



Duurzaamheid als leidraad voor roos

Vervolg onderzoek Perfecte Roos. Energiezuinig geteeld

Arie de Gelder¹, Mary Warmenhoven¹, Edwin van der Knaap², Rick van der Burg³

Rapport GTB-1412

1. Wageningen UR Glastuinbouw, 2. Delphy, 3. Delphy - Improvement Centre

Referaat

In opdracht van Kas als Energiebron heeft Wageningen UR Glastuinbouw samen met Delphy en Lek Habo tussen april 2015 en maart 2016 bij Delphy Improvement Centre onderzoek gedaan naar Duurzame rozenteelt. Het project had als doel het ontwerpen en testen van een duurzame en energiezuinige rozenteelt door gerichte inzet van de belichting, optimaal gebruik van de koeling en een geïntegreerde strategie voor meeldauw bestrijding. De productie kwam op 320 stuks.m⁻² van gemiddeld 54 gram. De taklengte en knopgrootte varieerden door het seizoen.

Er is niet op elektriciteit bespaard, op warmte is veel bespaard. Hierdoor wordt een teelt op duurzame elektriciteit haalbaar. De verbetering van de energie efficiëntie komt geheel van de verlaging van het warmtegebruik. De lichtbenuttingsefficiëntie was 2.44 gram/mol; dit was hoger dan die in een proef een jaar eerder. De koeling en geforceerde ventilatie hebben een positief effect gehad op de taklengte in het najaar. De installatie met geforceerde ventilatie van boven het scherm heeft een gunstig effect gehad voor het klimaat, vooral op de vochtbeheersing onder een grotendeels (95-98%) gesloten scherm. De terugverdientijd van de investering is minder dan 3 jaar.

Abstract

The project Sustainable rose cultivation aimed to achieve a sustainable and energy efficient rose cultivation by a controlled use of assimilation lighting, an optimum use of the cooling and an integrated control strategy for mildew.

The production came to 320 stems.m⁻² average weight 54 grams. The branch length and bud size varied through the season.

There was no saving on electricity. There was a significant saving on heat. The improvement of the energy efficiency was totally determined by the reduction of the heat consumption. The light utilization efficiency was 2:44 g.mol⁻¹ and increased compared to the previous year. Cooling and forced ventilation had a positive effect on the stem elongation in the autumn. The installation with forced ventilation from above combined with the screen had a favourable effect on the climate, especially in the humidity control under a largely (95-98%) closed screen. The payback period of the investment in airconditioning is within 3 years.

Rapportgegevens

Rapport GTB-1412

Projectnummer: 3742208500



Disclaimer

© 2016 Wageningen Plant Research (instituut binnen de rechtspersoon Stichting Wageningen Research), 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.wur.nl/plant-research. Wageningen Plant Research.

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

	Woord vooraf	5
	Samenvatting	7
1	Inleiding	9
	1.1 Aanvulling van het oorspronkelijke projectplan	10
	1.2 Doelstelling	10
	1.2.1 Aanvullende doelstelling	11
2	Onderzoeksopzet	13
	2.1 OPAC en buisventilator	13
	2.2 Handmatige sortering op kwaliteit	13
3	De teelt in hoofdlijnen	15
4	Resultaten	17
	4.1 Productie	17
	4.2 Energie	20
	4.3 CO ₂ input.	23
	4.4 Lichtbenuttingsefficiëntie	23
	4.5 Lichtsom en etmaaltemperatuur	24
	4.6 Schermgebruik	26
	4.7 Houdbaarheid	27
5	Gewasbescherming	29
	5.1 Plaaginsecten	29
	5.2 Meeldauw	30
6	Economische analyse semigesloten teelt roos	31
	6.1 De uitgangspunten voor de investeringen	31
	6.2 Operationele uitgangspunten van de exploitatie	31
	6.3 Meerproductie en toegerekende meerkosten	32
	6.4 De ontwikkeling van de omzet	32
	6.5 Conclusie	34
7	Leerpunten en aanbevelingen	35
	7.1 Gewashandelingen	35
	7.2 Takkwaliteit	35
	7.3 Gewasbescherming	36
	7.4 Klimaat	36
	7.5 Economische haalbaarheid	36
	7.6 Vergelijk met de doelstelling	37

Literatuur	39
Publiciteit	41
Bijlage 1 Knippen en snoeien in Red Naomi een jaarplan	43
Bijlage 2 Belichting en koelstrategie	45
Bijlage 3 Kasuitrusting en waarnemingen	47

Woord vooraf

U hebt een rapport in handen dat gaat over een rozenteelt van één jaar als vervolg op het project "Een Perfecte Roos. Energie zuinig geteeld". Het rapport over dat onderzoek moet u ter hand nemen als u dit rapport raadpleegt, want veel basis informatie voor het onderzoek is in de rapportage over dat project te vinden.

Het onderzoek zoals dat is uitgevoerd is intensief begeleid door telers en Johan Sonneveld als teelt adviseur. Zij hebben mede richting aan het onderzoek gegeven, maar een belangrijk stuk werk is gedaan door Monica als gewasverzorgster. Zij heeft correct en nauwgezet de aanwijzingen voor het gewas onderhoud, zoals knippen, knop uitbreken, inbuigen etc. uitgevoerd. Zonder haar betrokkenheid zou het experiment anders zijn verlopen. Het slagen van de proef is voor een goed deel afhankelijk geweest van haar betrokkenheid bij en inzet voor een goede uitvoering. Daarvoor onze dank.

Arie de Gelder

Samenvatting

Het project: "Een Perfecte Roos- Energie zuinig geteeld" heeft na twee jaar onderzoek laten zien dat met het rode ras Red Naomi! rozen werden geproduceerd die aan de gestelde kwaliteitscriteria voldeden. Het project Duurzame rozenteelt is het vervolg op dit experiment en heeft als doel een duurzame en energiezuinige rozenteelt te bereiken door een gerichte inzet van de belichting; minder in het voorjaar en de zomer en intensief in herfst en winter, een maximaal gebruik van de koeling via de OPAC luchtbehandeling en een geïntegreerde strategie – via klimaat en biologische middelen – voor meeldauw bestrijding. Door installatie van een systeem voor luchtaanzuiging van boven het scherm wordt gestreefd naar verbetering vochtbeheersing onder gesloten schermen.

De inrichting van de kas en de hoofdlijnen van de aanpak van het onderzoek zijn gelijk aan het project Een Perfecte Roos – Energiezuinig geteeld. De aanpassingen zijn geweest:

- Het niet gebruiken van LED tussenbelichting.
- Het niet gebruiken van het Actief Ventilatie Systeem onder de teeltgoten.
- Een software-update voor de warmtepomp waardoor er stabielere en lagere aanvoertemperaturen voor de koeling mogelijk is gemaakt.
- Het gebruiken van de combinatie van OPAC warmtewisselaar met een buisventilatorsysteem voor aanzuiging van lucht van boven het scherm.

Voor de gewasbescherming is wekelijks intensief gescout door een medewerker van Koppert.

Wekelijks is een begeleidingscommissie bestaande uit onderzoek, teeltadviseurs, telers, gewasbeschermingsspecialist en teeltuitvoerders bijeen gekomen. Tijdens deze bijeenkomsten is het gewas bekeken, de voortgang besproken, en zijn wijzigingen in de strategie gekozen.

Het verloop van de teelt kan in twee duidelijk verschillende periodes worden opgeknipt.

De periode 1 april 2015 – 1 oktober 2015. Een periode met veel gebruik van de OPAC voor koeling, zelfs in de nacht. In deze periode lukte het niet om de meeldauw goed onder controle te krijgen. Door de mate van meeldauw aantasting leek de teelt te mislukken, maar de proef is wel doorgezet. In die periode lukte het niet om "perfecte rozen" te telen, omdat te veel takken niet goed genoeg waren.

De periode 1 oktober 2015 – 1 april 2016. Er was veel minder koeling nodig. De belichting met SON-T werd maximaal gebruikt. De luchtvochtigheid in de kas was beheersbaar. De aantasting met meeldauw is gedaald tot een praktisch conform niveau of mogelijk zelfs lager. Eind maart 2016 konden we terugkijken op een winter, waarin de meeldauw geen ernstig probleem is geweest en er veel takken zijn geproduceerd.

De gewasopbouw is steeds een gesprekspunt geweest. Er werd steeds geconstateerd dat het uitlopen van nieuwe scheuten gemakkelijk ging en ruim voldoende was. Omdat toch ook de lichte takken nog van voldoende kwaliteit waren, werden deze normaal geoogst in plaats van het afbreken van de knop en dan de tak vervolgens inbuigen om extra licht onderscheppend blad te hebben. Er was naar de mening van telers sprake van structureel te weinig bladpakket onderin het gewas. Dit bleek echter geen consequenties te hebben voor de productie en de kwaliteit.

De productie kwam in één jaar op 320 stuks.m⁻² van gemiddeld 54 gram. Het aantal takken is 43 meer dan de prognose, terwijl het gemiddelde gewicht gelijk is aan het uitgangspunt voor de prognose. Stijging van stuks gaat ten koste van takgewicht. De gemiddelde taklengte is in de periode april-juli 2015 langzaam gedaald met een minimum in week 30 – eind juli 2015– daarna is de taklengte constant om vanaf begin december toe te nemen. De knopgrootte is heel constant in hoogte, maar in het najaar en begin van de winter werd geconstateerd dat de knopdiameter wat minder was. De knop was in het najaar slank en minder gevuld, een oorzaak hiervoor is niet bekend.

Op jaarbasis is er met een gebruik van 573 kWh.m^{-2} niet bespaard op elektriciteit ten opzichte van een referentieteeelt met 514 kWh.m^{-2} . Op warmte is juist heel veel bespaard met een gebruik van 423 MJ.m^{-2} ten opzichte van een referentieteeelt met 1334 MJ.m^{-2} en meer dan in het jaar 2014/2015. De geoogste warmte was meer dan voldoende om in de warmtevraag te kunnen voorzien. De warmte is daarbij in de kas gebracht via de OPAC-warmtewisselaar en dat kan met lage temperaturen, zodat de warmtepomp een hoge COP (coëfficiënt of performance) kan halen. Als alle energie voor belichting en de warmtepomp in de vorm van elektriciteit kan worden geleverd door een duurzame bron, zoals windenergie, dan is een intensieve teelt van topkwaliteit rozen een realistisch toekomst beeld.

De verbetering van de energie efficiëntie komt vrijwel geheel van de verlaging van het warmtegebruik in het experiment. De lichtbenuttingsefficiëntie, gebaseerd op het geoogste gewicht in de kas, is met 2.44 gram/mol hoger dan een jaar eerder. De gewasbescherming strategie door middel van het klimaat en zoveel mogelijk biologische middelen heeft een duidelijke wending ten goede gekregen in de loop van dit project.

De koeling en geforceerde ventilatie zijn intensief gebruikt en hebben een positief effect gehad op de taklengte in het najaar. Daarbij heeft de installatie met geforceerde ventilatie een gunstig effect gehad voor de klimaatregeling, vooral op de vochtbeheersing onder een grotendeels (95-98%) gesloten scherm. De terugverdientijd van de investering in koeling ligt afhankelijk van uitgangspunten tussen de 2 en 11 jaar.

1 Inleiding

Het project: "Een Perfecte Roos- Energie zuinig geteeld" heeft na twee jaar onderzoek laten zien dat met het rode ras Red Naomi! rozen werden 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 warmte input uit fossiele energie nodig. De gewasverzorging was daarbij een belangrijke sleutel tot de kwaliteit. Voor beheersing van meeldauw en Botrytis bleek het nodig de luchtvochtigheid beneden de 85% te houden (De Gelder *et al.* 2015).

Uit de economische analyse bleek dat koeling een duidelijk positieve bijdrage kan leveren aan een economisch rendabele en duurzame teelt van roos, ook bij stijgende elektriciteitsprijs. De gevoeligheid voor de elektriciteitsprijs om rendabel telen te kunnen telen is met belichting veel groter dan bij koeling. In geval van een elektriciteitsprijs boven ca 11 ct.kWh⁻¹ is belichting niet langer meer rendabel. Belichting blijkt daarbij na de Valentijnsdag (14 februari) en Vrouwendag (8 maart), bij de genoemde elektriciteitsprijs al snel niet rendabel te zijn tot oktober toe. Voor de teelt betekent dit dat besparing op belichting vooral in het voorjaar en de zomer moet worden bereikt en dat koeling maximaal moet worden ingezet om de verhouding tussen lichtsom en etmaaltemperatuur goed te houden in de zomer.

Daarbij moet de knipstrategie en het inbuigen worden gestuurd op een juiste plantbelasting bij een gegeven hoeveelheid beschikbaar licht en de gewenste kwaliteit (Zie bijlage 1). De vraag die in het vervolg traject beantwoordt moet worden is: Welke strategie van belichting en koeling leidt tot een goede kwaliteit en kan de effectiviteit van de belichting over het gehele jaar heen verhogen?

De aanname is dat deze strategie bestaat uit een aantal elementen.

- Winter: belichting en temperatuur en knipstrategie zo op elkaar afstemmen dat met 210 $\mu\text{mol}\cdot\text{cm}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$ gedurende 18 uur belichting een productie wordt gerealiseerd van 5 rozen per m² per week. De rozen worden voor 50% van de takken onderdoor geknipt om uitloop op goede knippunten te krijgen en geen dubbele uitloop.
- Voorjaar: de koeling wordt gebruikt om de etmaaltemperatuur te beheersen en de belichting wordt gestuurd op een lichtsom per dag. De belichting wordt daarbij vrij snel verlaagd en de uitloop van de scheuten beperkt. Als op een dag meer dan de gewenste lichtsom is gerealiseerd wordt dit de volgende dag gecompenseerd. Bij meerdere dagen overschrijding van de lichtsom wordt de etmaaltemperatuur aangepast of er wordt meer licht weggeschermd.
- Zomer: de koeling wordt maximaal ingezet ook in de nacht om de etmaaltemperatuur te beheersen. Overdag wordt gestuurd naar een vochtdeficit van minimaal 5 g.m⁻³ om de huidmondjes actief te houden en de bladeren stevig te maken. De belichting wordt gebruikt om bij tekort aan lichtsom de gewenste lichtsom van die dag te realiseren. De relatie tussen lichtsom per dag en etmaaltemperatuur heeft als streeflijn dat de temperatuur $15 + 0.25 * \text{PARsom}$ is (PAR = Fotosynthetisch actieve straling).
- Herfst: de OPAC's worden al snel weer op verwarmen gezet om de luchtvochtigheid te verlagen door een hogere temperatuur. Belangrijk is dat al vanaf augustus weer meer onderdoor geknipt wordt om het aantal uitlopende takken te verminderen en een goede kwaliteit te behouden, bij afnemende lichtsom. Daarbij moet de belichting snel worden ingezet om de lichtsom aan te vullen.

De strategie voor belichting met de achtergrond daarbij is beschreven in een bijlage.

Een belangrijk element voor de ontwikkeling van een duurzame rozenteelt is de beheersing van meeldauw, die was in het project Perfecte Roos-Energie zuinig geteeld niet voldoende. Een belangrijke factor daarbij is de luchtvochtigheid in het gewas en de stevigheid van de bladeren. Zowel voor meeldauw reductie als verbetering van de houdbaarheid moet de luchtvochtigheid in de kas onder de 85% gemiddeld zijn. Vooral voor de houdbaarheid is enige fluctuatie in de loop van de dag goed. Voor meeldauw moet de periode van luchtvochtigheid boven de 90% korter dan 3 uur zijn en een luchtvochtigheid boven de 94% moet niet voorkomen, bij hoge vochtigheid kan meeldauw zeer goed kiemen. Het is niet gelukt om de inzet van chemische middelen volledig te vervangen door biologische middelen. Voor houdbaarheid is de waarde van 85% afgeleid uit onderzoek van Flora Holland.

Een duurzame rozen teelt vraagt om een planmatige aanpak. Daarvoor kan in een derde jaar nog veel nuttige

informatie worden verkregen. Daarbij kan worden opgemerkt dat een duurzame rozenteelt, die door belichting en koeling jaarrond een top kwaliteit kan leveren, mogelijk wordt als deze gevoed wordt door duurzaam opgewekte elektriciteit.

1.1 Aanvulling van het oorspronkelijke projectplan



Figuur 1 Tekening van de luchtaanzuiging van boven het scherm in combinatie met de OPAC warmtewisselaar.

Nadat het projectplan al was goed gekeurd is er op basis van onderzoek met Ventilationjet systemen (Van Weel, 2015), die luchtuitwisseling tussen de laag boven het scherm en de kaslucht onder het scherm sturen, en in overleg met en op verzoek van Lek-Habo de leverancier van de OPAC warmtewisselaars een aanvulling op het oorspronkelijke plan geschreven. Met het principe van lucht van boven het scherm – eventueel met geopende ramen – onder het scherm te brengen kan droging worden bereikt. Voor de rozenproef is een combinatie te maken van het OPAC-systeem met een buisventilatorsysteem, dat door het scherm heen kan gaan. Dit draagt bij aan het beheersen van het vocht en het meer gebruiken van schermen om lichthinder te voorkomen. Doordat de droge lucht nu boven het gewas wordt ingebracht zal het bijdragen aan de droging rond de knoppen en de bovenste bladeren. Deze gewaszone werd met het systeem van droge lucht inbrengen onder het gewas juist niet bereikt.

De combinatie van buisventilator en OPAC is ontwikkeld door Lek-Habo. Deze technische aanvulling gaf uiteraard een aanvulling op de doelstelling van het onderzoek.

1.2 Doelstelling

Een duurzame en energiezuinige rozenteelt bereiken door een gerichte inzet van de belichting; minder in het voorjaar en de zomer en intensief in herfst en winter, een maximaal gebruik van de koeling via de OPAC luchtbehandeling en een geïntegreerde strategie – via klimaat en biologische middelen – voor meeldauw bestrijding.

Energie doelstelling:

De ervaring van Perfecte Roos is gebruikt om de onderstaande planning voor energie te maken. Daarbij hebben we ons gebaseerd op een referentie opgesteld met behulp van QMS van Delphy.

Dit is een besparing op elektriciteit ten opzichte van een voor perfecte roos gedefinieerde referentie van 12% en het volledig vervangen van de warmte door zonnwarmte afkomstig uit de koeling van de kas. Hiervoor is wel elektriciteit nodig. Dit is ongeveer 60 kWh/m² voor de oogst van 940 MJ/m² warmte.

Tabel 1

Prognose voor gebruik electriciteit en warmte en de uitgangspunten hiervoor van de referentie.

Periode	Prognose							Referentie		
	Electra [kWh.m ⁻²]			Warmte [MJ.m ⁻²]				Koeling [MJ.m ⁻²]	Electra [kWh.m ⁻²]	Warmte [MJ.m ⁻²]
	Totaal	Son-T	Ventilator	Totaal	Buis	OPAC (verwarming)	OPAC (koeling)			
4	21	20	0.8	30	10	20	40	38	104	
5	11	10	1.0	28	8	20	75	24	89	
6	9	8	1.3	20	0	20	150	14	66	
7	9	8	1.5	20	0	20	175	19	76	
8	10	8	2.5	25	0	25	200	22	44	
9	22	20	2.0	60	10	50	150	31	85	
10	32	30	2.0	60	10	50	125	39	89	
11	51	50	0.8	85	10	75	25	49	123	
12	56	55	0.8	110	10	100	0	54	130	
13	63	63	0.8	185	10	175	0	55	133	
1	63	63	0.8	160	10	150	0	55	130	
2	58	58	0.8	70	10	60	0	50	120	
3	36	35	0.8	30	10	20	0	50	111	
Totaal	440	425	15.5	883	98	785	940	500	1301	

NB: bovenstaande tabel is zonder electriciteit voor de warmtepomp die nodig is om de koude voor de koeling te genereren.

Voor warmte uitgedrukt in aardgas equivalenten wordt in de referentie uitgegaan van 41 m³.m⁻² en de doelstelling is 28 m³.m⁻², die volledig wordt gedekt door warmte geogst tijdens de koelingsperiode.

1.2.1 Aanvullende doelstelling

Verbetering vochtbeheersing onder gesloten schermen bij het project Duurzame roos. Hiermee de mogelijkheid om beter aan de lichthinder regels te voldoen.

De energie besparing zal bereikt worden in de niet belichte uren van de donker periode. Dan kan op warmte nog 10% bespaard worden, zonder dat dit ten koste gaat van de kwaliteit.

2 Onderzoeksopzet

Voor de beschrijving van de inrichting van de kas en de hoofdlijnen van de aanpak van het onderzoek kan verwezen worden naar het rapport Een Perfecte Roos – Energiezuinig geteeld. (De Gelder *et al.* 2015). In een bijlage is de relevante informatie uit hoofdstuk 2 van dat rapport overgenomen.

Ten opzichte van de opzet van het project: "Een Perfecte Roos Energie zuinig geteeld." zijn de volgende verschillen doorgevoerd:

1. Het niet gebruiken en in september weghalen van de LED tussenbelichting.
Na het weghalen van de LED tussenbelichting konden de takken ook naar het midden van het bed worden ingebogen. Nadeel was wel dat het richtpunt voor de hoogte waarop een tak weer onderdoor geknipt moet worden verdween.
2. Het niet gebruiken van het Actief Ventilatie Systeem onder de teeltgoten.
3. Er is een software-update voor de warmtepomp uitgevoerd, waardoor er stabielere een lage aanvoertemperatuur voor de koeling mogelijk is gemaakt.
4. Het gebruiken van de combinatie van OPAC warmtewisselaar met een buisventilatorsysteem voor aanzuiging van lucht van boven het scherm. De regeling daarvan wordt later besproken.
5. In juli is voor de verwerking en afzet van de rozen gekozen voor afzet via Flora Holland en het centraal sorteren bij een bedrijf, gevestigd in de veiling. Dit is gekomen in plaats van het sorteren bij Marjoland en afzetten via een vaste afnemer. Omdat dit tot een iets gewijzigde sorteerrapportage leidde is ervoor gekozen om wekelijks ruim 100 takken handmatig te beoordelen op kwaliteit.
6. Voor de gewasbescherming is wekelijks intensief gescout door een medewerker van Koppert.

2.1 OPAC en buisventilator

Het systeem van een buisventilator die lucht aanzuigt boven de gesloten schermen is gecombineerd met de OPAC warmtewisselaar. Dit heeft voor de regeling de volgende consequenties. De OPAC warmtewisselaar kan zolang het systeem van de buisventilator uitstaat normaal werken als verwarming- en koelunit. Dit is gelijk aan de situatie in het eerdere onderzoek. De buisventilator gaat alleen aan als een van beide schermdoeken voor meer dan 90% gesloten is en de luchtvochtigheid in de kas zo hoog is dat het vochtdeficit van de lucht kleiner is dan 2 g.m^{-3} . Als de buisventilator aangaat gaat ook de ventilator van de OPAC aan om de lucht uit de koker van de buisventilator, die bij de aanzuigzijde van de OPAC uitmondt, met de kaslucht te mengen. De uitblaastemperatuur van de OPAC wordt daarbij door middel van verwarmen zodanig geregeld dat deze gelijk of hoger is dan de gewenste kaslucht temperatuur. Omdat de buisventilator alleen 's nachts aangaat is er geen koeling van de uitgeblazen lucht nodig, alleen zonnig verwarming.

2.2 Handmatige sortering op kwaliteit

De handmatige sortering op kwaliteit A1, A2 en B voor ruim 100 takken per week is gedaan volgens het onderstaande voorschrift.

A1 = Geen opmerkingen over meeldauw of over kwaliteitskenmerken.

A2 = Beperkte mate van meeldauw of draaihart in de bloem of bolvorm van blaadjes in de bloem.

B = Veel meeldauw, kromme steel, verbrande bloemranden, blauw/zwart verkleuring van de bloem (rand) en overige opmerkingen en/of combinaties van meeldauw en afwijkende bloemvorm.

Voor mate van meeldauw is daarbij gebruik gemaakt van de schaal indeling zoals beschreven in het rapport: Kwaliteit roos bij telen volgens licht emissie regels (Garcia Victoria, *et al.* 2012, figuur 4 blz. 16).

3 De teelt in hoofdlijnen

Voor dit project is hetzelfde gewas gebruikt als in het vorige project. Het gewas was bij aanvang van dit project 3 jaar oud. Net als bij het project Perfect Roos-Energie zuinig geteeld is er wekelijks een begeleidingscommissie bestaande uit de onderzoeker (Arie de Gelder), teeltadviseurs (Edwin van der Knaap, Johan Sonneveld), telers (meerdere personen), en een gewasbeschermingsspecialist (Floris van der Helm) bijeen gekomen met de teeltuitvoerders van Delphy-Improvement Centre (Rick van der Burg, Marc Grootsholten). Tijdens deze bijeenkomsten is het gewas bekeken, de voortgang besproken, en zijn wijzigingen in de strategie gekozen. Uit de rapportages van dit overleg is het volgende overzicht van het teeltverloop samengesteld. Het verloop van de teelt kan in twee duidelijk verschillende periodes worden opgeknipt.

De periode 1 april 2015 – 1 oktober 2015. Een periode met veel gebruik van de OPAC voor koeling, zelfs in de nacht. Als de nachttemperatuur te hoog (> 21°C) bleef ging de koeling aan. In deze periode lukte het niet om de meeldauw goed onder controle te krijgen. De houdbaarheid van de rozen nam af ten opzichte van de praktijk. Vooral de meeldauwdruk baarde zorgen, omdat dit het aantal benodigde bespuitingen verhoogde en daarmee de kwaliteit van het gewas sterk negatief beïnvloedde. De reden voor de hogere meeldauwdruk is meerledig. Zo was het standaard middel Meltatox tijdelijk niet goed te verkrijgen en wat beschikbaar was had niet de juiste formulering van hulpstoffen. Het middel Luna, dat eerder effectief was ingezet, leek minder effectief te zijn. Er werd, vanwege de biologische bestrijding, gezorgd voor het niet te vaak en te veel nat spuiten van het gewas. Deze praktische redenen leidden er toe dat in september er werd geconstateerd dat de meeldauw bestrijding in gebruik van middelen ver boven de norm zat – het tijdsinterval is korter dan wettelijk toegelaten- en door de mate van meeldauw aantasting eigenlijk de teelt leek te mislukken. Maar ook als een teelt in een bepaald opzicht niet goed is verlopen, hoeft de proef niet mislukt te zijn: er is immers van geleerd. Als in een onderzoek grenzen worden opgezocht dan kan het niet anders dan dat je soms over grenzen heen gaat en dat de teelt niet optimaal verloopt. Dit was hier zeker het geval.

De periode 1 oktober 2015-1 april 2016. Er was veel minder koeling nodig. De belichting met SON-T werd maximaal gebruikt. De luchtvochtigheid in de kas was beheersbaar. De aantasting met meeldauw was gedaald tot een praktisch conform niveau of mogelijk zelfs lager. De redenen waarom de meeldauw aantasting daalde, worden later besproken in samenhang met de gehele gewasbescherming (5.1). De houdbaarheid was, hoewel lager dan in de zomer, beter vergelijkbaar met de praktijk. In het begin van deze periode zijn de buisventilatoren voor beheersing van de luchtvochtigheid veel gebruikt, juist in de periode dat er werd belicht. Hierbij bleek dat door het hoge niveau van absoluut vocht in de buitenlucht er veel met hoge stand van de buisventilatoren moest worden gewerkt en dat dit gepaard ging met een hoger CO₂ gebruik. Eind maart 2016 konden we terugkijken op een winter, waarin de meeldauw geen ernstig probleem is geweest en er veel takken zijn geproduceerd. De gewasopbouw is steeds een gesprekspunt geweest. De strategie van durven onderdoor knippen op zo'n 30% van de takken is in het begin goed uitgevoerd. Naar het najaar toe en in de winter is het niet consequent meer doorgevoerd toen is er meer bovendoor geknipt met als gevolg meer dubbele uitlopers, wat leidde tot meer takken, maar deze waren gemiddeld lichter. Er werd steeds geconstateerd dat het uitlopen van nieuwe scheuten gemakkelijk ging en ruim voldoende was. Omdat toch ook de lichte takken nog van voldoende kwaliteit waren, werden deze normaal geoogst in plaats van het afbreken van de knop en dan de tak vervolgens inbuigen om extra licht onderscheppend blad te hebben. Er was naar de mening van telers sprake van structureel te weinig bladpakket onderin het gewas. Daarbij was de bladkwaliteit, die als te dun en te zacht werd beoordeeld, steeds een zorgpunt. Dit was door middel van de klimaatstrategie weinig te veranderen.

Een wijziging in de afzetstrategie heeft geleid tot gemiddeld in een vroeg stadium van de bloemontwikkeling oogsten van de bloem (rauw knippen). In de koelcel ontwikkelen deze bloemen zich wel tot een goed aanvoer stadium, maar voor het vaasleven is dit nadelig. Als er iets rijper geoogst werd kwam vanuit de afzet de opmerking dat de bloemen te rijp werden aangevoerd. Dit probleem is bij een systeem waarin 3 keer per week wordt afgeleverd niet te ondervangen.

In de watergift strategie is weinig veranderd. Er is steeds naar een drainpercentage van ca 50% gestreefd. Dit lijkt hoog en de indruk is dat dit gekoppeld is aan het mattype dat is gebruikt.

In een jaar zijn er altijd momenten waarop er storingen of defecten zijn. In dit jaar was dat niet anders. Er is een stroomstoring geweest waardoor de temperatuur in de kas naar boven de 40°C opliep. Toch heeft dit geen blijvende schade gedaan. De levering van CO₂ door OCAP was tijdelijk beperkt door een afwijkende instelling van de maximale hoeveelheid die het IC kan afnemen. Dit leidde tot lagere CO₂ concentraties in de kas. Dit zal gevolgen hebben gehad voor de productie, maar het is moeilijk te kwantificeren, omdat het slechts een korte periode is geweest en ook niet helemaal zonder CO₂ is geteeld. Er ging een raam kapot, waardoor er meer ventilatie was. SON-T lampen waren aan het eind van hun levensduur en gingen stuk. Na één of enkele dagen werden ze hersteld. In de afdeling naast de rozen stonden Lisianthus op een eb-vloed vloer. Die vloer lekte en aan de gevel veroorzaakte dit een grote wateroverlast gedurende lange tijd in de rozenkas. Dit bevorderde ontwikkeling van meeldauw in het gewas dicht tegen deze gevel aan.

4 Resultaten

4.1 Productie

De productie kwam in één jaar op 320 stuks.m⁻² van gemiddeld 54 gram. Het aantal takken is 43 meer dan de prognose, terwijl het gemiddelde gewicht gelijk is aan het uitgangspunt voor de prognose (Tabel 2). Voor de 'perfecte roos' is een gemiddeld hoger takgewicht van 60 gram of 0.85 gr.cm⁻¹ gewenst. Dit is niet gerealiseerd. Als het aantal stuks gelijk zou zijn aan de prognose dan was bij gelijke biomassa productie het takgewicht 62.7 gram geweest. Stijging van stuks gaat ten koste van takgewicht. Door bij meer takken van lichtere kwaliteit de knop uit te breken – om blad te sparen – en door een meer op zware takken gerichte knipstrategie, dat wil zeggen continu een deel van de takken onderdoor blijven knippen om zware uitloop te krijgen kan een zwaardere tak wel worden bereikt, maar dit gaat ten koste van het aantal geoogste takken. Achteraf kan geconstateerd worden dat er in dit project onvoldoende op dit takgewicht is gestuurd.

Meer in detail is de productie in gram en stuks per m² per periode van 4 weken weergegeven in Figuur 2 en Figuur 3. Omdat op de jaarwisseling van 2015 naar 2016 wordt gerekend met een week 53 omvat periode 13 voor dat jaar 5 weken. Daardoor is de realisatie duidelijk hoger, maar ook voor een periode van 4 weken is de productie dan hogere dan de prognose. De gerealiseerde productie in gewicht is hoger dan de berekende productie met QMS. Dat wil zeggen dat de productie efficiëntie beter is dan de waarde waarmee QMS normaal rekent.

De sortering in klasse A1, A2 en B leverde in het tweede halfjaar een verhouding op van 76% A1, 23% A en 1% B (Tabel 3).

Tabel 2

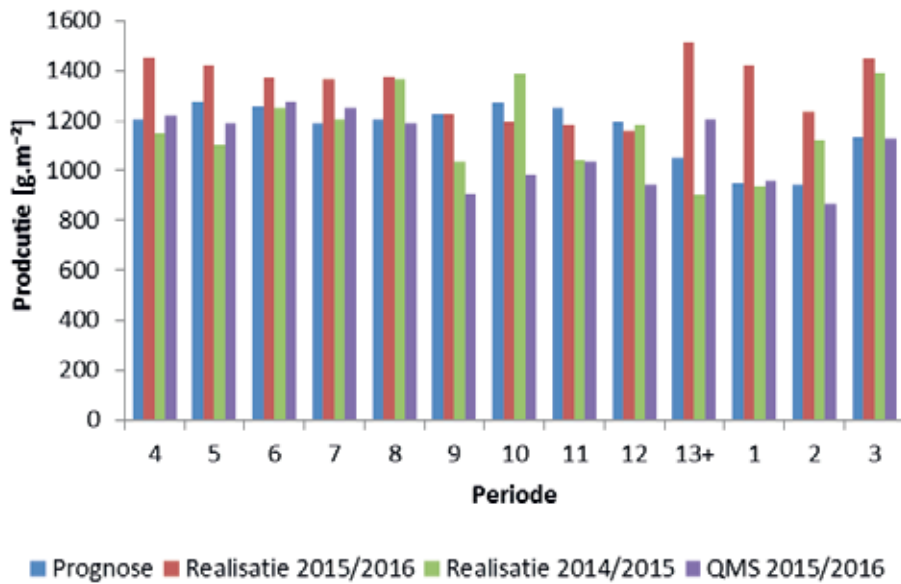
Productie over de periode week 13-2015 tot en met week 12-2016.

	stuks.m ⁻²	kg.m ⁻²	g per tak
Prognose	277	15.2	54.8
Realisatie	320	17.4	54.3

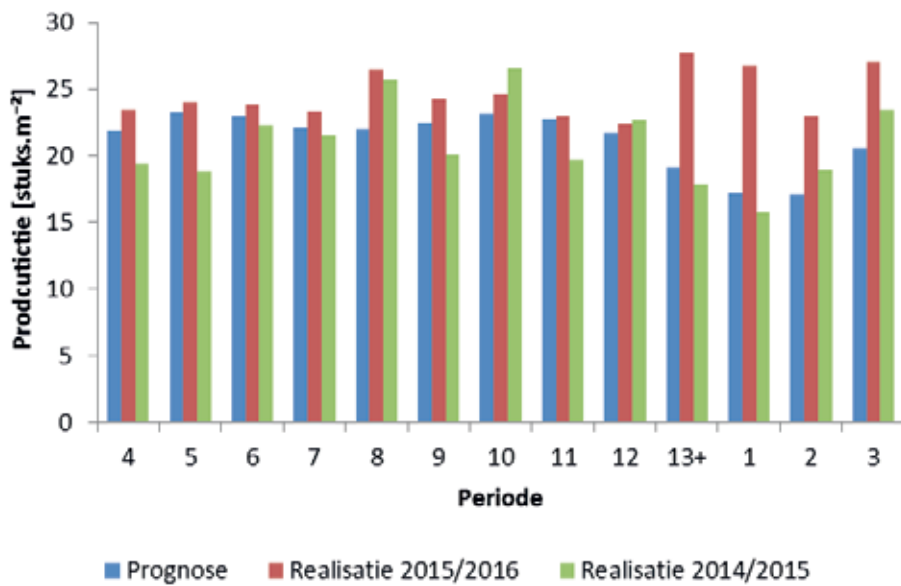
Tabel 3

Gemiddelde sortering in procenten over de periode week 44-2015 tot en met week 12-2016.

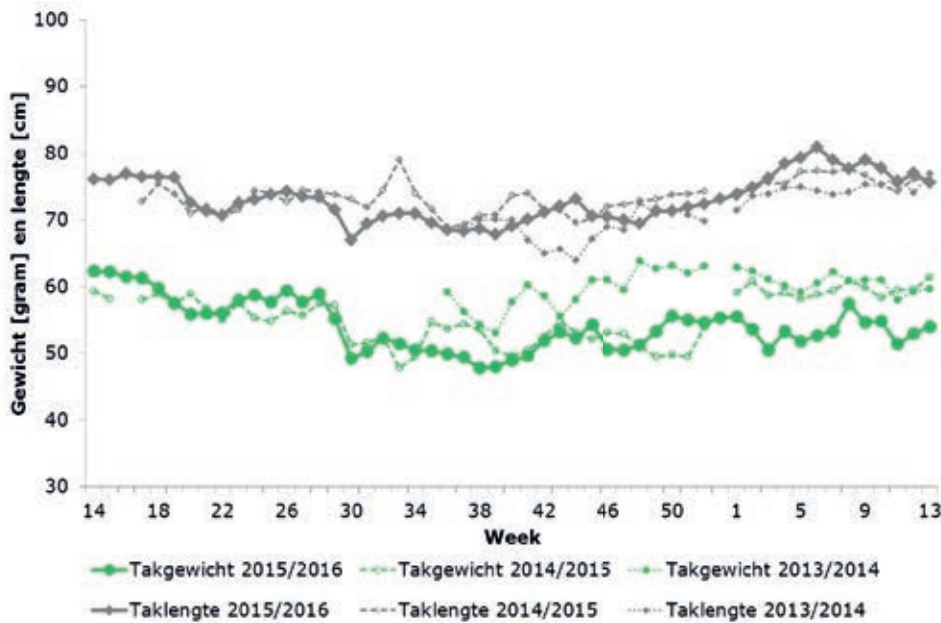
Klasse	A1	A2	B
%	76.4	22.5	1.0



Figuur 2 Productie in gram per m² per periode van 4 weken zoals vooraf is berekend (prognose) en zoals gemeten. De gegevens van het jaar 2014-2015 zijn toegevoegd ter vergelijking. Periode 13 van 2015/2016 is een periode van 5 weken omdat er gerekend wordt met 53 weken op die jaarwisseling.

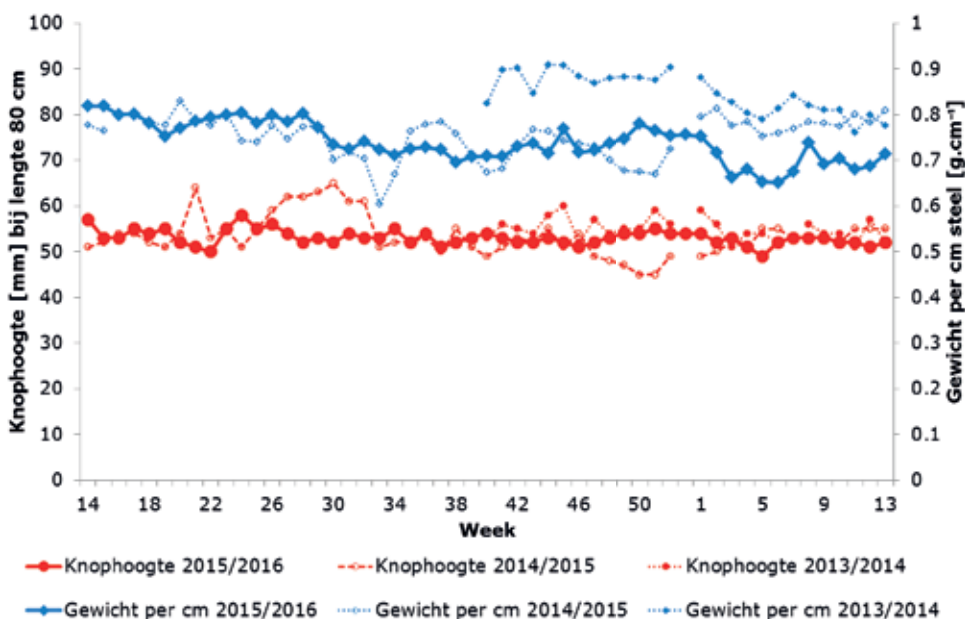


Figuur 3 Productie in stuks per m² per periode van 4 weken zoals vooraf is berekend (prognose) en zoals gemeten. De gegevens van het jaar 2014-2015 zijn toegevoegd ter vergelijking. Periode 13 van 2015/2016 is een periode van 5 weken omdat er gerekend wordt met 53 weken op die jaarwisseling.



Figuur 4 Het gemiddelde takgewicht per week gemeten direct na de oogst en de gemiddelde lengte volgens opgave van de sorteersresultaten.

De gemiddelde taklengte is in de periode april-juli 2015 langzaam gedaald met een minimum in week 30 – eind juli 2015– daarna is de taklengte constant om vanaf begin december toe te nemen. Begin februari 2016 is de gemiddelde taklengte bijna 80 cm. Het verloop in lengte is redelijk vergelijkbaar met het jaar ervoor. Het takgewicht is in juli afgenomen naar een gemiddelde tussen de 50 en 55 gram. Dit is duidelijk lager dan in het jaar ervoor. Het gewicht per cm is daardoor lager en in die zin is de kwaliteit van de rozen afgenomen. Dit doet zich vooral voor in de winterperiode (Figuur 5). Het gewicht per cm steel is afhankelijk van de steeldikte en de knopgrootte. De knopgrootte is heel constant in hoogte, maar in het najaar en begin van de winter werd geconstateerd dat de knopdiameter wat minder was. De knop was slank en minder gevuld. Dit levert lichtere knoppen op. De steeldikte zou een reden kunnen zijn om takken op de sorteermachine te degraderen door de takken in te korten. Het effect hiervan op lengte en gewicht per cm kan op basis van de gegevens niet gekwantificeerd worden. Wel is te stellen dat degraderen slechts een korte periode van enkele weken in de winter nodig zou zijn geweest.



Figuur 5 Knophoogte en gewicht per cm steel per week.

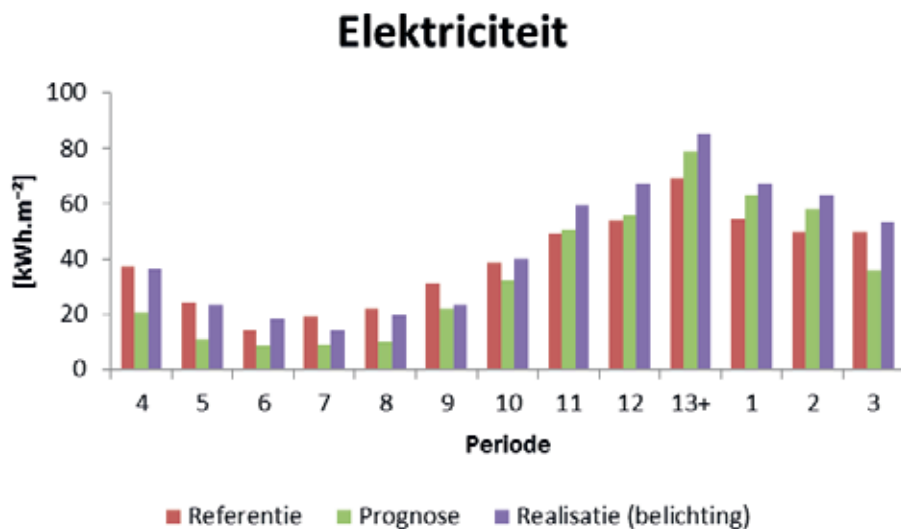
4.2 Energie

Voorafgaand aan het experiment is een planning gemaakt van de verwachte energiebehoefte (Zie Tabel 1; Tabel 4 en Figuur 6; Figuur 7). Daarbij is voor periode 13 er een extra week energiegebruik gerekend, omdat er in 2016 wordt gerekend met een week 53. Dit is een arbitraire keuze, als de extra week midden in de zomer zou zijn genomen had dit een geringer effect op de totale energie prognose voor een jaar. In de zomer is wel gerekend met een deel belichting, omdat op dagen met en lage natuurlijke lichtsom er voor de assimilaten balans van het gewas licht nodig is. Een tweede reden dat er in die periode is belicht is dat de lampen in de nacht zijn gebruikt voor belichting én verwarming. De lampwarmte is voldoende om de kas tenminste op de gewenste temperatuur te houden. Het gevolg is dat er in die periode minder warmtevraag is geweest. In de winter is de elektriciteitsinzet voor belichting in ook hoger dan de prognose, al is het relatieve meer gebruik minder groot. Op jaarbasis er niet op elektriciteit bespaard. Op warmte is juist heel veel bespaard en meer dan in het jaar 2014/2015. De geogste warmte is meer dan voldoende om in de warmtevraag te kunnen voorzien. De warmte is daarbij in de kas gebracht via de OPAC-warmtewisselaar en dat kan met lage temperaturen, zodat de warmtepomp een hoge COP (coëfficiënt of performance) kan halen.

De besparing op energie komt in de gevolgde strategie uit de besparing op warmte en maakt het mogelijk om volledig op inkoop van elektriciteit een teelt te realiseren.

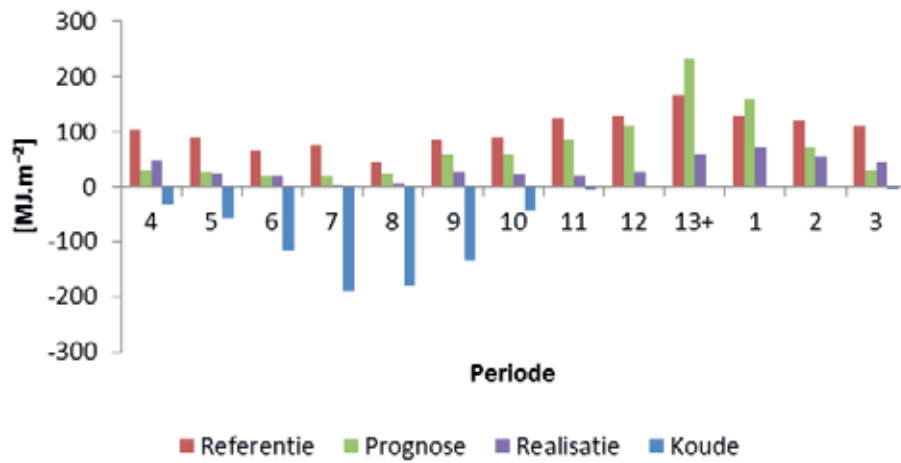
Als je de inzet van elektriciteit afzet tegen de productie in $\text{kg}\cdot\text{m}^{-2}$. Dan is de productie gestegen met 15% ten opzichte van de referentie en het elektriciteit gebruik met 14%. Dit is onder de aanname dat de referentieteelt dezelfde productie heeft als waarmee gerekend is voor de prognose.

De prognose ging uit van een besparing op elektriciteit ten opzichte van de referentie in de zomer. Juist in die periode is dat niet gerealiseerd, omdat zoals hierboven al staat de lampen deels zijn gebruikt als warmtebron, met als gunstig effect een betere groei. Hierdoor leverde de gevolgde belichtingsstrategie een energiegebruik voor belichting op dat hoger was dan de prognose.



Figuur 6 Inzet van elektriciteit voor belichting per periode van 4 weken. Periode 13 van 2015/2016 is een periode van 5 weken omdat er gerekend wordt met 53 weken op die jaarwisseling.

Warmte en Koude



Figuur 7 Inzet van warmte per periode van 4 weken en de oogst van energie door koeling per 4 weken. Periode 13 van 2015/2016 is een periode van 5 weken omdat er gerekend wordt met 53 weken op die jaarwisseling.

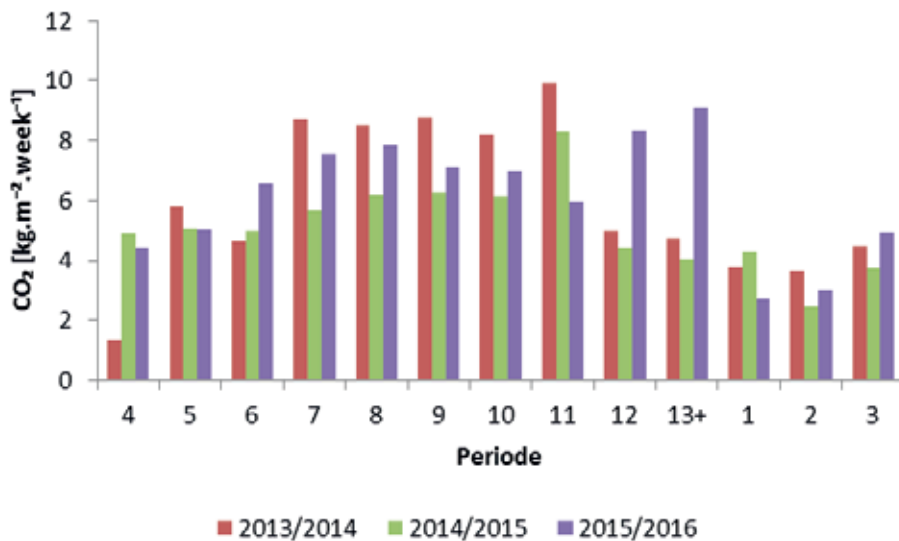
Tabel 4

Energieprognose en realisatie per periode van 4 weken. Periode 13 van 2015/2016 is een periode van 5 weken omdat er gerekend wordt met 53 weken op die jaarwisseling. De prognose is voor die periode met het energie gebruik van 1 week verhoogd. Voor de koeling is een warmtepomp nodig. De elektriciteit die hiervoor nodig is, is niet in dit overzicht opgenomen.

Periode	Electra [kWh.m ⁻²]				Warmte [MJ.m ⁻²]				Koeling [MJ.m ⁻²]		
	Referentie	Prognose	Realisatie	Son-T	Ventilator	Referentie	Prognose	Realisatie	Buis	OPAC (warmte)	OPAC (koeling)
	Totaal	Totaal	Totaal			Totaal	Totaal	Totaal			
4	38	21	37	37	0.6	104	30	47	0.1	47	31
5	24	11	24	24	0.6	89	28	24	0.3	23	58
6	14	9	19	18	1.2	66	20	20	5.5	15	115
7	19	9	16	14	2.3	76	20	2	0.1	2	190
8	22	10	21	20	1.3	44	25	6	4.7	1	180
9	31	22	24	24	0.7	85	60	27	25.5	1	133
10	39	32	41	40	0.5	89	60	22	12.5	9	43
11	49	51	60	60	0.4	123	85	19	0.2	18	5
12	54	56	68	67	0.5	130	110	27	8.2	19	2
13+	69	79	86	85	1.0	166	231	60	1.0	59	0
1	55	63	69	68	1.2	130	160	71	0.8	70	0
2	50	58	64	63	1.0	120	70	55	2.4	53	0
3	50	36	55	54	1.0	111	30	44	3.5	41	4
Totaal	514	456	585	573	12	1334	929	423	65	358	760

4.3 CO₂ input.

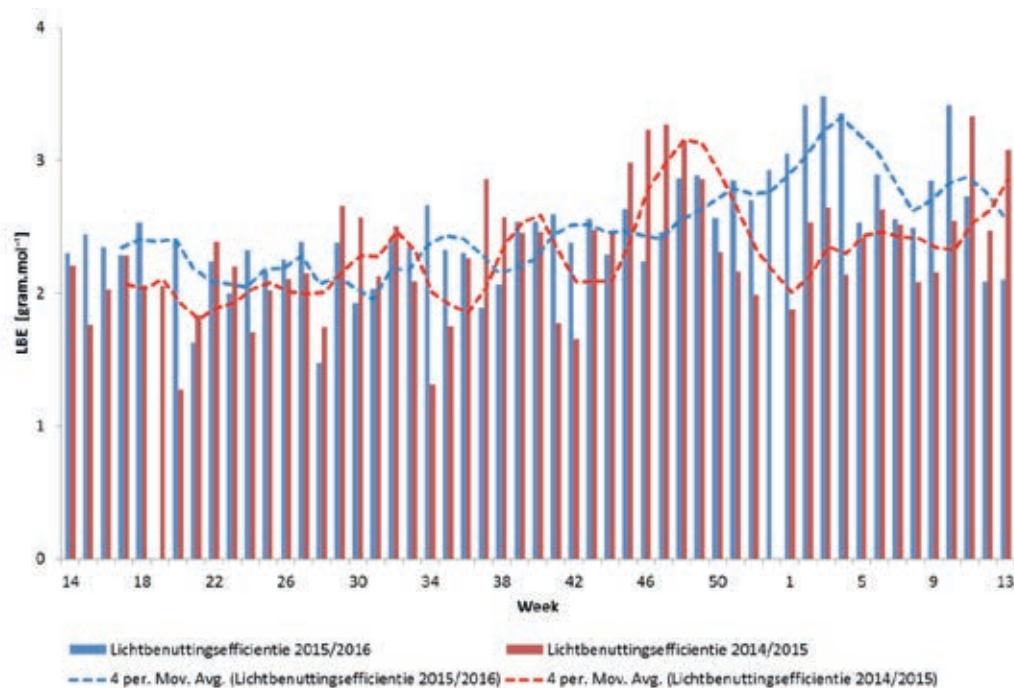
De CO₂ input is wekelijks bijgehouden. Deze is totaal 79.5 kg.m⁻². Opvallend is de hoge CO₂ input in periode 12 en 13 in 2015. Dit zal te maken hebben met een hogere ventilatie in de periode dat de OPAC's zijn gebruikt om de luchtvochtigheid te beheersen, terwijl het buiten relatief warm was met een voor de tijd van het jaar hoge absolute vochtigheid. Dan wordt meer lucht van boven het scherm aangezogen en dat is lucht met een laag CO₂ gehalte. Hierdoor vindt er meer lucht uitwisseling plaats tussen de lucht met hoge CO₂ concentratie in de kas en lucht met lage CO₂ concentratie boven het scherm. De CO₂ concentratie in de kaslucht is in de zomer 600-800 ppm geweest en in de winter 800-1000 ppm. De hogere concentratie in de winter is het gevolg van de lagere ventilatie die in de winter nodig is. In de zomer is meer ventilatie nodig en daardoor meer CO₂ verlies naar de omgeving. De maximum doseercapaciteit was 250 kg.ha⁻¹.uur⁻¹.



Figuur 8 CO₂ input per periode.

4.4 Lichtbenuttingsefficiëntie

Een belangrijke indicator voor de teeltprestatie is de lichtbenuttingsefficiëntie(LBE). Voor de rozen wordt die berekend als productie in gram per mol PAR (zonlicht plus lamplicht) per week. Als rekenvoorbeeld: de productie in een week is 0.3 kg.m⁻² en de lichtsom in die week is 140 mol.m⁻² PAR dan is de LBE 300/140=2.14 g.mol⁻¹. Nu is een rozentak niet ontstaan in één week, daarom is de wekelijkse of eventueel dagelijkse waarde van LBE aan sterke schommelingen onderhevig. Voor een beter beeld kan naar de waarde van de LBE gerekend over de voorgaande 4 weken worden gekeken. In 2015-2016 is deze vrijwel steeds boven de 2 g.mol⁻¹ met een top in de winter rond week 4 van bijna 3. In de zomer zijn er weken dat de LBE kan zakken naar 1.5 g.mol⁻¹ dit is dan het gevolg van een zeer lichtrijke week met een relatief lage productie. Vergeleken met het jaar 2014/2015 is in 2015/2016 de LBE over het hele jaar gestegen van 2.27 g.mol⁻¹ naar 2.44 g.mol⁻¹.



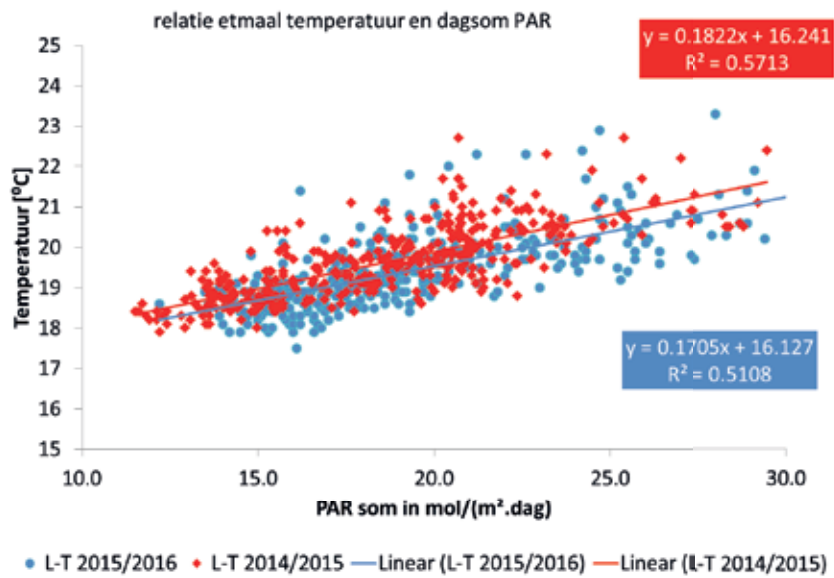
Figuur 9 Lichtbenuttingsefficiëntie per week voor 2014/2015 en 2015/2016 en het voortschrijdend gemiddelde per 4 weken.

4.5 Lichtsom en etmaaltemperatuur

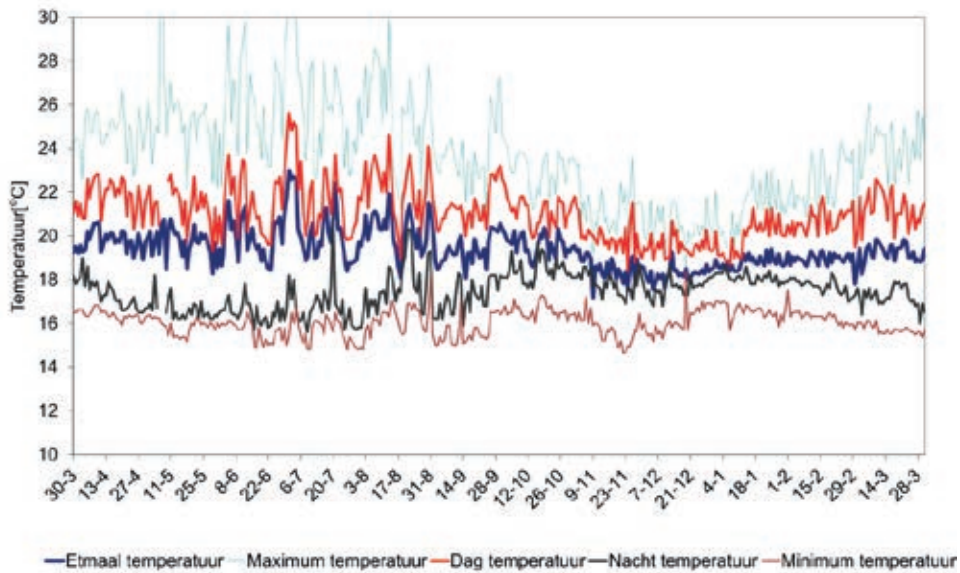
Gewas dat een regelmatige groei en ontwikkeling toont wordt in telers woorden in balans geteeld. Een goede balans vraagt om een juiste verhouding tussen assimilaten aanmaak en verwerking. Als belangrijke indicator voor de aanmaak van assimilaten wordt de lichtsom per dag gebruikt en als belangrijke indicator voor de verwerking van de assimilaten de etmaaltemperatuur. Als etmaaltemperatuur in een grafiek wordt uitgezet tegen de lichtsom per dag dan levert dit de grafiek van Figuur 10 op. In 2015/2016 is er gemiddeld koeler geteeld dan in 2014/2015. Maar de relatie tussen temperatuur en straling is minder sterk. In 2015/2016 zijn er meer afwijkende dagen ten opzichte van de trendlijn. Er is een reeks punten die een te hoge etmaaltemperatuur aanduiden in verhouding tot de lichtsom, maar ook bij de lagere lichtniveaus is er gemiddeld meer spreiding in de temperatuur geweest. Op warme dagen was de lichtsom niet voldoende voor de temperatuur in de kas. Extra belichten heeft bij een lichtsom van meer dan 20 mol.m⁻².dag⁻¹ PAR weinig effect op de stralingssom en zou de etmaaltemperatuur juist verhogen, terwijl de etmaaltemperatuur juist lager zou moeten worden.

In de zomer is de nachttemperatuur gemiddeld lager dan in de winter (Figuur 11). De lagere nachttemperatuur wordt aangehouden om te compenseren voor de hogere dagtemperatuur. In de winter wordt langer belicht en dan is de temperatuur onder een gesloten scherm hoger, dan in de zomer als er niet wordt belicht en niet geschermd. In de winter werd bij temperaturen onder de 15°C opgemerkt dat dit leidde tot zwarte bloemranden. In de zomer gaf dezelfde lage temperatuur geen schade. In de zomer is er een veel groter verschil tussen maximum en minimum temperatuur binnen een etmaal.

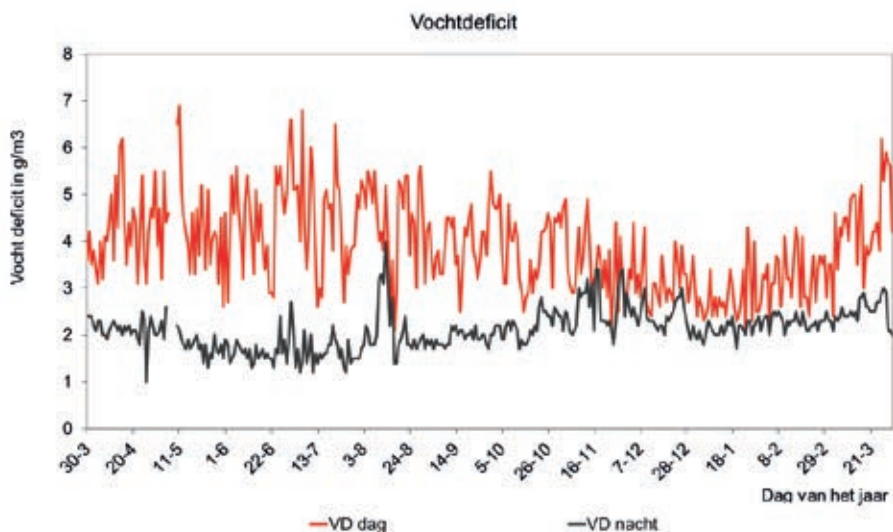
Ook in het vochtdeficit is er veel verschil tussen zomer en winter omstandigheden (Figuur 12). In de zomer is het gemiddeld vochtiger in de nacht dan in de winter. Terwijl overdag het vochtdeficit in de zomer juist groter is en in de winter kleiner. In de winter 2015/2016 kon het vochtdeficit gestuurd worden naar meer dan 2 g/m³. Het lage vochtdeficit in de nacht in de zomer is mogelijk een van de oorzaken van de meeldauw aantasting die zeer hardnekkig bleef in voorjaar en zomer. Nadat er o.a. droger is geteeld is de meeldauw aantasting teruggelopen.



Figuur 10 De etmaaltemperatuur uitgezet tegen de dagsom van de PAR in de kas.



Figuur 11 De temperaturen van etmaal, dag en nacht en maximum en minimum per dag in 2015/2016.

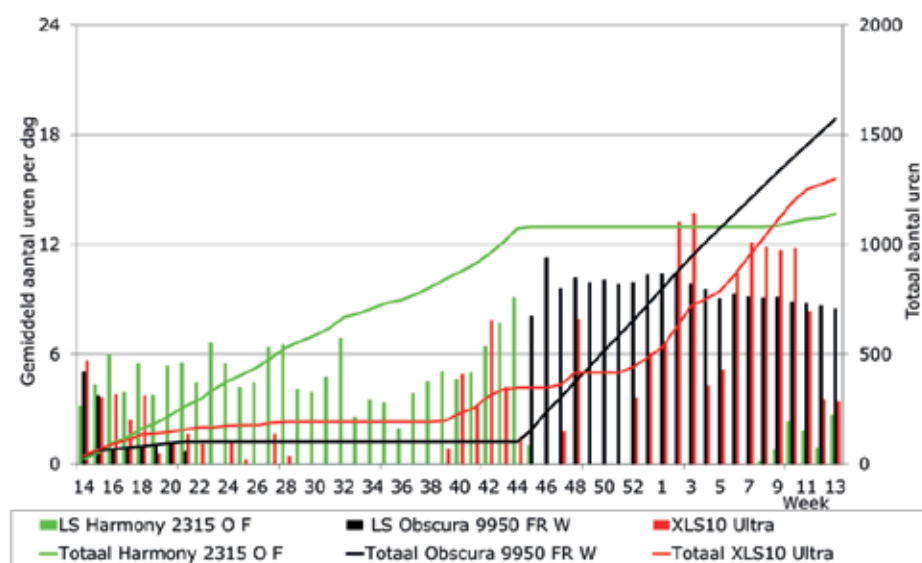


Figuur 12 Vochtdeficit per 24 uur voor de dag en nacht situatie.

4.6 Schermgebruik

In de zomer is vrijwel alleen het klimaatdoek/schaduwdoek LS Harmony 2315 O FR gebruikt en enkele keer het energiedoek XLS 10 ultra. In het najaar is in week 44 het energiedoek niet meer als primair scherm in de nacht gebruikt, maar het verduisteringsdoek LS Obscura 9950 FR W in combinatie met de OPAC's voor vochtbeheersing. In de winter is bij lage buitentemperaturen het verduistering- en het energiedoek deels gesloten (Figuur 13).

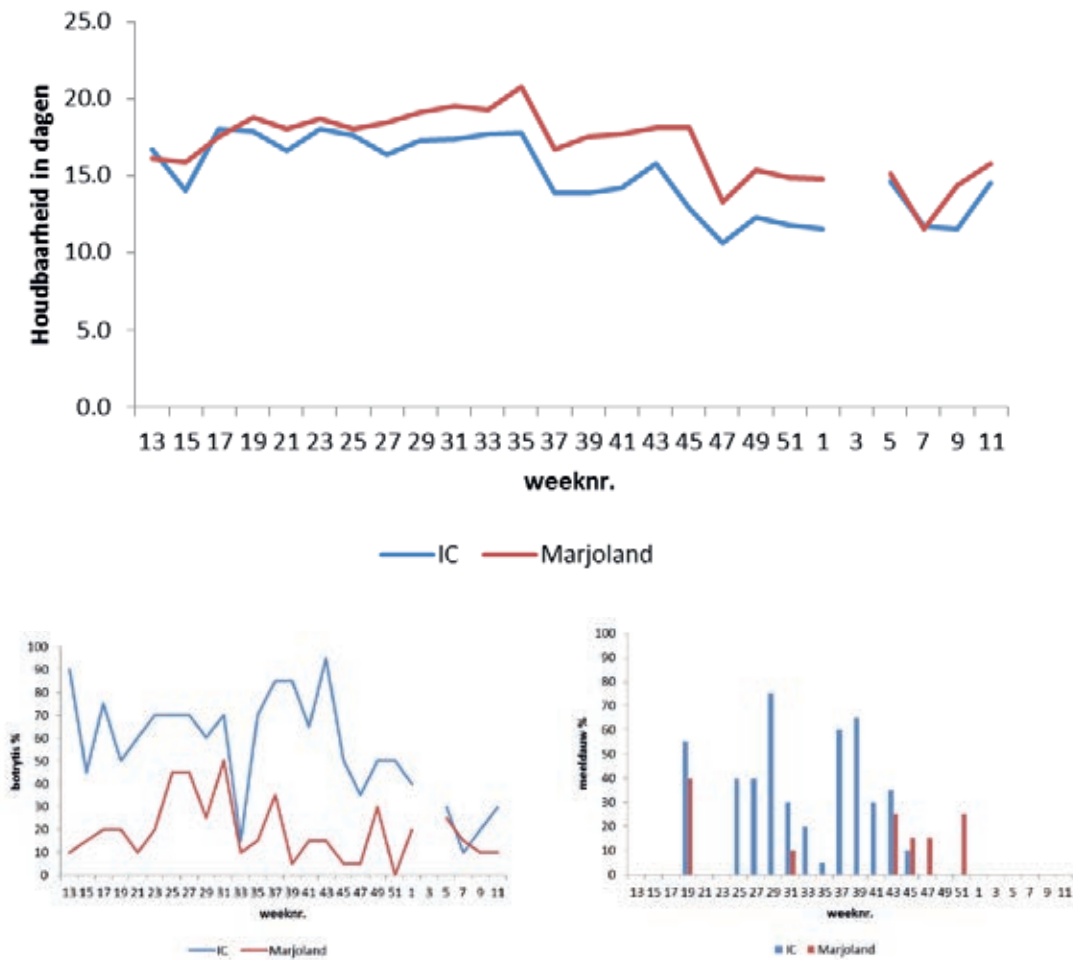
Een discussie punt bij de rozenteelt is de mate waarin een verduisteringsscherm als de lampen aan zijn gesloten kan worden. De werkwijze in dit project is gericht geweest op het voldoen aan de artikelen 3.56 tot en met 3.59 van het Activiteitenbesluit Milieubeheer. Dat was met de assimilatielampen aan alleen te doen met ondersteuning van de geforceerde ventilatie via de OPAC aanzuiging die als extra instrument aan dit onderzoek was toegevoegd. Uit het onderzoek Perfecte Roos; Energiezuinig geteeld was al duidelijk dat gebruik van de assimilatielampen onder gesloten verduisteringsdoeken leidde tot een te sterke temperatuur stijging en tot condities die meeldauw bevorderden. Dat werd in feite in de eerste periode dit jaar van april tot juni bevestigd.



Figuur 13 Scherm gebruik gemiddeld per dag per week en het totaal aantal uren schermen voor het klimaatdoek LS Harmony 2315 FR, het verduisteringsdoek LS Obscura 9950 FR W en het energiedoek XLS10 Ultra.

4.7 Houdbaarheid

Elke twee weken zijn 20 bloemen uit het experiment en 20 bloemen afkomstig van Marjoland na een transportsimulatie in de uitbloeiruimte gezet. Gemiddeld bleven de bloemen van het praktijkbedrijf iets langer staan dan die uit de proef, maar de trend in de tijd was voor de herkomsten vergelijkbaar (Figuur 14) in de zomer een goede houdbaarheid en in de winter een lagere houdbaarheid. Als gekeken wordt naar de opmerkingen bij het weggooiën van de bloemen dan valt op dat de bloemen uit de proef meer problemen hadden met botrytis gedurende de periode in de uitbloeiruimte. Pas begin 2016 was dit een veel minder voorkomend probleem (Figuur 14). In de uitbloeifase werd net als in de teelt in de zomer veel meer meeldauw op stengels en bladeren geconstateerd als in de kas. Nadat in de kas de meeldauw onder controle was, nam het aantal bloemen, dat aangemerkt werd als aangetast door meeldauw, in de uitbloeifase af. In de zomer waren er takken die zowel aangetast waren door meeldauw als bij het weggegooiden de opmerking Botrytis meekregen.



Figuur 14 Houdbaarheid in dagen. De bloemen zijn eens per 2 weken uit de kas en gelijktijdig van een praktijkbedrijf gehaald. Tevens het percentage takken dat is afgeschreven als door Botrytis aangetast of door meeldauw aangetast.

5 Gewasbescherming

Voor een duurzame rozenteelt is het minimaliseren van het gebruik van chemische middelen een belangrijke doelstelling. Daarvoor is belangrijk om te weten welke ziekten en plagen voorkwamen en hoeveel biologische middelen zijn ingezet, waarna zo nodig met chemische middelen nog is gecorrigeerd.

5.1 Plaaginsecten

Door middel van scouting is de aanwezigheid van witte vlieg, trips, luis en spint gevolgd. Dit scoutingswerk is ondersteund en deels uitgevoerd door Floris van der Helm van Koppert Biological Systems. Uit zijn rapportages is het volgende op te maken.

Witte vlieg is het hele jaar op een laag niveau gehouden. De belangrijkste factor daarvoor is de twee wekelijkse inzet van Limonica (Tabel 5). Aardappeltopluis is geregeld aanwezig op een aantal takken. De biologische bestrijders konden de opbouw van de populatie wel beperken maar niet volledig controleren. De inzet van ERVIBANK in 2015 ging niet goed, omdat een chemische correctie in de kas alle leven op de ERVIBANK doodde. In 2016 is het daarom nogmaals toegepast. Het effect daarvan is pas te constateren in het vervolg van dit onderzoek. In augustus 2015 is met Pirimor, en in november-december 2015 met Plenum en in maart 2016 met Teppeki voor luis corrigerend ingegrepen. Trips werd wel gezien maar meestal niet op een schadelijk niveau. In november 2015 moest met Nocturn en Botanicgard de trips die vooral in de knoppen zat bestreden worden. Om trips weg te vangen zijn gele vangplaten met lokstof ingezet. Spint was wel aanwezig maar niet op een economisch schadelijk niveau. Schildluis, een plaag die bij meerdere telers voorkomt, is in de proef niet waargenomen.

Tabel 5

Biologische middelen ingezet in de proef.

Middel	Verpakking	Aantal	Aantal keren inzet	Periode
EN-STRIP	10 strips	9	5	april-mei 2015
APHIDEND	2000/100ml	7	3	april 2015, oktober 2015
ERVIPAR	500/100 ml	2	1	maart 2016
BERRYPROTECT	240/40 ml	13	4	april-juli 2015
APHISCOUT	250/90 ml	16	3	februari-maart 2016
SPIDEX	10000/500 ml	3	3	juni en november 2015, maart 2016
MACROMITE	50000	2	2	november 2015
APHIDALIA	100/BAG	5	1	juni 2015
ERVIBANK	500	6	2	juni 2015 en februari 2016
LIMONICA	12500/ 1 LTR	76	29	jaarrond. april t/m juli 2015 4 doses per keer, daarna 2 doses per keer
HORIVER	small yellow	10	1	juli 2015
LUREM-TR		2	2	juli en november 2015

Voor de plaaginsecten kan geconcludeerd worden dat die door middel van een geïntegreerde aanpak goed onder controle zijn gehouden.

5.2 Meeldauw

Een geheel ander verhaal is de beheersing van meeldauw. In hoofdstuk 3 is al beschreven dat meeldauw een groot probleem vormde. Een oorzaak daarvan is de beheersing van de luchtvochtigheid, die in de zomer niet goed ging. Het werd gemiddeld te vochtig in de kas en er waren onvoldoende momenten met een lage luchtvochtigheid vooral in de nacht. Een tweede reden is dat het middel Meltatox in 2015 niet goed beschikbaar was en toen het weer beschikbaar was er niet direct de juiste formulering werd geleverd. Daarom is in juni en juli 2015, als afwisseling van middelen gewerkt, met Rocket en Solvit, maar dit had niet het gewenste effect van reductie van meeldauw. Ook Luna dat in mei 2015 is gebruikt leek niet het gewenste effect van sterke daling van de meeldauw druk te bewerkstelligen. De aantasting nam in de loop van de zomer steeds verder toe. In september 2015 is op basis van advies vanuit telers ervoor gekozen om met een grote hoeveelheid vloeistof en handmatig spuiten, in plaats van met een spuitkar, het gewas zoals dat genoemd wordt "te wassen". Daarbij is de bedekking met vloeistof en dus de inbreng van actieve stof veel hoger dan bij een normale spuitbeurt. Dit "wassen" is gedaan met Meltatox. Het interval tussen twee bespuitingen (4 of 5 dagen) was in de periode tot en met september korter dan wettelijke toegelaten.

Voor een droger klimaat is er toen gekozen om de luchtvochtigheid lager te maken in de kas met behulp van de geforceerde ventilatie. Dit was mogelijk omdat toen de geforceerde ventilatie beschikbaar was.

Na drie 'was' beurten daalde de infectie druk sterk. Verder is toen een ander type spuitkar- ontwikkeld door rozen bedrijf Van den Berg Roses- ingezet. Deze spuitkar geeft met een normale hoeveelheid vloeistof van 300 liter op 1000 m² kas een betere bedekking van het gewas. In het tweede half jaar is geregeld een lage dosering Collis aan de Meltatox toegevoegd. Daarbij zijn meer dan de 6 wettelijk toegestane behandelingen toegepast, maar met een kwart of minder van de toegestane dosering per 100 l. Om het gewas sterker te maken is geregeld Linafer verspreid via de LVM. Al deze maatregelen hebben in combinatie ertoe geleid dat daarna de meeldauw goed onder controle bleef en er in de winter met een interval van 7 dagen gespoten kon worden. In de periode april tot en met september is er ruim 21 L Meltatox in deze afdeling van 1000 m² kas gebruikt. In de periode oktober tot en met maart is dat gedaald naar 13 L Meltatox in de afdeling van 1000 m². Nog steeds is dit een aanzienlijke hoeveelheid. Maar duidelijk is dat met gerichte maatregelen het middelen gebruik omlaag gaat, terwijl de ziektedruk beperkt blijft.

Het leertraject voor de meeldauw beheersing is hier duidelijk geweest dat een integrale aanpak via goede en tijdige bespuiting in combinatie met de juiste klimaatsturing de meeldauw beheersbaar maakt. Al wordt daarbij de grens van de wettelijk toegestane hoeveelheid middel nog makkelijk overschreden. De gekozen teeltwijze levert echter geen systeem op, waarin meeldauw geen probleem meer is. Meeldauw beheersing in de teelt van Red Naomi! is een cruciale factor voor het welslagen van de teelt.

Aan het eind van het teeltjaar was de meeldauw beheersing zodanig dat gesteld kan worden dat het doel van een geïntegreerde strategie voor meeldauw bestrijding, slechts deels gerealiseerd is, en dat deze aanpak gebaseerd is op zorgen voor een lage infectiedruk, een voldoende droog klimaat en een combinatie van scouting en tijdig inzet van chemische middelen, die goed passen bij een geïntegreerde bestrijding van plaaginsecten. Zelfs als aan alle voorwaarden in voldaan is een succesvolle meeldauw beheersing niet vanzelfsprekend.

6 Economische analyse semigesloten teelt roos

In dit project is ingezet op koeling gecombineerd met luchtaanzuiging boven een gesloten doek om het warmteverbruik verder te reduceren. Een belangrijk punt is dat de donkerteperiode gedurende de winter op 4 uur gehouden is. Er is gewerkt met $210 \mu\text{mol}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$ welke volledig is benut gedurende de winter en in de zomer aanvullend om de lichtsommen per week te stabiliseren.

Met de component diffuus glas is eerder vergelijkend onderzoek gedaan bij Red Naomi! (Garcia en Kempkes, 2012) met als resultaat dat diffuus glas in die proef bruto, inclusief belichting de productie 6% deed stijgen. Het onderdeel ontvochtigen door middel van luchtaanzuiging boven het scherm zal alleen bijdragen aan de productie door middel van minder kwaliteitsverlies als gevolg van een lagere RV waardoor bijvoorbeeld schimmels minder kans krijgen. Een dergelijk ventilatiesysteem zal zich terug verdienen uit besparingen op energie uitgaven in combinatie met kwaliteitsverbeteringen van het product. Bovendien levert dit concept een bijdrage aan het verder reduceren van lichtuitstoot.

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.

6.1 De uitgangspunten voor de investeringen

Voor de component diffuus glas (70% haze en 91% transmissie) is een meer investering van €8,- per m² 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.

Verticale ventilatoren om luchtaanzuiging mogelijk te maken van boven het energiedoek in gesloten toestand met een capaciteit van naar schatting $13\text{m}^3\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{uur}^{-1}$ kost naar schatting 5 tot 7 euro.m⁻² in aanschaf. De variabele stroomkosten zijn verwaarloosbaar op het totaal energieverbruik.

Er wordt circa 30 m³ aardgas equivalenten aan zonnewarmte geoogst, 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

$\text{€}8 + \text{€}67 + \text{€}7 - \text{€}25 = \text{€}57$. Een reële afschrijftermijn voor een WKK met RGR is 10 jaar. Het is aannemelijk dat bronnen en een warmtepomp een levensduur hebben die wellicht 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.

6.2 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, voor zowel inkoop uit het net als de eigen stroomopwekking met WKK. Zo wordt het warmtedeel van de WKK in de standaard referentie gewaardeerd als zijnde een gratis restproduct uit de eigen stroomproductie met de WKK.

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.

Er wordt tevens warmte en CO₂ verkregen door middel van 20 m³ gas terug levering aan het net of 73 kWh.m⁻² stroomlevering (komt overeen met 1500 uur). Uitgaande van een commodity stroomprijs van 5 eurocent en 1 cent kWh voor het onderhoud van de WKK met RGR zijn de netto terug leverbaten (m.u.v. gaskosten) 73 kWh * 4 euro cent = €2,92.m⁻².jaar⁻¹. Uit het bovenstaande 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 geleverd per m³ gas 23,5 / 3,6 = 6,5 plus 1 cent voor het onderhoud van de WKK met RGR.

6.3 Meerproductie en toegerekende meerkosten

Wanneer we uitgaan van 15,2 kg.m⁻² productie in een standaard referentiekas waarbij er 514 kWh is belicht en een conversie van 6,4 mol PAR per kWh. Dan is er 3290 mol PAR afkomstig van assimilatie belichting. Bij een netto conversie van 2,44 gram per mol kunnen we gemakshalve minimaal 8 kg.m⁻² toerekenen aan de belichting en 7,2 kg.m⁻² uit het buitenlicht. Dit laat zien dat er een aanzienlijk deel van de productie (>50%) moet worden toegeschreven aan de belichtingscomponent.

Wanneer we 20% stijging verwachten als gevolg van de koeling dan zou de meer productie, 20% van 7,2 kg.m⁻² = 1,44 kg.m⁻² zijn. Dit is een heel onnauwkeurige benadering, omdat de lichtbenutting in de zomerperiode als de koeling wordt gebruikt lager is dan de gemiddelde lichtbenutting. Er is 2.2 kg meer geproduceerd dan geprognoseerd, maar er is tevens 101 kWh.m⁻² meer belicht dan de prognose die voor de proef is samengesteld, welke een energiebesparingsdoelstelling bevat.

De verbetering van de energie efficiëntie (Tabel 7) komt vrijwel geheel van de verlaging van het warmtegebruik in het experiment.

Het stroomverbruik voor belichting is in deze proefperiode iets hoger dan het referentiebedrijf met 573 versus 515 kWh.m⁻².

Wanneer deze meer productie van 2,2 kg wordt vermenigvuldigd met de gemiddelde kg prijs à €9,56 per kg van de referentieteeelt zal de extra omzet €21,- bedragen. Hier moeten de toegerekende kosten nog vanaf zoals: arbeid à €2,- per kg en transport en verkoopkosten à 10% van de omzet. Dus de meer omzet gebaseerd op een gemiddelde kg prijs vermindert met de extra toegerekende kosten is 21-(2,2 * 2)-(0,1*21,-)= €14,50.

6.4 De ontwikkeling van de omzet

Om de omzet te kunnen schatten is de gemiddelde prijs van Floraholland Red Naomi! per lengteklasse gemiddeld per periode over de individuele jaren 2015 en 2016 vermenigvuldigd met de productie per lengteklasse over dezelfde tijdvakken. Ten opzichte van de getelde oogst op het Improvement Center is gemiddeld 95% ook daadwerkelijk geveild en verkocht. De omzet is uitsluitend afgeleid van de daadwerkelijk verkochte aantallen per lengteklasse, na degradatie op lengteklasse op basis van steeldikte en of knopgrootte.

Tabel 6

Omzet op basis van veilingprijs per lengteklasse.

Periode	Duurzame rozenteelt		Referentie teelt		Verschil	
	Omzet	Cumulatief	Omzet	Cumulatief	Omzet	Cumulatief
4	€ 10.68	€ 10.68	€ 7.41	€ 7.41	€ 3.27	€ 3.27
5	€ 15.07	€ 25.75	€ 12.97	€ 20.38	€ 2.10	€ 5.37
6	€ 12.22	€ 37.97	€ 10.32	€ 30.70	€ 1.90	€ 7.27
7	€ 11.95	€ 49.92	€ 9.10	€ 39.80	€ 2.85	€ 10.12
8	€ 10.08	€ 60.00	€ 5.85	€ 45.65	€ 4.23	€ 14.35
9	€ 10.88	€ 70.88	€ 11.17	€ 56.82	€ -0.29	€ 14.06
10	€ 14.51	€ 85.39	€ 9.00	€ 65.82	€ 5.51	€ 19.57
11	€ 13.92	€ 99.31	€ 10.36	€ 76.18	€ 3.56	€ 23.13
12	€ 13.64	€ 112.95	€ 8.15	€ 84.33	€ 5.49	€ 28.62
13+	€ 13.60	€ 126.55	€ 11.96	€ 96.29	€ 1.64	€ 30.26
1	€ 16.06	€ 142.61	€ 8.89	€ 105.18	€ 7.17	€ 37.43
2	€ 25.26	€ 167.87	€ 21.07	€ 126.25	€ 4.19	€ 41.62
3	€ 14.94	€ 182.81	€ 11.67	€ 137.92	€ 3.27	€ 44.89

De omzet is bijna 45,- euro.m⁻² hoger dan bij de referentie. Hier moet wel bij worden aangemerkt dat er 72 kWh stroomverbruik voor koeling en verwarming tegenover staat bij een gelijk energieverbruik voor belichting. Wanneer de extra omzet wordt afgerekend zonder meerprijs voor gemiddeld langere rozen met grotere knoppen dan zou de meer omzet 21 euro.m⁻² bedragen.

Tabel 7

Vergelijk van efficiëntie en berekening mutatie van saldo tussen referentieteelt en experiment.

	Referentie	Duurzame rozen teelt	
Productie [kg.m ⁻² .jaar ⁻¹]	15.2	17.4	
Energie [kWh.m ⁻² .jaar ⁻¹]			
warmte ⁰	371		
belichting	514	573	
koeling/warmte ⁰		72	
Totaal energie (licht en warmte)	885	645	
Efficiëntie [kWh.kg ⁻¹]	58.2	37.1	
Elektriciteit teruglevering [kWh.m ⁻² .jaar ⁻¹]	73		
			Mutatie
Omzet	€ 137.92	€ 182.81	€ 44.89
Elektra kosten variabel ²	€ 44.03	€ 48.38	
CO ₂ ¹	€ 2.00	€ 3.95	
Teruglever baten	€ -2.92	€ -	
Totaal Energie+CO ₂	€ 43.11	€ 52.33	€ 9.22
Extra arbeid ³		€ 4.40	€ 4.40
Extra toegerekende afzet kosten ⁴		€ 4.89	€ 4.89
Saldo mutatie (Omzet - Kosten)			€ 26.78

⁰ Voor koelen en verwarmen via de OPAC's, inclusief bronpompen en warmtepomp is er jaarlijks 72 kWh/m² benodigd. Dit is voldoende om de warmte 118 kWh/m² te leveren.

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 2.2 kg meer productie waardoor er extra arbeid moet worden ingezet t.w.v. €2,- per kg product.

⁴ Er is €44.89 meer omzet behaald waardoor de transport en afzetkosten à 10% €4.89 bedragen.

6.5 Conclusie

Het resultaat van de vergelijking van de Duurzame rozen teelt met de referentie gerekend met een meer prijs op basis van geleverde sortering is ruim € 26,- per m² (Tabel 7). Daarmee ligt de terugverdientijd van de investering van € 57 per m² op ruim 2 jaar.

Het saldo van de mutaties is in het slechtste geval, dat is zonder meerprijs voor kwaliteit € 14,50 per m², hiervan moeten de totale extra energiekosten plus CO₂ van € 9,22 nog worden afgetrokken. In dat geval (€ 14,50 - € 9,22=€ 5,28) is de terugverdientijd 11 jaar voor het gehele concept.

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 36% bespaard op de totale energiebehoefte per geproduceerde kilogram product. Deze besparing wordt vooral gerealiseerd doordat er veel minder warmte is verbruikt en omdat er meer productie is behaald met relatief minder stroom.

7 Leerpunten en aanbevelingen

De resultaten van het onderzoek zijn beschreven in de voorgaande hoofdstukken. Daaruit zijn de volgende leerpunten en aanbevelingen te halen. Dit zijn niet conclusies die gebaseerd zijn op statistische toetsen met een zekere betrouwbaarheid van de uitspraak, maar de punten die tijdens de bijeenkomsten met de begeleidingsgroep zijn geformuleerd en die passen bij de resultaten zoals hiervoor beschreven. De hele opzet van het onderzoek is niet gericht op vergelijken van behandelingen en daaruit conclusies trekken, maar een demonstratie van wat er teeltkundig in een integrale aanpak van de rozenteelt mogelijk is.

7.1 Gewashandelingen

Een belangrijk aandachtspunt voor de rozenteelt is de strategie voor de gewasopbouw. Het is gewenst om continu een deel van de takken onderdoor te durven knippen met ca 30%. Dit moet alle periodes van het jaar, dus ook in het najaar, omdat anders te veel knippunten ontstaan en daardoor veel takken maar van gemiddeld lichtere kwaliteit.

De uitloop van nieuwe scheuten was steeds voldoende. Alleen als een plant geheel zonder blad komt te staan vertraagt de uitloop van nieuwe scheuten. Op de hoeveelheid blad moet dus vooral worden gelet bij planten waar vrijwel geen blad meer aanwezig is. Zodra een plant een blad houdende scheut of een ingebogen tak met blad heeft is de uitloop geen probleem. Het inbuigen van blad werd door de telers steeds als te weinig beoordeeld, maar is gezien de uitgroei en productie geen negatieve factor geweest.

7.2 Takkwaliteit

De knophoogte is voldoende geweest, maar in augustus was de knop slank met minder vulling. In de begeleidingscommissie is genoemd dat een doelstelling van 5 cm knophoogte, aan de lage kant is. Een uitdaging is het echter om de knophoogte voor takken met een lengte van 80 cm systematisch tussen de 5.5 en 6 cm te krijgen.

De knopgrootte wordt beïnvloed door het ontwikkelingsstadium bij de oogst. Het oogststadium in de proef is knippen als de bloem net voldoende open gaat, omdat als er iets later wordt geoogst bij de afzet klachten zijn over te ver open bloemen. Voor de knopgrootte en houdbaarheid zou het echter wel beter zijn als het oogst moment een halve tot hele dag later zou zijn.

De knopkleur werd algemeen als vrij donker beoordeeld. Een lage nacht temperatuur versterkt dit fenomeen, vooral in de winter als er overdag weinig natuurlijk licht is en de knop dan ook niet wordt opgewarmd door de zon.

De bladkwaliteit was nog wel vaak een punt van zorg, omdat die door telers als te dun en te zacht werd beoordeeld.

Er is duidelijk variatie in takgewicht en taklengte. Dit is gerelateerd aan de plaats van het uitlopen van de scheut. Op een dunne tak ontwikkelt geen dikke nieuwe tak. Bij een te dunne basis tak, moet door onderdoor knippen gewerkt worden aan herstel van de plantbasis, naar dikkere takken.

7.3 Gewasbescherming

De meeldauw druk was hoog tot en met oktober. Daarna is de meeldauw onder controle gekomen, maar nog wel steeds aanwezig. Een set van maatregelen heeft voor deze beheersing gezorgd:

- Het registreren van de plekken met aantasting is verbeterd – Scouten.
- Er is bij zichtbaar begin van de aantasting direct weer ingegrepen om de populatie opbouw te remmen.
- In plaats van met een beperkte hoeveelheid vloeistof te spuiten, worden ernstig aangetaste plekken "gewassen". Dat wil zeggen met veel vloeistof bespoten.
- Er is een andere spuitmachine ingezet met een bewegende spuitarm en daardoor betere bedekkingsgraad.
- Er is gezorgd voor een droger klimaat door inzet van het geforceerde ventilatie systeem.
- In de nacht periode, als er geen lampen branden, is het energiescherm niet gebruikt.

Het niet sluiten van het scherm in de nacht periode leidt tot een gemiddeld lagere bladtemperatuur waardoor de meeldauw waarschijnlijk minder snel kan ontwikkelen. Een exacte verklaring van het mechanisme is er echter niet.

Goede scouting en biologische bestrijding, in combinatie met zo nodig tijdig gebruik van correctie middelen heeft er voor gezorgd dat luis, trips, witte vlieg, spint en rupsen geen plagen werden.

7.4 Klimaat

De koeling heeft goed gewerkt met een stabiele aanvoertemperatuur van het water. Dit was beter dan het jaar daarvoor. De oplossing was een betere regeling van de inzet van de warmtepomp. De koeling kan bij warme nachten ook gebruikt worden om de nachttemperatuur te verlagen. Dit is een effectieve methode om de etmaaltemperatuur in warme periodes te verlagen.

Het scherm kan op 95% dicht met lampen aan op $200 \mu\text{mol}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$, mits er een systeem van geforceerde ventilatie wordt gehanteerd en geventileerd boven het doek. Dan hoeft warmte en vocht geen probleem te zijn. Bij lage buitentemperatuur kan het zelfs tot 98% dicht. Knopkwaliteit en meeldauwbeheersing blijven dan wel aandachtspunten.

Nadeel bij geforceerd ventileren is dat er meer CO_2 verloren gaat en die moet door dosering worden toegevoerd. Bij belichting hoort dat de plant ook CO_2 beschikbaar heeft om op te nemen. Bij $200 \mu\text{mol}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$ is licht de beperkende factor voor de fotosynthese; er moet voldoende CO_2 zijn om door de plant opgenomen te kunnen worden.

Het energie scherm moet in de periode zonder belichting niet gebruikt worden, omdat dit leidde tot te vochtige condities. Als er voor energiegebruik wel geschermd moet worden dan kan beter het verduisteringsscherm in combinatie met geforceerde ventilatie worden gebruikt.

Voor de knopkleur is gekeken naar het effect van verwarmen van de ingeblazen lucht, maar daar is geen duidelijk conclusie aan te verbinden.

De geforceerde ventilatie via de buisventilator en OPAC is een belangrijk instrument geweest om het klimaat in de proef te sturen naar gewenste omstandigheden.

De verwarming van de kas kan uitstekend via de OPAC worden gedaan. De buisrail verwarming is vrijwel niet gebruikt. Het ontbreken van buisverwarming onder het gewas heeft niet tot groei en kwaliteitsproblemen geleid.

7.5 Economische haalbaarheid

Voor de vergelijking van de Duurzame rozen teelt met de referentie op basis van meerprijs voor zwaardere takken is het saldo ruim € 26 per m^2 /jaar. Daarmee ligt de terugverdientijd van de investering van € 57 per m^2 op ruim 2 jaar. Als er geen meer prijs voor zwaardere en langere rozen wordt gerealiseerd maar er gerekend wordt met een gemiddelde prijs per kg is de terugverdien tijd 11 jaar.

7.6 Vergelijk met de doelstelling

De doelstelling luidt : "Een duurzame en energiezuinige rozenteelt bereiken door een gerichte inzet van de belichting; minder in het voorjaar en de zomer en intensief in herfst en winter, een maximaal gebruikt van de koeling via de OPAC luchtbehandeling en een geïntegreerde strategie – via klimaat en biologische middelen – voor meeldauw bestrijding".

De belichting is in het voorjaar en zomer intensiever ingezet dan in de doelstelling is verwoord. Er is in die periode geen besparing gerealiseerd. Dit lijkt zich echter te hebben vertaald in een betere productie over het jaar heen. De lichtbenuttingsefficiëntie is met 2.44 gram/mol hoger dan een jaar eerder. De koeling en geforceerde ventilatie zijn intensief gebruikt en hebben een positief effect gehad op de taklengte in het najaar. Maar onvoldoende op de knop, die in de najaar periode slank was.

De gewasbescherming strategie door middel van het klimaat en zoveel mogelijk biologische middelen heeft een duidelijke wending ten goede gekregen in de loop van dit project. Daarbij heeft de installatie met geforceerde ventilatie (luchtaanzuiging van boven het scherm in combinatie met de OPAC warmtewisselaar) een gunstig effect gehad voor de klimaatregeling. Vooral op de vochtbeheersing onder een grotendeels (95-98%) gesloten scherm.

De besparing op warmte maakt dat de energie voorziening voor dit concept volledig op elektriciteit gebaseerd kan zijn. Als deze kan worden ingekocht uit duurzame bron zoals wind dan is met dit concept dat energie intensief is toch een duurzame rozenteelt mogelijk.

Literatuur

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

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

Garcia Victoria, N. ; Kempkes, F.L.K. (2012)

Effect van diffuus kasdek met Anti Reflectie coating bij Roos Bleiswijk: Wageningen UR Glastuinbouw, (Rapporten GTB 1128) - 74 p.

Gelder, A. de; Warmenhoven, M.G. ; Knaap, E. van der; Baar, P.H. van; Grootcholten, M. ; Aelst, N. (2015)

Een perfecte roos energiezuinig geteeld. Bleiswijk: Wageningen UR Glastuinbouw, (GTB rapport 1369) - 96 p.

Weel, P.A. van (2015)

Optimalisering Ventilationjet systeem. Bleiswijk: Wageningen UR Glastuinbouw, (Rapport GTB 1376) - 38 p.

Publiciteit

De volgende publicaties zijn over de voortgang van dit project verschenen.

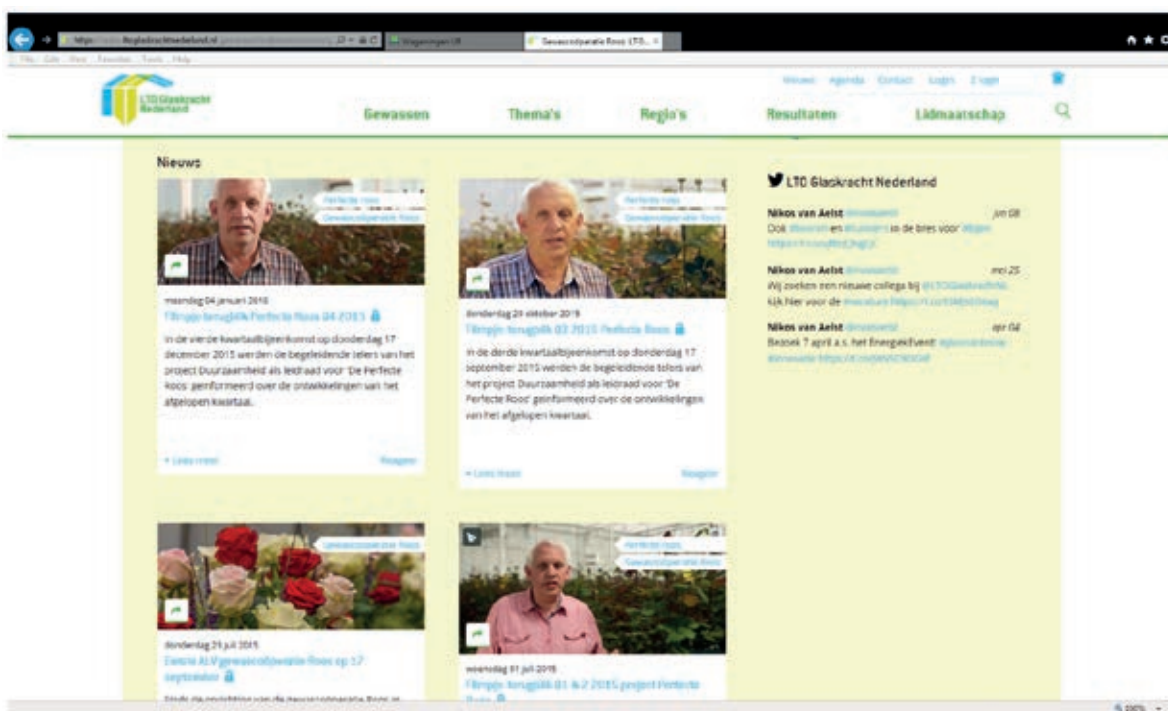
'Lucht aanzuigen boven scherm moet klimaat verbeteren': goede productie in onderzoek naar 'de perfecte roos',
Onder Glas 13(2016)1, p.23, 2016-03-24, Pieternel van Velden,

Combinatie warmtewisselaars en schermen moet kwaliteit waarborgen : zoektocht naar perfecte roos een jaar verlengd Gelder, Arie de (2015)

Onder Glas, 2015-01-01, P. van Velden

Powerpoint presentaties op de BCO's van 25 juni 2015,17-september 2015, 17 december 2015 en 12 mei 2016.

Video opnames voor de website van de gewascoöperatie roos.



Bijlage 1 Knippen en snoeien in Red Naomi een jaarplan

Uit het onderzoek Perfecte Roos-Energie zuinig geteeld blijkt dat de knip-snoei en inbuigstrategie een bepalende factor is voor de productie en het takgewicht. De strategie van afgelopen proef keek niet vergenoeg vooruit en werd ook mede bepaald door het aantal takken wat men wil knippen: zo veel mogelijk, terwijl dat ten koste gaat van kwaliteit.

Deze notitie is gemaakt om daaraan meer structuur te geven en meer planmatig te werken. Bedenk vooraf wat je in winter, voorjaar, zomer en herfst moet doen.

Een rozengewas maakt afhankelijk van licht, CO₂ en temperatuur gegeven dat de lichtonderschepping maximaal is een voorspelbare hoeveelheid suikers. Deze suikers worden gebruikt voor de aanmaak van oogstbare takken en voor onderhoud van het gewas.

Een te oogsten tak wordt juist kort voor de oogst zwaarder.

Aantal takken

Omdat de uitgroei van een nieuwe tak bij roos ca 6 à 7 weken duurt moet er bij het aantal uitlopende takken er rekening mee worden gehouden dat deze scheuten 6 à 7 weken later geoogst worden en dat dan het aantal takken in balans moet zijn met de lichtsom van de dagen voor de oogst. Het aantal uitlopende ogen moet dus 6 weken voor het toenemen van het natuurlijk licht omhoog en 6 weken voor het afnemen van het natuurlijk licht al omlaag. Omdat bij roos in de winter er een vrij constant lichtniveau is is dit toenemen van takken dus pas vrijlaat in het voorjaar rond half april – oogst eind mei en moet er al weer begin juli worden afgebouwd in aantal uitlopende ogen – oogst half augustus.

Dit is dus anders dan je op basis van het traditionele jaar verloop zou verwachten.

Een groot deel van het jaar mag het aantal uitlopende ogen per m² dus niet meer zijn dan wat gegeven de productie in kg en het tak gewicht mogelijk is. Voor perfecte roos is dat ca 5 takken per m². Te veel aan uitlopende ogen en zeker als er twee ogen per knippunt uitlopen moet worden weggenomen. Het lastige is echter hoe kun je het aantal goede uitlopers per m² bepalen? Zouden we in de proef dit moeten gaan labelen om een indicatie hiervoor te vinden?

Onderdoor en bovendoor knippen

Vanuit een goede zware tak die ca 30 cm boven de wortelzone staat kan een goede tak uitlopen. Deze mag normaal gesproken ca 3 keer bovendoor geknipt worden. Waarbij telkens 1 oog opnieuw mag uitlopen. Alleen in het voorjaar als het aantal takken iets mag toenemen mogen er 2 ogen uitlopen. Na 3 keer (ca 24 weken) moet de tak weer onderdoor geknipt worden waarbij in 1 of 2 keer de tak weer terug moet naar het niveau waarop gestart werd. Een uitloop hoger in het gewas leidt tot te grote verschillen in hoogte in het gewas dat nadelig is voor de takkwaliteit van de takken die op de onderste knippunten uitlopen.

De hoogte van uitlopen van takken moet door de knipstrategie enigszins gelijk gehouden worden.

Zowel bij onderdoor als bovendoor knippen kunnen er meerdere ogen uitlopen per knippunt. Als dit leidt tot te veel takken per m² moeten uitlopende ogen in een heel jong stadium al worden uitgebroken. Een te hoog aantal takken per m² leidt tot loze en licht takken! Er is nog geen systeem om hiervoor een goede maat te vinden.

Zeker na de langste dag moet eind juli al begonnen worden met onderdoor knippen om sterkere takken naar het najaar toe te laten uitlopen. Juist in die periode leidt bovendoor knippen tot een te grote uitloop wat leidt tot lichte takken in het najaar. In het voorjaar kan iets makkelijker bovendoor geknipt worden. Het onderdoor en bovendoor knippen moet ook steeds per plant worden beoordeeld. De gewasstructuur moet daarbij eenvoudig worden gehouden.

Gewas voor lichtonderschepping

Een goed groeiend rozen gewas heeft altijd blad voor lichtonderschepping. Dit kan bereikt worden door inbuigen van scheuten. Daarvoor worden lichte takken de knop uitgebroken en na 1 tot 2 weken worden deze takken ingebogen of volledig uit het gewas geknipt. Ook takken die loos vormen worden ingebogen of uitgeknipt.

Belangrijk hierbij is dat individuele planten altijd blad overhouden. Zonder blad gaat de uitloop en groei van het gewas te moeilijk. Maar daar tegenover staat dat een plant zo min mogelijk zou moeten investeren in het aanleggen en onderhouden van blad voor lichtonderschepping.

Ook het investeren in blad zou meer planmatig moeten. Dit kan worden bereikt door bewust per plant naar 1 tak voor blad onderhoud te streven en niet te baseren op de loze en dunne takken. Als er veel loze takken op een plant staan levert dit netto veel lichtonderschepping maar geen goede productie op.

Bijlage 2 Belichting en koelstrategie

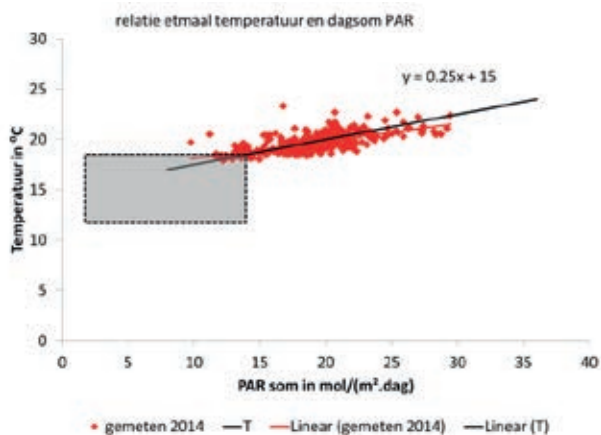
Welke strategie van belichting en koeling kan leiden tot een goede kwaliteit en de effectiviteit van de belichting over het gehele jaar heen verhogen?

Die strategie bestaat uit een aantal elementen:

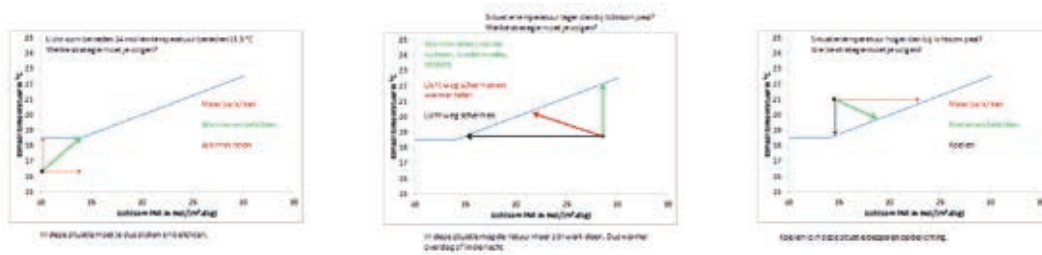
- Winter: belichting en temperatuur en knipstrategie zo op elkaar afstemmen dat met $210 \text{ umol.cm}^{-2}.\text{s}^{-1}$ gedurende 18 uur belichting een productie wordt gerealiseerd van $5 \text{ rozen m}^{-2}.\text{week}^{-1}$. De rozen worden voor 50% van de takken onderdoor geknipt om uitloop op goede takken van de struik te krijgen en geen dubbele uitloop op knippunten.
- Voorjaar. De koeling wordt gebruikt om de etmaal temperatuur te beheersen en de belichting wordt gestuurd op een lichtsom per dag. Als op een dag meer dan de gewenste lichtsom is gerealiseerd wordt dit de volgende dag gecompenseerd. Bij meerdere dagen overschrijding van de lichtsom wordt de etmaal temperatuur aangepast of er wordt meer licht weggeschermd.
- Zomer de koeling wordt maximaal ingezet ook in de nacht om de etmaal temperatuur te beheersen. Overdag wordt gestuurd naar een vochtdeficit van minimaal 4 g.m^{-3} om de huidmondjes actief te houden en de bladeren stevig te maken. De belichting wordt gebruikt om bij te kort aan lichtsom de gewenste lichtsom van die dag te realiseren. De relatie tussen lichtsom per dag en etmaal temperatuur heeft als streeflijn dat de temperatuur $15 + 0.25 * \text{PARsom}$ is. Maar omgekeerd geldt dan ook dat de PARsom is $4 * \text{Temp} - 60$.
- Herfst. De OPACs worden al snel weer op verwarmen gezet om de luchtvochtigheid te verlagen. Belangrijk is dat al vanaf augustus weer onderdoor geknipt wordt om het aantal uitlopende takken te verminderen en een goede kwaliteit te behouden.

Als voor de winter het uitgangspunt voor de kwaliteit is dat de etmaal temperatuur 18.5°C moet zijn moet de minimale lichtsom in de winter 14 mol PAR per dag zijn. Dit kan net bereikt worden met 18 uur belichten met de $210 \text{ umol.cm}^{-2}.\text{s}^{-1}$. Als in de zomer de etmaal temperatuur oploopt tot 20°C moet de PARsom per dag 20 mol/m^2 zijn. Elke extra graad temperatuur vereist 4 mol par extra licht.

In onderstaande grafieken wordt weergegeven welke situaties kunnen voorkomen.



Het grijze gebied in deze grafiek zijn ongewenste combinaties van lichtsom en temperatuur, omdat de etmaal temperatuur dan te laag moet zijn. Alleen als het aantal takken per m^2 wordt verlaagd zou met een lagere lichtsom geteeld kunnen worden. Hieronder staan 3 situaties getekend met welke actie dan gewenst is.



Als de lichtsom en temperatuur lager zijn dan de minimum waarden van 14 mol en 18.5°C (linker figuur) moet zomogelijk meer belicht worden en gestookt.

Als de lichtsom veel hoger is en de temperatuur die gerealiseerd wordt te laag is (middelste figuur) kan de kastemperatuur worden verhoogd. Als dit extra warmte zou kosten is het te overwegen om meer licht weg te schermen, maar in de regel zal de temperatuur hoger kunnen worden door minder te ventileren overdag en de zon de kas te laten opwarmen.

In de rechter figuur is aangegeven dat als de lichtsom te laag is voor de gerealiseerde temperatuur dat dan koelen en belichten beide nodig zijn om naar de gewenste situatie te komen. In deze vooral zomer situatie is koelen een vorm van besparen op belichting. Omdat de etmaal temperatuur vooral in de nacht kan worden verlaagd zal de koeling meer in die periode moeten worden gebruikt. Uiteraard moet daarbij maximaal gebruik worden gemaakt van natuurlijke koude.

De juiste inzet van de instrumenten verwarming, belichting en koeling is een continue optimalisatie waarbij gestreefd moet worden naar het realiseren van condities die voldoen aan de geformuleerde relatie tussen lichtsom en temperatuur.

Bijlage 3 Kasuitrusting en waarnemingen

De kasuitrusting is:

Afdeling op het IC	Afdeling 4.
Afdelingsgrootte	1008 m ² , 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.
Kasdek type:	Venlo dek - tralie ligger met 2 kappen per tralie.
Glastype	Diffuus glas: Prismatic met een loodrechte lichtdoorlatendheid van 92.2 %, een hemisferische lichtdoorlatendheid van 82.6% en een haze van 70%.
Dakhelling:	22° helling.
Traliebreedte:	9.60 meter.
Poothoogte:	6.68 meter.
Luchting:	2 halve ramen per 5 meter aan weerszijden van elke kap.
Verwarming:	Buisrail - per tralie 5 x 2 buizen van 51 mm ø. Gevelverwarming gekoppeld aan buisrail.
CO ₂ dosering:	OCAP, overschakelbaar op zuiver. Doseercapaciteit maximaal 250 kg/(ha.uur).
Klimaatcomputer:	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.
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.
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	2 LICOR 190 PAR sensoren op 2 meter boven de teeltgoot.
Verdamping	Priva Growscale met 2 matten planten uit het midden van een teeltbed.

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.

Klimaat

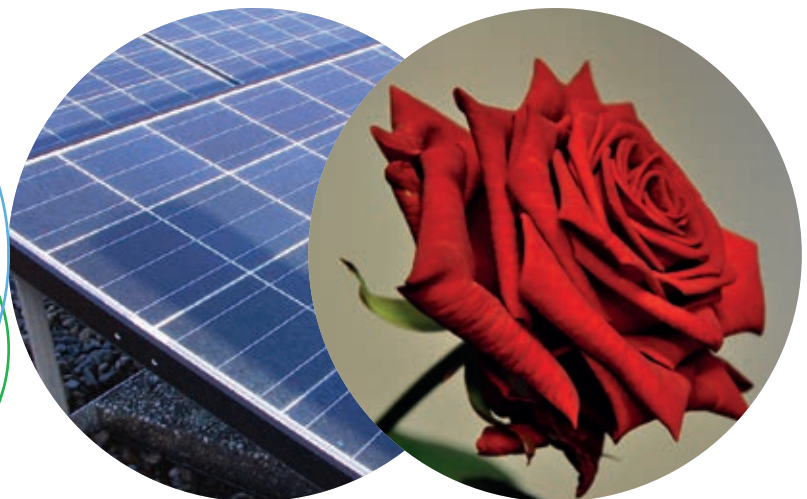
Een grote lijst parameters uit de klimaatsturing is op 5 minuten basis vastgelegd. Dat is gedaan om het totale functioneren van de klimaatsturing in de afdeling te kunnen volgen en analyseren. In dit rapport is de informatie beperkt zich tot die elementen die een beeld geven van het gerealiseerde klimaat 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.

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.

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-1412

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.