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

Telefoon 010 522 1771
www.delphy.nl

# LED belichting in aardbei

Worldwide Expertise for Food & Flowers

Lisanne Helmus-Schuddebeurs[1], Remco van Endschot[2], Barry Dorresteijn[2],

1 Delphy- Improvement Centre
2 Delphy

Bleiswijk, december 2019

Projectnummer Kas als Energiebron: 20098

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

**Individuele aardbeientelers**

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
Abstract ..... 6
Voorwoord ..... 7
Acknowledgements ..... 7
1. Inleiding ..... 9
1.1. Doelstellingen ..... 9
2. Aanpak en Kasinrichting ..... 11
2.1. Kasinrichting ..... 11
2.2. Plantmateriaal ..... 11
2.3. Belichting ..... 13
3. Resultaten ..... 15
3.1. Klimaat ..... 15
3.2. Belichting. ..... 17
3.3. Warmtegebruik ..... 19
3.4. Gewasontwikkeling ..... 20
3.4.1. Bloemonderzoek ..... 20
3.4.2. Gewasstrekking ..... 22
3.4.3. Bloei en Plant belasting ..... 25
3.5. Productie ..... 28
3.5.1. Gemiddeld vruchtgewicht ..... 31
3.5.2. Brix ..... 32
4. Leerpunten en Aanbevelingen ..... 33
5. Literatuur ..... 34
6. Bijlage I Lichtmeting ..... 35
7. Bijlage II Bloeiontwikkeling ..... 37
8. Bijlage III plantbelasting ..... 39
9. Bijlage IV productie ..... 41
10. Bijlage V Productie plantdichtheid ..... 44
11. Bijlage VI productie middelste tralie (junidragers). ..... 46
12. Bijlage VII Plattegrond afdeling/map of the compartment ..... 48

## Samenvatting

Nederlandse aardbeien uit de kas onderscheiden zich op basis van kwaliteit. De uitdaging is om deze hoogwaardige kwaliteit aardbeien ook jaarrond te kunnen aanbieden. Dit in combinatie met de aanhoudende toename van het areaal vraagt om nieuwe toepassingen van de teelt onder belichting. Om jaarrond kwaliteit en kwantiteit te kunnen garanderen moet er gezocht worden naar een balans in het teeltsysteem. Het uitgangspunt is dat dit haalbaar is door te telen met doordragende rassen onder de LED belichting. Om dit te realiseren zal er gedurende de teelt meer controle moeten zijn over de strekking, de opbouw van de plantbelasting en de productie. In de teeltstrategie is daarom gewerkt met de volgende uitgangspunten:

- De daglengte mag niet korter worden dan 12 uur om te voorkomen dat het gewas in winterrust gaat.
- De belichtingsperiode is maximaal 14 uur, Enerzijds om te zorgen voor een stabiele en rustige ontwikkeling van het gewas en de plantbelasting. En daarnaast om een generatieve impuls te voorkomen door geen lange dag toe te dienen.
- De inzet van de belichting wordt rustig opgebouwd rekening houdend met de plantbelasting/ assimilatenvraag van het gewas.
- De etmaaltemperatuur wordt gehandhaafd tussen de 14.5 °C en 15.5 °C.

Naast deze uitgangspunten werden verschillende factoren getest om te achterhalen hoe deze de gewasontwikkeling beïnvloeden. Er werd gewerkt met:

- 4 lichtspectra: RB ; RB + 10% verrood ; RB + 20% verrood ; RBW + 10% verrood.
- 2 rassen: Favori en Murano.
- 4 type uitgangsmateriaal: Minitray ; verse stek 0KU ; verse stek 336KU ; verse stek 672KU.

Het toevoegen van het verrood in het lichtspectrum en het geven van een koude behandeling voor uitplanten zouden de strekking van het gewas moeten beïnvloeden.

Uit de teeltresultaten kwam naar voren dat de strategie zorgde voor een rustige opbouw van de plantbelasting en een vlakke productie in de winter. Het geven van een koude behandeling op de verse stekken resulteerde niet in meer strekking, wel resulteerde dit in een vertraging van de ontwikkeling waardoor dit type plantmateriaal achterbleef in de winterproductie en meer piekte in het voorjaar. Hierbij moet wel worden meegenomen dat de koude behandeling ook zorgde voor een plantdatum van respectievelijk 2 en 4 weken later voor de 336KU en 672KU. Het toevoegen van verrood aan het lichtspectrum leek in eerste instantie weinig invloed te hebben op de strekking van het gewas. Hierop is besloten om de verrood vanaf week 49, 1 uur langer in te zetten nadat de LED belichting was uitgeschakeld. Op basis van de metingen aan de individuele bladstelen werd in de 3 lichtrecepten met verrood meer strekking op de bladstelen waargenomen. De invloed van het nabelichting of het aanhouden van een langere daglengte zullen hierbij nog verder moeten worden uitgediept.

De ontwikkeling van de plantbelasting en hiermee dus ook de productie werd met name beïnvloed door het uitgangsmateriaal (of de plantdatum). De verse stek zonder koude realiseerde de meest vlakke productie. Bij Murano realiseerde de MT de hoogste productie met gemiddeld 15.2 kg/m$^2$ gemiddeld over de 4 lichtrecepten. Bij Favori realiseerde de verse stek met 0KU de hoogste productie met 12.3 kg/m$^2$. In de winterperiode werd bij alle behandelingen de beoogde productie van 0.5 kg/m$^2$/week nauwelijks gerealiseerd. Om de teelt verder te ontwikkelen zullen een aantal punten verder moeten worden uitgediept:

- De interactie tussen lichtspectrum en daglengte als factor voor de strekking.
- De assimilatenvraag van het gewas in relatie tot de plantbelasting.
- De fotosynthesecapaciteit van het gewas.
- (verhogen van) De lichtonderschepping van gewas.

## Abstract

Strawberries produced in high tech greenhouses distinguish themselves based on their quality. The goal is to achieve this high quality during every moment of the year. When we combine this with het continuous growth of the area of strawberries in greenhouses, there is a request for new growing systems with strawberries. To produce the whole year a good quality and a fixed quantity we need to search for a balance in the growing system. The assumption is that this goal can be achieved by growing an everbearing variety in combination with LED light. To realise this is it necessary to have more control about the stretching, the development of the plant load and the production. With this in mind we took the following assumptions in the growing strategy:

- The day length may not be shorter than 12 hours, to avoid that the crop while go into dormancy.
- The lighting period will be 14 hours at maximum. This to create a stable and calm development of the plant load, and to avoid a generative signal by creating long day conditions.
- The increase of the number of hours the lights will be on will be increased slowly by taking the plantload/need for assimilates as a guideline.
- The 24 h temperature will be between 14.5 and 15.5°C.

In addition to this assumptions, different treatments were included in the trial to investigate how this factors could influence the crop development. The different treatments were:

- 4 different light spectra: RB ; RB + 10% farred; RB +20% farred ; RBW+ 10% farred.
- 2 variaties: Favori and Murano.
- 4 different types of planting material: minitray; fresh cuttings 0CU; fresh cuttings 336CU; fresh cuttings 672 CU.

By adding farred in the light and expose the plants to a cold treatment before planting the stretching of the crop has to be improved.

From the it was shown that the determined growing strategy resulted in a regular development of the plant load and a stable production during the winter. Adding a cold treatment before planting on fresh cuttings did not result in improved stretching. On the other hand the cold treatment reduced the speed of development, which created a higher production peak in the spring. In this case we need to keep in mind that the plants which obtained an cold treatment also were planted respectively 2 and 4 weeks later, in the 336CU and 672CU. The first impression of adding farred to the light spectrum was that the influence on the stretching was limited. As a reaction on this observation, from week 49 the farred light was on for 1 hour more than the other light colours. Based on the measurements of the individual petioles more stretching was observed in the 3 treatments with farred compared to no farred. The influence of the end of day treatment in relation to the total increase of the total day length needs to be investigated.

The development of the plant load and as a result from this the production, was mainly influenced by the planting material (or planting date). The fresh cuttings without a chilling treatment realized the most stable production. In Murano the MT had with an average production over the 4 light treatments with 15.2 kg/m$^2$ the highest production. In Favori the fresh cuttings without chilling achieved the highest production with 12.3 kg/m$^2$. During the winter period the goal of 0.5 kg/m$^2$ was not realized in any of the treatments. To further develop this cultivation concept the following issues needs attention:

- The interaction between light recipe and day length as a factor for the stretching.
- The demand for assimilates in relation to the plant load.
- The capacity of the photosynthesis of the crop.
- (increase) the light interception of the crop.

## Voorwoord

Dit rapport geeft de resultaten weer van het onderzoek naar jaarrond productie met LED belichting in aardbeien. Het onderzoek is uitgevoerd bij het Delphy Improvement Centre in Bleiswijk. Dit onderzoek is tot stand gekomen door samenwerking tussen individuele aardbeientelers, toeleverende partijen en ondersteund door het programma 'Kas als Energiebron', gefinancierd door het Ministerie van LNV. Hierbij willen we iedereen bedanken die heeft bijgedragen in de totstandkoming en de uitvoering van het project.

De telers die deelnamen in het project waren zowel Nederlandse als buitenlandse aardbeientelers. De voertaal van dit rapport is Nederlands, maar het rapport is voorzien van Engelse samenvatting, de grafieken hebben een Engelse weergave en de toelichting bij de grafieken is zowel in het Engels als in het Nederlands.

## Acknowledgements

This report gives the results of the research project with LED light in strawberry. The project is performed at Delphy Improvement Centre, Bleiswijk. This project is a collaboration between several individual strawberry growers, several suppliers and supported by the program 'Kas als Energiebron (Greenhouse as energy source), which is financed by the ministry of LNV (Agriculture, Nature and food quality). We want to thank everyone who has contributed to the realisation and running of this project

The growers which were part of the project consortium were also international growers. The main language of this report is Dutch, but the report includes an English abstract. The graphs are also in English and below the graphs is an explanation in Dutch and English.

# 1. Inleiding

Het areaal aardbeien onder glas blijft toenemen. De toename is onder andere een gevolg van het feit dat kasaardbeien in de afzetmarkt hoger gewaardeerd worden en er dus steeds meer aardbeien van buiten naar binnen gaan. Het areaal aardbeien onder glas neemt ondertussen ruim 400 ha in gebruik, en de verwachting is dat dit jaarlijks met 10% blijft toenemen.

Nederlandse aardbeien uit de kas onderscheiden zich op basis van kwaliteit. De uitdaging is om deze hoge kwaliteit aardbeien ook jaarrond te kunnen aanbieden. Momenteel is ongeveer 20 ha belicht en veel telers kijken momenteel naar de toepassing van (LED) belichting. In het huidige belichte teeltconcept wordt 2 tot 3 keer geplant, en worden 3 productiepieken gecreëerd die in elkaar overlopen. Op deze manier wordt er gestreefd naar een zo vlak mogelijke productie, maar is de kwaliteit met kleine vruchten tussendoor wisselend. Het ideale toekomstplaatje is het realiseren van een jaarrond vlakke productie. Om dit te realiseren moeten meerdere aspecten van het teeltconcept bekeken worden.

De teelt van aardbei is een relatief koude teelt met een hoge lichtbehoefte, dit biedt kansen voor de toepassen van LED belichting op zowel energie gebied als ook op het kwalitatieve vlak. De aardbei is echter een complex gewas dat gevoelig is voor lichtspectrum en fotoperiode voor wat betreft bloei en strekking. Lichtspectrum en fotoperiode beïnvloeden de hormoonbalans van de aardbeienplant. De hormoonbalans beïnvloedt vervolgens weer zaken als winterrust, bloei en (tros)strekking. Daarnaast moet de assimilatenvraag van het gewas worden afgestemd op de aanmaak van assimilaten.

Naast de omgevingsfactoren speelt ook de plant zelf een belangrijke rol in de stap naar jaarrond kwaliteit en kwantiteit. Allereerst kunnen we hierin onderscheid maken tussen junidragers en doordragers. Op basis van de onderzoeken van de afgelopen jaren licht de basis voor jaarrond productie in de doordragers. Naast het type aardbei spelen ras en de wijze waarop het uitgansmateriaal tot stand komt (aantal koude uren) ook een belangrijke rol. In dit project worden de bovengenoemde factoren gecombineerd richting jaarrond kwaliteit en kwantiteit.

## 1.1. Doelstellingen

De hoofddoelstelling is om uiteindelijk jaarrond en energiezuinig met een vlak productiepatroon aardbeien te telen. Dit is een stip op de horizon waar we in de toekomst naar toe willen werken. In dit project worden onderstaande doelstelling opgepakt in de weg hier naar toe:

<u>Technische doelstellingen</u>
- Telen met vier verschillende LED spectra om meer inzicht te krijgen in hoe het lichtspectrum de ontwikkeling van het gewas kan beïnvloeden.
- Het gewas in balans telen door licht, temperatuur en plantbelasting op elkaar af te stemmen.

<u>Energiedoelstellingen</u>
- Doelstelling is om een juiste teeltstrategie voor de toepassing van LED belichting toe te passen in aardbei. Zodat de toekomstige uitbreiding van het belichte areaal kan worden uitgerust met meest optimale belichting.
- Het project maakt gebruik van de kennis van het nieuwe telen met name op het gebied van inzet van schermen. Hierin worden echter niet de grenzen opgezocht, maar worden de tools zo ingezet dat ze bijdragen aan een beter gewas.

<u>Teeltdoelstellingen</u>
- Door het toetsen van meerdere rassen en verschillende koude behandelingen, meer inzicht krijgen in hoe genetica en opkweek de factoren strekking en bloemaanleg tijdens de teelt beïnvloeden.

# 2. Aanpak en Kasinrichting

## 2.1. Kasinrichting

De teelt is uitgevoerd in afdeling 9 bij Delphy Improvement Centre, Bleiswijk. De kasuitrusting was daarbij als volgt en in lijn met voorgaande projecten:

| | |
|---|---|
| Locatie: | Afdeling 9, 3 binnengevels en 1 buitengevel op het noorden. |
| Afdelingsgrootte: | Bruto teelt opp. – 1008 $m^2$ (35 meter en 3 tralies van 9.6 m breed). |
| | Netto teelt opp. 922 $m^2$ (32 meter teeltgoot, met 32 meter bakken). |
| Poothoogte: | 6.68 meter |
| Kasdek type: | Venlodek – tralie ligger met 2 kappen per tralie. |
| Glastype: | Helderglas |
| Verwarming: | Buisrail |
| | Groeibuis gepositioneerd onder de goot. |
| $CO_2$: | OCAP zuivere $CO_2$ |
| Klimaatcomputer: | Priva |
| Goten: | Hangende goten, ± 1.5 meter boven de grond. |
| Gootafstand: | 1.06 meter |
| Substraat bakken: | RHP Legro kokos aardbei Laag Si/E.C. |
| Watergift: | 4 druppelaars per substraatbak (afgifte 2 liter/uur) |

## 2.2. Plantmateriaal

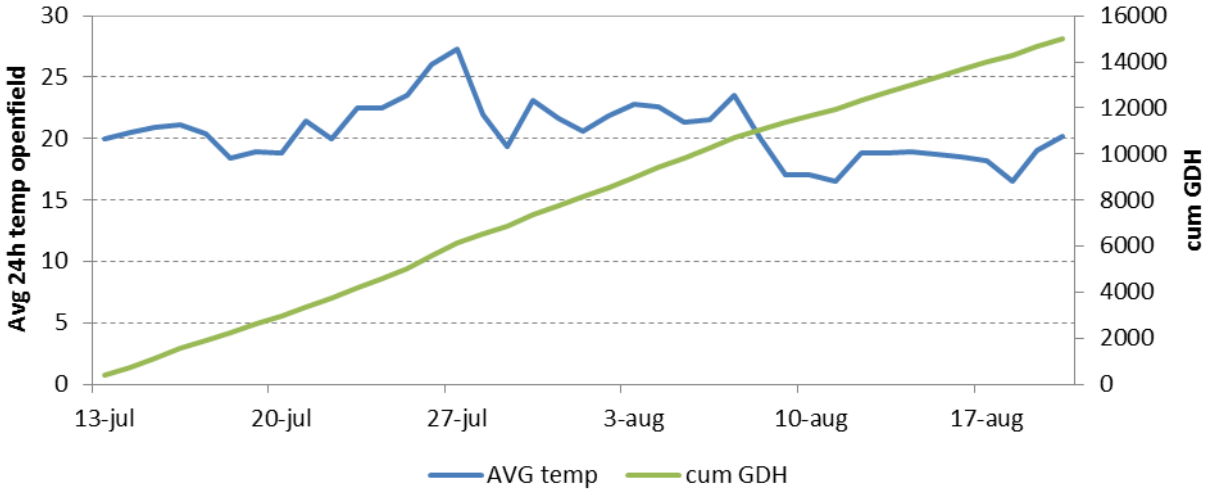
De genetische variatie tussen de rassen en het uitgangsmateriaal zijn belangrijke factoren om tot een jaarrond teelt te komen. Voor dit project zijn 2 rassen geselecteerd: Favori en Murano, deze rassen zijn gekozen omdat uit eerdere proeven onder LED belichting is gebleken dat deze rassen goed in balans kunnen groeien en goed ontwikkelen onder LED belichting.

Niet alleen het ras, maar ook het planttype waarmee wordt gestart speelt een belangrijke rol. In een belichte teelt met een vroege planting moeten we ook rekening houden met het feit dat we van het natuurlijke licht af telen. Enerzijds willen we het natuurlijke licht aan het begin zo goed mogelijk benutten in de fase dat het gewas wordt opgebouwd anderzijds willen we de hoeveelheid buitenlicht in deze begin fase beperken om het jonge materiaal niet te veel licht te geven. In dit project is daarom gekozen voor de volgende 4 typen uitgangsmateriaal:

- **Gekoelde minitray:** Dit is het type uitgangsmateriaal dat veelal wordt gebruikt in de onbelichte teelten. De planten zijn in het najaar opgekweekt en daarna de koeling in gegaan (voor deze proef zijn de planten dus opgekweekt in het najaar van 2017). Het voordeel van dit materiaal is dat ze als gevolg van het grote aantal koude uren bij aanvang van de teelt een goede strekking realiseren. Nadeel van dit type plantmateriaal is dat al een groot deel van de trossen zijn aangelegd in meerdere rhizomen, waardoor je al begint met een productiepiek(je) aan het begin van de teelt. Dit plantmateriaal sluit dus niet aan bij de visie om het gewas jaarrond in balans te telen.
- **Verse stek zonder koude uren:** De planten zijn 6 weken voor aanvang van de teelt gestekt, omdat de planten op basis van een rhizoom starten met de eerste tros in ontwikkeling is de plantopbouw in balans. Nadeel van het feit dat het gewas geen koude heeft ontvangen kan zorgen voor een slechte strekking van het gewas.
- **Verste stek met 2 weken koude:** Het uitgangsmateriaal is gelijk aan de 'verse stek zonder koude uren', maar voordat de planten de kas in gaan, krijgen ze een koude behandeling van 2 weken, met als doel extra strekking bij aanvang van de teelt.
- **Verse stek met 4 weken koude:** Het uitgangsmateriaal is gelijk aan de 'verse stek zonder kouder uren', maar voordat de planten de kas in gaan krijgen ze een koude behandeling van 4 weken, met als doel extra strekking bij aanvang van de teelt.

Er is in dit project gekozen om het uitgangsmateriaal hetzelfde te houden, waardoor de verse stekken met een koude behandeling 2 en 4 weken later in de kas werden geplant dan de stekken die geen koude hebben ontvangen. Figuur 2.1 toont de gerealiseerde etmaaltemperatuur en de cumulatief gerealiseerde groeigraaduren tijdens de opkweek buiten op het trayveld.

Om de koude behandeling van het gewas te kwantificeren wordt het aantal koude uren vastgelegd. Het aantal koude uren wordt berekend middels het sommeren van het aantal uren dat gewas is blootgesteld aan een temperatuur van 7°C of lager. Het stekmateriaal is bewaard bij een temperatuur van 2.7 °C, het stekmateriaal dat 2 weken bij deze temperatuur heeft gestaan heeft 336 koude uren ontvangen en het stekmateriaal dat 4 weken bij deze temperatuur heeft gestaan heeft 672 koude uren ontvangen. (Bijlage VII Plattegrond afdeling/map of the compartment)



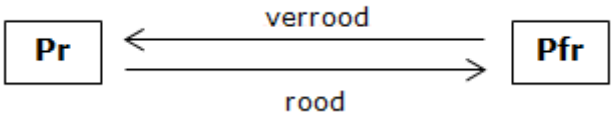

***Figuur 2.1.*** *Gerealiseerde etmaaltemperatuur en het cumulatief aantal groeigraaduren in de periode voor planten.*
***Figure 2.1****. Realised 24h temperature and total number of growing degree hours in the period before planting.*

## 2.3. Belichting

Eén van de doelstelling van de belichting was het realiseren van voldoende strekking op het gewas in de winterperiode. In de eerdere projecten met LED belichting in aardbei lag de focus op de fotosynthese, en werd er belicht met het lichtspectrum dat bestond uit 95% rood en 5% blauw licht. In de teelt van de junidragende rassen bleek met dit spectrum de gewasontwikkeling voldoende en de potentiele productie werd gerealiseerd. In de teelt van doordragers bleek de rol van licht als informatiebron (stuurlicht) een belangrijkere rol te spelen. Met het afnemende buitenlicht blijft de strekking op de jonge bladeren achter bij bladeren die aan het begin van de teelt gevormd zijn. De oudere bladeren blijven hierdoor het meeste licht wegvangen en die nieuwe bladeren ontwikkelen onvoldoende. Ook blijft de strekking van de trossen achter, dit heeft effect op de vruchtkwaliteit en zorgt ook voor extra arbeidsuren doordat de vruchten niet vrij hangen.

Lichtkleuren en voor dit project specifiek de samenstelling van het LED spectrum geven aan het gewas informatie over de omgeving via de zogenoemde 'fotoreceptoren'. De plant geeft hiermee signalen door die door hormoonhuishouding van de plant reguleren die vervolgens weer de plantprocessen aansturen. In aardbei zijn 2 belangrijke hormonen gibberelline en abscisinezuur, die respectievelijk een rol spelen in de strekking en het doorbreken van de winterrust. Deze twee hormonen worden tevens gereguleerd door het geven van een koude periode. Tijdens deze koude periode verandert de verhouding tussen gibberelline en abscisinezuur (meer gibberelline t.o.v. abscisinezuur), de winterrust wordt dus doorbroken en de plant zal na uitplanten eenvoudig strekken. Het werken met verse stekken vraagt daarbij dus om een nieuwe sturing van de hormonen via de belichting.

Het reguleren van de strekking vind vooral plaats via de fytochromen, die vooral gevoelig zijn voor de verhouding tussen de hoeveelheid rood licht en verrood licht. Fytochroom kan twee vormen aan nemen: de actieve vorm (Pfr) en de inactieve vorm (Pr). Als gevolg van de absorptie van rood licht wordt Pr omgezet in Pfr en omgekeerd wordt Pfr door absorptie van verrood licht weer omgezet in Pr. Veel rood licht stimuleert dus de actieve vorm, wat een remmende werking heeft op uiteindelijk de strekking. Het toevoegen van verrood licht kan op deze manier resulteren in meer strekking. De afbraak kan daarbij ook versnelt worden door een puls verrood aan te bieden aan het begin van de nacht waarmee de omzetting versnelt kan plaatsvinden (Hogewoning et al. 2012).




***Figuur 2.2.*** *Rood licht stimuleert de omzetting van inactief fytochroom (Pr) naar actief fytochroom (Pfr). Dit heeft remmende werking op o.a. het hormoon gibbereline waardoor de strekking van het gewas wordt onderdrukt. Het toevoegen van verrood of bijvoorbeeld het geven van een puls verrood aan het einde van de dag zorgt voor de omzetting van Pfr naar Pr waarmee strekking wordt gestimuleerd.*
***Figure 2.2.*** *Red light stimulates the conversion of inactive phytochrome (Pr) to active phytochrome. This has an inhibitory effect on the hormone 'gibbereline', which suppres the stretching of the crop. Adding far-red light or for example give an farred impuls at the end of the day, influences the conversion from Pfr to Pr, which stimulates stretching.*

Op basis van bovengenoemde achtergronden is de volgende hypothese opgesteld voor de samenstelling van het spectrum:

1. **Door het toevoegen van verrood licht in het LED spectrum zal het blad dat tijdens de periode wordt aangelegd dat de LED belichting de primaire belichtingsbron is, zorgen dat het gewas voldoende strekt.**

Van aardbei is bekend dat naast het lichtspectrum ook daglengte een belangrijke rol speelt. In tegenstelling tot de junidragende aardbeien rassen, die hun bloemen aanleggen onder korte dag omstandigheden leggen doordragende rassen bloemen aan onder lange dag omstandigheden. Op

basis van andere belichtingsproeven onder (LED) belichting, maar ook de ervaring vanuit de onbelichte teelten lijken doordragers in winterrust te gaan wanneer de daglengte onvoldoende is. Dit resulteert in de volgende hypothese voor de teelt:

2. **Door het aanhouden van een daglengte van minimaal 12 uur zal het gewas niet in winterrust gaan en voldoende strekking realiseren in de periode dat de LED belichting de primaire belichtingsbron is.**

Op basis van deze twee hypotheses is de afdeling uitgerust met 4 verschillende lichtspectra (Tabel 2.1). Naast verrood is in één van de spectra ook het aandeel groen en blauw licht verhoogt wat ook als gevolg heeft dat het aandeel rood lager is. Over groen licht is nog weinig bekend, maar in andere gewassen zijn er aanwijzingen dat ook groen belangrijk is voor een goede gewasontwikkeling. Daarbij is groen licht belangrijk in de vorm van werklicht, onder alleen rood/blauwe leds is de rijpheid van de aardbeien lastig te beoordelen. De verrood belichting was geïnstalleerd middels het bijhangen van losse verrood lampen. Het uitgangspunt was om de verrood in te zetten als onderdeel van het totale spectrum. Het feit dat de balken apart schakelbaar waren behield wel de mogelijkheid om verrood mogelijk in te zetten als einde dag behandeling. Met een spectrum meter (Jeti) is het spectrum en de intensiteit van de belichting nagemeten (Bijlage I Lichtmeting.).

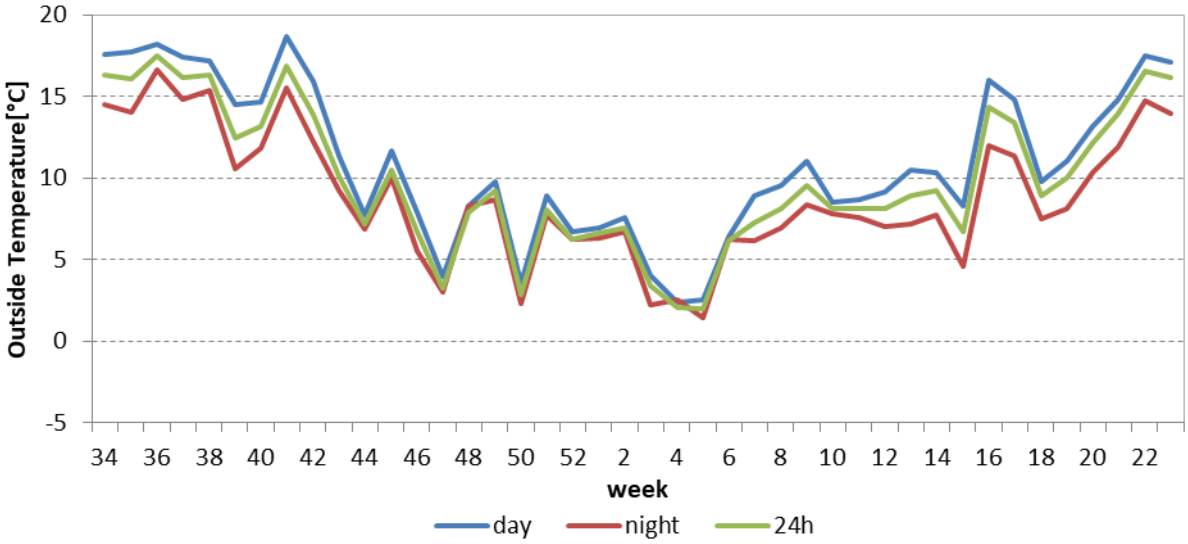
***Tabel 2.1.*** *Overzicht van de samenstelling van de 4 verschillende lichtspectra in de afdeling. Het verrood is daarbij bovenop het PAR toegevoegd. In de laatste kolom is de nagemeten intensiteit weergegeven.*
***Table 2.1.*** *Overview of the composition of the 4 different light spectra in the department. The farred is added to the amount of PAR. So the intensity in the last colomn is without farred light.*

| Spectrum | Blue (400-500 nm) [%] | Green (500-600 nm) [%] | Red (600-700 nm) [%] | Farred (700-800 nm) [%] | Intensity based on greenhouse measurement [µmol/m²/s] |
|---|---|---|---|---|---|
| **RB** | 5 | 0 | 95 | 0 | 216 |
| **RB +10% FR** | 4.5 | 0 | 85.5 | 10 | 204 |
| **RB + 20% FR** | 4 | 0 | 76 | 20 | 207 |
| **RBW + 10% FR** | 7 | 6 | 77 | 10 | 199 |

# 3. Resultaten

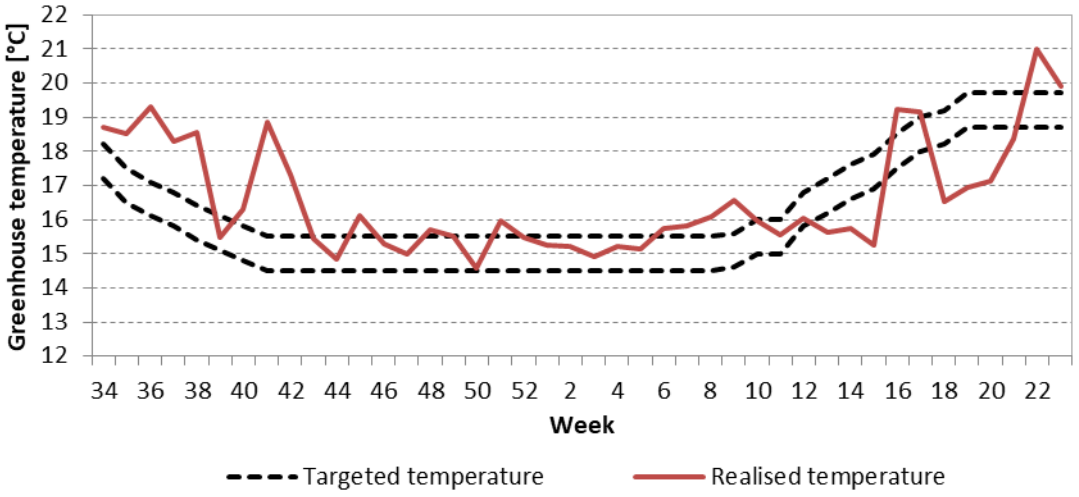
## 3.1. Klimaat

In de aardbeienteelt liggen de gewenste etmalen op het moment dat het gewas in productie is relatief laag. Tot eind september is er helemaal geen stooklijn ingesteld en wordt de kastemperatuur dus volledig bepaald door de buitenomstandigheden (Figuur 3.1). Dit was ook het gevolg van de buitencondities waarbij we tot eind september hoge buitentemperaturen hebben gehad. Vanaf oktober werd er een stook en ventilatielijn ingesteld waar de stooktemperatuur gedurende de nacht op 9°C was ingesteld en de dag op 17°C, de ventilatietemperatuur stond hier een graad boven. Op basis van de buitenomstandigheden was het met name in de nacht niet altijd mogelijk om de gewenste temperatuur te realiseren.



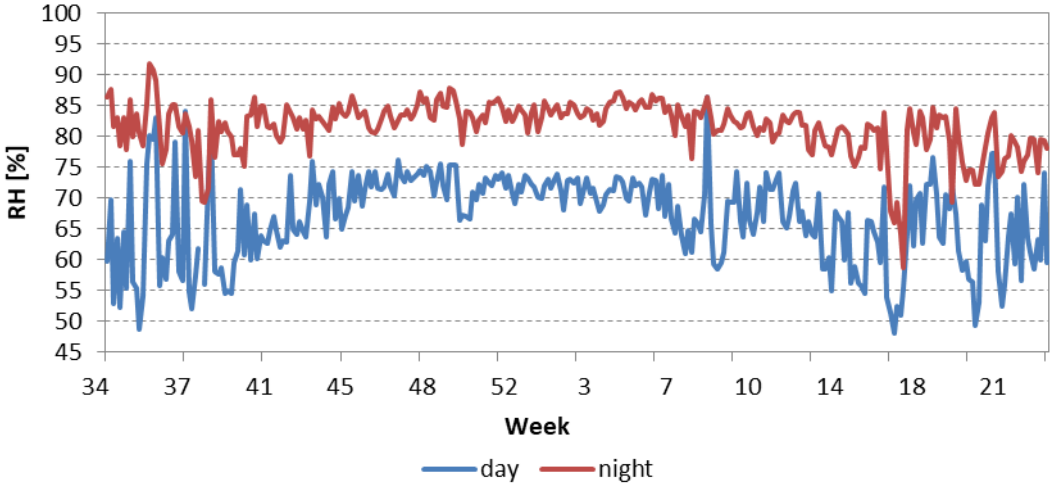

***Figuur 3.1.*** *Gemiddelde buitentemperatuur gedurende de dag, nacht en het etmaal, weergegeven als gemiddelde per week.*
***Figure 3.1.*** *Average outside temperature during the day, night and 24h, the data are expressed as average per week.*

Belangrijk uitgangspunt binnen het project was om in het begin van de teelt op het moment dat er nog veel instraling is de plant zo goed mogelijk te beheersen. Voorafgaand aan de teelt was hiervoor een strategie uitgezet waarbij het schermdoek dichtliep bij een instraling hoger dan 500 W/m$^2$. De temperatuur van de teelt werd aan het begin iets hoger gehouden om te zorgen voor een snelle ontwikkeling van het blad. Vanaf het moment dat het gewas in productie was, werd er gestreefd naar een etmaal tussen de 14.5 en 15.5°C en een lichtsom van 12 tot 15 mol per dag, vanaf het moment dat de instraling in het voorjaar weer toenam en hiermee ook de stralingssommen mocht de kastemperatuur weer verder oplopen (Figuur 3.2).




***Figuur 3.2.*** *Gerealiseerde kastemperatuur ten opzichte van de vooraf bepaalde streeftemperatuur.*
***Figure 3.2****. Realised greenhouse temperature in relation to the determined strategy.*

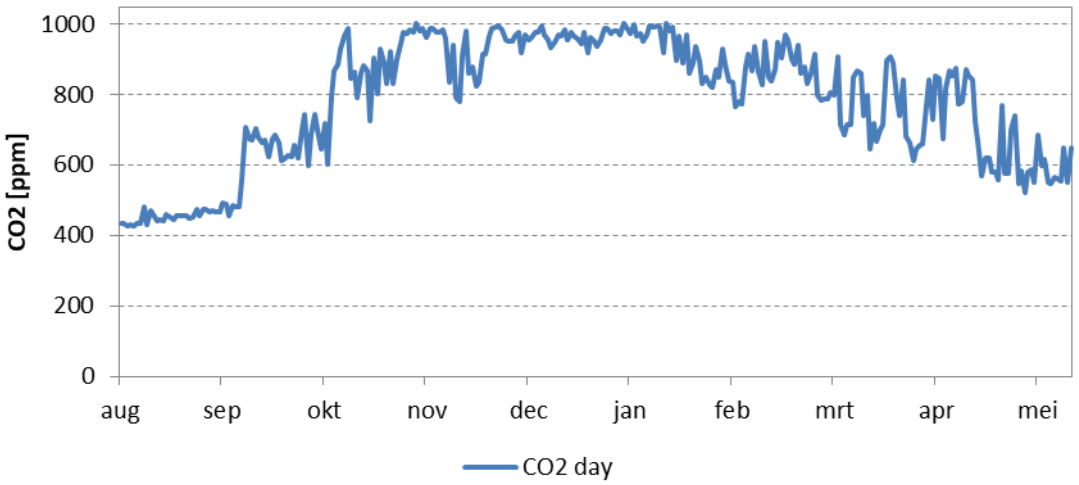
De lage temperaturen die in de aardbeienteelt worden gehanteerd zorgen ervoor dat de kaslucht relatief weinig vocht kan vasthouden en vocht dus mogelijk een probleem kan worden in de teelt. Om overdag een goed bestuiving te kunnen realiseren wordt er gestreefd naar RV van maximaal 68 tot 72%. Figuur 3.3 toont de gemiddelde RV gedurende de dag en de nacht, waarbij de dag de natuurlijke dag + belichtingsperiode weergeven. Hierin is te zien dat gedurende de nacht de RV gedurende de gehele teelt vrij stabiel en gemiddeld rond de 85% is, alleen richting het einde van de teelt wordt deze iets lager. In de belichtingsperiode ligt de gemiddelde RV gedurende de dag tussen de 70 en 75%. In het voorjaar en het najaar is te zien dat de RV gedurende de dag verder wegzakt.




***Figuur 3.3.*** *Gerealiseerde RV gedurende de dag en de nacht, waarbij de dag is weergegeven als dag + de periode dat de lampen aan staan, en de nacht als de periode dat het donker is.*
***Figure 3.3.*** *Realised Relative humidity during the day and night. The day is shown as the natural day + the period that the light is on, the night is the period when it is fully dark.*

Om in de eerste fase van de teelt de aanmaak van assimilaten te beperken werd er in de eerste weken van de teelt beperkt $CO_2$ gedoseerd. Vanaf het moment dat de plantbelasting van de eerste planting opliep is er vanaf week 39 meer $CO_2$ gedoseerd. De latere plantingen hadden vanuit dit oogpunt bij start een wat hogere $CO_2$ dan vanuit optimaal oogpunt gewenst. Vanaf week 43 is gestreefd naar een $CO_2$ waarde van 800 tot 1000 ppm. Figuur 3.4 toont de gemiddelde $CO_2$ concentratie gedurende de dag. In de belichte periode is de gewenste $CO_2$ concentratie goed te realiseren, waardoor het gewas het licht maximaal kan omzetten in suikers. Metingen aan de $CO_2$

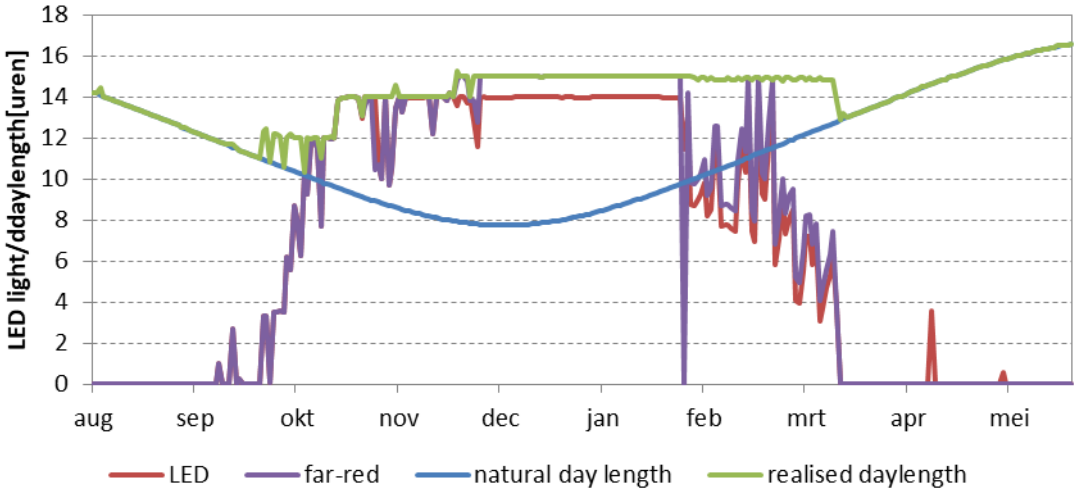
response curve van aardbei laten zien dat doseren van 400 naar 800 ppm zorgt dat opname met 50% wordt verhoogt, de toename van 800 naar 1000 ppm is echter beperkt.



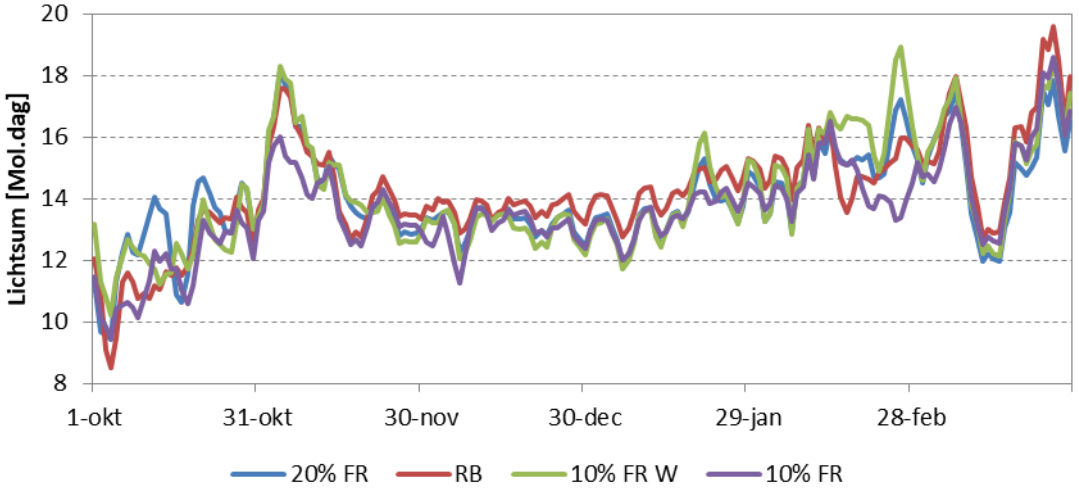

***Figuur 3.4.*** *Gerealiseerde gemiddelde $CO_2$ concentraties gedurende de dag.*
***Figure 3.4.*** *Realised average $CO_2$ concentration during the day.*

## 3.2. Belichting.

Uitgangspunt voor het inzetten van de belichting was de belichting langzaam op te bouwen om zo de plant onder natuurlijk licht te laten weg groeien, wel werd de belichting tijdig ingezet om de daglengte niet onder de 12 uur te laten komen. Vanaf begin oktober is daarom gestart met het belichten om de dag langer te maken. De belichting werd in eerste instantie ingezet -2:00 uur voor zon onder tot 12 uur na zon-op. Vanaf november is de belichting voor de volledige 14 uur aangeschakeld om de gewenste lichtsommen te realiseren. Figuur 3.6 toont de gerealiseerde lichtsommen per dag voor de verschillende lichtspectra. Afhankelijk van de positie in de kas en hierin de manier waarop de zon in de kas schijnt zijn wat verschillen tussen de behandelingen, wat mogelijk wat verschillen in de productie kan hebben veroorzaakt. Vanaf het moment dat de belichting voor de volledige 14 uur aanstond, werd verwacht dat er veel verschil tussen de lichtbehandelingen zou gaan ontstaan, maar de verschillen tussen de behandelingen bleven beperkt (3.4.2. Gewasstrekking). Als reactie hierop is vanaf 7 december de verrood belichting 1 uur langer aangehouden aan het einde van de dag. Wanneer we veronderstellen dat de verrood ook bijdraagt aan de daglengte is vanaf dit moment de daglengte opgehoogd naar 15 uur. Dit is aangehouden tot het einde van de belichtingsperiode (Figuur 3.5). In totaal heeft de LED belichting 1570 branduren gemaakt.



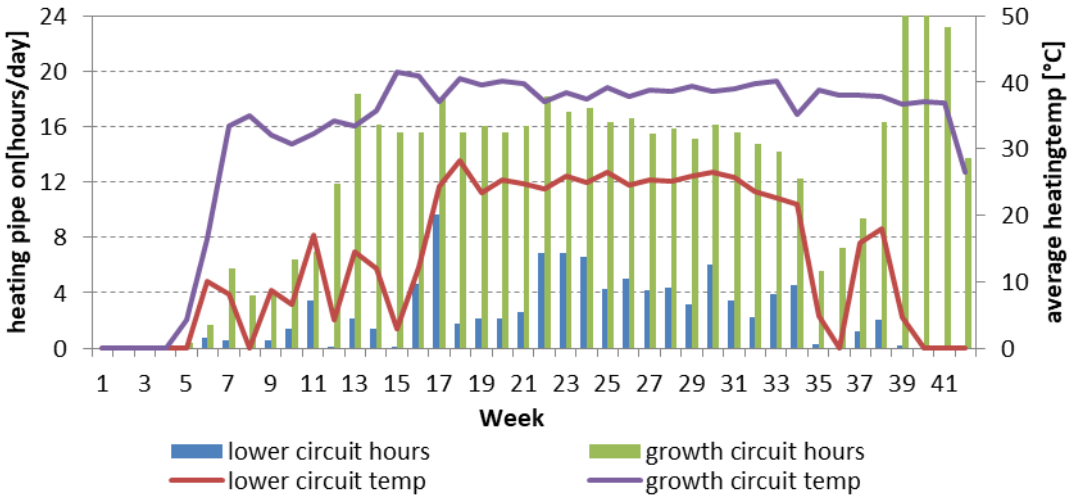

***Figuur 3.5.*** *Overzicht van de natuurlijk daglengte en de dag verlenging die met de assimilatiebelichting is gerealiseerd met het gerealiseerd aantal belichtingsuren.*
***Figure 3.5.****Overview of the natural daylength and the day prolongation which is realised with the LED light and the hours that the lights were on.*



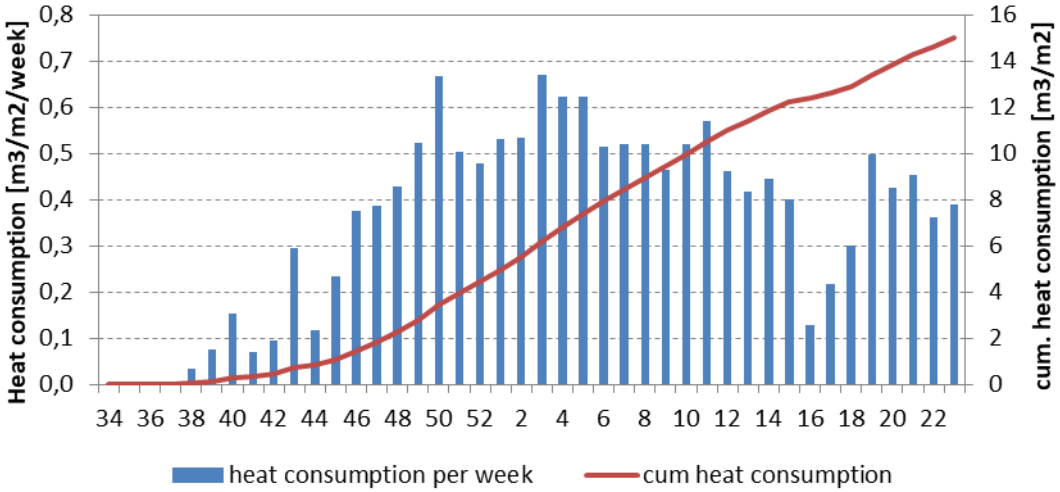

***Figuur 3.6.*** *Gerealiseerde lichtsommen per dag in de periode dat de belichting is inzet voor de 4 verschillende lichtbehandelingen gemeten met de PAR sensor. Om de waardes beter zichtbaar te maken zijn deze weergegeven als het voortschrijdend gemiddelde van 3 dagen.*
***Figure 3.6.*** *Realised PARsum per day in the period that the LED was used for the 4 different light spectra measured with a PARsensor. To make the data better visible they are showed as moving average of 3 days.*

## 3.3. Warmtegebruik

De aardbeienteelt kenmerkt zich door relatief lage etmaaltemperaturen, wat ook resulteert in een relatief laag warmteverbruik. Het ondernet is gedurende teelt alleen gebruikt op basis van warmtevraag, het groeinet kwam er ook in om de afrijping van de vruchten te stimuleren. De totale warmtevraag van de teelt was 15 $m^3/m^2$, waarbij warmtepiek ± 0.6 $m^3m^2$ bedroeg. Figuur 3.7 toont de inzet van het ondernet en het groeinet en Figuur 3.8 toont het warmtegebruik gedurende de teelt.




***Figuur 3.7.*** *Aantal uren dat het ondernet en groeinet gemiddeld per dag zijn ingezet en de gemiddelde temperatuur van de buis wanneer deze werd ingezet.*
***Figure 3.7.*** *Number of hours that the lower circuit and the growth circuit were on and the average temperature when the heating pipes were on per week.*

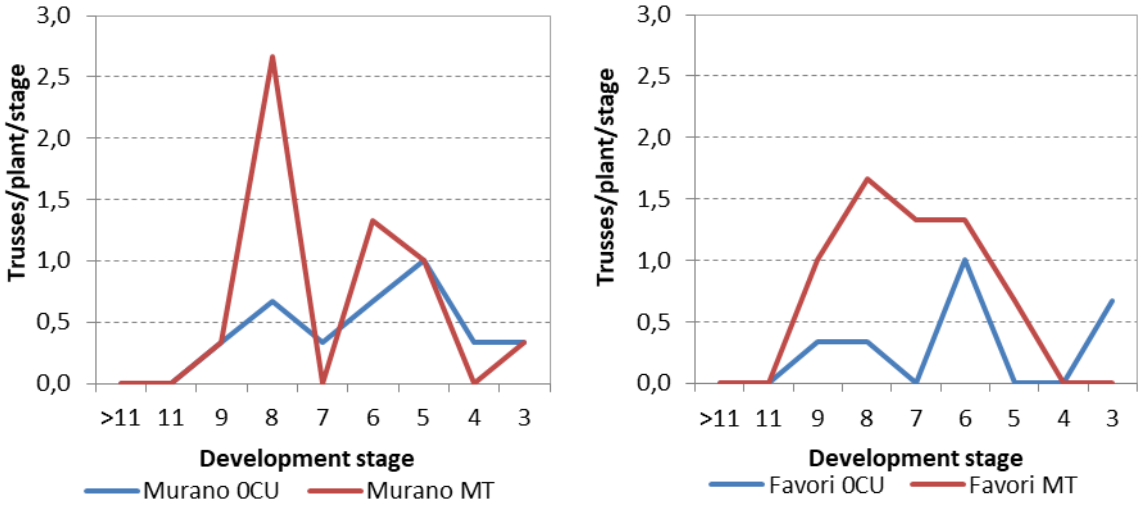



***Figuur 3.8.*** *Warmteverbruik (m3/m2) per week en cumulatief over de gehele teelt.*
***Figure 3.8.*** *Energy used for heating (m3/m2) per week and total for the whole cultivation.*

## 3.4. Gewasontwikkeling

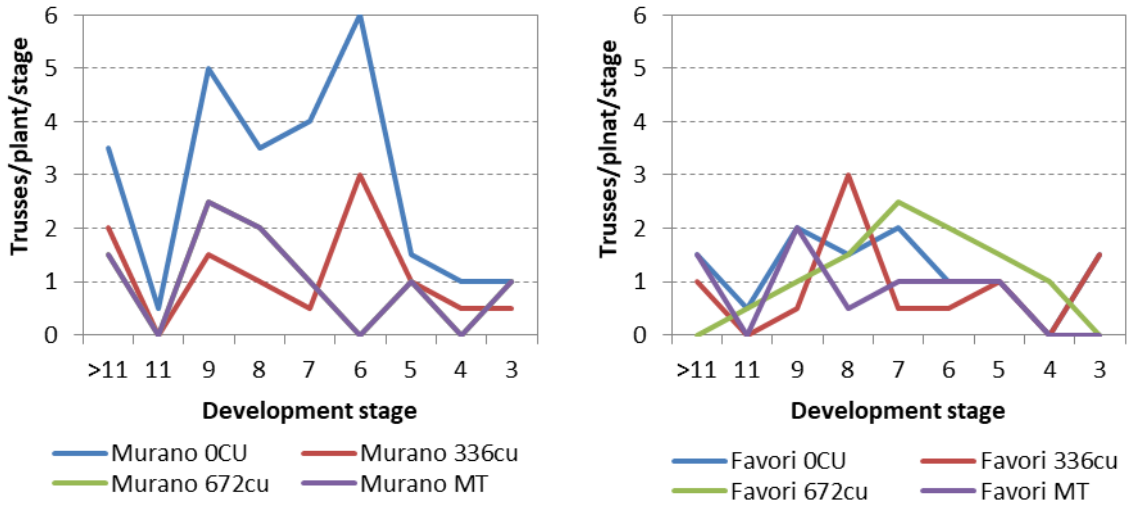
### 3.4.1. Bloemonderzoek

Tijdens de teelt is op 3 momenten een bloemonderzoek gedaan in de twee rassen en 4 type uitgangsmateriaal om de trosaanleg te monitoren: bij aanvang ; begin oktober en half november. Het bloemonderzoek toont het ontwikkelingsstadium van een tros van 'stadium 3: het begin van de ontwikkeling van een tros' tot 'stadium 11: een zichtbare bloem'. Bij een goede spreiding zijn de stadia zoveel mogelijk evenredig aanwezig. Omdat het uitgangsmateriaal bij aanvang gelijk was voor 0KU, 336KU en 672KU is 1 meting gedaan aan het verse stek materiaal. In beide rassen is het verschil tussen de minitray en verse stek duidelijk zichtbaar in de ontwikkeling van de trossen bij aanvang van de teelt. De minitray planten hebben al meer trossen aangelegd, en Murano laat hierin ook al een eerste piek zien (Figuur 3.9).




***Figuur 3.9.*** *Bloemonderzoek uitgevoerd op Murano en Favori op de minitray en verse stek voor aanvang van de teelt.*
***Figure 3.9.****Flower research performed on Murano and Favori in the minitray and fresh cuttings before start of the cultivation.*

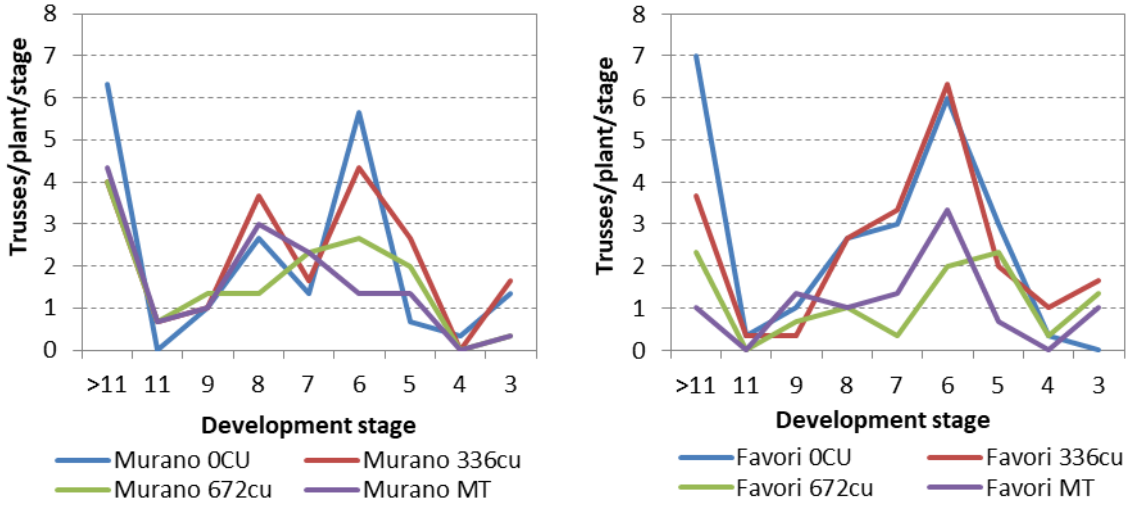
Het tweede en derde bloemonderzoek laat zien dat de planten in korte tijd snel zwaarder worden. Veel trossen zijn aangelegd waarbij er ook 1 of meerdere pieken zijn ontwikkeld. Figuur 3.10 toont de ontwikkeling van de trossen op 9 oktober. Op dit moment in de teelt lijkt de aanleg nog relatief vlak met een goede spreiding over de verschillende stadia. Met uitzondering van de Murano 0KU die veel trossen heeft aanlegt in op dat moment stadium 6.



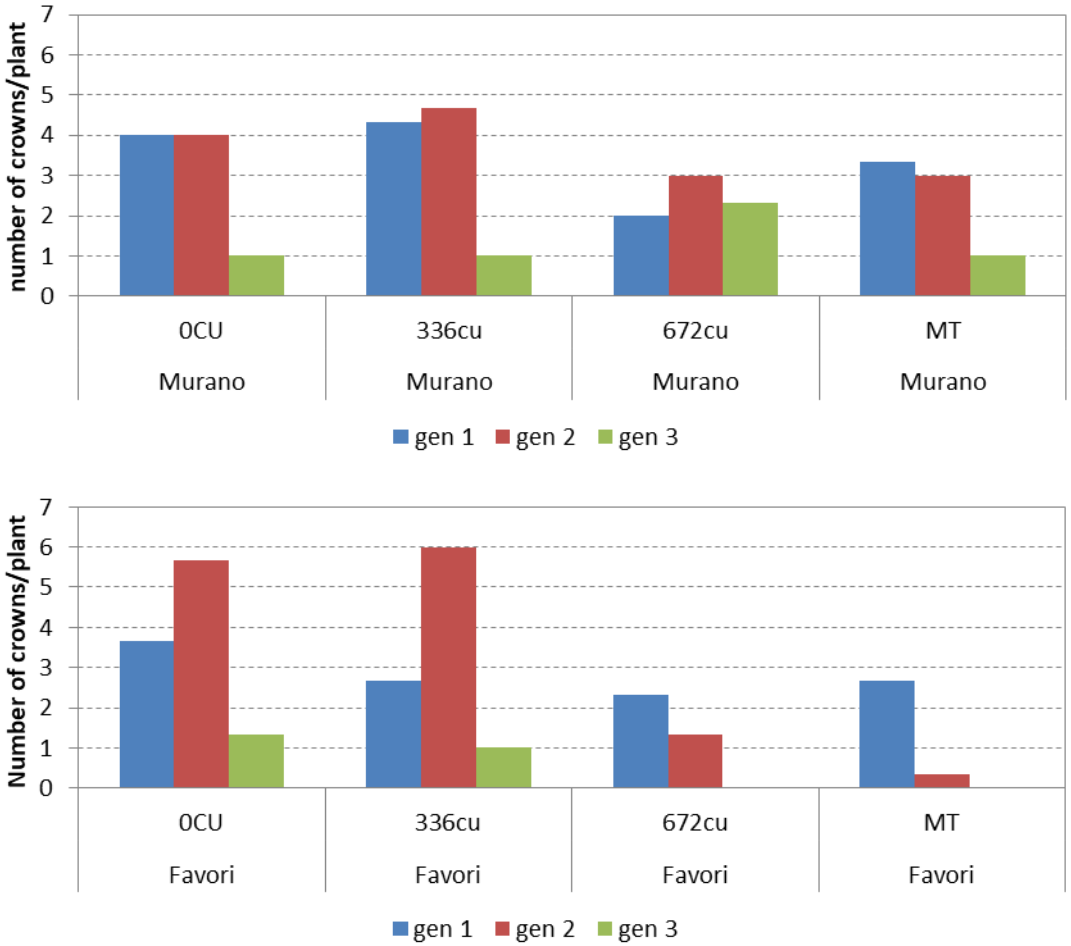

***Figuur 3.10.*** *Bloemonderzoek uitgevoerd op 9 oktober 2018 de lijnen van Murano 672 KU en Murano MT overlappen elkaar exact, waardoor de lijn van 672 KU niet zichtbaar is.*

***Figure 3.10.*** Flower research performed on 9 October 2018, the lines of Murano 672 CU and Murano MT are overlapping exactly, due to this the line of 672 CU is not visible.

Het bloemonderzoek van 14 november toont echter bij Murano en Favori een piek in de ontwikkeling van het aantal trossen (Figuur 3.11). In de ontwikkeling van de neuzen is dit ook terug te zien, met uitzondering van Favori 672 KU en MT (Figuur 3.12), die op dit punt rustiger ontwikkelden. Bij een gewas in balans is het aantal neuzen binnen het gewas in evenwicht. Op basis van dit bloemonderzoek is er besloten om rustiger te gaan telen om zo de trossen wat rustiger te laten ontwikkelen. Op basis van de snelle ontwikkeling van het gewas en het aantal trossen is er besloten om na 14 november geen bloemonderzoeken meer uit voeren.




***Figuur 3.11.*** *Bloemonderzoek uitgevoerd op 14 november 2018.*
***Figure 3.11.*** *Flower research performed on 14 November 2018*

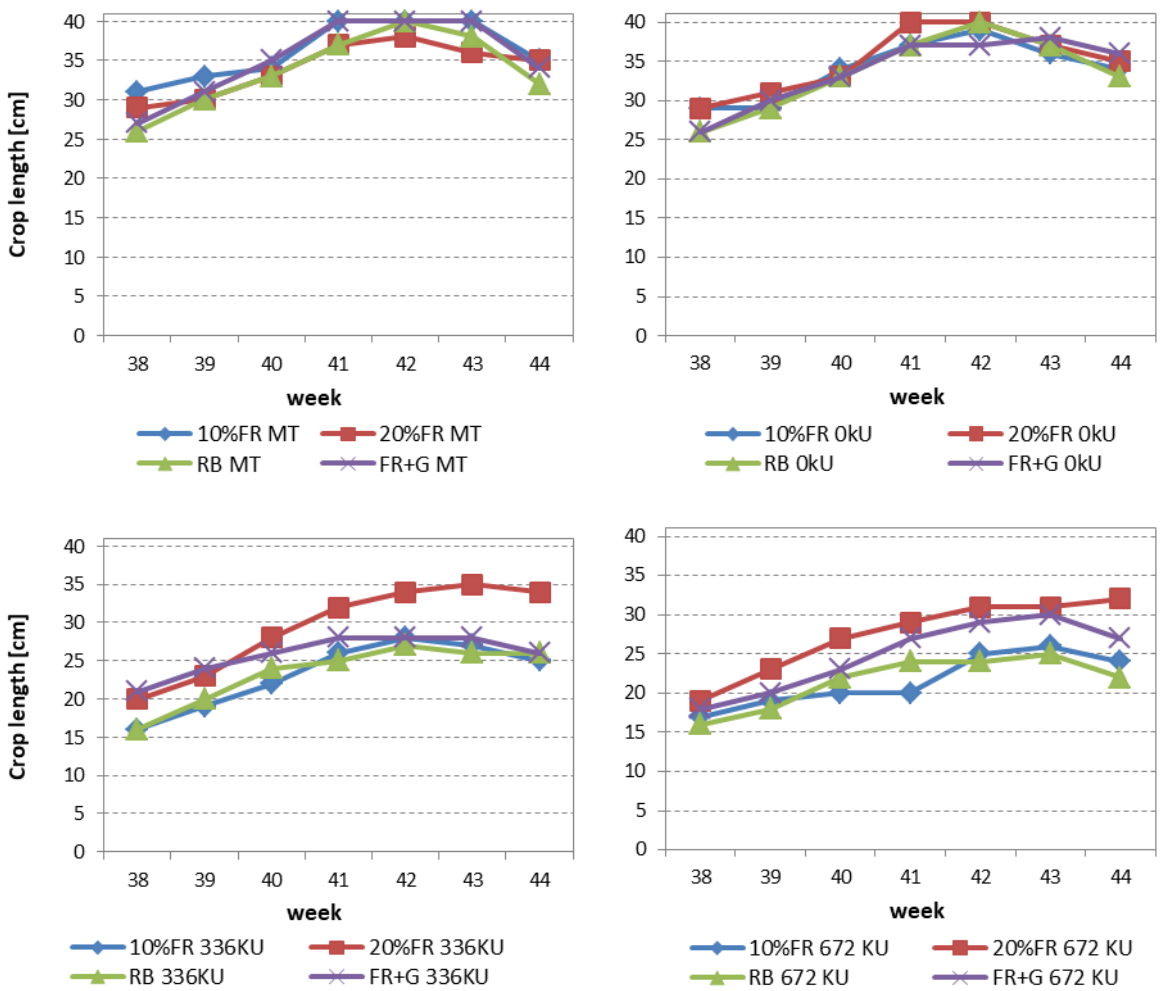



***Figuur 3.12.****Aantal neuzen per plant per generatie gemeten op 14 november voor de rassen Favori en Murano.*
***Figure 3.12.*** *Number of crowns per plant per generation measured on 14 November in Favori and Murano.*

### 3.4.2. Gewasstrekking

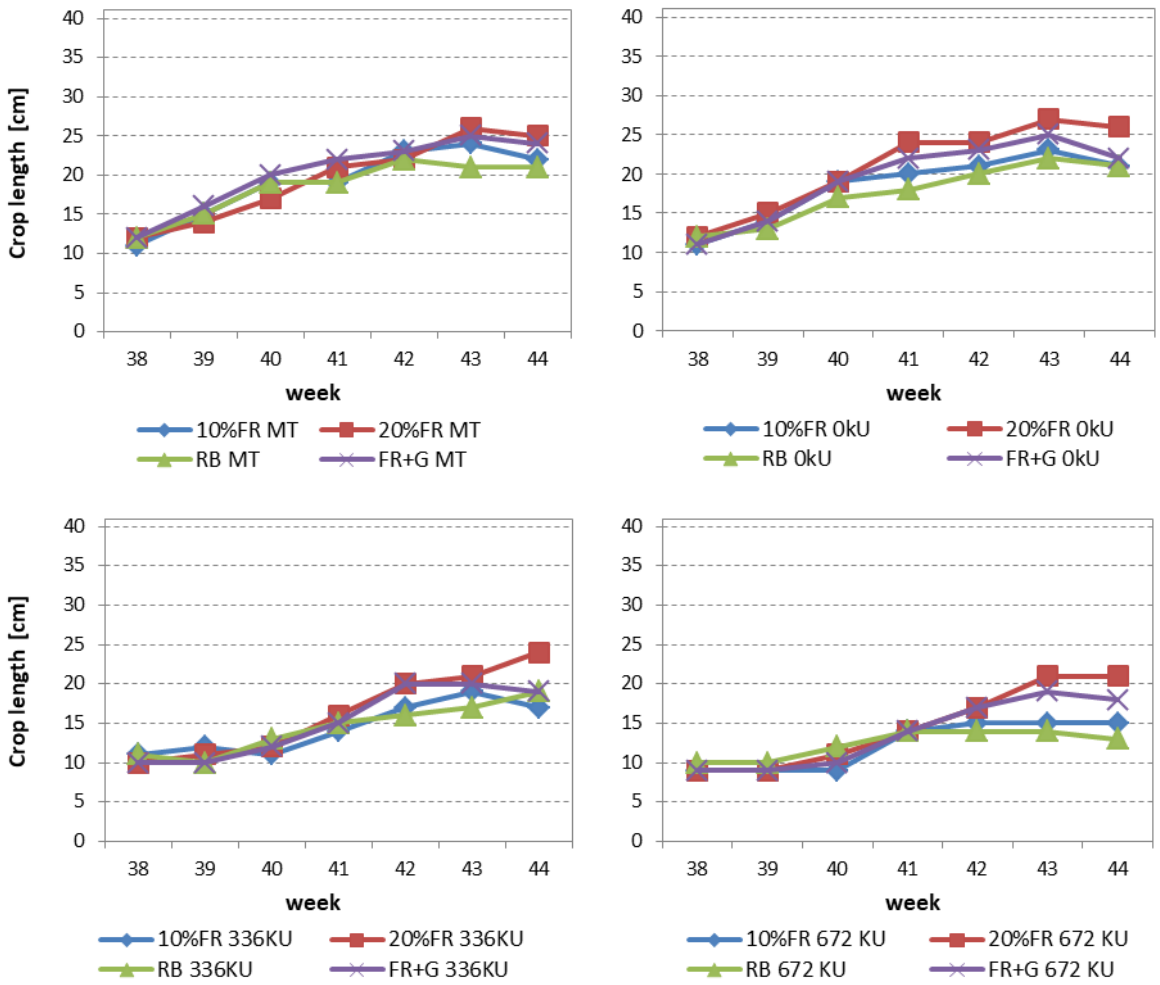
Een van de doelstellingen binnen het project was om middels aanpassingen in het lichtspectrum voldoende strekking op het gewas te realiseren. Deze strekking werd meetbaar gemaakt door de lengte van de bladstelen te meten. In de eerste fase van de teelt is dit gedaan middels het meten van de hoogte van het gewas. Van week 38 t/m week 44 is deze afgelezen, maar omdat het jonge blad niet meer boven het oude blad uitkwam, werd de strekking van de jonge bladeren niet meer meetbaar na week 44, daarom is vervolgens in 3 fasen de strekking van de bladstelen gemeten onder de verschillende lichtspectra. Na week 8 was de invloed van het buitenlicht te groot en kon er geen goede meting meer worden gedaan aan de invloed van het spectrum.

Bij Murano toont de plantdatum in week 34 (MT en 0KU) meer strekking van de eerste bladeren t.o.v. van de latere plantingen bij 336 KU en 672 KU. De invloed van het lichtspectrum op de strekking van het gewas is bij de plantdatum in week 34 nauwelijks waarneembeer. De behandelingen met 336 KU laat bij Murano zien dat het toevoegen van 20% verrood zorgt voor meer strekking vanaf week 40. In de behandeling met 672 KU tonen zowel de behandeling met 20% verrood en de behandeling met 10% verrood en groen licht meer strekking. Opvallend is dat de behandeling met 10% verrood niet meer strekking laat zien dan de behandeling zonder verrood (Figuur 3.13).



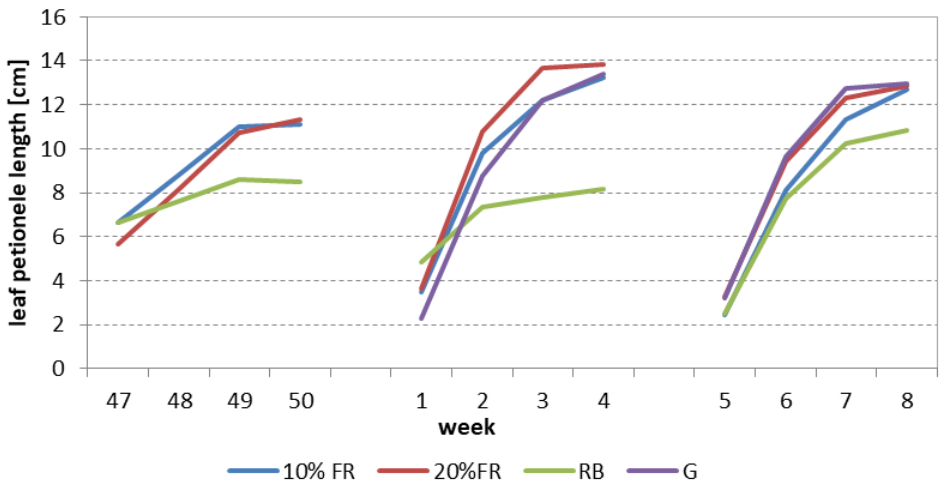

***Figuur 3.13.*** *Ontwikkeling van de plantlengte van de 4 type uitgangsmateriaal en de 4 verschillende lichtrecepten in Murano.*
***Figure 3.13.*** *Development of the crop length of the 4 different types of planting material and 4 different light recipes in Murano*

Favori toont minder strekking op de bladstelen dan Murano. Wel lijkt in Favori de invloed van het spectrum ook wat tot uiting te komen in de MT en 0KU met een plantdatum in week 34. De behandeling met 20% verrood toont in alle 4 de type plantmateriaal de meeste strekking aan het einde van de meetperiode. De verschillen zijn het grootst bij de behandeling met 672 KU (Figuur 3.14).




***Figuur 3.14.*** *Ontwikkeling van de plantlengte van de 4 type uitgangsmateriaal en de 4 verschillende lichtrecepten in Favori.*
***Figure 3.14.*** *Development of the crop length of the 4 different types of planting material and 4 different light recipes in Favori.*

In de periode van week 47 t/m week 8 is in het plantmateriaal Favori met 336 KU een verdere verdieping gemaakt naar de strekking van de bladstelen als gevolg van de 4 verschillende lichtspectra. Hierbij moet wel vermeld worden dat vanaf week 49 de verrood belichting werd ingezet 1 uur na lampen uit. Figuur 3.15 toont de lengte ontwikkeling van de individuele bladstelen. In de metingen is te zien dat de lichtspectra met extra verrood meer strekking geven op de bladstelen die in week 47 en week 1 zijn gevormd. Het verschil tussen het aandeel verrood is hierin beperkt. Van de bladstelen gevormd in week 5 worden de verschillen kleiner en is ook meer strekking te zien bij de lichtbehandeling met alleen rood en blauw.

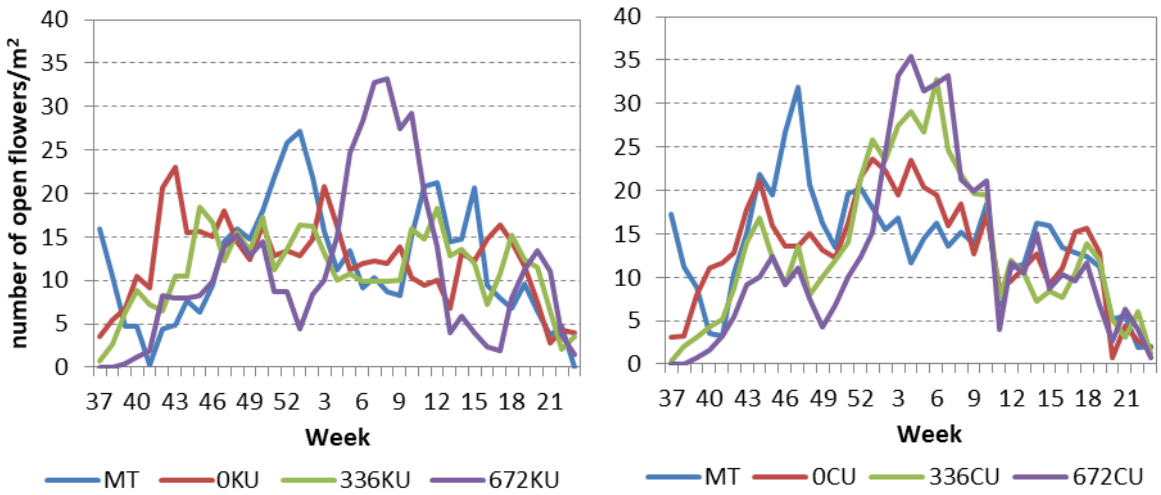



***Figuur 3.15.*** *Lengte gemeten aan individuele bladstelen van het ras Favori met 336 KU. Na 4 weken was er geen verdere strekking meer op het blad waarneembaar, vanaf dat moment werd een nieuw blad metingen gelabeld.*
***Figure 3.15.*** *Length measured on the individual leaves on the crop Favori with 336 CU. After 4 weeks the leaves did not show any additional stretching, so from that moment new leaves were measured.*

### 3.4.3. Bloei en Plant belasting

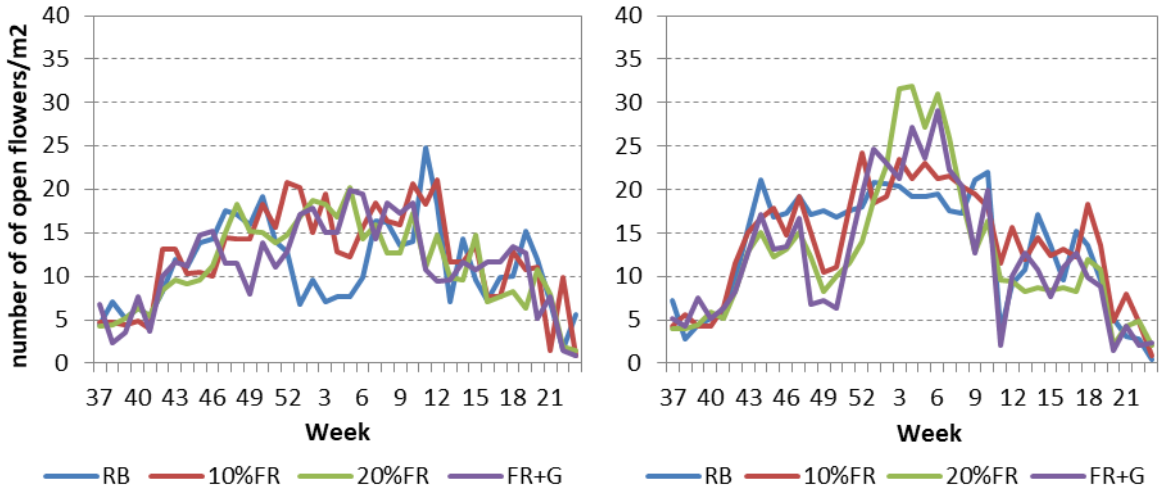
Voorafgaand aan de teelt was de doelstelling om de plantbelasting te houden rond de 160 vruchten per m$^2$. Dit is berekend uitgaande van een uitgroeiduur van 4.5 weken en een gemiddeld vruchtgewicht van 14 gram. Eén van de vragen aan het begin van de teelt was de relatie tussen het plantmateriaal (plantdatum) en het beheersen van de plantbelasting. Uit de metingen bleek dat het plantmateriaal een grote invloed heeft op het verloop van de bloei en plantbelasting gedurende de teelt. Tussen de verschillende lichtspectra tonen dezelfde typen plantmateriaal een vergelijkbare ontwikkeling, de absolute waardes variëren iets tussen de verschillende lichtspectra.

De tellingen tonen een duidelijk effect van het uitgangsmateriaal/plantdatum op de ontwikkeling van het aantal open bloemen. De invloed van het spectrum op de ontwikkeling van het aantal open bloemen is veel kleiner. Figuur 3.16 toont per type uitgangsmateriaal het gemiddelde van de 4 lichtrecepten. De MT laat bij beide rassen een kleine piek zien in het aantal open bloemen aan het begin van de teelt. De behandelingen met 336 en 672 tonen minder bloei in de winterperiode en een grotere piek in bloei in het voorjaar. De behandeling met 0KU geeft zowel in Favori als Murano de meest vlakke bloei ontwikkeling.



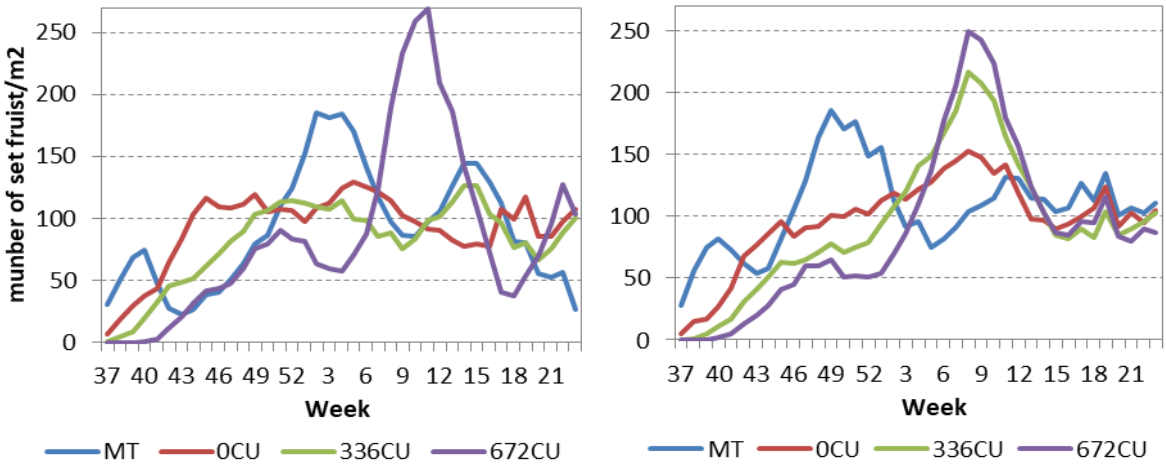

***Figuur 3.16.*** *Ontwikkeling van het aantal open bloemen per m$^2$ per type uitgangsmateriaal van het ras Favori (links) en Murano (rechts). 1 data punt toont het gemiddelde van de 4 verschillende lichtspectra.*
***Figure 3.16.*** *Development of the number of open flowers per m$^2$, per plant material in Favori (left) and Murano (right). 1 data point shows the average of the 4 different light spectra.*

Wanneer we per spectrum de ontwikkeling van de bloei uitzetten dan valt op dat de verschillen veel kleiner zijn t.o.v. het uitgangsmateriaal (Figuur 3.17). De verschillende behandelingen tonen ook een zelfde trend in de ontwikkeling. Dit toont dat het lichtspectrum bij de gegeven omstandigheden een beperkte invloed heeft op de ontwikkeling van de bloei. Bijlage II toont de ontwikkeling per behandeling (uitgangsmateriaal x spectrum).



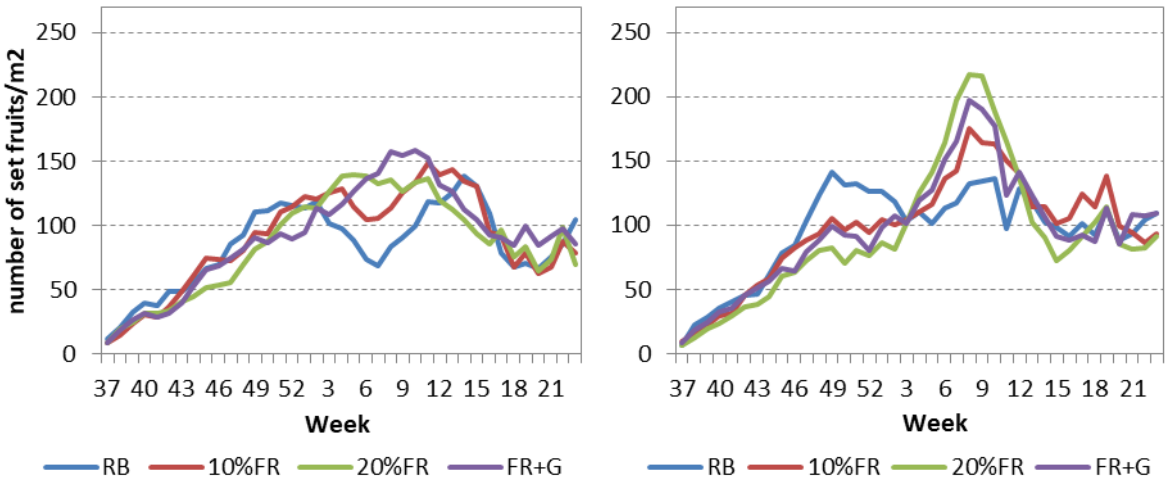

***Figuur 3.17.*** *Ontwikkeling van het aantal open bloemen per m² per lichtbehandeling van het ras Favori (links) en Murano (rechts). 1 data punt toont het gemiddelde van de 4 verschillende typen plantmateriaal.*
***Figure 3.17.*** *Development of the number of open flowers per m² per light treatment in Favori (left) and Murano (right). 1 datapoint is the average of the 4 types of planting material.*

De ontwikkeling van de bloei is ook terug te zien in de ontwikkeling van de plantbelasting. In beide rassen toont het plantmateriaal met 0KU de meest vlakke ontwikkeling van de plantbelasting. De gerealiseerde plantbelasting is wel iets lager dan vooraf beoogd, waarbij de volgende stap is om de plantbelasting op een hoger niveau te krijgen. De MT toont een verloop met iets meer pieken, maar de onbalans is beperkt en de plantbelasting zakt niet veel verder terug dan de 100 vruchten/m². Het iets meer piekerige verloop heeft hierbij als resultaat een gemiddeld hogere plantbelasting, die in sommige fases de gewenste 160 vruchten/m² realiseerde. De behandeling met 336KU verschilt het meest tussen de 2 rassen, in Favori is de ontwikkeling van de plantbelasting stabiel en volgt die de ontwikkeling van de behandeling met 0KU, terwijl in Murano de behandeling een piek geeft in het vroege voorjaar. De behandeling met 672 KU laat in beide rassen de grootste onbalans zien met een piek in de plantbelasting in het vroege voorjaar (Figuur 3.18).




***Figuur 3.18.*** *Ontwikkeling van de plantbelasting per type plantmateriaal voor de rassen Favori (links) en Murano (rechts). 1 data punt toont het gemiddelde van de 4 verschillende lichtspectra.*
***Figure 3.18.*** *Development of the plantload per type of planting material for Favori (left) en Murano (right). 1 data point shows the average of the 4 different light spectra.*

In lijn met de bloei is ook is de invloed van het lichtspectrum op de ontwikkeling van de plantbelasting kleiner. Figuur 3.19 toont de ontwikkeling van de 4 verschillende type plantmateriaal gemiddeld per lichtspectrum. Te zien is dat alle lichtspectra dezelfde trend volgen. Bij Favori lijkt de behandeling met RB in de  periode van week 4 t/m 10 iets af te wijken. Dit verschil lijkt vooral tot stand te komen in de MT waarbij de plantbelasting wat verder wegzakt. In Murano laat RB een wat lagere piek zien, hier lijkt het verschil vooral  te ontstaan bij de behandeling met 0 KU. In Bijlage III is de ontwikkeling per behandeling (uitgangsmateriaal x lichtspectrum) weergegeven.




***Figuur 3.19.*** *Ontwikkeling van de plantbelasting in vruchten/m$^2$ per lichtbehandeling van het ras Favori (links) en Murano (rechts). 1 data punt toont het gemiddelde van de 4 verschillende typen plantmateriaal.*
***Figure 3.19.*** *Development of the plantload showed as fruits/m$^2$ per light treatment in Favori (left) and Murano (right). 1 datapoint is the average of the 4 types of planting material.*

## 3.5. Productie

De doelstelling was om in de periode van december t/m april een productie van gemiddeld 0.5 kg/m$^2$ per week te realiseren. Wanneer we kijken naar de 3 factoren in de teelt: ras, lichtspectrum en uitgangsmateriaal, dan is te zien dat het uitgangsmateriaal het meest bepalend was voor het verloop van de productie. In de spectra RB +10% FR en RB +20% FR toont Favori iets productiever dan Murano, met uitzondering van de MT, terwijl in de spectra RB en RBW + 10% Murano in alle type uitgangsmateriaal fors meer productie realiseert. Het lichtspectrum toont in Favori zeer beperkte verschillen, maar in Murano laten de behandelingen met RB en RBW + 10% FR, consequent in alle behandelingen een hogere productie zien. Dit verschil is echter lastig te verklaren op basis van de samenstelling van het lichtspectrum: Het spectrum RBW + 10%FR komt qua samenstelling dicht in de buurt van RB +10% FR, waardoor er geen verklaring te vinden is dat RBW + 10% FR het zelfde resultaat laat zien als RB. De producties gaan vanaf week 10 pas uit elkaar lopen, terwijl vanaf week 7 de belichting al werd afgebouwd en het aandeel buitenlicht vanaf dit moment de overhand kreeg. Alle behandelingen stonden in 1 herhaling waarbij het spectrum RB en RBW + 10%FR in het gedeelte van de kas stonden dat positief is voor de hoeveelheid buitenlicht en RB +10% en RB+ 20% in het gedeelte met het minste buitenlicht. Het feit dat Favori het niet laat zien is ook opvallend, hoewel dit ook zou kunnen duiden op een interactie tussen ras en spectrum. Ook is het absolute productieverschil tussen Murano en Favori omgekeerd, waar in de 3$^{de}$ tralie (RB en RBW + 10% FR productiever is dan Favori, is dit in de eerste tralie omgekeerd (RB + 10% FR en RB + 20% FR). Op basis van deze punten lijkt het verschil in productie tussen de verschillende spectra in Murano tot te schrijven aan een gradiënt in de afdeling. Tabel 3.1 toont de totale producties die gerealiseerd zijn per behandeling. De behandelingen met 0 koude uren en MT hebben hierin 2 oogstweken meer gehad, dan de behandeling met 336 koude uren en 4 oogstweken meer dan de behandeling met 672 KU. De data toonde echter dat de vertraging langer dan deze 2 en 4 weken was. Het geven van een koude behandeling op een verse stek lijkt daarin dus een vertraging te geven op de ontwikkeling van het gewas in de eerste fase van de teelt.

Wanneer we kijken naar het verloop van de productie dan kunnen we stellen dat de doelstelling 'het voorkomen van piek productie', met name in de belichte periode is gerealiseerd. De gekoelde minitray laat bij zowel Murano, als Favori een kleine piek zien in de eerste weken, maar pakt vanaf week 45 de productie weer op en blijft daarna continue aanhouden met wel wat variatie tussen de weken. In beide rassen laat de behandeling met 0 KU het meest vlakke verloop zien gedurende de teelt, in de winterperiode wordt de beoogde productie van 0.5 kg/m$^2$/week nog niet gerealiseerd, gemiddeld produceren Murano en Favori in periode van week 49 t/m week 12 respectievelijk 0.33 en 0.31 Kg/m$^2$/week. In de fase na week 12 wordt de gewenste productie wel gerealiseerd, waaruit blijkt dat het gewas de potentie wel heeft. In de winter valt hier dus nog winst te behalen, waarbij ook de lichtonderschepping van het gewas een aandachtspunt is. De compactheid van het gewas resulteert erin dat veel licht verloren gaat tussen de goten en er veel licht op de bodem valt. Figuur 3.20 toont de ruimte tussen de goten en het licht dat hierdoor op de grond valt.

***Figuur 3.20.*** *Openheid van het gewas, dat toont dat veel licht niet door het gewas wordt onderschept.*
***Figure 3.20.*** *Open space between the gutters, which shows that a significant part of the light is not intercepted by the crop.*

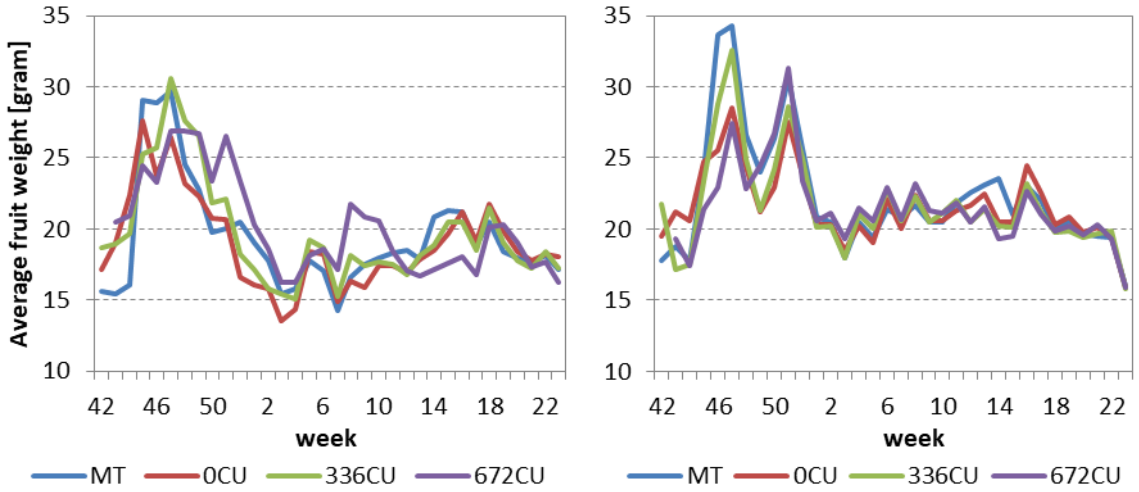
De verse stekken die voor planten nog een koude behandeling hebben gehad door 2 weken (336 KU) en 4 weken (672 KU) de koeling in te gaan toonde een vertraging aan het begin van de teelt, maar realiseerde wel een inhaalslag in het tweede deel van de teelt. De vertraging in de winter was hierbij duidelijker aanwezig in Murano dan bij Favori. De vertraging heeft echter een negatief effect op de gewenste winterproductie, waardoor het geven van een koude behandeling op vers plantmateriaal niet van toegevoegde waarde lijkt te zijn. In 'Bijlage IV productie' is de productie per week van de verschillende type uitgangsmateriaal weergegeven.

***Tabel 3.1.*** *Totale productie en sortering weergeven per ras, uitgangsmateriaal en lichtspectrum.*
***Table 3.1****.Total production and grading per variety, plant material and light treatment*

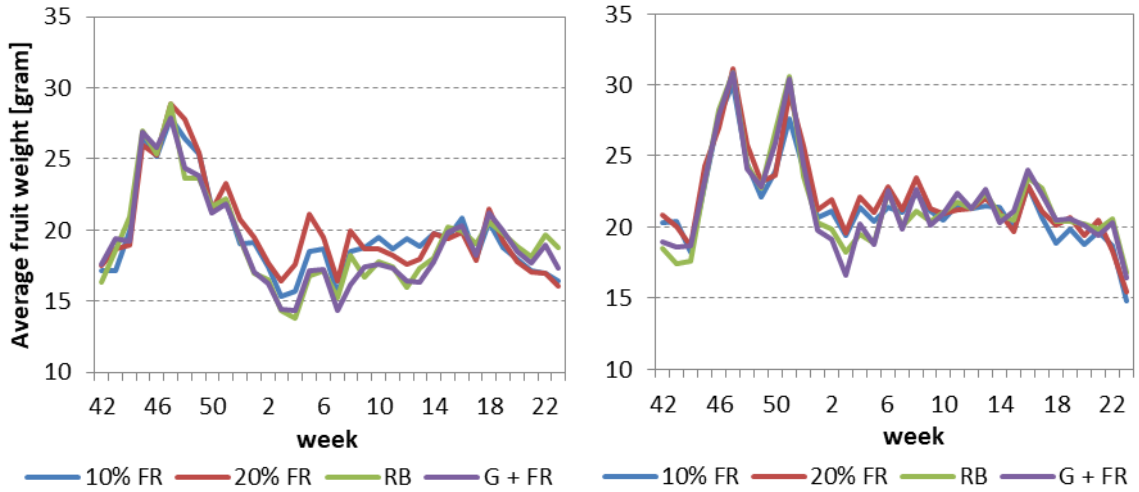
| Variety | type | Light Treatment | 35+ [Kg/m²] | 30+ [Kg/m²] | 27+ [Kg/m²] | 25+ [Kg/m²] | Class II [Kg/m²] | Total [Kg/m²] |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Favori | 0CU | 10% FR | 4.24 | 2.36 | 2.60 | 2.69 | 0.45 | 12.33 |
| | | 20% FR | 4.59 | 2.46 | 2.44 | 2.40 | 0.50 | 12.38 |
| | | GR | 3.66 | 2.34 | 3.07 | 2.41 | 0.72 | 12.20 |
| | | RB | 3.82 | 2.64 | 2.97 | 2.36 | 0.73 | 12.52 |
| | 336CU | 10% FR | 4.84 | 2.19 | 2.30 | 2.07 | 0.43 | 11.84 |
| | | 20% FR | 4.80 | 2.22 | 2.43 | 2.02 | 0.53 | 12.00 |
| | | GR | 3.78 | 2.23 | 2.52 | 2.09 | 0.63 | 11.26 |
| | | RB | 3.85 | 2.51 | 2.61 | 2.15 | 0.79 | 11.92 |
| | 672CU | 10% FR | 4.62 | 1.99 | 2.31 | 2.13 | 0.65 | 11.70 |
| | | 20% FR | 4.95 | 2.01 | 2.32 | 2.17 | 0.60 | 12.05 |
| | | GR | 3.56 | 2.44 | 2.62 | 1.79 | 0.59 | 11.00 |
| | | RB | 3.48 | 2.42 | 2.23 | 1.63 | 0.57 | 10.33 |
| | MT | 10% FR | 3.86 | 2.19 | 2.32 | 2.25 | 0.49 | 11.11 |
| | | 20% FR | 4.22 | 2.02 | 2.30 | 2.04 | 0.53 | 11.11 |
| | | GR | 3.10 | 2.50 | 2.75 | 2.13 | 0.75 | 11.23 |
| | | RB | 3.85 | 2.45 | 2.76 | 2.17 | 0.99 | 12.22 |
| Murano | 0CU | 10% FR | 5.30 | 2.36 | 2.13 | 1.90 | 0.55 | 12.25 |
| | | 20% FR | 5.54 | 2.33 | 2.05 | 1.54 | 0.54 | 12.01 |
| | | GR | 6.68 | 3.30 | 2.57 | 1.83 | 0.57 | 14.94 |
| | | RB | 6.55 | 2.94 | 2.62 | 1.83 | 0.71 | 14.64 |
| | 336CU | 10% FR | 4.87 | 2.24 | 2.05 | 1.68 | 0.53 | 11.36 |
| | | 20% FR | 4.87 | 2.06 | 1.91 | 1.51 | 0.54 | 10.89 |
| | | GR | 6.49 | 2.86 | 2.37 | 1.76 | 0.57 | 14.06 |
| | | RB | 6.59 | 2.83 | 2.45 | 1.64 | 0.80 | 14.31 |
| | 672CU | 10% FR | 4.77 | 1.95 | 1.95 | 1.46 | 0.50 | 10.63 |
| | | 20% FR | 5.06 | 2.07 | 1.71 | 1.38 | 0.61 | 10.84 |
| | | GR | 5.64 | 2.72 | 2.21 | 1.42 | 0.51 | 12.51 |
| | | RB | 5.93 | 2.48 | 2.21 | 1.60 | 0.58 | 12.80 |
| | MT | 10% FR | 6.01 | 2.71 | 2.40 | 1.75 | 0.69 | 13.57 |
| | | 20% FR | 6.77 | 2.47 | 2.14 | 1.50 | 0.65 | 13.52 |
| | | GR | 8.24 | 3.22 | 2.76 | 1.69 | 0.87 | 16.78 |
| | | RB | 7.80 | 3.52 | 2.97 | 1.82 | 0.88 | 16.99 |

### 3.5.1. Gemiddeld vruchtgewicht

De hypothese voor de vruchtkwaliteit wanneer er in balans wordt geteeld was dat het vruchtgewicht op een hoger niveau zou blijven. Dit zou de doordrager in de toekomst een voordeel bieden over de huidige teeltstrategie met junidragers, omdat junidragers gedurende de teelt een afnemend vruchtgewicht hebben. Gedurende de teelt is het vruchtgewicht bepaald door per maatsortering het gemiddeld vruchtgewicht te behalen en deze is vervolgens uitgezet tegen de sortering van de productie. Het vruchtgewicht toont weinig verschil tussen de verschillende lichtspectra en de verschillende type uitgangsmateriaal. Wat wel opvalt is het hoge vruchtgewicht dat gedurende de teelt is gerealiseerd. In Murano is het gemiddeld vruchtgewicht nauwelijks onder de 20 gram geweest, in Favori lag het gemiddeld vruchtgewicht iets lager maar alsnog relatief hoog. Opvallend is het kleine verschil tussen de verschillende type uitgangsmateriaal. Bij aanvang zijn hier wat verschillen waarneembaar. In de beide rassen zijn de MT en 336 KU wat grover aan het begin, maar daarna stabiliseert het gemiddeld vruchtgewicht voor alle behandelingen rond dezelfde lijn. Bij Favori toont de behandeling met 672 KU een balans in het vruchtgewicht die iets lijkt af te wijken van de overige type plantmateriaal (Figuur 3.21 en Figuur 3.22).



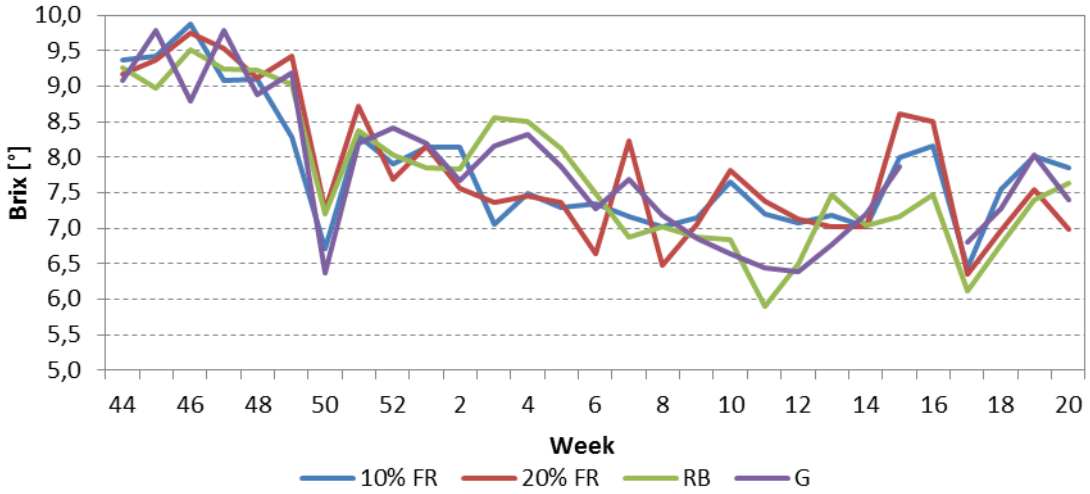

***Figuur 3.21.*** *Ontwikkeling van het gemiddeld vruchtgewicht gedurende de teelt per type plantmateriaal gemiddeld over de 4 lichtspectra voor Favori (links) en Murano (rechts).*
***Figure 3.21.*** Development of the average fruit weight during the cultivation for each type of planting material, the data represent the average of the 4 light treatments for Favori (left) and Murano (right).



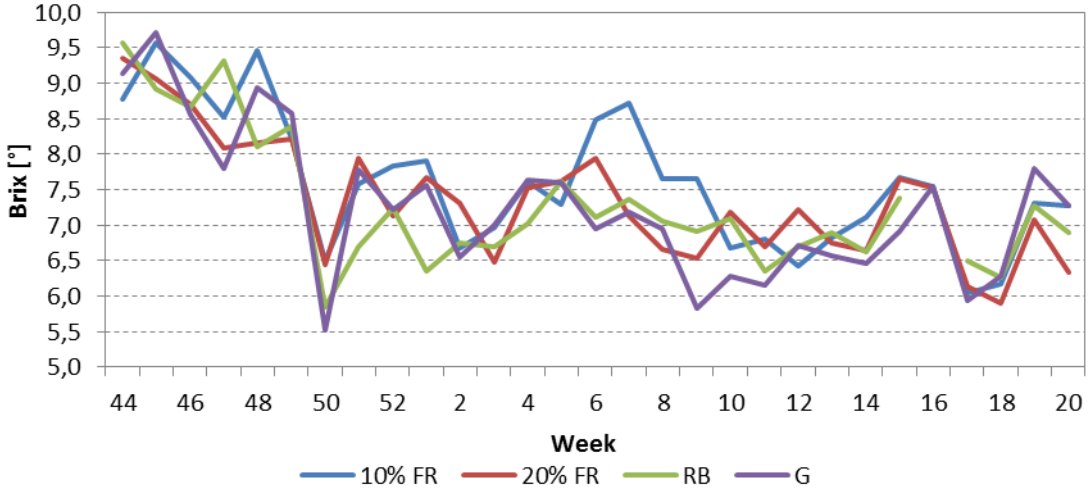

***Figuur 3.22.*** *Ontwikkeling van het gemiddeld vruchtgewicht gedurende de teelt per lichtbehandeling gemiddeld over de 4 typen plantmateriaal voor Favori (links) en Murano (rechts).*
***Figure 3.22.*** *Development of the average fruitweight during the cultivation for each light treatment, the data represents the average of the 4 types of planting material for Favori (left) and Murano (right).*

### 3.5.2. Brix

Gedurende de teelt is de Brix gemonitord van de behandeling met 336 KU voor zowel Murano als Favori om te achterhalen of er een invloed was van het lichtspectrum op de brix waarde. Figuur 3.23 en Figuur 3.24 tonen het verloop van de brix waarde gedurende de teelt. De figuren tonen dat er geen duidelijke invloed is van het lichtspectrum op de brix waarde. Alle behandelingen tonen enkele weken na oogst een afname van de brix, deze is vaak het gevolg van een toenemende plantbelasting. In week 50 is een dip in de brix te zien, die niet direct te verklaren is en mogelijk het gevolg kan zijn van een wat onrijpere oogst. Vanaf week 51 gaat de brix voor beide rassen naar een niveau van rond de 7°, waarbij tussen de weken dit iets varieert.




***Figuur 3.23.****Ontwikkeling van brix gedurende de teelt van het uitgangsmateriaal 336 KU van het ras Favori. Ieder meetpunt is het gemiddelde van 10 vruchten.*
***Figure 3.23.*** *Development of the brix during the cultivation in the treatment Favori 336 CU. Each datapoint is the average of 10 fruits.*




***Figuur 3.24.*** *Ontwikkeling van brix gedurende de teelt van het uitgangsmateriaal 336 KU van het ras Murano. Ieder meetpunt is het gemiddelde van 10 vruchten.*
***Figure 3.24.*** *Development of the brix during the cultivation in the treatment Murano 336 CU. Each datapoint is the average of 10 fruits*

# 4. Leerpunten en Aanbevelingen

De doelstelling van het project was om met LED belichting jaarrond aardbeien te telen van hoge kwaliteit met een vlakke productie. Om dit te realiseren zijn 4 verschillende lichtspectra, 2 rassen en 4 verschillende typen uitgangsmateriaal met elkaar vergeleken. Uit de resultaten blijkt dat het lichtspectrum vooral van invloed is op de strekking en dat de ontwikkeling van de plantbelasting en de productie als resultaat hiervan hoofdzakelijk wordt beïnvloed door het uitgangsmateriaal. Belangrijke kanttekening is hierbij dat het geven van een koude behandeling samen ging met een latere plantdatum waardoor de invloed van de plantdatum en koude behandeling niet zijn te onderscheiden.

**Strekking**
Eén van de doelstellingen was om middels het toevoegen van verrood in het lichtspectrum meer strekking te krijgen op de bladstelen. Op basis van de lengtemetingen die tijdens de teelt zijn uitgevoerd kunnen we concluderen dat in de lichtbehandelingen met verrood meer lengte is gerealiseerd. Metingen aan de individuele bladstelen toonde daarin beperkt verschil tussen de verschillende hoeveelheden verrood. Wel toonde het verschil in de eerste fase dat de belichting aanstond (week 44 t/m week 50) klein, zowel in de metingen als visueel. Vanaf 7 december is de verrood daarbij als na belichting ingezet vanaf week 49. De vraag die hierin nog onbeantwoord is, is in welke mate te strekking is toe te wijzen aan de einde dag belichting of dat dit een effect is van de totale daglengte die voor aardbei in dat geval niet onder bepaald niveau mag komen. Het geven van een korte koude behandeling (336 KU en 672 KU) op de verse stekken voor aanvang van de teelt toonde geen effect op de strekking. De latere plandatum die hier inherent aan was toonde wel een mindere strekking bij aanvang van de teelt.

**Plantbelasting**
Het uitgangspunt was om de plantbelasting niet te hoog te laten oplopen zodat het gewas niet in een piek zou komen. Vanaf aanvang van de teelt is de plantbelasting rustig opgebouwd door de lichtsommen en belichting rustig op te bouwen en is een etmaal nagestreefd van tussen de 14.5 en 15.5°C in de winterperiode. Er was geen waarneembare invloed van de belichting op de ontwikkeling van de plantbelasting, maar er was wel een duidelijke invloed van het plantmateriaal op de ontwikkeling van de plantbelasting. Waarbij een koude behandeling of latere plantdatum zorgde voor een lagere plantbelasting in de winter en een hogere piek later in de teelt.
Resultaten laten zien dat het beheersen van het assimilatenaanbod aan het begin van de teelt resulteert in een meer geleidelijke opbouw van de plantbelasting. Assimilaten vraag en aanbod zouden in de toekomst nog beter op elkaar afgestemd kunnen als meer inzicht komt in de hoe de vraag naar assimilaten zich ontwikkeld in de eerste fase van de teelt.

**Productie**
De doestelling om gedurende de teelt een vlakke productie te realiseren was afhankelijk van het uitgangsmateriaal. Voor de behandeling zonder koude is dit gelukt, de behandelingen met 336 KU en 672 KU gaven richting het voorjaar wel iets meer een piek in de productie. De minimale productie van 0.5 kg/m$^2$/week is nog niet gerealiseerd. De uitdaging is dus om de productie in deze fase periode van het jaar verder te verhogen. Enerzijds kan dit gedaan worden door het lichtaanbod nog wat te vergroten. Om in balans te telen is er dit jaar maximaal 14 uur belicht door het aantal belichtingsuren op te hogen naar in eerste instantie 16, maar mogelijk ook 18 uur kan de aanmaak van assimilaten worden verhoogd. Bij het ophogen van het aantal belichtingsuren moet ook aandacht zijn voor mogelijke stuurlicht effect op de gewasontwikkeling. Verder kan de lichtonderschepping van het gewas nog aanzienlijk worden verhoogd. De compacte groei zorgt dat veel licht niet door het gewas wordt onderschept maar op de grond beland. Verdere verdieping in de gewasontwikkeling kan hier mogelijk aan bijdragen, een andere denkrichting hierin is de inrichting van het teeltsysteem.

## 5. Literatuur

S.W. Hogewoning, G. Trouwborst en C.S. Pot, 2012. Efficiënter lichtspectrum voor open gewassen: Focus op productie en vervolgteelt van uitgangsmateriaal. Plant Lighting, Utrecht. 39p.

## 6. Bijlage I Lichtmeting.

Datum: 4 oktober 2018
Uitgevoerd door: Erik Stappers (Signify) en Lisanne Helmus (Delphy Improvement Centre).
Meethoogte: Ter hoogte van het gewas = 2 meter vanaf de vloer.
Hoogte modules: ca. 5 meter van de vloer = ca 3 meter boven het gewas.
Meetmethode: Na zonsondergang, bovescherm en gevelschermen gesloten.

| | Tralie 3 | | | | | | | | Tralie 1 | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 32 | x | x | x | x | x | x | x | x | x | x | x | x | x | x | x | x |
| 31 | x | x | x | x | x | x | x | x | x | x | x | x | x | x | x | x |
| 30 | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 29 | 168 | 185 | 188 | 196 | 203 | 201 | 201 | 200 | 203 | 212 | 208 | 211 | 203 | 201 | 184 | 189 |
| 28 | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 27 | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 26 | 179 | 192 | 195 | 205 | 207 | 209 | 206 | 209 | 216 | 221 | 221 | 216 | 210 | 207 | 189 | 195 |
| 25 | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 24 | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 23 | 179 | 192 | 200 | 205 | 208 | 210 | 208 | 204 | 214 | 220 | 222 | 215 | 206 | 203 | 194 | 195 |
| 22 | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 21 | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 20 | 184 | 196 | 200 | 208 | 211 | 209 | 208 | 212 | 221 | 219 | 220 | 212 | 206 | 201 | 196 | 195 |
| 19 | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 18 | x | x | x | x | x | x | x | x | x | x | x | x | x | x | x | x |
| 17 | x | x | x | x | x | x | x | x | x | x | x | x | x | x | x | x |
| 16 | x | x | x | x | x | x | x | x | x | x | x | x | x | x | x | x |
| 15 | x | x | x | x | x | x | x | x | x | x | x | x | x | x | x | x |
| 14 | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 13 | 197 | 213 | 219 | 226 | 225 | 226 | 221 | 214 | 211 | 213 | 215 | 213 | 204 | 204 | 200 | 191 |
| 12 | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 11 | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 10 | 197 | 211 | 219 | 226 | 226 | 226 | 222 | 222 | 187 | 214 | 214 | 212 | 203 | 203 | 192 | 195 |
| 9 | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 8 | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 7 | 195 | 208 | 215 | 223 | 224 | 224 | 222 | 216 | 212 | 211 | 217 | 209 | 203 | 197 | 197 | 193 |
| 6 | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 5 | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 4 | 192 | 203 | 211 | 215 | 220 | 219 | 220 | 219 | 209 | 208 | 209 | 203 | 196 | 195 | 193 | 191 |
| 3 | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 2 | x | x | x | x | x | x | x | x | x | x | x | x | x | x | x | x |
| 1 | x | x | x | x | x | x | x | x | x | x | x | x | x | x | x | x |
| goot | 26 | 25 | 24 | 23 | 22 | 21 | 20 | 19 | 9 | 8 | 7 | 6 | 5 | 4 | 3 | 2 |

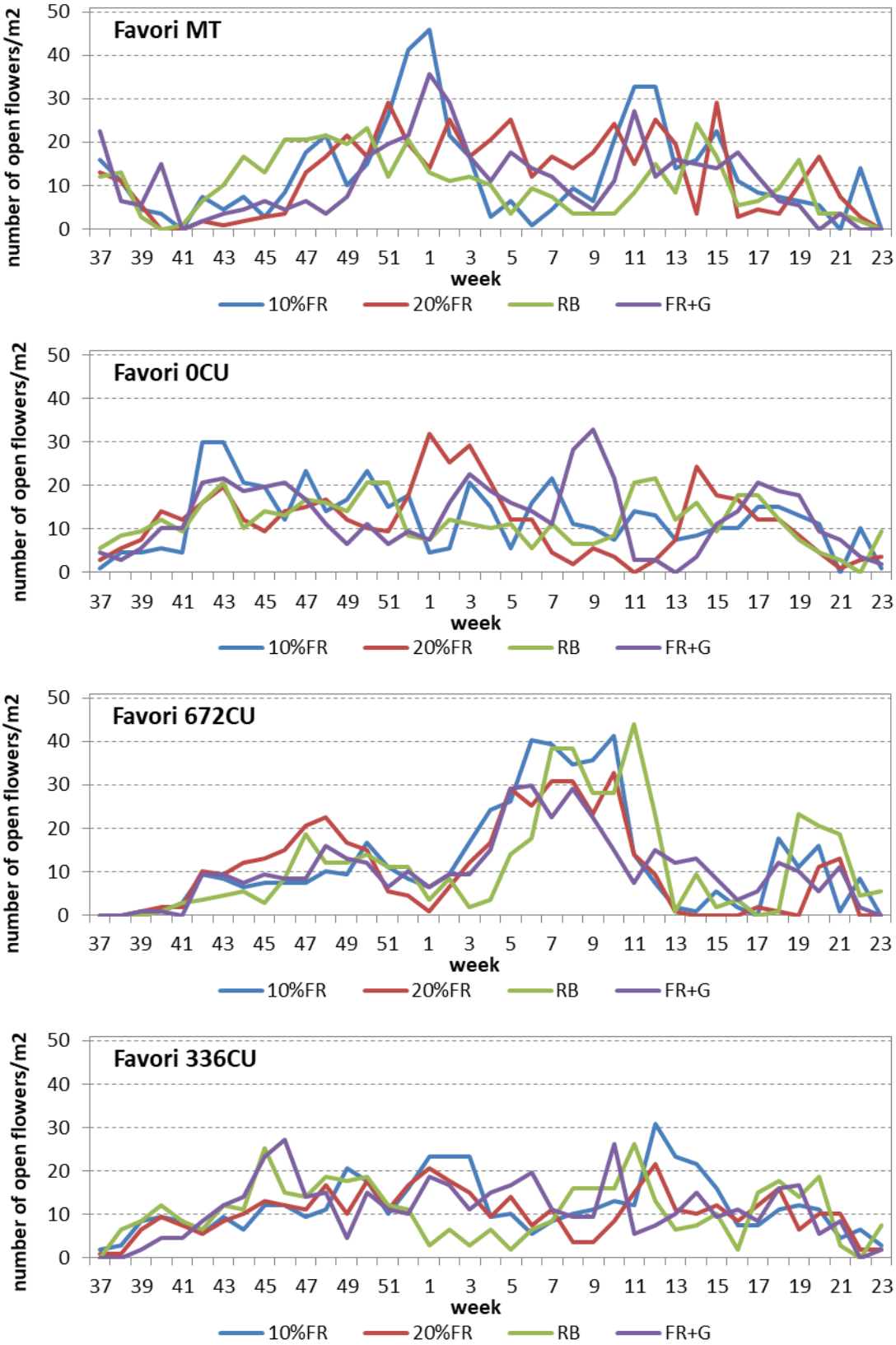
***Figuur 6.1.*** *Gemeten lichtintensiteit (µmol/m²/s) het verrood niet meegenomen van de goten 2 t/m 9 in tralie 1 en goten 19 t/m 26 in tralie. De nummers 1 t/m 32 links weergeven staan voor de baknummers (1 bak had de lengte van 1 meter) de baken met een 'x' zijn de bakken die niet in de productietelling zijn meegenomen. Iedere 3 bakken is een meting verricht.*
***Figure 5.1.*** *Measured Light intensity (µmol/m²/s), PAR nog includes the amount of far-red light. The numbers of the gutters are shown on the x-as, and the left are the numbers of the trays (one tray = 1 meter). The trays with an 'x' are the borderrows. One measurement was performed on every 3 trays.*

| | Tralie 3 | | | | | | | | Tralie 1 | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 32 | x | x | x | x | x | x | x | x | x | x | x | x | x | x | x | x |
| 31 | x | x | x | x | x | x | x | x | x | x | x | x | x | x | x | x |
| 30 | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 29 | 16 | 17 | 17 | 17 | 17 | 16 | 16 | 13 | 31 | 34 | 32 | 34 | 32 | 31 | 27 | 29 |
| 28 | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 27 | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 26 | 17 | 18 | 18 | 18 | 18 | 17 | 16 | 14 | 32 | 35 | 35 | 35 | 34 | 32 | 30 | 30 |
| 25 | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 24 | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 23 | 17 | 18 | 19 | 18 | 17 | 17 | 16 | 14 | 32 | 35 | 36 | 35 | 33 | 32 | 30 | 30 |
| 22 | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 21 | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 20 | 16 | 17 | 17 | 18 | 17 | 17 | 16 | 14 | 33 | 32 | 35 | 32 | 30 | 30 | 30 | 29 |
| 19 | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 18 | x | x | x | x | x | x | x | x | x | x | x | x | x | x | x | x |
| 17 | x | x | x | x | x | x | x | x | x | x | x | x | x | x | x | x |
| 16 | x | x | x | x | x | x | x | x | x | x | x | x | x | x | x | x |
| 15 | x | x | x | x | x | x | x | x | x | x | x | x | x | x | x | x |
| 14 | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 13 | 1,7 | 2,6 | 2,3 | 2,2 | 2,3 | 2,4 | 2,6 | 2,5 | 18 | 19 | 20 | 19 | 18 | 18 | 18 | 17 |
| 12 | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 11 | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 10 | 1,5 | 1,6 | 1,9 | 1,6 | 1,7 | 1,8 | 1,7 | 1,8 | 15 | 18 | 19 | 18 | 18 | 17 | 17 | 16 |
| 9 | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 8 | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 7 | 1,1 | 1,3 | 1,4 | 1,1 | 1,2 | 1,2 | 1,5 | 1,7 | 17 | 17 | 18 | 17 | 17 | 16 | 16 | 16 |
| 6 | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 5 | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 4 | 1,1 | 1,1 | 1 | 1,3 | 1,2 | 1,1 | 1,3 | 1,5 | 16 | 17 | 18 | 17 | 16 | 16 | 16 | 15 |
| 3 | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 2 | x | x | x | x | x | x | x | x | x | x | x | x | x | x | x | x |
| 1 | x | x | x | x | x | x | x | x | x | x | x | x | x | x | x | x |
| goot | 26 | 25 | 24 | 23 | 22 | 21 | 20 | 19 | 9 | 8 | 7 | 6 | 5 | 4 | 3 | 2 |

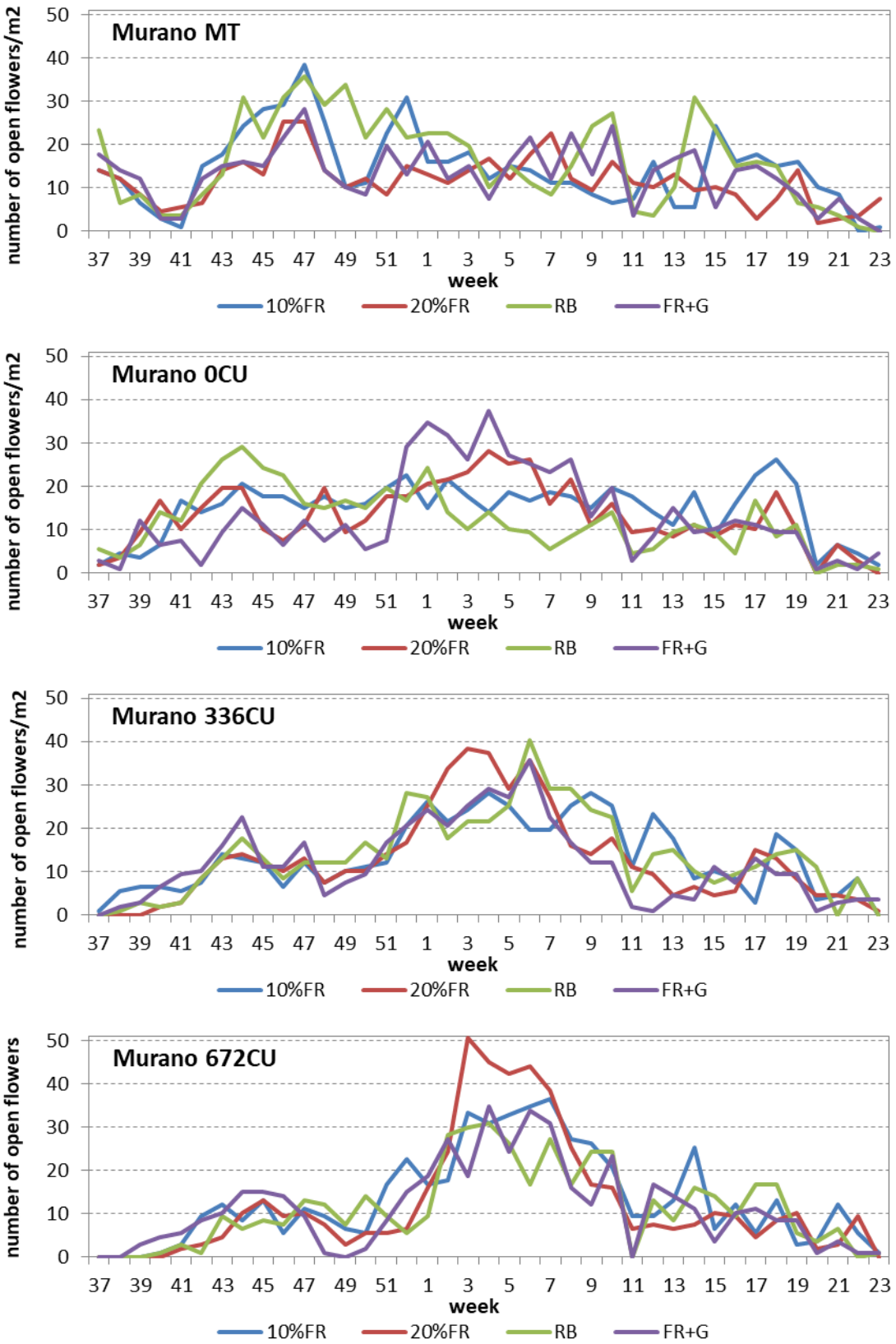
***Figuur 6.2.*** *Gemeten lintensiteit van de verrood [µmol/m²/s] van de goten 2 t/m 9 in tralie 1 en goten 19 t/m 26 in tralie. De nummers 1 t/m 32 links weergeven staan voor de baknummers (1 bak had de lengte van 1 meter) de baken met een 'x' zijn de bakken die niet in de productietelling zijn meegenomen. Iedere 3 bakken is een meting verricht.*

***Figure 5.2.*** *Measured Light intensity of the amount of far-red light (µmol/m²/s). The numbers of the gutters are shown on the x-as, and the left are the numbers of the trays (one tray = 1 meter). The trays with an 'x' are the borderrows. One measurement was performed on every 3 trays.*

# 7. Bijlage II Bloeiontwikkeling

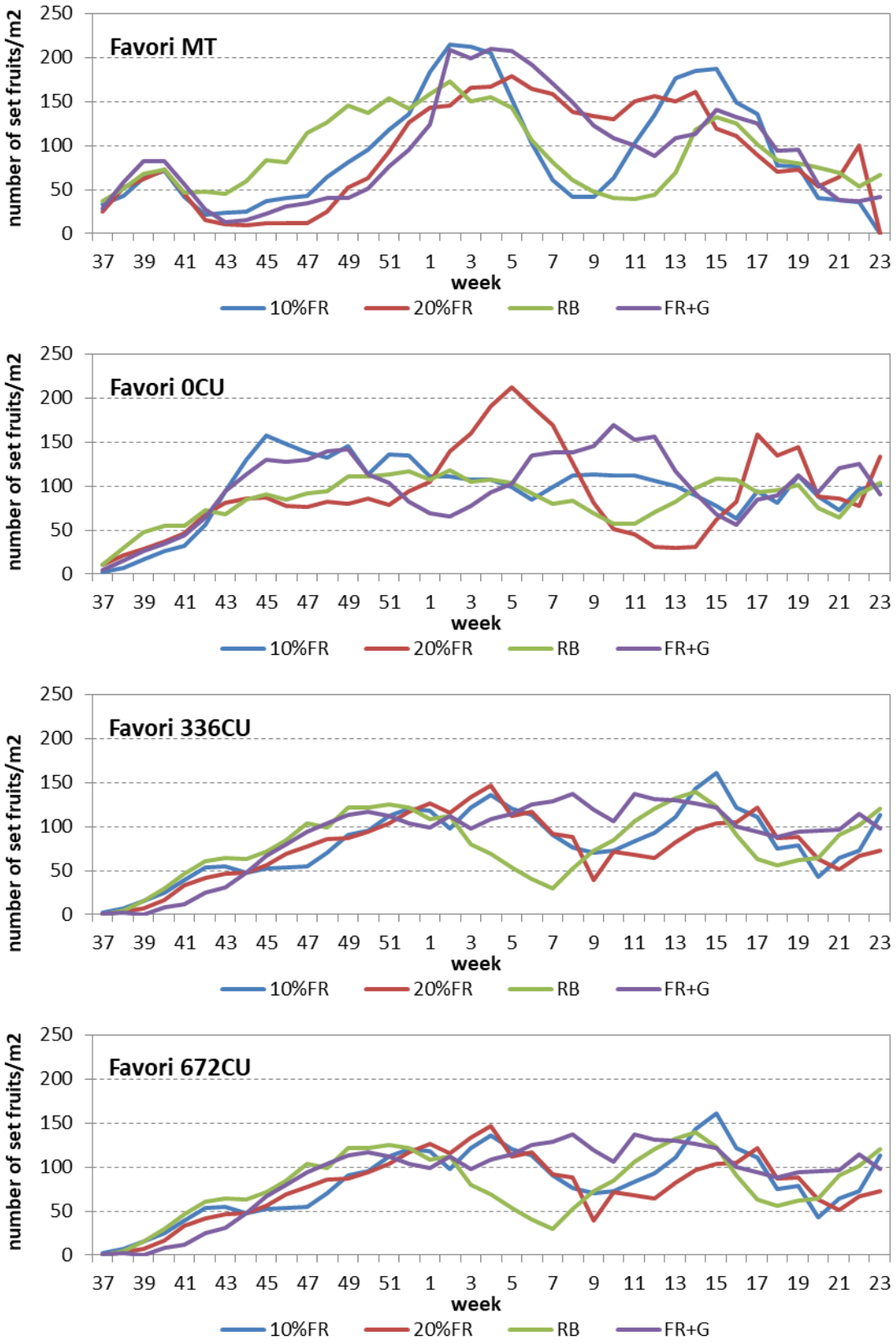



***Figuur 7.1.*** *Ontwikkeling van de bloei gedurende de teelt van de 4 verschillende type uitgangsmateriaal onder de 4 verschillende lichtspectra voor het ras Favori.*
***Figure 7.1.*** *Development of the flowering during the cultivation in the 4 different types of planting material combined with the 4 different light spectra in Favori.*

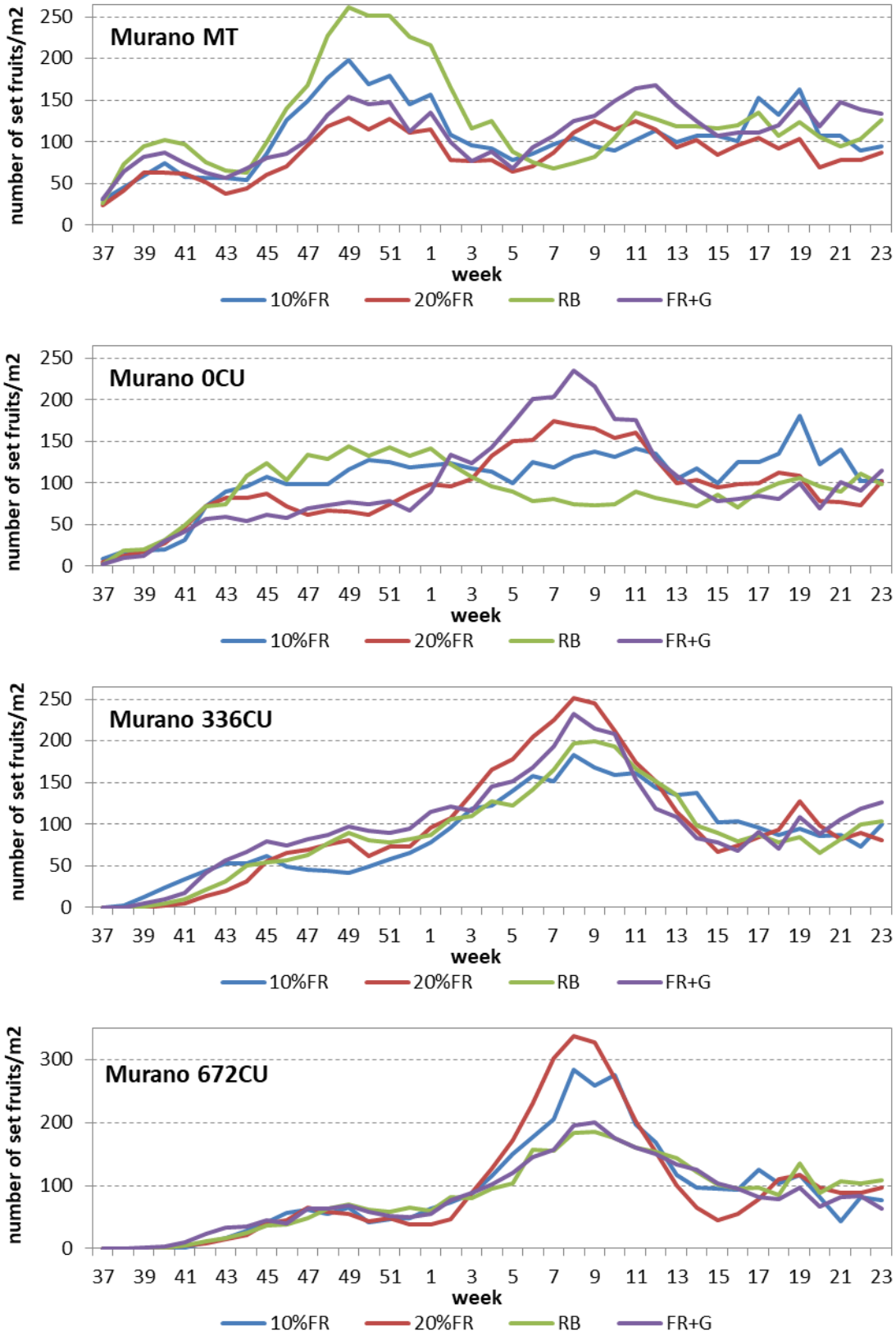



***Figuur 7.2.*** *Ontwikkeling van de bloei gedurende de teelt van de 4 verschillende type uitgangsmateriaal onder de 4 verschillende lichtspectra voor het ras Murano.*
***Figure 7.2.*** *Development of the flowering during the cultivation in the 4 different types of planting material combined with the 4 different light spectra in Murano.*

# 8. Bijlage III plantbelasting




***Figuur 8.1.*** *Ontwikkeling van de plantbelasting van de verschillende type uitgangsmateriaal onder de verschillende lichttspectra in Favori.*
***Figure 8.1.*** *Development of the plantload shown as number of set fruits for different types of planting material with the 4 different light spectra in Favori.*

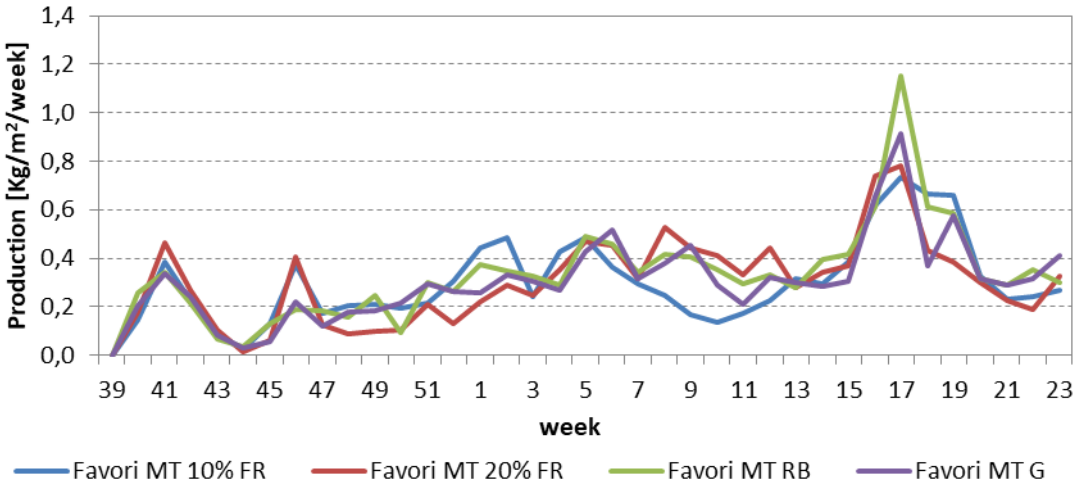


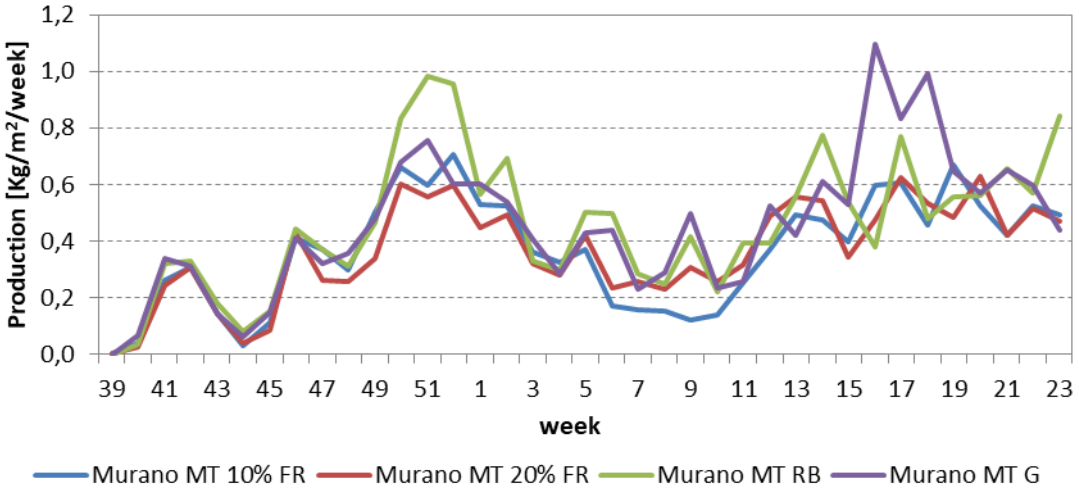

***Figuur 8.2.*** *Ontwikkeling van de plantbelasting van de verschillende type uitgangsmateriaal onder de verschillende lichttspectra in Murano.*
***Figure 8.2.*** *Development of the plantload shown as number of set fruits for different types of planting material with the 4 different light spectra in Murano.*

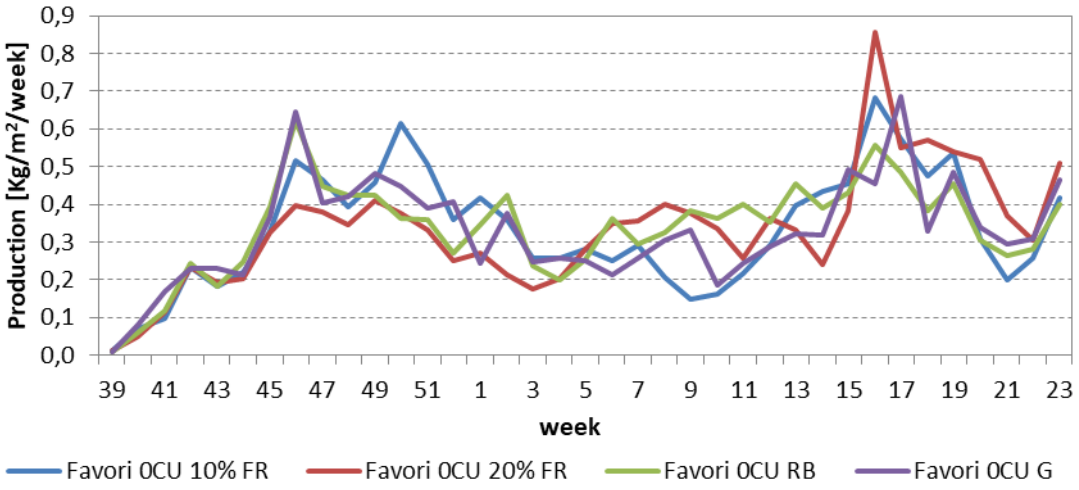
## 9. Bijlage IV productie

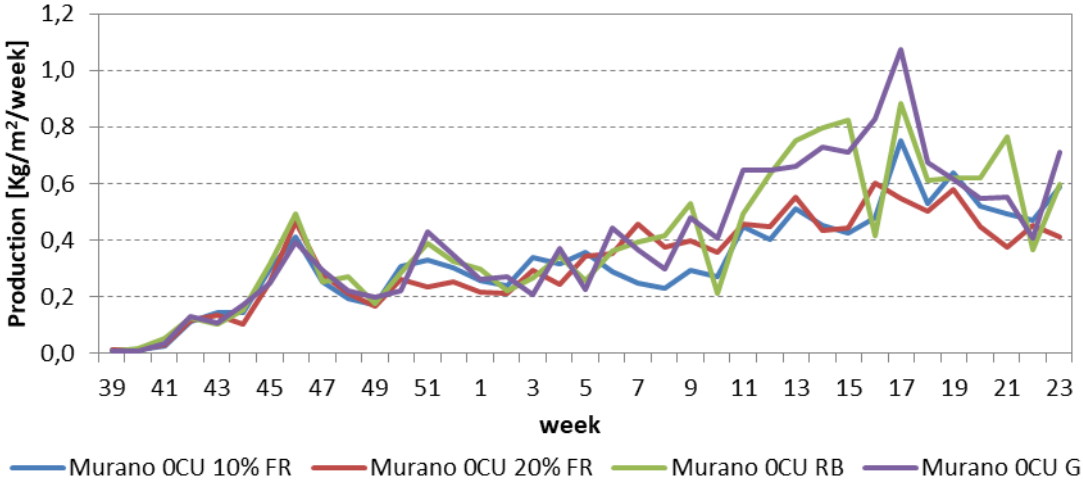
De grafieken hieronder tonen de productie per m² per week van de verschillende type plantmateriaal on de 4 verschillende lichtrecepten.

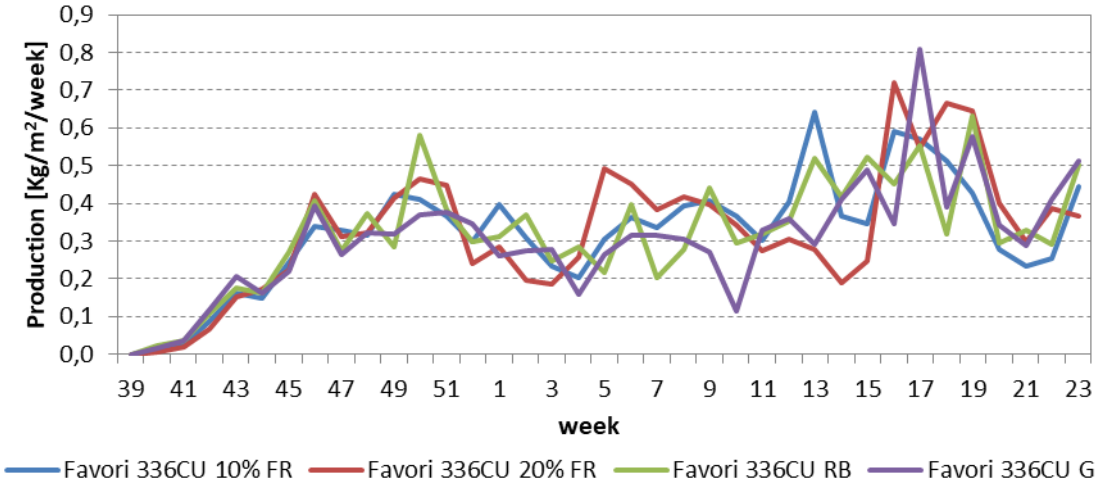
The graphs below show the production per m² in the different types of planting material in the 4 different light recipes.

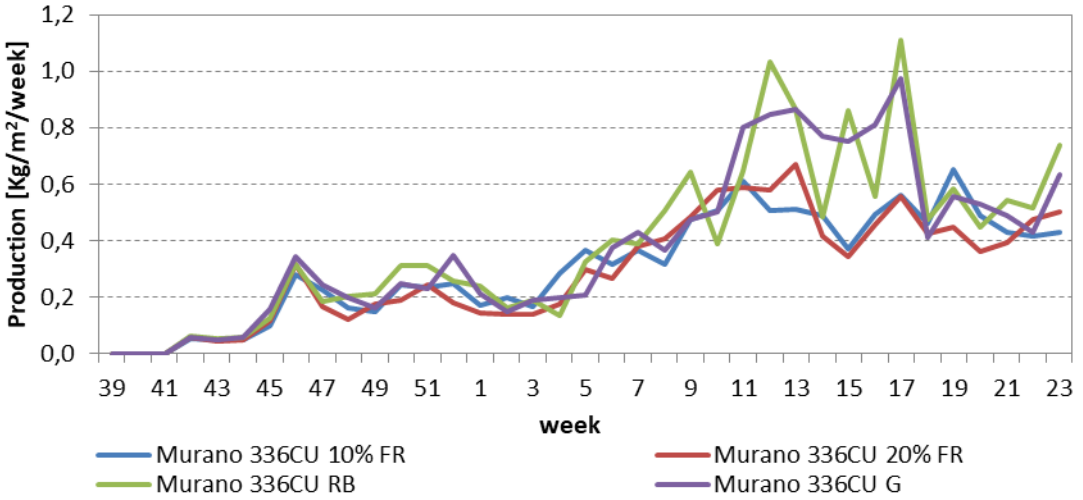


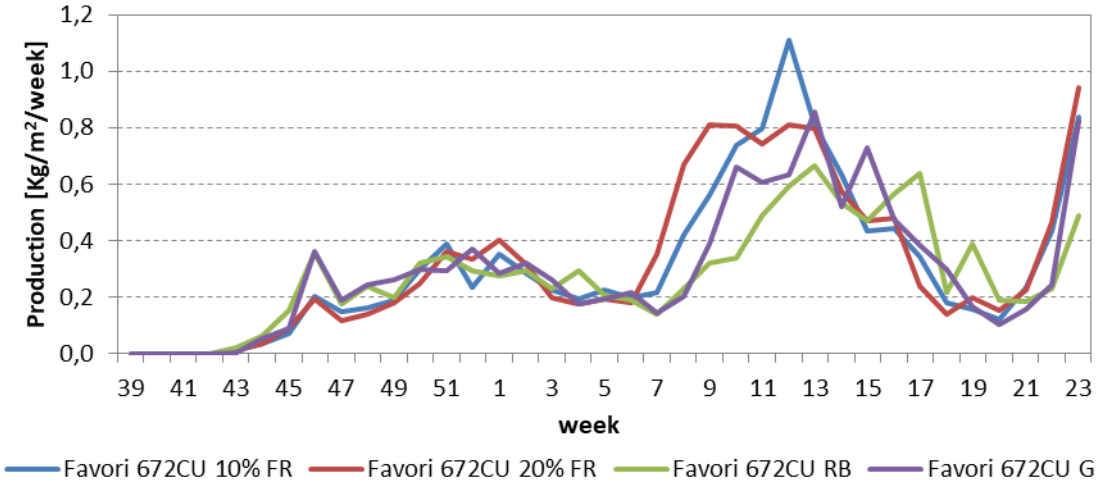



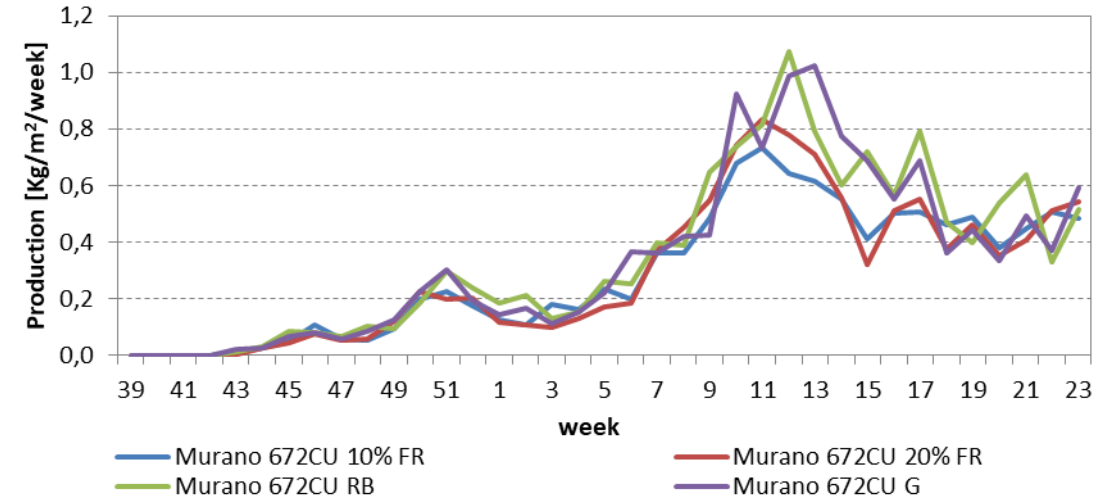




Production [Kg/m²/week]
1,2
1,0
0,8
0,6
0,4
0,2
0,0
39 41 43 45 47 49 51 1 3 5 7 9 11 13 15 17 19 21 23
week
Murano 0CU 10% FR
Murano 0CU 20% FR
Murano 0CU RB
Murano 0CU G


Production [Kg/m²/week]
0,9
0,8
0,7
0,6
0,5
0,4
0,3
0,2
0,1
0,0
39 41 43 45 47 49 51 1 3 5 7 9 11 13 15 17 19 21 23
week
Favori 336CU 10% FR
Favori 336CU 20% FR
Favori 336CU RB
Favori 336CU G

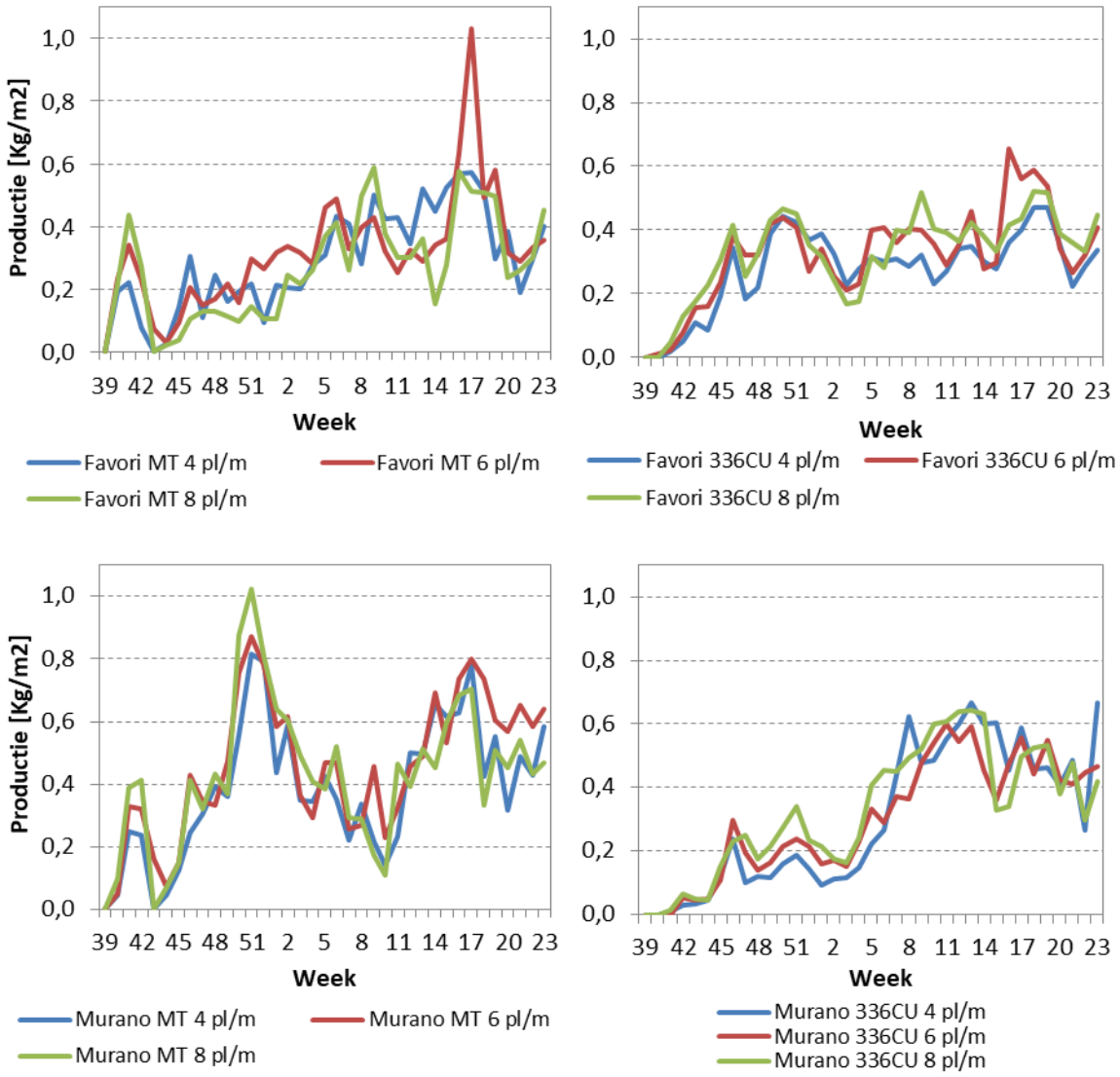

Production [Kg/m²/week]
1,2
1,0
0,8
0,6
0,4
0,2
0,0
39 41 43 45 47 49 51 1 3 5 7 9 11 13 15 17 19 21 23
week
Murano 336CU 10% FR
Murano 336CU 20% FR
Murano 336CU RB
Murano 336CU G


1,2
1,0
0,8
0,6
0,4
0,2
0,0
Production [Kg/m²/week]
39 41 43 45 47 49 51 1 3 5 7 9 11 13 15 17 19 21 23
week
Favori 672CU 10% FR
Favori 672CU 20% FR
Favori 672CU RB
Favori 672CU G

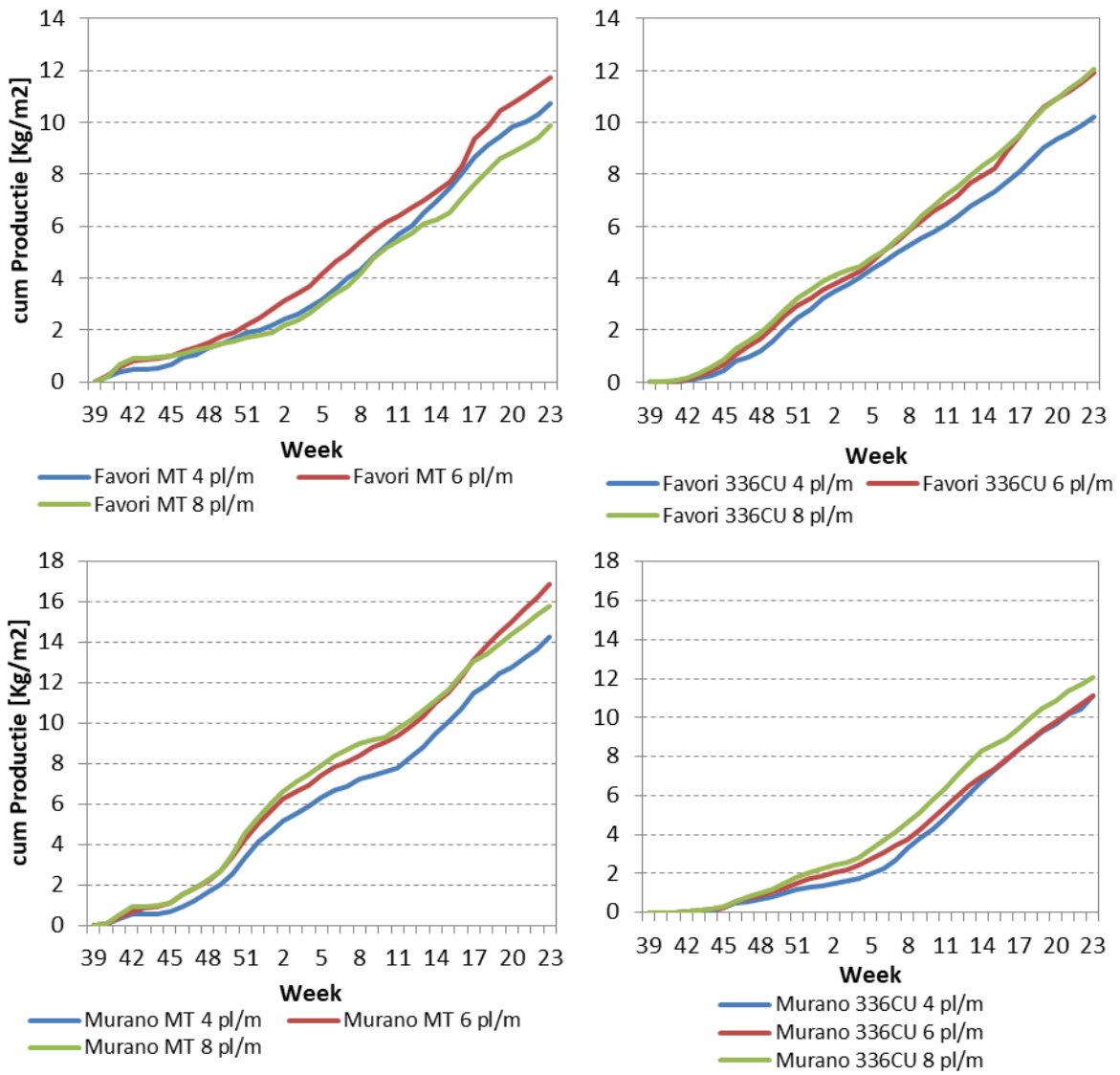

1,2
1,0
0,8
0,6
0,4
0,2
0,0
Production [Kg/m²/week]
39 41 43 45 47 49 51 1 3 5 7 9 11 13 15 17 19 21 23
week
Murano 672CU 10% FR
Murano 672CU 20% FR
Murano 672CU RB
Murano 672CU G

## 10. Bijlage V Productie plantdichtheid

Om een idee te krijgen bij de invloed van de plantdichtheid op de productie is er in goot 10 en goot 18, gewerkt met 4 en 8 planten per lopende meter voor de MT en 336 koude uren van beide rassen. Ieder object bestond hierbij uit 8 lopende meter. Opvallend is dat de productieverschillen tussen 4,6 en 8 planten per $m^2$ zeer klein zijn. In de meeste behandelingen valt de productie met 4 planten per $m^2$ iets lager uit, met uitzondering van Favori MT, waarbij de behandeling met 8 planten per $m^2$ de laagste productie geeft. Bij de MT valt op dat vooral het eerste piekje in de productie wordt beïnvloed door de plantdichtheid, een hogere plantdichtheid geeft hier meer productie, op dit moment is er nog weinig concurrentie tussen de planten. Bij de verse stek is te zien dat de lagere plantdichtheid in de begin fase van de teelt wat achterblijft. Alle objecten waren in 1 herhaling, waarbij voor 6 planten/$m^2$ het gemiddelde is van 2 lichtbehandelingen is genomen uit de reguliere productie tellingen. De figuren tonen de ontwikkeling van de productie per week en de cumulatieve productie.




***Figuur 10.1.*** *Productie per $m^2$ per week van 3 verschillende plantdichtheden: 4 planten/$m^2$ ; 6 planten/$m^2$ ; 8 planten/$m^2$. In de behandelingen Favori MT (links boven) ; Favori 336 KU (rechts boven) ; Murano MT (links onder) ; Murano 336 KU (rechts onder).*
***Figure 10.1.*** *Production per $m^2$ per week in the 3 different plant dencities: 4 plants/$m^2$; 6 plants/$m^2$ and 8 Plants/$m^2$. In the treatement Favori MT (left above) ; Favori 336 CU (right above) ; Murano MT (bottom left) and Murano 336 CU (bottom right)*

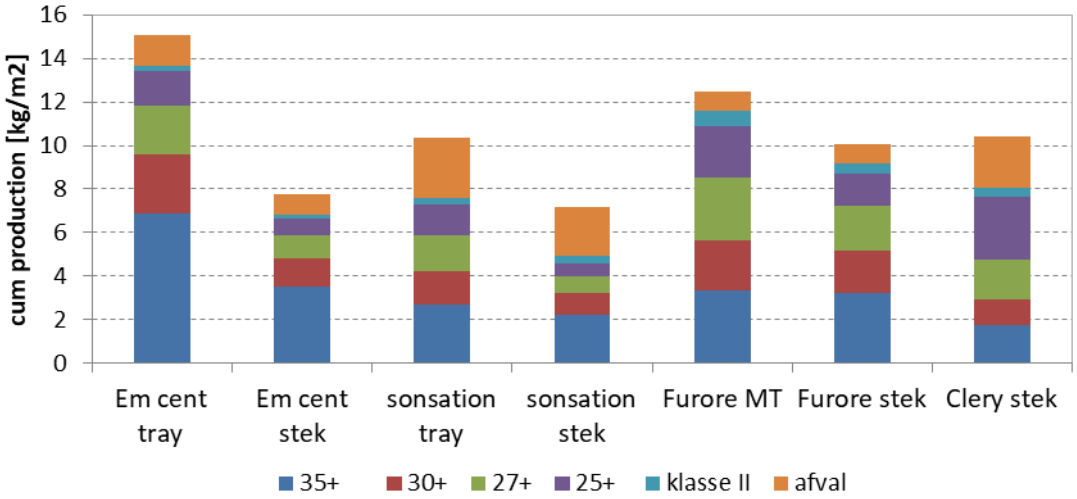



***Figuur 10.2.*** *cumulatieve Productie per m² van 3 verschillende plantdichtheden: 4 planten/m² ; 6 planten/m² ; 8 planten/m². In de behandelingen Favori MT (links boven) ; Favori 336 KU (rechts boven) ; Murano MT (links onder) ; Murano 336 KU (rechts onder).*

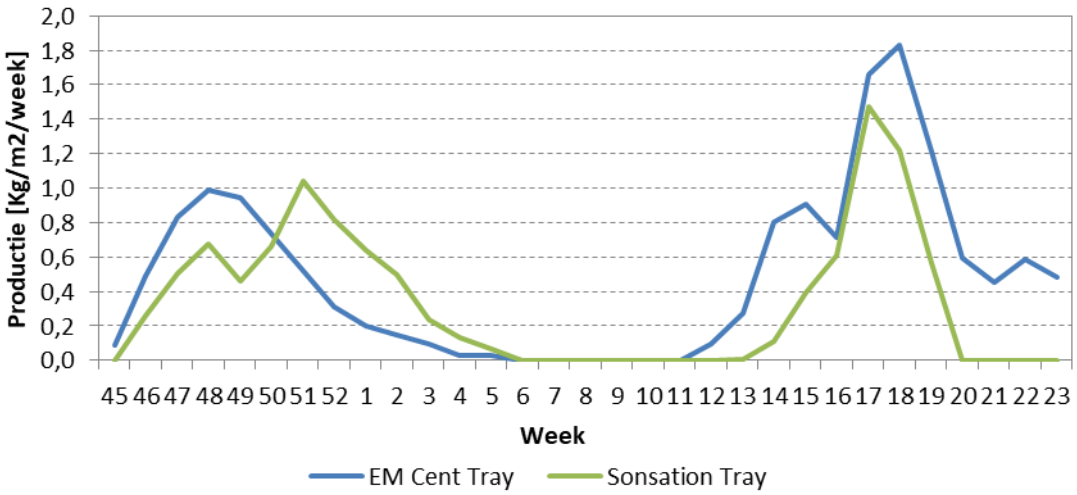
***Figure 10.2.*** *Total production per m² in the 3 different plant dencities: 4 plants/m²; 6 plants/m² and 8 Plants/m². In the treatement Favori MT (left above) ; Favori 336 CU (right above) ; Murano MT (bottom left) and Murano 336 CU (bottom right).*

# 11. Bijlage VI productie middelste tralie (junidragers).

In de middelste tralie was er overlap tussen de verschillende lichtspectra, om uit deze tralie nog wel informatie te halen was deze tralie uitgerust met junidragers (m.u.v. Furore), zowel trayplanten als verse stek. Na de eerste productiefase van de trayplanten (Sonsation en Malling Centenary) werd in week 3 vastgesteld dat de planten terug waren in bloemaanleg, waardoor is besloten om de planten op te schonen en te laten staan voor een tweede productiefase. Sonsation is wegens problemen met hoofdzakelijk meeldauw eerder geruimd, waardoor niet alle vruchten van de 2$^{de}$ productie fase zijn geoogst (**Figuur 11.2**) . De verse stekken van de junidragers bleven lang compact en kwamen pas laat in productie. **Figuur 11.1** toont de totale productie en sortering van de rassen en planttypen uit de middelste tralie. **Tabel 11.1** toont de totale productie per week.




***Figuur 11.1.*** *Productie en sortering van de rassen en planttypen uit de middelste tralie.*
***Figure 11.1.*** *Total production and grading of the varieties an planttypes from the middelde part of the greenhouse.*




***Figuur 11.2.*** *Productieverloop (Kg/m$^2$/week) van de trayplanten Malling Centenary en Sonsation.*
***Figure 11.2.*** *Production pattern (Kg/m$^2$/week) in the tray plants of Malling Centenary and Sonsatin.*

***Tabel 11.1.*** *Totale productie per week [kg/m²] van de rassen en planttypen uit de middelste tralie*
***Table 11.1.*** *Total production per week [kg/m²] of the varieties and planttypes of the plants in the middle part of the greenhouse.*

| Ras | EM Cent | EM Cent | Sonsation | Sonsation | Clery | Furore | Furore |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Plant type | Tray | stek | Tray | stek | stek | Mt | stek |
| week | kg/m2 | kg/m2 | kg/m2 | kg/m2 | kg/m2 | kg/m2 | kg/m2 |
| 39 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| 40 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.05 |
| 41 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.32 | 0.02 |
| 42 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.43 | 0.10 |
| 43 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.18 | 0.11 |
| 44 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.08 | 0.04 |
| 45 | 0.09 | 0.01 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.07 | 0.12 |
| 46 | 0.49 | 0.01 | 0.26 | 0.00 | 0.02 | 0.27 | 0.16 |
| 47 | 0.84 | 0.00 | 0.50 | 0.00 | 0.00 | 0.31 | 0.21 |
| 48 | 0.99 | 0.00 | 0.67 | 0.00 | 0.00 | 0.35 | 0.19 |
| 49 | 0.94 | 0.00 | 0.46 | 0.00 | 0.00 | 0.52 | 0.20 |
| 50 | 0.74 | 0.01 | 0.66 | 0.00 | 0.01 | 0.59 | 0.18 |
| 51 | 0.52 | 0.02 | 1.04 | 0.00 | 0.08 | 0.50 | 0.26 |
| 52 | 0.31 | 0.05 | 0.82 | 0.00 | 0.15 | 0.37 | 0.14 |
| 1 | 0.20 | 0.09 | 0.64 | 0.02 | 0.20 | 0.40 | 0.26 |
| 2 | 0.15 | 0.10 | 0.50 | 0.08 | 0.17 | 0.39 | 0.30 |
| 3 | 0.10 | 0.14 | 0.24 | 0.15 | 0.22 | 0.23 | 0.20 |
| 4 | 0.03 | 0.14 | 0.13 | 0.20 | 0.15 | 0.26 | 0.36 |
| 5 | 0.03 | 0.10 | 0.06 | 0.15 | 0.09 | 0.25 | 0.22 |
| 6 | 0.00 | 0.22 | 0.00 | 0.31 | 0.07 | 0.19 | 0.19 |
| 7 | 0.00 | 0.31 | 0.00 | 0.31 | 0.12 | 0.21 | 0.19 |
| 8 | 0.00 | 0.40 | 0.00 | 0.26 | 0.29 | 0.15 | 0.25 |
| 9 | 0.00 | 0.47 | 0.00 | 0.26 | 0.56 | 0.25 | 0.33 |
| 10 | 0.00 | 0.37 | 0.00 | 0.28 | 0.64 | 0.14 | 0.18 |
| 11 | 0.00 | 0.31 | 0.00 | 0.30 | 0.65 | 0.28 | 0.23 |
| 12 | 0.10 | 0.34 | 0.00 | 0.37 | 0.67 | 0.40 | 0.58 |
| 13 | 0.28 | 0.30 | 0.00 | 0.46 | 0.89 | 0.41 | 0.44 |
| 14 | 0.80 | 0.41 | 0.11 | 0.62 | 0.64 | 0.44 | 0.64 |
| 15 | 0.91 | 0.28 | 0.39 | 0.57 | 0.70 | 0.78 | 0.59 |
| 16 | 0.72 | 0.52 | 0.61 | 0.52 | 0.50 | 0.60 | 0.58 |
| 17 | 1.66 | 0.64 | 1.47 | 0.97 | 0.43 | 0.75 | 0.85 |
| 18 | 1.83 | 0.49 | 1.22 | 0.78 | 0.40 | 0.67 | 0.60 |
| 19 | 1.21 | 0.42 | 0.56 | 0.53 | 0.22 | 0.41 | 0.28 |
| 20 | 0.59 | 0.43 | 0.00 | 0.00 | 0.20 | 0.36 | 0.23 |
| 21 | 0.45 | 0.37 | 0.00 | 0.00 | 0.20 | 0.35 | 0.24 |
| 22 | 0.59 | 0.44 | 0.00 | 0.00 | 1.80 | 0.38 | 0.31 |
| 23 | 0.49 | 0.37 | 0.00 | 0.00 | 0.37 | 0.56 | 0.32 |
| **Totaal** | **15.04** | **7.78** | **10.37** | **7.15** | **10.44** | **12.82** | **10.16** |

## 12. Bijlage VII Plattegrond afdeling/map of the compartment

| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | Murano 336 CU 4 pl/m | Murano 336 CU 8 pl/m | Favori 336 CU 4 pl/m | Favori 336 CU 8 pl/m | Favori stek 672 CU 6 planten/m | Favori stek 336 CU 6 planten/m | Favori stek O CU 6 planten/m | Favori minitray 6 planten/m | Murano stek 672 CU 6 planten/m | Murano stek 336 CU 6 planten/m | Murano stek O CU 6 planten/m | Murano minitray 6 planten/m | Murano MT 4 pl/m | Murano MT 8 pl/m | Favori MT 4 pl/m | Favori MT 8 pl/m | EM Cent stek | Sonsation tray | Stek GB 96 336 CU | Furore 336 CCU | EM Cent tray | Sonsation stek | Stek AK 46 0CU | Favori 336 CU 4 pl/m | Favori 336 CU 8 pl/m | Murano 336 CU 4 pl/m | Murano 336 CU 8 pl/m | Favori stek 672 CU 6 planten/m | Favori stek 336 CU 6 planten/m | Favori stek O CU 6 planten/m | Favori minitray 6 planten/m | Murano stek 762 CU 6 planten/m | Murano stek 336 CU 6 planten/m | Murano stek O CU 6 planten/m | Murano minitray 6 planten/m | Favori MT 4 pl/m | Favori MT 8 pl/m | Murano MT 4 pl/m | Murano MT 8 pl/m | |
| | gt 27 | gt 26 | gt 25 | gt 24 | gt 23 | gt 22 | gt 21 | gt 20 | gt 19 | gt 18 | gt 17 | gt 16 | gt 15 | gt 14 | gt 13 | gt 12 | gt 11 | gt 10 | gt 9 | gt 8 | gt 7 | gt 6 | gt 5 | gt 4 | gt 3 | gt 2 | gt 1 | door |
| planting week | 36 | 38 | 36 | 34 | 34 | 38 | 36 | 34 | 34 | 34 | 38 | 38 | 38 | 34+36 | 38 | 38 | 38 | 36 | 38 | 36 | 34 | 34 | 38 | 36 | 34 | 34 | 34 | |