

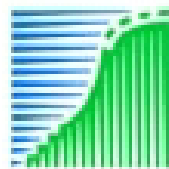
Gebruik van energiebesparende opties op anthurium bedrijven met een laag energiegebruik

J.B. Campen (A&F)
F.L.K. Kempkes (A&F)
J. Benninga (LEI)
N. Straver (PPO)

Rapport 268

Onderzoek in het kader van het Convenant Glastuinbouw en Milieu

In opdracht van:



**landbouw, natuur en
voedselkwaliteit**

Colofon

Titel	<i>Gebruik van energiebesparende opties op anthurium bedrijven met een laag energiegebruik</i>
Auteur(s)	<i>J.B. Campen; F.L.K. Kempkes; J. Benninga; N. Straver.</i>
A&F nummer	268
ISBN-nummer	90-6754-833-2
Publicatiedatum	<i>oktober 2004</i>
Vertrouwelijk	<i>nee</i>
Project code.	<i>PT 11465; A&F:630.54742.01</i>

Agrotechnology & Food Innovations B.V.
P.O. Box 17
NL-6700 AA Wageningen
Tel: +31 (0)317 475 024
E-mail: info.agrotechnologyandfood@wur.nl
Internet: www.agrotechnologyandfood.wur.nl

© Agrotechnology & Food Innovations B.V.

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, hetzij mechanisch, door fotokopieën, opnamen of enige andere manier, zonder voorafgaande schriftelijke toestemming van de uitgever. De uitgever aanvaardt geen aansprakelijkheid voor eventuele fouten of onvolkomenheden.

All right reserved. No part of this publication may be reproduced, stored in a retrieval system of any nature, or transmitted, in any form or by any means, electronic, mechanical, photocopying, recording or otherwise, without the prior permission of the publisher. The publisher does not accept any liability for the inaccuracies in this report.

Dit rapport is goedgekeurd door J.C. Bakker



Het kwaliteitsmanagementsysteem van Agrotechnology & Food Innovations B.V. is gecertificeerd door SGS International Certification Services EESV op basis van ISO 9001:2000.

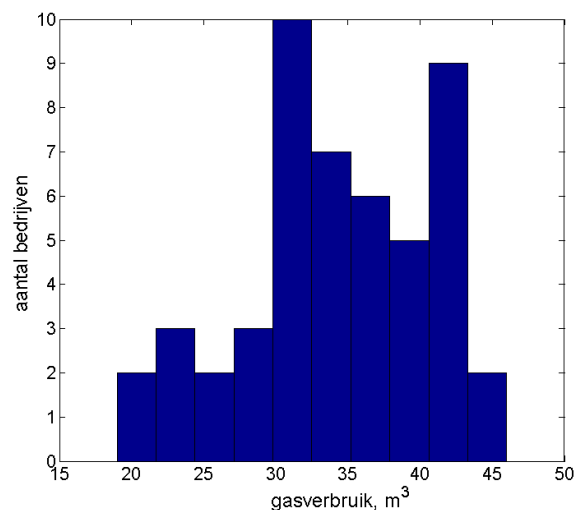
Tuinders samenvatting

Het energiegebruik van verschillende tuinders met een zelfde gewas kan enorm verschillen.

Figuur 1 laat het energiegebruik van verschillende Anthuriumtelers zien. Het verbruik ligt tussen de 20 en de 45 m³/(m² jaar), dus meer dan een factor twee. De verschillende cultivars zijn geen verklaring voor het grote verschil in gasverbruik omdat de klimaatinstellingen voor de cultivars vrijwel hetzelfde zijn.

Agrotechnology and Food Innovations uit Wageningen werd gevraagd de oorzaak van dit grote verschil te vinden en mogelijkheden aan te geven om het verbruik van tuinders met een hoog verbruik te verlagen met de kennis van de laag verbruikers. Achterliggende doelstelling van dit onderzoek is het verlaging van de energiekosten met behoud van productie en dus rendementsverbetering. Anthurium is als pilot gebruikt voor deze benadering.

Vier Anthurium bedrijven zijn in het onderzoek bestudeerd, twee met een relatief laag verbruik en twee met een gemiddeld verbruik. De bedrijfsuitrusting en de gebruikte regelstrategie is met een simulatiemodel nagebootst. De invloed van verschillende klimaatinstellingen, bijvoorbeeld het gebruik van een dubbel scherm, kan op deze wijze worden gekwantificeerd. Met deze informatie kan een prioriteit worden gegeven aan de invoering van energiebesparende opties. Naast het energiebesparende effect van de optie zijn ook de economische aspecten bestudeerd.



Figuur 1 Histogram van het gasverbruik van Anthuriumtelers (bron MPS)

Anthurium verschilt van andere glastuinbouwgewassen in de zin dat hoge luchtvochtigheid geen probleem is, licht in de zomermaanden maar een klein effect heeft op de productie en het effect van CO₂ dosering gering is. Deze factoren maken dat Anthurium met een laag gasverbruik geteeld kan worden. Een gasverbruik van 21 m³/(m² jaar) is mogelijk.

Uit het onderzoek kwam naar voren dat de verschillen in gasverbruik tussen de vier tuinders in het onderzoek voornamelijk worden veroorzaakt door:

- Ingestelde temperatuur over de dag. De tuinders met een laag verbruik hebben relatieve lage setpoint temperaturen.
- Aanwezigheid en gebruik van de schermen. Een energiescherm mogelijk in combinatie met een vast scherm in de winter en/of een tweede scherm zorgt voor een enorme besparing.
- Het gebruik van de vochtregeling. Indien een hoog vocht niveau in de kas wordt toegelaten verdwijnt er minder warmte door ventilatie.

- Gebruik van een minimumbuis (vooral door tuinders met eigen ketel). De warmte die vrijkomt bij de CO₂ productie door de eigen ketel wordt vaak middels een minimumbuis afgevoerd. Beperken van de CO₂ dosering of de CO₂ extern inkopen verlaagd het verbruik. Temperatuur integratie (TI) wordt momenteel maar door enkele tuinders toegepast en dan nog met een geringe bandbreedte. Onderzoek van PPO laat zien dat Anthurium uitstekend geschikt is voor de toepassing van de TI. Een extra energiebesparing bij een kas met een energiescherm van 17% is mogelijk door toepassing TI.

De bedrijven met een hoog verbruik maken geen gebruik van de mogelijkheid tot verlaging van het gasverbruik. Het betreft hier vaak bedrijven met oude kassen waarvoor de investeringen niet rendabel zijn. De economische evaluatie laat zien dat de investering in TI, een energiescherm en/of een dubbel scherm eenvoudig wordt terugverdiend via de energiebesparing.

Bromelia en Phalenopsis zijn bedrijven die qua klimaatbeheersing vergelijkbaar met Anthurium. De hoge energiebesparing is daarom ook haalbaar bij deze bedrijven met degelijke teelten.

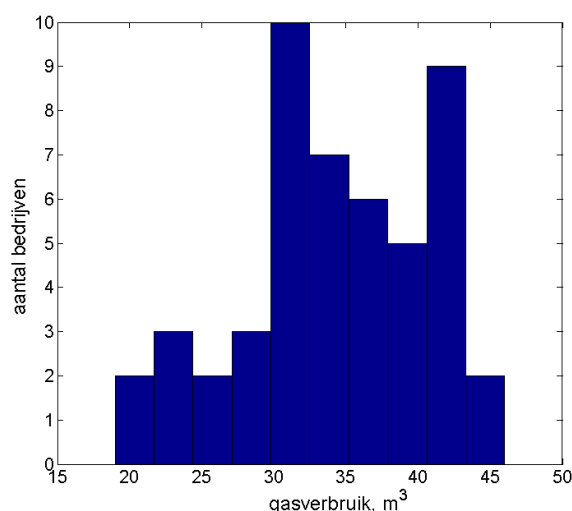
Inhoudsopgave

Tuinders samenvatting	3
1 Inleiding	7
1.1 Aanleiding	7
1.2 Doelstelling	7
2 Onderzoeksopzet	9
2.1 Beschrijving Anthuriumbedrijf	9
2.2 Klimaat voor anthurium	11
2.3 Inventarisatie mogelijke energiebesparingsopties	11
2.4 Bepaling van de energiebesparingspotentie	12
3 Resultaten	15
3.1 Effect van de energiebesparende opties	15
3.2 Effect additionele energiebesparende opties bij voorloopbedrijven	16
3.2.1 Tuinder 1	17
3.2.2 Tuinder 2	18
3.2.3 Tuinder 3	19
3.2.4 Tuinder 4	20
3.3 Financiële implicatie van de energiebesparende opties	22
3.3.1 Energiebesparende opties	22
3.3.2 Investeringskosten	22
3.3.3 Energiekosten	22
3.3.4 Energiebesparing	23
3.3.5 Lichteffect	23
3.3.6 Klimaateffect	25
3.3.7 Opbrengsteffect temperatuurintegratie	25
3.4 Resultaten	25
4 Conclusie en discussie	27
4.1 Berekeningen	27
4.2 Economische evaluatie	28
4.3 Overall conclusie	28
Literatuur	29
Bijlage 1 Simulatiemodel KASPRO	31
Bijlage 2 Gegevens tuinders	35
Bijlage 3 Herleide licht – productierelatie (uit Benninga et al. 1997)	47
Bijlage 4 Invoer KASPRO tuinders	49
Bijlage 5 Schrijven A. Lont: Energiegebruik en productie	57

1 Inleiding

1.1 Aanleiding

Uit diverse onderzoeksprojecten is gebleken dat er grote verschillen bestaan binnen teeltgroepen ten aanzien van het energiegebruik. De leeftijd van de kas heeft invloed op het energiegebruik maar ook binnen een groep tuinders met een kas van dezelfde leeftijd zijn verschillen in het energiegebruik te zien. Zo slagen bijvoorbeeld sommige paprikatelers er in het gasverbruik te beperken tot $35 \text{ m}^3/\text{m}^2$ bij normale productieniveaus terwijl het gemiddelde verbruik rond de $40 \text{ m}^3/\text{m}^2$ (PPO, 2003) ligt. Weinig energie gebruikende tomatentuinders halen een verbruik van circa $43 \text{ m}^3/\text{m}^2$, waar het gemiddelde rond de $56 \text{ m}^3/\text{m}^2$ ligt. Ook binnen de sierteeltsector (snijbloemen en potplanten) is een grote variatie aanwezig in energiegebruik bij dezelfde teelten. Het gemiddelde verbruik ligt steeds meer dan 10-15% boven de minimale niveaus, terwijl er ogenschijnlijk mogelijkheden zijn om onder dit gemiddelde te zakken zonder het productieniveau nadelig te beïnvloeden. Er is dus, met gebruikmaking van de huidige stand van de techniek op het gebied van energiebesparing, klimaatregeling en teelt, in potentie nog een flinke energie- en kostenbesparing te bereiken, zonder dat daarbij het productieniveau in gevaar hoeft te komen. Of de verschillen tussen de bedrijven met een laag energiegebruik (de zogenaamde voorloopbedrijven) en de gemiddelde bedrijven te overbruggen zijn, moet uit nader onderzoek duidelijk worden. Daarnaast is het de vraag welke mogelijkheden er zijn om het energiegebruik van de voorloopbedrijven nog verder te verlagen. In overleg met de coördinatoren van het productschap tuinbouw (PT) en LNV de adviescommissie energie (ACE), waarin tuinders mede vertegenwoordigd zijn, is besloten te beginnen met het onderzoek voor het gewas Anthurium. Omdat bedrijven met Bromelia en Phalenopsis wat betreft klimaatbeheersing vergelijkbaar zijn, zullen de resultaten breder toepasbaar zijn dan alleen Anthurium.



Figuur 2 Histogram van het gasverbruik van Anthuriumtelers (bron MPS)

Cijfers van het MPS (milieuprogramma sierteelt) laten zien dat er grote afwijkingen in energieverbruik tussen de verschillende tuinders zijn, Figuur 2.

1.2 Doelstelling

Technische doelstellingen

Het doel is bij het gewas Anthurium vaststellen van

- het gebruik van energiebesparingsopties op voorloopbedrijven met een laag energiegebruik
- welke opties nog extra benut kunnen worden om een verdere besparing te realiseren
- richtlijnen om het verschil tussen de gemiddelde bedrijven en voorlopers te verkleinen.

Deze kwantitatieve en kwalitatieve informatie dient primair als basis voor verdere stimulering op het terrein van energiebesparing bij de niet voorloopbedrijven van de anthuriumtuinders en heeft daarmee impact op een substantieel deel van de bloemisterijsector. Daarnaast zal voor de voorloopbedrijven zelf nagegaan worden welke mogelijkheden er op dit moment nog zijn om door aanvullende maatregelen of aangepast gebruik van de aanwezige opties het energiegebruik nog verder te verlagen. Op basis van dit pilotproject bij Anthurium kan beslist worden over uitbreiding naar andere gewassen.

Energiedoelstellingen

Het verschil in energiegebruik tussen de “gemiddelde” gebruikers en de voorloopbedrijven bedraagt tussen de 10 en 15%. Indien bij de helft van de bedrijven dit verschil tot 1/3 kan worden teruggebracht komt dit neer op een besparing per gewasgroep van 3 tot 5%. De energiebesparing kan bij Anthurium nog groter zijn gekeken naar de cijfers van Figuur 2.

2 Onderzoeksopzet

2.1 Beschrijving Anthuriumbedrijf

De snij-Anthurium (*Anthurium andreanum*, Figuur 3) is één van de meerjarige snijbloemen, dat wil zeggen dat het gewas over het algemeen gedurende een langere periode dan twee jaar bloemen produceert. In sommige gevallen zijn gewasopstanden ouder dan zeven jaar. (Proefstation voor bloemisterij en Glasgroente rapport 103). Er staat 95.6 ha Anthurium in Nederland. De verdeling over de verschillende cultivars is Tropical, 23.1 ha; Midori, 7.8 ha; Acropolis, 6.5 ha; Choco 3.9 ha; Pistache, 3.8 ha; Canino 3.1 ha; Champagne, 3.1 ha; Cheers 2.9 ha; Amigo, 2.4 ha; Overige 35.1 ha.



Figuur 3 Detail van een Anthurium gewas (cultivar Cheers)

De luchttemperatuur voor de bloem-initiatie en –ontwikkeling liggen boven de 18°C en het temperatuuroptimum ligt hoger dan 20°C. Licht heeft geen directe invloed op de ontwikkeling of aanleg van bloemen, maar in de maanden januari, februari en maart neemt de productie wel af door een tekort aan licht. CO₂ heeft geen invloed op het aantal geproduceerde takken, maar heeft wel een positief effect op de grootte van het schutblad en het gewicht van de bloemen en bladeren. Vocht is nooit een echt probleem bij Anthurium en er wordt dan ook niet actief met

een minimumbuistemperatuur gewerkt om vocht af te voeren. De meeste Anthurium tuinders beschikken over een scherm (combinatie van energie en schaduw). Daarnaast wordt in de winter vaak een folie gebruikt. Indien er geen zonnescherm aanwezig is wordt er gekrijt in de zomermaanden. De meeste tuinders hebben verschillende cultivars in de kas staan waarvoor hetzelfde klimaat wordt gebruikt.

De jaarproductie wordt per aantal bloemen bepaald, deze is sterk afhankelijk van de cultivar en leeftijd (het eerste jaar is er geen sprake van een noemenswaardige productie) en varieert tussen de 40 en 200 stuks. Er staan ongeveer 13 planten per m². De verschillen in productie wordt tussen de bedrijven voor meer dan 60% bepaald door het type gewas (Bijlage 5).



Figuur 4 Kas met Anthurium gewas

Een nieuwe Anthuriumkas wordt standaard uitgevoerd met een buffer, twee schermen (energie en schaduw) en deksproeiers. Assimilatiebelichting wordt nog niet gebruikt in deze sector. Het gasverbruik bij Anthurium is in de laatste 3 jaar met 10 m³/m² gedaald zonder productieverlies. Nu ligt het energieverbruik rond de 30 m³/m². De factoren die hierbij een rol spelen zijn (Bijlage 5):

- Activeren in ochtenduren is alleen in specifieke gevallen noodzakelijk, bijvoorbeeld het voorkomen van glazigheid of roetdauw
- Het gebruik van minimumbuistemperaturen is veelal overbodig
- Gebruik van folie (geperforeerd plastic) in combinatie met onderdoek (SLS 10 ultra of vergelijkbaar)
- Het toepassen van temperatuurintegratie / negatieve DIF

- Beter doseren van het krijten of zelfs eenzijdig (zonkant van het dek) krijten
- Begrenzing van de maximumbuistemperatuur
- Minder aandacht voor CO₂ in de zomer

Door middel van een interview op 4 bedrijven is de bedrijfsuitrusting geïnventariseerd (beschikbare hardware: kastype en –eigenschappen, energieopwekkings- en opslagsystemen, schermen etc). Tevens zijn de gehanteerde klimaatinstellingen (temperatuur(integratie), vocht, CO₂), teelttechniek en teelthandelingen (voor zover relevant voor het energiegebruik) vastgelegd.

2.2 Klimaat voor anthurium

Tabel 1 Setpoint temperaturen standaard teelt (PPO, 2004)

Tijd	Setpoint dag	Setpoint nacht
januari	20	19.5
april	22.5	21.5
september	22	21
oktober	21	20
november	20	19

In een recente studie van PPO (2004) zijn de effecten van temperatuur integratie op anthurium onderzocht. De temperaturen voor de standaardteelt zonder temperatuur integratie zijn in Tabel 1 weergegeven. In deze studie is gekeken naar de cultivars die het meest voorkomen. Tropical, Midori, Acropolis en Fantasia. Schommelingen in de etmaaltemperatuur van 8 tot 12°C bleek geen probleem voor de productie. Over een periode van een week moet de gemiddelde temperatuur in de kas wel weer overeenkomen met de temperatuur uit Tabel 1.

De setpoints welke in Kwantitatieve Informatie voor de Glastuinbouw 2003-2004. (PBG, 2003) zijn beschreven verschillen van de in Tabel 1 beschreven temperaturen.: eerste 4 weken nacht 18.5 en dag 18.5 graden, daarna 4 weken temperatuur nacht 18.5 en dag 19.5 graden, daarna nacht 19 en dag 20.5 graden, laatste 6 weken temperatuur nacht 18.5 en dag 19 graden. Deze temperaturen zijn lager dan de waardes in Tabel 1. Tuinder 4 in dit onderzoek stelt in de winter ook vergelijkbaar lage temperaturen in maar in de zomer wordt een hogere etmaal temperatuur nagestreefd. Verder wordt in een gemiddelde Anthurium kas een energiescherm gebruikt wordt opengaat boven de 15°C buitentemperatuur en een straling van meer dan 15 W/m². Op vocht wordt niet geregeld, en er wordt een CO₂ niveau van 600 ppm nagestreefd. Van april tot en met augustus wordt er gekrijt.

2.3 Inventarisatie mogelijke energiebesparingsopties

Op de geselecteerde bedrijven zijn de eventueel door de tuinder zelf aangedragen opties (aanpassing van de regeling, aanpassing van de installatie) voor verdere energiebesparing vastgelegd. De volgende energiebesparende opties zijn mogelijk:

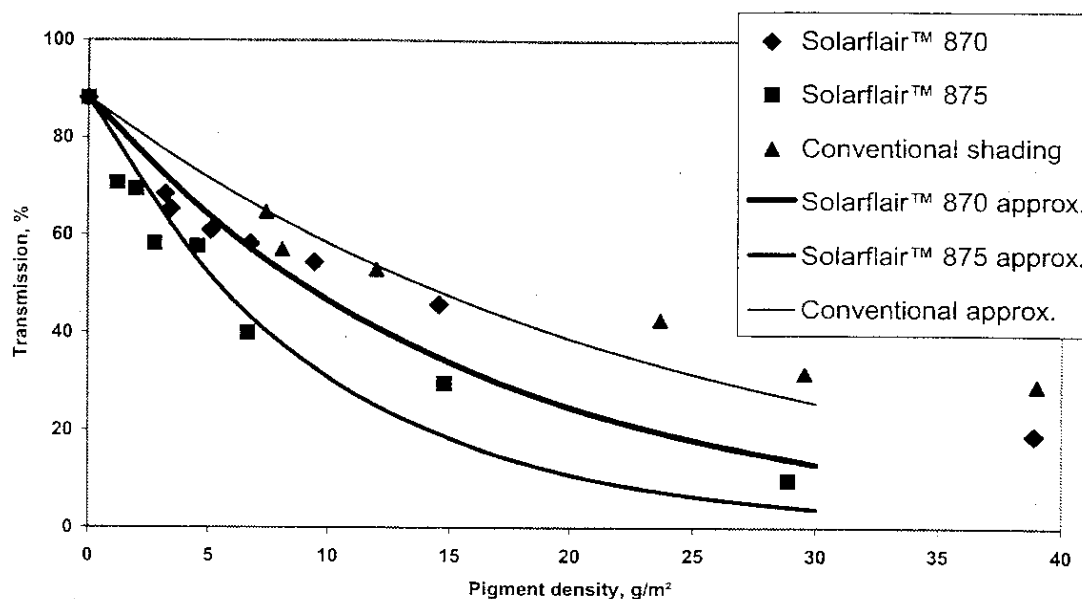
- Gebruik van een energiescherm zorgt voor de grootste energiebesparing. Een tweede energiescherm of schaduw scherm vergroot de besparing verder.
- In plaats van krijten in de zomer kunnen tuinders een schaduw scherm gebruiken. Dit scherm kan in koude periodes worden gebruikt als een energiescherm.

- In de winter monteren de tuinders een (geperforeerd) folie aan één van de schermen. De kas is hiermee of gesloten met het folie of met het standaard scherm.
- Het recente onderzoek van PPO (2004) laat zien dat meerdaagse temperatuur integratie met een zeer grote bandbreedte mogelijk is zonder dat er productie- en/of kwaliteitsverlies optreedt. Tuinder 4 in ons onderzoek past ook meerdaagse temperatuur integratie aan niet met een zeer grote bandbreedte. Tuinder 2 gaf aan temperatuur integratie te willen gaan gebruiken maar de bandbreedte afhankelijk te maken van de integratieperiode. Hoe langer de periode hoe kleiner de band.
- Uit de interviews kwam naar voren dat sommige tuinders telen met een gemiddeld lagere temperatuur dan in Tabel 1 in weergegeven zonder gevolgen voor de productie. Deze aanpassing heeft uiteraard ook een energiebesparing tot gevolg.
- De instellingen bij het gebruik van het scherm spelen ook een rol bij het energieverbruik.

2.4 Bepaling van de energiebesparingspotentie

Om de potentie van besparingsopties kwantitatief te bepalen is gebruik gemaakt van het dynamische simulatiemodel KASPRO. Voor dit project zijn een aantal aanpassingen in KASPRO gemaakt naar aanleiding van de interviews met de verschillende tuinders. In de eerste plaats is een dubbel scherm toegevoegd, met de mogelijkheid om de verschillende combinaties van schermgebruik (folie- en/of energie- en/of schaduw scherm) door te rekenen.

Naast het extra scherm is ook het effect van krijten in het model opgenomen. Anthuriumtuinders krijten gedurende de zomermaanden hun dek. Een lastig punt bij krijten is dat de hoeveelheid krijt op het dek niet nauwkeurig valt te kwantificeren. Uit Figuur 5 valt af te leiden dat ongeveer 50% van het zonlicht wordt doorgelaten. Aangenomen wordt dat alle directe straling wordt omgezet in diffuse straling. Middels een krijtfactor wordt de diffuse straling in de kas berekend.



Figuur 5 Transmissie ten gevolge van krijten (conventional) als functie van de hoeveelheid krijt (von Elsner, 2003)

Tenslotte wordt er bij Anthurium gebruikt gemaakt van luchtbevochtigers. Deze worden gebruikt als de temperatuur in de kas te hoog wordt en/of wanneer de luchtvochtigheid te laag wordt in de kas. Ook deze functionaliteit is toegevoegd aan KASPRO.

Vervolgens zijn relevante parameters gevarieerd om een beeld te geven van de besparingsmogelijkheden bij gemiddelde bedrijven en mogelijke verdere verlaging van het energiegebruik op de voorloopbedrijven zelf. Tevens zijn de door de tuinders zelf aangegeven verdere besparingsplannen en overige (potentieel toepasbare) opties op hun energetische consequenties doorgerekend met behulp van KASPRO.

Op basis van de analyse zijn adviezen opgesteld om het verschil in energiegebruik tussen de gemiddelde bedrijven en de voorlopers te verkleinen. Bovendien worden de economische consequenties van de besparingsplannen van de vier deelnemende bedrijven in beeld gebracht. Op basis daarvan is voor deze bedrijven een scenario geschetst voor de meest zinvolle en haalbare aanpassingen in de bedrijfsuitrusting en de gehanteerde regelingen om tot een nog verdere verlaging van het energiegebruik te komen.

3 Resultaten

3.1 Effect van de energiebesparende opties

Op een standaard Anthurium kas zoals beschreven in paragraaf 2.2 worden de verschillende energiebesparende opties genoemd in paragraaf 2.3 toegepast. De gemiddelde dag setpointtemperatuur is 21.4°C, voor de nacht 20.2°C voor de standaard teelt.

Tabel 2 Effect van verandering in de klimaatregeling op het gasverbruik uitgaande van de setpoints in Tabel 1 en de beschreven uitgangspunten.

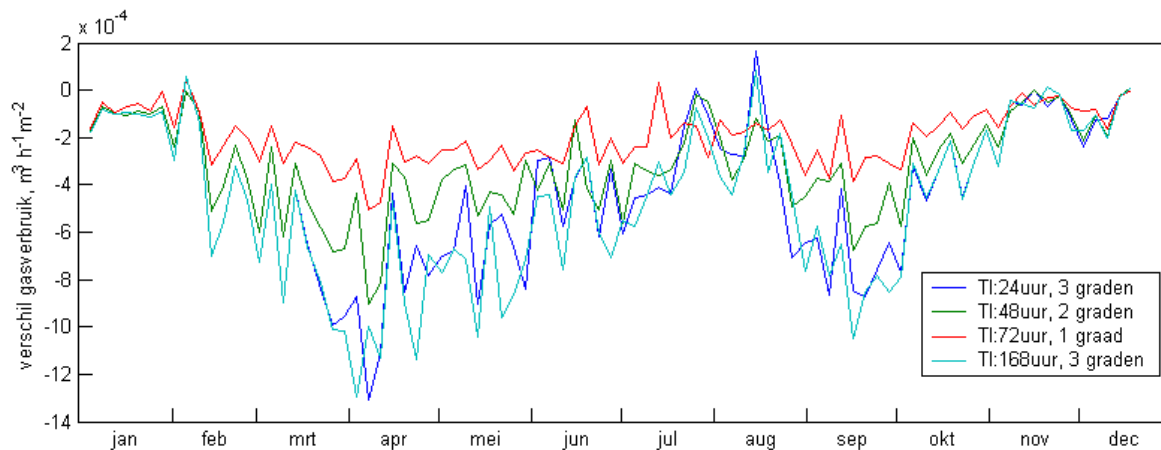
nr	Veranderingen t.o.v. beschreven referentie situatie	Gasverbruik, m ³
1	Setpoint uit Tabel 1	39.6
2	Schermb (SLS10UltraPlus) open bij T _{buiten} > 10°C	42.8 (+3.2)
3	Schermb (SLS10UltraPlus) open bij T _{buiten} > 5°C	49.4 (+9.8)
4	Zonder energie scherm	56.3 (+16.7)
5	Geen energie scherm wel TI: 168 uur, 4° bandbreedte	48.3 (+8.7)
6	Schaduwschermb (XLS16F) i.p.v. energieschermb	45.3 (+5.7)
7	Vastschermb geen energieschermb	43.8 (+4.2)
8	TI: 72 uur, 1° bandbreedte	37.5 (-2.1)
9	TI: 48 uur, 2° bandbreedte	36.2 (-3.4)
10	TI: 24 uur 3° bandbreedte	34.3 (-5.3)
11	TI: 168 uur 3° bandbreedte	33.9 (-5.7)
12	TI: 168 uur 4° bandbreedte	32.6 (-7.0)
13	TI: 168 uur 5° bandbreedte	31.6 (-8.0)
14	Schaduwschermb (XLS16F) welke als energieschermb wordt gebruikt als T _{buiten} < 5°C	34.8 (-4.8)
15	Tweede energieschermb (XLS16) als T _{buiten} < 5°C met krijten (50%, 1/5-1/9)	33.0 (-5.4)
16	Vast folie van 1 november tot 1 maart vast aan SLS10Ultra	34.2 (-2.9)
17	1 graad kouder dan in tabel 1 wordt aangegeven	35.2 (-4.4)
18	nr. 11 + 13	27.1 (-12.5)
19	nr. 11+ 14	26.2 (-13.4)
20	nr. 11 + 15	28.7 (-10.9)
21	nr. 11 + 14 + 15	21.0 (-18.6)
22	Setpoint KWIN 2003-2004	37.3

Het energieschermb wat in een standaard Anthurium kas wordt geplaatst, zorgt voor een verlaging van het gasverbruik van 16.7 m³. De invloed van de buitentemperatuur waarboven het scherm openblijft op het energieverbruik, is groot. Indien het scherm al openblijft bij een buitentemperatuur hoger dan 5°C wordt 10 m³/(m² jaar) meer gebruikt dan wanneer het scherm pas openblijft boven de 15°C. Aangezien vocht geen probleem is, kan voor de energiezuinige optie gekozen worden.

Met een meerdaagse temperatuur integratie kan tot 8 m³ gas bespaard worden ten opzichte van de standaard situatie. Deze hoge energiebesparing wordt gerealiseerd met een lange integratieperiode en een grote bandbreedte. De grote bandbreedte is mogelijk aangezien de setpointtemperaturen hoog zijn en de minimale temperatuur daardoor boven de 14°C blijft. Het toepassen van meerdaagse temperatuur integratie zonder energieschermb zorgt voor een energiebesparing van 8 m³/(m² jaar) t.o.v. het verbruik van een kas zonder scherm. Toepassen van een energieschermb geeft een twee maal zo grote besparing als toepassing van TI.

Door in plaats van te krijten, een schaduwsschermb te installeren en deze bij koude nachten ook te gebruiken als energieschermb wordt bijna 5 m³ gas bespaard. Een tweede energieschermb in combinatie met krijten geeft een iets hogere besparing. Installatie van het vaste folie in de winterperiode geeft een besparing van ongeveer 3 m³ gas.

Het gebruik van een dubbel scherm in combinatie met meerdaagse temperatuurintegratie levert een besparing van 13 m³ gas op (optie 18 en 19). Bij gebruik van een vast folie in combinatie met temperatuur integratie is de totale besparing 11 m³ gas (opties 20). Als er geen schaduw scherm wordt gebruikt zal men in de zomer moeten krijten, het energiegebruik neemt hierdoor weer toe. Indien gebruik wordt gemaakt van temperatuur integratie, een extra energiescherm en een vast folie in de winter wordt het energieverbruik 21 m³ (optie 21).



Figuur 6 Verschil van gasverbruik met temperatuur integratie en zonder over het jaar.

De grootste besparing door temperatuurintegratie vindt plaats in het voor- en het najaar (Figuur 6).

Het berekende gasverbruik op basis van de setpoints die in de KWIN beschreven staan komt goed overeen met het gasverbruik in de KWIN, namelijk 37.6 m³. Het gasverbruik is relatief hoog ondanks de lagere setpoint temperaturen door de vochtregeling welke is ingesteld op 80%.

3.2 Effect additionele energiebesparende opties bij voorloopbedrijven

Het jaar 2002 is als referentiejaar gebruikt omdat van alle geïnterviewde tuinders de benodigde data hiervan bekend zijn.

Tabel 3 Gasverbruik in 2002 voor de tuinders in dit rapport en de verschillen in klimaatregeling

Tuinder	Gasverbruik m ³ /m ²	Verschillen
1	29.7	Niet krijten, ROCA warmte en CO ₂
2	30.1	Geen vast folie, niet krijten
3	25.8	Lage etmaal temperaturen
4	23.7	Gebruik temperatuur integratie, ROCA warmte en CO ₂

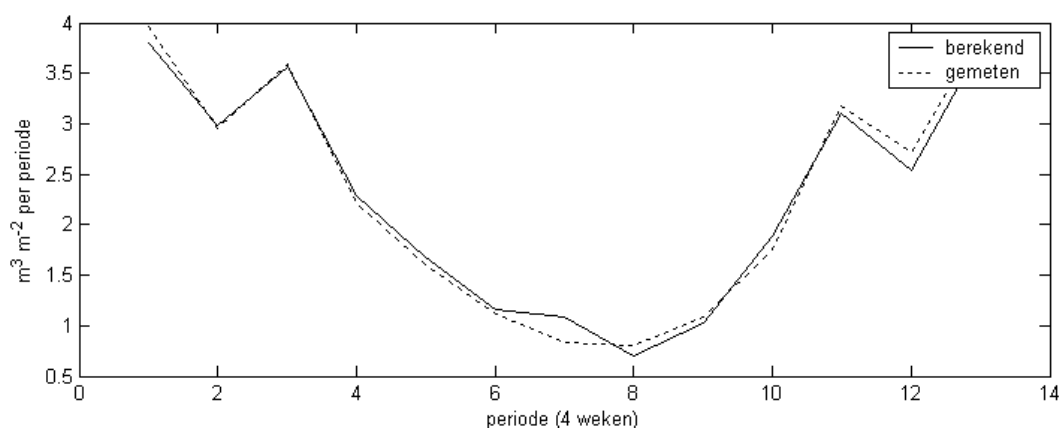
Het gasverbruik ligt voor de geselecteerde tuinders lager dan op basis van de standaard teelt wordt berekend en wat in de KWIN als gemiddelde wordt aangegeven. De vier bedrijven hebben allemaal een dubbel scherm geïnstalleerd wat voor een aanzienlijke energiebesparing zorgt zoals reeds geconcludeerd in paragraaf 3.1.

Door de klimaatinstellingen van de tuinders in te voeren in KASPRO wordt het gasverbruik berekend. Het gasverbruik wordt niet exact hetzelfde omdat:

- De weergegevens van de Bilt worden gebruikt en deze kunnen afwijken van het weer op de locatie van de kassen.

- Kleine veranderingen in de klimaatsinstellingen worden gedurende het jaar vaak niet genoteerd door de tuinder maar hebben wel een substantiële invloed op het energiegebruik.
- De hoeveelheid kruit die wordt gebruikt is niet goed kwantitatief te beschrijven.

3.2.1 Tuinder 1



Figuur 7 Gemeten gasverbruik van tuinder 1 (---) en het berekende gasverbruik door KASPRO (—)

Deze tuinder maakt gebruik van een vast folie in de winter. Het effect van het vast folie is in het begin van het jaar te zien aan het gasverbruik. In de maand februari wordt er minder gas gebruikt dan in maart wanneer het vast folie wordt verwijderd. En in het najaar is dit effect ook te zien. Het schaduw scherm wordt in de winter ook gebruikt om energie te besparen. Tuinder 1 heeft een lagere temperatuur setpoint over het jaar dan de standaard teelt, gemiddeld overdag 20.0°C, en 's nachts 19.1°C. Het berekende totale gasverbruik komt goed overeen met het door de tuinder opgegeven gasverbruik.

Tabel 4 Effect van verandering van de klimaatsinstellingen op het berekende gasverbruik

Maatregel	Verskil gasverbruik, m³
TI: 168 uur, 4 graden	-5.4
TI: 168 uur, 3 graden	-4.7
TI: 24 uur, 3 graden	-4.0
TI: 48 uur, 2 graden	-2.8
TI: 72 uur, 1 graad	-1.7
geen vast folie	+1.7
krijten i.p.v. schaduw scherm van 1 mei tot 15 september	+4.9

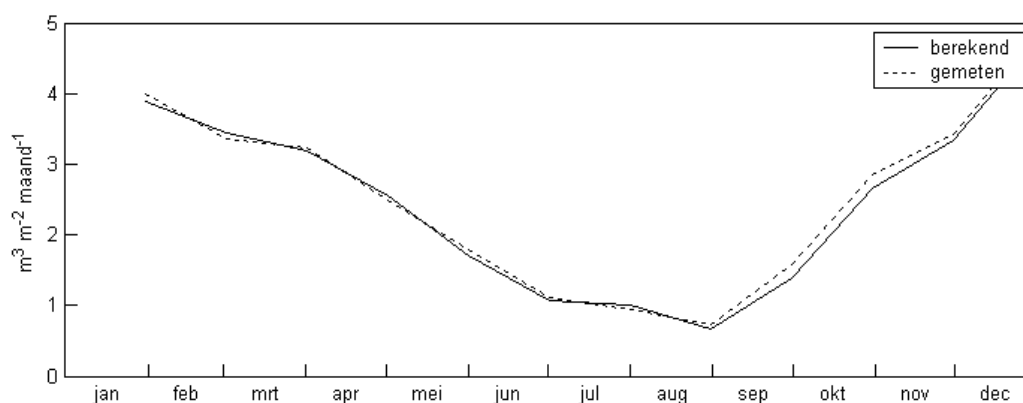
Met temperatuur integratie kan het energiegebruik aanzienlijk worden verminderd, tot meer dan 5 m³/(m² jaar). Aangezien de tuinder zijn setpointtemperatuur lager heeft ingesteld dan bij een standaard teelt zal hij de bandbreedte voor de temperatuur integratie niet te groot willen maken. Het vaste folie wat overdag wordt gebruikt in de winter geeft een besparing van 1.7 m³ gas. Deze besparing is veel minder dan bij de standaard teelt (Tabel 2) omdat de gemiddelde etmaal temperatuur lager is.

Door gebruik te maken van het schaduw scherm in de koude nachten wordt bijna 5 m³ gas bespaard. Dat is ongeveer gelijk aan de standaard situatie omdat dit scherm wordt ingezet bij lage temperaturen.

3.2.2 Tuinder 2

De tuinder heeft een relatief klein bedrijf met 1.1 Ha. Deze tuinder verschilt van de andere tuinders omdat hij geen gebruik maakt van een vast folie in de winter en geen krijt gebruikt. Hij beschikt wel over een buffer.

Het gebruik van de buffer en het soms toepassen van temperatuurintegratie zorgt ervoor dat het gasverbruik van deze tuinder niet heel veel hoger ligt dan de andere tuinders. Daarnaast gebruikt hij beide scherm in de winter, waardoor zijn gasverbruik aanmerkelijk lager ligt dan de standaard teelt. De etmaaltemperatuur in de kas wordt verhoogd als er een grote hoeveelheid licht is. Door het scherm te sluiten en de bevochtiger te gebruiken wordt een hoog vochniveau gehandhaafd.



Figuur 8 Gemeten gasverbruik van tuinder 2 (---) en het berekende gasverbruik door KASPRO (—)

Het totale gasverbruik in de berekening is $30.3 \text{ m}^3 \text{m}^{-2}$, wat overeenkomt de het gemeten gasverbruik van $30.1 \text{ m}^3 \text{m}^{-2}$. De klimaatinstellingen die zijn gebruikt in KASPRO zijn in Bijlage 4 opgenomen. Het verbruik is iets hoger dan tuinder 1 mede door de hogere setpoint temperaturen van 21.6°C gemiddeld overdag en 19.5°C 's nachts. Het gemiddelde setpoint voor de nachttemperatuur ligt ook voor deze tuinder lager dan de standaard situatie, 20.2°C .

Deze tuinder gaf in het interview aan het gasverbruik in de toekomst verder te willen verminderen door frequenter gebruik te maken van temperatuurintegratie. Temperatuurintegratie wordt door deze tuinder toegepast als hij geen productieverlies verwacht. Hij wil de bandbreedte en de integratieperiode omgekeerd afhankelijk van elkaar maken. Als de bandbreedte 3 graden is dan is de integratieperiode maar 1 etmaal, terwijl als de bandbreedte 1 graad is de integratieperiode 3 etmalen mag zijn. Hij heeft geen duidelijk beeld van het gebruik van temperatuurintegratie over het jaar. De gevolgen van het continu toepassen van temperatuurintegratie t.o.v. het sporadisch gebruik is te zien in onderstaande tabel.

Tabel 5 Effect van verandering van de klimaatinstellingen op het berekende gasverbruik

Maatregel	Vershil gasverbruik, m ³
TI: 168 uur, 4 graden	-3.3
TI: 168 uur, 3 graden	-2.8
TI: 24 uur, 3 graden	-2.5
TI: 48 uur, 2 graden	-1.9
TI: 72 uur, 1 graad	-1.2
vast folie van 15 november tot 15 maart	-2.8

In bovenstaande tabel is het effect van verschillende temperatuurintegratie strategieën op het gasverbruik te zien. Het effect is minder dan bij tuinder 1 omdat de gemiddelde etmaaltemperatuur hoger staat ingesteld.

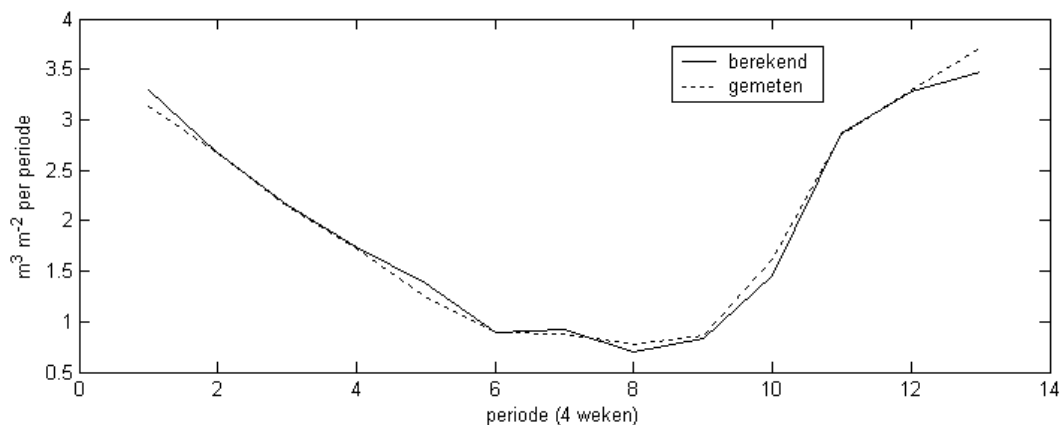
Het hogere verbruik bij deze tuinder is aan een aantal factoren toe te schrijven:

- Geen gebruik van vast folie in winter
- Hoge setpointtemperaturen t.o.v. de andere drie tuinders
- Relatief kleine kas waardoor de gevelverliezen een groter effect hebben

3.2.3 Tuinder 3

Het bedrijf heeft drie verschillende kascompartimenten met snij- en pot-anthurium. Er zijn verschillende cultivars van snij anthurium. In de kas staan 3500 m² Tropical, 1750 m² Midori, 1060 m² Acropolis, 1000 m² Casino, 3000 m² Choco en nog een aantal met een kleiner oppervlak. Totaal is er 12000 m² snijbloem anthurium in een kas die door een glazen wand is twee gelijke delen is gesplitst. In een kas gescheiden door een weg staat nog 8000 m² pot anthurium. Het gasverbruik wordt voor het hele bedrijf geregistreerd. De klimaatinstellingen van de verschillende kassen is gelijk dus deze kan wel voor de vergelijking worden gebruikt. Ook dit bedrijf beschikt over een dubbel scherm wat vooral in de winter een energiebesparing geeft.

Verdere details zijn in Bijlage 2 te vinden. De invoergegevens zoals die in KASPRO zijn gebruikt zijn in de Bijlage 4 terug te vinden.



Figuur 9 Gemeten gasverbruik en het berekende gasverbruik door KASPRO (—)

Het berekende totale gasverbruik is 25.8 m³/m², gelijk aan die in de praktijk situatie. De gemiddelde ingestelde nachttemperatuur is 18.5°C, de dagtemperatuur 19.6°C.

Tabel 6 Effect van verandering van de klimaatinstellingen op het berekende gasverbruik

Maatregel	Vershil gasverbruik, m ³
TI: 24 uur, 3 graden	-3.5
TI: 168 uur, 4 graden	-4.9
TI: 168 uur, 3 graden	-4.2
TI: 48 uur, 2 graden	-2.4
TI: 72 uur, 1 graad	-1.5
geen vochtregeling	-4.9
geen minimumbuis	-0.8
geen vast folie	+1.1
geen tweede scherm	+8.3
Buffer 60 m ³ /ha	+0.2

Door toepassing van een buffer neemt het energiegebruik toe. Dit komt door de lage ingestelde temperatuur in de nacht en het gebruik van twee schermen. De warmteafname is daardoor laag waardoor de buffer langer gevuld blijft. De verliezen van de buffer naar de omgeving zorgen voor het hogere gasverbruik.

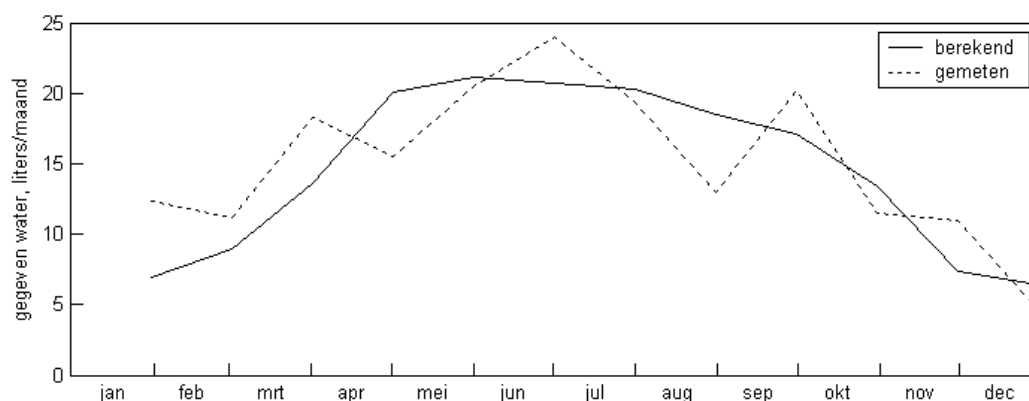
In de laatste twee maanden van het jaar gebruikt deze tuinder een minimumbuis van 40°C, als deze buis niet wordt ingezet daalt het energiegebruik met 0.8 m³m⁻². Naast relatieve lage ingestelde temperaturen heeft deze tuinder ook veel energiezuinige maatregelen in zijn klimaatsturing. Het energiegebruik wordt alleen iets verhoogd door de inzet van een minimumbuis en een vochtregeling. De mogelijkheden tot verlaging van het energiegebruik van tuinder 3 zijn:

- geen minimumbuis
- geen vochtregeling
- toepassing van temperatuur integratie

Omdat deze tuinder relatief lage ingestelde temperaturen heeft zal de bandbreedte bij temperatuur integratie niet te groot mogen worden, aangezien de minimum temperatuur dan te laag kan worden.

3.2.4 Tuinder 4

Tuinder 4 heeft 3.6 Ha Anthurium. Hij is met een verbruik van gemiddeld 24 m³/m² per jaar een laag verbruiker. De warmte en de CO₂ worden door een restwarmte leverancier geleverd.

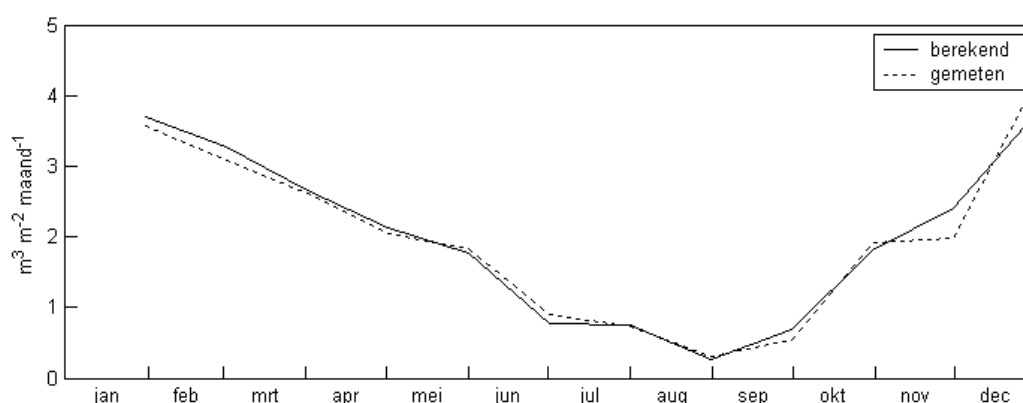


Figuur 10 Berekende en gemeten watergift over het jaar

Op dit bedrijf wordt ook de het waterverbruik gemeten (Figuur 10). In vergelijking tot vele andere glastuinbouw gewassen verbruikt Anthurium weinig water, in totaal wordt er in 2002 180

liter m^{-2} gegeven. Dit lage waterverbruik wordt veroorzaakt door de hoge luchtvochtigheid in de kas gedurende het hele jaar en door het gewas zelf. De hele relatieve luchtvochtigheid wordt gecreëerd middels het vaste folie in de maanden november tot april en de vernevelaars.

Op basis van het warmteverbruik en de het waterverbruik wordt de verdamping van het gewas bepaald. De leaf area index van anthurium is niet exact bekend en wordt voor deze berekeningen op 2.2 gesteld. De verdamping van het gewas blijkt 70% lager te zijn van de verdamping van paprika. Het resultaat van de berekening is in Figuur 10 te zien.



Figuur 11 Gasverbruik zoals berekend en gemeten

Voor de maanden november en december is een deel van het gasverbruik van november bij december terechtgekomen tijdens het opnemen van de standen, wat zorgt voor de discrepantie tussen de meting en de berekening in deze maanden. Het berekende totale gasverbruik is $23.9 \text{ m}^3 \text{m}^{-2}$, $0.2 \text{ m}^3 \text{m}^{-2}$ hoger dan de meting.

Tabel 7 Effect van verandering van de klimaatinstellingen op het berekende gasverbruik

Maatregel	Verskil gasverbruik, m^3
Geen temperatuur integratie 168 uur, 3°C bandbreedte	+2.4
TI: 168 uur, 4 graden	-0.9
TI: 24 uur, 3 graden	+0.6
TI: 48 uur, 2 graden	+1.7
TI: 72 uur, 1 graad	+2.8
geen vast folie	+3.0
geen tweede scherm	+7.2
Verlaging temperatuur half feb tot okt met 1 graad.	-2.3
Niet krijten	-1.0

De gemiddelde ingestelde temperatuur 's nachts is 19.2°C en overdag 20.1°C . Deze temperaturen zijn een halve graad hoger dan tuinder 3. Toch is het energieverbruik lager dan tuinder 3 door:

- De afmetingen van de kas
- Geen vochtregeling
- Geen minimumbuis

Het energiegebruik kan alleen nog worden verlaagd door de ingestelde temperatuur te verlagen of door geen krijt toe te passen. Verlaging van de ingestelde temperatuur in de wintermaanden is gevaarlijk omdat er ook temperatuurintegratie wordt toegepast. In de zomer is dit mogelijk wel een optie. Tuinder 4 gaf ook aan geen plannen te hebben m.b.t een verdere energiebesparing.

3.2.5 Conclusie energieverbruik

De vier tuinders beschreven in dit onderzoek hebben allen een relatief laag verbruik ten opzichte van de beschreven standaard teelt. Het verbruik is lager door toepassing van een extra scherm en een lagere setpoint temperatuur. De meest perspectiefvolle optie voor energiebesparing bij verschillende tuinder is het gebruik van temperatuur integratie.

3.3 Financiële implicatie van de energiebesparende opties

3.3.1 Energiebesparende opties

De financiële consequenties van de volgende energiebesparende opties zijn onderzocht:

- Enkel energiescherm(LS10 ultraPlus);
- Enkel zonnesc scherm(XLS16F);
- Vast scherm (folie);
- Energiescherm in combinatie met zonnesc scherm (dubbel scherm)
- Vast scherm in combinatie met energiescherm;
- Temperatuurintegratie (ook in combinatie met de bovenstaande opties)

Als er geen zonnesc scherm aanwezig moet er in de zomer gekrijt worden.

Een belangrijk uitgangspunt daarbij is, dat schermen effect hebben op de beschikbaarheid van licht en op het kasklimaat (temperatuur en relatieve luchtvochtigheid) en daarmee de productie beïnvloeden.

3.3.2 Investeringskosten

De investeringslasten bestaan uit afschrijvingen en rente. Voor deze beide kostencomponenten is een vast percentage genomen. Daarnaast zijn onderhoudskosten als vast percentage in rekening gebracht. Voor de verschillende opties is uitgegaan van de investeringsbedragen zoals weergegeven in Tabel 8.

Tabel 8 Investeringsbedragen per optie (Euro/m²) en de daaruit voortvloeiende kosten (Euro/m².jaar).

Optie	Investeringsbedrag	Afschrijving	Rente	Onderhoud	Jaarkosten Totaal
Energiescherm	6,-	0,80	0,18	0,12	1,10
Zonnesc scherm	7,50	1,08	0,22	0,15	1,45
Vast scherm (anti-condens)	0,42				0,42
Dubbel scherm (beweegbaar en vast)	6,42	0,80	0,18	0,12	7,52
Dubbel scherm (2x beweegbaar)	13,50	1,90	0,40	0,27	2,57
Krijten	nihil				nihil
Temperatuurintegratie	0,28	0,06	0,02	0,02	0,10

3.3.3 Energiekosten

Voor het bepalen van de energiekosten is uitgegaan van de gasprijs in de geliberaliseerde aardgasmarkt. De energiekosten zijn voor wat betreft de kosten van aardgas berekend volgens het CDS-principe. Dit houdt in het kort in dat de aardgasprijs bestaat uit een diensten- en een commodity-deel. Het dienstendeel van de energiekosten wordt voor een belangrijk deel bepaald door de zogenaamde contractcapaciteit. Dat is de capaciteit in aardgasvolume die een bedrijf per

uur maximaal nodig heeft. De gekozen contractcapaciteit hangt sterk af van de bedrijfssituatie en de risico-perceptie van de ondernemer.

Tabel 9 Uitgangspunten voor de berekening van het maximum gasverbruik, het daaruit berekende maximum gasverbruik en de aardgaskosten op basis van het verbruik uit Tabel 2.

Optie	Minimum Buitentemp. (°C)	Minimum Teelttemp. (°C)	Gasgebruik per uur.ha (m ³ /°C.uur.ha)	Maximum Gasgebruik (m ³ /uur.ha)	Aardgaskosten (EURO/jaar.m ²)
Energiescherm	-15	18	6	198	7.92
Schaduwscherm	-15	18	7	231	9.06
Vast scherm	-15	18	6,3	208	8.64
Dubbelscherm	-15	18	5,5	182	7.51
beweegbaar					
Vast/ energie-scherm	-15	18	4,4	145	7.52
Vast/schaduw scherm	-15	18	5,8	191	8.97
Geen scherm	-15	18	8	264	11.26

In dit onderzoek zijn de uitgangspunten gebruikt, zoals weergegeven in Tabel 9. Voor de situaties met scherm is er vanuit gegaan dat het scherm bij perioden met extreme kou, overdag gesloten blijft. Door gebruik te maken van temperatuur integratie kan het maximum gasverbruik lager uitvallen. De contractcapaciteit kan hier door lager worden ingesteld. Het effect kan maximaal 5% zijn op de uiteindelijke aardgaskosten. Voor het commodity-bestanddeel van de gasprijs is uitgegaan van 11 eurocent per m³.

3.3.4 *Energiebesparing*

Het energieverbruik voor een bedrijfssituatie zonder scherm is op 56.3 m³/m².jaar vastgesteld (Tabel 2). Dit komt overeen met het gasverbruik van een modern bedrijf zonder scherm. De mate van energiebesparing hangt naast de isolatiegraad van het schermdoek, af van het aantal uren per jaar dat wordt geschermd. De energiebesparing is met het KASPRO-model berekend. Daarnaast is voor verschillende bedrijfssituaties met schermen bepaald wat de economische gevolgen van de toepassing van temperatuurintegratie zijn. Tegenover de energiebesparing staat een investering in software om temperatuur-integratie via de klimaatcomputer toe te kunnen passen. Voor de toepassing van temperatuurintegratie is uitgegaan van een energiebesparing van 3% op jaarbasis. In absolute zin wordt met temperatuurintegratie minder gas bespaard in een geschermd situatie dan in een ongeschermd situatie.

3.3.5 *Lichteffect*

De Anthurium is een schaduwplant en reageert in de wintermaanden toch sterk op het lichtaanbod (A. Durieux 1997). Daarbij heeft de Anthurium beneden een lichtintensiteit van 400W/m² (gemiddelde intensiteit per uur) per etmaal een lagere productie. Een aantal rassen is gevoelig voor knopabortie in de winter, bij te weinig licht. Uit herleide gegevens van het bedrijfsvergelijkend onderzoek snijanthurium (Benninga et al., 1997) blijkt een licht – productierelatie van 1 : 1,2 over het gehele jaar. Dat wil zeggen 1% meer licht geeft 1,2% meer opbrengst. Deze relatie is afgeleid via de afsplitsingstijd van bloemen. Dit is de tijd tussen het zichtbaar zijn van de bloemknop en het oogsten van de bloem (bijlage 4). Daarbij is nog geen rekening gehouden met het feit dat met winterproductie een hogere prijs wordt gerealiseerd.

Het lichteffect van schermen is drieledig:

1. Schermen nemen in gesloten toestand licht weg. Dit betekent opbrengstverlies, juist op het moment dat de toepassing in de winter als de prijzen het hoogst zijn.
2. Zonder scherm zou vanaf half april een krijtlaag op het kasdek aangebracht moeten worden om te felle instraling te voorkomen. Uit oogpunt van kwaliteit (bloemverkleuring) is het noodzakelijk te voorkomen dat er te veel licht bij de planten komt.
3. Schermen in de winter heeft als doel energie te besparen, maar neemt in gesloten toestand veel licht weg.

Bij de bepaling van de uitgangspunten van het effect op het ontvangen licht is het effect van schermen op het te ontvangen licht verdeeld in drie aspecten:

- lichtverlies in de winter;
- lichtverlies van het scherm pakket in geopende toestand;
- lichtwinst omdat later in het voorjaar krijt op het kasdek wordt aangebracht.

Deze drie aspecten opgeteld bepaald het totale lichteffect. Het lichteffect van de verschillende schermsituaties is uitgedrukt als percentage ten opzichte van de ongeschermd situatie. Voor het bepalen van het gemiddelde te verwachten lichtverlies per aspect is een berekening uitgevoerd op basis van de instraling per uur van een gemiddelde jaar over de laatste vijftien jaar (Bron KMNI). Voor het vaste scherm is het uitgangspunt dat het scherm 10% licht op gewasniveau wegneemt.

Effect lichtverlies in de winter op de opbrengst

Bij lichtverlies wat verbonden is aan een bepaalde periode is van de volgende onderverdeling uitgegaan:

- Winter: licht : productie = 1 : 2,5; (1% minder licht is 2,5% minder omzet)
- Voorjaar en najaar: licht : productie = 1 : 0,75;
- Zomer: geen lichteffect op productie.

(Bron: herleide gegevens Benninga et al., 1997; Voor vier cultivars bepaald in bijlage 4)

Er is uitgegaan van een jaarlijkse omzet van Euro 40,-/m².jaar. De opbrengsteffecten van schermen zijn een bepaald percentage van dit bedrag.

Het lichteffect is onderverdeeld, zoals is weergegeven in Tabel 10.

Het vaste scherm is in de wintermaanden vier van de zes maanden aangebracht.

Tabel 10 Gemiddeld lichtverlies op de opbrengst (% van de omzet)

Aspect lichtverlies	Energiescherm	Zonne-scherm	Vast scherm	Dubbel beweegbaar scherm
Effect in winter	0	0	-6	0
Scherm(en) in open toestand	-3	-2	0	-5
Effect in voor- en najaar	+2	+3	0	+5
Totaal	-1	+1	-6	0

(Bron G. Benders 2003, A. Durieux 1997)

Bij combinaties van de verschillende vormen van schermen is van een beginsituatie met één scherm uitgegaan en is daar het tweede aan toegevoegd.

Voorbeeld: Effect energiescherm is –1%; 1% van Euro 40,-/m².jaar is Euro 0,40; resteert Euro 39,60 + vast scherm is –6%; 6% van Euro 39,60 is Euro 2,38; resteert Euro 37,22

3.3.6 *Klimaatteffect*

Schermen hebben een klimaatteffect, dat in twee aspecten is onder te verdelen. Een positief effect op het klimaat door toepassing van een schaduw scherm vindt zijn weerslag in een lagere teelttemperatuur in de zomer. Een teelttemperatuur hoger dan 30°C heeft negatieve gevolgen voor de productie. Met krijt op het dek kan de teelttemperatuur 2°C worden verlaagd. Met een scherm kunnen daarnaast het aantal uren met een temperatuur hoger dan 30°C worden beperkt (Durieux et al. 1997).

Bij het klimaatteffect van schermen zijn twee onderdelen onderscheiden:

- Lagere teelttemperatuur in de zomer;
- Hogere RV in de winter.

Beide effecten werken positief op de productie

De gemiddelde effecten die als uitgangspunten hebben gediend, staan in tabel XXX.

Tabel 11 Gemiddeld effect op de productie door beïnvloeding van de relatieve luchtvochtigheid (RV) (%productie) per aspect

Aspect RV	Energie-scherm	Zonne-scherm	Vast scherm	Dubbel scherm
Lagere teelt-Temperatuur zomer	1	1	0	2
Hogere RV	2	0	2	2
Totaal	3	1	2	4

Bron: G. Benders 2003

3.3.7 *Opbrengsteffect temperatuurintegratie*

Het opbrengsteffect van toepassing van temperatuurintegratie is neutraal verondersteld.

3.4 Resultaten

Er is een gevoeligheidsanalyse uitgevoerd voor zes scherm situaties: enkel energiescherm, enkel schaduw scherm, enkel een vast scherm, dubbel scherm (energie scherm + zonne scherm), energie scherm + vast scherm en schaduw scherm + vast scherm. Het effect van temperatuur integratie is apart voor elk geval opgenomen. De referentie is geen scherm, waarbij s 'zomers gekrijt wordt. Het resultaat van de berekeningen staat in Tabel 12.

Tabel 12 Economische gevolgen per scherm situatie (Euro/m².jaar).

Variant	Energie scherm	Schaduw scherm	Vast scherm	Dubbel Beweegbaar scherm	Energie Scherm+ Vast Scherm	Schaduw scherm+ Vast Scherm
Jaarkosten investering (Tabel 8)	-1,10	-1,45	-0,42	-2,57	-1,52	-1,87
Energiebesparing (Tabel 9)	3.34	2.20	2.62	3.75	3.74	2.29
Lichteffect (Tabel 10)	-0,40	+0,40	-2,40	0	-2,80	-2,00
Klimaatteffect (Tabel 11)	+1,20	+0,40	+0,80	+1,61	+2.00	+1,20
Besparing zonder TI	3.04	1.55	0.60	2,79	1.42	-0.38
Besparing Temp.integratie	0.41	0.49	0,45	0,36	0,36	0,35
Jaarkosten Temp.integratie	-0.10	-0.10	-0,10	-0,10	-0,10	-0,10
Besparing met TI	3.35	1.94	0,95	3.05	1.68	-0.13

N.b. Energiescherm overdag open.

Het licht- en klimaatteffect zijn naast de energiebesparing, voor een belangrijk deel bepalend voor het uiteindelijke resultaat (besparing). Over het licht- en klimaatteffect bestaat nog veel onzekerheid. Bij de gekozen uitgangspunten, is er bij energiescherm, dubbel beweegbaar scherm en energie scherm + vast scherm, sprake van een aanzienlijke besparing. Het energiescherm of het dubbel beweegbare scherm lijkt daarbij het meest aantrekkelijk. Het lichtverlies wordt ruimschoots goed gemaakt door klimaatteffect en vooral energiebesparing. De toepassing van temperatuurintegratie heeft een positief effect op de kostenbesparing, mits het opbrengsteffect ervan minstens neutraal is. Een negatief opbrengsteffect van temperatuurintegratie staat de toepassing ervan in de weg maar uit het recente PPO onderzoek blijkt dit geen belemmering. De 3% energiebesparing waar in deze berekening vanuit is gegaan is een laag percentage. Met een lange integratietijd en een grote bandbreedte kan de besparing door temperatuur integratie oplopen tot meer dan 17% (Tabel 2).

Het installeren van alleen een schaduw scherm is minder rendabel, tenzij het klimaatteffect veel groter zou zijn dan verondersteld. Een groter klimaatteffect dan 6% bij dubbel scherm lijkt niet reëel omdat krijten bij een ongeschermd kas al een aanmerkelijk positief effect heeft en dit de referentie is.

4 Conclusie en discussie

Anthurium verschilt van andere gewassen die in kassen worden geteeld op een aantal essentiële punten: een hoge luchtvochtigheid is geen probleem, licht heeft in de zomermaanden maar een klein effect op de productie en het effect van een verhoogd CO₂-niveau is gering. Deze factoren maken dat het energiegebruik bij Anthurium relatief laag kan zijn.

De onderlinge verschillen tussen de verschillende tuinders wordt veroorzaakt door:

- Ingestelde temperatuur over de dag
- Aanwezigheid en gebruik van de schermen
- Toepassen van een vochtregeling
- Gebruik van een minimumbuis (vooral door tuinders met eigen ketel)

Anthurium telers met een verbruik van meer dan 30 m³/(m² jaar) maken geen optimaal gebruik van de verschillende energiebesparende opties ondanks het feit dat deze opties nauwelijks invloed hebben op de productie. Het gaat hier om de grootste groep zoals af te leiden valt uit Figuur 2. Installatie van een (dubbel) scherm geeft de grootste reductie in het energieverbruik (>30%). Nieuwe te bouwen kassen worden wel allemaal met schermen uitgevoerd zodat de groep groot verbruikers zal afnemen. Het laagste energiegebruik wat haalbaar is in een enkeldeks kas met een dubbelscherm waar meerdaagse temperatuur integratie (met een grote bandbreedte) wordt toegepast is ca. 20 m³/(m² jaar). Meerdaagse temperatuur integratie is geen belemming voor de productie zoals recent experimenteel is aangetoond.

4.1 Berekeningen van het energieverbruik

Voor de berekening van het energieverbruik bij Anthurium teelt is KASPRO aangepast. De aanpassingen bestonden uit gebruik van een dubbel scherm, gebruik van een vast folie in de winter, en gebruik van fogging. In de berekening zijn de volgende factoren geschat:

- De hoeveelheid krijt op het dek
- De leaf area index van het gewas
- De verdamping van het gewas

De juistheid van de schatting van de hoeveelheid krijt wordt gevonden op basis van het gasverbruik tijdens de krijtperiode. Veel krijt zal het gasverbruik iets laten toenemen omdat er minder licht in de kas binnentreedt waardoor er soms meer gestookt moet worden. Voor de leaf area index is het gemiddelde van de verschillende cultivars genomen. De verdamping van het gewas is afgeleid uit het waterverbruik zoals dat op het bedrijf van tuinder 4 gemeten. De resultaten van de berekeningen voor de verschillende tuinders geven aan dat de inschattingen goed zijn.

Op basis van een standaard teelt regime is het effect van de verschillende energiebesparende opties gekwantificeerd. Het gebruik van een scherm geeft de grootste besparing gevolgd door temperatuur integratie.

Naar aanleiding van de berekeningen voor de vier tuinders kan geconcludeerd worden dat de voornaamste methode voor verdere energiebesparing moet komen uit temperatuur integratie. De onderzochte bedrijven maken allen gebruik van een dubbel scherm waardoor hun energieverbruik al laag is. Tuinder 1 en 4 maken beide gebruik van de restwarmte van Roca voor de verwarming en de CO₂ dosering. Het energiegebruik op deze bedrijven is in de zomermaanden lager omdat zij geen CO₂ hoeven te produceren.

4.2 Economische evaluatie

Als rekening gehouden wordt met het licht en klimaateffect van schermen, dan zijn energiescherm, de combinatie energiescherm met schaduw scherm en energiescherm met vast scherm economisch aantrekkelijke opties. Voorwaarde voor toepassing van het energiescherm is dat het overdag geopend moet zijn, om lichtverlies te vermijden. Temperatuur integratie is economisch rendabel aangezien de investeringskosten gering zijn en de energiebesparing groot, bij neutraal verondersteld opbrengsteffect.

4.3 Overall conclusie

Toepassing van energiebesparende opties is economisch haalbaar. Vooral bij Anthurium kan een zeer laag gasverbruik worden gerealiseerd. De redenen waarom niet alle tuinders reeds deze opties toepassen zijn tijdsgebrek en geen zin om te investeren. Kennis over de mogelijkheid tot verlaging van het gasverbruik is wel aanwezig. Nieuw te bouwen kassen worden met schermen uitgevoerd waardoor het energieverbruik van Anthurium gestaag daalt. Naar aanleiding van de onderzoek naar temperatuur integratie bij Anthurium is deze optie ook sterk aan te bevelen als energiebesparing.

Literatuur

- Benninga, J., H. Nijssen, Bedrijfsvergelijkend onderzoek snijanthurium, Proefstation voor Bloemisterij en Glasgroente rapport 103, Aalsmeer 1997.
- Buwalda, F., B. Eveleens, R. Wertwijn, Mogelijkheden voor energiebesparing door temperatuurintegratie bij siergewassen, Proefstation voor Bloemisterij en Glasgroente rapport 119, Aalsmeer 1999.
- De Zwart, H.F, 1996, Analyzing energy-saving options in greenhouse cultivation using a simulation model. Ph.D. Dissertation, Landbouwuniversiteit, Wageningen, 236pp.
- Durieux, A., H.M.C. Nijssen, N.M. van Mourik, Invloed van klimaatfactoren op productie en fotosynthese bij snij-anthurium, Proefstation voor Bloemisterij en Glasgroente rapport 82, Aalsmeer 1997.
- Elsner B. von, Xie J, 2003. Effects of interference pigments in shading paint for greenhouses. Proceedings of the Thirty-first National Agricultural Plastics Congress.
- Lont A. (Gewasvoorlichter Anthurium). Schriftelijke toelichting.
- PPO, Kwantitatieve Informatie voor de Glastuinbouw 2003-2004; groenten – snijbloemen - potplanten, Naaldwijk PPO 580, 2003.
- PPO, Kwantitatieve Informatie voor de Galstuinbouw 2003-2004, PPO 558 Naaldwijk, 2003
- PPO, Temperatuurintegratie bij Anthurium Andreanum, PPO 41704339, 2004
- Proefstation voor Bloemisterij en Glasgroente 1997. Bedrijfsvergelijkend onderzoek snijanthurium. Proef 007-2420 Rapport 103.
- Proefstation voor Bloemisterij en Glasgroente 1997. Invloed van klimaatfactoren op productie en fotosynthese bij snij-anthurium. Proef 2105-6 Rapport 82.
- Proefstation voor Bloemisterij en Glasgroente 1997. Gebruikswaardeonderzoek snij-anthurium. Proef 1315.02 Rapport 114.
- Swinkels, G.L.A.M., Huijs, J.P.G. en de Zwart H.F.,2000. Standaardteelten, IMAG nota P2002-85, 44pp.

Bijlage 1 Simulatiemodel KASPRO

Het simulatiemodel (KASPRO) is een uit diverse parameters samengesteld model van de eigenschappen van een kas, gewasgegevens, ingestelde setpoints en buitenklimaat, dat de relevante variabelen berekent als functie van tijd. Dit maakt berekening van de energieconsumptie en gewasproductie mogelijk.

De basis van het model wordt gevormd door de energie-, water- en CO₂-balansen van de in beschouwing genomen samenhangende onderdelen van het systeem. Het resulteert in een set van niet lineaire, eerste orde differentiaalvergelijkingen die numeriek worden opgelost.

Het kasklimaatmodel heeft als startpunt de kasklimaatregelaar.

Kaslucht bevat samenhangende componenten waarvan de temperatuur, vochtigheid en CO₂-concentratie als primaire variabelen worden beschouwd. De kasklimaatregelaar vergelijkt deze waarden met setpoints. De setpoints zijn functies van tijd en buitenklimaat en aangenomen wordt dat de teler ze van parameters voorziet.

Op grond van de vergelijkingen zal de regelaar het volgende acties uitvoeren:

- past de stand van de mengklep van de warmwatertoevoer aan, ten einde de temperatuur van de verwarmingbuizen te wijzigen. Meestal wordt de temperatuur van twee afzonderlijke verwarmingssystemen, waarvan één met pijpen dicht bij de grond en één met pijpen in of boven het gewas.
- past de stand van de luchtramen aan voor warmte- en vochtuitwisseling tussen de kas- en buitenlucht.
- start en stopt de CO₂-gift naar de kas.

Naast het kasklimaat, stuurt de regelaar de apparaten aan die van belang zijn voor de warmtevoorziening (ketel, warmtepomp, WKK en opslagtank) en de CO₂-productie van de ketel. De regelactiviteiten hebben direct of indirect invloed op het brandstofverbruik. Dit is duidelijk het geval bij verhoging van de buistemperatuur, hoewel de brandstof om in de warmtebehoefte te voorzien, al uren eerder opgewekt kan worden en tijdelijk worden opgeslagen in een warmteopslagtank.

Geopende ramen hebben een effect op de energieconsumptie wanneer de regelactiviteiten worden uitgevoerd op grond van het setpoint luchtvochtigheid gedurende perioden van energievraag. De CO₂-gift veroorzaakt een brandstofverbruik indien CO₂ wordt verkregen uit uitlaatgassen van de ketel of de WK-installatie tijdens perioden zonder energievraag.

Omdat het warmtedistributiesysteem in kassen gewoonlijk bestaat uit een warm-watercircuit van pijpen met een groot thermisch vermogen met typische afkoelingseigenschappen, wordt extra aandacht besteed aan de beschrijving van het dynamisch gedrag (De Zwart, 1996). De tank voor korte termijn warmteopslag met zijn grote thermische vermogen is gemodelleerd met een uitgebreid gelaagd model overeenkomstig de uitgangspunten gepresenteerd door Yoo en Pak (1993). Naast de kasklimaatregelaar zijn de kasluchtomstandigheden ook afhankelijk van de warmte, vocht en CO₂-uitwisseling tussen de kaslucht en zijn directe omgeving. Om deze

interacties te beschrijven onderscheidt het model samenhangende componenten voor het gewas, de bodem en het kasdek.

De grond onder de kas vertegenwoordigt een grote warmteopslagcapaciteit met een sterk dempend effect op fluctuaties van de kasluchttemperatuur. Om een goede afspiegeling van dit effect te verkrijgen is de grond onderverdeeld in 7 lagen.

Het kasdek vormt een belangrijke belemmering voor warmteverlies naar de buitenlucht. Indien de temperatuur van het dek echter onder het dauwpunt van de kaslucht komt, veroorzaakt het dekoppervlak ontvochtiging van de kas.

De buitenomstandigheden dienen als omgevingsfactoren voor het model. De buitenluchttemperatuur en de hemeltemperatuur beïnvloeden de warmteverliezen door convectie en straling bij het kasdek en daardoor de temperatuur van het dek. De buitentemperatuur, vochtigheid en CO₂-concentratie hebben een directe invloed op de primaire toestandsvariabelen via luchtuitwisseling door geopende ramen of kieren. De windsnelheid is een belangrijke indirecte weerconditie omdat deze invloed heeft op de convectieve warmte-uitwisseling aan het dek en in belangrijke mate de luchtuitwisseling door de ramen bepaalt.

Een belangrijk weergegeven is de globale straling. Directe en diffuse straling wordt geabsorbeerd, gereflecteerd en doorgelaten door het dek, het gewas en de grondoppervlakte. Bovendien is straling op gewashoogte belangrijk voor de fotosynthese. Voor de berekening van de warmte-, vocht- en CO₂-stromen tussen de samenhangende componenten, zijn de relaties voor de warmtestroming ontleend aan een aantal auteurs. De warmtestraling is berekend met gebruikmaking van relaties gebaseerd op de wet van Stefan-Boltzmann, en bevat “view factoren”, absorptie en emissie. Interceptie van de straling door het gewas is behandeld in overeenstemming met Goudriaan (1988). De transmissie van licht door het dek is berekend middels een methode beschreven door Bot (1983). De convectieve warmte-uitwisseling aan de binnen en buitenkant van het dek is beschreven in de relaties eveneens gepresenteerd door Bot. De ventilatiestromen, in tuinbouwkundige context is gebaseerd op natuurlijke ventilatie, en is berekend op basis van de theorie gepresenteerd door De Jong (1990). De gewasverdamping, een belangrijk onderdeel van het model, is afgeleid van het werk van Stanghellini (1987). De convectieve warmteoverdracht van verwarmingsbuizen en convectieve warmte uitwisseling van de bodem is eveneens beschreven door Bot. De warmtegeleiding in de grond is benaderd vanuit de algemene warmtegeleidingtheorie.

Ten gevolge van de complexiteit en de niet lineairiteit van het model, is de integratie van differentiaal vergelijkingen uitgevoerd in numerieke voorwaartse integratie. De stapgrootte is zodanig gekozen dat de temperatuurverandering van de toestandsvariabelen minder is dan 0.1 °C. Dat betekent dat het tijdsduur per integratiestap vaak niet meer dan 15 sec bedraagt. Wanneer het buitenklimaat en de klimaatregelaar activiteiten stabiel zijn, neemt de stapgrootte toe tot 2 minuten, hetgeen overeen komt met de meetfrequentie van de klimaatregelaar.

Vergelijking van de resultaten van het model met metingen in een semi-praktijk kas (4 afdelingen van 200 m² elk) toonden een zeer goede overeenkomst. Absolute verschillen tussen model en metingen voor de luchttemperatuur voor gemiddelde 10 minuten waarden bedroegen minder dan

0.5 °C in 90% van de tijd. De warmteconsumptie werd gesimuleerd met een nauwkeurigheid van 95% en de regelactiviteiten m.b.t. ramen open/dicht controle en de CO₂-gift toonden een goede gelijkenis. (de Zwart, 1996).

De beschrijving van het buitenklimaat gaat uit van typisch Nederlandse weersomstandigheden. Deze dataset is weergegeven in het SEL-jaar (Breuer en Van de Braak, 1989).

Aan het KASPRO simulatie model is een module toegevoegd zodat de invloed van de warmteterugwinning op het klimaat en het energiegebruik berekend kan worden.

Literatuur

- Breuer, J.J.G. en N.J. van de Braak, 1989 Reference Year for Dutch Greenhouses, Acta Horticulturae 248, 1989
- Bot, G.P.A., 1983. Greenhouse climate: from physical processes to a dynamic model. Ph. D. dissertation Agricultural University Wageningen, The Netherlands.
- Goudriaan, J., 1988. The bare bones of leaf-angle distribution in radiation models for canopy photosynthesis and energy exchange. Agricultural and forest meteorology, 43:155-169.
- Jong, T., de, 1990. Natural ventilation of large multi-span greenhouses. Ph. D. Thesis Agricultural University Wageningen, The Netherlands.
- Stanghellini, C, 1987. Transpiration of greenhouse crops. An aid to climate management. Ph. D. dissertation, Landbouwniversiteit, Wageningen.
- Yoo H. en E. Pak, 1993. Theoretical model of the charging process for stratified thermal storage tanks. Solar Energy, 51(1993)6 pp. 513-519.
- Zwart H.F., de, 1996. Analyzing energy-saving options in greenhouse cultivation using a simulation model. IMAG-DLO rapport 96-05, 236 blz.

Bijlage 2 Gegevens tuinders

Tuinder 1

Datum: 23 december 2003

Anthurium:	rassen	13.000m ² Tropical (rood)	7000m ² Midori (groen)
Plantdatum		dec. 1999	idem



Gegevens kas

Opp: 20.665 m²; normaal glas

Padbreedte: 2.10 m

Hoogte goot: 3.50 m

Kapbreedte: 6.40 m; (tralieligger 2 kappen* 3.20 m)

Vakmaat: 4 m

Dakhelling: <45°

Oriëntatie kas: 290° (nnw-zzo)?

Lichtonderschepping door: dubbelscherm, luchtbevochtigingsinstallatie

Lengte (breedte) luchtramen: 2 m

Hoogte luchtramen: 0.75 m bij 75% bedrijf, 1 m bij 25% bedrijf

Maximale raamstand: 60° (tov. kasdekhelling)

Gegevens technische uitrusting

Verwarming: restwarmte van Roca

ketelcapaciteit 4.000.000 Kcal; bouwjaar ketel 1988

ondernet primaire verwarming

ondernet 6 51-ers per tralieligger aanvoer onder gewas

bovennet/retournet 2 51-ers en 2 28-ers per tralieligger tussen gewas

Rookgascondensor aanwezig, maar door gering ketelgebruik ook weinig/niet gebruikt

Geen WKK

Wel buffer aanwezig maar niet gebruikt

Geen warmtepomp

Geen Aquifer

Geen belichting

Drainwater hergebruikt en ontsmet door verhitting

Gegevens instellingen

Temperatuur:

		'Tropical'		'Midori'	
		dag	nacht	dag	nacht
Setpoint:	½ dec – ½ jan	18.5 °C	18.0 °C	19.5 °C	19.5 °C
	½ jan – eind mrt	20.0	19.0	20.5	19.5
	eind mrt – ½ nov	20.0	19.0	21.0	20.0
	½ nov – ½ dec	19.0	18.5	20.0	20.0

Max temp ondernet 60°C

Max temp 'bovennet' 40°C

Geen verhoging temperatuur ism. straling

CO₂ –toediening:

concentratie 800ppm

bron: restwarmteleverancier

doseerflux: 100 kg/ha/uur

Ventilatie/luchten:

Geen luchting als buitentemp onder 5°C is

Raamstand lijzijde waarbij loefzijde gaat meelopen: 50%

Minimale raamstand lij- en loefzijde 0%,

Maximale raamstand lijzijde 100%

Maximale raamopening 80° (tov dakhelling)

Dode zone 7°C

Bij 6° temperatuuroverschrijding luchtramen 100% open

Niet op vocht/rv luchten

Luchtbevochtiging:

Daksproeiers en nevelinstallatie in de kas op vochtdeficiet; werkt bij >9 g vocht(tekort?)/m³

Krijten dak tegen zonlicht:

in 2002 niet, in 2003 licht gekrijt

Energiescherm(en)/ zonnenscherm:

LS 10 plus; opent bij 125 W/m² straling

LS 10 plus gaat dicht als zonnenscherm bij 300 W/m² straling, bij 360 W/m² gaat zonnenscherm

LS60 dicht en LS 10 weer open; bij 600 W/m² straling gaan beide schermen dicht

Energiescherm niet gebruikt als buitentemp >12 °C is

Vast folie erin 20 nov, eruit 20 mrt

Temperatuurintegratie

Maximum bandbreedte zonder omzetverlies in combinatie met het aantal integratie etmalen...

(bv 2°C kan voor maximaal 3 etmalen; 3°C kan voor maximaal 1 etmaal)

Indien temp.-integratie niet toegepast, waarom niet? Met Priva-apparatuur heel moeilijk te doen!

Economische getallen

Omzet in 2003 in €52,85/m²/jaar

Arbeidsinzet in 2003 in 0,85 uren/m²/jaar

Gasverbruik per 4 weken (13 perioden)

2002	GJoules	2003	GJoules
1	2507	1	2516
2	1873	2	2664
3	2275	3	1904
4	1402	4	1653
5	1020	5	1019
6	708	6	601
7	527	7	374
8	510	8	291
9	688	9	557
10	1111	10	1062
11	2009	11	1842
12	1718	12	1917
13	2448	13	2247

Tuinder 2

Datum: 30 december 2003

Anthurium: rassen 4700m² Midori (groen) 4350m² Pistache
(rood/groen) 2700m² Champagne (creme-wit)
Plantdatum mrt-apr 1998



Gegevens kas

Opp: 11.750 m²; normaal glas

Padbreedte: 2.20 m

Hoogte goot: 4.25 m

Kapbreedte: 9.60 m; (tralieligger 2 kappen* 4.80 m)

Vakmaat: 4.5 m

Dakhelling: 25°

Oriëntatie kas: ±45°? (nw-zo)

Lichtonderschepping door: verwarmingsbuizen 4 51-ers per tralie, dubbelscherm,
luchtbevochtigingsinstallatie

Lengte (breedte) luchtramen: 2.25 m

Hoogte luchtramen: 1.40 m

Maximale raamstand: 60° (tov. kasdekhelling)

Gegevens technische uitrusting

Verwarming: ketelcapaciteit 3.000.000 Kcal; bouwjaar ketel 1997; rendement 96,5% bij kleine vlam bij 65 m³ gas/u, 94,8% bij grote vlam bij 170 m³ gas/u

ondernet primaire verwarming

ondernet 9 45-ers per tralieligger

bovennet 4.5 51-ers

grondverwarming 20-25 cm diep, 9 slangen van 25 mm per tralieligger

Rookgascondensor enkelvoudig, warmte gaat in grondverwarmingsnet

Geen WKK

Wel buffer 130m²

Geen warmtepomp

Geen Aquifer

Geen belichting

Drainwater hergebruikt en ontsmetten met ozon

Gegevens instellingen

Temperatuur:

		'Midori'		'Pistache'/'Champagne'	
		dag	nacht	dag	nacht
setpoint:	½ nov – ½ feb	20.5 °C	19.8 °C	19.8 °C	18.7 °C
	½ feb – ½ nov	21.5	20.8	19.8	18.7

Max temp ondernet 58°C

Max temp 'bovennet' 80°C, normaal 50

Temperatuur ondernet waarbij bovennet bijkomt 54°C

Verhoging temperatuur ism. straling van 100 tot 250 W instraling /m² lineaire verhoging met 2.5 °C

Dode zone tussen stooklijn en ventilatielijn 3°C

CO₂ –toediening:

concentratie van 1 nov –1 feb 650 ppm, daarna 8000 en stopt 11/2 u voor zonsondergang

bron: ketel

doseerflux: 55m³ /ha/uur

Ventilatie/luchten:

Geen luchting als buitentemp onder 4°C is

Raamstand lijzijde waarbij loefzijde gaat meelopen: loopt 2° achter lijzijde, % afhankelijk van de wind

Minimale raamstand lij- en loefzijde 0%,

Maximale raamstand lijzijde 100%

Maximale raamopening 55° (tov dakhelling)

Bij 6° temperatuuroverschrijding luchtramen 100% open

Voor rv sturing eerst schermen (doek) dan bij rv >91 % luchten

Luchtbevochtiging:

Reldairinstallatie Instelling?

Krijten dak tegen zonlicht:

Niet

Energiescherm(en)/ zonnescerm:

LS 10 voor energie (ook gebruikt voor zonwering, 15% zonwering), LS 16 voor zon (50 % zonwering) ook gebruikt als energiescherm

Geen vast foliescherm

LS 10 plus gaat dicht als zonnescerm bij 400 W/m² straling half dicht en bij 450 W/m² helemaal dicht

Energiescherm niet gebruikt als buitentemp >15 °C is

Substraat

Polyfenolschuim (Oasis) is mbv stomen ontsmet

Aanvullende informatie voor het LEI (J. Benninga)

Voor de bepaling van het maximum gasgebruik per uur.

- minimum acceptabele teeltemp? 17°C; aantal etmalen dat daarbij hoort? 2
- maximum gasgebruik m³ /uur? 115

Temperatuurintegratie

Maximum bandbreedte zonder omzetverlies in combinatie met het aantal integratie etmalen...

(bv 2°C kan voor maximaal 3 etmalen; 3°C kan voor maximaal 1 etmaal)

Indien temp.-integratie niet toegepast, waarom niet? onbekend

Economische getallen

Omzet in 2003 €66 /m²/jaar

Arbeidsinzet in 2003 in 1.7 uren/m²/jaar

Overzicht gasverbruik

	m ³ gas		m ³ gas
01-2002	46.989	01-2003	61.642
02-2002	39.469	02-2003	44.896
03-2002	38.012	03-2003	34.903
04-2002	29.216	04-2003	26.929
05-2002	21.032	05-2003	18.913
06-2002	12.962	06-2003	12.642
07-2002	21.195	07-2003	12.820
08-2002	8.486	08-2003	10.572
09-2002	18.562	09-2003	18.531
10-2002	33.520	10-2003	
11-2002	40.138	11-2003	
12-2002	56.412	12-2003	
TOTAAL	365.993		

Tuinder 3

Datum bezoek: 3 oktober 2003-10-06

Verslaglegger: J van der Hulst en J.B. Campen

Anthurium: rassen 3500m² Tropical, 3000m² Choco, 1750m² Midori, 1060 Acropolis, 1000 Casino, 940 Senator, 500 Magicred



Beschrijving kas

Padbreedte: 2 m

Hoogte goot 3.25 en 3.75 m

Kapbreedte 6.4 m

Vakmaat 4m

6000 m² gewoon glas, 6000 m² Hortiplus glas

2 ramen per vak

Lengte ramen 2 meter

hoogte ramen 1 meter

Ondernet 6 51-er's per kap

Bovennet 2 51-er's per kap

Geen buffer

8000 m² potplanten Anthurium (aan de overkant van de weg met eigen ketel)

2 x 6000 m² Anthurium gescheiden door een glazen wand.

Gemiddelde gewas leeftijd: 5 jaar

Temperatuur:

Dag setpoint: 19 °C

Nacht setpoint 18 °C

Geen temperatuur integratie

24°C ventilatie luw zijde

25°C ventilatie wind zijde

Geen luchtbevochtigings, wel sproeiers die aangaan beneden de 50% RV.

Ventilatie overdag bij > 90%

ventilatie nachts bij > 85%

Scherf 5%, ramen max. 10%.

CO₂-niveau 800 ppm

minimumbuis 40°C van oktober tot november

Maximum buis temp 45

Geen belichting

Dubbelscherf in de kas met enkel glas: LS 10 Ultra en LS 16

Voor hortiplus glas LS 17

> 600 W/m² gaat LS10 dicht 50% , 750 10%

< 0°C

LS 16 dicht boven 400 W/m² 10% boven 750W/m² 100%.

Max. opening 10% gedurende de dag, 5% nacht's

scherm boven 15oC open

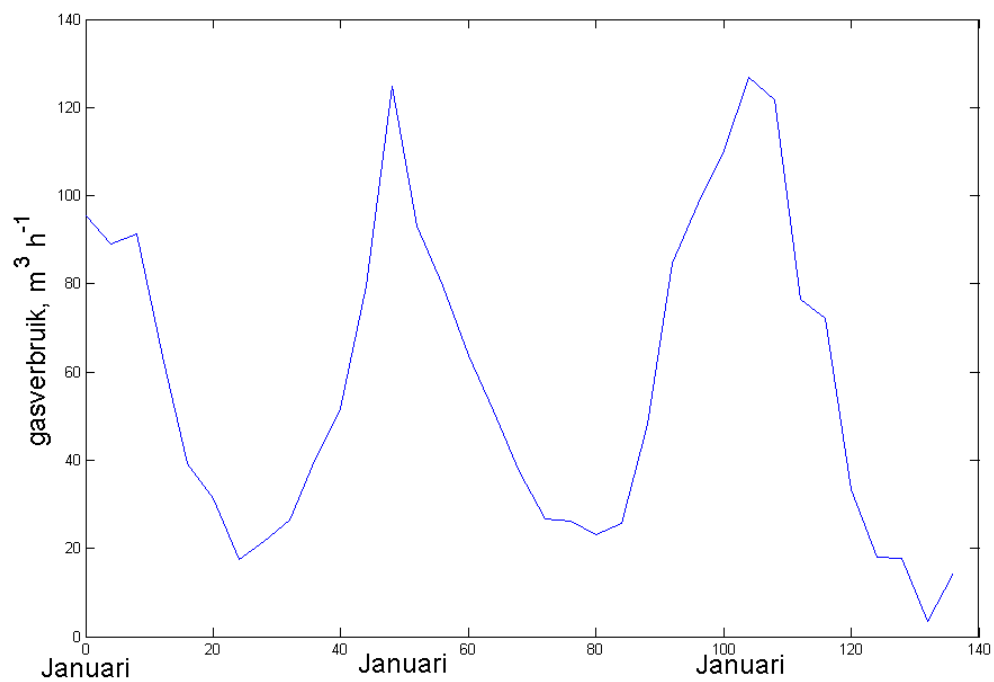
mei-augustus worden beide ramen gekrijt.

nov-feb wordt een dicht folie aan het LS16 scherm vast gemaakt. 's nacht LS16 overdag folie.

Een uitdraai van de verschillende gegevens van zijn klimaatcomputer gegeven zullen worden gebruikt voor de verdere input parameters.

Gasverbruik

Het gasverbruik wordt om de 4 weken genoteerd.



figuur 1 Gasverbruik

Tuinder 4

Verslag bezoek

Datum: 23 december 2003

Verslaggever: Nico Straver

Gewas: rassen 11% Cheers (rose)
plantdatum 1997 1998-2001

39% Tropical (rood) 50% Amigo (rood-groen)
1998-2002



Gegevens kas

Opp: 36.000 m²; 50% normaal glas, 50% hortiplus glas

Padbreedte: 2.10 m

Hoogte goot 3.50 m

Kapbreedte 6.40 m; (tralieligger 2 kappen* 3.20 m)

Vakmaat 4 m

Dakhelling: <45°

Oriëntatie kas 290° (nnw-zzo)?

Lichtonderschepping door: dubbelscherm, verwarmingsbuizen (halve opp),
luchtbevochtigingsinstallatie
Lengte luchtramen 2 m
Hoogte luchtramen 0.75 m bij 75% bedrijf, 1 m bij 25% bedrijf
Maximale raamstand 60° (tov. kasdekhelling)

Gegevens technische uitrusting

Verwarming: restwarmte van Roca
ketelcapaciteit 3.500.000 Kcal; bouwjaar ketel 1988, ketel weinig gebruikt vanwege
restwarmte. (Energiegebruik per tijdvak moet nog worden opgezocht)
ondernet primaire verwarming
ondernet 6 druppelprofielbuizen per tralieligger in paden als buisrailsysteem
bovennet 3 druppelprofielbuizen per tralieligger tussen gewas (is retournet)
Rookgascondensor aanwezig, maar door gering ketelgebruik ook weinig gebruikt
Geen WKK
Geen buffer
Geen warmtepomp
Geen Aquifer
Geen belichting

Gegevens instellingen

Temperatuur:

	gewoon glas	hortiplus-glas
Dag/nachtsetpoint: ½ nov – ½ jan	19.5 °C	18.5°C
½ jan – ½ feb	20.0	19.0
½ feb – ½ mrt	21.5	21.0
½ mrt – eind sep	21.5	21.5
eind sep – ½ nov terug naar 19.5 en		18.5 met tussenstappen van 2 weken

Temperatuurintegratie: maximale bandbreedte rond stooklijn 3°C
maximale periode 168 uren
maximumgraaduren 100
Bovennet staat continue bij omdat 'bovennet' retournet is
Max temp ondernet 65°C
Max temp 'bovennet' 55°C
Geen verhoging temperatuur ism. straling

CO₂ –toediening:

½ okt – jan 400 ppm, rest van het jaar 600 ppm.
bron: restwarmteleverancier
doseerflux: 100 kg/ha/uur

Ventilatie/luchten:

Geen luchting als buitentemp onder 6°C is
Raamstand lijzijde waarbij loefzijde gaat meelopen: 40%
Minimale raamstand lij- en loefzijde 0%,

Maximale raamstand lijzijde 100%
Maximale raamopening 80° (tov dakhelling)
Dode zone (p-band?) 3°C
Niet op vocht / rv luchten

Luchtbevochtiging:

Danfoggers, 4atm. gaan werken bij rv < 65% en temp hoger dan 26°C

Krijten dak tegen zonlicht:

Bij ras Cheers vanaf eind april tot ½ sep 45% licht wegnemen aan beide kaszijden: bij de andere rassen even zwaar maar alleen de zonkant

Energiescherm(en):

Bij normaal glas en hortiplus vast folie van ½ nov-eind mrt (welk folie?)
Beweegbaar schermdoek phormium 55 sluit bij zonsondergang, opent bij zonsopgang
Phormiluxscherm bij normaal glas dicht bij energiegebruik van >60 W/m² en licht(straling)niveau van <60 W/m², bij hortiplus van nov tot mrt dicht bij > 70 W energie en bij <60 W licht.
Schermen boven 15°C open

Aanvullende informatie voor het LEI (J. Benninga)

Voor de bepaling van het maximum gasgebruik per uur.

- minimum te verwachten buitentemp.? -12°C
- minimum acceptabele teeltemp? 16°C ; aantal etmalen dat daarbij hoort? 3
- maximum gasgebruik m³ /uur? 100
- aantal etmalen (gesloten wolkendek) waarbij schermen maximaal een etmaal gesloten blijven?
dubbel scherm...?...etm
enkel energiescherm...7...etm
enkel zonnescherm...0...etm

Temperatuurintegratie

Maximum bandbreedte zonder omzetverlies in combinatie met het aantal integratie etmalen...2,5°C 3 etmalen

(bv 2°C kan voor maximaal 3 etmalen; 3°C kan voor maximaal 1 etmaal)

Indien temp.-integratie niet toegepast, waarom niet?

Bijlage 3 Herleide licht – productierelatie (uit Benninga et al. 1997)

Gemiddelde lichtsom per etmaal okt. nov., dec. = 330 J/m^2

Gemiddelde lichtsom per etmaal sept., jan. = 575 J/m^2

Gemiddelde lichtsom per etmaal overige maanden = 1500 J/m^2

Tabel 13 Afsplitsingstijd per periode

cultivar	Afsplitsingstijd Okt., nov., dec.	Afsplitsingstijd Sept., jan.	Afsplitsingstijd Overige maanden
Tropical	81	65	57
Acropolis	85	60	54
Midori	100	72	69
Fantasia	92	76	69

Lichtsom Okt., nov., dec. : Overige maanden = $330 : 1500 = 22\%$

Lichtsom Sept., jan. : Overige maanden = $575 : 1500 = 38\%$

Tabel 14 Licht – productie per cultivar; Afsplitsingstijd is reciproke van productie

cultivar	Licht : productie
Tropical	Productie Okt., nov., dec. : Overige maanden = $57 : 81 = 0,70$ Productie : lichtsom = $1 : 3,18$ Productie sept., jan. : Overige maanden = $57 : 65 = 0,88$ Productie : lichtsom = $1 : 2,30$ Productie : lichtsom gewogen gem. naar tijd = $1 : 2,80$ Productie : lichtsom hele jaar = $1 : 1,18$
Acropolis	Productie Okt., nov., dec. : Overige maanden = $54 : 85 = 0,64$ Productie : lichtsom = $1 : 2,9$ Productie sept., jan. : Overige maanden = $54 : 60 = 0,90$ Productie : lichtsom = $1 : 2,40$ Productie : lichtsom gewogen gem. naar tijd = $1 : 2,70$ Productie : lichtsom hele jaar = $1 : 1,125$
Midori	Productie Okt., nov., dec. : Overige maanden = $69 : 100 = 0,75$ Productie : lichtsom = $1 : 3,4$ Productie sept., jan. : Overige maanden = $69 : 72 = 0,91$ Productie : lichtsom = $1 : 2,40$ Productie : lichtsom gewogen gem. naar tijd = $1 : 3,0$ Productie : lichtsom hele jaar = $1 : 1,25$
Fantasia	Productie Okt., nov., dec. : Overige maanden = $69 : 92 = 0,69$ Productie : lichtsom = $1 : 14$ Productie sept., jan. : Overige maanden = $69 : 76 = 0,96$ Productie : lichtsom = $1 : 2,50$ Productie : lichtsom gewogen gem. naar tijd = $1 : 2,90$ Productie : lichtsom hele jaar = $1 : 1,20$

Bijlage 4 Invoer KASPRO tuinders

tuinder 1

KASCONSTRUCTIE

Dimensies	
Akas:	20665
Padbreedte:	2.1
hGutter:	3.5
Roofslope:	23
Kapbreedte:	3.2
Vakmaat:	4
Eigenschappen	
GHorient:	0
frSunAir:	0.07
Dekmateriaal:	enk_Venlo_320x400
InclusiefGevel:	Ja
Leakage:	2e-4
Luchtramen1	
Windowlength:	2
Windowheight:	0.75
fr_Window:	0.0781
Geoinformatie	
Latitude:	52

VERWARMINGSNETTEN

KiPipe:	0.96
KpPipe:	5
PrimNet:	Low
Ondernet	
Ondernettype:	51-er
nLowPerKap:	3
Bovennet	
Bovennettype:	38-er
nUppPerKap:	2
Vloerverwarming	
Vloerverwarming:	nee
nSlangPerKap:	5
Slangdiameter:	32
EbVloed:	nee

VERWARMINGSUNITS

Ketel	
Pketel:	250
Ketelverlies:	0
TrookgasKetel:	125
Vultemp:	95
Ketelcondensor:	nee
WKK	
WKKType:	Jenbacher_JMS_156
WKKPelek:	0
WKKcondensor:	nee

WKKoperationMode:	piekuren
Warmtepomp	
WPtype:	gasmotor
Pwarmtepomp:	0
COPFactorInDeellast:	(0,.5)###(.8,1.1)#(1,1)

WARMTEOPSLAG

Buffer	
Buffervolume:	0
AlsBufVol:	stoppen
Aquifer	
Aquifer:	Nee
DiamAquifer:	200
dLayerAquifer:	10
TAquiferWarm:	15
TAquiferKoud:	6.5

GEWAS

Gewas:	anthurium
Plantdatum:	01-01
Ruimdatum:	01-01
LAIfile:	none

SETPOINTS

Temperatuur	
StookTemp:	15/01 01/04
"	20.2###19.2
"	01/04 15/11
"	20.3###19.3
"	15/11 15/12
"	19.3###19.0
"	15/12 15/01
"	18.8###18.5
StookTempTijdstip:	op#####on
DodeZone:	3
DodeZoneTijdstip:	0
LichtVbeg:	100
LichtVend:	300
LichtV:	0
BuitentempAfhVerl:	0
Vocht	
SpVocht:	95
SpVochtTijdstip:	0
KpRV:	.5
KpDX:	0
KpDTcan:	0
Vochtmetsbuis:	nee
CO2	
SpCO2:	800
SpCO2Tijdstip:	op#####on
CO2bron:	zuiver
kgCO2:	100
Temperatuurintegratie	
Bandbreedte:	0
IntegratiePeriode:	72

maxGraaduren: 100
 Luchtramen2
 Vorstgrens: 5
 StartWhet: 50
 WinLeeMin: 0
 WinWhetMin: 0
 WinLeeMax: 100
 WinWhetMax: 100
 MaxWin: 60
 PI_regeling: Nee
 KpVent: 20
 Buizen
 MinBuisLow: 0
 MinBuisLowTijdstip: 0
 MinBuisUpp: 0
 MinBuisUppTijdstip: 0
 MinBuisBeg: 250
 MinBuisEnd: 500
 MaxBuisLow: 60
 MaxBuisLowTijdstip: 0
 MaxBuisUpp: 40
 MaxBuisUppTijdstip: 0
 T2ndAcc: 30
 Fogging
 Fogging: Ja
 FoggingDose: 0.005
 MaxTemp: 25
 MinVocht: 65
 Stoptijd: 4

BELICHTING

Belichting: Nee
 Lampvermogen: 0
 Setpoints1
 MaxIGlob: 800
 MaxLichtsom: 1500
 UitPerEtmaal: 14
 BlokUitBegin: 18
 Lampeigenschappen
 FracPAR: 0.25
 FracNIR: 0.25
 FracSens: 0.50

SCHERM

Gevelscherm: beweegbaar
 OndersteScherm
 Scherm: Ja
 Schermtype: SLS10UltraPlus
 IGlobOpen: 01/01 28/01 75#600
 " 28/01 26/02 200#600
 " 26/02 20/03 0#600
 " 20/03 15/04 300#600
 " 15/04 15/07 200#600
 " 15/07 12/08 0#600
 " 12/08 07/10 200#600
 " 07/10 12/11 200#600

" 12/11 10/12 300#600
 " 10/12 01/01 50#600
 TbuitMax: 12
 Scrfile: none
 VerduisterSchermOpenDicht: 0# # # # 0
 MaxTexcess: 3
 VoorloopSchermkier: 2
 MaxVochtKier: 0
 BovensteScherm
 SchermBoven: ja
 SchermtypeBoven: XLS14F(schaduw)
 IglobOpenBoven: 0#300
 TbuitMaxBoven: 01/01 28/01 3
 " 28/01 28/02 4
 " 28/02 22/03 -30
 " 22/03 22/04 3
 " 22/04 12/11 -30
 " 12/11 10/12 10
 " 10/12 01/01 0
 MaxVochtKierBoven: 100
 VasteKierBoven: ja
 TypischAnthurium: 15/11 05/03 ja
 " 05/03 15/11 nee
 Krijten
 Krijten: nee
 Krijtfactor: 45

INNOVATIEF

Koeling
 Koeling: none
 SpTdek: 13
 MaxDekBvDebiet: 5
 MinTDekBv: 8
 OffsetDekBevl: 0
 FiWiHex
 MaxDebiet: 0
 Grondkoeling
 Grondkoeling: No
 SpTgrond: 16
 SpTgrondkoel: 50
 SpTgrondverw: 0
 COPkoelmachine: 4
 Pkoelmachine: 7.5
 Carbonomic
 Carbonomic: Nee
 DoseerOptim: Nee
 CO2prijs: 0.1
 productprijsfile: tomaat.prijs
 Drijvendekas
 Polder: Nee
 Polderdiepte: 5
 LichtabsFacWater_pm: 0.6
 Verswaterdebiet: 0
 Verswatertemp: 10

Tuinder 2

KASCONSTRUCTIE

Dimensies
Akas: 11750
Padbreedte: 2.2
hGutter: 4.25
Roofslope: 23
Kapbreedte: 4.8
Vakmaat: 4.5
Eigenschappen
GHorient: 0
frSunAir: 0.07
Dekmateriaal: enk_Bom_480x450
InclusiefGevel: Ja
Leakage: 2e-4
Luchtramen1
Windowlength: 2.25
Windowheight: 1.4
fr_Window: 0.0463
Geoinformatie
Latitude: 52

VERWARMINGSNETTEN

KiPipe: 0.96
KpPipe: 5
PrimNet: Low
Ondernet
Ondernettype: 45-er
nLowPerKap: 4.5
Bovennet
Bovennettype: 51-er
nUppPerKap: 2
Vloerverwarming
Vloerverwarming: nee
nSlangPerKap: 5
Slangdiameter: 32
EbVloed: nee

VERWARMINGSUNITS

Ketel
Pketel: 160
Ketelverlies: 1
TrookgasKetel: 125
Vultemp: 95
Ketelcondensor: ja
WKK
WKKType: Jenbacher_JMS_156
WKKPelek: 0
WKKcondensor: nee
WKKoperationMode: piekuren
Warmtepomp
WpType: gasmotor
Pwarmtepomp: 0
COPFactorInDeellast: (0,5)###(.8,1.1)##(1,1)

WARMTEOPSLAG

Buffer
Buffervolume: 110
AlsBufVol: stoppen
Aquifer
Aquifer: Nee
DiamAquifer: 200
dLayerAquifer: 10
TAquiferWarm: 15
TAquiferKoud: 6.5

GEWAS

Gewas: anthurium
Plantdatum: 01-01
Ruimdatum: 01-01
LAIfile: none

SETPOINTS

Temperatuur
StookTemp: 15/02 15/10
20.8###19.8
" 15/10 15/11
20.5###19.5
" 15/11 15/02
20.1###19.1
StookTempTijdstip: op#####on
DodeZone: 3
DodeZoneTijdstip: 0
LichtVbeg: 100
LichtVend: 250
LichtV: 01/07 01/03 2.5
" 01/03 01/07 3
BuitentempAfhVerl: 0
Vocht
SpVocht: 95
SpVochtTijdstip: 0
KpRV: .5
KpDX: 0
KpDTcan: 0
Vochtmetbuis: nee
CO2
SpCO2: 01/02 01/11 800
" 01/11 01/02 650
SpCO2Tijdstip: op+1#####on-1.5
CO2bron: ketel
kgCO2: 99
Temperatuurintegratie
Bandbreedte: 0
IntegratiePeriode: 24
maxGraaduren: 100
Luchtramen2
Vorstgrens: 4
StartWhet: 50
WinLeeMin: 0
WinWhetMin: 0
WinLeeMax: 100

WinWhetMax:	100
MaxWin:	55
PI_regeling:	Nee
KpVent:	20
Buizen	
MinBuisLow:	0
MinBuisLowTijdstip:	0
MinBuisUpp:	0
MinBuisUppTijdstip:	0
MinBuisBeg:	250
MinBuisEnd:	400
MaxBuisLow:	58
MaxBuisLowTijdstip:	0
MaxBuisUpp:	80
MaxBuisUppTijdstip:	0
T2ndAcc:	50
Fogging	
Fogging:	Ja
FoggingDose:	.005
MaxTemp:	26
MinVocht:	65
Stoptijd:	4

BELICHTING

Belichting:	Nee
Lampvermogen:	0
Setpoints1	
MaxIGlob:	800
MaxLichtsom:	1500
UitPerEtmaal:	14
BlokUitBegin:	18
Lampeigenschappen	
FracPAR:	0.25
FracNIR:	0.25
FracSens:	0.50

SCHERM

Gevelscherm:	beweegbaar
OndersteScherm	
Scherm:	Ja
Schermtype:	XLS10
IGlobOpen:	01/01 01/02 75#500
"	01/02 01/03 150#500
"	01/03 01/06 50#500
"	01/06 01/10 0#500
"	01/10 01/12 50#500
"	01/12 01/01 5#500
TbuitMax:	15
Scrfile:	none
VerduisterSchermOpenDicht:	0#####0
MaxTexcess:	3
VoorloopSchermkier:	2
MaxVochtKier:	0
BovensteScherm	
SchermBoven:	ja
SchermtypeBoven:	XLS16

IGlobOpenBoven:	01/01 01/03 5#300
"	01/03 01/01 5#300
TbuitMaxBoven:	5
MaxVochtKierBoven:	100
VasteKierBoven:	ja
TypischAnthurium:	nee
Krijten	
Krijten:	nee
Krijtfactor:	0

INNOVATIEF

Koeling	
Koeling:	none
SpTdek:	13
MaxDekBvDebiet:	5
MinTDekBv:	8
OffsetDekBevl:	0
FiWiHex	
MaxDebiet:	0
Grondkoeling	
Grondkoeling:	No
SpTgrond:	16
SpTgrondkoel:	50
SpTgrondverw:	0
COPkoelmachine:	4
Pkoelmachine:	7.5
Carbonomic	
Carbonomic:	Nee
DoseerOptim:	Nee
CO2prijs:	0.1
productprijsfile:	tomaat.prijs
Drijvendekas	
Polder:	Nee
Polderdiepte:	5
LichtabsFacWater_pm:	0.6
Verswaterdebiet:	0
Verswatertemp:	10

Tuinder 3

KASCONSTRUCTIE

Dimensies	
Akas:	12000
Padbreedte:	2
hGutter:	3.5
Roofslope:	22.5
Kapbreedte:	3.2
Vakmaat:	4
Eigenschappen	
GHorient:	0
frSunAir:	0.07
Dekmateriaal:	enk_Venlo_320x400
InclusiefGevel:	Ja
Leakage:	1.3e-4
Luchtramen1	

Windowlength: 2
Windowheight: 1
fr_Window: 0.078
Geoinformatie
Latitude: 52

VERWARMINGSNETTEN

KiPipe: 0.96
KpPipe: 5
PrimNet: Low
Ondernet
Ondernettype: 51-er
nLowPerKap: 4
Bovennet
Bovennettype: 51-er
nUppPerKap: 2
Vloerverwarming
Vloerverwarming: nee
nSlangPerKap: 5
Slangdiameter: 32
EbVloed: nee

VERWARMINGSUNITS

Ketel
Pketel: 160
Ketelverlies: 2
TrookgasKetel: 125
Vultemp: 95
Ketelcondensor: ja
WKK
WKKType: Jenbacher_JMS_156
WKKPelek: 0
WKKcondensor: nee
WKKoperationMode: piekuren
Warmtepomp
WPtype: gasmotor
Pwarmtepomp: 0
COPFactorInDeellast: (0,5)###(.8,1.1)##(1,1)

WARMTEOPSLAG

Buffer
Buffervolume: 0
AlsBufVol: stoppen
Aquifer
Aquifer: Nee
DiamAquifer: 200
dLayerAquifer: 10
TAquiferWarm: 15
TAquiferKoud: 6.5

GEWAS

Gewas: anthurium
Plantdatum: 01-01
Ruimdatum: 01-01

LAIfile: none

SETPOINTS

Temperatuur
StookTemp: 01/01 01/06
18.5####18
"
01/06 01/12
20####19
"
01/12 01/01
19####18
StookTempTijdstip: op####on
DodeZone: 3
DodeZoneTijdstip: 0
LichtVbeg: 100
LichtVend: 250
LichtV: 1
BuitentempAfhVerl: 0
Vocht
SpVocht: 01/01 01/02
90####85
"
01/02 25/03
95####95
"
25/03 25/04
91####91
"
25/04 15/07
95####95
"
15/07 15/10
90####85
"
15/10 08/11
90####85
"
08/11 01/01
87####85
SpVochtTijdstip: op####on
KpRV: (5,2)##(15,6)
KpDX: 0
KpDTcan: 0
Vochtmetbuis: nee
CO2
SpCO2: 800####300
SpCO2Tijdstip: op+1####on-1.5
CO2bron: ketel
kgCO2: 60
Temperatuurintegratie
Bandbreedte: 0
IntegratiePeriode: 24
maxGraaduren: 100
Luchtramen2
Vorstgrens: 4
StartWhet: 50
WinLeeMin: 0
WinWhetMin: 0
WinLeeMax: 100
WinWhetMax: 100
MaxWin: 55
PI_regeling: Nee
KpVent: 20
Buizen

MinBuisLow:	0
MinBuisLowTijdstip:	0
MinBuisUpp:	20/12 01/10 0
"	01/10 20/12 40
MinBuisUppTijdstip:	0
MinBuisBeg:	100
MinBuisEnd:	300
MaxBuisLow:	48
MaxBuisLowTijdstip:	0
MaxBuisUpp:	48
MaxBuisUppTijdstip:	0
T2ndAcc:	37
Fogging	
Fogging:	Ja
FoggingDose:	.005
MaxTemp:	40
MinVocht:	50
Stoptijd:	4

BELICHTING

Belichting:	Nee
Lampvermogen:	0
Setpoints1	
MaxIGlob:	800
MaxLichtsom:	1500
UitPerEtmaal:	14
BlokUitBegin:	18
Lampeigenschappen	
FracPAR:	0.25
FracNIR:	0.25
FracSens:	0.50

SCHERM

Gevelscherm:	beweegbaar
OndersteScherm	
Scherm:	Ja
Schermtype:	SLS10UltraPlus
IGlobOpen:	01/01 20/03 50
"	20/03 01/01 0
TbuitMax:	15
Scrfile:	none
VerduisterSchermOpenDicht:	0####0
MaxTexcess:	3
VoorloopSchermkier:	2
MaxVochtKier:	5
BovensteScherm	
SchermBoven:	ja
SchermtypeBoven:	XLS16
IglobOpenBoven:	15/07 12/08 0#600
"	12/08 15/07 50#600
TbuitMaxBoven:	01/01 21/01 15
"	21/01 18/03 6
"	18/03 15/05 8
"	15/05 15/07 10
"	15/07 14/08 0
"	14/08 12/10 10

"	12/10 01/11 10
"	01/11 10/12 12
"	10/12 01/01 10
MaxVochtKierBoven:	100
VasteKierBoven:	ja
TypischAnthurium:	01/02 15/11 nee
"	15/11 01/02 ja
Krijten	
Krijten:	01/05 01/09 ja
"	01/09 01/05 nee
Krijtfactor:	40

INNOVATIEF

Koeling	
Koeling:	none
SpTdek:	13
MaxDekBvDebiet:	5
MinTDekBv:	8
OffsetDekBevl:	0
FiWiHex	
MaxDebiet:	0
Grondkoeling	
Grondkoeling:	No
SpTgrond:	16
SpTgrondkoel:	50
SpTgrondverw:	0
COPkoelmachine:	4
Pkoelmachine:	7.5
Carbonomic	
Carbonomic:	Nee
DoseerOptim:	Nee
CO2prijs:	0.1
productprijsfile:	tomaat.prijs
Drijvendekas	
Polder:	Nee
Polderdiepte:	5
LichtabsFacWater_pm:	0.6
Verswaterdebit:	0
Verswatertemp:	10

Tuinder 4

KASCONSTRUCTIE

Dimensies	
Akas:	36000
Padbreedte:	2.1
hGutter:	3.5
Roofslope:	23
Kapbreedte:	3.2
Vakmaat:	4
Eigenschappen	
GHorient:	0
frSunAir:	0.07
Dekmateriaal:	enk_Venlo_hortipl_320
x400	

InclusiefGevel: Ja
 Leakage: 2e-4
 Luchtramen1
 Windowlength: 2
 Windowheight: 0.75
 fr_Window: 0.0781
 Geoinformatie
 Latitude: 52

VERWARMINGSNETTEN

KiPipe: 0.96
 KpPipe: 5
 PrimNet: Low
 Ondernet
 Ondernettype: druppelbuis
 nLowPerKap: 3
 Bovennet
 Bovennettype: druppelbuis
 nUppPerKap: 1.5
 Vloerverwarming
 Vloerverwarming: nee
 nSlangPerKap: 5
 Slangdiameter: 32
 EbVloed: nee

VERWARMINGSUNITS

Ketel
 Pketel: 240
 Ketelverlies: 0
 TrookgasKetel: 125
 Vultemp: 95
 Ketelcondensor: nee
 WKK
 WKKType: Jenbacher_JMS_156
 WKKPelek: 0
 WKKcondensor: nee
 WKKoperationMode: piekuren
 Warmtepomp
 WPtype: gasmotor
 Pwarmtepomp: 0
 COPFactorInDeellast: (0,.5)###(.8,1.1)##(1,1)

WARMTEOPSLAG

Buffer
 Buffervolume: 0
 AlsBufVol: stoppen
 Aquifer
 Aquifer: Nee
 DiamAquifer: 200
 dLayerAquifer: 10
 TAquiferWarm: 15
 TAquiferKoud: 6.5

GEWAS

Gewas: anthurium
 Plantdatum: 01-01
 Ruimdatum: 01-01
 LAIfile: none

SETPOINTS

Temperatuur
 StookTemp: 15/11 15/01 18.5
 " 15/01 15/02 19
 " 15/02 15/03 21
 " 15/03 01/10 21.5
 " 01/10 15/10 20
 " 15/10 1/11 19
 " 1/11 15/11 18.5
 StookTempTijdstip: 0
 DodeZone: 3
 DodeZoneTijdstip: 0
 LichtVbeg: 100
 LichtVend: 300
 LichtV: 01/06 01/08 0
 " 01/08 01/06 0
 BuitentempAfhVerl: 0
 Vocht
 SpVocht: 95
 SpVochtTijdstip: 0
 KpRV: (5,2)##(15,4)
 KpDX: 0
 KpDTcan: 0
 Vochtmetbuis: nee
 CO2
 SpCO2: 15/10 01/02 400
 " 01/02 15/10 600
 SpCO2Tijdstip: op#####on
 CO2bron: zuiver
 kgCO2: 100
 Temperatuurintegratie
 Bandbreedte: 3
 IntegratiePeriode: 168
 maxGraaduren: 100
 Luchtramen2
 Vorstgrens: 6
 StartWhet: 40
 WinLeeMin: 0
 WinWhetMin: 0
 WinLeeMax: 100
 WinWhetMax: 100
 MaxWin: 60
 PI_regeling: Nee
 KpVent: 20
 Buizen
 MinBuisLow: 0
 MinBuisLowTijdstip: 0
 MinBuisUpp: 0
 MinBuisUppTijdstip: 0
 MinBuisBeg: 250
 MinBuisEnd: 500
 MaxBuisLow: 65

MaxBuisLowTijdstip: 0
 MaxBuisUpp: 55
 MaxBuisUppTijdstip: 0
 T2ndAcc: 40
 Fogging
 Fogging: Ja
 FoggingDose: .005
 MaxTemp: 26
 MinVocht: 65
 Stoptijd: 4

BELICHTING

Belichting: Nee
 Lampvermogen: 0
 Setpoints1
 MaxIGlob: 800
 MaxLichtsom: 1500
 UitPerEtmaal: 14
 BlokUitBegin: 18
 Lampeigenschappen
 FracPAR: 0.25
 FracNIR: 0.25
 FracSens: 0.50

SCHERM

Gevelschem: beweegbaar
 OndersteScherm
 Scherm: Ja
 Schermtype: Bandjes1prctOpenPE
 IGlobOpen: 01/01 01/03 5
 " 01/03 01/05 100
 " 01/05 01/09 5
 " 01/09 01/12 100
 " 01/12 01/01 0
 TbuitMax: 01/01 01/06 15
 " 01/06 01/09 5
 " 01/09 01/01 15
 Scrfile: none
 VerduisterSchermOpenDicht: 0####0
 MaxTexcess: 3
 VoorloopSchermkier: 2
 MaxVochtKier: 2
 BovensteScherm
 SchermBoven: ja
 SchermtypeBoven: Ph55
 IglobOpenBoven: 01/01 01/02 5
 " 01/02 01/06 100
 " 01/06 01/01 5
 TbuitMaxBoven: 01/01 01/04 4
 " 01/04 01/12 5
 " 01/12 01/01 2
 MaxVochtKierBoven: 100
 VasteKierBoven: ja
 TypischAnthurium: 01/04 05/11 nee
 " 05/11 01/04 ja
 Krijten

Krijten: 15/04 05/09 ja
 " 05/09 15/04 nee
 Krijtfactor: 50

INNOVATIEF

Koeling
 Koeling: none
 SpTdek: 13
 MaxDekBvDebiet: 5
 MinTDekBv: 8
 OffsetDekBevl: 0
 FiWiHex
 MaxDebiet: 0
 Grondkoeling
 Grondkoeling: No
 SpTgrond: 16
 SpTgrondkoel: 50
 SpTgrondverw: 0
 COPkoelmachine: 4
 Pkoelmachine: 7.5
 Carbonomic
 Carbonomic: Nee
 DoseerOptim: Nee
 CO2prijs: 0.1
 productprijsfile: tomaat.prijs
 Drijvendekas
 Polder: Nee
 Polderdiepte: 5
 LichtabsFacWater_pm: 0.6
 Verswaterdebet: 0
 Verswatertemp: 10

Bijlage 5 Schrijven A. Lont: Energiegebruik en productie

Absoluut geen verband!!!

Gemiddeld gasverbruik laatste 3 jaar $10\text{m}^3/\text{m}^2$ gedaald zonder productie verlies

Nu gemiddeld rond 30m^3 ?

Welke factoren van invloed op deze ontwikkeling?

activeren in ochtenduren is alleen in specifieke gevallen noodzakelijk:

- glazigheid, roetdauw
 - minimumbuis veelal overbodige energievreter
 - gebruik folie (geperforeert plastic) en onderzoek (SLS 10 ultra of vergelijkbaar) blijft bij hogere lichtwaarden dichtliggen
 - temperatuur integratie / negatieve DIF
 - gedoseerder krijten / eenzijdig krijten
- buisbegrenzing
minder aandacht voor CO_2 in de zomer

Moet er nu helemaal niet meer gestookt worden?

Natuurlijk wel maar Anthurium is geen roos of paprika

Houdt in gedachte dat Anthurium uit de tropen komt : lage nachtemperaturen (17°C) in combinatie met hoog vocht (100%) komen veelvuldig voor, waarbij de dag (70% RL V) met 26°C zorgt voor een goede gemiddelde temperatuur.

Vooraf het type snijanthuriumgewas bepaalt de verschillen in productie tussen bedrijven. Onze indruk is dat de productie voor meer dan 60% wordt bepaald door het type gewas. Een gewas met veel planten per m^2 en een hoge mate van generativiteit en diversiteit zal gemakkelijker bloemen geven dan een gewas met weinig planten per m^2 dat tevens ook nog eens vegetatief groeit.

Een vergelijking tussen Anthuriumkwekerijen om te achterhalen wat de invloed is van klimaatinstellingen is zeer interessant maar op bestaande bedrijven niet uit te voeren. Dit is onuitvoerbaar omdat het typegewas voor het grootste deel de productie bepaald en niet de groeiomstandigheden.

Voor een goed vergelijk moet er dus naast vergelijkbare bedrijven (uitrusting, type kas, teeltsysteem) ook gekeken worden naar een vergelijkbaar gewas. Dit betekent dat het gewas dezelfde leeftijd moet hebben, dat er hetzelfde aantal planten per m^2 staan, de gewasdiversiteit vergelijkbaar is, de generativiteit hetzelfde is, de internoden lengte overeenkomt. Daarnaast moet het substraat vergelijkbaar zijn (op steenwol kan een meerproductie worden behaald).

Hoe graag we ook aan het onderzoek zouden willen meewerken moeten we toch concluderen dat het naar onze mening ondoenlijk is een goede proefopzet te maken omdat de verschillen tussen de 85 snijanthuriumkwekerijen te groot zijn.

André Lont, 10 juli 2003
Bureau IMAC Bleiswijk B.V.
al@imac-bleiswijk.nl