

Improvement Centre BV
Postbus 4
2665 ZG Bleiswijk
Violierenweg 3
2665 MV Bleiswijk

Telefoon 010 522 1771
www.delphy.nl

Schermen voor een optimaal duurzame aardbeienteelt.

Worldwide Expertise for Food & Flowers



Lisanne Helmus-Schuddebeurs¹, Rick van der Burg¹, Klaas Walraven², Bart Jongenelen², Peter Geelen³

1 Delphy- Improvement Centre

2 Delphy

3 Plantmonitoring.nl

Bleiswijk, april 2019

Projectnummer Kas als Energiebron: 20051

Onderstaande partijen zijn bij het project betrokken geweest als financier of uitvoerder:



Ministerie van Economische Zaken



Plantmonitoring.nl

Disclaimer

© 2019 Delphy Improvement Centre, Violierenweg 3, 2665 MV Bleiswijk, Tel. 010- 522 1771

Dit document is auteursrechtelijk beschermd.

Delphy is niet aansprakelijk voor eventuele schade als gevolg van gebruik van de resultaten van dit onderzoek of de toepassing van de adviezen

Inhoudsopgave

Samenvatting	5
1. Inleiding	7
1.1. Doelstellingen	8
2. Aanpak en Kasinrichting	9
2.1. Toepassingen HNT	9
3. Theoretische achtergrond	11
3.1. Gewasontwikkeling en temperatuur	11
3.2. Systembenadering	11
4. Najaarsteelt	13
4.1. Verloop van de teelt	13
4.1.1. Tipburn	14
4.2. Kasklimaat en Meteo	15
4.3. Licht : temperatuur en assimilatenbalans	17
4.4. Scherm- en energieverbruik	19
4.5. Gewasontwikkeling	20
4.5.1. Vrucht en bladontwikkeling	20
4.6. Productie en kwaliteit	22
4.7. Praktijkreferentie	23
4.8. Conclusies najaarsteelt	24
5. Voorjaarsteelt	25
5.1. Verloop van de voorjaarsteelt	25
5.2. Kasklimaat en meteo	26
5.3. Licht en temperatuurverhouding	29
5.4. Schermen en energieverbruik	30
5.5. VPD	31
5.6. CO ₂	35
5.7. Gewasontwikkeling	36
5.8. Productie en kwaliteit	39
5.9. Conclusies voorjaarsteelt	40
6. Toepassing principes HNT	41
6.1. Schermen tegen uitstraling	41
6.2. Luchtbeweging in plaats van minimumbuis	43
6.3. Waterbalans en de VPD	43
6.4. HNT en gewasgezondheid	44
7. Leerpunten en aanbevelingen	45
7.1. Schermen tegen uitstraling	45
7.2. Piekverbruik in de winter	46
7.3. VPD en fotosynthese	46
7.4. Telen in balans	47

8.	Communicatie.....	49
9.	Literatuur.....	50
	Bijlage I Proefplanting najaarsteelt.	51
	Bijlage II Bloemonderzoek voorjaarsteelt Sonsation.....	52

Samenvatting

Het areaal aardbeien onder glas is de afgelopen jaren sterk toegenomen en de groei van het areaal blijft doorzetten. Ondanks dat de teelt niet jaarrond wordt uitgevoerd en er wordt geteeld met relatief lage etmaaltemperaturen is het energiegebruik met 17 tot 20 m³/m² aanzienlijk. De uitgangspunten van 'Het Nieuwe Telen' waarbij het gewas centraal wordt gesteld en een lager energiegebruik geen doel is maar logisch gevolg sluit ook aan bij de vraagstelling vanuit de praktijk: 'verduurzamen en optimaliseren van de gewasgroei en gewasontwikkeling'. Er moet meer inzicht komen in de plantreactie en plantenfysiologische achtergronden van diverse teeltacties om de productie en kwaliteit van de teelt te verbeteren. Het uitgangspunt hierbij is de kennis die is opgedaan in andere gewassen middels het toepassen van de principes van 'Het nieuwe telen' te vertalen naar de aardbeienteelt.

De kas was hiervoor uitgerust met twee schermen: een Luxous 1147 FR (energiescherm) en een Harmony 2315 O FR (diffuus scherm). De schermen werden gedurende de teelt ingezet om de kas te isoleren, uitstraling tegen te gaan en tegen instraling om stress voor het gewas te voorkomen. Middels een netto stralingsmeter werd het juiste moment van openen en sluiten van het scherm gemonitord. Omdat in de nacht de planttemperatuur relatief laag is (er wordt gestreefd naar temperaturen tussen de 8 en 10°C), varieert de uitstraling gedurende de nacht gemiddeld tussen de 5 en 15 W/m². Verneveling is op zonnige dagen ingezet om vochtstress te voorkomen en nivolutoren werden ingezet voor het creëren van luchtbeweging.

Op 9 augustus is er gestart met de beoogde doorteelt met het ras Elsanta. Al vroeg in de teelt werd er tipburn geconstateerd, dit resulteerde in een dip in de gewasontwikkeling aan het begin van de teelt. De najaarsteelt is een teelt die lastig stuurbaar is. Allereerst wordt er geteeld met een toenemende assimilatenvraag, bij een afnemende aanmaak van assimilaten. Daarnaast is het in deze fase van de teelt lastig om een goede licht:temperatuur verhouding te realiseren, omdat de dagen met weinig instraling samen gaan met relatief hoge buitentemperaturen. De buitentemperatuur is op veel momenten ook hoger dan de gewenste kastemperatuur wat zorgt voor een beperkte stuurbaarheid.

De geprognosticeerde productie is in het najaar niet realiseert wat gedeeltelijk is toe te schrijven aan het ontstaan van tipburn. Daarnaast kenmerkte oktober zich door een lagere lichtsom en hogere buitentemperatuur dan gemiddeld. Oktober is tevens de periode waarin de plantbelasting zijn maximum bereikt. Suboptimale omstandigheden in deze fase van de teelt kunnen daarmee ook hebben bijgedragen aan het niet realiseren van de prognose. Opvallend was echter de constatering dat het gewas erg goed toonde, waardoor er een vraagstelling is ontstaan over de verdeling van assimilaten en de relatie met de schermstrategie (minder afkoeling van het blad ten opzichte van de vruchten) en het niet inzetten van de minimumbuis. De gewasgezondheid was onder deze omstandigheden (veel schermuren en geen minimumbuis) echter opvallend goed. De productie van de najaarsteelt kwam uit op 3.1 kg/m² met daarbij een gasverbruik van 3.12 m³/m².

Onder andere als gevolg van de tipburn was er te veel variatie tussen de planten, waardoor er besloten is te starten met een verse voorjaarsteelt (i.p.v. een doorteelt) met het ras 'Sonsation'. De plantdatum was 11 januari 2018. In de voorjaarsteelt lag de nadruk in de eerste periode op het inperken van het energiegebruik en in de tweede fase op het optimaliseren van de fotosynthese. Februari en maart waren koude maanden waardoor deze eerste doelstelling goed getoetst kon worden. Ondanks het aantal schermuren (1106 uur het energiedoek volledig gesloten in de voorjaarsteelt) in deze fase van de teelt kwam het energiegebruik in deze koude weken boven de 1 m³/m² uit. Het verhogen van de isolatie waarde van de kas en de temperatuurstrategie moeten verder geoptimaliseerd worden om het piekverbruik terug te dringen.

In de tweede fase van de voorjaarsteelt (vanaf april), is er gefocust op het openhouden van huidmondjes door te sturen op de waterbalans. Op basis van de VPD werd er geschermd tegen instraling en werd de verneveling ingezet. Ondanks het feit dat we de VPD gedurende de meeste

momenten van de teelt op een gewenst niveau konden houden, hebben we uiteindelijk de potentiële productie niet gerealiseerd. Dit heeft geresulteerd in een vraagstelling rondom de aanmaak en verdeling van assimilaten in aardbei en hoe deze te sturen en optimaliseren. De relatie tussen de waterbalans en de assimilatenbalans (op gewasniveau) moeten hiervoor verder worden uitgediept. De productie van de voorjaarsteelt kwam uit op 5.6 kg/m^2 met een energieverbruik van $8.2 \text{ m}^3/\text{m}^2$.

In beide teelten is de gewasgezondheid goed geweest, waarbij in beide teelten met een strategie met veel schermuren en geen minimumbuis een gezond gewas is geteeld. In beide teelten is echter de potentiële productie niet gerealiseerd, dit vraagt om verdieping naar de aanmaak en verdeling van assimilaten in de teelt.

1. Inleiding

Het areaal aardbeien onder glas is de afgelopen jaren sterk toegenomen en de groei van het areaal blijft doorzetten. De aardbeien teelt is een relatief koude teelt waarbij afhankelijk van de ontwikkelingsfase de gewenste etmalen variëren tussen de 13 en 18 °C. Ondanks deze lage etmaaltemperaturen en het feit dat de teelt ook nog wordt onderbroken door een koude periode, ligt het energiegebruik jaarrond tussen de 17 en 20 m³/m². Door het grote verschil tussen dag- en nachttemperatuur ligt het piekgebruik tussen de 1 tot 1.2 m³/m²/week. Vanuit de praktijk is er vraag naar het verduurzamen en optimaliseren van de gewasgroei en gewasontwikkeling. Telers willen meer inzicht in de plantreactie en plantenfysiologische achtergronden van diverse teeltacties om de productie en kwaliteit van de teelt te verbeteren. De teelttechnische verbeteringen die zijn gerealiseerd met 'HNT' in andere teelten moeten daarom vertaald worden naar aardbei om de teelt verder te optimaliseren.

De teelt van aardbei kunnen we opdelen in verschillende fases en start al voordat het gewas in de kas wordt geplant. De planten worden opgekweekt buiten op het trayveld en hier vind ook de bloemaanleg plaats, vervolgens gaan de planten in de koeling, waarna ze in het najaar geplant worden in de kas. De potentiële productie wordt dus voor aanvang van de teelt al vastgelegd. Vanaf het moment van bloei tot de start van de oogst neemt de plantbelasting en daarmee de assimilatenvraag sterk toe tot het moment van oogsten. Hoewel we hierbij dus anders naar plantbalans kijken is de uitdaging om de piekbelasting in balans te krijgen. Een temperatuurstrategie met een hoge correlatie tussen etmaaltemperatuur en lichtsom moet hiervoor het uitgangspunt zijn. Om op dagen met een veel instraling veel assimilaten naar de vruchten te sturen, maar op donkere dagen de onderhoudsademhaling zoveel mogelijk te beperken.

In meerdere projecten van het nieuwe telen is aangetoond dat het voorkomen van uitstraling positieve effecten heeft voor het gewas. In de aardbeienteelt wordt er nog weinig gebruikt gemaakt van (energie)schermen, terwijl het effect van uitstraling bij aardbei juist de aandacht moet krijgen. De vruchten maar met name de bloemen van het gewas stralen direct uit naar het kasdek en worden niet bedekt door een bladerdek, wat bij vruchtgroenten wel het geval is. Het gewenste effect om middels een snelle afkoeling meer assimilaten naar de vruchten te sturen kan door uitstraling juist tegengesteld uitwerken: allereerst kunnen de bladeren dusdanig snel afkoelen dat er nauwelijks meer transport van assimilaten op treedt, maar ook zullen de vruchten sneller afkoelen. De sterke afkoeling in de nacht gaat daarbij samen met een snelle stijging van het RV waardoor het dauwpunt zich kort op de kastemperatuur bevindt en condensatie op zowel blad, vruchten en bloemen kan plaatsvinden. Condensatie geeft een groot risico voor meeldauw en Botrytis. In de ochtend is bij aardbei het effect van een lage verdamping goed zichtbaar omdat er vaak guttatie plaatsvindt, ook deze manier van vrijvocht kan problemen met zich meebrengen. Naast bovengenoemde problemen kan dit ook ten koste gaan van de kwaliteit van het stuifmeel, waarop juist sterk gestuurd wordt met het realiseren van een RV van 70% tijdens de bloei- en zettingsperiode.

Naast de inzet van schermen in de nacht, is het bij aardbeien onder glas belangrijk hoge temperaturen te voorkomen, dit speelt met name bij de start van de teelt en in het voorjaar. Als reactie hierop wordt dus al snel veel gelucht en om een verdere negatieve reactie van het gewas te voorkomen wordt vaak dekberging toegepast. Bij deze huidige teeltstrategie gaat veel CO₂ verloren wat ten koste kan gaan van de fotosynthese. Door het inzetten van een Harmonydoek gecombineerd met verneveling kunnen de klimaatomstandigheden beter beheerst worden waardoor de aanmaak van assimilaten op een hoger niveau gehouden kan worden.

1.1. Doelstellingen

Technische doelstellingen

Optimaliseren van het groeiklimaat in aardbei door het toepassen van de meest recente inzichten van HNT middels:

- Het voorkomen van uitstraling door het inzetten van twee schermen in de nacht (helder energiescherm in combinatie met een Harmony scherm).
- Meer isoleren op de dag met een helder energiedoek.
- Inzetten van een Harmony doek in combinatie met verneveling om op zonnige dagen vochtstress te voorkomen en de fotosynthese te optimaliseren.

Teeltdoelstelling

- De piekbelasting meer in balans krijgen door te starten met uitgangsmateriaal waarvan het bloei-patroon bekend is en middels inzet van het klimaatdoek in combinatie met verneveling in de periode dat de bloemen worden aangelegd en een lichtafhankelijke temperatuurstrategie.
- Zorgen voor een juiste plantbalans in het najaar zodat de bloemaanleg tijdig zal plaatsvinden.
- Door het inzetten van nivolatoren en voorkomen van uitstraling, vrijvocht en een hogere RV in en rondom het gewas tegen gaan, wat ten gunste komt van de zetting en de kwaliteit van het stuifmeel.
- Problemen met meeldauw, Erwinia en Botrytis voorkomen, door het voorkomen van uitstraling en daarmee condensatie en guttatie.
- De productie en kwaliteit zijn ten minste gelijk aan de praktijk.

Energiedoelstellingen

- Een besparing op energie van ten minste 40%, door het inzetten van schermen in de nacht, een helder energiescherm op de dag en het weglaten van een minimumbuis op vocht.

Leerdoelstelling

- De response van het gewas op de strategie in kaart brengen door het uitgebreid monitoren van de effecten op het gewas.

Nevendoelelstelling

- Maximaal biologisch telen voor de aanpak van ziekten en plagen.

2. Aanpak en Kasinrichting

Voor de teelt is afdeling 11 bij Delphy Improvement Centre ingericht voor de teelt van aardbeien. Er is in eerste instantie gekozen voor een gangbare doorteelt met het ras 'Elsanta'. Op basis van het bloemonderzoek is een geschikte partij uitgezocht en de plantdatum bepaald. Omdat als gevolg van tipburn het gewas aan het einde de teelt niet uniform meer was, en dus geen goed uitgangspunt voor de voorjaarsteelt, is er besloten om niet te gaan voor een doorteelt maar het gewas is geruimd en er is gekozen voor een verse voorjaarsteelt met het ras 'Sonsation'. In het rapport worden de resultaten van het verloop van de twee teelten apart beschreven.

Najaarsteelt

Ras: Elsanta
Plantdatum: 9 augustus 2017 (week 32)
Laatste oogst: 6 december 2017 (week 49)

Voorjaarsteelt

Ras: Sonsation (Flevoberry)
Plantdatum: 11 januari 2018 (week 2)
Laatste oogst: 18 mei 2018 (week 16)

De basiskasuitrusting was als volgt:

Locatie: Afdeling 11, Delphy Improvement Centre, Bleiswijk
Afdelingsgrootte: Bruto teelt opp. – 1008 m² (35 meter* 3 tralies van 9.6 meter breed)
Netto teelt opp. - 922 m² (32 meter teeltgoot voorzien van 32 substraatbakken met de lengte van 1 meter)
Poothoogte: 6.68 meter
Kasdek type: Venlo dek – tralie ligger met 2 kappen per tralie.
Glastype: Helderglas
Verwarming: Buisrail, 6 per tralie
Groebuis, gepositioneerd onder de goot.
CO₂-dosering: OCAP
Klimaatcomputer: Priva
Goten: Hangende goten, ± 1.5 meter boven de bodem
Gootafstand: 1.06 meter.
Substraat bakken: 1 meter bakken
Substraat: RHP Legro Kokos Aardbei Laag Si/E.C.
Watergift: 4 druppelaars per substraatbak (afgifte 2 liter/uur)
Flowering bulbs: Philips GreenPower LED flowering lamp

2.1. Toepassingen HNT

Schermen

In de huidige teelt van aardbeien zijn de bedrijven ingericht met geen scherm of een enkel energiescherm. Binnen de aardbeienteelt kan teeltwinst worden behaald door het inzetten van schermen voor de volgende doeleinden:

- Schermen voor energiebesparing (zowel gedurende de nacht als op de dag).
- Schermen tegen instraling.
- Schermen ter voorkoming van uitstraling.

De afdeling is uitgerust met twee schermen die kunnen worden ingezet om deze drie doeleinden te kunnen realiseren.

- **LUXOUS 1147 FR** (helder energiescherm), Is ingezet om zowel op de dag als in de nacht de isolatie van de kas te verhogen en met minder input van warmte de juiste temperatuur in de afdeling te realiseren. Daarnaast dient het scherm in de nacht in combinatie met het Harmony scherm om uitstraling te voorkomen.
- **Harmony 2315 O FR** (diffuus scherm), Is ingezet om zowel uitstraling te voorkomen en stress voor het gewas te voorkomen door het wegnemen in instraling.

Verneveling

De kas is uitgerust met verneveling om op zonnige dagen vochtstress te voorkomen. Door het inzetten van verneveling (capaciteit 0.5 L/m².uur, druppelgrootte 3 µm) blijft de energie-inhoud van de kaslucht gelijk maar wordt de vochtigheid verhoogd en de temperatuur verlaagd. Dit resulteert erin dat de huidmondjes beter open gehouden kunnen worden en het gewas op een hoger niveau kan blijven assimileren. Verneveling zorgt hierbij voor een betere balans tussen de temperatuur en vocht.

Verticale luchtbeweging

De afdeling is uitgerust met verticale ventilatoren (nivolatoren, Nivola). Omdat aardbei een laagopgaand gewas is zal warme lucht eenvoudig naar boven stijgen, het inzetten van verticale ventilatoren zorgt ervoor dat er meer klimaatgelijkheid in de afdeling gerealiseerd wordt. Daarbij hoopt zich rond het gewas vocht op, door het creëren van luchtbeweging kan het vocht rondom het gewas worden afgevoerd en kan er gestuurd worden op hogere rv setpoints, waardoor er dus ook minder vocht afgevoerd hoeft te worden. Wanneer de verwarmingsbuizen koud zijn omdat er geen warmtevraag is, zorgt verticale luchtbeweging voor minimale verdamping van het bladpakket.

3. Theoretische achtergrond

3.1. Gewasontwikkeling en temperatuur

Het grootste areaal van de glasaardbeien wordt ingevuld door de junidragers. Junidragers kenmerken zich doordat de bloemaanleg en de bloei geen continue proces zijn, maar dit in verschillende fases plaatsvindt. In een traditionele doortelt worden met één gewas, twee teelten gedraaid; een najaarsteelt en een voorjaarsteelt. In de tussenliggende vanaf de tweede helft van de najaarsteelt vind de bloemaanleg voor de voorjaarsteelt plaats. Om vroeg in het voorjaar in productie te zijn wordt er door sommige telers niet doorgeteeld maar wordt er opnieuw geplant.

De najaarsteelt is teelttechnisch gezien een grote uitdaging om dat het verloop van de teelt tegen de natuur in is. De plantbelasting neemt toe in een fase dat de lichtsom afneemt. In de voorjaarsteelt gaat de toenemende plantbelasting samen met een toenemende lichtsom, waardoor beter in balans geteeld kan worden.

De teelt van aardbei kan grofweg worden ingedeeld in 5 verschillende fases.

De eerste fase start rond half juli en vindt plaats buiten op het trayveld waar de bloemaanleg plaatsvindt, het uitgangsmateriaal waarmee de teelt begint is dus lastig te sturen omdat deze afhankelijk is van de buitencondities. Als de plant buiten is uitontwikkeld gaat deze tussen begin en half november de koeling in, waarna deze het daaropvolgende jaar uit de koeling gehaald wordt om vervolgens te worden uitgeplant in de afdeling. Om een verwachting van de oogst te geven worden bloemonderzoeken uitgevoerd die aangeven hoeveel trossen er in een plant aanwezig zijn. Voor een teelt in het najaar worden vaak in het voorjaar uitbloeiproeven gedaan om een indruk te krijgen van de spreiding en het te verwachte aantal vruchten. Op basis hiervan kan de plantdatum en plantdichtheid worden bepaald.

Eenmaal uit de koeling worden de planten begin augustus uitgeplant in de kas, waarbij er in eerste instantie wordt gefocust op de inworteling en activering van de plant, doelstelling is om de kas zo koel mogelijk te houden (12 tot 14°C) en er wordt gewerkt met een lage lichtverhoging.

Als het gewas eenmaal goed ingeworteld is moet er worden gefocust op de ontwikkeling van het blad en moet strekking van het gewas worden afgedwongen. In deze fase van de teelt wordt er gefocust op een snelle groei en ontwikkeling. Er wordt in deze gewerkt met sterke lichtverhoging en de etmaaltemperaturen zijn in deze fase van de teelt het hoogst. Om de strekking in het voorjaar te bevorderen wordt in deze fase van de teelt worden de zogenoemde 'strekkinglampen' ingezet in de nachtperiode.

De bloeifase, in deze fase van de teelt wordt er gefocust op de bloei en de zetting. De lichtverhoging neemt in deze fase iets af ten opzichte van de vorige waarin de focus lag op een snelle bladontwikkeling. Belangrijk in deze fase om gedurende de RV te verlagen naar +/- 70% om een goede bestuiving te kunnen realiseren. Wanneer er volgens voldoende vruchtbelasting is wordt er gefocust op de uitgroei van de vruchten, in deze fase van de teelt vlakt de lijn nog iets verder af en wordt er gestreefd naar een etmaaltemperatuur van $\pm 14^{\circ}\text{C}$. Dit wordt aangehouden tot het gewas uiteindelijk is leeg geoogst.

3.2. Systeembenadering

Het uitgangspunt van dit project is een systeembenadering van de teelt waarin 5 balansen centraal staan en meerdere factoren samenhangen om evenwicht te bereiken. Monitoring is een belangrijk item om de relatie te leggen tussen de plantbalansen en kasbalansen:

1. **Assimilatenbalans:** de assimilatenbalans stelt in de basis dat de aanmaak en het verbruik van assimilaten in evenwicht moeten zijn. De aanmaak wordt bepaald door de fotosynthese (Licht, CO₂, RV, LAI) en het verbruik wordt bepaald door de plantbelasting en de temperatuur. Het streven naar een goede assimilatenbalans in de teelt van junidragers vraagt om meerdere aandachtspunten waarbij onderscheidt gemaakt moet worden tussen de najaarsteelt en de voorjaarsteelt. In de najaarsteelt hebben we te maken met afnemend licht en een toenemende plantbelasting, de (buiten)temperaturen zijn relatief hoog in relatie tot de hoeveelheid licht. De voorjaarsteelt sluit beter aan bij de balans benaderen, de plantbelasting neemt toe met het toenemende licht. De temperaturen in deze periode van het jaar zijn lager waardoor de licht:temperatuur beter stuurbaar is.
2. **Waterbalans:** de waterbalans stelt het evenwicht tussen de aanvoer en afvoer van water in de plant. Als de afvoer groter is dan de aanvoer ontstaat er vochtstress, sluiten de huidmondjes en stijgt de planttemperatuur. In de teelt van aardbeien is door het grote verschil tussen de dag en de nachttemperatuur het na-ijlen van de worteltemperatuur een aandachtspunt in de teelt van aardbeien. Een te lage worteltemperatuur in relatie tot de planttemperatuur kan er mogelijk aan bijdragen dat de wateropname de verdamping niet kan bijhouden.
3. **Energiebalans van de plant:** Het evenwicht tussen aanvoer en afvoer van energie van de plant. De aanvoer en afvoer van energie kan op twee verschillende manieren plaatsvinden: via straling en convectie. Gedurende de dag ontvangt de plant hoofdzakelijk energie middels de instraling vanuit de zon (kortgolvlige straling). Een plant kan ook energie ontvangen en verliezen middels langgolvlige straling, het gevolg van temperatuurverschillen tussen twee objecten. Wanneer er geen of onvoldoende instraling is kijkt het gewas aan tegen een kouder kasdek. Het gewas verliest hierdoor energie aan het kasdek waardoor het gewas afkoelt. Door deze uitstraling neemt de gewasverdamping af, dit is in principe ongewenst omdat hierdoor het transport van calcium naar de jonge strekkende cellen van blad en vrucht te laag wordt of zelfs stopt. Daarnaast zorgt de afkoeling ervoor dat de temperatuur van de plant (en de bloemen en vruchten) dichter bij de dauwpunt temperatuur komt te liggen en er dus meer kans is op condensatie op het gewas.
4. **Vochtbalans van de kas:** de aanvoer en afvoer van vocht in de kas. De aanvoer komt hoofdzakelijk vanuit de gewasverdamping. De afvoer van vocht vindt plaats middels condensatie tegen het kasdek en de gevels en via ventilatie. Met name in het najaar kan het realiseren van de gewenste vochtbalans lastig zijn. De hoge vochtigheid buiten in combinatie met kleine temperatuurverschil binnen en buiten maakt het lastig. Luchtbeweging kan in dit soort situaties bijdragen aan een actiever groeiklimaat rondom het gewas.
5. **Energiebalans van de kas:** Evenwicht tussen aanvoer en afvoer van energie in de kas. Hierbij kunnen we onderscheidt maken in de situatie dat we te veel energie in de kas hebben en een situatie dat we te weinig energie in de kas hebben. In de eerste situatie willen we zoveel mogelijk energie afvoeren (aanvoer vanuit de zon) om de gewenste condities in de kas te realiseren. Het meest effectieve middel hiervoor is ventileren. Dit heeft echter ook gevolgen voor het vocht en de CO₂ in de kas. Het verhogen van de energie inhoud van de kaslucht kan door het verhogen van de luchtvochtig met behulp van verneveling. Hierdoor kan met een kleinere ventilatievoud dezelfde hoeveelheid energie worden afgevoerd, waardoor vocht en CO₂ op een beter niveau blijven.
De andere situatie komt met name voor in de winter en gedurende de nacht waarbij we middels de input van warmte de kas op temperatuur moeten houden. Isoleren middels het inzetten van 1 of meerdere energieschermen draagt eraan bij om het energieverlies van de kas te beperken. Door het scherm op het juiste moment te sluiten kan de opwarming die gedurende de dag wordt gerealiseerd middels zon, worden benut. De teelt van aardbei kenmerkt zich door grote verschillen tussen dag en nacht temperatuur. Het verkleinen van het verschil tussen dag en nacht temperatuur kan bijdragen aan betere energiebalans van de kas.

Hierboven staan alle balansen afzonderlijk van elkaar beschreven, uiteindelijk hangen al deze balansen met elkaar samen en moeten we op basis van deze achtergronden de interactie tussen kasklimaat en plantgedrag analyseren.

4. Najaarsteelt

4.1. Verloop van de teelt.

Het verloop van de teelt is een samenvatting van de discussie die vastgelegd is in de wekrapportages door Klaas Walraven.

Op basis van resultaten van de proefplanting en het aantal GDH (Bijlage I Proefplanting najaarsteelt.) benodigd tot start bloei is er besloten om vroeg te planten: 9 augustus 2017. Na een week worden de eerste verschijnselen van tipburn geconstateerd, waarbij er wat discussie is over de mate van guttatie in de ochtend. Een hoge worteldruk met guttatie als gevolg wordt in de teelt van aardbeien gezien als positief om de niet of nauwelijks verdampende plantonderdelen (als jong blad en bloemknop) te voorzien van vocht (en hiermee het element calcium). Door het toepassen schermen en het creëren van luchtbeweging wordt de verdamping gestimuleerd doordat de verdampende delen van het gewas actiever blijven als gevolg van een hogere bladtemperatuur. Dit wordt gezien als negatief voor het transport naar de jonge gewasonderdelen.

De daarop volgende weken wordt duidelijk dat de tipburn toch wel behoorlijk heeft huisgehouden in het gewas. Het bladoppervlakte in de eerste fase van de teelt valt hierdoor tegen en ook de meeldraden tonen onvoldoende. Bij de planten met veel tipburn is dit meer uitgesproken. De planten aan de zonkant vertonen meer tipburn dan de schaduwkant. De mate van tipburn is tussen de planten erg wisselend, dit zorgt ervoor dat de variatie tussen de planten hierdoor ook sterk is toegenomen. De tipburn werkt ook door op de eerste tros, deze wordt beoordeeld als matig van kwaliteit wat tot uiting komt in misvorming van vruchten en het gewicht van de eerste vruchten is tegenvallend.

Vanaf het moment van bloei is er herstel te zien in het gewas, het nieuwe blad wordt beoordeeld als fris. In week 39 worden de eerste vruchten geoogst, doordat op veel trossen de eerste 3 tot 5 vruchten ontbreken als gevolg van tipburn valt de maat van de vruchten tegen. Hoewel er herstel in het gewas is te zien valt de zetting op de natakken toch tegen. Mogelijk dat het klimaat hier te vochtig is geweest.

Vanaf half oktober toont de uitgroei van de vruchten wel maximaal. De bloei is vlot verlopen, op de uitgroeiende neuzen na. Het aantal trossen valt tegen. De zetting op de late natakken is matig, maar dit is een beeld wat in de praktijk ook zichtbaar is. Opvallend is ontwikkeling van het blad en de LAI, het gewas toont gemiddeld meer bladeren en een hogere LAI ten opzichte van de praktijk. Een aandachtspunt is de verdeling van de assimilaten in combinatie met het gebruik van het scherm en de buis. Begin november wordt daarom ook besloten om het blad te verwijderen en de LAI terug te brengen naar 2.5 tot 3.0. Als gevolg hiervan toont het gewas mooi open, maar er is wel veel variatie tussen de planten aanwezig.

Richting het einde van de teelt is kwaliteit van de vruchten goed. De mate van hergroei is tussen de planten erg wisselend: Net hergroeiend 0.5 hartblad tot zeer sterke neuzen die al zijneuzen aan het vormen zijn. En de planten die variëren tussen de 0 en 5 neuzen. Om richting het voorjaar een goede proef weg te zetten is de variatie te groot en wordt er besloten om in het voorjaar vers te planten. De strategie voor overwintering is hiermee vervallen.

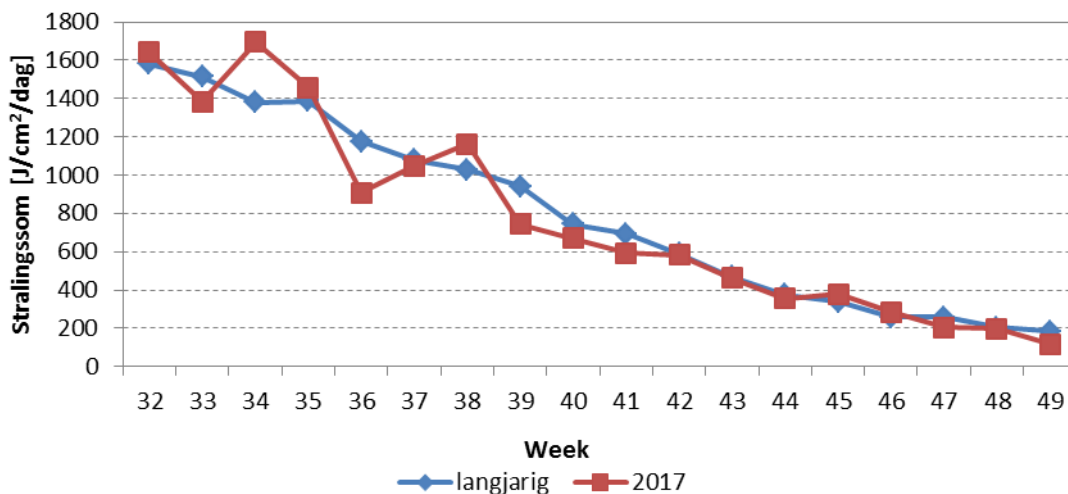
Gedurende de najaarsteelt is de gewasgezondheid ondanks de vele schermuren, het hogere vocht en het weglaten van de minimum buis goed geweest. Schimmeldruk is er niet geweest. Wat betreft plagen is met name luis richting het einde van de teelt aanwezig geweest.

4.1.1. Tipburn

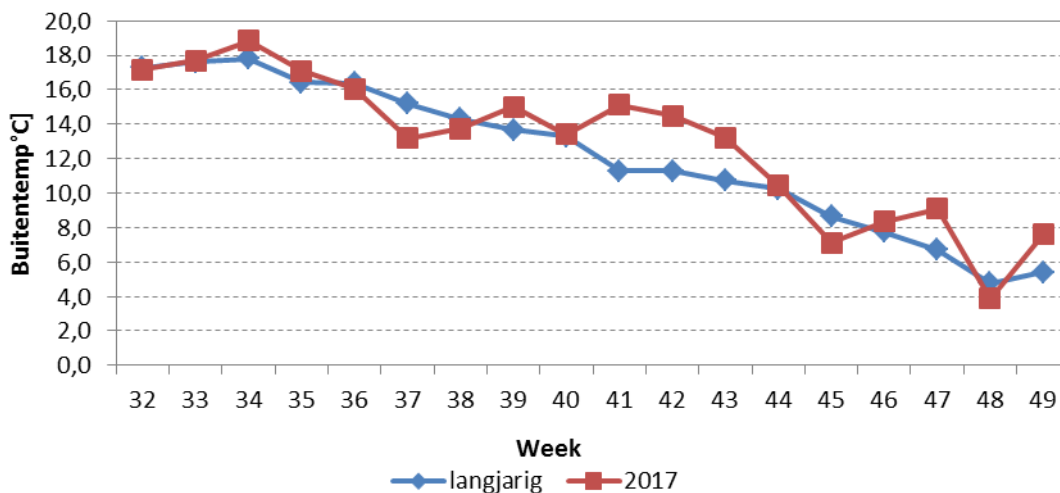
Zoals beschreven in '4.1 verloop van de teelt' werd al vroeg in de teelt tipburn geconstateerd. Het ontstaan van Tipburn vroeg in de teelt kunnen we echter niet relateren aan de uitgangspunten van de teeltstrategie, maar heeft wel veel invloed gehad op het resultaat van de teelt. Tipburn ontstond al in de eerste week na planten. Er is nog steeds geen eenduidige verklaring onder welke omstandigheden tipburn in het gewas komt, maar in de proef wordt het gerelateerd aan de wortelontwikkeling en wateropname in de eerste weken van de teelt. Tipburn zorgt voor minder bladoppervlakte en hier dus een lagere aanmaak van assimilaten. Daarnaast is dit ook een teken dat het transport van water en voeding onvoldoende naar de niet-verdampende delen gaat. Dit resulteert in kleinere vruchten en ook werd er zetting gemist. Ook ontstaat er op dit moment een onbalans in de plant. Tipburn heeft hierbij dus impact op het uiteindelijke teeltresultaat waardoor de resultaten ten opzichte van de principes die in de teelt zijn toegepast lastig te interpreteren zijn. Tipburn heeft onder andere invloed op de ontwikkeling van de LAI, wat hiermee ook van invloed is op de fotosynthese en de aanmaak van assimilaten. Met name de eerste vruchten, die normaalgesproken onderscheidend zijn wegens hun grofheid ontbraken hierdoor en de maat van de eerste vruchten was kleiner.

4.2. KasKlimaat en Meteo

In dit hoofdstuk wordt ingegaan op het gerealiseerde kasklimaat in de afdeling. Om de resultaten goed te kunnen interpreteren is het belangrijk om de buitenomstandigheden van het jaar waar in de teelt is uitgevoerd mee te nemen en te relateren aan het langjarig gemiddelde. De najaarsteelt is uitgevoerd in de periode van week 32 2017 t/m week 49 2017. Figuur 4.1 en Figuur 4.2 tonen respectievelijk de gerealiseerde stralingssom en buitentemperatuur ten opzichte van het gemiddelde van de afgelopen 10 jaar. Opvallend hierin is dat in de periode van week 39 t/m week 41 de gemiddelde stralingssom per dag gemiddeld 125 Joules/cm²/dag lager was dan gemiddeld. Deze periode is echter gelijk aan de fase dat het gewas de hoogste plantbelasting realiseert. Een tekort aan licht in deze periode is belangrijk om de potentiële productie te kunnen realiseren. Week 40 t/m 43 was opvallend vanwege de hoge etmaal temperaturen.



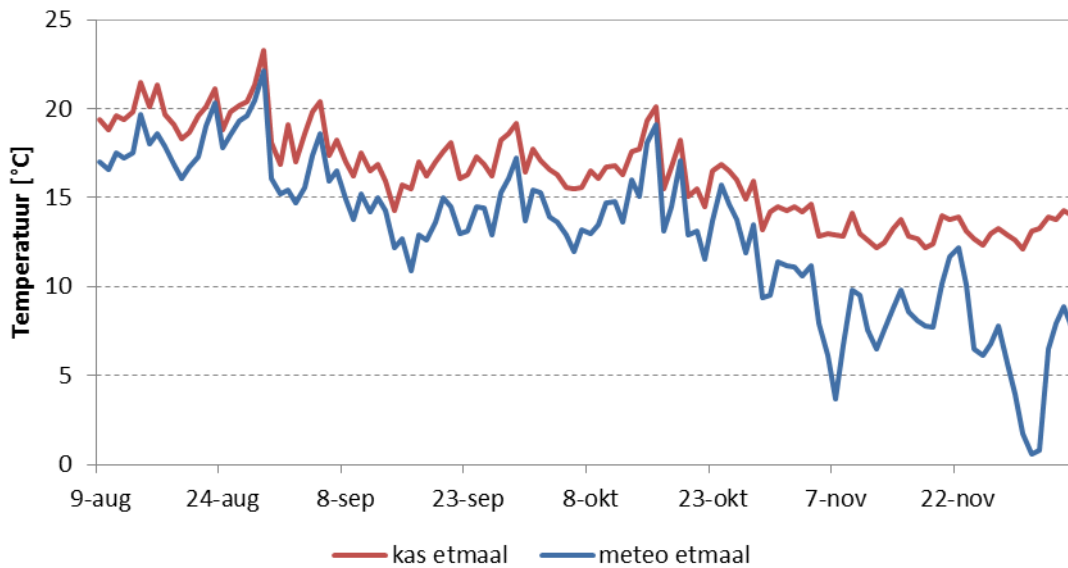
Figuur 4.1. Gerealiseerde stralingssom tijdens de najaarsteelt gemiddeld per dag ten opzichte van het gemiddelde van de afgelopen 10- jaar.



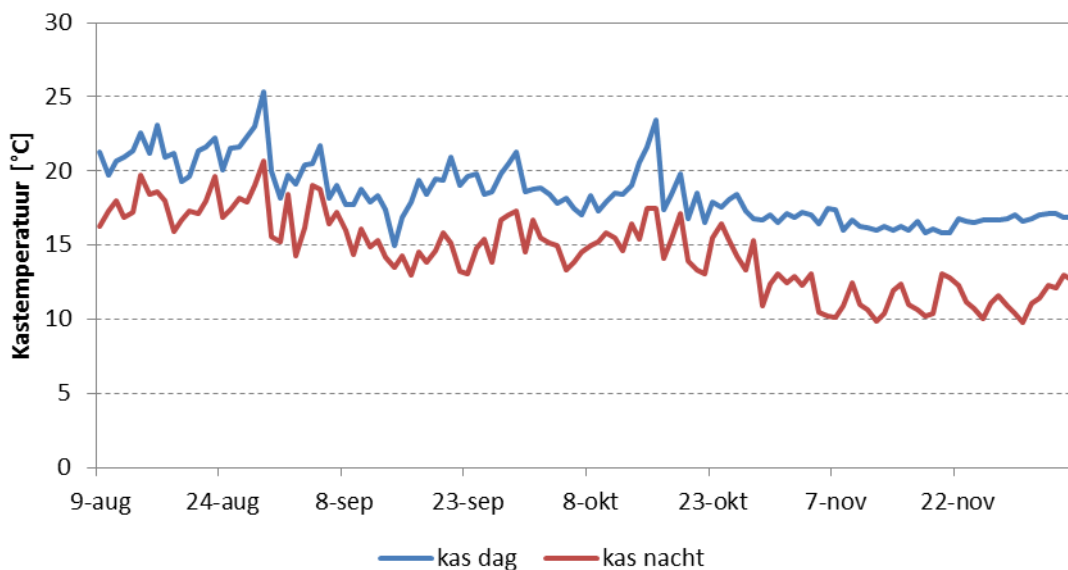
Figuur 4.2. Gerealiseerde buitentemperatuur tijdens de najaarsteelt gemiddeld per week ten opzichte van het gemiddelde van de afgelopen 10- jaar.

Omdat aardbei een relatief koude teelt is, en het najaar zich kenmerkt door weinig licht met relatief hoge temperaturen is de sturing van het kasklimaat beperkt (Figuur 4.3). Het gerealiseerde kasklimaat is hierbij erg afhankelijk van de buitencondities en pas vanaf eind oktober is te zien dat de verschillen tussen de kastemperatuur en de buitentemperatuur groter worden en er meer sturingsmogelijkheden zijn. Figuur 4.4 toont het verschil tussen de dag en de nachttemperatuur in de kas. De verschillen tussen de dag en nacht temperatuur zijn tot eind oktober erg klein, pas

vanaf eind oktober kan er een groter verschil tussen de dag en nacht temperatuur gerealiseerd worden als gevolg van de afnemende buitentemperaturen.

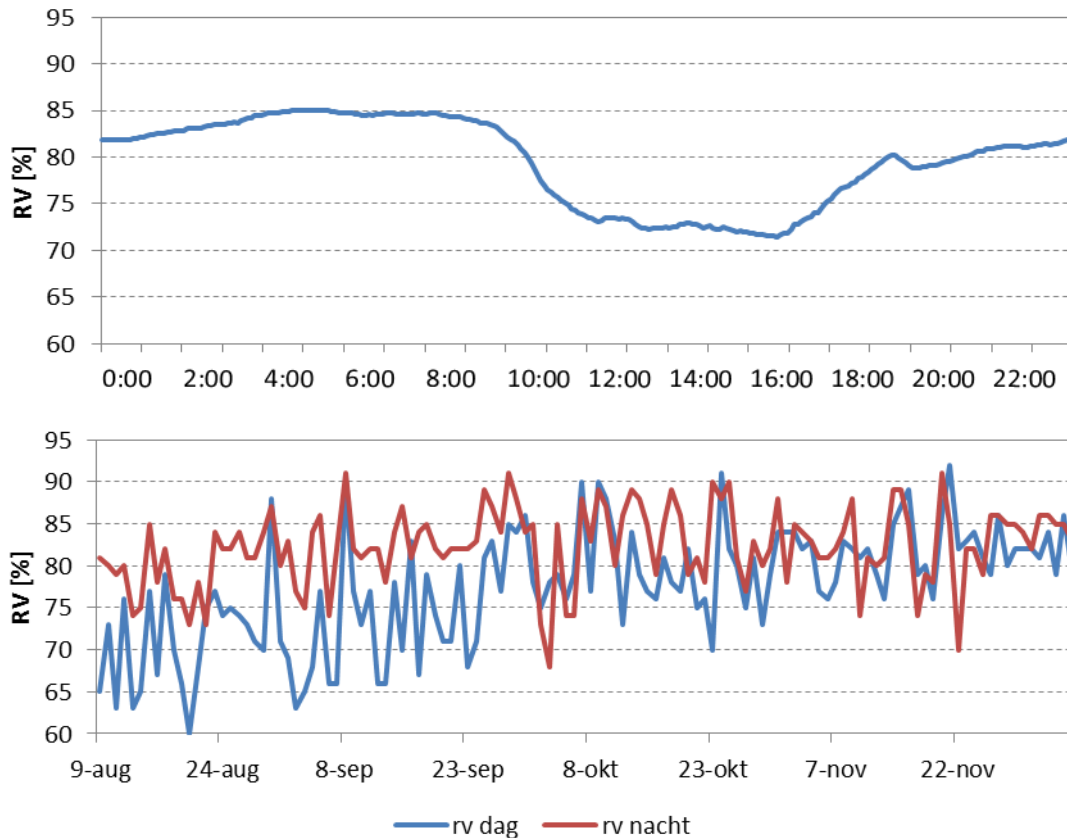


Figuur 4.3. etmaal temperatuur gerealiseerd in de kas en buiten.



Figuur 4.4. Gemiddelde dag en nacht temperatuur gedurende de najaarsteelt.

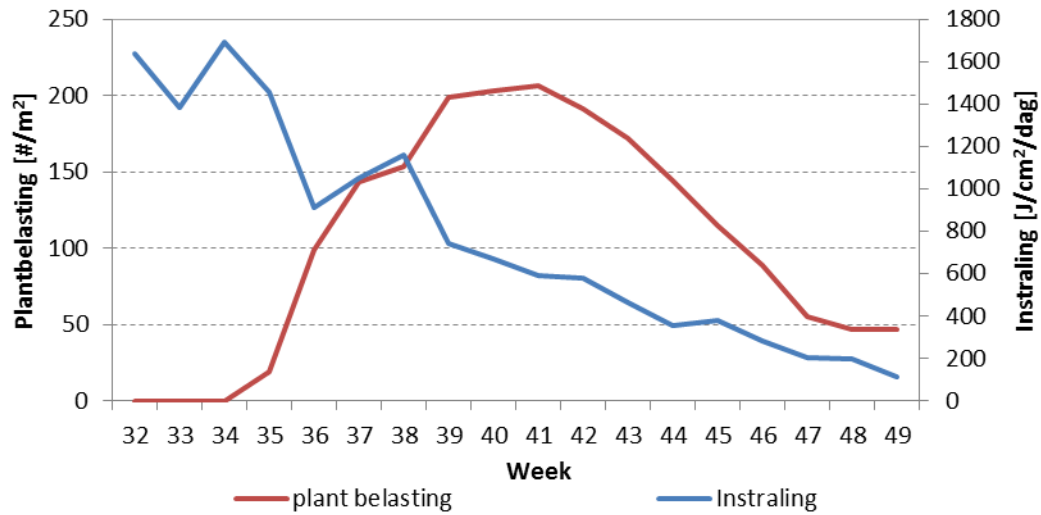
De sturing van de RV is met name in de bloeifase van de teelt belangrijk. Er wordt in praktijk gestreefd naar de RV van rond de 70% op de dag om een goede bestuiving te kunnen realiseren. In de nacht wordt het vocht opgebouwd om voldoende worteldruk te kunnen opbouwen en hiermee o.a. het transport van calcium naar de niet verdampende delen van het gewas te bevorderen. De te accepteren RV tijdens de bloeiperiode is in deze teelt verhoogd naar 75%, omdat het voorkomen van uitstraling en het toepassen van luchtbeweging zal moeten resulteren in minder vocht in de directe omgeving van de plant. Figuur 4.5 toont het verloop van de RV gedurende het etmaal gedurende de bloeifase (week 35 t/m week 42).



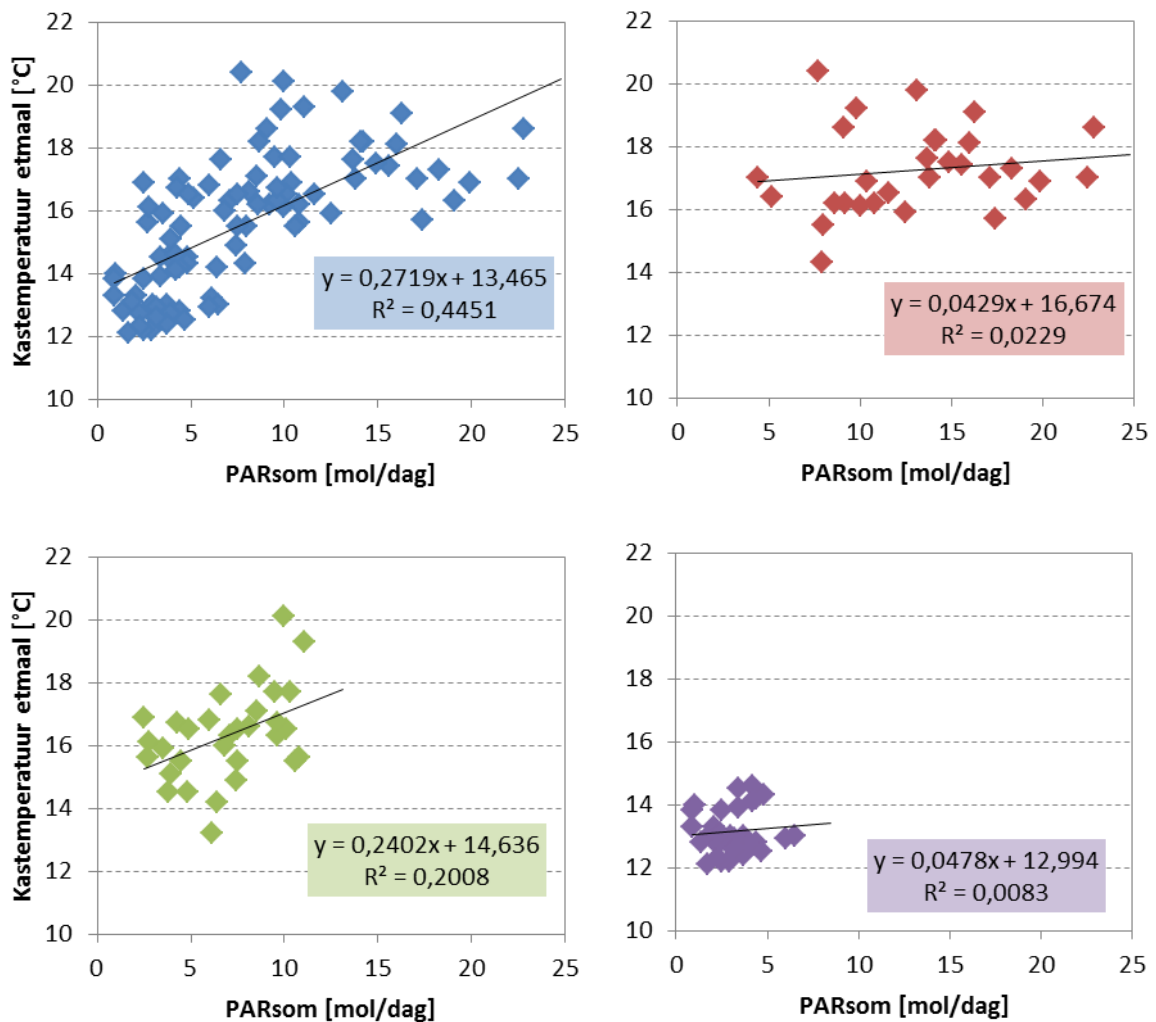
Figuur 4.5 Verloop van de RV gedurende het etmaal tijdens de bloeifase: week 35 t/m week 42 (boven), en de gemiddelde RV gedurende de dag en de nacht gedurende de najaarsteelt (onder).

4.3. Licht : temperatuur en assimilatenbalans

De najaarsteelt is een teelt waarin het creëren van balans een uitdaging is. Allereerst wordt er geteeld met een sterk toenemende plantbelasting die samengaat met afnemend licht (Figuur 4.6). Er wordt hier dus een situatie gecreëerd waarbij de vraag naar assimilaten groter is dan de aanmaak van assimilaten. De buitenomstandigheden in deze periode werken daarnaast niet mee bij het realiseren van de juiste verhouding tussen temperatuur en licht. Een dag met weinig licht gaat in de regel samen met hoge buitentemperaturen en weinig afkoeling in de nacht. Bij weinig licht is hierdoor de etmaal temperatuur al snel te hoog en hiermee dus ook het verbruik van assimilaten. Figuur 4.7 toont de relatie tussen licht en temperatuur in de periode tussen 1 september en 1 december. Als we de verhouding tussen licht en temperatuur van de gehele periode tegen elkaar uitzetten, toont de relatie is tussen de PARsom (gemeten op gewasniveau) en de gerealiseerde etmaaltemperatuur in de kas nog redelijk. Wanneer we vervolgens de gegevens per maand bekijken dan is te zien dat er alleen in de maand oktober enige stuurbaarheid is geweest in de etmaal temperatuur ten opzichte van het licht. In september is het probleem dat er bij weinig licht te hoge buitentemperaturen zijn waardoor de etmaal te hoog uitvalt. In november is er erg weinig licht en is er weinig dynamiek in de etmaal. De gedefinieerde lichtverhoging in deze fase van de teelt is ook erg laag om de gewenste vruchtkwaliteit te kunnen realiseren: +1°C per 1000 Joules. Dit betekent dat de lichtverhoging maximaal 0.5 °C is ten opzichte van de basistemperatuur van 13°C. Afgezien van de onbalans die bij de start van de teelt is ontstaan, hebben de buitenomstandigheden het niet mogelijk gemaakt om met een constante Temperatuur-lichtverhouding meer spreiding en een betere plantbalans te creëren.



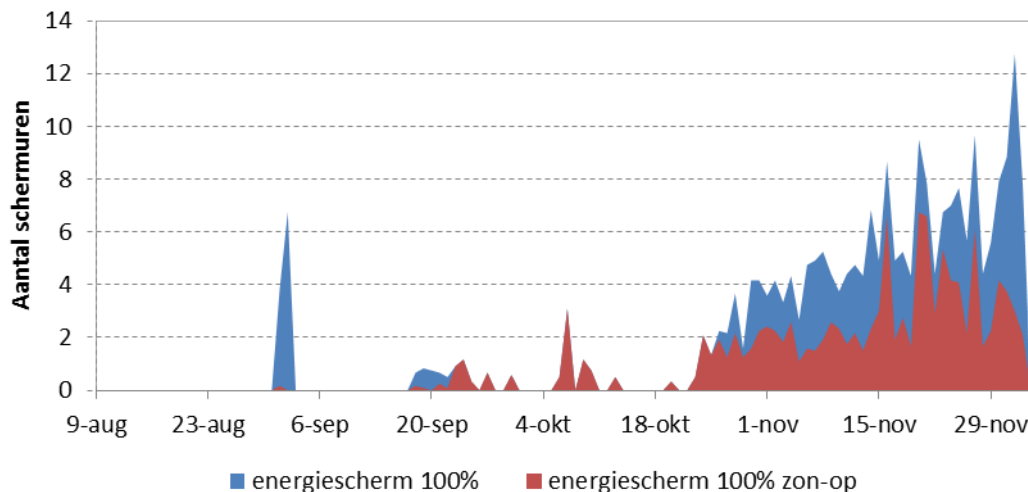
Figuur 4.6. Verloop van de plantbelasting, weergegeven als #gezette vruchten gedurende de teelt in relatie tot de lichtsom.



Figuur 4.7. Licht temperatuur verhouding gedurende de najaarsteelt (links boven), in september (rechts boven), in oktober (links onder) en in november (rechts onder).

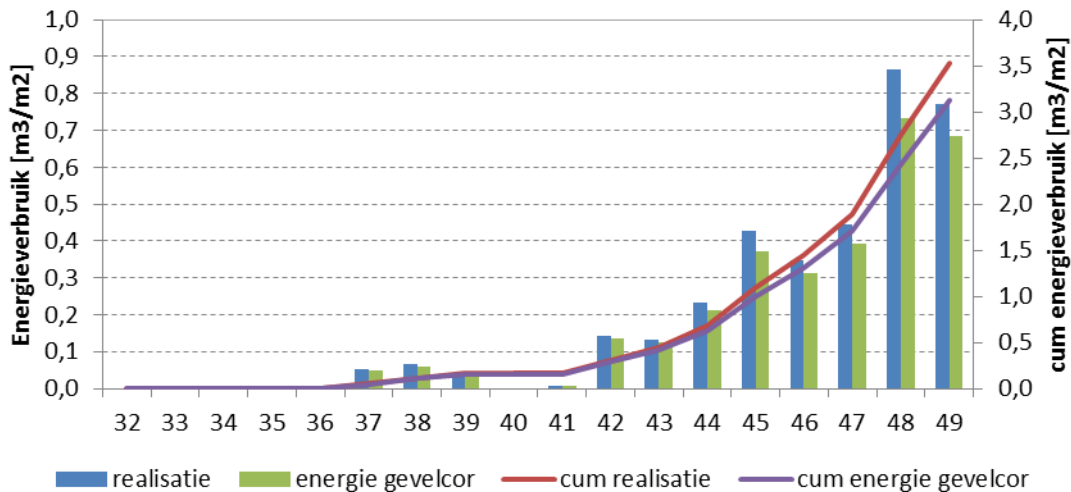
4.4. Scherm- en energieverbruik

In de eerste 2 maanden van de teelt is het energiescherm minimaal ingezet met als uitgangspunt de isolatiewaarde te verhogen en de input voor warmte te verlagen. Vanaf september werden de nachttemperaturen lager en werd het energiescherm hoofdzakelijk benut aan het begin van de dag. Het dichtlopen van het energiescherm werd hierbij geregeld op basis van het verschil tussen de verwarmingstemperatuur en de kasttemperatuur. Wanneer het verschil tussen de kas en verwarmingstemperatuur kleiner werd dan 1°C sloot het energiescherm voor 100%. Vanaf eind oktober werd het schermgebruik steeds intensiever omdat het verschil tussen de kasttemperatuur en de buitentemperatuur toenam. Het energiescherm mocht openen bij een instraling > 100 W/m². In de fase dat er bloei was opende het scherm wel altijd structureel vanaf 10:00 uur gedurende een periode van 4 uur. In de fase dat er geen bloei meer was, maar er alleen werd gefocust op de uitgroei en afrijping van de vruchten mocht het scherm ten alle tijden sluiten op basis van instraling. In totaal is er in de najaarsteelt gedurende 246 uur geschermd om de warmtevraag te reduceren (energiescherm 100% gesloten), hiervan was 125 uur gedurende de dag (periode met instraling) (Figuur 4.8).



Figuur 4.8. Het aantal uren dat het scherm per etmaal gesloten is (blauw) en het aantal uren daarvan dat het scherm 100% gesloten was gedurende zon-op (rood).

Voorafgaand aan het project was er een energieprognose gemaakt die moest resulteren in een energiebesparing van 40% ten opzichte van de praktijk. Hierbij zijn we uitgegaan van het gemiddelde gebruik van afgelopen jaren in een doorteelt. Het gebruik hier ligt tussen de 17 en 20 m³/m². In de doorteelt moest de besparing komen van het niet inzetten van de minimum buis, omdat de warmtevraag in deze periode erg laag was. Later in de teelt was er meer energie nodig, waardoor het besparen door het inzetten van het energiescherm zowel in de nacht als gedurende de dag het energiegebruik moet terugdringen. Figuur 4.9 toont het gebruik dat gerealiseerd is in de najaarsteelt. Omdat er geen doorteelt is geweest is het energiegebruik weergegeven tot en met de laatste oogstweek. Het gebruik dat daadwerkelijk in de afdeling is gegaan bedroeg 3.53 m³/m². Omdat in de afdeling de verhouding tussen gevel en teeltoppervlakte groter is dan de praktijk en hiermee het energieverlies via de gevel ook hoger is hebben we het gebruik vertaald naar een praktijksituatie. Er is hierbij alleen gecorrigeerd voor de gevel aan de noordkant van de afdeling. Na correctie komt het gebruik uit op 3.12 m³/m², dit is in lijn met de beoogde besparing die was geprognostiseerd op 3.25 m³/m². Het niet inzetten van de minimumbuis in combinatie met schermen heeft het energieverbruik dus volgens verwachting gereduceerd.



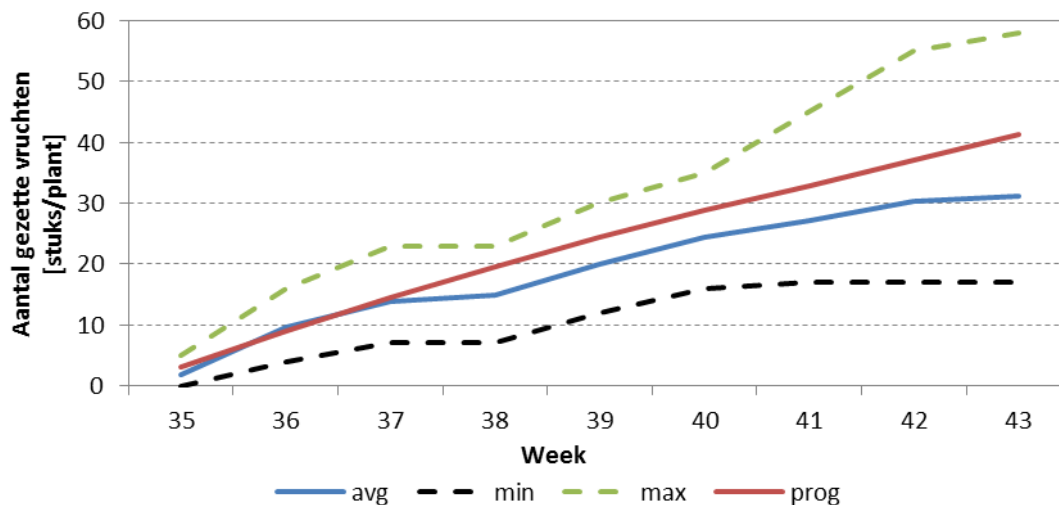
Figuur 4.9. Energiegebruik gedurende de najaarsteelt per week en cumulatief. In de grafiek is de gerealiseerde en de gecorrigeerde waarde weergegeven. De gerealiseerde is het gebruik dat daadwerkelijk in de afdeling is gemeten, de gecorrigeerde waarde is gecorrigeerd voor het verlies via de buitengevel, op basis van het verschil tussen het teeltoppervlakte en het geveloppervlak.

4.5. Gewasontwikkeling

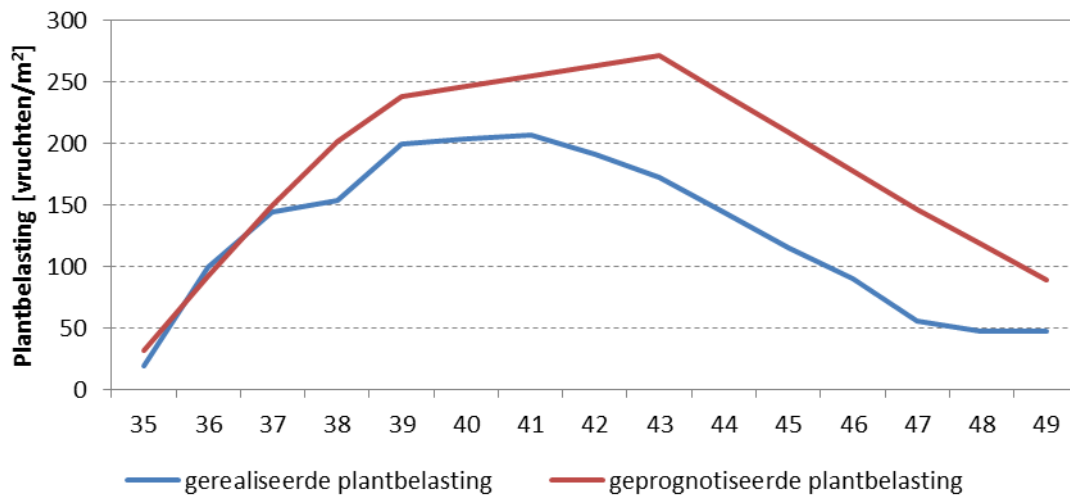
4.5.1. Vrucht en bladontwikkeling

In het voorjaar van 2017 is van de partij Elsanta een proefplanting uitgezet om de potentie van de partij te bepalen aan de hand van het aantal groeigraaduren. Het gemiddeld aantal vruchten van de proefplanten kwam uit op 41.4 vruchten per plant, met de gehanteerde plantdichtheid in de proef (10.3 planten/m²) kwam dit op ongeveer 425 vruchten/m². Op basis van een gemiddeld vruchtgewicht van 12.5 gram over de gehele teelt zou hierbij een productie van 5.3 kg/m² mogelijk moeten zijn.

In Figuur 4.10 is het totaal aantal gezette vruchten per plant weergegeven. Hierin is te zien dat het aantal gezette vruchten een stuk lager is dan volgens de proefplanting gerealiseerd had kunnen worden. Een belangrijke factor hierin is de tipburn (zie 4.1.1 Tipburn). Waardoor er minder zetting was en dit resulteerde ook in een grote variatie tussen de planten. Dit komt ook terug in het verloop van de plantbelasting (Figuur 4.11) die ook lager is dan vooraf was geprognostiseerd.

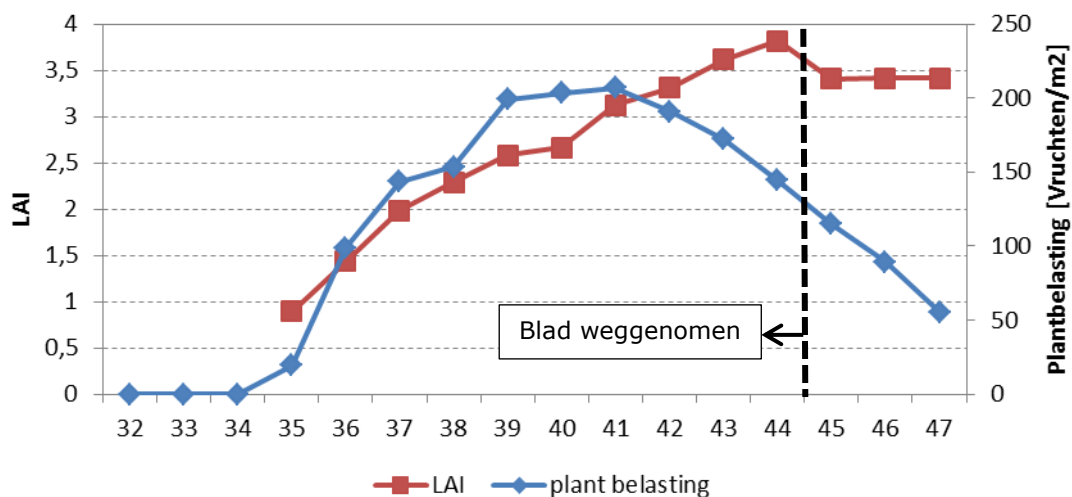


Figuur 4.10. Verloop van het aantal gezette vruchten gedurende de najaarsteelt. Omdat de variatie groot was zijn de minimale en maximale aantal vruchten per plant weergegeven. De gerealiseerde waardes zijn uitgezet tegen de prognose gebaseerd op de proefplanting.



Figuur 4.11. De gerealiseerde plantbelasting (# gezette vruchten) ten opzichte van de geprognoteerde plantbelasting.

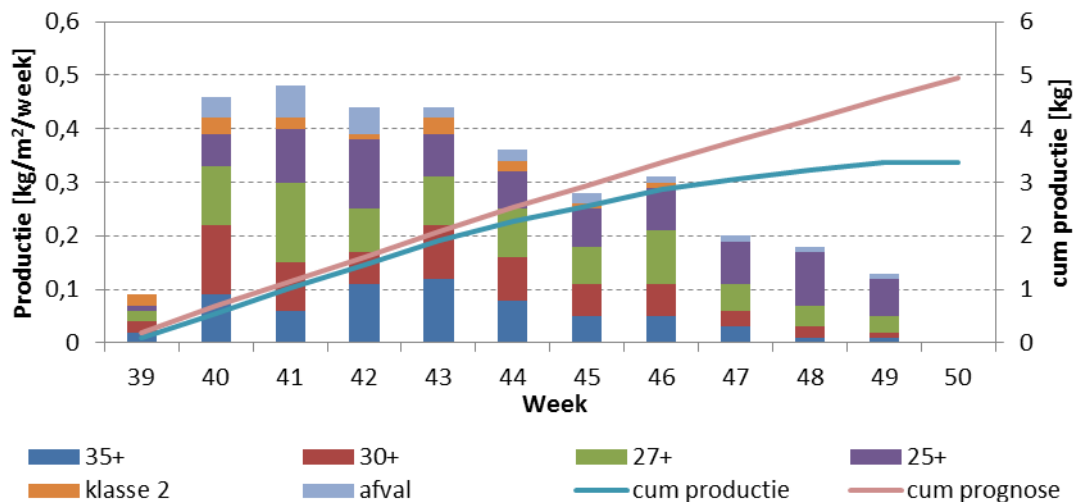
De ontwikkeling van het gewas zelf werd gedurende de teelt als goed beoordeeld. De hoeveelheid blad op het gewas werd zelfs als veel beoordeeld. Figuur 4.12 toont het verloop van LAI ten opzichte van de plantbelasting, waarbij is te zien dat de LAI continue een sterke ontwikkeling laat zien, waarbij de toename van de LAI sterker is dan in de praktijkreferentie.



Figuur 4.12. Ontwikkeling van de LAI ten opzichte van de plantbelasting gedurende de najaarsteelt.

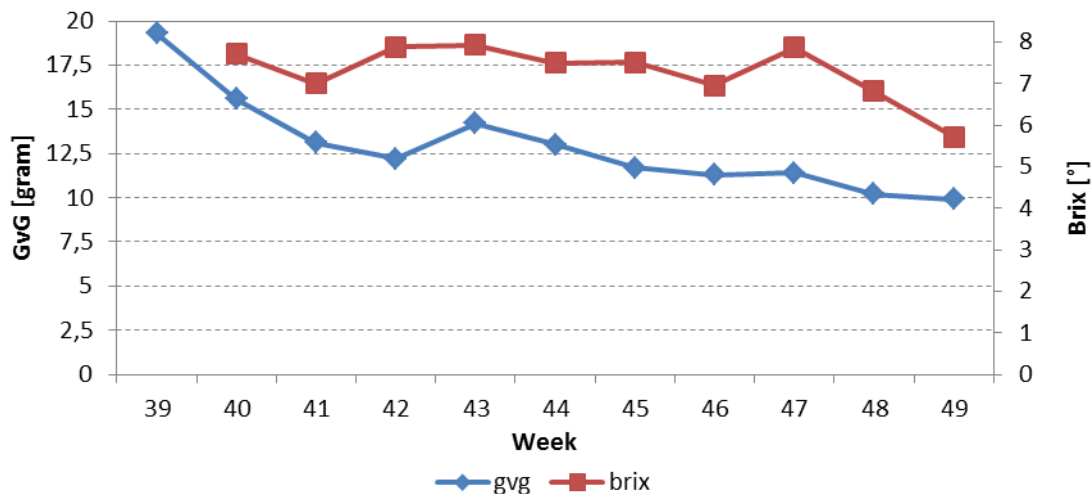
4.6. Productie en kwaliteit

Het achterblijven van het aantal gezette vruchten komt ook tot uiting in de productie. Figuur 4.13 toont het verloop van de productie gedurende de teelt. Opvallend is dat in het begin van de teelt het aandeel vruchten in de maatvoering 35+ relatief laag is. De totale productie komt uit op 3.1 kg/m² (afval 0.2 kg/m² is hierin niet meegenomen). Dit is behoorlijk lager dan volgens de proefplanting haalbaar had moeten zijn. Het aantal trossen dat was geteld in de proefplanting is in de teelt niet tot uiting gekomen maar bleef hangen op 2.4 trossen/plant, waar 3.3 trossen waren geteld in de proefplanting.



Figuur 4.13. Productie per sortering en cumulatief. De prognose op basis van de proefplanting is ook weergegeven.

Het vruchtgewicht is in het begin van de teelt aan de lage kant geweest, het gemiddelde vruchtgewicht van november is vervolgens vergelijkbaar aan de praktijk. De brix waarden tonen een verloop zoals we deze gewend zijn in de najaarsteelt. Met een gemiddelde brix waarde > 7° zijn de brix waarden goed, de afname aan het einde van de teelt is het resultaat van het afnemende buitenlicht en een afnemende aanmaak aan assimilaten.



Figuur 4.14. Gemiddelde vruchtgewicht en brix gedurende de teelt.

4.7. Praktijkreferentie

De teeltmaatregelen die genomen zijn alleen van waarde als de teeltresultaten ten minste net zo goed zijn als in de praktijk. Omdat het teeltresultaat in de aardbei voor een groot gedeelte wordt bepaald door het uitgangsmateriaal is er gedurende de teelt een vergelijk aangehouden met een praktijkbedrijf waar dezelfde partij was geplant. In het vergelijk is zowel gekeken naar het verschil in teeltstrategie als het verschil in teeltresultaat. De resultaten hiervan zijn uitgebreid beschreven in het rapport 'Vergelijking het nieuwe telen met de gangbare aardbeienteelt' (v. Doorn, 2018). De belangrijkste punten die naar voren kwamen was dat verschillen in strategie met name zaten in de wijze van de inzet van de schermen (Hierbij moet opgemerkt worden dat de praktijkreferentie een bedrijf is dat al relatief veel schermuren maakt ten opzichte van de gemiddelde praktijk), en de inzet van de minimum buis. Ten opzichte van de praktijkreferentie was het energiegebruik ruim 50% lager en het totaal aantal schermuren ruim 50% hoger. De praktijkreferentie had alleen de beschikking over een enkel helder energiescherm.

De vooraf geprognoseerde productie is in beide teelten niet gerealiseerd. Bij het Improvement Centre werd wel minder geoogst ten opzichte van de referentie 3.1 kg/m^2 ten opzichte van 3.7 kg/m^2 (Klasse I productie). Als we kijken naar het verschil dan is het verschil met name gemaakt in de eerste weken van de oogst, dit kan te verklaren zijn aan de tipburn. Het vruchtgewicht in deze fase van de teelt is ook lager. Het praktijkbedrijf heeft later in de teelt last gehad van meeldauw, waardoor de potentie mogelijk wel hoger lag. In beide teelten kwam echter de potentie van 3.3 trossen/m^2 er niet uit, maar die bleef steken op 2.4 trossen bij het Improvement Centre en 2.5 trossen bij de referentie. Een opvallend verschil tussen beide bedrijven was wel het verschil in uitgroeiduur. De vruchten bij het Improvement Centre hadden gemiddeld 1000 GDH meer nodig van bloem tot oogstbare vrucht. Dit wel een belangrijke constatering. Als oorzaak hiervan kunnen we niet aan 1 factor toeschrijven. Als we kijken naar de verschil in strategie dan is met name het weglaten van de minimumbuis een factor die hierin kan meespelen. Verder is het verschil dat in de fase waarin de vruchten uitgroeiden de lichtsommen bij de praktijkreferentie hoger waren en het verschil tussen de dag en nacht temperatuur groter waren. In Bleiswijk waren de nachten warmer, waardoor op de dag de temperatuur ook niet te hoog kon oplopen om het gewenste etmaal te realiseren. De gemiddelde brix van de vruchten was op het Improvement Centre iets lager, maar de waardes waren hierbij wel $>7^\circ \text{ brix}$, wat wordt gezien als de ondergrens. De vruchten van beide teelten hadden een vergelijkbare houdbaarheid.

4.8. Conclusies najaarsteelt

Op basis van het verloop van de teelt kunnen in de najaarsteelt de volgende conclusies trekken:

1. De gewasgezondheid was tijdens de teelt goed. Dit laat zien dat het mogelijk is om met lage energie input (40% besparing gerealiseerd) in combinatie met luchtbeweging en schermen (zowel tegen uitstraling al voor isolatie) een gezond gewas kunt telen.
2. Het telen met een vaste licht:temp in de najaarsteelt om te komen te spreiding in de bloei en bloemaanleg is lastig, omdat tot eind oktober de buitentemperatuur vaak hoger is dan de gewenste kastemperatuur. Pas vanaf eind oktober kon de gewenste kastemperatuur (en dan met name de nachttemperatuur) gerealiseerd worden.
3. De vooraf geprognostiseerde productie is niet gerealiseerd, belangrijke oorzaken hierin zijn:
 - Het ontstaan van tipburn voor in de teelt. Hierdoor wordt het lastig om het effect op de plantontwikkeling en plantbalans te interpreteren van schermen, het weglaten van de minimum buis in combinatie met verticale luchtbeweging, het verlagen van uitstraling en het sturen van plantbalans met de Temp/Licht verhouding etc.
 - Het aantal trossen bleef achter ten opzichte van de proefplanting, zowel in de teelt als bij de praktijkreferentie.
4. De uitgroeiduur in de proef was lager dan op het referentiebedrijf. De achterliggende oorzaak zou hierbij kunnen liggen in:
 - Inzet van de (groei)buizen en vruchttemperatuur?
 - Inzet van schermen in nacht en minder afkoeling door uitstraling en vruchttemperatuur?
 - Inzet van schermen overdag en lagere vruchttemperatuur door minder opwarming door straling?
 - Inzet van verticale ventilatoren, luchtbeweging op convectieve koeling of verwarming?

5. Voorjaarsteelt

5.1. Verloop van de voorjaarsteelt

Het verloop van de teelt is een samenvatting van de discussie die is vastgelegd in de weekrapportages door Klaas Walraven.

Op 11 januari 2018 is het ras Sonsation geplant voor de voorjaarsteelt. Het plantmateriaal had op basis van berekening rond de 1400 koude uren gehad. Sonsation is een relatief nieuw ras waardoor nog niet alles bekend is, maar er wordt gesteld dat dit ongeveer gelijk is aan Sonata waarbij 1400 koude uren voldoende moet zijn. De eerste twee weken is de etmaal laag gehouden tussen 10.5 °C en 12.5°C met een beperkte lichtverhoging. De eerste weken lag de focus op de inworteling waarbij is besloten om groeibuis in de fase van de teelt met minimum van 35°C gedurende dag periode erin te zetten. Ondanks deze actie gaat de inworteling van het gewas wat langzaam. Mogelijk oorzaak die hier later aan wordt toegeschreven was het ontbreken van fosfaat in de voeding.

Vanaf een week na planten zijn de strekkingslampen aangezet in de periode van 1 uur voor zon- onder tot 1 uur na zon-op. De lampen zijn uitgegaan op 28 februari, dit had mogelijk iets eerder gekund omdat het blad wat slungelig toont, op de trossen en vruchten wordt echter geen effect waargenomen.

Ook in maart is de constatering nog dat de inworteling tegenvallend is, en de wortels erg fijn zijn. Ook wordt er veel variatie tussen de planten geconstateerd van planten met 2 tot 3 trossen tot planten met 7 trossen. Wel is er voldoende spreiding in het gewas en ook per plant wisselt dit. Vruchtvorm van de eerste hele vroege bloemen is slecht, maar de zetting daarna is goed. De groei op het gewas is goed, misschien wel te goed wanneer we naar de ontwikkeling van de vruchten kijken. (Bijlage II Bloemonderzoek voorjaarsteelt Sonsation)

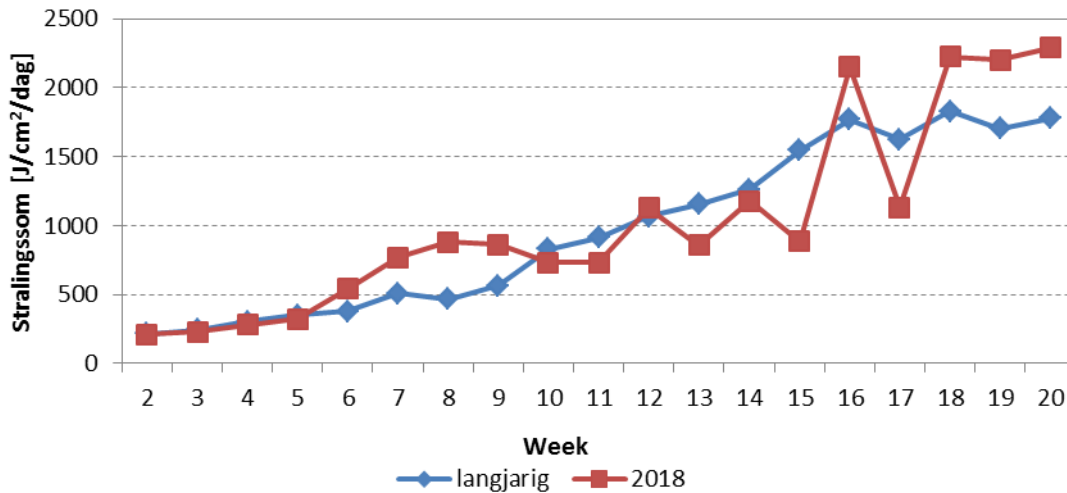
De eerste vruchten zijn vrij grof en aantal stuks op een tros valt niet tegen. Wel is te zien dat de uitgroei verder op de trossen stagneert en dat er afstoting is op de puntbloemen. De doorkleuring van de vruchten toont in deze fase van de teelt ook wat ongelijkmatig. In de laatste weken van de teelt toont de uitgroei van de vruchten maximaal en wordt de kwaliteit van de vruchten als goed beoordeeld.



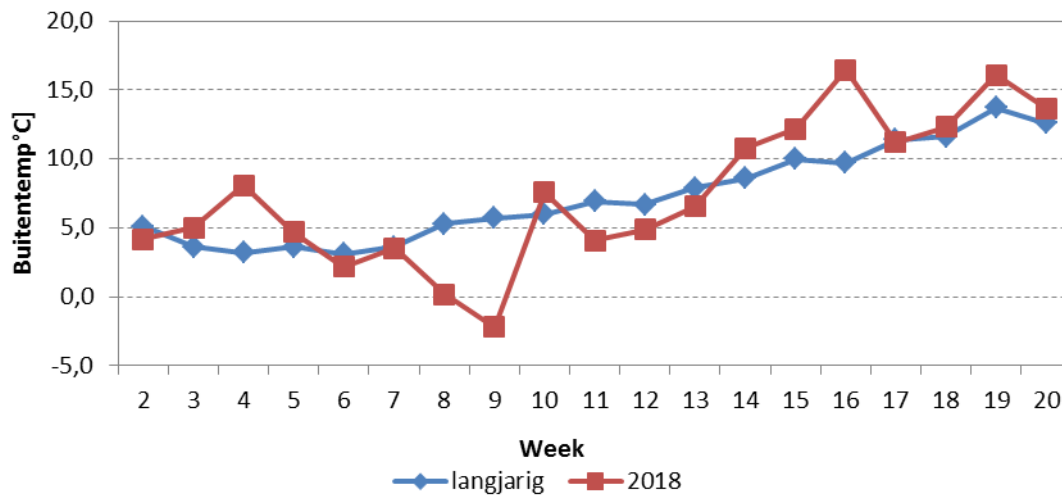
Figuur 5.1. Afstoting was waarneembaar op de puntbloemen, in de periode vanaf half april, ondanks nog veel groei op het gewas (links). De uitgroei van vruchten toont in deze fase van de teelt wel maximaal, kroontje komt mooi omhoog en vruchten zijn grof (rechts).

5.2. Kasklimaat en meteo

Figuur 5.2 en Figuur 5.3 tonen de gerealiseerde stralingsom en buitentemperatuur gemiddeld per week. Opvallend is dat de periode van week 7 t/m week 9 erg lichtrijk was, maar ook koud ten opzichte van het langjarig gemiddelde. Verder valt op dat de buitentemperatuur vanaf week 14 boven het langjarig gemiddelde komt. In deze fase van de teelt wordt er hoofdzakelijk gestuurd op de uitgroei van de vruchten. De laatste drie weken van de teelt is de lichtsom ruim boven het langjarig gemiddelde. In deze fase van de teelt is de plantbelasting echter al sterk afgenomen, waardoor het extra licht in deze fase niet meer relevant is voor het verhogen van de productie.



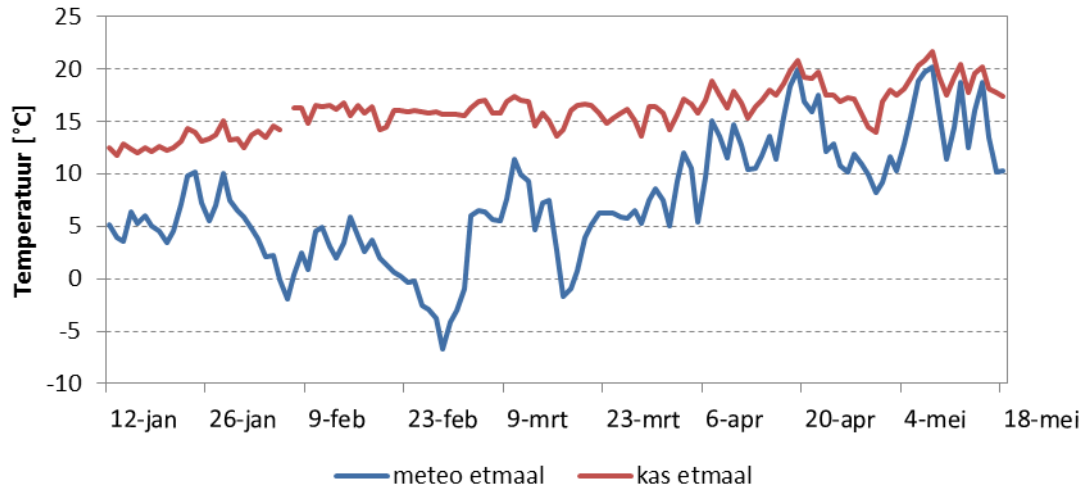
Figuur 5.2. Gerealiseerde stralingsom in de voorjaarsteelt gemiddeld per dag ten opzichte van het gemiddelde van de afgelopen 10- jaar.



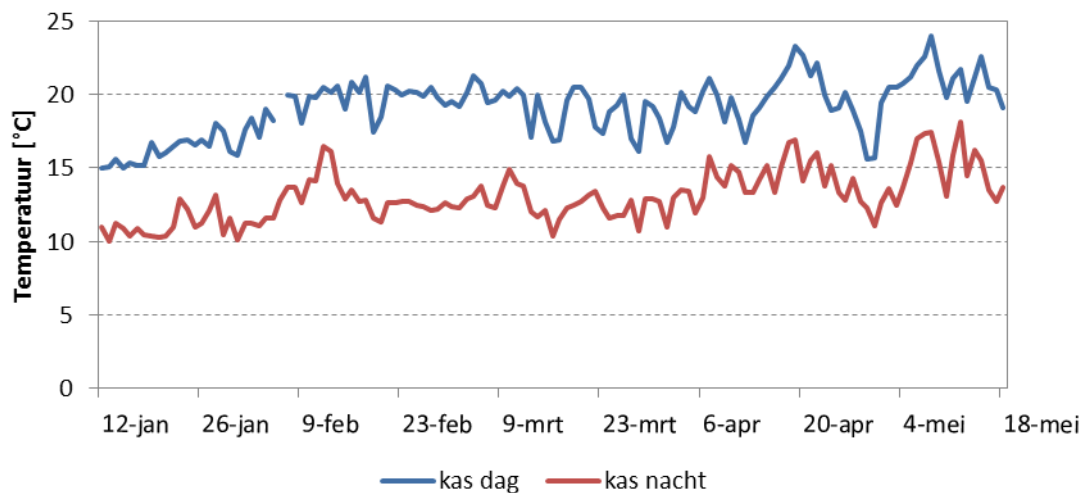
Figuur 5.3. Gerealiseerde buitentemperatuur tijdens de voorjaarsteelt gemiddeld per week ten opzichte van het gemiddelde van de afgelopen 10- jaar.

In de najaarsteelt was te zien dat er weinig stuurbaarheid was doordat de buitentemperatuur te hoog was. In Figuur 5.4 is te zien dat in de voorjaarsteelt, met name in de periode tot april er een groot verschil is tussen de buitentemperatuur en de kasttemperatuur. Dit resulteerde erin dat in deze fase er meer stuurbaarheid is om de kasttemperatuur af te stemmen op de ontwikkeling van het gewas. Figuur 5.5 toont dat verschil tussen de dag en nacht temperatuur ook groter is dan in de najaarsteelt. Het grote verschil tussen de buiten en kasttemperatuur heeft echter wel gevolgen voor de warmtevraag. De koude periode half februari en begin maart ging samen met veel

instraling. Om de instraling te laten samengaan met de temperatuur was uiteindelijk veel energie input nodig in de overgang van de nacht naar de dag. In deze periode van het jaar valt echter wel het meeste te winnen in het optimaliseren van de teelt. In de periode vanaf begin april is te zien dat de buitentemperatuur gaat oplopen, en er wederom weinig stuurbaarheid is om de gewenste etmalen te realiseren.



Figuur 5.4. etmaal temperatuur gerealiseerd in de kas en buiten.

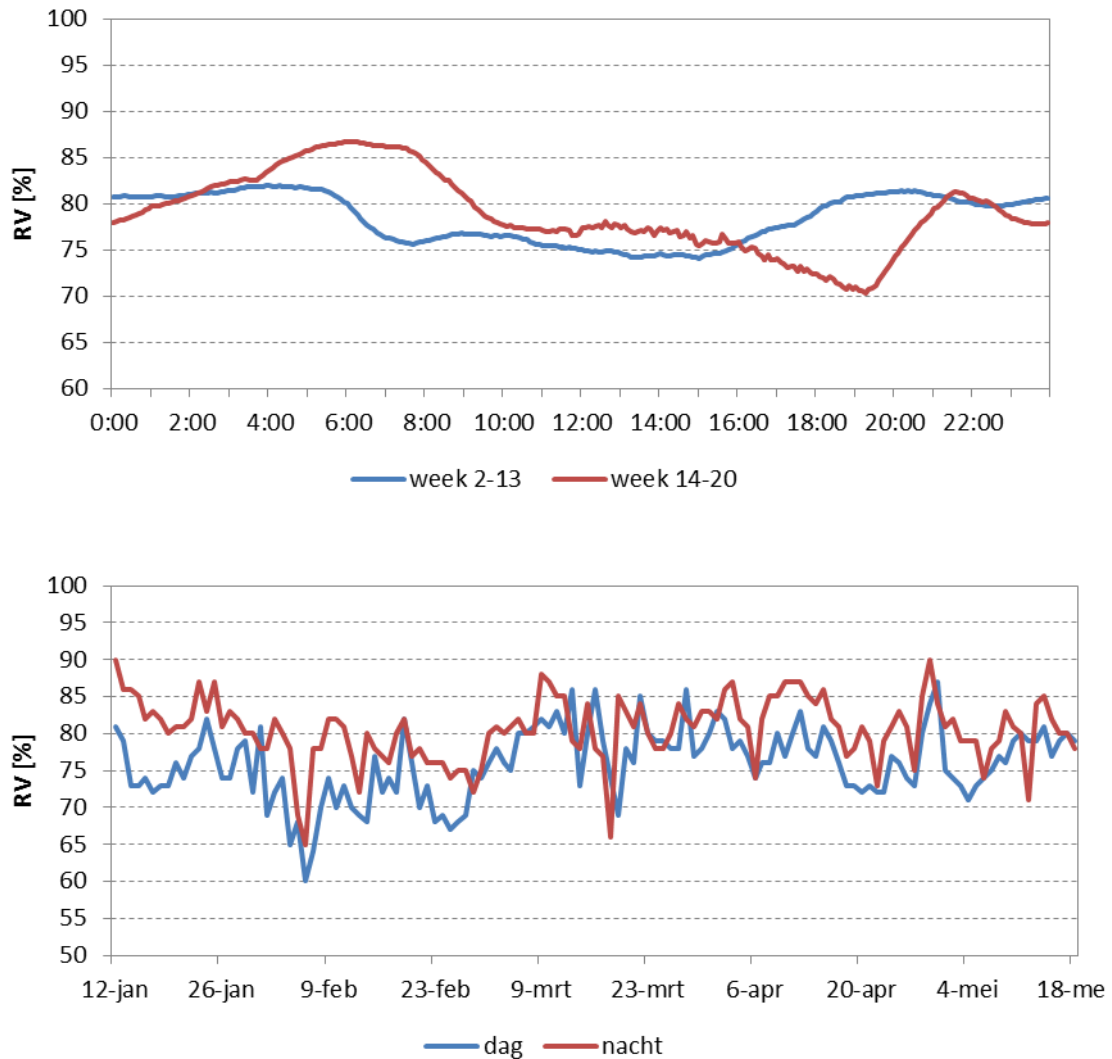


Figuur 5.5. Gemiddelde dag en nacht temperatuur gedurende de najaarsteelt.

In de voorjaarsteelt kunnen we in grote lijnen onderscheid maken voor de vochtsturing in de afdeling. In de eerste fase van de teelt wordt het zelfde patroon gerealiseerd als in de najaarsteelt. In de nacht wordt er gestreefd naar opbouw van het vocht en overdag wordt er gestreefd naar een RV van $\pm 75\%$. In de grafiek is te zien dat vocht opbouw in de nacht in deze eerste fase wat moeizaam is en gemiddeld in de nacht net boven de 80% uitkomt. Dit is met name het gevolg van de koude periode. In deze fase van de teelt was er veel vocht afvoer als gevolg van o.a. koude gevels en een koud kasdek. Met zowel de ramen en de doeken gesloten bleef de vocht opbouw in de nacht beperkt.

Vanaf week 14 liep de bloei ten einde en kregen we ook te maken met een omslag in het weer waarbij we maken kregen met een toename in de temperatuur en een toename van de instraling. Vanaf dit moment in de teelt is de verneveling ingezet (zie ook 0 VPD). De verneveling werd ingezet om gedurende de dag plantstress te voorkomen en hiermee de fotosynthese te

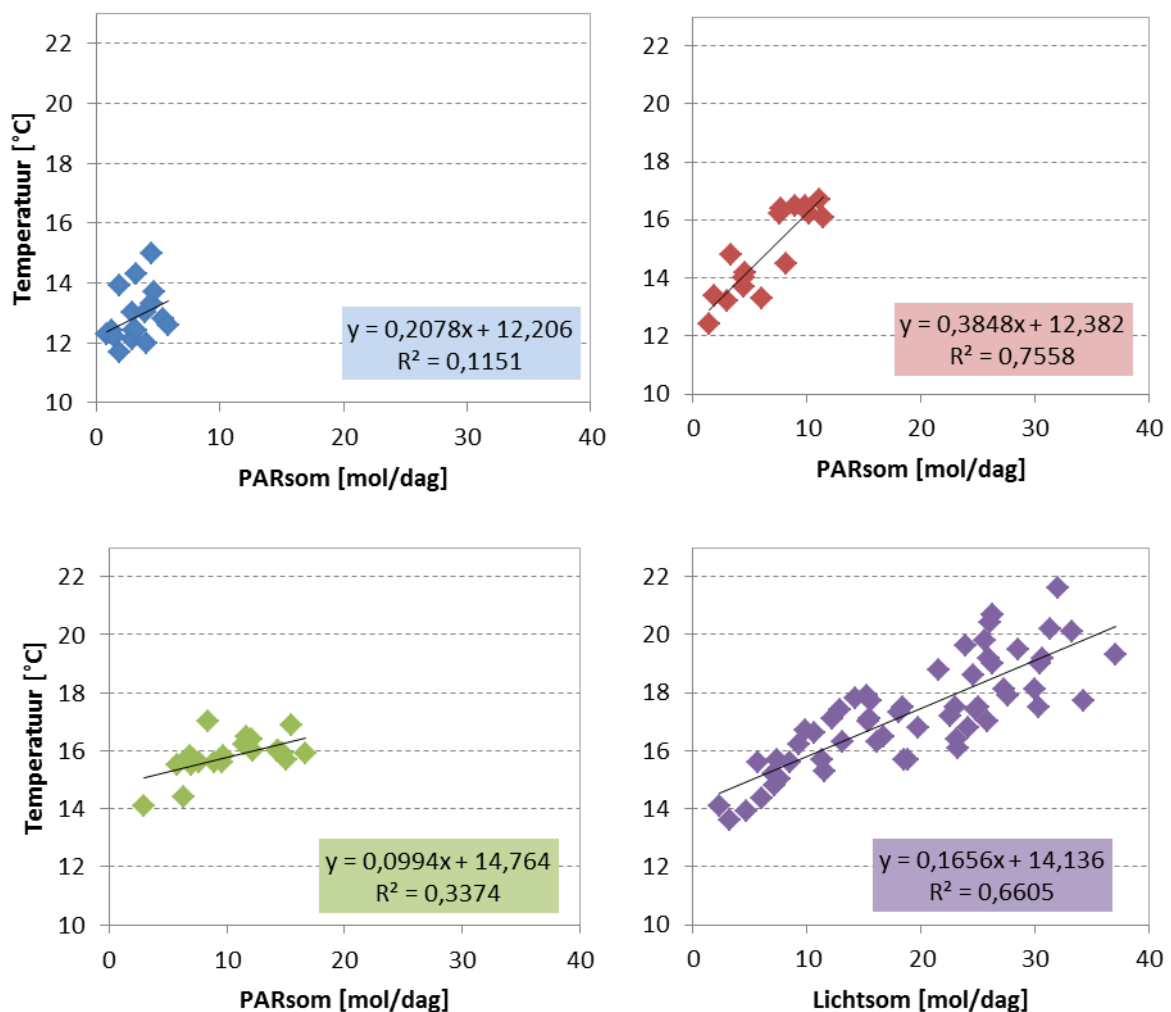
optimaliseren. Dit is zichtbaar in een hogere RV gedurende de dag in deze periode. Aan het einde van de dag waarbij de instraling afnam en het scherm weer opende was geregeld wel een kleine dip in het vocht waarneembaar. Aan het einde van de dag werd middels een periode met de ramen gesloten het vocht in de nacht weer opgebouwd (Figuur 5.6).



Figuur 5.6. Het cyclisch gemiddelde van de RV gedurende de bloeifase en gedurende de uitgroefase van de vruchten (boven) en de gemiddelde RV gedurende de dag en nacht (onder) gedurende de voorjaarsteelt.

5.3. Licht en temperatuurverhouding

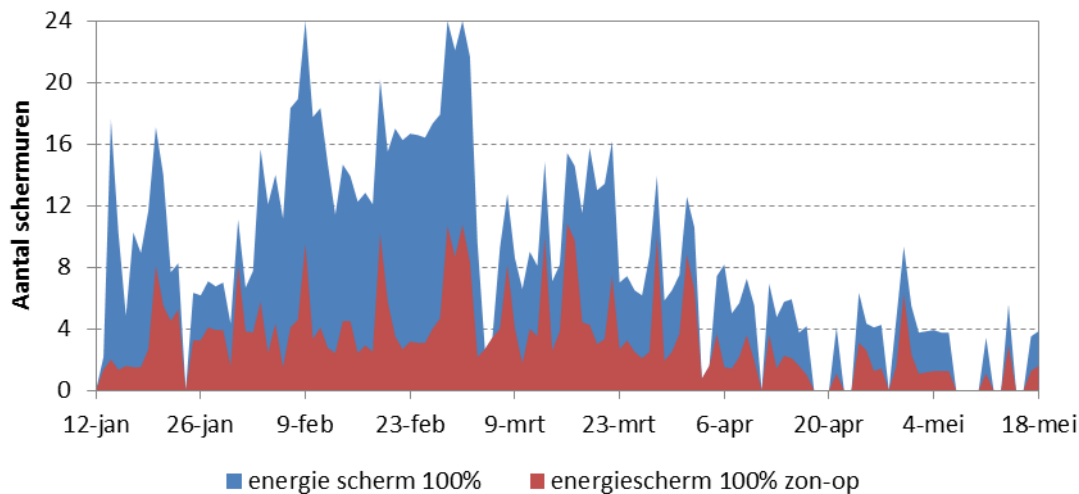
Zoals Beschreven in '3.1. Gewasontwikkeling en temperatuur' worden er verschillende fases aangehouden in de teelt van aardbeien afhankelijk van de ontwikkeling van het gewas. In vergelijking met de najaarsteelt is er in de voorjaarsteelt veel meer sturing mogelijk om de gewenste verhouding tussen licht en temperatuur te realiseren. In de eerste fase van de teelt ligt de focus op de inworteling, in deze fase van de teelt is de basis temperatuur laag en wordt een lage lichtverhoging gehanteerd. De daarop volgende fase is het doel om de ontwikkeling van de bladmassa te stimuleren er wordt gewerkt met een sterke lichtverhoging die hoofdzakelijk wordt gerealiseerd gedurende de dag. Wanneer de bloei opgang komt vlakt de lijn weer iets af. In de laatste fase van de teelt wordt er volledig gefocust op de uitgroei van de vruchten. In deze fase is de focus verlegt naar het optimaliseren van de fotosynthese. Dit resulteerde in een sterkere lichtverhoging. Dit werd zowel gedurende de dag als de nacht gerealiseerd. Gedurende de dag werd er gefocust op het op peil houden van het vocht en de CO₂, middels het langzaam laten afkoelen van de nachten viel de nacht in deze fase ook hoger uit.



Figuur 5.7. De verhouding tussen het licht in de kas gemeten en de realiseerde etmaaltemperatuur. Gedurende de teelt zijn er 4 verschillende streeflijnen aangehouden afhankelijk van de ontwikkeling van het gewas. 1. Opstart: start teelt tot 29 jan 2018 (links boven), goed laten inwortelen van het gewas. 2. Forceren: 29 jan 2018 tot 15 feb 2018 (rechts boven), ontwikkeling bladmassa en strekking afdwingen. 3. Voortvarend: 15 feb 2018 tot 9 maart 2018 (links onder), focus op bloei. 4. Normaal: 9 maart 2018 tot einde teelt, focus op uitgroei van de vruchten.

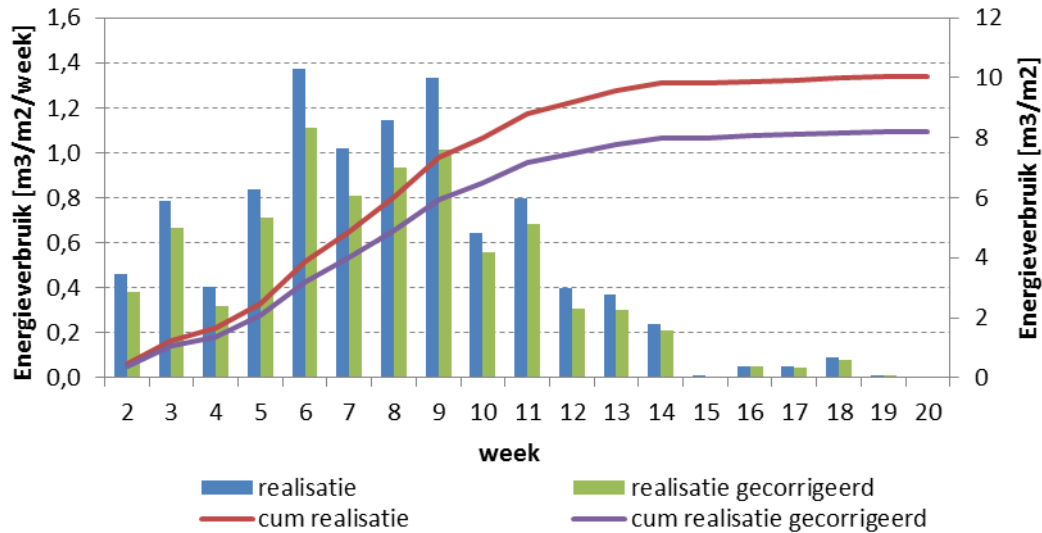
5.4. Schermen en energieverbruik

In paragraaf 'Kasklimaat en meteo' is al beschreven dat in het voorjaar het verschil tussen de kasttemperatuur en de buitentemperatuur groter is dan in het najaar. Naast het feit dat dit mogelijkheden geeft om de gewenste temperaturen te realiseren vraagt dit meer van de kastuitrusting en teeltstrategie om de schermen met als doel isoleren in te zetten. In de eerste periode van de teelt is het aantal uren dat het scherm volledig gesloten is nog relatief laag wat het gevolg is van nog relatief hoge buitentemperaturen. In de periode van begin februari is te zien dat er een stuk intensiever is geschermd. Gedurende de nacht werd het scherm voor 100% gesloten en ook gedurende de dag werden veel schermuren gemaakt (Figuur 5.8). In totaal is het energiescherm gedurende de voorjaarsteelt gedurende 1106 uur voor 100% gesloten geweest, dit is 36% van de totale teeltduur. Van deze 1106 uur was het scherm 411 uur gesloten gedurende zon-op, 37% van het totaal aantal schermuren.

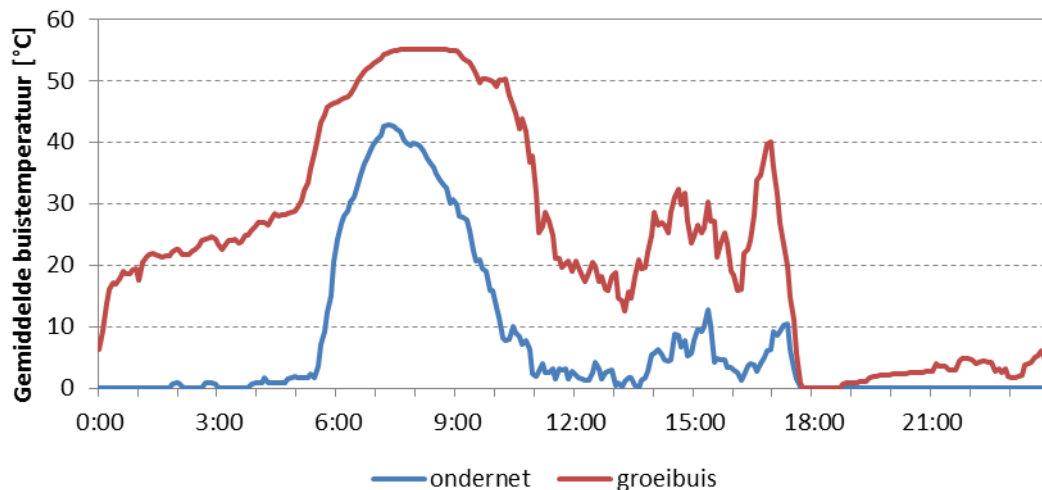


Figuur 5.8. Het aantal uren dat het scherm per etmaal gesloten is (blauw) en het aantal uren daarvan dat het scherm 100% gesloten was gedurende de dag (rood).

Hoewel het aantal schermuren hoog is, is het piekverbruik met name in de periode van begin februari tot begin maart hoger uitgevallen dan vooraf beoogd (Figuur 5.9). Het piekverbruik is hierbij volledig toe te schrijven aan de warmtevraag in deze periode van de teelt. Door de lage buitentemperaturen in deze fase is het vergelijk met vooraf opgestelde prognose geen realistisch vergelijk. Het gebruik in de praktijk kwam afgelopen voorjaar naar schatting uit op 12 tot 14 m^3/m^2 . In de proef kwam het verbruik 20 – 30 % lager uit op 8.2 m^3/m^2 (gecorrigeerd voor gevelinvloed). De warmtevraag in de proef is een combinatie van het warmteverlies waarbij we het dus moeten zoeken in de isolatie van de kas en de temperatuurstrategie. Om de isolatie te verhogen is er nog winst te behalen in het verhogen van de isolatiewaarde door het toevoegen van een tweede energiescherm en in het aantal schermuren op de dag. De temperatuurstrategie in aardbei kenmerkt zich door grote verschillen tussen de dag en nacht temperatuur. Figuur 5.10 toont de gemiddelde buistemperaturen gerealiseerd in de periode van 5 februari tot 5 maart. Wanneer we kijken naar het gemiddelde verloop dan is te zien dat de grootste winst valt te behalen in de periode dat er wordt opgestookt richting de dag. Het verkleinen van het verschil tussen dag en nacht temperatuur, waarbij mogelijk de etmaaltemperatuur gelijk blijft kan hierin bijdragen aan een lagere warmte input. Verder is te zien dat aan het einde van de middag er nog een kleine piek zit in de buisvraag. Dit kan worden opgevangen door het scherm aan het einde van de dag eerder te laten sluiten, nu sloot het scherm aan het einde van de middag bij instraling lager dan 100 tot 150 Watt/m^2 .



Figuur 5.9. Energiegebruik gedurende de voorjaarsteelt, waarbij het daadwerkelijke energiegebruik en het energiegebruik gecorrigeerd voor de grotere gevelinvloed zijn weergegeven.

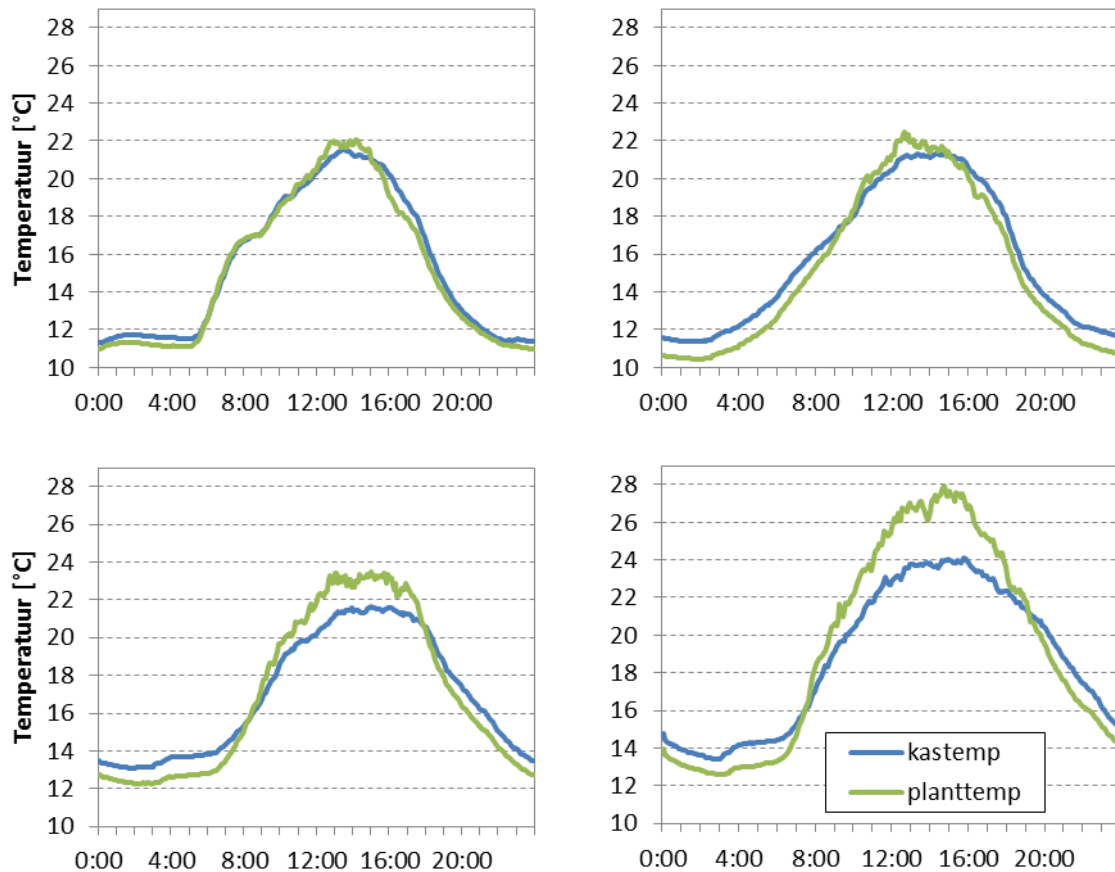


Figuur 5.10. Het cyclisch gemiddelde van de inzet van het ondernet en de groeibuis in de periode van 5 februari tot 5 maart.

5.5. VPD

De inzet van schermen (harmony i.c.m. energiescherm) en verneveling in de afdeling moesten er aan bijdragen de omstandigheden voor het gewas te optimaliseren zodat de aanmaak van assimilaten maximaal kon zijn. De sturing vond hierbij plaats op basis van de opening van de huidmondjes die afgeleid kan worden uit het verloop van de VPD en het temperatuurverschil tussen het blad en de kaslucht. Wanneer de VPD te ver oploopt (>1.5 Kpa) is dit een teken dat de huidmondjes geknepen zijn. De reden dat de plant zijn huidmondjes knijpt is waterstress. Zo kan het vochtverlies beperkt worden. Het resultaat hiervan is een oplopende planttemperatuur. (voor de achtergronden van de werking van de huidmondjes zie Geelen, P. A. M., Voogt, J.O., & van Weel, P.A. (2015). De basisprincipes van Het Nieuwe Telen. LTO Glaskracht Nederland.)

Figuur 5.11 toont het cyclische gemiddelde van de kasttemperatuur en de planttemperatuur per maand (februari, maart, april en mei). In de maanden februari en maart is te zien dat planttemperatuur nauwelijks boven de kasttemperatuur uitkomt. In de maanden maart en april is te zien dat de planttemperatuur al vroeg in de ochtend bij toenemende instraling boven de kasttemperatuur uitkomt. De plant kan hier middels de verdamping de toename van de instraling onvoldoende bijbenen.



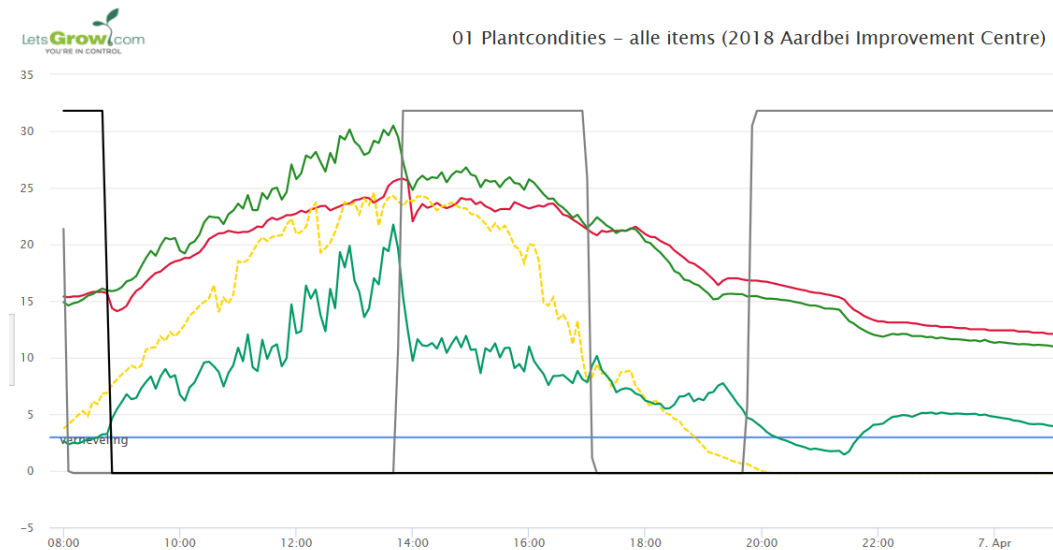
Figuur 5.11. Het cyclische gemiddelde van de kasttemperatuur en de bladtemperatuur in de februari (links boven), maart (rechts boven), april (links onder) en mei (rechts onder).

Als eerste stap om evenwicht op de waterbalans te ondersteunen is de luchtvochtigheid hoog gehouden. Dit ondersteunt de waterbalans waardoor de huidmondjes beter open blijven bij toenemende instraling. Echter in deze aardbeienproef bleek al vroeg in de ochtend, bij lage instraling en hoge RV (80%) waterstress te ontstaan waardoor de huidmondjes gaan knijpen, en dus de CO₂ opname beperkt wordt.

Een tweede stap om de waterbalans in evenwicht te houden is om de energietoevoer en dus de instraling te beperken en het licht diffuus te maken. Hiervoor is het Luxous scherm in combinatie met het Harmony scherm gebruikt. Het effect van schermen op de bladtemperatuur en hiermee op de VPD is op meerdere momenten in de teelt duidelijk aangetoond. Het wegnemen van instraling verlaagt de planttemperatuur en de VPD.

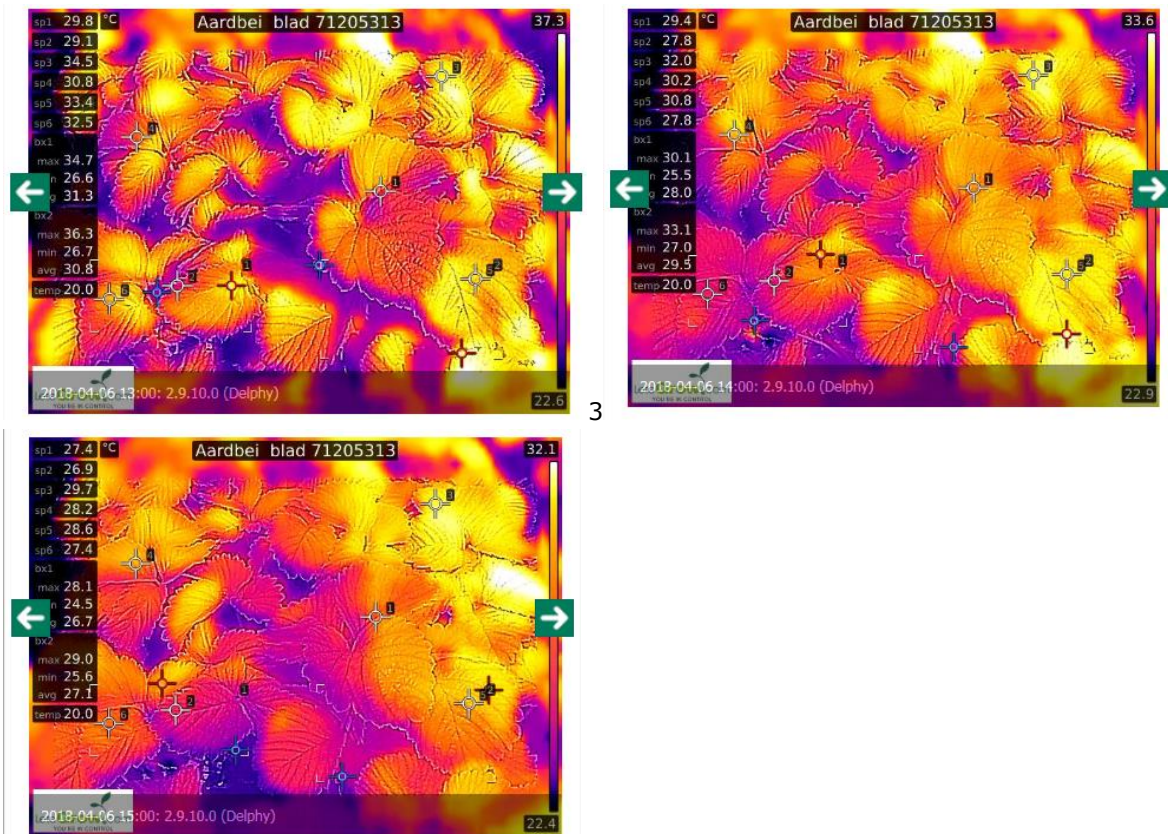
Een derde mogelijkheid om de waterbalans te ondersteunen is de inzet van de verticale ventilatoren. Wanneer de bladtemperatuur hoger is dan de kasttemperatuur zorgt meer luchtbeweging voor meer koeling door convectie. Hierdoor kan de verdamping afnemen waardoor de plant weer meer in evenwicht komt met de opname van water, waardoor de huidmondjes weer verder open kunnen gaan. (Meer over de achtergronden is te lezen in de weblog <https://www.kasalsenergiebron.nl/nieuws/lichtbenutting-en-energiebalans-in-de-aardbeienteelt/>)

Figuur 5.12 toont de eerste zonnige dag in het voorjaar (6 april 2018). De planttemperatuur (bovenste groene lijn) kwam al vroeg in de ochtend boven de kasttemperatuur (rode lijn). Tot 12 uur stijgt de VPD (onderste groene lijn) naar 1 kPa. Dit wijst op huidmondjes die al vanaf 9 uur door geringe beperking van hun openingstoestand de waterbalans in evenwicht houden. Vanaf 12 uur stijgt de VPD fors door naar 1,5 – 2 kPa terwijl de bladtemperatuur 6,5 °C hoger wordt dan de kasttemperatuur om 13 uur. Dit wijst op ernstige waterstress en gesloten huidmondjes. De RV is de hele dag tussen de 75 – 85%, waarbij de verneveling pas ingezet wordt vanaf 11 uur als de instraling hoger is dan 600 Watt/m².



Figuur 5.12. De grafiek toont de eerste zonnige dag in het voorjaar. De planttemperatuur (bovenste groene lijn) kwam al vroeg in de ochtend ver boven de kasttemperatuur (rode lijn) uit. Rond 13:30 uur werd het harmonyscherm gesloten (grijze lijn), waardoor de planttemperatuur met ruim 4°C daalde en de VPD (onderste groene lijn) daalde van ± 2 kPa naar ± 1.1 kPa.

Als we vervolgens het moment pakken van voor en na het sluiten van het scherm op de warmtebeeldcamera is de daling van de planttemperatuur ook waarneembaar. Op deze warmtebeeldcamera is wel duidelijk te zien dat de positie van het blad erg belangrijk is voor de temperatuur van het blad en de mate van stress dat het blad ervaart. Onbekend is echter hoe de verschillende bladlagen bijdragen aan de fotosynthese en hoe dit uitwerkt op de netto fotosynthese van het gewas.

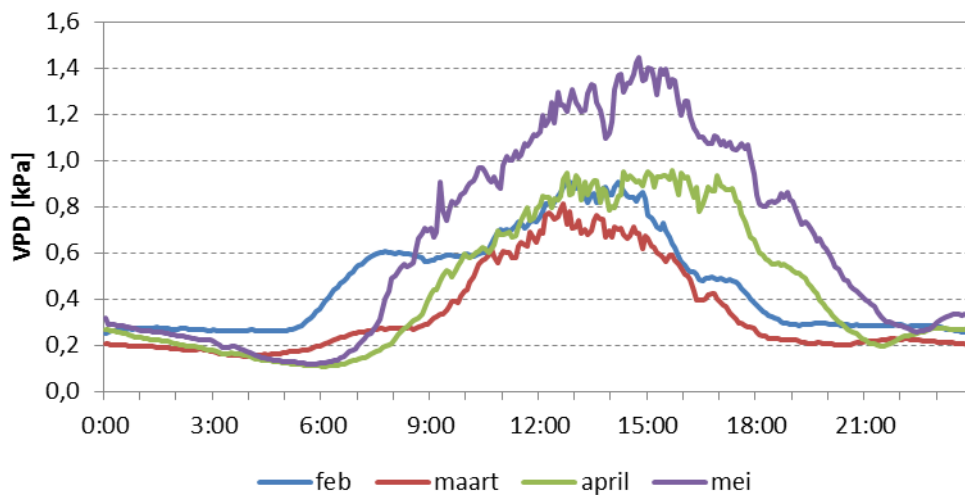


Figuur 5.13. De gewastemperatuur gemeten met de Thermoviewcamera. De beelden geven de overgang weer van een geopend scherm (13:00 uur, links boven) en een gesloten Harmony scherm (14:00 uur, rechts boven en 15:00 uur, links onder) met een instraling van ± 750 Watt en RV $\pm 80\%$, waarbij een temperatuur afname tot 5°C waarneembaar is.

Het effect van het wegnemen van directe instraling middels het inzetten van schermen is duidelijk zichtbaar. Wel was het opmerkelijk dat bij een instraling van $300 \text{ Watt}/\text{m}^2$ de planttemperatuur al ruim boven de kasttemperatuur begon uit te stijgen en de VPD ook snel toenam (Figuur 5.14). De snelle stijging van de planttemperatuur geeft aan dat de plant onvoldoende koelcapaciteit heeft, met andere woorden de afvoer en aanvoer van vocht zijn niet in balans.

De vraag blijft dan wat de oorzaak is van deze vroege waterstress op de dag en wat de gevolgen zijn voor de plant. Aan de afvoerkant van de waterbalans staat de verdamping. Ondanks optimale klimaatomstandigheden (voldoende hoge RV en "lage" instraling) ondervindt het gewas toch vochtstress. Dan blijven factoren aan de aanvoerkant van de waterbalans over. De watergift en EC lijken hier geen rol te spelen. Een hoge interne weerstand in de plant of een beperkte genetische opnamecapaciteit van de wortels zijn ook geen beperkende factor aangezien in een vermeerderingsteelt wel hoge verdampingssnelheden gerealiseerd worden. Dan blijft als enige factor over dat de opname van water te beperkt is. Enerzijds kan dit veroorzaakt worden door de lage worteltemperatuur in de ochtend (zie 6.3). Anderzijds heeft een explosieve toename van de plantbelasting tot gevolg dat de wortelontwikkeling geremd wordt en dus te gering van omvang kan worden om de sterke toename van de verdamping bij te kunnen benen.

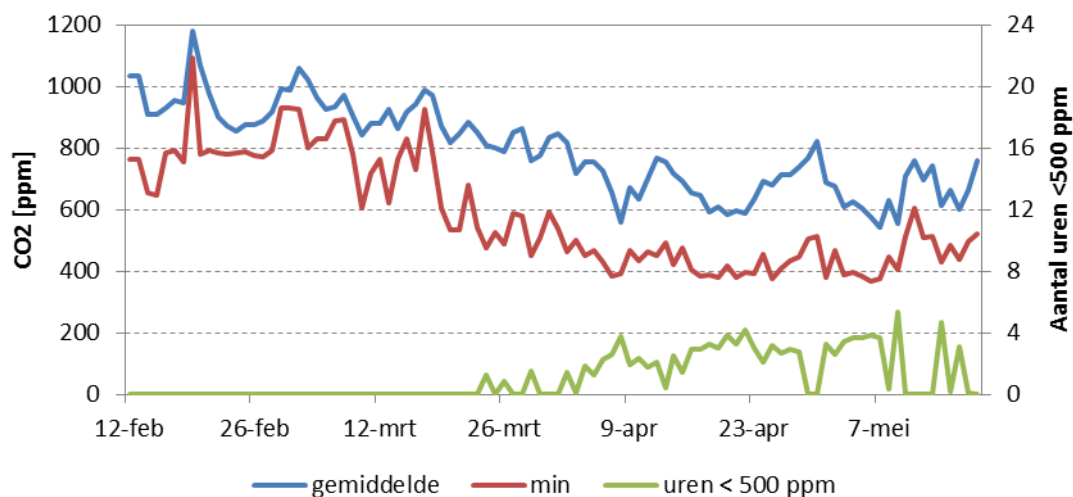
Dan blijft nog de vraag over wat de gevolgen zijn voor de plant? Het is bekend dat de plant als buffer kan optreden. Als een plant de snelheid van verdamping niet kan bijbenen met wateropname en transport, dan onttrekt de plant dit water aan zijn eigen interne buffer. Om de waterbalans in evenwicht te houden zal de watervoorraad in de vruchten aangesproken worden. Hiermee ontstaat dus de vraag of hierdoor ook zachte vruchten kunnen ontstaan? Wanneer te veel vocht aan de bloemen onttrokken wordt verdrogen deze en zal de zetting lager zijn en de kwaliteit van de zetting minder.



Figuur 5.14. Cyclisch gemiddelde van de VPD per maand weergegeven.

5.6. CO₂

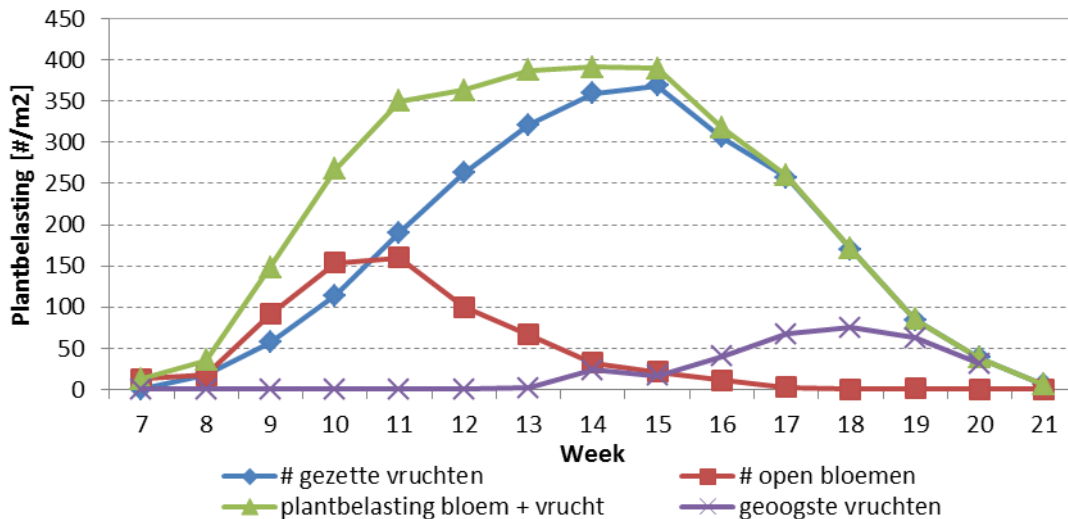
De strategie waarbij middels vernevelen en schermen werd gestuurd op de VPD had tevens een positief effect op de CO₂ concentratie in de afdeling. Het schermen in combinatie met verneveling zorgden ervoor dat er minder uitwisseling met de buitenlucht (nodig) was. Hierdoor bleef de CO₂ gedurende de gehele voorjaarse teelt op niveau. Figuur 5.15 toont het verloop van de CO₂ concentratie gedurende de dag. De gemiddelde concentratie komt hierbij nauwelijks onder de 600 ppm. Het is echter belangrijk om te kijken naar de momenten waarop CO₂ een beperkende factor is voor de fotosynthese. De grootste winst wordt gehaald bij een toename van 400 naar 500 ppm. Vanaf het moment van bloei tot einde teelt is gedurende de dag periode de CO₂ concentratie minder dan 10% van de tijd lager dan 500 ppm geweest.



Figuur 5.15. Gemiddelde en minimale CO₂ concentratie in de kas gedurende de dag en het aantal uren dat de CO₂ lager is geweest dan 500 ppm.

5.7. Gewasontwikkeling

De eerste bloei werd geteld in week 7, ongeveer 5 weken na planten. Vanaf dit moment is er een sterke toename van de plantbelasting waarneembaar, kenmerkend voor teelt van junidragers. De vraag naar assimilaten neemt dus in een korte periode snel toe. Als we kijken naar de potentie die dit gewas in combinatie met de plantdichtheid heeft, zou dit moeten uitkomen op ruim 500 vruchten/m². Het totaal aantal gezette vruchten is lager dan deze potentie. Dit lagere aantal vruchten is een gevolg van afstoting en het gemiddeld lagere aantal trossen dat uiteindelijk geteld. De vraag is echter wat hiervan de oorzaak is?



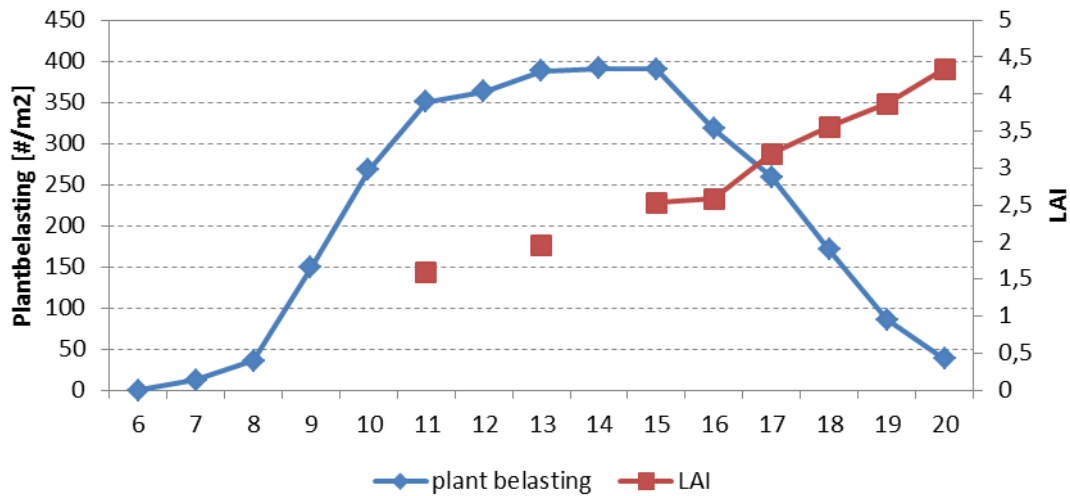
Figuur 5.16. Het verloop van de plantbelasting gedurende de voorjaarsteelt.

De discussie over de verdeling van assimilaten tussen de vruchten en het gewas die werd gevoerd tijdens de najaarsteelt wordt ook doorgezet in de voorjaarsteelt. Figuur 5.17 toont de toename van de plantbelasting en de LAI. Op het moment dat de plantbelasting afneemt is een snelle toename van de LAI per week te zien. Dit kan mogelijk verklaard worden doordat er vanaf dat moment een lagere sink is waardoor het gewas meer in het blad gaat stoppen.

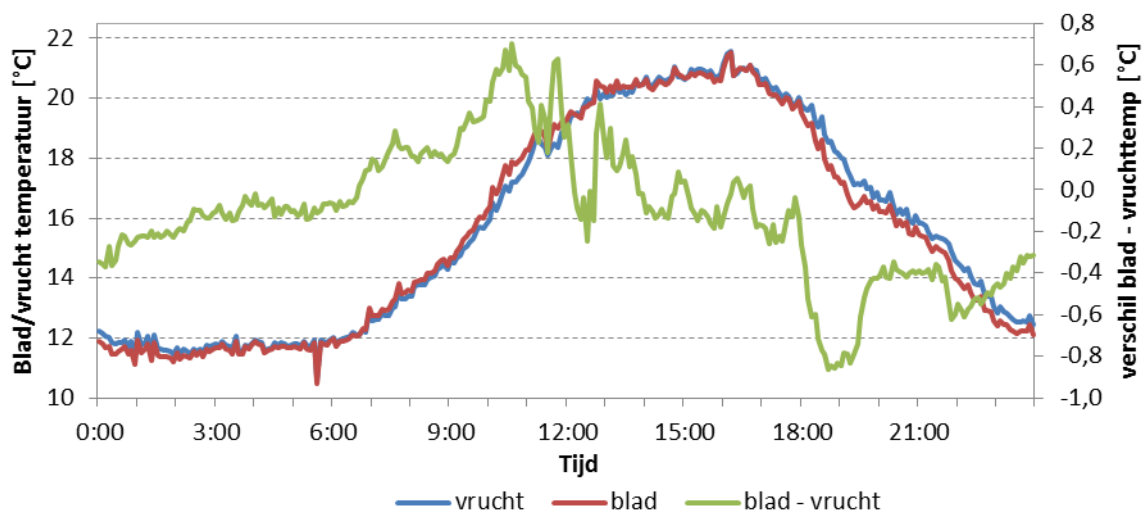
De verdeling van de assimilaten tussen de vegetatieve en de generatieve delen is belangrijk om uiteindelijk tot een maximale productie te komen. Hoeveel assimilaten er naar de vruchten gaan wordt bepaald door de sink-sterkte. In de voorjaarsteelt is de plantbelasting lager geweest dan potentieel mogelijk was. De vraag is echter hoe oorzaak en gevolg in deze situatie met elkaar samenhangen. Is de sterke ontwikkeling een gevolg van het lage aantal vruchten, waar een andere oorzaak aan ten grondslag ligt? Of is sterke bladontwikkeling een resultaat van de strategie wat ervoor zorgt dat er minder assimilaten naar de vruchten gaan. In de eerste situatie ligt de oorzaak in de aanmaak van assimilaten in de tweede situatie ligt deze bij de verdeling van assimilaten.

Discussie tijdens de proef was dat door het inzetten van het scherm en het langzaam laten afkoelen van de kas, de bladeren in verhouding warmer bleven ten opzichte van de vruchten, waardoor de sink sterkte lager was en er minder assimilaten naar de vruchten konden gaan. Op basis van de thermoview en uitgevoerde handmetingen was de constatering dat de vruchten snel afkoelen en kort op de kas en bladtemperatuur komen te liggen. Figuur 5.18 toont het gemiddelde van de blad en vruchttemperatuur in de periode van 1 april tot 14 april 2018 gemeten met de thermoview camera. De figuur toont dat gedurende de nacht de blad en vruchttemperatuur erg dicht op elkaar liggen en dat gedurende de dag het blad iets warmer is dan de vruchten en dat vanaf het moment van afkoelen de vruchten iets warmer zijn dan de bladeren. Om het blad en de vruchten in het zelfde warmtebeeld te kunnen meten is de temperatuur gemeten aan bladeren die wat lager in het gewas zaten (Figuur 5.19). Figuur 5.19 Toont van twee avonden de warmtebeelden om 22:00 uur en om 0:00 uur. De beelden tonen dat de blad en vruchttemperatuur

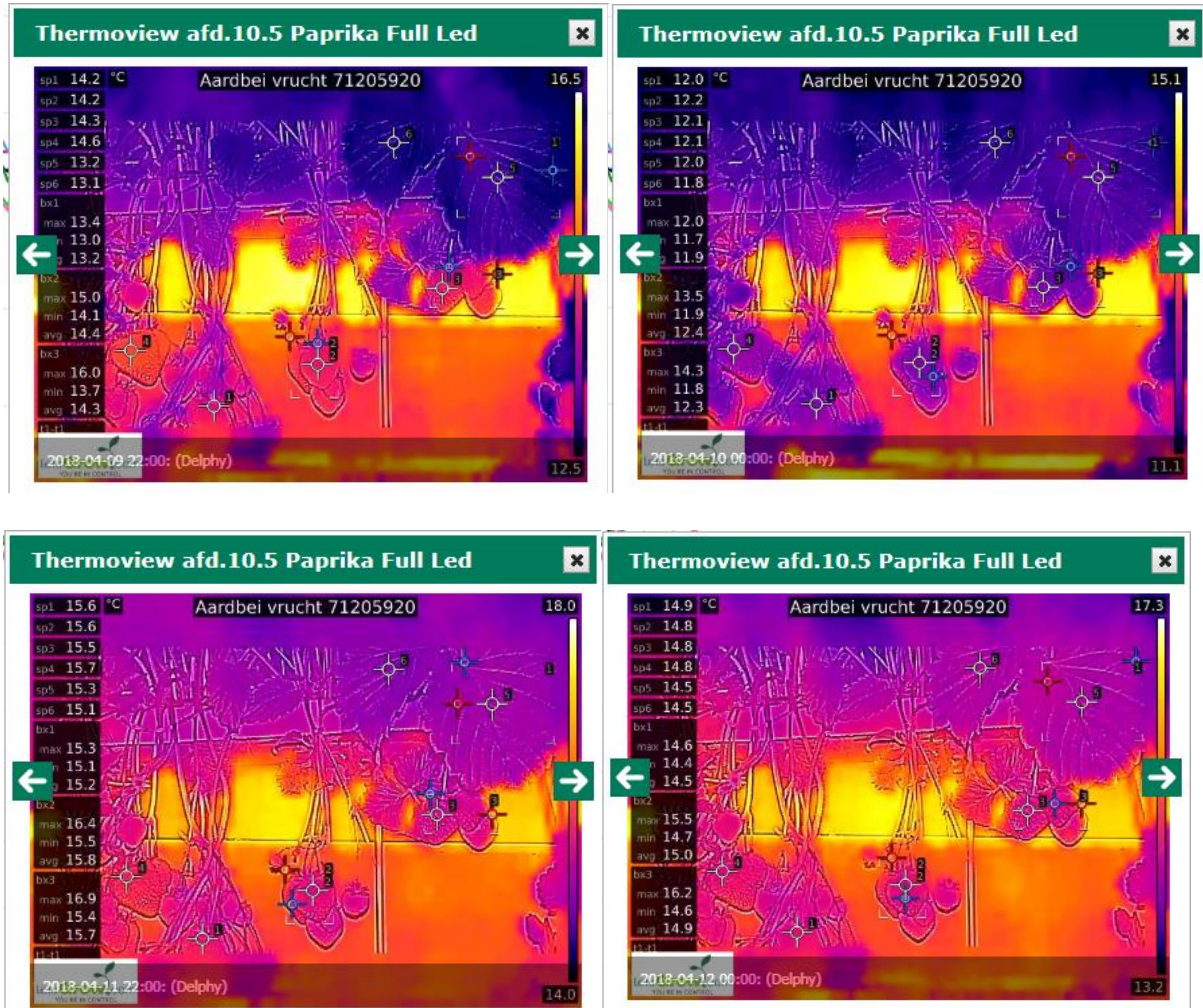
toch relatief dicht bij elkaar liggen. De vraag blijft echter hoe deze oppervlakte temperatuur vertaald kan worden naar de daadwerkelijke sink-sterkte.



Figuur 5.17. Het verloop van de plantbelasting in relatie tot de toename van de LAI gedurende de teelt.



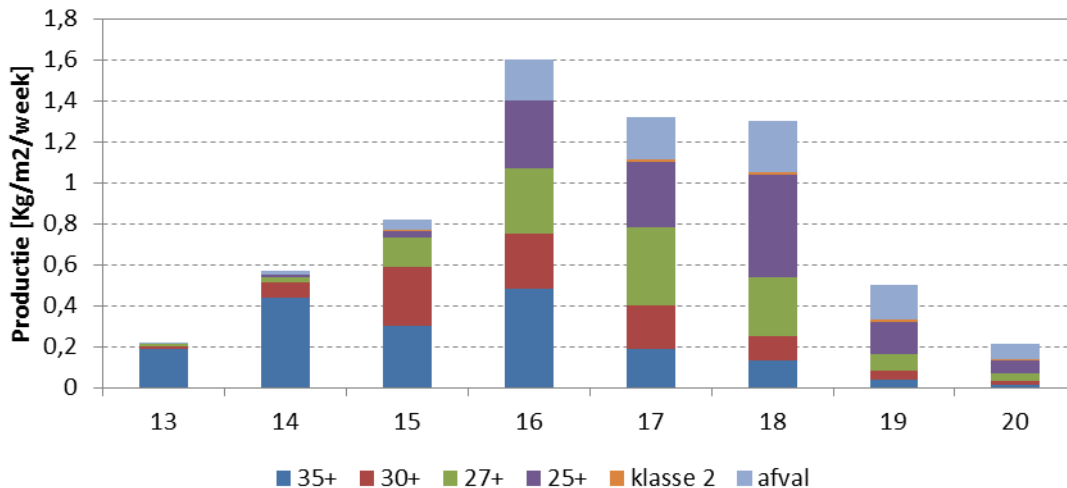
Figuur 5.18. Cyclisch gemiddelde van de blad en vruchttemperatuur in de periode van 1 april t/m 14 april 2018. De metingen zijn gedaan met een thermoview camera waar de vruchttemperatuur het gemiddelde is van 4 metingen en de bladtemperatuur het gemiddelde van 2 metingen. De metingen zijn gedaan met 1 camera en bladeren en vruchten stonden dus in hetzelfde beeld.



Figuur 5.19. De vier afbeeldingen tonen het verschil tussen de blad en vruchttemperatuur van 2 avonden op twee momenten in de teelt. De 2 bovenste afbeeldingen tonen een koudere nacht (9 april 2018) waarin de temp zakt naar 12°C en het verschil tussen blad en vrucht van 22:00 uur tot 0:00 uur afneemt van $\pm 1^\circ\text{C}$ tot 0.2°C . De afbeeldingen onder tonen een warmere nacht (12 april 2018) waarbij de temp niet verder zakt dan 14.5°C en verschil tussen blad en vrucht van 22:00 uur tot 0:00 uur afneemt van $\pm 0.4^\circ\text{C}$ tot 0.3°C .

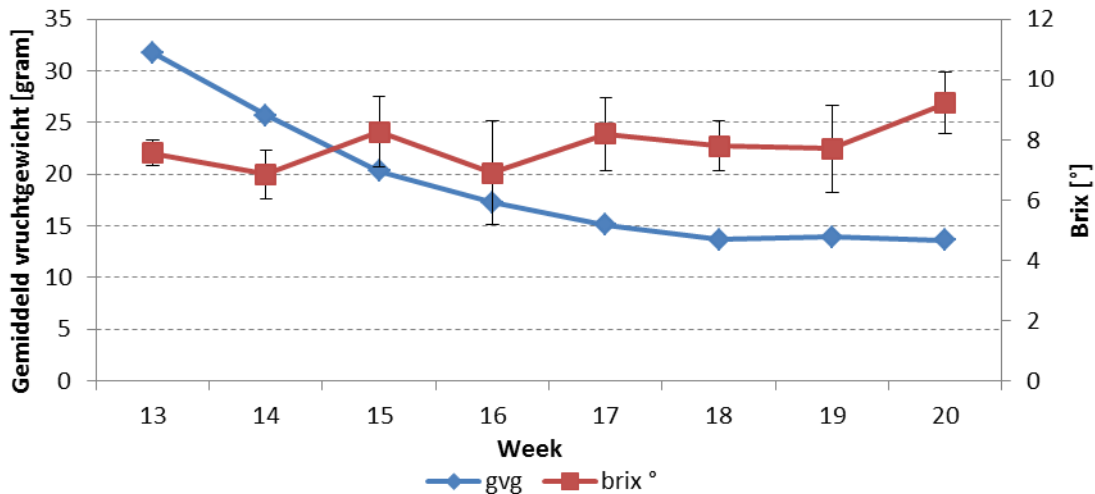
5.8. Productie en kwaliteit

Op basis van de het bloemonderzoek had een productie van 7.5 kg/m² gerealiseerd kunnen worden. De uiteindelijke productie kwam uit op 5.6 kg/m² verkoopbaar product en 1 kg/m² afval. De totale productie komt hiermee uit op 6.6 kg/m², wat betekent dat we dus een kilo productie hebben laten liggen in de teelt. Waarbij het aantal gevormde trossen lager was dan op basis van het bloemonderzoek. Figuur 5.20 toont het verloop van de productie per week. Opvallend is hierbij de grote stap in productie per week tussen week 15 en week 16. Deze toename in de productie ging samen met een toename van de etmaaltemperatuur. De daarop volgende weken blijft de productie hoog.

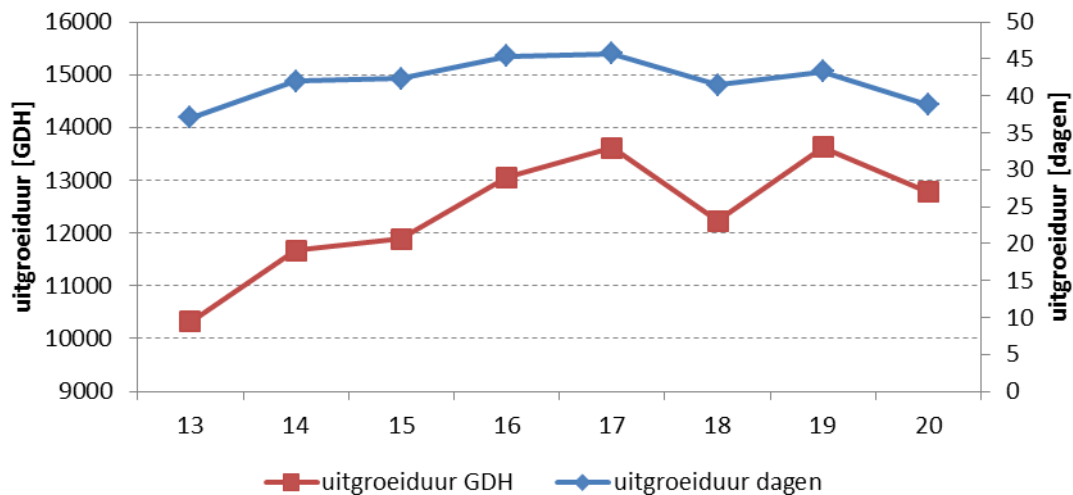


Figuur 5.20. Productie per week per sortering.

Het gemiddeld vruchtgewicht toont een verloop wat we gewend zijn van de aardbei in het begin grove vruchten en daarna een afnemend vruchtgewicht. Bij de eerste oogst was het gemiddeld vruchtgewicht 32 gram. Het gemiddeld vruchtgewicht nam in de daarop volgende weken sterk af en stabiliseerde de laatste 3 weken met vruchtgewicht van tussen de 13.5 en 14 gram. De sortering van klasse 1 product was over de teelt 32% 35+ ; 18% 30+ ; 23% 27+ en 25% 25+. De brix waardes tonen een normaal patroon vergelijkbaar aan de praktijk. Het gerealiseerde vruchtgewicht wordt in verband gebracht met de relatief hoge temperaturen die zijn gerealiseerd in de teelt. Volgens Janse (2016) heeft met name een hogere dagtemperatuur invloed op de afrijpingsnelheid. In de uitgroeiduur komt dit echter niet tot uiting. Figuur 5.22 toont de uitgroeiduur in dagen en groeigraduren. Met name het hoge aantal groeigraduren is hierin opvallend. Hier liggen dus ook nog vragen voor wat betreft de relatie met de klimaatstrategie (inzet buizen, schermen gedurende de dag/nacht, inzet ventilatoren).



Figuur 5.21. Het verloop van het gemiddeld vruchtgewicht en de brix gedurende de voorjaarsteelt.



Figuur 5.22. Verloop van de uitgroeiduur (periode van open bloem tot oogstbare vrucht) gedurende de voorjaarsteelt in dagen en groeigraduren.

5.9. Conclusies voorjaarsteelt

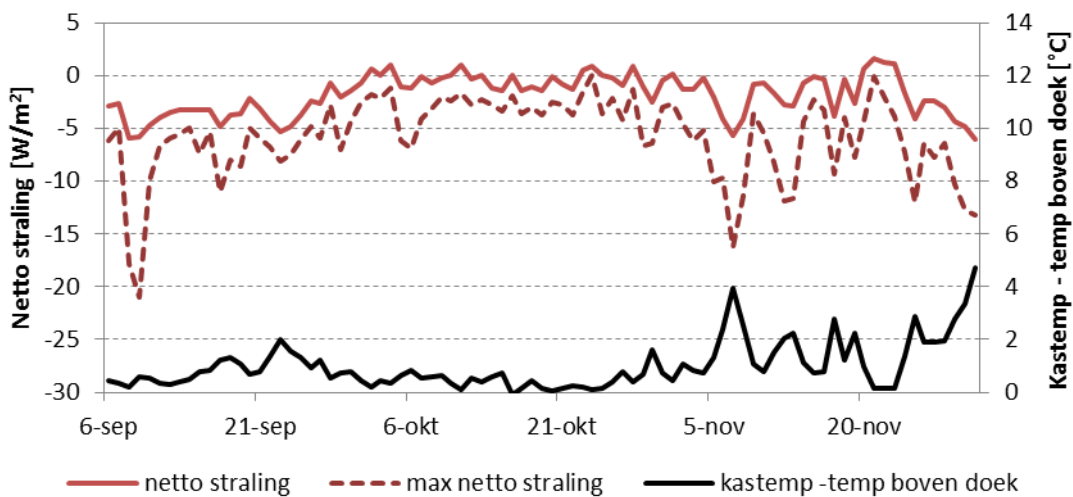
Op basis van het verloop van de teelt kunnen in de voorjaarsteelt de volgende conclusies trekken:

1. Met minder inzet van energie in combinatie met luchtbeweging en schermen en gezond gewas geteeld kan worden.
2. Ook in de voorjaarsteelt is het lastig om spreiding te creëren met een constante Temp-Licht verhouding, met name vanwege de korte teeltduur.
3. Een oplopende planttemperatuur en VPD treedt al bij beperkte instraling op dit roept de volgende vragen op:
 - Welke rol speelt de worteltemperatuur hierin?
 - Is er een relatie tussen de assimilatenbalans (snelle toename plantbelasting) en de onbalans op de waterbalans (te geringe wortelontwikkeling)?
 - Wat zijn de gevolgen voor de vruchtkwaliteit?
4. De Uitgroeiduur was net als in de najaarsteelt (zie ook '4.8 conclusies najaarsteelt').
5. Bij de afkoeling zakken blad en vruchttemperatuur beide snel. Vraag is wat dit betekent voor de sink sterkte en verdeling van assimilaten.

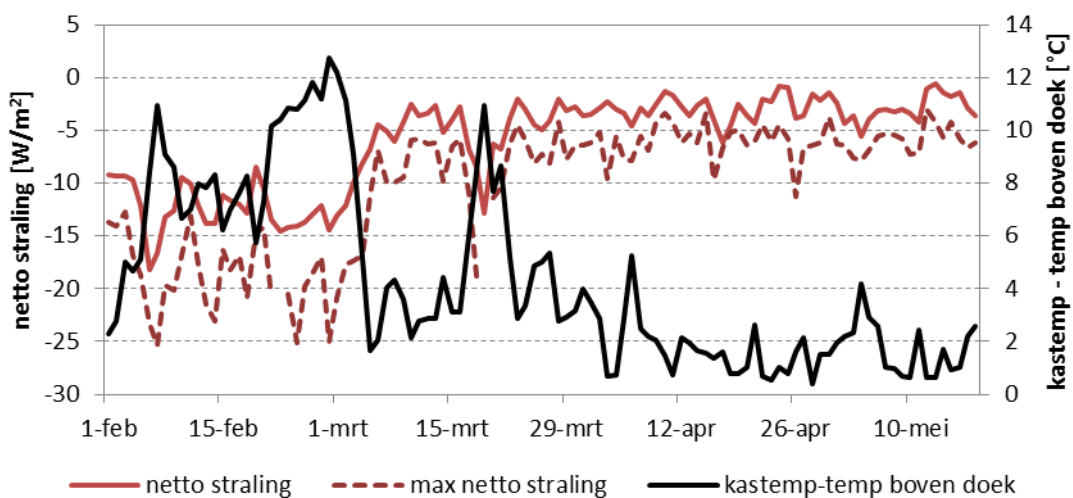
6. Toepassing principes HNT

6.1. Schermen tegen uitstraling

Gedurende de teelt is er structureel geschermd tegen uitstraling. Dit houdt in dat het gewas bedekt wordt met de schermen die niet geheel gesloten hoeven te zijn. Deze nieuwe manier van schermen heeft beperkte invloed op de afkoeling van de kas en de vochtafvoer (en bespaart dus ook geen energie). De afdeling was uitgerust met een nettostralingsmeter waarmee de uitstraling van het gewas gemonitord werd. Figuur 6.1 en Figuur 6.2 tonen respectievelijk het verloop van de netto straling in de najaarsteelt en de voorjaarsteelt gedurende de nachtperiode. In najaarsteelt is de uitstraling zeer laag geweest, het verschil tussen de temperatuur van de schermen en het gewas in de teelt was klein. Het aantal uren dat het scherm in deze teelt ook daadwerkelijk 100% dicht heeft gelegen was ook laag wat ervoor zorgt dat de schermtemperatuur dicht bij de kas en de gewastemperatuur komt te liggen. Een uitstraling van -5 W/m^2 staat voor een verschil van 1°C tussen de plant en het energiescherm.

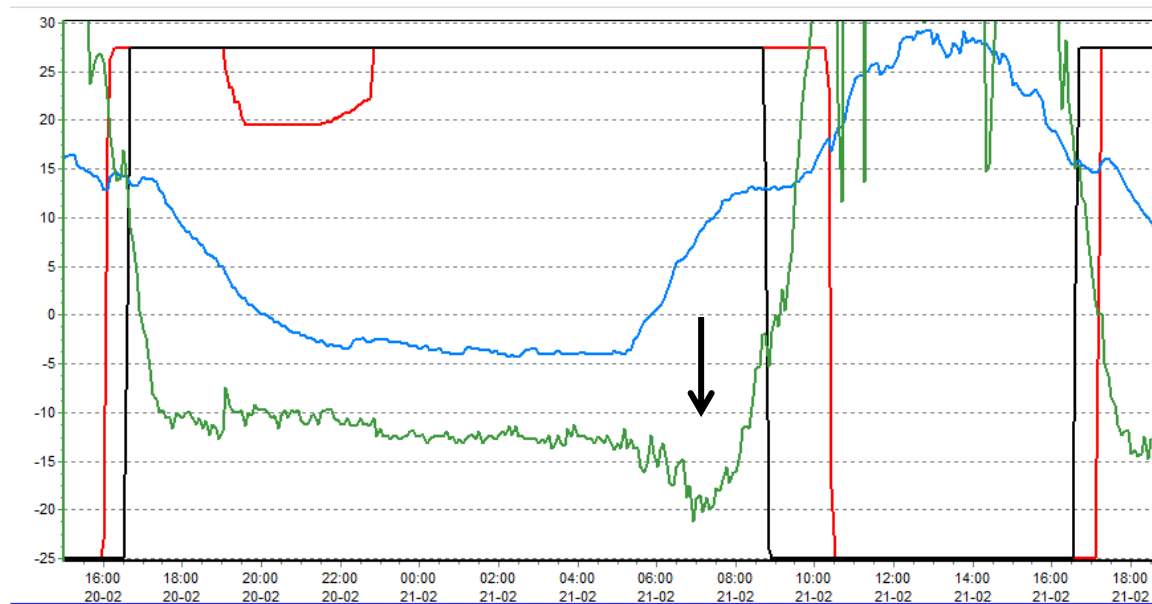


Figuur 6.1. De gemiddelde en maximale netto straling tijdens de nachtperiode gedurende de najaarsteelt de gegevens zijn uitgezet tegen het verschil tussen de kasttemperatuur en de temperatuur boven het scherm.

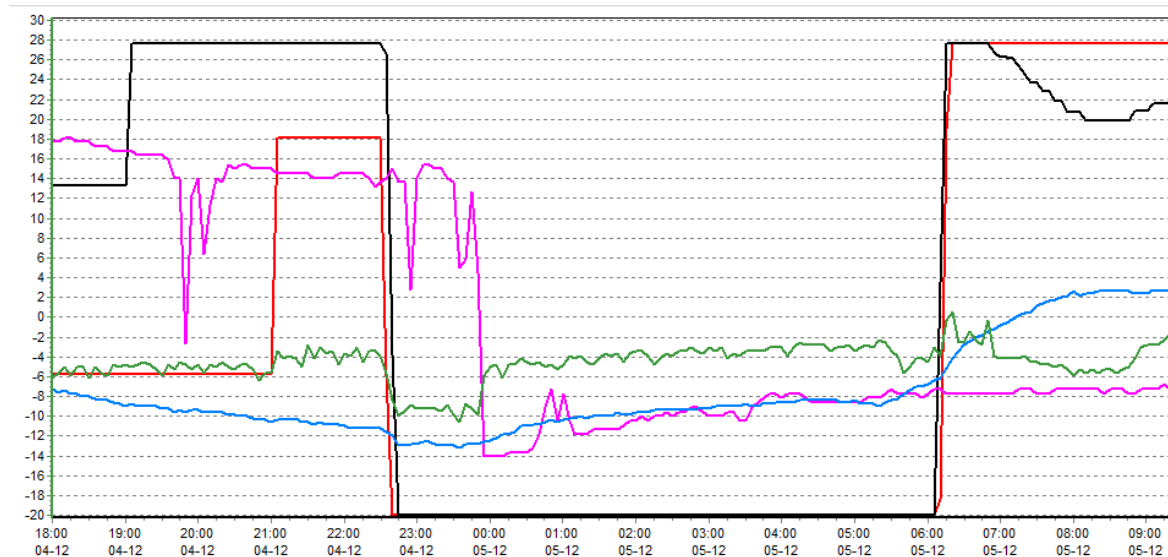


Figuur 6.2. De gemiddelde en maximale netto straling tijdens de nachtperiode gedurende de voorjaarsteelt de gegevens zijn uitgezet tegen het verschil tussen de kasttemperatuur en de temperatuur boven het scherm.

In de eerste fase van de voorjaarsteelt hebben we te maken gehad met lage buitentemperaturen. Dit komt tot uiting in een groot verschil tussen de temperatuur boven de schermen en de kasttemperatuur. Ondanks dit feit zorgt de lage planttemperatuur en het Harmony scherm dat onder licht, ervoor dat de uitstraling van het gewas beperkt blijft. Gemiddeld gedurende de nacht ligt deze tussen de -10 en -15 W/m^2 dit komt overeen met een temperatuur verschil van 2 tot 3°C. Op het moment van opstoken is in deze fase van de teelt een toename van de uitstraling te zien, als gevolg van een stijging van de planttemperatuur (Figuur 6.3). Vanaf halverwege maart neemt de uitstraling weer sterk af en is een vergelijkbaar beeld te zien als in de voorjaarteelt. In deze fase van de teelt is de vraag of het schermen tegen uitstraling een toegevoegde waarde heeft in aardbei? Hoewel het zorgt voor een betere verdamping van het gewas, wordt de gewenste afkoeling beperkt. In de nacht van 4 op 5 december is het scherm gedurende de nacht open gebleven wat zichtbaar werd in een daling (meer negatief) van de netto straling en een daling van de gewastemperatuur (Figuur 6.4).



Figuur 6.3. Daling van de netto straling (groene lijn) op het moment van opstoken (blauwe lijn is de planttemperatuur) als gevolg van het opstoken.



Figuur 6.4. Ontwikkeling van de netto straling en planttemperatuur als gevolg van het openen van het schermen in de nacht (rode en zwarte lijn zijn de schermen) van 4 op 5 december. Vanaf het moment van openen van het scherm $\pm 22:30$ uur is direct een daling van de netto straling (groene lijn) waarneembaar, die samengaat met een daling van de planttemperatuur (blauwe lijn). Om $\pm 0:00$ uur is een daling van de uitstraling (pyrgeometer) van het kasdek te zien (roze lijn), het wordt op dit moment dus bewolkt. De

temperatuur van het kasdek neemt hierdoor toe en de netto straling en planttemperatuur stijgen. Om 6:00 in de ochtend sluit het scherm weer en wordt de kas opgestookt naar gewenste temperatuur, de uitstraling blijft gelijk terwijl de kas en planttemperatuur toenemen.

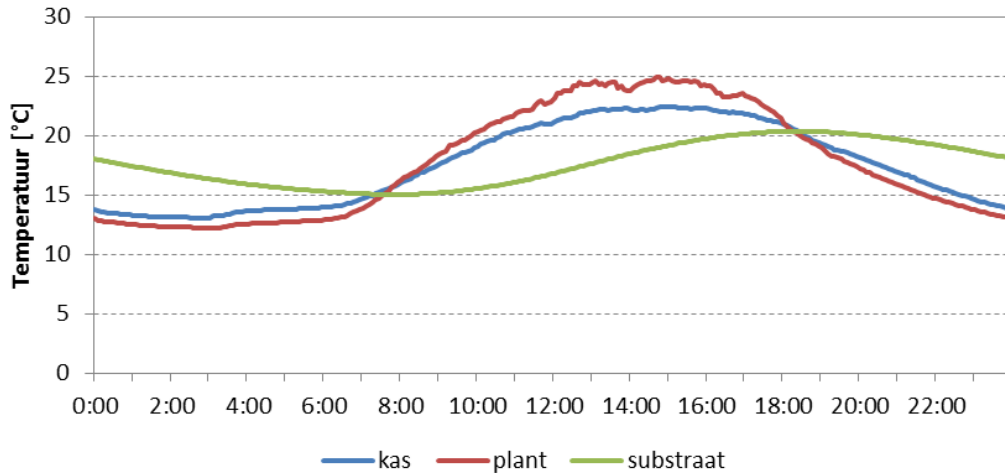
6.2. Luchtbeweging in plaats van minimumbuis

De afdeling was voorzien van 5 nivolatoren voor het creëren van verticale luchtbeweging in de kas. De luchtbeweging dient als vervanging voor de minimumbuis om de minimale verdamping van het gewas in stand te houden, zonder dat er extra vochtproductie wordt gecreëerd. De nivolatoren moeten resulteren in een actiever microklimaat rondom de plant en een homogener kasklimaat. Op 6 oktober 2017 is er een rookproef uitgevoerd. Gedurende de rookproef werden enkele aanpassing gedaan aan de snelheid waarmee de nivolatoren draaiden. Er was te zien dat na deze aanpassing de rook zich gelijkmatig over de afdeling verdeelde en er dus een goede homogene luchtcirculatie was. Een actief microklimaat in combinatie met een homogeen klimaat zou moeten bijdragen aan het voorkomen van met name schimmelziekten. Gedurende de beide teelten is de druk van schimmelziekten laag geweest. In de voorjaarsteelt is op 1 moment van de teelt een enkele vrucht met mucor gevonden,

In de eerste fase van de najaarsteelt hebben de nivolatoren continue aangestaan. Omdat in de nacht de nivolatoren met name voor het verplaatsen van de koude lucht zorgen hebben de nivolatoren vanaf november alleen gedurende de dag gedraaid. Op het moment van deze omschakeling was er een verandering in de trend tussen kas, vrucht en planttemperatuur. In de periode dat de nivolatoren gedurende de nachtperiode aanstonden lag de gemiddelde vruchttemperatuur lager dan de kastemperatuur, vanaf het moment dat de nivolatoren uitschakelden kwam deze boven de kastemperatuur te liggen. Omdat de metingen van verschillende meetsystemen afkomstig waren kunnen we dit niet in absolute waardes vergelijken, maar we kunnen wel stellen dat er vanaf het moment van uitschakelen van de nivolatoren een duidelijke verandering in de trend zichtbaar is. Het aanzetten van de nivolatoren in de nacht zou hierin mogelijk een negatief effect gehad kunnen hebben op het aantrekken van assimilaten naar de vruchten en de uitgroei van de vruchten. Dit is als leerpunt meegenomen naar de voorjaarsteelt.

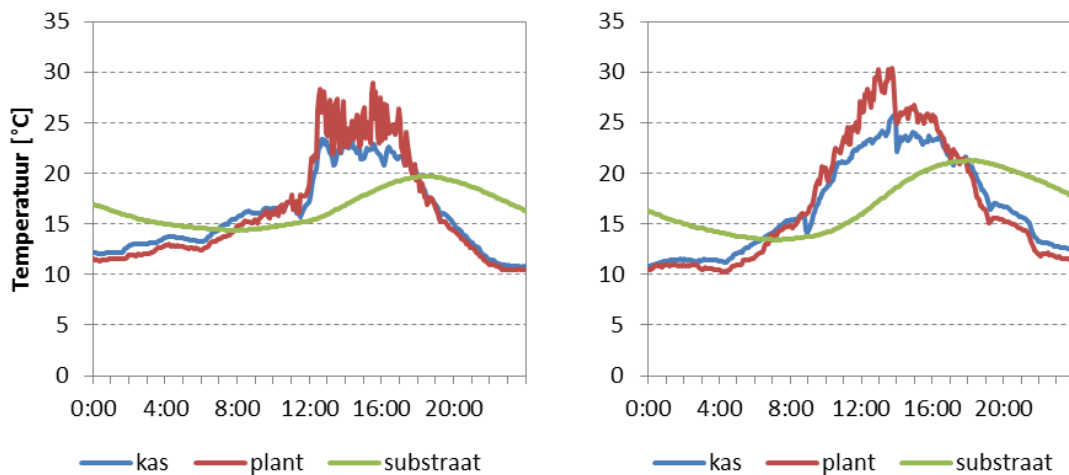
6.3. Waterbalans en de VPD

In de voorjaarsteelt lag de focus op het optimaliseren van de aanmaak van assimilaten middels het sturen op de VPD. De VPD geeft een maat aan voor de opening van de huidmondjes. Een stijging van de VPD > 1.5 kPa geeft aan dat de opening van de huidmondjes afneemt. Er is op dat moment dus ook een belemmering voor de opname van CO₂. Opvallend was dat al vroeg in de ochtend bij een toenemende instraling de VPD een sterke stijging liet zien. De plant was zich dus al vroeg in de ochtend aan het beschermen om het waterverlies te beperken. Als reactie hierop werd in de teelt al vroeg in de ochtend het Harmony scherm gesloten, waardoor gedurende de teelt veel licht werd weggenomen. De waterstress werd tijdens de teelt in relatie gebracht met de temperatuur van de wortels. In de celmembranen van o.a. wortelcellen zijn aquaporines (waterkanalen) aanwezig om de wateropname te versnellen. De werking van deze aquaporines neemt snel af onder +/- 20 °C. Het grote verschil tussen de dag en nachttemperatuur maakt dat de wortels op het moment dat in de ochtend de verdamping van het gewas op gang komt nog niet op temperatuur zijn. Figuur 6.5 toont het gemiddelde verloop van de kas, plant en substraattemperatuur in de periode van week 13 t/m week 20. De grafiek laat zien dat op het moment dat de planttemperatuur in de ochtend gaat stijgen en de verdamping van het gewas opgang komt de substraattemperatuur het laagste punt bereikt (15°C). Aan het einde van de dag is deze situatie omgekeerd op het moment dat de plant en kastemperatuur gaan dalen om de nacht in te gaan bereikt de substraattemperatuur pas de 20 °C en is dan op het hoogste punt. De hele dag wordt de wateropname door aquaporines dus mogelijk geremd door "lage " substraattemperatuur.



Figuur 6.5. Gemiddelde verloop van de kas, plant en substraat temperatuur in de periode van week 13 t/m week 20, de fase in de teelt waarin de planttemperatuur snel opliep als gevolg van een toenemende instraling.

Figuur 6.6 toont het verloop van de kas, plant en substraat temperatuur op 5 en 6 april. Deze twee dagen laten het verschil zien in een dag waarbij de instraling beperkt is (5 april) is en de worteltemperatuur dicht bij de planttemperatuur blijft liggen tot in de middag. Vanaf +/- 12:00 uur neemt de instraling toe en stijgen de kas en planttemperatuur, terwijl de worteltemperatuur niet mee stijgt. De dag erna (6 april) toont een dag waarop de instraling al vroeg in de ochtend toeneemt en de planttemperatuur al vroeg in de ochtend boven de kastemperatuur uitstijgt. De substraattemperatuur blijft tot 12 uur onder de 15 °C en het lijkt erop dat het gewas onvoldoende water kan opnemen in dit traject van sterk toenemende verdamping. De situatie die we in deze proef constateren is inherent aan de praktijk. Het is dus geen verklaring voor de lagere productie in de teelt, maar mogelijk wel een aanknopingspunt voor verbetering.



Figuur 6.6. verloop van kas, plant en substraattemperatuur op 5 april 2018 (links) en 6 april 2018 (rechts).

6.4. HNT en gewasgezondheid

Eén van de principes van HNT is middels het schermen tegen uitstraling en gebruik van luchtbeweging de plantgezondheid van het gewas bevorderd zou moeten worden. De hypothese hierachter is dat er minder vrij vocht is op de verschillende gewasonderdelen (blad; bloemen; vruchten) en minder kans op condensatie is en betere voorziening van calcium en assimilaten voor sterkere jonge cellen in blad en vrucht. Die kritische momenten in de teelt waarop de schimmels zich ontwikkelen zouden hiermee worden voorkomen. In beide teelten was ondanks de vele schermuren en het weglaten van de minimumbuis de plantgezondheid goed.

7. Leerpunten en aanbevelingen

Gedurende de teelt zijn de verschillende principes van 'HNT' toegepast met als doel optimaal te telen. Zowel in de najaarsteelt als in de voorjaarteelt is beoogde productie niet gerealiseerd. In de najaarsteelt is al in een vroeg stadium van de teelt tipburn ontstaan wat een sterke invloed heeft gehad op de gerealiseerde productie. In beide teelten was de constatering dat het gewas een sterke vegetatieve groei realiseerde en de mening dat de gewasontwikkeling goed was. De gewasgezondheid is gedurende beide teelten goed geweest in combinatie met weinig energie input (geen minimum buis), luchtbeweging en veel schermure. Daarnaast zagen we in beide teelten dat het aantal uitgegroeide trossen lager was dan volgens de proefplanting/bloemonderzoek in de planten aanwezig was en dat de vruchten een langere uitgroeiduur hadden.

Om de principes van het nieuwe telen gericht en op het juiste moment in de teelt toe te passen zal meer moeten worden ingezoomd op de plantenfysiologische achtergronden in relatie tot de teeltomstandigheden. Centraal hieraan staan het in beeld brengen van de gewasfotosynthese en de verdelingen van assimilaten in relatie tot de blad en vruchttemperatuur. Hieronder zijn de kernpunten van de proef uitgebreid bediscussieerd op basis van de data en discussies die tijdens de BCO zijn gevoerd.

7.1. Schermen tegen uitstraling

Schermen tegen uitstraling is gedurende de BCO's een veelbesproken discussiepunt geweest. De hypothese achter het schermen tegen uitstraling is dat het zorgt voor minder afkoeling van het blad ten opzichte van de ruimtetemperatuur. Dit zorgt ervoor dat er minder kans is op condensatie van zowel blad, bloemen en vruchten dat zal moeten resulteren in een goede plantgezondheid. Het telen van een gezond gewas in combinatie met intensief schermen (tegen uitstraling) is in deze teelt gedemonstreerd.

Een tweede hypothese die wordt gekoppeld aan intensief schermen tegen uitstraling is: door het blad niet te veel te laten afkoelen wordt de verdamping bevordert en dit zorgt voor sterke cellen middels het transport van calcium en assimilaten. Deze hypothese is echter tegenstrijdig met huidige gedachtegang in de praktijk die nu in de teelt van aardbeien wordt toegepast. Hier wordt gesteld dat uitstraling en hiermee afkoeling van het blad bevorderlijk is voor het gewas. Middels snelle afkoeling van het blad wordt de worteldruk verhoogd waardoor er meer calcium wordt getransporteerd naar de gewasdelen die minder verdampingscapaciteit hebben, met name de jonge bladeren. Hier wordt ook de relatie gelegd met het ontstaan van tipburn. Snelle afkoeling van het blad zal daarnaast zorgen voor een groter verschil tussen de blad en vruchttemperatuur. De warmere vruchten zouden hierdoor meer assimilaten naar zich toetrekken.. Naar aanleiding van de proef is het lastig om concrete uitspraken te doen over schermen in relatie tot productie en vruchtkwaliteit. Omdat in aardbei de nachttemperaturen relatief laag zijn, geldt dit tevens ook voor de uitstraling omdat het temperatuur verschil tussen het kasdek en het scherm kleiner is. Maximaal werd een uitstraling van -15 Watt gemeten wat gelijk staat aan een verschil van 3°C tussen kasdek of scherm en het gewas. Schermen tegen uitstraling is in deze teelt structureel toegepast waarbij 1 of 2 schermen dicht liepen ter voorkoming van uitstraling. Het openhouden van scherm in de nacht zorgt voor een daling van de bladtemperatuur. Gedurende de bijeenkomsten met telers is echter de terechte vraag gesteld beneden welke bladtemperatuur, dit belemmerend is voor het transport van assimilaten vanuit de bladeren. De vraag kan hierbij ook omgekeerd worden door te stellen, wanneer is de bladtemperatuur (en vruchttemperatuur?) in de nacht te hoog, met andere woorden waar liggen de grenswaarden? Om schermen tegen uitstraling gericht te gaan toepassen zal dieper in de plantenfysiologie gedoken moeten om te achterhalen welke omgevingsfactoren nu het meest van invloed zijn voor het realiseren van een hoge productie en een goede vruchtkwaliteit.

7.2. Piekverbruik in de winter

De doelstelling van het project was om 40% te besparen op energie door het niet inzetten van de minimumbuis en de isolatiewaarde van de kas te verhogen middels het inzetten van het energiescherm gedurende de dag en de nacht. In de najaarsteelt is middels het niet inzetten van de minimumbuis de gewenste energiebesparing van 40% gerealiseerd. In de voorjaarsteelt is het energieverbruik hoger geweest dan geprognostiseerd, maar ten opzichte van de praktijk is er wel 20-30% bespaard. Het energiescherm heeft in deze periode veel schermuren gemaakt. Om in deze fase van de teelt het energieverbruik verder te verlagen moet er worden gekeken naar het verder verhogen van de isolatiewaarde van de kas en de temperatuurstrategie. Als we kijken naar de huidige teelt dan is er nog ruimte om meer schermuren op de dag te maken. Het piekverbruik wordt echter veroorzaakt in de opstookfase van de nacht naar de nacht waar een sterke stijging van de temperatuur gerealiseerd moet worden. Het verhogen van de kas isolatie middels het uitrusten van de kas met een tweede energiescherm en het isoleren van de buitengevels kan het energiegebruik in deze fase van de teelt beperken. Het verkleinen van het verschil tussen de dag en de nacht temperatuur zal daarnaast kritisch bekeken moeten worden. De teeltstrategie is het meest intensief in de fase dat er gefocust wordt op de vegetatieve ontwikkeling van het gewas. Met name in deze fase waarin het sturen van assimilaten naar de vruchten en het afkoelen voor een stevigere vrucht nog niet van toepassing zijn kan een andere invulling van het etmaal hier nieuwe inzichten bieden. Het weglaten van de minimumbuis dient nog wel nader geanalyseerd te worden omdat de uitgroeiduur in de najaarsteelt relatief lang was.

7.3. VPD en fotosynthese

In de teelt (met name in de voorjaarsteelt) is er veel sturing geweest op basis van de VPD. De redenering hierachter is dat de VPD een maatstaf is voor de opening van de huidmondjes. De opening van de huidmondjes staat in relatie met de opname van CO_2 en de opname van CO_2 is van invloed op de netto fotosynthese. Wanneer er op zomerse dagen niet werd geschermd steeg de VPD als snel boven de 1.5 kPa, wat aangeeft dat de plant (water)stress ervaart en zijn huidmondjes geknepen heeft. Het sluiten van het scherm heeft echter als nadeel dat er ook een aanzienlijke hoeveelheid van het licht wordt weggenomen. Ondanks dat het inzetten van schermen een positief effect heeft op de VPD had de productie potentieel hoger kunnen zijn. De vraag in deze proef is waar winst in de productie haalbaar is en of er een relatie is met de klimaatstrategie die in het voorjaar is aangehouden. Middels het inzetten van het schermen op de dag om plantstress te voorkomen is de vraag wat geeft netto de hoogste opbrengst aan assimilaten: minder licht vs. beperkte opening van de huidmondjes. Hierin moet ook worden meegenomen dat alleen de bovenste bladeren aan de piek instraling worden blootgesteld en de bladeren eronder minder stress ervaren. Om deze vraag te beantwoorden zal meer inzicht verkregen moeten worden in de fotosynthesesnelheid op gewasniveau van aardbei onder verschillende licht en vocht omstandigheden.

Als we echter nog een stapje verder gaan, moet er worden ingegaan op de vraag waarom de bladtemperatuur in de ochtend zo snel stijgt. Het oplopen van de bladtemperatuur geeft aan dat de plant niet in staat is om de waterbalans op peil te houden en de afvoer van vocht hoger is dan de aanvoer. Voor de aanvoer van vocht moeten we kijken naar de wortels. In de teelt van aardbeien zijn er grote verschillen in de kastemperatuur waarbij de worteltemperatuur na-ijlt op kas en planttemperatuur. Wanneer de gewastemperatuur in de ochtend stijgt zijn de wortels juist op het koudste punt. Dit kan een belemmering voor wateropname zijn wanneer in de ochtend de instraling en hiermee de planttemperatuur snel stijgt. Dit is echter geen directe verklaring richting een hogere productie. Wel kan het beïnvloeden van de worteltemperatuur mogelijk resulteren in een verbetering van de wateropname en een verminderen van stress als gevolg van een belemmering in de wateropname.

7.4. Telen in balans

De definitie van HNT: 'Optimaal telen in balans met toepassing van kennis uit natuurkunde en plantfysiologie', de aanmaak en het verbruik van assimilaten moeten hierbij aan elkaar gelijk zijn. Voorafgaand aan de teelt was al gesteld dat telen in balans in de najaarsteelt een uitdaging is. Gedurende de teelt neemt de plantbelasting sterk toe en de fotosynthese als gevolg van het afnemende buitenlicht neemt af. Het plantmateriaal kan nog enigszins van invloed zijn door te kiezen voor plantmateriaal waarin de trossen wat meer gespreid zijn aangelegd. Daarnaast kenmerkt deze periode van het jaar zich ook nog eens door hoge buitentemperaturen (en met name hoge nachttemperaturen) in relatie tot het beschikbare licht. Waardoor het verbruik van assimilaten in verhouding toeneemt ten opzichte van de aanmaak. De najaarsteelt laat zich dus lastig (in balans) sturen. Beoogd was om de in de najaarsteelt te sturen op spreiding in de bloemen in de voorjaarsteelt. Door het rooien van de teelt is dit aspect niet verder uitgewerkt.

In de voorjaarteelt komt het telen in balans beter tot uiting, de plantbelasting neemt toe met het toenemen van de instraling. Het verschil tussen de kasttemperatuur en de buitentemperatuur is groter waardoor de kasttemperatuur beter kan worden afgestemd op het beschikbare licht. De plantbelasting blijft echter ook in deze teelt een aantal weken pieken. De telers streven om economische redenen ernaar om zo vroeg mogelijk in productie te zijn. De teeltsturing is er dus met name op gefocust om zo vroeg mogelijk in het jaar productie te hebben.

Vervolg onderzoek in het nieuwe telen vraagt dus met name om focus op de voorjaarsteelt. Als we meenemen dat het areaal onder glas blijft groeien met 10 tot 20% zal de productie meer verspreid moeten gaan worden over het jaar. De groei van het areaal moet dus samengaan met een nieuwe kijk op de inrichting van de aardbeienteelt om voldoende spreiding te houden. Een toekomstig teeltsysteem zou hiermee ingevuld kunnen worden door voorjaarsteelt (december tot half mei met daar achteraan een doordragerteelt (half mei tot november). In de voorjaarsteelt zal de focus moeten liggen op het reduceren van het piekverbruik, de invloed van uitstraling en de verdeling van assimilaten. In daarop volgende doordragerteelt zal moeten worden ingezoomd op het optimaliseren van de fotosynthese middels o.a. het inzetten van verneveling en schermen.

8. Communicatie

Gedurende het project zijn er meerdere blogs geschreven en artikelen in vakbladen gepubliceerd om aandacht aan het project te schenken. Daarnaast was het project onderdeel van de algemene rondleiding van Delphy Improvement Centre. Op 10 januari is het project gepresenteerd op de aardbeidendag, waar ruim 500 geïnteresseerden vanuit de sector aanwezig waren.

Op 12 januari 2018 is het project bezocht als onderdeel van de tour van de 'soft fruit conference', hierbij bezochten ± 200 geïnteresseerden vanuit de zachtfruit sector het project.

Hieronder staat een overzicht van de verschenen artikelen en blogs:

Artikelen vakbladen

- Start onderzoek Het Nieuwe Telen aardbei 'Uitstraling voorkomen moet helpen bij zoektocht naar plantbalans'. Pieter van Velden. Onder Glas, september 2017.
- HNT aardbei begint bij plantbehoefte. Joost Stallen. Groenten en fruit. Oktober 2017.
- Halverwege eerste proefseizoen aardbei 'Het Nieuwe Telen bij aardbei is een weg van vallen en weer opstaan. Pieter van Velden. Onder Glas, Februari 2018.
- Eerste onderzoeksjaar Het Nieuwe Telen aardbei afgerond 'Aardbei in balans telen is als het wiel opnieuw uitvinden'. Pieter van Velden. Onder Glas, Augustus 2018.

Websites

- Klaar voor de start van aardbeiteelt onder dubbel scherm. Pieter van Velden. Hortinext.nl, 15 Augustus 2019. <https://hortinext.nl/klaar-voor-de-start-van-aardbeiteelt-onder-dubbel-scherm/>
- Schermen voor optimaal duurzame aardbeiteelt. Bart Jongenelen. Gfactueel.nl - 2 november 2017 <https://www.gfactueel.nl/Fruit/Achtergrond/2017/11/Schermen-voor-optimaal-duurzame-aardbeiteelt-206458E/?dossier=110868&widgetid=0>
- Update: proef Het Nieuwe Telen Aardbei. Bart Jongenelen. Gfactueel.nl - 12 januari 2018. <https://www.gfactueel.nl/Fruit/Achtergrond/2018/1/Update-proef-Het-Nieuwe-Telen-Aardbei-234835E/?dossier=110868&widgetid=0>
- Forceerstrategie in HNT-proef zorgt voor hoog gasverbruik. Bart Jongenelen. Gfactueel.nl - 9 mei 2018. <https://www.gfactueel.nl/Fruit/Achtergrond/2018/5/Forceerstrategie-in-HNT-proef-zorgt-voor-hoog-gasverbruik-282509E/?dossier=110868&widgetid=0>
- Sturen met twee schermen om stress te vermijden. Pieter van Velden. Hortinext.nl, 17 mei 2018. <https://hortinext.nl/sturen-met-twee-schermen-om-stress-te-vermijden/>

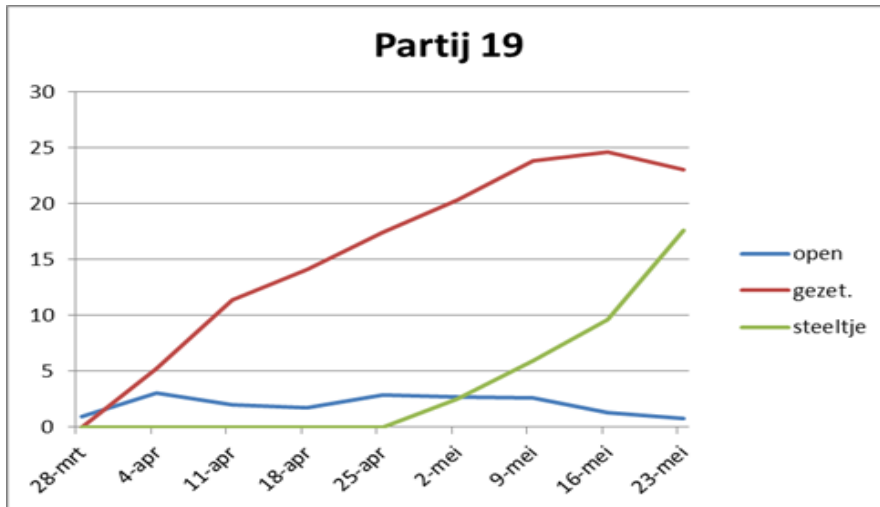
Blogs website kasalsenergiebron.nl

- Eerste Bloei in HNT- proef aardbei. Lianne Helmus-Schuddebeurs. 29 september 2017. <https://www.kasalsenergiebron.nl/nieuws/blog-eerste-bloei-in-hnt-proef-aardbei/>
- Aardbeienproef: gevoel bedriegt. Peter Geelen. 6 november 2017. <https://www.kasalsenergiebron.nl/nieuws/aardbeienproef-gevoel-bedriegt/>
- Lichtbenutting en energiebalans in de aardbeiteelt. Peter Geelen. 16 april 2018. <https://www.kasalsenergiebron.nl/nieuws/lichtbenutting-en-energiebalans-in-de-aardbeiteelt/>
- Intensief schermen in aardbeiproef. Lianne Helmus-Schuddebeurs. 3 mei 2018. <https://www.kasalsenergiebron.nl/nieuws/intensief-schermen-in-aardbeiproef/>

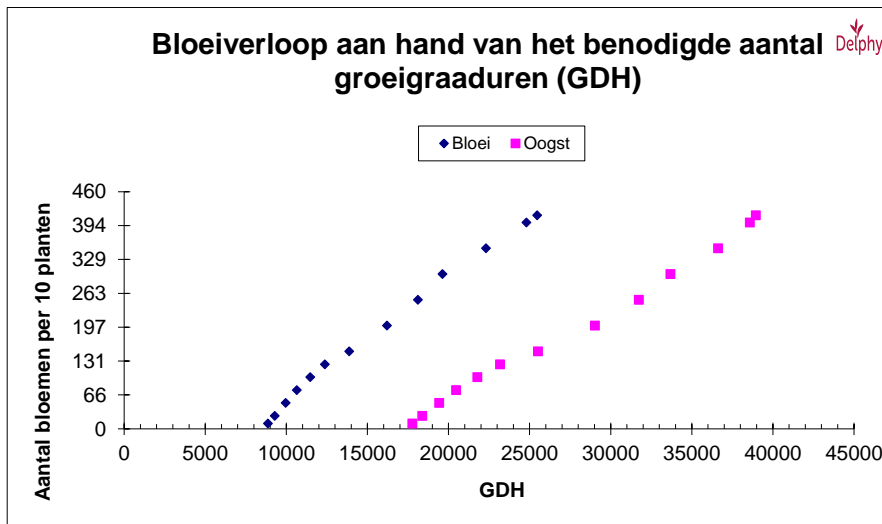
9. Literatuur

- Janse, Jan. Jaarrond duurzame en intensieve aardbeienteelt met minder stroom. No. 1397. Wageningen UR Greenhouse Horticulture, 2016.
- Geelen, P. A. M., Voogt, J.O., & van Weel, P.A. (2015). De basisprincipes van Het Nieuwe Telen. LTO Glaskracht Nederland.
- Van Doorn Th : Vergelijking het nieuwe telen met de gangbare teelt (2018)
- Uitstralingsmonitor om het effect van schermen op uitstraling, gewastemperatuur en gewasverdamping te simuleren :
http://www.glastuinbouwmodellen.wur.nl/radiationmonitor/?user=KaE_T1_ext
- Weblectures : <https://www.kasalsenergiebron.nl/besparen/het-nieuwe-telen/ik-wil-eenvoudig-aan-de-slag/weblectures-het-nieuwe-telen/>

Bijlage I Proefplanting najaarsteelt.



Figuur 0.1. Proefplanting van de najaarsteelt. "open", betekent het aantal open bloemen. "gezet" betekent het aantal gezette vruchten. "steeltje" staat voor het aantal geoogste vruchten. In totaal werden er gemiddeld 3.3 trossen per plant en 41.4 vruchten per plant geteld.



Figuur 0.2. bloei en oogstverloop op basis van het aantal groeigraduren.

Bloemnr	Aantal GDH		Bloeidatum			Oogstdatum		
	tot bloei	tot oogst	koel najaar	gem. najaar	warm najaar	koel najaar	gem najaar	warm najaar
10	8876	17772	12-9-2017	9-9-2017	8-9-2017	16-10-2017	8-10-2017	4-10-2017
25	9284	18387	14-9-2017	10-9-2017	9-9-2017	18-10-2017	10-10-2017	6-10-2017
50	9965	19424	16-9-2017	11-9-2017	10-9-2017	22-10-2017	15-10-2017	10-10-2017
75	10645	20473	19-9-2017	13-9-2017	12-9-2017	26-10-2017	19-10-2017	13-10-2017
100	11484	21778	22-9-2017	16-9-2017	15-9-2017	31-10-2017	24-10-2017	18-10-2017
125	12384	23185	25-9-2017	19-9-2017	17-9-2017	5-11-2017	30-10-2017	24-10-2017
150	13887	25525	1-10-2017	24-9-2017	22-9-2017	15-11-2017	9-11-2017	3-11-2017
200	16208	29031	9-10-2017	2-10-2017	29-9-2017	3-12-2017	26-11-2017	20-11-2017
250	18124	31740	17-10-2017	9-10-2017	5-10-2017	15-12-2017	8-12-2017	2-12-2017
300	19628	33688	23-10-2017	16-10-2017	11-10-2017	24-12-2017	18-12-2017	11-12-2017
350	22312	36830	2-11-2017	26-10-2017	20-10-2017	7-1-2018	1-1-2018	25-12-2017
400	24808	38585	12-11-2017	6-11-2017	31-10-2017	16-1-2018	10-1-2018	4-1-2018
414	25468	38953	15-11-2017	9-11-2017	3-11-2017	18-1-2018	12-1-2018	6-1-2018

Gem. aantal bloemen/plant: 41,4

Figuur 0.3. Oogstprognose op basis van de proefplanting

Bijlage II Bloemonderzoek voorjaarsteelt Sonsation

Plantnr	Crownnr	Position	runner	blp	Bud length (cm)			Leaf status	Apex development stage	Truss length (cm)	2nd truss stage	2n truss blp
					≥1	0.2-1	<0.2					
1		first truss							6	0,50		
1		10		2		*	folded	5	0,12			
1		9		4		*	folded	2	0,02			
1		8		3		*	small leaf	3				
1		7		3	*		unfolded	5				
1		6		3	*		unfolded	5,5				
1		5		3			unfolded	c3				
1		4		3			unfolded	c2				
1		3		6	cb		unfolded	3				
1		2		3	*		dead	5				
1		1		4			dead	c1				
1	c1	first truss							6	0,35		
1	c1	4		3		*	folded	2				
1	c1	3		2		*	small leaf	0				
1	c1	2		2		*	unfolded	0				
1	c1	1				*	unfolded	.				
1	c2	first truss							6	0,35		
1	c2	3		2		*	folded	3				
1	c2	2		2		*	small leaf	0				
1	c2	1		3		*	unfolded	0				
1	c3	first truss							6	0,30		
1	c3	3		2		*	folded	1				
1	c3	2		2		*	folded	0				
1	c3	1		2		*	small leaf	0				

Drawing

6	
5	
3	2
5,5	5
c3	c3
c2	3
5	c1

6	
2	
0	0
.	.

6	
3	
0	0

6	
1	
0	0

2		first truss							6	0,50		
2		10		2		*	folded	4	0,06			
2		9		4		*	folded	2	0,02			
2		8		3		*	small leaf	2				
2		7		4	*		unfolded	3				
2		6		4	*		unfolded	4				
2		5		4	cb		unfolded	4				
2		4		4	*		unfolded	3				
2		3		3	*		unfolded	5				
2		2	*				dead	r				
2		1	*				dead	r				

6	
4	
2	2
4	3
4	4
3	5
r	r

3		first truss							8	1,00		
3		7		3	*		unfolded	6	0,35	1	2	
3		6		4	*		unfolded	5	0,14			
3		5		3	*		unfolded	3				
3		4		4	*		unfolded	4				
3		3		4	cb		unfolded	5,5				
3		2		3	*		unfolded	5				
3		1		3	*		unfolded	5				

8	
6	
3	5
5,5	4
5	5
5	

Plantnr	Crownnr	Position	runner	blp	Bud length (cm)			Leaf status	Apex development stage	Truss length (cm)	2nd truss stage	2n truss blp
					≥ 1	0.2-1	< 0.2					
4		first truss							8	0,80		
4		10		2		*	folded	5	0,12			
4		9		4		*	small leaf	4	0,10			
4		8		3	*		unfolded	5				
4		7		3	*		unfolded	5				
4		6		3	cb		unfolded	5,5				
4		5		3			unfolded	c1				
4		4		3	*		unfolded	6				
4		3	*				dead	r				
4		2	*				dead	r				
4		1	*				dead	r				
4	c1	first truss							6	0,30		
4	c1	3		2		*	folded	0				
4	c1	2		2		*	folded	0				
4	c1	1		3		*	small leaf	0				

Drawing	
8	
5	4
5	5
5,5	c1
6	r
r	r

6	
0	0
0	

5		first truss							6	0,35		
5		12		2		*	folded	3	0,05			
5		11		3		*	folded	2	0,02			
5		10		2		*	folded	0				
5		9		3		*	small leaf	1				
5		8		3		*	unfolded	2				
5		7		3	*		unfolded	3				
5		6		4	*		unfolded	3				
5		5		4	*		unfolded	3				
5		4		4	*		unfolded	4				
5		3		4	cb		dead	6				
5		2		3	cb		dead	6				
5		1		6			dead	c1				
5	c1	first truss							6	0,35		
5	c1	6		3		*	folded	2				
5	c1	5		2		*	folded	0				
5	c1	4		2		*	small leaf	0				
5	c1	3		3		*	unfolded	0				
5	c1	2		3		*	unfolded	0				
5	c1	1		3		*	unfolded	0				

6	
3	2
0	1
2	3
3	3
4	6
6	c1

6	
2	0
0	0
0	0
0	0

