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

Telefoon 010 522 1771
www.delphy.nl

Een lager energieverbruik in potplanten

Pilot gewas: Zamioculcas

Worldwide Expertise for Food & Flowers

Datum: 26 juni 2019

Tristan Marçal Balk[1], Lisanne Helmus-Schuddebeurs[1],
Rick van der Burg[1], Erik de Rooij[2].

1 Delphy-Improvement Centre
2 Delphy

De ideeën en voorstellen in dit projectplan zijn, voorzover deze niet al vooraf door de opdrachtgever/financier zijn geformuleerd, eigendom Delphy. Zonder schriftelijke toestemming van de projectmanager is het niet toegestaan om in welke vorm ook (delen van) dit projectvoorstel aan derden voor te leggen.

© Delphy: Een lager energieverbruik in potplanten.

Onderstaande partijen zijn bij het project betrokken geweest als financier:

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

Samenvatting

Tropische potplanten in een onbelichte teelt maken weinig ontwikkeling door in de winter waardoor de energie input in die periode inefficiënt wordt benut. Daarnaast zijn de toegelaten lichtniveaus laag waardoor er makkelijk een snellere gewasgroei met besparing van energie kan worden gerealiseerd door meer licht toe te laten. Een steilere licht:temperatuur verhouding met een hogere luchtvochtigheid in Het Nieuwe Telen in vergelijking tot de traditionele teelt, zorgt voor een Zamioculcas gewas dat 4 weken eerder vermarktbaar is, waarbij tegelijkertijd 48% energie kan worden bespaart. De Zamioculcas in HNT startte trager met de uitloop van veren, maar deze achterstand werd ruimschoots ingehaald richting de zomer met meer en langere veren dan in de Traditionele teelt wat uiteindelijk heeft gezorgd voor een vollere plant. Dipladenia bloeide in HNT uitbundiger dan in de traditionele teelt. De plantontwikkeling en de gecreëerde klimaatcondities in HNT lijken elkaar te versterken en daarmee ook de groei van de plant te versnellen. De snellere groei in HNT ging gepaard met een kleur groen dat lichter is dan in de praktijk. Scherm-, en nevelstrategie afstemmen op het verlagen van de VPD <2 kPa lijkt een goede basis te zijn om op een relatief veilige manier meer licht toe te laten. Om grenzen van de lichtverhoging te onderzoeken zijn er chlorofyl fluorescentie metingen uitgevoerd waaruit naar voren kwam dat volwassen Zamioculcas tot wel 26 mol/m^2/dag en >1000 µmol/cm^2/s momentane instraling kunnen verwerken zonder vertoon van lichtschade aan fotosysteem II. Het jonge gewas ervaart lichtstress >±500 µmol/cm^2/s, maar onduidelijk blijft wanneer er bladschade optreed. De Zamioculcas kan meer licht verdragen dan gedacht, dit heeft mede bijgedragen aan de teeltversnelling, de volheid van het gewas en aan energiebesparing. In vervolgonderzoek zou er onderzocht moeten worden hoe het hogere lichtniveau veilig kan worden toegepast, zodat kwaliteit in gewaskleur wordt behouden.

Inhoudsopgave

1 Inleiding

1.1 Aanleiding 6
Doelstellingen 7

2 Teeltopzet en kasinrichting

2.1 Plantmateriaal 9
2.2 Registraties en metingen 10
2.3 Proefopzet en statistische analyse 10
2.4 Toepassing HNT 10
2.4.1 Schermen 10
2.4.2 Verneveling 11
2.4.3 Verticale luchtbeweging 11

3 Theoretische achtergrond

3.1 Gewasontwikkeling en teelt 12
3.2 Systeembenadering in HNT 12

4 Resultaten en discussie

4.1 Teeltomstandigheden 15
4.1.1 Buiten-, en kasomstandigheden 15
4.1.2 Watergift 18
4.2 Licht:temperatuur verhouding 18
4.3 Isolatie-, en verwarmingsstrategie op energiebesparing 19
4.3.1 Isolatiestrategie 19
4.3.2 Verwarmingsstrategie 20
4.3.3 Energiebesparing 21
4.4 Lichtaanbod vergroten 22
4.4.1 Verneveling 22
4.4.2 Licht wegschermen 24
4.4.3 Lichtstress meten 26
4.5 Gewasreactie 29
4.5.1 Gewasontwikkeling 29
4.5.2 Gewasbeoordeling 36

5 Conclusie

6 Leerpunten en aanbevelingen

6.1 Ontwikkelingstemperatuur en verwarmingsstrategie 40
6.2 Teeltversnelling en gewaskwaliteit 40

7 Communicatie

8 Literatuur

1 Inleiding

1.1 Aanleiding

De meeste (sub) tropische potplanten worden geteeld bij etmaaltemperaturen tussen de 20°C en 24°C. Hoewel de meeste bedrijven zijn uitgerust met 1 of 2 schermdoeken ligt het energieverbruik nog tussen de 30 en 35 m^3/m^2 op jaarbasis. In de teelt van potplanten is een hoge diversiteit in assortiment en teeltstrategie. Dit project zal zich focussen op de teelt van Zamioculcas, een gewas uit het segment groene en bonte potplanten dat jaar rond wordt geteeld. Ter verbreding van de doelgroep en voor een eerste indruk van HNT bij bloeiende planten wordt Dipladenia als tweede gewas meegenomen.

Voor energiebesparing in potplanten kan grofweg een scheiding gemaakt worden tussen de periode met (te) weinig licht en de periode met (te) veel licht. De eerste genoemde periode duurt ongeveer 5 maanden: oktober tot maart, waarbij de dagelijkse lichtsommen variëren tussen de 50 een 600 $J/cm^2/dag$, en waarbij de lichtsommen op gewasniveau liggen tussen de 0.5 en 3 mol PAR per dag. Door de lage lichtsommen in deze periode wordt er nauwelijks groei gerealiseerd, maar deze periode is wel zeer bepalend voor hoe het gewas uit de winter komt. De etmalen in deze periode variëren tussen de 20 en 24°C.

In de winter kan een grote stap worden gezet naar het verlagen van het energieverbruik door de isolatie van de kas te verhogen, door een combinatie van scherminrichting (hogere isolatiewaarde), het verhogen van het aantal schermuren en door meer met het buitenklimaat mee te telen, waarbij een aangepaste stooktemperatuur en meer gebruik maken van de buitenomstandigheden de basis is. Telers zien zelf mogelijkheden om de temperatuur in de kas aan te passen aan de buitenomstandigheden (met name het lichtniveau van buiten) naast een positief effect op het energieverbruik kan deze teeltstrategie ook een positief resultaat hebben op de gewasontwikkeling. Om het energieverbruik verder te verlagen wordt een hogere RV geaccepteerd, wordt de inzet van de minimum buis beperkt en wordt het inzetten van verticale luchtbeweging gebruikt om het klimaat rondom het gewas te verbeteren.

In de periode na maart als het buitenlicht gaat toenemen licht er met name een besparing bij het toelaten van meer licht, in eerdere projecten is aangetoond dat door het diffuus maken van het licht in combinatie met verneveling (op peil houden van de RV) er voor zorgt dat meer licht kan worden toegelaten en er op deze manier minder gestookt hoeft te worden. De combinatie van beide inzichten moet gecombineerd om tot een optimaal teeltresultaat te komen.

Doelstellingen

Technische doelstellingen

- Telen met een dubbelenergiescherm met spouw in combinatie met een diffuus scherm. Op deze manier kan er maximaal energie bespaard worden in de winterperiode en kunnen optimale teeltcondities gerealiseerd worden in de zomerperiode.

Teeltdoelstelling

- Telen met een teeltstrategie die zich aanpast aan de buitencondities (temperatuur en instraling). Deze teeltmaatregel moet bijdragen aan het verlagen van het piekverbruik in de winter.
- De kwaliteit van de Zamioculcas moet hierbij gewaarborgd blijven.
- Zorgen voor de juiste balans tussen de klimaatstrategie en de watergiftstrategie om het optimale resultaat uit een energiezuinige teeltstrategie te kunnen halen.

Energiedoelstellingen

- Doelstelling is middels het verhogen van de isolatiewaarde en het aanpassen van de stooktemperatuur op basis van de buitencondities het piekverbruik te verlagen tot max 0.7 m^3/m^2/week

Leerdoelstelling

- Door het inzetten van sensoren voor het monitoren van de pottemperatuur, vochtgehalte van de potgrond en de gewastemperatuur inzicht krijgen in de kritische momenten van de toe te passen teeltstrategie.
- Implementatie van HNT naar de praktijk bevorderen door een cursus HNT te organiseren en simultaan te koppelen aan de uitvoering van de praktijkproef.

Nevendoelstelling

- Dipladenia wordt als tweede gewas meegenomen om de doelgroep te verbreden en inzichten te krijgen in het effect van HNT –strategie op bloeiende planten.
- Kwaliteit van het stekmateriaal (0 weken oud bij start van de proef) behouden in de winter.

2 Teeltopzet en kasinrichting

Omdat er onderling tussen de telers veel verschillen zijn wordt de proef uitgevoerd door het vergelijken van twee afdelingen bij Delphy Improvement Centre. Beide afdelingen hebben een netto teeltoppervlakte van 144 m^2 en een vergelijkbare ligging binnen het Improvement Centre (Appendix 1). Afdeling 10.2 is de referentie waarin wordt geteeld zoals momenteel gangbaar is in de praktijk. Afdeling 10.4 wordt gestuurd volgens de principes van het nieuwe telen. Afdeling 10.2 wordt daarbij volledig gestuurd op advies van de telers die deelnemen in de begeleidingscommissie. Zie Tabel 1 voor de kasinrichting van beide afdelingen. Afdeling 10.4 zal zich van afdeling 10.2 onderscheiden op de volgende punten:

- Uitrusting van een dubbel energiescherm met spouw in combinatie met een Harmonyscherm.
- Een basis stooktemperatuur van 16°C die zal toenemen op basis van de buitenomstandigheden (t.o.v. min stook 20°C).
- Verticale ventilatoren (nivolatoren).
- Verhogen van RV setpoint waarbij maatregelen worden genomen naar 90%.
- Aangepaste watergift en voedingsstrategie.
- Verneveling.

Beide afdelingen worden ingericht met teelttafels, de teelt start in de tweede week van december. In beide afdelingen zullen 3 plantleeftijden worden ingezet en zullen de 2 meest gangbare potmaten (12 en 17 cm) van de Zamioculcas worden geteeld. De Dipladenia wordt in één plantleeftijd geteeld.

Tabel 1. Kasinrichting afdelingen 10.2 en 10.4

	Traditionele teelt	Het Nieuwe Telen
Afdeling:	10.2	10.4
Netto oppervlakte:	144 m^2 (15 x 9,60 m)	
Tafel oppervlakte:	8 tafels van 11,8 m^2 (1,7 x 6,95 m)	
Gecombineerd schermdoek:	Tempa 5555 FR	-
Diffuus scherm:	-	Harmony 3647 FR
Dubbel energiescherm met spouw	-	2x Luxous 1147 FR
Verneveling	-	X
Verticale ventilator	-	X
PAR-sensors	X	X
Plant temperatuur camera's	X	X
Temperatuur- en watergehaltesensoren in potgrond	X	X
Meetboxen onder en boven schermdoek	X	X
Beregening:	X	X

Tabel 2. Teelt informatie beide afdelingen

Start teelt:	12 december 2017
Einde teelt:	November 2018
Soorten:	Zamioculcas zamiifolia
Stekleeftijden:	10, 20 en 30 weken
Potmaten:	12 cm en 17 cm
Substraat:	12 cm pot: 60% Kokos en 40 % veen
	17 cm pot: 100% kokos
Plant dichtheid:	12 cm pot: 67.5 potten/m^2
	17 cm pot: 33.9 potten/m^2
Soort en ras:	Dipladenia Mandevilla
Potmaat:	19 cm
Substraat:	100% veen
Plantdichtheid:	10.2 potten/m^2

2.1 Plantmateriaal

De teelt is gestart in week 50 van 2017 met plantmateriaal van 2 verschillende telers. Het plantmateriaal dat door de belichtende teler geleverd was, in potmaat 17 cm, was verder in de ontwikkeling dan het plantmateriaal gestekt in potmaat 12 cm van dezelfde leeftijd dat door de onbelichte teler geleverd was. Het plantmateriaal van de Zamio's was in week 50 bij binnenkomst 10, 20, en 30 weken oud, respectievelijk gestekt in week 40, 30 en 20 in 2017. Daarnaast is er in elke afdeling een klein hoekje van een tafel gebruikt om plantmateriaal te stekken bij de start van de proef. De partij gestekt in week 20 was al half volgroeid bij aankomst (Tabel 3). Plantpartijen gestekt in weken 30 en 40 waren elk minder ver in ontwikkeling. Wanneer een partij leverbaar was werd de partij gewisseld voor een partij met knolvorming. De Dipladenia partijen werden beide geworteld geleverd.

Tabel 3. Wisseling in plantpartijen

	Gestekt in week	Aankomst IC	Stadium bij aankomst	Leverbaar:
Zamioculcas 1e partij:	20 (2017)	50 (2017)	Halfwas, 2e ronde met veren	22 (2018)
Zamioculcas 2e partij:	30 (2017)	50 (2017)	12 cm: 1e uitloop van veren	26 (2018)
			17 cm: 1e volledige golf met veren	
Zamioculcas 3e partij:	40 (2017)	50 (2017)	Geworteld stek met knol	38 (2018)
Zamioculcas 4e partij:	19 (2018)	23 (2018)	Stek met knolvorming	-
Zamioculcas 5e partij:	36 (2018)	40 (2018)	Stek met knolvorming	-
Dipladenia 1e partij:	45 (2017)	50 (2017)	Geworteld stek	22 (2018)
Dipladenia 2e partij:	20 (2018)	22 (2018)	Geworteld stek	38 (2018) als halfwas

2.2 Registraties en metingen

Beide afdelingen zijn voorzien van een PAR sensor en planttemperatuur camera om de reactie van het gewas te monitoren en het klimaat optimaal te kunnen sturen. Verdeeld over de afdeling werden 4 potten voorzien van een temperatuursensor om de potgrondtemperatuur te meten. De stekers werden boven in het potgrond tot 5 cm diep gestoken. In augustus is de CropObserver (Phenovation BV) geïntroduceerd in de proef om inzicht te krijgen in de licht benutting van het gewas met behulp van chlorofyl fluorescentie metingen. Twee-wekelijkse metingen van het aantal veren en lengte van de langste veer (Zamioculcas) en het aantal bloemen (Dipladenia) van 5 planten per partij brengen de ontwikkeling van het gewas in kaart. Een eindmeting aan 5 planten per behandeling per teeltronde met daarin metingen van het versgewicht, drooggewicht, bladoppervlak, knolbeoordeling, aantal veren, zijn verricht om de versproductie per teeltconcept in kaart te brengen. Lengte, bladoppervlak, vers-, en drooggewicht is gewogen van het blad en bladsteel per veer onafhankelijk (Zamioculcas). Het gewas is eenmalig beoordeeld door de begeleidende telers op uiterlijke kenmerken als gewaskleur en kwaliteit van de wortels.

2.3 Proefopzet en statistische analyse

De proef is opgezet als een demonstratieproef waarin slechts 1 herhaling per behandeling wordt uitgevoerd. Door deze proefopzet is er geen statistisch verschil aan te tonen op de verkregen resultaten. De resultaten zullen daarom slechts worden bediscussieerd als verschillen te zien zijn tussen meerdere partijen. Foutbalken zijn weergegeven bij de resultaten van de destructieve metingen als de standaard deviatie van 5 planten per behandeling.

2.4 Toepassing HNT

2.4.1 Schermen

In de huidige kassen waar potplanten in worden geteeld, wordt over het algemeen gebruik gemaakt van 1 enkel gecombineerd scherm/energiedoek. In de zomer wordt er veelal gebruik gemaakt van krijt op het kasdek om instraling te weren. Teeltwinst kan worden behaald op de volgende punten:

- Schermen om energie te besparen
- Schermen tegen instraling

In de Traditionele teelt (afdeling 10.2) is een Tempa 5555 FR (gecombineerd energie/schermdoek) geïnstalleerd. Dit schermdoek kan worden ingezet op zowel de dag, bij lage instraling, als in de nacht om de kas te isoleren. Daarnaast is het ingezet om bij hoge instraling het zonlicht weg te schermen en stress voor het gewas te voorkomen.

In HNT (afdeling 10.4) zijn drie doeken geïnstalleerd met twee doeleinden. De dubbele Luxous 1147 FR met spouw en het Harmony 3647 FR zorgen samen voor een verhoogde isolatie van de afdeling. Daarnaast zorgt de onafhankelijke aansturing van de dubbele Luxous en de Harmony ervoor dat er in twee stappen licht kan worden weg geschermd zodat er een homogener lichtniveau gedurende de dag kan worden gerealiseerd.

2.4.2 Verneveling

In de huidige potplantenteelten wordt er nog weinig gebruik gemaakt van verneveling. De verneveling (capaciteit 0.5 L/m2.uur, druppelgrootte 3 µm) is geïnstalleerd in HNT afdeling met het doel om vocht te behouden om de huidmondjes open te houden en waterstress te voorkomen onder omstandigheden met hoge instraling in combinatie met een relatief hoge kastemperatuur. De nevel verdampt waardoor de kas afkoelt en tegelijkertijd realiseert men een hogere luchtvochtigheid. Een optimale luchtvochtigheid bij hoge instraling zorgt ervoor dat de plant de verdamping bij veel instraling kan bijhouden in wateropname en de huidmondjes open blijven. De assimilatie van suikers wordt hierdoor op twee manieren verhoogd. Het aanbod van licht wordt verhoogd en er vind meer opname van CO_2 plaats.

2.4.3 Verticale luchtbeweging

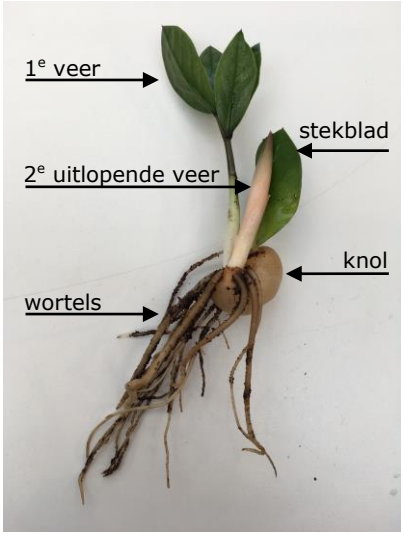
Om verdamping van het gewas te bevorderen in relatief koude klimaatomstandigheden in de winter, wordt er in de traditionele potplanten teelten gebruik gemaakt van een minimumbuis in de nacht. De minimumbuis wordt overdag ingezet om vocht af te voeren. In HNT zorgt de luchtbeweging middels een verticale ventilator (Nivolator van Nivola) ervoor dat het gewas blijft verdampen. Daarnaast zorgt de Nivolator voor verdeling van de lucht in de afdeling waardoor er een homogener klimaat gecreëerd word.

3 Theoretische achtergrond

3.1 Gewasontwikkeling en teelt

Als voorbeeld gewas voor de potplanten teelt is het gewas de *Zamioculcas zamifolia* genomen dat in Nederland jaarrond in kassen wordt geteeld. De Zamioculcas, afgekort "Zamio", bedrijft C3 fotosynthese en heeft de eigenschap om facultatief over te schakelen naar CAM-fotosynthese. Dat betekent dat de plant onder zeer droge condities zijn huidmondjes overdag kan sluiten om water te besparen. Het vastleggen van CO_2 vindt dan 's nachts plaats in de periode waarin de plant minder water verliest bij het openen van zijn huidmondjes. 'S nachts legt de plant de koolstof vast in malaatzuur, wat gedurende de dag bij zonlicht wordt omgezet naar suikers. Het slaat daarnaast ook water en voedingsstoffen op in ondergrondse knollen. Zo kan de plant het droogteseizoen overleven in zijn natuurlijke groeiomgeving, Zuid-Oost Afrika, totdat het regenseizoen weer start.

De Zamio wordt vermeerderd door een blad van een moederplant te nemen en in een pot met potgrond te steken, waarna deze binnen 10 weken een knolletje vormt met wortels aan het stekblad wat ondergronds is gestoken (Figuur 1). De knol groeit groter waarna zich groeipunten op de knol vormen die uiteindelijk bovengronds uitgroeien tot samengestelde bladeren, ook wel 'veren' genoemd. Veren met dezelfde lengte komen in golven tegelijk boven de grond. Planten in 12cm potten zijn doorgaans na 2 golven met veren verkoopbaar. In 17 cm potten is er een 3^{e} golf met veren nodig, voordat deze verkocht worden. Van stek tot moment van afleveren neemt doorgaans 50 weken in beslag.



Figuur 1. Een Zamioculcas plant, 37 weken oud, uit de grond gestoken en schoongemaakt. Op de foto zijn de verschillende plantonderdelen te zien.

De teelt van de Zamio kan worden ingedeeld in twee periodes. Een periode waar er een tekort is aan licht en er geen groei of ontwikkeling plaats vindt. De plantprocessen zijn minder actief en dan is het zaak om de kwaliteit van de plant te bewaken. In de periode met een laag lichtniveau wordt er gebruik gemaakt van een minimumbuis om een actief klimaat te creëren en kwaliteit van de wortels te behouden. In de tweede periode is er een overvloed aan licht waarin de plant weer kan groeien. Veel licht wordt weg geschermd om verbranding te voorkomen, maar hierdoor wordt de potentiele groei niet volledig benut.

3.2 Systeembenadering in HNT

Assimilatenbalans

De assimilatenbalans is het evenwicht tussen de aanmaak en verbruik van assimilaten door de plant. De aanmaak van assimilaten wordt bepaald door het aanbod van licht, lichtonderschepping (LAI) en CO_2. De waterbalans van de plant bij instraling van licht bepaald of de huidmondjes openblijven om te verdampen waarbij tegelijkertijd CO_2 kan worden opgenomen. De suikers kunnen door de plant als assimilaten worden verbruikt voor zijn onderhoud en groei. Het verbruik van assimilaten door de plant wordt beïnvloed door de etmaaltemperatuur. Het verbruik van

assimilaten kan in balans worden gebracht met de aanmaak door een vaste verhouding in licht met temperatuur in te stellen in de klimaatsturing (zie voor verdere uitleg het boek "De Basisprincipes van Het Nieuwe Telen" door P.A.M. Geelen, J.O. Voogt & P.A. van Weel, (2015)). In de winter wordt in de traditionele Zamio teelt warmte ingebracht om luchtbeweging en verdamping te bevorderen waardoor er een hogere temperatuur gerealiseerd wordt dan nodig is in verhouding tot het licht. Hierdoor is de verhouding tussen aanmaak en verbruik van assimilaten uit balans. Middels een nivolator kan de Zamio worden geactiveerd zonder extra warmte in te brengen waardoor wordt voorkomen dat het assimilatenverbruik onnodig wordt verhoogd. Bij een stijgende lichtintensiteit kan de Zamio de verdamping op een gegeven moment niet meer aan waardoor het zijn huidmondjes sluit, en geen CO_2 meer opneemt. Traditioneel wordt dit opgelost door licht weg te schermen, maar de Zamio zou hogere lichtniveaus aankunnen als de RV wordt verhoogd waardoor het dampdrukverschil (VPD) wordt verlaagd en de plant de verdamping makkelijker kan bijhouden. Hierdoor ontvangt de Zamio meer licht en kan het meer assimilaten aanmaken.

Waterbalans

Het evenwicht in opname en verdamping van water door de plant is de waterbalans. Als de verdamping groter is dan de opname van water, ervaart de plant stress. De plant sluit dan zijn huidmondjes om niet te veel water te verliezen. Doordat de plant zijn huidmondjes sluit kan het zichzelf niet meer koelen door verdamping en zal de plant temperatuur stijgen. De waterbalans zal worden gemonitord met behulp van de plant temperatuur en de VPD. Uit ervaring in HNT kwam naar voren dat bij een VPD <2 kPa de huidmondjes bij de meeste gewassen open staan. De schermstrategie en nevelstrategie zullen zo worden aangepast dat de VPD onder de 2kPa blijft.

Energiebalans van de plant

De energiebalans van de plant bestaat uit de aanvoer en afvoer van energie van de plant. Verdamping is voor de plant een passief proces wat betekent dat de aanvoer van energie groter moet zijn dan de afvoer om verdamping te laten plaats vinden. De aanvoer van energie kan plaats vinden door kortgolvige straling (licht) of langgolvige straling (convectie). De afvoer van energie vindt plaats middels verdamping of convectie. Overdag is er energietoevoer van zonlicht en energieafvoer via verdamping. Er vindt altijd overdracht van energie plaats van warmere objecten naar koudere objecten middels convectie. Bij onbewolkt weer is de hemel kouder dan het kasdek en het gewas. Wanneer de netto straling negatief is vindt er meer uitstraling plaats dan er instraling is waardoor het gewas afkoelt en de plant minder kan verdampen. In de proef wordt de verdamping bevordert door uitstraling te beperken door te schermen gedurende zonsopgang en –ondergang. Hierdoor wordt voorkomen dat de Zamio inactief wordt en de wortels gevoeliger worden om te rotten.

Vocht en energiebalans van de kas

De vocht en energiebalans van de kas bestaat uit de aanvoer en afvoer van vocht en energie in de kas. Er is altijd een balans, maar binnen HNT wordt er gestreefd naar een hoger niveau van vocht en energie in de kas zodat er zo min mogelijk energie verloren gaat. Verhogen van de vochtbalans zorgt voor het beperkter afvoeren van lucht door de ramen aan de ene kant en voor het openhouden van de huidmondjes van de plant aan de andere kant. Verhogen van de energiebalans betekent meer energie toelaten in de kas in de vorm van zonnestraling met bevordering van assimilatenaanmaak en een hogere temperatuur met bevordering van assimilatenverbruik en dus groei. Daarnaast wordt een hoger energieniveau gecreëerd door de kas te isoleren met behulp van schermen waardoor het energieverlies wordt verlaagd. Gebruik van een Nivolator is een middel om

een actief groeiklimaat te behouden bij gesloten schermen en een hoog vochtniveau zonder buisgebruik. Door verneveling toe te passen wordt er middels verdamping voelbare warmte in de lucht omgezet naar latente warmte in de vorm van waterdamp waardoor de kas wordt gekoeld en het vochtniveau wordt verhoogd. Hierdoor kunnen de ramen in de Zamio teelt later worden geopend en wordt er efficiënter gebruik gemaakt van de warmte input.

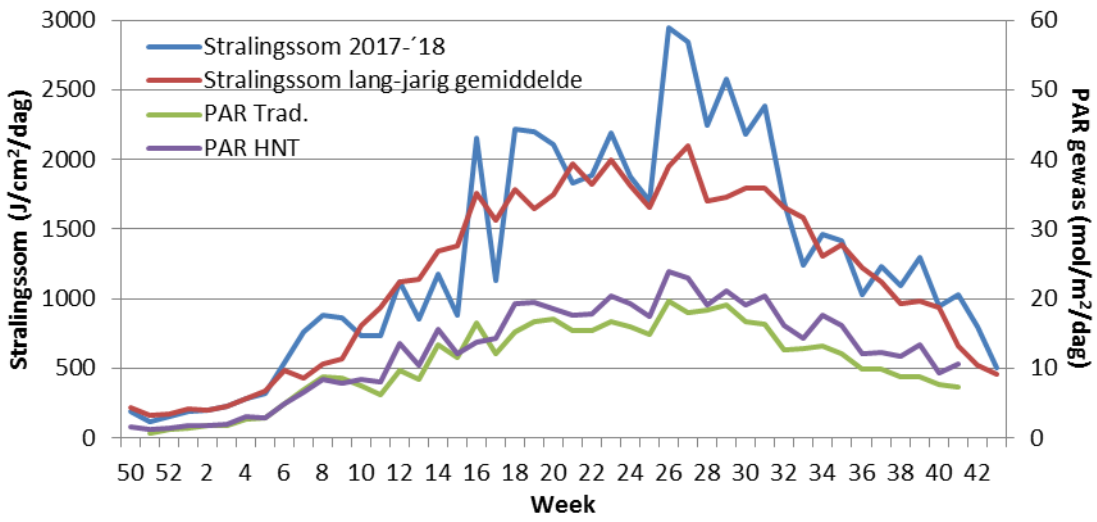
4 Resultaten en discussie

4.1 Teeltomstandigheden

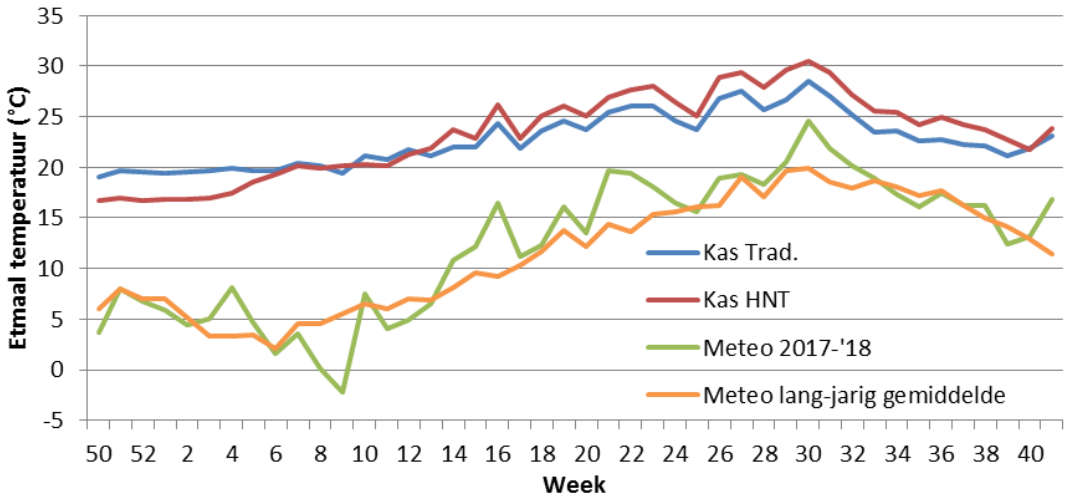
4.1.1 Buiten-, en kasomstandigheden

In dit hoofdstuk wordt er ingegaan op het gerealiseerde buitenklimaat, tijdens de teeltperiode tussen week 50 in 2017 en week 41 in 2018, in vergelijking tot het langjarig gemiddelde. Figuur 2 geeft de stralingssom van 2017-18 weer ten opzichte van het langjarige gemiddelde en de PAR-som op gewas niveau in de Traditionele teelt ten opzichte van HNT. Figuur 3 geeft de gerealiseerde etmaal temperatuur in de Traditionele teelt, HNT, buiten en het langjarig gemiddelde van buiten. In week 7 t/m 9 was het opvallend kouder buiten ten opzichte van het langjarig gemiddelde. Het koude weer ging gepaard met helder weer waardoor het lichtaanbod anderhalf keer hoger was dan het langjarig gemiddelde. De etmaaltemperatuur moest hierdoor worden verhoogd met behulp van meer warmte input met de buis en meer schermuren om in lijn te komen met het lichtaanbod. Het zonnige weer is gunstig voor de start van het teeltseizoen om de ontwikkeling van de eerste veren te bevorderen. Tussen week 25 en 31 van 2018 is het klimaat buiten zeer zonnig geweest ten opzichte van het langjarige gemiddelde. Dit betekende voor de proefteelt dat er veel gebruik werd gemaakt van het nevelsysteem en van de doeken om licht weg te schermen.

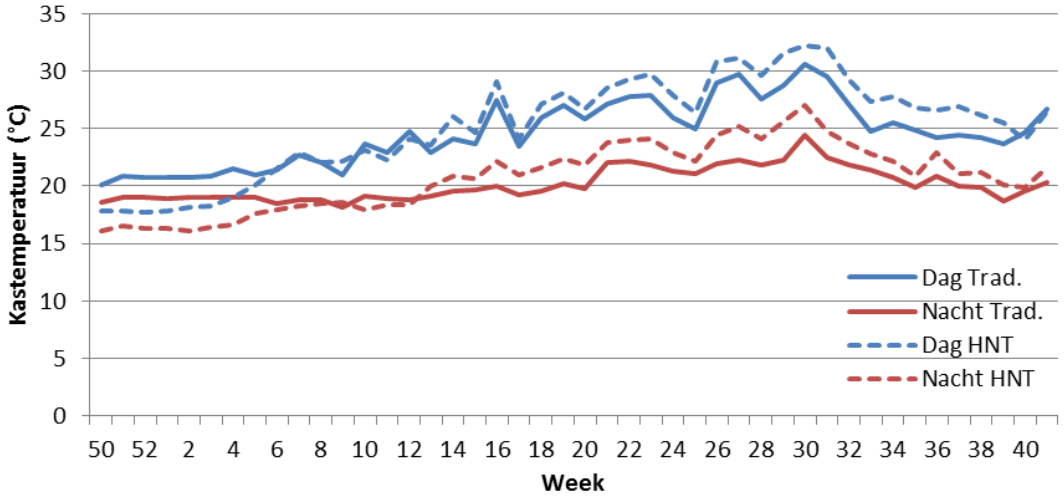
In HNT is er sinds week 11 meer licht toegelaten dan in de Traditionele teelt. In beide teelten op het IC is er meer licht gemeten dan in de praktijk, waar niet meer dan 10 mol/m^2 wordt toegelaten. De afdelingen zijn 144 m^2, wat relatief klein is waardoor er veel zonlicht door de zijgevels naar binnen schijnt. Dit zorgt ervoor dat de proefafdelingen mogelijk makkelijker opwarmen dan in de praktijk zou gebeuren. Ook kan dit gevolgen hebben voor de te volgen schermstrategie en buisgebruik bij het toepassen van HNT in de praktijk. In weken 50 t/m 6 zijn er lagere etmalen gerealiseerd in HNT ten opzichte van de Traditionele teelt. Vanaf week 13 zijn de etmalen en de lichtsommen gerealiseerd in HNT structureel hoger dan in de Traditionele teelt. Beide verschillen zijn in lijn met de doelstelling in licht:temperatuur verhouding. De licht:temperatuur verhouding zal verder worden besproken in hoofdstuk 4.2. De potgrond temperatuur was in HNT tussen week 50 2017 en week 5 2018 gemiddeld 2 graden lager dan in de Traditionele teelt, tussen week 14 en week 37 was de potgrond temperatuur 2 graden hoger in HNT (Figuur 5). Het is goed om te realiseren dat wanneer er gestuurd wordt op een bepaalde kastemperatuur de pottemperatuur weliswaar lager is. Bij de Zamio liggen de groeipunten ondergronds en kan het daarom best zijn dat de ontwikkeling van de Zamio directer wordt bepaald door de pottemperatuur.



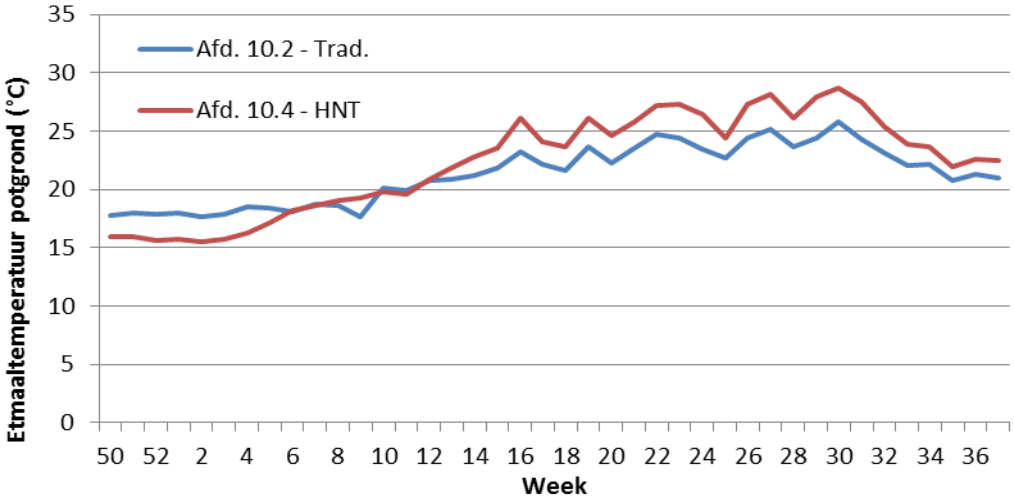
Figuur 2. Stralingssom (J/cm2/dag) gerealiseerd in 2017-2018 ten opzichte van het langjarig gemiddelde op de linker y-as. Op de rechter y-as wordt PAR-som gemeten in de Traditionele teelt vergeleken met HNT.



Figuur 3. Etmaal temperatuur buiten gerealiseerd in 2017-2018 ten opzichte van het langjarige gemiddelde.

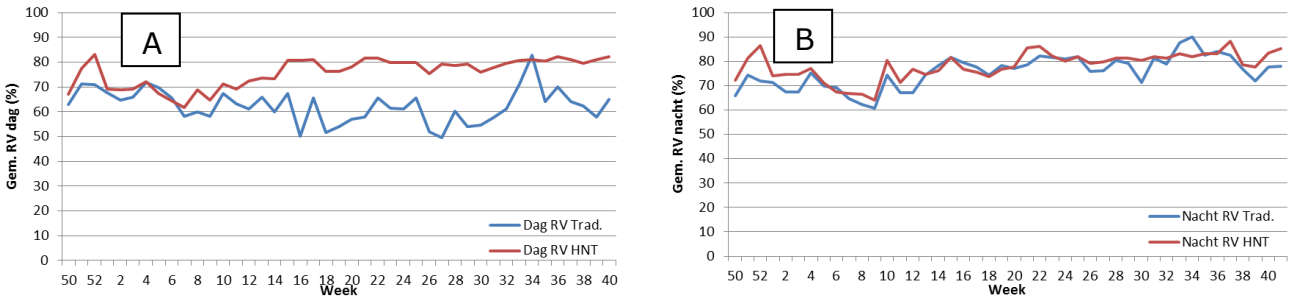


Figuur 4. Het verloop van de gemiddelde dag en nacht temperatuur per afdeling per week.



Figuur 5. De etmaaltemperatuur van de potgrond gemeten in vier potten per afdeling weergegeven voor de periode tussen week 50 en week 37.

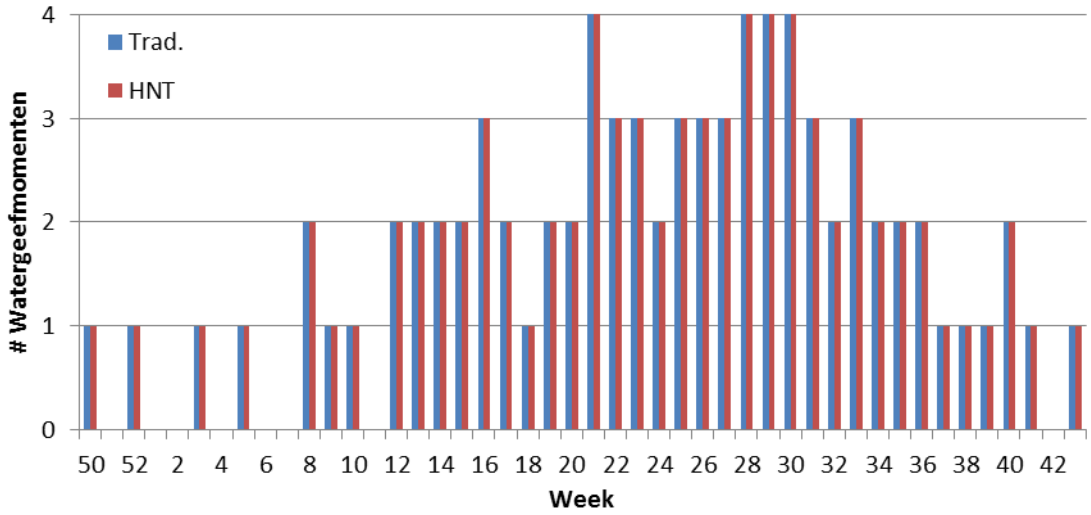
Figuur 6A en Figuur 6B tonen de gemiddelde luchtvochtigheid van respectievelijk de dag en nacht gerealiseerd in HNT en de Traditionele teelt. In de winter was de luchtvochtigheid hoger in HNT dan in de Traditionele teelt wat met name te herleiden is aan de lager gerealiseerde temperatuur in HNT ten opzichte van de Traditionele teelt. Tijdens de eerste BCO in week 51 van 2017 werd al opgemerkt dat de luchtvochtigheden in de afdelingen op het Improvement Centre 10% tot 15% lager liggen in de nacht dan in de praktijk. Oorzaak hiervan kan liggen in het feit dat het netto teeltoppervlak relatief klein is ten opzichte van het bruto teeltoppervlak waardoor er minder verdampend vermogen staat in de afdeling. Daarnaast is er relatief meer zijgeveloppervlak aanwezig ten opzichte van het netto teeltoppervlak, waardoor er meer vocht condenseert op de zijgevels dan in de praktijk. Er is geprobeerd de luchtvochtigheid te verhogen door een bevloeiingsmat op het betonpad te leggen en deze continu vochtig te houden (tussen week 4 en 6). Dit heeft geen effect gehad op het klimaat en is weer van het betonpad afgehaald. De luchtvochtigheid op de dag in de Traditionele teelt was vanaf week 9 lager dan HNT wat direct te maken heeft gehad met het gebruik van de verneveling in HNT wat verder wordt besproken in hoofdstuk 4.4. De nachtluchtvochtigheid in beide afdelingen waren vergelijkbaar met elkaar.



Figuur 6. Het verloop van de relatieve luchtvochtigheid in de Traditionele teelt ten opzichte van HNT met gemiddelde waardes van de dag (A) en nacht (B) per week.

4.1.2 Watergift

Bij binnenkomst was er een groot verschil in vochtigheid tussen de potten wat het lastig maakte om een watergeefmoment te bepalen. Daarnaast hebben de verschillende stekleeftijden ieder zijn eigen waterbehoefte. Er werd in de winter behoudend water gegeven met kleine beurten van ±8 l/m^2, wat wil zeggen dat de potten eerder iets droger mochten staan dan te nat. Hierdoor is er minder risico op wortelrot door een te vochtige potgrond. Zodra er zonnig weer werd voorspeld, werd er eenmalig een grote beurt van ±15 l/m^2 water gegeven, om de vochtigheid in de potten op een gelijk niveau te brengen. De wortelkwaliteit is de hele winter behouden gebleven. Figuur 7 geeft het aantal watergeefmomenten per week per afdeling. Beide afdelingen hebben evenveel waterbeurten gehad waarbij getracht werd om evenveel liter water per vierkante meter te geven in beide afdelingen. Het aantal watergeefmomenten per week nam toe naarmate het warmer werd en meer licht werd toegelaten in de afdeling.

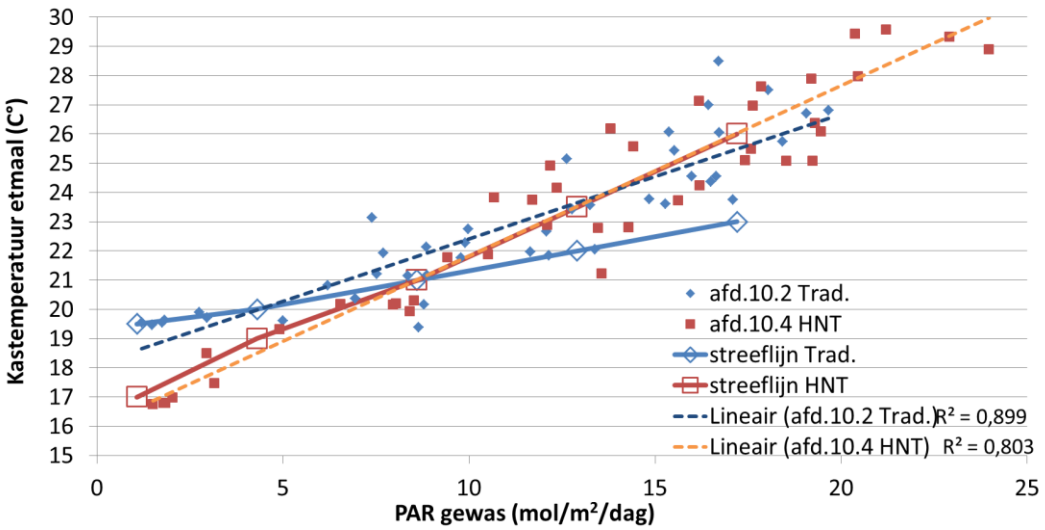


Figuur 7. Het aantal watergeefmomenten per week voor de Traditionele teelt en voor HNT tussen week 50 (2017) en week 42 (2018).

4.2 Licht:temperatuur verhouding

Een belangrijke hypothese die in deze teelt werd getoetst, was dat met een steilere licht:temperatuur verhouding een betere gewasontwikkeling gerealiseerd kon worden met als resultaat een lager energieverbruik. Figuur 8 toont de streeflijnen en de gerealiseerde licht:temperatuur verhouding voor de Traditionele-, en HNT teelt, gemiddeld per week. In de donkerste periode van het jaar, de winter, groeit het gewas nauwelijks waardoor de etmaaltemperatuur omlaag kan om de onderhoudsademhaling van de plant te verlagen en het verbruik van assimilaten in balans te brengen met de aanmaak. De resultaten van de isolatie-, en verwarmingsstrategie die met name in de winter van belang zijn, worden besproken in hoofdstuk 4.3. In de zomer is de aanmaak van assimilaten verhoogd door meer licht toe te laten. De resultaten van het verhogen van het lichtaanbod met behulp van de schermen en verneveling worden besproken in hoofdstuk 4.4 Onder de 8 mol is het in beide teelten mogelijk om de gewenste etmaaltemperatuur na te streven. Zodra er meer zonlicht is en/of het wordt buiten warmer, is het in de Traditionele teelt lastiger om de etmaaltemperatuur onder controle te houden. Het licht wordt weg geschermd omdat anders de planttemperatuur te hoog wordt en het gewas verbrand. Het verschil in HNT is dat de luchtvochtigheid op peil werd gehouden door de verneveling en het gewas de verdamping aankan om zichzelf te koelen bij hoge lichtniveaus. Hierdoor kan de aanwezige warmte in combinatie met het daarbij gewenste lichtaanbod worden

benut door de plant om assimilaten te produceren. De gewasreactie wordt besproken in hoofdstuk 4.5.



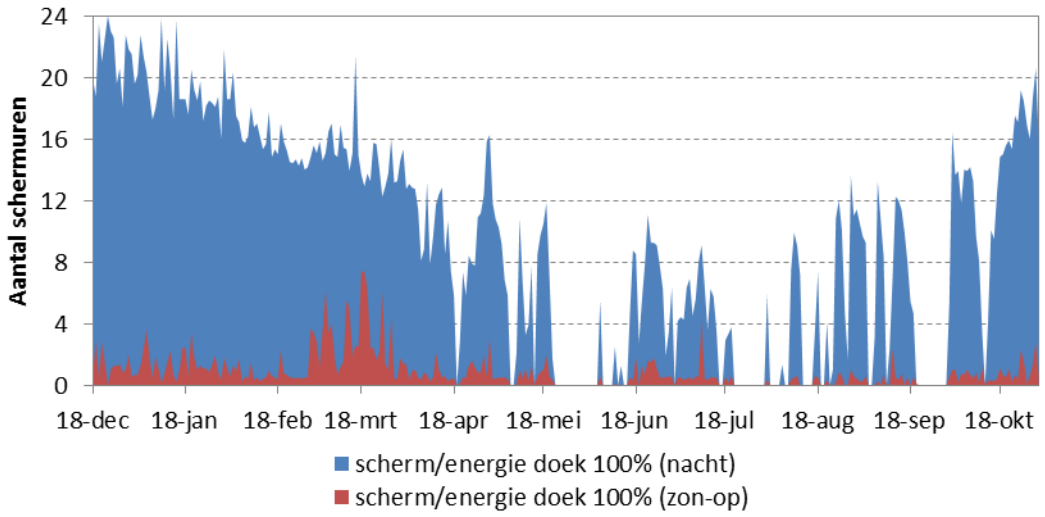
Figuur 8. De streeflijnen in licht:temperatuur verhouding zoals deze in de traditionele teelt (blauw) en Het Nieuwe Telen (rood) werden nagestreefd. Etmaaltemperatuur en PAR op gewas niveau, gemiddeld over een week vanaf week 50 in 2017 tot en met week 41 in 2018.

4.3 Isolatie-, en verwarmingsstrategie op energiebesparing

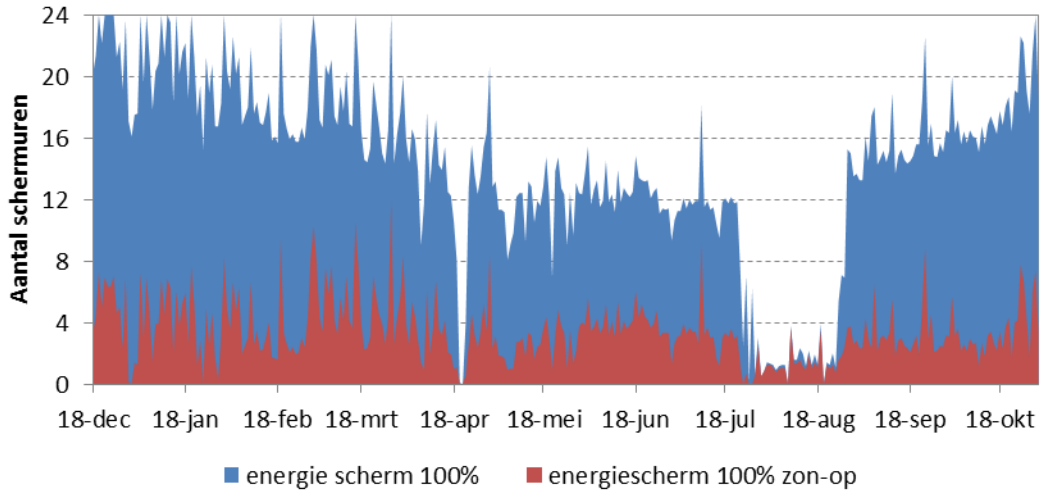
4.3.1 Isolatiestrategie

In Figuur 9 en Figuur 10 worden de uren die geschermd zijn, met het doel om de kas te isoleren, weergegeven voor respectievelijk afdeling 10.2 (Traditionele teelt) en afdeling 10.4 (HNT). In een praktijkteelt worden de doeken open gestuurd bij een instraling >130W/m^2. Omdat het geïnstalleerde scherm in afdeling 10.2 20% meer licht weg schermt werd het doek bij een instraling >50 W/m^2 open gestuurd, om zo evenveel licht toe te laten. In afdeling 10.2 werd het gecombineerde scherm gesloten tussen zonsondergang en –opgang.

In HNT ging het spouwscherm open bij een instraling van >150 W/m^2 en het schermdoek mocht openen bij een instraling van >50 W/m^2. Daarnaast mocht het spouwscherm in de eerste weken niet openen bij een buitentemperatuur <17°C. Bovendien mocht het spouwscherm niet openen wanneer het verschil tussen de kastemperatuur onder en boven het doek >5°C om kouval te voorkomen. Vanaf week 5 mocht het spouwscherm niet openen bij een buitentemperatuur <5°C. In week 10 werd de kas extra geïsoleerd na zonsopgang en voor zonsondergang door het Harmonyscherm gesloten te houden tot 100 W/m^2 en hier 20% bij op te tellen wanneer de buitentemperatuur tussen de 5°C en 0°C is.



Figuur 9. De uren die geschermd zijn, in de nacht (blauw) en tussen zonsopgang en zonsondergang (rood) met het gecombineerd scherm/energiedoek (Tempa 5555 FR) met het doel om afdeling 10.2 (Traditionele teelt) te isoleren, weergegeven per etmaal.



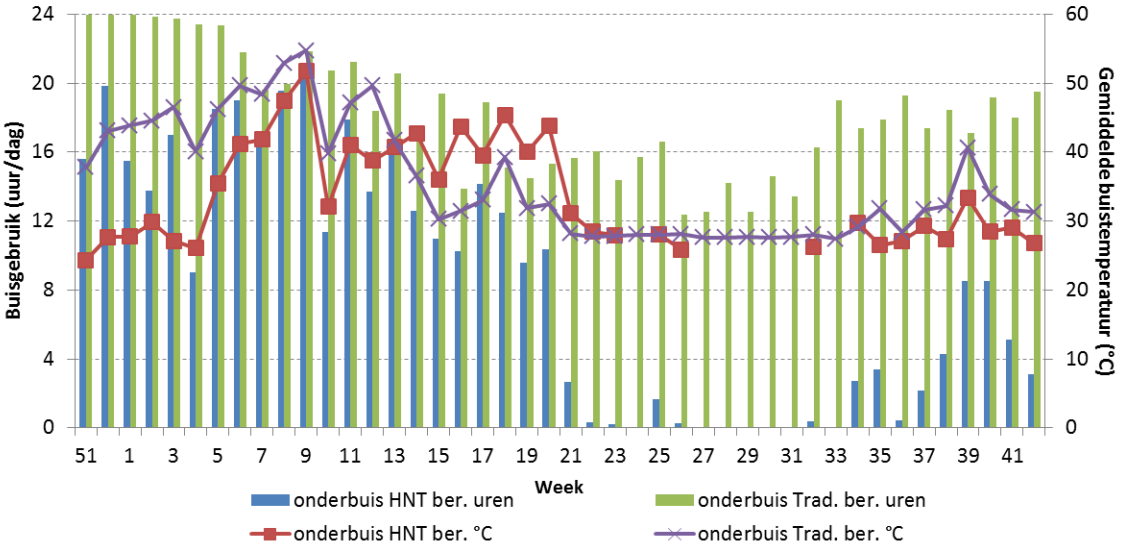
Figuur 10. De uren die geschermd zijn met het dubbele energiedoek (Luxous 1147 FR) met het doel om afdeling 10.4 (HNT) te isoleren, gemiddeld per etmaal.

4.3.2 Verwarmingsstrategie

In week 5 werd in HNT de verwarmingstemperatuur op de dag verhoogd op basis van instraling zodat de etmaaltemperatuur beter in lijn zou komen met de instraling. De nachttemperatuur mocht lager uitvallen na een warme dag zodat er ’s nachts energie kon worden bespaard, maar dit zorgde voor een etmaaltemperatuur dat relatief lager uitviel dan gewenst naarmate het lichtaanbod geleidelijk toenam. Hierop werd besloten om de verwarmingstemperatuur in de nacht vast te zetten vanaf week 5. Het effect van deze temperatuur strategie valt te zien in een toename van de buistemperatuur in HNT en een toename in het energieverbruik in de weken 5 t/m 7 ten opzichte van de weken ervoor (Figuur 11). In week 8 en 9 nam die buistemperatuur nog eens extra toe vanwege de lagere buitentemperatuur.

De nivolator werd gebruikt in HNT om luchtbeweging te creëren en verdamping te stimuleren, in plaats van de minimumbuis hiervoor te gebruiken. De nivolator werd het gehele etmaal gebruikt.

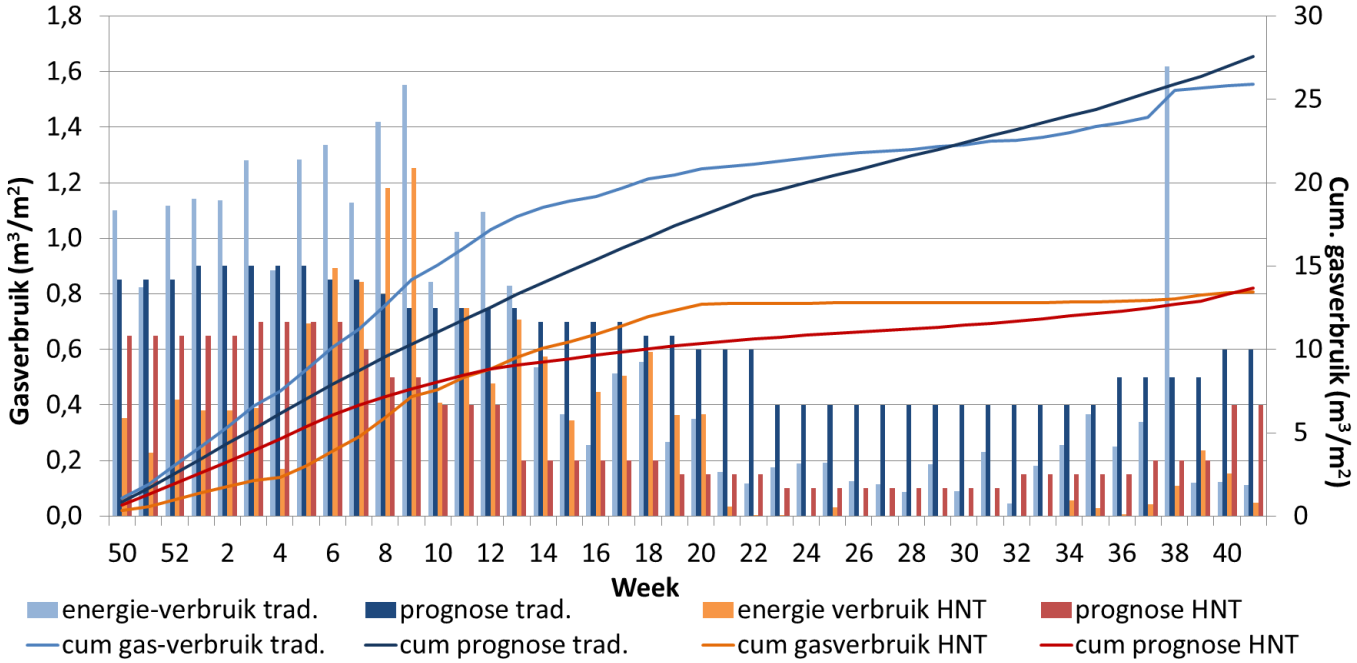
Tijdens het watergeven mocht de nivolator niet aanstaan omdat het mogelijk kan zorgen voor een ongelijke verdeling van het beregeningswater over de planten. Uit de rookproef bleek dat de lucht beter verdeeld werd door de afdeling bij het gebruik van een nivolator. In de afdeling waarin de teelt werd uitgevoerd op de Traditionele manier zonder nivolator bleek dat de natuurlijke luchtstroom ervoor zorgde dat de warme lucht opsteeg en langs het kasdek en de gevels afkoelde om dan met een neerwaartse luchtstroom te dalen. Er was een betere luchtstroom te zien tussen het gewas bij het gebruik van een nivolator.



Figuur 11. Onderbuis gebruik in afdeling 10.2 (Traditionele teelt) en afdeling 10.4 (HNT)

4.3.3 Energiebesparing

De lichtverhoging op de etmaaltemperatuur zoals beschreven in de licht:temperatuur verhouding voor HNT zorgt ervoor dat in de winterweken met lage lichtniveaus veel energie kan worden bespaart, maar zodra het licht toeneemt in de lente met tegelijkertijd lagere buitentemperaturen zorgt deze streeflijn ervoor dat er veel moet worden bij verwarmd om de etmaaltemperatuur in lijn te krijgen met het lichtaanbod. Door het Harmony scherm vanaf het begin gelijk in te stellen als isolatiescherm zou het energieverbruik in de periode met koude nog verder kunnen worden beperkt. Met de inzet van de twee extra schermen en de gebruikte klimaatstrategie om de kas meer te isoleren is er 48% energie bespaart in HNT ten opzichte van de Traditionele teelt (Figuur 12).



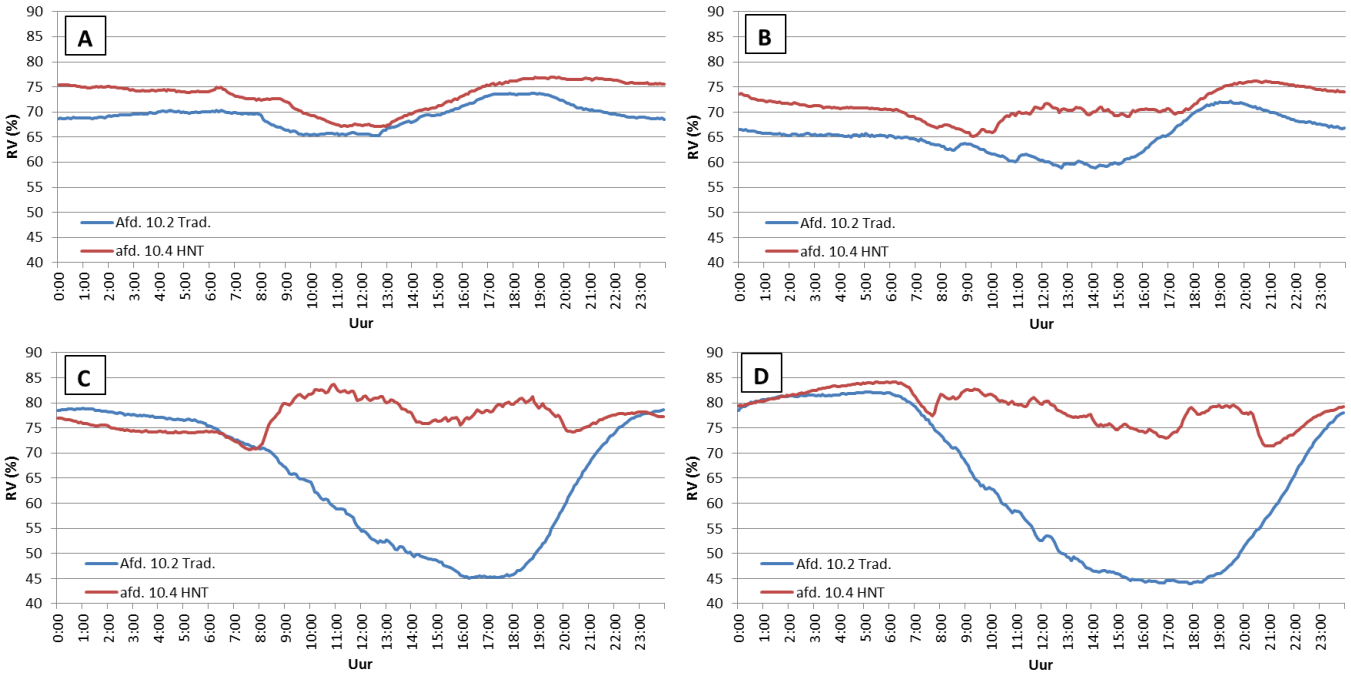
Figuur 12. De prognose en het werkelijke energieverbruik weergegeven in kolommen voor de Traditionele teelt (donker en licht blauw) en HNT (rood en oranje) voor de weken 50 in 2017 t/m 41 in 2018, met op de linker y-as het gasverbruik per week (m^3/m^2) en de rechter y-as het cumulatieve gasverbruik (m^3/m^2).

4.4 Lichtaanbod vergroten

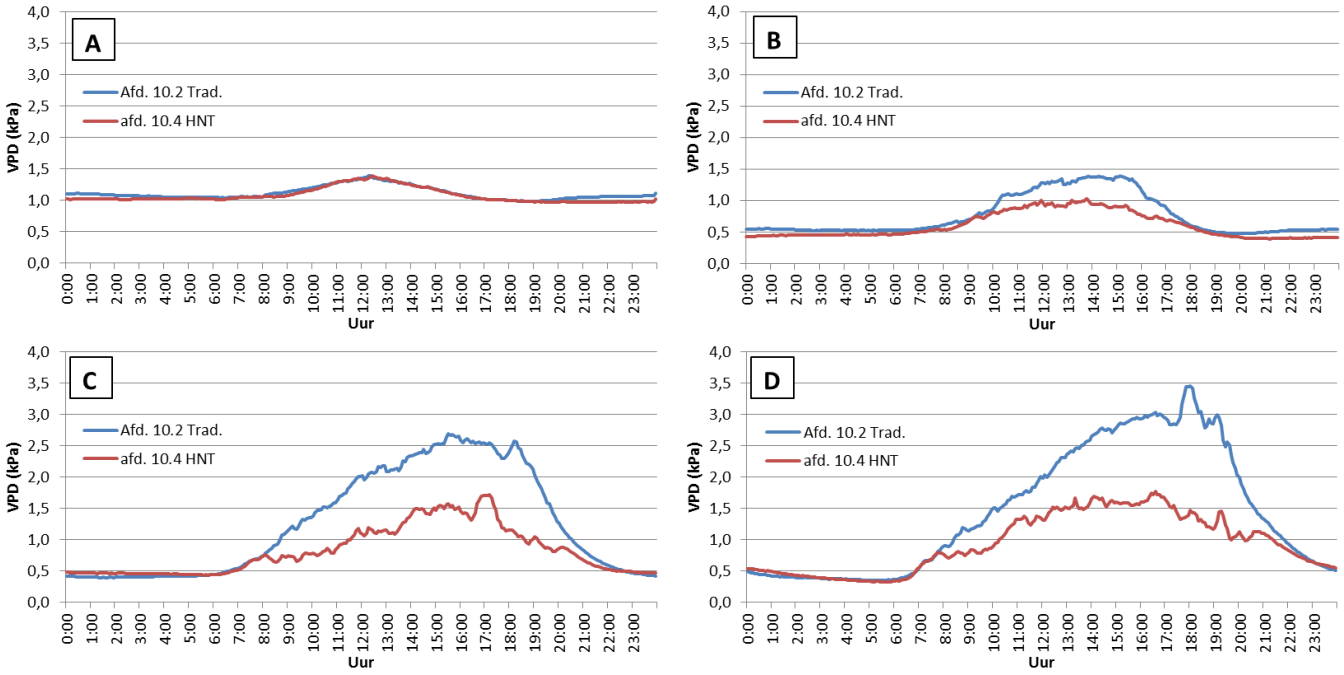
4.4.1 Verneveling

De verneveling werd gebruikt om de plant te helpen in zijn verdamping door het dampdrukverschil te verkleinen. De verneveling werd ingesteld op instraling en RV, waarbij gemonitord werd of de VPD onder de 2 kPa bleef. Op 6 februari is de verneveling voor het eerst ingezet. De verneveling werd aangezet wanneer de RV lager was dan 65% bij een instraling >100 W/m2. Vanaf week 12 daalde de RV te ver tussen het pulsen van de verneveling in. Hierop werd de pulstijd en de wachttijd tussen het pulsen korter gemaakt. Vanaf week 14 werd de voorwaarde instraling verhoogd naar >200 W/m2 voordat de verneveling de RV mocht verhogen naar 75%. >350 W/m2 werd de RV verhoogd naar 85%. Volgens de Rekentool van HNT (kasalsenergiebron.nl) wordt de VPD bij deze verandering in strategie verlaagd van 2,3 kPa naar 1,8 kPa bij gelijkblijvende instraling, ruimte- en planttemperatuur. In week 18 werd vernevelingsstrategie verder verfijnt omdat op donkere dagen er te veel werd verneveld. De verneveling werd ingesteld o.b.v. puls lengte met een stralingsinvloed om het op te regelen en een RV-invloed om de puls lengte terug te regelen. Van 200 tot 600 watt buitenstraling wordt er 0 tot 60 seconden gepulst, mits de RV onder de 82% is. Terug regeling met RV-invloed houdt in: van 82% RV tot 85% wordt van 0 tot 60 seconden van de puls lengte afberekend. In Figuur 13A t/m Figuur 13D is het verschil te zien in de RV, weergegeven als een dagcyclus gemiddeld in periodes per 4 weken.

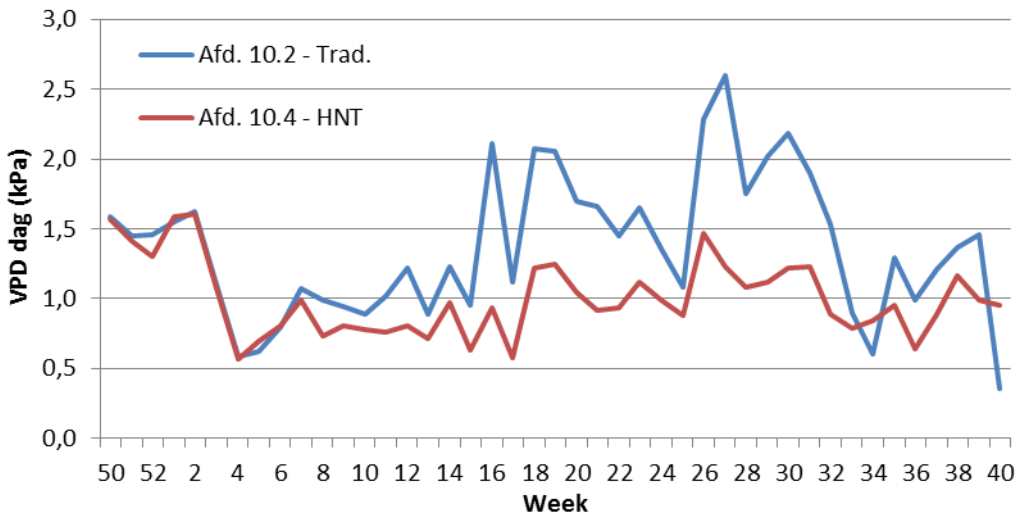
In Figuur 14A t/m Figuur 14D is goed te zien wat het effect is van de verneveling op de VPD, weergegeven als een dagcyclus voor dezelfde periodes als in Figuur 13. In Figuur 15 en Figuur 16 zijn respectievelijk de VPD en het verschil in plant-kastemperatuur overdag gemiddeld per week weergegeven. In de figuren is te zien dat het verhogen van de RV inderdaad heeft geholpen bij het verlagen van de VPD.



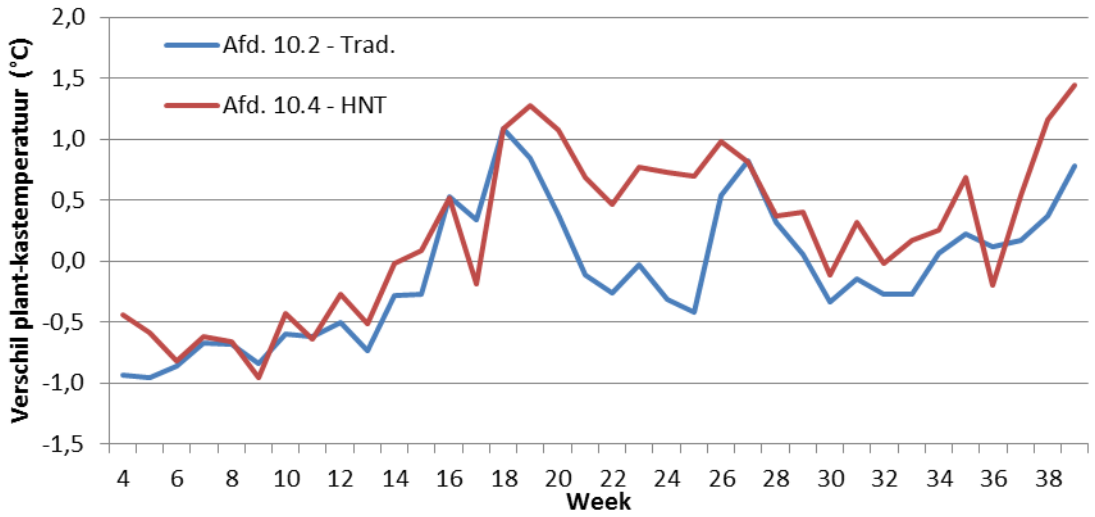
Figuur 13. Dagcycli van de relatieve luchtvochtigheid van week 1 t/m 4 (A), week 9 t/m 12 (B), week 17 t/m 20 (C) en week 25 t/m 28 (D) in 2018.



Figuur 14. Dagcycli van de VPD (kPa) van week 1 t/m 4 (A), week 9 t/m 12 (B), week 17 t/m 20 (C) en week 25 t/m 28 (D) in 2018.



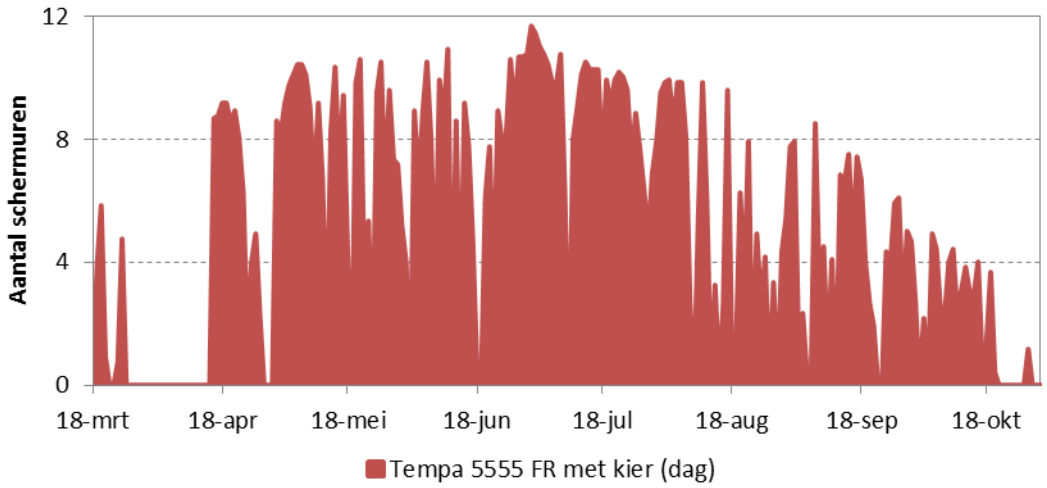
Figuur 15. VPD overdag, gemiddeld per week, voor de traditionele teelt (blauwe lijn) en voor Het Nieuwe Telen (rode lijn).



Figuur 16. Verschil tussen plant-, en kastemperatuur overdag gemiddeld per week, voor de traditionele teelt en HNT in respectievelijk afdeling 10.2 en 10.4.

4.4.2 Licht wegschermen

In de praktijk wordt er >350 W/m^2 geschermd tegen instraling met een helder energiescherm om verbranding te voorkomen. Om dit na te bootsen werd vanaf maart 2018 in de Traditionele teelt op het IC geschermd >500 W/m^2 instraling met het gecombineerde scherm/energiedoek. Figuur 17 toont het aantal schermuren van het gecombineerd schermdoek met het doel om licht weg te schermen. Vanaf 26 maart werd er met een kier geschermd van 10% in de schermfunctie om warmte uitwisseling met de buitenlucht te bevorderen bij warm weer. De stralingsgrens werd verlaagd met 200 W/m^2 in een RV-traject van 60%-40%.

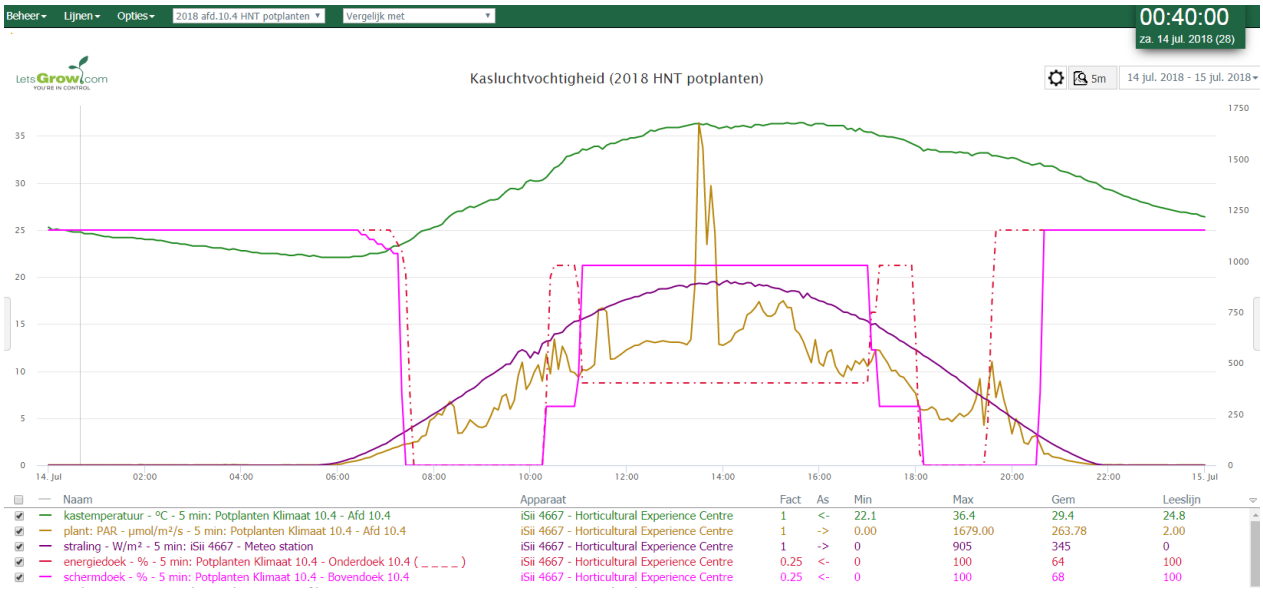


Figuur 17. Aantal schermuren ingezet met het gecombineerd scherm/energiedoek (Tempa 5555 FR) met het doel om licht weg te schermen. Het gecombineerd scherm/energiedoek sloot bij een instraling >500 W/m^2 in de traditionele teelt in afdeling 10.2.

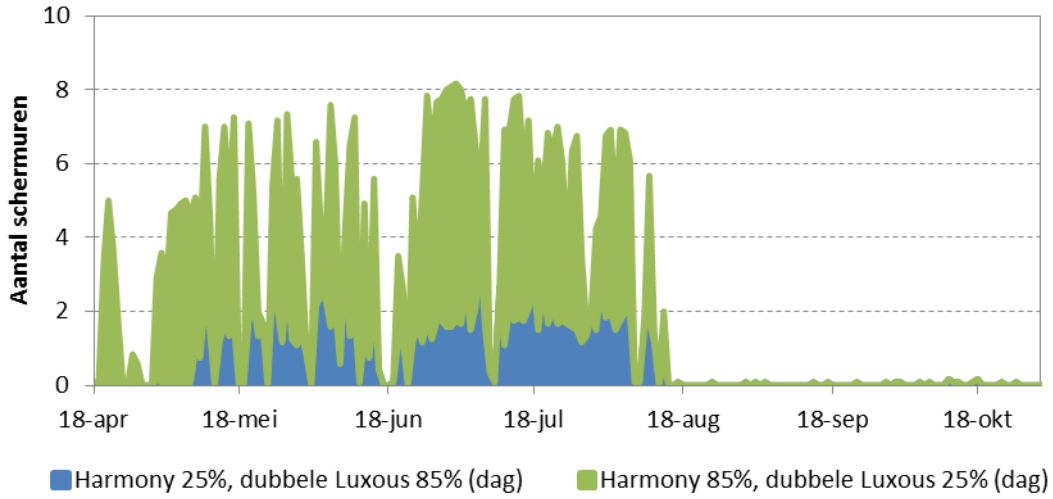
In de zomer werd er gestreefd naar een schermstrategie in HNT dat zoveel mogelijk licht zou toelaten. De vraag was bij welke intensiteit instraling er het beste geschermd kan worden voor een optimale plantgroei zonder lichtschade. De planttemperatuur en het dampdrukverschil (VPD) gaven inzicht in of het gewas zichzelf goed kan blijven koelen door het openhouden van zijn huidmondjes bij veel instraling. De verneveling zorgde er in eerste instantie voor dat de VPD niet verder opliep dan 2 kPa. In tweede instantie werden pas de schermdoeken ingezet om licht weg te schermen, wanneer de verneveling niet meer kon zorgen voor een VPD <2 kPa.

In HNT werd er vanaf maart tegen instraling geschermd >500 W/m^2 met het Harmony scherm. In HNT werd er op de dag gestreefd naar een RV van 70% >450 W/m^2 instraling. Vanaf week 18 werd er een schermstrategie toegepast in HNT om meer licht toe te laten waarbij het dubbele energiescherm en het Harmony scherm tegengesteld van elkaar dichtlopen met een kier voor uitwisseling van warmte en vocht zoals weergegeven in Figuur 18. Met behulp van deze schermstrategie werd het meest scherpe licht weg geschermd en kon er toch een homogeen lichtniveau gecreëerd worden onder de schermen. De schermstrategie weergegeven in Figuur 18 is toegepast tot halverwege augustus, waarna er in HNT niet meer geschermd werd tegen instraling (Figuur 19) zodat er lichtstress gemeten kon worden met de CropObserver.

Door de scherm strategie en het gebruik van transparante doektypes in HNT, is er 15% meer PAR-licht toegelaten in de afdeling dan in de Traditionele teelt.



Figuur 18. Schermstrategie in HNT om meer licht toe te laten. >600 W/m^2 sloot het spouwscherm (rode stippellijn) 85% met het Harmonyscherm (roze lijn) erboven dat voor 25% sloot. >750 W/m^2 sloot het Harmonyscherm verder dicht naar 85% en liep het dubbele energiescherm open tot 25%.



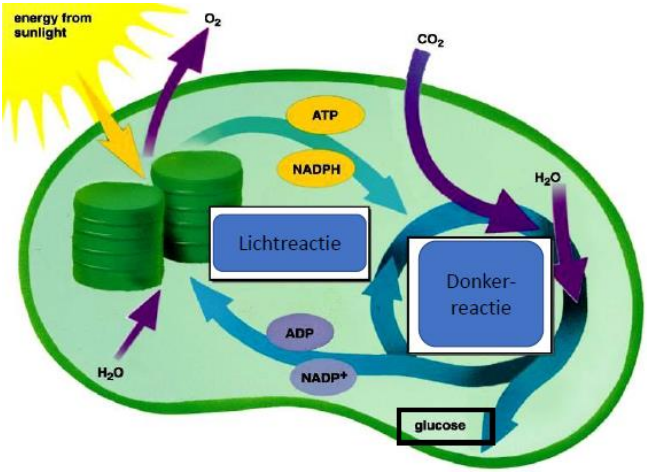
Figuur 19. Aantal schermuren in HNT met het doel om meer licht toe te laten in de afdeling. De strategie "Harmony 25%, dubbele Luxous 85% (dag)" werd gebruikt bij een instraling >600 W/m^2; de strategie "Harmony 85%, dubbele Luxous 25% (dag)" werd gebruikt bij een instraling >750 W/m^2.

4.4.3 Lichtstress meten

Op een gegeven dag werd er rond de 25 mol/m^2 licht toegelaten in de afdeling van HNT. De vraag ontstond in hoeverre het gewas al het licht wel goed kan verwerken. Hiertoe werd er op 3 augustus de CropObserver (Phenovation BV) geïnstalleerd in de proef om te onderzoeken bij welke lichtintensiteit de Zamioculcas lichtstress ervaart. Met het vaststellen van de grenswaarde waarbij lichtstress wordt ervaren kan de schermstrategie optimaal worden afgestemd.

Met dit apparaat kan de chlorofyl fluorescentie worden gemeten van het gewas. Het licht dat niet gebruikt wordt door de plant wordt als fluorescentie weer uitgezonden door het chlorofyl. Hoe

hoger de fluorescentie, hoe lager de lichtbenutting is van de plant. De meting weergeeft de efficiëntie van lichtbenutting van stap 1, de lichtreactie, in het fotosynthese proces (Figuur 20).

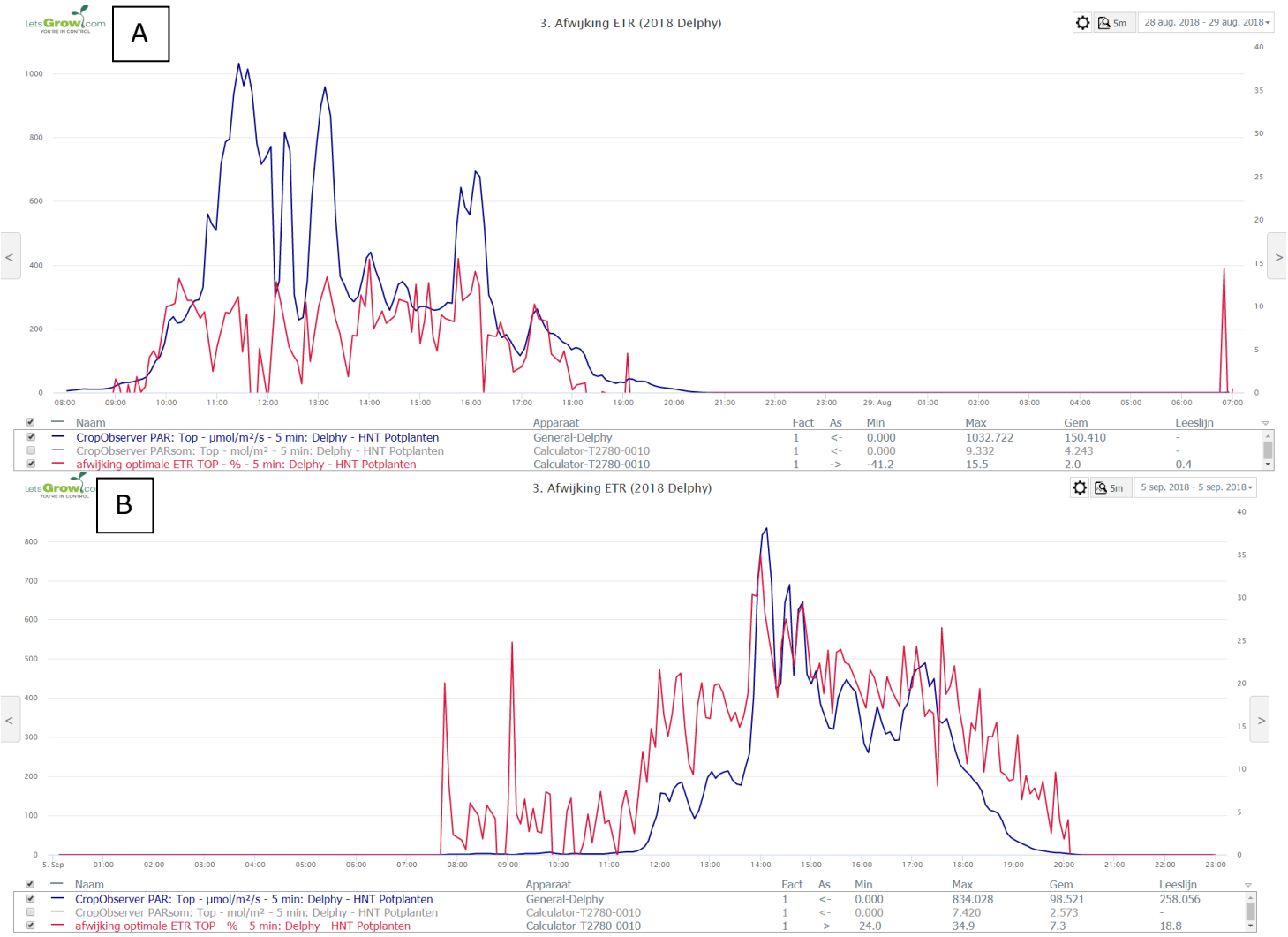


Figuur 20. Fotosynthese in twee stappen. De lichtreactie, waarin het licht wordt vast gelegd in elektronen in de vorm van ATP en NADPH. In de Donkerreactie worden de elektronen gebruikt om met CO_2, suikers in de vorm van glucose aan te maken.

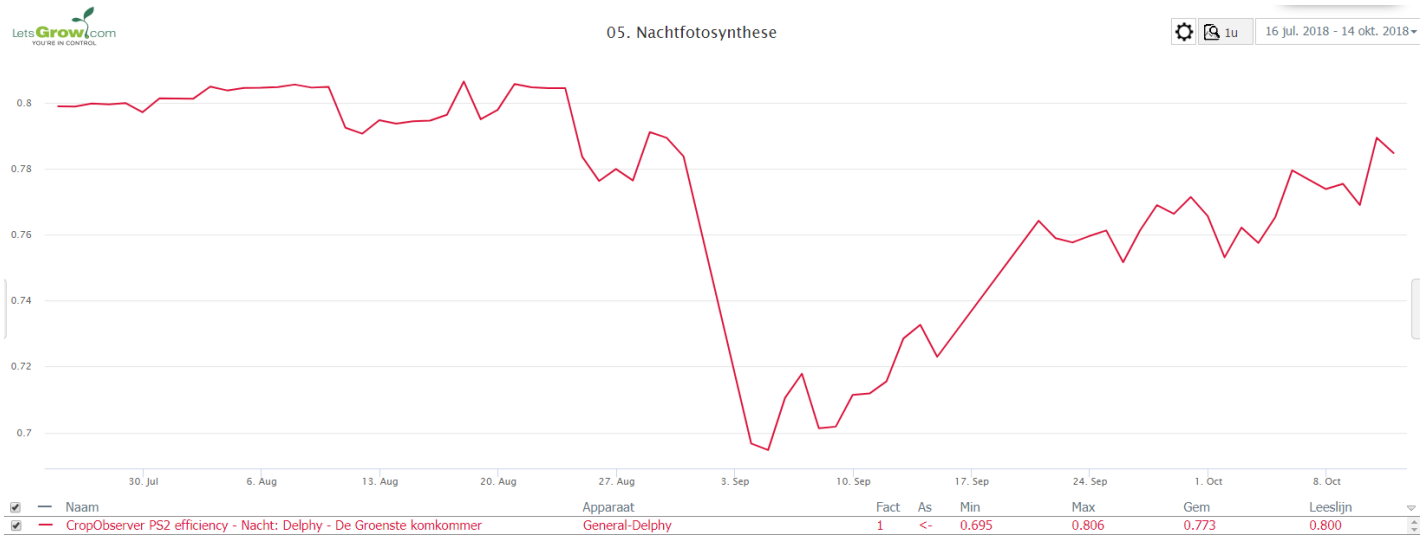
Met de schermstrategie zoals beschreven in Figuur 18 is er 2 weken geen lichtstress gemeten in het gewas gestekt in week 30 (2017) (Figuur 21). Geen lichtstress houdt in dat het elektronentransport (ETR) niet meer dan 20% afweek van het optimale. Daarnaast was vastgesteld, op basis van de constante nacht PS2 efficiëntie (Fv/Fm) van ±0.80, dat er geen blijvende schade is aan het fotosynthese apparaat van de plant (Figuur 22). Tot 20 augustus heeft de CropObserver een gewas gemeten dat de helft van de dag in de schaduw stond. De CropObserver werd verplaatst naar een gewas dat meer licht ontving en dit gewas had een lagere nacht PS2 efficiëntie. Deze lagere PS2 efficiëntie kan komen doordat het gewas meer hersteltijd nodig heeft door het hogere lichtaanbod dat het te verwerken krijgt. Doordat er in het volwassen gewas geen lichtstress gemeten was, zelfs niet op dagen waarop het 26 mol/m^2 (18 aug. 2018) te verwerken kreeg, werd de CropObserver verhangen naar het meest jonge gewas. De jonge planten, gestekt in week 19 van 2018 in potmaat 17cm, ervaarden lichtstress >500 µmol/m^2/s (Figuur 21). PS2 efficiëntie in de nacht van het jonge gewas was lager dan het volwassen gewas en steeg in vijf weken tijd van 0.697 naar 0.785. Alhoewel er lichtstress is gemeten bij het jonge gewas is er nadien geen bladschade geobserveerd aan het gewas.

Toen bekend werd bij welk lichtniveau er geschermd moest worden om lichtstress te voorkomen, was de periode waar deze lichtniveaus voorkwamen alweer voorbij. Hierdoor was er niet meer de mogelijkheid om de schermstrategie aan te passen aan de hand van lichtstressmetingen.

Het sturen van de schermen gaat in de praktijk meestal per afdeling, om een optimaal groeiklimaat te creëren zonder dat er lichtschade op kan treden, zal de afdeling moeten worden gevuld met plantmateriaal die niet te veel verschilt in leeftijd. Er moet worden benadrukt dat de metingen van lichtstress gemeten zijn in klimaatcondities met een RV van ±80%, wat de grens waarbij lichtschade optreedt kan beïnvloeden. Door gebruik te maken van de CropObserver kan er per locatie en partij de schermstrategie optimaal ingeregeld worden om maximaal licht toe te laten zonder schade toe te brengen aan het gewas.



Figuur 21. Lichtstress gemeten bij volwassen planten (A; gestekt in week 30 van 2017) en bij jonge planten (B; gestekt in week 19 van 2018) gemeten op respectievelijk 28-08-2018 en 05-09-2018. Lichtstress wordt gemeten als de afwijking (%) van het gemeten elektronentransport met het optimale elektronentransport weergegeven als "afwijking optimale ETR TOP - %". De lichtintensiteit boven het gewas werd gemeten door de CropObserver en weergegeven als "CropObserver PAR: Top - µmol/m^2/s.



Figuur 22. De gemiddelde efficiëntie van lichtverwerking door fotosysteem 2 (PS2) gemeten door de CropObserver in de nacht in de periode tussen 26 juli en 11 oktober 2018. Tussen 26-07-18 en 23-8-18 mat de CropObserver een gewas gestekt in week 30 in potmaat 12 cm. Tussen 24-8-18 en 30-8-18 mat de CropObserver een gewas gestekt in week 30 in potmaat 17 cm. Tussen 03-09-18 en 11-10-18 mat de CropObserver een gewas gestekt in week 19 in potmaat 17 cm.

4.5 Gewasreactie

4.5.1 Gewasontwikkeling

Zamioculcas zamiifolia

De partijen in HNT waren trager in opkomst dan de partijen in de traditionele teelt, maar deze achterstand werd in de zomer weer ruimschoots ingehaald waarna de partijen in beide teelten net zo snel nieuwe stengels bijmaakten. Het verschil in groei was wel afhankelijk van het plantmateriaal. De stengels van de Zamio partij gestekt in week 20 in een 12cm pot in HNT kwamen tussen de twee en de vier weken later op dan dezelfde partij in de traditionele teelt (Figuur 23). De stengels van de Zamio partij gestekt in week 30 in een 12 cm pot kwamen rond de 2 weken later op dan dezelfde partij in de traditionele teelt (Figuur 24).

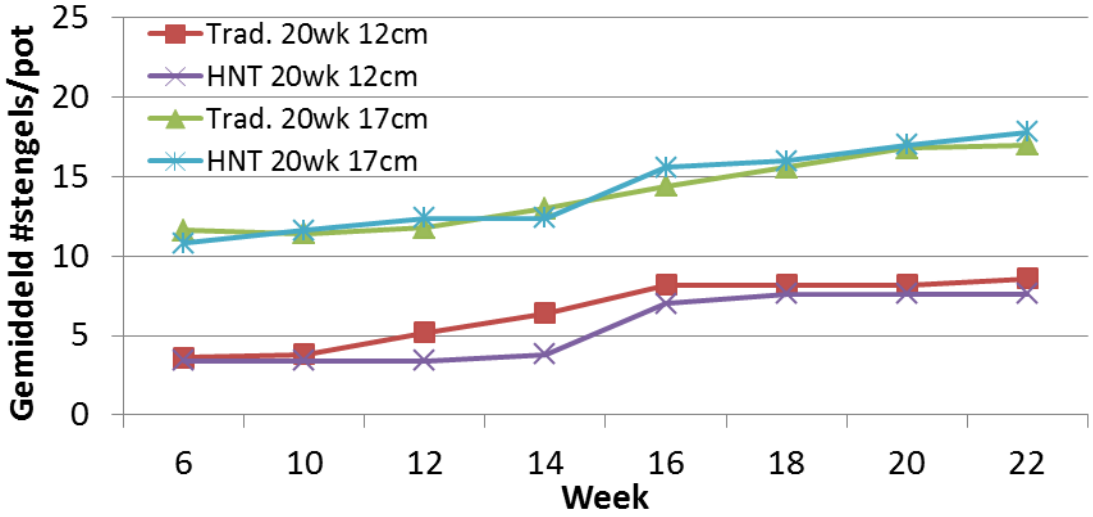
De teeltvertraging die is gezien in HNT in de partijen gestekt in week 20 en 30 in potmaat 12 cm is niet gezien in de partij gestekt in week 40 in potmaat 12 cm (Figuur 25). Dit zou kunnen liggen aan dat de teeltvertraging zich ondergronds heeft plaats gevonden in de groeipunt van de knollen en dat die vertraging daarna ondergronds ook weer is ingelopen.

Het later opkomen van de veren in HNT na de winter heeft hoofdwaarschijnlijk te maken gehad met de lager gerealiseerde etmaaltemperatuur van de kas en van de pot. Deze vertraging word ingehaald naar de zomer toe omdat er meer licht wordt toegelaten, gecombineerd met een hogere etmaal temperatuur van de kas en van de pot.

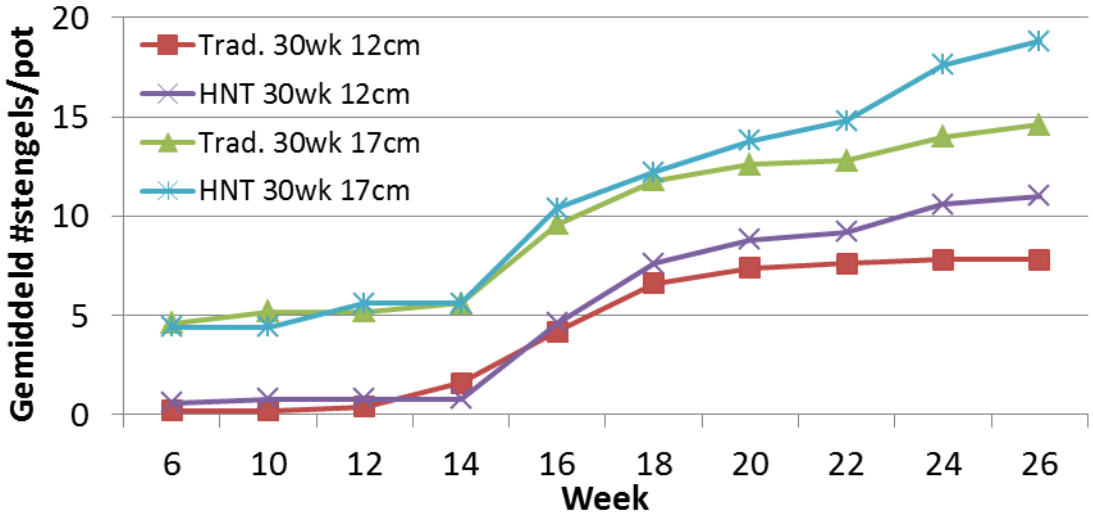
De snellere ontwikkeling in stengels per pot van de partij “HNT 30wk 17cm” zorgt ervoor dat de laatste ronde met stengels sneller volgroeid is, wat heeft geleidt tot een teeltversnelling van vier weken (Figuur 24). Partij “HNT 30wk 17cm” heeft 5 stengels meer gegroeid in 32 weken tijd wat heeft gezorgd voor een vollere pot met stengels (Figuur 24). De verschillen zijn het grootst binnen de twee partijen uit stekweek 40; deze partijen hebben het langst in de proef gestaan en de

klimaatomstandigheden ondervonden (Figuur 25). De partijen uit beide potmaten gestekt in week 40 hebben een snellere ontwikkeling doorgemaakt in HNT ten opzichte van de Traditionele teelt en zijn geëindigd met 4 en 12 stengels meer in respectievelijk de potmaten 12 en 17 cm.

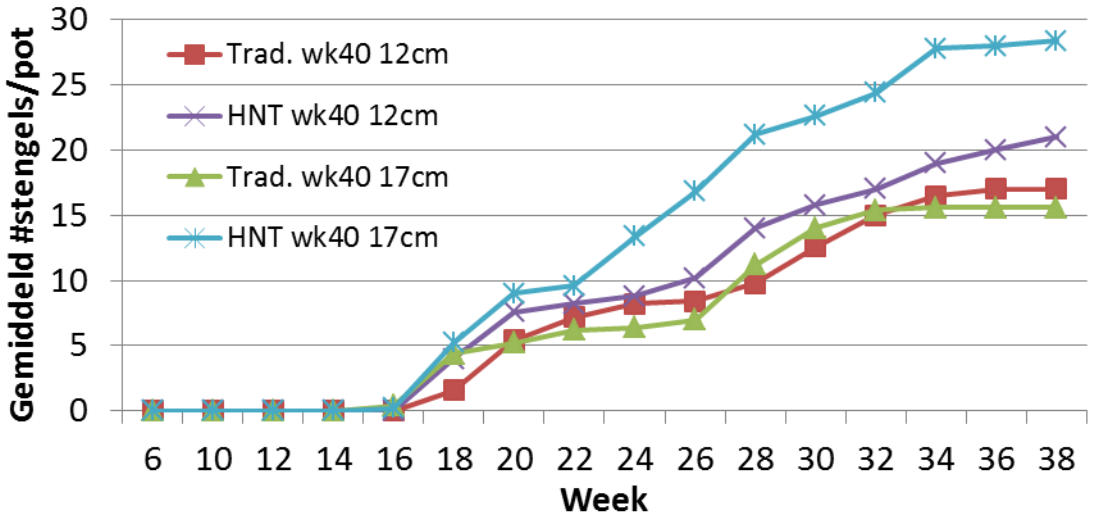
Vanaf april werd er meer licht toegelaten en werden er hogere etmalen gerealiseerd in HNT t.o.v. de Traditionele teelt. Het gewas in HNT startte dus iets trager met de uitloop van veren maar deze achterstand werd ruimschoots ingehaald richting de zomer met meer en langere veren dan in de Traditionele teelt wat uiteindelijk heeft gezorgd voor een vollere pot. De snellere groei in HNT ging wel gepaard met een kleur groen dat lichter is dan in de praktijk (Figuur 26). De kleur groen werd wel iets donkerder van kleur naarmate de veren ouder werden. De bladeren werden nog donkerder wanneer de planten in een relatief donkere kantoor werden neergezet.



Figuur 23. Gemiddeld aantal stengels (5 potten) in een 12 cm en 17 cm pot in de Traditionele teelt en HNT geteld tussen week 6 en 22 in 2018. In week 22 waren de planten klaar om af te leveren. De planten zijn in week 20 van 2017 gestekt en in week 50 van 2017 in de proef gezet.



Figuur 24. Gemiddeld aantal stengels (5 potten) in een 12 cm en 17 cm pot in de Traditionele teelt en HNT geteld tussen week 6 en 38 in 2018. De planten zijn in week 30 van 2017 gestekt en in week 50 van 2017 in de proef gezet.



Figuur 25. Gemiddeld aantal stengels (5 potten) in een 12 cm en 17 cm pot in de Traditionele teelt en HNT geteld tussen week 6 en 38 in 2018. De planten zijn in week 40 van 2017 gestekt en in week 50 van 2017 in de proef gezet.

Figuur 26. De Zamioculcas gestekt in week 10 (2017) in 12 cm potten met links het deel van de partij geteeld in de Traditionele teelt en rechts de partij geteeld in HNT. De foto's zijn genomen op 3 juli 2018.

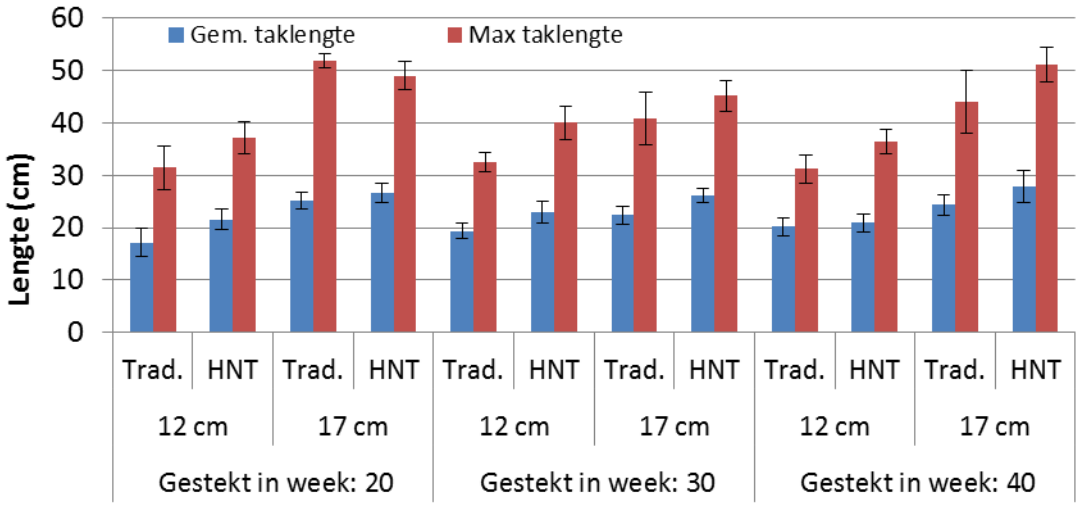
De gemiddelde en maximale taklengtes van de partijen geteeld in HNT zijn groter dan dezelfde partij die geteeld is in de Traditionele teelt, met uitzondering van de maximale taklengte van de partij gestekt in week 20 in potmaat 17 cm (Figuur 27).

De biomassa in drooggewicht productie per pot was voor alle partijen geteeld in HNT groter dan in de Traditionele teelt, met uitzondering van de partij gestekt in week 40 in potmaat 12 cm (Figuur 28). Wat opvalt is dat de partij gestekt in week 40 in potmaat 12 cm net zo veel totaal drooggewicht heeft geproduceerd in beide teelten, maar de partij in HNT daar wel efficiënter mee om is gegaan, te zien aan het lagere droge stof % en tegelijkertijd meer stengels heeft ontwikkelt (Figuur 29).

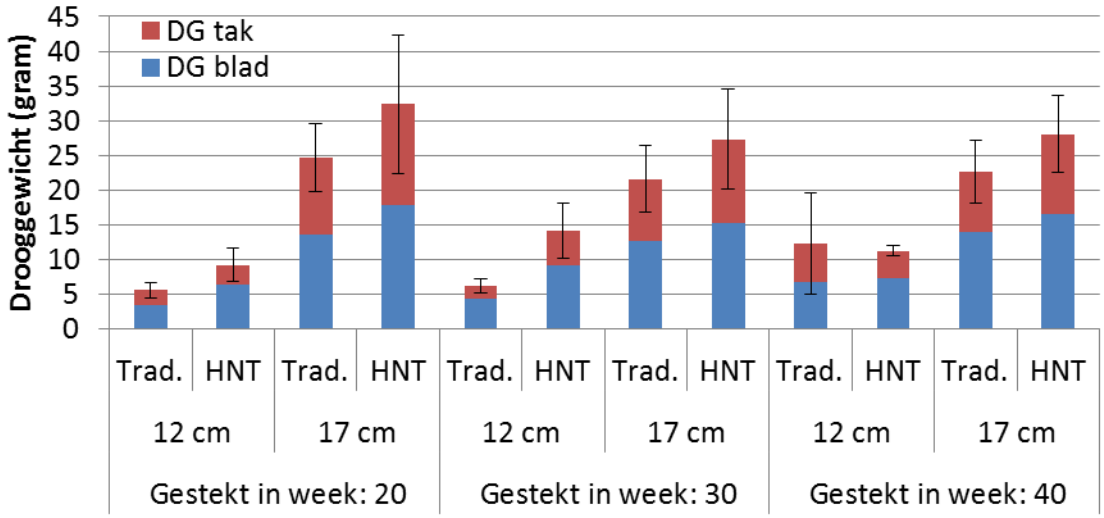
Het bladoppervlak per pot is in elke partij geteeld in HNT groter dan in de Traditionele teelt (Figuur 30). Het groter bladoppervlak kan op twee manieren verklaard worden. De partijen gestekt in week 20 en 30 hebben een groter oppervlak per blad (HNT). De partij gestekt in week 40 heeft een lager droge stof gehalte in blad en tak (HNT) met een gelijk oppervlak per blad. Het lijkt erop dat de partij gestekt in week 40 meer veren heeft aangemaakt door een hogere temperatuur en hoger aanbod van licht in HNT t.o.v. de traditionele teelt tijdens de ontwikkelingsfase van groeipunten op de knol. Doordat er meer stengels groeiden, werd de LAI vergroot en door een hogere LAI strekten de veren meer, waardoor in die veren een lagere droge stof gehalte aanwezig was. De partij gestekt in week 20 heeft de meeste veren onder praktijkomstandigheden aangelegd, maar heeft wel profijt gehad van een hoger lichtaanbod in HNT waardoor het meer assimilaten heeft kunnen aanmaken wat de plant kon investeren in zijn blad, te zien aan het groter oppervlak per blad. De partij gestekt in week 30 heeft invloed gehad van de omstandigheden in de praktijk en in de proef in gelijke delen. Mogelijk weergeven de resultaten hierdoor een mengeling van de effecten die meer uitgesproken te zien zijn in de partijen gestekt in week 20 en week 40. Om effecten van beide omstandigheden zichtbaar te maken in de metingen hadden de veren individueel gelabeld moeten worden tijdens moment van bovengronds groeien, zodat tijdens de versgewicht metingen de veren hierop gesorteerd konden worden.

De plant kan sneller en voller groeien in HNT doordat het minder assimilaten investeert per stengel en per blad. Door de snellere en vollere groei kan het meer licht onderscheppen en meer assimilaten aanmaken waardoor de totale droge stof productie per pot in HNT ook hoger was dan in de Traditionele teelt. De plantontwikkeling en de gecreëerde klimaatcondities in HNT lijken elkaar te versterken en daarmee ook de groei van de plant te versnellen. De twee kwaliteitsaspecten, volheid en lengte, van de Zamioculcas zijn beter in HNT dan in de Traditionele teelt.

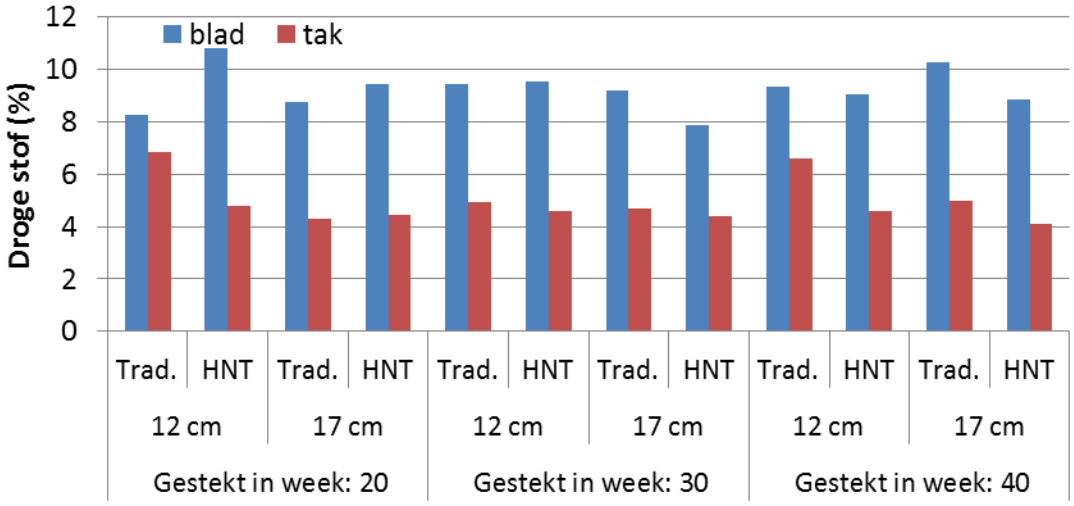
De vertraging net na de winter gaat gepaard met energiebesparing. De teler zal de afweging moeten maken of de teeltvertraging acceptabel is in dat teeltseizoen. Het aflevermoment in de zomer is daarentegen wel weer sneller.



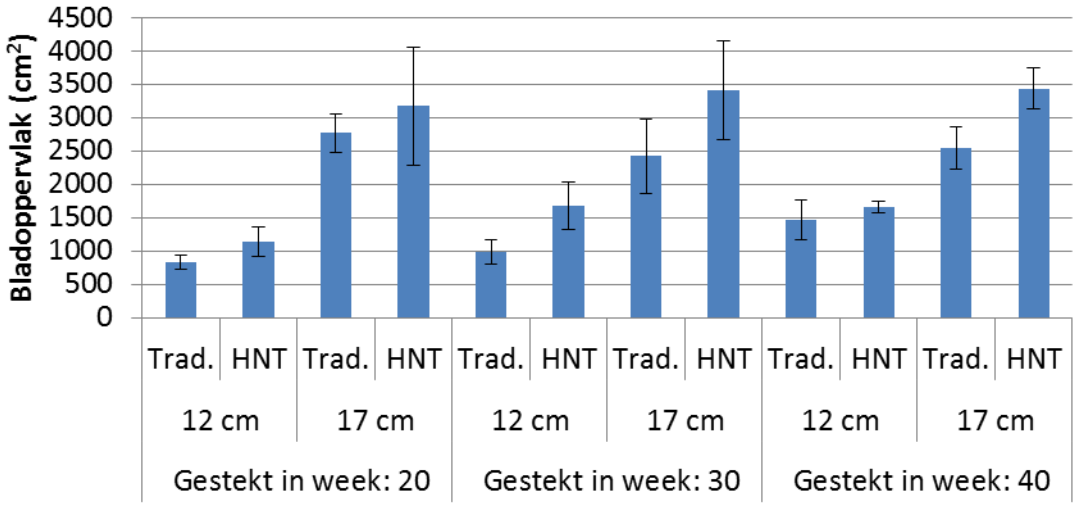
Figuur 27. Gemiddelde en maximale taklengte (cm) van 5 potten van de potmaten 12 en 17 cm in de Traditionele teelt en HNT van de partijen gestekt in week 20, 30 en 40 (2017) respectievelijk gemeten in week 22, 26, en 38 (2018). De foutbalken weergeven de standaard deviatie van 5 planten per behandeling.



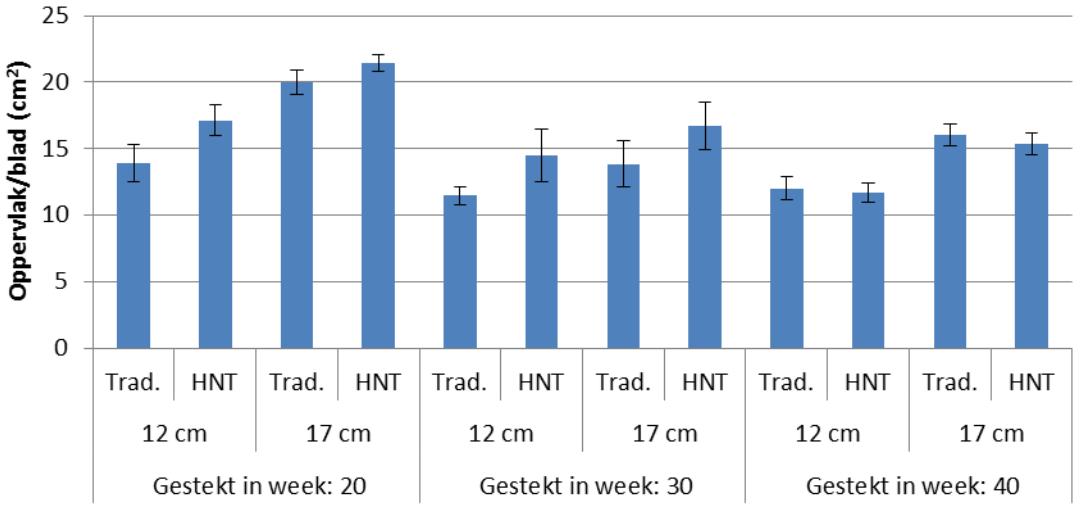
Figuur 28. Gemiddelde drooggewicht (DG; gram) van het totaal aantal takken en bladeren per pot van 5 potten van de potmaten 12 en 17 cm in de Traditionele teelt en HNT van de partijen gestekt in week 20, 30 en 40 (2017) respectievelijk gemeten in week 22, 26, en 38 (2018). De foutbalken weergeven de standaard deviatie van het gemiddelde drooggewicht van de som van het blad en tak van 5 planten per behandeling.



Figuur 29. Gemiddelde droge stof (%) van tak en blad van 5 potten van de potmaten 12 en 17 cm in de Traditionele teelt en HNT van de partijen gestekt in week 20, 30 en 40 (2017) respectievelijk gemeten in week 22, 26, en 38 (2018).



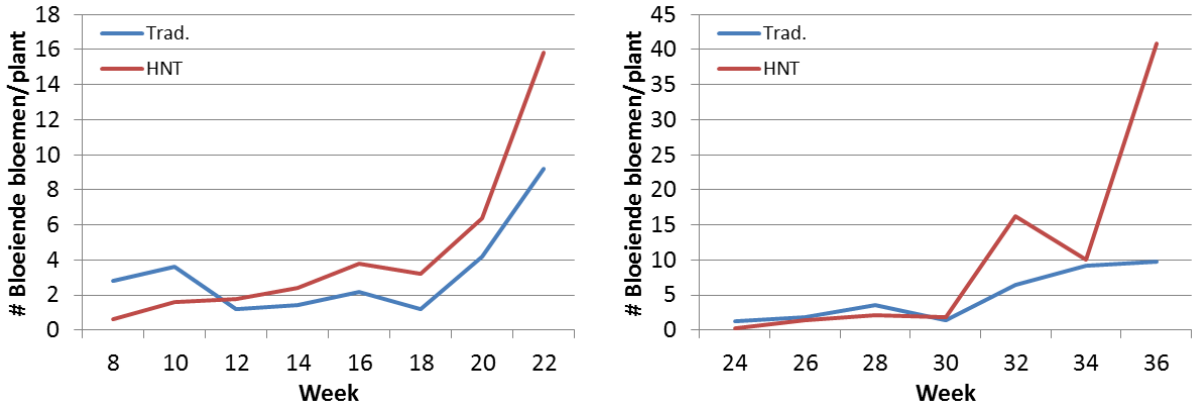
Figuur 30. Gemiddelde bladoppervlak (cm^2) van 5 potten van de potmaten 12 en 17 cm in de Traditionele teelt en HNT van de partijen gestekt in week 20, 30 en 40 (2017) respectievelijk gemeten in week 22, 26, en 38 (2018). De foutbalken weergeven de standaard deviatie van 5 planten per behandeling.



Figuur 31. Gemiddelde oppervlak per blad (cm^2) van 5 potten van de potmaten 12 en 17 cm in de Traditionele teelt en HNT van de partijen gestekt in week 20, 30 en 40 (2017), respectievelijk gemeten in week 22, 26, en 38 (2018). De foutbalken weergeven de standaard deviatie van 5 planten per behandeling.

Dipladenia mandevilla

De Dipladenia als vertegenwoordiger van de bloeiende perkplanten wordt verkocht om zijn sierwaarde. De Dipladenia werden gebruikt in de proef om inzichten op te doen over de invloed van HNT op bloeiende perkplanten. De Dipladenia geteeld in HNT bloeide uitbundiger dan in de Traditionele teelt (Figuur 32 en Figuur 33). De sierwaarde kan verhoogd worden door de etmaal temperatuur en het aanbod in licht te verhogen. Een nadeel van de snelle groei van het gewas was dat er meer handelingen nodig waren om de ranken in te draaien en te snoeien. Daarnaast moest het gewas vaker geremd worden in zijn groei met remmiddelen. De uitbundigere bloei lijkt gestimuleerd te worden door een hogere temperatuur wat de ontwikkeling van de plant versneld. Het hogere lichtaanbod zorgt voor hogere productie van assimilaten die de plant kan gebruiken voor zijn ontwikkeling en groei.



Figuur 32. De bloeiontwikkeling van de eerste (A) en tweede (B) partij Dipladenia, respectievelijk geteeld in de periode van week 8 – 22 en week 24 – 36, in de Traditionele teelt (blauwe lijn) en HNT (rode lijn).

Figuur 33. De eerste partij Dipladenia geteeld in de Traditionele teelt (links) en HNT (rechts). De foto's zijn genomen op 30 mei 2018, net voor het plaats vinden van de gewaswissel van de Dipladenia.

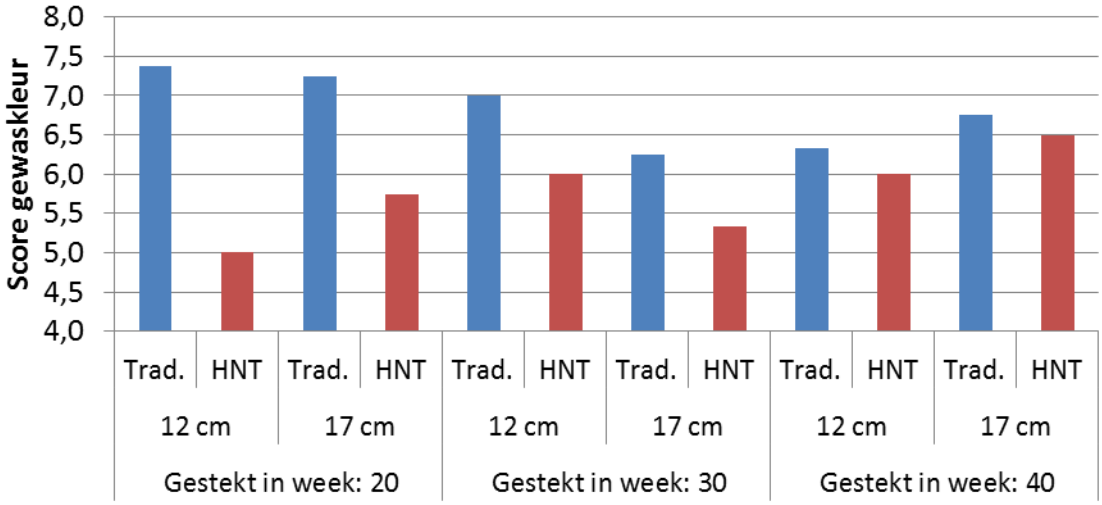
De omstandigheden die in HNT werden gerealiseerd leken erg op de omstandigheden in Zuid-Europa. In Zuid-Europese landen hanteert men een andere snoeistrategie dan in Noord-Europa. De Zuid-Europese snoeistrategie houdt in dat de uitloop boven elke oksel terug gesnoeid werd, waardoor er twee uitlopers groeien per oksel en de internodia op deze manier kort-geschakeld blijven waardoor er een volle plant gecreëerd kan worden. Deze snoeistrategie is toegepast in de proef om te testen of deze snoeistrategie beter past bij HNT. De Zuid-Europese snoeistrategie zorgde voor het intoom houden van de groei van het gewas, waardoor deze snoeistrategie onder die klimaatomstandigheden zorgde voor een mooiere opbouw van de plant (Figuur 34). Op deze manier hoeft het gewas ook minder geremd te worden ten opzichte van een snoeistrategie waarin de scheuten worden ingedraaid.

Figuur 34. De Noord-Europese (links) en de Zuid-Europese (rechts) snoeistrategie van Dipladenia geteeld in HNT. De foto is genomen op 30 mei 2018 net voordat de partij op transport zou worden gezet waarna het ingewisseld zou worden voor een nieuwe partij Dipladenia.

4.5.2 Gewasbeoordeling

De Zamioculcas wordt verkocht als kamerplant met sierwaarde, waardoor een beoordeling op visuele kwaliteiten essentieel is om een compleet beeld te krijgen van de eindkwaliteit van het product. De gewaskleur van de partijen geteeld in HNT werd met een lager cijfer beoordeeld dan de partijen uit de Traditionele teelt (Figuur 35). De planten werden beoordeeld als chlorotisch wat betekent dat het blad wat gele vlekken vertoonde tussen de nerven en aan de randen van het blad. Wanneer de stengel net boven de grond uitkwam was deze chlorose erg uitgesproken waarna dit grotendeels wegtrok naarmate de stengel ouder werd (Figuur 36). Wanneer een plant veel licht krijgt aangeboden hoeft het minder te investeren in chlorofyl waardoor het blad lichter van kleur word. De plant lijkt meer te strekken door het hebben van een hogere LAI, tegelijkertijd investeert het niet net zoveel assimilaten per gram versgewicht (droge stof %). Hierdoor kan de plant ook lichter eruit gaan zien. In de korte periode van het meten van PS2 efficiëntie duidt niets erop dat de chlorose een symptoom is van blijvende lichtschade, maar de metingen sluiten het ook niet uit. Een andere mogelijke oorzaak kan liggen in het aanbod aan nutriënten dat niet verhoogd is, terwijl het gewas wel sneller ontwikkelt en meer biomassa per oppervlak aanmaakt. Een andere factor dat beperkend kan worden bij snellere groei en hoger lichtaanbod is het aanbod van CO_2.

Bij het toelaten van meer licht moet er dus wel op gelet worden dat de planten niet te licht van kleur worden. Er zijn geen richtlijnen voor de kleur van het gewas, dit blijft een kwestie van smaak. Mogelijk kan de kleur van de Zamioculcas in HNT verbeterd worden door voeding beter af te stemmen.



Figuur 35. Gemiddelde score voor de gewaskleur (score 1=slecht, 10=uitstekend), beoordeeld door de vier telers in de BCO, van een 12 en 17 cm pot in de Traditionele teelt en HNT van de partijen gestekt in week 20, 30 en 40 (2017) beoordeeld op 1 mei 2018.

Figuur 36. De partij Zamioculcas gestekt in week 40 van 2017 in 17 cm potten met links vier planten geteeld in de Traditionele teelt en rechts de vier planten geteeld in HNT. De foto is genomen op 5 september 2018.

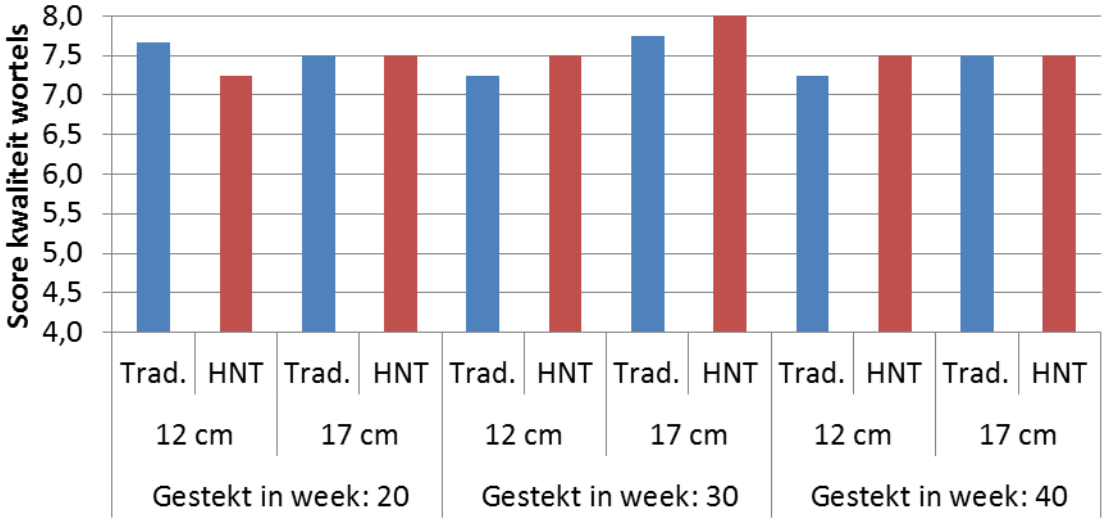
Stek en wortelkwaliteit

Het wortelgestel is beoordeeld om te bepalen of het gezond de winter is doorgekomen bij de lagere gerealiseerde etmalen in HNT dan praktijk conform is. Het wortelgestel van alle partijen zijn als goed beoordeeld door de telers (Figuur 37). Dat de wortels gezond zijn gebleven is niet vanzelfsprekend, want deze rotten makkelijker in de winter bij een laag lichtaanbod en een vochtige potgrond. Een mogelijk oorzaak kan liggen in dat het ’s winters in de afdelingen op het IC over het algemeen een lagere RV gerealiseerd werd dan in de praktijk. Het kan ook liggen aan de luchtbeweging die gecreëerd werd door de nivolator die de verdamping van het gewas stimuleert waardoor de wortels actief blijven. Ook kan het liggen aan dat de lagere etmaaltemperatuur een betere afstemming is op het aanbod van licht waardoor de plant beter in balans is en niet onnodig

wordt geactiveerd. Een opvallende ontwikkeling was de groei van wortels onder uit de pot vandaan in partijen in HNT (Figuur 36). Het kan zijn dat de plant meer wortels nodig heeft om de wateropname te vergroten om de verhoogde verdampingscapaciteit, door het hebben van meer blad, bij te kunnen houden.

In HNT waren er ±20 stekbladeren op 400 potten uitgevallen in het materiaal gestekt in week 40 t.o.v. ±10 stekbladeren op 400 potten in de Traditionele teelt op het Improvement Centre. Dit zijn aantallen die de praktijk gewend is om zelf tegen te komen.

Het plantmateriaal dat bij de start van de proef is gestekt (0 weken stek) op het Improvement Centre heeft een goede beworteling doorgemaakt in de winterperiode. Er was meer uitval geconstateerd in HNT dan in de Traditionele teelt. De verklaring kan zijn dat de potgrond in HNT mogelijk vochtiger bleef door minder verdamping van de grond bij een lagere temperatuur, waardoor het wondje van de stek blad langzamer dicht groeit en doelwit blijft voor infectie van schimmels. De stekproef was opgezet op een klein oppervlak waardoor er geen conclusies aan kunnen worden verbonden. De mening van de telers was dat de stekproef in HNT beter ging dan verwacht.



Figuur 37. Gemiddelde score (score 1=slecht, 10=uitstekend), beoordeeld door de vier telers in de BCO, van een 12 en 17 cm pot in de Traditionele teelt en HNT van de partijen gestekt in week 20, 30 en 40 (2017) beoordeeld op 1 mei 2018.

5 Conclusie

Op basis van het verloop van de teelt kunnen de volgende punten geconcludeerd worden.

- Door te telen met een dubbel energiescherm, een diffuus scherm en een nevelsysteem in combinatie met een aangepaste licht:temperatuur verhouding kan er 48% energie bespaard worden in HNT ten opzichte van de traditionele teelt in de proef; tegelijkertijd kan er een teeltversnelling gerealiseerd worden van 4 weken.

- Zonder minimumbuis en met nivolator is het mogelijk om de kwaliteit van het product te behouden.
- De volheid en de lengte van de plant zijn in HNT verbeterd ten opzichte van de traditionele teelt in de proef. Daarentegen is de kleur van de Zamioculcas in HNT de hele teelt een aandachtspunt geweest.
- In de traditionele teelt is er een hoger lichtniveau gerealiseerd dan in de praktijk. Het blijkt dus dat ook op de traditionele manier meer licht kan worden toegelaten als het maar geen direct licht is.

- Met behulp van een plant temperatuur sensor en de berekende VPD kan de schermstrategie geoptimaliseerd worden om meer licht toe te laten. De schermstrategie zou mogelijk nog verder geoptimaliseerd kunnen worden door metingen te doen aan chlorofyl fluorescentie.

- In HNT heeft de Zamioculcas een tragere ontwikkeling doorgemaakt in de wintermaanden, waardoor de eerste veren bij HNT later opkwamen. Die achterstand is in HNT door een combinatie van een hogere etmaaltemperatuur en lichtaanbod ruimschoots ingehaald.

- Stekmateriaal wortelt goed in onder klimaatomstandigheden gerealiseerd in HNT.
- Dipladenia bloeit uitbundiger in HNT, toch vergt het meer arbeid en remmiddelen om de groei in toom te houden.

6 Leerpunten en aanbevelingen

6.1 Ontwikkelingstemperatuur en verwarmingsstrategie

De steilere licht:temperatuur verhouding die in HNT is toegepast zorgde voor een kastemperatuur die 2 graden lager was dan in de traditionele teelt. Met behulp van de pottemperatuursensoren is inzicht verkregen in dat de etmaaltemperatuur van de pot ±2 graden lager was dan de kastemperatuur in de winter in beide afdelingen. De groeipunt van de Zamioculcas bevind zich ondergronds op de knol. Waardoor de temperatuur in de potgrond uiteindelijke bepalend is voor de ontwikkelingssnelheid van de Zamioculcas. De latere opkomst van veren in HNT is gerelateerd aan de lagere ontwikkelingstemperatuur gerealiseerd in HNT.

De verwarmingsstrategie in de huidige teelten is gericht op de kastemperatuur. Hierdoor wordt de kaslucht opgewarmd en gaat er warmte verloren aan de gevels en de kasbodem. Het verwarmen van de kaslucht zorgt er slechts op een indirecte manier voor dat de potgrond warm blijft of opwarmt. Het lijkt erop dat de manier van de afdeling verwarmen een inefficiënte manier is doordat er warmte wordt ingebracht die deels verloren gaat en doordat de warmte niet direct op de juiste locatie is waardoor de werkelijke ontwikkelingstemperatuur lager is dan de kastemperatuur waarop gestuurd wordt.

Er zou nog meer energie bespaard kunnen worden door verwarmingselementen dichter bij de pot aan te brengen. Daarnaast zou het inbrengen van warmte dichter bij de pot ervoor kunnen zorgen dat de ontwikkelingstemperatuur net zo hoog wordt als in de traditionele teelt waardoor er geen teeltvertraging hoeft te ontstaan in de winter.

Onderzoeksvragen die uit deze leerpunten naar voren zijn gekomen:

- Kan het energieverbruik nog verder worden verlaagd, wanneer er lokaal warmte ingebracht kan worden op de plek waar het nodig wordt geacht?
- Kan de teeltvertraging worden voorkomen als er directer op de pottemperatuur gestuurd kan worden?

6.2 Teeltversnelling en gewaskwaliteit

Door het toelaten van meer licht in HNT bij een hogere etmaaltemperatuur en luchtvochtigheid kan er een teeltversnelling gerealiseerd worden van 4 weken. Doelstelling binnen het project was om de gewaskwaliteit te waarborgen binnen de aanpassingen van HNT. Kwaliteitskenmerken als de volheid en de lengte zijn allebei verbeterd in HNT, maar de kleur van het gewas is daarentegen de hele teelt een aandachtspunt geweest.

De Zamio wordt doorgaans verkocht met donkergroen blad. Telers in de praktijk behouden deze bladkleur door niet te veel licht toe te laten in hun teelt. In de loop van de proef werden de voordelen, van de steilere licht:temperatuur verhouding duidelijk. De vraag ontstond: Hoe kan de steilere licht:temperatuur verhouding worden toegepast met behoudt van de donkergroene gewaskleur?

Tot augustus 2018 werd de strategie van nevelen en schermen tegen instraling aangepast op basis van de VPD. Een VPD van 2 kPa werd gebruikt als grens waaronder de plant geen waterstress zou ervaren en huidmondjes open blijven om zich te blijven koelen. Dit werd gebruikt omdat een VPD van 2 kPa uit praktijkonderzoek bij tomaat naar voren kwam als grens waarbij de huidmondjes open blijven. Deze grens kan voor de Zamioculcas wel eens anders zijn en daarom belangrijk om in vervolgonderzoek vast te stellen.

Een lichtere bladkleur of vergeling/chlorose van het blad kan ook verklaard worden door afbraak van chlorofyl. Het fotosynthese apparaat ontvangt mogelijk te veel licht wat het niet kan verwerken waardoor het chlorofyl sneller afbreekt dan dat het wordt herstelt. Chlorofyl zorgt voor de groene kleur van het blad. Als het chlorofyl minder aanwezig is door de afbraak ervan dan kan het blad vergelen. De vraag die bij deze verklaring ontstond was of de VPD wel goed genoeg het stressniveau van de plant kan duiden of dat er mogelijk directer aan de fotosynthese gemeten moet worden om te bepalen of de plant stress ervaart. Om dit inzichtelijk te maken, werd de CropObserver toegepast vanaf augustus 2018. Het volwassen gewas bleek geen lichtstress te ervaren maar het jonge gewas wel. De grenswaardes werden duidelijk in het najaar waarin het natuurlijke licht afnam waardoor deze grenswaardes niet meer gebruikt kon worden om op te sturen. Aanbeveling is om in een vervolg het sturen op lichtstress met behulp van de CropObserver verder te onderzoeken om te zien of dit leidt tot een snelgroeiend gewas met behoud van een donkergroene gewaskleur.

Een lichtere bladkleur kan ook veroorzaakt worden door een gebrek aan voedingsstoffen. Dat is plausibel omdat er wel meer biomassa per pot is vastgelegd, maar er niet meer voeding werd gegeven om deze groei te ondersteunen. Aanbevolen word om in het vervolg de nutriënten in de watergift, in de potgrond en de vastlegging van elementen in het blad te monitoren door regelmatig monsters te nemen om inzicht te krijgen of het gewas een tekort ervaart aan voeding.

7 Communicatie

In het project 'Een lager energieverbruik in potplant' zijn er meerdere artikels en een blog gepubliceerd in vakbladen. Op 6 september 2018 was een Middag Tuinen georganiseerd voor geïnteresseerden. Op deze middag werd de proef bezocht door ±40 geïnteresseerden, en werden presentaties gegeven over het monitoren van lichtstress met de CropObserver en de voortgang van de proef en Het Nieuwe Telen in het algemeen.

Hieronder een overzicht van de content die is geschreven omtrent de proef:

Artikelen in vakbladen

- Start onderzoek naar lager energieverbruik in potplanten. 'We hopen dat HNT bijdraagt aan een betere plantkwaliteit'. Pieternel van Velden, Onder Glas, maart 2018.
- Update van een half jaar HNT-onderzoek bij potplanten. Ondanks forse energiebesparing neemt HNT-afdeling voorsprong. Pieternel van Velden, Onder Glas, juni 2018.
- Het Nieuwe Telen geeft goede resultaten bij zamioculcas. Vier weken sneller leverbaar bij 45 procent energiebesparing. Pieternel van Velden, Onder Glas, september 2018.
- Zamioculcas is een krachtpatser bij nieuwe klimaatinstellingen. Verrassende resultaten na eerste jaar HNT potplanten. Pieternel van Velden, Onder Glas, december 2018.
- 'Middagje Tuinen bij Delphy in Bleiswijk: Spectaculaire energiereductie in potplantenproef. Geert Peeters, BPnieuws.nl, september 2018. www.bpnieuws.nl/article/16985/spectaculaire-energiereductie-in-potplantenproef//

Blog website KasAlsEnergiebron.nl

- Betere planten met minder gas. Tristan Marcal Balk, mei 2018.

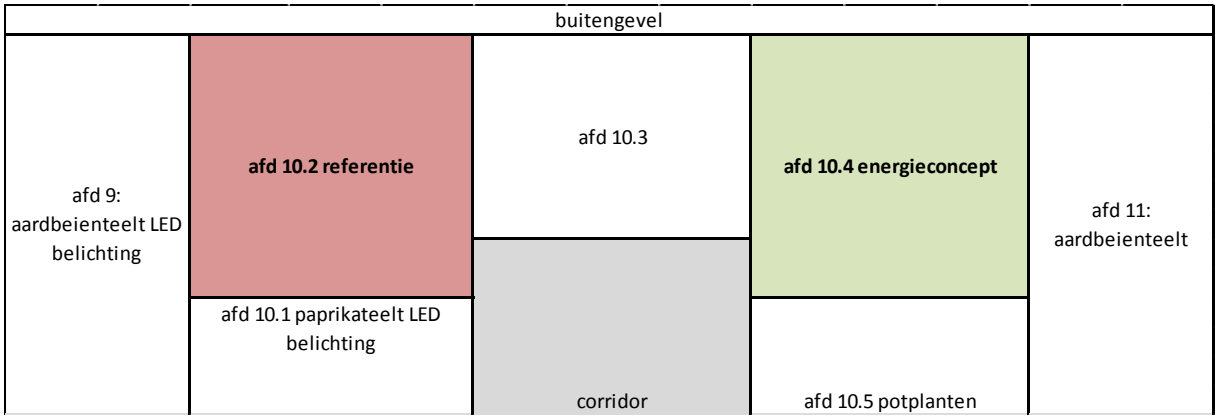
Cursus Het Nieuwe Telen met doelgroep potplantentelers

Parallel aan de proef werd er een cursus Het Nieuwe Telen georganiseerd gericht op potplantentelers. Potplantentelers onderling ervaren concurrentie van elkaar omdat het relatief makkelijk is om het assortiment uit te breiden met een soort van de concurrent. Hierdoor zijn potplantentelers over het algemeen minder geneigd hun strategie te bespreken in een groep. Daarom was het een uitkomst om de basisprincipes van HNT te bespreken aan de hand van de klimaatstrategie uitgezet in de proef. Daarnaast geeft het bespreken van een nieuwe strategie een nieuwe dimensie wanneer er gelijk kan worden bekeken in een proef hoe de strategie uitwerkt op het gewas.

8 Literatuur

- Geelen, P. A. M., Voogt, J.O., & van Weel, P.A., 2015. De basisprincipes van Het Nieuwe Telen. LTO Glaskracht Nederland.
- Holtum et al., 2007. Crassulacean acid metabolism in the ZZ plant, Zamioculcas zamiifolia (Aracea). American Journal of Botany.
- F. van Noort, F. Kempkes en F. de Zwart, 2010. Het Nieuwe Telen Potplanten: Meer licht toelaten bij wijdere temperatuurgrenzen bij een hogere luchtvochtigheid.
- F. van Noort et al., 2013. ‘Grip op licht’ bij potanthurium en bromelia: Meer energie besparing bij Het Nieuwe Telen Potplanten met meer natuurlijk diffuus licht en verbeterde monitoring.

Appendix 1 Ligging van afdelingen



Figuur 38. De ligging van afdeling 10.2 en afdeling 10.4 ten opzichte van andere afdelingen. De buitengevel ligt aan de noordkant van het complex.

Appendix 2 Nutriënten aanwezig in potgrond

Tabel 4. De voedingssamenstelling van de potgrond van 2 partijen uit afd. 10.2 (traditionele teelt) en 10.4 (HNT). Het betreft de EC (mS/cm), het gehalte aan macronutriënten (mmol/l) en het gehalte aan micronutriënten (µmol/l).

Datum	Afdeling	Partij	Type Monster	pH	EC	NH4	K	Na	Ca	Mg	Si	NO3	Cl	SO4	HCO3	P	Fe	Mn	Zn	B	Cu	Mo
11-04-2018	10.2	20wk 17cm	potgrond	5,8	1,7	< 0,1	6,1	2,8	2	1,9	0,4	7,6	2,8	1,5	0,3	1,4	0,8	0,3	0,4	16	0,2	< 0,1
11-04-2018	10.2	20wk 12cm	potgrond	5,5	1,1	< 0,1	1,8	0,4	2,2	2,2	0,2	6,5	0,3	1,1	< 0,1	0,9	2,4	0,4	1,3	28	0,2	< 0,1
11-04-2018	10.4	20wk 17cm	potgrond	6,1	1,8	< 0,1	7	3,6	1,5	1,5	0,5	6,3	4,1	1,7	0,3	1,1	0,5	0,1	1	11	0,3	< 0,1
11-04-2018	10.4	20wk 12cm	potgrond	5,4	2,2	< 0,1	3,9	1,2	4,1	4,6	0,3	12,7	1,9	2,1	< 0,1	2,2	1,4	0,8	1,6	31	0,2	< 0,1
17-7-2018	10.2	20wk 17cm	potgrond	6	0,7	< 0,1	2,8	0,9	0,4	0,3	0,3	2,1	0,8	0,9	< 0,1	0,42	2,3	< 0,4	0,8	7,9	0,4	< 0,1
17-7-2018	10.2	20wk 12cm	potgrond	5,7	1,2	< 0,1	3,9	1	1,1	1,6	0,2	6	0,6	1,4	< 0,1	0,83	0,7	< 0,4	0,7	11	0,3	< 0,1
17-7-2018	10.4	20wk 17cm	potgrond	6,2	0,5	< 0,1	2,3	0,7	0,2	0,1	0,3	1	0,4	0,8	< 0,1	0,33	4,1	< 0,4	1,6	8,9	0,6	0,9
17-7-2018	**10.4**	**20wk 12cm**	**potgrond**	**6**	**0,7**	**< 0,1**	**2,7**	**0,8**	**0,5**	**0,7**	**0,2**	**2,8**	**0,5**	**1,1**	**< 0,1**	**0,4**	**1,5**	**< 0,4**	**0,8**	**8,8**	**0,2**	**< 0,1**