given some interesting ideas for future research (see below), which shows their usefulness. However, some improvements need to be done to make them more practical.

Conclusions

Monitoring the health conditions of a rose crop with micro-moni-PAM sensors in this experiment have led to the following conclusions:

- Potential ETR at low light intensity was similar among different rose leaf types. However, at high light intensity, potential ETR was lower in leaves of bent shoots and higher in top leaves of mature flower shoots.
- Leaves of immature flower shoots were the most sensitive to suboptimal conditions. When using the micro-moni-PAM sensors for taking decisions on crop management based on plant signals, these leaves should be monitored if it is desired to be on the safe side.
- The critical period of the day registering most suboptimal conditions was during 4-7 pm.
- The cause of suboptimal conditions cannot be known from this experiment, but results point to a high root and shoot temperature.
- Suboptimal conditions were not related to a specific management of the screen or artificial light.
- From these results it may be considered whether a longer closure of screen in the evening will contribute to reducing suboptimal conditions in the critical period. To answer this question, the actual assimilation during this period at different irradiances should be measured.
- Based on these results, the strategy of supplying LED interlighting during the critical period should be reassessed.
- Micro-moni-PAM sensors are useful for long-term online monitoring of plant health conditions. They can help on answering interesting research questions. However, they are not very practical at the moment since too much time should be invested in data processing and error detection/solution. Thus, some improvements need to be made in the software for their future utilization.

Bijlage 5 Overzicht van nieuws items en artikelen

Verschenen op RoosNet:

- Vandaag in Bleiswijk: Energiek2020 Event (Tuinbouw Communicatie, 18/04/2013).
- GreenQ beproeft besparingen bij roos (Tuinbouw Communicatie , 23/05/2013).
- Spelen met lichtniveau bij perfecte roos (Tuinbouw Communicatie, Ellis Langen, 27/08/2013).
- Inloopmiddag project de perfecte roos (Tuinbouw Communicatie , 19/09/2013).
- Veel belangstelling voor De Perfecte Roos (Tuinbouw Communicatie, 01/10/2013).
- Sector uit zorgen bij Arie Slob (GreenQ, 13/12/2013).
- Ontwikkelingen project 'Perfecte Roos' (LTO Groeiservice, 20/02/2014).
- Verslag 'perfecte Roos' week 9 (04/03/2014).
- Gewas Perfecte roos is Groeizaam (LTO Groeiservice, 14/3/2014).
- Veel minder warmte ingezet bij Perfecte Roos (Wageningen UR, 06/06/2014).

Verschenen op lighting.philips.com

- Start onderzoek De Perfecte Roos (Jacco Strating, maart 2013).
http://www.lighting.philips.com/main/shared/assets/downloads/pdf/horticulture/nl/2013-03_GTT_Start-onderzoek-de-perfecte-roos-IC.pdf
- Hybride systeem voor het kweken van perfecte rozen (7 aug 2013).
- Tuinen bij GreenQ werken aan een perfecte roos (Florentine Jagers, oktober 2013).

Verschenen op flowerweb.com

- Een perfecte roos, energiezuinig geteeld.

Verschenen op Wageningen UR nieuws

- Energiezuinig, perfecte rozen telen (A. de Gelder, 9 januari 2014).

Verschenen op tuinbouw.nl/nieuws

- Zoeken naar balans bij de Perfecte Roos (5-11 2013).

Verschenen bij greenq.nl/improvement-centre

- Spelen met lichtniveau bij perfecte roos (bron RoosNet).

Verschenen in het Vakblad voor de Bloemisterij

- Energiezuinig op zoek naar perfecte roos. (Hans Neefjes, 11, 2013).
- Rozenteelt haalt alles uit de kast (40, 2013).
- Meer perfectie gewenst bij rozenproef (40, 2013).
- Roos groeit prima in proefproject.

Verschenen in Onder Glas

- Rodenburg, J. , 2014. Vocht verlagen met warmtewisselaar en luchtbehandelingskast : onderzoek vochtbeheersing in roos. Onder Glas 11(3): 44-45.
- Velden, P. van, 2015 ' Rozen telen is altijd een beetje de handrem gebruiken' : perfecte roos nog lang niet perfect. Onder Glas 12 (4): 26-27.
- Velden, P. van, 2014. 'Milder klimaat doet rozen goed en verhoogt productie' : tweede jaar onderzoek naar 'De perfecte roos', Onder Glas 11(10):47.
- Velden, P. van, 2013. Eerste ervaringen "De perfecte roos" : "Alles is gericht op de juiste balans vinden" Onder Glas 10 (11):57.
- Bouwman-van Velden, P., 2013. 'De chemie van de groep moet het beste resultaat opleveren' : Van den Nouweland en Van der Knaap over eerste snee. Onder Glas 10(6/7):39.

Reduce moisture with heat exchanger and air handling unit : research on moisture control in roses

Rodenburg, J. ; Gelder, A. de (2015)

In Greenhouses : the international magazine for greenhouse growers 2015 (2). - p. 46 - 47.

Verschenen op Energiek2020

- Van gerbera naar roos bij GreenQ (Samenwerken en Vaardigheden, 24 december 2012).
- Samen op zoek naar de perfecte Roos (Marc Grootsholten, 15 februari 2013).
- Secretaris-Generaal Ministerie EZ op bezoek (GreenQ/Wageningen UR, 26 februari 2013).
- Rozenproef van start bij GreenQ (4 maart 2013).
- Energiek Event: Kom er aring uitwisselen (26 maart 2013).
- Blij als energiedoelen worden gehaald (Tom Meewisse, 15 april 2013).
- Lezingen Energiek2020 Event (19 april 2013).
- Energiek2020 Event: Op zoek naar eenvoudiger maatregelen (Florentine Jagers, 22 april 2013).
- Streven naar perfectie in de rozenteelt (Arie de Gelder, 6 juni 2013).
- Onderzoekers: Er is meer uit belichting te halen (4 juli 2013).
- Nieuwe technieken afstemmen is een grote uitdaging (Johan van den Nouweland, 5 juli 2013).
- Leerzame warme dagen (Arie de Gelder, 24 juli 2014).
- Discussie over klimaat bij perfecte roos (Arie de Gelder 10 september 2013).
- Inloopmiddag Perfecte roos, energiezuinig geteeld (19 september 2013).
- Eerste onderzoeksjaar roos is inregeljaar (Florentine Jagers, 30 september 2013).
- Stormschade proef Perfecte Roos snel hersteld (GreenQ Improvement Centre, 31 oktober 2013).
- Rozengewas voldoet, nu energie besparen (Arie de Gelder, 9 januari 2014).
- Perfecte Roos nu goed in balans (Edwin van der Knaap, 13 maart 2014).
- Constante kwaliteit Perfecte roos (Edwin van der Knaap, 18 april 2014).
- Vocht is spelbreker perfecte roos (Edwin van der Knaap, 27 juni 2014).
- Perfecte Roos: vol gewas, kleiner blad (17 juli 2014).
- Complimenten en kritiek (Arie de Gelder, 14 augustus 2014).
- De productie gaat weer omhoog (Edwin van der Knaap, 10 september 2014).
- Terug vallen op minimum buis (Edwin van der Knaap, 23 oktober 2014).

<https://www.kasalsenergiebron.nl/nieuws/deelconclusies-en-leerpunten-perfecte-roos/>

Nieuwsbrieven en attenderingssystemen hebben berichten die op de sites van Kas als Energiebron, LTO, Samenwerken aan Vaardigheden en Wageningen UR verschenen overgenomen.

Een voorbeeld hiervan.

http://floranews.com/nieuws/6727/Deelconclusies_en_leerpunten_Perfecte_Roos_Energiezuinig_geteeld_gepresenteerd.html

To explore
the potential
of nature to
improve the
quality of life



Wageningen UR Glastuinbouw
Postbus 20
2665 ZG Bleiswijk
Violierenweg 1
2665 MV Bleiswijk
T +31 (0)317 48 56 06
F +31 (0) 10 522 51 93
www.wageningenur.nl/glastuinbouw

Glastuinbouw Rapport GTB-1369

Wageningen UR Glastuinbouw initieert en stimuleert de ontwikkeling van innovaties gericht op een duurzame glastuinbouw en de kwaliteit van leven. Dat doen wij door toepassingsgericht onderzoek, samen met partners uit de glastuinbouw, toeleverende industrie, veredeling, wetenschap en de overheid.

De missie van Wageningen UR (University & Research centre) is 'To explore the potential of nature to improve the quality of life'. Binnen Wageningen UR bundelen 9 gespecialiseerde onderzoeksinstituten van stichting DLO en Wageningen University hun krachten om bij te dragen aan de oplossing van belangrijke vragen in het domein van gezonde voeding en leefomgeving. Met ongeveer 30 vestigingen, 6.000 medewerkers en 9.000 studenten behoort Wageningen UR wereldwijd tot de aansprekende kennisinstellingen binnen haar domein. De integrale benadering van de vraagstukken en de samenwerking tussen verschillende disciplines vormen het hart van de unieke Wageningen aanpak.