



# Energiezuinig teeltconcept Phalaenopsis

Tom Dueck<sup>1</sup>, Rob Baas<sup>2</sup>, Arca Kromwijk<sup>1</sup> Jouke Campen<sup>1</sup> & Filip van Noort<sup>1</sup>

1 Wageningen UR Glastuinbouw, 2 Fytofocus



Deze rapportage is tot stand gekomen in samenwerking met



© 2011 Wageningen, Stichting Dienst Landbouwkundig Onderzoek (DLO)

## **Wageningen UR Glastuinbouw**

Adres : Droevendaalsesteeg 1, 6708 PB Wageningen  
: Postbus 644, 6700 AP Wageningen  
Tel. : 0317 - 48 60 01  
Fax : 0317 - 41 80 94  
E-mail : [glastuinbouw@wur.nl](mailto:glastuinbouw@wur.nl)  
Internet : [www.glastuinbouw.wur.nl](http://www.glastuinbouw.wur.nl)

# Inhoudsopgave

Samenvatting		5	
1	Inleiding	7	
	1.1	Probleemstelling	7
	1.2	Doelstelling	7
2	Werkwijze	9	
	2.1	Brainstormsessie	9
	2.2	Berekeningen energiebesparing	9
	2.3	Workshop	9
3	Resultaten	11	
	3.1	Brainstormsessie	11
	3.2	Uitgangspunten referentieteelt	11
	3.2.1	Uitgangspunten energieberekening referentieteelt in Kaspro	11
	3.3	Resultaten Kaspro berekeningen referentieteelt	13
	3.4	Resultaten Kaspro berekeningen energiebesparingsopties	16
	3.4.1	Extra isolatie kasdek	18
	3.4.2	Verandering setpoints luchtvochtigheid	19
	3.4.3	Andere watergift en beïnvloeding verdamping	19
	3.4.4	Geen gebruik minimumbuis	20
	3.4.5	Gebruik van temperatuur integratie	20
	3.4.6	Meer licht toelaten	20
	3.4.7	Combinaties van maatregelen	21
4	Discussie en energiezuinig teeltconcept	23	
5	Resultaten en conclusies workshop	27	
6	Bronnen	29	
Bijlage I	Uitgangspunten verdampingsberekening Kaspro	31	
Bijlage II	Aantekeningen brainstorm Energiezuinig teeltconcept Phalaenopsis	33	



# Samenvatting

Phalaenopsis is een relatief jonge teelt waarin nog relatief weinig ervaring is op het gebied van optimalisatie van de energiehuishouding. Door de jarenlange gunstige prijsvorming was de druk op kostenbesparing gering bij Phalaenopsis. De situatie van de afgelopen jaren is door sterke areaaluitbreiding echter sterk veranderd, en kostenbesparing op energiegebied is zeer gewenst. Hoewel de heersende mening in de praktijk is dat energiebesparing het risico op optreden van plantenziekten kan vergroten en mogelijk verlies van gewaskwaliteit kan geven, wordt de noodzaak van verdere energiebesparing uit kostenoverwegingen onderschreven.

Het in dit rapport beschreven project had de volgende doelstellingen:

1. Inventariseren van de mogelijkheden voor energiebesparingen in de Phalaenopsisteelt.
2. Berekenen van effecten op gasverbruik van veranderde bedrijfsinrichting en teeltmaatregelen/-strategieën die invloed hebben op het energieverbruik.
3. Ontwikkelen van een energiezuinig teeltconcept voor Phalaenopsis waarmee minstens 30% energie bespaard zou kunnen worden.

Uit het onderzoek kwam naar voren dat de grootste klappers op het gebied van energiebesparing bij Phalaenopsis, kunnen worden behaald door verlaging van de minimumbuis (vooral in de gekoelde afdelingen) en een andere manier van watergift. De minimumbuis zou kunnen worden vervangen door buitenluchtaanzuiging en geforceerde ventilatie en voor de watergift komt het dompelsysteem mogelijk in aanmerking. De teeltrisico's van deze maatregelen moeten worden bepaald omdat hier geen ervaring mee is. Aanbevolen wordt daarom om hier in eerste instantie aandacht in het onderzoek aan te besteden. In de afweek is het toepassen van een grotere bandbreedte en periode van temperatuurintegratie een onzekerheid die verder beproefd zou kunnen worden. In de afweek wordt door telers soms de temperatuur al verhoogd om een snellere afrijping te krijgen. De ondergrens aan de temperatuur is vooral een punt van onderzoek, 17 graden lijkt het minimum.

De verwachting is dat toepassing van bovenstaand energiezuinig teeltconcept de energiebehoefte voor Phalaenopsis met minimaal 50% zou moeten kunnen reduceren.



# 1 Inleiding

## 1.1 Probleemstelling

In de opweefphase van de Phalaenopsisteelt wordt gedurende 24-28 weken de kas verwarmd tot 28°C en indien nodig bij belicht (afhankelijk van het seizoen). Daarna wordt ten behoeve van de bloei-inductie gestreefd naar een temperatuur van 18-19°C door verwarming in de winter en koeling in de zomer en bij belicht ten behoeve van de kwaliteit (inductie van voldoende bloemtakken). Vervolgens wordt in de afweefphase gestreefd naar een temperatuur van 19-21°C, en zo nodig bij belicht voor de bloemtakkwaliteit.

Tijdens de hele teelt worden opvallend vaak stookacties uitgevoerd of een minimum raamstand ingesteld met als argument de planten actief en de wortels goed te houden. Daarnaast wordt bij Phalaenopsis iedere 4 tot 6 dagen bovendoor water gegeven, waarna extra stook- en ventilatieacties worden ingesteld om het gewas snel (binnen de lichtperiode) droog te krijgen, en het risico op ziektes tegen te gaan.

Bovenstaande maakt dat in vergelijking met andere gewassen in de Phalaenopsisteelt veel (fossiele) energie verbruikt wordt: 50 tot 90 m<sup>3</sup>/m<sup>2</sup> (inclusief belichting).

Phalaenopsis is een relatief jonge teelt waarin nog relatief weinig ervaring is op het gebied van optimalisatie van de energiehouding. Door de jarenlange gunstige prijsvorming was de druk op kostenbesparing gering bij Phalaenopsis. De situatie van de afgelopen jaren is door sterke areaaluitbreiding echter sterk veranderd, en kostenbesparing op energiegebied is zeer gewenst. Hoewel de heersende mening in de praktijk is dat energiebesparing het risico op optreden van plantenziekten kan vergroten en mogelijk verlies van gewaskwaliteit kan geven, wordt de noodzaak van verdere energiebesparing uit kostenoverwegingen onderschreven.

## 1.2 Doelstelling

1. Inventariseren van de mogelijkheden voor energiebesparingen in de Phalaenopsisteelt. Mogelijkheden die meegenomen moeten worden zijn: wijzigen setpoints kastemperatuur en/of luchtvochtigheid, gebruik van temperatuurintegratie, mate van bijbelichting, inzet van minimumbuis en koeling, wijze van watergift, isolerend kasdek en schermgebruik.
2. Berekenen van de mate van energiebesparing van veranderde bedrijfsinrichting en teeltmaatregelen/-strategieën die invloed hebben op het energieverbruik met behulp van het kasklimaat simulatieprogramma KASPRO.
3. Ontwikkelen van een energiezuinig teeltconcept voor Phalaenopsis waarmee minstens 30% energie bespaard zou kunnen worden.





## 2 Werkwijze

### 2.1 Brainstormsessie

In nauw overleg met enkele telers en adviseurs uit de praktijk is een brainstormsessie gehouden op 17 mei 2010 om te inventariseren welke mogelijkheden er zijn om het energieverbruik in de Phalaenopsisteelt te reduceren en na te gaan in hoeverre een energiezuinig teeltconcept voor Phalaenopsis ontwikkeld kan worden waarmee minimaal 30% energie bespaard kan worden, met behoud of verbetering van groeisnelheid en plantkwaliteit (percentage meertakkers, aantal knoppen en vertakkingen) en geen risico op ziektes (bv. Bacterierot door *Pseudomonas*), wortelafsterving, en/of licht- of koelschade. In de sessie zijn achtereenvolgens aan de orde gekomen: de factoren licht (natuurlijk en assimilatiebelichting), temperatuur van kas, plant en substraat, watergift, substraat en luchtvochtigheid. Hierbij is de gangbare wijze besproken en mogelijke alternatieven. In de discussie is meegenomen de discussies die met tuinders en specialisten tot nu toe zijn gevoerd in de diverse specifiek op Phalaenopsis gerichte projecten (Teeltbegeleiding semi-gesloten telen, Lagere nachttemperatuur tijdens de opkweek, Teeltversnelling, Kas zonder gas en Monitoring Technische systemen).

### 2.2 Berekeningen energiebesparing

Aan de hand van een inventarisatie met twee teeltadviseurs uit de brainstormsessie in combinatie met kennis uit voorgaande projecten met Phalaenopsis is een referentieteelt gedefinieerd.

Met behulp van het kasklimaatmodel Kaspro is het klimaat in de referentieteelt berekend uitgaande van een SEL jaar. Het SEL jaar is een samengesteld jaar van maanden uit verschillende jaren in de periode 2000-2009. Kaspro is een virtuele kas waarin de warmte, water en gasstromen worden gemodelleerd op basis van het buitenklimaat, het gewas en de installatie met bijbehorende setpoints en instellingen. Ten behoeve van dit project zijn een aantal aanpassingen aan het model gemaakt specifiek voor de Phalaenopsisteelt. Zo is de verdamping uit de bark en van het gewas en de vloer apart in het model opgenomen omdat dit in grote mate het klimaat in de kas bepaalt (Bijlage 1). De met Kaspro berekende resultaten van de referentieteelt zijn in eerste instantie vergeleken met metingen in bestaande kassen ter validatie.

Vervolgens zijn er vanuit de resultaten van de brainstormsessie en vanuit de kennis van de onderzoekers diverse energiebesparende maatregelen benoemd en doorgerekend in dit project:

- Verandering van setpoints luchtvochtigheid in de kas (tussen 60 en 85% RV)
- geen verdamping vanuit pot (b.v. door afdekken van het substraat, en in minder mate door gebruik van kraag om pot)
- lagere frequentie van watergift
- gewas en vloer niet nat (door b.v. watergift 'onderdoor' zoals eb/vloed)
- geen gebruik van minimumbuis of alleen minimumbuis na watergift
- temperatuurintegratie (met bandbreedte van 4 graden binnen etmaal of binnen een week)
- Diverse combinaties van bovenstaande maatregelen

Hierbij is de gehele teelt van uitgangsmateriaal tot afleverbare plant (opkweek, koeling en afkweek) in ogenschouw genomen, waarbij naast de opkweek (warme afdeling) van een gemeenschappelijke koel- en afweekafdeling (koude kas) is uitgegaan. Vanuit de resultaten van de berekeningen zijn conclusies getrokken ten aanzien van perspectievolle componenten voor een energiezuinig teeltconcept Phalaenopsis.

### 2.3 Workshop

Doel van de workshop is om de resultaten uit te dragen en feedback te verkrijgen. Daarvoor is een groep Phalaenopsistelers en betrokken onderzoekers en voorlichters uitgenodigd. Besproken zijn de uitkomsten van het project en het energiezuinige teeltconcept. Met name eventuele teelttechnische mogelijkheden en bezwaren/knelpunten van de energiebesparende maatregelen zijn geïnventariseerd.



## 3 Resultaten

### 3.1 Brainstormsessie

Een verslag van de Brainstormsessie is in Bijlage II weergegeven. Uit de discussie kwamen zeer veel vragen naar voren. Er is behoefte aan meer duidelijkheid ten aanzien van de energievraag van de verschillende componenten in de teelt zoals gebruik van minimumbuis, vochtregeling, verdamping, belichting etc. In algemene zin kan gesteld worden dat het besef er is dat er veel energie wordt verbruikt voor minimumbuis en droogstoken als gevolg van de wijze van watergift met regenleiding c.q. spuitboom. Mogelijke energiebesparende maatregelen zoals minder gebruik van minimumbuis, verandering temperatuursetpoints, lagere watergift, gebruik van eb/vloed en meer vochtvasthoudend substraat en hogere RV worden wel als risicovol gezien in verband met optredende wortelproblemen, 'dood klimaat', optreden van voortakken en/of verlies van groeisnelheid. Dit mede gevoed door praktijkervaringen uit het verleden.

Aan de hand van de resultaten van de brainstormsessie is in een kleiner verband met onderzoekers een discussie gevoerd over de te berekenen energiebesparende maatregelen en uitwerking tot een teeltconcept (Zie 3.3).

### 3.2 Uitgangspunten referentieteelt

De Phalaenopsissteelt kan opgedeeld worden in een aantal fasen (Tabel 1.). Na het oppotten wordt in de opkweekfasen een temperatuur van 28 °C aangehouden om de planten vegetatief te laten ontwikkelen. Als de planten voldoende bladeren gemaakt hebben gaan de planten naar de bloei-inductie met een lage temperatuur van 18-20 °C en hoog lichtniveau. Na inductie van de bloemtakken kan de temperatuur iets verhoogd worden naar 20-21 °C om de takuitgroei te versnellen. Het overgrote deel van de Phalaenopsisbedrijven heeft 2 (opkweek en gecombineerde koel- en afkweekafdeling) in plaats van 3 aparte afdelingen (opkweek, koeling en afkweek) voor de teeltfasen. Planten worden naar de volgende afdeling verplaatst als ze voldoende grootte hebben of voldoende takken geïnduceerd zijn. Ongeveer de helft van de teeltoppervlakte wordt door de warme afdeling ingenomen. Als de koelafdeling apart is, beslaat deze ca. 1/6 van de teeltoppervlakte.

Tabel 1. Phalaenopsissteelt: kenmerken van de verschillende teeltfasen

Fase	Opkweek 1	Opkweek 2	Bloei-inductie	Takuitgroei
PAR maximaal ( $\mu\text{mol}/\text{m}^2 \cdot \text{s}$ )	70-90	80-110	150-170	130-150
PARsom ( $\text{mol PAR}/\text{m}^2 \cdot \text{etm.}$ )	3-3.5	4-4.5	6-7	5.5-6.5
Temperatuur (°C)	28	28	18-19	19-21
Teeltduur (weken)	12-14	12-14	6 - 8	8 – 12
Plantdichtheid (potten/ $\text{m}^2$ )	80	60-45	45-37	37

In de warme afdeling wordt het energieverbruik vooral bepaald door de verwarming. In de koude afdeling(en) wordt deze bepaald door de koeling en de verwarming. Daarnaast is de belichting een belangrijke energiegebruiker in beide afdelingen.

#### 3.2.1 Uitgangspunten energieberekening referentieteelt in Kaspro

##### Verwarmingssysteem

Een ondernet van 18 buizen van 51 mm per 12.8 meter kap onder de tafels, en een bovennet van 6 51-ers per 12.8 meter kap. De maximale verwarmingcapaciteit door de ketel geleverd is 200 W/ $\text{m}^2$ . Voor de verwarming is uitgegaan van een ketel aangezien het verwarmingssysteem niet van belang is voor het onderzoek. De CO<sub>2</sub> dosering is om deze reden ook buiten beschouwing gelaten.

### **Minimumbuis**

In de warme afdeling wordt overdag een minimum buistemperatuur van 50 °C voor het ondernet (onder de roltafels) aangehouden en op het bovennet 40 °C. In de nacht wordt deze verlaagd naar 40 respectievelijk 35 °C. Overdag wordt deze afgebouwd naar de kasluchttemperatuur over een buitenstralingstraject van 200 tot 500 W/m<sup>2</sup>. Op de dagen dat de watergift plaats vindt wordt de minimumbuisstemperatuur van het bovennet in de ochtend 2 uur voor de watergift met 30 graden verhoogd en van het ondernet met 10 graden tot het moment van watergift. Voor de koude afdeling wordt een lagere minimumbuis temperatuur van 45 graden op het ondernet en 35 graden op het bovennet aangehouden, deze wordt in de donkerperiode verlaagd naar 35 respectievelijk 30 graden. De afbouw op straling start in deze afdeling bij 150 W/m<sup>2</sup> en is klaar bij 300 W/m<sup>2</sup>. De verhoging op een watergift dag is hetzelfde.

### **Ventilatie**

De ramen worden geopend als de kasluchttemperatuur 1 °C boven de stooktemperatuur ligt. Er wordt een P-band van 2 °C gebruikt in de berekeningen, wat inhoudt dat de ramen volledig geopend zijn indien de kasluchttemperatuur 2 graden boven de ventilatietemperatuur uitkomt. De windzijdige ramen gaan open als de lezijdige ramen verder dan 50% zijn geopend.

### **Luchtvochtigheid**

De kas ventileert op vocht bij een luchtvochtigheid groter dan 65%. Er wordt niet extra verwarmd indien het ventileren niet voldoende vocht afvoert. In de winter wordt een maximale vochtkier van 1% aangehouden voor het LS10 doek, vanaf 1 maart 2%, vanaf 1 mei 4%, vanaf 1 september 2% tot 1 november. Het schaduw scherm wordt maximaal 10% geopend op vocht.

In de koude afdeling wordt een relatieve luchtvochtigheid van 70% nagestreefd.

### **Belichting**

In de warme afdeling wordt assimilatiebelichting met een lichtintensiteit van 6000 lux (= 73  $\mu\text{mol}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$ ) toegepast (58 W/m<sup>2</sup> geïnstalleerd elektrisch vermogen), in de koude kas 9000 lux (=100  $\mu\text{mol}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$ ). De belichting wordt gebruikt van 1 september tot 1 mei. In de warme opweekafdelingen wordt het licht ingeschakeld als de lichtintensiteit buiten onder de 6000 lux zakt (72 W/m<sup>2</sup> globale straling) bij de warme afdeling bij 9000 lux. Van 19:00 uur tot 05:00 uur is de belichting geblokkeerd. De totale lichtsom op een dag moet ongeveer 4 mol PAR/m<sup>2</sup> bedragen wat neer komt op 200 J/cm<sup>2</sup> voor de warme afdeling. In de koude afdeling wordt 6 mol PAR/m<sup>2</sup> nagestreefd.

### **Koeling**

Alleen in de koude afdeling wordt koeling ingezet. De hoeveelheid koeling is niet gelimiteerd en zorgt dat de streef temperatuur altijd gehaald wordt.

### **Kasconstructie**

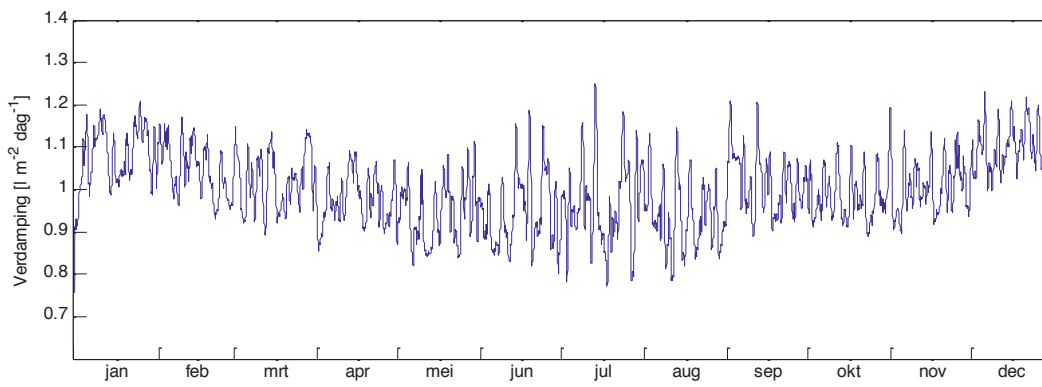
Het kasdek materiaal is conventioneel glas, wat bij 80-85% van de bedrijven het gebruikt materiaal is. Er wordt verneveling toegepast als de luchtvochtigheid onder de 55% zakt in de warme afdeling en 60% in de koude afdeling. Het energiescherm dat wordt gebruikt is de LS 10. Dit scherm is in de warme afdeling bijna het gehele jaar gesloten. Alleen op het moment dat de buitentemperatuur meer dan 25 graden is en de zonne-instraling minder dan 400 W/m<sup>2</sup> gaat het scherm open. Bij een hoger lichtniveau wordt er een kier van 10% aangehouden bij de hoge buitentemperatuur. In de koude afdeling wordt het scherm gebruikt bij een buitentemperatuur lager dan 8 graden en een lichtniveau buiten van minder dan 50W/m<sup>2</sup>. Er wordt een schaduw scherm gebruikt in de nacht en indien het lichtniveau in de kas boven de 80  $\mu\text{mol}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$  komt. In de winter gaat het scherm dicht boven de 150 W m<sup>2</sup> globale straling vanaf 1 maart boven de 200 W m<sup>2</sup> en vanaf 1 mei tot 1 september vanaf 300 W m<sup>2</sup>, dit in relatie tot het krijten en de benodigde lichtsom. Dit geldt ook voor de warme afdeling.

## Krijten

Van 1 maart tot 1 oktober wordt er gekrijt om minder licht toe te laten. In de warme afdeling wordt op 1 maart 65% van het licht tegengehouden, op 1 mei 75% en op 1 september wordt nog 65% tegengehouden ten gevolge van veroudering van het krijt en op 1 oktober wordt het krijt verwijderd. In de koude afdeling wordt in maart 40% van het licht tegengehouden door het krijt en deze wordt in april verhoogd naar 50%.

## 3.3 Resultaten Kaspro berekeningen referentieteelt

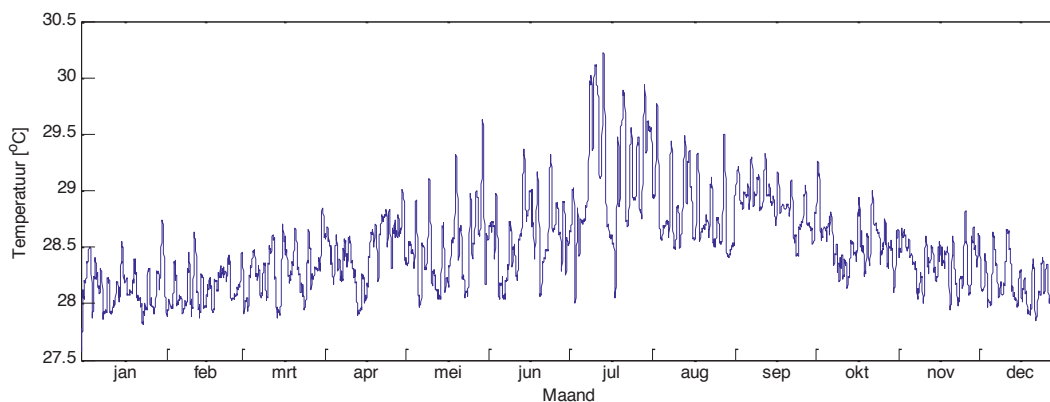
Uitgaande van het SEL-jaarklimaat zijn hieronder enkele resultaten van de KASPRO berekeningen voor wat betreft klimaat, verdamping en berekend energieverbruik voor de referentieteelt gegeven.



Figuur 1. Berekende etmaalverdamping over het jaar in de warme afdeling (referentie)

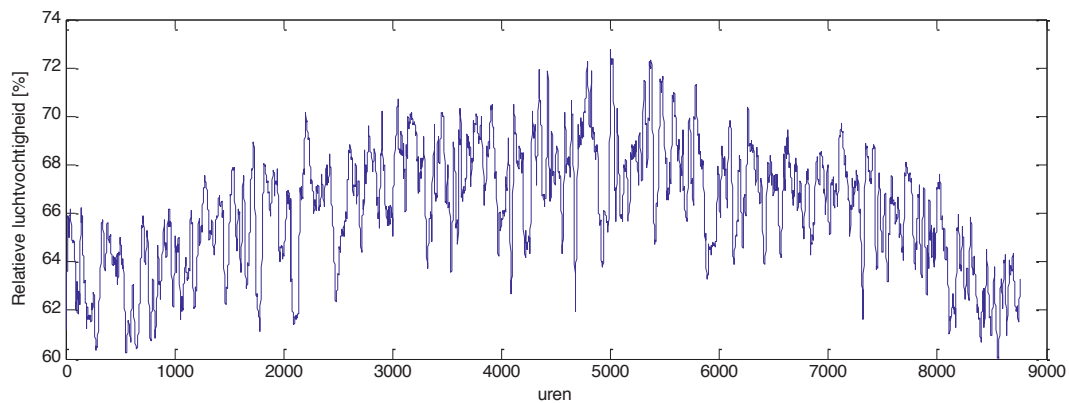
De verdamping in de Phalaenopsis teelt komt enerzijds van de plant zelf (CAM-plant) en anderzijds door verdamping uit de pot. De verdamping van Phalaenopsis is extreem laag in vergelijking met andere tuinbouwkundige gewassen. De verdamping vindt voornamelijk vanuit de pot plaats.

De jaarlijkse verdamping in de referentie situatie (Figuur 1.) is berekend op 389 l m<sup>2</sup>, wat goed overeenkomt met de gegevens uit de praktijk (Baas, 2010). Deze verdamping is samengesteld uit de gewasverdamping, de verdamping uit de pot en de verdamping van vrij water van de grond na de watergift.



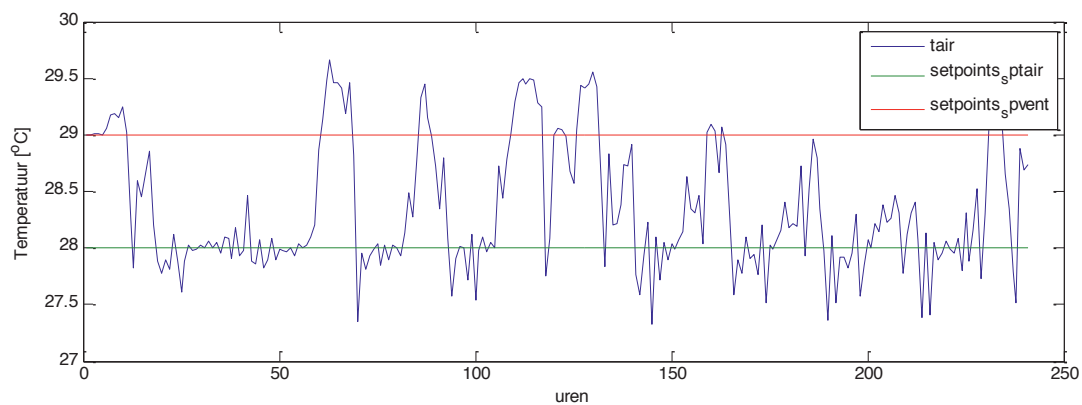
Figuur 2. Berekende etmaaltemperatuur over het jaar in de warme afdeling(referentie)

Op dagen dat er water wordt gegeven ligt de temperatuur (Figuur 2.) iets lager door het koelende effect van de verdamping en het feit dat er meer gelucht wordt om de luchtvochtigheid weer te laten dalen.



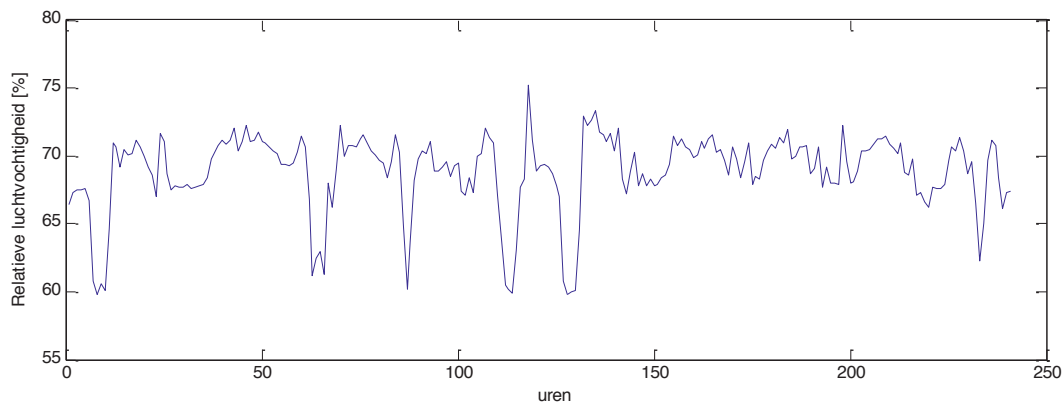
Figuur 3. Berekende etmaalRV over het jaar in de warme afdeling(referentie)

De relatieve luchtvochtigheid in de warme afdeling (Figuur 3.) blijft goed onder controle door de hoge kasluchttemperatuur ten opzichte van de buitenlucht. Alleen op dagen van watergift moet er actiever worden geventileerd om het vocht te verwijderen. De verneveling wordt nauwelijks ingezet om de luchtvochtigheid boven de 55% te houden.



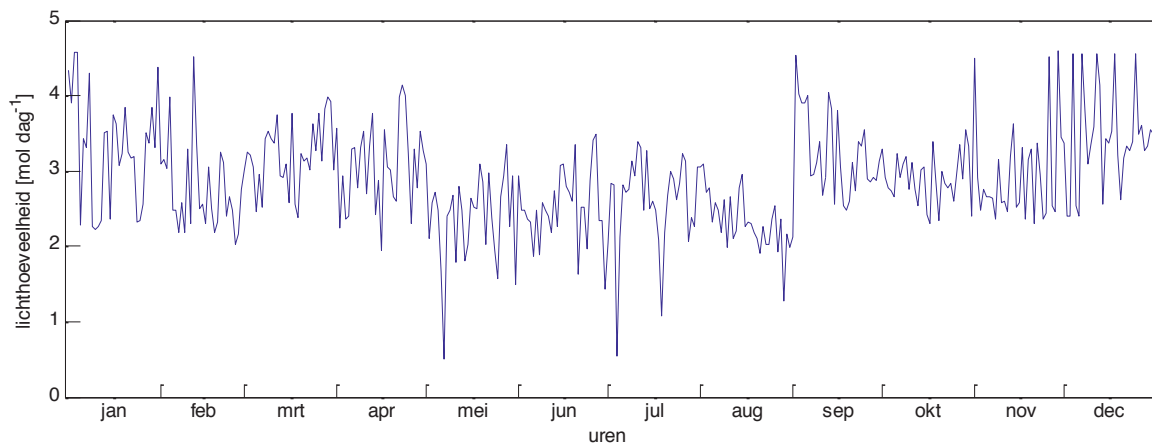
Figuur 4. Berekende uurlijkse waardes van de temperatuur in een 10 daagse periode gedurende de zomer voor de warme afdeling(referentie)

Op een kleinere temperatuur schaal (Figuur 4.) is te zien dat de temperatuur in de range blijft die is ingesteld.



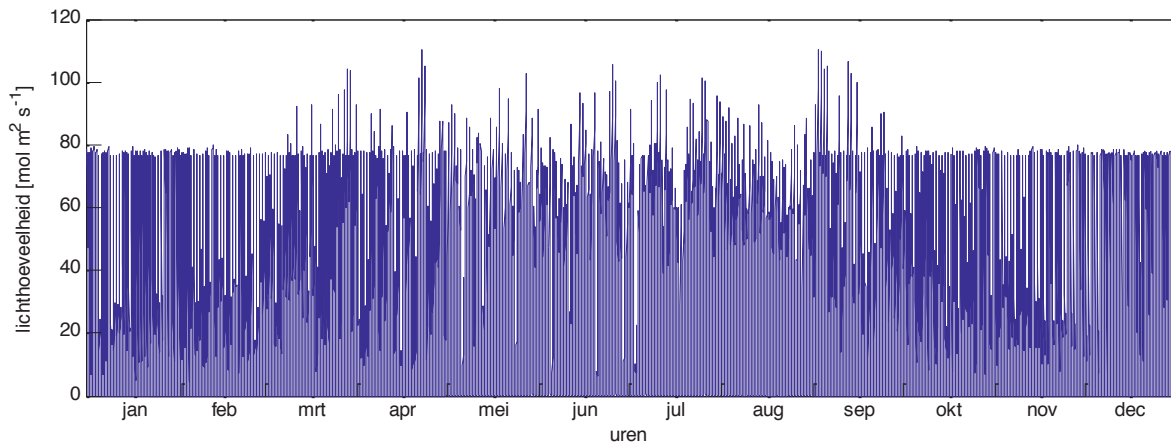
Figuur 5. Berekende uurlijkse waardes van de relatieve luchtvochtigheid in een 10 daagse periode gedurende de zomer voor de warme afdeling(referentie)

De ontvochtiging en bevochtiging in de zomer zorgen ervoor dat de relatieve luchtvochtigheid (Figuur 5.) binnen de gestelde grenzen blijft.



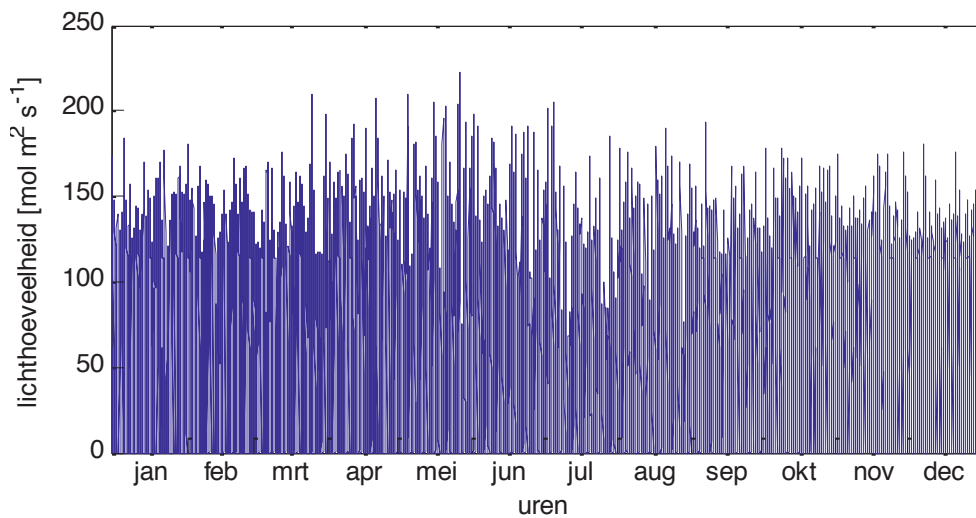
Figuur 6. Berekende PARsom per dag over het jaar in de warme afdeling (referentie)

De berekende lichtsom (Figuur 6.) ligt rond de 3-4 mol m<sup>2</sup> wat overeenkomt met de waarden die in de praktijk worden gehandhaafd (Tabel 1.).



Figuur 7. Berekende uurlijkse waarden van de lichtintensiteit over het jaar in de warme afdeling(referentie)

Het lichtniveau over het jaar ligt gemiddeld op  $80 \mu\text{mol m}^{-2}\text{s}^{-1}$  met een paar uitschieters naar boven in de warme kas (Figuur 7.) en op ca.  $130 \mu\text{mol m}^{-2}\text{s}^{-1}$  in de koude afdeling (Figuur 8.).



Figuur 8. Berekende uurlijkse waarden van het lichtniveau over het jaar in de koude afdeling(referentie)

### 3.4 Resultaten Kaspro berekeningen energiebesparingsopties

In eerste instantie is gekeken naar diverse afzonderlijke maatregelen die vooral de warmtevraag terugbrengen. Vervolgens zijn apart voor de warme en koude afdeling nog combinaties van maatregelen doorgerekend.

De effecten van de verschillende energiebesparende maatregelen en combinaties van maatregelen op het energieverbruik in de Phalaenopsisteelt staan in Tabel 2. voor de warme afdeling en Tabel 3. voor de koude afdeling.



Tabel 2. Invloed van energiebesparende maatregelen op het gasverbruik (excl. De eventuele productie van elektra) in de warme afdeling.

	Opties	Elektragebruik kWh m <sup>2</sup> jaar <sup>-1</sup> )	Gasverbruik (m <sup>3</sup> m <sup>2</sup> jaar <sup>-1</sup> )	% besparing op gasverbruik
1	Referentie	106	65.0	
2	Dubbeldek	106	55.8	14
3	Minimum RV 60%, maximum RV 70%	106	59.6	8
4	Minimum RV 65%, maximum RV 75%	106	57.3	12
5	Minimum RV 70%, maximum RV 80%	106	57.1	12
6	Minimum RV 75%, maximum RV 85%	106	58.0	11
7	Minimum RV 60%, maximum RV 80%	106	57.8	11
8	Geen verdamping uit de pot, om de 5 dagen beregenen	106	56.0	14
9	Geen verdamping uit de pot, om de 10 dagen beregenen	106	53.5	18
10	Gewas en vloer niet nat na beregening (b.v. watergift buiten kas en droogblazen of eb/vloed of dompelen)	106	61.5	5
11	Geen minimumbuis, geen beregening (maar b.v. eb/vloed of dompelen)	106	59.4	9
12	Geen minimumbuis, wel beregening om de 5 dagen	106	62.4	4
13	Temperatuur integratie, band 4 graden, 24 uur	106	63.2	3
14	Temperatuur integratie, band 4 graden, 168 uur	106	62.4	4
15	Minder krijt (15%)	100	63.0	3
16	Combi 8 en 10: geen verdamping uit pot, geen beregening (gewas +vloer niet nat)	106	50.9	22
17	Combi 11 en 16: geen minimumbuis, geen verdamping uit pot, geen beregening	106	45.9	29
18	Combi 5 en 17: geen minimumbuis, geen verdamping uit pot, hogere RV (70/80%), geen beregening	106	48.2	26
19	Combi 2, 10 en 11: Dubbeldek, geen beregening, geen minimumbuis	106	47.7	27
20	Combi 2 en 19: geen minimumbuis, geen verdamping uit pot, dubbeldek, geen beregening	106	33.1	49
21	Combi 2, 14 en 19: geen minimumbuis, geen verdamping uit pot, dubbeldek, geen beregening, temperatuur integratie 168 uur	106	30.3	53

Tabel 3. Invloed van energiebesparende maatregelen op het gasverbruik (excl. Het eventuele gasverbruik voor de productie van elektra en koeling) in de koude afdeling.

	Optie	Koeling (MJ m <sup>2</sup> jaar <sup>-1</sup> )	% besparing op koeling	Elektra (kWh m <sup>2</sup> jaar <sup>-1</sup> )	Gasverbruik (m <sup>3</sup> m <sup>2</sup> jaar <sup>-1</sup> )	% besparing op gasver- bruik
1	Referentie	1309	0	171	57.0	
2	Dubbeldek	1809	-38	171	52.9	7
3	Minimum RV 65%, maximum RV 75%	1415	-8	171	56.1	2
4	Minimum RV 70%, maximum RV 80%	1465	-12	171	55.7	2
5	Minimum RV 75%, maximum RV 85%	1487	-14	171	55.7	2
6	Minimum RV 60%, maximum RV 80%	1465	-12	171	54.4	5
7	Geen verdamping uit de pot, om de 5 dagen beregenen	1310	0	171	55.7	2
8	Geen verdamping uit de pot, om de 10 dagen beregenen	1374	-5	171	52.7	8
9	Gewas en vloer niet nat (b.v. watergift buiten kas en droogblazen of eb/vloed)	1209	8	171	51.3	10
10	Geen minimumbuis	603	54	171	34.4	40
11	Geen minimumbuis, wel minimumbuis tijdens beregening om de 5 dagen	728	44	171	38.6	32
12	Temperatuur integratie, band 4 graden, 24 uur	1312	0	171	55.8	2
13	Temperatuur integratie, band 4 graden, 168 uur	1254	4	171	55.0	4
14	Fresnel kas (geen direct licht in de kas, krijtfactor verlaagd)	1304	0	164	57.0	0
15	Combi 2, 9 en 10	823	37	171	23.3	59
16	Combi 2, 7, 9 en 10	906	31	171	16.8	71
17	Combi 2, 7, 9, 10 en 13	626	52	171	9.9	83

### 3.4.1 Extra isolatie kasdek

Door het enkeldek te vervangen door een dubbeldek wordt energie bespaard (14%) in de warme afdeling. Echter omdat het scherm in koude perioden ook altijd gesloten is, is de energiebesparing relatief gering.

De toepassing van een beter geïsoleerd dek in de koude afdeling zorgt ervoor dat gedurende koude periodes de kas minder verwarmingsbehoefte heeft; echter tijdens warme periodes zijn de verliezen ook minder waardoor de koelingbehoefte toeneemt. Een dubbeldek zorgt ervoor dat de verwarmingsbehoefte afneemt van 57 m<sup>3</sup> naar 53 m<sup>3</sup> op jaarbasis en de koelbehoefte toeneemt van 1309 MJ naar 1809 MJ op jaarbasis. Een dubbeldek in de koude afdeling is hiermee energetisch niet aantrekkelijk. Dit effect zal overigens minder groot zijn indien geen gebruik wordt gemaakt van een minimumbuis. Dubbeldek gecombineerd met andere maatregelen (zie nr. 15, 16 en 17) kan wel flinke besparingen opleveren.

## 3.4.2 Verandering setpoints luchtvochtigheid

Op praktijkbedrijven is het gangbaar om een relatieve luchtvochtigheid na te streven van ongeveer 65%. Wanneer deze streefwaarde zou kunnen worden verhoogd naar een minimum van 70% RV en een maximum van 80% dan zou het gasverbruik, volgens de berekeningen die in Tabel 2. staan, afnemen met 12% in de warme afdeling. Dit is een behoorlijke besparing die relatief eenvoudig te bereiken is.

Verhoging van de toelaatbare relatieve luchtvochtigheid in de koude afdeling (Tabel 3.) geeft maximaal 5% besparing op het energiegebruik. Dit komt omdat tijdens het koelproces al veel vocht wordt afgevoerd. De koelbehoefte neemt ook toe bij een hoge luchtvochtigheid. Dit komt door de manier van regelen van de vochtafvoer door middel van ventilatie. Gedurende een groot deel van het jaar wordt hiermee ook warmte afgevoerd: daardoor wordt de kas met de lage instelling voor de relatieve luchtvochtigheid meer gekoeld met buitenlucht dan de kas waar een hogere luchtvochtigheid wordt nagestreefd. Alleen mechanisch koelen indien de buitenlucht een te hoge temperatuur heeft kan dit voorkomen.

## 3.4.3 Andere watergift en beïnvloeding verdamping

Om energiebesparing te realiseren bij de teelt van Phalaenopsis zou het aantal stook- en ventilatieacties teruggedrongen kunnen worden door het aantal watergiftten te beperken en/of om te voorkomen dat het gewas nat wordt. In theorie zijn de volgende opties voorhanden om dit te bereiken:

Verdamping beperken:

1. Hogere RV rond gewas aanhouden
  1. instellen van hoger ventilatiesetpoint RV
  2. gebruik van potkraag
2. Substraatverdamping tegen gaan
  1. (gedeeltelijk) afdekken bovenzijde substraat
  2. watergift van onderaf (eb/vloed of dompelen)
3. Minder stoken: lagere/geen minimumbuis

Hogere vochtinhoud pot hanteren:

1. Groter potvolume
2. Substraat met groter vochtvasthoudend vermogen

Optie 1.1 is hierboven al besproken. Het tegen gaan van substraatverdamping bij een watergift om de 5 dagen levert een besparing op van 14% in de warme afdeling (Tabel 2.). Echter, omdat de verdamping verlaagd wordt als gevolg van de maatregelen, kan in principe ook het aantal watergiftten verminderd worden. Daarom is ook een optie doorgerekend waarbij de watergift om de 10 dagen in plaats van om de 5 dagen plaats vindt. Dit zou het energieverbruik met 18% reduceren aangezien de verhoging van de minimumbuis bij een watergift dan minder vaak nodig is. Het voorkomen dat het gewas en de vloer nat wordt door buiten de kas water te geven of door b.v. eb/vloed of dompelen te hanteren blijkt een beperkte invloed op het energiegebruik te hebben: 5% in warme kas en 10% in koude kas. Hierbij is er echter bij eb/vloed of dompelen geen rekening mee gehouden dat de verdamping vanuit de pot wel eens sterk gereduceerd kan zijn omdat de bovenzijde waarschijnlijk goed droog gehouden kan worden. De combinatie van geen verdamping uit de pot en gewas en grond niet nat heeft in de warme kas dan 22% reductie op het gasverbruik tot gevolg.

### 3.4.4 Geen gebruik minimumbuis

Voor een andere manier van minimumbuisgebruik zijn twee scenario's doorberekend. De eerste is de minimumbuis niet gebruiken, behalve bij het 'droogstoken' na een watergift. De berekening met Kaspro liet zien dat hiervan weinig (1%) energiebesparing te verwachten is in de warme afdeling. Dit komt door het feit dat de verwarming een hoge temperatuur nodig heeft om de benodigde temperatuur te halen.

Het andere scenario was het niet gebruiken van de minimumbuis, ook niet bij het water geven. Deze maatregel zal een besparing opleveren van 4% in de warme afdeling (=nr. 12 in Tabel 2.). Voor de warme afdeling levert deze maatregel dus weinig op vanwege de warmtebehoefte. In de koude afdeling levert het niet toepassen van de minimumbuis uiteraard een veel grotere besparing op het gasverbruik op van 40%. Bovendien is er niet alleen minder verwarming nodig, maar er is ook veel minder koeling nodig (> 50%?). De koeling wordt voor een groot deel ingezet in de koude afdeling om de warmte van de minimumbuis weg te koelen.

Deze grote energiebesparing ontstaat, doordat er zoveel mogelijk geteeld wordt met de goedkope zonne-energie van buiten op de dag (of lamplicht indien bij belicht moet worden) en wanneer dat er niet is, meer stoken in de nacht met alle schermen dicht. De minimumbuis helemaal weglaten zal in de praktijk echter niet zonder meer uitgevoerd worden.

### 3.4.5 Gebruik van temperatuur integratie

Toepassing van temperatuur integratie is een andere mogelijkheid om energie te besparen. Het scenario van temperatuur-integratie op dagbasis met een bandbreedte vier graden rondom de standaard teelttemperatuur van 28°C in de warme afdeling leverde een mogelijke energiebesparing van 3% op (Tabel 2.). Opvallend genoeg leverde een uitbreiding naar 7-daagse integratie niet veel extra besparing, namelijk 1% erbij (totaal 4%). In de koude afdeling zorgt temperatuur integratie op 24 uren basis voor een besparing van 2% en voor de 7-daagse integratie wordt deze 4%. De besparing is gering.

Het wordt energetisch pas interessant wanneer de meerdaagse temperatuur integratie wordt gecombineerd met het scenario zonder minimumbuis. Deze combinatie met een aantal andere variaties (nr. 21 in Tabel 2.) leverde in de berekening een energiebesparing op van 53% ten opzichte van de referentie situatie. Een kanttekening is dat er wel indicaties zijn dat temperatuurintegratie tussen 26 en 30°C op etmaalbasis weinig problemen lijken op te leveren (Kromwijk, 2008), maar van meerdaagse temperatuurintegratie is dat niet bekend. In België (Dambre et al, 2010) is een proef uitgevoerd met 4-daagse temperatuurintegratie bij Phalaenopsis, waarbij de ventilatietemperatuur tijdens de daglichtperiode is verhoogd op basis van de lichtintensiteit en de nachttemperatuur is verlaagd op basis van de gerealiseerde dagtemperatuur. De etmaaltemperatuur was ingesteld op 28 °C met een maximale afwijking van 2 graden. Deze behandeling is vergeleken met een controlebehandeling met een gemiddelde etmaaltemperatuur van 28 °C met een beperkte bandbreedte tussen dag en nacht (1-2 °C). Phalaenopsis vertoonde in deze omstandigheden geen verschil tussen de twee temperatuursturingen, terwijl er toch een energiebesparing van bijna 9% gerealiseerd kon worden. Tweede kanttekening is dat er bij toepassing van temperatuurintegratie in de afkweekfase naar verwachting rekening gehouden zal moeten worden met een ondergrens van de temperatuur van ongeveer 17 °C waar de temperatuur niet onder mag lijken te zakken.

### 3.4.6 Meer licht toelaten

In de opweek wordt gemiddeld een lichtsom aangehouden van 4 mol/m<sup>2</sup> met een gemiddelde intensiteit van 80-100 μmol m<sup>-2</sup>s<sup>-1</sup>. Dit wordt gedaan door in het grootste deel van het jaar te schermen en te krijten en op momenten dat het te donker wordt bij te belichten met assimilatiebelichting. In de praktijk komt het soms voor dat de assimilatiebelichting onder een gekrijte of geschermd kas aan is om de lichtsom te halen.

Uit resultaten van eerder genoemd onderzoek naar teeltversnelling bij Phalaenopsis (Dueck et al, 2010) bleek dat een toename in lichtsom van 3 naar 5 mol dag<sup>-1</sup> resulteerde in gemiddeld 0,7 meer blad tijdens de opkweek bij de traag groeiende cultivars Las Palmas en Golden Treasure. Bij de snel groeiende cultivars White Moon en Promise was de toename iets minder groot, respectievelijk 0,4 en 0,5 bladeren meer. Wanneer uitgegaan wordt van een aanmaak van ongeveer 1 nieuw blad per 6 weken, betekent dat een teeltversnelling van 3 tot 4 weken bij deze vier cultivars. Dit biedt perspectieven om iets minder te gaan schermen en krijten en de lichtgrenzen naar boven toe bij te stellen. Zo kan meer groei gegeneerd worden en tegelijkertijd energie bespaard worden. Volgens de berekeningen is een energiebesparing mogelijk van 3% (zie nr. 15 in Tabel 2.). Hierbij is het volgens de onderzoekers wel cruciaal om een hogere RV aan te houden op de dag.

Bij nieuwbouw is het energetisch en teelttechnisch interessant om de mogelijkheden na te gaan van dubbel glas voor energiebesparing, gecombineerd met diffuus glas met een hoge verstrooiingsfactor om meer diffuus licht te hebben op de momenten dat er niet gekrijt of geschermd wordt. Groot voordeel daarvan is dat er minder lichtverschillen binnen de kas optreden en dat heeft weer voordelen met betrekking tot gelijkmatiger teeltklimaat.

### 3.4.7 Combinaties van maatregelen

In de warme afdeling kan door een combinatie van dubbeldek, geen beregening maar eb/vloed of dompelen, geen gebruik van minimumbuis en geen verdamping uit de pot bijna 50% energie worden bespaard. In de koude afdeling is nog meer, namelijk 83% energie te besparen door de juiste combinatie van maatregelen.



## 4 Discussie en energiezuinig teeltconcept

In de brainstorm met de telers en voorlichters van Phalaenopsis kwam naar voren dat er nog veel onbekend is m.b.t. teeltoptimalisatie bij Phalaenopsis. Bij alle besproken stuurfactoren licht, RV, temperatuur en watergift werden mogelijkheden en onmogelijkheden genoemd (Bijlage 2).

Voor wat betreft licht werden diffuus licht of het gebruik van nieuwe schermen (diafragma scherm, diffuus scherm) in plaats van het gebruikelijke krijten als mogelijkheden gezien om meer licht toe te laten. Bij krijten worden op donkere dagen de gewenste lichtsommen niet behaald waardoor bij belicht moet worden. Met een diafragma scherm in combinatie met een diffuus dek kan de lichthoeveelheid in de kas nauwkeurig worden geregeld zonder dat daar ongewenste licht banen in de kas ontstaan. De laatste jaren is er al teeltversnelling bereikt door hogere lichtsommen in combinatie met CO<sub>2</sub> en hogere watergiften te hanteren. Recent onderzoek heeft laten zien dat nog verdere teeltversnelling is te bereiken met nog hogere lichtsommen in combinatie met hogere luchtvochtigheid, hoewel er wel rasverschillen zijn (Dueck e.a., 2010). Teeltversnelling resulteert in een verminderde energiebehoefte per eenheid product. In absolute energiebesparing resulteerde het hanteren van hogere lichtgrenzen door minder te schermen/krijten een energiebesparing van 3%.

Het gebruik van LED belichting (eventueel in combinatie met SON-T) werd als perspectiefvol gezien voor bepaalde (warme) perioden in het jaar wanneer warmte uit de koude afdeling gelucht moet worden bij gebruik van bijbelichting.

Voor wat betreft de temperatuur zijn er restricties in de warme afdeling in verband met het risico op voortakken bij temperaturen onder de ca. 27 °C, en met het minder goed induceren van de bloei boven de 19 °C in de koelafdeling. Het gebruik van (meerdaagse) temperatuurintegratie is hierdoor aan risico's gebonden, die overigens nog niet goed in kaart zijn gebracht. Bij doorrekening bleek de energiebesparing bovendien slechts 3-4% voor de opweek te zijn. Bij de temperatuur kan daarnaast ook nog horizontale variatie een rol spelen. Om het risico op voortakken te verkleinen bij horizontale temperatuurverschillen, wordt soms met een iets hogere temperatuur geteeld, hetgeen energetisch ongunstig is. Ook het tijdig inspelen op veranderingen in de planttemperatuur b.v. na het uitschakelen van de belichting wordt genoemd als mogelijkheid om het risico op voortakken te voorkomen. Ten slotte is nog onbekend of een meer dynamische regeling op een vaste PARsom/temperatuursom verhouding het optreden van voortakken kan voorkomen.

Door het hanteren van een aparte afdeling voor de bloei-inductie en deze niet te combineren met de afweek is nog wel winst te bereiken op temperatuurvlak. Het hanteren van temperatuurintegratie in de afweek zou immers mogelijk geen nadelige teeltkundige problemen kunnen geven.

De vochthuishouding van kaslucht en substraat is een factor waarbij gunstige omstandigheden voor de teelt en de energiehuishouding deels conflicterend zijn.

De watergift in samenhang met het vochtgehalte van het wortelmilieu is een cruciale factor in de teelt van Phalaenopsis (Baas, 2008). In het substraat komt bij Phalaenopsis veelvuldig de 'potworm' (larven van de langhoornmuggenfamilie *Lyprauta*, voor, die een aantasting van de wortels kan geven (Pijnakker e.a., 2010). Omdat de larven zich voeden met schimmels en algen, welke beter groeien onder vochtige omstandigheden, worden de larven vaker gevonden bij hoge vochtgehalten. Daarnaast kan de wortelgroei negatief beïnvloed worden a.g.v. te natte omstandigheden in het velamen van de wortels. Bovenstaande heeft tot gevolg dat in de huidige teeltsituatie 'bovendoor' water en voeding wordt gegeven en dat geteeld wordt op draadbodems en een minimumbuis wordt gehanteerd om luchtcirculatie mogelijk te maken voor een snelle 'afdroging van de potten'. De negatieve effecten van hoge vochtgehalten zijn ook de reden dat met zeer luchtige potgrondmengsels geteeld wordt. Een potentieel nadeel van de luchtige substraten is dat watergebrek optreedt indien niet tijdig water wordt gegeven, met verlies van groeisnelheid. Het relatief droog telen heeft ook tot gevolg dat de variatie in vochtgehalten tussen potten groot is, en dat wordt nog versterkt doordat bladeren naburige potten bedekken. In de praktijk worden daarom wel kragen gebruikt om dit tegen te gaan.

Het hanteren van veranderingen in de watergift bovendoor en vervolgens stimuleren van de verdamping vanuit de pot is doorgerekend. Zo blijken alle maatregelen die de verdamping beperken in meer of mindere mate een positief effect te hebben op de energiebesparing. In de warme afdeling kan door het tegengaan van verdamping uit de pot, geen gebruik te maken van een minimumbuisregeling en door geen beregening toe te passen maar b.v. eb/vloed of dompelen bijna 30% bespaard worden op het gasverbruik in de warme kas. In de koude afdeling is dit nog meer: meer dan 40% besparing

op het gasverbruik. Het gevolg zal wel zijn dat het wortelmilieu langer dan nu gebruikelijk vochtig blijft: een situatie waar de praktijk juist slechte ervaringen mee heeft. Wel is onduidelijk in hoeverre de inzet van de minimumbuis nu werkelijk bijdraagt aan de potverdamping. Deze bijdrage zou wel eens erg overschat kunnen zijn (Stanghellini, 1987) en alleen al het loslaten van de minimumbuis in combinatie met het droog houden van het gewas geeft in de koude afdeling al een energiebesparing van 40%. Meer onderzoek naar de bijdrage van de minimumbuis aan de verdamping van *Phalaenopsis* lijkt daarom gewenst.

Het uitstellen van de watergift van 5 naar 10 dagen had 4% (warme afdeling) tot 6% (koude afdeling) extra besparing tot gevolg. Door de gift af te stemmen op het verbruik door verdamping b.v. door watergift op berekende verdamping via een verdampingsmodel (Baas, 2010), of door gebruik te maken van weegunits kan voorkomen worden dat groeiverlies optreedt a.g.v. droogtestress en tegelijkertijd voorkomen worden dat te vaak water gegeven wordt met energieverlies tot gevolg.

Wat betreft de vochtuithouding van de kaslucht blijkt het verhogen van de instellingen van de RV energiebesparend te werken. In de warme afdeling blijkt het verhogen van de RV tot 75% de energiebehoefte met maximaal 12% te reduceren in vergelijking met de referentie van 65%.

Daarbij komt dat uit recent onderzoek (Dueck e.a., 2010) bleek dat in de warme afdeling bij een lage RV (60%) zoals in de praktijk het geval is, de groei en ontwikkeling minder was dan bij een hoge RV van 80%. Het effect van een hoge RV in de warme afdeling werkte positief op de groei van *Phalaenopsis*, vooral op de bladafplitsing van *Las Palmas*. Wanneer ook het lichtniveau verhoogd werd, werden de verschillen nog groter ten gunste van het hoge licht in combinatie met de hoge RV.

Omdat door het hanteren van een hogere RV de potverdamping verminderd wordt (Baas, 2010), zal ook het aantal watergiftten kunnen worden verminderd, b.v. van eens per 5 dagen naar eens per 7 dagen. Dit zal nog een extra energiebesparing besparing geven, waar in de berekeningen nog geen rekening mee is gehouden.

Toepassing van de mogelijke energiebesparing van het hanteren van een hogere RV wordt vooral tegen gehouden door ziekteproblemen met voornamelijk *Pseudomonas cattleyae* (officiële naamgeving: *Acidovorax avenae* subsp. *cattleyae*). Uit recent onderzoek (Ludeking et al, 2010) is gebleken dat er bij continu 90% RV veel verspreiding en aantasting door *Pseudomonas* plaatsvindt. In de kassen met lage RV was de aantasting veel lager. Tussen de kassen met continu 60% RV, continu 75% RV en de kas met RV 's nachts van 75% en overdag 60% konden echter geen betrouwbare verschillen in aantasting worden aangetoond. Verhoging van maximale RV tot in ieder geval 75% lijkt daarom goed mogelijk.

Een mogelijke oplossing om bij nog hogere RV te telen en tegelijkertijd geen langdurig hoge RV's rond het gewas te hebben, is de mogelijkheid om te gaan werken met buitenluchtaanzuiging van de, na opwarming meestal, drogere buitenlucht en die langs het gewas te leiden. In diverse onderzoeken in vooral de tomatenteelt is dit een probaat middel gebleken tegen stengelrot door *botrytis*. Buitenluchtaanzuiging werkt overigens het beste in de opweek afdeling aangezien in deze afdeling het absoluut vochtverschil tussen binnen en buiten altijd groot is door de hoge temperatuur in de kas. In de gekoelde afdeling zal op sommige momenten de absolute luchtvochtigheid van de buitenlucht hoger zijn als in de kas, waarmee ontvochtiging met buitenlucht niet meer mogelijk is.

Bovenstaande leidt tot een compilatie in inrichting en instellingen van een energiezuinig teeltconcept voor *Phalaenopsis*, waarbij onderscheid gemaakt wordt in een warme afdeling, een koelafdeling en een afweekafdeling. Hierbij is het teeltrisico met een waarde 1-5 tussen haakjes weer gegeven (waarbij 1 = geen risico tot 5 = groot/onbekend risico).



Opkweek 1 en 2 in warme (28 °C) afdeling:

- Diffuus kasdek en diafragmascherm in plaats van krijten (3)
- Dubbeldek (1)
- Buitenluchtaanzuiging om ventilatie na watergift te beperken en horizontale temperatuurverschillen te nivelleren (2)
- Watergift door dompelen of eb/vloed; 1x/mnd doorspoelen om zoutophoping ten te gaan (4)
- Gebruik van potkraag om verdamping tegen te gaan (2)
- Temperatuurintegratie 4 graden band 24 uur (3)
- RV maximaal 75%; VD 7 g/m<sup>3</sup> (2)
- PARsom van 3.5 tot uiteindelijk 5 mol/m<sup>2</sup>.etmaal (2)
- Watergift 'naar behoefte' via weegunit of verdampingsmodel (3)
- Geen minimumbuisverhoging bij watergift (4)

Bloei-inductie in gekoelde (18-19 °C) afdeling:

- Diffuus kasdek en diafragmascherm (3)
- Watergift via eb/vloed of dompelen (4)
- Gebruik van potkraag om verdamping tegen te gaan (2)
- RV maximaal 80%; VD 3.2 g/m<sup>3</sup> (2)
- PARsom tot 7 mol/m<sup>2</sup>.etmaal (2)
- Watergift 'naar behoefte' via weegunit of verdampingsmodel (3)
- Minimumbuis alleen bij watergift indien watergift nog bovenover gebeurt (4)
- Geforceerde luchtbeweging door ventilatie ipv minimumbuis. (3)

Afkweek in afkweek (19-21 °C) afdeling:

- Diffuus kasdek en diafragmascherm met licht krijten (3)
- Watergift via eb/vloed of dompelen (4)
- Gebruik van potkraag om verdamping tegen te gaan (2)
- Temperatuurintegratie 6 graden 168 uur met minimumtemperatuur van circa 17 °C (4)
- RV maximaal 80%; VD 3.5 g/m<sup>3</sup> (2)
- PARsom tot 7 mol/m<sup>2</sup>.etmaal (1)
- Watergift 'naar behoefte' via weegunit of verdampingsmodel
- Geen minimumbuis

Teeltrisico's zijn mogelijk te verwachten bij toepassing van watergift via eb/vloed en bij het minimaliseren van het gebruik van de minimumbuis. Dit vooral omdat hier geen ervaring mee is. Aanbevolen wordt daarom om hier in eerste instantie aandacht in het onderzoek aan te besteden. In de afkweek is het toepassen van de grotere bandbreedte en periode van temperatuurintegratie iets wat verder beproefd zou kunnen worden.

De verwachting is dat toepassing van bovenstaand energiezuinig teeltconcept de energiebehoefte voor Phalaenopsis met minimaal 50% zou moeten kunnen reduceren.



## 5 Resultaten en conclusies workshop

N.a.v. de workshop met een groep Phalaenopsis telers en -adviseurs op 11 januari 2011 over de resultaten van het project Energiezuinig teeltconcept Phalaenopsis kan o.a. geconcludeerd worden:

- RV 75% is algemeen geaccepteerd als mogelijkheid om groei te verbeteren en energie te besparen (overigens beter te spreken van VD; dus bij 28 °C zou dit ca. 7 g/m<sup>3</sup> zijn).
- Onderzoek naar alternatieve watergift is interessant (maar op korte termijn voor praktijk waarschijnlijk niet toepasbaar/rendabel vanwege de hoge investeringskosten voor aanpassing van het teeltsysteem?)
- Wat betreft toepassing van een dompelsysteem in de Phalaenopsis teelt zijn vooral wat betreft de alternatieve watergift nog veel onzekerheden: hoe drijven van bark in de startfase van de opkweek te voorkomen?, hoe planten vasthouden? opvoerhoogte/-tijd? Alternatief substraat? Potkraag?
- Een alternatief van dompelen wat dichter aansluit bij de huidige praktijksituatie is een systeem met roulerende tafels met watergift op één centrale locatie bovendoor (systeem opkweek Floricultura) in combinatie met droog blazen. Hierbij kan nog aanvullend gedacht worden aan het gebruik van uitvloeier en waterafstotende bovenlaag om potverdamping tegen te gaan. Zo'n 'giet- en droogstraat' (tafels komen naar centraal punt of hoofdpad voor watergift, krijgen daar water en worden daarna bv. droog geblazen) als alternatieve watergift zou beter bekeken moeten worden.
- Verminderen van substraatverdamping door b.v. afdekken wordt als minder interessant/risicovol gezien. Heeft alleen waarde indien op andere manier dan nu standaard, wordt water gegeven.
- Onderzoek naar vermindering gebruik minimumbuis(verhoging) is interessant
- Aanzuigen buitenlucht + luchtbeweging als alternatief voor gebruik minimumbuisverhoging voor droogstoken en luchtbeweging is interessant
- twijfels omtrent uitkomsten geringe energiebesparing als grond niet nat wordt na watergift
- Beginnen met opkweek in project is gewenst omdat 1) halfwas planten niet uniform aan te leveren zijn, 2) halfwas planten andere voorgeschiedenis hebben (watergift via bovendoor => risico), 3) beoordeling groei veel lastiger is
- Twee behandelingen die invloed hebben op verdamping binnen een kas is ongewenst (minimumbuis of watergiften) omdat dan het effect op gewasgroei en energieverbruik moeilijker te bepalen is

N.a.v. deze discussie tijdens de workshop wordt voorgesteld eerst een vooronderzoek te doen naar de mogelijkheden/bepalingen van de verschillende watergeefmethoden (centraal dompelen of tafels die centraal in een 'giet- en droogstraat' (vergelijkbaar met een wasstraat voor auto) van bovenaf water krijgen en daarna worden droog geblazen. Dit kan binnen één afdeling gebeuren met beperkte middelen (handmatig dompelen) en binnen afzienbare tijd (3-4 maanden). Hierbij kunnen op kleinere schaal de problemen en mogelijke oplossingen van hierboven genoemde punten onderzocht worden. Na dit vooronderzoek kan een gefundeerde keuze gemaakt worden voor een alternatieve watergift in een te toetsen alternatief energiezuinig teeltconcept.



## 6 Bronnen

Baas, R., 2008.

Voldoende vocht cruciaal voor bloeieresultaat Phalaenopsis. Vakblad voor de Bloemisterij 15: 58-59.

Baas, R., 2010.

Verdampingsmodel Phalaenopsis. Rapport Fytofocus in kader van Kas als Energiebron.

Dambre, P., Van Labeke, M.C., Gobin, B., Moonen, T., Pollet, B. en Steppe, K. 2010.

Ecofysiologisch protocol voor screening van kiltetolerantie bij warme kasplanten ter ondersteuning van een energiebewuste temperatuursturing. Eindverslag projectnummer 60667 IWT – Vlaanderen, Contractueel Landbouwkundig Onderzoek.

Dueck, T., De Boer-Tersteeg, P.M., en van Noort, F.R. (2010).

Teeltversnelling Phalaenopsis door klimaat optimalisatie. Rapport GTB 1016. Wageningen UR Glastuinbouw. Wageningen.

Floricultura, 2010.

Nieuwsbrief jaargang 28 nr. 1.

Kromwijk, A. (2008).

Effect dag-/nachttemperatuur tijdens opkweek en effect CO<sub>2</sub> tijdens afkweek van Phalaenopsis. Nota / Wageningen UR, Glastuinbouw;540. Wageningen UR Glastuinbouw. Bleiswijk.

Ludeking, D.J.W., Kromwijk, J.A.M., Woets, F., Vermunt, A., en Schenk, M.F. (2010).

Kasproef detectie en beheersing van *Pseudomonas cattleyae* in Phalaenopsis, Wageningen UR Glastuinbouw.

Pijnakker, J., Ramakers, P., Leman, A., Ludeking, D., 2010.

Inventarisatie van muggenlarven in de sierteelt onder glas. Rapport GTB-1018. Wageningen UR Glastuinbouw. Bleiswijk.

Stanghellini, 1987.

Transpiration of greenhouse crops. An aid to climate management. Proefschrift Landbouwuniversiteit Wageningen.

Van der Knaap, N., van Herk, M., Kuijf, R., van Rosmalen, N., de Goeij, L., Gijzen, W., van der Leeden, M., van Spingelen, J., Lont, A., en van Os, A. (2005).

Teelthandleiding Phalaenopsis, Kennis voor professionals. Anthura B.V. Bleiswijk.



# Bijlage I   Uitgangspunten verdampingsberekening Kaspro

Voor de berekeningen zijn de volgende gegevens en aannames gebruikt:

De verdamping in de Phalaenopsissteelt komt enerzijds van de plant zelf (CAM-plant) en anderzijds door verdamping uit de pot. De verdamping van Phalaenopsis is, in vergelijking met andere tuinbouwkundige gewassen, extreem laag (Baas, 2010). De verdamping vindt voornamelijk vanuit de pot plaats. Gemiddeld is de verdamping ongeveer 1 l m<sup>2</sup> per etmaal met een variatie van 0.4 (net voor een watergift) tot maximaal 2.3 l m<sup>2</sup> (direct na een watergift). De verdamping uit de pot is gesimuleerd in het model als een oppervlak van een halve vierkante meter welke nat is. Dit natte oppervlak staat waterdamp af aan de omringende lucht en daarbij koelt het oppervlak die vervolgens weer wordt verwarmd door de omringende lucht.

Het water dat zich in de bark bevindt werkt als een warmtebuffer. Op basis van de verdampingsgegevens is de warmtecapaciteit van de bark vergelijkbaar gemaakt met 3 liter water. Indien er in 5 dagen 5 liter per m<sup>2</sup> kan verdampen moet de warmtecapaciteit na een sproeibeurt 5 liter zijn, net voor een sproeibeurt zal de bark bijna droog zijn en dus minder dan 1 liter bevatten. Er wordt eens in de 5 dagen water gegeven rond 9 uur 's morgens. In het model wordt hierbij het gewas en de vloer nat. Dit wordt gesimuleerd door het natte oppervlak in de kas te vergroten met 1 respectievelijk 2 m<sup>2</sup>. Deze vergroting van het oppervlak neemt af met de verdamping waarbij er totaal 100 tot 600 ml wordt verdampt voor het oorspronkelijk oppervlak weer wordt bereikt. Op basis van de metingen van Baas (2009) waaruit volgt dat er 1.1 l/m<sup>2</sup> in 12 uur verdampt na de watergift en de verdamping van het gewas op 0.9 l/m<sup>2</sup> werd vastgesteld kan worden geconcludeerd dat er 600 ml vrij water verdampt na de watergift. De invloed van de hoeveelheid water die moet worden verdampt op het gasverbruik en de daarbij behorende droogtijd zijn in onderstaande Tabel weergegeven.

Tabel 4. Invloed van de hoeveelheid water op het blad en tafel (nat oppervlak) op het gasverbruik en de benodigde droogtijd na watergift.

Case	Gasverbruik (m <sup>3</sup> m <sup>2</sup> jaar-1)	Droogtijd na watergift (per uur)
100 ml, 1 m <sup>2</sup> nat oppervlak	64.0	3
300 ml, 1 m <sup>2</sup> nat oppervlak	64.4	10
600 ml, 1 m <sup>2</sup> nat oppervlak	65.3	20
600 ml, 2 m <sup>2</sup> nat oppervlak	65.8	17

Een droogtijd van 18 uur komt overeen met de metingen bij een oppervlak van 2 m<sup>2</sup>, en de hoeveelheid van 600 ml die extra moet worden verdampt, en dit is aangehouden in de rest van de berekeningen. Uit de berekeningen volgt dat de hoeveelheid water die moet worden verdampt geen grote invloed heeft op het gasverbruik. Dit komt voornamelijk omdat de berekening in de ochtend gebeurt waardoor de zonnewarmte of lampwarmte voor de verdamping zorgt waardoor het extra energiegebruik minder is.





# Bijlage II Aantekeningen brainstorm Energiezuinig teeltconcept Phalaenopsis

Aanwezig: Jan Stolk (Stolk Flora), Raymond v.d. Knaap (Optiflor), Albert Veerman (SO Natural), Martin van Dijk (Levoplant), Menno Gobielle (IMAC), Adri Smits (Floricultura), Rob Baas (Fytofocus) Tom Dueck, Frank Kempkes en Arca Kromwijk (Wageningen UR Glastuinbouw).

## A. Licht:

Bedrijven zijn zo ingericht dat teeltduur zo gelijk mogelijk moet zijn, daarom constante lichtsom gewenst over hele jaar.

### 1. Natuurlijk licht

#### 1.1 Meer natuurlijk licht

- Uit onderzoek komt snellere teeltduur met hoog lichtniveau.
- Met zonlicht komt ook meer zonne-energie binnen. Soms juist gewenst (als kas opgewarmd moet worden, soms niet als gekoeld moet worden in koeling)
- Diffuus glas (is dan hoger lichtniveau toelaatbaar op plantniveau?)
  - o Als we naar diffuus licht kunnen gaan, zouden we dan nog hoger kunnen gaan in lichtsom? Dan zouden we daar groeiwinst uit kunnen halen? Is schadegrens bij diffuus licht hoger? Men denkt dat er in natuurlijk licht meer licht is dan in lamplicht. In opkweek onder stegdoppel (met diffuus licht) kun je meer licht toelaten.
  - o Opkweek: voorkeur stegdoppel energetisch gezien.
    - Maar met stegdoppel minder vochtafvoer. Nadeel?
    - In juli/augustus blijft het te heet op gewas/ lastiger om pot droog te krijgen.
      - Buitenluchtaanzuiging in zomer om vocht af te voeren.
      - Regainunit. Uitgaande warmte van kas gebruiken om ingaande lucht in kas op te warmen.
    - Meer diffuus licht i.h.a. goede optie gezien herkomst gewas. In Taiwan lichtniveau ook hoger, maar daar is niveau in opkweek ook hoger. Als je in opkweek meer geeft, kun je in koeling ook meer geven. Dus lichtniveau koeling Taiwan is relatief. Als verschillen opkweek en koeling te groot zijn dan schade.
    - Hier in winter weinig licht. Huidige sortiment is hierop ontwikkeld.
  - andere schermtypen (diafragma-scherm, harmony-scherm) kunnen licht beter regelen.

#### 1.2 Minder natuurlijk licht

- Zonlicht beter benutten/optimaliseren.
  - o Overgangen in licht op één dag soms heel groot en daarom is men soms genoodzaakt om scherm dan helemaal of voor vast bepaald percentage dicht te trekken omdat scherm niet snel genoeg kan reageren bij wisselingen.
  - o Ook om zonbanen op gewas onder schermkieren te voorkomen is men soms genoodzaakt om hele scherm dicht te trekken.
- Buitenscherm.
  - o Breedkapper met roldekschermen: werkt sneller dan Venlo met horizontaal buitenscherm: duurt veel langer en incl. wachttijden => positieve effect minder.
  - o Soms in voorjaar onder horizontaal buitenscherm: lucht boven kas onder scherm is kouder? Is dat een nadeel?
- Met dekscherm kan men sneller reageren dan met vlak scherm?
  - o Loopt sneller dicht?
  - o Met dekscherm kan men bv. ook nog kiezen om eerst alleen zonkant dicht te trekken en met andere kant afh. van lichtniveau meer/minder dicht te laten lopen (aan niet zonkant minder/geen last van zonbanen).

- In praktijk wordt vaak gekrijt. Met krijt hou je naast licht ook warmte buiten (februari en maart). Is krijten voor voorkomen te veel licht of voor te veel warmte?
  - o In opkweek m.n. voor licht.
  - o In koude afd. vooral voor warmte, voor licht hoeft het niet maar voor warmte wel.
  - o 2 bedrijven: wel/niet gekrijt. 50% verschil in belichtingsuren in mei.
  - o Ochtenduren met krijt: doet niets. Zonder krijt wel. Dan eerst met binnendoek en dan pas buitendoek.
  - o ReduHeat houdt meer warmte eruit? (NIR eigenschappen glas toevoegen)

## 2. Belichting

### 1.1 SON-T

- interactie met natuurlijk licht – hoe minder zonlicht, hoe meer kunstlicht: momenteel is het streven naar gelijke lichtsommen de norm

### 1.2 LEDs

- LED-Belichting in koeling?
  - o In najaar is men soms tegelijk aan belichten en aan het koelen (bv. november 2009 bij 15 graden buitentemperatuur). Dan zou LED belichting nuttig zijn als je warmte eigenlijk niet wilt in koeling (ervan uitgaande dat je gekoelde LEDs hebt).
  - o Wat is je winst? Geldt maar in korte periode van het jaar (in zomer geen belichting en in winter wil je warmte juist wel), geldt alleen voor koelafdeling en is grote investering, levert dit rendement op?
  - o Eigenlijk zou je moeten kunnen kiezen of je warmte van licht in koeling wilt laten komen of af wilt voeren (in winter wil je warmte van lampen wel binnen hebben.)

## B. Temperatuur

### 1. Kastemperatuur

- Zitten we vast aan 28 graden in opkweek?
  - o nee, vroeger werd er bij 25° geteeld, dit kostte wel groeisnelheid. Afgelopen jaren geleidelijk steeds wat warmer gaan telen om voortakken te voorkomen.
  - o In praktijk grote oppervlakken. Risico op koude hoeken is te groot. Soms gaat men in winter al iets hoger om voortakken te voorkomen.
  - o IR straling als opvang voor (plotseling) lage temperaturen
  - o PARsom afstemmen op de temperatuursom/bladtemperatuur. Is dat optie?
  - o Weten waar koude hoeken zitten op je kwekerij en die aanpakken (wordt nog te weinig mee gedaan)
- Als lampen uit gaan aan eind van de dag gaat temperatuur snel naar beneden. Hoe snel is je regeling om hier op te reageren?
  - o Schermen moeten dicht op moment lampen uitgaan.
  - o Buizen al warm (half uur) voordat lampen uit gaan.

- Onder stegdoppel minder voortak?
  - o Ja. Minder uitstraling, minder afkoeling.
  - o In hoge moderne kassen lijkt men ook minder last te hebben van voortakken. Kiert ook weinig. Dankzij hoge kassen rustiger klimaat?
  - o Om voortakken te voorkomen is het belangrijk om alle relevante punten in orde te hebben, dan gaat percentage voortakken meteen naar beneden.
  - o Hogere minimum buis geeft gelijkmatiger klimaat.
    - Soms kan te hoge minimum buis klimaat juist onrustiger maken.
- Steeds hogere kassen: verwarming ligt steeds hoger/verder weg. Kun je niet beter met hijsverwarming gaan werken?
  - o geen positieve ervaringen met hijsverwarming in praktijk. Bovenlaag bark droogt te veel uit, lastig om nat te krijgen.
  - o hijsverwarming met laagwaardige warmte. Pijp hoeft minder heet te zijn. Meer buizen/verwarmend oppervlak dan hoeven pijpen minder heet te zijn.
- Is een meer dynamische regeling mogelijk met bepaalde lichtsom ten opzichte van bepaalde temperatuursom?
  - o N.a.v. proef met lage nachttemperatuur. Ging best lang goed. Lang exact zelfde temperatuur en lichtsom. Daardoor lang goed gegaan? Dit zou er op kunnen wijzen dat bij vermindering van fluctuaties in temperatuur en licht voortakken meer voorkomen kunnen worden?
- koudetolerante rassen?
  - o Bij komkommer worden nieuwe koudetolerante cultivars op oude temperatuurniveau geteeld om meer opbrengst te krijgen. Per m<sup>2</sup> geen energiebesparing, wel per eenheid product.
- Laagwaardige warmte die vrijkomt bij de energie opwekking (rookgassen) beter benutten levert meer energiebesparing op. Als we naar lagere watertemperaturen kunnen (bv. terug naar 25 ipv 40 C) dan betere benutting energie.
  - o Voorwaarde is wel dat apparatuur hele jaar door moet werken, simpel en goedkoop is, weinig storingsgevoelig is en moet voldoen op zowel gietdagen als normale dagen.
- Verdeling is belangrijk. Buitenste rijen drogen sneller uit.
- Constant stroomtarief speelt belangrijke rol bij verwarming via LBKs.
- Soort systeem bepaalt hoe snel je kunt reageren. Dunne buizen of logge 51-ers.
- In kas meestal maar 3 mogelijkheden om (bij) te sturen: ondernet/bovennet en als meezit gevelnet.

## 2. Planttemperatuur

- (mede) sturen op bladtemperatuur. Bladtemperatuur is bepalend voor de stooklijn.
  - o bij 28°C kasttemperatuur => 26-27°C in gewas. Eigenlijk zouden we op planttemperatuur moeten sturen.
  - o Dan niet 1 meting maar meerdere meetpunten nodig? Dan moet er systeem komen dat je op meerdere plaatsen kan meten zonder hoge kosten.
  - o Planttemperatuur is ivm voortakken heel belangrijk. Gaat lokaal met uitstraling naar 24°C.
- Proef in Noord Holland met bollen met 2 belichtingen: 1 kas warm gehouden zoals praktijk en 1 kas met infra rood op blad: laatste is veel sneller dan controle. Kunnen we daar iets mee?
  - o met ondernet bereiken bepaalde planttemperatuur is veel ongunstiger dan met lampen.
  - o Met meer licht zou kasttemperatuur naar beneden kunnen?
- Ook verschil tussen pot- en planttemperatuur in gaten houden. Wat gebeurt er als je potttemperatuur omhoog gaat brengen? => Benutting laagwaardige warmte?

## C. Watergift

### 1. Gewas blijft droog

- Druppelaars zoals bij snijbloemen?
  - o Is men bij snijPhalaenopsis weer vanaf gestapt.
  - o Water verdeelt slecht in bark.
  - o Mogelijk wel als substraat aangepast wordt aan watergeefmethode?
    - Bij Cymbidium kon men in verleden met gangbare substraat geen druppelaars gebruiken (geen goede verdeling in substraat). Nu ander substraat waarbij met druppelaars wel goed gaat.
- Eb/vloed?
  - o in praktijk heeft men met eb/vloed bij Phalaenopsis geen goede ervaringen.
  - o Eb/vloed: moet je bijna hele pot onderdompelen ivm slechte capillaire werking bark.
    - andere substraten zijn geprobeerd, maar gestopt vanwege imago. Moet er hetzelfde uitzien als bark.
    - kokos? goede ervaringen in buitenland.
  - o zoutschade door ophoping in bovenlaag.
- Broes afwisselen met paar keer eb/vloed?
  - o Bij andere teelten goede ervaringen met 3-4 keer onderdoor en dan broes bovendoor.
  - o Bij bark: als lokaal te sterk afdroogt, heel moeilijk weer nat te krijgen.

### 2. Gewas wordt gebroesd

- Droog blazen na water geven?
- Na water geven willen we zo snel mogelijk van vocht af. Hoe snel moet gewas droog zijn? Nu streven we naar 6 uur. Is dat wel nodig? 24 uur is te lang nat. Waar ligt grens?
- Drogen van de plant hoeft niet per se snel te gaan, is beperkte energiewinst uit te halen.

### 3. Frequentie en beurtgrootte

- In praktijk water geven meestal met regenleiding => Kan dat anders/beter?
  - o Gietfrequentie is steeds hoger geworden => Steeds meer vocht afvoeren
  - o Beperking waterverbruik wordt ook belangrijk i.v.m. strengere emissie-eisen.
  - o Groot deel op paden/grond. Klein deel in pot.
- Betere sproeiboom?
  - o Met gietboom moet je vaak met meer terug komen.
- Floricultura systeem: tafels draaien rond en vooraan krijgen tafels water. Minder water in kas.
- Kokers/kragen => 25% gietwater besparing. Minder ongelijkheid in vochtgehalte potten door minder overlap van bladeren.
- Zou met uitvloeier waterverbruik naar beneden kunnen?
- Is bladvoeding noodzakelijk? Meninge zijn verdeeld.
  - o Sommige kwekers met hoog vocht geen problemen. Andere die bij lagere RV hebben wel problemen. Wat is bepalend?
- Wat is ideale gietmoment?
  - o Snel gieten voordat lampen aangaan zou ideaal zijn.
- De gestelde lage vochniveau's in de pot staan in contrast met natuurlijke leefomstandigheden. Er zijn geen goede gegevens beschikbaar over het gewenste vochniveau, en waarom dit zo laag moet zijn.
- Onderscheid maken tussen gietdagen en tussenliggende dagen.
  - o Op dag dat je niet giet gaat prima. Dag dat je giet: blijft gewas soms te lang nat. Meting door na 24 uur hand tussen gewas te steken: als hand dan nog nat is, wordt beschouwd als te lang.

## D. Substraat

- Wat voor eigenschappen moet substraat hebben?
  - o in verleden afgestopt van turf omdat op lange termijn niet goed gaat.
  - o Velamen moet water op kunnen nemen en daarna rest van water snel afvoeren. In tussenliggende periodes geen substraat nodig.
    - Wel bepaalde tijd nodig om water op te nemen.
    - In huidige substraat neemt plant tussen gietbeurten nog wel water op. Als dat niet kan, moet je waarschijnlijk sneller terugkomen met gietbeurt.
  - o In theorie zou je op inert materiaal kunnen telen.
    - In verleden aversie tegen kunstmatige materialen, moet er natuurlijk uit zien.
    - Goede ervaringen styromur met snijPhalaenopsis.
  - o Goede kwaliteit wortels geven
  - o Constante samenstelling/vochtigheid.
  - o Voldoende snel afdrogen.
  - o Voldoende stevigheid ivm stokken
- Als je verdamping uit bark zou kunnen beperken, hoef je minder snel terug te komen met water geven en minder droog te stoken.
  - o Als je te nat gaat: problemen. Telers vinden het prettig om snel terug te komen met water geven => zien groeiwinst, maar kost veel energie.
  - o In het algemeen (bij andere gewassen) natste kwekers hebben beste resultaten.
  - o Proef Assendelft: hoe meer water hoe beter.
  - o Hoe natter hoe meer groeisnelheid.
  - o vaker water geven => ook meer stikstof.

## E. Luchtvochtigheid

- Gaat om microklimaat rond plant. Wat is microklimaat?
  - o Proef teeltversnelling: RV microklimaat soms 10-20% hoger dan op meetbox.
- Als RV te hoog is, dan moet bovenbuis omhoog. Bij verhoging onderbuis stimuleer je verdamping uit pot en verdamping van plant.
- Hogere RV alleen overdag?
  - o Gebeurt al in praktijk. Bij 65% mag 10% erbij op afh. van lichtniveau.
- Kun je op dagen tussen gietbeurten met RV omhoog?
  - o Zou je niet beter op VPD moeten regelen?
    - Wat zou dan ondergrens zijn?
    - VPD gaat niet omdat huidmondjes overdag dicht zijn en soms ook open kunnen zijn.
- Sturen op strikt RV% werkt niet (RV is geen goede maat)
  - o 90% RV met ramen stukje open en stoken: geeft niet. 90% RV met dood klimaat kan niet. Dood klimaat is ongewenst.
- Een lage vpd betekent weinig activiteit. Hoe is dit (een actief gewas) te rijmen met een gewas wat overdag niet kan verdampen? Welke activiteit hebben we het over, en hoe hoog moet het zijn?
- Vanaf dag 3 na watergift luchtbevochtiging/broes nodig, soms op dag 2 al beetje?
- Als je elke dag stukje van het totaal oppervlak water geeft krijg je dan een gelijkmatiger klimaat?
  - o geen goede ervaringen: onrustig klimaat.
- Maar 1-2 dagen is het te vochtig, maar wel altijd minimum buis nodig.
  - o Altijd minimum buis om pot droog te stoken en realiseren goed microklimaat bij plant.





