



Een perfecte roos is duurzaam geteeld

Onderzoek Perfecte Roos 2020-2021

Arie de Gelder¹, Mary Warmenhoven¹, Richard van der Stoep² en Ben Hartog³

Rapport WPR-1145

1. Wageningen University & Research Glastuinbouw, 2. Delphy – Improvement Centre, 3. Delphy – Consultant Roos

Referaat

Het telen van een perfecte roos vraagt een integrale aanpak vanuit fysiologie, gewasgezondheid en energie. In het achtste jaar van dit onderzoek heeft het accent gelegen op telen onder full led, met minder koeling, maar in plaats daarvan hogedruk verneveling en op een andere wijze van beheersen van de meeldauw. De kwaliteit van de rozen was door een betere sturing van de temperatuur boven het gewas beter. Een combinatie van bespuitingen met Melasse en Collis in een lage dosering en dagelijkse behandeling met UV-C was een goede basis. Bij zware aantasting werd nog wel enkele keren met Meltatox behandeld. Luis bleek wel een hardnekkige plaag. Aan het eind van dit rapport wordt teruggekeken op acht jaar onderzoek. Met alleen stroom voor belichting en een warmtepomp en CO₂ van een extreme bron is een fossielvrije productie mogelijk. In het proces om daar te komen is veel geleerd.

Abstract

Growing a perfect rose requires an integrated approach based on plant physiology, crop health and energy. In the last year of this research, the emphasis was on growing under full LED, with less cooling, but instead high-pressure fogging and on a different way of controlling the mildew. The quality of the roses was better due to better control of the temperature above the crop. A combination spray of molasses of low-dose Collis and daily UV-C treatment was a good start. With severe disease attack treatment with Meltatox was used exceptionally. Aphids turned out to be a persistent pest. At the end of this report, we look back on eight years of research. With only electricity for lighting and a heat pump and CO₂ from an external source, fossil-free production is possible. In the process of getting there a lot has been learned.

Rapportgegevens

Rapport WPR-1145

Projectnummer: 3742301600

BO-nummer: BO-53

DOI: <https://doi.org/10.18174/569124>

Thema: Kasklimaat en Energie

Dit onderzoek is gedaan in opdracht van Kas als Energiebron hét innovatieprogramma van Glastuinbouw Nederland en het ministerie van Landbouw, Natuur en Voedselkwaliteit (LNV) dat energiebesparing en het gebruik van duurzame energie in de glastuinbouw stimuleert. Het is mede gefinancierd door de gewascoöperatie Roos en Signify.

Disclaimer

© 2022 Wageningen, Stichting Wageningen Research, Wageningen Plant Research, Business unit Glastuinbouw, Postbus 20, 2665 MV Bleiswijk T 0317 48 56 06, www.wur.nl/plant-research.

Kamer van Koophandel nr.: 09098104

BTW nr.: NL 8113.83.696.B07

Stichting Wageningen Research. Alle rechten voorbehouden. Niets uit deze uitgave mag worden verveelvoudigd, opgeslagen in een geautomatiseerd gegevensbestand, of openbaar gemaakt, in enige vorm of op enige wijze, hetzij elektronisch, mechanisch, door fotokopieën, opnamen of enige andere manier zonder voorafgaande schriftelijke toestemming van Stichting Wageningen Research.

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

Adresgegevens

Wageningen University & Research, BU Glastuinbouw

Postbus 20, 2665 ZG Bleiswijk

Violierenweg 1, 2665 MV Bleiswijk

T +31 (0)317 48 56 06

Inhoud

	Dankwoord	5
	Samenvatting	7
1	Inleiding	9
	1.1 Doelstellingen	10
	1.1.1 Energie doelstelling	10
	1.1.2 Plantfysiologische doelstelling	11
	1.1.3 Meeldauw bestrijding	11
	1.1.4 Nevendoelstelling	11
2	Materiaal en werkwijze	13
	2.1 Kasuitrusting	13
	2.2 Cultivars en gewasleeftijd en teeltstrategie	14
	2.3 Metingen gewas	14
	2.4 Bemesting	15
3	Verloop van de teelt	17
	3.1 Verloop samengevat	20
4	Resultaten	21
	4.1 Productie en kwaliteit	21
	4.2 Uitgroeiduur en destructieve waarnemingen	26
	4.3 Openkomen Avalanche	27
	4.4 Klimaatverloop	28
	4.4.1 Inzet verwarming en koeling	32
	4.5 Verneveling	34
	4.6 Schermgebruik en PARsom.	35
	4.6.1 Belichting en temperatuur	36
	4.7 Energierealizatie vergeleken met doelstelling	38
	4.8 Houdbaarheid	39
5	Gewasbescherming	41
	5.1 Strategie en uitvoering	41
	5.2 Scouting	41
	5.3 Ervaring meeldauw beheersing	43
	5.4 Andere aandachtspunten in de gewasbescherming	43

6	Afsluiting acht jaar onderzoek	45
	Rapporten Perfecte Roos	49
	Bijlage 1 Klimaatgegevens	51
	Bijlage 2 Energie en CO₂	53
	Bijlage 3 Overzicht van de meest gebruikte gewasbeschermingsmiddelen in weken waarin ze zijn toegepast	55

Dankwoord

Aan het einde van acht jaar onderzoek onder de verbindende titel: De Perfecte Roos ben ik dank verschuldigd aan de vele personen en partijen die dit project mogelijk hebben gemaakt.

De menselijke factor is een belangrijk aspect in een onderzoek dat acht jaar heeft gelopen. Er zijn vele personen bij de uitvoering betrokken geweest. Daarbij hebben ze elk vanuit hun eigen expertise invloed op de uitvoering van het onderzoek. Zonder volledig te zijn wil ik een aantal rollen en personen noemen

De teeltmanagers van het Improvement Centre; Rick van der Burg en Richard van der Stoep.

De gewasverzorgers; Jan van Veen en Monica Toczko.

De teeltadviseurs; Edwin van der Knaap, Ben Hartog, Eric Mooij.

De adviseurs van Signify; Esther van Echtelt, Stefan Hendriks, Leontiene van Genuchten.

De netwerk coördinatoren van Glastuinbouw Nederland; Nikos van Aelst, Annelies Hooijmans, Petra Eekhof.

De voorzitters van de gewascoöperatie roos Marc van der Drift en Richard van der Lans.

De tientallen telers in de begeleidingscommissie en deelnemers aan de grote begeleidingscommissie bijeenkomsten.

De leiding van het Improvement Centre; Aad van den Berg, Marc Grootcholten, Maarten Klein, Lisanne Helmus-Schuddebeurs.

De redacteuren en journalisten van Vakblad voor de Bloemisterij en Onder Glas.

De coördinatoren van Kas als Energiebron; Aat Dijkshoorn, Dennis Medema, Leo Oprel.

Deze lijst is met vele namen en rollen uit te breiden. Belangrijk is te realiseren dat elke keuze die bij de uitvoering en de presentatie van de resultaten gemaakt is door hun input is beïnvloed. Sommigen personen zijn net als ik vanaf het begin betrokken geweest en waren op de achtergrond actief. Daarbij denk ik aan Mary Warmenhoven van Wageningen UR en Paul van der Nat van Improvement Centre.

Allen hartelijk dank voor de samenwerking in de afgelopen jaren.

Het onderzoek De Perfecte Roos was een demonstratieproject waarin op integrale wijze rozen werden geteeld zoals dat op een bedrijf zou kunnen worden gedaan en waarin grenzen zijn opgezocht.

Het heeft een impact gehad op de ontwikkeling in de rozenteelt en effecten voor andere teelten in Nederland en daarbuiten. De invloed van een onderzoek op ontwikkelingen in de praktijk zijn moeilijk meetbaar, maar ik ben ervan overtuigd dat de inspanningen om een Perfecte Roos te telen hebben bijgedragen aan de innovatie in de tuinbouwsector en de mogelijkheden om in de toekomst een fossiel vrije teelt mogelijk te maken.

Arie de Gelder

Projectleider De Perfecte Roos 2013-2021.

Samenvatting

Het onderzoek voor Perfecte Roos is uitgevoerd in samenwerking tussen Wageningen UR business unit Glastuinbouw en Delphy Improvement Centre. De teelt vond plaats in de kas van het Improvement Centre. Aan de kas uitrusting die van 2018-2020 is gebruikt, is een hogedruk nevel installatie toegevoegd die 250 gr/(m². uur) kan vernevelen.

Het gewas Red Naomi is geplant in maart 2013 en was dus bij de start van dit deel van het onderzoek 7 jaar oud. Het stond in 2 van de 3 tralies. In de derde tralie is in april 2018 Avalanche geplant.

De belangrijkste wijzigingen in de teeltstrategie waren de aanpassingen in de gewasbescherming, het inzetten van de groeibuis boven het gewas in de winter, minder CO₂ doseren en een periode van 24 uur belichting met LED, vanaf februari 2021. In de klimaatstrategie, vooral de temperatuursturing, is meer gekeken naar de reactie van Avalanche op licht en temperatuur, dan naar Red Naomi! al bleef de strategie altijd een compromis voor deze cultivars.

In de watergift is gestreefd naar gelijkmatigheid in de EC-drain. In de proef is de pH gift gestuurd naar een niveau van 5.6-5.7 en niet lager omdat de praktijkervaring is dat bij lage pH er meer kans is op wortelschade en er meer kans is op meeldauw.

Red Naomi! kende een goed verloop in de teelt, met weinig meeldauw. Vanaf de winter naar het voorjaar was er gemakkelijk verbranding van bladeren. De takkwaliteit is gelet op de leeftijd van het gewas goed, de knopontwikkeling was goed.

Avalanche had een uniforme takkwaliteit. De knop bleef gemakkelijk wat vast in de winter, maar was duidelijk beter dan in de winter van 2019-2020. Meeldauw was vooral in het hart van het gewas een probleem. Omdat de takken gemakkelijk een knop vormen, moesten takken met bloem worden gebruikt om in te buigen.

Wolluis en luis bestrijding was zonder chemietoepassing ondanks inzet van veel biologische bestrijders een groot probleem.

De verneveling in combinatie met schermgebruik heeft het gebruik van krijt, dat licht kost, voorkomen. In de warmste dagen in juni 2021 is wel de koeling ingezet om de kastemperatuur te beheersen.

Bij Avalanche waren de takgewichten in de periodes met hoge productie gemiddeld lager. Er had bij Avalanche vaker een lichte tak ingebogen moeten worden om de takgewichten te stabiliseren. Bij Red Naomi! was er geen verband tussen aantal en takgewicht. Licht en temperatuur zijn bij Avalanche sterker van directe invloed op de ontwikkeling van de takken dan bij Red Naomi! en Avalanche stond meer op snee dan Red Naomi!. Bij Red Naomi! is er een stijging in takgewicht vanaf de zomer naar de winter. In het voorjaar bleef de gemiddelde lengte wel boven de 60 cm, maar nam het takgewicht en dus ook het gewicht per cm af. In het najaar en de winter kwam het gewicht per cm bij Red Naomi! een enkele keer op de 0.85 gram/cm wat als voorwaarde voor een Perfecte roos was gedefinieerd. Dat de lengte in het voorjaar van 2021 constant bleef is een winst ten opzichte van eerdere jaren.

Bij Avalanche was het gemiddelde gewicht over het jaar redelijk constant, maar nam de lengte in de winter toe. Het gewicht per cm daalde in de winter. Dat betekent dat de takken gemiddeld dunner en daarmee iets slapper waren. Er stonden wel veel takken, die gemakkelijk knop vormden maar de stevigheid werd hierdoor minder.

De bloemen van Avalanche zijn in de winter wat vast. De bloem is dan puntig en het hart komt moeilijker los. Het 'flapperige' dat in de voorgaande winters werd gezien was nu minder aanwezig. Daarnaast werden in de winter geregeld rode randjes gezien in de Avalanche in de koudste deel van de kas. Een iets hogere bloemtemperatuur lijkt de wijze van openkomen wel te verbeteren, maar een dubbele groeibuis boven een bed gaf geen verdere verbetering van de bloenvorm. De bloenvorm werd ook niet beter met een hogere groeibuis temperatuur of 24 uren belichting. "Vaste" bloemen zullen in de praktijk worden gedegradeerd tot A2 kwaliteit wat een grote impact heeft op de gemiddelde prijs

Tabel

Energie input in 2019, 2020 en eerste helft 2021 en de in die periodes gerealiseerde productie voor Red Naomi.

Energie en Productie	Toelichting	2019	2020	2021 (wk 1-25)	Eenheid
Koeling		1546	761	216	MJ/m ²
Verwarming	Buizen	711	1112	841	MJ/m ²
	OPAC	101	31	1	MJ/m ²
Elektriciteit	Belichting	666	653	361	kWh/m ²
		5896	5622	3178	uur
	Ventilator	20	14	7	kWh/m ²
CO ₂	OCAP	93	83	38	kg/m ²
Productie	in de kas gemeten	333	319	170	stuks/m ²
		17	15	8.4	kg/m ²
		51.9	48.5	49.7	gram/tak
Licht	PARSOM	8676	8027	4597	Mol/m ²
LBE		1.99	1.93	1.84	g/mol

De energieoogst in 2020-2021 was duidelijk lager dan in voorgaande jaren. Dit geeft de mogelijkheid om op jaarbasis met behulp van koeling en verneveling voldoende energie te oogsten de kas te verwarmen en de aquifer die voor energieopslag nodig is in thermische balans te houden. Daarmee is een fossielvrije teelt mogelijk. Voorwaarde is wel dat er geen hoge groeibuis temperatuur wordt gebruikt. De houdbaarheid voor Red Naomi! loopt gedurende de hele proef gelijk aan de praktijk. In de periode 2020-2021 is Avalanche gemiddeld langer houdbaar - 18.1 dagen- dan de Red Naomi! -14.3 dagen.

Het doel van de gewasbescherming, de vermindering van het gebruik van Meltatox is zeker gerealiseerd, want in Red Naomi! is in een jaar tijd slechts in 10 weken Meltatox toegepast en bij Avalanche in 16 weken. Het gebruik van Meltatox was meestal het gevolg van niet effectief zijn van alternatieve behandelingen. De combinatie van dagelijks gebruik van UV-C en wekelijkse behandeling met een mix van 150 ml Melasse, 10 ml Collis en 15 ml Silwet Gold per 100 l water is veel toegepast en bleek in hoofdlijn zeer effectief om meeldauw te beheersen. Een hardnekkig probleem vormde de bestrijding van luis in en rond de bloemen en wolluis onderin het gewas.

"De Perfecte Roos" was een onderzoek om te demonstreren dat een nieuwe teeltwijze of techniek kan worden toegepast, waarin integraal alle aspecten van de teelt meespelen. Daarin werden grenzen opgezocht en soms overschreden zodat de kwaliteit niet optimaal was. Dat is ook geregeld gebeurd en was leerzaam.

Het onderzoek heeft niet geleid tot een standaard recept voor een perfecte roos, maar wel een belangrijke basis aangegeven voor een spectrum en strategie waar goed met te telen is. Het heeft onder meer geresulteerd in een aanpassing van het spectrum van LED dat voor teelt van roos wordt gebruikt en heeft laten zien dat een vaste minimumbuis onder in het gewas niet nodig is. Het laatste jaar heeft het gedemonstreerd dat andere manieren van beheersing van meeldauw mogelijk zijn. Dit onderzoek stopt maar de sector blijft zich inspannen voor verbeteringen om topkwaliteit te leveren. Perfectie blijft een mooi streven, daarvoor blijft onderzoek en ontwikkeling nodig.

1 Inleiding

Het project "Perfekte roos. Balans en Integratie" heeft aangetoond dat het ras Red Naomi! onder volledig LED is te telen. Wel bleven er een aantal vragen die voortzetting van het onderzoek nodig maakten. Telers zijn met de kennis en ervaring uit dat experiment de combinatie van LED-belichting met SON-T belichting aan het testen bij Red Naomi!¹.

Volledig LED-belichting wordt echter voor de praktijk nog als te risicovol gezien, maar telers zijn wel geïnteresseerd in wat zij van telen onder volledig LED kunnen leren om in de praktijk toe te passen.

Voor de cultivar Avalanche was de knop-/bloemvorm in de wintermaanden onder volledig LED-belichting niet goed genoeg. De bloem bleef vrij vast, puntig en de buitenste kroonblaadjes kwamen "flapperig" open. Deze wijze van openkomen heeft geen nadelige effecten op het vaasleven, maar maakt de bloem lastig verwerkbaar en minder verkoopbaar.

Gebaseerd op ervaringen onder SON-T is de hypothese dat de wijze van ontwikkeling van Avalanche komt door te weinig warmte rond de knop. De gewaszone rond de bloem zou warmer gehouden moeten worden door meer gebruik te maken van de gewasbuis boven de knoppen. Deze werd in het experiment in 2019-2020 alleen in de donkerperiode, als de belichting uit is, gebruikt. Deze hypothese wordt ondersteund door ervaring van gebruik van hogere temperaturen met een groeibuis in de praktijk. Nadeel van het handhaven van een hogere buistemperatuur (>45 °C) is dat dit niet past bij inzet van een warmtepomp. De warmte zal dan op andere wijze duurzaam moeten worden ingevuld.

Een tweede verklaring voor de knopvorm is dat in de winter als LED de dominante bron van het licht is voor de roos, dat het gekozen spectrum niet optimaal zou zijn voor de knopontwikkeling. Dit is in een vervolg opzet met de bestaande installatie niet te onderzoeken. Daarvoor zou een apart onderzoek met Avalanche gedaan moeten worden. In de literatuur is over het effect van spectrum op de vorm van Avalanche of andere rozenrassen geen informatie gevonden. In de spectrumproef van Signify met het ras Red Naomi! in 2017, die telers hebben kunnen zien, zijn geen aanwijzingen gevonden dat de bloemopening werd beïnvloed door het spectrum. In februari en maart 2020 toen al iets meer met de groeibuis is gewerkt is de bloemvorm van Avalanche en Red Naomi! duidelijk beter geworden. Het is gewenst om het testen met de groeibuis als instrument om de knopopening te sturen voort te zetten.

Een tweede aspect van belichting met LED is dat telers de belichting zo economisch mogelijk willen inzetten. Door meer belichtingsuren en daardoor meer rozen per m² worden de kosten van de investering per roos lager, terwijl de kosten voor de stroom per roos, zolang de productie in gelijke mate blijft toenemen bij hogere lichtsom, gelijk blijven. In principe kan LED 24 uur worden toegepast vooral bij lage natuurlijke lichtintensiteit. Voordeel van LED-belichting is dat op momenten van hoge stroomprijs de belichting kan worden uitgeschakeld. Tot nu toe wordt 24 uur belichten met SON-T in Avalanche toegepast, maar in Red Naomi! wordt dit niet gedaan omdat dit nadelig was voor de houdbaarheid. Inmiddels zijn de teeltmethoden aangepast, onder andere door minder met de buisrail te stoken en meer dynamiek in de vochtregeling -tussen 70% en 85% RV- na te streven binnen 24 uur, waardoor de houdbaarheid op niveau blijft en meeldauw beheersing makkelijker wordt. Nadeel van een periode donker is dat de temperatuurregeling lastiger wordt en dat een te lage temperatuur in combinatie met luchtvochtigheid de kans op meeldauw aantasting vergroot. In de winter als de temperatuur en vochtregeling stabiel zijn, is de meeldauwdruk minder. Veranderingen in licht maken de regeling van vocht en temperatuur minder stabiel. In deze teelt willen we kijken naar een betere inzet van de belichting om een stabiele temperatuur- en lichtregeling te bereiken.

1 Bij het afsluiten van het onderzoek en het schrijven van dit rapport is duidelijk dat het in 2022 bij enkele bedrijven met Avalanche ertoe heeft geleid mede onder druk van de energiekosten om grote stappen te maken en te gaan telen met 50 % LED met het spectrum zoals getest.

In de perfecte roos was bij de eerste opzet in 2013 geen verneveling voorzien, omdat gevreesd werd voor aantasting door Botrytis. Nu we meer weten over het effect van de luchtvochtigheid op meeldauw en we beter kunnen sturen op vochtdeficit in combinatie met instraling is het gebruik van verneveling een zeer goede optie om toe te passen. Hiermee blijft de meeldauw in de zomer beter onder controle. Daarnaast kan de inzet van de koeling middels OPAC's minder zijn, terwijl toch de ventilatie met luchtramen beperkt wordt, zodat de CO₂ beter wordt binnengehouden. Vermindering van de hoeveelheid koeling, door te koelen met verneveling en beperkte ventilatie is gunstig voor de energiebalans van het bedrijf. In de experimenten voor de Perfecte Roos in de periode 2013-2019 is steeds sprake van een overmaat aan warmte in de aquifer. Door inzet van verneveling in plaats van actieve koeling met OPAC wordt dit tegengegaan.

Beperken van de CO₂ verliezen kan door minder ventileren, maar ook door constant een lagere concentratie aan CO₂ aan te houden. Verlaging van 1200 ppm naar 1000 ppm levert al een substantiële besparing en verdere verlaging naar 800 ppm als streefwaarde gedurende 24 uur zal de inzet van CO₂ duidelijk verminderen. Omgekeerd is de meer productie in stuks van 1200 ppm CO₂ beperkt ten opzichte van 1000 ppm. Meer CO₂ heeft echter ook een kwaliteitseffect omdat de bladeren steviger worden. De beperking van de CO₂ dosering zal vooral in de zomer moeten plaatsvinden als de verliezen door ventilatie in verhouding tot het effect op productie groot zijn.

De aantasting door meeldauw was in het onderzoek 2019-2020 nog steeds een knelpunt, ondanks inzet van UV-C één keer per 24 uur. Praktijkervaring is dat dit minimaal één keer per 18 uur zou moeten zijn, maar dat is niet inpasbaar in de bedrijfsvoering. Meeldauw kan wel goed beheerst worden door combinatie van toepassingen als UV-C, een betere vochtregeling, gebruik van plantversterkende middelen en door bespuiting met Melasse. Een open gewasstructuur maakt de bestrijding van meeldauw effectiever. Bij dichte hoog productieve gewassen wordt het midden van het gewas onvoldoende bereikt. Dan moet zonodig wel chemische worden gecorrigeerd. Door de combinatie van behandelingen nog een jaar toe te passen, kan de effectiviteit van de beheersing van meeldauw worden aangetoond.

Een onbekend aspect is het effect van 24 uur belichting met een rozenspectrum LED, dat bestaat uit R/G/B/FR licht in de verhouding 5 % Blauw, 9% Groen, 9% Verrood en de rest Rood, op het gedrag en de ontwikkeling van plagen en de natuurlijke bestrijders die hiervoor worden gebruikt. Door scouten van aantastingen en de ontwikkeling van bestrijders kan hier een beeld van worden verkregen. De verwachting is dat bij toepassing van belichting met LED insecten die normaal naar een warme bron (SON-T) bewegen, niet naar de warme plekken gaan en daardoor beter overleven. Als voorbeeld hiervan denken we aan Cryptobug (*Cryptolaemus montrouzieri*) die wordt ingezet om wolluis te bestrijden. Wolluis kan in roos een hardnekkige aantasting vormen. Door goed te observeren kan worden beoordeeld of de biologische bestrijding verbetert. In de praktijk waar wordt belicht met SON-T is het effect van de biologische bestrijding onvoldoende door het effect van de hete lampen waar de bestrijders zich tegen doodvliegen, met name in de periode dat er veel belicht wordt. De voorstelde aanpak voor dit experiment is een inzet van duurzame belichting die gelijk opgaat met een duurzame gewasbescherming

1.1 Doelstellingen

De rozenteelt streeft naar een rendabele duurzame teelt met topkwaliteit rozen. Een duurzame teelt is fossielvrij en gebruikt groene stroom. Dit is vertaald in een aantal specifieke doelstellingen.

1.1.1 Energie doelstelling

- Met de LED-belichting van 240 $\mu\text{mol} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$ wordt per jaar in 5000 uur belichting 575 kWh/m² gebruikt. Er is geen verwarming in de vorm van gas nodig. Alle warmte komt van de lampen en uit de koeling van de afdeling. Voor lampen en warmtepomp en pompen is alleen groene stroom nodig.

1.1.2 Plantfysiologische doelstelling

- Jaarrond een zware tak met voldoende lengte en knophoogte produceren.
- Voor Red Naomi! is de perfecte roos gedefinieerd als knophoogte groter dan 5 cm met een takgewicht van 0.85 g/cm en een houdbaarheid van minstens 10 dagen.
- Voor Avalanche is de knophoogte eveneens minimaal 5 cm en is de houdbaarheid minimaal 12 dagen. Het takgewicht bij Avalanche is 0.75 gram/cm.

1.1.3 Meeldauw bestrijding

- Door een aangepaste klimaatstrategie in combinatie met voeding met een lagere concentratie stikstof en een hogere pH van het druppelwater en natuurlijke middelen de aantasting door meeldauw beter beheersen terwijl gelijktijdig de biologische beheersing van plagen maximaal wordt benut. Dit moet leiden tot de toepassing van een duurzame "groene" gewasbeschermingsstrategie.

1.1.4 Nevendoelstelling

- De CO₂ effectief sturen op basis van licht en ventilatie, zodat de gedoseerde hoeveelheid op jaar basis 40 kg/ha is.

2 Materiaal en werkwijze

Het onderzoek voor Perfecte Roos werd uitgevoerd in samenwerking tussen Wageningen UR business unit Glastuinbouw en Delphy Improvement Centre. De teelt vindt plaats in de kas van het Improvement Centre. Aan de kas uitrusting is toegevoegd een hogedruk nevel installatie die 250 gr/(m².uur) kan vernevelen.

2.1 Kasuitrusting

De kasuitrusting van afdeling 4 in het Improvement Centre in Bleiswijk is als volgt:

Afdelingsgrootte	1008 m ² , 28.8 m breed 35 m lang. 3.5 m aan de voorzijde is werkpad. 1 m aan achterzijde is technische installaties. Aan de beide zijgevels een pad van ca 1 meter.
Kasdek type	Venlo dek - tralie ligger met 2 kappen per tralie.
Glastype	Diffuus glas: Prismatic loodrechte lichtdoorlatendheid 92.2 % hemisferische lichtdoorlatendheid 82.6% haze 70%.
Dakhelling:	22° helling.
Traliebreedte:	9.60 meter.
Poothoogte:	6.68 meter.
Luchting:	2 halve ramen per 5 meter aan weerszijden van elke kap
Verwarming:	Buisrail - per tralie 5 x 2 buizen van 51 mm ø. Gevelverwarming gekoppeld aan buisrail. Groeibuis 28 mm ø met 1 streng boven elk bed.
Koeling en Verwarming:	12 OPAC 106 systemen aangesloten op het koud en warmwater leidingsysteem van de kas. Setpoint sturing vanuit de PRIVA computer, operationele regeling door regelsysteem van Lek Habo. Geforceerde ventilatie door een systeem met aanzuiging van lucht boven het scherm per OPAC.
CO ₂ dosering:	OCAP, overschakelbaar op zuiver CO ₂ . Doseercapaciteit maximaal 250 kg/(ha/uur).
Klimaatcomputer:	Priva, met alle nodige sensoren voor temperatuur, luchtvochtigheid, buistemperaturen, doekstanden en watergift meteo station etc.
Nevelinstallatie	Hogedruk nevel met 250 gr/(m ² .uur).

De scherminstallatie bestaat uit drie schermen:

Boven:	OBSCURA 9950 FR W (lichtuitstoot doek 99%) (op hetzelfde dradenbed). HARMONY 2515 O FR (zonnescerm)
Onder:	LUXOUS 1147 FR (energiescherm). Alle schermen afkomstig van LS. In de gevel zitten rolschermen die afzonderlijk stuurbaar zijn.

Teeltsysteem:	4 rijen planten op een bed met een breedte van 1.2 meter. De afstand tussen de bedden, hart op hart, is 1.92 m.
Plantdichtheid:	7.5 planten per netto m ² , zowel voor Red Naomi! als Avalanche.
Planthoogte:	De teeltmat ligt op 60 cm hoogte.
Substraat:	Cultilene FloramaxX.
Watergift:	1 druppelaar per plant met een afgifte capaciteit van 1.6 liter/uur.
Assimilatiebelichting :	Signify LED lijnmodules R/W/B/VR 77/9/5/9 % 240-245 µmol.m ⁻² .s ⁻¹ .
Energiemeting:	kWh meters voor elektriciteit. Warmtemeters op verwarming en koelingsnetten.
Lichtmeting in de afdeling:	2 LICOR 190 PAR sensoren op 2 meter boven de teeltgoot.

2.2 Cultivars en gewasleeftijd en teeltstrategie

Het gewas Red Naomi is geplant in maart 2013 en was dus bij de start van dit deel van het onderzoek 7 jaar oud. Het stond in 2 van de 3 tralies. In de derde tralie is in april 2018 Avalanche geplant. Dit gewas was bij de aanvang van dit deel van het onderzoek twee jaar oud. Omdat het onderzoek in 2020 zonder technische aanpassingen door kon gaan en geen teelttechnische aanpassing in de knipstrategie nodig was, was de groei onverstoord.

De belangrijkste wijzigingen in de teeltstrategie waren de aanpassingen in de gewasbescherming, het inzetten van de groeibuis boven het gewas in de winter, minder CO₂ doseren en een periode van 24 uur belichting met LED, vanaf februari 2021. In de klimaatstrategie, vooral de temperatuursturing, is meer gekeken naar de reactie van Avalanche op licht en temperatuur, dan naar Red Naomi! al bleef de strategie altijd een compromis voor deze cultivars.

De periode van 24 uur belichting was van week 4 tot en met week 11 van 2021. In Figuur 24 wordt de gerealiseerde belichting gemiddeld per uur per week weergegeven. In die figuur is te zien dat in februari en maart 2021 de lampen in de nacht aan geweest zijn. De andere periodes is er altijd een periode van donker van enkele uren gehanteerd.

De gewasverzorging is gedaan door Delphy Improvement Centre. In de regel deed steeds dezelfde medewerkster al het gewaswerk en de registraties, op verlofdagen werd zij vervangen door een andere medewerker die goed op hoogte was van de gewenste teelthandelingen en registraties.

2.3 Metingen gewas

Dagelijks is geoogst en is de productie in stuks en gewicht per bed geregistreerd. Voor de productie per tralie is de productie van de in het midden van de tralie gelegen bedden gebruikt en verwerkt tot gegevens in stuks en kg per m². In weekoverzichten werd dit gesommeerd tot weekgegevens en voor dit rapport zijn de weekgegevens gesommeerd tot gegevens per periode van 4 weken. De totale productie is drie keer per week opgehaald en centraal verwerkt bij Flora Holland. Bij de verwerking van de bloemen, die dan al tenminste een nacht over op water hebben gestaan, wordt per lengteklasse het gewicht en de knophoogte gemeten. De productiegegevens samen met klimaatdata worden weergegeven in weekrapporten. Voor Red Naomi! is de productie nog gescheiden in tralie 1 en tralie 2 omdat die een verschillende teelthistorie hebben en tralie 1 tegen de zijgevel ligt en tralie 2 het middenvak van de afdeling is.

Voor de houdbaarheid zijn om de twee weken op maandag 20 takken Red Naomi! en 20 takken Avalanche bij Delphy-Improvement Centre en 20 takken Red Naomi! bij Marjoland gehaald en vier dagen in een koelcel geplaatst op voorbehandelingsmiddel. Bij Marjoland zijn het takken van lengte 70 cm na sorteren en bij Delphy takken van tenminste 60 cm direct na oogsten. Op vrijdag werden de takken in de uitbloei ruimte individueel op de vaas gezet op schoon water zonder snijbloemen voedsel. Na zeven dagen is de mate van openkomen beoordeeld en dagelijks zijn de bloemen beoordeeld op duur van het vaasleven. Voor Avalanche zijn geen bloemen van een praktijkbedrijf als referentie gebruikt.

Bij Delphy Improvement Centre is wekelijks van 20 takken van lengte 80 het vers- en drooggewicht van stengel, blad en bloem en de knophoogte gemeten en om de drie weken het bladoppervlak.

Bij de oogst zijn wekelijks knippunten gelabeld en werd vastgelegd wanneer het op dat punt uitgelopen oog weer geoogst kon worden zodat er een beeld gevormd kan worden van de ontwikkelingsduur.

Voor de knopvorm van Avalanche zijn een aantal malen series foto's van net geoogste bloemen gemaakt om ze te kunnen beoordelen op knopvorm en wijze van openkomen.

2.4 Bemesting

De bemesting is gestuurd op basis van bemestingsadvies door Ben Hartog. In de watergift is gestreefd naar gelijkmatigheid in de EC-drain. Bemesting was geen onderzoekfactor. In de proef is de pH gift gestuurd naar een niveau van 5.6-5.7 en niet lager omdat de praktijkervaring is dat bij lage pH er meer kans is op wortelschade en er meer kans is op meeldauw.

De teelt is begeleid door een consultant gespecialiseerd in roos (Ben Hartog), een specialist gewasbescherming/scouting (Eric Mooij), telers en participanten, die wekelijks de proef bezochten. De samenstelling van de groep telers is wisselend geweest.

In de wekelijkse bijeenkomsten van de begeleidingsgroep was de ontwikkeling van het gewas een vast onderdeel van de bespreking, vervolgens werd stilgestaan bij de klimaatregeling en zo nodig de aanpassingen daarin, de watergift en bemesting en de gewasbescherming. Ook de werkwijze bij oogsten en inbuigen was een vast bespreekpunt.

3 Verloop van de teelt

Uit de rapporten van de wekelijkse begeleiding is onderstaande beschrijving van het verloop van de teelt samengesteld. Dit is een impressie van het gewas. Er worden steeds waarderings gegeven van goed, matig etc. Dat is niet gekwantificeerd, maar geeft aan hoe gelet op de leeftijd van het gewas de ontwikkeling is beoordeeld door de personen die bij de begeleidingsbijeenkomsten aanwezig waren.

Vanuit het voorjaar 2020 is de groei goed en worden in de zomer goede takken geoogst, wel neemt de lengte van de takken in juli af. In augustus 2020 is er een hittegolf, dus hoge temperaturen, maar half augustus 2020 is de lichtsom per dag in de kas laag geworden. Daarom is het krijt, dat in het voorjaar en de zomer gebruikt was verwijderd.

Eind augustus 2020 laat Red Naomi! een vrij leeg gewas zien, mogelijk omdat er veel geoogst is in de voorgaande weken als gevolg van de hoge temperaturen. Daarbij heeft een ouder gewas een minder herstelvermogen. De opvolging van jonge scheuten is netjes. De stelen zijn stevig en het blad krijgt weer een betere kleur. Het gewas Avalanche oogt gezond, ook het gewicht is goed. Van beide rassen is de knop wel wat klein, dat past wel bij de hoge temperaturen.

Er is enkel plekje meeldauw te vinden en zijn er wat knoppen met luis. Ook is er wat rupsschade gevonden.

In roos kunnen meerdere soorten luis voorkomen. In de proef was wolluis een voortdurend probleem. Hiervoor is zeer geregeld Silwet gebruikt. Daarnaast kwamen aardappeltopluis en boterbloemluis in de bloemen voor, ondanks inzet van biologische bestrijders moest hier vaak tegen gespoten worden

Eind september 2020 is de tak van Red Naomi! kort maar begint wel weer toe te nemen in lengte en gewicht. Het gewas Avalanche laat een goede kwaliteit en veel stuks zien. Er zijn in Avalanche een paar meeldauw haarden aanwezig, vooral midden in het gewas en een aantal plekken met wat rupsenvraat.

Begin oktober 2020 laten de takken bij Red Naomi! duidelijk meer gewicht en lengte zien. Er komen ook weer flink wat uitlopers van onderuit en dat zijn over het algemeen dikke uitlopers. De knopvorm van de Avalanche is vast en 'flapperig'. De meeldauw is na Meltatox bespuiting(en) goed onder controle gekomen. Er is nog steeds wel wat rups aanwezig.

Eind oktober 2020 zien we de takken bij Red Naomi! zwaarder en langer worden. Ook de takverhouding ziet er erg goed uit. Het effect van de vaste knop en het open flappen van de buitenste bloembladjes bij Avalanche lijkt zoals we verwachten sterk knoptemperatuur gerelateerd.

De meeldauw is redelijk rustig maar er zijn wel weer een paar haarden aan het opleven. Haarden komen vooral in het midden van een bed voor, waar de UV-C straling niet doordringt. Vanwege de rupsen is gespoten met een chemisch middel.

Begin november 2020 lijkt de kwaliteit van de Red Naomi! elke week beter te worden. De takken worden zwaarder en er worden meer stuks geoogst. De opvolging van nieuwe takken ziet er goed uit. De meeldauwdruk is erg laag. De knop van de Avalanche lijkt weer iets vaster (vaste bloemkern) en kleiner. De bloemtakken en de bladkwaliteit zijn erg goed.

Eind november 2020 zien de takken van de Red Naomi! er mooi uit. De meeldauw druk is nog steeds erg laag in de Red Naomi!. De knop van de Avalanche is kleiner geworden. De opvolging is dun en gerekt en daarom moeten we voor de Avalanche zakken met de etmaaltemperatuur. Meer takken worden ingebogen en er wordt meer gecorrigeerd door onderdoor te knippen om kwaliteit in de Avalanche takken te houden. De meeldauw is nog steeds actief in de Avalanche.

Begin december 2020 is de kwaliteit van het gewas van zowel Red Naomi! als Avalanche nog steeds erg mooi. Qua meeldauw is het gewas erg schoon. Er werden een luizenplekjes gevonden. Wolluis is steeds aanwezig. Eind december 2020 neemt de steeldikte bij Red Naomi! na een lichte daling weer toe. Het blad is opvallend groot en erg mooi. Daarnaast is ook de lengte van de takken opvallend. De opvolging van nieuwe takken ziet er goed uit. Bij Avalanche wordt er wat meer ingebogen. Steeldikte en knopgrootte zijn wat aan de lage kant.

Begin januari 2021 werd de Red Naomi! onderdoor geknipt. De meeldauwdruk is laag. Het blad van de Red Naomi! is groot en mooi donker uit. Ook de takken zijn goed van kwaliteit. Bij Avalanche is het aantal stuks hoog maar het takgewicht is te laag. Dunne takken worden ingebogen. Het blad is opvallend groot en ziet er mooi donker uit.

Eind januari 2021 worden takken die hoog staan of loos zijn onderdoor geknipt bij Red Naomi!. De knophoogte van de Red Naomi! is prima en de bloemvorm is goed.

In de Avalanche worden dunnere stelen ingebogen. De knopgrootte van de Avalanche is toegenomen. Ook de gewaskwaliteit is vooruitgegaan. Avalanche heeft net als vorig jaar een opmerkelijk gelijkmatige lengte van de takken.

In februari 2021 is bij Red Naomi! te zien dat de knop iets vaster is geworden.

Het gewas en de takopbouw van Avalanche ziet er goed uit. Nu we een aantal weken dunne takken aan het inbuigen zijn ziet het gewas er een stuk opener uit. De knop van de Avalanche valt niet helemaal mee, al is de vorm wel beter dan begin 2020. De meeldauw zit wel in het hart van het gewas, maar lijkt rustig te blijven. Bij de bespuitingen wordt consequent het hart van de planten meegenomen.

Begin maart 2021 is bij Red Naomi! bij enkele jonge scheuten bladverbranding goed zichtbaar in het gewas, maar zet niet door na aanpassingen in scherming en nevel. Verder ziet het gewas er wat leger uit maar dat is te verklaren door het relatief hoge aantal takken/m² dat is geoogst in de voorgaande weken. De opvolging ziet er goed uit.

De meeldauwdruk in de Red Naomi! is goed onder controle en daar wordt weer de combinatie melasse/collis/silwet toegepast afgewisseld met toepassingen van Serena of Sonata.

Het gewas van de Avalanche ziet er mooi uit. Vooral de bladkleur is mooi donker. We zien helaas geen verbetering van de knop van de Avalanche, ondanks de hogere buistemperaturen en 24 uur belichting. Wel is te zien dat de takgewichten toenemen. De houdbaarheid bij 24 uren belichting blijft goed.

Daarnaast is in de meeldauwdruk sterk toegenomen in de Avalanche waardoor er is teruggegrepen naar de Meltatox en Bifasto.

Half maart 2021 is de verbranding van de bladpunten bij Red Naomi! duidelijk zichtbaar. Het lijkt er hierbij op dat de water toevoer naar de bladpunt en randen te klein is. Een enkele keer is ook de hoofdnerf kapot. Het blad van de Red Naomi! voelt zachter aan dan de praktijk.

Eind maart is de bladverbranding afgenomen bij Red Naomi! door toepassing van hogedruk nevel, die aangaat bij een vochtdeficit boven de 7 g/m³ en door schermen bij 575 W/m². Momenteel staan er weer genoeg jonge takken en scheuten tussen. Er wordt een wortelbehandeling gegeven met Paraat en Proplant met als doel meer wortels onder het gewas te krijgen. De meeldauwdruk is laag bij Red Naomi. Bij Avalanche zijn de knoppen vast en flappen nog steeds makkelijk open. Ook dit jaar zien we weer rode/paarse randjes in de bloemen. Bladkleur van Avalanche is erg mooi ondanks hoge gemiddelde temperatuur. Bloemen zijn nu iets aan de rijpe kant geknipt.

Meeldauwdruk is rustig na 2 keer spuiten met Karma met Motto.

Vanuit de uitbloeioproeven wordt gemeld dat er gemakkelijk bladeren snel verouderen van het blad bij de Avalanche en in mindere mate bij Red Naomi!. Het is echter wel duidelijk aanwezig. In de kas daarentegen ziet het blad er donkergroen en stevig uit. Plagen zoals trips en spint vormen eind maart geen probleem. Wolluis bleef een hardnekkig terugkerende plaag. Daarvoor is frequent Silwet gespoten.

Begin april 2021 is de bladverbranding bij Red Naomi! stabiel en er is geen knopverbranding te zien. Ondanks het wisselvallige weer is het niet toegenomen en er is niet handmatig ingegrepen met de schermdoeken om scherpe instraling te voorkomen. De knophoogte in de Red Naomi! ziet er goed uit. De scheuten zien er soms wel wat dun en gerekt uit. Bladvorm en bedoornig zijn bij Red Naomi! goed. De meeldauw is goed onder controle. De bladkleur bij Avalanche in de kas ziet er nog steeds prima uit ondanks het wisselvallige weer en de soms hoge instralingspieken. Wat opvalt is de gelijkheid van de geknipte takken waar in de praktijk meer variatie in lengte is te zien. Bij de Avalanche mag er soms wel een tak meer worden ingebogen.

Het aandeel knoppen in de Avalanche met rode randjes is nihil. Dit is het resultaat van verhoging van de minimumgewastemperatuur. De meeldauw lijkt in het midden van het bed wel weer wat actiever.

Eind april 2021 is er iets meer bladverbranding in de Red Naomi! te zien. Nog steeds geen knopverbranding ondanks dat we erg wisselvallig weer hebben gehad en de schermgrens vrij hoog staat (625 W/m^2). Het gewas oogt zwaarder. Er staan veel takken en de knop ziet er goed uit.

In de Red Naomi! is de meeldauw rustig en daar hoeft (nog) niet met Meltatox gespoten te worden.

Als UV-C twee keer per dag wordt toegepast geeft dit schade aan het gewas, maar bij geen toepassing is chemisch corrigeren nodig. Bij Avalanche is geregeld spuiten nodig omdat het gewas te dicht blijft.

Er zijn nog amper rode randjes te vinden in de Avalanche. De knop is mooi en ook de bladkleur is goed. De meeldauw is in het midden van het bed weer actief en er moet daarom een keer met Meltatox worden gespoten.

In 2020 is er op 7 april gekrijt. We proberen dat in 2021 niet te doen. De regeling van de verneveling wordt nog iets aangepast en daarmee willen we het krijten zo lang als mogelijk uitstellen.

Begin mei 2021 oogt de knop bij de Red Naomi! wat klein. Bladverbranding is nog steeds stabiel aanwezig. Mogelijk dat dit te relateren is aan de wortelkwaliteit en de ruime watergift de afgelopen periode. De frequentie is wel goed geweest maar de beurten misschien te groot. Ook kan bij bladverbranding de leeftijd van het gewas een rol spelen, omdat de struik waarop het gewas ontwikkeld ouder is en het watertransport van wortel naar scheut moeilijker kan het gewas zich minder koelen.

De meeldauw ziet er een stuk rustiger uit en daarom kunnen er weer groene middelen worden ingezet. In verhouding tot de tak ziet de knop er wat klein uit bij Avalanche. De steel is verder erg stevig en ook dik. De opbouw en kleur van het gewas zien er goed uit. De meeldauw lijkt weer beter onder controle. Er is een luis aanwezig. De knop oogt nog wel vast maar de rode randjes zijn verdwenen. De onderbuis laten we daarom nog een week actief.

Eind mei 2021 ziet de bladkleur van de Red Naomi! er goed uit, ook de knophoogte ziet er goed uit.

Wederom is er bladverbranding te zien maar dat lijkt wel iets te zijn afgenomen. In week 19 is de schermgrens (i.v.m. het aandeel verbrande blaadjes) verlaagd van 650 W/m^2 naar 550 W/m^2 . Dit jaar is er geen krijt toegepast. Met het wisselvallige weer zagen we wel dat het scherm er net te laat inkomt om de straling goed op te vangen. Daarom hebben we geprobeerd om snel te reageren met de verneveling. Ook in de Red Naomi! ziet de meeldauwdruk er stabiel en onder controle uit. Om te kijken hoe de meeldauw zich ontwikkelt zonder UV willen we de komende periode de UV-kar weer uitzetten.

Avalanche ziet er goed en gezond uit. Bij de geoogste takken zijn de knoppen minder 'flapperig' en ook niet meer zo vast. Wel is er nog een enkel randje te zien bij sommige knoppen.

Wat verder opvallend is de gelijkheid in taklengte. Er zijn vrijwel geen lange takken maar ook geen korte. Het merendeel is rond de 70 cm. De bladkleur en het gewas van Avalanche ziet er over het algemeen prima uit. Verder is er in de Avalanche een enkel vlekje te zien van de bespuiting met Oroganic. De meeldauwdruk is stabiel en de luis is goed bestreden met Pediment.

Begin mei is er bij één bed Avalanche de groeibuis omgehangen naar het bed ernaast. Tussen deze twee bedden, zonder groeibuis en met twee keer een groeibuis, is geen verschil te zien in knopvorm of aantal bloemen met een rood randje. Het inbuigen zal langzaam worden afgebouwd in de komende 4 weken tot het einde van de proef. De knipstrategie daarentegen wordt niet veranderd om de resultaten niet te verstoren.

Begin juni 2021 is de bladkleur bij de Red Naomi! opvallend goed ondanks het warme weer.

Er zijn nog wel enkele verbrande blaadjes maar dat aandeel lijkt zelfs te zijn afgenomen.

De gemiddelde lengte ligt nog boven de 60 centimeter. De productie was afgelopen week erg goed met $8,4 \text{ stuks/m}^2$. Bij Avalanche ziet de bladkleur er goed uit en het blad voelt hard en stevig aan. Ook de knoppen zijn voldoende los en er zijn geen randjes meer te zien. Wederom blijft het opvallend dat de lengte zo uniform is. De meeldauw is wel aanwezig maar stabiel t.o.v. vorige week.

Halverwege juni 2021 is Red Naomi! wat achteruitgegaan. Er zijn de afgelopen weken veel takken geknipt maar de nieuwe takken groeien niet zo snel door en daardoor oogt het wat leger.

Toch valt de bladverbranding mee en is de kleur van het jonge gewas op orde gebleven.

Avalanche staat er qua bladkleur en knopgrootte mooi bij. Ondanks de hoge temperaturen ziet het gewas er goed uit. Wel is de koeling via de OPAC ingezet om de kasttemperatuur te beheersen. De meeldauwdruk valt mee.

Eind juni Red Naomi! is ondanks het warmere weer goed gebleven. Er staan nu weer volop uitlopers en nieuwe takken op. Het aantal verbrande blaadjes valt erg mee. De meeldauwdruk in de Red Naomi! lijkt in vergelijking met de Avalanche mee te vallen. Ondanks de hogere temperaturen ziet de Avalanche er goed uit. Er zijn veel takken geknipt maar er zijn ook genoeg jonge uitlopers te zien. De meeldauwdruk lijkt iets te zijn toegenomen.

3.1 Verloop samengevat

Samengevat is het beeld van het verloop van de teelt:

De teelt van Red Naomi! kende een goed verloop, met weinig meeldauw. Vanaf de winter naar het voorjaar was er gemakkelijk verbranding van bladeren. De takkwaliteit was gelet op de leeftijd van het gewas goed, de knopontwikkeling goed.

Avalanche had een uniforme takkwaliteit. De knop bleef gemakkelijk wat vast in de winter, maar was duidelijk beter dan in de winter van 2019-2020. Meeldauw was vooral in het hart van het gewas een probleem. Omdat de takken gemakkelijk een knop vormen, moesten takken met bloem worden gebruikt om in te buigen.

Wolluis en luis bestrijding was zonder chemietoepassing ondanks inzet van veel biologische bestrijders een groot probleem.

De verneveling in combinatie met schermgebruik heeft het gebruik van krijt, dat licht kost, voorkomen. In de warmste dagen in juni 2021 is wel de koeling ingezet om de kasttemperatuur te beheersen.

4 Resultaten

4.1 Productie en kwaliteit

Uit de dagelijkse registraties zijn overzichten gemaakt van de productie per periode van 4 weken. Het resultaat is gegeven in Tabel 1 en Figuur 1 tot en met Figuur 4. In Tabel 1 is per periode eveneens de gemiddelde PAR som in $\text{Mol.m}^{-2}.\text{dag}^{-1}$ gegeven.

Tabel 1

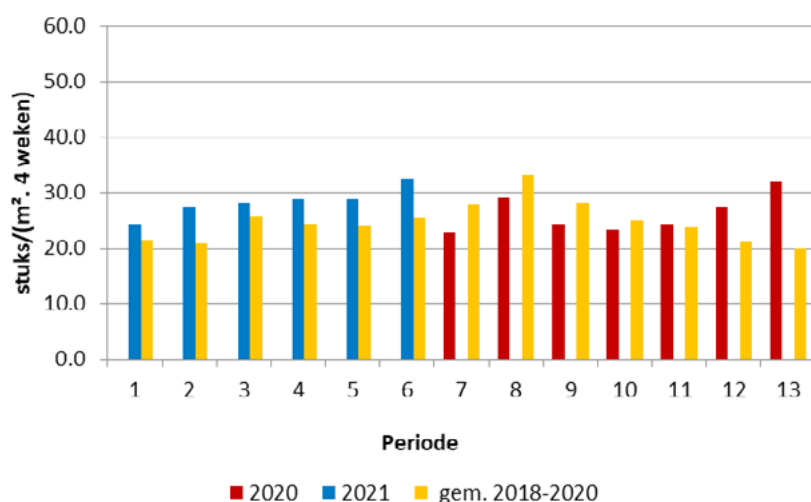
Gemiddelde lichtsom aan PAR in $\text{mol.m}^{-2}.\text{dag}^{-1}$ en de productie in gewicht, stuks en takgewicht voor Red Naomi! en Avalanche per periode van 4 weken.

Periode	PAR som	Red Naomi!			Avalanche		
	[$\text{mol.m}^{-2}.\text{dag}^{-1}$]	gewicht [kg.m^{-2}]	stuks [$\#.m^{-2}$]	takgewicht [g]	gewicht [kg.m^{-2}]	stuks [$\#.m^{-2}$]	takgewicht [g]
2020-08	25.1	1.24	29.2	42.5	1.91	43.9	43.5
2020-09	23.5	0.99	24.1	41.1	1.82	47.2	38.7
2020-10	23.4	1.02	23.3	44.0	1.64	39.0	42.1
2020-11	21.7	1.15	24.1	47.4	1.70	40.4	42.1
2020-12	20.0	1.32	27.3	48.4	1.82	45.8	39.8
2020-13 ^{a)}	18.7	1.57	32.1	49.0	1.62	41.1	39.5
2021-01	20.8	1.20	24.2	49.6	1.80	46.1	39.1
2021-02	25.9	1.51	27.3	55.2	1.57	35.0	44.9
2021-03	26.8	1.41	28.1	50.3	1.97	43.8	44.9
2021-04	27.5	1.45	28.7	50.5	1.71	36.6	46.6
2021-05	28.1	1.39	28.8	48.4	2.14	47.9	44.7
2021-06	28.7	1.46	32.5	44.9	2.06	49.3	41.7
Totaal	290.1	15.7	330	47.7	21.8	516	42.2

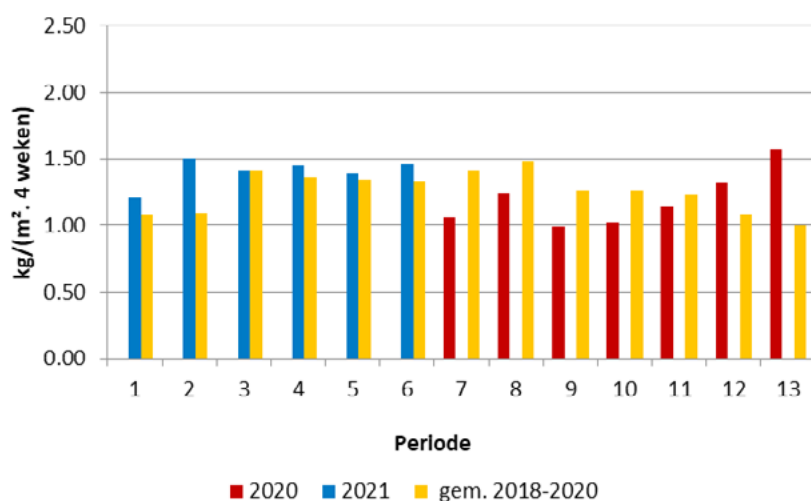
^{a)} Periode 13 in 2020 omvat 5 weken, omdat 2020 met de weeknummering tot en met week 53 telt. Bij een langjarig onderzoek waarbij gewerkt wordt met 13 periodes van 4 weken per jaar moet er in sommige jaren een periode van 5 weken worden gekozen om de andere periodes wel over dezelfde tijd van het jaar te laten lopen.

De daling in het aantal stuks in de periode 2020-10 en 2021-02 bij Avalanche volgt op de hoge producties in de periode ervoor, een soort snee effect. In periode 13 is de productie per week ook lager, maar omdat deze periode 5 weken omvat valt dit minder op. Bij Avalanche zijn de takgewichten in de periodes met hoge productie gemiddeld lager. Er had bij Avalanche vaker een lichte tak ingebogen moeten worden om de takgewichten te stabiliseren. Bij Red Naomi! is er geen verband tussen aantal en takgewicht. Bij Avalanche leidt een hogere lichtsom per dag tot gemiddeld zwaardere takken. Ook dat verband is er niet bij Red Naomi!.

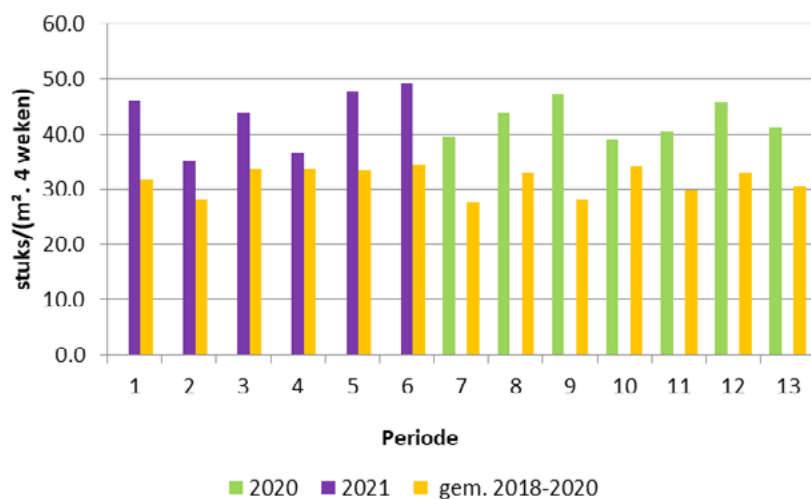
Licht en temperatuur zijn bij Avalanche blijkbaar sterker van directe invloed op de ontwikkeling van de takken dan bij Red Naomi! en Avalanche stond meer op snee dan Red Naomi!. Door veel dunne takken tegelijkertijd in te buigen kan het snee effect zeker bij Avalanche zijn versterkt. De productie in stuks en kg is in 2020-2021 positief beïnvloed ten opzichte van eerdere jaren omdat vanaf februari 2021 een periode van 8 weken 24 uur belichting is toegepast. Om te weten of het extra licht efficiënt wordt omgezet in productie is de lichtbenutting berekend. De lichtbenutting is de productie in gram per mol licht en is berekend als de productie van 4 weken gedeeld door de lichtsom in mol PAR gemeten boven het gewas over die 4 weken. De lichtbenutting van Red Naomi! is lager dan die van Avalanche (Figuur 5). In de weken na het omschakelen naar 24 uur belichting neemt de lichtbenutting af. Er wordt meer lichtgegeven, maar de productie stijgt niet in gelijke mate in deze eerste weken. Er worden wel zwaardere takken gevormd, maar het aantal takken is niet te beïnvloeden. Daarna blijft de lichtbenutting op ongeveer een gelijk niveau als eerdere jaren. Voor een goede beoordeling van het effect van de 24 uren belichting had het gewas nog langer gevolgd moeten worden, om te weten of de lagere lichtbenutting een tijdelijk effect was.



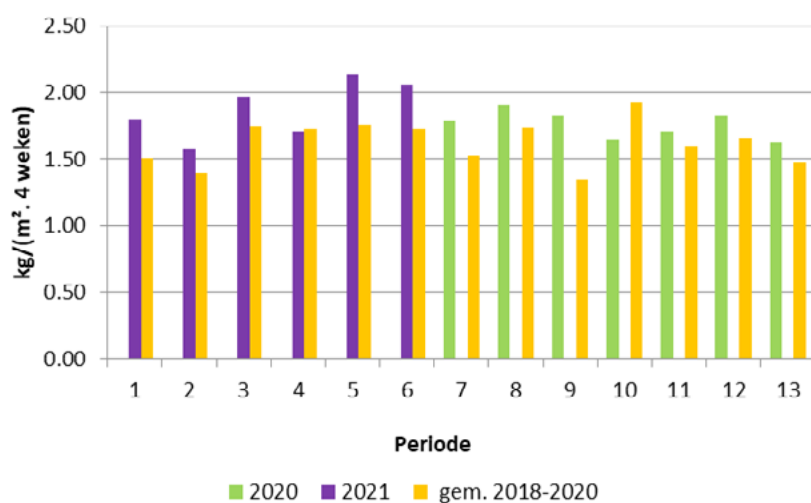
Figuur 1 Productie Red Naomi! in stuks/m² per periode van 4 weken en de gegevens gemiddeld over dezelfde periodes in de twee jaar hiervoor. (Periode 13 in 2020 omvat 5 weken).



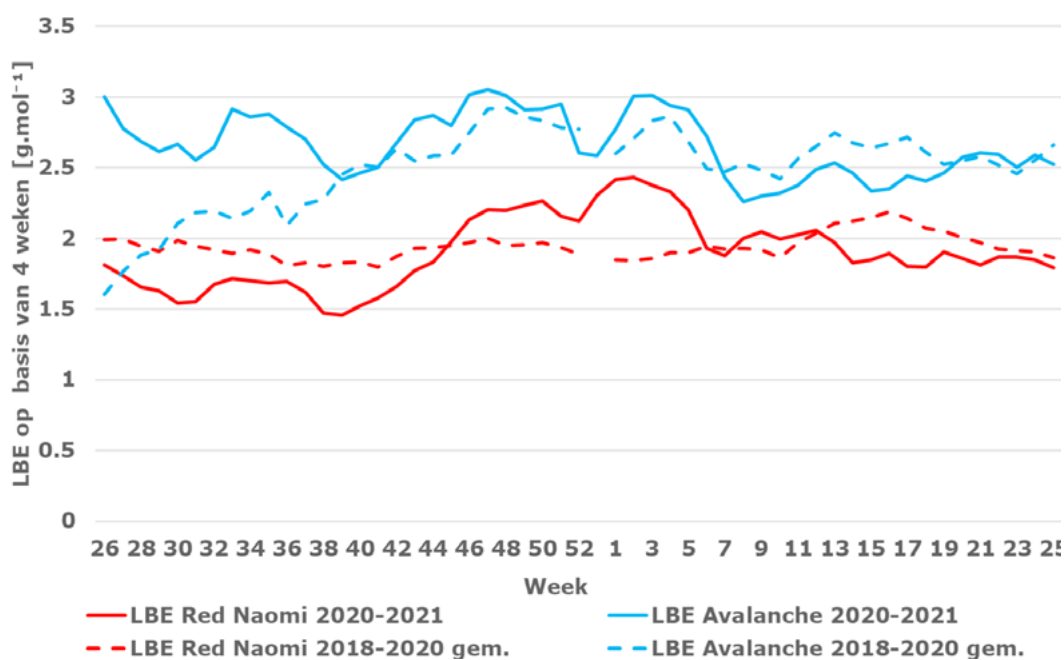
Figuur 2 Productie Red Naomi! in kg/m² per periode van 4 weken. (Periode 13 in 2020 omvat 5 weken).



Figuur 3 Productie Avalanche in stuks per m² per periode van 4 weken. (Periode 13 in 2020 omvat 5 weken).

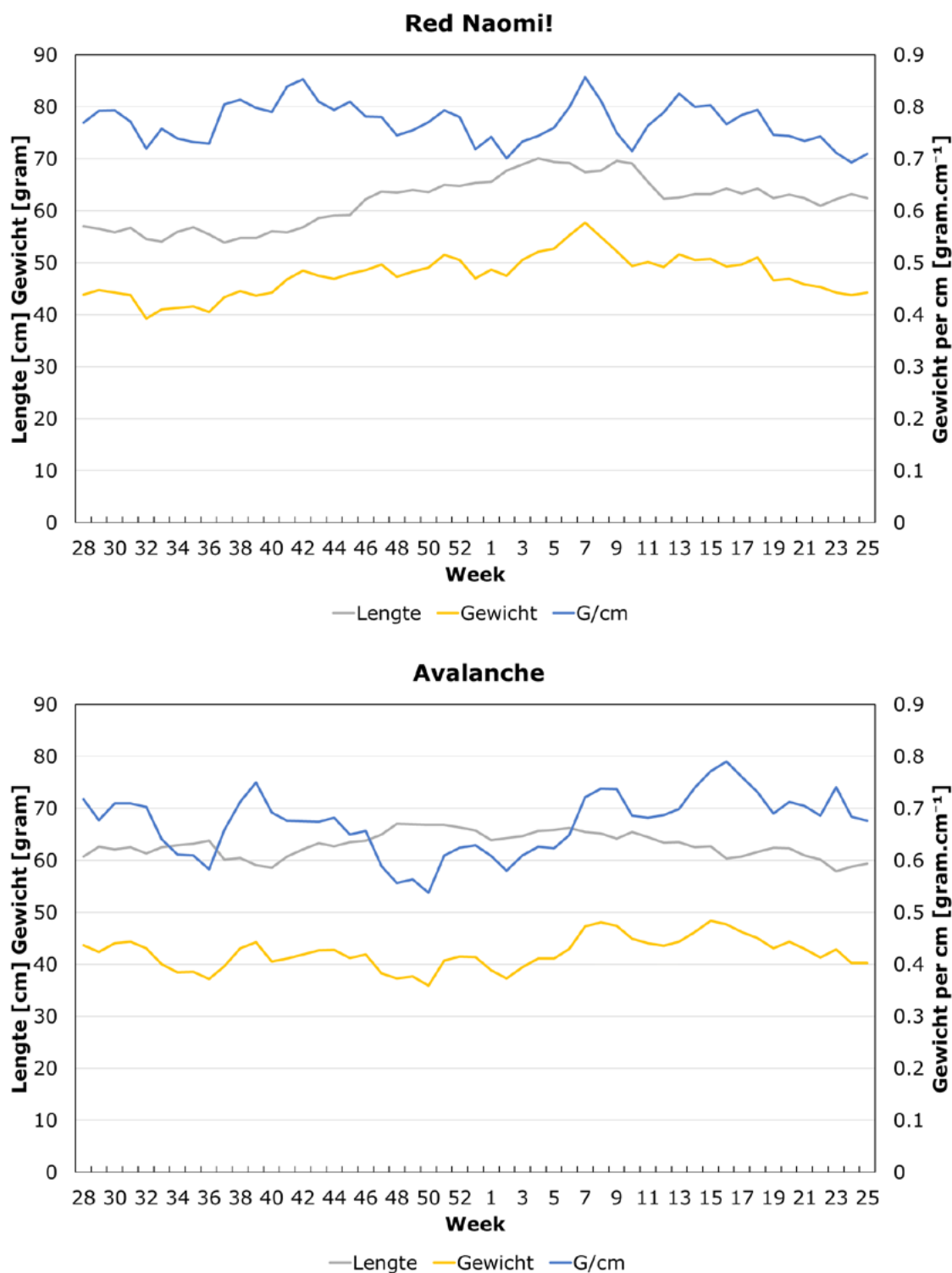


Figuur 4 Productie Avalanche in kg per m² per periode van 4 weken. (Periode 13 in 2020 omvat 5 weken).



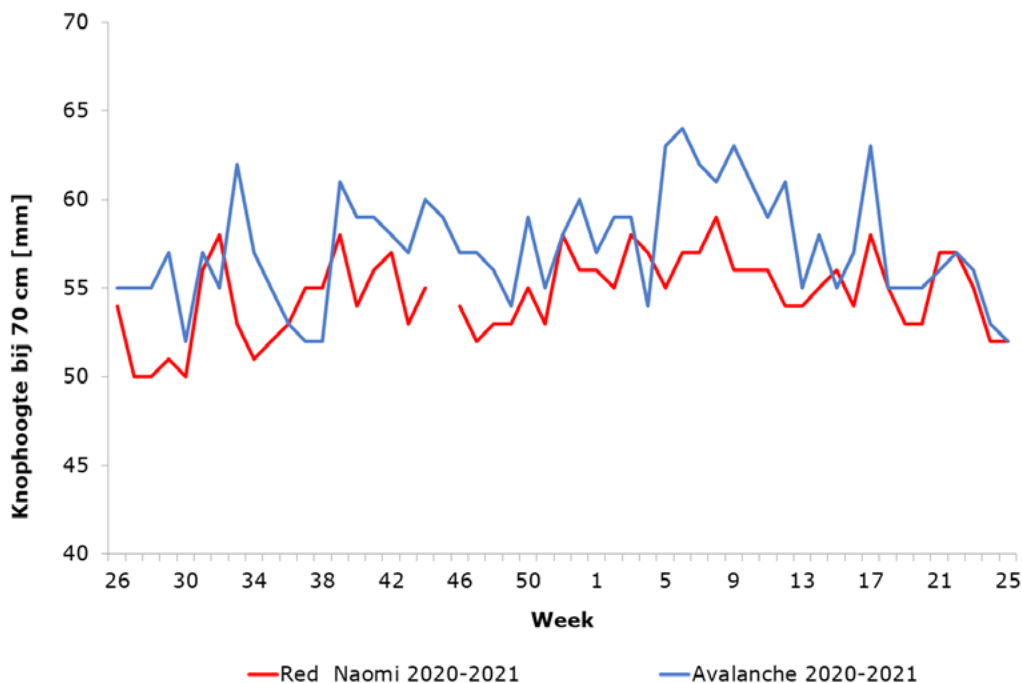
Figuur 5 De lichtbenutting van 2020-2021 en de gemiddelde lichtbenutting voor de periode 2018-2020.

In het najaar van 2020 was de lichtbenutting bij Red Naomi! duidelijk te laag, maar die herstelde prima naar de winter toe. In de periode 9 tot 12 steeg de productie bij Red Naomi per periode, een herstel in stuks, maar vooral in takgewicht. Dit was een herstel vanuit een duidelijk mindere groei in de zomer van 2020. De groei in de winter 2020-2021 was duidelijk beter. Dit is het gevolg van het totaal van maatregelen voor sturing klimaat, voeding en minder inzet van chemische gewasbescherming.



Figuur 6 Gemiddelde taklengte en takgewicht per week en het gewicht per cm berekend uit de rapportages na sortering bij FloraHolland.

Het gemiddelde takgewicht en de lengte zijn geen constant gegeven door het jaar heen (Figuur 6). Bij Red Naomi! is er een stijging vanaf de zomer naar de winter. In het voorjaar bleef de gemiddelde lengte wel boven de 60 cm, maar nam het takgewicht en dus ook het gewicht per cm af. In het najaar en de winter kwam het gewicht per cm bij Red Naomi! een enkele keer op de 0.85 gram/cm wat als voorwaarde voor een Perfecte roos was gedefinieerd. Dat de lengte in het voorjaar van 2021 constant bleef is een winst ten opzichte van eerdere jaren. Bij Avalanche is het gemiddelde gewicht over het jaar redelijk constant, maar neemt de lengte in de winter toe. Het gewicht per cm daalt in de winter. Dat betekent dat de takken gemiddeld dunner en daarmee iets slapper zijn. Er stonden wel veel takken, die gemakkelijk knop vormden maar de stevigheid werd hierdoor minder.

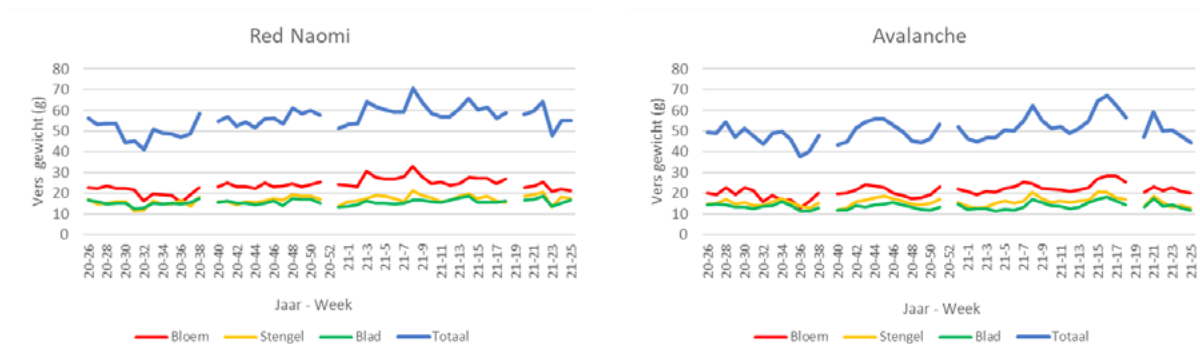


Figuur 7 Knophoogte bij een steellengte van 70 cm.

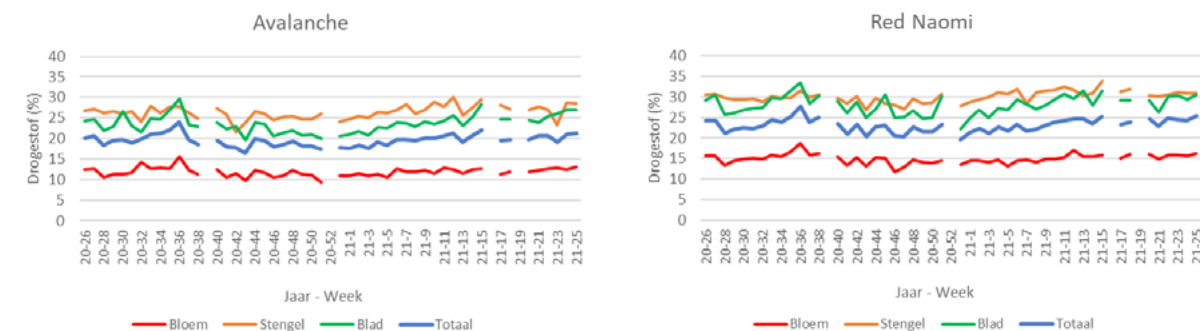
Een laatste kwaliteitskenmerk in de knopgrootte gemeten als hoogte in mm. Die is in de loop van de jaren in de winter toegenomen. In 2021 was de knopgrootte bij een steellengte van 70 cm gemiddeld voor Red Naomi! 5.5 cm en voor Avalanche ruim 5.7 cm (Figuur 7) Bij Avalanche is hier ook de invloed van meer licht in week 4 zichtbaar.

4.2 Uitgroeiduur en destructieve waarnemingen

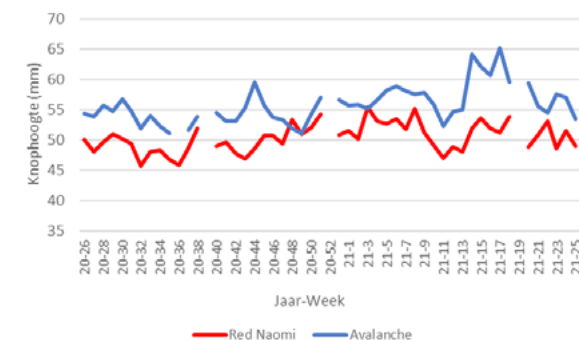
Om meer inzicht te krijgen in de groei van de rozen is wekelijks een aantal takken van Red Naomi! en Avalanche van lengte 70 en 80 cm gewogen en is de verdeling van het gewicht over blad, steel en bloem gemeten (Figuur 8). Het versgewicht is voor de gekozen lengtes vrij constant. Een lichte toename van winter naar voorjaar. Vooral door iets meer gewicht in de bloem. Van voorjaar naar zomer daalt het bloemgewicht weer iets.



Figuur 8 Versgewicht per tak van Red Naomi! (links) van Avalanche (rechts) en de verdeling van het versgewicht over bloem, blad en steel.



Figuur 9 Drogestofpercentage van bloem, blad en steel van Avalanche (links) en Red Naomi! (rechts).

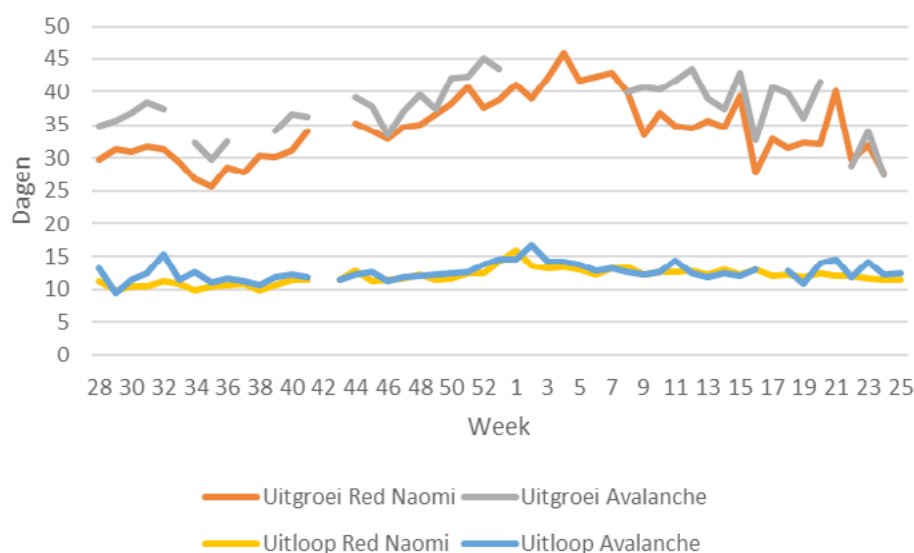


Figuur 10 Knophoogte bij metingen op het IC.

De drogestofgehaltes fluctueren licht over de seizoenen (Figuur 9). Dit is waarschijnlijk het gevolg van de hoeveelheid licht.

De knophoogte van de takken die voor de destructieve meting zijn gebruikt is voor beide cultivars in de loop van de tijd gemiddeld toegenomen (Figuur 10). In de knophoogte is de toename van de hoogte bij Avalanche in week 14 tot week 18 opmerkelijk. Er is een duidelijk verschil in de metingen bij het sorteren op de veiling (Figuur 7) en de metingen bij het IC (Figuur 10). Bij het sorteren is de gemiddelde hoogte voor Red Naomi! 5.5 cm en bij het meten op het IC 5.0 cm voor Avalanche is dit respectievelijk 5.6 en 5.7 cm. Red Naomi! is in de fase van de oogst naar het sorteren blijkbaar meer in hoogte toegenomen dan Avalanche. Dit heeft te maken met de opbouw van de bloem en de wijze waarop deze openkomt. Bij Red Naomi! komen de kroonbladeren, die iets van de buitenkant afstaan duidelijk boven de buitenste kroonbladeren uit. Bij Avalanche is dat niet het geval. Het effect op de knophoogte bij metingen op het IC in week 14-18 is niet te zien in de metingen bij het sorteren, daar is na week 4 al een toename in knophoogte te constateren.

Voor de ontwikkelingssnelheid is gekeken naar de uitlooptijd en de uitgroeiduur voor takken van Red Naomi! en Avalanche (Figuur 11). De uitlooptijd is tussen de 10 en 15 dagen. In de winter, als het gemiddeld wat koeler is in de kas en met minder licht, is de uitlooptijd het langste. In de zomer en herfst wat korter. Dat het in de herfst iets korter is kan samenhangen met de beschikbare assimilaten in de struik en het dan minder onderdoor knippen van de takken, zodat de ogen makkelijker uitlopen. De uitgroeiduur is in de winter duidelijk hoger dan in de zomer. Door de combinatie van uitlooptijd en uitgroeiduur is de ontwikkeling van roos naar roos rond de 40-45 dagen in de zomer en in de winter rond de 55-60 dagen. De uitgroeiduur en uitlooptijd bij Avalanche die in de voorgaande jaren grote variatie vertoonde is nu gelijkmatiger.



Figuur 11 Uitloopduur na knippen tot 2 cm en de uitgroeiduur van 2 cm tot oogst voor Red Naomi! en Avalanche.

4.3 Openkomen Avalanche

In het projectplan was opgenomen het volgen van het openkomen van de bloem van Avalanche. Dat gaat vooral om de wijze waarop de knop zich op de plant ontwikkelt en of de bloemen 'flapperig' openkomen.

In het verloop van de teelt (Hoofdstuk 3) is beschreven dat de bloemen van Avalanche in de winter vooral wat vast waren. De bloem is dan puntig en het hart komt moeilijker los. Het 'flapperige' dat in de voorgaande winters werd gezien was nu minder aanwezig. Daarnaast werden in de winter geregeld rode randjes gezien in de Avalanche in de koudste deel van de kas. Een iets hogere bloemtemperatuur lijkt de wijze van openkomen wel te verbeteren, maar een dubbele groeibuis boven een bed gaf geen verdere verbetering van de bloemvorm. De bloemvorm werd ook niet beter met een hogere groeibuis temperatuur of 24 uren belichting. "Vaste" bloemen zullen in de praktijk worden gedegradeerd tot A2 kwaliteit wat een grote impact heeft op de gemiddelde prijs

Er zijn van bloemen van het Improvement Centre een aantal keren series foto's gemaakt van knoppen op het moment van oogst. Daarop is te beoordelen of er een bloemblad 'flapperig' is, dat wil zeggen los staat van de rest van de knop (Figuur 12). Maar hierop is niet te zien of de knop 'vast' is. De verschillen tussen de knoppen zijn duidelijk in mate van losstaan van de buitenste kroonbladeren, maar om dit te kwantificeren moeten grote aantallen worden beoordeeld. Daarbij verandert de stand van de kroonbladeren gedurende de fase na de oogst. Er is daarom volstaan met de opmerkingen over de knopvorm in de BCO en die van telers die op andere momenten de kas bezochten. Samengevat bleef bij Avalanche de knop gemakkelijk vast in de winter 2020-2021, maar was duidelijk beter dan in de winter van 2019-2020.

Uit de literatuur is geen informatie bekend over spectrum effecten op de wijze van openkomen van bloemen. Wel is bekend dat de bladstand door spectrum wordt beïnvloed. Dit is bijvoorbeeld gezien in komkommer proeven in het IDC-LED.



Figuur 12 Foto's van op dezelfde dag geoogste takken van Avalanche. Boven met een losstaand buitenste kroonblad en onder compact.

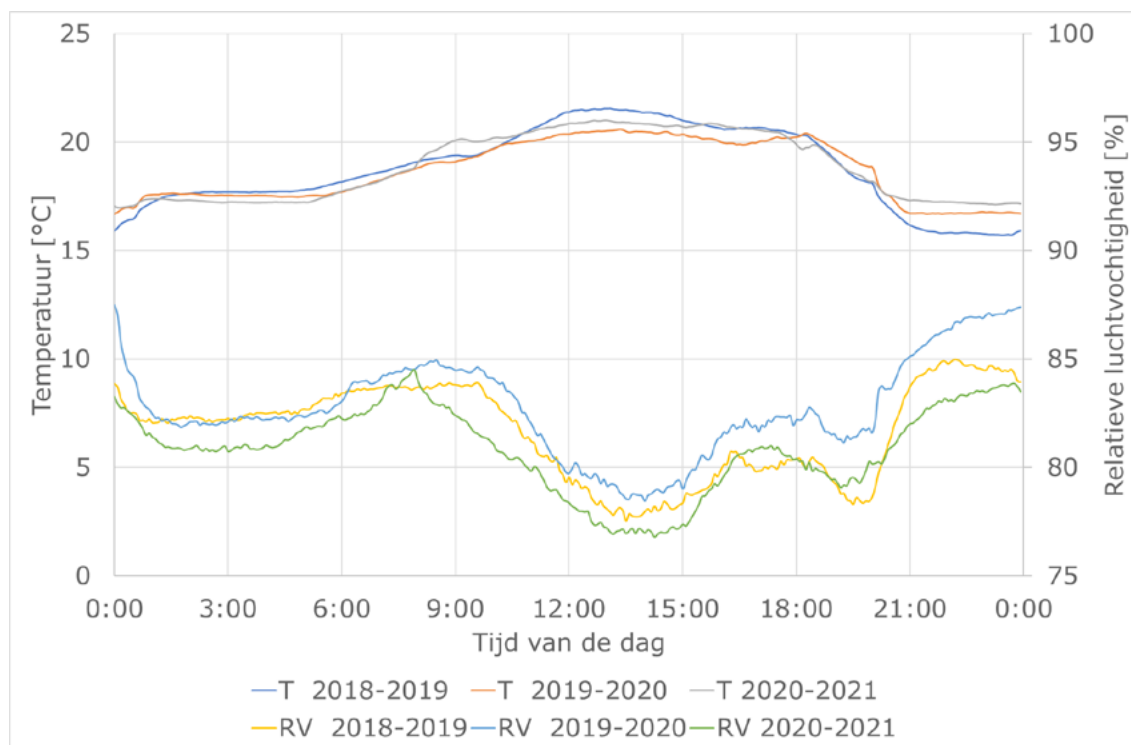
4.4 Klimaatverloop

Het klimaatverloop in de winter wordt in Figuur 13 vergeleken met dat van de jaren daarvoor. Het temperatuurverloop is vlakker dan in eerdere jaren. Vooral in de uren tussen 20:00 uur en middernacht is de temperatuur hoger gehouden. De luchtvochtigheid is over het etmaal iets lager gehouden, met vooral overdag een periode met lage relatieve luchtvochtigheid, maar niet onder de 75%. De iets lagere luchtvochtigheid is gunstig om de ontwikkeling van meeldauw te remmen, terwijl niet een zodanig lage luchtvochtigheid ontstaat die de verspreiding van sporen bevordert.

Het klimaat wordt in hoofdlijnen weergegeven in Tabel 2. Dat zijn gemiddelde gegevens per maand. In figuren in bijlage 1 worden de gegevens van RV, CO₂ en raamstanden in grafieken getoond, daarbij zijn ook de gegevens van eerdere jaren meegenomen.

Het CO₂ niveau is als er licht was tussen de 800 en 1100 ppm gebleven. In de najaar en winter 2020-2021 zijn de maximum pieken in de gemeten CO₂ concentratie hoger dan eerder. Dit is het gevolg van een te traag

reagerende CO₂ klep in de doseerinstallatie. Dat de relatieve luchtvochtigheid lager is gehouden in dit laatste jaar zoals hierboven beschreven Figuur 13, is ook te zien in de figuur in de bijlage 1. In Tabel 2 is niet te zien in welke periode er sprake was van een hittegolf of een week met zeer lage buitentemperaturen. Dat is wel te zien in Figuur 15 en de gevolgen voor de minimum en maximumtemperatuur in Figuur 14 en het verloop over de dag in Figuur 16. De temperatuur was hoog in augustus 2020, maar ook juni 2021 was redelijk warm. Een echt koude periode was er begin februari 2021. Het handhaven van de gewenste kastemperatuur in de koude periode was geen probleem. Er is ruim voldoende verwarmingscapaciteit. Omdat de koeling via de OPAC's, op verzoek van de telers, zo minimaal mogelijk is gebruikt, maar er meer is gewerkt met de verneveling en ventilatie was het lastiger om de temperatuur in de kas te verlagen. Koeling door middel van de OPAC's is 24 uur per dag te gebruiken terwijl de hogedruk nevel wordt ingezet als er voldoende buitenstraling (>400 W/m² globale straling) is en het VD (vocht deficit) boven de 7 g/m³ komt.

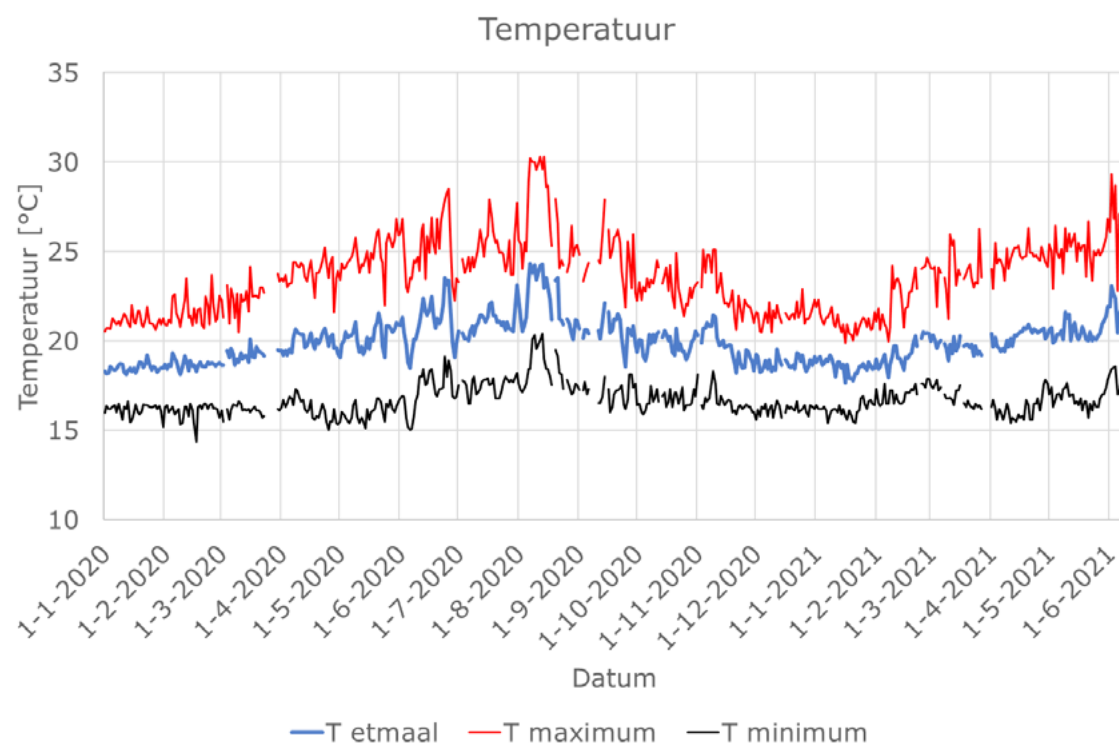


Figuur 13 Temperatuur en RV verloop gemiddeld over het etmaal in de periode December tot en met Februari voor de winters 2018-2019, 2019-2020 en 2020-2021.

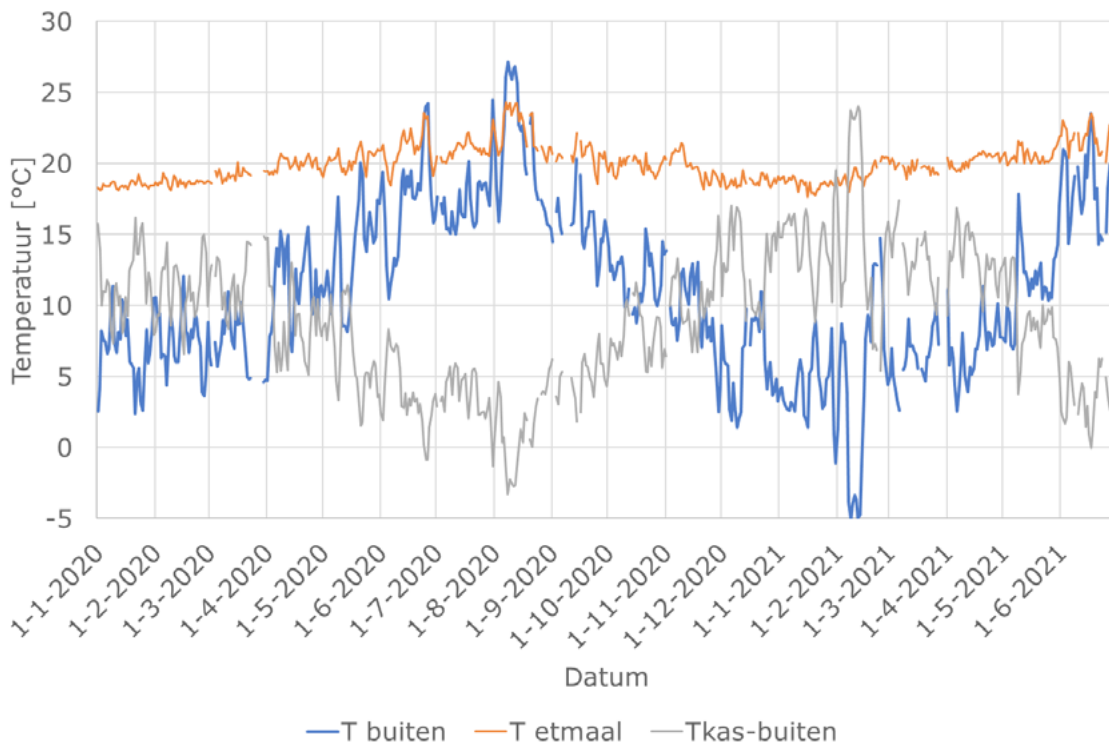
Tabel 2

Gemiddelde van klimaatgegevens per maand.

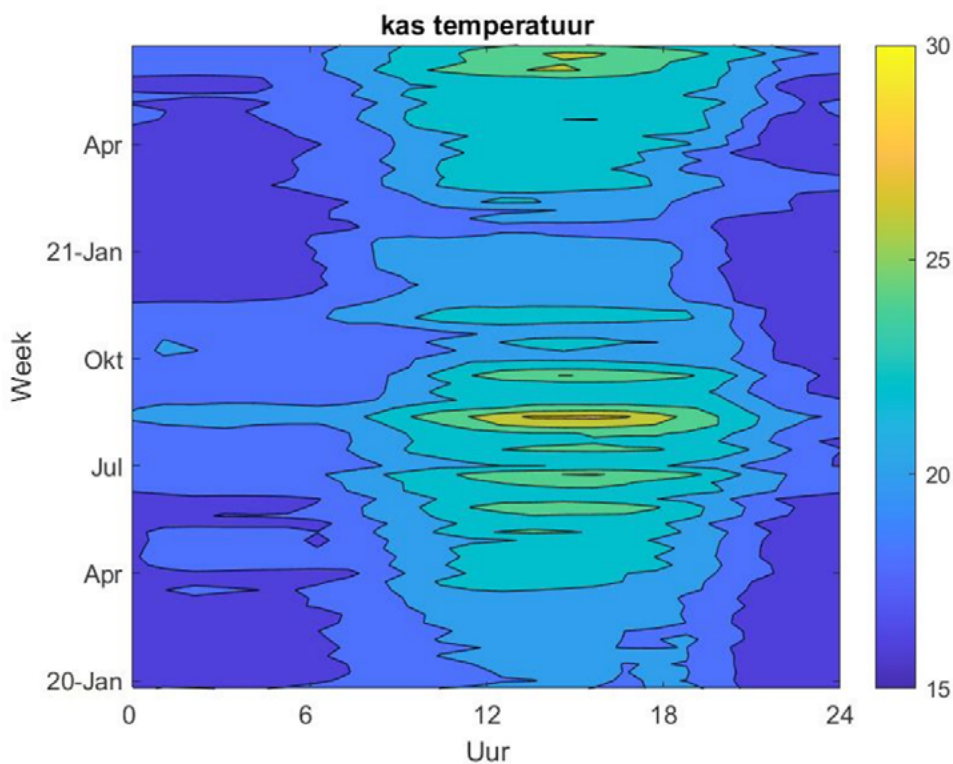
Jaar	Maand	T kas	RV	CO ₂	Raam luw	Raam wind	T buiten	Straling
		[°C]	[%]	[ppm]	[%]	[%]	[°C]	[J.cm ⁻² .dag ⁻¹]
2020	Juli	21.0	74	681	52	17	17.3	1815
	Augustus	22.2	77	791	51	18	20.9	1689
	September	20.7	76	717	48	14	16.0	1189
	Oktober	19.8	78	898	25	4	11.8	486
	November	19.7	80	935	17	3	9.5	318
	December	18.8	82	951	9	2	6.1	169
2021	Januari	18.5	81	883	10	1	4.2	229
	Februari	19.3	79	854	14	2	4.8	583
	Maart	19.7	77	854	19	3	6.9	960
	April	20.2	77	903	23	3	7.0	1579
	Mei	20.6	74	836	28	7	11.5	1763
	Juni	22.0	76	860	60	25	18.6	2550



Figuur 14 Verloop van gemiddelde etmaaltemperatuur en de maximum en minimumtemperatuur in een etmaal.



Figuur 15 Kasttemperatuur en buitentemperatuur per etmaal en het verschil tussen deze waarden.

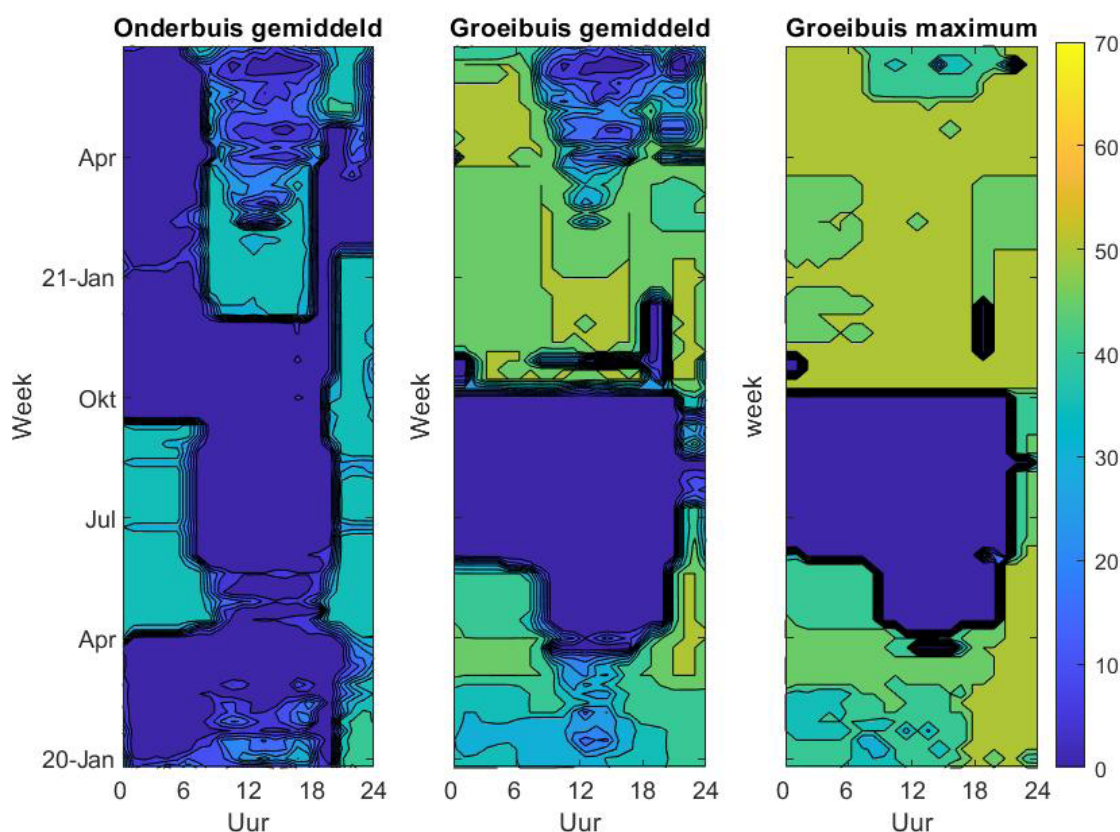


Figuur 16 De gemiddelde kasttemperatuur per week over de dag.

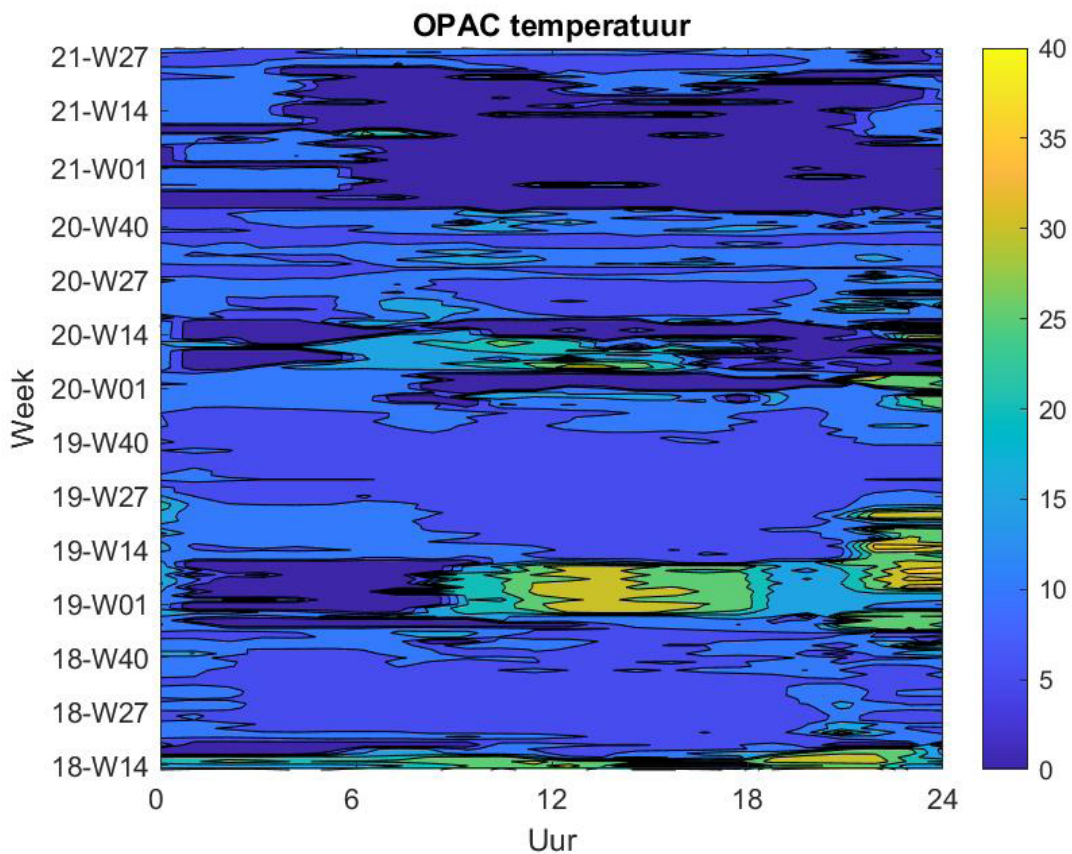
4.4.1 Inzet verwarming en koeling

In de winter van 2020-2021 is de minimumtemperatuur iets hoger dan in de winter van 2019-2020. In de winter van 2021 is de groeibuis boven het gewas veel meer gebruikt dan in 2020 (Figuur 17). De buisrail verwarming (onderbuis) is in de nacht gebruikt in de periode april tot oktober 2020 en vanaf december 2020 vooral overdag. Er is weinig warmte via de OPAC-warmtewisselaars de kas ingegaan (Figuur 18) en weinig koeling ingezet in 2021. Alleen in juni is bij de oplopende buitentemperatuur de koeling weer ingezet, omdat de verneveling met ventilatie niet voldoende koeling gaf (Figuur 19 en bijlage 2 figuur 4). Er was geen krijt gebruikt en de temperatuur moest wel beheerst blijven. De hoeveelheid verzamelde energie in 2021 is duidelijk lager dan in voorgaande jaren.

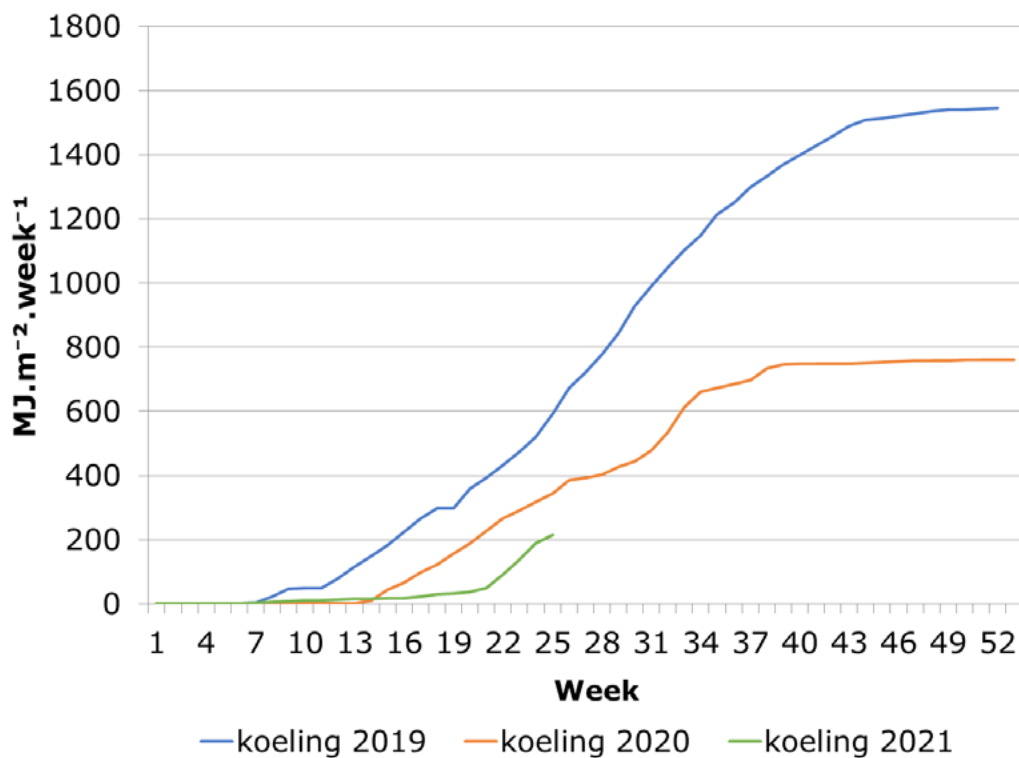
De hogedruk nevel is als deze correct wordt toegepast een prima basis voor beheersing van de temperatuur bij roos. De inzet van OPAC-warmtewisselaars voor koeling kan dan veel minder intensief. Dit is gunstig voor de warmtebalans van een aquifer. Maar ook de combinatie van nevel en koeling maakt dat de energie makkelijker aan de kaslucht kan worden onttrokken. Door verneveling daalt de kastemperatuur, terwijl gelijktijdig het absolute vocht van de kaslucht stijgt. Met de toename van het absolute vocht stijgt het dauwpunt van de kastemperatuur waardoor bij de koeling op de OPAC eerder de latente energie aan de kaslucht kan worden onttrokken. Daardoor hoeft minder lucht door de warmtewisselaar te gaan om dezelfde hoeveelheid energie aan de kaslucht te onttrekken.



Figuur 17 Buistemperaturen voor ondernet en groeibuis gemiddeld per week en per uur.



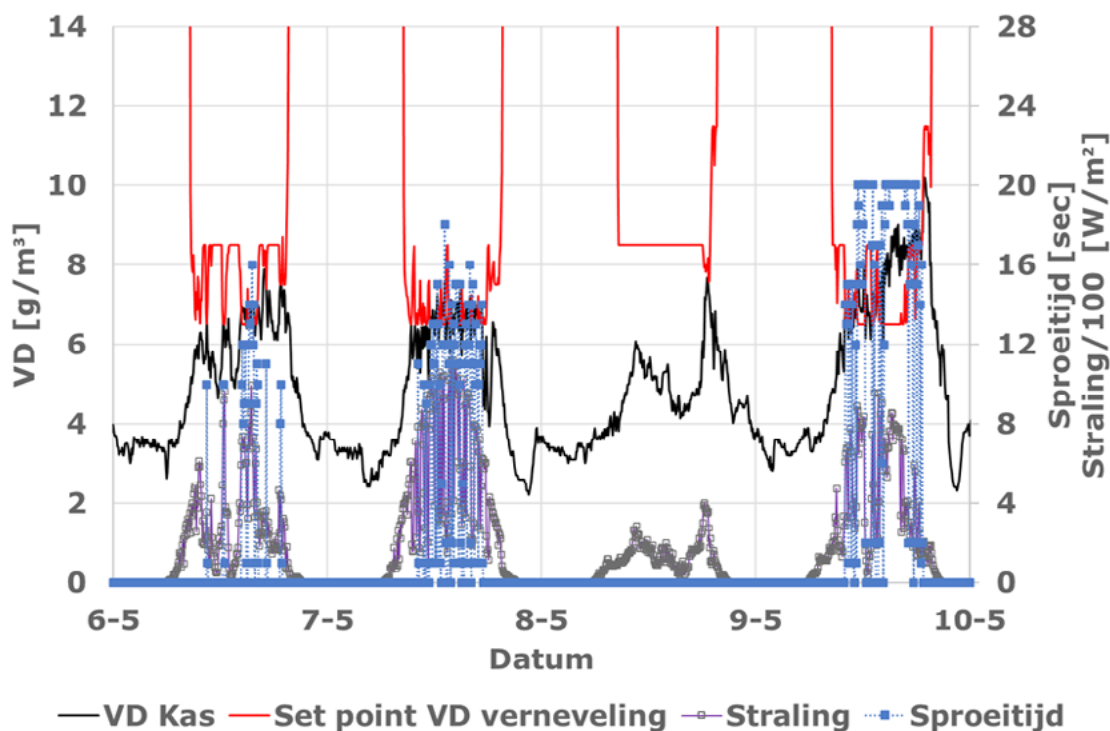
Figuur 18 Gemiddelde aanvoertemperatuur bij de OPAC-warmtewisselaars per week en uur.



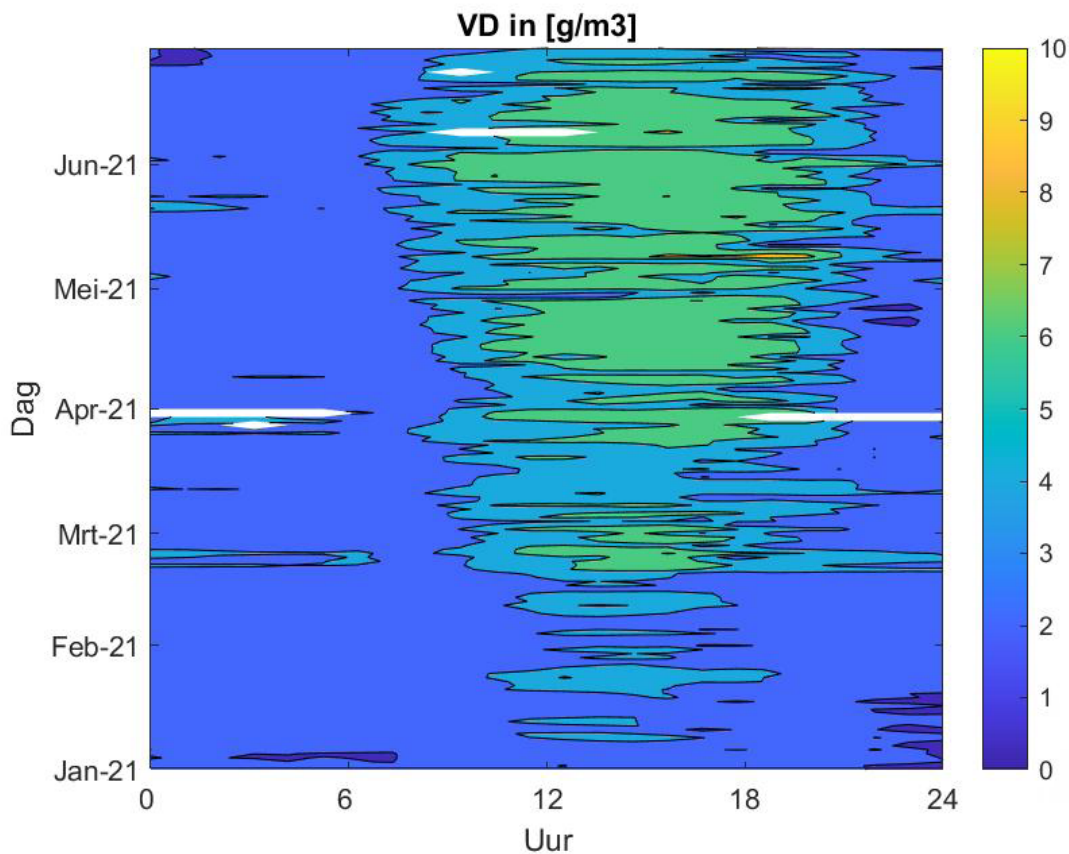
Figuur 19 Cumulatieve energie verzameling door middel van koeling met de OPAC-warmte wisselaars.

4.5 Verneveling

Bij de kas beschrijving (2.1) is vermeld dat een hogedruk nevel installatie die 250 gr/(m².uur) kan vernevelen is geïnstalleerd. Dit is gedaan om bij een hoog vochtdeficit (>7 g/m³) en veel instraling (> 450 W/m²) extra vocht in de kaslucht te brengen. Het rozengekas is bij veel instraling niet in staat om zoveel water te verdampen dat de luchtvochtigheid hoog of wel het vochtdeficit laag blijft. Inzet van verneveling heeft een effect op de kastemperatuur, omdat verdampend water energie aan de lucht onttrekt en het verhoogt de luchtvochtigheid. Met het vernevelen neemt de enthalpie van de kaslucht toe zodat minder ventilatie nodig is om dezelfde hoeveelheid energie via ventilatie af te voeren naar de omgeving. Het instellen van de verneveling kent een aantal parameters. In de eerste plaats voorwaarden waarop de verneveling aan mag. Dat zijn een stralingsniveau boven een bepaalde grens, bijvoorbeeld boven 450 W/m² en een vochtdeficit, bijvoorbeeld boven de 9 g/m³. Bij toenemende straling kan de grens voor het vochtdeficit verlaagd worden tot 7 g/m³. In Figuur 20 wordt een beeld gegeven van de sproeitijd die maximaal 20 seconden is. Vervolgens is er minimaal 30 seconden rust. De rust periode kan afhankelijk van de duur en hoogte van het VD verlaagd worden. Figuur 21 laat zien dat in de eerste helft van 2021 overdag het VD geregeld rond de 7 g/m³ lag. Dat bleef op dat niveau door de verneveling. Alleen op sommige dagen aan het eind van de dag bij afnemende straling ging de verneveling tijdig uit en liep het VD wel iets hoger op. In Figuur 16 is de gemiddelde temperatuur per week al gegeven, die bleef in het eerste halfjaar van 2021 goed beheersbaar.



Figuur 20 Duur van een puls van de verneveling (sproeitijd) en de gebruikte grens voor het vochtdeficit waarop de verneveling aan mag en VD kaslucht en globale straling.

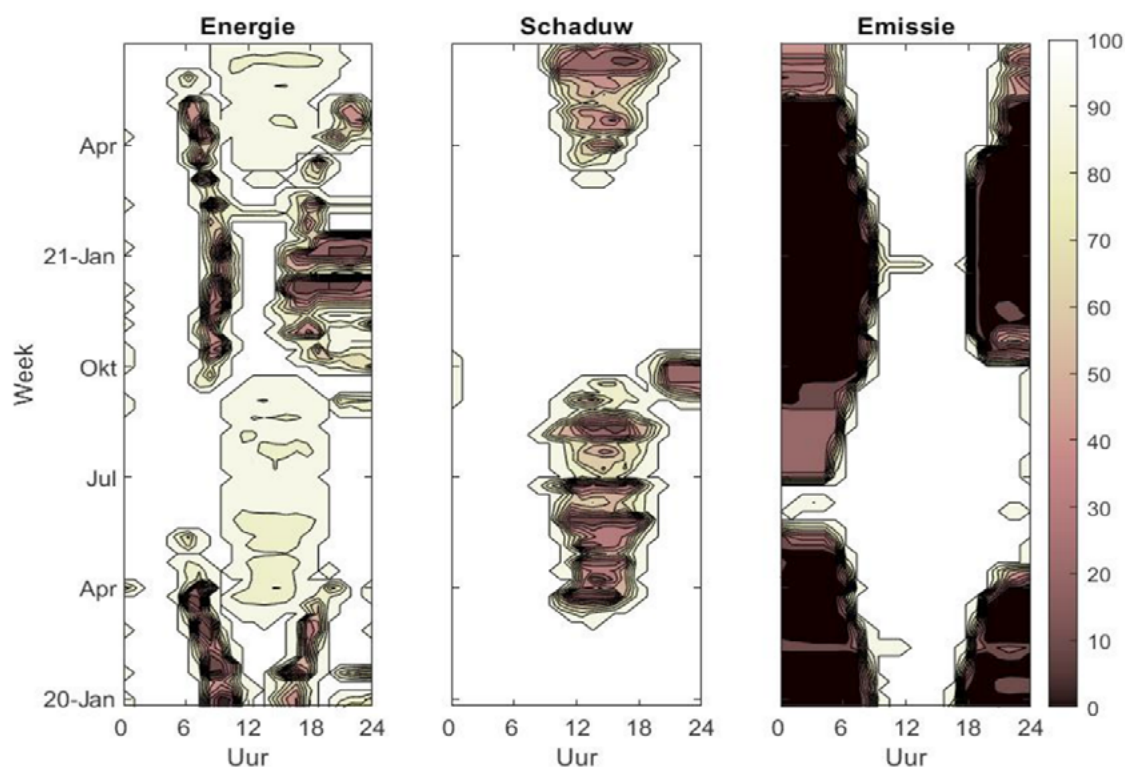


Figuur 21 Gerealiseerde vochtdeficit [g/m^3] gemiddeld per uur per dag van 1 januari 2021 tot einde proef op 25 juni 2021.

4.6 Schermgebruik en PARsom.

In Figuur 22 is per week het gemiddelde schermgebruik gegeven. Schermen tegen lichtemissie is gedaan volgens de regels die daarvoor gelden, er is geen maatwerk van toepassing voor deze proef. Het lichtemissie scherm is gebruikt op standen van 95 tot 98 % sluiting. Overdag bij te veel instraling is steeds een combinatie van schaduwdoek en energiedoek gebruikt zodat de kier in het schaduwdoek werd opgevangen door het energiedoek en er geen directe straling op het gewas komt.

Er zijn periodes in de winter dat zowel het energie- als lichtemissiedoek is gesloten. Dit zorgt ervoor dat er nog minder uitstraling is. Op de planttemperatuur had dit geen meetbaar effect.



Figuur 22 Het gebruik van de schermen als verloop in een dag gemiddeld over een week. Hoe donkerder de kleur meer het scherm is gesloten. Het lichtemissie scherm is volgens de regels voor lichtemissie gebruikt. Er geldt voor het Improvement Centre geen maatwerk regeling.

De schermspecificaties zijn (zie ook 2.1):

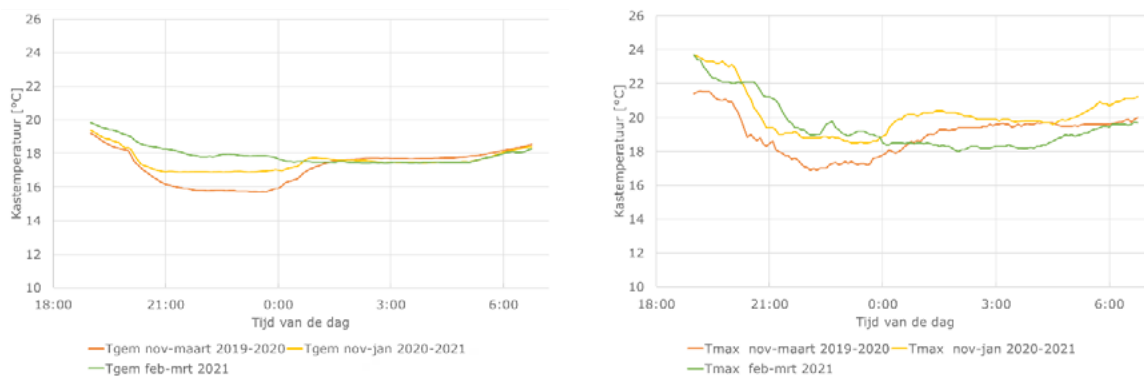
Energie doek	Onderste dradenbed	LUXOUS 1147 FR.
Schaduw doek	Bovenste dradenbed	HARMONY 2515 O FR.
Lichtemissie doek	Bovenste dradenbed	OBSCURA 9950 FR W.

4.6.1 Belichting en temperatuur

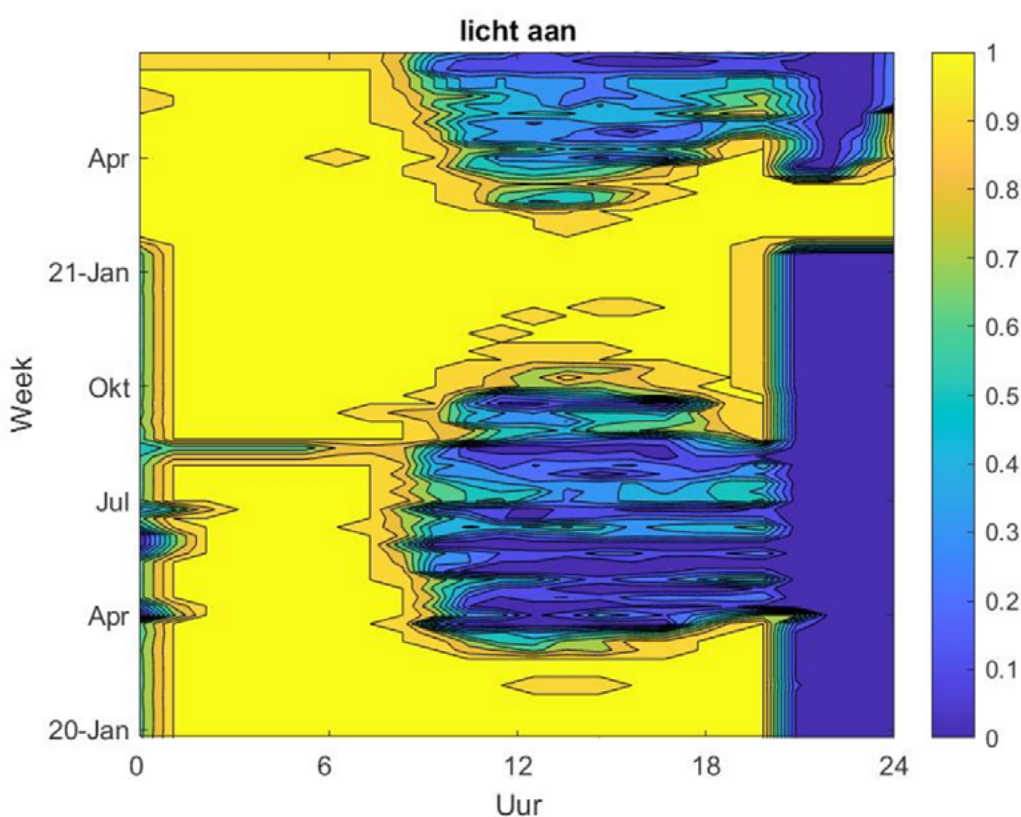
Een belangrijke vraag bij het toepassen van de schermregels voor lichthinder is welke temperatuur ontstaat er gemiddeld en maximaal in de kas onder een gesloten doek. Om daarvan een beeld te geven zijn cyclische gemiddelden en maximale temperaturen gegeven voor combinaties van de maanden november tot en met maart 2019-2020, november 2020-januari 2021 en februari-maart 2021 (Figuur 23). De gemiddelde temperatuur daalt met het ingaan van de onbelichte donker periode.

Afhankelijk van de ingestelde stooktemperatuur daalt in de donkerperiode de temperatuur tot 16 °C in 2019-2020 en 17 °C in november 2020-januari 2021. De hogere temperatuur in de laatste periode was ingesteld om de bloemvorm te verbeteren, maar is voor de takkwaliteit minder gewenst. Als onder gesloten doeken de lampen worden aangezet om middernacht uur stijgt de temperatuur. Dit is te zien aan de stijging van de gemiddelde en maximumtemperatuur na middernacht. Gemiddeld is over de hele periode de temperatuur in 2020-2021 hoger dan in 2019-2020. Dit is het gevolg van een hoger ingestelde stooktemperatuur. Vanaf 21 januari 2021 is er continu belicht (Figuur 24). Dit heeft effect op de gemiddelde temperatuur over de maanden februari tot en met maart 2021. In de periode tussen 20 en 24 uur blijft de temperatuur op 18 °C om langzaam te dalen tot iets onder de 18 °C. In die maanden is er geen stijging van de temperatuur rond middernacht.

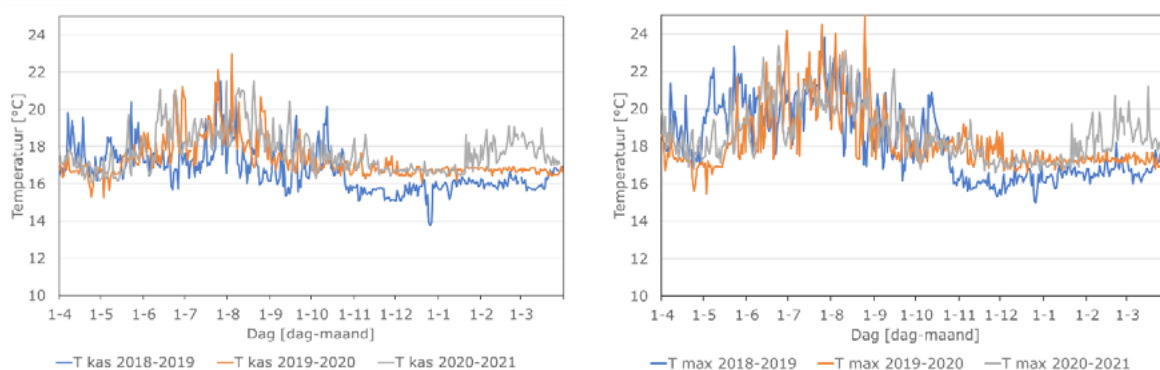
Van april 2018 tot en met maart 2021 is ook de gemiddelde en maximumtemperatuur tussen 21 en 24 uur per dag gegeven in Figuur 25. Daarin is te zien dat in de periode vanaf 21 januari 2021 de gemiddelde en maximumtemperatuur stijgt als gevolg van het aanzetten van de LED-belichting. In de maanden juni, juli en augustus zijn de temperaturen hoger als gevolg van de hogere buitentemperaturen.



Figuur 23 Cyclische gemiddelde en de maximumwaarde van de kasttemperatuur tussen 20 uur 's avonds en 6 uur 's morgens over de perioden november 2019-maart 2020, november 2020-januari 2021 en februari – maart 2021.



Figuur 24 Gebruik van de belichting gemiddeld per week. 0= licht geheel uit; 1= licht volledig aan. Tussengligende waarde geven aan de een deel van de belichting of een deel van de tijd de belichting aanstond.



Figuur 25 Gemiddelde (links) en maximumtemperatuur (rechts) per dag tussen 21 en 24 uur van april tot en met maart over de jaren 2018-2021.

De belichting is in de zomer van 2020 minder ingezet dan in de zomer van 2021 (figuur 21). Overdag is dit afhankelijk van de actuele globale straling. Op een dag met relatief lage lichtintensiteit kan de belichting overdag aangaan. De schakeling van licht aan of uit is bij LED direct. Dit in tegenstelling tot SON-T die als deze lampen worden aangezet eerst moeten opwarmen en voor behoud van de levensduur minstens ¾ uur aangehouden worden. In de periode februari- maart 2021 is de temperatuur in de nacht met gesloten doeken en de ledlampen aan ruim boven de ingestelde stooktemperatuur van 18°C. Dit kan een effect hebben uitgroei van de knop en de bloemvorming.

4.7 Energierealisatie vergeleken met doelstelling

De energie verzameld met koeling in 2019 was hoger dan het gebruik voor de verwarming in dat jaar (Tabel 3). In 2020 was de verzamelde energie lager dan de energie nodig voor de verwarming.

Een warmtepomp kan de verzamelde energie (761 MJ) met aandrijfenergie voor de pomp omzetten in $761/4 \times 5 = 951$ MJ/m² warmte. Dat is minder dan de 1112 gebruikte MJ/m². De warmte is in 2020 en 2021 vooral via de buizen in de kas gebracht. Daarbij is de groeibuis in de winter van 2020-2021 veel op 50 of 55 °C gezet (Figuur 17) om de knopvorm bij Avalanche te verbeteren. Die temperatuur past niet bij een warmtepomp. De warmtepomp werkt efficiënt tot een watertemperatuur aan de warme zijde van rond 40-45 °C. De warmte voor de groeibuis kan wel op 60 °C worden geleverd door een WKK, maar een WKK past niet in het concept van een full-electric teeltsysteem. In 2021 is vrijwel geen warmte via de OPAC-units de kas ingegaan. Terwijl dit teelttechnisch niet tot problemen heeft geleid. Dit zou praktisch betekenen dat de OPAC-units alleen op een koud watercircuit aangesloten hoeven te zijn en de warmte via de buizen (groeibuis en buisrail) wordt geleverd. Dit betekent voor de praktijk dat een andere aansturing en aangepaste uitrusting van de kas mogelijk is. In het OPAC-concept zoals toegepast bij het IC hebben de OPACs zowel een functie voor koeling en verwarming. Het feit dat er vrijwel geen warmte via de OPAC is gegaan betekent ook dat de aanzuiging van lucht van boven het scherm door de buisventilator vrijwel niet is gebruikt. In plaats daarvan heeft het lichtemissie doek vaak op een kier gelegen.

De hoeveelheid belichting is in 2021 in een half jaar iets hoger 361 kWh/m² dan in de vergelijkbare periodes in 2019 en 2020. Voor een heel jaar zou bij gelijke strategie de belichting ver boven de doelstelling van 575 kWh/m² uitkomen en daarmee de doelstelling niet realiseren. Dit is het gevolg de periode met 24 uur belichting in het voorjaar van 2021. Voor het omzetten van elektriciteit in PAR hebben de gebruikte modules een efficiëntie van 2.2 µmol/J. Nieuwe modules zullen een hogere efficiëntie van ca 3.2-3.5 µmol/J realiseren. Op dit vlak zijn de laatste jaren grote stappen gezet in de ontwikkeling van de LED technologie. Bij de hogere efficiëntie zou de doelstelling wel haalbaar zijn. De zelfde hoeveelheid belichting zou dan gerealiseerd zijn met 240 kWh/m² in een half jaar.

Het realiseren van de doelstelling is voor belichting afhankelijk van de efficiëntie van de LED en gekozen strategie. Hoeveel uur wordt er per dag belicht en bij welke intensiteit van zonlicht wordt de belichting uitgeschakeld. Een keuze voor 24 uur belichting per etmaal zal het aantal belichtingsuren sterk doen toenemen en veel meer doen zijn dan de doelstelling van 5000 uur per jaar.

Een effect dat niet in het energie gebruik is verwerkt is dat bij een grotere kas het aantal modules per m² kasoppervlak iets lager zal zijn omdat in de proefkas aan de randen meer modules zijn opgehangen voor een goede lichtverdeling. Een economische analyse² van het gehele systeem is door de keuzes die gemaakt kunnen worden – wel of geen OPAC, aantal schermen, verneveling, 1- 2 buizen boven het gewas die hijsbaar zijn en de ontwikkeling van de LED een opgave die bedrijfsspecifiek gemaakt moet worden. Waarbij keuze voor uitgangspunten zoals de energie behoefte volledig voorzien met elektriciteit zeker mogelijk is.

2 De recente sterke stijging van energieprijzen laten zien dat bij een economische analyse de energiekosten een belangrijk onderdeel zijn en dat de gevoeligheid voor prijsfluctuaties een onderdeel moet zijn van de afweging.

Tabel 3 Energie input in 2019, 2020 en eerste helft 2021 en de in die periodes gerealiseerde productie voor Red Naomi.

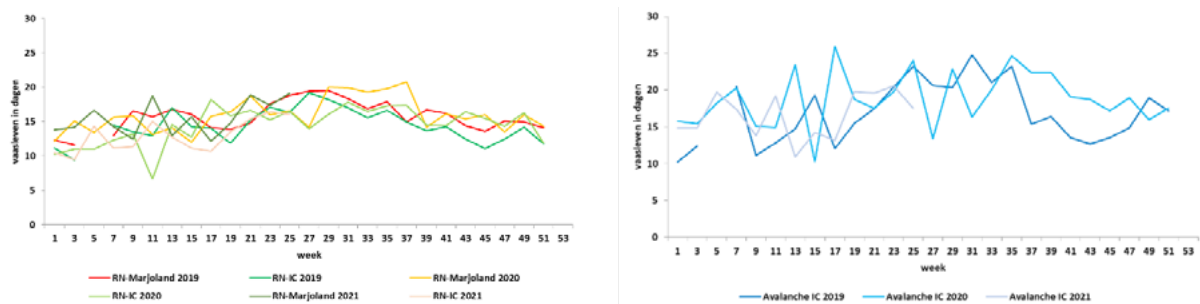
Energie en Productie	Toelichting	2019	2020	2021 (week 1-25)	Eenheid
Koeling		1546	761	216	MJ/m ²
Verwarming	Buizen	711	1112	841	MJ/m ²
	OPAC	101	31	1	MJ/m ²
Elektriciteit	Belichting	666	653	361	kWh/m ²
		5896	5622	3178	uur
	Ventilator	20	14	7	kWh/m ²
CO ₂	OCAP	93	83	38	kg/m ²
Productie	in de kas gemeten	333	319	170	stuks/m ²
		17	15	8.4	kg/m ²
		51.9	48.5	49.7	gram/tak
Licht	PARSOM	8676	8027	4597	Mol/m ²
LBE		1.99	1.93	1.84	g/mol

De CO₂ dosering is veel hoger geweest dan de doelstelling van 40 kg/m²/jaar, Dit is deels het gevolg van het aantal uren belichting, als er belicht wordt is CO₂ doseren nodig, maar ook van de gevolgde temperatuur strategie met vrijwel geen inzet van de koeling, waardoor meer geventileerd is en er meer CO₂ door ventilatie verloren ging.

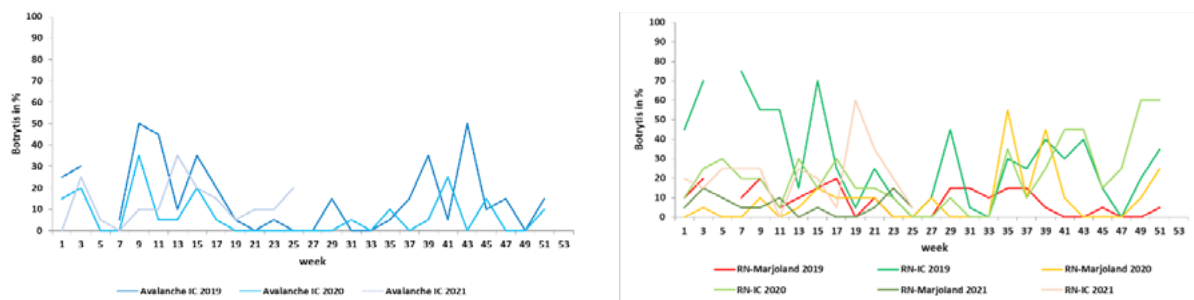
4.8 Houdbaarheid

De houdbaarheid voor Red Naomi! loopt gedurende de hele proef gelijk aan de praktijk, met uitzondering van week 11 in 2020 (Figuur 26). Mogelijk is dit het gevolg van te rauw oogsten. Gemiddeld hebben de rozen van het praktijkbedrijf, waar met SON-T wordt geteeld, 1.5 (2020) en 2.6 (2021) dagen meer vaasleven. In de zomer is de gemiddelde houdbaarheid langer dan in de winter. In de rozen uit de proef wordt voor Red Naomi! vaker ontwikkeling van botrytis gezien dan bij die van het praktijkbedrijf, gemiddelde aantastingen komen voor bij 21 % van de rozen uit de proefkas en bij 7% van de rozen van het praktijkbedrijf. Deze aantasting ontwikkelt zich in de loop van het vaasleven en is het gevolg van iets lagere gewastemperatuur ten opzichte van kastemperatuur. Het verschil was het grootst in de winter van 2019 (Figuur 27). De afwijking draaihart kwam bij beide herkomsten in gelijke mate voor. De afwijking bolletje kwam vaker voor bij rozen van het praktijkbedrijf. In de periode 2020-2021 is Avalanche gemiddeld langer houdbaar - 18.1 dagen- dan de Red Naomi! -14.3 dagen. Het verschil tussen zomer en winter is wel groter bij Avalanche dan bij Red Naomi!. In het najaar zakte het vaasleven naar ca. 11 dagen.

Ook bij Avalanche kwam de meeste botrytis voor in de winter van 2019 en in het najaar, vergelijkbaar met het patroon bij Red Naomi!. Een effect van 24 uur belichten op het vaasleven van Red Naomi! werd niet gezien. Verwacht was dat de bloemen minder goed open zouden komen en eerder blad problemen zouden laten zien, maar dat werd niet waargenomen. Blijkbaar is een andere teeltstrategie in het klimaat effectief om de huidmondjes functioneel te houden zodat ze voldoende sluiten na de oogst. Niet sluitende huidmondjes zijn een probleem omdat de bladeren en de bloem dan slap gaan door watergebrek.



Figuur 26 De houdbaarheid in dagen van Red Naomi! (links) en Avalanche (rechts) gedurende de proef.



Figuur 27 Het % bloemen waarbij in de uitbloeiruite afsterven van bloemblaadjes werd gezien als gevolg van Botrytis.

5 Gewasbescherming

5.1 Strategie en uitvoering

Voor de gewasbescherming is vooraf aan de teelt een plan opgesteld. Belangrijkste doelstelling is het aantal behandelingen met Meltatox reduceren. Redenen voor het verminderen van gebruik van Meltatox zijn het terugdringen van chemische middelen gebruik, verminderde effectiviteit bij veelvuldig gebruik, het ongewenst zachter worden van het blad en het verminderen van de stankoverlast. Het plan geeft aan welke verschillende maatregelen gebruikt of getest kunnen worden voor de beheersing van de meeldauw en bij andere aantastingen. Bij de wekelijkse BCO-bijeenkomsten en ook tussendoor bij bezoeken aan de proef door Ben Hartog en Eric Mooij is de uitvoering van de gewasbescherming steeds een aandachtspunt geweest. Daarbij is ook gebruik gemaakt van kennis die bij toepassingen in de praktijk is opgedaan. Verder is regelmatig bewust de grens van beheersing van met name meeldauw opgezocht. Daarbij werd het gebruik van de UV-C behandeling tijdelijk onderbroken of op een deel van de kas niet toegepast. In de afdeling kon de buitenste paden tegen de gevels aan de UV-C behandeling nooit worden toegepast, omdat de UV-C kar niet over de buisrail in de buitenste paden kon rijden.

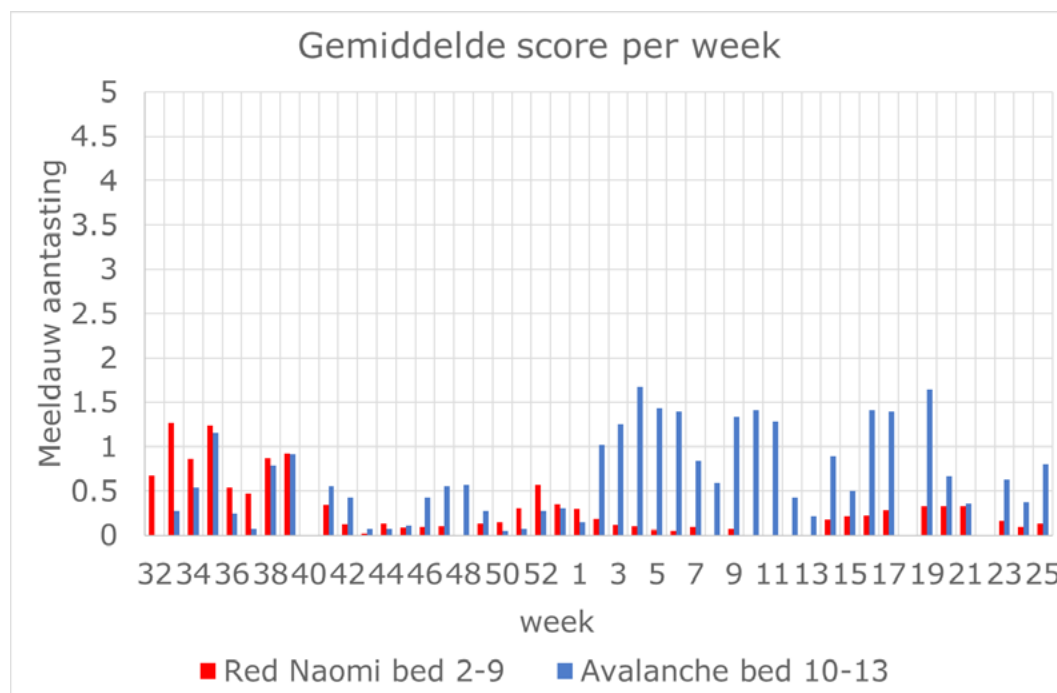
5.2 Scouting

Wekelijks is in de hele afdeling de mate van meeldauw aantasting op een schaal van 0 tot 5 beoordeeld. Hiervoor is de kas verdeeld in vakken van 5 meter lengte. Elk pad was 7 vakken lang. In elk vak werd een score gegeven voor de meeldauwdruk aan zowel de rechter- als de linkerzijde van het pad. Meeldauw werd gescoord volgens het volgende score-systeem

0: geen meeldauw 1: kleine plek met meeldauw (stip), 2: meerdere kleine plekken met meeldauw (meerdere stippen), 5: grotere plek of plekken met meeldauw (haard).

Alleen actieve meeldauw (wit) wordt gescoord, oude meeldauw (grijs) of doodgespoten meeldauw (bruin) wordt niet meegerekend.

Het resultaat van deze scores wordt gegeven in de onderstaande figuren (Figuur 28 en Figuur 29).



Figuur 28 Meeldauw aantasting gemiddeld over de afdeling per ras en per week.

	Periode		2020 week 32 tot en met 2021 week 25						
			Vak						
	pad	zijde	1	2	3	4	5	6	7
R e d N a o m i	1	R	0.89	1.25	1.41	1.25	0.91	1.18	0.91
	2	L	1.07	1.09	0.89	0.52	0.57	0.45	0.25
	2	R	0.61	0.70	0.73	0.16	0.34	0.32	0.18
	3	L	0.52	0.73	0.64	0.45	0.59	0.43	0.41
	3	R	0.57	0.77	0.70	0.73	0.68	0.30	0.14
	4	L	0.18	0.68	0.48	0.50	0.82	0.68	0.36
	4	R	0.16	0.52	0.20	0.18	0.48	0.27	0.30
	5	L	0.05	0.52	0.09	0.11	0.32	0.20	0.25
	5	R	0.05	0.16	0.05	0.09	0.09	0.25	0.14
	6	L	0.05	0.18	0.09	0.09	0.25	0.16	0.11
	6	R	0.02	0.18	0.50	0.11	0.00	0.20	0.18
	7	L	0.18	0.27	0.32	0.11	0.07	0.41	0.30
	7	R	0.00	0.05	0.20	0.34	0.25	0.39	0.23
	8	L	0.05	0.11	0.14	0.18	0.16	0.30	0.32
	8	R	0.11	0.18	0.23	0.32	0.39	0.36	0.34
	9	L	0.00	0.11	0.14	0.27	0.25	0.30	0.61
	9	R	0.09	0.30	0.16	0.18	0.25	0.20	0.14
	A v a l a n c h e	10	L	0.05	0.41	0.11	0.25	0.36	0.09
10		R	0.34	0.66	0.30	0.36	0.30	0.11	0.05
11		L	0.23	0.64	0.73	0.27	0.32	0.14	0.14
11		R	0.84	1.23	0.95	0.59	0.36	0.25	0.18
12		L	0.57	1.32	1.16	0.73	0.57	0.55	0.45
12		R	0.91	1.68	1.41	0.75	0.32	0.45	0.16
13		L	0.91	1.77	1.93	1.00	0.68	0.36	0.39
13		R	0.75	1.02	0.84	0.70	0.59	0.34	0.41
14		L	0.98	1.27	1.14	0.77	0.77	0.39	0.41
14		R	0.91	1.09	1.20	0.70	0.45	0.36	0.39
15		L	1.61	1.59	1.59	1.39	1.07	0.84	0.68

	Periode		2021 week 4 tot 2021 week 13						
			Vak						
	pad	zijde	1	2	3	4	5	6	7
Red Naomi	1	R	0.67	1.33	1.67	1.56	1.33	0.89	0.89
	2	L	0.89	1.44	1.11	0.00	0.44	0.44	0.11
	2	R	0.33	0.22	0.22	0.00	0.00	0.00	0.11
	3	L	0.22	0.11	0.00	0.00	0.11	0.22	0.22
	3	R	0.11	0.22	0.00	0.00	0.00	0.11	0.00
	4	L	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	4	R	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.11
	5	L	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	5	R	0.00	0.00	0.11	0.00	0.00	0.22	0.00
	6	L	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	6	R	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	7	L	0.22	0.11	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	7	R	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	8	L	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.22
	8	R	0.00	0.00	0.00	0.00	0.22	0.22	0.00
	9	L	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	9	R	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Avalanche	10	L	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	10	R	0.89	1.22	0.44	0.44	0.44	0.44	0.00
	11	L	0.56	1.22	1.33	0.67	0.89	0.44	0.22
	11	R	0.67	0.67	0.44	0.44	1.11	0.67	0.22
	12	L	1.11	1.78	1.22	1.33	1.56	1.33	1.11
	12	R	0.89	1.78	1.11	0.67	0.44	0.44	0.00
	13	L	1.67	1.89	2.11	1.56	1.56	0.89	0.67
	13	R	1.56	1.22	1.67	1.11	1.11	0.67	0.78
	14	L	1.56	1.56	1.78	1.33	1.33	0.56	0.78
	14	R	1.44	1.56	1.78	1.11	0.89	0.67	0.44
	15	L	2.00	1.78	1.78	1.78	1.67	1.22	1.33

		Periode	2021 week 14 tot 2021 week 25							
		Vak								
		pad	zijde	1	2	3	4	5	6	7
R e d N a o m i	1	R		1.17	2.00	2.00	1.67	0.67	1.33	1.50
	2	L		2.00	2.00	2.33	1.33	1.17	0.67	0.17
	2	R		1.67	2.00	2.00	0.67	0.50	0.00	0.00
	3	L		0.83	1.83	1.33	0.83	1.00	0.83	0.67
	3	R		0.67	1.17	1.50	1.00	0.50	0.67	0.33
	4	L		0.00	0.67	0.83	0.33	0.17	0.50	0.33
	4	R		0.17	0.17	0.17	0.17	0.17	0.17	0.33
	5	L		0.00	0.00	0.17	0.17	0.33	0.67	0.00
	5	R		0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.17
	6	L		0.00	0.00	0.00	0.00	0.17	0.00	0.00
	6	R		0.00	0.33	0.33	0.00	0.00	0.17	0.00
	7	L		0.00	0.33	0.17	0.00	0.00	0.00	0.00
	7	R		0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	8	L		0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.17
	8	R		0.00	0.00	0.00	0.33	0.17	0.33	0.00
	9	L		0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	9	R		0.00	0.00	0.00	0.00	0.17	0.17	0.00
A v a l a n c h e	10	L		0.00	0.00	0.00	0.33	0.00	0.00	0.17
	10	R		0.50	0.83	0.67	1.17	1.00	0.17	0.17
	11	L		0.00	0.33	1.17	0.33	0.33	0.00	0.00
	11	R		2.00	1.83	1.67	1.50	0.33	0.17	0.33
	12	L		1.00	0.83	1.50	1.00	1.00	0.83	0.67
	12	R		1.50	1.50	1.33	1.50	1.00	1.00	0.50
	13	L		1.00	1.83	2.67	1.33	0.83	1.00	1.50
	13	R		1.33	2.00	1.50	1.67	1.33	0.50	1.00
	14	L		1.83	2.33	2.00	2.00	1.50	0.83	1.00
	14	R		1.50	1.67	1.83	1.50	1.33	1.00	1.00
15	L		2.50	2.00	1.67	1.67	1.67	1.50	1.00	

Figuur 29 Meeldauw aantasting gemiddeld per vak..

Boven over de periode van week 32 in 2020 tot en met week 25 in 2021..

Linksonder over de periode week 4 tot en met 13 van 2021.

Rechtsonder over de periode week 14 tot en met 25 van 2021,

Duidelijk is in Figuur 28 te zien dat bij Avalanche de aantasting iets hoger is dan bij Red Naomi! en dat deze aantasting vooral toeneemt vanaf het begin van 2021. In de plattegronden in Figuur 29 is te zien dat de aantasting bij zowel Red Naomi! als Avalanche het sterkst is bij de gevels. Daar waar de UV-C kar niet kan worden toegepast. Bij Avalanche neemt in 2021 de aantasting ook toe in de bedden 13 en 14 en dan vooral nog aan het begin van de kas in de vakken 2 en 3. In de beschrijving van de teelt is al vermeld dat Avalanche een dichter gewas heeft dan Red Naomi! hierdoor is de bestrijding van meeldauw in het hart van het gewas moeilijker. Zowel de UV-C behandeling als bespuitingen dringen moeilijker door in het dichte gewas Avalanche.

5.3 Ervaring meeldauw beheersing

In de beschrijving van het verloop van de teelt (hoofdstuk 3) is al aangegeven dat de meeldauw druk gemiddeld laag tot zeer laag was. Dat is ook te zien in Figuur 28 en Figuur 29.

Het doel van de gewasbescherming, de vermindering van het gebruik van Meltatox is zeker gerealiseerd want in Red Naomi! is in een jaar tijd slechts in 10 weken Meltatox toegepast en bij Avalanche in 16 weken. Het gebruik van Meltatox was meestal het gevolg van niet effectief zijn van alternatieve behandelingen (Bijlage 3).

De combinatie van dagelijks gebruik van UV-C en wekelijkse behandeling met een mix van 150 ml Melasse, 10 ml Collis en 15 ml Silwet Gold per 100 l water is veel toegepast en bleek in hoofdlijn zeer effectief om meeldauw te beheersen. Daarbij moet wel worden aangetekend dat toepassing van Collis op deze wijze niet conform het etiket is, maar dat de hoeveelheid gebruikte werkzame stof wel binnen de hoeveelheid die bij 6 toepassingen van 100 ml werkzame stof per jaar gebruikt wordt blijft.

Naast het bovengenoemde programma is verder nog gewerkt met Serenade en Sonata en in het winterhalfjaar met Neemazal. Serenade heeft vooral een preventieve werking tegen Botrytis. Als geen Serenade meer werd gebruikt leek in de uitbloeirimte de uitval door Botrytis toe te nemen. Het effect op meeldauw was onduidelijk. Sonata remde de meeldauw. Sonata en Serenade zijn mengbaar met andere middelen.

In de proef is Veni Bio Sulphur meerdere keren ingezet. Het gaf geen residu en het effect bij lage druk en beginnende meeldauw lijkt goed. De effecten op biologische bestrijders zijn niet beoordeeld. Dit was ook lastig omdat voor de controle van wolluis te vaak Silwet werd ingezet en Teppeki. Silwet helpt ook voor controle van spint en meeldauw onder in het gewas.

Salifort en Siltac SG zijn middelen die wel zijn getest, maar vanwege geringe effectiviteit of lichte gewas schade niet langdurig zijn ingezet.

5.4 Andere aandachtspunten in de gewasbescherming

Naast de meeldauw spelen in roos andere ziekten en plagen een belangrijke rol. Een hardnekkig probleem vormde de bestrijding van luis in en rond de bloemen en wolluis onderin het gewas. Daarvoor is ondanks dubbele inzet van Aphidend en Aphiscout toch met grote regelmaat gespoten met Closer of Teppeki. Waarbij het aantal keren dat dit nodig was, hoger was dan volgens het etiket is toegestaan.

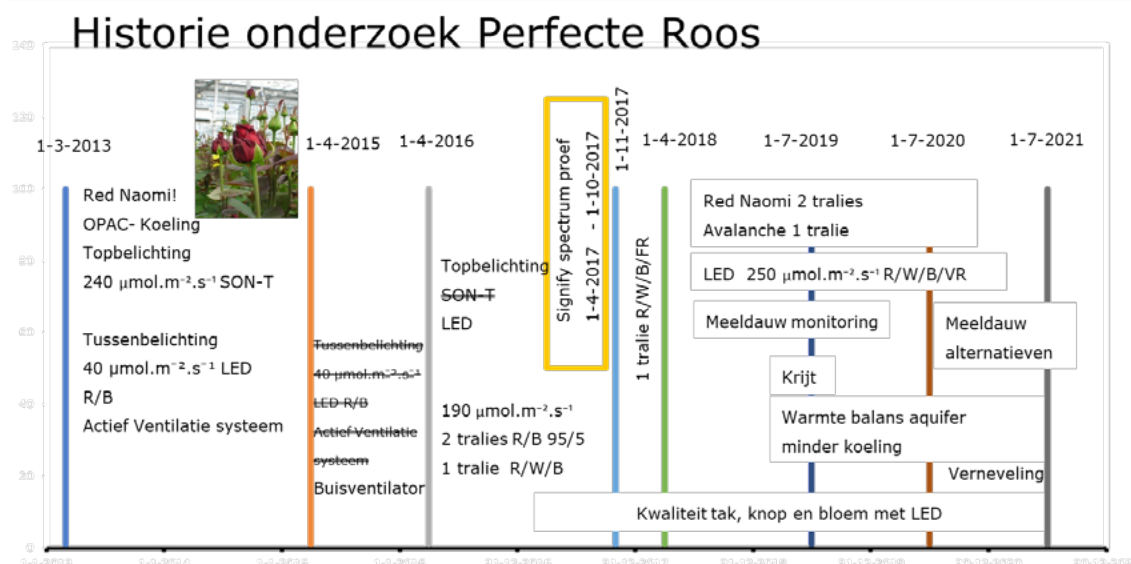
Wolluis was een hardnekkig probleem dat niet onder controle kon worden gebracht met cryptobug. Ook hiervoor was chemisch ingrijpen nodig. De uitvloeier Silwet werd standaard toegevoegd aan de toepassing van melasse en soms in hogere concentratie als aparte behandeling. Ook de gebruikte middelen Closer en Teppeki remmen de ontwikkeling van de wolluis. Volledig wolluis vrij werd het gewas niet.

Spint en trips zijn door gebruik van Azatin en Neemazal in lage concentratie geen grote problemen geweest. In eerdere jaren was trips in Red Naomi soms een ernstig probleem

De gevolgde strategie van gewasbescherming in dit project is niet specifiek voor het onderzochte teeltconcept dat gericht is op fossielvrije rozenteelt. Ook in praktijkteelt met bijv SON-T en zonder koeling kan de kennis worden toegepast.

6 Afsluiting acht jaar onderzoek

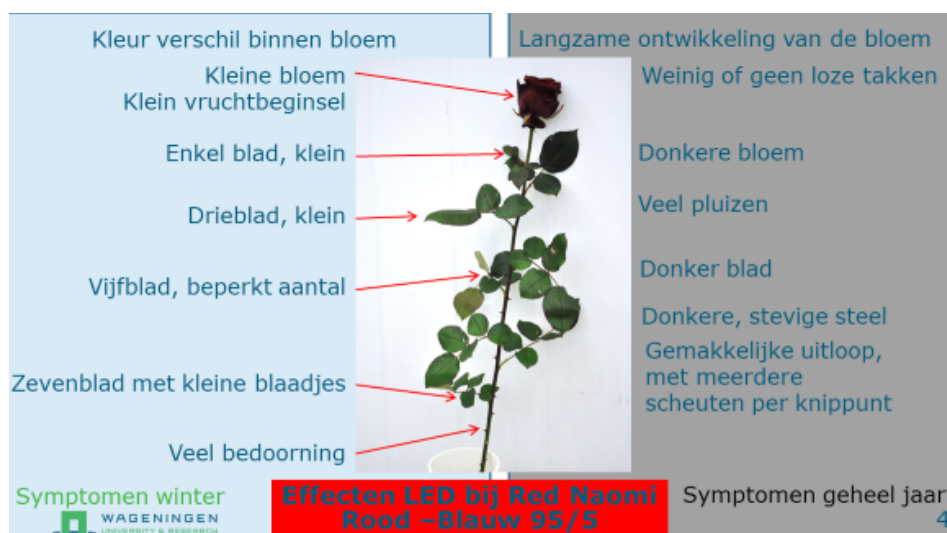
In 2013 startte het onderzoek "Een perfecte roos- Energie zuinig geteeld". Omdat rozen een meerjarige teelt zijn was het project opgezet voor twee jaar. Na het eerste project volgden verlengingen van het onderzoek met steeds nieuwe accenten zodat uiteindelijk het gewas Red Naomi acht jaar werd aangehouden. Daarmee was het representatief voor de teelt van dit ras op een praktijk bedrijf. In de acht jaar zijn er veel aspecten van de teelt aan de orde geweest. Een aantal aspecten worden in dit afsluitende hoofdstuk benoemd.



Figuur 30 Schematische weergave van de aanpassingen in de loop van de jaren in het onderzoek De Perfecte Roos.

Figuur 30 geeft een overzicht van de momenten waarop aanpassingen zijn gemaakt in de opzet en uitvoering van het onderzoek De Perfecte Roos. In 2013 was begonnen met SON-T top belichting en LED (R/B 95/5%) tussenbelichting, koeling en verwarming met OPAC-warmtewisselaar, een systeem van actieve ventilatie met luchtslurven onder de teelt goten, diffuus glas en 3 schermdoeken. De laatste twee elementen staan niet in het overzicht, maar zijn alle jaren gelijk gebleven. In 2015 zijn de tussenbelichting en het actief ventilatiesysteem verwijderd. De tussenbelichting gaf geen meer waarde in de productie en was slecht te combineren met de gewas verzorging. Het actief ventilatiesysteem in combinatie met de OPAC gaf zoveel luchtbeweging dat de verdamping van het gewas toenam waardoor er meer energie nodig was om de kas op temperatuur te houden. Het aanzuigen van droge buitenlucht is in 2015 vervangen door een systeem van buisventilatoren die lucht van boven het doek kunnen aanzuigen en voor de aanzuig opening van de OPAC-warmtewisselaar brengen. Daarmee was het klimaat in de kas goed te sturen. Met de ontwikkeling en beter doorgronden van de effecten van systemen voor vochtbeheersing met buitenlucht aanzuiging zou nu mogelijk een andere afweging en aansturing van het systeem worden gemaakt.

In 2016 is de SON-T vervangen door LED-belichting. Dit was voor die tijd een enorme stap omdat er met LED nog weinig ervaring was voor de teelt van rozen. De keuze voor 95% rood en 5% blauw was een praktische, omdat daarmee wel ervaring was in tomaat. Op verzoek van de leverancier werd 1/3 van de kas uitgerust met een R/W/B spectrum. De teelt verliep in de zomer van 2016 zeer goed, maar in de winter van 2016-2017 toen het LED licht een veel groter deel van de lichtsom boven het gewas vormde ontstond een beeld in de rozen met veel bedoorning, kleine bladeren en langere internodiën (Figuur 31). Dit was na analyse en discussie aanleiding voor een spectrum proef die door Wageningen UR is uitgevoerd voor Signify. Op basis van de resultaten uit dat onderzoek in het najaar van 2017 boven één tralie het R/B spectrum vervangen door een spectrum R/W/B/VR 77/9/5/9 %. De resultaten van de daaropvolgende winter waren zodanig dat de gehele kas daarna met dit spectrum in lijnmodules is uitgerust met een intensiteit van 240-245 $\mu\text{mol.m}^{-2}.\text{s}^{-1}$. Er is toen gekozen voor lijnmodules. Hierbij moet worden opgemerkt dat in de ontwikkeling van de armaturen en efficiëntie van de LED sinds 2018 grote stappen zijn gezet naar hogere efficiëntie en andere vormgeving. De discussie over spectrum effecten van LED bij roos heeft de discussie voor andere gewassen op dit punt gestimuleerd.



Figuur 31 Beknopte weergave van het beeld dat werd waargenomen aan de takken van Red Naomi! onder rood-blauw LED in de proef van 2016-2017.

Gelijk met het aanpassen van de belichting in maart 2018 is in één tralie het gewas Red Naomi! vervangen door een aanplant met Avalanche. Een ingreep die een sterk effect had op het klimaat in de kas, waardoor de teelt in de winter 2018-2019 niet optimaal verliep. In de zomer van 2019 en 2020 is ondanks de koeling en de aanwezige schermen de kas gekrijt om de knoptemperatuur lager te krijgen. Belangrijk daarbij zijn de momenten van besluiten om krijt aan te brengen en te verwijderen, omdat dit voor de periode na het aanbrengen van het krijt de licht transmissie van de kas verlaagd. De lagere licht transmissie leidt op donkere dagen dan tot een te lage lichtintensiteit in de kas, waarop gereageerd wordt met aanzetten van de assimilatie belichting. Gebruik van schermen is in de rozenteelt heel effectief. In de proef is steeds tegen lichtemissie geschermd volgens de geldende regels, dus zonder maatwerk. Dat is goed te doen als de belichting uit ledlampen bestaat en de buiten temperatuur onder de 9 °C is. In combinatie met SON-T lampen is vanwege de hoge ruimtetemperatuur niet aan de regels te voldoen, daarvoor is maatwerk van de lichtemissie regels nodig. Schermen tegen te veel instraling in de zomer is ook goed mogelijk, maar lastiger omdat de regeling van het schaduw scherm te traag is om wisselende stralingspieken goed op te vangen. In het oudere gewas Red Naomi! leidde dit in de laatste jaren gemakkelijk tot bladverbranding. Krijten is dan een alternatief, maar zoals eerder al beschreven is het moment van krijten en krijt verwijderen een lastige keuze.

Vanaf 2018 is de afdeling rozen ook gebruikt om nauwkeuriger de meeldauw druk te volgen en methoden te testen om de meeldauw bestrijding minder afhankelijk te maken van het gebruik van Meltatox. Dat is zoals in dit verslag is te lezen zeker geslaagd.

In de eerste jaren werd de koeling via OPAC's in combinatie met een warmtepomp veel gebruikt. In het laatste jaar minder intensief. Duidelijk is dat koeling teelt-technische voordelen heeft maar economisch een uitdaging is. Koeling heeft daarom in de praktijk maar beperkt uitbreiding gekregen. De inzet van een de buisrail verwarming met een standaard minimumtemperatuur is in het onderzoek losgelaten. Er is gekeken naar de momenten waarop warmte in het gewas gewenst is en waar de warmte gewenst is. In het laatste jaar is het accent minder op de warmtevraag en koeling gelegd. In principe kan koeling in combinatie met een warmtepomp en een aquifer meer dan voldoende energie leveren om de kas te verwarmen. Bij gebruik van alleen LED-belichting is een verwarming bij de kop van het gewas in de vorm van een verwarmingsbuis wel gewenst op warmte gericht in te brengen. Warmte inbrengen via de OPAC-warmtewisselaars is ook mogelijk maar die warmte komt dan in de hele kas en niet lokaal bij de kop van het gewas.

De eisen voor een perfecte roos waren in 2013 een knophoogte van 5 cm, een steelgewicht van 0.85 gram/cm, een vaasleven van 10 dagen en een constante productie. De knophoogte is gemiddeld boven de grens van 5 cm gebleven en de laatste twee jaar in winter en voorjaar 5.5 cm geweest. Het steelgewicht bij een lengte van 80 cm voldeed vrijwel aan de doelstelling van 0.85 gram/cm. Bij kortere lengtes werd dat niet gehaald. Het vaasleven was meer dan 10 dagen, alleen als de rozen te rauw werden geoogst of er vroegtijdig botrytis optrad was het vaasleven korter. De productie kon wel variëren per periode en per week maar met 5 tot 8 stelen per m² per week was er een redelijke mate van constantheid in de productie. Met het toenemen van de leeftijd van het gewas Red Naomi! werd de taklengte gemiddeld over het jaar wel korter. Dit is wordt ook in de praktijk ervaren en is niet afhankelijk van het type belichting. Naast de positieve punten zijn er verbeterpunten voor perfectie. Zo is de bloem van Red Naomi! donker van kleur, dat kan een nadeel vormen. De knopvorm van Avalanche in de winter is te spits en de knop komt in de winter flapperig open.

In een onderzoek waarin integraal alle aspecten van de teelt meespelen om te demonstreren dat een nieuwe teeltwijze of techniek kan worden toegepast, worden grenzen opgezocht. Dan kun je over grenzen heen gaan zodat de kwaliteit niet optimaal is. Dat is ook geregeld gebeurt en was leerzaam.

Het onderzoek heeft niet geleid tot een standaard recept voor een perfecte roos. Dit onderzoek stopt maar de sector blijft zich inspannen voor verbeteringen om topkwaliteit te leveren. Een stap naar de combinatie van SON-T met LED wordt door meerdere bedrijven overwogen. Perfectie blijft een mooi streven, daarvoor blijft onderzoek en ontwikkeling nodig. Een duurzame teelt die fossielloos, maar in plaats daarvan "full electric" is mogelijk gebleken. In de acht jaar onderzoek is het voortdurend aanpassen geweest om het doel te realiseren en tegelijk een goede teelt neer te zetten met kwaliteit en productie. Dat is gelukt en daarmee is kennis ontwikkeld een belangrijke basis gelegd voor implementatie door de telers.

Rapporten Perfecte Roos

De eerdere onderzoeken naar een Perfecte Roos zijn beschreven in de volgende rapporten:

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

Een perfecte roos energiezuinig geteeld. Bleiswijk: Wageningen UR Glastuinbouw. 96 p. (Rapport GTB; no. 1369)

de Gelder, A., Warmenhoven, M., van der Knaap, E. & van der Burg, R., 2016.

Duurzaamheid als leidraad voor roos: vervolg onderzoek Perfecte Roos: energiezuinig geteeld Bleiswijk: Wageningen UR Glastuinbouw. 50 p. (Rapport GTB; no. 1412)

de Gelder, A., van der Burg, R. & Hartog, B., 2018.

LED in rozen het moet beter! Bleiswijk: Wageningen University & Research, BU Glastuinbouw. 34 p. (Rapport Wageningen Plant Research; no. WPR-819)

de Gelder, A., Warmenhoven, M.G., van der Stoep, R., Hartog, L.J., Bac-Molenaar, J., Khanh, P. & Leiss, K. 2021.

Perfecte rozen onder LED en meeldauw monitoring. Onderzoek Perfecte Roos 2018-2020. Bleiswijk: Wageningen University & Research, BU Glastuinbouw. 58 p. (Rapport Wageningen Plant Research; no. WPR-1079)

Bijlage 1 Klimaatgegevens

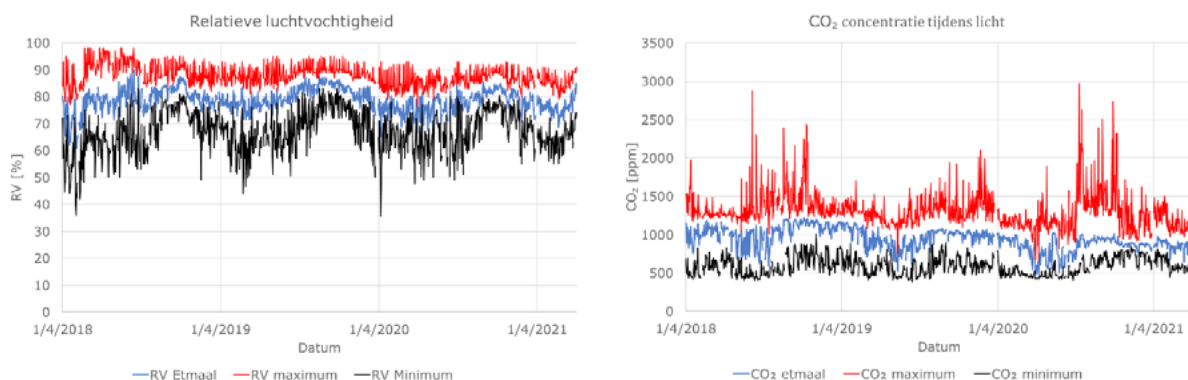


Figure B1 Relatieve luchtvochtigheid (links) en CO₂ concentratie (rechts) per dag met gemiddelde en minimum en maximum waarden.

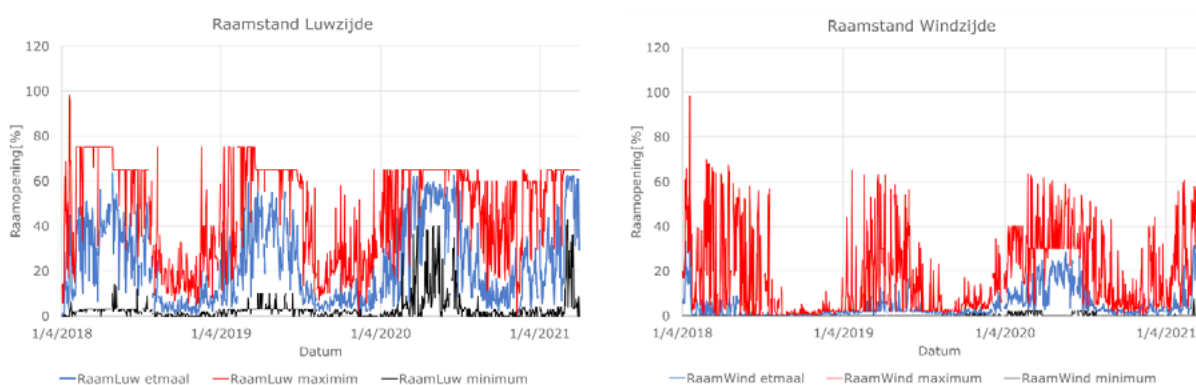


Figure B2 Raamstanden luwe en windzijde met maximum, gemiddelde en minimumwaarden per dag.

Bijlage 2 Energie en CO₂

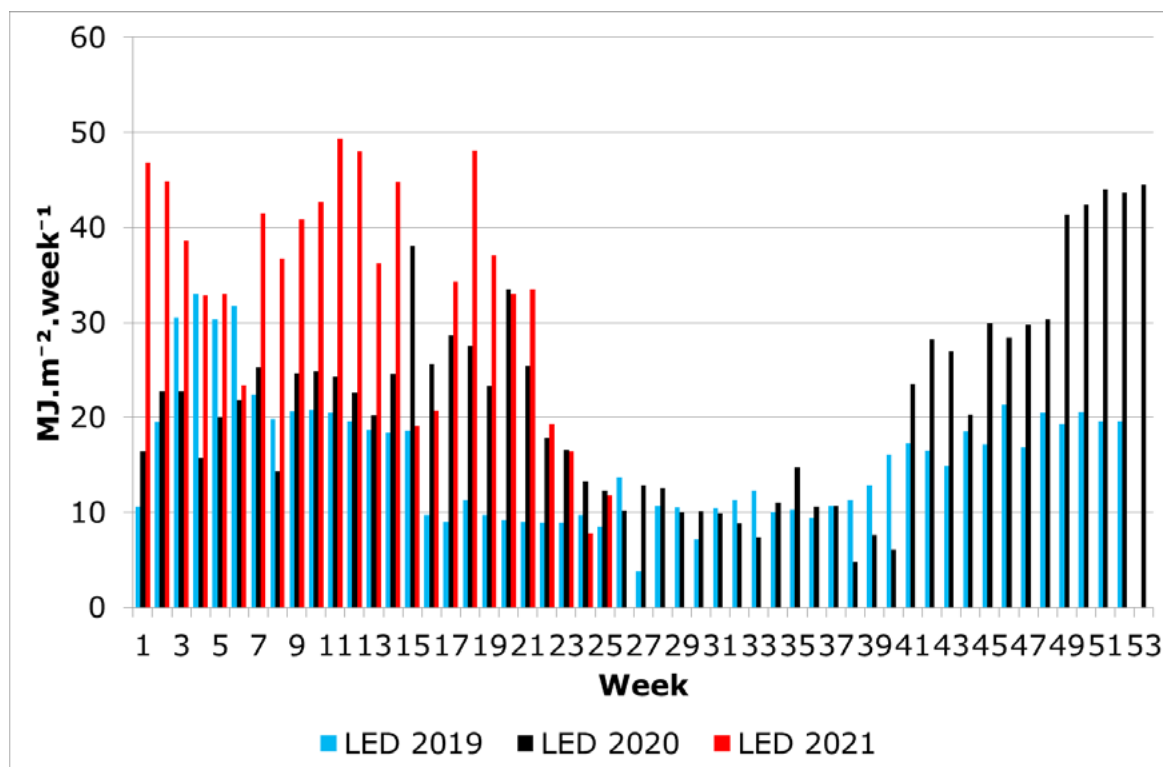


Figure B3 Energie voor verwarming per week.

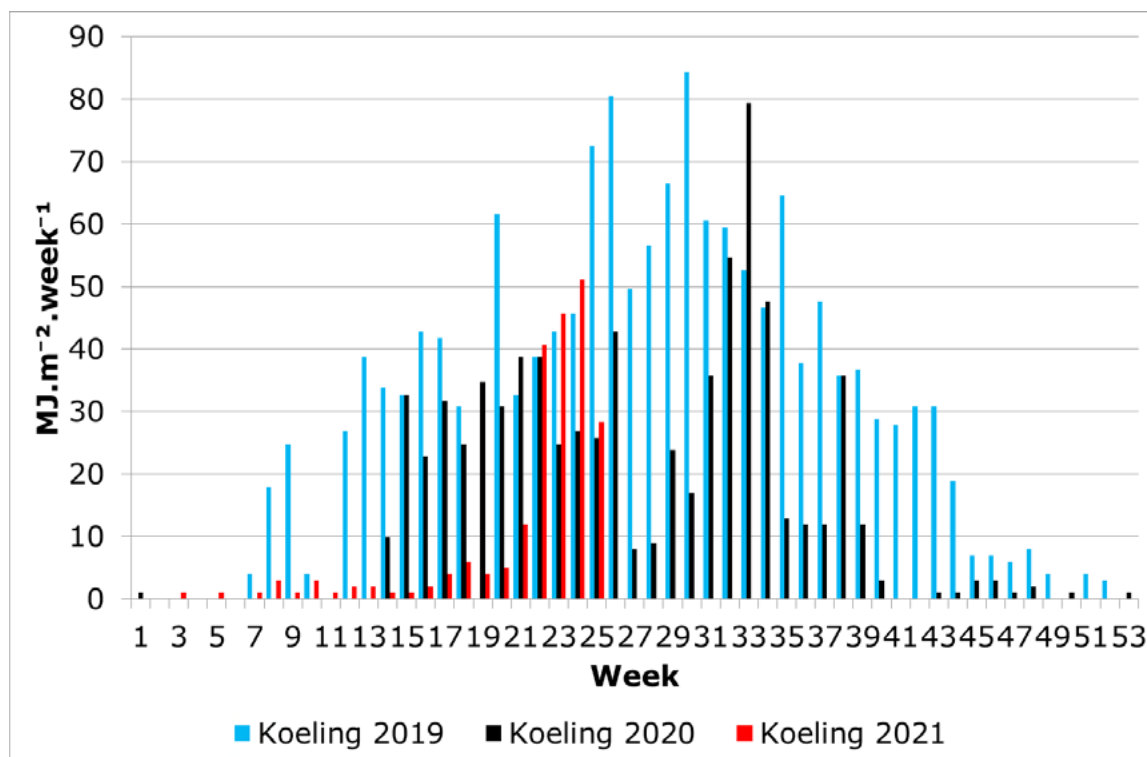


Figure B4 Energie verzameld met koeling per week.

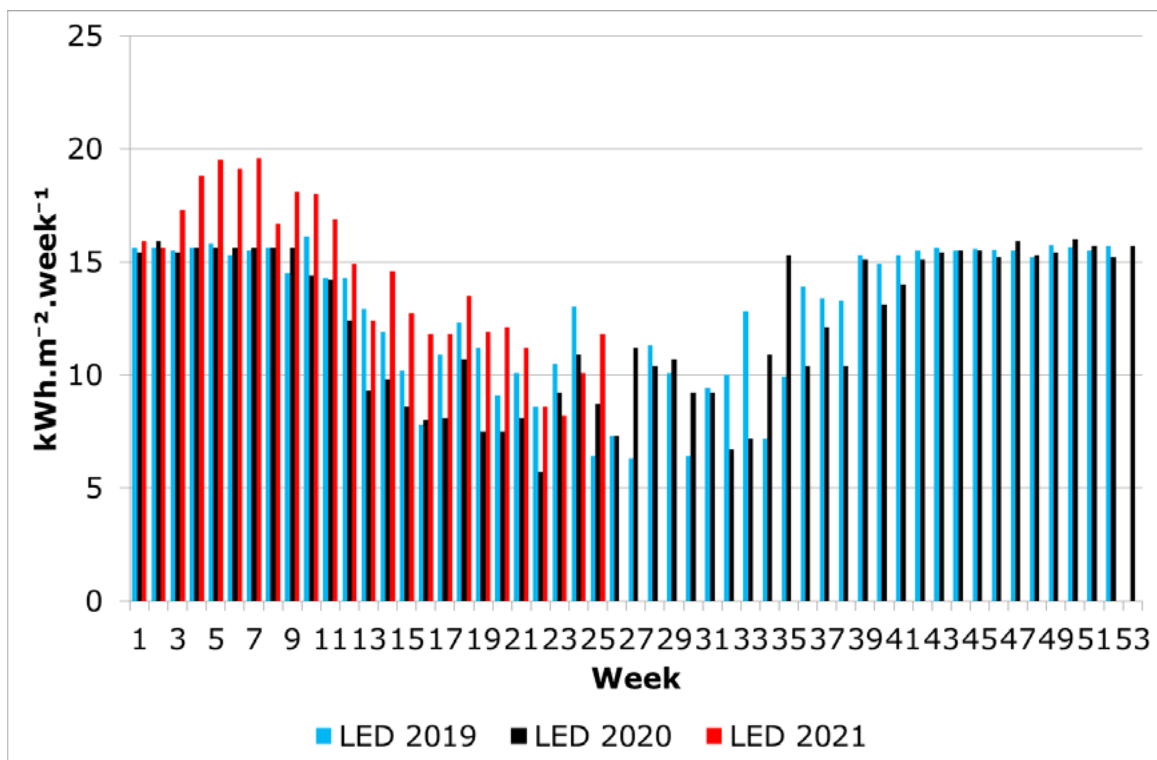


Figure B5 Energie gebruikt voor belichting per week.

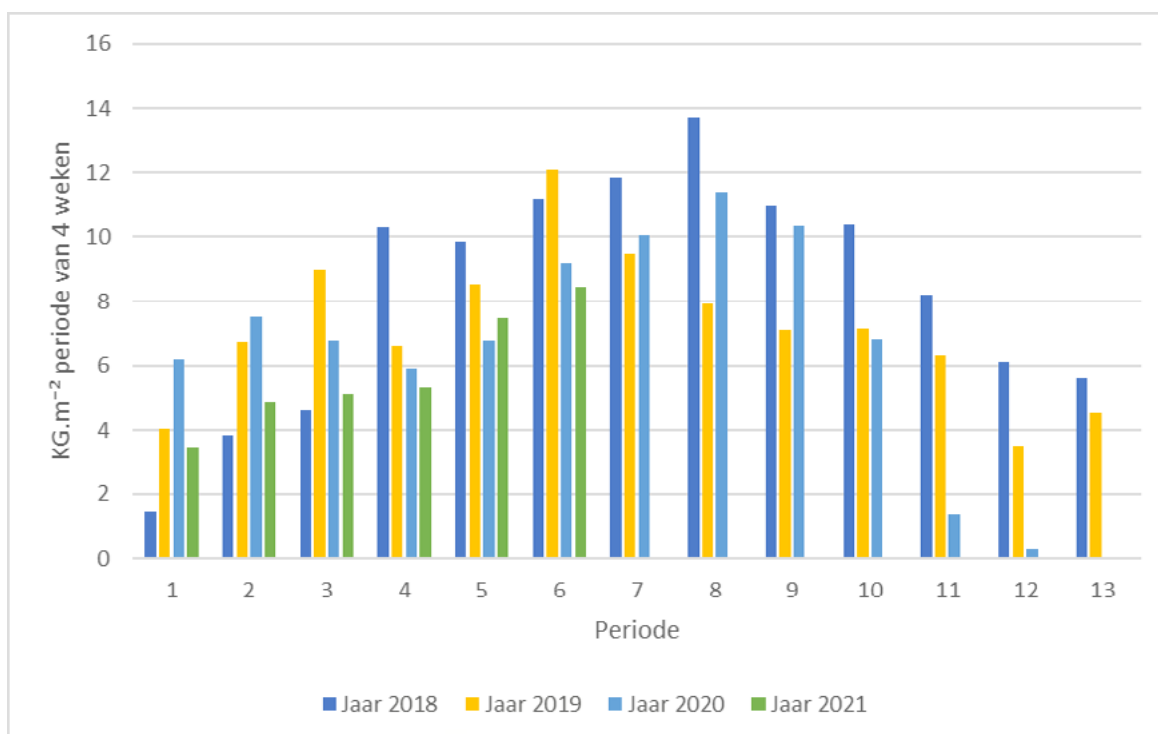


Figure 6 CO₂ inzet per periode van 4 weken.

Bijlage 3 Overzicht van de meest gebruikte gewasbeschermingsmiddelen in weken waarin ze zijn toegepast

[illegible]

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



Wageningen University & Research,
BU Glastuinbouw
Postbus 20
2665 ZG Bleiswijk
Violierenweg 1
2665 MV Bleiswijk
T +31 (0)317 48 56 06
www.wur.nl/glastuinbouw

Rapport WPR-1145

De missie van Wageningen University & Research is 'To explore the potential of nature to improve the quality of life'. Binnen Wageningen University & Research bundelen Wageningen University en gespecialiseerde onderzoeksinstituten van Stichting Wageningen Research hun krachten om bij te dragen aan de oplossing van belangrijke vragen in het domein van gezonde voeding en leefomgeving. Met ongeveer 30 vestigingen, 6.800 medewerkers (6.000 fte) en 12.900 studenten behoort Wageningen University & Research wereldwijd tot de aansprekende kennisinstellingen binnen haar domein. De integrale benadering van de vraagstukken en de samenwerking tussen verschillende disciplines vormen het hart van de unieke Wageningen aanpak.