



Kwaliteit roos bij telen volgens licht emissie regels

Nieves García, Arie de Gelder, Bas Speetjens



© 2012 Wageningen, Stichting Dienst Landbouwkundig Onderzoek (DLO) onderzoeksinstituut Wageningen UR Glastuinbouw.

Wageningen UR Glastuinbouw

Adres : Violierenweg 1, 2665 MV Bleiswijk
: Postbus 20, 2665 ZG Bleiswijk
Tel. : 0317 - 48 56 06
Fax : 010 - 522 51 93
E-mail : glastuinbouw@wur.nl
Internet : www.glastuinbouw.wur.nl

Inhoudsopgave

	Samenvatting	5
1	Inleiding	7
2	Doelstelling en afbakening	9
2.1	Doel	9
2.2	Afbakening	9
3	Onderzoeksmethode experiment.	11
3.1	Kasuitrusting en kaslimate	11
3.1.1	Schermbehandelingen i.r.t. wettelijke voorschriften	11
3.2	Gewas	12
3.2.1	Watergiften en voeding	13
3.2.2	Gewasbescherming	13
3.3	Waarnemingen	14
3.3.1	Waarneming tijdens de teelt	14
3.3.1.1	Meeldauwaantasting in de teelt	14
3.3.1.2	Botrytis sporendruk in kaslucht	14
3.3.2	Bepalingen bij de oogst	15
3.3.2.1	Kwaliteitsindeling	15
3.3.2.2	Meeldauw	15
3.3.3	Na-oogst bepalingen	16
3.3.3.1	Houdbaarheid	16
3.3.3.2	Mate van knopopening	17
3.3.3.3	Botrytis aantasting	17
3.3.3.4	Bladverbranding en bladvergeling	18
3.3.3.5	Bruine randjes op de bloemblaadjes	18
3.3.3.6	Meeldauw aantasting tijdens het vaasleven.	19
3.3.4	Visuele gewasbeoordeling door telers	19
4	Onderzoeksmethode modelstudie	21
4.1	Functionaliteit van het KASPRO simulatiemodel	21
4.2	Model validatie	23
5	Resultaten experiment	25
5.1	Klimaat realisatie	25
5.2	Gewasbeoordeling door BCO	26
5.2.1	26 september	26
5.2.2	25 oktober	27
5.2.3	29 november	27
5.2.4	9 januari	27
5.2.5	5 maart	27
5.2.6	2 april	28
5.3	Productie en bloemkwaliteit	28
5.3.1	Opbrengst	29
5.4	Ziekteontwikkeling in de kas	30
5.4.1	Verloop en bestrijding meeldauw aantasting	30
5.4.2	Verloop Botrytis sporendruk in de kas	31

5.5	Na oogst kwaliteit	32
5.5.1	Gemiddelde houdbaarheid	32
5.5.2	Mate van knopopening	32
5.5.3	Mate van Botrytis aantasting	33
5.5.4	Mate van Meeldauw aantasting	33
5.5.5	Bruine randjes op bloembladen	34
6	Resultaten modelstudie	37
6.1	Invloed scherm dichtheid	38
6.2	Invloed kieren bij volledig lichtdicht scherm doek	39
6.2.1	Kier of doek met open bandjes?	39
6.2.2	Jaarrond temperatuur in de kas per % lichtafscherming	40
6.3	Effect vorstbeveiliging	40
6.4	Invloed belichtingsintensiteit	41
6.5	Invloed raamgrootte: Doorlopende nokluchting vs. normale Venlo	42
6.6	Invloed hemeltemperatuur	43
6.7	Invloed van kaspothoogte	45
6.8	Invloed van gewasverdamping	45
6.9	Condens op het scherm	48
7	Discussie resultaten	49
7.1	Effecten mate van afscherming op de productie	49
7.2	Effecten mate van afscherming op de kwaliteit	50
7.2.1	Effecten mate van afscherming op de meeldauw aantasting	50
7.2.1.1	Temperatuur en RV onder het scherm	50
7.2.1.2	Luchtstromingen in de kas, kouval en ventilatie	51
7.2.2	Effecten mate van afscherming op de naoogstkwaliteit.	52
7.2.2.1	Effecten op de houdbaarheid	52
7.2.2.2	Effecten op de mate van aantasting van de bloemen door Botrytis	52
7.3	Effecten kasconstructie en inrichting op kasklimaat tijdens afscherming (modelsimulaties)	53
8	Conclusies	55
9	Literatuur	57
Bijlage I	Logboek gewasbescherming	59
Bijlage II	Afschrijfcriteria houdbaarheidsonderzoek	63
Bijlage III	Overzicht van cyclisch gemiddelde van het klimaat per maand	65
Bijlage IV	Overzicht houdbaarheid per inzetdatum	73
Bijlage V	Overzicht validaties kasklimaatmodel	75
	9.3.1 Afdeling met behandeling “regel 2011”	76
	9.3.2 Afdeling met behandeling “regel 2014”	77
Bijlage VI	Achtergrond informatie schimmelziektes roos	79

Samenvatting

In het besluit Glastuinbouw van 21 februari 2002 zijn regels vastgelegd voor lichtemissie door bedrijven met assimilatie belichting. Deze regels voor lichtemissie zijn onderwerp van gesprek. In overleg van LTO Noord Glaskracht met gemeenten en door een aangenomen motie van 30 juni 2011 in de Tweede Kamer is afgesproken om in overleg en na onderzoek te komen tot hanteerbare en werkbare regels.

Op verzoek van LTO-Noord Glaskracht en de Landelijke Gewas Commissie roos is met Financiering van het Productschap Tuinbouw een onderzoek uitgevoerd bij Wageningen UR Glastuinbouw in Bleiswijk om na te gaan wat de invloed op de kwaliteit is bij telen volgens de nu geldende lichtemissie regels en bij telen volgens nieuwe regels zoals die nu onderwerp van gesprek zijn. Het onderzoek heeft bestaan uit twee onderdelen: een experiment (teeltproef) en een modelstudie.

Het experiment is van september 2011 tot en met maart 2012 uitgevoerd. Hiertoe zijn rozen geteeld in drie kasafdelingen. In de afdelingen is respectievelijk met weinig (10-74%), matig (74%) en met veel (95%) afscherming van licht geteeld, volgens vastgestelde behandelingen, genaamd respectievelijk een “maatwerk regiem”, een regiem conform de “geldende lichtregels 2011” en een regiem met bijna maximale lichtafscherming, genaamd “lichtregel 2014”. Doel van de teeltproef was het bepalen van de invloed van het telen volgens de lichtemissie regels op de kwaliteit van snijrozen. Zowel uitwendige kwaliteit -knopgrootte, steellengte, ziektes en fysiologische afwijkingen-, als inwendige kwaliteit (vaasleven) zijn onderzocht.

De proef is uitgevoerd met een één jaar oud gewas Red Naomi!. Schematisch zagen de behandelingen er als volgt uit:

Behandeling	Maatwerk regel	Lichtregel 2011	Lichtregel 2014
Donker periode (periode dat lampen uit zijn)	Apr/sept +0,5 uur na zon onder tot 2:00 Oktober + 1 u.na zon onder tot 02:00 u. November tot maart = 18:00 - 24:00 u	1 nov -1 april 18:00 - 24:00 Oktober 20:00 - 02:00	18:00 - 24:00v
Lichtafscherming buiten donkerperiode (na-nacht)	Bij buitenT < 0 °C en wind >5 m/s 74%lichtafscherming Bij buitenT >0 °C en Wind <5 m/s, scherm 10% dicht	Schermkierbreedte van maximaal 25% (75% afscherming)	18:00 - 6:00 95% lichtafscherming

De ingestelde regelingen zijn goed gerealiseerd. Verschillen in klimaat waren er in temperatuur (1.7 °C) en luchtvochtigheid (3%) tijdens de periode van lichtafscherming. De productie verschilde niet in stuks maar wel in sorteerkwaliteit door verschillen in meeldauw aantasting en lengte. De “maatwerkregel” behandeling waarin het minste lichtafscherming wordt gebruikt had de laagste meeldauw aantasting en langste (+2 cm) stelen. Dit verschil kwam tot uiting in de berekende financiële opbrengst. De naoogst kwaliteit werd niet beïnvloed. De rozen zijn daarbij vergeleken met die van een praktijkbedrijf. Er kwamen tijdens het vaasleven vrijwel geen bloemen met Botrytis voor. De meeldauw aantasting bij de lichtregel 2011 en lichtregel 2014 was zodanig dat er om de 5 dagen een gewasbeschermende bespuiting met fungicide moest worden uitgevoerd. Visueel werd het gewas in de maatwerkregel als “sterker op het blad” beoordeeld.

Voor het model studie is gebruik gemaakt van het kasklimaatmodel KASPRO om met modelberekeningen te bepalen wat de invloed is op het klimaat in de kas tijdens de periode van lichtafscherming van verschillende buitenomstandigheden voor temperatuur en windsnelheid, gegeven bepaalde specifieke bedrijfssituaties: type doeken, kieren in het doek, belichtingssterkte, raamgrootte, kaspoothoogte en gewasverdamping.

De effecten zoals die in de modelstudie zijn gevonden worden samengevat in het volgende overzicht:

Effecten buiten omstandigheden, kasconstructie en inrichting op kasklimaat tijdens afscherming.

Kasconstructie / inrichtingsfactor	Invloed op het kasklimaat tijdens afscherming
Windsnelheid	Zeer sterke invloed
Buitentemperatuur	Zeer sterke invloed
Schermdichtheid (patroon open/dichte bandjes)	Zeer sterke invloed
Kier in een lichtdicht scherm	Sterke invloed, vergelijkbaar met de dichtheid van het scherm
Belichtingsintensiteit	Zeer sterke invloed
Raamgrootte normale Venlo of doorlopende nokluchting	Zeer kleine invloed
Raamgrootte normale Venlo of kleine Venlo	Sterke invloed
Vorstgrens	Sterke invloed (juist bij vorst minder afkoeling mogelijk)
Kaspoot hoogte	Beperkte invloed
Gewasverdamping	Sterke invloed

Hieruit blijkt dat er tussen bedrijven die verschillen in uitrusting grootte verschillen zullen voorkomen in klimaatsomstandigheden in de kas tijdens de periode van lichtafscherming. Dit wordt samengevat in de conclusie:

De kastemperatuur onder het scherm tijdens de periode van lichtafscherming is, zoals in eerder onderzoek aangetoond, sterk afhankelijk van de buitenklimaat omstandigheden. Windsnelheid en buiten temperatuur oefenen de sterkste invloed op het binnenklimaat. De hemeltemperatuur heeft bij de meest voorkomende waarden een beperkt effect. Bij vorst worden de mogelijkheden voor afkoeling van de kas enerzijds door condensatiegevaar tegen het scherm en anderzijds door de vorstbegrenzing (ter voorkoming van raamschade) beperkt.

De kastemperatuur onder het scherm tijdens de periode van lichtafscherming is verder sterk afhankelijk van de bedrijfsspecifieke situatie: De kashoogte heeft een beperkte invloed op de opwarming onder de scherm. Het type doek daarentegen (het bandjes patroon die het percentage lichtdoorlatendheid bepaalt), de grootte van het raam, en de intensiteit van de belichting zijn inrichtingsfactoren die een zeer sterke invloed hebben op de mate van opwarming van de kas onder het scherm. Daarnaast speelt de verdamping van het gewas (die op haar beurt afhankelijk is van klimaat, aanwezige bladpakket en het ras) een rol.

1 Inleiding

In het besluit Glastuinbouw van 21 februari 2002 zijn regels vastgelegd voor lichtemissie door bedrijven met assimilatie belichting. Deze regels voor lichtemissie zijn onderwerp van gesprek. In overleg van LTO Noord Glaskracht met gemeenten, via de Vereniging Nederlandse Gemeenten (VNG) en door een aangenomen motie van 30 juni 2011 in de Tweede Kamer is afgesproken om in overleg en na onderzoek te komen tot hanteerbare en werkbare regels.

Citaat uit motie Koopmans en Snijder-Hazelhoff (kamerstuk 29383): "Het besluit, artikel 3.56 en 3.57 voorzien van een passend en in de praktijk werkbaar maatwerkregime, zodat bevoegd gezag deze laagdrempelig kan toepassen."

In de praktijk worden in plaats van de geldende regels soms al maatwerk toegepast.

Kwaliteit is de kritische succesfactor voor de positie van de Nederlandse roos, daarom wil de sector bij aanpassing van de regels geen concessie doen aan de kwaliteit (zowel uitwendige kwaliteit -knopgrootte, steellengte, ziektes en fysiologische afwijkingen-, als inwendige kwaliteit -houdbaarheid-).

Onderzoek is gewenst om na te gaan wat de invloed op de kwaliteit is bij telen volgens de nu geldende lichtemissie regels en bij telen volgens nieuwe regels zoals die nu onderwerp van gesprek zijn, zodat deze informatie kan worden gebruikt bij het opstellen van maatwerk voor de toepassing van lichtafscherming bij gebruik van assimilatie belichting in de nacht.

Eerder onderzoek naar lichtemissie is samengevat in het rapport: Schermtoepassing bij belichte teelten (Van Rijssel en Marissen, 2006). In dat onderzoek is geen aandacht besteed aan kwaliteit uitgedrukt in factoren als knopgrootte en steellengte. In het verleden is al aangetoond dat hoge vochtigheid, dikwijls het resultaat van belichten met een gesloten scherm, nadelig is voor de houdbaarheid van rozen. Sinds het onderzoek waarover in 2006 is gerapporteerd is de intensiteit van de belichting in de rozenteelt toegenomen.

Op verzoek van LTO-Noord Glaskracht en de Landelijke Gewas Commissie roos is het onderzoek waarover in dit verslag wordt gerapporteerd, met Financiering van het Productschap Tuinbouw opgezet. Het onderzoek heeft bestaan uit twee onderdelen:

Een experiment (teeltproef) In deze proef zijn van september 2011 tot en met maart 2012 rozen geteeld in drie afdelingen. In de afdelingen is met weinig, matig en met maximale afscherming van licht geteeld, volgens respectievelijk een "maatwerk regiem", een regiem conform de "geldende lichtregels 2011" en een regiem met bijna maximale lichtafscherming, zoals het onderwerp is van gesprek, "lichtregel 2014". De drie afdelingen zijn uitgerust met assimilatie belichting SON-T conform praktijk. De effecten van de verschillende afschermingsregiems op de productie van het gewas en de kwaliteit van de rozen zijn onderzocht.

Een modelstudie. Hiertoe is gebruik gemaakt van het kasklimaatmodel KASPRO om na te gaan wat de gevolgen voor het kasklimaat zijn bij verschillende buitenomstandigheden van een aantal variabelen in onder andere de bedrijfsuitrusting. Het model bekijkt puur klimatologische effecten. Effecten op kwaliteit worden hierbij buiten beschouwing gelaten. Bij Wageningen UR is in de loop van vele jaren onderzoek het kasklimaatmodel KASPRO ontwikkeld waarmee verschillende scenario's voor belichting, verwarming, ventilatie en afscherming zijn door te rekenen. Dit model kan uitstekend worden gebruikt om scenario's voor een rozenteelt te simuleren. Door het klimaat te simuleren voor in de praktijk veel voorkomende bedrijfssituaties kan doorgerrekend worden wat de invloed op het kasklimaat zal zijn van verschillende mate van afscherming in kassen anders dan de kas waarin de teeltproef is uitgevoerd.

2 Doelstelling en afbakening

2.1 Doel

Experiment: Bepalen middels een teeltproef in kasafdelingen de invloed van het telen volgens de lichtemissie regels op de kwaliteit van snijrozen. Zowel uitwendige kwaliteit -knopgrootte, steellengte, ziektes en fysiologische afwijkingen-, als inwendige kwaliteit -vaasleven of houdbaarheid- worden onderzocht

Modelstudie: Berekenen met behulp van het kasklimaatmodel KASPRO wat de invloed is op het klimaat in de kas van verschillende buitenomstandigheden voor temperatuur en windsnelheid, gegeven bepaalde specifieke bedrijfssituaties: type doeken, kieren in het doek, belichtingssterkte, raamgrootte, kaspothoogte en gewasverdamping.

2.2 Afbakening

Experiment

-Het onderzoek duurde precies 6 maanden (oktober tot en met maart). De periode van lichtafscherming omvat tevens de maanden september, april en mei.

-Roos is een meerjarig gewas (ca. 4 jaar). Het onderzoek is uitgevoerd met een tweedejaars gewas.

Er kunnen geen uitspraken worden gedaan over de effecten buiten de onderzochte periode, op de lange termijn of met een ouder gewas.

-Het onderzoek is met slechts één rozenras uitgevoerd. Er kunnen geen uitspraken worden gedaan over de effecten op andere rassen.

-Het onderzoek is in enkelvoud (één kas per behandeling) uitgevoerd, waardoor een normale variantie analyse niet mogelijk is. Door de waarnemingen aan meerdere velden per behandeling uit te voeren en deze waarden als steekproeven uit een groter geheel te gebruiken kan wel iets gezegd worden over de betrouwbaarheid van de verschillen.

Modelstudie

-Het gebruikte kassimulatie model berekent het *gemiddelde* kasklimaat goed, echter horizontale temperatuursverschillen als gevolg van luchtstromingen zijn hiermee niet in beeld te brengen.

3 Onderzoeksmethode experiment.

Het teeltkundige deel van het onderzoek is uitgevoerd in 3 afdelingen van 144 m² in de kasfaciliteiten van Wageningen UR in Bleiswijk.

De kassen van Wageningen UR hebben de volgende specificaties: Venlo-dek van 4.8 meter kapbreedte op een tralieligger van 9.6 meter breed met doorlopende nokluchting. De afdelingen zijn 15 meter lang. De kolomlengte is 5.50 meter.

3.1 Kasuitrusting en kaslimaat

Alle afdelingen hebben dezelfde kasuitrusting:

Voor de verwarming is er een buisrailnet (51 mm) en een in hoogte verstelbare groeibuis (forças 35 mm). Er is een dubbele scherminstallatie bestaande uit een zon / energiescherm (XLS 13 F Ultra Fire Break, 32% zonafscherming /15% energiebesparing). Voor de lichtafscherming is gebruik gemaakt van een 95% lichtdicht doek type (XLS SL 95 REVOLUX B/W). Het materiaal bestaat uit een patroon van 15 plastic bandjes en 1 open band. De CO₂ voor dosering in de kas is afkomstig van OCAP. De doseercapaciteit is ingesteld op maximaal 300 kg/ha.uur.

In de kassen was 15000 lux assimilatie belichting (1 m onder de lampen conform lichtplan) geleverd door Philips SON-T 1000 W lampen (conversiefactor Lux-> $\mu\text{mol} = 83$) geïnstalleerd op 5,5 m hoogte boven de grond. Gemeten 1,40 boven de grond leverde dit een lichtniveau dat varieerde tussen 130 $\mu\text{mol}/\text{m}^2/\text{s}$ (≈ 11.000 lux) en 170 $\mu\text{mol}/\text{m}^2/\text{s}$ (≈ 14.300 lux). Er werd een donkerperiode aangehouden van 6 uur. Buiten de donkerperiode werd er belicht met de volledige sterkte van de lampen wanneer de buitenstraling onder 250 W/m² kwam. Maximaal werd dus 18 uur per dag belicht. Het klimaat wordt geregeld via de ISII, een standaard tuinbouwcomputer van Hoogendoorn Automatisering. Alle klimaatdata werden per 5 minuten opgeslagen in de database van LetsGrow.

Er zijn drie lichtafschermingsbehandelingen toegepast (zie 3.1.1 en Tabel 1.). In Figuur 1. zijn de drie schemstanden van de lichtafschermings behandelingen buiten de donkerperiode te zien.

3.1.1 Schermbehandelingen i.r.t. wettelijke voorschriften

Bij de start van de proef is met de begeleidende telers de keuze gemaakt voor de toedeling van de behandelingen en de instellingen van het klimaat (Tabel 1.).

In de tabel en verder in dit rapport zijn de drie toegepaste lichtafschermingsbehandelingen aangeduid als “**maatwerkregel**”, “**Lichtregel 2011**” en “**Lichtregel 2014**”. Dit zijn slechts benamingen voor de toegepaste behandelingen. De wettelijke voorschriften zijn namelijk iets anders: “Lichtregel 2011” geldt al vanaf 2009 en voor Mei en September geldt dezelfde verplichting als voor oktober. Vanaf 2014 moet in het donkerperiode 98% geschermd worden en mag in er in de nacht nog gekierd worden. Dat was niet mogelijk met de aanwezige doeken (95% afscherming) en daarom is er gekozen voor een volledige afsluiting van het doek (geen kieren), ook omdat dit verplicht is bij belichtingsniveaus boven 15000 lux. “Maatwerkregel” is geen regel, maar een behandeling waarbij rekening gehouden wordt met de weersomstandigheden (buitentemperatuur en windsnelheid) om de mate van lichtafscherming buiten het donkerperiode te bepalen.

Als door de scherm instellingen de temperatuur hoger wordt dan de gewenste verwarmingstemperatuur en daardoor de etmaal temperatuur gaat oplopen wordt er geen compensatie op andere momenten van de dag gezocht.



Figuur 1. Lichtafscherming buiten de donkerperiode drie schermbehandelingen. Van links naar rechts Maatwerkregel (op de Foto 10% afscherming), Lichtregel 2011(75% afscherming), Lichtregel 2014 (95% afscherming).

Tabel 1. Behandelingen en instellingen voor schermen, stoken en ventileren.

Behandeling	Maatwerk regel	Lichtregel 2011	Lichtregel 2014
Donker periode	Apr/sept +0,5 uur na zon onder-2:00 Oktober + 1 u.na zon onder tot 02:00 u. November tot maart = 18:00 - 24:00 u	1 nov -1 april 18:00 - 24:00 Oktober 20:00 - 02:00	18:00 - 24:00
Lichtafscherming buiten donkerperiode	Bij buitenT < 0 °C en wind >5 m/s 74%lichtafscherming (= 25% kier bij een 98% doek) Bij buitenT >0 °C en Wind <5 m/s, scherm 10% dicht	Schermkierbreedte van maximaal 25% (75% afscherming)	18:00 - 6:00 95% lichtafscherming
Stoken	18 °C	18 °C	18 °C
Luchten luwezijde	19 °C	19 °C	19 °C
Luchten windzijde	23 °C	23 °C	23 °C
P-band (luw)	4, +10 (temp), + 2(windsnelheid)	4, +10 (temp), + 2(windsnelheid)	4, +10 (temp), + 2(windsnelheid)
P-band(wind)	4, +15 (temp), + 5 (windsnelheid)	4, +15 (temp), + 5 (windsnelheid)?	4, +15 (temp), + 5 (windsnelheid)?
Minimum buis	40 °C	40 °C	40 °C
Maximum buis temperatuur	50 °C	50 °C	50 °C
Stralingsaanpassing minimumbuis	Bij 250 W/m ² -5 Bij 400 W/m ² -10	Bij 250 W/m ² -5 Bij 400 W/m ² -10	Bij 250 W/m ² -5 Bij 400 W/m ² -10

3.2 Gewas

In de afdelingen stond een productief gewas “Red Naomi!” (plantdatum Mei 2010) op steenwol matten (Grodan SPU 24x20) dat gebruikt was voor een onderzoek met verschillende glastypen. Voor aanvang van het onderzoek zijn alle afdelingen weer uitgerust met normaal “float” tuinbouw glas.

De gewasverzorging is zodanig uitgevoerd dat bij aanvang van de behandelingen op 1 oktober 2011 de gewassen goed vergelijkbaar waren. Wel waren bij aanvang van de proef nog kleine verschillen in fase van ontwikkeling van snee naar snee waarneembaar. Voor het onderzoek naar het effect van de kwaliteit onder verschillende schermregimes is dit niet van belang.



Figuur 3. Oogststadium roos Red Naomi!

3.2.1 Watergiften en voeding

De planten kregen water en voeding via druppelaars, per SPU (twee planten) een 2 liter/uur druppelaar. De samenstelling van de voedingsoplossing -standaard voedingsoplossing voor roos op steenwol (De Kreij et al.,1997)- is weergegeven in Tabel 2. Het voedingsschema werd indien nodig bijgesteld aan de hand van laboratoriumanalyses. De grootste aanpassing vond plaats bij de ammoniumconcentratie, omdat de gewasgroeifase (tijdens de snee / uit de snee) de pH van de voedingsoplossing sterk beïnvloedde.

De watergiften werden op tijd, straling en drainpercentage geregeld. Een drainpercentage van 50% in de middag werd nagestreefd. Vanaf de tweede gift in de ochtend was er drain; op zonnige dagen werden één of meerdere beurten extra gegeven op buitenstraling.

Tabel 2. Samenstelling van de voedingsoplossing.

Macroelementen	NH ₄	K	Ca	Mg	NO ₃	SO ₄
Concentratie (mmol/l)	1,5	4,5	3,25	1,125	11	1,25
microelementen	Fe	Mn	Zn	B	Cu	Mo
Concentratie (μmol/l)	25	5	3,5	12	0,75	0,5

3.2.2 Gewasbescherming

In de kasafdelingen werd zoveel mogelijk gebruik gemaakt van geïntegreerde gewasbescherming. Dit hield in dat zoveel mogelijk biologische bestrijding is toegepast door natuurlijke bestrijders in te zetten tegen de meeste insectenplagen (spint, witte vlieg, Californische trips). Om de ontwikkeling van de plagen en de vestiging van de natuurlijke vijanden te monitoren zijn de kassen elke twee weken gescout, gebruik makend van vangplaten, directe gewasobservaties en bladmonsters.

Naast de spintbestrijder *Phytoseiulus persimilis* zijn de generalisten met effect op trips en witte vlieg *Amblydromalus limonicus*, *Amblyseius swirskii* en *Typodromips montdorensis* uitgezet. De sluipwesp *Encarsia formosa* is vanaf week 3 uitgezet omdat in week 1 enkele wittevliesen in de kas (tot 5 per vangplaat) aanwezig waren; de opgebouwde populatie heeft kunnen voorkomen dat er in het voorjaar een uitbraak van witte vlieg was. In week 14 waren de vangplaten schoon (geen wittevlieg noch trips).

De gevestigde roofmijten (natuurlijke vijanden) zorgden voor een lage plaagdruk gedurende de duur van het experiment. Er is een correctieve toepassing met een chemische bestrijdingsmiddel uitgevoerd tegen spint in twee van de afdelingen; in twee afdelingen is ook een behandeling tegen bladluis toegepast, en een tegen trips op de laatste dag van de proef. Echte meeldauw moest bestreden worden met chemische middelen. Tot 25 oktober was de bestrijdingsfrequentie eens per 7-10 dagen. Na 25 oktober is deze, vanwege de hoge aantasting naar eens per 5 dagen verhoogd. De bestrijding van meeldauw werd gedaan in eerste instantie (voor het invoeren van de verhoogde toepassingsfrequentie) door het afwisselen van 2 middelen (Plantenziektkundige Dienst, 2010):

- Collis, BASF, met actieve stoffen boscalid+ Kresoxim-methyl, uit de chemische groep van de “carboxyaniliden en strobirulinen”. Het middel heeft een preventieve werking en is matig resistentiegevoelig. Brengt lichte schade aan het gewas toe en laat zichtbaar residu op het blad.
- Meltatox, BASF, met actieve stof dodemorf, uit de chemische groep van de “morfoline verbindingen”. Het middel werkt curatief, en heeft een matig-lage resistentiegevoeligheid.

Bij het verhogen van de toepassingsfrequentie is er gekozen voor het gebruik van alléén Meltatox; het middel werkt curatief, heeft een lagere resistentiegevoeligheid en het gewas (dit ras) kan er minder snel schade van ondervinden. Afwisseling met andere van de voor roos toegelaten middelen is voor dit ras niet mogelijk in verband met bekende gewasschades of hoge resistentiegevoeligheid van het middel.

Bijlage I toont het logboek chemische / biologische gewasbescherming.

3.3 Waarnemingen

Er zijn verschillende waarnemingen gedaan aan het gewas en schimmeldruk. Deze kunnen worden onderverdeeld in waarneming tijdens de teelt, oogstbepalingen (bepalingen die gedaan worden op het moment van oogsten van de bloemen), na-oogstbepalingen (bepalingen die gedaan worden tijdens het “consumentenleven”, waaronder de houdbaarheid), en periodieke visuele beoordelingen door de betrokken telers (BCO).

3.3.1 Waarneming tijdens de teelt

3.3.1.1 Meeldauwaantasting in de teelt

De mate van aantasting in de kassen is eens per twee weken waargenomen. Hiertoe werden per afdeling willekeurig 15 representatieve bloemstelen gekozen (alleen de groene bloemstelen zijn gescoord, de rode zijn niet meegenomen in de waarneming) wat neerkomt op 3 stelen per bed. Van 10 samengestelde blaadjes (alléén 5-blad wordt beoordeeld) per plant kreeg het aangetaste oppervlakte een getal van 0 tot 6, waarbij ieder getal correspondeerde met een aangetast oppervlakte volgens de onderstaande ziekteindex schaal:

0= 0.1-2% 1= 2-5% 3= 5-10% 4=10-25% 5=25-50% 6= >50%

Bijvoorbeeld 1 meeldauw vlekje op een samengesteld blad is 0.1-2%, meerdere vlekjes is 2-5% en het halve blad bedekt is 50%. Het resulterende ziektedruk index is per kas en per waarnemingsdatum statistisch getoetst met behulp van one-way ANOVA, Tukey's test ($P < 0,05$).

3.3.1.2 Botrytis sporendruk in kaslucht

Door bemonstering van de kaslucht met luchtaanzuigapparatuur (airsamplers) is de Botrytis sporendruk wekelijks gemeten. Voor de metingen is op vijf plekken per kas een sporenvangst gedaan ter hoogte van de ingebogen takken. Per bemonstering werd 50 liter lucht aangezogen en op een petrischaal opgevangen (2 schalen per monsterplaats) met daarin een specifiek groeimedium voor Botrytis (Kerssies, 1990). De voedingsplaten zijn gedurende 4-5 dagen in een broedstoof weggezet bij 22 °C. Daarna zijn de schimmelkolonies (kolonievormende eenheden, kve) op de schalen geteld. Het gemiddeld aantal van de 10 schalen is weergegeven per afdeling.

3.3.2 Bepalingen bij de oogst

Op normale werkdagen werd 's morgens geoogst. Gestreefd werd naar het oogsten in een normaal veilingrijp stadium (Figuur 2.). In overleg met de begeleidende telers is besloten slechts eens per dag te oogsten en niet op zaterdag en zondag te oogsten. Daardoor werden dagelijks, en in het bijzonder op maandag ook een deel rijpere bloemen geoogst. De oogst (=productie) werd geregistreerd vanaf de start van de behandelingen op 1 oktober 2011. De oogst werd geregistreerd van 6 velden per kas. De velden bestonden uit in totaal 252 planten en besloegen een teeltoppervlak van 39 m².

Bij de oogst zijn de volgende waarnemingen gedaan per tak:

- Lengte in cm (totale lengte steel + knop)
- Bloemhoogte in halve cm (ook knopgrootte genoemd)
- Gewicht in gram
- Aantasting met “wit” (meeldauw zie 3.3.2.2)
- Overige kwaliteitsopmerkingen (indien van toepassing is genoteerd: krom, bolvorm, draaihart, blauwe of zwarte bloembladrand en andere afwijkingen)

3.3.2.1 Kwaliteitsindeling

Kwaliteitsopmerkingen zijn afwijkingen van het product die de marktwaarde verminderden. Hierbij valt te denken aan blauwkleuring van de bloembladen, gedraaide harten, “bolletjes” over het bloemhart, kromme stelen en verbrande bladpunten.

De oogstwaarnemingen zijn gebruikt voor het bepalen van de productie (in aantal stuks en in kg product), en voor het indelen van het gewas in 3 kwaliteitsklassen:

“Eerste kwaliteit”, “tweede kwaliteit” en “onverkoopbaar”. Hiervoor zijn in overleg met telers (BCO) de volgende criteria gehanteerd:

- Eerste kwaliteit= geen opmerkingen over meeldauw aantasting of over kwaliteitskenmerken.
- Tweede kwaliteit= beperkte mate van meeldauw of draaihart in de bloem of bolvorm van de bloem
- Onverkoopbaar= veel meeldauw, kromme steel, verbrande bloemranden, blauw/zwart verkleuring van de bloem (rand) en overige opmerkingen en/of combinaties van meeldauw en afwijkende bloenvorm

In de praktijk wordt vallen “rijpe bloemen”, dat wil zeggen, bloemen die bij de oogst rijper zijn dan het in Figuur 2. getoonde stadium, ook onder de tweede kwaliteit. In dit onderzoek is “rijpe bloemen” echter niet bijgehouden en niet als kwaliteitscriterium gehanteerd vanwege het eerder besproken oogstschema, afwijkend van de praktijk waar minimaal 2 maal per dag geoogst wordt om alle bloemen in de juiste rijpheid te oogsten.

3.3.2.2 Meeldauw

De aanwezigheid van meeldauw (*Sphaeroteca panosa*) op het gewas verlaagt de marktwaarde van de rozen en is verantwoordelijk voor een groot deel van het fungicide gebruik in de normale rozenteelt. Het witte schimmelpus op het blad (of op de bloemblaadjes) is ontsierend, stuift, en veroorzaakt lesies (gele, aan de onderkant rode plekken) op het blad. Matig aangetaste takken worden naar een inferieure kwaliteitsklasse gedegradeerd. Ernstige aantastingen maken het product onverkoopbaar. Bij de oogst, is de mate van meeldauw aantasting geregistreerd. Hiervoor zijn 3 niveaus gehanteerd: niet aangetast (eerste kwaliteit), licht aangetast (acceptabele, tweede kwaliteit), of zwaar aangetast (niet acceptabele, of onverkoopbaar), als geïllustreerd in Figuur 4. Meer informatie over deze schimmel, hun levenswijze en verspreidingswijze is te vinden in Bijlage VI.



Figuur 4. meeldauw aantasting bij de geoogste roos. Van links naar rechts: niet aangetast (eerste kwaliteit), licht aangetast (tweede kwaliteit), zwaar aangetast (onverkoopbaar).

3.3.3 Na-oogst bepalingen

Wekelijks werden twintig representatieve bloemen per afdeling na de oogst gereserveerd voor na-oogst bepalingen. Een bos - 20 stuks- Red Naomi! Rozen uit een commerciële kwekerij van dezelfde oogstdatum werd ook wekelijks gehaald. Deze diende als een praktijk-referentie.



3.3.3.1 Houdbaarheid

De houdbaarheid (vaasleven) van de geoogste rozen is wekelijks onderzocht. De houdbaarheid wordt gedefinieerd als: het aantal dagen tussen plaatsing van de bloem in de uitbloeiruimte (dag 0) tot het moment dat de consument de bloem af zou schrijven.

De bloemen zijn direct na de oogst in papier gewikkeld en gedurende 24 uur conform praktijk in schone emmers met water met Chrysal RVB, (10ml/l), bij een temperatuur van 2 °C voorbehandeld.

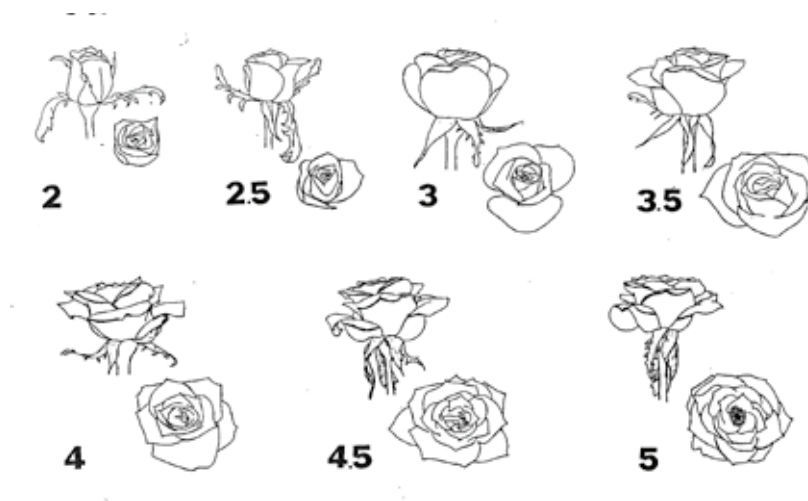
Na de voorbehandeling werden de rozen zonder transportsimulatie uit de verpakking gehaald, opnieuw afgesneden en in aparte (schone) vazen met kraanwater in de houdbaarheidsruimte geplaatst (Figuur 5.). Per vaas één bloem. De vazen worden random neergezet (blokken van 5 vazen). Het blad wordt zodanig verwijderd dat er geen blad in het vaaswater komt.

Als referentie werden elke week twintig rozen “Red Naomi!” bij een commerciële teler gehaald. Deze rozen waren op dezelfde datum geoogst en gedurende 24 uur voorbehandeld tijdens (gekoelde) bewaring, met het door het bedrijf gebruikte voorbehandelingsmiddel, Florissant 600 (10 ml/l). De actieve stoffen van zowel Chysal RVB als Florissant 600 zijn aluminiumsulfaat en uitvloeier.

De heersende condities in de onderzoeksruijnte zijn volgens internationale voorschriften ingesteld: 20 °C, 60% RH, 12h licht per dag bij 14 $\mu\text{mol}/\text{m}^2\cdot\text{s}$ (Reid and Kofranek 1981). De bloemen werden afgeschreven als ze zodanig slap, verwelkt of uitgebloeid waren, of andere afwijkingen vertoonden (b.v., bent-neck, bloemrot of bloemrui door *Botrytis*) dat de gemiddelde consument ze niet langer in de vaas zou laten staan. Een overzicht van de gehanteerde afschrijfcriteria is te vinden in Bijlage II.

3.3.3.2 Mate van knopopening

Op Dag 7 van het vaasleven werd de knopopening beoordeeld, met behulp van een schaal (Figuur 6.) die van 0 (dichte knop) tot 5 (volledig open, meeldraden zichtbaar) reikt, waarbij 0= dichte knop en 1= losse knop niet in de Figuur voorkomen, aangezien de =de oogstijpheid van deze soort bij ca. 2.5 ligt.



Figuur 6. Knopopening schaal. Naar Breugem, Hazendonk en Marissen, 1993.

3.3.3.3 Botrytis aantasting

Eveneens op dag 7 van het vaasleven werd de mate van aantasting van de bloem door de schimmel *Botrytis cinerea* beoordeeld.

Hiertoe is de volgende schaal gehanteerd:

- 1= zichtbare pokken op 1 of 2 petalen
- 2= op 3 of meer petalen zichtbare pokken
- 3= 1 of meer petalen met zware aantasting (>1cm)
- 4= 3 of meer petalen met zware aantasting (>1cm)/of ernstig aangetaste bloembodem
- 5= 5 of meer petalen met zware aantasting (>1cm)/of ernstig aangetaste bloembodem

Een aantasting door *Botrytis* kan het vaasleven sterk reduceren door vroegtijdige verwelking van de bloemen (Figuur 7.). Een *Botrytis* aantasting is een van de geldende afschrijfcriteria. Indien de aantasting voor dag 7 van het vaasleven tot afschrijving van één of meer bloemen heeft geleid, is voor de betreffende bloem de beoordeling 5 genoteerd. De overige bloemen zijn op dag 7 beoordeeld op *Botrytis* aantasting. Meer informatie over deze schimmel, hun levenswijze en verspreidingswijze is te vinden in Bijlage VI.



Figuur 7. Botrytis aantasting schaal 5, ernstig aangetaste bloembodem.

3.3.3.4 Bladverbranding en bladvergeling

Bladvergeling of bladverbranding is eveneens als een standaard beoordeling op dag 7 van het vaasleven uitgevoerd. Hiervoor is de volgende schaal van 0-5 is gehanteerd.

- 0= geen schade
- 1= beperkte schade op 1 of 2 bladeren
- 2= beperkte schade op meer dan 2 bladeren
- 3= sterke schade op 1 of 2 bladeren
- 4= sterke schade op meer dan 2 bladeren
- 5= zeer sterke schade op meer dan 2 bladeren

De bladvergeling is sterk gerelateerd aan de aanwezigheid van meeldauw. De bladverbranding kwam alléén na de zonnige dagen in februari voor.

3.3.3.5 Bruine randjes op de bloemblaadjes

In de koude weken van het jaar viel op dat de randen van de petalen bruin werden en konden verdrogen. In ernstige gevallen kon de niet elastische, verdroogde rand, niet verder rekken, wat het verder open komen van de roos belemmerde. Indien 5 of meer petalen door dit verschijnsel ernstig (d.i. meer dan 1 cm) was aangetast, is de bloem op dit criterium afgeschreven. De kleur van het aangetaste deel van deze uitdroging leek in eerste instantie veel op die van een door Botrytis aangetast bloemblad. Om Botrytis aantasting uit te sluiten of te bevestigen zijn op drie verschillende data aangetaste bloembladen na in alcohol te ontsmetten om opliggende sporen te verwijderen, op een Botrytis voedingsbodem gelegd. De ene bloem was een bloem met herkenbare Botrytis schade: buitenste duidelijk aangetaste bloemblad en binnenste ogenschijnlijk onaangepaste bloemblad. De andere roos met donkerbruinverkleuring: buitenste duidelijk aangetaste bloemblad en binnenste ogenschijnlijk onaangepaste bloemblad. Na enkele dagen blijkt alleen Botrytisgroe bij duidelijk aangetaste bloembladen met lichtbruine vorm van Botrytis. Het resultaat wijst erop dat Botrytis niet de oorzaak is van bruinverkleuring van het bloemblad en dat het waarschijnlijker is dat het een fysiologische oorzaak heeft.

3.3.3.6 Meeldauw aantasting tijdens het vaasleven.

Op dag 0 van de houdbaarheid is de mate van meeldauw aantasting, op een schaal van 0-5 beoordeeld (voorbeelden getoond in Figuur 8.). De schaal indeling is als volgt:

0= geen meeldauw

1= lichte meeldauw aantasting van maximaal twee (deel) bladeren

2= lichte meeldauw aantasting van meer dan twee (deel) bladeren

3= matige meeldauw aantasting van meer dan twee (deel) bladeren

4= sterke meeldauw aantasting van meer dan twee (deel) bladeren

5= zeer sterke meeldauw aantasting van meer dan twee bladeren

Voor de houdbaarheid zijn soms zwaar aangetaste takken gebruikt om voldoende takken in een gelijk stadium van bloemontwikkeling te hebben.



Figuur 8. Meeldauw aantasting aan het begin van het vaasleven. Links naar rechts, beoordeling 2, 3, 4, 5.

3.3.4 Visuele gewasbeoordeling door telers

Voor het onderzoek was een BCO (BegeleidingsCommissie Onderzoek) aangesteld. Deze bestaat uit drie telers van het ras Red Naomi!, twee telers van een andere ras uit de top 3 meest verkochte rassen, twee voorlichters, en de gewasmanager van LTO groeiservice. Met een frequentie van een keer per 4 -5 weken werd de proef bezocht. De telers beoordeelden het gewas en gaven indien nodig teeltkundige adviezen zodat de teelt zoveel mogelijk conform praktijk kon verlopen.

4 Onderzoeksmethode modelstudie

Het doel van de modelsimulaties in deze studie is te onderzoeken wat de invloed is van uiteenlopende factoren op het binnenklimaat in een licht-afgeschermd kas. Zo kan met de rekenmodellen eenvoudig in beeld worden gebracht wat de invloed is van bijvoorbeeld het geïnstalleerde lampvermogen op de temperatuur in de kas bij verschillende buitenomstandigheden.

Dit hoofdstuk beschrijft de functionaliteit van het KASPRO simulatiemodel, zodat voor de lezer duidelijk wordt hoe KASPRO (in grote lijnen) werkt en wat het kan. Hierna wordt ingegaan op de validatie van het model: de uitkomsten van KASPRO worden vergeleken met in de teeltproef werkelijk gemeten waarden voor het kasklimaat.

4.1 Functionaliteit van het KASPRO simulatiemodel

Het simulatiemodel (KASPRO) is een uit diverse parameters samengesteld model van de eigenschappen van een kas, gewasgegevens, ingestelde setpoints en buitenklimaat, dat de relevante variabelen (temperatuur, vochtgehalte en CO₂ concentratie) berekent als functie van tijd. Dit maakt berekening van de energieconsumptie en gewasproductie mogelijk. De basis van het model wordt gevormd door de energie-, water- en CO₂-balansen van de in beschouwing genomen samenhangende onderdelen van het systeem. Het resulteert in een set van niet lineaire, eerste orde differentiaalvergelijkingen die numeriek worden opgelost. Het kasklimaatmodel heeft als startpunt de kasklimaatregelaar. Kaslucht bevat samenhangende componenten waarvan de temperatuur, vochtigheid en CO₂-concentratie als primaire variabelen worden beschouwd. De kasklimaatregelaar vergelijkt deze waarden met setpoints. De setpoints zijn functies van tijd en buitenklimaat en aangenomen wordt dat de teler ze van parameters voorziet.

Op grond van de vergelijkingen zal de regelaar de volgende acties uitvoeren:

- past de stand van de mengklep van de warmwatertoevoer aan, ten einde de temperatuur van de verwarmingsbuizen te wijzigen. Meestal wordt de temperatuur van twee afzonderlijke verwarmingssystemen, waarvan één met pijpen dicht bij de grond en één met pijpen in of boven het gewas, afzonderlijk geregeld.
- past de stand van de luchtramen aan voor warmte- en vochtuitwisseling tussen de kas- en buitenlucht.
- start en stopt de CO₂-gift naar de kas.

Naast het kasklimaat, stuurt de regelaar de apparaten aan die van belang zijn voor de warmtevoorziening (ketel, warmtepomp, WKK en opslagtank) en de CO₂-productie van de ketel.

Omdat het warmtedistributiesysteem in kassen gewoonlijk bestaat uit een warm-watercircuit van pijpen met een groot thermisch vermogen met typische afkoelingseigenschappen, wordt extra aandacht besteed aan de beschrijving van het dynamisch gedrag (De Zwart, 1996).

De lampen worden in het model aan/uit gestuurd op basis van tijdstellingen en een te bereiken dagelijkse lichtsom. Het vermogen dat de lampen in de kas brengen, wordt via stralings- en warmtebalansen verdeeld tussen diverse onderdelen (lucht/plant/vloer/etc). Op deze wijze draagt het opgenomen elektrisch vermogen dus bij aan de verwarming van de kaslucht en de planten. In dit verslag wordt lampvermogen uitgedrukt in lux, omdat dit de eenheid is dat in de regelgeving wordt gehanteerd. Plantkundig zou licht moeten worden beschrijven in $\mu\text{mol}/\text{cm}^2\text{s}$.

Naast de kasklimaatregelaar zijn de kasluchtomstandigheden ook afhankelijk van de warmte, vocht en CO₂-uitwisseling tussen de kaslucht en zijn directe omgeving. Om deze interacties te beschrijven onderscheidt het model samenhangende componenten voor het gewas, de bodem en het kasdek.

De grond onder de kas vertegenwoordigt een grote warmteopslagcapaciteit met een sterk dempend effect op fluctuaties van de kasluchttemperatuur. Om een goede afspiegeling van dit effect te verkrijgen is de grond onderverdeeld in 7 lagen.

Het kasdek vormt een belangrijke belemmering voor warmteverlies naar de buitenlucht. Indien de temperatuur van het dek echter onder het dauwpunt van de kaslucht komt, veroorzaakt het dekoppervlak ontvochtiging van de kas.

De temperatuur van de schermen wordt door het model bepaald aan de hand van een warmte- en stralingsbalans. Verschillende typen schermen hebben verschillende invloed op de luchtuitwisseling in de kas, het warmteverlies en vochtuitwisseling tussen kas en dek. In het model kunnen de schermeigenschappen door de gebruiker gekozen worden, om de praktijkomstandigheden zo dicht mogelijk te benaderen.

De buitenomstandigheden dienen als omgevingsfactoren voor het model. De buitenluchttemperatuur en de hemeltemperatuur beïnvloeden de warmteverliezen door convectie en straling bij het kasdek en daardoor de temperatuur van het dek. De buitentemperatuur, vochtigheid en CO₂-concentratie hebben een directe invloed op de primaire toestandsvariabelen via luchtuitwisseling door geopende ramen of kieren. De windsnelheid is een belangrijke indirecte weerconditie omdat deze invloed heeft op de convectieve warmte-uitwisseling aan het dek en in belangrijke mate de luchtuitwisseling door de ramen bepaalt.

Een belangrijk weer gegeven is de globale straling. Directe en diffuse straling wordt geabsorbeerd, gereflecteerd en doorgelaten door het dek, het gewas en de grondoppervlakte. Bovendien is straling op gewashoogte belangrijk voor de fotosynthese. Voor de berekening van de warmte-, vocht- en CO₂-stromen tussen de samenhangende componenten, zijn de relaties voor de warmtestroming ontleend aan een aantal auteurs. De warmtestraling is berekend met gebruikmaking van relaties gebaseerd op de wet van Stefan-Boltzmann, en bevat "view factoren", absorptie en emissie. Interceptie van de straling door het gewas is behandeld in overeenstemming met Goudriaan (1988). De transmissie van licht door het dek is berekend middels een methode beschreven door Bot (1983). De convectieve warmte-uitwisseling aan de binnen en buitenkant van het dek is beschreven in de relaties eveneens gepresenteerd door Bot.

De ventilatiestromen, in tuinbouwkundige context is gebaseerd op natuurlijke ventilatie, en is berekend op basis van de theorie gepresenteerd door De Jong (1990). De gewasverdamping, een belangrijk onderdeel van het model, is afgeleid van het werk van Stanghellini (1987). De convectieve warmteoverdracht van verwarmingsbuizen en convectieve warmte uitwisseling van de bodem is eveneens beschreven door Bot. De warmtegeleiding in de grond is benaderd vanuit de algemene warmtegeleidingtheorie.

Ten gevolge van de complexiteit en de niet lineairiteit van het model, is de integratie van differentiaal vergelijkingen uitgevoerd in numerieke voorwaartse integratie. De stapgrootte is zodanig gekozen dat de temperatuurverandering van de toestandsvariabelen minder is dan 0.1 °C. Dat betekent dat het tijdsduur per integratiestap vaak niet meer dan 15 sec bedraagt. Wanneer het buitenklimaat en de klimaatregelaar activiteiten stabiel zijn, neemt de stapgrootte toe tot 2 minuten, hetgeen overeen komt met de meetfrequentie van de klimaatregelaar.

Vergelijking van de resultaten van het model met metingen in een semi-praktijk kas (4 afdelingen van 200 m²) toonden een zeer goede overeenkomst. Absolute verschillen tussen model en metingen voor de luchttemperatuur voor gemiddelde 10 minuten waarden bedroegen minder dan 0.5 °C in 90% van de tijd. De warmteconsumptie werd gesimuleerd met een nauwkeurigheid van 95% en de regelactiviteiten m.b.t. ramen open/dicht controle en de CO₂-gift toonden een goede gelijkenis (de Zwart, 1996).

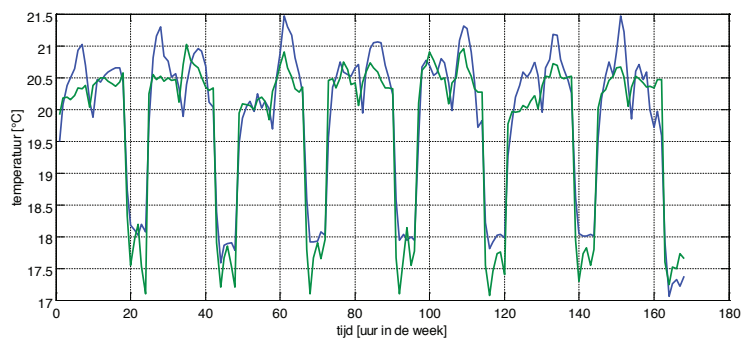
De beschrijving van het buitenklimaat gaat uit van typisch Nederlandse weersomstandigheden. Deze dataset is weergegeven in het SEL-jaar (Breuer en Van de Braak, 1989).

4.2 Model validatie

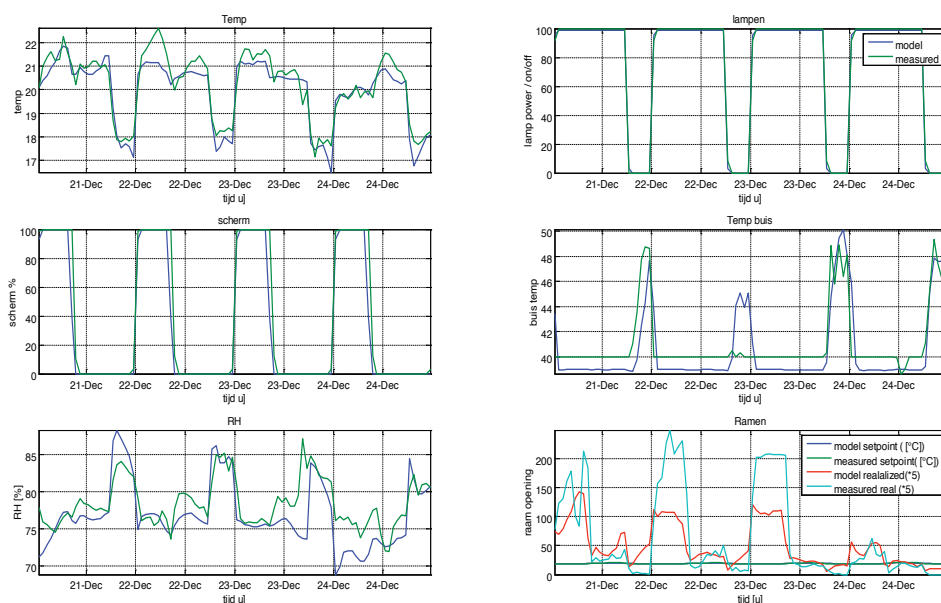
Om aan te tonen dat het KASPRO model in staat is het klimaat in een praktijkkas goed te voorspellen, is een modelvalidatie gedaan. Deze modelvalidatie werkt als volgt: met KASPRO wordt het gedrag gesimuleerd van een kas die dezelfde layout en setpoints heeft als de kassen die in de praktijkproeven zijn gebruikt. Ook de gemeten weersgegevens worden gebruikt als invoer voor het kasmodel. Vervolgens worden de daadwerkelijk gemeten waarden (temperatuur, relatieve luchtvochtigheid en sturingen) vergeleken met de waarden uit KASPRO. Door steeds zowel modelvoorspelling als gemeten waarde in dezelfde Figuur weer te geven, is goed te zien of KASPRO de gemeten waarden goed kan voorspellen.

Deze validatie procedure is gevolgd voor alle drie de kascompartimenten waarin de praktijkproeven zijn gedaan. Hieronder is ter illustratie één Figuur weergegeven (Figuur 10.) van een representatieve periode in kascompartiment 608 (lichtregel 2014). Een cyclisch gemiddelde over een periode van 4 weken is weergegeven in Figuur 9. en van de andere twee compartimenten, voor meerdere perioden, staan in Bijlage IV.

In de Figuur is goed te zien hoe de gesimuleerde waarden (blauwe lijnen) de gemeten waarden (groene lijnen) volgen. De instellingen voor lampen, verwarming en schermen zijn gelijk gekozen. Het resulterende klimaat in de kas (temperatuur en luchtvochtigheid) wordt door het model goed voorspeld. Het model blijkt dus ook voor de rozenkassen valide te zijn.



Figuur 9. cyclisch gemiddelde voor temperatuur in de kas “lichtregel 2014”. Het cyclisch gemiddelde is het gemiddelde per uur over 4 weken.



Figuur 10. Model validatie voor het kascompartiment “lichtregel 2014”.

5 Resultaten experiment

5.1 Klimaat realisatie

Om effecten van de schermregeling op de kwaliteit te kunnen beoordelen is het belangrijk dat de ingestelde regeling is gerealiseerd en is het belangrijk te weten of dit ook tot verschillen in klimaat heeft geleid.

In onderstaande tabel (**Tabel 3.**) worden de belangrijkste parameters van het klimaat weergegeven. Deze worden uitgebreid getoond in Bijlage III

De klimaat regeling is op te splitsen in 3 delen in een etmaal (zie **Tabel 1.** voor exacte tijden per behandeling en periode in 3.1.1.).

* **Schermen:** geheel of beperkt lichtafschermen met belichting (afh. behandeling en periode ca. 0:00-8:00 uur)

* **Dag:** belichting zonder schermen (afh. behandeling en periode, ca. 8:00-18:00 uur)

* **Donker:** donker periode (afh. van behandeling en periode, ca. 18:00-24:00 of 20:00-2:00,

Tabel 3. Gemiddelde waarden over de 6 maanden dat de proef heeft gelopen voor de 3 behandelingen en de 3 delen van het etmaal voor 5 parameters.

Parameter	Behandeling	Dagdeel			Etmaal
		Schermen	Dag	Donker	
<i>Kas temperatuur</i> °C	Maatwerkregel	19.2	20.7	18.2	19.7
	Lichtregel 2011	19.5	20.9	18.1	19.9
	Lichtregel 2014	20.9	21.0	18.0	20.4
<i>Relatieve luchtvochtigheid</i> %	Maatwerkregel	80	79	82	80
	Lichtregel 2011	77	76	80	77
	Lichtregel 2014	77	76	80	77
<i>Verschil Kas-Plant temperatuur</i> °C	Maatwerkregel	-0.24	-0.47	0.38	-0.22
	Lichtregel 2011	0.03	-0.10	1.16	0.20
	Lichtregel 2014	-0.26	-0.26	0.43	-0.11
<i>Raamstand luwe zijde</i> %	Maatwerkregel	6.2	10.0	3.6	7.4
	Lichtregel 2011	8.7	10.7	3.6	8.6
	Lichtregel 2014	23.6	11.5	3.7	13.9
<i>Schermstand</i> %	Maatwerkregel	12	1	20	9
	Lichtregel 2011	74	5	20	31
	Lichtregel 2014	99	6	20	40
<i>CO₂ concentratie</i> ppm	Maatwerkregel	829	807	591	770
	Lichtregel 2011	835	831	659	797
	Lichtregel 2014	839	799	623	776

De schermregeling is goed gerealiseerd. Dit heeft geleid tot duidelijk verschillende kasttemperatuur in de scherm periode. Tijdens die periode is meer geventileerd bij de afdeling met de hoogste mate van lichtafscherming. De hogere temperatuur in combinatie met de sterkere ventilatie heeft geleid tot een lagere relatieve luchtvochtigheid.

De verschillen tussen de kas en de plant temperatuur zijn gering. Vooral in de donker periode bij de afdeling met toepassing van de behandeling “lichtregel 2011” is de plant in de nacht duidelijk koeler dan de kas. Het is niet uit te sluiten dat dit komt door de meting van de planttemperatuur, die minder nauwkeurig is dan die van de ruimte temperatuur. De planttemperatuur is gemeten met een infrarood sensor. Deze meting bepaalt de gemiddelde gewastemperatuur van verschillende delen van de bovenkant van het gewas en niet specifiek de temperatuur van de onderkant van het gewas of van degroei punten en knoppen.

De CO₂ concentratie tijdens de schermperiode en tijdens de dag met belichting is gelijk. In de nacht periode is de CO₂ concentratie in bij de “maatwerk regel” behandeling gemiddeld iets lager dan bij de behandeling “lichtregel 2011”. Dit heeft voor de groei van het gewas geen gevolgen.

De minimumbuis regeling heeft er voor gezorgd dat de buistemperatuur van de buisrailverwarming in de periode van schermen minimaal 40 °C was.

De conclusie voor het klimaat is dat de ingestelde regelingen goed zijn gerealiseerd en dat dit tot verschillen in klimaat heeft geleid in de periode van schermen, die overeenkomen met de verwachting.

De resultaten uit het onderzoek zijn verkregen in een situatie met geringe horizontale variatie. Voor een goede teelt streeft een praktijk bedrijf naar een uniforme horizontale klimaat situatie, bij de toepassing van de resultaten moet er rekening worden gehouden met enige variatie in het klimaat binnen een bedrijf als gevolg van luchtstromingen. .

5.2 Gewasbeoordeling door BCO

Tijdens de bezoeken die plaatsvonden op 26 september, 25 oktober, 29 november 2011, 9 januari, 5 maart en 2 april 2012 is het volgende opgemerkt over het gewas door de betrokken telers en voorlichters.

5.2.1 26 september

Maatwerkregel.

De uitloop gaat goed, gewas staat er goed bij.

Lichtregel 2011

De kas staat er goed op en is vergelijkbaar met ‘maatwerkregel kas’, je kan in deze kas zien dat er de laatste weken een gelijk temperatuur regime is gehanteerd.

Lichtregel 2014

Deze kas is gelijk met de andere kassen. De kas staat er goed op, maar op enkele plekken staat het gewas behoorlijk hoog. Hierop is afgesproken dat deze hoge plekken onderdoor geknipt gaan worden.

5.2.2 25 oktober

Gewas ziet er redelijk uit, afgezien van de meeldauw, is het wat kaal aan het worden en nog sterk op snee. Deels komt dit door het onderdoor knippen, deels door het niet (meer) breken van blaadjes en deels door het stoppen met vernevelen overdag.

Maximaal nog 2 weken doorgaan met onderdoor knippen, tot week 45; daarna alleen nog bovendoor (op een vijfblad). En blaadjes breken bij het oogsten!

Niet meer 10 dagen wachten tussen twee bespuitingen maar elke 5 dagen spuiten tegen meeldauw. Alléén nog Meltatox gebruiken ivm residu en mogelijk gewasschade.

5.2.3 29 november

Maatwerkregel

Weinig meeldauw, een bonkige knop, het gewas staat goed te groeien, goed vol en de stelen zijn langer dan de andere afdelingen.

Lichtregel 2011

Compact stevig gewas, een wat minder donkere knop. Het gewas lijkt compacter en leger. Advies is om een extra tak bij te leggen.

Lichtregel 2014

Meer meeldauw, gemiddeld vol gewas. Mooiste gewas qua kleur. Optisch zijn hier de mooiste knoppen.

5.2.4 9 januari

Maatwerkregel

Gewas erg langgerekt en dun, te weinig licht en weinig bladpakket zouden daar de oorzaak van kunnen zijn. Advies: iets meer inbuigen.

De knoppen zijn mooi, iets zwart aan de buitenkant dit komt door de koude nachten.

Lichtregel 2011

Net gewas, goed geknipt en blaadjes gebroken.

Lichtregel 2014

Er komen veel rare takken voor: slecht blad met bruine of verbrande randen, gebrek verschijnselen, gekrulde verfrommelde bladeren.

5.2.5 5 maart

Over het algemeen staat het gewas er goed bij. Het is wel duidelijk dat het gewas waar de meeste schermuren zijn het zachts is en het minste goed bij staat, lijkt ook leger. De verschillen zijn minder groot dan verwacht, mogelijk is wel een snee-effect waardoor de ene kas wat voller staat dan de ander.

Maatwerkregel

Hier staan de meeste takken op.

Lichtregel 2011

Door het snee-effect is deze kas wat leger.

Lichtregel 2014

Hier is de meeste meeldauw zichtbaar, het is het minste gewas, een zachter gewas wat invloed heeft op de bladkwaliteit.

5.2.6 2 april

Maatwerkregel

Een prima gewas, vitaal, met mooie kleur en goede knoppen.

Lichtregel 2011

Duidelijk een iets minder gewas.

Lichtregel 2014

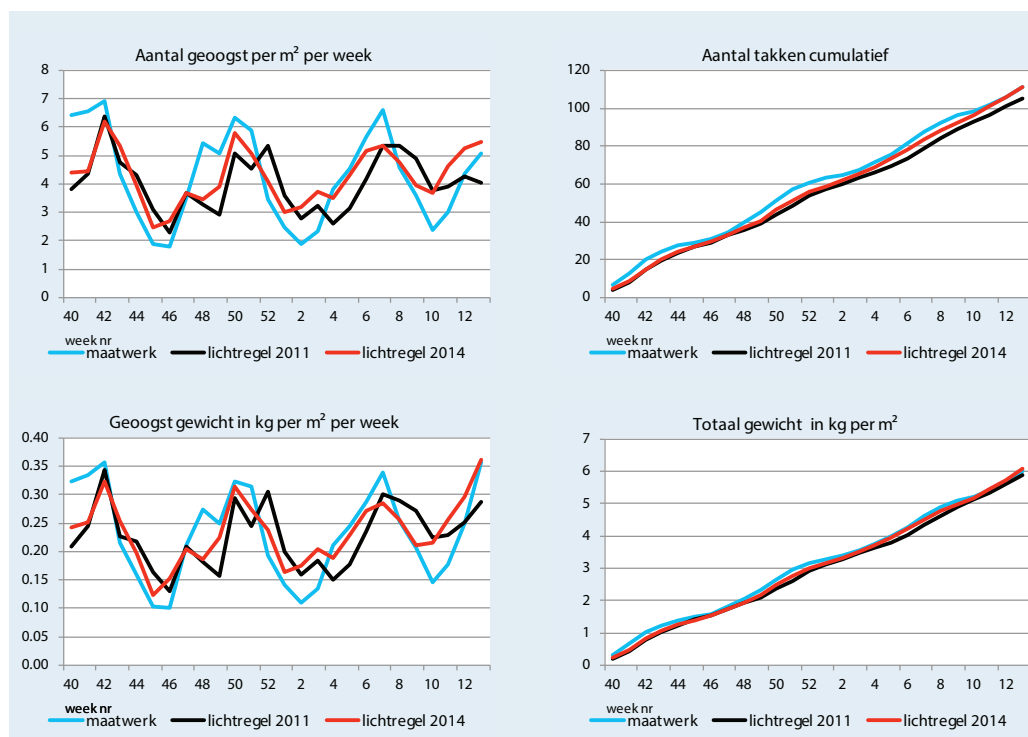
Matig gewas

De opmerkingen bij de teelt begeleidende bezoeken geven aan dat de verschillen in ontwikkeling tussen de afdelingen klein zijn. Alleen de verschillen in aantasting door meeldauw vallen de hele periode op. De laatste twee beoordelingen viel het op dat het gewas in de “lichtregel 2014” er minder goed en minder vol uitzag.

5.3 Productie en bloemkwaliteit

Gedurende 6 maanden is de productie en kwaliteit van de 3 behandelingen bijgehouden. Figuur 11. geeft de productie in zowel aantal takken als in versgewicht (kg) per week en cumulatief in de tijd weer. Het productieverloop in de tijd loopt voor de 3 behandelingen behoorlijk parallel met elkaar (Figuur 11.) zonder grote verschillen. De hogere etmaal temperatuur bij de “lichtregel 2014” heeft niet geleid tot een versnelling van de ontwikkeling van het gewas.

Tabel 4. geeft de productie in stuks per m², de gemiddelde lengte van de takken en het gemiddelde gewicht van de takken per behandeling weer gesorteerd in 3 kwaliteits groepen. Hieruit blijkt dat de **totale** productie in stuks per m², de gemiddelde lengte, het gemiddeld gewicht en de knophoogte zijn allemaal niet verschillend tussen de behandelingen. Ingedeeld naar kwaliteitsklasse zijn de verschillen echter groot. (Zie ook Tabel 4.). Het aandeel eerste kwaliteit in de productie vertegenwoordigt 82% van de oogst bij de maatwerkregel behandeling, 54% bij de behandeling “lichtregel 2011” en slechts 39% bij de behandeling “lichtregel 2014”.



Figuur 11. Oogst verloop in de tijd in stuks en gewicht per m².

Door de meeldauw aantasting die verschildt tussen de 3 behandelingen is er wel een verschil in aantal takken per kwaliteitssortering. Bij de “maatwerkregel” is het aandeel eerste kwaliteit 82%, bij de “lichtregel 2011” is dit 54% en bij de “lichtregel 2014” slechts 39%.

Tabel 4. Resultaten productie ingedeeld naar kwaliteitsklasse.

Behandeling	Kwaliteits sortering			
	Kwaliteit I	Kwaliteit II	Niet verkoopbaar	Totaal
Maatwerkregel				
aantal per m ²	92 c	16 a	3 a	112 a
gemiddelde lengte in cm	78 b	76 a	79 b	78 b
gemiddeld gewicht in gram	53 a	54 a	54 a	54 a
gemiddelde knophoogte in cm	4.1	4.1	4.0	4.1
Lichtregel 2011				
aantal per m ²	57 b	38 b	11 b	106 a
gemiddelde lengte in cm	78 b	77 a	75 a	77 b
gemiddeld gewicht in gram	57 b	55 a	52 a	56 b
gemiddelde knophoogte in cm	4.2	4.1	4.1	4.1
Lichtregel 2014				
aantal per m ²	44 a	57 c	12 b	113 a
gemiddelde lengte in cm	75 a	76 a	75 a	76 a
gemiddeld gewicht in gram	55 a	54 a	51 a	54 ab
gemiddelde knophoogte in cm	4.1	4.1	4.1	4.1

De behandelingen zijn niet in herhaling uitgevoerd - per behandeling is er maar één kas- , daarom is een normale variantie analyse niet mogelijk. Wel zijn de waarnemingen gedaan aan 6 velden per behandeling. Door deze waarden als steekproeven uit een groter geheel te beschouwen kan wel iets gezegd worden over de betrouwbaarheid van de verschillen tussen de kasafdelingen. Verschillende letters achter de getallen in de tabel geven betrouwbare verschillen (voor de 6 velden) weer. De totaal aantallen per behandeling verschillen dan niet betrouwbaar, ook voor knopgrootte zijn er geen verschillen gemeten. Het verschil in lengte is bij gebruik van waarnemingen per veld wel betrouwbaar; “lichtregel 2014” betrouwbaar korter dan de “maatwerkregel” en de “lichtregel 2011”. Voor gewicht van de takken van kwaliteit I is de lichtregel 2011 betrouwbaar zwaarder dan de beide andere behandelingen.

5.3.1 Opbrengst

Over de onderzoeksperiode (oktober 2011 tot april 2012) bedroeg de middenprijs van de roos Red Naomi! op de nederlandse veiling (alle vestigingen) €0,61 voor de Kwaliteit I en €0,50 voor de Kwaliteit II (bron Flora Holland). Tabel 5. toont de opbrengst gebaseerd op de productie genoemd in Tabel 4. en op deze middenprijzen, indien de uit de proef verkregen productie verhandeld was:

Tabel 5. Berekende opbrengst per behandeling per m² over de periode van 1 oktober - 31 maart.

Behandeling	Opbrengst €/ m ²
Maatwerkregel	€ 62
lichtregel 2011	€ 48
lichtregel 2014	€ 46
KWIN 2010 (referentie)	€ 64

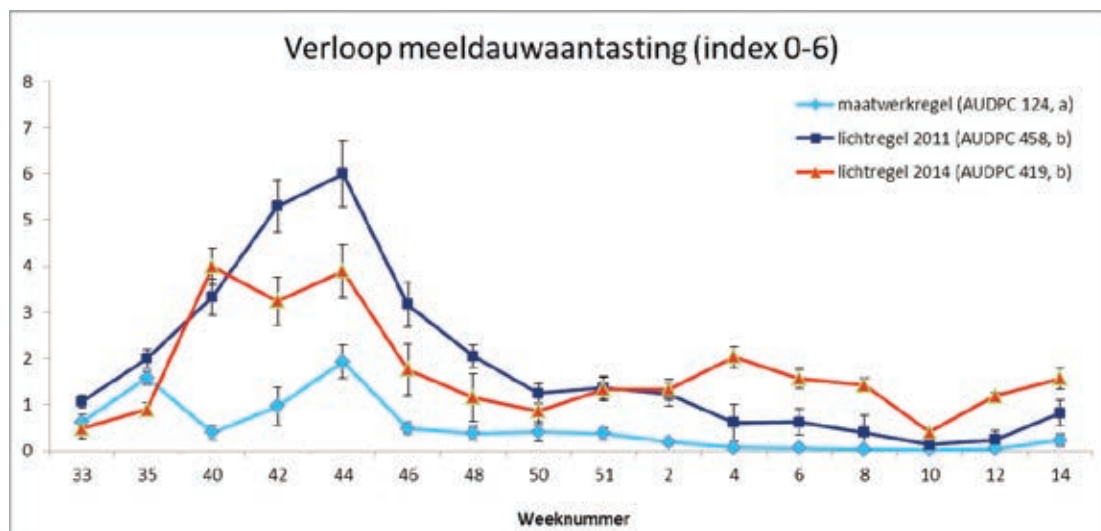
Als referentie zijn deze opbrengsten vergeleken met die van KWIN 2010 (Vermeulen et al.) voor een gemiddeld vol productief winter halfjaar Red Naomi!. De opbrengsten liggen daar niet ver vandaan.

Uit de tabellen blijkt dat ondanks geringe verschillen in productie tussen afschermbehandelingen, de sterke invloed op de kwaliteitssortering tot grote verschillen in opbrengst als gevolg van de behandeling zouden hebben geleid indien de bloemen zouden zijn verhandeld.

5.4 Ziekteontwikkeling in de kas

5.4.1 Verloop en bestrijding meeldauw aantasting

De tweewekelijkse waarnemingen van de aantasting in de kas (Figuur 12.) laten zien dat gedurende de gehele looptijd van het onderzoek, is de kas waar er het minste geschermd wordt (de “maatwerkregel behandeling”), de kas met de minste meeldauw aantasting. Het verschil tussen deze kas en de twee kassen waar meer wordt afgeschermd (behandelingen lichtregels 2011 en 2014) is op bijna alle meetpunten significant.



Figuur 12. Verloop van de meeldauwaantasting bij drie verschillende lichtafschermingsregimes. De verticale streepjes op de lijn geven de variatie (standaardfout) weer binnen een behandeling. Bij de legenda staat achter elk behandeling het oppervlak onder de ziekteoppervlakcurve vermeldt (AUDPC), daarachter geven verschillende letters significante verschillen aan tussen de verschillende behandelingen over de hele proefperiode (ANOVA, Tukey's test, $P < 0,05$).

De verhoging van de spuitfrequentie na 25 oktober (zie ook 3.2.2., gewasbescherming) heeft geresulteerd in een verlaging van de meeldauwdruk in alle afdelingen (te zien als de scherpe daling vanaf week 44), maar de verschillen tussen afdelingen bleven. In Bijlage I is het logboek gewasbescherming te zien. Daaruit is af te leiden dat er op 20 februari, 12 maart en 21 maart er geen bestrijding is uitgevoerd in kas 605 (behandeling “maatwerkregel”) in verband met de lage ziektedruk. Tabel 6. toont het aantal uitgevoerde chemische behandelingen tegen meeldauw en tegen insecteplagen in de drie afdelingen gedurende de duur van het experiment.

Tabel 6. Aantal toepassingen chemische bestrijding per afdeling (schermbehandeling).

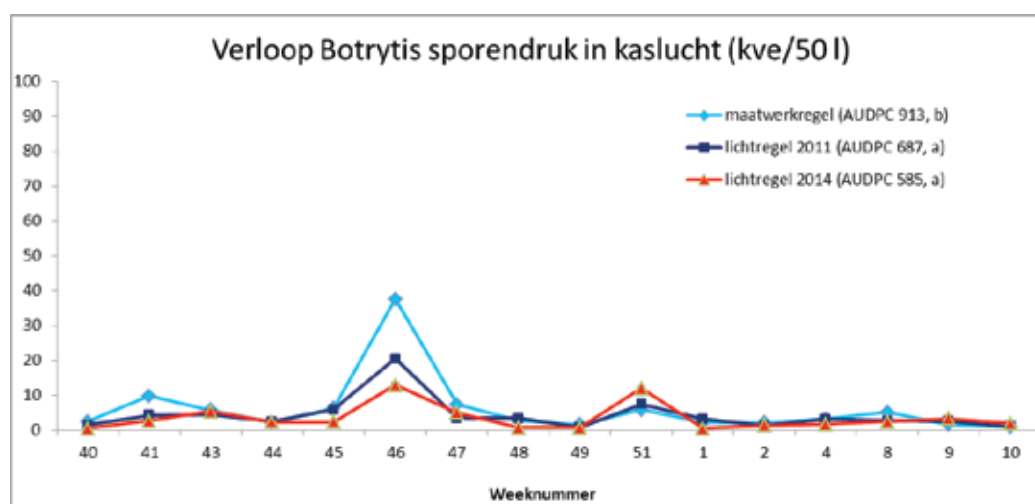
Kas nummer	Schermbehandeling	Toepassingen tegen meeldauw	Toepassingen tegen insecten
605	Maatwerk regel	29	0
607	Lichtregel 2011	32	3
608	Lichtregel 2014	33	2

Uit deze waarnemingen is gebleken dat het afschermen volgens de huidige en toekomstige lichtregels een negatieve invloed heeft op het gewas in verband met een toegenomen ziektedruk (meeldauw), wat geleidt heeft tot een 14% hogere fungicidegebruik (aantal toepassingen). Een iets verhoogde druk van andere plagen is ook waargenomen in de afdelingen met hogere lichtafscherming, maar die zijn, met behulp van slechts enkele bespuitingen, goed beheersbaar gebleven.

5.4.2 Verloop Botrytis sporendruk in de kas

Met uitzondering van de monsters genomen op 17 november (week 46) is de sporendruk van Botrytis in de kassen gedurende de looptijd van het onderzoek zeer laag (<5 sporen gemiddeld per kas, zie Figuur 13.). Van een hoge sporendruk wordt gesproken als er meer dan 50 sporen worden gemeten in 50 liter kaslucht; dit is niet voorgekomen.

Over de hele proefperiode bekeken is de sporendruk in de maatwerkregel kas hoger dan in de kassen waar de lichtregels van 2011 en 2014 worden gehanteerd. De verhoogde sporendruk in de kaslucht lijkt eveneens samen te hangen met een verhoogde aantasting in de naoogstfase van de bloemen geoogst een week later (zie Figuur 16.) de verhoogde druk in de weken 41, 46, 51 en 8 leidde tot een verhoging van het % bloemen dat door botrytis werd afgeschreven. De bloemen waren geoogst in de weken 42, 47, 52 en 9 respectievelijk.



Figuur 13. Sporendruk Botrytis in de kassen gedurende het onderzoek. Bij de legenda staat achter elk lichtafschermingsregime het oppervlak onder de ziekteoppervlakcurve vermeldt (AUDPC), daarachter geven verschillende letters significante verschillen aan tussen de verschillende behandelingen over de hele proefperiode (ANOVA, Tukey's test, $P < 0,05$).

5.5 Na oogst kwaliteit

De resultaten van de na-oogst kwaliteit van de rozen worden hieronder uitgedrukt als:

- Gemiddelde houdbaarheid (dagen)
- Mate van knopopening
- Mate van Botrytis aantasting
- Mate van Meeldauw aantasting
- Mate waarin bloem of bladafwijkingen zijn opgetreden

5.5.1 Gemiddelde houdbaarheid

De gemiddelde houdbaarheid van de rozen uit de drie behandelingen en uit de praktijk varieerde tussen 12.8 en 18.2 dagen afhankelijk van de periode waarin deze werden geoogst. Deze is per inzetdatum (week nummer) in Bijlage IV weergegeven. Per inzetdatum zijn geen significante verschillen waargenomen tussen de behandelingen, aangezien de spreiding binnen een behandeling groter was dan tussen behandelingen.

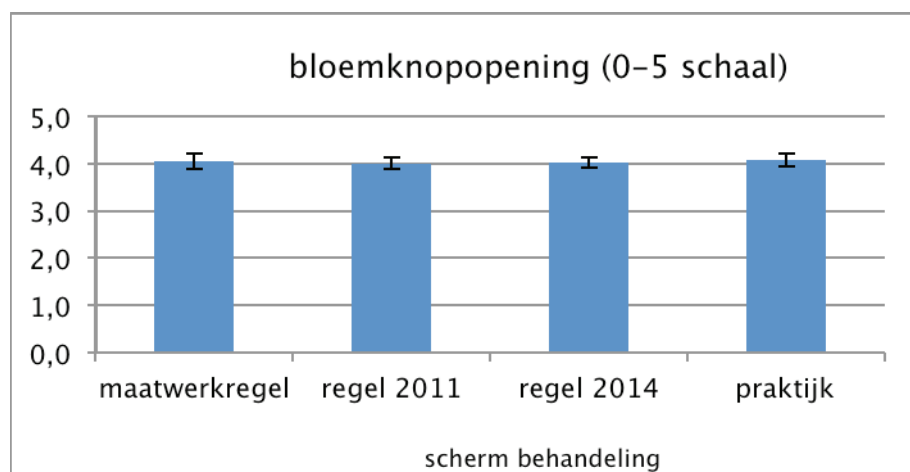
Over de hele periode, bedroeg de gemiddelde houdbaarheid van de rozen (*Figuur 14.*) uit de maatwerk regel behandeling 15.3 dagen; die uit de praktijk en uit de kas waar geschermd werd volgens de lichtregel 2011 was 15,8 dagen. De gemiddelde houdbaarheid van het schermbehandeling volgens lichtregel 2014 was 16 dagen.

Geconcludeerd kan worden dat de schermbehandelingen zoals toegepast niet geleid hebben tot verschillen in de houdbaarheid van de bloemen.

5.5.2 Mate van knopopening

De grafiek hieronder (*Figuur 15.*) toont de gemiddelde bloemknopopening stadium over de hele periode. Een overzicht per inzetdatum en per behandeling wordt getoond in Bijlage IV. Uit de grafiek is te lezen dat de bloemen goed tot zeer goed open kwamen, ongeacht de periode waarin ze geoogst zijn en de behandeling waaruit. De uniformiteit van de machinaal op rijpheidstadium gesorteerd rozen uit de praktijk was daarbij iets beter dan in de proefafdelingen waar handmatig werd gesorteerd.

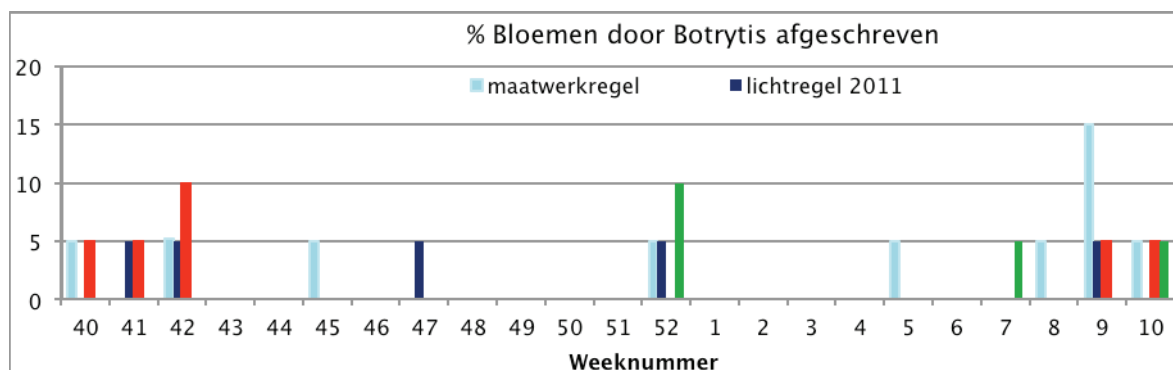
De knopopening lijkt niet beïnvloed te worden door de lichtafschermbehandeling. Opgemerkt dient te worden dat de knopopening bevordert wordt door het rijper oogsten van de bloemen. De knopopening is het resultaat van een toename van het watergehalte in de bloemblaadjes (Evans, 1988). Naarmate de bloemen rijper zijn, bevatten de bloemblaadjes meer vrije suikers waardoor ze een hogere osmotische waarde hebben en makkelijker water aantrekken. Omdat de cultivar Red Naomi! vrij rijp geoogst wordt, is de kans dat de bloemen openkomen groot.



Figuur 15. Knopopening van de rozen per behandeling en per oogstdatum (weeknummer).

5.5.3 Mate van Botrytis aantasting

Botrytis werd waargenomen vaak tegen het einde van het vaasleven, en altijd na minimaal 9 dagen. Het percentage bloemen dat als gevolg van Botrytis is afgeschreven was over de gehele proef laag: slechts 0,9% in de bloemen uit de praktijk, tot maximaal 2,35% van de rozen uit de “maatwerkregel” behandeling. De twee andere schermbehandelingen (lichtregel 2011 en lichtregel 2014) lagen met ca. 1,5% van de bloemen door Botrytis afgeschreven, ertussenin. De frequentiehistogram in Figuur 16. laat zien dat dit niet heel constant was en dat het sterk varieerde tussen oogstdata en behandelingen. De kas waarin het frequentst (8 keer) bloemen door Botrytis zijn afgeschreven is de kas met de minste afscherming.

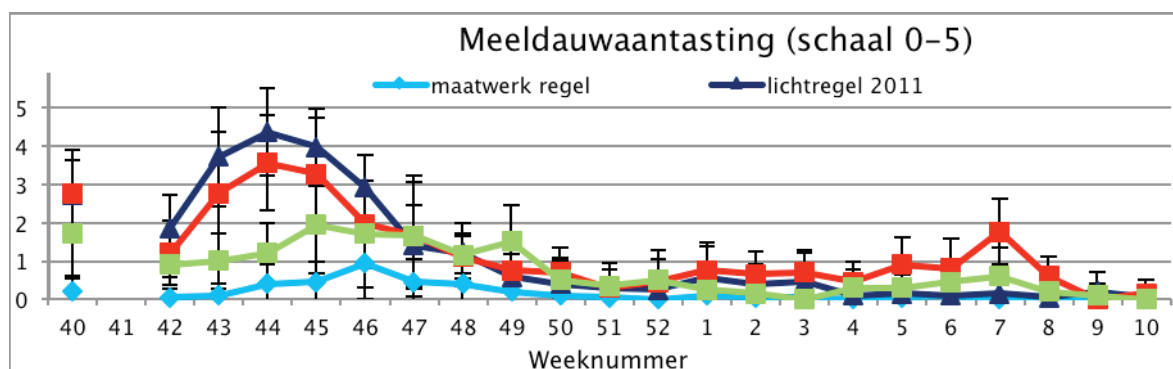


Figuur 16. Percentage bloemen dat in elke behandeling afgeschreven is door Botrytis.

De Botrytis sporendruk in de kas was laag (zie 5.4.2). Momenten met een verhoogde sporendruk in de kas (Figuur 13.) komen met een week vertraging overeen met de momenten waarop in de na-oogst ook een piek voorkomt. De kieming van de sporen wordt bevorderd door hoge temperaturen (optimum 18-23 °C) en RV's boven 87-93% (vochtdeficiet 2,5 g/m³). Dergelijke RV's kwamen in de proef slechts sporadisch en kort voor (zie 5.1 en Bijlage III).

5.5.4 Mate van Meeldauw aantasting

De mate van aantasting met meeldauw op de dag van inzetten van de bloemen in de houdbaarheidsruimte was gedurende de hele onderzoeksperiode significant lager in de “maatwerkregel” behandeling en in de bloemen afkomstig uit de praktijk (Figuur 17.). De hoogste mate van aantasting kwam voor in de najaar weken, wanneer de witte schimmeldraden niet alléén op het blad voorkwamen, maar zelfs op de bloemblaadjes (Figuur 18.). In de winter is het in alle behandelingen laag gebleven, waarbij de hoogste score gemeten werd in de behandeling “lichtregel 2014”, dat wil zeggen, met de hoogste afscherming.

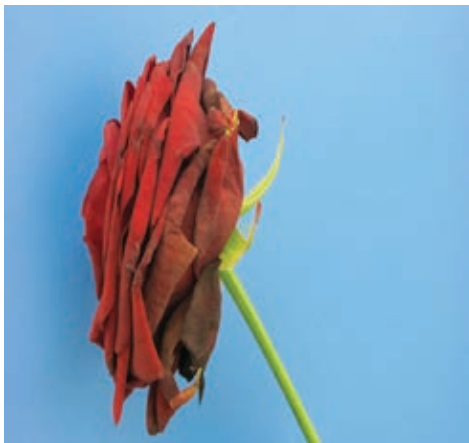


Figuur 17. De meeldauw aantasting van de rozen uit alle behandelingen beoordeeld bij het op de vaas zetten ervan.



Figuur 18. Witte schimmelpuis (meeldauw) op bloemblaadjes tijdens het vaasleven.

Deze resultaten bevestigen de eerder getoonde resultaten van de kaswaarnemingen.

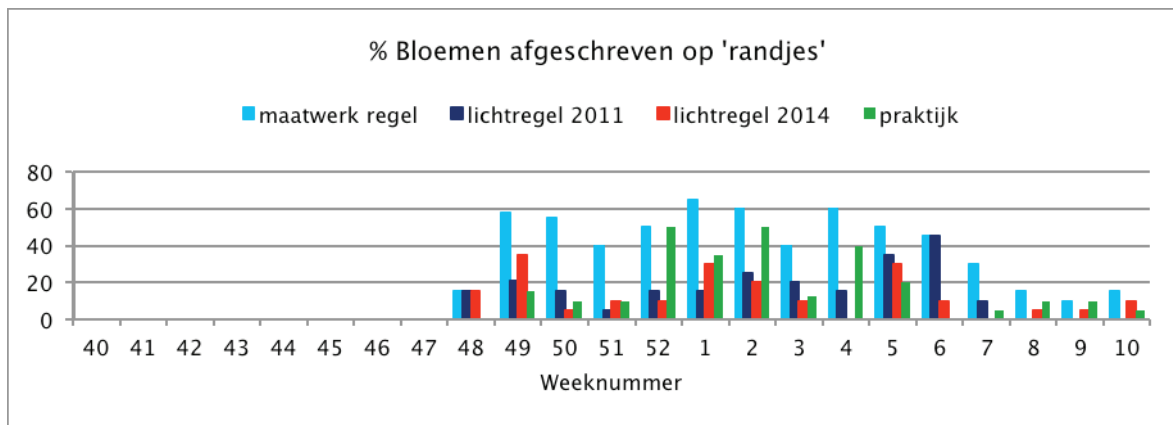


Figuur 19. Bruine randjes op de petalen.

5.5.5 Bruine randjes op bloembladen

Het aantal bloemen dat door bruine randjes is afgeschreven is weergegeven in Figuur 1. In eerste instantie werd het alléén als een opmerking geregistreerd. Op de buitenste bloemblaadjes veroorzaakte het een beeld wat leek op die van een Botrytis aantasting, alléén tastte het de bloembodem nooit aan (Figuur 19.). Vanaf week 48 nam het aantal opmerkingen toe. Microbiologisch onderzoek (zie 3.3.3.5) toonde tevens aan dat deze randjes niet het gevolg waren van Botrytis. Vanaf week 48 werden bloemen ook hierdoor afgeschreven, en is daarom om op deze wijze bijgehouden.

Tijdens BCO overleg geven telers aan dat zij vermoeden dat dit te maken heeft met kou (lage nachttemperatuur) in de kas of met de uitstraling van de bloem naar de hemel op heldere nachten. Dit zou kunnen verklaren waarom er meer bloemen aangetast zijn in de behandeling met de minste afscherming, en in de zeer koude nachten, ook in de praktijk.



Figuur 20. Percentage bloemen afgeschreven door bruine randjes op de petalen.

Als deze theorie klopt, dan zou een lichte mate van afscherming tijdens zeer koude en heldere nachten dit probleem mogelijk kunnen reduceren. BCO leden geven aan dat een teler tijdens de teelt al maatregelen zou hebben genomen om de "randjes" te voorkomen, door bijvoorbeeld meer af te schermen dan het door ons gehanteerde 10% (als de buitenklimaat omstandigheden voor afscherming niet gelden) en in het donker periode eventueel bij te verwarmen met een bovenbuis.

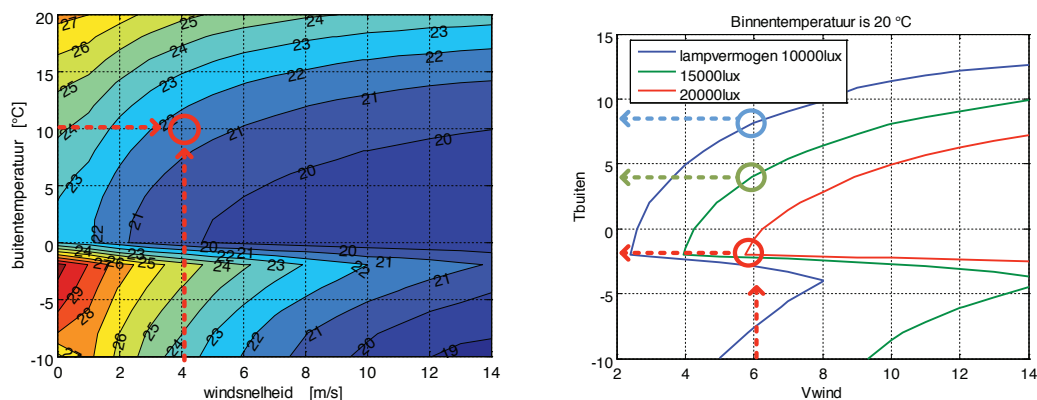
6 Resultaten modelstudie

In dit hoofdstuk worden de resultaten van de modelsimulaties gepresenteerd en toegelicht. Het resultaat van de simulaties is een serie figuren waarin de invloed van een verschillende factoren die van invloed zijn op de temperatuur en luchtvochtigheid in de kas in beeld wordt gebracht. Deze factoren zijn: scherm dichtheid, vorstbeveiliging, belichtingsintensiteit, raamgrootte, hemeltemperatuur, kaspothoogte en gewasverdamping.

Twee typen figuren laten de uitkomsten zien:

1. een ingekleurde contourplot waarin de kastemperatuur als functie van buitentemperatuur en windsnelheid wordt weergegeven (Figuur 21-links). Deze Figuur laat voor iedere combinatie van buitentemperatuur en windsnelheid zien welke binnentemperatuur in de kas wordt gerealiseerd. Zoals is weergegeven in de Figuur geldt hier dat bij een windsnelheid van 4 m/s en een buitentemperatuur van 10 °C, de binnentemperatuur tussen de 21 en 22 °C ligt.
2. Een Figuur met daarin isothermen voor één temperatuur, voor variërende waarden van een bepaalde factor. Bijvoorbeeld, zoals weergegeven in Figuur 21-rechts, de 20 °C-isotherm voor verschillende waarden van de raamvorstbeveiliging. Deze Figuur is als volgt af te lezen: Bij een windsnelheid van 6 m/s is de kasluchttemperatuur gelijk of lager dan 20 °C als: de buitentemperatuur gelijk of lager is dan -2 °C (voor 10.000 lux lampen) en lager of gelijk is aan 8 °C (voor 20.000 lux lampvermogen).

Het afwijkend patroon bij buitentemperaturen van 2 °C onder nul is veroorzaakt door de vortsbeveiling aan het raam, zie verder in 6.2.



Figuur 21. De twee voorbeeld figuren die gebruikt worden om het resultaat van de simulaties weer te geven.

6.1 Invloed schermdichtheid

De mate van lichtdichtheid van het schermdoek hangt af van het patroon van open en dichte bandjes in het schermweefsel. De onderstaande foto's geven hier een goed voorbeeld van; op de linkse Foto is een scherm afgebeeld waarin 15 dichte bandjes zijn afgewisseld met 1 open strook. Dit geeft een lichtafscherming van 95% volgens opgave van de fabrikant.



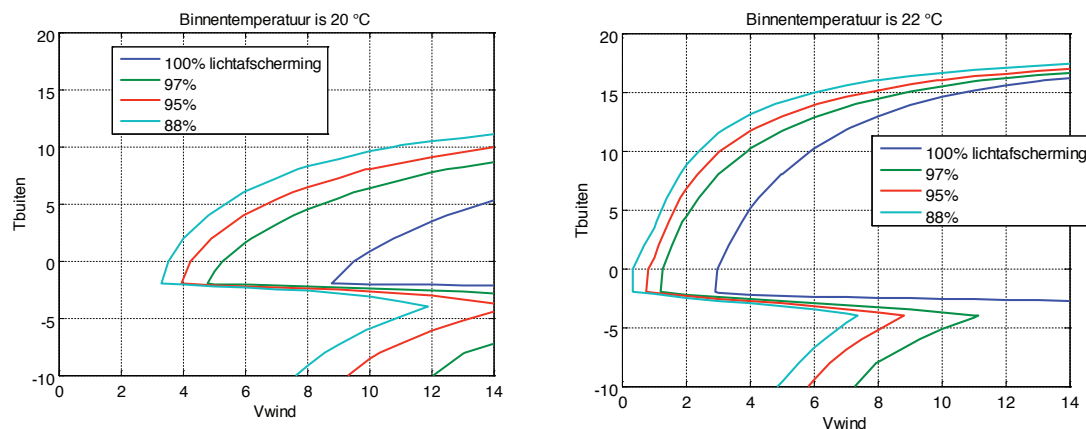
Figuur 22. Twee voorbeelden van schermdoeken om lichtuitstoot te voorkomen; links een doek dat 95% lichtdicht is, rechts een doek dat 100% lichtdicht is. (Bron: www.svenssonglobal.com).

De mate van dichtheid van het schermdoek heeft vanzelfsprekend grote invloed op het kasklimaat; de luchtuitwisseling tussen de kas en het dek (en bij geopende ramen met de buitenlucht) neemt snel toe bij een doek dat 1 of meerdere open bandjes heeft. Het effect hiervan is met simulaties onderzocht voor vier varianten (allen zonder kierregeling):

- 100% lichtafscherming; een doek met alleen dichte bandjes (volledig lichtdicht).
- 97% lichtafscherming; een doek met 31 bandjes dicht en 1 bandje open
- 95% lichtafscherming; een doek met 15 bandjes dicht en 1 bandje open
- 88% lichtafscherming; een doek met 7 bandjes dicht en 1 bandje open

De resultaten zijn gepresenteerd in Figuur 23. De grafieken laten zien bij welke combinatie buitentemperatuur en windsnelheid er een binnentemperatuur van 20 °C (links) of 22 °C (rechts) is.

Het effect van de lichtdoorlatendheid van het doek is duidelijk te zien; de kastemperaturen onder het volledig gesloten doek zijn veel hoger dan een doek met 1 of meerdere 'open bandjes'.



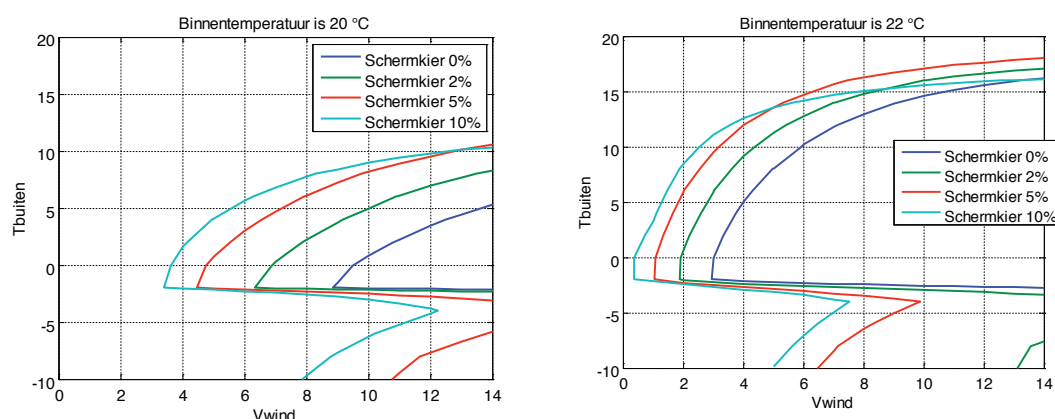
Figuur 23. Isotherm voor 20 °C en 22 °C voor 4 typen schermdoek, met 88%, 95%, 97% en 100% lichtafscherming.

Bij lage windsnelheden (onder 2 m/s) wordt de temperatuur onder een scherm met alléén dichte bandjes 22 °C zelfs als het buiten vriest. Naarmate de scherm meer open bandjes heeft, neemt de buitentemperatuur toe waarbij onder het scherm 22 °C wordt.

6.2 Invloed kieren bij volledig lichtdicht schermdoek

Om de luchtuitwisseling tussen de kas en de buitenlucht te bevorderen, kan het schermdoek een beetje geopend worden; dat wordt aangeduid als “kieren”. Hierdoor komt een luchtstroom op gang die (koude, droge) lucht uit de nok van de kas naar de planten brengt. Dit zorgt voor een verlaging van de temperatuur en de luchtvochtigheid rondom de planten. Hierbij dient opgemerkt te worden dat deze effecten vrij grote temperatuurverschillen in de kas veroorzaken; koude lucht valt door een kier recht naar beneden, wat lokale problemen kan veroorzaken met betrekking tot schimmels en ziekten. Het gebruikte kassimulatie model berekent het *gemiddelde* kasklimaat goed, echter ruimtelijke verschillen zijn hiermee niet in beeld te brengen. Dus, koude val van een schermkier en het effect hiervan op de plantgroei en productie is niet gesimuleerd.

Figuur 24. laat zien wat er gebeurt bij gebruik van een 100% lichtdicht schermdoek als verschillende kierbreedtes getrokken worden: maximale kier van 0, 2, 5 en 10% (dus een lichtafscherming van 100%, 98, 95 en 90%). Uit Figuur 24. kan worden opgemaakt dat het trekken van een kier van 5% in een dichte doek een groot effect heeft op de temperatuur in de kas. Het effect van een kier van 2% (98% lichtafscherming) is beduidend minder. Voor alle kiervarianten is het onder veel buitenomstandigheden niet mogelijk om de temperatuur in de kas onder de 22 °C te houden; zodra de buitentemperatuur toeneemt, of de windsnelheid afneemt, wordt het binnen warmer dan 22 °C.

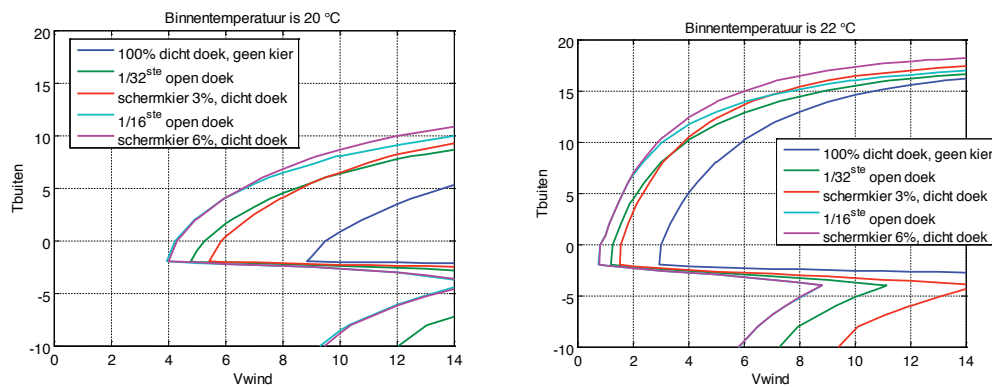


Figuur 24. Isotherm voor 20 °C en 22 °C voor een kierbreedte van 0, 2, 5, en 10%, bij een volledig dicht schermdoek.

6.2.1 Kier of doek met open bandjes?

Een lichtafscherming van bijvoorbeeld 5% kan op twee manieren worden bereikt; ofwel door een doek te nemen waarvan 5% van het oppervlak open is, ofwel door een gesloten doek te gebruiken wat voor 5% open wordt getrokken. De vraag is nu welke van deze beide mogelijkheden het beste kasklimaat geeft.

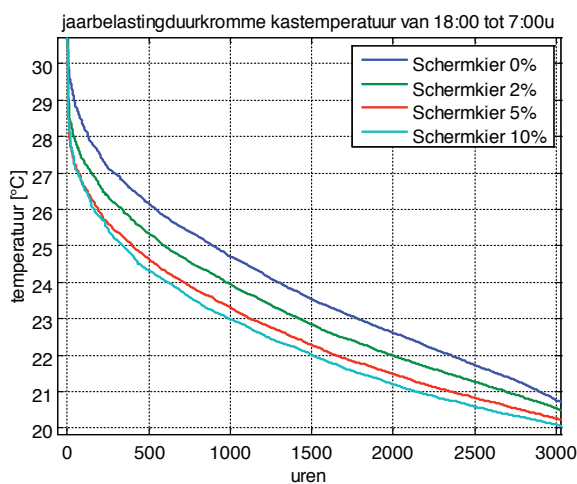
Uit de onderstaande Figuur (Figuur 25.) wordt duidelijk dat het voor het *gemiddelde* kasklimaat weinig uitmaakt of de openingen over het scherm zijn verdeeld, of dat er een (even grote) kier wordt getrokken. Vergelijk bijvoorbeeld de groene lijn (1/32^{ste} open; dus 31 bandjes en ‘1 open bandje’) met de rode lijn (100% dicht doek, icm kier van 3%); deze lijnen komen sterk overeen. Echter, ook hier moet weer de opmerking bij gemaakt worden dat het model het gemiddelde klimaat berekent. Voor het effect op de temperatuurverdeling in de kas, is ander onderzoek nodig.



Figuur 25. Isotherm voor 20°C en 22°C voor 5 scherm types, met verschillende soorten doek en verschillende kierstanden.

6.2.2 Jaarrond temperatuur in de kas per % lichtafscherming

Figuur 26. geeft de jaarbelastingduurkromme voor de kasluchttemperatuur bij een jaar-rond simulatie met referentie weer. Hiermee kan een idee worden verkregen van de invloed van de scherm op de kastemperatuur gedurende een gemiddeld jaar: 2300 uur per jaar is de temperatuur onder een volledig dichte doek, zonder kier, (tussen 18u en 7u) hoger dan 22 °C. Met een kier is dit 2000 uur (2% kier), 1600 uur (5% kier) en 1500 uur (10% kier).

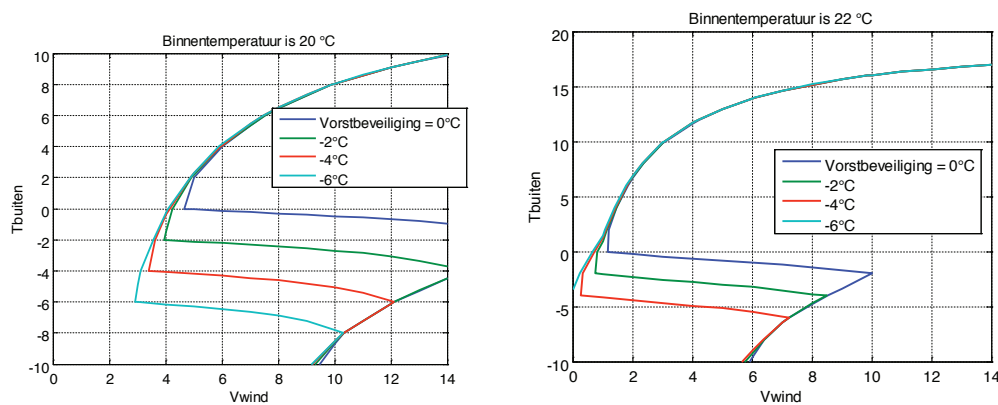


Figuur 26. Jaarbelasting duurkromme kastemperatuur van 18:00 tot 7:00 uur afhankelijk van schermkier (bij volledig dicht doek).

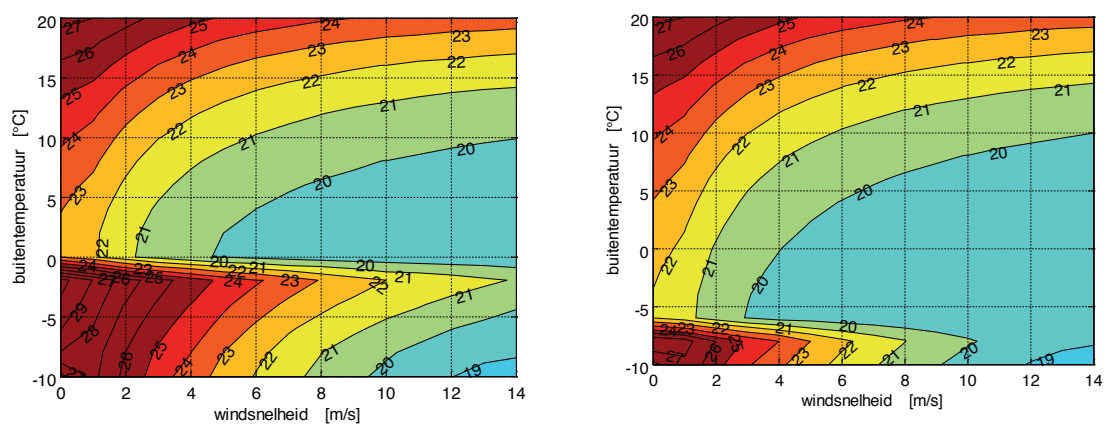
6.3 Effect vorstbeveiliging

De functie van de vorstbeveiliging voor de kasramen is voorkomen dat de ramen open worden gestuurd op tijden dat ze zijn vastgevroren, ten einde schade aan de kasconstructie te voorkomen. Normaal gesproken is de vorstbeveiliging ingesteld rond de -2 °C, waardoor de rubbers van de ramen nooit aan het kasdek vastgevroren kunnen raken.

Lager instellen van de vorstgrens resulteert in lagere kastemperaturen bij gelijke buitenomstandigheden. (natuurlijk is het effect van een andere vorstgrens instelling alleen merkbaar onder de 0 °C; zie Figuur 27. en Figuur 28.). Bij een vorstgrens van -2 °C, is de temperatuur in de kas bij veel buitenomstandigheden hoger dan 22 °C. Een situatie die ongewenst is.



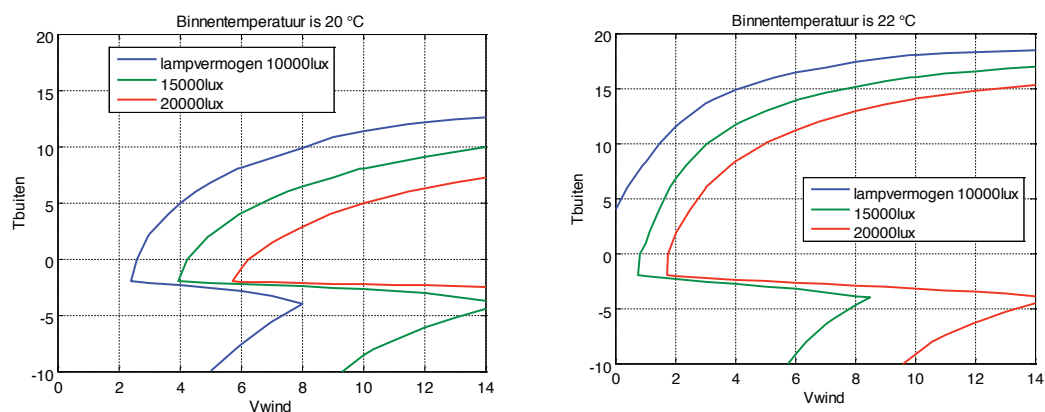
Figuur 27. Isotherm voor 20 °C en 22 °C voor verschillende waarden van de vorstgrens, waaronder de ramen dicht blijven.



Figuur 28. Contour plot vorstgrens van 0° (links) en -6 °C (rechts). NB. Het verschil tussen beide figuren is te zien bij buitentemperaturen lager dan 0 °C.

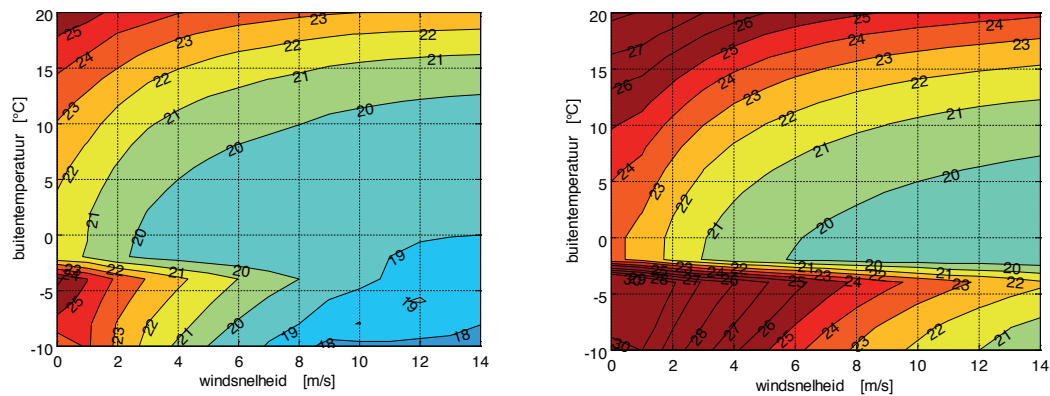
6.4 Invloed belichtingsintensiteit

De hoeveelheid warmte die vrijkomt bij belichting is vanzelfsprekend afhankelijk van het geïnstalleerde lampvermogen. Drie situaties zijn gesimuleerd in Figuur 29. lampvermogen van 10.000 lux (92 We/m²), 15.000 lux (138 We/m²), 20.000 lux (184 We/m²). Op de rechter Figuur is te zien dat met een lampvermogen van 10.000 lux wordt het binnen 22 °C als er buiten 12 °C is bij wind van 2 m/s. Bij dezelfde windsnelheid maar een lampvermogen van 20.000 lux, wordt het binnen al 22 °C als er buiten maar 2 °C is.



Figuur 29. Isotherm voor 20 °C en 22 °C voor 3 lamp vermogens. Lampen met groter vermogen geven een hogere binnentemperatuur bij gelijke buitenomstandigheden.

Figuur 30. toont welke temperatuur wordt het in de kas onder een lichtdichte scherm voor een kas met 10.000 lux lampvermogen (links) en voor een kas met 20.000 lux lampvermogen (rechts). In het tweede geval kan de kastemperatuur tot 27 °C oplopen als er buiten 15 °C is en het is windstil.



Figuur 30. Contour plot voor lampvermogen van 10000 lux (links) en 20000 lux (rechts).

Zoals het te verwachten is, neemt de kastemperatuur bij gelijke buitenomstandigheden toe, naarmate het lampvermogen groter is.

6.5 Invloed raamgrootte: Doorlopende nokluchting vs. normale Venlo

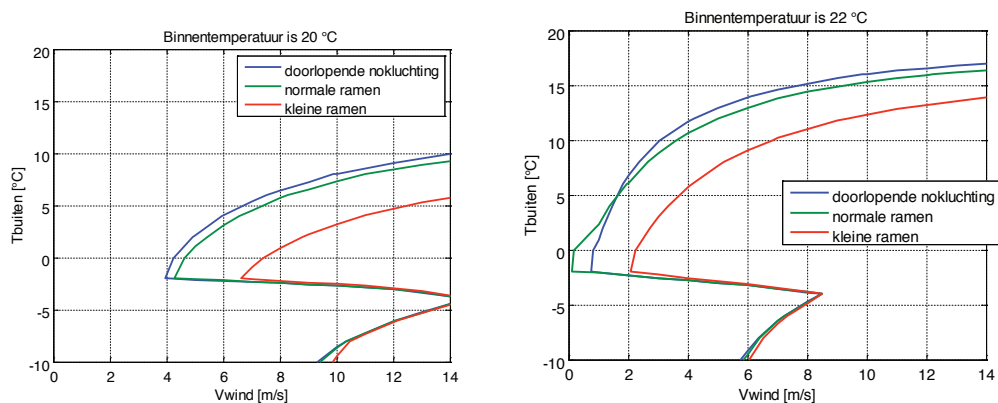
De kassen in Bleiswijk hebben doorlopende nokluchting. De reden hiervoor is dat kleinere kassen van nature minder ventileren, waardoor een grotere raamopening (op warme zomerdagen) noodzakelijk is. Omdat het KASPRO model is gevalideerd op meetgegevens uit de kas in Bleiswijk, zijn de meeste simulaties die in dit rapport worden gepresenteerd gebaseerd op een kas met doorlopende nokluchting. De invloed hiervan is met een aparte simulatie onderzocht.

Drie verschillende raamtypen zijn gesimuleerd, namelijk een kas met doorlopende nokluchting, een normale Venlo kas en een Venlo kas met relatief kleine ramen. De afmetingen van de gesimuleerde ramen zijn in Tabel 7. weergegeven.

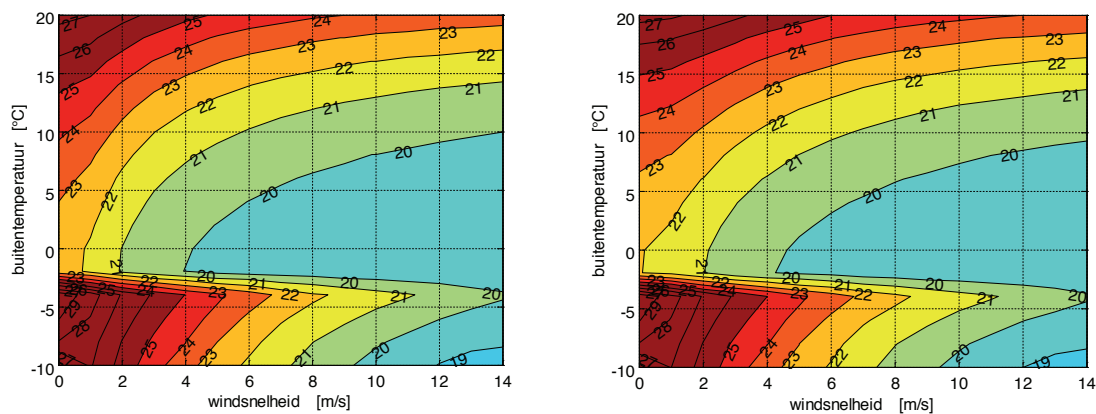
Tabel 7. Eigenschappen van de drie verschillende raamtypen.

	<i>Doorlopende nok</i>	<i>Venlo 1</i>	<i>Venlo 2</i>
vakmaat x Kap [m]	5 x 4.8	4.5x4	4.5x4
Raam opening [m]	5 x 0.8	2.25x1.1	1.13 x 1.1
Fractie raam [ramen/m ²]	0.0833	0.0556	0.0556

De isotherm lijnen voor binnentemperatuur 20 °C en 22 °C voor de kas met doorlopenden nokluchting of met normale ramen lopen praktisch gelijk over het gehele traject. De lijn voor de kas met kleine ramen wijkt daareentegen behoorlijk af, bij gelijke windsterkte wordt het even warm onder het scherm bij een 5 °C lagere buitentemperatuur.



Figuur 31. Isotherm voor 20 en 22 °C voor 3 typen ramen. Kleinere ramen geven een hogere binnentemperatuur bij gelijke buitenomstandigheden.



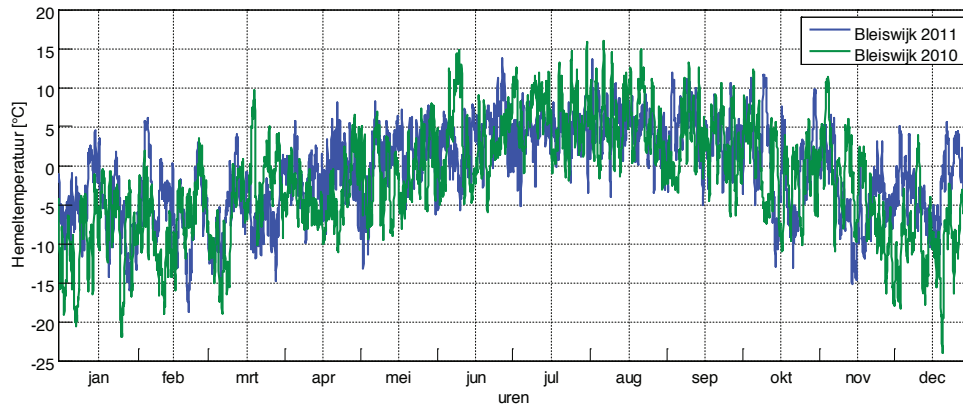
Figuur 32. Contour plot voor doorlopende nokluchting (links) en een normale Venlo-kas (rechts).

Uit de simulaties blijkt dat er hoegenaamd geen verschil is tussen de resultaten van de doorlopende nokluchting en de normale Venlo kas. De reden hiervoor is dat de ramen bij de gesimuleerde buitenomstandigheden bijna nooit helemaal open staan doordat de maximale raamstand niet nodig is. Voor een Venlo kas met kleine ramen is dit anders; in deze situatie is de raamstand wel degelijk limiterend, en stijgt de temperatuur in de kas verder.

6.6 Invloed hemeltemperatuur

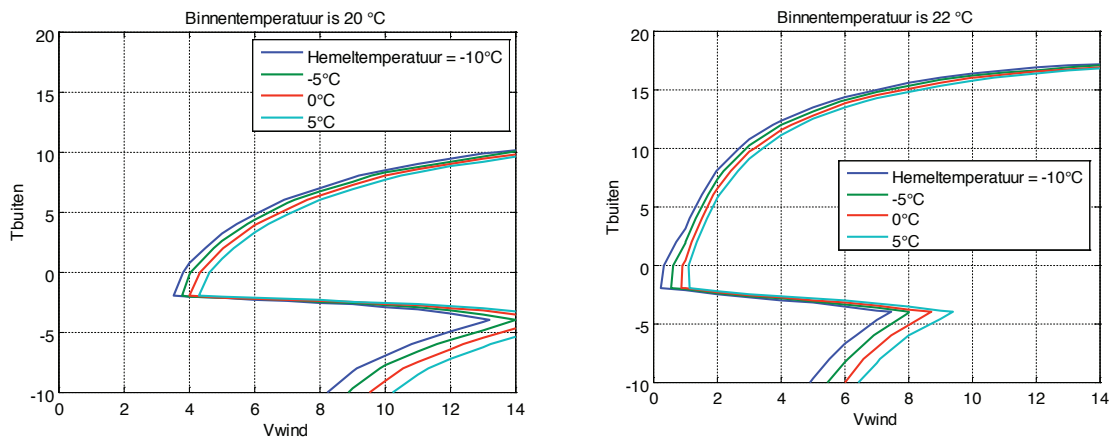
Een kas verliest warmte naar buiten door twee processen; convectie en straling. De mate van convectieve warmteoverdracht wordt bepaald door de temperatuur van de buitenlucht en de hoeveelheid lucht die langs de kasomhulling stroomt (windsnelheid). Het warmteverlies door straling naar de hemel wordt bepaald door het temperatuurverschil tussen de kasomhulling en de atmosfeer.

Goed beschouwd is de atmosfeer geen oppervlak maar wel een enorm hoge opeenstapeling van gasmoleculen die zich samen gedragen alsof er een koud oppervlak boven de kas hangt. Aan dit virtuele oppervlak wordt een temperatuur toegekend die de 'hemeltemperatuur' wordt genoemd. Er zijn sensoren die de hemeltemperatuur meten (pyrgeometers). Feitelijk meten deze instrumenten het energieverlies naar de atmosfeer en kennen daar vervolgens een temperatuur aan toe. Onder Nederlandse omstandigheden ligt de hemeltemperatuur bij een bewolkte hemel ongeveer 2 °C onder de luchttemperatuur en bij een heldere hemel is de hemeltemperatuur ongeveer 20 °C lager. (de Zwart *et al.* 2010). De onderstaande Figuur laat de hemeltemperatuur zien die de afgelopen twee jaar in Bleiswijk is voorgekomen.



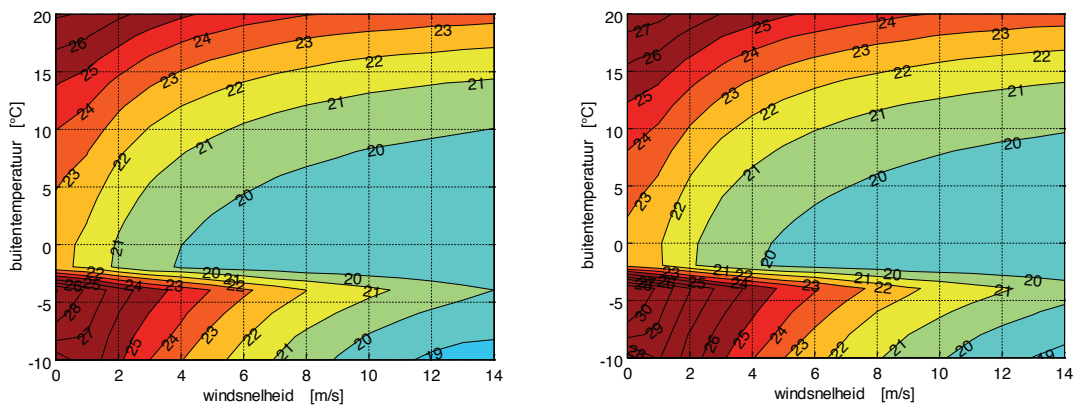
Figuur 33. Hemeltemperaturen voor 2011 en 2010 in Bleiswijk.

Een lagere hemeltemperatuur zorgt ervoor dat meer warmte verloren gaat uit de kas. Dit betekent dus dat een lagere hemeltemperatuur ervoor zorgt dat de schermen langer gesloten kunnen blijven. De onderstaande figuren laten zien wat het effect is van verschillende hemeltemperaturen op de temperatuur in de kas.



Figuur 34. Isotherm voor 20 en 22 °C voor verschillende waarden voor de hemeltemperatuur: -10, -5, 0 en 5 °C.

Op het contourplot is te zien dat bij weinig wind (2 m/s) en een buitentemperatuur van 5 °C, is het binnen 21,5 °C bij helder weer (hemeltemperatuur van -5 °C) en 22 °C bij bewolkt weer (hemeltemperatuur van +5 °C).

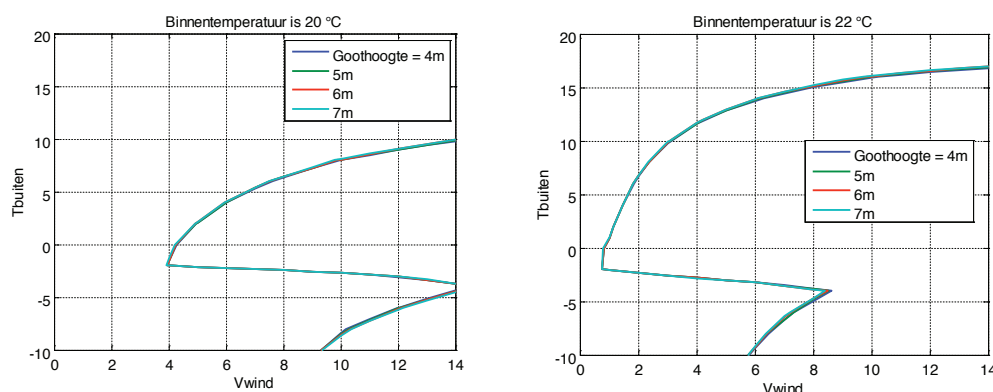


Figuur 35. Contour plot voor een hemeltemperatuur van -5 °C (links) en een hemeltemperatuur van +5 °C (rechts).

6.7 Invloed van kaspothoogte

Een hogere kas heeft een grotere luchtinhoud en dus een hogere buffercapaciteit voor vocht en warmte. De invloed hiervan op het kasklimaat is voornamelijk te merken in tijden van fluctuerende (buiten) omstandigheden (bijvoorbeeld een wolk die voor de zon langstrekt). Echter, in de nacht zijn deze verstoringen minimaal en is het effect van een hogere kas te verwaarlozen, zo blijkt het uit de uitgevoerde simulaties (zie Figuur 36.) waar de isothermen voor kaspothoogtes tussen 4 en 7 meter over elkaar heen vallen.

Overigens kan de temperatuurverdeling in een hogere kas wel beter zijn dan in een lagere kas, bijvoorbeeld doordat de lampen hoger boven het gewas kunnen hangen. Ook de gewastemperatuur kan eerder oplopen door de warmtestraling uit de lampen als de lampen dicht bij het gewas hangen. Deze effecten kunnen met het kasmodel niet worden onderzocht.



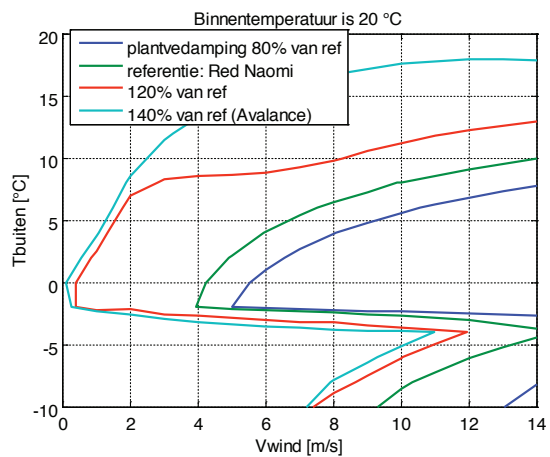
Figuur 36. Isotherm voor 20 en 22 °C voor verschillende goothoogtes.

6.8 Invloed van gewasverdamping

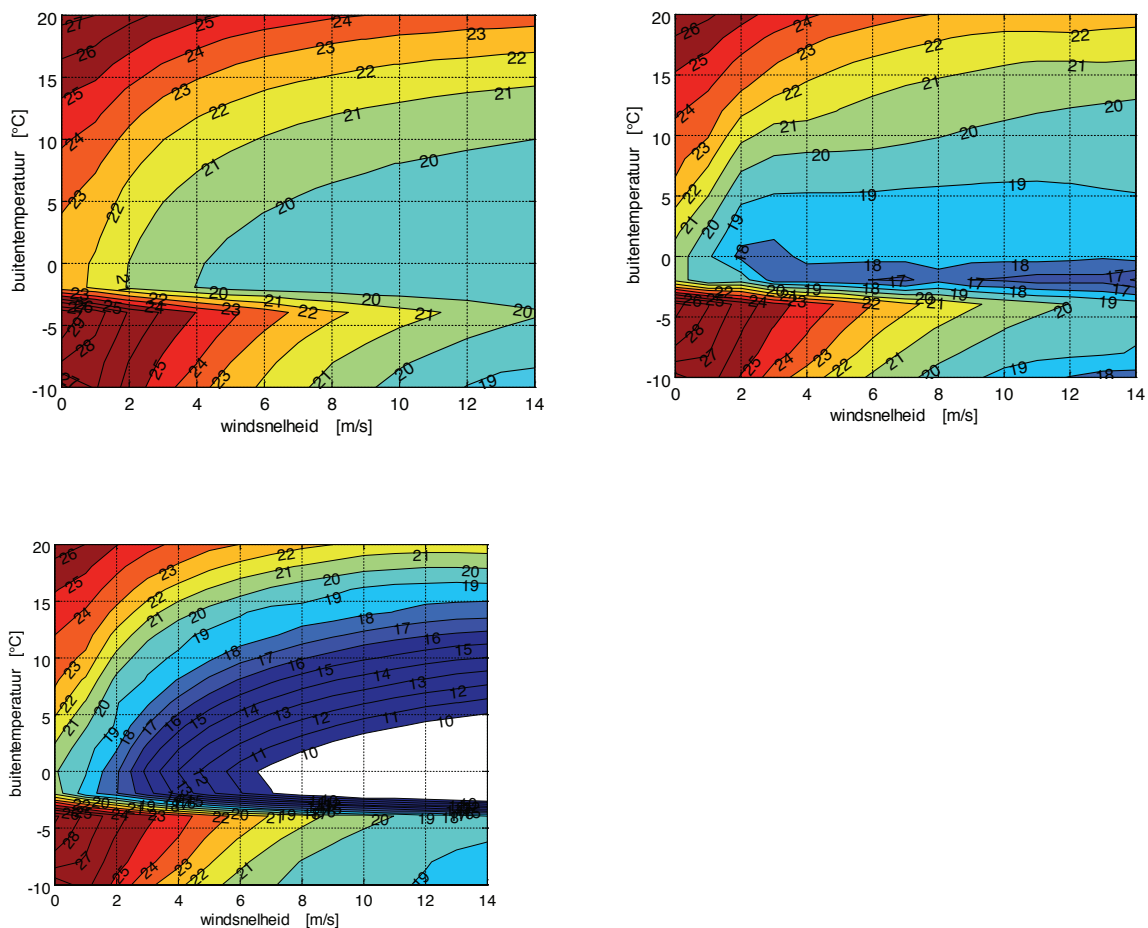
De gewasverdamping via de huidmondjes in het blad draagt bij aan de afkoeling van de kas. Verschillende factoren beïnvloeden de gewasverdamping: licht, temperatuur, CO₂ concentratie, en het oppervlakte aan blad per eenheid vloer oppervlak (LAI of Leaf Area Index) zijn belangrijke factoren. Een ander factor is het ras (doordat rassen verschillen in bladgrootte, aantallen bladparen en aantallen huidmondjes per blad). In de kasproef is het ras 'Red Naomi!' gebruikt, op dit moment de belangrijkste ras. De tweede belangrijkste ras (in teeltareaal), 'Avalanche', verdampt meer water dan de in de proef gebruikte Red Naomi!. De verdamping is ongeveer 30% hoger (waarnemingen door telers en adviseurs), bij gelijke omstandigheden.

De figuren (Figuur 37. en Figuur 38.) laten zien dat de temperatuur in de kas daalt als een gewas wordt geteeld met een hogere verdamping. Voor de temperatuur in de kas is het dus gunstig om Avalanche te telen.

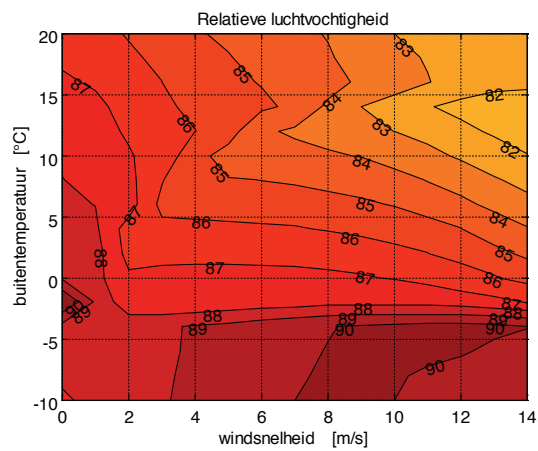
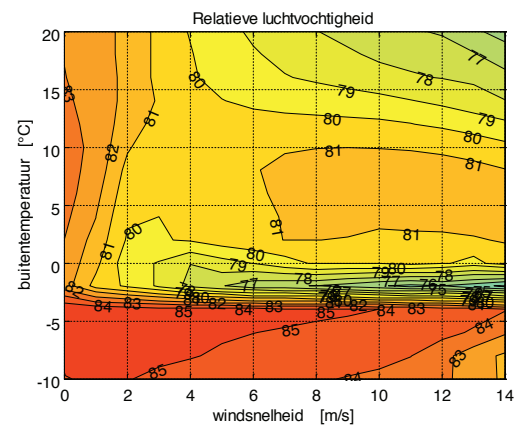
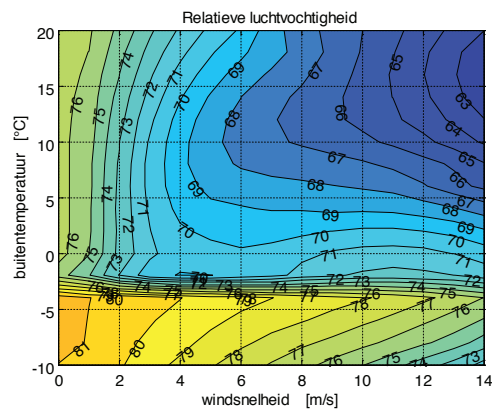
Echter, de relatieve luchtvochtigheid van de lucht neemt wel sterk toe als gevolg van meer verdamping (Figuur Figuur 39.), en hoge RV waarden zijn in verband met Botrytis en vermindering van de houdbaarheid ongewenst.



Figuur 37. Isotherm voor 20 °C voor verschillende waarden voor de gewasverdamping.



Figuur 38. Contour plot voor temperatuur voor de referentie case (Red Naomi; midden boven) en een gewas met een additionele verdamping van 20% (links-onder) dan wel 40% (rechts-onder).

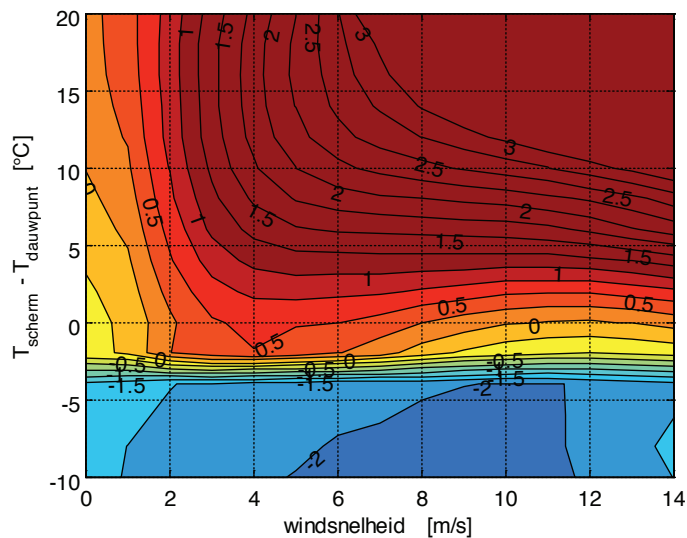


Figuur 39. Contour plot voor relatieve luchtvochtigheid voor de referentie case (Red Naomi!; links boven) en een gewas met een additionele verdamping van 20% (rechts boven) dan wel 40% (links-onder).

6.9 Condens op het scherm

Als de kaslucht vochtig is, en het scherm koud, kan vocht uit de lucht condenseren tegen het scherm. In beperkte mate geeft dit geen problemen omdat het vocht door het scherm trekt en aan de bovenzijde weer verdampt. Echter, zodra de toevoer van vocht (condensatie) groter is dan de afvoer (verdamping), accumuleert het vocht op het scherm. Zodra het scherm wordt geopend, druppelt dit vocht van het scherm af en komt op de planten terecht. Op de natte plekken die zo op het gewas ontstaan, is het risico op schimmelbesmettingen (bijvoorbeeld Botrytis) erg hoog.

Onderstaande Figuur geeft een inschatting van de kans op overmatige condensatie tegen het scherm door het verschil tussen schermtemperatuur en dauwpunttemperatuur te plotten. Zodra het scherm kouder is dan de heersende dauwpunttemperatuur, zal vocht op het scherm condenseren. Bij toenemend temperatuurverschil, neemt de kans op vochtaccumulatie toe.



Figuur 40. Contour plot voor $(T_{\text{screen}} - T_{\text{dewpoint}})$. Als deze waarde negatief is, zal vocht op het scherm condenseren.

7 Discussie resultaten

Eerder onderzoek naar lichtafscherming uitgevoerd bij praktijkbedrijven (Van Rijssel, Marissen en Oostingh, 2006) toonde aan dat het grootste knelpunt voor lichtafscherming bij roos het oplopen van de kastemperatuur onder een (deels) gesloten scherm is. De auteurs noemden als een ander belangrijk knelpunt het ontstaan van horizontale temperatuursverschillen in de kas. Hoe deze knelpunten van invloed zijn op gewasproductie en kwaliteit kon niet gemeten worden in dat onderzoek vanwege de beperkingen inherent aan het type onderzoek (locatieonderzoek op één praktijkbedrijf per gewas). Op het rozenbedrijf werd extra veel geschermd. Het ontbreken van een referentie in hetzelfde bedrijf was een van de beperkingen voor het vergelijken van de productie. Dit werd opgelost door het gewas te vergelijken met andere praktijkbedrijven die niet schermden. Op deze manier verkreeg men een indruk (maar geen harde cijfers) van de effecten van schermen op het gewas. De productie in oogstbaar aantal stuks en de kwaliteit in grammen per tak was lager dan die van vergelijkbare bedrijven met minder schermsluiting. Het gewas vertoonde ook lichte vlekken, lichter blad, en “openflappende bloemen”. Andere kwaliteitsaspecten werden in het onderzoek niet waargenomen.

In het in dit rapport beschreven onderzoek ligt de nadruk van de teeltproef juist in de effecten van drie verschillende lichtafschermregimes als gevolg van het grootste knelpunt, het oplopen van de kastemperatuur onder het (deels) gesloten scherm op de gewaskwaliteit. Voor het definiëren van gewaskwaliteit worden verschillende parameters gemeten. De behaalde resultaten van deze metingen worden hieronder besproken en vergeleken met de verwachting die er voorafgaand aan het experiment op basis van literatuur en praktijk was.

7.1 Effecten mate van afscherming op de productie

Het telen onder volledig gesloten schermen (lichtregel 2014) heeft over de 6 maanden dat de kasproef heeft geduurd geresulteerd in een 1,7 °C hogere kastemperatuur gedurende de afschermingsperiode dan in de kas met weinig afscherming (maatwerkregel). Op etmaal basis betekende dit een verhoging van de temperatuur van 0,7 °C. Temperatuur speelt een belangrijke rol in de ontwikkeling van een roos: met de geregistreerde temperatuur verhoging is een lichte versnelling van de teelt te verwachten; dit is ongewenst omdat het ertoe leidt dat het product dunner en korter wordt en de bloemknoppen kleiner. Van der Berg (1987) vond een lineair verband tussen temperatuur en takgewicht, en tussen temperatuur en knophoogte. Bij de hoogste temperaturen was het takgewicht het laagst en de bloemknoppen het kleinst.

De door ons gemeten effecten van de mate van afscherming op de **totale** productie (zie 5.3) zijn kleiner dan verwacht: er zijn geen knopgrootte verschillen gemeten en de totaal aantallen bloemtakken per behandelingen verschillen niet betrouwbaar. Voor de lengte is conform verwachting de “lichtregel 2014” betrouwbaar korter dan de “maatwerkregel” en de “lichtregel 2011”. Over de totale productie was het takgewicht niet sterk beïnvloed door de hogere gemeten temperatuur. Dit heeft de betrokken telers verbaasd in vooral de eerste drie maanden van het onderzoek. Er dient wel opgemerkt te worden dat tijdens de laatste twee telersbeoordelingen van het gewas (5 maart en 2 april) het gewas in de “lichtregel 2014 kas” er duidelijk minder goed bij stond dan de andere kassen (zie 5.2). Roos is een gewas met een “geheugen”: behandelingseffecten kunnen pas enkele weken tot een jaar nadat ze zijn opgetreden tot opbrengstveranderingen leiden (Schapendonk en Rappoldt, 2011). De proefduur maakt onmogelijk om de effecten op de lange termijn te beoordelen. Als de hogere etmaaltemperaturen zich gedurende langere periodes handhaven kunnen de effecten worden vergroot.

7.2 Effecten mate van afscherming op de kwaliteit

De effecten van de mate van afscherming op de oogstkwaliteit in de teeltproef waren groter dan de verwachtingen: Het aandeel eerste kwaliteit daalde van 82% van de oogst in de “maatwerkregel” behandeling naar 54% in de behandeling “lichtregel 2011”. In de behandeling met de meeste lichtafscherming “lichtregel 2014” was het aandeel eerste kwaliteit maar 39% van de totale productie.

De geregistreerde afname in kwaliteit is veroorzaakt door de aantasting met meeldauw. Consequent was de aantasting met meeldauw lager in de behandeling met de minste lichtafscherming “maatwerkregel”.

In eerdere onderzoeken was hier geen opmerking over gemaakt. Mogelijk speelde dit een ondergeschikte rol. Er zijn twee verklaringen hiervoor te bedenken: 1- omdat de toen onderzochte rozensoorten (First Red, Ilios) een lagere meeldauw gevoeligheid hadden; 2- omdat er toen nog gebruik gemaakt werd van zwavelverdamers tegen schimmelziektes. De schadelijkheid van de zwaveldamp voor de natuurlijke vijanden die tegen insectenplagen tegenwoordig worden gebruikt, hebben ertoe geleid dat telers, sinds enkele jaren grotendeels overgeschakeld van chemisch naar geïntegreerde gewasbescherming geen gebruik meer maken van zwavelverdamers.

Uit ervaring weten telers dat een hogere teelttemperatuur ook de bloemknopopening van de bloemen versnelt (Van de Berg, 1897, Gudin, 1990). Voor de praktijk zou dit kunnen betekenen een groter percentage rijpe bloemen bij de oogst zouden worden geknipt; in het onderzoek is dit echter niet specifiek geregistreerd, en kunnen we daarom geen uitspraken doen over de invloed van de behandelingen op de rijping snelheid van de bloemen.

De verwachte afname in houdbaarheid evenals de verwachte toename in het aandeel bloemen aangetast door Botrytis zijn niet waargenomen. Hieronder wordt een mogelijke verklaring voor deze aspecten van kwaliteit gegeven.

7.2.1 Effecten mate van afscherming op de meeldauw aantasting

De meeldauw aantasting werd bevorderd door de mate van lichtafscherming: hoe meer afscherming, hoe hoger de aantasting. De hogere aantasting heeft geleid, met name aan het einde van de proefperiode, tot een hogere bestrijdingsfrequentie. In totaal leidde de hogere aantastingsniveau tot 14% meer fungicidegebruik in de behandeling met de hoogste afscherming dan in de behandeling met de minste afscherming.

Naast een hoge gevoeligheid van het gebruikte ras Red Naomi! voor meeldauw, kunnen de klimaatfactoren temperatuur en “kouval” een rol hebben gespeeld in de ontwikkeling van de meeldauw schimmels.

7.2.1.1 Temperatuur en RV onder het scherm

De groei van meeldauwschimmels kan plaatsvinden bij een breed temperatuurgebied, tussen 3-5 °C en 33 °C (Longree, 1939). Optimale groeitemperaturen variëren tussen 15,5 °C en 26,5 °C (Tammen, 1973), waarbij de ontwikkeling een duidelijk optimum vertoont bij een temperatuur van 22 °C (Xu, 1999).

Wisselende RV omstandigheden bevorderen de ontwikkeling: de hogere RV's bevorderen de productie en kieming van sporen en de infectie, terwijl de lagere RV's vooral goed zijn voor het rijpen, loskomen en verspreiden van sporen (Tammen, 1973). Noors onderzoek (Mortensen en Gislerød, 2005) liet zien dat de meeldauw ontwikkeling bij gevoelige rozensoorten heel erg laag was bij constante RV van 75% en volledig afwezig bij constante RV van 90%. Echter bij dagelijkse RV wisselingen waarbij er 6, 12 of 8 uur per dag een RV van 90% heersde en de rest van de dag 75% RV, was de aantasting aanzienlijk hoger. De ergste aantasting trad op bij de behandeling 12 uur 90% / 12 uur 75%. In dit onderzoek werd niet de invloed van andere RV waardes bekeken.

Gelet op de in onze kasproef heersende klimaatomstandigheden (hoofdstuk 5.1 en Bijlage III), kunnen we zien dat de temperatuur in de kas steeds hoger was tijdens de schermperiode van het etmaal (onder het scherm) in de kassen waar het meeste werd afgeschermd. In oktober was de gemiddelde in die uren 23 °C, dicht bij de optimum groeitemperatuur van de schimmel dan de temperatuur in de “maatwerkregel” behandeling.

De hogere temperatuur kan een verklaring bieden voor de hogere mate van aantasting.

De duur van de latente periode, d.w.z., de periode tussen infectie en sporeproductie is 4 dagen in het temperatuurtraject 21-24 °C, 5 dagen in het traject 18-20 °C, bij 15-17 °C en onder 15 °C alsmede boven 25 °C duurt het 6 dagen of langer (Xu, 1999).

De RV in onze kasproef vertoonde wel een variatie van 15 RV-procenten (tussen 65% en iets boven de 80%), als in het noorse onderzoek, maar dit was het geval in alle behandelingen. *Het is daarom niet te verwachten dat het verschil in infectie tussen afdelingen door de RV wisselingen wordt veroorzaakt.*

7.2.1.2 Luchtstromingen in de kas, kouval en ventilatie

Mogelijk spelen andere factoren dan RV en Temperatuur een rol. Een van deze factoren kan de lokale afkoeling (“kouval”) van de kas door de kier in het scherm (in de afdeling met 75% afscherming, de “regel 2011”) of door de open bandjes in het scherm in de afdeling met 95% lichtafscherming. Er zijn voor deze hypothese nog geen literatuur noch harde gegevens beschikbaar. Er zijn wel diverse aanwijzingen voor een relatie tussen schermgebruik en luchtstromingen in de kas en kouval enerzijds, en tussen kouval en aantasting met meeldauw anderzijds.

- In een lopend project “analyse van luchtstromingen Marjoland IV” (Van Weel, 2012, pers. Communicatie), wordt in praktijkkassen het volgende waargenomen: doordat de warme lucht door de kier in het scherm naar de ruimte boven het scherm trekt, veroorzaakt dit sterkte, ongewenste luchtstromingen in de kas. Koude lucht “valt” langs de gevel door andere kieren naar het gewas toe. Door deze trek-kouval stroom is het gebied (een 10m brede strook langs de gevel) altijd kouder dan de rest van de kas: in najaar en winter kan de temperatuur tot 6-8 °C lager dan de rest van de kas. Op deze zone was de meeldauw aantasting altijd hoger dan in de rest van de kas (kwalitatieve waarneming door tuinder).
- De kassen waar onze kasproef heeft plaatsgevonden zijn te klein voor dit soort grote luchtstromen, maar onder de 25% kier (“regel 2011”) en onder de bandjes (“regel 2014”), of bij het ’s ochtends opentrekken van het schermdoek, is heel aannemelijk dat kouval plekken zijn geweest.
- In hun onderzoek naar het toepassen van schermen bij belichte teelten door Van Rijssel en Marissen (2006) is ook “kouval” onder de schermkieren gemeten. Zij constateerden dat dit een van de knelpunten voor lichtafscherming vormt, omdat het tot systematische temperatuurverschillen in het gewas leidt. “De koude plekken vergroten de kans op ziekteaantasting” aldus de onderzoekers.

Om de opwarming van de kas onder het scherm zo veel mogelijk te voorkomen, is in de afdeling “lichtregel 2014” veel geventileerd (zie Bijlage III): de gemiddelde raamstand tijdens de uren van lichtafscherming over de 6 maanden van het onderzoek was 23,6%. In de “maatwerkregel” was dit 6,2%. Als veelvuldig ventileren boven het scherm, waardoor lucht die via de open bandjes of via kieren in de kas “valt” te vergelijken is met “kouval” en tot luchtstromingen leidt, dan *ligt in het verschil in ventilatie een mogelijke verklaring voor de verschillen in mate van aantasting*. Verder onderzoek is hiertoe noodzakelijk, bijvoorbeeld via metingen van het verloop van de meeldauw aantasting in het bovenvermeld lopend project “analyse van luchtstromingen Marjoland IV” (Van Weel, 2012).

7.2.2 Effecten mate van afscherming op de naoogstkwaliteit.

Uit de resultaten van de teeltproef is gebleken dat de schermbehandelingen zoals toegepast niet geleid hebben tot verschillen in de houdbaarheid van de bloemen.

7.2.2.1 Effecten op de houdbaarheid

De verwachting was dat de met afscherming gepaard gaande toename van de relatieve luchtvochtigheid gedurende de afschermingsuren tot een afname in de houdbaarheid zou leiden, als uit eerder onderzoek is gebleken dat een hoge RV een goede verklarende factor was voor houdbaarheidsverschillen tussen kwekers van bepaalde soorten: voor iedere % stijging in de RV, wordt ca. 1 dag aan houdbaarheid ingeleverd. (Marissen en Benninga, 1999 en 2001). Bij teelt onder verschillende RV condities, bleek de houdbaarheid van 14 rassen met 30% af te nemen als de bloemen geteeld worden onder een RV van 91% ten opzichte van controle planten geteeld bij 75% (Mortensen en Gislerød, 1999 en 2005). De lagere houdbaarheid is deels te verklaren door de aantallen, grootte en functionaliteit van de huidmondjes: als die worden aangelegd onder een hoge RV zijn er meer en deze zijn groter (Fanourakis, 2011), waardoor de bloemen tijdens het vaasleven meer verdampen dan ze aan vocht kunnen opnemen.

De verwachte RV toename heeft zich in de proef, zoals eerder opgemerkt (zie 5.1 en Bijlage III) niet voorgedaan in een mate dat het tot een afname in de houdbaarheid zou mogen leiden. Met andere woorden, met het gerealiseerde klimaat zouden er ook geen houdbaarheids verschillen zijn te verwachten.

Uit de modelsimulaties (zie hoofdstuk 6) is gebleken echter, dat afgezien van de buitenomstandigheden, het schermtype een grote invloed heeft op de luchtuitwisseling tussen de kaslucht en de buitenlucht. De door ons gebruikte scherm (95% afscherming) maakte deze uitwisseling mogelijk. Onder een 100% lichtdichtscherm is een toename van de RV wel te verwachten, en deze zou wel tot een verkorting van de houdbaarheid kunnen leiden.

7.2.2.2 Effecten op de mate van aantasting van de bloemen door Botrytis

De Botrytis sporendruk in de kas was laag (zie 5.4.2). De kieming van de sporen wordt bevorderd door hoge temperaturen en RV's boven 93%. Deze kwamen in de proef nauwelijks voor (zie 5.1 en Bijlage III), waardoor grote verschillen niet zijn te verwachten. Incidenteel (metingen op 7 en 13 oktober, en 17 en 24 november) is de gemeten sporendruk significant hoger in de "maatwerkregel" kas dan in de andere twee kassen; dit zou deels door de iets hogere gemeten RV's verklaard kunnen worden; de hogere RV's zijn het gevolg van lagere temperaturen, aangezien warme lucht meer vocht kan bevatten dan koude.

Een ander gevar voor de kieming van sporen is vrij vocht. Vrij vocht komt op het gewas meestal door druppelvorming als gevolg van condens: op het gewas bijvoorbeeld als gevolg van plotselinge afkoeling van de warme knoppen bij het opentrekken van de scherm, of doordat boven het scherm, op het dek of op kasconstructiedelen, condensvorming plaatsvindt, die op de bloemknoppen kan druppelen. Opgemerkt dient te worden dat in praktijkkassen met een 100% lichtdicht scherm er vaak water tegen de (door ventilatie koude) scherm condenseert en boven het gewas druppelt. Uit de modelsimulaties bleek dit op te treden als het buiten vriest, en bij lage windsnelheden (onder 1 m/s) ook bij buitentemperaturen tussen 0 en 10 °C. Het trekken van een kier in het schermdoek (Van Rijssel en Marissen 2006) verkleint het temperatuurverschil tussen de ruimte boven en onder het scherm, waardoor het gevaar voor condensatie op het scherm wat afneemt.

7.3 Effecten kasconstructie en inrichting op kasklimaat tijdens afscherming (modelsimulaties)

Middels de uitgevoerde modelsimulaties is onderzocht wat de invloed zou kunnen zijn van een andere kasconstructie of kasinrichting in combinatie met de mate van afscherming op het klimaat in de kas. Uit deze simulaties is gebleken de mate waarin diverse factoren invloed hebben op het klimaat in de kas tijdens de periode van lichtafscherming met behulp van schermen. De tabel hieronder vat de resultaten samen.

Tabel 8. Effecten kasconstructie en inrichting op kasklimaat tijdens afscherming.

Kasconstructie / inrichtingsfactor	Invloed op het kasklimaat tijdens afscherming
Windsnelheid	Zeer sterke invloed
Buitentemperatuur	Zeer sterke invloed
Schermdichtheid (patroon open/dichte bandjes)	Zeer sterke invloed
Kier in een lichtdicht scherm	Sterke invloed, vergelijkbaar met de dichtheid van het scherm
Belichtingsintensiteit	Zeer sterke invloed
Raamgrootte normale Venlo of doorlopende nokluchting	Zeer kleine invloed
Raamgrootte normale Venlo of kleine Venlo	Sterke invloed
Vorstgrens	Sterke invloed (juist bij vorst minder afkoeling mogelijk)
Kaspoot hoogte	Beperkte invloed
Gewasverdamping	Sterke invloed

8 Conclusies

Uit de 6 maanden durende kasproef met één cultivar en zonder herhaling, kunnen de volgende conclusies worden getrokken:

T.a.v. het klimaat in de kas

- De schermbehandelingen hebben geleid tot duidelijk verschillende kastemperaturen tijdens de periode van lichtafscherming: Het afschermen van licht volgens de “lichtregel 2014” (veel afscherming, 95%) heeft geleid tot een 6-maand gemiddelde toename van de temperatuur gedurende de lichtafschermingsuren van 1,7 °C in vergelijking tot het afschermen volgens de “maatwerkregel” (minimale lichtafscherming 10 -74%). Gemiddeld over de maand oktober was het temperatuurverschil tussen deze twee behandelingen in de periode van lichtafscherming 2,9 °C.
- Tijdens die periode is gemiddeld meer geventileerd bij de afdeling met de hoogste mate van lichtafscherming.
- De schermbehandelingen hebben niet geleid tot verschillen in CO₂ concentratie tijdens de periode van lichtafscherming.

T.a.v. de productie en kwaliteit

- De mate van lichtafscherming heeft de productie in aantal takken en takgewicht nauwelijks beïnvloed
- Het afschermen van licht volgens de “lichtregel 2014” (maximale afscherming) heeft geleid tot een afname van 2 cm in taklengte in vergelijking tot het afschermen volgens de “lichtregel 2011” en de “maatwerkregel” (minimale lichtafscherming). Deze afname is betrouwbaar en relevant voor de praktijk.
- De mate van lichtafscherming heeft geen meetbaar verschil veroorzaakt in bloemknophoogte.
- De mate van afscherming van licht heeft in dit onderzoek een sterke invloed op de kwaliteit gehad: bij minimaal afschermen is het behaald aandeel eerste kwaliteit 82%; bij afschermen volgens de behandeling “lichtregel 2011” is dit percentage naar 54% gedaald en bij maximaal afschermen (behandeling “lichtregel 2014”) was het aandeel bloemen van eerste kwaliteit slechts 39% van de totale oogst
- De opbrengsten indien de bloemen naar de veiling waren gegaan en voor het gemiddelde prijs verhandeld waren, zouden van €62 met minimale afscherming naar €46 met maximale afscherming zijn gedaald.
- De belangrijkste oorzaak van de kwaliteitsachteruitgang van de bloemen is de aantasting door meeldauw. Die was het lichtst in de bloemen uit de behandeling “maatwerkregel” met de minimale afscherming. De hogere temperaturen onder het scherm in combinatie met de verhoogde ventilatie zouden hiervan de oorzaak van de verhoogde aantasting kunnen zijn.
- De hogere aantasting leidde tot 14% meer fungicide gebruik in de kas met maximale afscherming dan in de kas met minimale afscherming.
- De houdbaarheid van de bloemen is niet door de mate van afscherming beïnvloed.
- De afscherming heeft niet geleid tot een hogere Botrytis aantasting.

Uit simulaties van het kasklimaat met het kasmodel KASPRO kunnen de volgende conclusies worden getrokken.

- De kastemperatuur onder het scherm tijdens de periode van lichtafscherming, zoals in eerder onderzoek aangetoond, sterk afhankelijk van de buitenklimaat omstandigheden. Windsnelheid en temperatuur oefenen de sterkste invloed op het binnenklimaat. De hemeltemperatuur heeft bij de meest voorkomende waarden een beperkt effect. Bij vorst zijn de mogelijkheden voor afkoeling van de kas enerzijds door condensatiegevaar tegen het scherm en anderzijds door de vorstbegrenzing (ter voorkoming van raamschade) beperkt.
- De kastemperatuur onder het scherm tijdens de periode van lichtafscherming is verder sterk afhankelijk van de bedrijfsspecifieke situatie: De kashoogte heeft een beperkte invloed op de opwarming onder de scherm. Het type doek daarentegen (het bandjes patroon die het percentage lichtdoorlatendheid bepaalt), de grootte van het raam, en de intensiteit van de belichting zijn inrichtingsfactoren die een sterke invloed hebben op de mate van opwarming van de kas onder het scherm. Daarnaast speelt de verdamping van het gewas (bepaald door onder andere het ras) een rol.

9 Literatuur

- Berg, G.A. van den, 1984.
Influence of temperature on bud break, shoot growth, flowerbud atrophy and winterproduction of glasshouse roses, Proefschrift Landbouw Universteit Wageningen.
- Berkholst, C.E.M (red.) 1986.
Snijbloemen, kwaliteitsbehoud in de afzet keten. Sprenger instituut.
- Breuer, J.J.G. en N.J. van de Braak, 1989.
Reference Year for Dutch Greenhouses, Acta Horticulturae 248, 1989
- Bot, G.P.A., 1983.
Greenhouse climate: from physical processes to a dynamic model. Ph. D. dissertation Agricultural University Wageningen, The Netherlands.
- Evans, R.Y. and Reid, M.S., 1986.
Control of petal expansion during diurnal opening of rose. Acta hort. 181: 55-63
- Evans, R.Y. and M.S. Reid. 1988.
Changes in carbohydrates and osmotic potential during rhythmic expansion of rose petals. J. Amer. Soc. Hortic. Sci. 113: 884-888.
- Goudriaan, J., 1988.
The bare bones of leaf-angle distribution in radiation models for canopy photosynthesis and energy exchange. Agricultural and forest meteorology, 43:155-169.
- Gudin, S., 1992.
Effect of preharvest growing temperatures on the development of cut roses. Postharvest Biology and Technology, 2 (1992) 155-161.
- Hofland-Zijlstra, J., 2010.
Alternatieven voor de beheersing van echte meeldauw zonder pijpzwavel. Rapport GTB-1073, Wageningen UR Glastuinbouw.
- Ijdo, M.L.; Janse, J.; Hofland-Zijlstra, J.D.; Voogt, W. 2011.
Bladrandjes en Ca bij tomaat: Fysiologische achtergronden van cel- en weefselstevigheid in relatie tot het ontstaan van bladrandjes en infectie met Botrytis cinerea L. Bleiswijk. Wageningen UR Glastuinbouw, Rapporten GTB-1116.
- Jong, T., de, 1990.
Natural ventilation of large multi-span greenhouses. Ph. D. Thesis Agricultural University Wageningen, The Netherlands.
- Kersies, A., 1990.
A selective medium for Botrytis cinerea to be used in a spore trap. Netherlands Journal of Plant Pathology 96: 247-250.
- Longree K., 1939.
The effect of temperature and relative humidity on powdery mildew or roses. Cornell University Agriculture Experimental Station Memoirs 223, 1-43.
- Marissen, N., Benninga, J., 1999.
Bedrijfsvergelijkend onderzoek houdbaarheid roos. Rapport 193. Proefstation voor de Bloemisterij en Glasgroente.
- Marissen, N., Benninga, J., 2001.
Bedrijfsvergelijkend onderzoek roos 2001. Rapport PPO project 425048. Praktijkonderzoek Plant en Omgeving B.V. Sector Glastuinbouw
- Marissen, N. Postharvest quality of roses as related to preharvest conditions. Acta Hort. 669, ISHS 2005.
- Mortensen, L.M. and Fjeld, T. 1995.
High air humidity reduces the keeping quality of cut roses. Acta Hort. 405: 148-156
- Mortensen, L.M. and Fjeld, T. 1995.
Effects of air humidity, lighting period and lamp type on growth and vase life of roses. Scientia Hort 73: 229-237

- Mortensen, L.M. and Gislerød, H.R., 1999.
Effect of air humidity and lighting period on growth, vase life and water relations of 14 rose cultivars. *Scientia Horticulturae* 82, 289-298
- Mortensen, L.M. and Gislerød, H.R., 2005.
Effect of air humidity variation on powdery mildew and keeping quality of cut roses. *Scientia Horticulturae* 104, 49-55
- Plantenziektekundige Dienst. 2010.
Gewasbeschermingsgids, Gids voor de gewasbescherming in de land- en tuinbouw en het openbaar en particulier groen. Wageningen Academic Publishers.
- Reid, M.S. and Kofranek, A.M. 1981.
Recommendations for standardized vase life evaluations. *Acta Hort.* (ISHS) 113:171-174
- Rijssel, E. van, Marissen, N., Oostingh, C., 2006.
Schermtoepassingen bij belichte teelten. Rapport Wageningen UR Glastuinbouw.
- Schappendonk A., Rappoldt, C., 2011.
Diffuus licht roos. Onderzoeksrapport PT projectnummer 14090. Plantdynamics.
- Stanghellini, C, 1987.
Transpiration of greenhouse crops. An aid to climate management. Ph. D. dissertation, Landbouwniversiteit, Wageningen.
- Tammen, J.F. 1973.
Rose Powdery Mildew studied for epidemics. *Science in Agriculture*. ISSN 0097-5400. p 10.
- Vermeulen, P.C.M., 2010 (red.). Kwantitatieve Informatie voor de Glastuinbouw 2010.
Editie 21. Wageningen UR Glastuinbouw, Rapport GTB-1037
- Yoo H. en E. Pak, 1993.
Theoretical model of the charging process for stratified thermal storage tanks. *Solar Energy*, 51(1993)6 pp. 513-519.
- Zwart H.F., de, 1996.
Analyzing energy-saving options in greenhouse cultivation using a simulation model. IMAG-DLO rapport 96-05, 236 blz.
- Zwart H.F., de, Stanghellini C., Knaap L.P.M. van der. 2010.
Hoog isolerende en lichtdoorlatende schermconfiguraties.
- Xu, X.M. (1999).
Effects of temperature on the latent period of the rose powdery mildew pathogen, *Spaerotheca pannosa*. *Plant Pathology* 48, 662-667.

Bijlage I Logboek gewasbescherming

Uitgezette natuurlijke vijanden, met weergave van dosering en plaag.

biologische gewasbescherming roos				
week nr	kas nr	uitgezet	st/ eenheid	tegen plaag
week 41	605,607,608	Encarsia formosa	50 kaartjes	witte vlieg
week 43	605,607,608	A.cucumeris	300 zakjes	trips
week 45	605,607,608	Encarsia formosa	25 kaartjes	witte vlieg
	605,607,608	Phytoseiulus persimilis	6000	spint
week 46	605,607,608	Phytoseiulus persimilis	6000	spint
week 47	605,607,608	Phytoseiulus persimilis	6000	spint
week 3	kas 605	T. limonicus	12500	generalist
		Phytoseiulus persimilis	2000	spint
		Encarsia formosa	50 kaartjes	witte vlieg
	kas 607	A. swirskii	50000	generalist
		Phytoseiulus persimilis	2000	spint
		Encarsia formosa	50 kaartjes	witte vlieg
	kas 608	Phytoseiulus persimilis	2000	spint
		Encarsia formosa	50 kaartjes	witte vlieg
week 4	kas 605	Phytoseiulus persimilis		spint
		Encarsia formosa	50 kaartjes	witte vlieg
	kas 607	Phytoseiulus persimilis	2000	spint
		Encarsia formosa	50 kaartjes	witte vlieg
	kas 608	Phytoseiulus persimilis	2000	spint
		Encarsia formosa	50 kaartjes	witte vlieg
week 5	kas 605	Phytoseiulus persimilis	2000	spint
		Encarsia formosa	50 kaartjes	witte vlieg
		T. Limonicus		generalist
	kas 607	Phytoseiulus persimilis	2000	spint
		Encarsia formosa	50 kaartjes	witte vlieg
		A. swirskii		generalist
	kas 608	Phytoseiulus persimilis	2000	spint
		Encarsia formosa	50 kaartjes	witte vlieg
		T. montdorensis		spint
week 6	kas 605	A. limonicus	50000	generalist
		Encarsia formosa	50 kaartjes	witte vlieg
	kas 607	Phytoseiulus persimilis	2000	spint
		Encarsia formosa	50 kaartjes	witte vlieg
	kas 608	Phytoseiulus persimilis	2000	spint
		Encarsia formosa	50 kaartjes	witte vlieg
		A. swirskii	50000	generalist
week 7	kas 605	Phytoseiulus persimilis	2000	spint
	kas 607	Phytoseiulus persimilis	2000	spint
		Amblyseius montdorensis	3x 25000	generalist
	kas 608	Phytoseiulus persimilis	2000	spint
week 8	kas 605	Phytoseiulus persimilis	2000	spint
		Encarsia formosa	50 kaartjes	witte vlieg
	kas 607	Phytoseiulus persimilis	2000	spint
		Encarsia formosa	50 kaartjes	witte vlieg
	kas 608	Phytoseiulus persimilis	2000	spint
		Encarsia formosa	50 kaartjes	witte vlieg
week 11	kas 605	T. Limonicus	12500	generalist
		Encarsia formosa	1000	witte vlieg
	kas 607	A. swirskii	50000	generalist
		Encarsia formosa	1000	witte vlieg
	kas 608	Amblyseius montdorensis	25000	generalist
		Encarsia formosa	1000	witte vlieg
week 13	kas 605	Phytoseiulus persimilis	2000	spint
	kas 607	Phytoseiulus persimilis	2000	spint
	kas 608	Phytoseiulus persimilis	2000	spint

Gebruikte chemische middelen, met weergave van dosering (cc), met hoeveel water gemengd, en waartegen het middel is ingezet. .

Chemische gewasbescherming roos 2011						
Datum	Plaag/ziekte	Middel	dosering	bakinhoud	gewas	kasnummer
1-okt	meeldauw	meltatox	100	40	roos	605
1-okt	meeldauw	meltatox	100	40	roos	607
1-okt	meeldauw	meltatox	100	40	roos	608
7-okt	meeldauw	collis	33	33	roos	605
7-okt	meeldauw	collis	33	33	roos	607
7-okt	meeldauw	collis	33	33	roos	608
17-okt	meeldauw	collis	33	33	roos	605
17-okt	meeldauw	collis	33	33	roos	607
17-okt	meeldauw	collis	33	33	roos	608
21-okt	meeldauw	collis	30	30	roos	607
21-okt	meeldauw	collis	30	30	roos	608
24-okt	meeldauw	collis	30	30	roos	605
26-okt	meeldauw	meltatox	100	40	roos	607
26-okt	meeldauw	meltatox	100	40	roos	608
28-okt	meeldauw	meltatox	75	30	roos	605
31-okt	meeldauw	meltatox	87.5	35	roos	607
31-okt	meeldauw	meltatox	87.5	35	roos	608
5-nov	meeldauw	meltatox	65	27	roos	605
5-nov	meeldauw	meltatox	65	27	roos	607
5-nov	meeldauw	meltatox	65	27	roos	608
11-nov	meeldauw	meltatox	60	30	roos	605
11-nov	meeldauw	meltatox	60	30	roos	607
11-nov	meeldauw	meltatox	60	30	roos	608
18-nov	luis	pirimor	1	n.v.t.	roos	607
21-nov	meeldauw	meltatox	50	35	roos	605
21-nov	meeldauw	meltatox	50	35	roos	607
21-nov	meeldauw	meltatox	50	35	roos	608
25-nov	meeldauw	meltatox	50	33.3	roos	605
25-nov	meeldauw	meltatox	50	33.3	roos	607
25-nov	meeldauw	meltatox	50	33.3	roos	608
6-dec	meeldauw	meltatox	50	35	roos	605
6-dec	meeldauw	meltatox	50	35	roos	607
6-dec	meeldauw	meltatox	50	35	roos	608
12-dec	meeldauw	meltatox	50	33.3	roos	605
12-dec	meeldauw	meltatox	50	33.3	roos	607
12-dec	meeldauw	meltatox	50	33.3	roos	608
14-dec	luis	pirimor	2	n.v.t.	roos	608
19-dec	meeldauw	meltatox	50	35	roos	605
19-dec	meeldauw	meltatox	50	35	roos	607
19-dec	meeldauw	meltatox	50	35	roos	608
23-dec	meeldauw	meltatox	50	33.3	roos	605
23-dec	meeldauw	meltatox	50	33.3	roos	607
23-dec	meeldauw	meltatox	50	33.3	roos	608
28-dec	meeldauw	meltatox	50	33.3	roos	605
28-dec	meeldauw	meltatox	50	33.3	roos	607
28-dec	meeldauw	meltatox	50	33.3	roos	608

Chemische gewasbescherming roos 2012						
Datum	Plaag/ziekte	Middel	dosering	bakinhoud	gewas	kasnummer
2-jan	meeldauw	meltatox	50	30	roos	605
2-jan	meeldauw	meltatox	50	30	roos	607
2-jan	meeldauw	meltatox	50	30	roos	608
7-jan	meeldauw	meltatox	50	33.3	roos	605
7-jan	meeldauw	meltatox	50	33.3	roos	607
7-jan	meeldauw	meltatox	50	33.3	roos	608
12-jan	meeldauw	meltatox	50	33.3	roos	605
12-jan	meeldauw	meltatox	50	33.3	roos	607
12-jan	meeldauw	meltatox	50	33.3	roos	608
18-jan	meeldauw	meltatox	50	33.3	roos	605
18-jan	meeldauw	meltatox	50	33.3	roos	607
18-jan	meeldauw	meltatox	50	33.3	roos	608
24-jan	meeldauw	meltatox	50	33.3	roos	605
24-jan	meeldauw	meltatox	50	33.3	roos	607
24-jan	meeldauw	meltatox	50	33.3	roos	608
30-jan	meeldauw	meltatox	50	33.3	roos	605
30-jan	meeldauw	meltatox	50	33.3	roos	607
30-jan	meeldauw	meltatox	50	33.3	roos	608
4-feb	meeldauw	meltatox	50	33.3	roos	605
4-feb	meeldauw	meltatox	50	33.3	roos	607
4-feb	meeldauw	meltatox	50	33.3	roos	608
9-feb	meeldauw	meltatox	50	33.3	roos	605
9-feb	meeldauw	meltatox	50	33.3	roos	607
9-feb	meeldauw	meltatox	50	33.3	roos	608
9-feb	spint	floramite	12.5	33.3	roos	607
9-feb	spint	floramite	12.5	33.3	roos	608
14-feb	meeldauw	meltatox	45	30	roos	607
14-feb	meeldauw	meltatox	45	30	roos	608
14-feb	meeldauw	meltatox	45	30	roos	605
20-feb	meeldauw	meltatox	45	30	roos	607
20-feb	meeldauw	meltatox	45	30	roos	608
24-feb	meeldauw	meltatox	45	30	roos	607
24-feb	meeldauw	meltatox	45	30	roos	608
24-feb	meeldauw	meltatox	45	30	roos	605
29-feb	meeldauw	meltatox	45	30	roos	605
29-feb	meeldauw	meltatox	45	30	roos	607
29-feb	meeldauw	meltatox	45	30	roos	608
6-mrt	meeldauw	meltatox	40	27	roos	605
6-mrt	meeldauw	meltatox	40	27	roos	607
6-mrt	meeldauw	meltatox	40	27	roos	608
12-mrt	meeldauw	meltatox	45	30	roos	608
15-mrt	meeldauw	meltatox	45	30	roos	605
15-mrt	meeldauw	meltatox	45	30	roos	607
15-mrt	meeldauw	meltatox	45	30	roos	608
21-mrt	meeldauw	meltatox	45	30	roos	608
26-mrt	meeldauw	meltatox	45	30	roos	605
26-mrt	meeldauw	meltatox	45	30	roos	607
26-mrt	meeldauw	meltatox	45	30	roos	608
30-mrt	meeldauw	meltatox	45	30	roos	605
30-mrt	meeldauw	meltatox	45	30	roos	607
30-mrt	meeldauw	meltatox	45	30	roos	608
30-mrt	trips	conserve	22	30	roos	607

Bijlage II Afschrijfcriteria houdbaarheidsonderzoek

Hieronder worden de gehanteerde afschrijfcriteria van het houdbaarheidsonderzoek weergegeven; criteria volgens beoordelingskaarten welke gebruikt worden door VBN.

Bron: Vereniging van Bloemenveilingen in Nederland en Proefstation voor de Bloemisterij en Glasgroente. 2005

Bloem

- **Bent neck**
 - *Omschrijving:* het indrogen en knikken van de bloemsteel vlak onder de knop.
 - *Afschrijven:* indien de bloem een hoek maakt die groter is dan 90°
- **Botrytis**
 - *Omschrijving:* lichte aantasting: zichtbare pokken op de petalen. Zware aantasting: bruine vlekken van 1 cm of groter op de petalen en/of uiteenvallen van de bloem(bodem) en/of de bloembodem is ernstig aangetast.
 - *Afschrijven:* indien 5 of meer petalen last hebben van zware aantasting en/of de bloembodem ernstig aangetast is.
- **Uitbloei**
 - *Omschrijving:* de roos is maximaal opengekomen (stadium 4 en 5), de petalen vallen af en/of verkleuren.
 - *Afschrijven:* als meer dan 2 petalen *et al.* gevallen zijn of als de bloem zichtbaar slap is. Op verkleuren alleen kan niet worden afgeschreven.
- **Verdroogde randjes**
 - *Omschrijving:* de randen van de petalen worden bruin of zwart en kunnen verdrogen of aan de buitenkant van de petalen komen bruine vlekken voor (bij rode cultivars).
 - *Afschrijven:* indien 5 of meer petalen door één van deze verschijnselen ernstig (d.i. meer dan 1 cm) is aangetast.
- **Verwelking**
 - *Omschrijving:* de bloem (tot en met stadium 3) is zichtbaar slap (hangt slap of petalen worden rimpelig).
 - *Afschrijven:* bij constatering.
- **Knopopening**
 - *Registreren:* de mate waarin de bloemknop zich tijdens het vaasleven ontwikkelt. Vormverlies wordt ook geregistreerd (zoals bekervorm). Er worden 5 stadia onderscheiden: 1 2 3 4 5, of wel: harde puntknop losse puntknop, half open bloem, open bloem, maximaal geopende cilindrisch bloem, hart zichtbaar
- **Knopverdroging**
 - *Omschrijving:* de knoppen verdrogen en/of worden geel.
 - *Registreren:* de mate van knopverdroging.
- **Verkleuring**
 - *Registreren:* de petalen worden blauw of flets van kleur.

Steel

- **Knikken**
 - *Omschrijving:* de steel knikt.
 - *Afschrijven:* bij constatering.
- **Botrytis**
 - *Registreren:* de steel verkleurt grijs tot zwart, soms verschijnt schimmelpuis.
- **Schade**
 - *Registreren:* de steel verkleurt, ontkleurt of droogt in.

Blad

- **Bladval**
 - *Omschrijving:* het blad valt van de steel.
 - *Afschrijven:* indien meer dan 50% van het totaal aantal bladeren van de steel is gevallen.
- **Bladverbranding en/of -verdroging**
 - *Omschrijving:* het blad is verdroogd.
 - *Afschrijven:* indien meer dan 50% van het totale bladoppervlak en/of 50% van het totale aantal bladeren minimaal het stadium van de Foto heeft bereikt.
- **Geel en/of bruin blad**
 - *Omschrijving:* het blad wordt geel en/of bruin.
 - *Afschrijven:* indien meer dan 50% van het totale bladoppervlak en/of 50% van het totale aantal bladeren is aangetast door dit verschijnsel.
- **Slap blad**
 - *Omschrijving:* de blaadjes (van het samengestelde blad) hangen slap en/of het gehele blad hangt slap
 - *Afschrijven:* indien meer dan 50% van het aantal bladeren slap is.

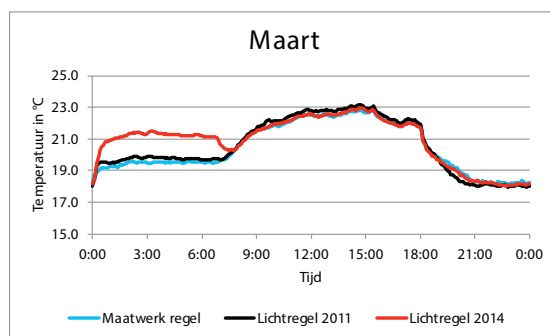
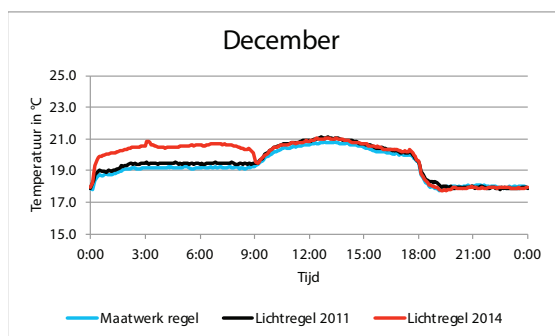
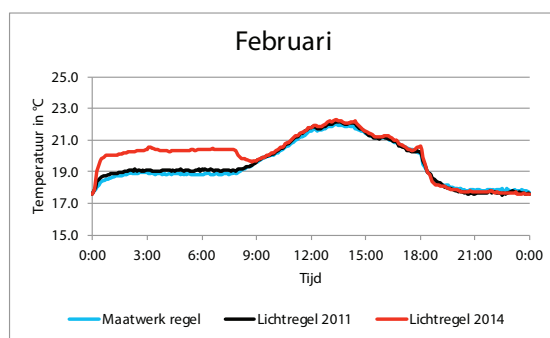
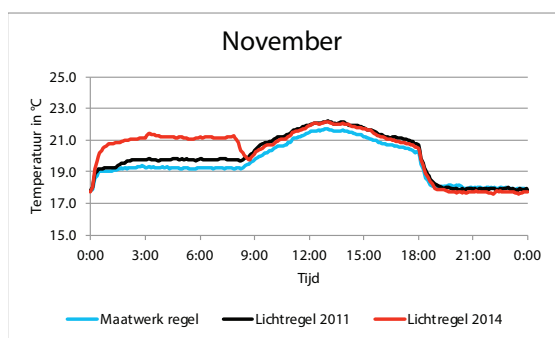
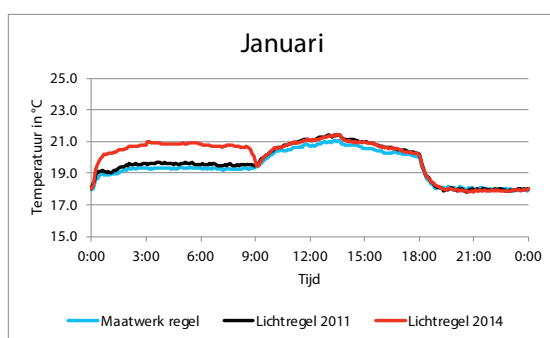
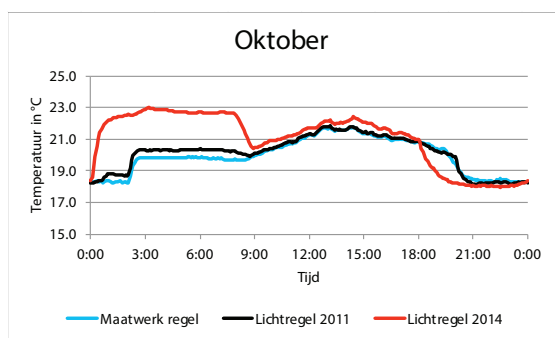
Bijlage III Overzicht van cyclisch gemiddelde van het klimaat per maand

Op de volgende bladzijden worden achtereenvolgens cyclische gemiddelden per maand getoond van

- Kastemperatuur
- Verschil tussen kas en plant temperatuur
- Relatieve luchtvochtigheid
- Raamstand luwe zijde
- Schermstand
- Buisrailverwarming
- Bovenbuis verwarming

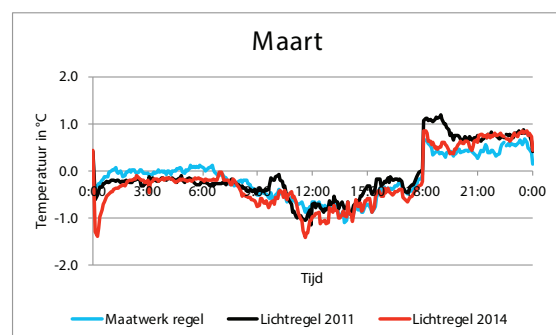
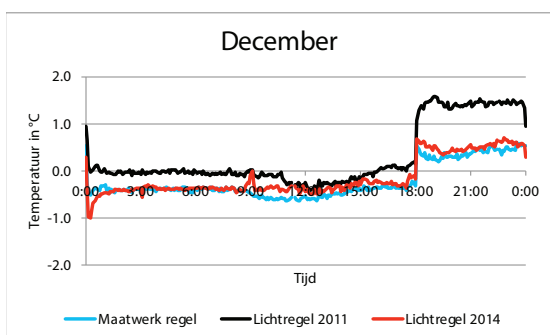
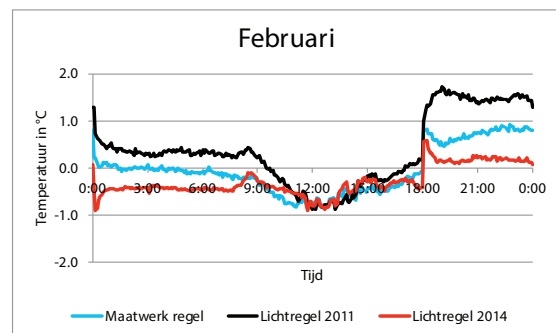
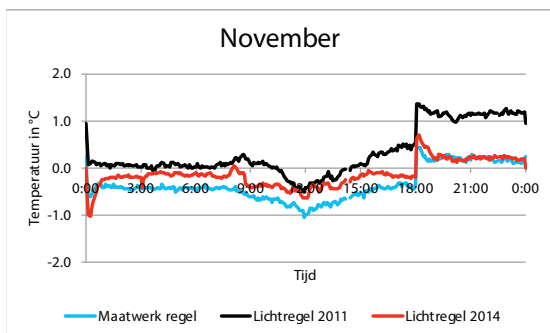
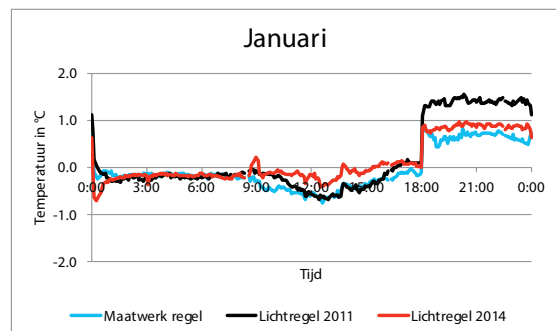
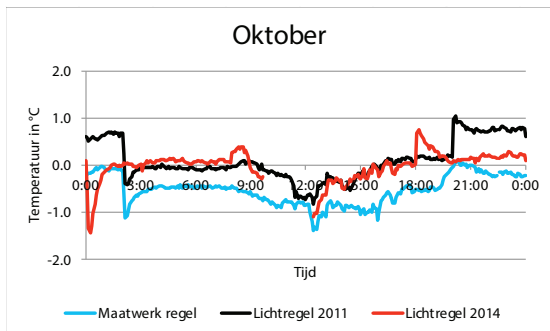
Cyclisch gemiddelde van de kastemperatuur

De kastemperatuur laat verschillen zien die gerealiseerd worden in de periode van schermen of beperkt schermen (0:00 - 8:00 uur). De verschillen zijn in Oktober en Maart het grootst en in Januari en Februari het kleinst. Dit heeft te maken met de buiten temperatuur, die in wintermaanden gemiddeld lager is. Dit komt overeen met de verwachting.



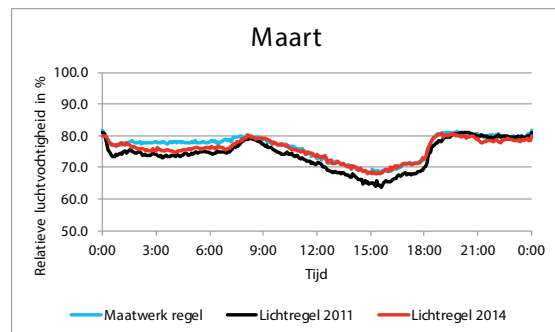
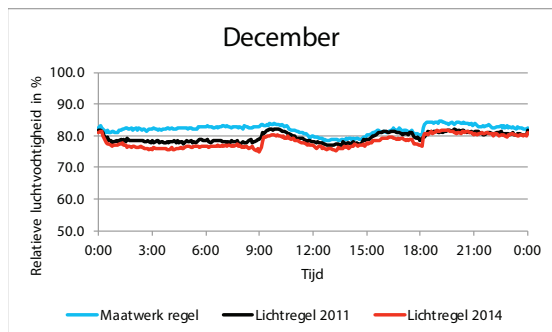
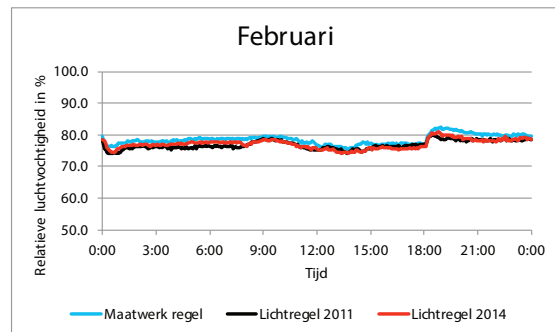
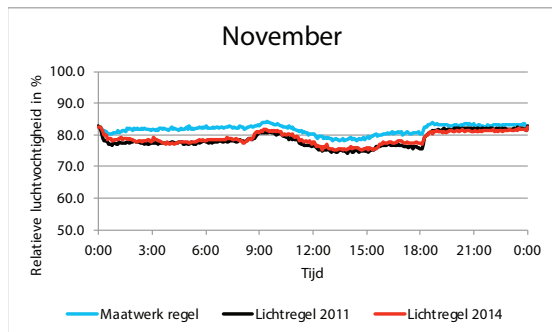
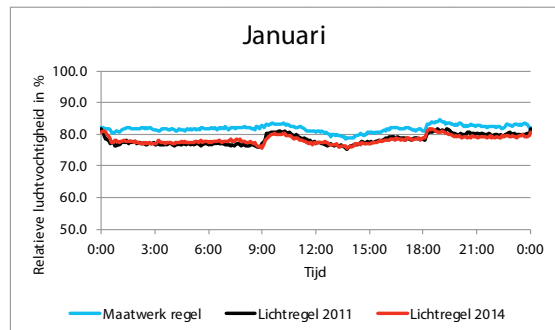
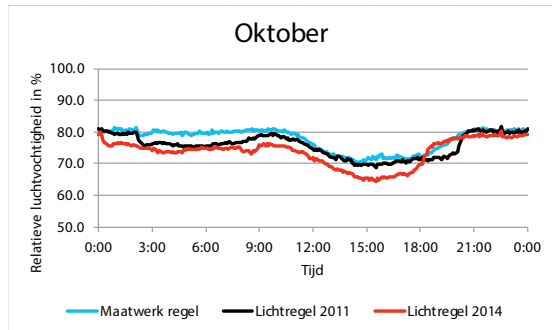
Cyclisch gemiddelde van verschil kas-plant temperatuur

Een positief verschil betekent dat de kas warmer is dan de plant. Een negatief verschil betekent dat de kas koeler is dan de plant. Opmerkelijk is de sterke overgang in het verschil om 18:00 uur als de lampen worden uitgeschakeld. Zodra de lampen weer worden aangeschakeld rond middernacht wordt het verschil tussen kas en plant temperatuur weer kleiner. Tussen de behandelingen zijn er vooral in februari verschillen te zien in de periode van schermen of beperkt schermen. Een tweede opmerkelijk punt is dat bij de maatwerk regel, waar het minste is geschermd, de plant gemiddeld iets warmer is in oktober. Verwacht werd dat niet of gering schermen zou leiden tot lagere temperatuur, maar dat blijkt dus niet het geval. Een mogelijke reden hiervoor is de verdamping die wordt gestimuleerd door een lagere relatieve luchtvochtigheid bij hogere temperatuur en dus groter vocht deficit van de lucht. Hierdoor is het verschil in dampdruk tussen blad en kas groter en de verdamping hoger. Een hogere verdamping heeft tot gevolg een sterkere daling van de bladtemperatuur.



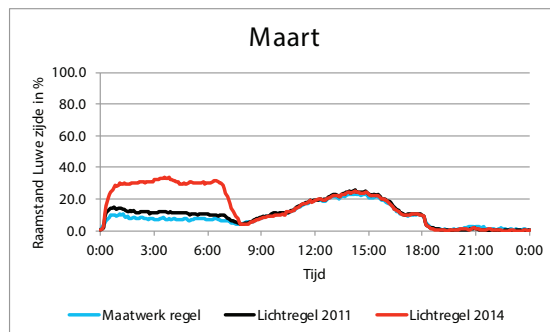
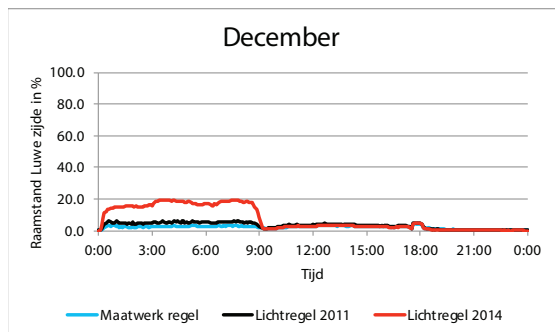
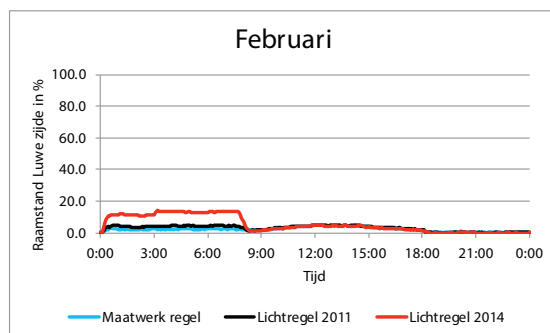
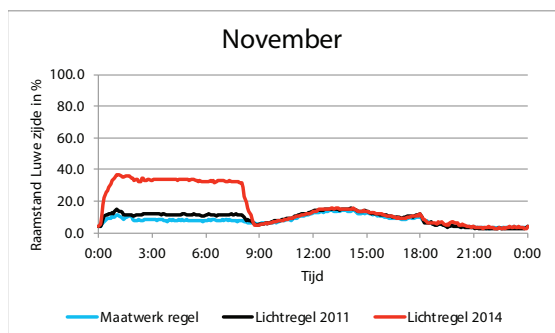
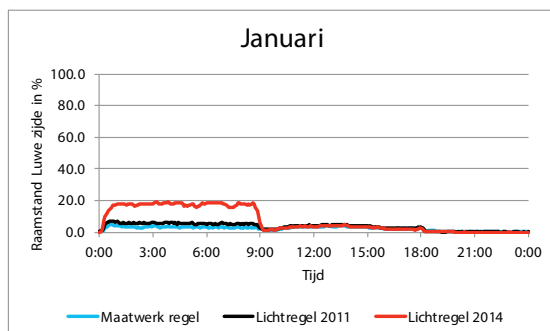
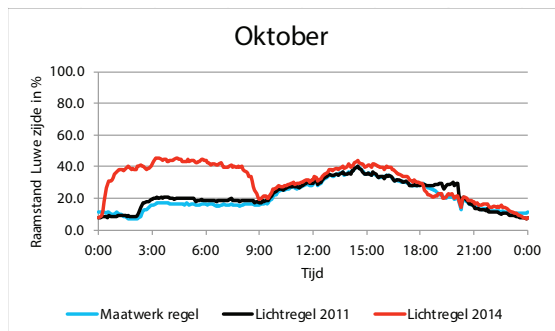
Cyclisch gemiddelde van de Relatieve luchtvochtigheid

De luchtvochtigheid is in de kassen waar meer geschermd wordt gemiddeld iets lager dan in de afdeling waar weinig geschermd (maatwerk) wordt. Dit heeft te maken met de lagere temperatuur in die afdeling waardoor de luchtvochtigheid oploopt. In deze afdeling is ook minder geventileerd, waardoor er meer vocht in de afdeling wordt gehouden.



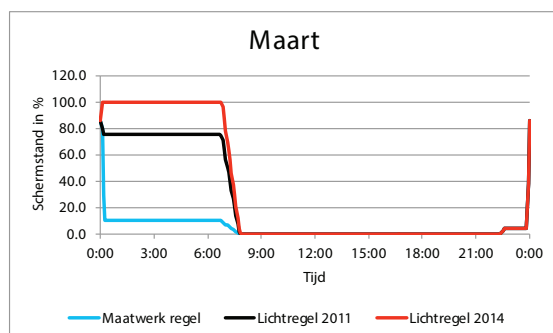
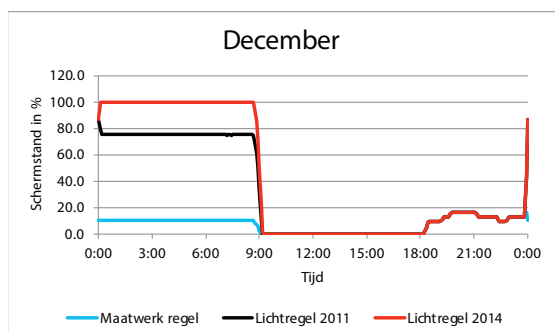
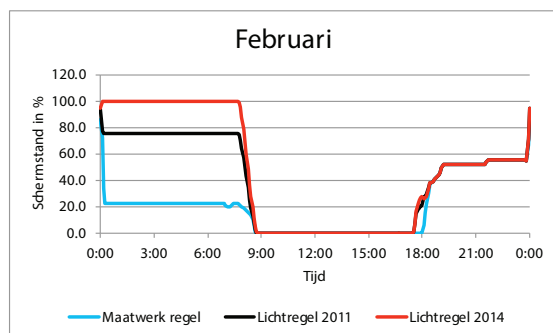
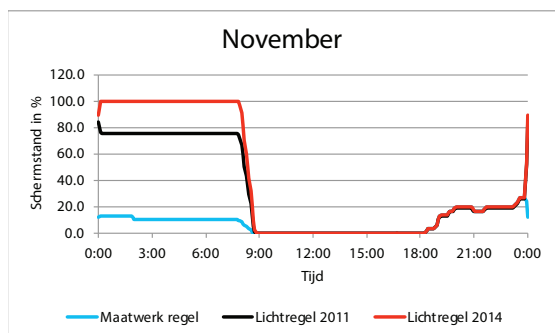
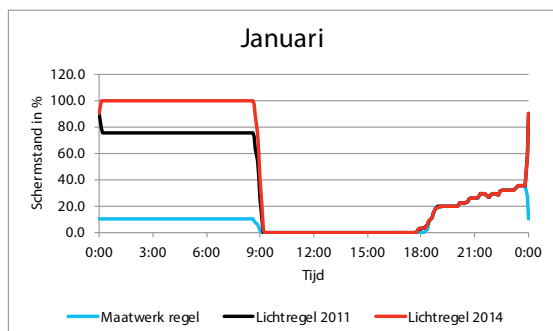
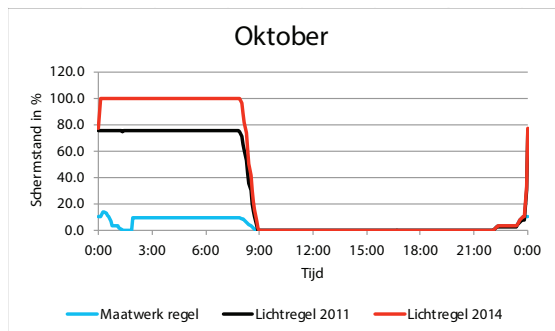
Cyclische gemiddelde van de raamstand luwe zijde

Tijdens de periode van schermen of beperkt schermen is er duidelijk verschil in mate van noodzakelijke ventilatie om de gewenste kasttemperatuur te handhaven. Hierbij moet worden opgemerkt dat de ventilatie plaatsvindt middels een doorlopende nokluchting.



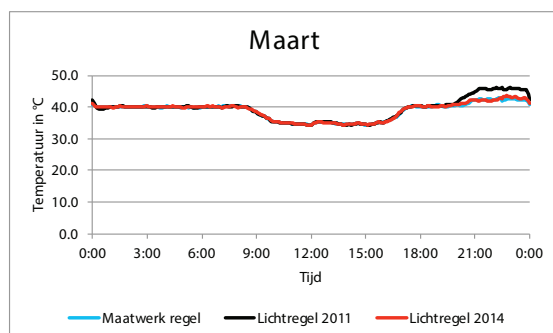
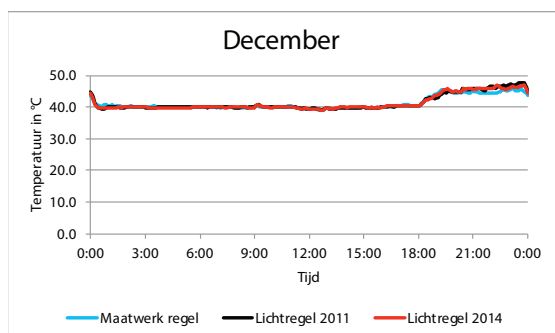
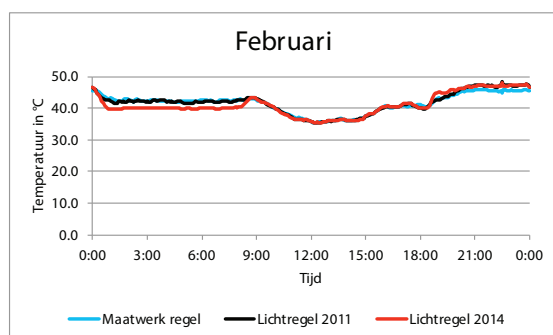
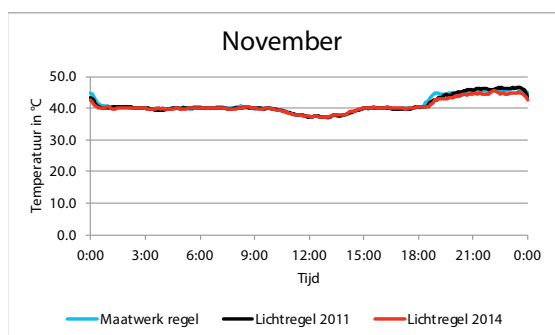
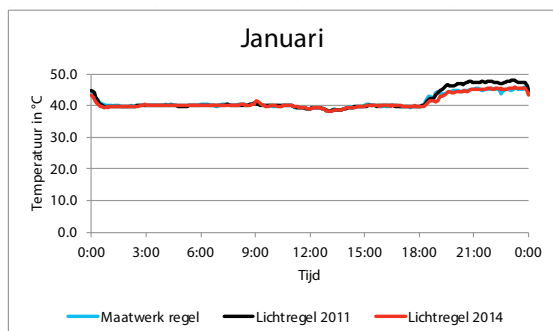
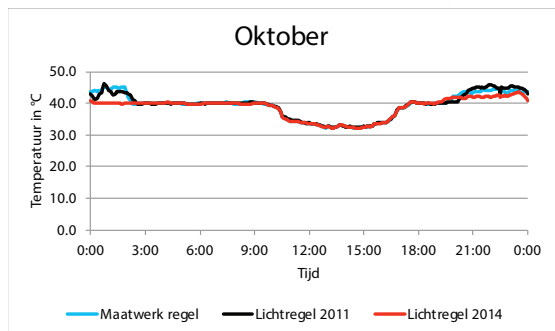
Cyclisch gemiddelde van de schermstand.

De schermstanden voor de lichtafscherming zijn goed gerealiseerd. Tussen 0:00 en 8:00 100%, 75% en 10%. In de periode dat de lampen uit zijn is er afhankelijk van de buitentemperatuur geschermd. Die scherm strategie levert voor alle behandelingen dezelfde stand op.



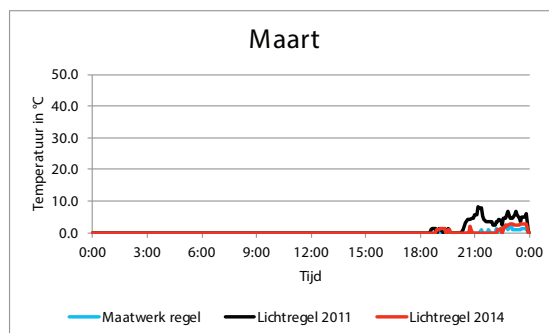
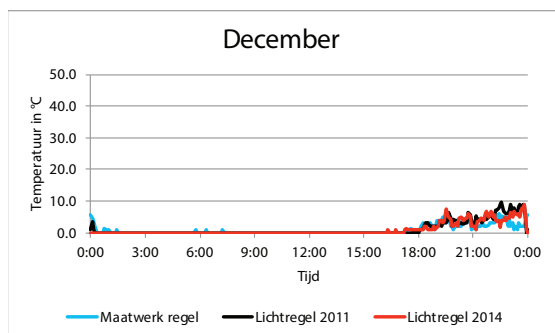
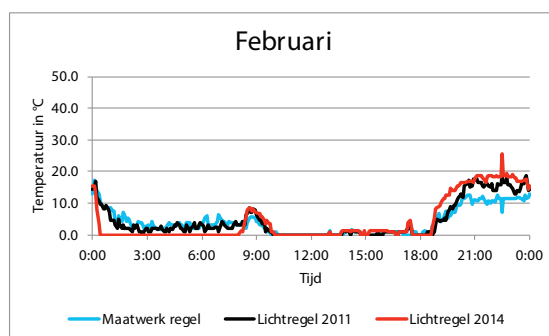
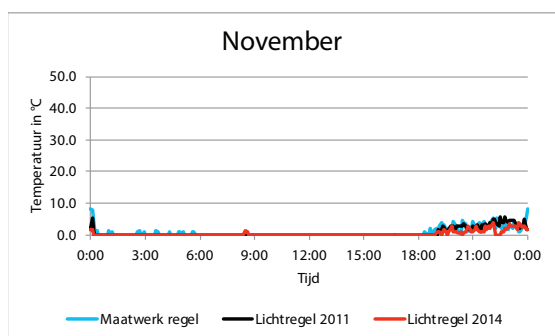
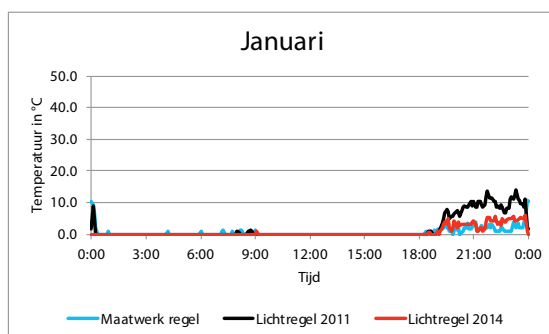
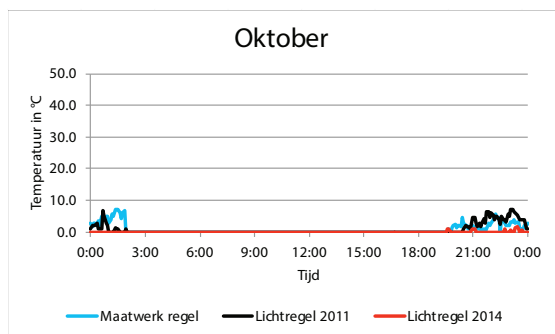
Cyclisch gemiddelde van de temperatuur van de buisrailverwarming

Op de buisrail verwarming stond een minimumbuis regeling die op straling werd afgebouwd. Bij warmte vraag mag de buisrail temperatuur stijgen tot 50 °C. De minimumbuis regeling zorgt ervoor dat de verschillen tussen de afdelingen heel klein zijn. Alleen in februari is in de scherm periode de buis temperatuur bij de lichtregel 2014 iets lager. Dit komt overeen met de standen van de luchtramen en de



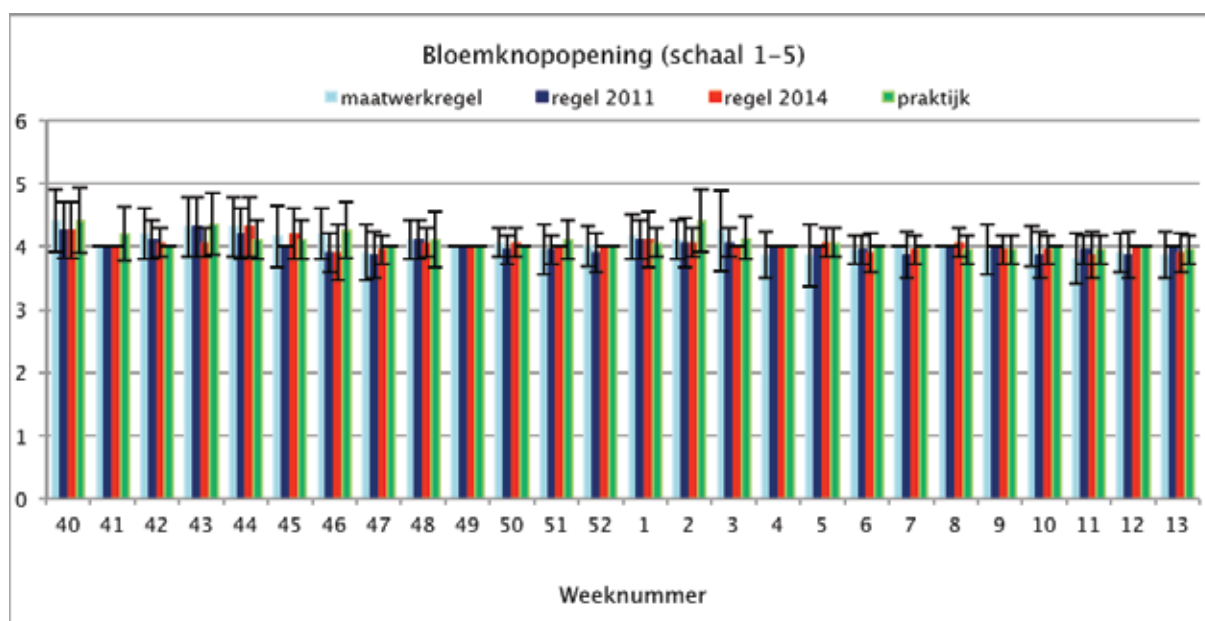
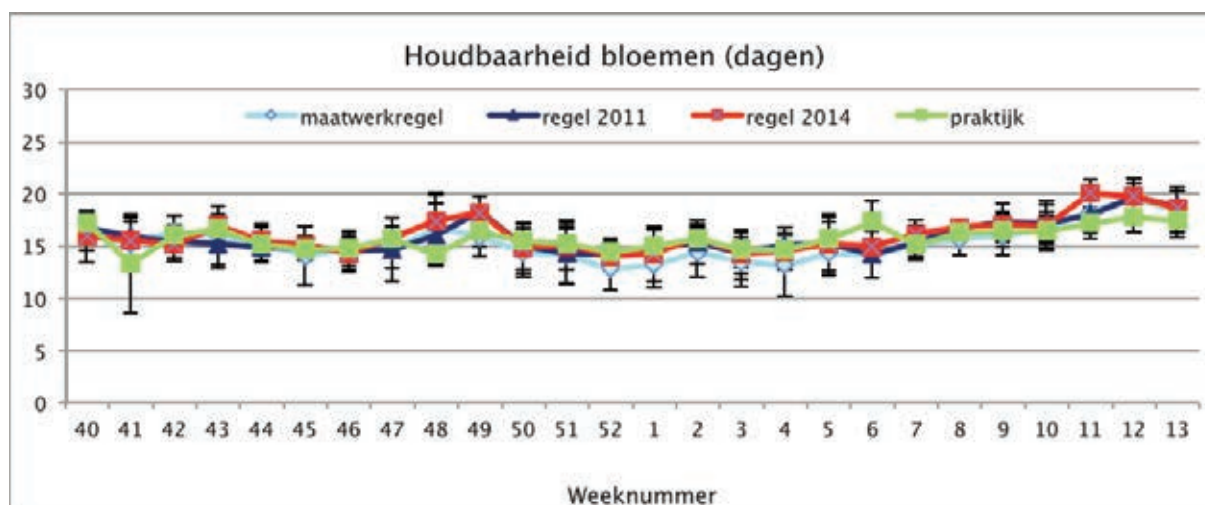
Cyclisch gemiddelde van de bovenbuis verwarming

De bovenbuis is vrijwel alleen in gekomen in de periode dat de lampen uit zijn. Alleen in de koude periode in februari is er ook verwarmd met de boven buis in de twee behandelingen waarin het scherm niet volledig is gesloten. Onder die condities was de warmte afgifte van assimilatielampen en buisrail verwarming te weinig om de kas op temperatuur te houden als het schermdoek niet volledig gesloten is.



Bijlage IV Overzicht houdbaarheid per inzetdatum

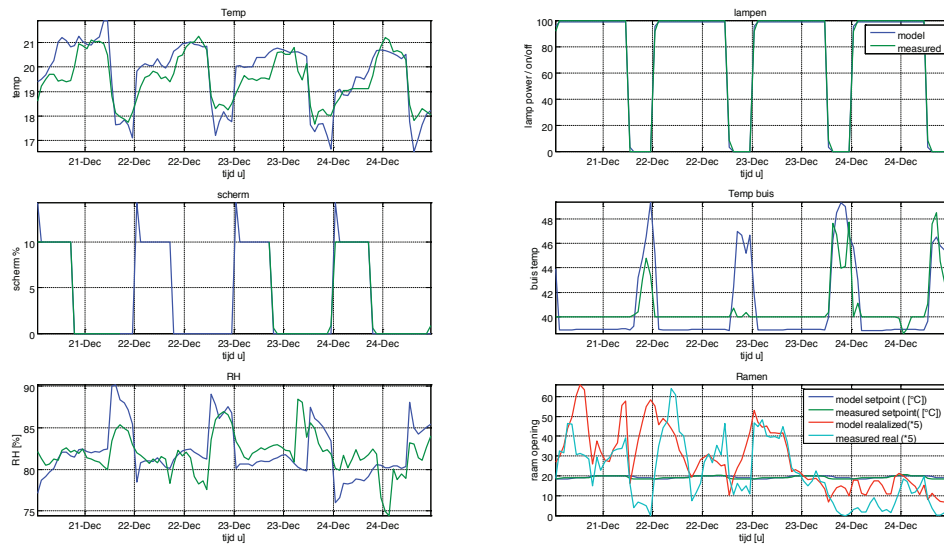
Op de volgende grafieken worden de resultaten getoond van de wekelijkse houdbaarheid en knopopening bepalen.



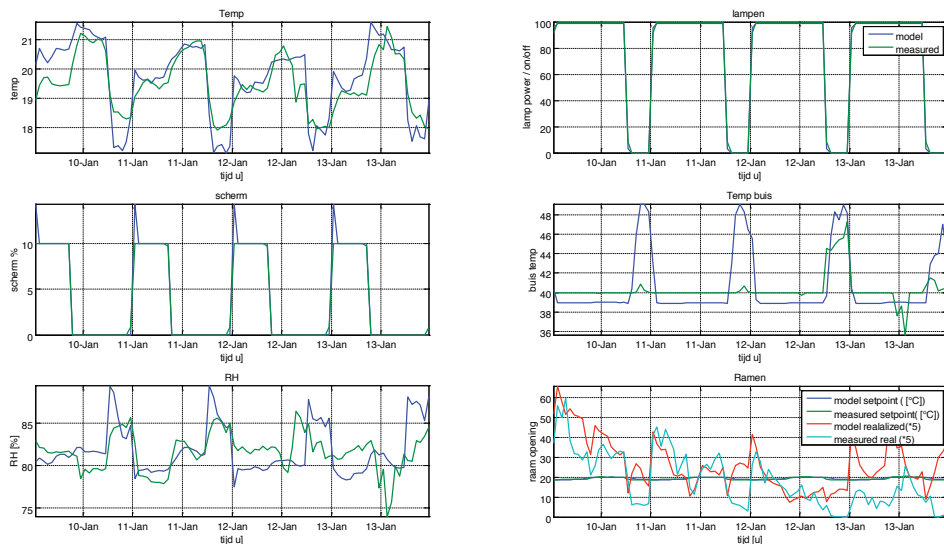
Bijlage V Overzicht validaties kasklimaatmodel

Op de volgende bladzijden worden achtereenvolgens een aantal grafieken getoond waarin de resultaten van de modelsimulaties vergeleken kunnen worden met de gemeten waarden uit de KASPROef voor de drie afdelingen.

Afdeling met behandeling “maatwerk regel”.

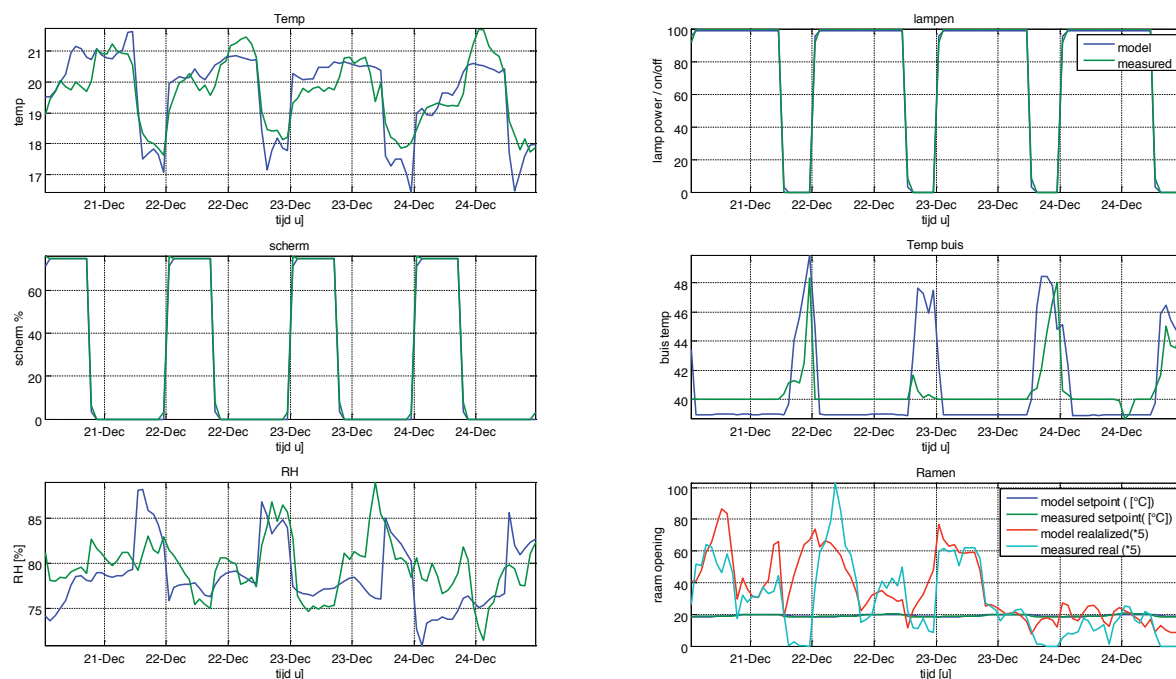


Figuur IV-I, 21-dec tot 24 dec.

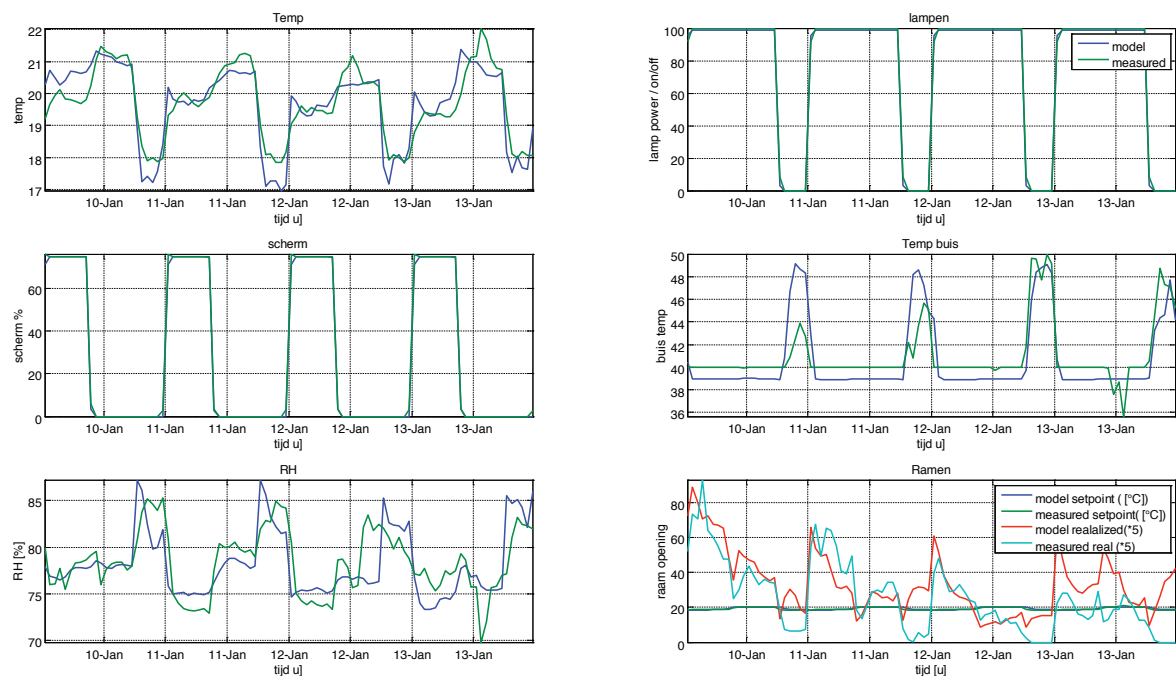


Figuur IV-II, 10 jan tot 13 januari.

9.3.1 Afdeling met behandeling “regel 2011”

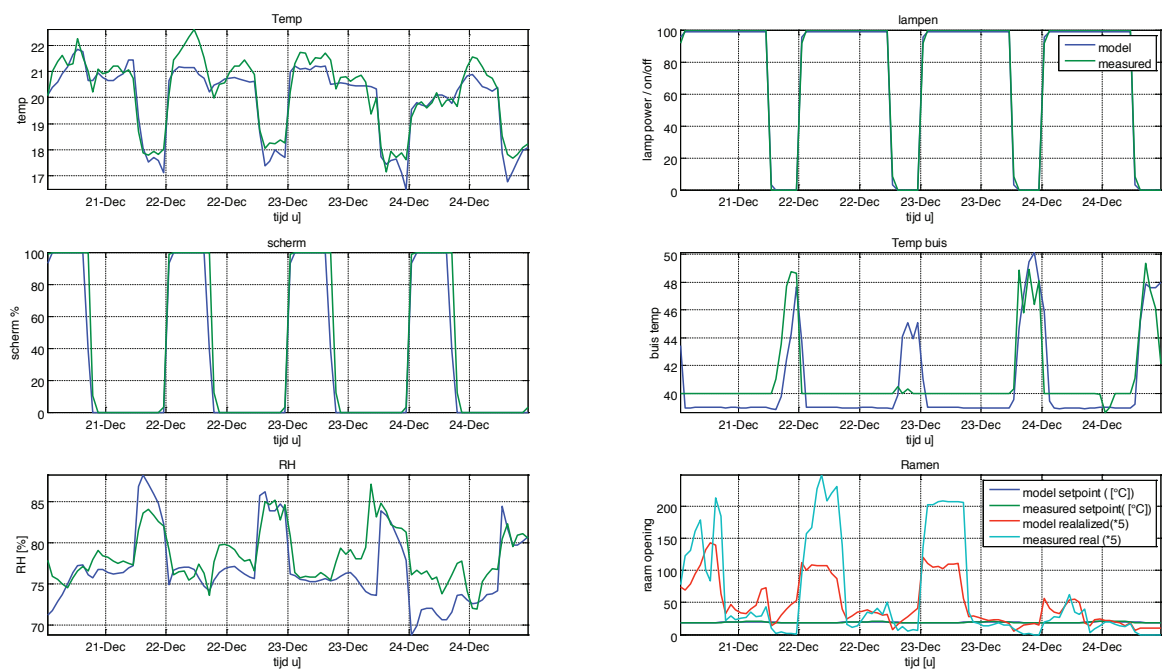


Figuur IV-III, 21-dec tot 24 dec.

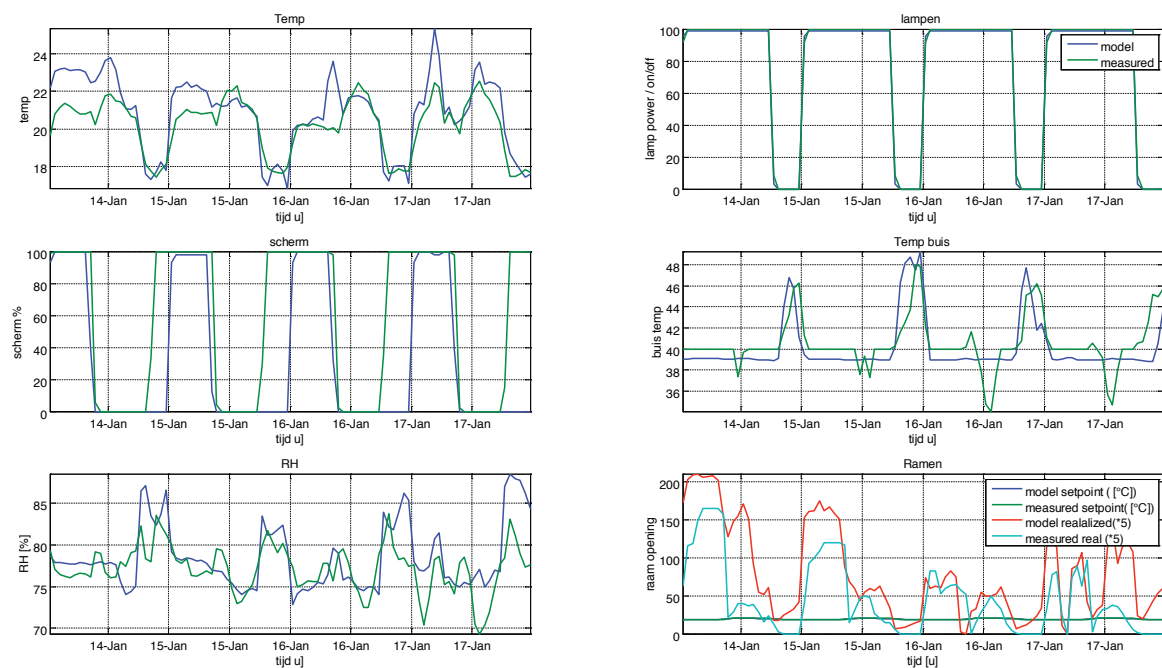


Figuur IV-IV, 10 jan tot 13 jan.

9.3.2 Afdeling met behandeling “regel 2014”



Figuur 9-1. Model validatie voor het kascompartment 6.08.



Figuur 9-2. Model validatie voor het kascompartment 6.08.

Bijlage VI Achtergrond informatie schimmelziektes roos

VI Echte meeldauw of “wit”. (*Sphaerotheca pannosa*)

(Onderstaande informatie is afkomstig uit: Hofland-Zijlstra, 2010)

Meeldauwschimmels zijn waardplantenspecifiek en kunnen maar één gewas of groep van gewassen aantasten. Echte meeldauw in roos wordt veroorzaakt door de schimmel, *Sphaerotheca pannosa*. Echte meeldauw in roos is herkenbaar aan heldere, witte vlekken op de bladeren, stengels of bloemen. Meeldauwschimmels zijn wijdverspreid en kunnen veel verschillende waardplanten aantasten. Bij ernstige aantasting kan de schade oplopen tot 40% derving van de opbrengst. Dit wordt onder meer veroorzaakt door verminderde opname van voedingsstoffen, vermindering van fotosynthesecapaciteit, toename van verdamping en verminderde groeikracht. Kenmerkend voor echte meeldauwschimmels is de biotrofe levenswijze. Dit betekent dat ze niet zonder hun gastheer kunnen leven en niet op kunstmatige voedingsbodems in stand te houden zijn. De sporen zijn hooguit 7-14 dagen kiemkrachtig.

De levenswijzen van de verschillende meeldauwsoorten komen vrij goed overeen. Het proces van sporenkieming tot eerste symptomen duurt ongeveer 4-7 dagen. Als de sporen nog ongeslachtelijk zijn, worden ze makkelijk via wind, luchtbeweging of via water verspreid. Een spore die neerkomt op een blad of stengel kiemt vrijwel onmiddellijk en vormt één of meerdere kiembuizen. Aan het eind van een kiembuis ontstaat een verdikking, het zg. appresorium. Van hieruit wordt de epidermiscel binnengedrongen met behulp van enzymen die de celwand afbreken en hydrostatische druk. Vervolgens vormt zich een haustorium. Met dit zuigorgaan kan de schimmel voedingsstoffen uit de cel benutten. Nieuwe schimmeldraden worden geproduceerd en vanuit de cel gevoed. Op deze schimmeldraden worden de sporendragers met sporen gevormd. Op het gewas is dit zichtbaar als een poederachtige witte vlek. Kenmerkend van echte meeldauwschimmels is dat het mycelium niet in het plantenweefsel groeit, maar dat de schimmeldraden over het bladoppervlak heen groeien. Hierdoor zijn beginnende infecties nog makkelijk van het blad af te wrijven. Bij vergevorderde infecties waarbij zelfs ook de onderkant van de bladeren met wit pluis bedekt worden, zijn de cellen zo ver uitgeput dat dit niet meer mogelijk is. De geslachtelijke sporen van echte meeldauw vormen in de bedekte teelt geen rol van betekenis.

Doordat de sporen zelf relatief veel vocht bevatten kunnen ze zich goed ontwikkelen bij relatief lage luchtvochtigheden (60-80%) en warme temperaturen (optimum rond 22 °C). Ook bij hogere luchtvochtigheden is sporenkieming en myceliumgroei nog steeds goed mogelijk. Whipps & Budge (2000) laten in een kasproef met verschillende relatieve vochtigheden (temperatuur is constant op 19 °C), zien dat voor *Oidium lycopersici* in tomaten het optimum voor infectie kan variëren tussen relatieve luchtvochtigheden van 80 en 90% en dat bij een relatieve luchtvochtigheid van 95% er een verminderde sporenkieming (50-75%) plaatsvindt. De meeste meeldauwsporen (oa. *S. pannosa*) kiemen niet goed in vrij water en een spuitbehandeling met water remt dan ook vaak de myceliumontwikkeling.

VI-II “Grauwe schimmel” of *Botrytis cinerea*

(Onderstaande informatie is afkomstig uit: IJdo et al. 2011)

De grauwe schimmel *Botrytis cinerea*, kortweg aangeduid als Botrytis, is een ziekteverwekkende schimmel die een brede waardplantenreeks heeft. Alle bovengrondse delen zijn gevoelig voor aantasting: stengels, blad, bloemen en vruchten. Bij de siergewassen zijn de bloemen het gevoeligste onderdeel van de plant. Niet alleen tijdens de teelt, maar vooral in de naoogst kunnen grote verliezen optreden door Botrytis-infectie. De directe schade bij snijbloemen onder glas wordt geschat op 10 miljoen euro.

De sporen van Botrytis komen door de brede waardplantenreeks bijna overal voor. De eerste infecties in een kas met substraatteelt beginnen meestal door sporen die van buitenaf komen. Daarna wordt het verloop van de sporendruk bepaald door geïnfecteerde plantendelen tijdens de teelt. Bij grondgebonden kasteelten kunnen infecties ook beginnen vanuit overlevingsstructuren (sclerotia) die op afstervende plantenresten zijn overgebleven.

Aanwezigheid van vocht is een vereiste voor kieming van sporen. Dit kan als vrij water (condensdruppels) op het plantmateriaal aanwezig zijn of in de atmosfeer bij een vochtdeficiet $< 2,5 \text{ g/m}^3$ (relatieve vochtigheden boven 87%). Eénmaal in het weefsel is schimmelgroei afhankelijk van de waterpotential in het weefsel. Pas nadat de kiembuis uitgegroeid is, zal de schimmel voedingsstoffen kunnen opnemen uit de omgeving. Onder optimale condities kan het kiemingsproces binnen 1-3 uur plaatsvinden en zijn er binnen 6 uur infectiestructuren gevormd (appresoria) die voeding uit de plantencel onttrekken. De aanwezigheid van voedingsstoffen (koolstof, stikstof en fosfaat) zorgen voor een versnelde ontwikkeling van sporen. De sporen kunnen binnen een brede temperatuursrange kiemen van $0^{\circ}\text{--}30^{\circ}\text{C}$ graden met een optimum tussen $18\text{--}23^{\circ}\text{C}$. Boven 30°C is geen groei meer mogelijk.

Gekiemde sporen zijn gevoelig voor stress, vooral net voordat het blad geïnfecteerd kan worden. Gekiemde sporen kunnen dood gaan als de vochtperiode onderbroken wordt. Hoe lang deze periode precies moet zijn is niet bekend. Heeft de spore eenmaal een stevig schimmelnetwerk in het plantmateriaal opgebouwd dan heeft een droogteperiode weinig effect en ontwikkelen de sporendragers zich gewoon weer opnieuw.

Meestal opereert *Botrytis* als een 'gelegenheidsdief' en komt deze binnen via wondweefsel. Planten met een gezonde afweer worden niet snel geïnfecteerd door *Botrytis*. In de meeste gevallen begint een *Botrytis* infectie saprofytisch op dode, afstervende en verouderende cellen. Deze vormen een ideale voedingsbodem met voldoende vocht en weglekkende voedingsstoffen. Van hieruit is de schimmel wel in staat om aangrenzende gezonde cellen te infecteren en de plantafweer te omzeilen.

Bij het infectieproces spelen pectine-afbrekende enzymen (pectinases) een belangrijke rol. Hierdoor is de schimmel in staat om gezond plantenweefsel binnen te dringen. Vruchten en bloemen zijn gevoeliger voor infectie dan bladeren en stengels, omdat de celwanden makkelijker door de pectinases van *Botrytis* worden afgebroken.

De sporendruk kan worden opgebouwd door fluctuaties in de temperatuur en de luchtvochtigheid. Door een snelle verlaging van de luchtvochtigheid in combinatie met de stijging van de temperatuur in de vroege ochtend laten sporendragende organen de sporen los. De sporen worden vooral door de lucht en soms ook door waterdruppels (bijvoorbeeld condenswater van geïnfecteerde bladeren) en insecten verspreid. Bij aanwezigheid van hoge sporenaantallen is de kans op infectie groter dan bij een lage sporendruk.

