



WAGENINGEN **UR**
For quality of life

Verkenning mogelijkheden om de energie-efficiëntie in de rozenteelt te verbeteren

Een modelstudie

Peter Vermeulen en Nieves García

Wageningen UR Glastuinbouw, Wageningen
Maart 2009

Projectnummer: 3242052300

© 2008 Wageningen, Wageningen UR Glastuinbouw

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



**landbouw, natuur en
voedselkwaliteit**

Productschap  **Tuinbouw**
Voor een bloeiende zaak

Wageningen UR Glastuinbouw

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

Inhoudsopgave

| | pagina |
|--|--------|
| Samenvatting | 1 |
| 1 Inleiding | 3 |
| 1.1 Doelstelling | 4 |
| 1.2 Werkwijze | 4 |
| 1.3 Gebruik eenheden | 4 |
| 2 Onderzoeksvragen | 7 |
| 2.1 Ontwikkelingsstadium gestuurd belichten | 7 |
| 2.2 Daglichtsom gestuurd belichten | 7 |
| 2.3 Eenjarige ministruiken met hoge plantdichtheid | 7 |
| 2.4 Hoge plantdichtheid in combinatie met afwijkende inbuigmethode (Finse methode) | 8 |
| 3 Ontwikkelingsstadium gestuurd belichten | 9 |
| 3.1 Fase teelt met nieuwe teelt | 9 |
| 3.2 Aanpassen belichting | 9 |
| 3.3 Aanvoerpatroon | 10 |
| 3.4 Energiegebruiken | 11 |
| 3.5 Directe energiekosten | 11 |
| 3.6 Effect op productie en kwaliteit | 12 |
| 3.7 Directe kosten | 12 |
| 3.8 Conclusie | 12 |
| 4 Daglichtsommen gestuurd belichten | 14 |
| 4.1 Werkwijze | 14 |
| 4.2 Gerealiseerde producties | 14 |
| 4.3 Relatie daglichtsom met tak en kg productie | 16 |
| 4.4 Efficiënte PAR-benutting | 18 |
| 4.5 Invloed CO ₂ | 22 |
| 4.6 Energiegebruik | 23 |
| 4.7 Gevoeligheid gasprijs | 24 |
| 4.8 Productieverlies versus energiekosten | 25 |
| 4.9 Directe kosten | 26 |
| 4.10 Conclusie | 26 |
| 5 Eenjarige ministruiken in hoge plantdichtheid | 28 |
| 5.1 Uitgangspunten voor de berekeningen | 28 |
| 5.2 Energiegebruik | 29 |
| 5.3 Directe kosten | 29 |
| 5.4 Conclusies | 30 |
| 6 Finse methode: hoge plantdichtheid in combinatie met afwijkende inbuigmethode | 32 |
| 6.1 Conclusies | 33 |
| 7 Eindconclusie en discussie | 34 |
| 8 Perspectief | 36 |
| Literatuur | 37 |
| Bijlage I. Energiegebruik stadiumafhankelijk belichten | 38 |

| | | |
|--------------|--|----|
| Bijlage II. | Energiegebruik PAR-som afhankelijk belichten | 40 |
| Bijlage III. | Beschrijving rekenbedrijf energiegebruik | 42 |
| Bijlage IV. | Prijzen en aanvoer Passion via FloraHolland | 43 |
| Bijlage V. | Effectiviteit benutting licht in tak/m ² en kg/m ² per 1kJoule/cm ² /6w PAR | 44 |
| Bijlage VI. | Saldobegrotingen | 45 |
| Bijlage VII. | Teeltschema éénjarige minisruik | 54 |

Samenvatting

Energie is verreweg de grootste kostenpost in de rozenteelt (ca. 40%) en is de afgelopen jaren sterk toegenomen door de toename van de belichtingsintensiteit en van het aantal belichtingsuren. De rentabiliteit staat de laatste jaren onder druk.

Met als doel energiebesparing met behoud van rendabiliteit en als uitgangspunt geen grote aanpassingen in kasuitrusting of technologie zijn op basis van divers onderzoek een viertal alternatieve teeltstrategieën beschreven met potentie de energie-input in MJ per tak te verlagen. Om inzicht te geven in de te bereiken energiebesparing en in de consequenties voor de productie, de kwaliteit, en het economisch rendement zijn de strategieën na bepaling van de uitgangspunten met energetische en economische berekeningen vergeleken met een referentieteelt (KWIN 2008). De gehanteerde prijzen voor gas en elektriciteit zijn gebaseerd op het prijsniveau van december 2008.

Lichtsom gestuurd belichten

Van de doorgerekende opties uit deze studie blijkt dit de meest kansrijke.

Uit de analyse van gegevens van een groep telers van de rozencultivar 'Passion' blijkt dat de efficiëntie van belichting verschilt door het jaar heen. Uitgaande van een productietijd van circa 6 weken voor een roos is er een hele zwakke relatie te vinden tussen de totale PAR-som gedurende deze 6 weken en de productie in takken of kg. Daardoor blijkt in tegenstelling tot de verwachting niet de hoogste productie behaald te worden met de hoogste belichtingsintensiteit. De groep telers, die met een intensiteit belichten van 73 W/m^2 , realiseren vrijwel het hele jaar de hoogste productie in aantal takken en in kg. De waargenomen verschillen in CO_2 concentraties, die als gevolg van de verhoogde ventilatievraag bij de hoogste belichtingsniveaus optreden, kunnen slechts een tiende van de waargenomen verschillen verklaren.

Als de efficiëntie van extra licht berekend wordt, om de benutting van 1000 J/cm^2 extra PAR voor de productie zichtbaar te maken, blijkt wel een significant verband tussen de efficiëntie van de belichting en de PAR-som. De efficiëntie neemt af bij toenemende PAR-som. Dit geldt zowel voor de tak als de kg-productie. De efficiëntie van de belichting is het grootst in de winter.

Een hogere belichtingsintensiteit leidt wel tot hogere directe kosten per tak; uit de doorrekening van verschillende scenario's blijkt de optie met een belichtingsintensiteit van 73 W/m^2 en vermindering van het aantal uren belichting van 5741 naar 4910 tot het beste resultaat te leiden.

Er zijn berekeningen met verschillende gasprijzen uitgevoerd, waaruit de sterke invloed van de gasprijs op de directe kosten per tak blijkt.

De combinatie takprijs, extra productie van de belichting in relatie tot PAR-som en de benutting van de WKK warmte bepalen samen het moment waarop het nog rendabel is extra te belichten. Het aandeel van de WKK in de elektriciteitsproductie en de warmtebuffercapaciteit zijn weer van invloed op de benutting van de WKK warmte.

In de periode ongeveer mei t/m september, weegt de grotere omzet door de extra productie als gevolg van belichten niet meer op tegen de kosten van elektriciteit. Als is vast gesteld dat de extra productie per 1000 joule extra PAR van 0,35 tak moet zijn; en in de periode week 17 – 40 extra productie hiervan ligt lager, kan die periode niet rendabel belicht worden. Deze extra takproductie komt overeen met een PAR van resp. 377 en $348 \text{ J/cm}^2/\text{dag}$. Bij een PAR rendement van 47 % van de zon en een lichtdoorlatendheid van 70% komt dat neer op een stralingssom van 1180 en $1090 \text{ J/cm}^2/\text{dag}$ waar boven niet meer rendabel is om te belichten. Elke periode geeft een andere extra takproductie en daarmee geeft een andere stralingssom waarboven niet meer belicht hoeft te worden.

Bij hogere gasprijzen en gelijk blijvende of lagere takprijzen wordt deze periode langer, bij lagere gasprijzen en hogere takprijzen korter.

De beschreven rekenwijze voor de benutting van licht is door tuinders, die een goede registratie van de productie en het aantal belichtingsuren hebben, goed uit te voeren. Dit kan samen met de takprijs een goede ondersteuning bieden in de beslissing wel of niet langer te belichten.

Ontwikkelingsstadium gestuurd belichten

Uit onderzoek bleek dat in een stadium-gestuurde teelt mogelijkheden liggen voor energiebesparing.

De ontwikkeling van een rozentak kan worden onderverdeeld in drie ontwikkelingsfases: de fase van uitloop, de fase van strekking en de fase van rijping. De eerste twee fases zijn boven omschreven drempelwaardes voor licht, sterk temperatuurafhankelijk, en alléén de fase van rijping is sterk van het licht afhankelijk. In het kader van energiebesparing betekent dit dat minimaal 10 en maximaal 22 van de 41 dagen van de ontwikkeling van een rozenbloem kan worden volstaan met een lager licht regime en daarmee een lager energiegebruik. De resterende 19 dagen blijft de belichting gelijk aan de huidige teeltwijze.

De energieberekeningen tonen aan dat door het stadiumafhankelijk belichten een energiekosten besparing is te realiseren van 11 – 22 %. Dit is terug te vinden in een daling van de directe teeltkosten per tak. Door een groot aantal knelpunten kan een omzetsdaling optreden. Indien deze groter is dan 3-8%, doet de energiebesparing teniet. Het faseafhankelijk belichten is de moeite van het exploreren waard bij andere gewassen, net name belichte gewassen met eenmalige oogst zouden hiervan kunnen profiteren.

Productieverhoging door eenjarige ministruiken in hoge plantdichtheid

Potentieel is er een veel hogere productie te realiseren met gelijke energie input in de eerste jaar na de teeltwisseling door de plantdichtheid te verhogen. De jonge planten nemen in de eerste maanden van een nieuwe teelt nog niet veel ruimte in beslag met een lagere LAI tot gevolg. Door verdubbeling van de plantdichtheid is het in eerder onderzoek gelukt in de eerste vijf oogsten van de teelt afhankelijk van de cultivar 33 tot 103% extra stelen te realiseren in vergelijking met een “traditioneel gewas”. De periode van opbrengstderiving tussen rooien en opnieuw oogsten uit de nieuwe aanplant dient wel zo kort mogelijk te zijn; dit kan met behulp van de recente ontwikkeling van de “verlengde opkweek”.

De hoge plantdichtheid resulteert na verloop van tijd in een kwaliteitsverlies van het geoogste product (taklengte en takgewicht nemen af). Door na een jaar de planten te vervangen wordt weinig op kwaliteit ingeleverd.

De energetische doorrekening van de eenjarige ministruiken toont aan dat bij gelijkblijvend energieverbruik per m² de energie-input per tak met 40 % daalt ten opzichte van een traditionele vierjarige teelt, door ruim 90% meer takken te oogsten.

Desondanks is de beoogde teeltsysteem zoals doorgerekend economisch niet haalbaar. Ten eerste wegen de kosten van de planten zwaar mee in het rendement. Ten tweede, verdubbelt de arbeidsbehoefte en wordt deze minder regelmatig. Tot slot is er een teruggang van taklengte en takgewicht te verwachten na een aantal sneden. Doorrekening van 3 scenario's leert dat uitsluitend het scenario met gelijkblijvende kwaliteit een vergelijkbaar resultaat oplevert als de traditionele teelt.

Productieverhoging door hoge plantdichtheid en teelt volgens de “Finse methode”

Fins onderzoek (proefschrift Liisa Särkkä, 2004) toonde aan dat zeer hoge producties mogelijk zijn met hogere plantdichtheden, een afwijkende inbuigmethode en de lampen dichter bij het gewas te plaatsen in plaats van verwarming via de minimumbuis.

Bestudering van de proefschrift leert dat de grootste winst uit dit systeem te behalen valt uit de productieverhoging als gevolg van hoge plantdichtheid in combinatie met het effect van de inbuig- en knipmethode. Hiermee wordt deze methode een variant op het systeem van de eenjarige ministruiken.

Het energiegebruik per m² blijft gelijk, waardoor de energie input per tak daalt.

De economische haalbaarheid kon niet specifiek worden doorgerekend vanwege het in het onderzoek ontbreken van cruciale gegevens als de takgewichten. Vergelijking van het systeem met die van de ministruiken doet vermoeden dat de plantkosten en arbeidskosten door de nog hogere plantdichtheden hier nog hoger zullen uitkomen.

De meer productie aan takken zal ook vermoedelijk leiden tot een lager takgewicht met daardoor consequenties voor de te realiseren takprijs.

1 Inleiding

Energie is verreweg de grootste kostenpost in de rozenteelt (ca. 40%) en de rentabiliteit staat de laatste jaren onder druk. Een nieuwe technologische ontwikkeling die naar verwachting een grote energiebesparing kan realiseren, het semigesloten kasconcept, breekt door grote investeringen niet door in de praktijk

De vraag rijst of het niet mogelijk is om binnen bestaande teeltsystemen de energie efficiency substantieel te verhogen. Dit kan enerzijds door productieverbeteringen te realiseren bij gelijkblijvend energieverbruik en anderzijds energiebesparingen te realiseren bij gelijkblijvende productie. Er leven ideeën voor dergelijke aanpassingen, maar enerzijds door onvoldoende inzicht in de consequenties voor de kwaliteit en anderzijds door onduidelijkheden in het te behalen voordeel komen de ideeën niet tot ontwikkeling.

Zo is het plan opgevat sommige van deze ideeën het liefst zij die in het verleden zijn onderzocht met andere doelen, tegen het licht van een nieuwe doelstelling, energiebesparing en/of energie-efficiënte verbetering, te houden. Een nadere kijk op het in "oude" onderzoeken ontwikkelde kennis en op de toen omschreven knelpunten lijkt aanknopingspunten te bieden voor energiebesparing of voor verhoogde productie met gelijke energiegebruik. Dit modelstudie probeert inzicht te geven in de consequenties voor de productie, de kwaliteit, het energetisch en economisch rendement van een viertal alternatieve teeltstrategieën.

Deze strategieën zijn:

1. Ontwikkelings-(fase) gestuurde rozenteelt. Dit is enkele jaren geleden ontwikkeld met als doelstelling een hogere mate van ontwikkelingsgelijkheid ten behoeve van geautomatiseerde rozenoogst. Een roos heeft in verschillende fase van ontwikkeling verschillende behoeften aan temperatuur en licht.
2. Beperken van het gebruik van assimilatiebelichting, door op basis van economische criteria (marginale opbrengsten benadering) het moment te berekenen waarop de lampen uit kunnen.
3. Productieverhoging door de teelt van minstruiken met een hoge plantdichtheid, met gelijkblijvende energie input.
4. Teelt van rozen met hoge plantdichtheid volgens een door het Finse 'MTT Agrifood Research Finland, Plant Production Research' ontwikkelde strategie, met gelijkblijvende energie input.

Indien uit deze modelstudie blijkt dat een of meer van deze alternatieve teeltstrategieën substantiële verbetering op energetisch en economisch gebied oplevert, kan deze strategie in experimenten in een onderzoeks- dan wel praktijksetting worden uitgetest.

In onderstaande tabel is de ontwikkeling van belichting in de roos weergegeven, met de gevolgen voor energiegebruik en energie-input per tak.

| Variant | Ras | Belichting W/m ² | Belichting uren/jaar | Tak/m ² | Gasgebruik m ³ /m ² | Aankoop elek. KWh/m ² | Verkoop elek. KWh/m ² | Energie-input MJ/tak |
|------------|------------|--------------------------------|-------------------------|--------------------|--|-------------------------------------|-------------------------------------|-------------------------|
| Kwin 90-91 | Madelon | 35 | 3150 | 216,5 | 43,2 | 110 | 0 | 10,7 |
| Kwin 95-96 | Mercedes | 39 | 3625 | 295,2 | 45 | 145 | 0 | 9,0 |
| KWIN 00-01 | First Red | 45 | 4500 | 169,5 | 82,4 | 0 | 0 | 15,4 |
| KWIN 01-02 | Red Berlin | 55 | 4500 | 206,2 | 96,2 | 23 | 0 | 15,7 |
| KWIN 01-02 | Sphinx | 55 | 4500 | 297,6 | 88,8 | 23 | 0 | 10,1 |
| KWIN 02-03 | Red Berlin | 55 | 4500 | 237,4 | 93,0 | 23 | 0 | 13,2 |
| KWIN 02-03 | Sphinx | 55 | 4500 | 330,4 | 90,7 | 23 | 0 | 9,3 |
| KWIN 05-06 | Sphinx | 55 | 4500 | 352,0 | 82,2 | 0 | 0 | 7,4 |
| KWIN 05-06 | Passion | 92 | 4500 | 251,0 | 95,4 | 110 | 0 | 16,9 |
| KWIN 2008 | Passion | 110 | 5751 | 276 | 101,7 | 288 | 0 | 20,6 |

De wisseling van cultivars in deze periode maakt de vergelijking per tak moeilijk, maar de toename van zowel belichtingsintensiteit als belichtingsuren per jaar is duidelijk zichtbaar in het gasgebruik en de aankoop van elektriciteit.

1.1 Doelstelling

Het doel van deze modelstudie is om inzicht te bieden in de potentiële effecten op energiegebruik en op productie en kwaliteit van een viertal alternatieve teeltstrategieën in vergelijking met een referentieteelt. Uitgangspunt van de bestudeerde strategieën is dat ze een bescheiden investering moeten vergen, en niet vragen om grote aanpassingen in kasuitrusting of technologie. Hierdoor zijn ze te implementeren op elk bedrijf, zowel de grote groep van middelgrote en relatief kleinere rozenbedrijven als de kleinere groep van koplopers in technologische ontwikkelingen.

Het onderzoek loopt via twee lijnen. In de eerste plaats vermindering van het primair energieverbruik als gevolg van een afname in gasverbruik voor het opwekken van elektriciteit: (1) gefaseerd lampen aan-uit (PPO onderzoek 2004) en (2) sturen op daglichtsom (PPO onderzoek 2004/ 2006). In de tweede plaats verhoging van de productie met gelijk energiegebruik, door de teelt van minitruiken (PPO onderzoek 2002 en 2006) en een in Finland ontwikkelde strategie (Promotieonderzoek Universiteit van Helsinki, 2004).

1.2 Werkwijze

Er zijn vier alternatieve teeltstrategieën aan de hand van (combinaties van) onderzoeksgegevens beschreven. Na bepaling van de uitgangspunten is met energetische en economische berekeningen getoetst of ze een energetische en economische voordeel opleveren ten opzichte van een referentieteelt.

Voor de modelstudie is gebruik gemaakt van data uit eerder uitgevoerd onderzoek en van een recente ontwikkelingen op het gebied van uitgangsmateriaal en substraat. De gegevens voor de referentie zijn afkomstig uit KWIN (Vermeulen, 2008). De gehanteerde prijzen voor gas en elektriciteit zijn gebaseerd op het prijsniveau van december 2008.

Daarnaast zijn enkele berekeningen uitgevoerd rekening houdend met een gasprijs van 20, 30 en 40 ct/m³, om inzicht te krijgen in het effect van de gasprijs op de haalbaarheid van de betreffende teeltstrategie.

Simulaties van het energiegebruik zijn gemaakt met Pregas.

Eventuele knelpunten die van belang zijn voor de berekeningen of voor de invoering worden per geval omschreven.

1.3 Gebruik eenheden

Door de verscheidenheid in de herkomst van de data, zijn de gebruikte gegevens in diverse eenheden uitgedrukt voor het aanduiden van licht (zoals Joule, lux, Mol, Watt). Het is lastig vergelijken, onder andere omdat bij voorbeeld natuurlijk licht is sterk afhankelijk van het weertype (bewolkt, onbewolkt, zomer, winter).

De relatie tussen de verschillende aanduidingen voor de intensiteit of het vermogen van de zonnestraling is in het volgende rekenvoorbeeld in tabel 1 uitgelegd. Belangrijke parameters voor de hoeveelheid PAR op het gewas is als eerste de samenstelling van het licht, die resulteert in het aandeel PAR. Dit aandeel is afhankelijk van de bewolgingsgraad van de lucht en de hoek waaronder de zon staat. In de berekeningen van de volgende hoofdstukken is gerekend met 47 % PAR in het zonlicht. De tweede factor is de lichtdoorlatendheid van het kasdek. Deze is afhankelijk van het type kasconstructie en het gebruikte glas. Ook hier speelt de invalshoek van de zon een rol. In de berekeningen in dit rapport is uitgegaan van 70 % lichtdoorlatendheid van de kasconstructie.

tabel 1. Rekenvoorbeeld verhouding verschillende grootheden om zonnestraling aan te geven

| | Watt/m ² | μmol /Watt/s | μmol /m ² /s PAR | lux/Watt/m ² | kLux |
|---------------------------------|---------------------|--------------|-----------------------------|-------------------------|------|
| Zonnestraling buiten | 100,0 | 4,600 | 460,0 | 0,130 | 13 |
| aandeel PAR | 50% | | 50% | | |
| PAR | 50,0 | | 230,0 | | |
| lichttransmissie kasconstructie | 70% | | 70% | | |
| in de kas | 35 | | 161 | | |

Deze berekeningen zijn gebaseerd op onderstaande omreken tabel, ontleend aan Hemming e.al, 2004.

tabel 2. Omreken tabel de eenheden waarin intensiteit van de zonnestraling kan worden weergegeven:

| | Omrekening naar | | | |
|-----------------------------|-------------------|-----------------------|-----------------------------|--------|
| | W /m ² | W PAR /m ² | μmol /m ² /s PAR | kLux |
| W /m ² | 1 | 0.5 | 2.30 | 0.130 |
| W PAR /m ² | 2 | 1 | 4.60 | 0.260 |
| μmol /m ² /s PAR | 0.435 | 0.22 | 1 | 0.0565 |
| kLux | 7.7 | 3.85 | 17.7 | 1 |

Voor een natrium hoge druk lamp is de berekening van de verschillende aanduidingen van de intensiteit weergegeven in tabel 3. De factoren die bij het aandeel PAR belangrijk zijn, zijn het vermogen dat de lamp gebruikt en de het aandeel PAR van het spectrum van de lamp. Het opgenomen vermogen van een armatuur met lamp bestaat uit het vermogen van de voorstarter en het lampvermogen. Dit verschilt per type. In de berekeningen van dit rapport is uitgegaan van 28 % van het lampvermogen. Dit betekent dat 100 W/m² lampvermogen overeenkomt met 138,6 μmol /m²/s PAR (zie tabel 3). Voor de zonnestraling is dit getal 161 μmol /m²/s PAR per 100 W/m² straling bij 50 % PAR.

tabel 3. Omreken tabel de eenheden waarin intensiteit van een hogedruk natrium lamp kan worden weergegeven:

| | Watt/m ² | μmol /Watt/s | μmol /m ² /s | kLux/Watt/m ² | kLux |
|----------------------|---------------------|--------------|-------------------------|--------------------------|------|
| Opgenomen vermogen | 110 | | | | |
| vermogen voorstarter | 10 | | | | |
| Lampvermogen | 100 | 4,95 | 495 | 0,110 | 11 |
| Aandeel PAR | 28% | | 28% | | |
| PAR | 28 | 4,95 | 138,6 | | |

De volgende eenheid die in het verhaal gebruikt wordt rondom straling en belichting is het energiegebruik. De inzet van een bepaald vermogen of intensiteit in een bepaalde tijdsperiode geeft het energiegebruik. In het Standaard Instelling (SI) is Joule de eenheid voor energie. In het geval van licht hoort daar een oppervlakte-eenheid bij, dus Joule per m² of Joule per cm². In de belichting wordt dit omgerekend naar mol/m² per tijdseenheid. In tabel 4 is dit voor en voorbeeld uitgewerkt. Hierbij geldt dat 1Wh = 3600 Joule. Als we per dag dus 1 uur belichten met 100 W/m² = 100 Wh/m² * 3600 Joule * 0,0001 m²/cm² = 36 Joule /cm². Uit de berekening in tabel 4 blijkt dit 0,5 mol PAR /m²/dag oplevert. Als er 20 uur belicht met 100W/m² wordt, geeft dat 10 mol PAR /m²/dag.

tabel 4. Omreken tabel de eenheden waarin intensiteit van een hogedruk natrium lamp kan worden weergegeven:

| | | | | | |
|-----------------|----------|--------------------------------|---|-------|--------------------------------|
| Lampvermogen | 100 | W/m ² | = | 138,6 | μmol /m ² /s PAR |
| Branduren | 1 | uren/dag | | | |
| Energieverbruik | 100 | Wattuur/m ² /dag | = | 36 | Joule/cm ² /dag |
| Aandeel PAR | 28% | | | | |
| PAR | 28 | Wattuur/m ² /dag | | | |
| Omrekenfactor | 4,95 | μmol /watt/s | | | |
| PAR | 138,6 | μmol.Uur/s/m ² /dag | | | |
| Omrekenfactor | 3600 | sec/uur | | | |
| Omrekenfactor | 0,000001 | mol/μmol | | | |
| PAR | 0,50 | mol/m ² /dag | = | 10,1 | Joule/cm ² /dag PAR |

2 Onderzoeksvragen

In het kader van dit onderzoek zijn vier opties bekeken waarmee energie bespaard kan worden. In dit hoofdstuk worden deze opties kort toegelicht. De eerste twee opties beogen energiebesparing door een ander gebruik van de assimilatiebelichting. De andere twee opties beogen een hogere productie bij gelijkblijvend energieverbruik.

2.1 Ontwikkelingsstadium gestuurd belichten

In het verleden heeft PPO onderzoek gedaan naar fase afhankelijke teelt van roos (Eveleens et al., 2004). Dit onderzoek beoogde een volledige compartimentering van de kas voor verschillende fases in de teelt, en roulatie van de bedden door de compartimenten middels een mobiel systeem. Uit dit onderzoek bleek dat in een fase-stuurbaar gewas mogelijkheden liggen voor energiebesparing.

De ontwikkeling van een rozentak kan worden onderverdeeld in drie ontwikkelingsfases: de fase van uitloop, de fase van strekking en de fase van rijping. In dit onderzoek blijkt dat de eerste twee fases sterk temperatuurafhankelijk zijn, en alléén de fase van rijping sterk van het licht afhankelijk is. Lagere belichtingsniveaus hebben tijdens de temperatuurafhankelijke fases hetzelfde resultaat als hogere belichtingsniveaus. Het ras 'First Red' heeft daarbij twee kritische ondergrenzen: een van circa 4 Mol/m²/dag, waaronder 25% loosvorming optrad, en een van circa 11 Mol/m²/dag, waaronder de strekkingsfase langer duurt.

In het kader van energiebesparing is gebleken dat in de uitlooffase kan worden volstaan met een belichting van 4000 lux. In de strekkingsfase is in bepaalde periodes van het jaar een belichting van 4000 lux genoeg. En de rijpingsfase heeft 10.000 lux nodig. Dit betekent dat minimaal 10 en maximaal 22 van de 41 dagen van de ontwikkeling van een rozenbloem kan worden volstaan met een lager licht regime en daarmee een lager energiegebruik. De resterende 19 dagen blijft de belichting gelijk aan de huidige teeltwijze.

2.2 Daglichtsom gestuurd belichten

In het Praktijknetwerk Roos Energie (PNRE) hebben Blok et al. (2006) gegevens van een groep telers van de rozencultivar 'Passion' verzameld en geanalyseerd. Doel van dit praktijknetwerk was om op basis van de 'best practices' in de groep tot betere teelt- en energieprestaties te komen. Uit de gegevens blijkt het volgende. De efficiëntie van belichting verschilt door het jaar heen. In dagen waar een grotere bijdrage verwacht wordt van het buitenlicht, zouden de lampen langer of helemaal uit kunnen blijven, omdat de planten op die dag voldoende licht hebben ontvangen. De meeste klimaatcomputer leveranciers beschikken over software die de belichting kan sturen op de gewenste daglichtsommen. De software maakt gebruik van de weersvoorspelling om de lampen aan te sturen, en stelt het diverse keren gedurende de dag bij. Op deze manier is een betere benutting van het buitenlicht aangevuld met belichting mogelijk.

Grootste knelpunt voor het gebruik van daglichtsommen sturing bij roos is dat het niet bekend is, welke de na te streven daglichtsom bij roos moet zijn. Mogelijk verschilt dit per cultivar. Het feit daarnaast dat de roos niet snel het lichtverzadigingspunt voor fotosynthese bereikt, stimuleert de gedachte van "hoe meer licht, des te meer productie" en staat beperking van de belichting in de weg.

Een nadere bestudering van de gegevens uit het onderzoek met het praktijknetwerk roos energie (Blok et al., 2006) brengt naar voren dat in de verschillende periodes van het jaar het rozengekas de lichtbenutting verschilt. In de winter is de lichtbenutting hoger dan in de zomer. In dit deelonderzoek wordt dit effect gekwantificeerd. Hiermee kan gekeken worden of de hoeveelheid ontvangen licht een sturingfactor kan zijn.

2.3 Eenjarige ministruiken met hoge plantdichtheid

In eerder onderzoek (Eveleens, Garcia, van Weel, van de Wurff en van Telgen, 2002) is met succes een rozengekas geteeld met per plant een beperkter bladpakket (ministruiken) in een hoge plantdichtheid. Potentieel is er een veel hogere productie te realiseren met gelijke energie input. Door gebruik te maken van synchrone rozenstekken met een plantdichtheid van 24 planten per m² is het gelukt om in de eerste vijf oogsten van de teelt afhankelijk van de cultivar 33 tot 103% extra stelen te realiseren in vergelijking met een "traditioneel gewas" (waarbij 12 planten per m² stonden,

De proef is na de omschreven vier oogsten beëindigd. De reden lag in de afname van de synchroniteit tussen planten (een van de doelstellingen was behoud van synchroniteit ten behoeve van geautomatiseerd oogsten), en ook in het bekende nadeel van hoge plantdichtheden dat na een half tot een jaar teelt, de hogere aantallen ten kosten

gaan van de individuele takkwaliteit (deze worden lichter en korter dan in een traditionele teelt met veel ruimte voor elke plant). In een hoofdstuk “perspectief” uit het bovengenoemde onderzoeksverslag wordt op deze problematiek ingegaan met de vraag, of een rozenteelt onder alle omstandigheden vier jaar lang moet blijven. Immers, door na een jaar de planten te vervangen wordt weinig op kwaliteit ingeleverd.

Het vervangen van de teelt brengt echter hoge kosten met zich mee, in de vorm van nieuwe planten, en in de opbrengstderving in de periode van opbouw van de planten vanaf de levering van de kleine planten tot deze productierijp zijn.

Met het vervallen van de eis van behoud van synchroniteit, en de recente ontwikkeling van de “verlengde opkweek” (onderzoek 2006, Garcia et al), komt deze teeltmethode opnieuw in beeld.

2.4 Hoge plantdichtheid in combinatie met afwijkende inbuigmethode (Finse methode)

Fins onderzoek (proefschrift Liisa Särkkä, 2004) toonde aan dat zeer hoge producties mogelijk zijn met hogere plantdichtheden, een afwijkende inbuigmethode en de lampen dicht bij het gewas te plaatsen in plaats van verwarming via de minimumbuis. De onderzoekers concludeerden dat productie onder hoge dichtheden rendabel was. Dit onderzoek is even onder de aandacht geweest van Nederlandse telers, maar mede omdat het uitgevoerd was met kleinbloemige en middelgrootbloemige rozen, toen al nauwelijks geteeld in Nederland, en omdat het gebruik maakte van hogere lichtniveaus dan toen gebruikelijk in de praktijk, is het nooit onder Nederlandse omstandigheden beproefd.

Binnen deze modelstudie is deze mogelijkheid om hogere producties te realiseren binnen gelijkblijvend energieverbruik verder onderzocht. Dit is gedaan middels bestudering van het proefschrift en een gesprek met de Finse onderzoekster.

3 Ontwikkelingsstadium gestuurd belichten

Uit onderzoek blijkt dat de verschillende ontwikkelingsstadia van een roos een verschillende licht en temperatuur behoefte hebben. (Eveleens, 2004) Uit dit onderzoek is het teeltregime naar voren gekomen, zoals in tabel 5 is weergegeven.

tabel 5. Teeltgegevens voor ontwikkelingsstadia van de roos cv 'First Red'

| ontwikkelingsstadium | afhankelijk van | Belichting [lux] | Temperatuursom [graaddagen] | Temperatuur [oC] | Duur [dagen] | Aandeel in teeltduur [%] |
|----------------------|-----------------|------------------|-----------------------------|------------------|--------------|--------------------------|
| uitloop | temperatuur | 4000 | 200 | 25 | 8 | 20 |
| strekking | temperatuur | 4000-10000 | 294 | 21 | 14 | 34 |
| rijping | straling | 10000 | 399 | 21 | 19 | 46 |
| totaal | | | 893 | | 41 | |

Dit teeltschema heeft door genoemde verschillen in temperatuur en licht behoefte een potentiële forse energiebesparing in zich.

Voor de realisatie van dit concept zijn een aantal kritische factoren te benoemen:

- Start alleen bij nieuwe teelt mogelijk
- Plantmateriaal moet gesynchroniseerd zijn en door teeltmaatregelen synchroon gehouden worden
- Teeltrecept fasegestuurd telen is alléén getoetst voor 'First Red'. Voor andere cultivars moeten de fasen worden vastgesteld.
- Aanpassen belichting voor sturing van verschillende teeltvakken
- Egaliseren aanvoerpatroon
- Mogelijk productie- en kwaliteitsverlies als gevolg van op snee in plaats van continu telen

3.1 Fase teelt met nieuwe teelt

Knelpunt bij een bestaande teelt is dat in de loop van de teelt steeds meer ontwikkelingsstadia door elkaar gaan lopen. In een gangbare teelt is bij elke snede 10 tot 15 % van de takken op een ander moment oogstbaar dan de hoofdmoot. In de eerste 4-6 dagen wordt afhankelijk van de straling 85 – 90 % van de takken geoogst. Na een aantal sneden is daardoor de gelijkheid in stadium per bed verdwenen. Hierdoor is afzonderlijke temperatuursbehandeling van de stadia niet meer mogelijk.

Om effectief stadiumgestuurd te kunnen belichten moet het gewas in fasen geteeld worden. In een lopende teelt is elk stadium van ontwikkeling verspreid over de kas aanwezig. Voor stadiumafhankelijk belichten is het nodig dat door gericht te sturen in de klimaatsomstandigheden het gewas in fase te houden is. Start met een nieuwe teelt is daarbij voorwaarde. Het plantmateriaal moet per vak zo synchroon mogelijk zijn. Dit is te realiseren door het plantmateriaal te vermeerderen met behulp van de synchronisatiemethode voor rozenstek. (Garcia, 2008)

In het onderzoek moet verder een teeltstrategie per stadium ontwikkeld worden die deze variatie in ontwikkeling zo klein mogelijk maakt. Gerichte klimaatsbeheersing kan hier een onderdeel van zijn. Er is een stadium of faseafhankelijke teelt ontwikkeld voor de roos cultivar 'First Red'. Het is niet bekend in welke mate de licht en temperatuurbehoefte van andere cultivars afwijken van die van 'First Red'.

3.2 Aanpassen belichting

Voor een belichtingsniveau van 10.000 lux is circa 1 lamp van 600 watt per 6,6 m² nodig. Bij een vak van 4 bij 5 m is dat drie lampen per vak. Bij 4.000 lux is dit 1 lamp per 16,5 m² en 1,2 lamp per vak. Het is met deze opstelling met 600 Watt lampen niet eenvoudig door lampen uit te doen van 10.000 lux naar 4.000 lux te gaan. Slechts één lamp per vak uitdoen geeft ruim 6.600 lux en twee lampen uitdoen geeft 3.300 lux. Gebruik van lampen met een ander vermogen of een andere vakmaat lost dit probleem niet op, zoals tabel 6 laat zien.

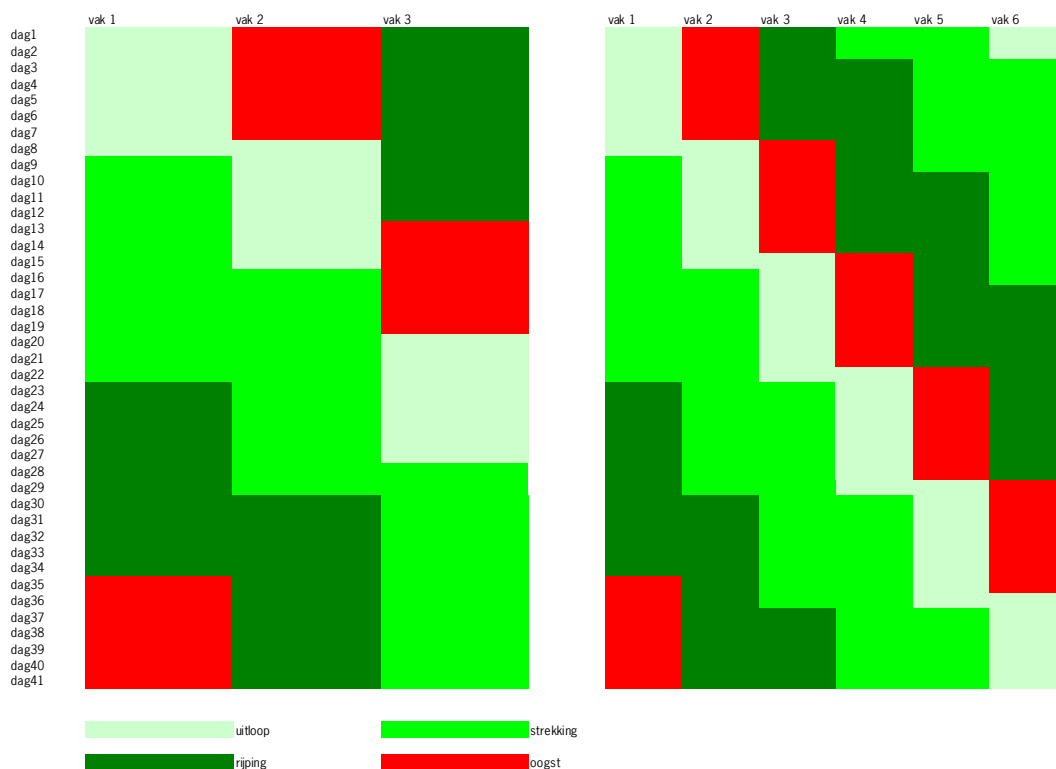
Naast het moeilijk realiseren van de gewenste 4.000 lux ontstaat ook door het uitschakelen van bijvoorbeeld één van de drie lampen een ongelijke verdeling van het licht op het gewas. Dit probleem is echter op te vangen door elke dag een andere lamp uit te schakelen, waardoor over de hele periode de verschillen klein zijn.

tabel 6. Verdeling lampen bij verschillende lampen en lichtniveau:

| lux | watt/m ² | watt/lamp | m ² /lamp | vak m ² | lampen/vak |
|-------|---------------------|-----------|----------------------|--------------------|------------|
| 10000 | 90,9 | 1000 | 11 | 20 | 1,8 |
| 10000 | 90,9 | 600 | 6,6 | 20 | 3,0 |
| 10000 | 90,9 | 400 | 4,4 | 20 | 4,5 |
| 10000 | 90,9 | 1000 | 11 | 24 | 2,2 |
| 10000 | 90,9 | 600 | 6,6 | 24 | 3,6 |
| 10000 | 90,9 | 400 | 4,4 | 24 | 5,5 |
| 4000 | 36,4 | 1000 | 27,5 | 20 | 0,7 |
| 4000 | 36,4 | 600 | 16,5 | 20 | 1,2 |
| 4000 | 36,4 | 400 | 11 | 20 | 1,8 |
| 4000 | 36,4 | 1000 | 27,5 | 24 | 0,9 |
| 4000 | 36,4 | 600 | 16,5 | 24 | 1,5 |
| 4000 | 36,4 | 400 | 11,0 | 24 | 2,2 |

3.3 Aanvoerpatroon

Door de ongelijke verdeling van de teeltduur van de teeltstadia kan bij het verdelen van de kas in een beperkt aantal stuurvakken een ongelijk aanvoerpatroon ontstaan. Voor de drie stadia zou een indeling in drie vakken voldoende kunnen zijn. Twee stadia met een lage belichting en één vak met een hoge belichting. Dit geeft echter een onregelmatig aanvoer patroon. Bij een cyclusduur van 41 dagen en een oogstduur van gemiddeld 6-7 dagen per



Figuur 1. Effect vakindeling op aanvoerpatroon

sneede is een indeling in 6 à 7 vakken logischer. Dit geeft een regelmatigere aanvoer. In figuur 1 is dit zichtbaar gemaakt. Bij een uniformere en kortere oogstduur zal het aantal vakken groter moeten zijn voor een gelijkmatige aanvoer.

3.4 Energiegebruiken

Teeltstadium afhankelijk telen heeft effect op het energie verbruik. Er is minder elektriciteit voor belichting nodig in het uitloopstadium en het strekkingstadium. De totale PAR-som (buitenlicht + belichting) is wel kritisch in de strekkingsfase. Bij lichtsommen onder de 10 Mol/m²/dag duurt de strekking langer. Daarnaast blijkt dat als in het begin van de strekking de PAR som onder de 4 Mol/m²/dag blijft, dit tot wel 25% loze knoppen kan leiden (Eveleens, 2004). Het is dus zaak om het lichtniveau in dit stadium in de gaten te houden.

De lengte van de periode waarin minder belicht wordt in het strekkingstadium heeft invloed op het gasverbruik van de ketel en het aantal draaiuren van de WKK en de aankoop en eventuele teruglevering van elektriciteit. De volgende belichtingsvarianten zijn doorgerekend:

0. Strekkingsstadium 10.000 lux "jaarrond" (referentie)
1. Strekkingsstadium 10.000 lux van week 41 – week 16, straling resp. 680 – 1470 J/cm²/dag, rest 4.000 lux, uitloop 4.000 lux
2. Strekkingsstadium 10.000 lux van week 41 – week 12, straling resp. 680 – 870 J/cm²/dag, rest 4.000 lux, uitloop 4.000 lux
3. Strekkingsstadium 10.000 lux van week 42 – week 8, straling resp. 595 – 595J/cm²/dag, rest 4.000 lux, uitloop 4.000 lux
4. Strekkingsstadium 10.000 lux van week 42 – week 8, straling resp. 595 – 595 J/cm²/dag, rest 6.600 lux, uitloop 6.600 lux

De energiegebruiken zijn om ze onderling te kunnen vergelijken uitgerekend met PREGAS. In bijlage III zijn de uitgangspunten van het rekenbedrijf beschreven. In tabel 7 zijn voor genoemde varianten de energiegebruiken per jaar opgenomen. In bijlage I zijn deze gegevens per vierweekse periode opgenomen. Verder is berekend wat de energie-input per tak is. Hierbij is op grond van de resultaten uit het onderzoek er van uitgegaan dat de takproductie gelijk blijft als er in het strekkingsstadium minder intensief belicht wordt.

tabel 7. Energiegebruiken belichtingsvarianten:

| | | Variant 0 | Variant 1 | Variant 2 | Variant 3 | Variant 4 |
|--------------------------------------|--------------------------------------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|
| Gas WKK | m ³ /m ² /jaar | 92,9 | 92,9 | 92,9 | 92,9 | 92,9 |
| Gas Ketel | m ³ /m ² /jaar | 8,8 | 8,8 | 8,8 | 8,8 | 8,8 |
| Gas totaal | m ³ /m ² /jaar | 101,7 | 101,7 | 101,7 | 101,7 | 101,7 |
| Elektriciteitsbehoefte belichting | kWh/m ² /jaar | 518 | 425 | 414 | 399 | 451 |
| Aankoop elektriciteit | kWh/m ² /jaar | 173 | 77 | 67 | 53 | 107 |
| Verkoop elektriciteit | kWh/m ² /jaar | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Netto energiegebruik excl opwekking | MJ/m ² /jaar | 3842 | 3496 | 3460 | 3410 | 3604 |
| | | 100% | 91% | 90% | 89% | 94% |
| Netto energiegebruik incl opwekking. | MJ/m ² /jaar | 4702 | 3879 | 3793 | 3673 | 4136 |
| | | 100% | 82% | 81% | 78% | 88% |
| Takproductie | Tak/m ² /jaar | 276 | 276 | 276 | 276 | 276 |
| Energie-input | MJ/tak | 17,0 | 14,1 | 13,7 | 13,3 | 15,0 |

Uit deze berekeningen blijkt dat op het bedrijf tot 11 % energiebesparing te realiseren is en als de opwekking van elektriciteit, 42% rendement, wordt meegenomen tot 22 %. Als we naar energie-input kijken, dan geeft minder belichten in het strekkingsstadium een gunstigere energie-input per tak.

De besparing komt geheel voor rekening van de verminderde behoefte aan elektriciteit.

3.5 Directe energiekosten

De in de vorige paragraaf genoemde energiebesparingen van de vier varianten leiden tot een kostenbesparing. De vaste kosten blijven gelijk. Immers de aansluiting op het gas en elektriciteitsnet blijft hetzelfde, evenals het aantal draaiuren van de WKK. Voor vergelijking van de energiekosten hoeft dus uitsluitend gekeken te worden naar de commodity en energiebelasting van gas en de aankoop en terugleverprijs van elektriciteit. Uitgaande van de in Kwantitatieve Informatie Glastuinbouw (Vermeulen, 2008) gehanteerde bedragen, komen de in tabel 8 gehanteerde energiekosten voor de vier varianten naar voren.

Er is door het stadiumafhankelijk belichten een energiekosten besparing te realiseren van 12 – 22 %, € 4,60 tot ruim € 8,40 per m².

tabel 8. Directe energiekosten belichtingsvarianten (€/m²/jaar):

| | Variant 0 | Variant 1 | Variant 2 | Variant 3 | Variant 4 |
|---|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|
| Gas WKK commodity 25 ct/ m ³ | 23,23 | 23,23 | 23,23 | 23,23 | 23,23 |
| Gas Ketel commodity en energiebelasting 27 ct /m ³ | 2,38 | 2,38 | 2,38 | 2,38 | 2,38 |
| Gaskosten totaal | 25,60 | 25,60 | 25,60 | 25,60 | 25,60 |
| Aankoop elektriciteit 7 ct/kWh | 12,11 | 5,39 | 4,69 | 3,71 | 7,49 |
| Verkoop elektriciteit 7 ct /kWh | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Netto energiekosten | 37,71 | 30,99 | 30,29 | 29,31 | 33,09 |
| | 100% | 82% | 80% | 78% | 88% |

3.6 Effect op productie en kwaliteit

Het ontwikkelingsstadium afhankelijk telen zoals destijds ontwikkeld voor First Red kent een productiebeperking ten opzichte van een traditionele teelt. Enerzijds moet de teelt op snee op snee gehouden worden. Hiervan is gebleken (Kool, 1996), dat het de ontwikkeling van meer scheuten stimuleert, maar ook tot een verhoogde concurrentie leidt voor de aanmaak van assimilaten als gevolg van een vermindering van de totaal onderschepte hoeveelheid licht per tak. De teelt op snee leidt tot meer takken, tot gelijke kg producties maar vermindering van het takgewicht.

Anderzijds moet in het systeem van alle zich ontwikkelende takken, het aantal scheuten per plant beperkt blijven tot twee takken per plant, omwille van het behoud van de gelijkheid in de fases. Dit kunstmatig beperken vergt een extra arbeidsgang, maar beperkt de bovenvermelde afname in takgewicht.

Om aan voldoende takken per m² per jaar te komen werd er gewerkt met 14 planten per m² om aan een acceptabele productie te komen van 250 stelen per m² per jaar.

Met de beschikbare gegevens is het onmogelijk te kwantificeren hoeveel er ingeleverd wordt op takgewicht door het op snee oogsten ten opzichte van het continu oogsten. Een goede referentie ontbrak.

De mogelijkheid om drie grondscheuten per plant aan te houden in plaats van meer planten is onderzocht door Van Telgen (2003). Dit bleek de gelijkheid nog verder te bemoeilijken onder de toen heersende omstandigheden (onvoldoende belichting in de wintermaanden (7500 lux) zonder ontwikkelingsfasesturing).

Uitgaande van de gegevens uit de KWIN 2008 waar met een jaaromzet van € 102,40 wordt gerekend, mag het verschil tussen extra opbrengst door extra takken en lagere opbrengst door kwaliteitsverlies niet groter worden dan 3 tot 8 %. Bij grotere omzetzalingen wordt de besparing op energiekosten te niet gedaan.

3.7 Directe kosten

Zonder extra investeringen is met deze werkwijze een verlaging van de directe kosten te realiseren. In tabel 9 is dit uit gewerkt. De directe kosten per tak dalen met enkele centen, als de takproductie gelijk blijft.

tabel 9. Directe kosten belichtingsvarianten (€/m²/jaar):

| | | Variant 0 | Variant 1 | Variant 2 | Variant 3 | Variant 4 |
|---------------------------|-----------------------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|
| Productie | takken/m ² | 276 | 276 | 276 | 276 | 276 |
| Plantkosten incl steenwol | €/m ² | 3,97 | 3,97 | 3,97 | 3,97 | 3,97 |
| Netto Energiekosten | €/m ² | 38,13 | 31,34 | 30,64 | 29,66 | 33,30 |
| Afzetkosten | €/m ² | 7,88 | 7,88 | 7,88 | 7,88 | 7,88 |
| overige teeltkosten | €/m ² | 5,71 | 5,71 | 5,71 | 5,71 | 5,71 |
| Arbeid | €/m ² | 23,70 | 23,70 | 23,70 | 23,70 | 23,70 |
| Directe kosten | €/m ² | 79,39 | 72,60 | 71,90 | 70,92 | 74,56 |
| Directe kosten per tak | €/tak | 0,288 | 0,263 | 0,261 | 0,257 | 0,270 |

Elk € 0,05 verschil in gasprijs scheelt € 0,018 cent per tak.

3.8 Conclusie

Er is door het stadiumafhankelijk belichten een energiekosten besparing te realiseren van 11 – 22 %. Dit is terug te vinden in een daling van de directe teeltkosten per tak. Het systeem kent echter een aantal knelpunten:

- Het kan alleen worden gebruikt bij een nieuwe teelt met gesynchroniseerd plantmateriaal
- Het teeltrecept fasegestuurd telen is alléén getoetst voor 'First Red'
- De belichting moet aangepast worden voor sturing van verschillende teeltvakken

- Het teeltplan moet aangepast worden ivm het egaliseren aanvoerpatroon
- Het in gelijke stadium houden van het gewas kan een kwaliteitsvermindering tot gevolg hebben. Dit verlies is niet te kwantificeren, door het ontbreken van een goede referentie. De omzetsdaling als gevolg van deze effecten mag niet groter zijn dan 3-8%.

4 Daglichtsommen gestuurd belichten

Een verrassende uitkomst uit het onderzoek van Blok et al. (2006) met het PraktijkNetwerk Roos Energie (PNRE) is dat in de verschillende periodes van het jaar het rozengekwas verschillend reageert op licht. In de winter is de lichtbenutting hoger dan in de zomer. In dit deelonderzoek wordt dit effect gekwantificeerd. Hiermee kan gekeken worden of de hoeveelheid ontvangen licht een sturingfactor kan zijn.

De eerste stap die genomen wordt is het kwantificeren van de relatie tussen de lichtsom van zon en belichting in de 6 weken voor de oogst en de tak en kg productie (6 weken is de periode van uitloop tot en met rijping en oogst). Met de gegevens van de deelnemende bedrijven is in eerste instantie gekeken naar de relatie tussen de PAR-som van de zes voor de productie liggende weken. In tweede instantie is gekeken naar de effectiviteit van 1000 J/cm² extra PAR bij een bepaalde al gerealiseerde PAR.

4.1 Werkwijze

De deelnemers van het PNRE zijn in drie groepen verdeeld met een gemiddelde lampvermogen van resp. 56, 73 en 107 Watt/m², wat overeenkomt met circa 6000, 8000 en 12000 lux of 78, 101 en 148 μmol /m²/s. Voor deze groepen is per week berekend wat de PAR som van de zon en de PAR van de belichting is, in J/cm²/6 weken. De PAR sommen van de 6 weken voorafgaande aan de oogstweek zijn naast de productie gelegd. Gekeken is naar het aantal takken per m² en via het taggewicht ook naar de kg productie per m². Er is gekeken naar de werkelijk gerealiseerde productie, met daarin "gespaarde" productie voor Kerstmis, Valentijnsdag en Moederdag. Daarnaast is gekeken naar een gecorrigeerde productie waarin genoemde pieken zijn weggemiddeld.

4.2 Gerealiseerde producties

In tabel 10 zijn voor de drie groepen de takproductie per m², het gemiddelde taggewicht en de kg productie per m² weergegeven voor de vier kwartalen van het onderzoek en het totale onderzoek.

tabel 10. Productiegegevens voor drie groepen belichters:

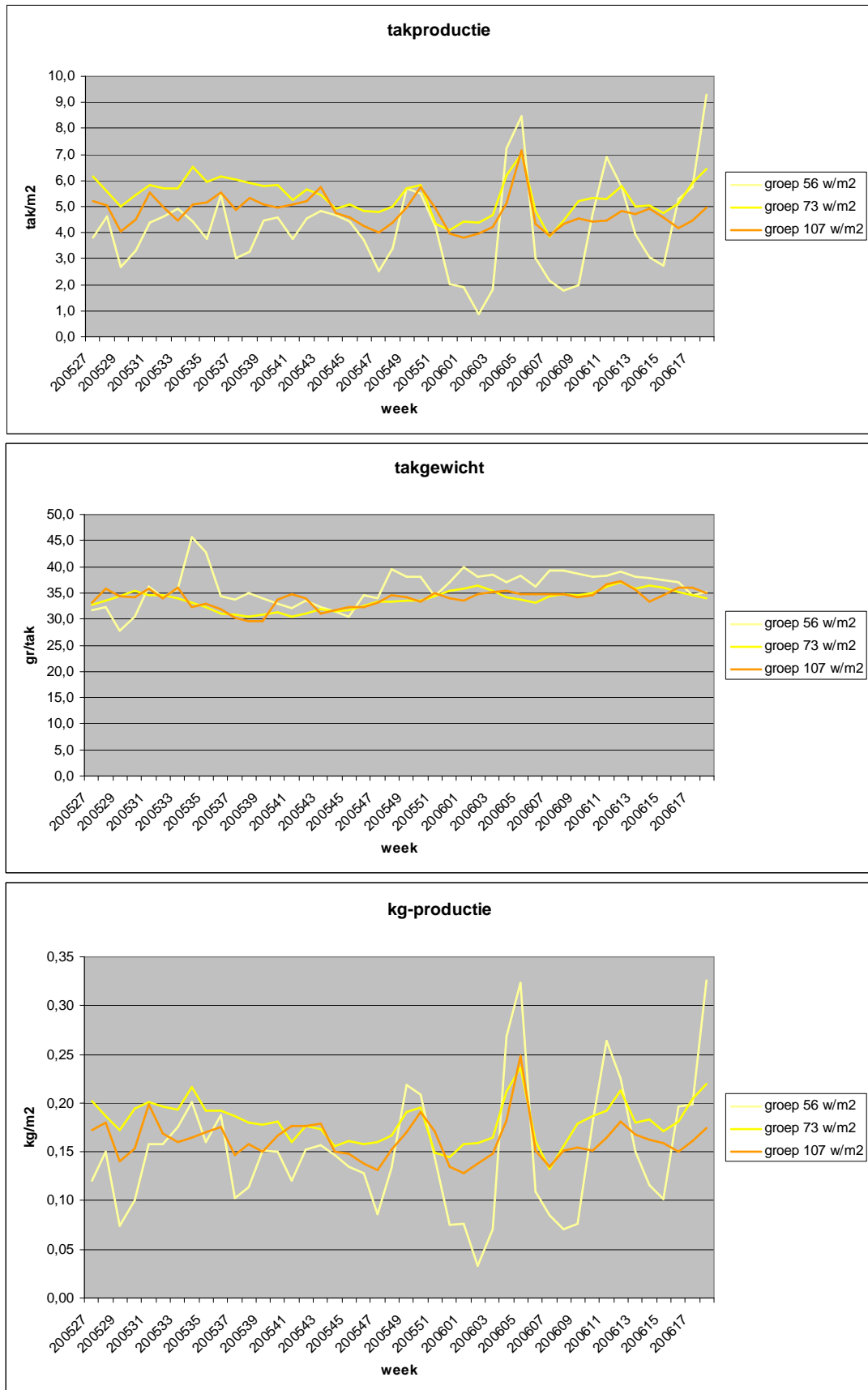
| | 56 W/m ² = 78 μmol /m ² /s | | | 73 W/m ² = 101 μmol /m ² /s | | | 107 W/m ² = 148 μmol /m ² /s | | |
|-----------------|--|--------|-------------------|---|--------|-------------------|--|--------|-------------------|
| | tak/m ² | gr/tak | kg/m ² | tak/m ² | gr/tak | kg/m ² | tak/m ² | gr/tak | kg/m ² |
| kwar 3 | 4,1 | 34,9 | 0,14 | 5,8 | 32,9 | 0,19 | 5,0 | 33,1 | 0,16 |
| kwar 4 | 4,1 | 34,5 | 0,14 | 5,1 | 32,6 | 0,17 | 4,8 | 33,4 | 0,16 |
| kwar 1 | 3,9 | 38,4 | 0,15 | 5,1 | 35,1 | 0,18 | 4,6 | 35,1 | 0,16 |
| w 14-18 | 5,2 | 36,4 | 0,19 | 5,5 | 35,2 | 0,19 | 4,6 | 35,0 | 0,16 |
| 44 weken gemid. | 4,2 | 36,0 | 0,15 | 5,4 | 33,7 | 0,18 | 4,8 | 34,0 | 0,16 |
| Totaal | 183,3 | 35,9 | 6,58 | 236,4 | 33,6 | 7,95 | 210,2 | 33,9 | 7,13 |

Hieruit blijkt de middelste groep met 73 Watt belichting per m² de hoogste tak en kg productie te behalen. De lichtst belichtende groep heeft de grootste taggewichten, maar de laagste aantallen, wat per saldo een lagere kg productie oplevert.

In figuur 2 is het wekelijkse verloop van deze gegevens van takproductie, taggewicht en kg-productie over de hele onderzoeksperiode weergegeven.

Hier valt op dat bij 56 W/m² de productie ongelijkmatiger verloopt. Het lijkt alsof er meer op snede geteeld wordt. Ook hier is te zien dat bij de 73 W/m² groep zowel de tak als de kg productie vrijwel het hele jaar het hoogst is. Het taggewicht is vergelijkbaar met 107 W/m². De minst belichtende groep realiseert vrijwel het hele jaar het hoogste taggewicht.

Hieruit blijkt intensiever belichten niet altijd efficiënter te zijn. Er lijkt een optimum te zijn als gekeken wordt naar tak en kg productie tussen 73 W/m² en 107 W/m². Voor het taggewicht ligt de top dicht bij de 56 W/m². Dit laatste is te verklaren door de lagere aantallen: door minder takken vermindert de concurrentie voor de beschikbare licht en assimilaten en kan iedere tak zwaarder worden. Echter, de totale kg productie blijft achter in deze groep, en is ongewenst.

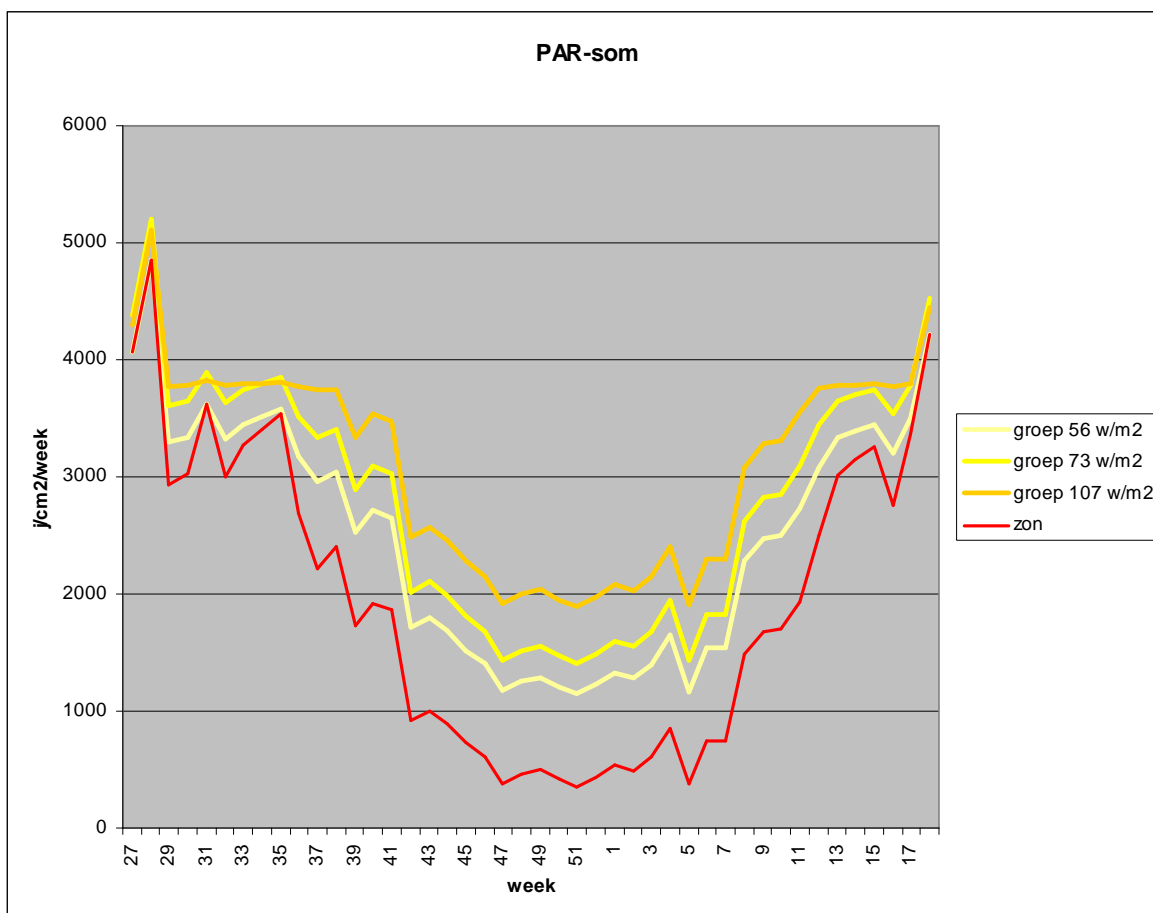


Figuur 2. Verloop van takproductie, takgewicht en kg-productie van drie belichtingsniveaus

4.3 Relatie daglichtsom met tak en kg productie

De ontwikkeling van een roos duurt rond de 6 weken. Alle licht die in deze ontwikkelingsperiode ontvangen wordt, bepaalt het aantal, de lengte en het gewicht van de geoogste rozen.

In figuur 3 is de PAR-som in $J/cm^2/week$ voor de drie groepen belichtende bedrijven weergegeven. Het lampvermogen is voor deze groepen resp. 56, 73 en 107 $Watt/m^2$. De lichtdoorlatendheid van de kassen van deze groepen is resp. 64%, 69% en 68%. Er is bij de berekening van de PAR uitgegaan van 47% PAR van de globale straling en 28% PAR bij de belichting.



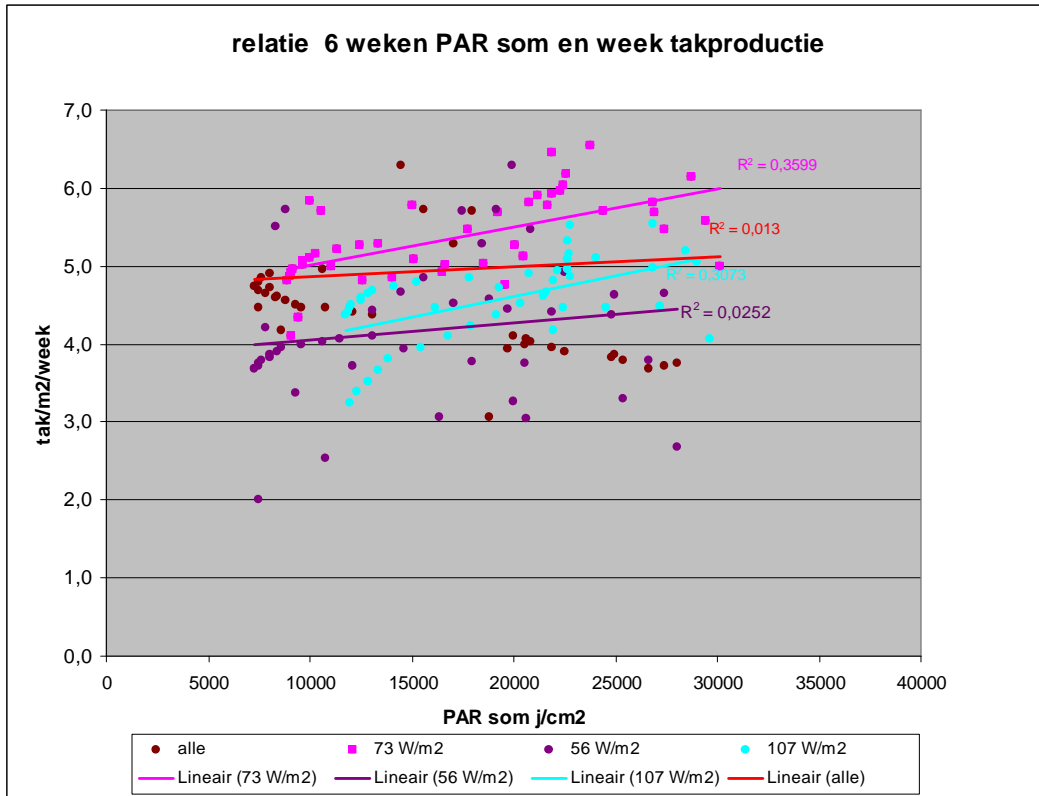
Figuur 3. PAR-som in de kas van zon en belichting van drie groepen

In figuur 4 is voor deze drie groepen de relatie tussen takproductie per week en de PAR-som in de voorliggende zes weken weergegeven.

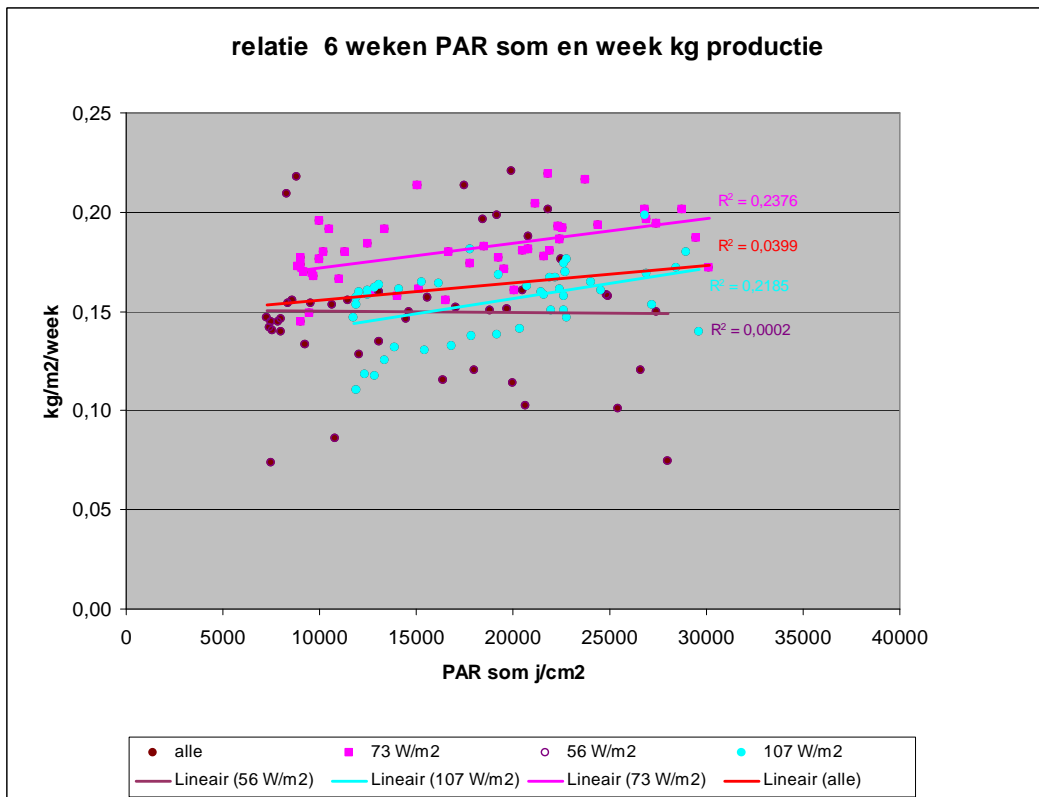
De gegevens zijn verdeeld over de drie belichtingsniveaus. De spreiding tussen de waarnemingen blijkt groot te zijn. De trendlijnen van de verschillende groepen en die van de totale groep geven een lichte toename van de productie aan bij een hogere PAR-som. De 56 W/m^2 groep is daar een uitzondering op. Er blijkt echter gezien de verschillende lage R^2 voor geen van de groepen een significant verband te zijn.

Als we alle gegevens van het hele jaar bekijken blijkt er weinig relatie te liggen tussen de PAR-som en de productie. In de range 10.000 tot 30.000 $J/cm^2/6w$ PAR-som komt dezelfde range van tak en kg-producties voor. De puntenwolk van de middelste groep met 73 W/m^2 ligt het hoogste, daaronder die van 107 W/m^2 en als laagste die van 56 W/m^2 , maar deze beslaat een grotere range. Echter geen van de verbanden is significant, de R^2 is te laag.

In figuur 5 is hetzelfde gedaan voor de kg-productie. De trendlijnen zijn voor de verschillende niveaus nog vlakker. Voor de kg-productie zijn er evenmin significante verbanden met de PAR-som.



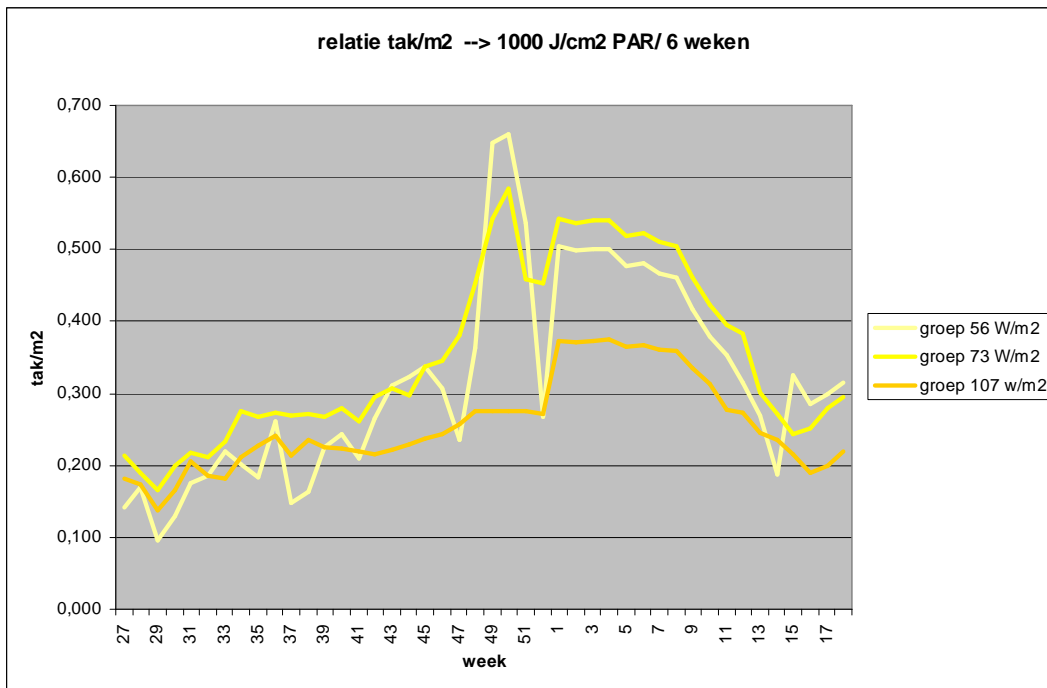
Figuur 4. Relatie PAR-som zon en belichting 6 voorliggende weken met aantal takken.



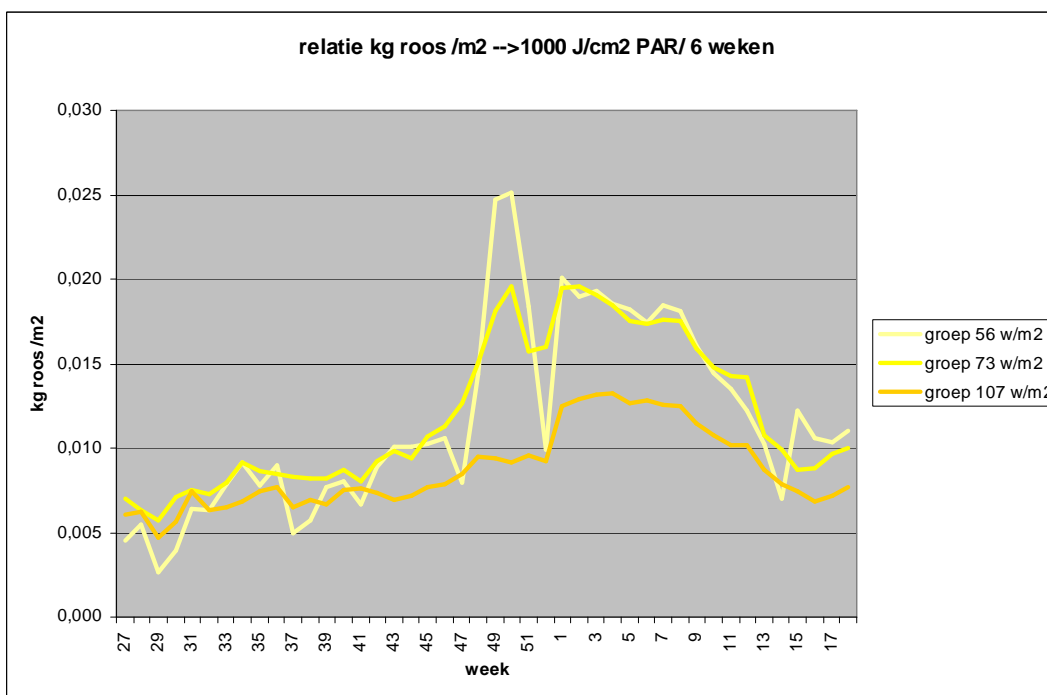
Figuur 5. Relatie PAR-som zon en belichting 6 voorliggende weken met aantal kg roos

4.4 Efficiënte PAR-benutting

Om de efficiëntie van extra licht zichtbaar te maken, is de benutting berekend van 1000 J/cm² extra PAR door de tak en de kg productie in een week te delen door de PAR som van de zes voor de oogst liggende weken en te vermenigvuldigen met 1000. Voor de gecorrigeerde gegevens geeft dit het volgende beeld van de benutting door het jaar heen. In figuur 6 is de relatie met de takproductie en in figuur 7 met de kg-productie weergegeven.



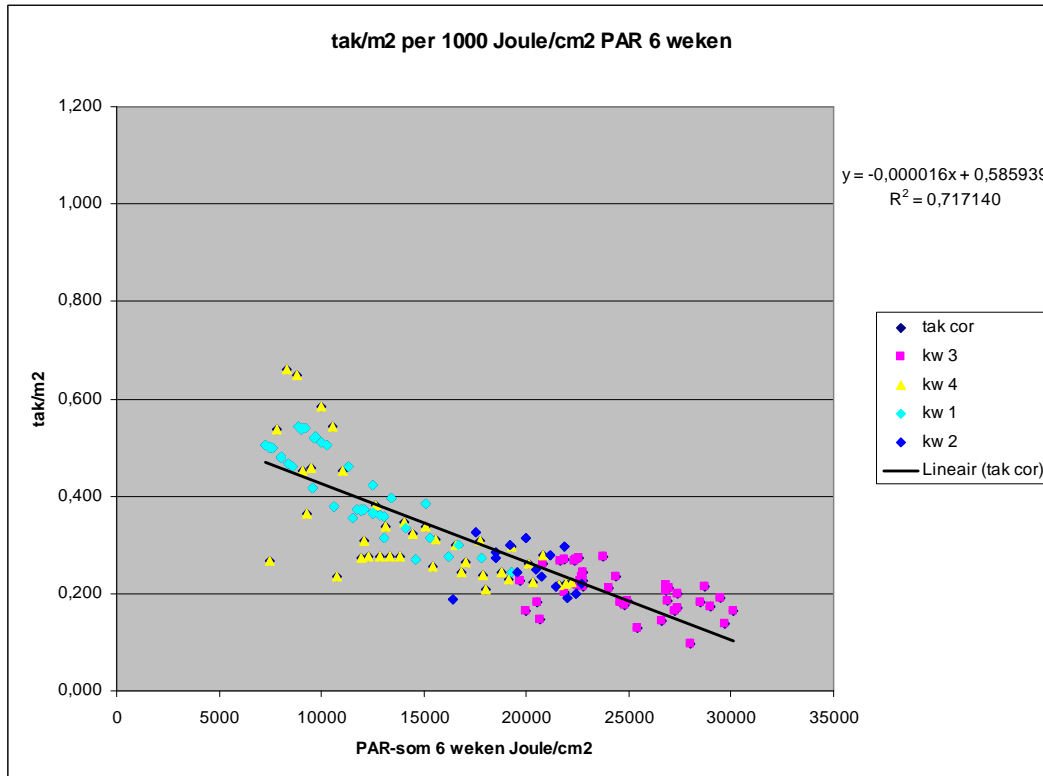
Figuur 6. Relatie van PAR-som (1000 j/cm²/6w) met benutting voor takproductie



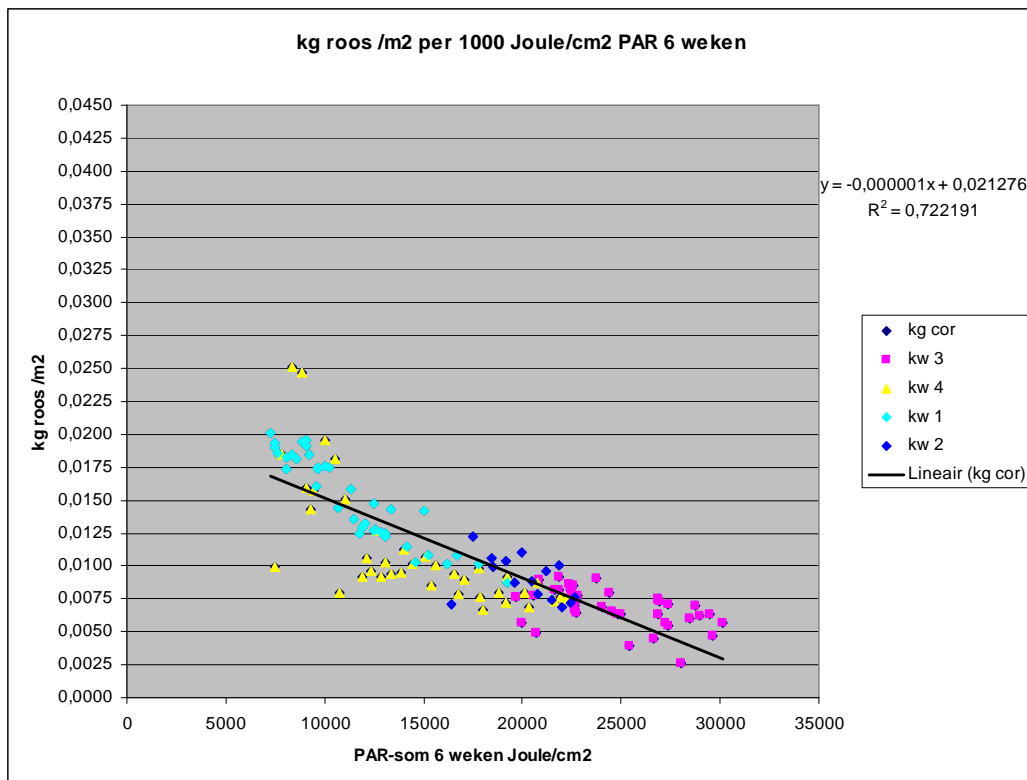
Figuur 7. Relatie van PAR-som (1000 j/cm²/6w) met benutting voor kg-productie

Hieruit blijkt dat in de winter de efficiëntie van de belichting het grootst is. Verder blijkt in grote lijnen de efficiëntie bij de groep met 73 Watt/m² lampvermogen het hoogste te liggen en bij de groep met het hoogste lampvermogen,

107 Watt/m², het laagst. Er is een significant verband tussen de efficiëntie en de PAR-som. Zoals uit figuur 8 en 9 blijkt neemt de efficiëntie af bij toenemende PAR-som. Dit geldt zowel voor de tak als de kg-productie. De efficiëntie van de belichting is het grootst in de winterkwartalen.



Figuur 8. Relatie PAR-som 6 voorliggende weken met effectiviteit takproductie

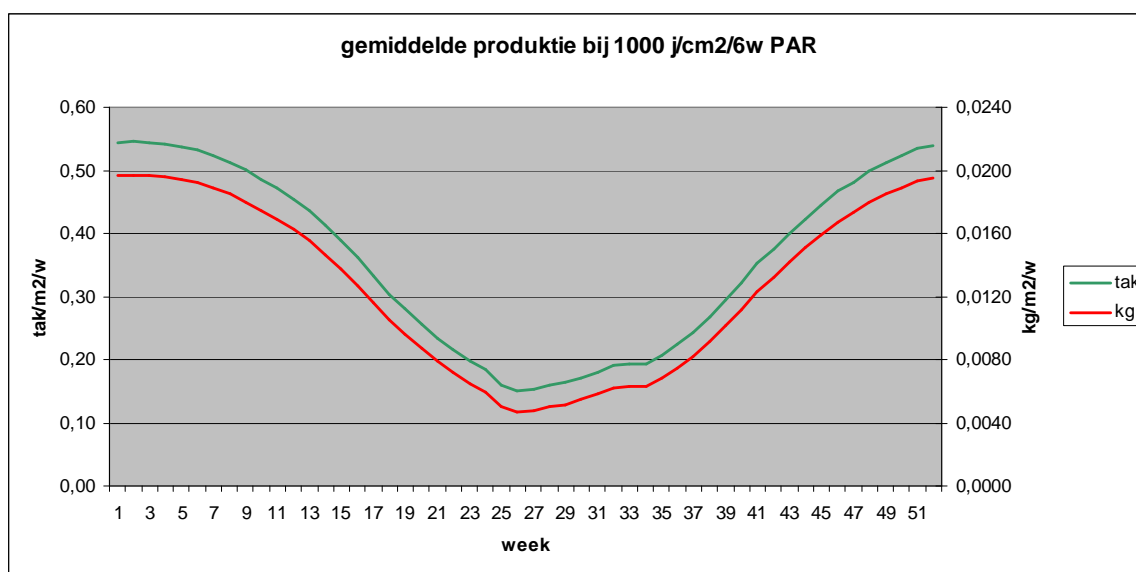


Figuur 9. Relatie PAR-som 6 voorliggende weken met effectiviteit kg-productie

Deze relatie tussen de productie per 1000 J/cm² PAR en gerealiseerde PAR-som tijdens de 6 weken takontwikkeling is vertaald in tabel 11 voor een oplopende reeks PAR-sommen en voor de 13 vierweekse periodes. In figuur 10 is deze relatie voor de verschillende weken in het jaar weergegeven. In bijlage IV is dit overzicht voor de 52 weken weergegeven.

tabel 11. Gemiddelde productie in takken en kg per m² per 1000 j/cm² PAR tijdens de zes weken takontwikkeling en voor de 4 weekse periode op basis van het gemiddeld klimaat in Naaldwijk van 1996 - 2005

| PAR-som J/cm ² /6w | tak/m ² | kg/m ² | gem 96-05 Periode | PAR-som J/cm ² /6w | tak/m ² | kg/m ² |
|----------------------------------|--------------------|-------------------|----------------------|----------------------------------|--------------------|-------------------|
| 2.000 | 0,55 | 0,0197 | W 1-4 | 2.718 | 0,54 | 0,0196 |
| 4.000 | 0,52 | 0,0186 | W 5-8 | 6.441 | 0,48 | 0,0173 |
| 6.000 | 0,49 | 0,0174 | W 9-12 | 11.883 | 0,40 | 0,0140 |
| 8.000 | 0,46 | 0,0163 | W 13-16 | 12.856 | 0,38 | 0,0134 |
| 10.000 | 0,43 | 0,0151 | W 17-20 | 19.728 | 0,27 | 0,0092 |
| 12.000 | 0,40 | 0,0139 | W 21-24 | 24.572 | 0,19 | 0,0063 |
| 14.000 | 0,37 | 0,0128 | W 25-28 | 26.712 | 0,16 | 0,0050 |
| 16.000 | 0,34 | 0,0116 | W 29-32 | 25.224 | 0,18 | 0,0059 |
| 18.000 | 0,31 | 0,0105 | W 33-36 | 23.016 | 0,22 | 0,0072 |
| 20.000 | 0,28 | 0,0093 | W 37-40 | 17.665 | 0,30 | 0,0105 |
| 22.000 | 0,25 | 0,0081 | W 41-44 | 11.217 | 0,41 | 0,0144 |
| 24.000 | 0,22 | 0,0070 | W 45-48 | 6.285 | 0,49 | 0,0174 |
| 26.000 | 0,19 | 0,0058 | W 49-52 | 3.235 | 0,53 | 0,0193 |



Figuur 10. Relatie gemiddelde tak en kg-productie per 1000 J/cm² PAR-som in de 6 voorliggende weken

De benutting van 1000 J/cm² PAR is in de zomer nog geen derde deel van het effect in de winter.

Het is nu onder andere een economische afweging wanneer er gestopt of begonnen moet worden met belichten. Om met belichting 1000 J/cm² PAR te realiseren is er, bij een verondersteld PAR-rendement van de lamp van 28%, een elektriciteit gebruik nodig van 9,9 kWh, (1000 J/cm² /28% /0,36*0,001 = 9,9 kWh/m²). Wordt deze stroom aangekocht, dan kost dat volgen KWIN 2008 € 0,07 per kWh (Vermeulen, 2008), dus ruwweg € 0,70 per extra kJoule/cm² PAR. Dit moet goed gemaakt worden door verkoop van de extra takproductie. In tabel 12 zijn de aanvoerprijzen van de afgelopen jaren voor Passion opgenomen. Met uitzondering van rondom Valentijnsdag is de prijs per tak altijd lager dan de kosten van 1 kJoule/cm² meer PAR via belichting. Dit betekent dat er bijna het hele jaar meer dan 1 tak extra zou moeten worden aangemaakt met de extra kJ/cm² PAR. Kijkend naar tabel 11 en figuur 10 blijkt dit nooit het geval te zijn. De extra takproductie van 1 kJ/cm² extra PAR ligt tussen 0,2 en 0,5 tak/m².

tabel 12. Aanvoerprijzen Passion veiling FloraHolland in €/ct/tak

| Periode | 2005 | 2006 | 2007 | 2005-2007 |
|---------|-------|-------|-------|-----------------|
| | prijs | prijs | prijs | Gew. gem. prijs |
| 1 | 43 | 38 | 47 | 42 |
| 2 | 73 | 90 | 93 | 86 |
| 3 | 33 | 35 | 42 | 37 |
| 4 | 22 | 21 | 23 | 22 |
| 5 | 35 | 38 | 39 | 37 |
| 6 | 22 | 32 | 28 | 27 |
| 7 | 18 | 22 | 26 | 22 |
| 8 | 22 | 26 | 18 | 22 |
| 9 | 23 | 34 | 29 | 29 |
| 10 | 30 | 30 | 30 | 30 |
| 11 | 32 | 39 | 34 | 35 |
| 12 | 33 | 37 | 34 | 35 |
| 13 | 48 | 52 | 46 | 49 |
| jaar | 33 | 38 | 38 | 36 |

Deze berekening kan verder worden verfijnd, omdat door de warmte van de lampen bespaard kan worden op de verwarming. Als vrijwel alle lamplicht uiteindelijk als warmte in de kas komt is dit vergelijkbaar met circa 1 m³ aardgas. (9,9 kWh * 3,6 MJ/kWh / 31,65 MJ/m³ gas). Bij voldoende warmtevraag in de winter komen de belichtingskosten van 1 kJoule extra PAR / m² via het net bij een gasprijs van € 0,27 op € 0,43.

Wordt de elektriciteit van de belichting via de WKK aangemaakt dan is 2,8 m³ aardgas nodig om 1 kJ/cm² PAR met belichting te realiseren (9,9 kWh*3,6 MJ/kWh / 31,65 MJ/m³ gas/ 40% el. rend. WKK). Bij deze productie van stroom met een WKK komt voor 1,41 m³ aardgas warmte vrij, waarmee bespaard kan worden op verwarmingskosten. In de winter is de benutting van deze warmte beter en de besparing dus groter dan in de zomer. Daarnaast bepaalt het belichtingsniveau de hoeveelheid warmte die het gewas nog vraagt nadat de lampwarmte benut is. In tabel 13 is dat weergegeven.

Zonder belichting kan met een WKK van 0,6 en 0,65 mWe per ha van week 37 tot en met week 16 een groot deel van de warmtevraag gedekt worden. De WKK warmte kan voor 80 % benut worden. Bij 6000 lux belichting geeft deze WKK het hele jaar een warmteoverschot. De WKK warmte wordt voor 55 % benut. Bij hogere lichtniveaus neemt dit overschot alleen maar toe, de warmtebenutting daalt naar 30% bij 73 W/m² en 11% bij 107 W/m². De grootte van de WKK, met bijhorende thermische rendement, bepaalt met het belichtingsniveau het warmteoverschot.

tabel 13. Warmtevraag rozen gewas bij verschillende belichtingsniveaus (0, 56, 73 en 107 W/m²) in m³ a.e./m² en met de warmteproductie van een WKK (kolom 2 en 3) met een vermogen van 0.6 en 0,65 mWe /ha

| W/m ² Periode | Warmteproductie WKK | | Warmtevraag | | | |
|-----------------------------|---------------------|------|-------------|------|------|-----|
| | 60 | 65 | 0 | 56 | 73 | 107 |
| 1 | 4,1 | 4,4 | 6,6 | 3,5 | 2,2 | 0,7 |
| 2 | 4,1 | 4,4 | 6,5 | 3,4 | 2,2 | 0,8 |
| 3 | 4,1 | 4,4 | 5,8 | 2,9 | 2,0 | 0,6 |
| 4 | 3,7 | 3,9 | 4,0 | 1,8 | 1,1 | 0,3 |
| 5 | 3,0 | 3,1 | 2,2 | 0,5 | 0,2 | 0,0 |
| 6 | 1,1 | 1,2 | 1,2 | 0,6 | 0,5 | 0,5 |
| 7 | 1,2 | 1,2 | 0,9 | 0,3 | 0,3 | 0,3 |
| 8 | 1,2 | 1,3 | 0,6 | 0,2 | 0,2 | 0,2 |
| 9 | 1,6 | 1,7 | 0,7 | 0,2 | 0,2 | 0,2 |
| 10 | 3,7 | 4,0 | 2,0 | 0,1 | 0,0 | 0,0 |
| 11 | 4,1 | 4,4 | 4,1 | 1,3 | 0,5 | 0,2 |
| 12 | 4,1 | 4,4 | 6,4 | 3,4 | 2,2 | 0,6 |
| 13 | 4,3 | 4,5 | 7,0 | 3,9 | 2,6 | 0,8 |
| jaar | 40,5 | 42,9 | 48,0 | 22,4 | 14,4 | 5,0 |

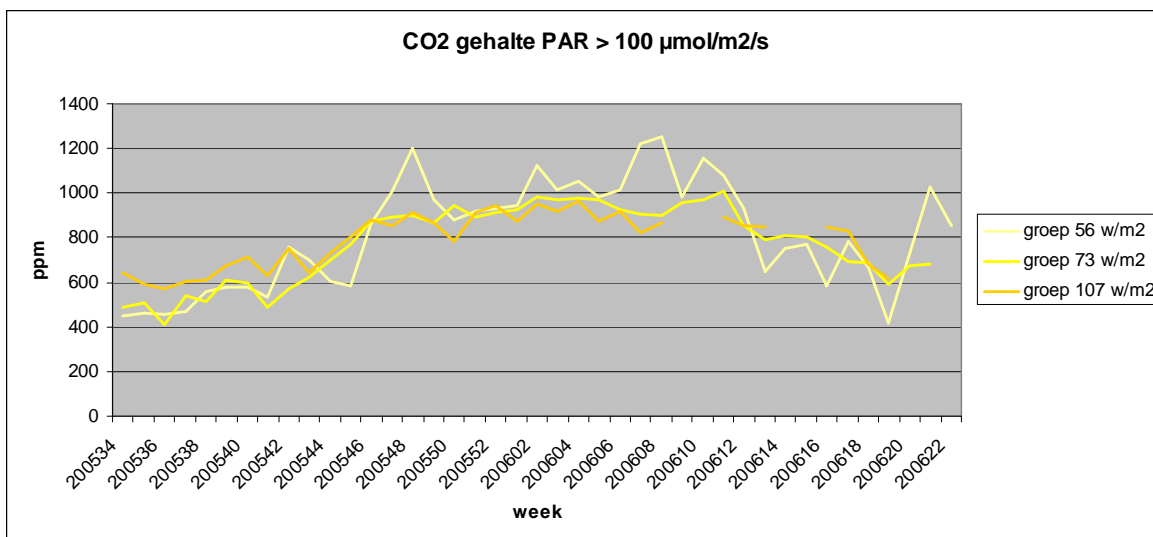
De combinatie takprijs, extra productie belichting in relatie tot PAR-som en de benutting van de WKK warmte bepalen samen het moment waarop het nog rendabel is extra te belichten. Het aandeel van de WKK in de elektriciteitsproductie en de warmtebuffercapaciteit zijn weer van invloed op de benutting van de WKK warmte.

Als we als voorbeeld zeggen dat de minimale extra productie van 0,35 tak per 1000 joule extra PAR moet zijn, dan zal in de periode week 17 – 40 niet meer belicht hoeven worden. Dit vertaald naar een belichtingsstrategie, dan blijkt uit bijlage V dat de PAR-som in week 17 15.854 J/cm²/6w is en in week 41 14.630 J/cm²/6w; dit betekent een PAR van resp. 377 en 348 J/cm²/dag. Bij een PAR rendement van 47 % van de zon en een lichtdoorlatendheid van 70% komt dat neer op een stralingssom van 1180 en 1090 J/cm²/dag waar boven belichten niet meer rendabel is. Een andere keuze van extra takproductie geeft een andere stralingssom waarboven niet meer belicht hoeft te worden.

4.5 Invloed CO₂

De vraag rijst, in hoeverre de relatie tussen de PAR-som en de productie zoals gepresenteerd in figuur 2 beïnvloed wordt door de heersende CO₂ gehalten in de kas. De behoefte om warmte via ventilatie af te voeren bij de groep van de 107 W/m² belichters kan voor lagere CO₂ gehalten in de kas zorgen. Dit kan een verklaring zijn van de relatief lagere producties.

Figuur 11 toont het gemiddelde CO₂ gehalte verloop per week in ppm tijdens de lichtperiode (bij lichtniveaus in de kas boven de 100 µmol PAR/ m²s). Hieruit is te zien, dat de verhoogde ventilatiebehoefte bij de 107 W/m² belichters in de winterperiode inderdaad leidt tot lagere CO₂ concentraties in de kas ten opzicht van de minder belichtende collega's. In de zomerperiode is de situatie omgekeerd: de 107 groep bereikt hogere niveaus in de kas. In tabel 14 is voor de vier kwartalen het gemiddelde CO₂ gehalte in de kas weergegeven voor de drie groepen.



Figuur 11. CO₂ gehalte van drie groepen op de momenten dat de PAR > 100 µmol /m²/s is.

Op jaarbasis is het verschil tussen de 3 groepen nog geen 60 ppm. Effectief heeft alleen het eerste kwartaal de groep met de hoogste belichting een lager CO₂ gehalte gehad. Om het CO₂ effect te berekenen kunnen twee regels gebruikt worden:

- De vuistregel uit de groenteteelt dat een verhoging van 100 ppm 3-4 % meer vergewicht geeft
- de gegevens uit het onderzoek van de Hoog uit 2000 waaruit bleek dat bij Indian Femma bij een belichtingsniveau van 7100 lux bij een jaargemiddelde van 609 ppm 9,2 kg/m² produceerde en bij een 931 ppm 9,7 kg/m² of wel 0,5 kg op een verschil van 322 ppm. Dit is 1,7 % per 100 ppm.

tabel 14. CO₂ gehalte per kwartaal van drie groepen op de momenten dat de PAR > 100 µmol /m²/s is

| Watt/m ² | 56 | 73 | 107 |
|---------------------|------|-----|-----|
| Kwartaal 3 | 495 | 512 | 617 |
| Kwartaal 4 | 809 | 771 | 801 |
| Kwartaal 1 | 1031 | 935 | 890 |
| Week 14-18 | 712 | 751 | 786 |
| 44 weken | 909 | 850 | 851 |

Het verschil tussen de 73 en 107 W/m² groep, zoals uit tabel 10 blijkt, is voor de 44 weken waarin de gegevens bekend zijn 0,8 kg/m² ten nadele van de hoogste belichting. Dit is 10 % minder productie. Op basis van de

vuistregel mag bij 60 ppm minder circa 2 % minder productie verwacht worden en op basis van minder PAR circa 1%. Het productieverval is het vijf tot tienvoudige van wat uit bovenstaande regels te verwachten valt.

Dat de plant niet in staat is om het aangeboden extra licht om te zetten in extra productie, kan betekenen dat andere factoren dan de CO₂ limiterend zijn voor de productie. Uit onderzoek door Dieleman et al. (2007) bleek dat de plant even efficiënt kan omgaan met het aangeboden licht gedurende het etmaal, behalve in situaties waarin een hele hoge instraling gepaard ging met een sterke verhoging van de temperatuur en een verlaging van de luchtvochtigheid: in zulke omstandigheden werd een tijdelijke afname van de fotosynthese waargenomen. Uit verschillend onderzoek is het inderdaad bekend dat een (continu) lage luchtvochtigheid een negatieve invloed heeft op de uitloop van jonge scheuten en op de productie. Hoe groot deze invloed is, is weer afhankelijk van de cultivar en moeilijk te kwantificeren. Voor overige klimaatfactoren en gewashandelingen geldt ook dat ze mogelijk bijdragen aan de lagere benutting van het licht in de groep van de zwaardere belichters.

4.6 Energiegebruik

In tabel 15 zijn de energiegebruiken voor zes varianten belichten weergegeven en in tabel 16 de energiekosten. Twee verschillende regimes van belichten met variatie in het zonlicht niveau waarbij de belichting uitgezet wordt en drie niveau van lampvermogen. Er is een WKK van 0,6 MWe/ha voor belichting en verwarming. Het gaat om de volgende varianten:

week 41-16 belichting uit boven 500 W/m² zon, week 17-20 en 37-40 400 W/m², week 21-36 150 W/m²

- 1 Lampen 56 W/m², 78 μmol /m²/s, 6.100 lux
- 2 Lampen 73 W/m², 101 μmol /m²/s, 8.000 lux
- 3 Lampen 107 W/m², 148 μmol /m²/s, 11.800 lux

week 41-16 belichting uit boven 500 W/m² zon, week 17-20 en 37-40 300 W/m², week 21-36 0 W/m²

- 4 Lampen 56 W/m², 78 μmol /m²/s, 6.100 lux
- 5 Lampen 73 W/m², 101 μmol /m²/s, 8.000 lux
- 6 Lampen 107 W/m², 148 μmol /m²/s, 11.800 lux

tabel 15. Energiegebruiken belichtingsvarianten, bij WKK 0,6 MWe/ha.

| Variant | | 1 | 4 | 2 | 5 | 3 | 6 |
|--------------------------------------|--------------------------------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|
| Lamp vermogen | W/m² | 56 | 56 | 73 | 73 | 107 | 107 |
| | μmol /m²/s | 78 | 78 | 101 | 101 | 148 | 148 |
| Uren belichten | uren/Jaar | 5751 | 4919 | 5751 | 4919 | 5751 | 4919 |
| Gas WKK | m ³ /m ² /jaar | 92,9 | 79,5 | 92,9 | 79,5 | 92,9 | 79,4 |
| Gas Ketel | m ³ /m ² /jaar | 8,9 | 12 | 8,9 | 12 | 8,8 | 12 |
| Gas totaal | m ³ /m ² /jaar | 101,8 | 91,5 | 101,7 | 91,5 | 101,7 | 91,5 |
| Elektriciteitsbehoefte belichting | kWh/m ² /jaar | 322 | 275 | 420 | 359 | 615 | 526 |
| Aankoop elektriciteit | kWh/m ² /jaar | 0 | 0 | 75 | 64 | 270 | 231 |
| Verkoop elektriciteit | kWh/m ² /jaar | 23 | 20 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Netto energiegebruik excl opwekking | MJ/m ² /jaar | 3139 | 2824 | 3492 | 3126 | 4191 | 3724 |
| | | 100% | 90% | 111% | 100% | 134% | 119% |
| Netto Energiegebruik incl opwekking. | MJ/m ² /jaar | 3025 | 2725 | 3865 | 3445 | 5533 | 4873 |
| | | 100% | 90% | 128% | 114% | 183% | 161% |
| Productie | tak/m ² /jaar | 223,6 | 222,7 | 286,8 | 285,6 | 250,8 | 249,0 |
| Energie-input | MJ/tak | 13,5 | 12,2 | 13,5 | 12,1 | 22,1 | 19,6 |

Ten opzichte van 56 W/m², circa 6.100 lux, gebruikt 8.000 lux 11 % meer energie en 11.800 lux 34 %. Rekenen we daar de opwekking van de aangekochte elektriciteit bij dan wordt er resp. 28 en 83% meer energie gebruikt. Het kortere belichtingsregime van varianten 4 – 6 met 4919 uren belichten in plaats van 5751 uur geeft circa 10 % energiebesparing.

De energiebesparingen zijn weer terug te vinden in de energie-input per tak. Echter hoe hoger de belichtingsintensiteit is, hoe hoger de energie-input per tak is. Minder uren belichten per jaar geeft weer een lagere input per tak.

4.7 Gevoeligheid gasprijs

In tabel 16 is de berekening weergegeven van de kosten van het opwekken van 1000 J/cm² PAR, zoals in paragraaf 4.4 al is uitgelegd. Dit is gedaan voor de situatie waar de elektriciteit van het net gebruikt wordt en voor de elektriciteit die met een WKK opgewekt wordt.

tabel 16. Opwekkingskosten 1000 J/cm² PAR met belichting

| | aankoop elektriciteit | elektriciteit WKK | |
|--|-----------------------|-------------------|--------------------------|
| Elektriciteitsprijs | 0,07 | | €/kWh |
| Commodityprijs aardgas en energiebelasting | 0,27 | 0,25 | €/m ³ a.e |
| PAR | 1000 | 1000 | J/cm ² |
| aandeel PAR | 28% | 28% | |
| Elektriciteit gebruik | 9,92 | 9,92 | kWh |
| Elektrisch rendement WKK | | 40% | |
| Thermisch rendement | | 50% | |
| Gasgebruik WKK | | 2,82 | m ³ aardgas |
| Kosten elektriciteit | 0,69 | | €/kJ/cm ² PAR |
| Gaskosten | | 0,71 | €/kJ/cm ² PAR |
| Afschrijving en onderhoud WKK | | 0,02 | €/kWh |
| Idem | | 0,20 | €/kJ/cm ² PAR |
| Gaskosten afschr en onderhoud | | 0,90 | €/kJ/cm ² PAR |
| Warmtedeel licht | 90% | 90% | |
| Warmtedeel licht | 1,01 | 1,01 | m ³ |
| Warmteproductie WKK | | 1,41 | m ³ |
| Maximale besparing warmtekosten | 0,27 | 0,61 | €/kJ/cm ² PAR |
| Minimale energie kosten | 0,42 | 0,10 | €/kJ/cm ² PAR |
| Minimale energie afschr. En onderhoudskosten | | 0,30 | €/kJ/cm ² PAR |

Rekening houdend met de vaste kosten van de WKK is het verschil tussen de prijs van aangekochte elektriciteit en die van de WKK 10 ct ten gunste van de WKK als de warmte volledig benut kan worden. Als de warmte niet benut kan worden kost het met WKK € 0,21 meer.

In tabel 17 is dat gedaan voor een commodity van 20, 30 en 40 ct. Hierin zijn de minimale kosten berekend in de situatie waarbij de warmte van de lampen en de door de WKK opgewekte warmte volledig wordt benut. Dit zal het geval zijn hartje winter. Verder zijn de maximale kosten berekend voor de situatie dat de warmte van de lampen en de WKK helemaal niet benut kan worden. In tabel 18 is de berekening van de vaste kosten van een WKK uitgewerkt. Deze moeten bij de kosten worden opgeteld. De kosten van de lampen zelf moeten ook in de berekening worden meegenomen.

tabel 17. Kosten belichting per 1000 J/cm² PAR (met en zonder aftrek van besparing op stookkosten)

| | aankoop elektriciteit | elektriciteit WKK | |
|--------------------------------------|-----------------------|-------------------|----------------------|
| Minimale energie kosten | | | |
| Gas 20 ct | 0,49 | 0,08 | €/kJ/cm ² |
| Gas 30 ct | 0,39 | 0,12 | €/kJ/cm ² |
| Gas 40 ct | 0,29 | 0,16 | €/kJ/cm ² |
| Maximale energie kosten | | | |
| Gas 20 ct | 0,69 | 0,56 | €/kJ/cm ² |
| Gas 30 ct | 0,69 | 0,85 | €/kJ/cm ² |
| Gas 40 ct | 0,69 | 1,13 | €/kJ/cm ² |
| Afschrijving, rente en onderhoud WKK | | 0,20 | €/kJ/cm ² |

De invloed van de gaskosten zijn duidelijk. Stijging of daling heeft direct effect op de belichtingskosten.

Uit tabel 16 en 17 blijkt duidelijk dat in de zomermaanden als de WKK en lamp warmte nauwelijks benut kan worden extra PAR met belichting duur is. De extra takproductie ligt voor 1000 J/cm² PAR hartje zomer op 0,16 –0,27

tak/m². Bij een takprijs van € 0,22 - € 0,37 is dat een extra omzet van 3,5 tot 10 cent. Hiermee worden de energiekosten niet goed gemaakt.

In de periode november februari is de extra omzet van 1000 J/cm² PAR 0,48 tot 0,54 tak en € 0,35 tot € 0,86 per tak € 0,19 - € 0,41. Bij lage gasprijzen worden de energie en WKK kosten goed gemaakt, als de warmte benut kan worden. Zonder een goede warmtebenutting geeft dit problemen.

tabel 18. Vaste kosten WKK 1 MW elektrisch

| | | |
|-------------------------|--------|-------|
| vaste kosten WKK 1 Mwel | | |
| Investing | 440000 | € |
| afschrijving per jaar | 10% | |
| afschrijving per jaar | 44000 | € |
| gemid. Rente | 13200 | € |
| Draaiuren | 4400 | h/j |
| Kosten per MWh | 13 | €/MWh |
| Onderhoud | 7 | €/MWh |
| Totaal | 20 | €/MWh |

In deze berekeningen is nog geen rekening gehouden met de kosten voor CO₂. Minder gebruik van de WKK geeft een lagere CO₂ productie.

4.8 Productieverlies versus energiekosten

De besparing op energie resulteert ook in een besparing op de energiekosten. Deze staan tegenover de vermindering van de productie door het mindere aantal uren belichten. Dit kost omzet. De vraag is of dit tegen elkaar opweegt.

Op energiekosten wordt, zoals uit tabel 19 blijkt, door minder te belichten € 2,30 tot € 5,25 bespaard per m². Voor de berekening van de omzet daling kunnen twee werkwijzen worden vergeleken:

- Op basis van de takprijs in de periode dat minder belicht wordt berekenen hoeveel de takken er maximaal minder geproduceerd mogen worden om de energiekosten besparing niet te overschrijden
- Op basis van de minder belichte hoeveelheid PAR berekenen wat de productievermindering is.

Op basis van een gemiddelde takprijs van € 0,25 in de zomerperiode mag de productie daling niet groter dan 9 -21 tak/m² zijn. Een hogere takprijs bij gelijke energiekosten laat een kleinere productiedaling toe.

Op basis van de mindere hoeveelheid PAR ziet de berekening er als volgt uit:

De 832 uur minder belichten in de zomer leidt voor 56 W/m² tot 4696 J/cm² minder PAR (832 uur * 56 W/m² * 3600 J/Wh * 0,0001 m²/cm² * 28% PAR). Voor 73 W/m² en 107 W/m² is dat resp. 6122 en 8974 J/cm² minder PAR. In week 17 – 40 levert 1000 J/cm² extra PAR gemiddeld 0,2 tak extra op. Dit betekent dus resp. 0,9, 1,2 en 1,8 tak minder per m² door korter te belichten. De prijs varieert in deze periode tussen € 0,22 en € 0,37. Bij deze prijzen weegt de energiekostenbesparing meer dan voldoende op tegen de omzetzdaling.

tabel 19. Directe energiekosten belichtingsvarianten, bij WKK 0,6 MWe/ha

| Variant | | 1 | 4 | 2 | 5 | 3 | 6 |
|---|------------------------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|
| Lamp vermogen | W/m² | 56 | 56 | 73 | 73 | 107 | 107 |
| | µmol /m²/s | 78 | 78 | 101 | 101 | 148 | 148 |
| Uren belichten | uren/Jaar | 5751 | 4919 | 5751 | 4919 | 5751 | 4919 |
| Gas WKK commodity 25 ct/ m ³ | €/m ² /jaar | 23,23 | 19,88 | 23,23 | 19,88 | 23,23 | 19,85 |
| Gas Ketel commodity en energiebelasting 27 ct /m ³ | €/m ² /jaar | 2,40 | 3,24 | 2,40 | 3,24 | 2,38 | 3,24 |
| Gaskosten totaal | €/m ² /jaar | 25,63 | 23,12 | 25,63 | 23,12 | 25,60 | 23,09 |
| Aankoop elektriciteit 7 ct/kWh | €/m ² /jaar | 0 | 0 | 5,25 | 4,48 | 18,9 | 16,17 |
| Verkoop elektriciteit 7 ct /kWh | €/m ² /jaar | -1,61 | -1,4 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Netto energiekosten | €/m ² /jaar | 24,02 | 21,72 | 30,88 | 27,60 | 44,50 | 39,26 |
| | | 100% | 90% | 129% | 115% | 185% | 163% |

4.9 Directe kosten

In tabel 20 zijn voor de 6 varianten de directe kosten opgenomen. In bijlage VI staan de saldobegrotingen opgenomen.

Uit deze gegevens blijkt dat een hogere belichtingsintensiteit tot hogere directe kosten per tak leidt en vermindering van het aantal uren belichting weer lagere directe kosten per tak geeft.

De commodity-prijs van het aardgas heeft een sterke invloed op de directe kosten per tak. Een verhoging of verlaging van de commodity met 5 cent scheelt tussen de 1,6 en 2,3 cent per tak. In tabel 17 zijn de effecten op de energie en directe kosten weergegeven voor een commodity van € 0,25, € 0,20 en € 0,40.

tabel 20. Directe kosten belichtingsvarianten, bij WKK 0,6 MWe/ha:

| Variant | | 1 | 4 | 2 | 5 | 3 | 6 |
|-----------------------------|------------------------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|
| Lamp vermogen | W/m² | 56 | 56 | 73 | 73 | 107 | 107 |
| | µmol /m²/s | 78 | 78 | 101 | 101 | 148 | 148 |
| Uren belichten | uren/Jaar | 5751 | 4919 | 5751 | 4919 | 5751 | 4919 |
| Productie | takken/m ² | 223,6 | 222,7 | 286,8 | 285,6 | 250,8 | 249,0 |
| Plantkosten incl steenwol | €/m ² | 3,97 | 3,97 | 3,97 | 3,97 | 3,97 | 3,97 |
| Netto Energiekosten | €/m ² | 25,22 | 22,92 | 32,05 | 28,78 | 45,70 | 40,49 |
| Afzetkosten | €/m ² | 6,23 | 6,22 | 7,90 | 7,87 | 6,99 | 6,96 |
| overige teeltkosten | €/m ² | 5,66 | 5,66 | 5,71 | 5,71 | 5,68 | 5,68 |
| Arbeid | €/m ² | 19,73 | 19,65 | 24,23 | 24,15 | 21,75 | 21,45 |
| Directe kosten | €/m ² | 60,82 | 58,42 | 73,86 | 70,48 | 84,11 | 78,55 |
| Directe kosten per tak | €/tak | 0,272 | 0,262 | 0,257 | 0,247 | 0,335 | 0,315 |
| Netto Energiekosten per tak | €/tak | 0,113 | 0,103 | 0,112 | 0,101 | 0,182 | 0,163 |
| commodity 20 ct | | | | | | | |
| Netto Energiekosten | €/m ² | 20,13 | 18,34 | 26,97 | 24,21 | 40,62 | 35,91 |
| Directe kosten | €/m ² | 55,73 | 53,84 | 68,77 | 65,91 | 79,02 | 73,97 |
| Directe kosten per tak | €/tak | 0,249 | 0,242 | 0,240 | 0,231 | 0,315 | 0,297 |
| Netto Energiekosten per tak | €/tak | 0,090 | 0,082 | 0,094 | 0,085 | 0,162 | 0,144 |
| commodity 40 ct | | | | | | | |
| Netto Energiekosten | €/m ² | 40,49 | 36,64 | 47,31 | 42,50 | 60,96 | 54,20 |
| Directe kosten | €/m ² | 76,09 | 72,14 | 89,11 | 84,20 | 99,36 | 92,27 |
| Directe kosten per tak | €/tak | 0,340 | 0,324 | 0,311 | 0,295 | 0,396 | 0,371 |
| Netto Energiekosten per tak | €/tak | 0,181 | 0,165 | 0,165 | 0,149 | 0,243 | 0,218 |

In alle doorgerekende opties heeft de middelste groep 73 W/m² met korter belichten de laagste energie en directe kosten per tak. Hogere gasprijzen maakt deze optie gunstiger, bij dalende gasprijzen neemt het verschil af.

4.10 Conclusie

Uitgaande van een uitlooptijd van circa 6 weken voor een roos is er een hele zwakke relatie te vinden tussen de totale PAR-som gedurende deze 6 weken en de productie in takken of kg. Er zijn er veel mogelijke oorzaken voor de waargenomen lage correlatie: allereerst kunnen teelthandelingen zoals kniphogte (Baas et al., 2005) en inbuigmethode (De Hoog, 1998) aanzienlijke verschillen in ontwikkelsnelheid en in productie en kwaliteit teweeg brengen. Het wel of niet op onderstam telen kan ook de productie beïnvloeden. Deze invloeden zijn niet gekwantificeerd in het onderzoek. Een andere mogelijke, meetbare oorzaak kan liggen in de lagere CO₂ gehalten die het gevolg zijn van de hogere afluchttingsbehoefte die gepaard gaat met een hogere belichting. De verschillen in CO₂ waardes kunnen echter slechts een tiende van de waargenomen verschillen verklaren.

Kijken we naar de benutting van de hoeveelheid PAR, dan is er wel een duidelijk verband te vinden. Hoe groter de PAR-som tijdens de ontwikkeling van de tak, hoe lager het aantal takken per 1000 j/cm² PAR is. In de zomer is bij Passion de extra tak productie als gevolg van 1000 j/cm² extra PAR slechts 1/3 van die in de winter.

In de zomer, ruwweg tussen week 17 en 40 (mei t/m september), weegt de grotere omzet door de extra productie niet meer op tegen de productie of aankoop kosten van elektriciteit. Bij hogere gasprijzen en gelijk blijvende of lagere takprijzen wordt deze periode langer, bij lagere gasprijzen en hogere takprijzen korter.

De beschreven rekenwijze voor de benutting van licht is door tuinders, die een goede registratie van de productie en het aantal belichtingsuren hebben, goed uit te voeren. Dit kan samen met de takprijs een goede indicatie geven om wel of niet langer te belichten.

Uit de doorrekening van de gegevens van het Praktijknetwerk Roos Energie lijkt het erop dat belichten met 12.000 lux door het optimum heen is: bij de doorgerekende soort (Passion) is het economisch gezien beter om met lagere lichtniveaus te belichten (bij de gehanteerde gas- en elektraprijzen van het niveau december 2008).

Stijging van de gas en elektriciteitskosten maakt belichten met hoge intensiteiten en in de zomermaanden minder interessant bij gelijkblijvende verkoopprijzen. De extra belichtingskosten worden nauwelijks goed gemaakt.

5 Eenjarige ministruiken in hoge plantdichtheid

In onderzoek van Eveleens et al., 2002 zijn 4 cultivars geteeld met een beperkter ingebogen bladpakket in een hoge plantdichtheid. Dit met als doel de investeringen gemaakt in een geautomatiseerde rozenteelt binnen 5-7 jaar terug te verdienen door de hoge plantdichtheid.

Ondanks de gerealiseerde meerproductie van 33 tot 103% binnen 5 oogsten, maakte het verlies van de voor het geautomatiseerde systeem vereiste synchroniteit en de afname in taggewichten na een aantal oogsten deze teeltmethode ongeschikt voor de doelstelling.

De berekeningen hieronder zullen trachten weer te geven, of een op een aantal varianten gebaseerde eenjarige rozenteelt als getoetst in het onderzoek van een hogere productie kunnen opleveren met gelijke energie-input en met gelijke economisch resultaat voor de teler.

5.1 Uitgangspunten voor de berekeningen

- Uitgangsmateriaal bestaat uit een GroForce unit (steenwolmat 20x24 cm) met 2 gesynchroniseerde planten per mat. De jonge planten worden geleverd met volledig ontwikkelde griffels en gemiddeld 2,5 grondscheuten per plant, waarvan de sterkst ontwikkelde scheut ca 15 cm lengte beslaat.
- De tijd van planten tot de eerste geogste takken is niet langer dan 4 weken.
- De planten worden heel dicht tegen elkaar geplaatst, waarbij de plantdichtheid minimaal 20 en maximaal 30 planten per m² is
- Er wordt geen synchrone teelt nagestreefd, maar continu oogst.
- Er wordt belicht met 8000 tot 10000 lux
- Tijdens de teelt worden scheuten die zich op de griffel ontwikkelen toegelaten en alleen ingebogen vanaf 15 cm van de plantbasis.
- Scheuten die zich ontwikkelen tot 15 cm van de plantbasis worden alleen tot ontwikkeling toegelaten, als ze voldoende dikte hebben om tot een oogstbare bloem te komen; zoniet wordt ze afgeknipt en verwijderd.
- Loze takken worden niet ingebogen, maar direct weggeknipt.
- De planten worden na een jaar vervangen

Andere variaties t.o.v. het onderzoek uit 2002

- In de proef stond de traditionele teelt op een plantdichtheid van 12 planten per m². Deze waarde is hoger dan in werkelijkheid bij traditionele plantingen. Afhankelijk van de cultivar komen in de praktijk plantdichtheden voor van 5,5 tot 8 planten /m². De voorsprong in aantal stuks van de synchrone planten die in de proef na 4 oogsten ingehaald werd door de traditionele teelt, kan mogelijk langer worden behouden als het vergeleken wordt met een teelt van 7 of 8 planten per m².
- Het aantal takken in de synchrone planten werd kunstmatig beperkt door slechts 2 scheuten per plant per oogst toe te laten, terwijl in de traditionele teelt alle scheuten werden toegelaten. Door de verschillende inbuigmethode in de ministruiken worden meer grondscheuten gevormd dan in de traditionele planten, zoals bleek uit onderzoek van Garcia et al, 2006. Het verschil varieert van 2.8 tot 3.1 afhankelijk van de cultivar.
- In de proef werd belicht met 3750 lux. Dit resulteerde afhankelijk van de cultivar in vrij veel loze takken; in de traditionele teelt werden deze ingebogen, waardoor ze kans gaven aan andere zich ontwikkelende scheuten, terwijl in de synchrone teelt deze tot oogstrijp van de overige takken aan de plant werden aangehouden, waardoor ze direct resulteerden in een vermindering van de potentiële productie. Door te belichten met meer "up to date" lichtniveaus kan door reductie van het aantal loos meer productie gerealiseerd worden.
- In de proef werden de traditionele planten kruislings ingebogen, wat resulteerde in een evenwichtige lichtonderschepping, terwijl de synchrone planten allemaal in een en dezelfde richting werden ingebogen. Dit resulteerde in beschaduwing van het bladpakket door de opgaande takken, waardoor de planten in een bed verschillen in taklengte en taggewicht vertoonden. Door een evenwichtigere verdeling van de griffels is dit nadeel mogelijk op te heffen, waardoor de gemiddelde taggewicht en lengte langer vergelijkbaar blijft met de traditionele teelt.

Om te berekenen of de teelt van een eenjarige ministruik rendabel uit te voeren is, is een vergelijking gemaakt deze eenjarige teelt en het gemiddeld jaar van een vierjarige teelt van Passion. Voor de traditionele teelt is gebruik

gemaakt van de berekeningen van KWIN 2008 Teelt 24 a-c. De prijzen per periode zijn aangepast naar de gemiddelde prijs van 2006-2008. De geproduceerde takken van de minisruik worden na de tweede snee korter en lichter t.o.v. de traditionele teelt. Daarom is een korting op de veilingprijs gehanteerd vanaf de derde snee.

Voor deze twee teelten gelden de volgende uitgangspunten zoals in tabel 21 zijn opgenomen.

tabel 21. Uitgangspunten vergelijking traditionele teelt met éénjarige minisruik

| | | Traditioneel | éénjarige minisruik |
|---------------------------|------------------------|---------------------|---|
| Plantdatum | | Week 11 | Week 13 |
| Eerste oogst | | Week 17 | Week 17 |
| Laatste oogst | | Week 8 | Week 10 |
| Teeltduur | Jaar | 4 | 1 |
| Plantdichtheid | planten/m ² | 8,5 | 20 |
| Grondscheuten | scheuten/plant | 2,6 | 2,8 |
| Plantkosten incl licentie | €/plant | 1,55 | 3,35 |
| Belichting | Lux | 12.000 | 12.000 |
| Opbrengstprijzen | €/tak | Gemiddelde 2006-08 | Week 17 – 24 gemid. '06-'08 Week 25 – 32: 90 % Week 33 – 10: 85 % |

De kosten voor gas en belichting blijven gelijk. In bijlage VI zijn voor de beide teelten de saldoberekeningen met arbeidsbegrotingen opgenomen. Er is gerekend met een WKK met 0,6 MW elektrisch vermogen per ha voor de belichting en verwarming. De rest van de elektriciteit wordt ingekocht van het net. In bijlage VII is voor deze twee teelten het teeltschema opgenomen en ter vergelijking het eerste jaar van de vierjarige traditionele teelt.

5.2 Energiegebruik

De energiegebruiken zijn voor beide systemen gelijk en zien er als volgt uit als uit gegaan wordt van een WKK van 0,6 MWe/ha.

tabel 22. Energiegebruik traditionele teelt en éénjarige minisruik

| | | traditioneel | minisruik |
|--------------------------------------|--------------------------------------|---------------------|------------------|
| Lamp vermogen | W/m² | 90 | 90 |
| Uren belichten | uren/Jaar | 5751 | 5751 |
| Gas WKK | m ³ /m ² /jaar | 92,9 | 92,9 |
| Gas Ketel | m ³ /m ² /jaar | 8,8 | 8,8 |
| Gas totaal | m ³ /m ² /jaar | 101,7 | 101,7 |
| Elektriciteitsbehoefte belichting | kWh/m ² /jaar | 518 | 518 |
| Aankoop elektriciteit | kWh/m ² /jaar | 173 | 173 |
| Verkoop elektriciteit | kWh/m ² /jaar | 0 | 0 |
| Netto energiegebruik excl opwekking | MJ/m ² /jaar | 3842 | 3842 |
| | | 100% | 100% |
| Netto Energiegebruik incl opwekking. | MJ/m ² /jaar | 4702 | 4702 |
| | | 100% | 100% |
| Productie | tak/m ² /jaar | 276,0 | 527,1 |
| Energie-input | MJ/tak | 17,0 | 8,9 |

Het energiegebruik per m² blijft gelijk, maar de energie-input per tak daalt met 40 % bij de teelt van éénjarige minisruiken.

5.3 Directe kosten

Vergelijking van een gemiddeld jaar van een vierjarige teelt met de éénjarige teelt met minisruik geeft de in tabel 23 vermelde resultaten.

De productie van de minisruik ligt 91 % hoger dan traditioneel maar de verwachte omzet door een te verwachten kwaliteitsverlies zou zomaar 80 % van die van de traditionele teelt kunnen bedragen . Door de kwaliteitsverliezen is de teelt van éénjarige minisruiken bedrijfseconomisch ongunstiger dan de traditionele teelt.

Als aangenomen wordt dat de productie van de éénjarige minisruik toch niet te veel in kwaliteit achter blijft, dan geeft kolom 3 de gegevens weer als ipv. 90 en 85 % van de prijs, 95 en 90 % van de prijs gerealiseerd wordt en kolom 4 als de prijzen gelijk zouden zijn aan de traditionele teelt.

tabel 23. Resultaten vergelijking traditionele teelt met éénjarige minisruik

| Uitkomsten | | Traditioneel | Éénjarige minisruik opbrengst 90% en 85% | éénjarige minisruik opbrengst 95% en 90% | éénjarige minisruik opbrengst 100% |
|---------------------------|-----------------------|--------------|--|--|------------------------------------|
| Productie | takken/m ² | 276,0 | 527,1 | 527,1 | 527,1 |
| Omzet | €/m ² | 105,05 | 188,93 | 198,86 | 217,92 |
| Plantkosten incl steenwol | €/m ² | 3,97 | 71,25 | 71,25 | 71,25 |
| Energiekosten | €/m ² | 38,91 | 38,91 | 38,91 | 38,91 |
| Afzetkosten | €/m ² | 7,88 | 14,42 | 14,95 | 15,98 |
| overige teeltkosten | €/m ² | 5,71 | 12,38 | 12,38 | 12,38 |
| Arbeid | €/m ² | 23,70 | 47,25 | 47,25 | 47,25 |
| Directe kosten | €/m ² | 80,18 | 184,21 | 184,74 | 185,77 |
| Verschil | €/m ² | 24,87 | 4,73 | 14,11 | 32,15 |
| Directe kosten per tak | €/tak | 0,29 | 0,35 | 0,35 | 0,35 |
| Idem commodity gas € 0,20 | €/tak | 0,27 | 0,34 | 0,34 | 0,34 |
| Idem commodity gas € 0,30 | €/tak | 0,31 | 0,36 | 0,36 | 0,36 |
| Idem commodity gas € 0,40 | €/tak | 0,35 | 0,38 | 0,38 | 0,38 |

Zonder dit kwaliteitsverlies en daarmee prijsverlies is met dezelfde hoeveelheid energie ruim 90% meer productie en 107 % meer omzet te halen. Aandacht voor kwaliteitsverbetering in de éénjarige teelt met minisruiken is dus een belangrijk aandachtspunt.

De kosten van de planten wegen ook zwaar mee in het rendement van de éénjarige minisruik. Er is uitgegaan van de op dit moment door de leverancier van de planten gehanteerde prijzen. Ook is er aangenomen, dat de licentiekosten van de 20 planten per m² per planting, niet hoger zullen zijn dan die in de traditionele teelt met 8,5 planten/m². Als de plantkosten met € 1,01 per plant omlaag kunnen, is de teelt van éénjarige minisruiken bedrijfseconomisch vergelijkbaar met de traditionele teelt.

Verder verdubbelt ruwweg de arbeidsbehoefte door de teeltwisselingen, maar vooral door het extra aantal planten met de daarbij horende gewaswerk en productie. De arbeidsbehoefte wordt ook onregelmatiger, want de jaarlijkse wisselweken geven een extra piek en de daarna volgende periode een dal in de arbeidsbehoefte.

Een stijging van de gasprijs heeft wel invloed op de kostprijs per tak. Er is echter een forse stijging nodig om het verschil in kostprijs alleen door besparing op gaskosten terug te halen.

5.4 Conclusies

De teelt met éénjarige minisruiken geeft een duidelijke productie verhoging, 91%, bij gelijkblijvende energiegebruiken per m², waardoor de energie-input per tak met 40% daalt.

De kosten voor arbeid en planten stijgen fors bij de teelt met minisruiken.

Als de productiekosten van de minisruik met 30% verlaagd kunnen worden, wordt het financieel resultaat van de minisruik vergelijkbaar met de traditionele teelt. Er kunnen dan 91% meer takken worden geproduceerd met vergelijkbare energiegebruik per m².

Uit eerder onderzoek is echter, door de grotere plantdichtheid, een teruggang van taklengte en takgewicht geconstateerd na een aantal sneden. Deze is niet gekwantificeerd.

Doorrekening van 3 scenario's leert dat uitsluitend het scenario met gelijkblijvende takprijzen (zonder inlevering van kwaliteit) een vergelijkbaar resultaat oplevert als de traditionele teelt.

In de andere twee scenario's, met een lagere takprijs, weegt de extra omzet niet op tegen de extra arbeid en plantkosten.

Kwantificering van het kwaliteitsverlies bij grotere plantdichtheden is gewenst voor de belangrijkste cultivars.

De grootte van de WKK, met bijhorend thermisch rendement, bepaalt samen met de belichtingsintensiteit het warmteoverschot en daarmee de energie-input per tak. Zonder nuttige aanwending van het warmteoverschot kan volstaan worden met een WKK vermogen kleiner dan 0,6 MWe/ha.

Een stijging van de gasprijs heeft wel invloed op de kostprijs per tak. Er is echter een forse stijging nodig om het verschil in kostprijs alleen door besparing op gaskosten terug te halen.

6 Finse methode: hoge plantdichtheid in combinatie met afwijkende inbuigmethode

In het proefschrift van de Finse Liisa Särkkä, 2004) zijn in een jong gewas met hoge plantdichtheden van 31 planten per m² verschillende inbuigmethodes en kniphoogetes met elkaar vergeleken met verrassende verschillen in takopbrengst: voor de soort 'Sacha' zijn bij voorbeeld met de ene methode 847 stuks per m² per jaar en met de andere inbuigmethode 1439 stuks per m² geogst in het eerste jaar.

Een dergelijke potentiële productieverhoging kan, mits de kwaliteit van het geogste product er niet te veel onder lijdt, alles rondrekenen, en verdient daarom aandacht. In de berichtgeving werd de meerproductie verklaard uit de hoge belichtingsniveaus in combinatie met de hoge plantdichtheden, de hoogte van de lampen, en de inbuigmethode. De grote productieve verschillen zijn echter, bij nadere bestudering, grotendeels toe te schrijven aan de verschillen in inbuigmethodes, aangezien alle inbuigmethodes getest zijn onder gelijke kasomstandigheden.

Deze wijken ook enigszins van de Nederlandse omstandigheden. Een belangrijke bron van verschillen is de belichting. In het Finse onderzoek is gewerkt met een lichtintensiteit van 220 $\mu\text{mol}/\text{m}^2/\text{s}$ (ca. 14.000 lux), wat logisch lijkt voor de Finse buitenlichtniveaus die nog veel lager liggen in de wintermaanden dan in Nederland. Er werd maximaal 20 uur belicht. De lampen (400 W Philips SON-T) waren breedstralers en hingen op een hoogte van 2.55 m boven het gewas, waardoor ze een opwarmend effect hadden op de planten, en dit zou energie-input via de buis verminderen.

Door de lichtbronnen dicht bij de plant te plaatsen krijgt de plant meer licht, maar de gelijkmatigheid van de lichtverdeling verslechtert (Zonnevelt et al., 2004). In het algemeen leidt een inadequate horizontale lichtverdeling tot grotere kwaliteitsverschillen in het gewas en wordt als ongewenst beschouwd. Uit metingen en modelberekeningen in de praktijk (TNO) blijkt echter de nagestreefde horizontale gelijkheid sterk te variëren.

Vervanging van lampen en armaturen is geen optie binnen deze studie, aangezien het in strijd zou staan met de omschreven uitgangspunten, namelijk dat de uit te rekenen strategieën geen investering cq aanpassingen in de kasuitrusting mogen vragen. Daarnaast is het nadeel van de in Finland gebruikte lamp en armatuur is dat deze vrij groot zijn en door de lage vermogen in een grotere dichtheid moeten worden geplaatst voor dergelijke lichtniveaus; grootte en dichtheid zouden resulteren in een ongewenste toename van de afscherming van het buitenlicht.

Warmtebesparing door het verminderen van de buisbreng zou onder Nederlandse omstandigheden niet tot energiebesparing leiden, want zoals in hoofdstuk 4, tabel 8 toegelicht is, is er bij belichting met 6000 lux en opwekking elektra met eigen WKK al het hele jaar een warmteoverschot.

De winst moet dus voornamelijk komen uit de productieverhoging als gevolg van hoge plantdichtheid in combinatie met het effect van de inbuig- en knipmethode.

De economische haalbaarheid van een teelt met hoge plantdichtheden is in het vorige hoofdstuk 5 al onderzocht, hoewel het Finse systeem enigszins afwijkt van het systeem van de eenjarige ministruiken van hoofdstuk 5. De mate waarin beide systemen verschillen is weergegeven in tabel 24. In hoofdstuk 5 is gebleken, dat een teelt met éénjarige ministruiken met hoge dichtheid moeilijk rendabel te krijgen is door de extra plant en arbeidskosten. Als een afname in de takgewichten reëel is moeten we ook een lagere takprijs accepteren.

tabel 24. Vergelijking tussen het Finse Methode en het in hoofdstuk 5 berekende ministruiken in hoge plantdichtheden.

| | Teelt ministruiken, als berekend in hfd 5 | Finse methode |
|----------------|--|--|
| Teeltduur | 1 jaar | Enkele maanden, maximaal een jaar |
| Teeltsubstraat | Steenwool 2 planten per mat van 20x24 cm | Veenmatten 20x13x100 2 rijen planten per mat, 12 planten p strekkende m |
| Plantdichtheid | 20 pl /m ² | 31.25 pl / m ² |
| Lichtniveau | 10.000 lux = 125 $\mu\text{mol}/\text{m}^2/\text{s}$ PAR | 14.000 lux = 176 $\mu\text{mol}/\text{m}^2/\text{s}$ PAR |
| Lamptype | Diepstralers | Breedstralers |
| Teeltvorm | Continu | Op snee |
| Inbuigmethode | Alléén primaire scheut op de basis | D.m.v. een kroon op hogere oogposities |
| Soorten | Beproefd met groot en middelgrootbloemig, | Beproefd met kleinbloemig en middelgrootbloemig |

Het takgewicht is overigens een ontbrekend gegeven in het Fins rapport: De takkwaliteit is bepaald als het % bloemen per lengteklassen, maar er zijn geen takken gewogen. De ontbrekende, voor de berekeningen cruciale informatie, is niet alléén niet gerapporteerd, maar ook niet geregistreerd, en dus onmogelijk terug te halen.

Het effect van de inbuigmethode op de productie met aandacht voor de takgewichten met voor de Nederlandse markt relevante soorten is het enige onderdeel wat voor een eventuele toepassing van het Finse methode onderzoek behoeft. Dit onderzoek zou eenvoudig uitgevoerd kunnen worden in combinatie met ander roosonderzoek.

6.1 Conclusies

De meerproductie die middels de Finse Methode is gerealiseerd is vermoedelijk voornamelijk te danken aan de teelt onder hoge plantdichtheid voor een kortere periode van hoog uit een jaar. Dit is in essentie niet heel anders dan de onder hoofdstuk 5 omschreven strategie.

De plantkosten en arbeidskosten zullen door de nog hogere plantdichtheden hier hoger uitkomen.

Net als de éénjarige teelt met ministruiken zal de meer productie aan takken ook vermoedelijk leiden tot een lager takgewicht. Dit heeft consequenties voor de takprijs. Door de nog grotere plantdichtheid zal het kwaliteitsverlies nog groter zijn, maar is met de bestaande gegevens niet te kwantificeren.

Onbekend onder Nederlandse omstandigheden en met actuele rassen is het effect van de afwijkende inbuigmethode op de taklengte en takkwaliteit.

Het energiegebruik per m² blijft gelijk, waardoor de energie input per tak daalt.

7 Eindconclusie en discussie

In tabel 25 zijn de belangrijkste kengetallen en uitkomsten van de doorgerekende strategieën op een rij gezet.

tabel 25. Vergelijking kengetallen van de verschillende doorgerekende cases.

| Variant | Belichting W/m ² lamp | $\mu\text{mol} / \text{m}^2 / \text{s}$ PAR | Belichting uren/jaar | Tak/m ² | Gasgebruik m ³ /m ² | Aankoop elek. kWh/m ² | Verkoop elek. kWh/m ² | Energie-input MJ/tak | Directe kosten €/tak |
|------------|-------------------------------------|---|-------------------------|--------------------|--|-------------------------------------|-------------------------------------|-------------------------|-------------------------|
| KWIN 2008 | 90 | 125 | 5751 | 276 | 101,7 | 173 | 0 | 17,0 | 0,288 |
| KWIN 2008 | 110 | 152 | 5751 | 276 | 101,7 | 288 | 0 | 20,6 | 0,320 |
| Stadium 1 | 90 36 | 125 - 50 | 5751 | 276 | 101,7 | 77 | 0 | 14,1 | 0,263 |
| Stadium 2 | 90 36 | 125 - 50 | 5751 | 276 | 101,7 | 67 | 0 | 13,7 | 0,261 |
| Stadium 3 | 90 36 | 125 - 50 | 5751 | 276 | 101,7 | 53 | 0 | 13,3 | 0,257 |
| Stadium 4 | 90 60 | 125 83 | 5751 | 276 | 101,7 | 107 | 0 | 15,0 | 0,270 |
| PAR 1 | 56 | 78 | 5751 | 223,6 | 101,8 | 0 | 23 | 13,5 | 0,272 |
| PAR 4 | 56 | 78 | 4919 | 222,7 | 91,5 | 0 | 20 | 12,2 | 0,262 |
| PAR 2 | 73 | 101 | 5751 | 286,8 | 101,7 | 75 | 0 | 13,5 | 0,257 |
| PAR 5 | 73 | 101 | 4919 | 285,6 | 91,5 | 64 | 0 | 12,1 | 0,247 |
| PAR 3 | 107 | 148 | 5751 | 250,8 | 101,7 | 270 | 0 | 22,1 | 0,335 |
| PAR 6 | 107 | 148 | 4919 | 249,0 | 91,5 | 231 | 0 | 19,6 | 0,315 |
| ministruik | 90 | 125 | 5751 | 527,1 | 101,7 | 173 | 0 | 8,9 | 0,350 |

Uit bovenstaande uitkomsten blijkt dat intensiever belichten zowel in lampvermogen als in uren leidt tot een hogere energie-input per tak als tot hogere directe kosten per tak. Omgekeerd betekent dit dat minder belichten tot een verlaging van de energie-input leidt en een verlaging van de kostprijs per tak.

Uit de geraadpleegde literatuur is niet duidelijk naar voren gekomen wat het minimum lichtniveau en de belichtingsduur is voor de verschillende cultivars, om in de winterperiode kwalitatief goede takken te krijgen. Dit niveau zal de ondergrens voor belichting worden.

De grootte van de WKK, met bijhorend thermisch rendement, bepaalt samen met de belichtingsintensiteit enduur het warmteoverschot en daarmee de energie-input per tak. Zonder nuttige aanwending van het warmteoverschot kan volstaan worden met een WKK vermogen kleiner dan 0,6 MWe/ha.

Daglichtsom gestuurd belichten:

Van de vier doorgerekende opties voor energiebesparing is de optie waarbij gekeken wordt naar de efficiëntie of de benutting van de PAR de meest kansrijke. Overstappen van productie maximalisatie en de daarbij horende toename van de belichtingsintensiteit naar optimalisatie van de belichting op basis van extra opbrengst versus extra kosten kan leiden tot een duidelijke verlaging van het aantal belichtingsuren in de periode mei tot en met oktober. In deze periode is het rendement van de belichting en de prijs van de roos laag. De belichtingskosten worden niet goed gemaakt door extra omzet. Gevoelsmatig passen telers deze redenering ook toe in het beslissen al dan niet door te gaan met belichten: Raaphorst (2007) interviewde diverse telers over de wijze waarop ze de beslissing namen al dan niet door te gaan met belichten; de keuzes bij de voorgestelde situaties bleken sterk te verschillen. De telers gaven toen aan behoefte te hebben aan een eenvoudig beslissingsondersteunend model, maar het toen voorgestelde model leek hen teveel invoerwerk te vergen.

De berekening van de efficiëntie of benutting van de hoeveelheid PAR gedurende de 6 weken dat een tak zich ontwikkelt is echter met een goede registratie van zonnestraling, belichtingsuren en takproductie eenvoudig te berekenen met de voor deze studie gebruikte rekenwijze. Hetzelfde geldt voor de belichtingskosten en als de verkoopprijs bekend is voor de extra omzet.

Uit de doorrekening van de gegevens van het Praktijknetwerk Roos Energie lijkt het erop dat belichten met 12.000 lux door het economisch optimum heen is voor de onderzochte soort ('Passion'). Hogere belichtingsintensiteit op dit niveau leidt tot hogere directe kosten per tak door hogere energiegebruik. Het energiegebruik wordt, volgens

onderzoek door Benninga (2004) in grotere mate bepaald door de belichtingsintensiteit dan door het aantal belichtingsuren per jaar. Zijn onderzoek was gebaseerd op gegevens van de jaren 2000 en 2001, en ging tot intensiteiten van 59 Watt/m² en. In dat onderzoek bepaalde hij dat voor 4000 uur belichting per jaar het omslagpunt voor het bedrijfsresultaat iets boven de 90 Watt/m². Hij rekende hier met een commodity prijs voor gas van € 0,11 + of - 10 %, de huidige prijzen liggen fors hoger. Zoals uit de berekeningen van Benninga en die in hoofdstuk 4 blijkt is de prijs van gas, elektriciteit en de veilingprijs sterk van invloed op dit economisch optimum. Het praktijknetwerk belichtte met 50 – 110 Watt/m², 69 - 152 μmol /m²/s PAR richting 5000 uur per jaar.

Ontwikkelingsstadium gestuurd belichten:

Belichten afhankelijk van het ontwikkelingsstadium heeft wel de potentie een energiebesparing te realiseren, maar kent bij roos teveel knelpunten die de invoering in de weg staan.

Echter het is een gedachte die mogelijk ook voor andere gewassen van toepassing kan zijn (de verschillende groeifases hebben een andere licht en temperatuurbehoefte). In 2007 is het onder andere beproefd voor Anthurium (Slootweg, García en Van Mourik, 2008), waarbij gebleken is dat door alléén de planten die zich in de ontwikkelingsfase 1 bevinden te behandelen met een hoog licht en temperatuurniveau, dezelfde resultaten geboekt worden als gedurende de hele teeltcyclus een hoog licht en temperatuurniveau aan te houden. Ook voor deze snijanthurium geldt de beperking van behoud van synchroniteit in de loop van de meermalige teelt. Deze beperking vervalt in het geval van eenmalige oogstbare gewassen; hierin zou het faseafhankelijk belichten de moeite van het onderzoeken waard zijn.

Eenjarige ministruiken met hoge plantdichtheid:

De teelt van éénjarige ministruiken leidt door de toename van productie per m² tot een forse vermindering van de energie input per tak, ruim 45%. Echter door de sterke toename van de plant en arbeidskosten wordt de extra opbrengst als gevolg van de meer productie geheel teniet gedaan. Dit geeft een negatief resultaat voor de ministruiken t.o.v. de traditionele teelt. Alleen een drastische daling van de plantkosten kan deze teeltwijze gunstiger maken dan de traditionele teelt.

In de berekeningen is een teelt van één jaar aangehouden om de kwaliteitsverliezen als gevolg van de hoge plantdichtheid te voorkomen. Een langere teeltduur met op het moment dat de kwaliteitsverliezen te groot worden, de plantdichtheid terug brengen tot het huidige standaardniveau, kan een deel van de energiebesparing per tak gerealiseerd worden zonder kwaliteitsverlies.

Finse methode:

De 'Finse methode' komt in de Nederlandse situatie grotendeels overeen met de teelt van éénjarige ministruiken en kent daarmee dezelfde bezwaren. Onbekend is bovendien het effect van de afwijkende inbuigmethode op de taklengte en takgewicht.

8 Perspectief

Van de doorgerekende strategieën is het lichtsommen gestuurd belichten de meest perspectiefvolle. De extreme schommelingen in de energieprijzen van 2008 in combinatie met een dalende veilingprijs hebben duidelijk gemaakt dat de heersende visie van meer belichten om meer productie te krijgen geen haalbare optie blijft bij hoge energieprijzen en lage veilingprijzen.

Een rekenmethode, die de afweging wanneer belichten, en de afstemming van belichtingsduur en niveau op basis van lichtbenutting in relatie tot belichtingskosten, warmtebenutting en prijsverwachtingen door het jaar heen ondersteunt, lijkt een betere optie.

Hiervoor is het belangrijk om door het jaar heen zicht te hebben:

- op het verloop van de eigen efficiëntie van licht in tak en kg per m²
- warmtebalans: WKK, licht en ketel
- kosten belichting
- veilingprijzen

Dit geldt niet alleen voor rozen, maar ook voor andere belichte teelten.

Inzetten van alle mogelijke instrumenten om de lichtbenutting, zowel van de zon als van de lampen, te vergroten en de CO₂ verliezen te minimaliseren zou bijdragen om de ingeleverde productie ten behoeve van de rendabiliteit te minimaliseren.

De overige doorgerekende teeltstrategieën: ontwikkelingsstadiumgestuurde belichten, eenjarige ministruiken in hoge plantdichtheid en de Finse methode hebben wel energiebesparing potentieel in zich, maar blijken bij de huidige energie- plant- en veilingprijzen economisch moeilijk haalbaar.

Het ontwikkelingsstadiumgestuurde belichten, met een besparingspotentieel in energievraag van 11- 22%, biedt mogelijk perspectief bij andere teelten dan roos (eenmalige oogstbare gewassen). Voorwaarde is dat er geen een productie dan wel kwaliteitsachteruitgang door de fase sturing te verwachten is. Voor de berekening van de haalbaarheid bij deze teelten is het noodzakelijk om de duur van de fases en de licht en temperatuurbehoeftes van elke fase per gewas te bepalen.

Om de teelt met ministruiken in hoge plantdichtheid perspectiefvol te krijgen zijn de volgende opties mogelijk;

- Als de plantkosten van het verlengd opgekweekt materiaal dalen door een toename van de vraag naar dit type uitgangsmateriaal.
- als een verlaging van de kostprijs per tak gerealiseerd kan worden door het toepassen van de bovengenoemde optimalisatie van de belichting (verlaging van het aantal uur belichten van de 5751, waarmee er gerekend is, naar bijvoorbeeld 4000).
- het verlengen van de teeltperiode, nu vastgesteld op één jaar, naar bijvoorbeeld anderhalf of twee jaar. Essentieel voor het vaststellen van de verlengingsduur is het kwantificeren van de kwaliteitsachteruitgang en de daarmee verbonden effect op de takprijs.

De bovengenoemde voorwaarden zijn ook van toepassing op het Finse methode.

Literatuur

- Baas, R., Garcia, N., Kouwenhoven, D., Straver, N. 2005. Effect van factoren in het wortelmilieu op de scheutuitloop na planten bij roos. PPO rapport nr. 41616040. 23 pag.
- Benninga, J., 2004. Optimaal belichtingsniveau roos in relatie tot Glami-normen. LEI, Den Haag, rapport 3-04.02
- Blok, Chr.et al.,2006, PraktijkNetWerk Roos en Energie. Energie-efficiëntieverhoging, bedrijfsvergelijking, energiekengetallen. Praktijkonderzoek Plant & Omgeving B.V.,Businessunit Glastuinbouw. Naaldwijk 30pag.
- Dueck, T. et al., 2007, Optimalisering van de energie-efficiënte van de belichting. Plant Research International, Nota 442. 46 pag.
- Eveleens, B., Garcia, N. en van Telgen, 2002. Bepaling cultivareffect en effectiviteit synchronisatiemethode in roos. PPO rapport 542
- Eveleens, B.,Garcia, N., Kouwenhoven, D., Van der Wurff, T., Van Telgen, H.J. 2004, Fasegestuurde rozenteelt. Effecten van temperatuur, licht, CO₂, EC en luchtvochtigheid op de lengte en synchronie van drie onderscheiden ontwikkelingsfasen. Praktijkonderzoek Plant & Omgeving B.V., Businessunit Glastuinbouw. Aalsmeer, 33 pag.
- Garcia, Nieves. Verlengde opkweek roos. Praktijkrijp maken van een innovatief teeltsysteem ter verbetering van het bedrijfresultaat in het eerste teeltjaar. Vertrouwelijk rapport. Wageningen UR Glastuinbouw, Bleiswijk, Project: 3242000139. 33 pag.
- De Hoog, J., et al.2000. CO₂ bij roos. Kwantificering van CO₂ effecten op productie en kwaliteit bij roos. PBG Aalsmeer, rapport 239. 37 pag.
- Dieleman, A., et al., 2007. Efficiëntie van groeilicht gedurende het etmaal. Wageningen UR Glastuinbouw, nota 490, 44 pag.
- Hemming ea. Optimaal gebruik van natuurlijk licht in de kastuinbouw. Agrotechnology and Food Innovations, Rapport nr. 100. 155 pag.
- Raaphorst, Marcel, maart 2007, Wanneer zinvol belichten? Interview naar keuzes van rozentelers wanneer wel of niet te belichten. Wageningen UR Glastuinbouw, Naaldwijk, Project: 3242028200. 9 pag.
- Slootweg, C., García, N. en Van Mourik, N., 2008. Stuurfactoren groei en ontwikkeling bij Snijanthurium. Effecten van temperatuur en licht op groei en ontwikkeling tijdens verschillende groeistadia. Wageningen UR Glastuinbouw, Wageningen, Project 3241307900. 13 pag.
- Slootweg, C. en García, N., 2008. Teeltsturing potanthurium. Wageningen UR Glastuinbouw, Wageningen, Nota 564. 27 pag.
- Särkkä, L.2004. Yield, Quality and Vase Life of Cut Roses in Year-round Greenhouse Production. Proefschrift University of Helsinki. Department of Applied Biology. ISBN 952-10-2254-X
- Vermeulen, P.C.M., Mei 2008, Kwantitatieve Informatie voor de Glastuinbouw 2008. Kengetallen voor Groenten – Snijbloemen – Potplanten teelten. Wageningen UR Glastuinbouw, Wageningen, Rapport 185. 146 pag.
- Zonneveldt, L. et al., 2004, Eindrapport nieuwlicht op groei. TNO rapport 2004-BC-R0045, 52 pag.

Bijlage I. Energiegebruik stadiumafhankelijk belichten

Gasgebruik van de WKK

| Periode | m ³ /m ² /jaar | Variant 0 | Variant 1 | Variant 2 | Variant 3 | Variant 4 |
|---------|--------------------------------------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|
| 1 | | 9,5 | 9,5 | 9,5 | 9,5 | 9,5 |
| 2 | | 9,5 | 9,5 | 9,5 | 9,5 | 9,5 |
| 3 | | 9,5 | 9,5 | 9,5 | 9,5 | 9,5 |
| 4 | | 8,5 | 8,5 | 8,5 | 8,5 | 8,5 |
| 5 | | 6,8 | 6,8 | 6,8 | 6,8 | 6,8 |
| 6 | | 2,6 | 2,6 | 2,6 | 2,6 | 2,6 |
| 7 | | 2,7 | 2,7 | 2,7 | 2,7 | 2,7 |
| 8 | | 2,8 | 2,8 | 2,8 | 2,8 | 2,8 |
| 9 | | 3,6 | 3,6 | 3,6 | 3,6 | 3,6 |
| 10 | | 8,6 | 8,6 | 8,6 | 8,6 | 8,6 |
| 11 | | 9,5 | 9,5 | 9,5 | 9,5 | 9,5 |
| 12 | | 9,5 | 9,5 | 9,5 | 9,5 | 9,5 |
| 13 | | 9,8 | 9,8 | 9,8 | 9,8 | 9,8 |
| jaar | m ³ /m ² /jaar | 92,9 | 92,9 | 92,9 | 92,9 | 92,9 |

Gasgebruik ketel

| Periode | m ³ /m ² /jaar | Variant 0 | Variant 1 | Variant 2 | Variant 3 | Variant 4 |
|---------|--------------------------------------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|
| 1 | | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 |
| 2 | | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 |
| 3 | | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 |
| 4 | | 0,4 | 0,4 | 0,4 | 0,4 | 0,4 |
| 5 | | 1,0 | 1,0 | 1,0 | 1,0 | 1,0 |
| 6 | | 1,9 | 1,9 | 1,9 | 1,9 | 1,9 |
| 7 | | 1,9 | 1,9 | 1,9 | 1,9 | 1,9 |
| 8 | | 1,8 | 1,8 | 1,8 | 1,8 | 1,8 |
| 9 | | 1,5 | 1,5 | 1,5 | 1,5 | 1,5 |
| 10 | | 0,3 | 0,3 | 0,3 | 0,3 | 0,3 |
| 11 | | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 |
| 12 | | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 |
| 13 | | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 |
| Jaar | m ³ /m ² /jaar | 8,8 | 8,8 | 8,8 | 8,8 | 8,8 |

Aankoop elektriciteit voor belichting

| Periode | kWh/m ² /jaar | Variant 0 | Variant 1 | Variant 2 | Variant 3 | Variant 4 |
|---------|--------------------------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|
| 1 | | 18 | 11 | 11 | 11 | 14 |
| 2 | | 18 | 11 | 11 | 11 | 14 |
| 3 | | 18 | 11 | 11 | 0 | 8 |
| 4 | | 16 | 10 | 0 | 0 | 7 |
| 5 | | 13 | 0 | 0 | 0 | 6 |
| 6 | | 5 | 0 | 0 | 0 | 2 |
| 7 | | 5 | 0 | 0 | 0 | 2 |
| 8 | | 5 | 0 | 0 | 0 | 2 |
| 9 | | 7 | 0 | 0 | 0 | 3 |
| 10 | | 16 | 0 | 0 | 0 | 7 |
| 11 | | 18 | 11 | 11 | 8 | 13 |
| 12 | | 18 | 11 | 11 | 11 | 14 |
| 13 | | 18 | 12 | 12 | 12 | 15 |
| Jaar | kWh/m ² /jaar | 173 | 77 | 67 | 53 | 107 |

Verkoop elektriciteit WKK

| Periode | kWh/m ² /jaar | Variant 0 | Variant 1 | Variant 2 | Variant 3 | Variant 4 |
|---------|--------------------------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|
| 1 | | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 2 | | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 3 | | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 4 | | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 5 | | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 6 | | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 7 | | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 8 | | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 9 | | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 10 | | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 11 | | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 12 | | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 13 | | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Jaar | kWh/m ² /jaar | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |

Bijlage II. Energiegebruik PAR-som afhankelijk belichten

Gasgebruik van de WKK

| Periode | W/m ² | 56 | 56 | 73 | 73 | 107 | 107 |
|---------|--------------------------------------|------|------|------|------|------|------|
| | Uren belichting | 5751 | 4919 | 5751 | 4919 | 5751 | 4919 |
| 1 | m ³ /m ² /jaar | 9,5 | 9,5 | 9,5 | 9,5 | 9,5 | 9,5 |
| 2 | | 9,5 | 9,5 | 9,5 | 9,5 | 9,5 | 9,5 |
| 3 | | 9,5 | 9,5 | 9,5 | 9,5 | 9,5 | 9,5 |
| 4 | | 8,5 | 8,5 | 8,5 | 8,5 | 8,5 | 8,5 |
| 5 | | 6,8 | 6 | 6,8 | 6 | 6,8 | 6 |
| 6 | | 2,6 | 0 | 2,6 | 0 | 2,6 | 0 |
| 7 | | 2,7 | 0 | 2,7 | 0 | 2,7 | 0 |
| 8 | | 2,8 | 0 | 2,8 | 0 | 2,8 | 0 |
| 9 | | 3,6 | 0 | 3,6 | 0 | 3,6 | 0 |
| 10 | | 8,6 | 7,6 | 8,6 | 7,6 | 8,6 | 7,6 |
| 11 | | 9,5 | 9,5 | 9,5 | 9,5 | 9,5 | 9,5 |
| 12 | | 9,5 | 9,5 | 9,5 | 9,5 | 9,5 | 9,5 |
| 13 | | 9,8 | 9,8 | 9,8 | 9,8 | 9,8 | 9,8 |
| jaar | m ³ /m ² /jaar | 92,9 | 79,5 | 92,9 | 79,5 | 92,9 | 79,4 |

Gasgebruik ketel

| Periode | W/m ² | 56 | 56 | 73 | 73 | 107 | 107 |
|---------|--------------------------------------|------|------|------|------|------|------|
| | Uren belichting | 5751 | 4919 | 5751 | 4919 | 5751 | 4919 |
| 1 | m ³ /m ² /jaar | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 |
| 2 | | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 |
| 3 | | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 |
| 4 | | 0,4 | 0,4 | 0,4 | 0,4 | 0,4 | 0,4 |
| 5 | | 1,0 | 1,3 | 1,0 | 1,3 | 1,0 | 1,3 |
| 6 | | 1,9 | 2,5 | 1,9 | 2,5 | 1,9 | 2,5 |
| 7 | | 1,9 | 2,6 | 1,9 | 2,6 | 1,9 | 2,6 |
| 8 | | 1,8 | 2,4 | 1,8 | 2,4 | 1,8 | 2,4 |
| 9 | | 1,5 | 2,2 | 1,5 | 2,2 | 1,5 | 2,2 |
| 10 | | 0,3 | 0,7 | 0,3 | 0,7 | 0,3 | 0,7 |
| 11 | | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 |
| 12 | | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 |
| 13 | | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 |
| Jaar | M ³ /m ² /jaar | 8,9 | 12 | 8,9 | 12 | 8,8 | 12 |

Aankoop elektriciteit voor belichting

| Periode | W/m ² | 56 | 56 | 73 | 73 | 107 | 107 |
|---------|--------------------------------------|------|------|------|------|------|------|
| | Uren belichting | 5751 | 4919 | 5751 | 4919 | 5751 | 4919 |
| 1 | m ³ /m ² /jaar | 0 | 0 | 8 | 8 | 28 | 28 |
| 2 | | 0 | 0 | 8 | 8 | 28 | 28 |
| 3 | | 0 | 0 | 8 | 8 | 28 | 28 |
| 4 | | 0 | 0 | 7 | 7 | 25 | 25 |
| 5 | | 0 | 0 | 5 | 5 | 20 | 17 |
| 6 | | 0 | 0 | 2 | 0 | 8 | 0 |
| 7 | | 0 | 0 | 2 | 0 | 8 | 0 |
| 8 | | 0 | 0 | 2 | 0 | 8 | 0 |
| 9 | | 0 | 0 | 3 | 0 | 10 | 0 |
| 10 | | 0 | 0 | 7 | 6 | 25 | 22 |
| 11 | | 0 | 0 | 8 | 8 | 28 | 28 |
| 12 | | 0 | 0 | 8 | 8 | 28 | 28 |
| 13 | | 0 | 0 | 8 | 8 | 29 | 29 |
| Jaar | kWh/m ² /jaar | 0 | 0 | 75 | 64 | 270 | 231 |

Verkoop elektriciteit WKK

| Periode | W/m ² | 56 | 56 | 73 | 73 | 107 | 107 |
|---------|--------------------------------------|------|------|------|------|------|------|
| | Uren belichting | 5751 | 4919 | 5751 | 4919 | 5751 | 4919 |
| 1 | m ³ /m ² /jaar | 3 | 3 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 2 | | 2 | 2 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 3 | | 2 | 2 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 4 | | 2 | 2 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 5 | | 2 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 6 | | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 7 | | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 8 | | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 9 | | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 10 | | 2 | 2 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 11 | | 2 | 2 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 12 | | 2 | 2 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 13 | | 2 | 2 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Jaar | kWh/m ² /jaar | 23 | 20 | 0 | 0 | 0 | 0 |

Uren belichten

| Periode | W/m ² | 56 | 56 | 73 | 73 | 107 | 107 |
|---------|------------------|------|------|------|------|------|------|
| | Uren belichting | 5751 | 4919 | 5751 | 4919 | 5751 | 4919 |
| 1 | Uren belichting | 588 | 588 | 588 | 588 | 588 | 588 |
| 2 | | 588 | 588 | 588 | 588 | 588 | 588 |
| 3 | | 588 | 588 | 588 | 588 | 588 | 588 |
| 4 | | 526 | 526 | 526 | 526 | 526 | 526 |
| 5 | | 418 | 372 | 418 | 372 | 418 | 372 |
| 6 | | 162 | 0 | 162 | 0 | 162 | 0 |
| 7 | | 166 | 0 | 166 | 0 | 166 | 0 |
| 8 | | 175 | 0 | 175 | 0 | 175 | 0 |
| 9 | | 221 | 0 | 221 | 0 | 221 | 0 |
| 10 | | 534 | 472 | 534 | 472 | 534 | 472 |
| 11 | | 588 | 588 | 588 | 588 | 588 | 588 |
| 12 | | 588 | 588 | 588 | 588 | 588 | 588 |
| 13 | | 609 | 609 | 609 | 609 | 609 | 609 |
| Jaar | Uren belichting | 5751 | 5751 | 5751 | 4919 | 4919 | 4919 |

Bijlage III. Beschrijving rekenbedrijf energiegebruik

Referentiebedrijf KWIN glastuinbouw 2008:

| | | | |
|------------------|-----------------------------|-----------------------------|--------|
| Oppervlakte: | 4ha | | |
| Lengte, breedte: | 200x200m | | |
| WKK's: | 1,2 MWe | 1,2 MWe | 42,3 % |
| | 1,238 MWth, | 1,238 MWth, | 43,6 % |
| | 323 gas m ³ /uur | 323 gas m ³ /uur | |
| | RGR | RGR | |
| | Teruglevering | Teruglevering | |
| Warmtebuffer: | 600 m ³ | | |
| Belichting: | 90 Watt/m ² | | |

Bijlage IV. Prijzen en aanvoer Passion via FloraHolland

| Periode | 2005 | | 2006 | | 2007 | | 2005-2007 | |
|---------|--------|-------|--------|-------|--------|-------|-----------|--------------------|
| | hoev | prijs | hoev | prijs | hoev | prijs | Gem. hoev | Gewogen gem. prijs |
| 1 | 11139 | 43 | 12249 | 38 | 11279 | 47 | 11556 | 42 |
| 2 | 15927 | 73 | 16439 | 90 | 17964 | 93 | 16777 | 86 |
| 3 | 14290 | 33 | 14786 | 35 | 14544 | 42 | 14540 | 37 |
| 4 | 14347 | 22 | 15523 | 21 | 15967 | 23 | 15279 | 22 |
| 5 | 16528 | 35 | 17167 | 38 | 16810 | 39 | 16835 | 37 |
| 6 | 17649 | 22 | 16529 | 32 | 17694 | 28 | 17291 | 27 |
| 7 | 16760 | 18 | 15549 | 22 | 16625 | 26 | 16311 | 22 |
| 8 | 16713 | 22 | 16016 | 26 | 17283 | 18 | 16671 | 22 |
| 9 | 17250 | 23 | 16857 | 34 | 17240 | 29 | 17116 | 29 |
| 10 | 17356 | 30 | 15854 | 30 | 15908 | 30 | 16373 | 30 |
| 11 | 16944 | 32 | 15421 | 39 | 15895 | 34 | 16087 | 35 |
| 12 | 14883 | 33 | 13851 | 37 | 13942 | 34 | 14225 | 35 |
| 13 | 15285 | 48 | 15683 | 52 | 15702 | 46 | 15556 | 49 |
| jaar | 205072 | 33 | 201923 | 38 | 206853 | 38 | 204616 | 36 |

bron: Kwin Glastuinbouw 2008

Bijlage V. Effectiviteit benutting licht in tak/m² en kg/m² per 1kJoule/cm²/6w PAR

| week | globale straling J/cm ² /w | PAR J/cm ² /w | PAR-som J/cm ² /6w | tak/m ² | kg/m ² |
|------|--|-----------------------------|----------------------------------|--------------------|-------------------|
| 1 | 1.426 | 469 | 2.608 | 0,54 | 0,0197 |
| 2 | 1.682 | 553 | 2.555 | 0,55 | 0,0197 |
| 3 | 1.650 | 543 | 2.634 | 0,54 | 0,0197 |
| 4 | 1.974 | 650 | 2.747 | 0,54 | 0,0196 |
| 5 | 2.419 | 796 | 3.000 | 0,54 | 0,0194 |
| 6 | 2.678 | 881 | 3.395 | 0,53 | 0,0192 |
| 7 | 3.441 | 1.132 | 3.892 | 0,52 | 0,0189 |
| 8 | 4.156 | 1.367 | 4.555 | 0,51 | 0,0185 |
| 9 | 4.273 | 1.406 | 5.369 | 0,50 | 0,0180 |
| 10 | 4.837 | 1.591 | 6.232 | 0,49 | 0,0175 |
| 11 | 5.647 | 1.858 | 7.173 | 0,47 | 0,0169 |
| 12 | 6.099 | 2.007 | 8.235 | 0,45 | 0,0163 |
| 13 | 7.908 | 2.602 | 9.361 | 0,44 | 0,0156 |
| 14 | 8.786 | 2.891 | 10.831 | 0,41 | 0,0147 |
| 15 | 9.463 | 3.113 | 12.354 | 0,39 | 0,0137 |
| 16 | 10.285 | 3.384 | 14.061 | 0,36 | 0,0127 |
| 17 | 11.251 | 3.702 | 15.854 | 0,33 | 0,0116 |
| 18 | 10.228 | 3.365 | 17.698 | 0,30 | 0,0105 |
| 19 | 12.567 | 4.135 | 19.056 | 0,28 | 0,0097 |
| 20 | 12.997 | 4.276 | 20.589 | 0,26 | 0,0087 |
| 21 | 12.868 | 4.233 | 21.974 | 0,23 | 0,0079 |
| 22 | 13.945 | 4.588 | 23.094 | 0,22 | 0,0072 |
| 23 | 13.888 | 4.569 | 24.299 | 0,20 | 0,0065 |
| 24 | 14.584 | 4.798 | 25.166 | 0,18 | 0,0059 |
| 25 | 14.497 | 4.769 | 26.600 | 0,16 | 0,0051 |
| 26 | 12.571 | 4.136 | 27.234 | 0,15 | 0,0047 |
| 27 | 11.476 | 3.776 | 27.094 | 0,15 | 0,0047 |
| 28 | 13.269 | 4.366 | 26.636 | 0,16 | 0,0050 |
| 29 | 12.515 | 4.117 | 26.414 | 0,16 | 0,0052 |
| 30 | 12.623 | 4.153 | 25.962 | 0,17 | 0,0054 |
| 31 | 12.628 | 4.154 | 25.317 | 0,18 | 0,0058 |
| 32 | 11.943 | 3.929 | 24.702 | 0,19 | 0,0062 |
| 33 | 11.607 | 3.819 | 24.495 | 0,19 | 0,0063 |
| 34 | 10.810 | 3.556 | 24.538 | 0,19 | 0,0063 |
| 35 | 9.161 | 3.014 | 23.729 | 0,21 | 0,0068 |
| 36 | 8.921 | 2.935 | 22.626 | 0,22 | 0,0075 |
| 37 | 7.857 | 2.585 | 21.408 | 0,24 | 0,0082 |
| 38 | 7.193 | 2.367 | 19.838 | 0,27 | 0,0092 |
| 39 | 6.482 | 2.132 | 18.275 | 0,29 | 0,0101 |
| 40 | 4.855 | 1.597 | 16.589 | 0,32 | 0,0112 |
| 41 | 4.771 | 1.570 | 14.630 | 0,35 | 0,0124 |
| 42 | 4.197 | 1.381 | 13.186 | 0,37 | 0,0132 |
| 43 | 3.367 | 1.108 | 11.632 | 0,40 | 0,0142 |
| 44 | 3.078 | 1.013 | 10.154 | 0,42 | 0,0151 |
| 45 | 2.362 | 777 | 8.801 | 0,45 | 0,0159 |
| 46 | 1.992 | 655 | 7.445 | 0,47 | 0,0167 |
| 47 | 1.588 | 523 | 6.503 | 0,48 | 0,0173 |
| 48 | 1.443 | 475 | 5.456 | 0,50 | 0,0179 |
| 49 | 1.306 | 430 | 4.550 | 0,51 | 0,0185 |
| 50 | 1.203 | 396 | 3.872 | 0,52 | 0,0189 |
| 51 | 1.219 | 401 | 3.255 | 0,53 | 0,0193 |
| 52 | 1.169 | 384 | 2.879 | 0,54 | 0,0195 |

Bijlage VI. Saldobegrotingen

Teelt **Roos Passion, belicht** **12.000 lux**
 Teeltjaren **gemiddelde 4 jarige teelt**
 Oogstperiode **Jaarrond**
 Rooiperiode

| Opbrengsten | | | | | | |
|--------------------|---------|--------------------|--------------|------------------|----------------------------------|--|
| | PERIODE | AANTAL (TAKKEN) | PRIJS (€) | OPBRENGST (€) | GASVERBRUIK (m ³) | TEELTARBEID (/1000 m ²) |
| | 1 | 19,0 | 0,42 | 7,98 | 9,5 | 115 |
| | 2 | 26,5 | 0,88 | 23,32 | 9,5 | 135 |
| | 3 | 16,5 | 0,39 | 6,44 | 9,5 | 145 |
| | 4 | 18,0 | 0,23 | 4,14 | 8,9 | 105 |
| | 5 | 21,0 | 0,38 | 7,98 | 7,8 | 115 |
| | 6 | 20,5 | 0,31 | 6,36 | 4,5 | 115 |
| | 7 | 21,0 | 0,24 | 5,04 | 4,6 | 120 |
| | 8 | 22,0 | 0,21 | 4,62 | 4,6 | 120 |
| | 9 | 22,5 | 0,32 | 7,20 | 5,1 | 125 |
| | 10 | 23,0 | 0,30 | 6,90 | 8,9 | 125 |
| | 11 | 22,0 | 0,36 | 7,92 | 9,5 | 120 |
| | 12 | 22,0 | 0,34 | 7,48 | 9,5 | 120 |
| | 13 | 22,0 | 0,44 | 9,68 | 9,8 | 120 |
| | | — | — | — | — | — |
| TOTAAL (A) | | 276,0 | 0,38 | 105,05 | 101,7 | 1580 |

| Toegerekende kosten | | | |
|-----------------------------------|-------------|--------|--------|
| | HOEVEELHEID | PRIJS | BEDRAG |
| SALDOPOST | | | |
| Plantmateriaal | 2,125 | 0,650 | 1,38 |
| Plantmateriaal licentie | 2,125 | 0,900 | 1,91 |
| Plantmateriaal Preparatie etc. | | | 0,00 |
| Substraat (eenmalig) | | | 0,68 |
| Gas (verbruik en eb) WKK (m3) | 92,9 | 0,25 | 23,23 |
| Gas (verbruik en eb) ketel (m3) | 8,8 | 0,27 | 2,38 |
| Gas (cap. en transp.) (m3/h) | 0,0150 | 80,00 | 1,20 |
| Gas (stomen) (m3) | | 0,25 | |
| Elektriciteit (belichting) kWh | 288,0 | 0,07 | 20,16 |
| Elektriciteit (koeling) kWh | 0,00 | 0,07 | 0,00 |
| Elektriciteit (teruglevering) kWh | 0,00 | 0,07 | 0,00 |
| Vloeibare CO2 | | | |
| Overige ontsmetting | | | |
| Gewasbescherming | | | 3,50 |
| Bemesting | | | 1,25 |
| Water (m3) | | | |
| Ov. materialen | | | |
| Werk derden | | | |
| Vrachtkosten | 276,00 | 0,0055 | 1,52 |
| Koelkosten | 276,00 | 0,000 | 0,00 |
| Fust + verpakking | 276,00 | 0,0025 | 0,69 |
| Heffingen | 105,05 | 0,0% | 0,00 |
| afzetkosten totaal | 105,05 | 5,40% | 5,67 |
| Afvoer folie + gewas | | | 0,75 |
| Rente omlopend verm. | 21,0 | 0,01 | 0,21 |
| | | | + — |
| TOTAAL (B) | | | 64,53 |
| SALDO (A - B) | | € | 40,52 |

Teelt
Teeltjaren
Oogstperiode
Rooiperiode

Roos Passion, belicht
gemiddelde 4 jarige teelt
Jaarrond

10.000 lux

Opbrengsten

| PERIODE | AANTAL (TAKKEN) | PRIJS (€) | OPBRENGST (€) | GASVERBRUIK (m ³) | TEELTARBEID (/1000 m ²) |
|------------|--------------------|--------------|------------------|----------------------------------|--|
| 1 | 19,0 | 0,42 | 7,98 | 9,5 | 115 |
| 2 | 26,5 | 0,88 | 23,32 | 9,5 | 135 |
| 3 | 16,5 | 0,39 | 6,44 | 9,5 | 145 |
| 4 | 18,0 | 0,23 | 4,14 | 8,9 | 105 |
| 5 | 21,0 | 0,38 | 7,98 | 7,8 | 115 |
| 6 | 20,5 | 0,31 | 6,36 | 4,5 | 115 |
| 7 | 21,0 | 0,24 | 5,04 | 4,6 | 120 |
| 8 | 22,0 | 0,21 | 4,62 | 4,6 | 120 |
| 9 | 22,5 | 0,32 | 7,20 | 5,1 | 125 |
| 10 | 23,0 | 0,30 | 6,90 | 8,9 | 125 |
| 11 | 22,0 | 0,36 | 7,92 | 9,5 | 120 |
| 12 | 22,0 | 0,34 | 7,48 | 9,5 | 120 |
| 13 | 22,0 | 0,44 | 9,68 | 9,8 | 120 |
| TOTAAL (A) | 276,0 | 0,38 | 105,05 | 101,7 | 1580 |

Toegerekende kosten

| SALDOPOST | HOEVEELHEID | PRIJS | BEDRAG |
|-----------------------------------|-------------|--------|--------|
| Plantmateriaal | 2,125 | 0,650 | 1,38 |
| Plantmateriaal licentie | 2,125 | 0,900 | 1,91 |
| Plantmateriaal Preparatie etc. | | | 0,00 |
| Substraat (eenmalig) | | | 0,68 |
| Gas (verbruik en eb) WKK (m3) | 92,9 | 0,25 | 23,23 |
| Gas (verbruik en eb) ketel (m3) | 8,8 | 0,27 | 2,38 |
| Gas (cap. en transp.) (m3/h) | 0,0150 | 80,00 | 1,20 |
| Gas (stomen) (m3) | | 0,25 | |
| Elektriciteit (belichting) kWh | 173,0 | 0,07 | 12,11 |
| Elektriciteit (koeling) kWh | 0,00 | 0,07 | 0,00 |
| Elektriciteit (teruglevering) kWh | 0,00 | 0,07 | 0,00 |
| Vloeibare CO2 | | | |
| Overige ontsmetting | | | |
| Gewasbescherming | | | 3,50 |
| Bemesting | | | 1,25 |
| Water (m3) | | | |
| Ov. materialen | | | |
| Werk derden | | | |
| Vrachtkosten | 276,00 | 0,0055 | 1,52 |
| Koelkosten | 276,00 | 0,000 | 0,00 |
| Fust + verpakking | 276,00 | 0,0025 | 0,69 |
| Heffingen | 105,05 | 0,0% | 0,00 |
| afzetkosten totaal | 105,05 | 5,40% | 5,67 |
| Afvoer folie + gewas | | | 0,75 |
| Rente omlopend verm. | 21,0 | 0,01 | 0,21 |
| TOTAAL (B) | | | 56,48 |
| SALDO (A - B) | | € | 48,57 |

| | | |
|--------------|------------------------------|-------------------|
| Teelt | Roos Passion, belicht | 10.000 lux |
| Teeltjaar | eenjarige ministruik | |
| Oogstperiode | week 17-10 | |
| Rooperiode | week 11 | |
| Teeltduur | | |
| Teeltweken | 52 | |

Opbrengsten

| | PERIODE | AANTAL (TAKKEN) | PRIJS (€) | OPBRENGST (€) | GASVERBRUIK (m ³) | TEELTARBEID (/1000 m ²) |
|------------|---------|--------------------|--------------|------------------|----------------------------------|--|
| | 1 | 40,5 | 0,36 | 14,47 | 9,5 | 250 |
| | 2 | 71,0 | 0,75 | 53,07 | 9,5 | 320 |
| | 3 | 25,3 | 0,33 | 8,40 | 9,5 | 450 |
| | 4 | 0,0 | 0,23 | 0,00 | 8,9 | 45 |
| | 5 | 30,4 | 0,38 | 11,55 | 7,8 | 160 |
| | 6 | 25,3 | 0,31 | 7,86 | 4,5 | 145 |
| | 7 | 30,4 | 0,22 | 6,57 | 4,6 | 175 |
| | 8 | 40,5 | 0,19 | 7,66 | 4,6 | 220 |
| | 9 | 45,6 | 0,27 | 12,41 | 5,1 | 245 |
| | 10 | 50,7 | 0,26 | 12,92 | 8,9 | 275 |
| | 11 | 55,7 | 0,31 | 17,06 | 9,5 | 295 |
| | 12 | 55,7 | 0,29 | 16,11 | 9,5 | 295 |
| | 13 | 55,7 | 0,37 | 20,85 | 9,8 | 275 |
| | | — | — | — | — | — |
| TOTAAL (A) | | 527,1 | 0,36 | 188,93 | 101,7 | 3150 |

Toegerekende kosten

| | HOEVEELHEID | PRIJS | BEDRAG |
|-----------------------------------|-------------|--------|--------|
| SALDOPOST | | | |
| Plantmateriaal | 20,000 | 2,900 | 58,00 |
| Plantmateriaal licentie | 20,000 | 0,383 | 7,65 |
| Plantmateriaal Preparatie etc. | | | 0,00 |
| Substraat (eenmalig) | | | 5,60 |
| Gas (verbruik en eb) WKK (m3) | 92,9 | 0,25 | 23,23 |
| Gas (verbruik en eb) ketel (m3) | 8,8 | 0,27 | 2,38 |
| Gas (cap. en transp.) (m3/h) | 0,0150 | 80,00 | 1,20 |
| Gas (stomen) (m3) | | 0,25 | |
| Elektriciteit (belichting) kWh | 173,0 | 0,07 | 12,11 |
| Elektriciteit (koeling) kWh | 0,00 | 0,07 | 0,00 |
| Elektriciteit (teruglevering) kWh | 0,00 | 0,07 | 0,00 |
| Vloeibare CO2 | | | |
| Overige ontsmetting | | | |
| Gewasbescherming | | | 3,50 |
| Bemesting | | | 2,50 |
| Water (m3) | | | |
| Ov. materialen | | | |
| Werk derden | | | |
| Vrachtkosten | 527,06 | 0,0055 | 2,90 |
| Koelkosten | 527,06 | 0,000 | 0,00 |
| Fust + verpakking | 527,06 | 0,0025 | 1,32 |
| Heffingen | 188,93 | 0,0% | 0,00 |
| afzetkosten totaal | 188,93 | 5,40% | 10,20 |
| Afvoer folie + gewas | | | 6,00 |
| Rente omlopend verm. | 37,8 | 0,01 | 0,38 |
| | | | + — |
| TOTAAL (B) | | | 136,96 |
| SALDO (A - B) | | € | 51,98 |

| | | |
|--------------|----------------------------------|---------------------------|
| Teelt | Roos Passion, belicht | 56 W/m² |
| Teeltjaar | gemiddelde 4 jarige teelt | |
| Oogstperiode | Jaarrond | |
| Rooiperiode | | |
| Teeltduur | | |
| Teeltweken | 52 | |

Opbrengsten

| PERIODE | AANTAL (TAKKEN) | PRIJS (€) | OPBRENGST (€) | GASVERBRUIK (m ³) | TEELTARBEID (/1000 m ²) |
|------------|--------------------|--------------|------------------|----------------------------------|--|
| 1 | 11,9 | 0,42 | 4,98 | 9,6 | 75 |
| 2 | 15,5 | 0,88 | 13,60 | 9,5 | 95 |
| 3 | 19,4 | 0,39 | 7,55 | 9,5 | 155 |
| 4 | 15,0 | 0,23 | 3,45 | 8,9 | 100 |
| 5 | 26,7 | 0,38 | 10,16 | 7,8 | 140 |
| 6 | 20,1 | 0,31 | 6,00 | 4,5 | 105 |
| 7 | 16,9 | 0,24 | 4,05 | 4,6 | 95 |
| 8 | 15,0 | 0,21 | 3,15 | 4,6 | 90 |
| 9 | 18,5 | 0,32 | 5,93 | 5,1 | 100 |
| 10 | 15,3 | 0,30 | 4,60 | 8,9 | 90 |
| 11 | 17,8 | 0,36 | 6,41 | 9,5 | 95 |
| 12 | 14,0 | 0,34 | 4,78 | 9,5 | 85 |
| 13 | 17,5 | 0,44 | 7,69 | 9,8 | 90 |
| | — | — | — | — | — |
| TOTAAL (A) | 223,6 | 0,37 | 82,34 | 101,8 | 1315 |

Toegerekende kosten

| | HOEVEELHEID | PRIJS | BEDRAG |
|-----------------------------------|-------------|--------|--------|
| SALDOPOST | | | |
| Plantmateriaal | 2,125 | 0,650 | 1,38 |
| Plantmateriaal licentie | 2,125 | 0,900 | 1,91 |
| Plantmateriaal Preparatie etc. | | | 0,00 |
| Substraat (eenmalig) | | | 0,68 |
| Gas (verbruik en eb) WKK (m3) | 92,9 | 0,25 | 23,23 |
| Gas (verbruik en eb) ketel (m3) | 8,9 | 0,27 | 2,40 |
| Gas (cap. en transp.) (m3/h) | 0,0150 | 80,00 | 1,20 |
| Gas (stomen) (m3) | | 0,25 | |
| Elektriciteit (belichting) kWh | 0,0 | 0,07 | 0,00 |
| Elektriciteit (koeling) kWh | 0,00 | 0,07 | 0,00 |
| Elektriciteit (teruglevering) kWh | 23,00 | -0,07 | -1,61 |
| Vloeibare CO2 | | | |
| Overige ontsmetting | | | |
| Gewasbescherming | | | 3,50 |
| Bemesting | | | 1,25 |
| Water (m3) | | | |
| Ov. materialen | | | |
| Werk derden | | | |
| Vrachtkosten | 223,58 | 0,0055 | 1,23 |
| Koelkosten | 223,58 | 0,000 | 0,00 |
| Fust + verpakking | 223,58 | 0,0025 | 0,56 |
| Heffingen | 82,34 | 0,0% | 0,00 |
| afzetkosten totaal | 82,34 | 5,40% | 4,45 |
| Afvoer folie + gewas | | | 0,75 |
| Rente omlopend verm. | 16,5 | 0,01 | 0,16 |
| | | | + — |
| TOTAAL (B) | | | 41,09 |
| SALDO (A - B) | | € | 41,25 |

| | | |
|--------------|------------------------------|----------------------------------|
| Teelt | Roos Passion, belicht | 56 W/m² korter |
| Teeltjaar | gemiddelde 4 jarige teelt | |
| Oogstperiode | Jaarrond | |
| Rooperiode | | |
| Teeltduur | | |
| Teeltweken | 52 | |

| Opbrengsten | | | | | | |
|--------------------|---------|--------------------|--------------|------------------|----------------------------------|--|
| | PERIODE | AANTAL (TAKKEN) | PRIJS (€) | OPBRENGST (€) | GASVERBRUIK (m ³) | TEELTARBEID (/1000 m ²) |
| | 1 | 11,9 | 0,42 | 4,98 | 9,6 | 75 |
| | 2 | 15,5 | 0,88 | 13,60 | 9,5 | 95 |
| | 3 | 19,4 | 0,39 | 7,55 | 9,5 | 155 |
| | 4 | 15,0 | 0,23 | 3,45 | 8,9 | 100 |
| | 5 | 26,6 | 0,38 | 10,11 | 7,3 | 135 |
| | 6 | 20,0 | 0,31 | 6,00 | 2,5 | 105 |
| | 7 | 16,7 | 0,24 | 4,01 | 2,6 | 95 |
| | 8 | 14,8 | 0,21 | 3,12 | 2,4 | 90 |
| | 9 | 18,4 | 0,32 | 5,88 | 2,2 | 100 |
| | 10 | 15,2 | 0,30 | 4,55 | 8,3 | 90 |
| | 11 | 17,8 | 0,36 | 6,41 | 9,5 | 95 |
| | 12 | 14,0 | 0,34 | 4,78 | 9,5 | 85 |
| | 13 | 17,5 | 0,44 | 7,69 | 9,8 | 90 |
| | | — | — | — | — | — |
| TOTAAL | (A) | 222,7 | 0,37 | 82,12 | 91,5 | 1310 |

| Toegerekende kosten | | | |
|-----------------------------------|-------------|--------|--------|
| | HOEVEELHEID | PRIJS | BEDRAG |
| SALDOPOST | | | |
| Plantmateriaal | 2,125 | 0,650 | 1,38 |
| Plantmateriaal licentie | 2,125 | 0,900 | 1,91 |
| Plantmateriaal Preparatie etc. | | | 0,00 |
| Substraat (eenmalig) | | | 0,68 |
| Gas (verbruik en eb) WKK (m3) | 79,5 | 0,25 | 19,88 |
| Gas (verbruik en eb) ketel (m3) | 12,0 | 0,27 | 3,24 |
| Gas (cap. en transp.) (m3/h) | 0,0150 | 80,00 | 1,20 |
| Gas (stomen) (m3) | | 0,25 | |
| Elektriciteit (belichting) kWh | 0,0 | 0,07 | 0,00 |
| Elektriciteit (koeling) kWh | 0,00 | 0,07 | 0,00 |
| Elektriciteit (teruglevering) kWh | 20,00 | -0,07 | -1,40 |
| Vloeibare CO2 | | | |
| Overige ontsmetting | | | |
| Gewasbescherming | | | 3,50 |
| Bemesting | | | 1,25 |
| Water (m3) | | | |
| Ov. materialen | | | |
| Werk derden | | | |
| Vrachtkosten | 222,68 | 0,0055 | 1,22 |
| Koelkosten | 222,68 | 0,000 | 0,00 |
| Fust + verpakking | 222,68 | 0,0025 | 0,56 |
| Heffingen | 82,12 | 0,0% | 0,00 |
| afzetkosten totaal | 82,12 | 5,40% | 4,43 |
| Afvoer folie + gewas | | | 0,75 |
| Rente omlopend verm. | 16,4 | 0,01 | 0,16 |
| | | | + — |
| TOTAAL | (B) | | 38,77 |
| SALDO | (A - B) | € | 43,35 |

| | | |
|--------------|------------------------------|---------------------------|
| Teelt | Roos Passion, belicht | 73 W/m² |
| Teeltjaar | gemiddelde 4 jarige teelt | |
| Oogstperiode | Jaarrond | |
| Rooiperiode | | |
| Teeltduur | | |
| Teeltweken | 52 | |

Opbrengsten

| PERIODE | AANTAL (TAKKEN) | PRIJS (€) | OPBRENGST (€) | GASVERBRUIK (m ³) | TEELTARBEID (/1000 m ²) |
|------------|--------------------|--------------|------------------|----------------------------------|--|
| 1 | 19,6 | 0,42 | 8,25 | 9,5 | 110 |
| 2 | 20,2 | 0,88 | 17,77 | 9,5 | 115 |
| 3 | 21,6 | 0,39 | 8,42 | 9,5 | 170 |
| 4 | 19,9 | 0,23 | 4,59 | 8,9 | 115 |
| 5 | 25,2 | 0,38 | 9,57 | 7,8 | 135 |
| 6 | 25,2 | 0,31 | 6,69 | 4,5 | 120 |
| 7 | 24,1 | 0,24 | 5,79 | 4,6 | 130 |
| 8 | 22,0 | 0,21 | 4,61 | 4,6 | 125 |
| 9 | 24,4 | 0,32 | 7,80 | 5,1 | 135 |
| 10 | 23,6 | 0,30 | 7,07 | 8,9 | 125 |
| 11 | 21,3 | 0,36 | 7,68 | 9,5 | 115 |
| 12 | 19,7 | 0,34 | 6,71 | 9,5 | 110 |
| 13 | 20,0 | 0,44 | 8,79 | 9,8 | 110 |
| | — | — | — | — | — |
| TOTAAL (A) | 286,8 | 0,36 | 103,74 | 101,7 | 1615 |

Toegerekende kosten

| | HOEVEELHEID | PRIJS | BEDRAG |
|-----------------------------------|-------------|--------|--------|
| SALDOPOST | | | |
| Plantmateriaal | 2,125 | 0,650 | 1,38 |
| Plantmateriaal licentie | 2,125 | 0,900 | 1,91 |
| Plantmateriaal Preparatie etc. | | | 0,00 |
| Substraat (eenmalig) | | | 0,68 |
| Gas (verbruik en eb) WKK (m3) | 92,8 | 0,25 | 23,20 |
| Gas (verbruik en eb) ketel (m3) | 8,9 | 0,27 | 2,40 |
| Gas (cap. en transp.) (m3/h) | 0,0150 | 80,00 | 1,20 |
| Gas (stomen) (m3) | | 0,25 | |
| Elektriciteit (belichting) kWh | 75,0 | 0,07 | 5,25 |
| Elektriciteit (koeling) kWh | 0,00 | 0,07 | 0,00 |
| Elektriciteit (teruglevering) kWh | 0,00 | -0,07 | 0,00 |
| Vloeibare CO2 | | | |
| Overige ontsmetting | | | |
| Gewasbescherming | | | 3,50 |
| Bemesting | | | 1,25 |
| Water (m3) | | | |
| Ov. materialen | | | |
| Werk derden | | | |
| Vrachtkosten | 286,83 | 0,0055 | 1,58 |
| Koelkosten | 286,83 | 0,000 | 0,00 |
| Fust + verpakking | 286,83 | 0,0025 | 0,72 |
| Heffingen | 103,74 | 0,0% | 0,00 |
| afzetkosten totaal | 103,74 | 5,40% | 5,60 |
| Afvoer folie + gewas | | | 0,75 |
| Rente omlopend verm. | 20,7 | 0,01 | 0,21 |
| | | | + — |
| TOTAAL (B) | | | 49,63 |
| SALDO (A - B) | | € | 54,11 |

| | | |
|--------------|------------------------------|----------------------------------|
| Teelt | Roos Passion, belicht | 73 W/m² korter |
| Teeltjaar | gemiddelde 4 jarige teelt | |
| Oogstperiode | Jaarrond | |
| Rooperiode | | |
| Teeltduur | | |
| Teeltweken | 52 | |

| Opbrengsten | | | | | | |
|--------------------|---------|--------------------|--------------|------------------|----------------------------------|--|
| | PERIODE | AANTAL (TAKKEN) | PRIJS (€) | OPBRENGST (€) | GASVERBRUIK (m ³) | TEELTARBEID (/1000 m ²) |
| | 1 | 19,6 | 0,42 | 8,25 | 9,5 | 110 |
| | 2 | 20,2 | 0,88 | 17,77 | 9,5 | 115 |
| | 3 | 21,6 | 0,39 | 8,42 | 9,5 | 170 |
| | 4 | 19,9 | 0,23 | 4,59 | 8,9 | 115 |
| | 5 | 25,0 | 0,38 | 9,49 | 7,3 | 135 |
| | 6 | 25,0 | 0,31 | 6,69 | 2,5 | 120 |
| | 7 | 23,9 | 0,24 | 5,74 | 2,6 | 130 |
| | 8 | 21,8 | 0,21 | 4,57 | 2,4 | 125 |
| | 9 | 24,2 | 0,32 | 7,73 | 2,2 | 130 |
| | 10 | 23,4 | 0,30 | 7,01 | 8,3 | 125 |
| | 11 | 21,3 | 0,36 | 7,68 | 9,5 | 115 |
| | 12 | 19,7 | 0,34 | 6,71 | 9,5 | 110 |
| | 13 | 20,0 | 0,44 | 8,79 | 9,8 | 110 |
| | | — | — | — | — | — |
| TOTAAL | (A) | 285,6 | 0,36 | 103,45 | 91,5 | 1610 |

| Toegerekende kosten | | | |
|-----------------------------------|-------------|--------|--------|
| | HOEVEELHEID | PRIJS | BEDRAG |
| SALDOPOST | | | |
| Plantmateriaal | 2,125 | 0,650 | 1,38 |
| Plantmateriaal licentie | 2,125 | 0,900 | 1,91 |
| Plantmateriaal Preparatie etc. | | | 0,00 |
| Substraat (eenmalig) | | | 0,68 |
| Gas (verbruik en eb) WKK (m3) | 79,5 | 0,25 | 19,86 |
| Gas (verbruik en eb) ketel (m3) | 12,0 | 0,27 | 3,24 |
| Gas (cap. en transp.) (m3/h) | 0,0150 | 80,00 | 1,20 |
| Gas (stomen) (m3) | | 0,25 | |
| Elektriciteit (belichting) kWh | 64,0 | 0,07 | 4,48 |
| Elektriciteit (koeling) kWh | 0,00 | 0,07 | 0,00 |
| Elektriciteit (teruglevering) kWh | 0,00 | -0,07 | 0,00 |
| Vloeibare CO2 | | | |
| Overige ontsmetting | | | |
| Gewasbescherming | | | 3,50 |
| Bemesting | | | 1,25 |
| Water (m3) | | | |
| Ov. materialen | | | |
| Werk derden | | | |
| Vrachtkosten | 285,63 | 0,0055 | 1,57 |
| Koelkosten | 285,63 | 0,000 | 0,00 |
| Fust + verpakking | 285,63 | 0,0025 | 0,71 |
| Heffingen | 103,45 | 0,0% | 0,00 |
| afzetkosten totaal | 103,45 | 5,40% | 5,59 |
| Afvoer folie + gewas | | | 0,75 |
| Rente omlopend verm. | 20,7 | 0,01 | 0,21 |
| | | | + — |
| TOTAAL | (B) | | 46,33 |
| SALDO | (A - B) | € | 57,12 |

| | | |
|--------------|------------------------------|----------------------------|
| Teelt | Roos Passion, belicht | 107 W/m² |
| Teeltjaar | gemiddelde 4 jarige teelt | |
| Oogstperiode | Jaarrond | |
| Rooiperiode | | |
| Teeltduur | | |
| Teeltweken | 52 | |

Opbrengsten

| PERIODE | AANTAL (TAKKEN) | PRIJS (€) | OPBRENGST (€) | GASVERBRUIK (m ³) | TEELTARBEID (/1000 m ²) |
|------------|--------------------|--------------|------------------|----------------------------------|--|
| 1 | 17,1 | 0,42 | 7,19 | 9,5 | 100 |
| 2 | 19,7 | 0,88 | 17,37 | 9,5 | 110 |
| 3 | 18,3 | 0,39 | 7,12 | 9,5 | 155 |
| 4 | 18,4 | 0,23 | 4,23 | 8,9 | 105 |
| 5 | 19,4 | 0,38 | 7,38 | 7,8 | 105 |
| 6 | 20,3 | 0,31 | 5,66 | 4,5 | 105 |
| 7 | 20,5 | 0,24 | 4,93 | 4,6 | 115 |
| 8 | 19,1 | 0,21 | 4,00 | 4,6 | 110 |
| 9 | 20,2 | 0,32 | 6,48 | 5,1 | 115 |
| 10 | 20,2 | 0,30 | 6,07 | 8,9 | 115 |
| 11 | 20,7 | 0,36 | 7,47 | 9,5 | 110 |
| 12 | 17,2 | 0,34 | 5,85 | 9,5 | 100 |
| 13 | 19,6 | 0,44 | 8,61 | 9,8 | 105 |
| | — | — | — | — | — |
| TOTAAL (A) | 250,8 | 0,37 | 92,36 | 101,7 | 1450 |

Toegerekende kosten

| | HOEVEELHEID | PRIJS | BEDRAG |
|-----------------------------------|-------------|--------|--------|
| SALDOPOST | | | |
| Plantmateriaal | 2,125 | 0,650 | 1,38 |
| Plantmateriaal licentie | 2,125 | 0,900 | 1,91 |
| Plantmateriaal Preparatie etc. | | | 0,00 |
| Substraat (eenmalig) | | | 0,68 |
| Gas (verbruik en eb) WKK (m3) | 92,8 | 0,25 | 23,20 |
| Gas (verbruik en eb) ketel (m3) | 8,9 | 0,27 | 2,40 |
| Gas (cap. en transp.) (m3/h) | 0,0150 | 80,00 | 1,20 |
| Gas (stomen) (m3) | | 0,25 | |
| Elektriciteit (belichting) kWh | 270,0 | 0,07 | 18,90 |
| Elektriciteit (koeling) kWh | 0,00 | 0,07 | 0,00 |
| Elektriciteit (teruglevering) kWh | 0,00 | -0,07 | 0,00 |
| Vloeibare CO2 | | | |
| Overige ontsmetting | | | |
| Gewasbescherming | | | 3,50 |
| Bemesting | | | 1,25 |
| Water (m3) | | | |
| Ov. materialen | | | |
| Werk derden | | | |
| Vrachtkosten | 250,82 | 0,0055 | 1,38 |
| Koelkosten | 250,82 | 0,000 | 0,00 |
| Fust + verpakking | 250,82 | 0,0025 | 0,63 |
| Heffingen | 92,36 | 0,0% | 0,00 |
| afzetkosten totaal | 92,36 | 5,40% | 4,99 |
| Afvoer folie + gewas | | | 0,75 |
| Rente omlopend verm. | 18,5 | 0,01 | 0,18 |
| | | | + — |
| TOTAAL (B) | | | 62,36 |
| SALDO (A - B) | | € | 30,00 |

| | | |
|--------------|------------------------------|-----------------------------------|
| Teelt | Roos Passion, belicht | 107 W/m² korter |
| Teeltjaar | gemiddelde 4 jarige teelt | |
| Oogstperiode | Jaarrond | |
| Rooperiode | | |
| Teeltduur | | |
| Teeltweken | 52 | |

| Opbrengsten | | | | | | |
|--------------------|---------|--------------------|--------------|------------------|----------------------------------|--|
| | PERIODE | AANTAL (TAKKEN) | PRIJS (€) | OPBRENGST (€) | GASVERBRUIK (m ³) | TEELTARBEID (/1000 m ²) |
| | 1 | 17,1 | 0,42 | 7,19 | 9,5 | 100 |
| | 2 | 19,7 | 0,88 | 17,37 | 9,5 | 110 |
| | 3 | 18,3 | 0,39 | 7,12 | 9,5 | 155 |
| | 4 | 18,4 | 0,23 | 4,23 | 8,9 | 105 |
| | 5 | 19,1 | 0,38 | 7,27 | 7,3 | 105 |
| | 6 | 20,0 | 0,31 | 5,66 | 2,5 | 105 |
| | 7 | 20,2 | 0,24 | 4,86 | 2,6 | 110 |
| | 8 | 18,8 | 0,21 | 3,94 | 2,4 | 105 |
| | 9 | 19,9 | 0,32 | 6,38 | 2,2 | 110 |
| | 10 | 19,9 | 0,30 | 5,98 | 8,3 | 110 |
| | 11 | 20,7 | 0,36 | 7,47 | 9,5 | 110 |
| | 12 | 17,2 | 0,34 | 5,85 | 9,5 | 100 |
| | 13 | 19,6 | 0,44 | 8,61 | 9,8 | 105 |
| | | — | — | — | — | — |
| TOTAAL (A) | | 249,0 | 0,37 | 91,92 | 91,5 | 1430 |

| Toegerekende kosten | | | |
|-----------------------------------|-------------|--------|--------|
| | HOEVEELHEID | PRIJS | BEDRAG |
| SALDOPOST | | | |
| Plantmateriaal | 2,125 | 0,650 | 1,38 |
| Plantmateriaal licentie | 2,125 | 0,900 | 1,91 |
| Plantmateriaal Preparatie etc. | | | 0,00 |
| Substraat (eenmalig) | | | 0,68 |
| Gas (verbruik en eb) WKK (m3) | 79,5 | 0,25 | 19,88 |
| Gas (verbruik en eb) ketel (m3) | 12,0 | 0,27 | 3,24 |
| Gas (cap. en transp.) (m3/h) | 0,0150 | 80,00 | 1,20 |
| Gas (stomen) (m3) | | 0,25 | |
| Elektriciteit (belichting) kWh | 231,0 | 0,07 | 16,17 |
| Elektriciteit (koeling) kWh | 0,00 | 0,07 | 0,00 |
| Elektriciteit (teruglevering) kWh | 0,00 | -0,07 | 0,00 |
| Vloeibare CO2 | | | |
| Overige ontsmetting | | | |
| Gewasbescherming | | | 3,50 |
| Bemesting | | | 1,25 |
| Water (m3) | | | |
| Ov. materialen | | | |
| Werk derden | | | |
| Vrachtkosten | 249,02 | 0,0055 | 1,37 |
| Koelkosten | 249,02 | 0,000 | 0,00 |
| Fust + verpakking | 249,02 | 0,0025 | 0,62 |
| Heffingen | 91,92 | 0,0% | 0,00 |
| afzetkosten totaal | 91,92 | 5,40% | 4,96 |
| Afvoer folie + gewas | | | 0,75 |
| Rente omlopend verm. | 18,4 | 0,01 | 0,18 |
| | | | + — |
| TOTAAL (B) | | | 57,10 |
| SALDO (A - B) | | € | 34,82 |

Bijlage VII. Teeltschema éénjarige ministruik

| Teeltplanning | | | | | | | valentijnsdag | | | | | | | | | | | | | | | moederdag | | | | | | | |
|-----------------------------|----------------------|--------|------|------|------|------|---------------|-------|------|--------|---------|--------|---------|------|------|------|------|------|------|------|------|-----------|------|------|------|------|------|------|--|
| Week | | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 | 16 | 17 | 18 | 19 | 20 | 21 | 22 | 23 | 24 | 25 | 26 | | |
| Gem jaarrond Kwin 08 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Productie | tak / m ² | 4,75 | 4,75 | 4,75 | 4,75 | 4,0 | 10,0 | 7,0 | 6,0 | 2,5 | 4,1 | 5,0 | 5,0 | 5,4 | 3,6 | 4,5 | 4,5 | 4,5 | 6,0 | 5,5 | 5,0 | 5,1 | 5,1 | 5,1 | 5,1 | 5,3 | 5,3 | | |
| Prijs gem 06-08 | | 0,33 | 0,38 | 0,40 | 0,56 | 0,82 | 1,13 | 0,88 | 0,51 | 0,51 | 0,51 | 0,40 | 0,23 | 0,18 | 0,22 | 0,25 | 0,27 | 0,27 | 0,38 | 0,48 | 0,35 | 0,41 | 0,35 | 0,25 | 0,23 | 0,31 | 0,21 | | |
| Omzet gem 06-08 | €/M ² | 1,57 | 1,82 | 1,90 | 2,68 | 3,28 | 11,27 | 6,18 | 3,04 | 1,25 | 2,09 | 2,00 | 1,16 | 0,95 | 0,80 | 1,11 | 1,22 | 1,22 | 2,30 | 2,64 | 1,77 | 2,10 | 1,79 | 1,26 | 1,16 | 1,61 | 1,12 | | |
| startjaar kwin 08 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Productie | tak / m ² | 4,0 | 4,0 | 4,0 | 4,0 | 5,0 | 11,0 | 7,0 | 5,0 | rooien | planten | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 3,0 | 7,0 | 1,5 | 0,5 | 0,5 | 2,0 | 5,5 | 2,0 | 1,5 | 2,0 | | |
| Omzet gem 06-08 | €/M ² | 1,32 | 1,53 | 1,60 | 2,25 | 4,10 | 12,39 | 6,18 | 2,53 | | | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,81 | 2,68 | 0,72 | 0,18 | 0,21 | 0,70 | 1,36 | 0,45 | 0,46 | 0,43 | | |
| éénjarige ministruik | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Productie | tak / m ² | 10,136 | 10,1 | 10,1 | 10,1 | 12,7 | 27,9 | 17,7 | 12,7 | 4,5 | 4,5 | rooien | planten | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 3,0 | 25,8 | 1,5 | 0,0 | 0,0 | 3,8 | 19,0 | 2,5 | 2,3 | 6,1 | | |
| Omzet gem 06-08 | €/M ² | 2,84 | 3,30 | 3,45 | 4,85 | 8,83 | 26,69 | 13,32 | 5,46 | 1,94 | 1,94 | | | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,82 | 9,91 | 0,73 | 0,00 | 0,00 | 1,33 | 4,69 | 0,57 | 0,63 | 1,17 | | |
| Week | | 27 | 28 | 29 | 30 | 31 | 32 | 33 | 34 | 35 | 36 | 37 | 38 | 39 | 40 | 41 | 42 | 43 | 44 | 45 | 46 | 47 | 48 | 49 | 50 | 51 | 52 | | |
| Gem jaarrond Kwin 08 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Productie | tak / m ² | 5,3 | 5,3 | 5,5 | 5,5 | 5,5 | 5,5 | 5,6 | 5,6 | 5,6 | 5,6 | 5,8 | 5,8 | 5,8 | 5,8 | 5,5 | 5,5 | 5,5 | 5,5 | 5,5 | 5,5 | 5,5 | 5,5 | 5,5 | 5,5 | 5,5 | 5,5 | 5,5 | |
| Prijs gem 06-08 | | 0,22 | 0,20 | 0,21 | 0,19 | 0,20 | 0,26 | 0,30 | 0,30 | 0,33 | 0,33 | 0,30 | 0,28 | 0,31 | 0,33 | 0,34 | 0,32 | 0,43 | 0,32 | 0,31 | 0,30 | 0,34 | 0,40 | 0,44 | 0,51 | 0,51 | 0,30 | | |
| Omzet gem 06-08 | €/M ² | 1,14 | 1,07 | 1,17 | 1,03 | 1,08 | 1,43 | 1,71 | 1,71 | 1,84 | 1,86 | 1,70 | 1,61 | 1,76 | 1,90 | 1,89 | 1,78 | 2,37 | 1,78 | 1,69 | 1,65 | 1,85 | 2,18 | 2,40 | 2,82 | 2,82 | 1,65 | | |
| startjaar kwin 08 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Productie | tak / m ² | 3,0 | 5,5 | 3,0 | 4,0 | 4,5 | 4,5 | 4,5 | 4,0 | 4,5 | 5,0 | 5,0 | 5,0 | 5,0 | 5,5 | 5,5 | 5,5 | 5,5 | 5,5 | 5,5 | 5,5 | 5,5 | 5,5 | 5,5 | 5,5 | 5,5 | 5,5 | 5,5 | |
| Omzet gem 06-08 | €/M ² | 0,65 | 1,12 | 0,64 | 0,75 | 0,89 | 1,17 | 1,37 | 1,21 | 1,47 | 1,65 | 1,48 | 1,40 | 1,53 | 1,65 | 1,89 | 1,78 | 2,37 | 1,78 | 1,69 | 1,65 | 1,85 | 2,18 | 2,40 | 2,82 | 2,82 | 1,65 | | |
| éénjarige ministruik | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Productie | tak / m ² | 6,8 | 15,2 | 7,1 | 9,1 | 10,1 | 14,2 | 10,3 | 10,3 | 11,4 | 13,7 | 12,7 | 12,7 | 12,7 | 13,9 | 13,9 | 13,9 | 13,9 | 13,9 | 13,9 | 13,9 | 13,9 | 13,9 | 13,9 | 13,9 | 13,9 | 13,9 | 13,9 | |
| Omzet gem 06-08 | €/M ² | 1,33 | 2,78 | 1,36 | 1,53 | 1,79 | 3,32 | 2,65 | 2,65 | 3,17 | 3,84 | 3,18 | 3,02 | 3,30 | 3,55 | 4,07 | 3,83 | 5,09 | 3,83 | 3,63 | 3,55 | 3,99 | 4,70 | 5,17 | 6,08 | 6,08 | 3,55 | | |