

Paprikateelt in de gesloten kas

Resultaten bij Themato in 2006

Ir. A. de Gelder, ir. M. Raaphorst	- Wageningen UR Glastuinbouw
Ir. M. de Hoon	- Groeiservice
F. Breugem	- Glastuinbouwadvies

© 2007 Wageningen, Praktijkonderzoek Plant & Omgeving 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, mechanisch, door fotokopieën, opnamen of enige andere manier zonder voorafgaande schriftelijke toestemming van Praktijkonderzoek Plant & Omgeving.

Praktijkonderzoek Plant & Omgeving B.V. is niet aansprakelijk voor eventuele schadelijke gevolgen die kunnen ontstaan bij gebruik van gegevens uit deze uitgave.

Publicatienr. 32415022

Dit project is gefinancierd door:



Projectnummers: 12329 en 12382

Wageningen UR Glastuinbouw

Adres : Kruisbroekweg 5, 2671 KT Naaldwijk
: Postbus 8, 2670 AA Naaldwijk
Tel. : 0174 – 636 700
Fax : 0174 – 636 805
E-mail : glastuinbouw@wur.nl
Internet : www.glastuinbouw.wur.nl

Inhoudsopgave

pagina

1	INLEIDING	9
2	OPZET	11
3	VERWACHTING VOORAF AAN DE TEELT	13
3.1	CO ₂ effect	13
3.2	Temperatuur	13
3.3	Wekelijkse prognose	14
4	TEELTVERLOOP	15
4.1	Toppen	15
4.2	Schermbank	15
4.3	Zomersituatie	15
4.4	Klimaat	17
4.4.1	Een voorbeeld dag	17
4.4.2	Verloop in de tijd	18
4.5	Inrichting	21
5	GEWASWAARNEMINGEN	23
5.1	Productie	26
5.2	Bewaarkwaliteit	28
6	VERGELIJKING MET ANDERE TELERS	29
7	ANALYSE	31
7.1	Voorspelling zetting	31
7.2	Analyse voorspelde groei en zetting	31
7.3	Oogstvoorspelling	33
7.4	Functioneren model	33
8	ECONOMISCHE ANALYSE	35
8.1	Energie	35
8.1.1	Gasverbruik	35
8.1.2	Gascontractcapaciteit	35
8.1.3	Elektriciteitsinkoop	35
8.1.4	CO ₂ -inkoop	35
8.1.5	Standaard kas	35
8.2	Productie	36
8.3	Arbeid en afzet	36
8.4	Gewasbescherming en water	36
8.5	Investering	37
8.6	Bedrijfseconomisch totaalplaatje	38
8.7	Paprika ook in de open kas	38
8.8	SWOT	39
9	STENGELSYSTEMEN	41

10	KENNISOVERDRACHT.....	43
10.1	Schriftelijke communicatie	43
10.2	Demonstratie bijeenkomsten	43
10.3	Lezingen en presentaties.	44
11	CONCLUSIES EN AANBEVELINGEN	45

Samenvatting

Een gesloten kas is meer dan een kas waar de luchtramen gesloten blijven. Hij wordt verwarmd door het inblazen van warme lucht in plaats van door buisrailverwarming. Gekoeld wordt er door het inblazen van koude lucht in plaats van het openen van de ramen. Met het koelen van de kaslucht wordt tegelijkertijd warmte "geogst". Deze wordt in de grond opgeslagen om later weer te gebruiken. Ook kan er actief ontvochtigd worden wanneer de relatieve luchtvochtigheid te hoog is. En wellicht het belangrijkste punt: het CO₂-gehalte kan zo hoog als gewenst gerealiseerd worden. Verlies van CO₂ door luchting vindt niet meer plaats.

Instraling

In de gesloten kas met paprika bevinden de luchtslangen zich onder de goten. Verwarming en koeling vinden dus plaats van onderaf. De zoninstraling komt echter van bovenaf. Bij toenemende instraling is meer koelvermogen nodig om de hoeveelheid binnenkomende warmte weg te koelen, anders kan de temperatuur boven in het gewas hoog oplopen.

De warmte moet worden opgenomen door de lucht en het vocht van de kaslucht. In de luchtbehandelingskasten treedt dan condensatie op, waardoor de warmte "geogst" wordt. Het is gebleken dat een paprikagewas minder vocht in de lucht brengt dan een tomatengewas. Hierdoor was het bij de paprika's minder makkelijk de kas te koelen dan bij tomaat.

Een en ander geeft aan dat in de gesloten kas al vroeg in het jaar de zomer intreedt. Pieken van 700 W waren er al vanaf begin april. Het lijkt dan ook raadzaam om bij paprika op de momenten van scherpste zonneschijn met een zomerscherm het teveel aan straling weg te schermen. Wel kan bij gebruik van een scherm minder warmte geogst worden om in de grond op te slaan.

Buitemtemperatuur

Een groot voordeel van de gesloten kas is dat op dagen met een hoge buitemtemperatuur een lagere kastemperatuur kan worden gerealiseerd dan wanneer er gelucht wordt. Het sterkst was dit zichtbaar aan het eind van een warme dag. In open kassen blijft het dan nog lang warm. Omdat de instraling op dat tijdstip laag is kan de kastemperatuur in de gesloten kas enkele graden onder de buitemtemperatuur gekoeld worden.

Vochtdeficit

Het vochtdeficit in de gesloten kas heeft een ander gedrag dan in andere kassen. Hoge luchtvochtigheid kan worden vermeden door te ontvochtigen. Dit kan voornamelijk 's nachts en 's ochtends aan de orde zijn. De verdamping kan zo extra worden gestimuleerd.

Onder zomerse omstandigheden blijft het vochtdeficit in de gesloten kas kleiner dan in kassen waar volop gelucht wordt. Het klimaat is hierdoor groeizamer, maar een kleiner vochtdeficit geeft ook een geringere verdamping van het gewas. Bij de tomatenteelt in de gesloten kas is gebleken dat de verdamping onder zomerse omstandigheden flink lager lag dan in de open kas ernaast. Ook bij de paprika's viel in de gesloten kas een lagere wateropname te noteren dan bij omliggende bedrijven.

Mattemperatuur

Onderin het gewas was het op dagen met veel instraling koel, doordat de koeling van onderaf komt. Hierdoor werd een lagere mattemperatuur gemeten. Het verschil in mattemperatuur kon wel oplopen tot 5°C verschil met de ruimte temperatuur. Aan het eind van de dag (na 18.00 uur) kon de mattemperatuur snel afkoelen, terwijl dit in open kassen veel trager verloopt.

Of deze lagere mattemperatuur van invloed is op de opname- en verdampingscapaciteit van het gewas is niet te zeggen. Het is goed mogelijk dat een deel van de "generatieve" stand van het gewas hierdoor veroorzaakt is. Een proef bij de tomatenteelt in 2005 in de gesloten kas gaf een duidelijk betere groei te zien waar matverwarming werd toegepast.

Gewasreactie in de gesloten kas

In de gesloten kas is het CO₂-gehalte altijd goed te regelen geweest. Er is bewust voor gekozen om met een hoog CO₂-gehalte te werken. Zo is in de paprikateelt op de dag altijd naar 1.100 ppm gestreefd. Op een enkele dag na met storing is dit ook het hele jaar gerealiseerd.

Meer CO₂ zorgt voor meer assimilatie. Dit geldt in perioden waarin de CO₂-concentratie normaal een beperkende factor is in de groei, dus met veel licht. Een grotere hoeveelheid assimilaten gaat meestal naar de generatieve delen van een plant, vooral naar de vruchten. Dit leidt dus tot een hogere zetting en plantbelasting en tot grovere vruchten. Dit is ook waargenomen in de gesloten kas de afgelopen jaren, zowel in paprika als tomaat. De paprikaplanten vertoonden meer zetting, bij tomaat werden de vruchten vooral grover. Groei van de generatieve delen (vruchten) gaat ten koste van de vegetatieve delen. De gewassen in de gesloten kas vertoonden dan ook vaker een “generatieve” stand dan vergelijkbare gewassen.

Plantbelasting reguleren

Om te voorkomen dat de plantbelasting te veel energie vraagt en op termijn ten koste gaat van de gewasgroei, kunnen een aantal maatregelen genomen worden

- Zorgen dat de plant in staat is de hogere plantbelasting te laten uitgroeien.
- De plantbelasting beperken tot een niveau waarbij de groei voldoende blijft.
- Regelmatig groen te oogsten.

Voor een plant die een hogere plantbelasting aan kan, wordt gekozen voor meer groeikracht. Dit kan bijvoorbeeld door een twee-stengelsysteem in plaats van een drie-stengelsysteem. Per wortelgestel hangen er dan minder vruchten. Afgelopen jaar kwamen de proeven met het twee-stengelsysteem er gunstig uit ten opzichte van drie stengels.

Nieuwe manier van telen

Het aanhouden van een hogere etmaaltemperatuur is een manier om de plantbelasting te reguleren. Het zal leiden tot minder vruchten per zetsel of de gezette vruchten worden minder grof. Voorwaarde is dan wel dat er meer zetsels geproduceerd worden om zo het verlies aan stuks en grofheid te compenseren. Minder stuks kunnen ook bereikt worden door korter toppen, waardoor er minder zijscheuten zetten. De vruchten op de zijscheuten zijn vaak toch fijner, en zo snijdt het mes aan twee kanten. Er moet dan wel voldoende “doorzetting” plaatsvinden op de hoofdstengel.

Ook kan overwogen worden om met regelmaat groen uit rood te oogsten. Op deze manier wordt overbelasting voorkomen en heeft de plant sneller ruimte om weer te zetten.

Welke keuze de beste is, moet nader worden onderzocht. Het is daarom belangrijk dat onderzoek naar deze nieuwe manier van telen verdere doorgang vindt.

In 2007 worden in het Improvement Centre in Bleiswijk weer paprika's geteeld in een gesloten kas. Hopelijk kunnen de resultaten die behaald zijn bij Themato dan verder uitgebouwd worden, en wordt steeds duidelijker hoe te telen in een gesloten kas.

'Hozerige' productie

De paprikateelt in de gesloten kas is t/m 31 oktober geoogst (begin week 44). Langer doortelen was niet mogelijk, vanwege het aflopen van het huurcontract. De totaalproductie kwam uit op 32.5 kg (bruto kasoppervlak). Hiervan werd 2.9 kilogram groen en bont geoogst, aan het einde van de teelt. De productie was nog 'hozeriger' dan in de praktijk. De pieken in zetting leidden tot grote pieken in productie. Het opvallendst was echter de productiepiek van week 35 en 36 (rood). Hier werd duidelijk meer geoogst dan in de praktijk.

Warmtebalans

Het bedrijf van Themato bestond in 2006 uit 26% paprika in de gesloten kas en 74% tomaat in de open kas. De warmte die in de gesloten kas werd geoogst, kon volledig worden afgezet in de open kas. Er werd zelfs iets meer warmte uit de aquifer onttrokken dan er aan werd toegevoegd. Als in de open kas ook paprika wordt geteeld dan kan niet alle geoogste warmte worden benut. Paprika vraagt namelijk minder warmte dan tomaat. Om in balans te blijven moet het aandeel gesloten kas bij een bedrijf met alleen paprika kleiner zijn dan 26%.

Economie

Uit de bedrijfseconomische evaluatie komt een positief rendement van € 1.45 per m² voor het gehele bedrijf. Ten opzichte van een paprikakas die door een ketel wordt verwarmd. Voor toepassing op een paprika bedrijf zal de eigen specifieke situatie als uitgangspunt genomen moeten worden. Het onderzoek in dit eerste jaar heeft duidelijk aangetoond dat telen van paprika in een gesloten kas een duidelijke potentie in meerproductie en energiebesparing heeft

Voorwoord

Collega's en andere lezers,

Voor U ligt het verslag van een jaar paprikateelt in de gesloten kas.

Dit project is gestart vanuit de landelijke paprikacommissie van LTO Groeiservice met een hoge ambitie. De paprikateelt moet een nieuwe doorbraak bereiken op het vlak van productie en energiebesparing.

Bij tomaat is bewezen dat telen in een gesloten kas de kans biedt om die doorbraak te realiseren. De paprikacommissie heeft de kans gegrepen om met het eerste praktijkbedrijf met een gesloten kas Themato de afspraak te maken om in hun kas paprika's te telen. Daarmee kan in een keer op praktijkschaal worden aangetoond of het principe van de gesloten kas ook voor paprika werkt. Deze opzet wijkt af van een normale onderzoeks aanpak waarin eerst op kleine schaal methoden en werkwijzen met elkaar worden vergeleken om vervolgens de beste techniek op praktijkschaal te testen. Wetende dat technisch gezien het telen in een gesloten kas werkt is gekozen om deze bewezen techniek toe te passen op paprika.

Vervolgens is een groep van telers, een voorlichter, technologiemedewerkers van Groeiservice en praktijkonderzoek gevormd om het project inhoud te geven en de uitvoering ter hand te nemen. Ruim een jaar is daaraan hard gewerkt. Tussentijds bent u geïnformeerd over de stand van zaken tijdens demomiddagen, informatieavonden en de landelijke paprikadag en door middel van stukjes in groeiflits en landelijke vakbladen. De gegeven informatie schetste een beeld van het verloop van de teelt. Ondertussen zijn er ook onderling volop indrukken en gedachten uitgewisseld.

Dit verslag zet alle gegevens op een rij en trekt er conclusies uit. De begeleidingscommissie onderzoek ziet in de resultaten van dit project voldoende positieve resultaten om het traject naar telen van paprika in een gesloten kas in een nieuw project voort te zetten.

De paprikacommissie is blij met de goede samenwerking tussen alle bij dit projectbetrokken partijen, Productschap Tuinbouw, Groeiservice- Maaik de Hoon, WUR-glastuinbouw-Arie de Gelder, Marcel Raaphorst, Frank Breugem glastuinbouwadvies, Jan Ammerlaan, Themato- Martien Duyndam en de begeleidingscommissie onderzoek- Arjen Koornneef, Michel van Ruijven, Per van Reeuwijk en Rick Grootsholten.

De paprikateelt heeft met de resultaten van dit project zeker een extra impuls gekregen om de productie op een hoger niveau te brengen zonder op kwaliteit in te leveren.

Rick Grootsholten, voorzitter Landelijke paprikacommissie.

1 Inleiding

De Nederlandse paprikateelt wordt gekenmerkt door een relatief langzame ontwikkeling op het gebied van productieverhoging en energiebesparing, terwijl het kostenpeil wel stijgt. Hierdoor kruipt de kostprijs van de Nederlandse paprikateelt langzaam omhoog. Ontwikkelingen die deze trend kunnen doorbreken hebben bij paprikatelers de hoogste prioriteit om nader onderzocht te worden.

De ontwikkeling van een gesloten teeltsysteem heeft de laatste jaren volop aandacht gekregen voor tomaat. Voor paprika, het grootste groentegewas, werden duidelijke perspectieven gezien (de Gelder en Kipp 2005, Vogel 2005). In datzelfde jaar heeft de paprikacommissie van Groeiservice het initiatief genomen om te komen tot een opzet waarbij paprika op praktijkschaal bij Themato in de gesloten kas kan worden geteeld.

Doelstelling van deze aanpak is om inzicht te krijgen in de praktische mogelijkheden om paprika's te telen in een gesloten kas waarbij het kwantitatieve doel van 20 % productieverhoging en 36 % energiebesparing ten opzichte van een gangbare teelt centraal staat.

In de opzet van het project is Groeiservice verantwoordelijk voor de coördinatie van het uitvoerende deel. Voor de teelt wordt gebruik gemaakt van de ervaring van Themato en de kennis van een in paprika gespecialiseerde voorlichter. Voor de input van het onderzoek is WUR-glastuinbouw verantwoordelijk om via die weg

- optimaal gebruik te maken van de kennis die is opgedaan in afgerond en lopend onderzoek met betrekking tot de gesloten kas
- integratie van de modelmatige aanpak voor de teelt van Paprika te garanderen.

Binnen de paprikateelt is er geen ervaring met de teelt bij hoog lichtniveau in combinatie met een hoog CO₂ niveau en luchtbeweging.

Er is wel onderzoek naar de effecten van CO₂ bij Paprika (Dieleman, et al. 2003). In de verhoging van de CO₂ moet de winst voor productie worden gevonden. De extra CO₂ moet kunnen worden omgezet in meer productie. De vraag is dan of dit door grotere zetsels of door meer zetsels per jaar kan worden gerealiseerd, of dat de extra groei mogelijk leidt tot nivelleren van de zettinggolven.

Bij gebruik van de gesloten kas van Themato is er geen directe vergelijking mogelijk met een normale afdeling. Daarom is het gewenst om vergelijking mogelijk te maken met bestaande kennis via een model en door gegevens te vergelijken met een groep paprikatelers, die hetzelfde ras telen in een conventionele kas.

Al deze aspecten zijn bij de uitvoering van het onderzoek zorgvuldig in de aanpak meegenomen. Vanwege de omvang van het onderzoek is er naar de praktijk toe op gepaste wijze informatie verstrekt. Dit verslag beschrijft de gehele uitvoering van het onderzoek en de wijze waarop de kennis is uitgedragen.

2 Opzet

Uitgangspunt bij de opzet van het project is de keuze voor Themato als plaats voor de teelt. Themato beschikt over een gesloten kas. Van de totaal 5.4 hectare is 1.4 hectare voorzien van een klimaatsysteem met luchtslangen en ventilatoren met het doel dit deel jaarrond gesloten te houden. Hiervoor werden zes bronnen geboord in een aquifer van ± 100 meter diep. Drie bronnen dienen voor de seizoensopslag van koud water ($\pm 6^\circ\text{C}$) en drie voor de seizoensopslag van lauw water ($\pm 20^\circ\text{C}$). Voor de korte termijn opslag zijn silo's aangelegd. Verder werd een warmtepomp voor de aanmaak van bruikbaar warm- en koudwater geïnstalleerd en een WKK voor de elektriciteit- en warmtevoorziening. Voor de CO_2 -voorziening werd op de WKK een rookgasreiniger geïnstalleerd. Themato heeft voor de CO_2 voorziening bovendien een aansluiting op de OCAP-leiding. De kas is voor de paprikateelt voorzien van een beweegbaar transparant foliescherm. Dit is begin juni uit de kas verwijderd.

De gesloten kas bij Themato omvat 10 tralies van 8 meter breedte met twee kappen per tralie en een goothoogte van 4.5 meter. De lengte is 175 meter. De ruimte die wordt benut voor het middenpad en de luchtbehandelingkasten bij de zijgevels beperken de effectieve gootlengte tot 2×83 meter. Achter het energiecentrum is een strook van 1.20 meter gebruikt voor de aan- en afvoerleidingen naar de luchtbehandelingkasten. Van de bruto 14000 m^2 is hierdoor voor de teelt netto 13070 m^2 beschikbaar = 93.3%.

Bruto kas	175 m * 80 m	14000	A
Pad en luchtbehandeling	9m * 80 m	720	B
Verdeelleiding bij schuur	175m* 1.20m	210	C
Netto kas		13070	A-B-C

In de voorbereiding is uitvoerig gediscussieerd over de inrichting van de kas, zowel over de plaats van de teeltgoten ten opzichte van de luchtslangen als over het te hanteren teeltsysteem. Er is gekozen om het grootste deel van de kas in te richten met twee goten per luchtslang. De bovenkant van de goten hangt op 1 meter hoogte. Hierop liggen de matten met daarop de planten in een vier rijensysteem met drie stengels per plant. Dit is redelijk vergelijkbaar met systemen die in de praktijk gangbaar zijn. De helft van de gewasdraden ligt op de onderste drager van de tralie, de andere helft op de bovenste drager. De ene helft van de kas met een plantdichtheid van 6.67 stengels per netto m^2 , de andere helft met een plantdichtheid van 7.5 stengels per netto m^2 .

De combinatie van hoge goot met een goothoogte van 4.5 meter heeft tot gevolg dat voor de lengtegroei van het gewas een ruimte van 3.25 meter beschikbaar is, omdat daarna het gewas boven de draad gaat uitkomen.



Figuur 2-1 Situatie in de kas bij de op 14 december 2005 (foto Jan Ammerlaan)

In een deel van de kas worden andere teeltsystemen getoetst. Deze zijn beschreven in hoofdstuk 9 Stengelsystemen. De verantwoording van de systeemkeuze en de plattegrond van de kas is opgenomen als Bijlage 1.

Het ras Ferrari is gezaaid op 24 oktober 2005 en geplant op 6 december 2005. De mat is Grodan-Expert lengte 1.33 meter, breedte 15 cm. Voor de watergift zijn nieuwe druppelslangen aangelegd met 2-liter druppelaars. De zaaidatum is zodanig gekozen dat de planten de juiste grootte zouden hebben op het moment dat de kas gereed zou zijn voor de paprikateelt.

Vooraf aan de teelt is besproken of de doelstelling van 20% meer productie ten opzichte van de gangbare teelt haalbaar zou zijn. Dit heeft geresulteerd in een aantal teeltscenario's (hoofdstuk3 Verwachting vooraf aan de teelt). Tijdens de teelt is de productie en gewasontwikkeling aan de hand van de actuele registraties van klimaat- en gewasgegevens steeds gevolgd en met een model is de te verwachten ontwikkeling wekelijks voorspeld.

De dagelijkse leiding van de teelt en het doen van waarnemingen is in handen gelegd van Per van Reeuwijk. Voor de begeleiding van de teelt is een werkgroep bestaande uit Frank Breugem, Martien Duyndam, Arjen Koornneef en Ruud Kaarsemaker- opgevolgd door Arie de Gelder verantwoordelijk geweest.

Van de teelt zijn alle gangbare klimaat- en teeltgegevens geregistreerd.

Klimaat

Kastemperatuur, inblaastemperatuur, buistemperatuur, luchtvochtigheid, CO₂ concentratie, mattemperatuur, schermstand, raamstand, globale straling.

Watergift en bemesting

Watergift, drain, EC-gift, -mat en -drain, pH-gift, -mat en -drain.

Plantwaarnemingen

Planttemperatuur, moment en hoeveelheid van toppen, droge stof gehalte top.

Van een telveld van 30 stengels per plantdichtheid wekelijks zetting en abortie, productie en de daaruit te berekenen plantbelasting, plantlengte en bloeihoogte.

Geregeld is het bladoppervlak, vers- en drooggewicht van het blad, droge stof gehalte en houdbaarheid vruchten gemeten.

De telvelden lagen in het midden van de zesde tralie. Bij het telveld van de afdeling met 7.5 stengel per m² was een afwijkend type luchtslang gemonteerd met een beperkt aantal grotere luchtgaten in plaats van het type met veel kleine luchtgaten.

De klimaatgegevens konden via GRONOW-Klimaat door de begeleidingscommissie worden geraadpleegd.

Er is voor gekozen om steeds rood te oogsten. Voor de gewasopbouw wordt in de paprikateelt in het begin soms groen geoogst, dit is in de gesloten kas niet gedaan. Bij het oogst zijn de productiegegevens van de totale kas op twee verschillende momenten geregistreerd. De bruto productie per kashelft, dat is per plantdichtheid inclusief de in die helft aanwezige proeven, is gemeten bij het verladen van de oogstcontainers van Themato naar de sorteerruimte bij Koornneef. Vervolgens is voor de hele kas de netto productie in stuks en kilo voor de gehele kas geregistreerd op de sorteermachine. De kilo productie is daarbij gesplitst in sorteringklasse en kwaliteit. In dit verslag worden voor de gehele kas de kilo gegevens van de sorteermachine (netto aanvoer) per bruto m² kas weergegeven. Om de verschillen tussen de stengeldichtheid weer te geven is de verhouding tussen bruto productie en netto aanvoer gebruikt. Voor de proeven en telvakken worden de kilo gegevens zoals gewogen in de kas weergegeven per bruto m² kas.

Bij vergelijking van productie per netto m² moet met verschillen in ruimte benutting rekening worden gehouden.

De teelt is op 31 oktober 2006 beëindigd omdat tot die tijd de kas was gehuurd. In de periode van 10 oktober tot eind oktober is daarom een deel van de vruchten groen gesneden. Normaal zou de teelt op 15 november zijn beëindigd.

3 Verwachting vooraf aan de teelt

In de periode november 2005- januari 2006 is door telers en onderzoek uitvoerig van gedachten gewisseld over de verwachting van de teelt, welke consequenties de gesloten kas hebben zou voor de groei en ontwikkeling en hoe daar adequaat op ingespeeld kan worden. Hierbij stond de vooraf gestelde doelstelling van 20 % meer productie ten opzichte van de gangbare teelt centraal. In dit hoofdstuk wordt beknopt weergegeven welke mogelijkheden er zijn besproken.

Door de tijd die nodig was voor de inrichting van de kas was het niet mogelijk om vroeger te zaaien en zo een sterker groeiende plant te hebben bij het begin van de teelt. De zaaidatum was dus een gegeven, dat bepaald werd door het moment dat de kas gereed zou kunnen zijn voor de paprikateelt

3.1 CO₂ effect

In de gesloten kas zijn de hogere CO₂ concentratie en de hogere luchtvochtigheid gunstig voor de groei. De sterkere groei moet in meer productie worden omgezet door de temperatuur daarop aan te passen. Als de temperatuur op het niveau van de gangbare teelt wordt gehouden is er geen extra ontwikkeling van blad en zal de extra fotosynthese zich uiten in een sterkere zetting en daarmee in een hogere plantbelasting. Wel zullen de vruchten mogelijk zwaarder worden. Dit is afhankelijk van de verhouding tussen extra assimilaten en extra zetting.

De hogere CO₂ concentratie in vergelijking tot de normale teelt zal vooral haalbaar zijn in de zomer, als een normale kas volop moet luchten. De voordelen van gesloten telen zullen daarom pas vanaf april tot de herfst zichtbaar worden. Beschikbaarheid van CO₂ is in de gesloten kas geen beperkende factor. Daarom wordt er niet met een verlaging van de CO₂ in de morgen gewerkt. Voor het effect van CO₂ is sterk rekening gehouden met de resultaten van het onderzoek naar Efficiënt gebruik van CO₂ (Dieleman et al, 2003). De conclusie van dat onderzoek was dat de vruchtproductie door stralingsafhankelijke CO₂ dosering met circa 10% zou kunnen stijgen.

3.2 Temperatuur

In de gesloten kas zal er een andere verhouding ontstaan tussen ruimtetemperatuur en gewastemperatuur. Anders dan bij tomaat hangen de vruchten niet in het deel waar de koude lucht de kas in wordt geblazen, maar juist in het deel dat warmer kan worden door de instraling van de zon. Bij verhoging van de temperatuur wordt de uitgroeiduur van de vruchten korter.

De etmaaltemperatuur zou niet hoger moeten worden dan 24 °C en de plantbelasting niet hoger dan 55 vruchten per m². Het vruchtgewicht moet in dalen onder de 175 gram. In een normale teelt wordt van een maximale plantbelasting van 45 vruchten per m² uitgegaan. Als de plantbelasting gaat oplopen kan door verhoging van de etmaaltemperatuur dit worden tegengegaan.

Als de doelstelling 20% meer productie ten opzichte van een bedrijf met een productie van 30 kg/m² is, dan moet in de gesloten kas de productie 36 kg/m² worden. Uitgaande van een vruchtgewicht van 175 gram zijn dit 205 vruchten per m². Bij de gekozen plantdichtheid van 6.67 en 7.5 stengel per m² zijn dit respectievelijk 30.8 en 27.4 vruchten per stengel. Dit aantal vruchten moet worden gehaald door of meer vruchten per zetsel of door meer zetsels in een jaar. Bij tomaat wordt gemiddeld elke week een tros gevormd. Verhoging van de snelheid, door een hogere temperatuur leidt bij dat gewas tot meer trossen en bij voldoende groei ook tot meer vruchten per tros. Bij paprika is de verwachting dat de snelheid wel kan worden verhoogd, maar dat het moeilijk zal zijn om een compleet extra zetsel te halen. De productie zal daarom vooral ook in grotere zetsels moeten worden gezocht. Bij de grotere zetsels hoort wel dat de

productie duidelijk in golven zal gaan verlopen.

Bij een sterke groei hoort ook groot blad, maar de ervaring bij tomaat is juist dat er kleiner blad kan ontstaan. Het gewas groeit juist generatiever. De combinatie van hogere etmaaltemperatuur en hogere CO₂ concentratie zal waarschijnlijk leiden tot een normale bladgrootte.

De verwarming van de kas in het voorjaar via de luchtslangen zal een ander klimaat rond de plant geven dan de verwarming via de buisrailsystemen in een normale kas. De verwachting is dat dit voor de gewasontwikkeling gunstig is.

3.3 Wekelijkse prognose

In de bespreking van de teelt scenario's is gebruik gemaakt van een groeimodel voor paprika (Buwalda, 2004 en Buwalda et al, 2005). Uiteindelijk is er een scenario overgebleven waarin gestreefd wordt naar een maximale plantbelasting rond de 55 vruchten en waarbij de etmaaltemperatuur niet boven de 24 °C hoeft uit te komen. Tijdens de teelt is deze verwachting op basis van de eerste ervaringen opnieuw berekend. Het resultaat daarvan is opgenomen als bijlage 2.

Het model is daarna ook gebruikt om met als input gerealiseerde zetting, kastemperatuur, CO₂ concentratie en globale straling de ontwikkeling van het gewas te volgen. Wekelijks werden daarbij rapportages gemaakt van de te verwachten plantbelasting en productie. Een voorbeeld daarvan is opgenomen als bijlage 3.

In deze prognoses werd aangegeven wat bij gelijkblijvende temperatuurinstelling de te verwachten zetting en plantbelasting zou zijn. Daarnaast werd aangegeven wat er zou gebeuren als de etmaaltemperatuur met 1°C zou verhoogd of verlaagd worden. Daarnaast werd berekend wat er zou gebeuren als de lichtintensiteit in de eerste week 20% hoger of lager zou zijn dan volgens de standaardlichtcurve, die in het model wordt gehanteerd.

4 Teeltverloop

De start van het gewas is goed geweest. De eerste periode verschilde de gewasontwikkeling weinig van een normale teelt. De verschillen tussen een open kas en gesloten kas zijn in de periode januari-maart gering, omdat in een open kas in die periode nog weinig wordt gelucht is ook in een open kas de CO₂ concentratie overdag rond de 1000 ppm. Het belangrijkste verschil in die periode is de verwarming via de ingeblazen lucht, dit kan tot een snellere ontwikkeling leiden. In de snelheid waarmee de eerste zettingen elkaar opvolgen lijkt dit ook naar voren te komen.

Bij de eerste gesneden vruchten ontstonden op de snijvlakken schimmelgroei. De snijvlakken werden grijs bruin. Onderzocht is of er sprake was van fusarium, dat was niet het geval. Welke schimmel het wel was is niet bekend. Waarnodig is de aantasting weggesneden. De schimmelgroei is niet specifiek voor de gesloten kas en is naast Ferrari ook bekend bij andere cultivars. De luchtvochtigheid is iets verlaagd. Daarna is deze aantasting niet meer voorgekomen.

Vanaf de derde zetting (april) is er een schraal groeiend, open gewas, met kleine blaadjes. Ook de lengtegroei was minder dan bij standaardteelten en de internodiën waren kort geschakeld. Vanaf die periode bereikt in een gesloten kas bij hoge instraling de temperatuur snel een hogere dagwaarde. In telers termen er is eerder een zomerse temperatuur in de kas met een zomers gewas.

4.1 Toppen

Vanwege het schrale gewas is bewust lang getopt. Dit heeft echter als nadeel dat er veel bloemen zijn, die kunnen leiden tot een hogere plantbelasting. Het gevolg hiervan is weer een mindere groei en fijnere vruchten. Op deze manier ontstaat een zichzelf versterkende situatie, met schraal gewas. In een groeikrachtiger gewas (systeem) kan wellicht wat korter getopt worden, terwijl er toch voldoende bladbedekking is. Hierdoor kunnen minder, maar grovere vruchten ontstaan.

Door de geringe bladbedekking en de korte internodiën hingen de ontwikkelende vruchten vrij dicht naar de kop van het gewas. Bij sterke instraling trad gemakkelijk verbranding van vruchten op.

4.2 Scherm

In de kas was een beweegbare folie aanwezig. De folie ging bij droog weer opstropen zodat dit vanaf half mei niet meer kon worden gebruikt. Dit beperkte de mogelijkheid om de plant- en vruchttemperatuur te verlagen. Een lagere plant- en vruchttemperatuur zijn gunstig voor de groei en de kans op verbranding van de vruchten is kleiner.

4.3 Zomersituatie

In de zomer ontstond er meer ondergroei in het gewas. Dit geeft zetting onderin die fijner is en van een mindere kwaliteit. De verklaring hiervoor kan zijn de openheid van het gewas en het koelere klimaat onderin. Advies is deze ondergroei structureel te verwijderen.

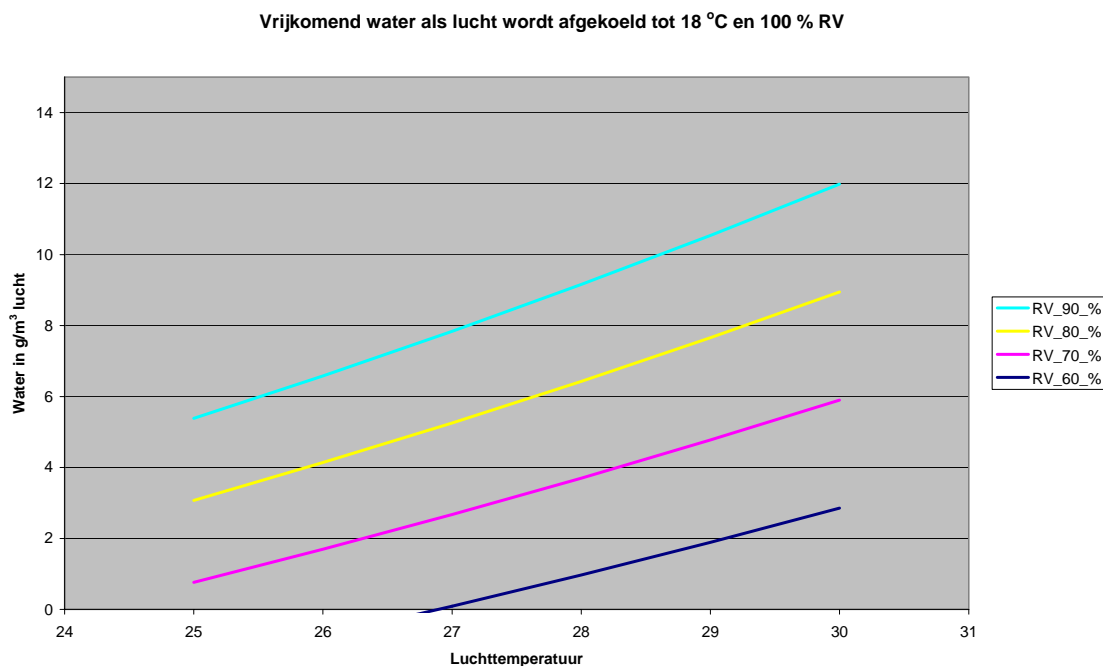
De temperatuur in de gesloten kas wordt veel sterker bepaald door de instraling dan in een conventionele kas. In de zomer kon de temperatuur boven in de kas duidelijk oplopen.

Het koelvermogen van de installatie wordt bepaald door het verschil tussen de temperatuur van het

koelwater en de luchttemperatuur die uit de kas wordt aangezogen in combinatie met het vochtgehalte van de lucht.

Paprika verdampt per m² minder dan tomaat of komkommer. In het watergeefmodel van de Graaf wordt voor tomaat gerekend met een stralingsfactor van 0.00178 mm/J. cm² blad voor tomaat en met 0.00170 mm/ J .cm² blad voor paprika. Het verschil is bijna 5 %. Door de koeling bleek bij tomaat de verdamping minder te worden, dit is bij paprika eveneens het geval. Door de geringere verdamping wordt het vochtgehalte van de lucht minder verhoogd en moet de lucht vaker worden rond gepompt. De luchtverplaatsing is aan een maximum gebonden. Wel kan de temperatuur van de retourlucht worden verlaagd, maar ook dat heeft een grens, omdat er dan meer koud water door de koelblokken moet worden gepompt die minder mag opwarmen.

Het energietransport van de lucht hangt samen met het vochtgehalte van de lucht.



Figuur 4-1 Vrijkomend condenswater als functie van de luchttemperatuur en de relatieve luchtvochtigheid.

Bij het koelen wordt de luchttemperatuur verlaagd tot onder het dauwpunt van de lucht. Daarbij komt energievrij uit het condenserende water. Als de lucht bijvoorbeeld wordt afgekoeld tot 18 °C dan levert lucht van 28.2 °C en 70 % RV net zoveel condens water op als lucht van 25.9 °C en 80 % RV (Figuur 4-1). Een hogere relatieve luchtvochtigheid zorgt voor meer transport van latente warmte.

De ruimte boven de kop was door de kasinrichting gering. Meer ruimte boven het gewas zal resulteren in een grotere luchtbuffer boven het gewas, het effect op de temperatuur op kophoogte zal echter beperkt zijn. De opwarming van de lucht gaat vooral via de warmte die door het gewas wordt ingevangen.

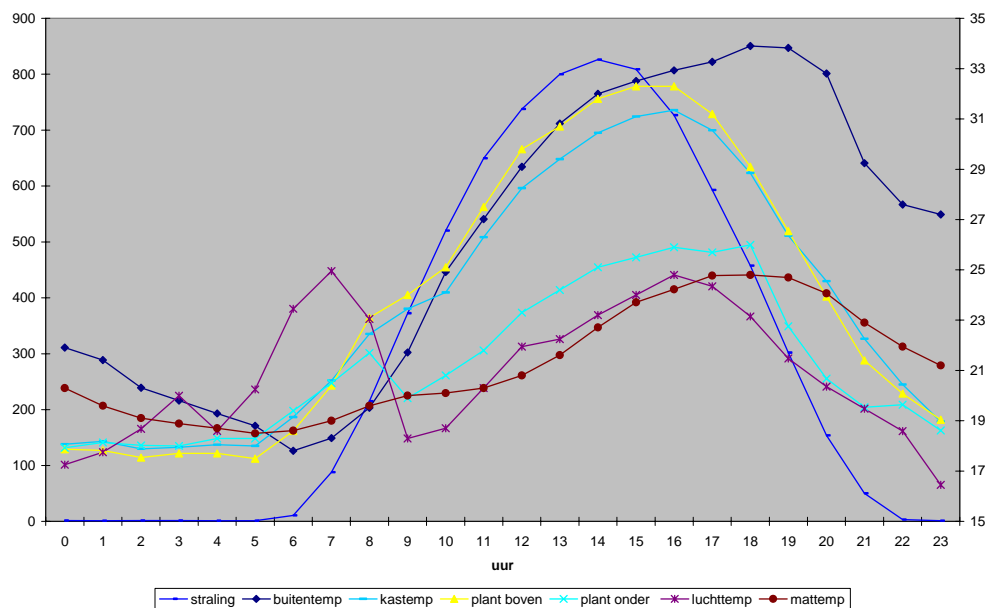
De lengtegroei van het gewas bleef beperkt, toch kwamen aan het eind van de teelt de gewassen boven de draad. De proef hoefde niet vroegtijdig te worden beëindigd, maar mogelijk is aan het eind wel enige productie ingeleverd. Dit kan niet met cijfers worden onderbouwd.

4.4 Klimaat

De registratie van het kasklimaat levert een grote hoeveelheid gegevens. In dit hoofdstuk worden voor een specifieke dag de uurwaarden en voor de hele periode de gemiddelden per week weergegeven. Daarbij is er geen direct vergelijkbare teelt, zodat de gegevens over het kasklimaat niet eenvoudig met andere telers zijn te vergelijken.

4.4.1 Een voorbeeld dag

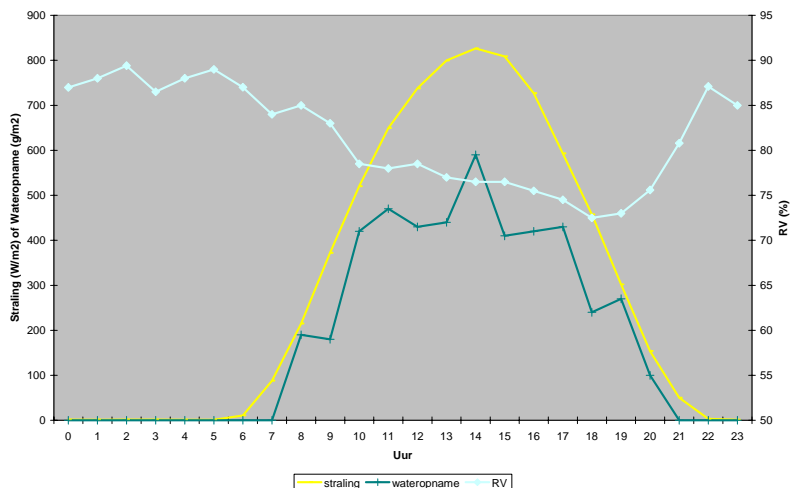
Om de kasklimaatssituatie te illustreren wordt in de volgende grafieken het verloop van het kasklimaat op 19 juli 2006 weergegeven. Deze dag is gekozen als voorbeeld vanwege de hoge instraling en hoge buitentemperatuur.



Figuur 4-2 Verloop van klimaat buiten en binnen op 19 juli 2006.

Over deze dag is op te merken dat:

- Globale straling piekt om 14 uur.
- Luchttemperatuur in de slang wat hoger gehouden in de ochtend om het gewas voor te bereiden op temperatuurstijging.
- Luchttemperatuur in de slang loopt overdag op met een stijgende kasttemperatuur.
- Planttemperatuur onder in het gewas volgt vertraagd de luchttemperatuur van de slang
- Mattemperatuur volgt vertraagd de planttemperatuur onder. Door de sterke afkoeling aan het eind van de dag daalt de mattemperatuur sneller dan in een normale kas.
- Buitentemperatuur loopt 's avonds op, maar kasttemperatuur daalt na 16 uur.
- Planttemperatuur boven is tot 18 uur hoger dan kasttemperatuur.



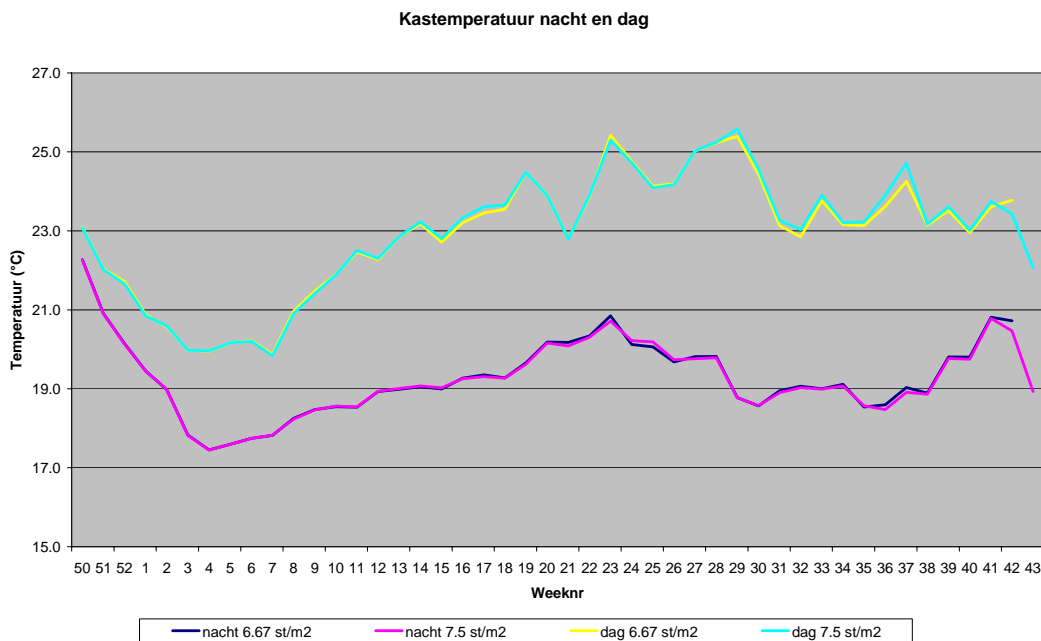
Figuur 4-3 Verloop van straling, RV in de kas en wateropname op 19 juli 2006.

Over de wateropname is op te merken dat

- Wateropname vrijwel parallel met de straling, dit is zoals verwacht
- RV daalt tot 73% om 18 uur.

4.4.2 Verloop in de tijd

Uit de gegevens per dag zijn trends te halen voor het verloop gedurende de weken. In de volgende figuren wordt het verloop in de teelt weergegeven.

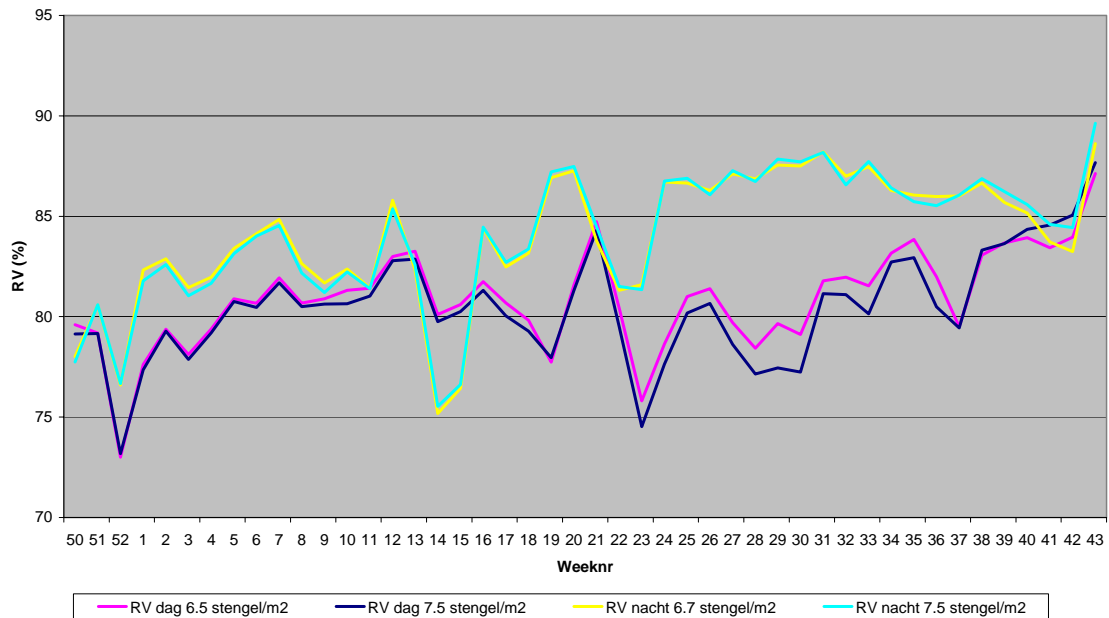


Figuur 4-4 Verloop van de temperatuur gemiddeld in de nacht en gedurende de dagperiode voor de afdelingen met verschillende stengeldichtheid.

Temperatuur

- Kastemperatuur is in beide afdelingen vrijwel gelijk. Daar was ook naar gestreefd, er is niet gekozen voor een andere teelttemperatuur voor beide afdelingen.
- Verschil tussen kastemperatuur overdag en 's nachts is 2-4 °C.

Verloop gemiddelde luchtvochtigheid

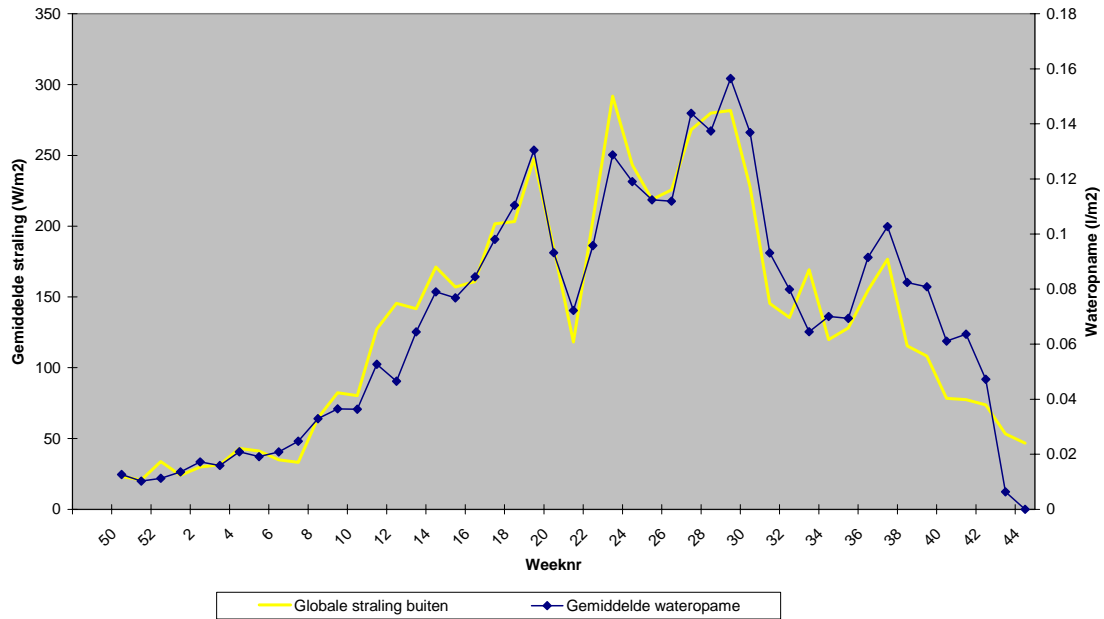


Figuur 4-5 Verloop van de gemiddelde relatieve luchtvochtigheid voor de afdelingen met verschillende stengel dichtheid.

Luchtvochtigheid.

- Dag is hiervoor gedefinieerd als periode dat de globale straling hoger is dan 5 W/m^2 .
- RV nacht ongeveer 80%-87%. Overdag 75-85%.
- Uitzondering in week 14 en 15 toen het folie niet meer werd gebruikt en 's nachts geen hoge RV meer kon worden bereikt. Er is in de periode ook bewust even droger geteeld.
- Tussen afdeling 7 en 8 komt in de zomer wel een gering verschil in luchtvochtigheid overdag voor, waarbij afdeling 7 iets vochtiger is. Afdeling 8 is de afdeling met de hogere stengeldichtheid.

Water opname en straling

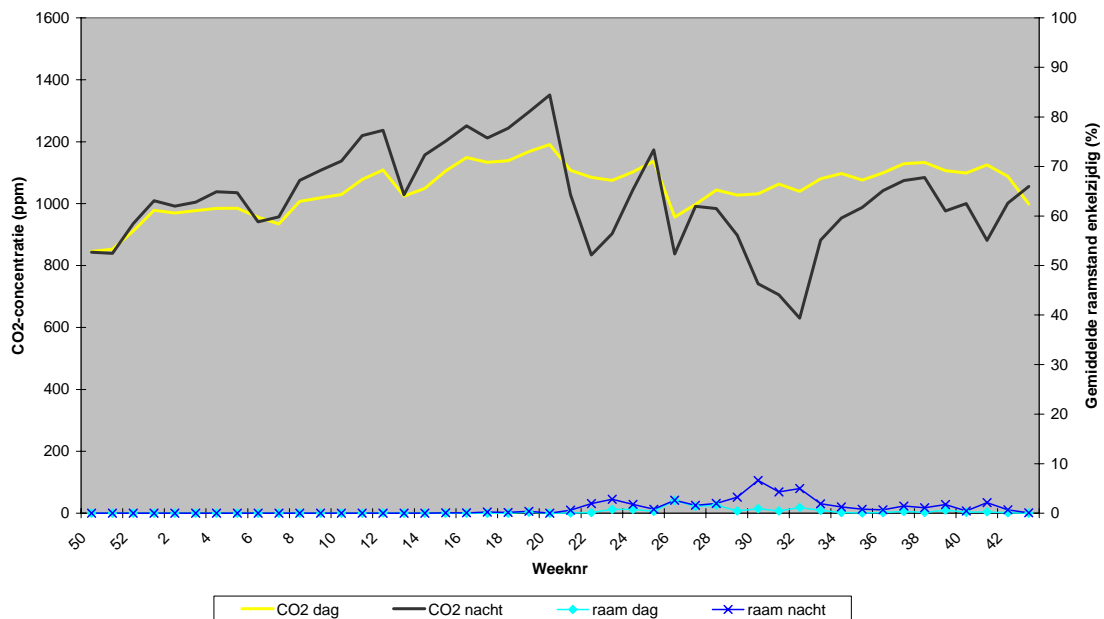


Figuur 4-6 Gemiddelde voor wateropname en globale straling

Wateropname

- wateropname loopt vrijwel gelijk op met de globale straling.

CO₂ niveau en raamstanden

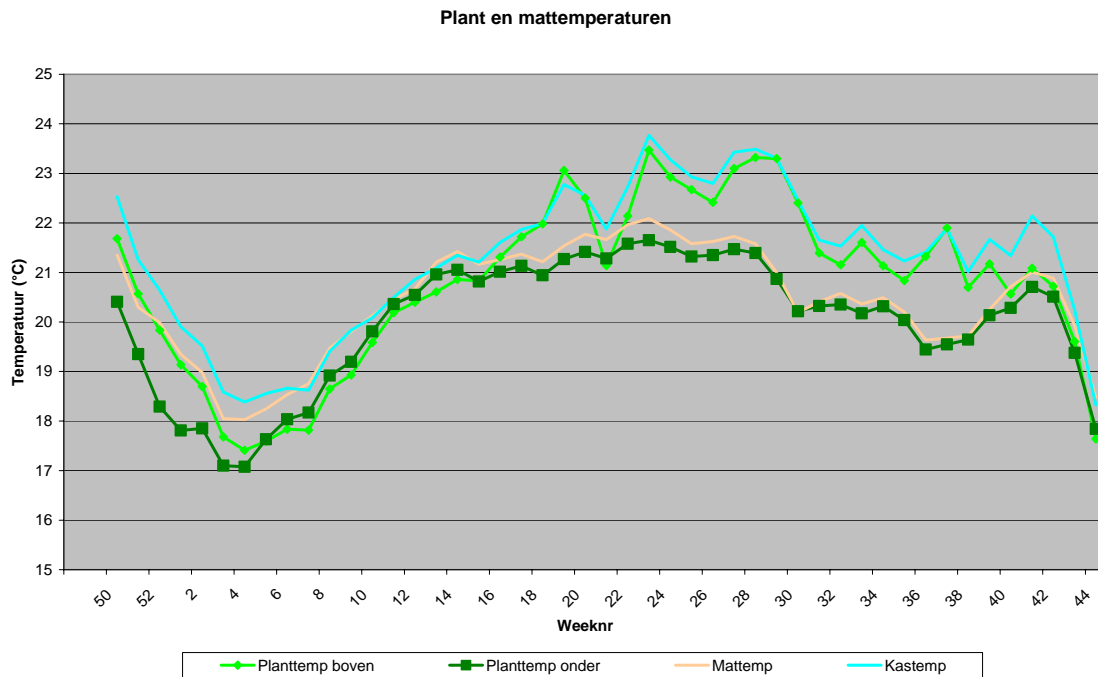


Figuur 4-7 Gemiddelde gemeten niveau van de CO₂ gedurende de nacht en de dag en de mate waarin de ramen zijn geopend.

CO₂ niveau

- CO₂-niveau overdag vrijwel continu rond 1000 ppm.

- CO₂ niveau in de nacht verlaagd door meer te gaan ventileren vanaf week 20. In de nacht liep het CO₂ gehalte door de donkerademhaling op. Om de extra CO₂ kwijt te raken is er 's nachts beperkt gelucht. Gelijktijdig wordt daarmee eventuele ophoping van schadelijke bestanddelen in de lucht voorkomen.
- Ventilatie blijft beperkt (max. 7% raamstand gemiddeld in de nacht en max. 2% gemiddeld overdag)



Figuur 4-8 Gemiddelde voor planttemperatuur aan de boven en onderzijde van het gewas gemeten en de mattemperatuur.

Plant en mattemperaturen

- Planttemperatuur-onder vrijwel gelijk aan mattemperatuur (behalve toen het gewas nog niet volgroeid was)
- Na week 16 stijgen kasttemperatuur en planttemperatuur-boven boven de planttemperatuur-onder en de mattemperatuur uit.

4.5 Inrichting

Voorafgaand aan de teelt zijn extra gewasdraden getrokken om het vierstengel systeem mogelijk te maken. Omdat voor de paprikateelt de gewasdraden minder mogen doorbuigen dan voor tomaat zijn de draden van tomaat strakker getrokken. Tijdens de teelt zijn van een aantal draadbogen de bevestigingsbouten afgebroken. Dit heeft in die kappen geleid tot enige groeiremming van het gewas. Het effect hiervan is niet in getallen uit te drukken.

Planten hingen ver in het pad. De oorzaak hiervoor is deels het teeltsysteem, deels de keuze voor stengels evenredig verdeelt over de twee draden. Hierdoor is er meer doorhang. De stand van het gewas in combinatie met de positie van de goten was zodanig, dat met de elektrowagens soms tegen stengels werd aangereden, waardoor matten verschoven en in het ergste geval stengels braken. Dit kon door verplaatsen van de gewasdraden meer boven de luchtslangen worden verminderd. Het doorhangen van en de schade aan het gewas heeft een remmende werking op groei en de productie. De mate van remming is niet getalsmatig te onderbouwen. Bij de inrichting van een paprika kas is dit een algemeen aandachtspunt. Gebruik van zwavel kan een installatie waarin ook water circuleert aantasten. Hiermee moet met de keuze van materialen rekening worden gehouden. De verdeling van de zwavel was door de luchtbeweging goed. De positie van de zwavelpotten is afgestemd op de luchtbeweging in de kas. Voor de verdere gewasbescherming is bestrijding nodig geweest van spint, trips, luis en rupsen. Dit is zowel met natuurlijke vijanden als chemisch gedaan.

5 Gewaswaarnemingen

Bij zowel 6.67 stengels per m² als bij 7.5 stengels per m² is aan een telveld wekelijks waarnemingen gedaan over zetting, abortie van gezette vruchten, geoogste vruchten, plantlengte, stengeldikte en bloeihoogte. De gegevens hiervan zijn in Tabel 4.5-1 en Tabel 4.5-2 opgenomen.

De zetting kwam in het begin, ondanks de latere plantdatum snel opgang en liep steeds iets voor op andere telers. Tijdens de teelt bleef het verschil in moment van zetten constant. Er was geen sprake van een continue versnelling, die in het begin wel aanwezig leek.

De zetting kwam duidelijk in golven. Daarbij was regelmatig de discussie of de plantbelasting niet boven de 55 vruchten per m² zou uitkomen. Dit was niet het geval omdat als de zetting weer begint op te lopen in die weken ook veel vruchten geoogst konden worden zodat de plantbelasting dan weer duidelijk om laag ging. In bijlage 4 zijn de zettingpatronen van een aantal andere telers met het ras Ferrari weergegeven. De zettingen zijn duidelijk in golven gekomen, waarbij de eerste zettingen eerder kwamen en vrij fors zijn. Opvallend is het geheel wegblijven van zetting in week 30.31 en 32 terwijl bij de open kassen toen wel een dip in de zetting optrad, maar toch minder sterk.

Over de plantlengte van de 7.5 stengel per m² moet worden opgemerkt dat deze in het telveld korter is dan het algemene beeld in deze kashelft. Gemiddeld was de gewashoogte hier groter dan bij 6.67 stengels per m². De oorzaak moet worden gezocht in de afwijkende luchtslang die juist bij dit veld aanwezig was. De stengelstrekking is door de andere wijze van inblazen; grotere gaten die een grotere doordringing van de uitgeblazen lucht richting de plant veroorzaakt, beïnvloed. Omdat niet gemeten is aan temperaturen rond het gewas op deze plaats kan over de werkelijke oorzaak geen uitspraak worden gedaan.

De gewaslengte bleef in gedurende gehele teelt voldoende beheerst zodat niet door een te sterke lengtegroei de proef voortijdig is beëindigd.

De stengeldikte en bloeihoogte vertonen een heel regelmatig patroon.

Tabel 4.5-1 Gegevens van het telveld over zetting en oogst

6.67 stengel/m2								
Week	Zetting	Abortie	Oogst	Plant belasting	Lengte groei	Plant lengte	Stengel dikte	Bloei hoogte
	aantal per m2				cm			
1						32,5		
2					7,5	40,0		
3					8,0	48,0	7,4	
4	7,8	0,0	0,0	7,8	7,0	55,0	7,3	
5	4,9	0,0	0,0	10,9	7,5	62,5	7,3	
6	0,4	1,8	0,0	11,3	8,5	71,0	7,0	
7	0,0	0,0	0,0	11,3	8,0	79,0	5,1	8,0
8	0,2	0,0	0,0	11,6	7,5	86,5	4,8	7,5
9	10,0	0,0	0,0	21,3	7,0	93,5	5,2	5,5
10	6,0	0,2	0,0	26,9	8,0	101,5	5,3	5,0
11	4,4	0,4	0,0	31,3	6,5	108,0	5,6	6,0
12	4,7	0,0	0,0	36,0	6,0	114,0	5,3	6,0
13	4,7	0,0	0,9	39,8	6,0	120,0	5,2	5,0
14	11,3	0,0	7,3	43,8	6,5	126,5	5,2	4,5
15	6,9	0,0	2,7	47,8	5,5	132,0	5,0	4,0
16	1,6	0,2	0,7	48,2	10,0	142,0	4,5	3,5
17	0,9	0,4	5,6	43,1	7,0	149,0	4,6	3,0
18	3,8	0,4	7,1	39,8	9,0	158,0	3,4	3,0
19	17,1	0,0	8,4	48,2	5,0	163,0	4,9	3,0
20	6,2	0,2	4,9	49,6	5,0	168,0	4,4	2,5
21	0,4	0,0	11,1	38,7	6,0	174,0	4,2	2,5
22	0,2	0,2	6,7	32,2	6,0	180,0	3,8	2,5
23	12,5	0,0	4,2	40,5	5,0	185,0	4,8	3,0
24	8,9	0,0	0,4	48,9	5,5	190,5	5,3	2,5
25	5,6	0,0	2,7	51,8	5,5	196,0	5,0	3,5
26	0,9	0,0	14,2	38,5	5,0	201,0	4,6	3,5
27	17,8	0,0	3,8	52,5	11,0	212,0	5,5	3,5
28	10,2	0,0	6,7	55,8	4,5	216,5	5,0	3,0
29	6,2	0,2	0,9	60,7	4,0	220,5	5,1	3,0
30	0,4	0,4	9,6	51,4	4,0	224,5	5,1	3,0
31	1,1	0,2	9,3	43,1	8,0	232,5	5,6	3,1
32	0,7	0,0	4,2	39,1	5,5	238,0	4,6	3,0
33	5,8	0,4	3,3	41,6	6,5	244,5	4,2	3,0
34	7,6	0,0	5,8	43,4	5,0	249,5	4,7	3,0
35	6,7	0,0	20,2	29,6	3,5	253,0	4,6	3,0
36	15,3	0,2	4,4	40,5	7,0	260,0	4,3	3,4
37	13,3	0,0	3,6	50,2	5,0	265,0	4,5	3,0
38	2,4	0,0	0,7	51,8	6,0	271,0	4,6	3,0
39	0,2	0,2	0,9	51,1	4,5	275,5	4,4	3,2
40	0,0	0,0	3,8	43,8	6,5	282,0		
41	0,0	3,6	4,4	39,4	7,0	289,0		
42			1,8	37,6	8,0	297,0		
43					5,5	302,5		
44								
45								
46								

Tabel 4.5-2 Gegevens van het telveld over zetting en oogst

7.5 stengel/m2								
Week	Zetting	Abortie	Oogst	Plant belasting	Lengte groei	Plant lengte ***	Stengel dikte	Bloei hoogte
	aantal per m2				cm			
1						32,0		
2					7,5	39,5		
3					7,0	46,5	7,0	
4	8,8	0,0	0,0	8,8	7,0	53,5	6,8	
5	5,5	0,0	0,0	14,3	7,5	61,0	6,9	
6	0,8	1,0	0,0	14,0	8,0	69,0	6,6	
7	0,5	1,3	0,0	13,3	8,0	77,0	5,2	7,0
8	0,0	0,0	0,0	13,3	7,0	84,0	5,0	6,5
9	10,3	0,0	0,0	23,5	8,0	92,0	5,3	5,0
10	6,0	0,0	0,0	29,5	6,0	98,0	5,2	5,0
11	5,0	0,0	0,0	34,5	5,0	103,0	4,8	5,5
12	3,5	0,0	0,0	38,0	5,5	108,5	4,7	5,5
13	4,0	0,0	1,3	40,8	6,0	114,5	4,9	5,0
14	8,5	0,0	7,0	42,3	5,0	119,5	5,5	4,5
15	11,3	0,0	3,8	49,8	8,5	128,0	5,0	4,0
16	3,5	0,0	1,3	52,0	6,0	134,0	5,0	4,0
17	0,5	0,0	2,0	50,5	6,0	140,0	4,6	3,5
18	1,3	0,3	13,8	37,8	5,0	145,0	4,5	3,0
19	13,0	0,0	5,0	45,8	4,0	149,0	4,0	3,0
20	13,0	0,3	5,3	53,3	6,0	155,0	4,5	2,5
21	1,3	0,0	8,3	46,3	4,5	159,5	3,4	2,5
22	0,0	0,0	8,0	38,3	4,0	163,5	3,9	2,5
23	12,5	0,0	6,8	44,0	4,0	167,5	4,1	3,0
24	4,3	0,5	3,3	44,5	3,5	171,0	4,4	2,5
25	7,0	0,0	0,3	51,3	4,5	175,5	5,5	3,5
26	0,8	0,0	8,8	43,3	3,0	178,5	4,7	3,5
27	15,8	0,5	6,3	52,3	8,5	187,0	4,8	3,5
28	11,3	0,5	12,0	51,0	4,0	191,0	4,7	3,0
29	9,0	0,0	0,5	59,5	5,0	196,0	5,0	3,0
30	1,3	0,0	7,8	53,0	6,0	202,0	4,5	3,0
31	1,8	0,0	5,3	49,5	9,0	211,0	4,9	3,5
32	0,5	0,0	5,8	44,3	5,0	216,0	4,7	2,9
33	0,0	0,0	3,5	40,8	4,5	220,5	4,2	2,5
34	11,5	0,0	3,8	48,5	3,5	224,0	4,9	3,0
35	1,0	0,0	9,0	40,5	6,0	230,0	4,6	3,0
36	6,3	0,5	15,5	30,8	2,0	232,0	5,1	3,8
37	19,5	0,0	8,0	42,3	5,0	237,0	4,9	3,0
38	9,8	0,0	2,0	50,0	6,0	243,0	4,8	3,5
39	1,3	0,3	2,5	48,5	3,5	246,5	4,8	3,5
40	0,0	0,5	0,3	47,8	5,5	252,0		
41	0,0	6,0	2,0	39,8	7,0	259,0		
42			1,8	38,0	6,5	265,5		
43					4,0	269,5		
44								
45								
46								

*** De lengte groei in de totale afdeling was sterker dan in het meetveld, door een ander type luchtslang bij het meetveld.

5.1 Productie

De productie in de totale kas was bruto 33.8 kg per bruto m². Hiervan bleef door verliezen van het inwegen, door stek en uitval die niet zijn meegeteld voor de veilingaanvoer netto 32.5 kg per bruto m² over. Dit is een verlies van 3.9 %. Aan het eind van de teelt is een deel groen geoogst. Dit had bij een normale teelt duur tot 15 november vrijwel geheel nog als rood geoogst kunnen worden. Van een deel van de kas is tot eind oktober het normale oogst patroon gevolgd en is op 30 en 31 oktober alles leeg geoogst om te kunnen beoordelen of dit tot een andere productie zou hebben geleid. Dat was niet het geval.

De sortering viel vooral in klasse 85-1 en 75-1. In de beschrijving van het teeltverloop hoofdstuk 4 is aangegeven dat de wijze van toppen en het schrale gewas met hoge kop- en vruchttemperaturen de oorzaak kunnen zijn van een iets fijnere sortering. Het vruchtgewicht werd in de loop van de tijd lager. Bij het tweede zetsel en het zevende zetsel was de eerste ronde van de oogst grover en zwaarder. Aan het eind van de teelt is het vruchtgewicht ook lager, omdat toen bewust is geteeld op het sneller afrijpen van de vruchten.

Opmerkelijk is dat het vruchtgewicht in de telvelden duidelijk hoger was dan in de rest van de afdeling. Dit kan alleen verklaard worden uit een andere wijze van toppen. In totaal productie kwamen de telvelden uiteindelijk gelijk uit met de totale kasafdelingen. Dit heeft te maken met dat de telvelden tot het eind gewoon zijn geoogst en op de laatste dagen pas zijn leeg geoogst. Dit wijst er op dat als alle planten zou zouden zijn behandeld er een hogere productie mogelijk is, bij een iets langere teeltduur.

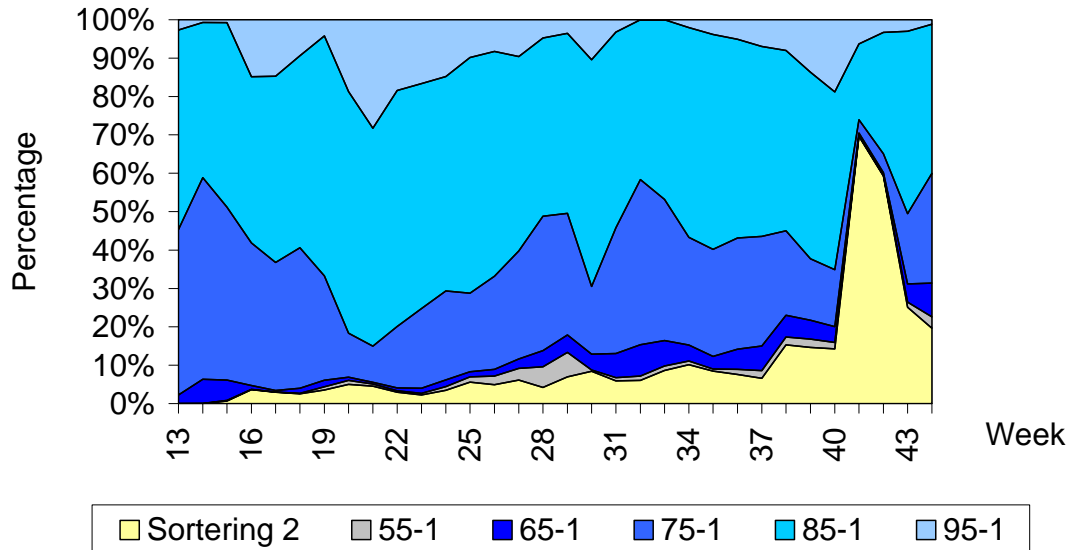
Het feit dat de telvelden met een hoger vruchtgewicht dezelfde productie geven als de totale kas betekend dat er in de kas een groter aantal vruchten moet zijn geoogst en dat dus ook de plantbelasting in aantal vruchten gemeten hoger moet zijn geweest, dan de maximale 55 die voor de telvelden werd aangehouden. Het verschil in vruchtgewicht is gemiddeld 9 %, dat betekend dat de plantbelasting in vruchten ook 9% hoger moet zijn geweest en dus boven de 60 vruchten lag.

Tussen de beide kashelften kwam geen verschil in patroon van de productie voor. Het verschil is meer het gevolg van de momenten van snijden en sorteren dan van verschillen in gewasontwikkeling.

Tabel 5.1-1 Productie per bruto m² voor de hele kas en voor de twee stengeldichtheden.

	Totale kas	6,67 stengels per m ²	7.5 stengels per m ²
	kg/m ²		
Rood bruto productie	30.62	29.98	31.25
Groen/Bont bruto productie	3.23	3.29	3.16
Totaal bruto productie	33.84	33.27	34.41
Rood netto aangevoerd	29.60	28.98	30.21
Groen/Bont netto aangevoerd	2.93	2.99	2.87
Totaal netto aangevoerd	32.52	31.97	33.08
Verlies	3.9%		

Relatieve verdeling over sorterings klassen van de productie per week

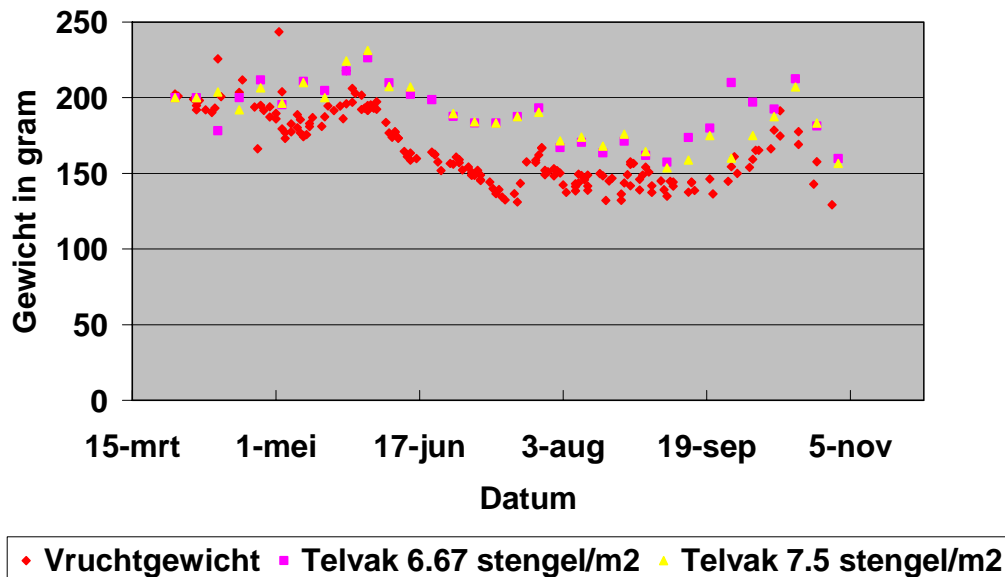


Figuur 5-1. Relatieve verdeling van de kwaliteitsortering per week.
In week 41-44 is een deel groen geoogst en gerekend tot tweede kwaliteit.

Tabel 5.1-2 Sortering verdeelt over de kwaliteitsklassen voor de hele periode. Alleen voor de rood geoogst productie. De sortering van groen en bont aan het einde van de teelt is hier in buiten beschouwing gelaten.

sortering Rood	kg/m ²	Aandeel
95-1	2.44	8.2%
85-1	15.66	52.9%
75-1	8.17	27.6%
65-1	1.02	3.5%
55-1	0.37	1.2%
85-2	1.18	4.0%
75-2	0.49	1.6%
65-2	0.18	0.6%
55-2	0.05	0.2%
Stek	0.04	0.1%
totaal Rood	29.60	100.0%

Vergelijk vruchtgewicht kas- telvak



Figuur 5-2: Verloop van het vruchtgewicht in de tijd voor de hele kas en voor de beide telvakken.

5.2 Bewaarkwaliteit

Tijdens de teelt zijn twee keer bewaarproeven gedaan. De houdbaarheid was 10.3 dagen. Ferrari heeft in de regel een iets langere bewaarheid. Door de hoge vruchttemperaturen was de vruchtwand dunner dan normaal. Dit is niet gunstig voor de bewaarkwaliteit. Er zijn bij de aanvoer aan de veiling twee keer opmerkingen gemaakt over te slappe vruchten. In het algemeen was de kwaliteit voldoende, al moet dit wel een aandachtspunt blijven.

Er is weinig binnenrot waargenomen.

6 Vergelijking met andere telers.

Het telen van paprika vond plaats in een kas waarvan er geen vergelijkbare standaard kas is. Om toch een vergelijking met gangbare telers te maken zijn gegevens van een excursie groep verzameld. Deze telers zitten in dezelfde regio. De zeven telers produceerden 27.2 tot 30.7 kg/m². Het gemiddelde was 29.6 kg/m² inclusief groen productie. De bereikte productie in de gesloten kas is met 32.5 kg/m² hoger dan de productie van telers met hetzelfde ras. Dat nog niet de doelstelling in het eerste jaar is bereikt – 20% meer productie- moet gezocht worden in een samenspel van factoren zoals een tekort aan groeikracht, de temperatuur van de vrucht in de top, de effecten van de hittegolf in juli die een sterke remming op de groei in augustus gaf, de doorbuiging en beschadiging van het gewas. Het eerste jaar paprika in een gesloten kas heeft als leerjaar duidelijk de potentie van het systeem laten zien, maar het resultaat in een tweede jaar moet met de kennis van het eerste jaar duidelijk beter kunnen zijn.

Naast de gegevens van de telers uit 2006 kan ook gekeken worden naar het beeld van de productie in de voorliggende jaren. In het handboek Kwantitatieve informatie voor de Glastuinbouw wordt voor Paprika rood uitgegaan van 26 kg/m². Uit bedrijfsstatistieken van LTB kan worden afgeleid dat in 2003 en 2004 de productie cijfers respectievelijk 25.5 en 26.5 kg/m² waren (Bron LTB).

Voor de alle kleuren paprika waren de productie cijfers voor 2003, 2004, 2005 respectievelijk 26.0, 26.4 en 27.9 kg/m² (Bron PT). In de Agri-monitor van december 2006 meldt het LEI “ Bij komkommer en paprika blijft de productie gemiddeld 0.5 à 1 kg per m² achter”.

Vergelijking van de zeven telers met genoemde meerjaren gegevens wijst er op dat deze telers een boven gemiddelde prestatie leveren.

Het weergeven van een stijging van de productie in kg of percentage wordt bepaald door de keuze van de referentie waarde. Voor de economische evaluatie is uitgegaan van een productie stijging van 6 kg/m².

De zetting had in snelheid een vergelijkbaar verloop al was de plantdatum later dan van de andere telers (Bijlage 4).

7 Analyse

Tijdens de teelt is met een model meegerekend met de groei en ontwikkeling (hoofdstuk 3). Het model is een set wiskundige vergelijkingen die op basis van straling, temperatuur en CO₂ gehalte de groei berekenen. Omdat de berekende groei kan afwijken van de gemeten groei wordt de geregistreerde zetting als extra informatie in het model ingebracht en wordt de berekende zetting gelijk gesteld aan de gemeten zetting. De wiskundige vergelijkingen in het model bevatten constanten, dat zijn waarden die aan het begin van de teelt worden ingesteld op basis van eerdere onderzoeken of metingen. De constanten blijven in principe gedurende de hele teelt gelijk. De analyse in dit hoofdstuk wordt gedaan aan de hand van de gegevens zoals vastgelegd in de telvelden.

7.1 Voorspelling zetting

Het model is gebruikt om de zetting te voorspellen. In het begin leverde dit een niet zo goede overeenstemming op. Omdat de zettinggolven elkaar sneller opvolgden dan voorspeld zijn de waarden van een aantal constanten in april aangepast. Met deze aanpassing kon in de periode mei-juli de zetting redelijk worden voorspeld, maar in augustus klopte de voorspelling niet meer. Hiervoor is toen geen correctie meer uitgevoerd, maar is pas aan het eind van de teelt gekeken welke correctie nodig was.

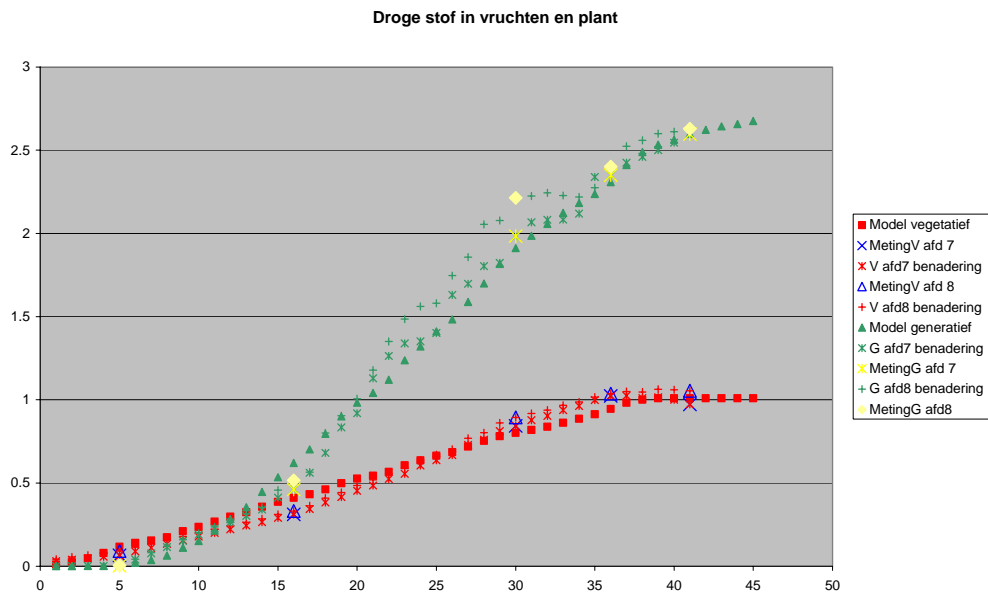
7.2 Analyse voorspelde groei en zetting

Tijdens de teelt en achteraf kan nagegaan worden of de gekozen constanten de juiste uitkomst geven door te vergelijken tussen de geproduceerde hoeveelheid drogestof en de gemeten hoeveelheid drogestof. Daarvoor zijn tijdens de teelt op vier momenten vijf stengels uit het gewas verwijderd en is de per kashelft (= stengeldichtheid) bladoppervlakte, versgewicht en drogestof massa bepaald. Bij de start van de teelt is hetzelfde gedaan met tien planten en aan het eind van de teelt van zes planten per kashelft. Bij de gewasverzorging is het gewicht van verwijderd blad en toppen van een pad gemeten, op regelmatige tijdstippen is hiervan het drogestof gehalte bepaald. Samen met de hoeveelheid geoogste vruchten, waarvan ook het droge stofgehalte is bepaald, is deze informatie gebruikt om de totale droge stof productie per m² te berekenen.

Uit de droge stof productie blijkt dat de stengeldichtheid vrijwel geen invloed heeft gehad op de totale opbrengst.

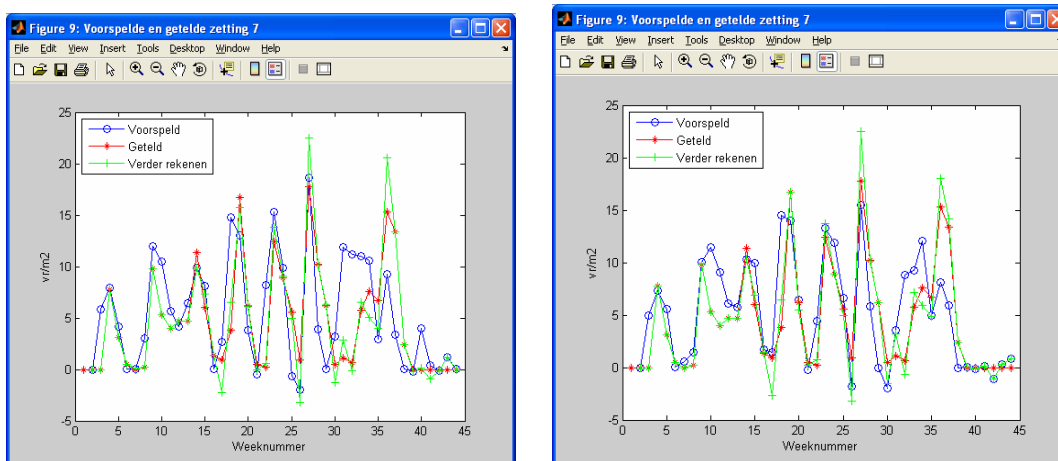
Bij de destructieve metingen is ook het totale bladoppervlakte gemeten. Het maximum hiervan kwam op ongeveer 5 m² per m² kas (LAI=5). Voor een paprika gewas is dit een lage waarde. De oorzaak hiervan is de geringe bladgrootte.

Vervolgens is gekeken of het gebruikte model deze drogestof productie voorspeld. Voor totaal drogestof is de overeenstemming vrij goed. Wordt echter gekeken naar de drogestof van de vruchten en van de plant dan blijkt dat het model de hoeveelheid drogestof in de plant te laag berekend (onderschat). Blijkbaar gaat er meer drogestof naar de plant dan naar de vrucht. Als hiervoor wordt gecorrigeerd kan hiervoor een betere overeenstemming worden verkregen. De verhouding tussen drogestof in de plant (30 %) en in de vrucht (70%) vergelijkbaar met resultaten van andere onderzoeken (Marcelis et al., 2006).

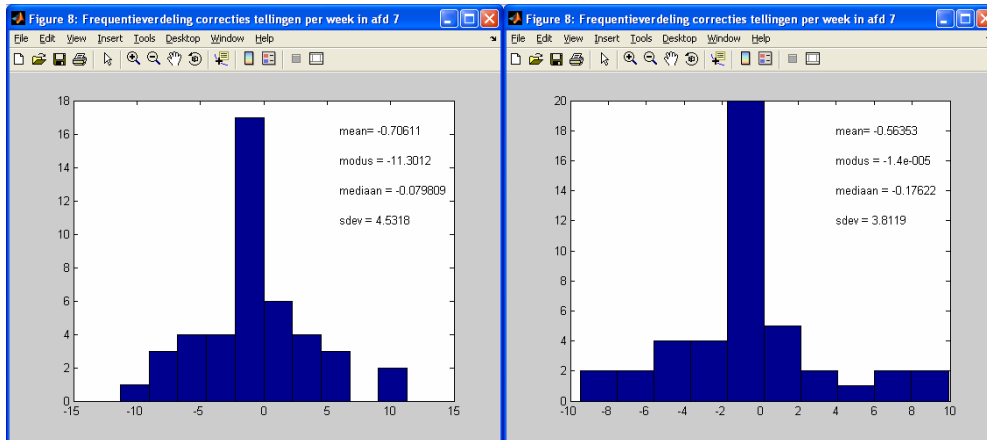


Figuur 7-1 Totale droge stof productie gemeten en gesimuleerd voor twee stengeldichtheden..

Daarna is onderzocht of deze veranderde verhouding in drogestof verdeling een betere voorspelling van de zetting tijdens de teelt had opgeleverd. De voorspelling zou inderdaad beter zijn geweest. De aanpassing van een versnelling in de zetting blijkt dan niet nodig te zijn. De sterkere vegetatieve groei in het begin leidt tot een plant die daarna makkelijker zetting geeft. De sterke remming van de zetting in de augustus wordt beter voorspeld, maar de gemeten waarden zaten toch nog onder de voorspelde waarde. De hitte golf (juli) met veel straling heeft de latere zetting negatief ten opzichte van de modelberekening beïnvloed en mogelijk is hier toch enige productie verloren.



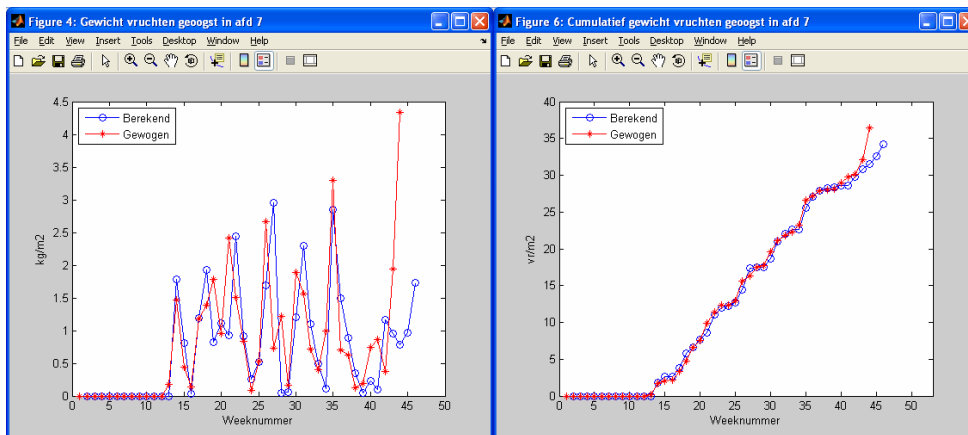
Figuur 7-2 Links de voorspelling van de zetting zoals met het model voorspeld tijdens de teelt. Rechts de voorspelling na aanpassing van de constanten.



Figuur 7-3 Links de verdeling van de afwijking tussen waarneming en voorspelling van de zetting op basis van de instellingen van de constanten tijdens de teelt. Rechts na aanpassing van de constanten.

7.3 Oogstvoorspelling

Naast voorspelling van de zetting levert het model op basis van de gemeten zetting ook een voorspelling van de oogst op. De oogstvoorspelling gaat uit van de verwachte straling en temperatuur, omdat die afwijken van de werkelijkheid zal de oogst voorspelling eveneens afwijken van de realisatie. Als met de werkelijke waarden van straling en temperatuur de berekende en gemeten productie wel goed overeenkomen zijn de formules die voor de voorspelling worden gebruikt wel correct. De overeenstemming tussen berekende en gemeten productie blijkt heel goed te zijn.



Figuur 7-4. Voorspelde en gemeten productie op basis van geregistreerde zetting.

7.4 Functioneren model

Achteraf is een model altijd aan te passen aan de werkelijkheid. De vraag is echter of de aanpassingen zodanig zijn dat er sprake is van een heel nieuw model of dat het gaat om aanpassingen in de constanten. Voor dit experiment zijn constanten aangepast. De basisvergelijkingen blijven daarbij gelijk, de functionaliteit van het model blijft gelijk.

De aanpassingen die zijn gedaan hadden effect op de verdeling van de drogestof tussen plant en vrucht en op het signaal dat de zetting onder invloed van de ontwikkelende vruchten regelt. Er is niet onderzocht of deze aanpassingen de werking van het model in andere proeven ook zou verbeteren. Bij toepassing van het

model in andere situaties moet tijdig worden nagegaan of de verhouding tussen gemeten drogestof in plant en vrucht overeenkomt met de voorspelde verhouding, omdat die een grote invloed heeft op de werking van het model. In dit experiment gaf een grotere gesimuleerde vegetatieve groei een betere voorspelling van de zetting.

De analyse is gedaan op basis van de telvelden. Voor de totale kas, waarin een lager vruchtgewicht werd gemeten, moet het aantal gezette vruchten hoger moeten zijn met een lager vruchtgewicht. Dit zou met aanpassing van constanten voor de functies te bereiken zijn. De totale droge stofproductie zal niet afwijken.

Het model is gebruikt om bestaande praktijk ervaring van conventionele kassen om te zetten naar de situatie van telen in een gesloten kas. Het gaf inzicht in de dynamiek van de processen van zetting en oogst, waardoor er besloten is geen vruchtdunning toe te passen, die op basis van de stand van het gewas in een normale kas wel zou zijn toegepast.

De informatie uit het model via de wekelijkse prognose is gebruikt als informatie bron voor de kennis uitwisseling en bespreking van de teeltstrategie tussen telers, voorlichting en onderzoek. De discussie was door de registratie en de verwerking daarvan gebaseerd op concrete cijfers en niet op de indruk van dat moment.

8 Economische analyse

Het bedrijfsresultaat van een paprikateelt in de gesloten kas ten opzichte van een standaard kas wordt vooral bepaald door de energiebesparing, de productieverhoging, de met de productieverhoging gepaard gaande arbeid- en afzetkosten, en de kosten voor afschrijving rente en onderhoud van de extra investeringen. Verder heeft een gesloten kas nog enkele kleine voordelen op het gebied van gewasbescherming en waterterugwinning. In dit hoofdstuk zullen deze punten apart worden besproken en uiteindelijk samengevat tot een bedrijfseconomische evaluatie.

8.1 Energie

Het energieverbruik van de gesloten kas is niet los te zien van de warmte die is afgenomen door de aangrenzende open kas met tomaten. In principe gebruikt een gesloten kas meer gas dan een standaard kas, maar doordat het veel warmte kan leveren aan een open kas wordt per saldo energie bespaard ten opzichte van een standaard kas. Deze energiebesparing wordt bereikt door een combinatie van warmteoogst en de toepassing van een warmtepomp. Een warmtepomp heeft in combinatie met een WKK een rendement dat ongeveer twee maal zo hoog ligt als die van een verwarmingsketel. Daar tegenover staat, dat naast elektriciteit voor de warmtepomp, een gesloten kas ook elektriciteit vraagt voor het verpompen van water van en naar de aquifer en voor het circuleren van lucht met de luchtbehandelingkasten. Deze elektriciteit wordt ook met de WKK geproduceerd.

8.1.1 Gasverbruik

Bij Themato is het totale gasverbruik per m² kas (zowel open als gesloten) 30 m³ geweest gedurende het teeltseizoen van 2006. Hiervan is 25 m³/m² gebruikt door de WKK en 5 m³/m² aanvullend door de verwarmingsketel. De ketel is alleen ingezet op de momenten dat de warmtepomp onvoldoende capaciteit had om volledig aan de warmtevraag te voldoen.

8.1.2 Gascontractcapaciteit

Bij het bedrijf van Themato is een gascontract van 65 m³/ha.uur nodig. Doordat een WKK met een warmtepomp met minder gas meer warmte kan produceren, kan een lage gascapaciteit worden gecontracteerd. Als de warmtepomp groter zou zijn uitgevoerd, dan kon ook op de koudste dagen in de warmtebehoefte worden voorzien en de contractcapaciteit zelfs worden gehalveerd.

8.1.3 Elektriciteitsinkoop

De bij Themato opgestelde WKK heeft een groter elektrisch vermogen (630 kW_e) dan wat de twee warmtepompen (gezamenlijk 550 kW_e) nodig hebben. De rest van het vermogen wordt gebruikt voor de pompen en de ventilatoren. Soms is meer elektriciteit nodig, zodat die moet worden ingekocht. Soms is minder elektriciteit nodig en kan deze aan het net worden verkocht. Per saldo heeft Themato even veel elektriciteit ingekocht als een standaard bedrijf met een ketel (7 kWh/m²).

8.1.4 CO₂-inkoop

Aangezien in een gesloten kas niet of nauwelijks wordt geventileerd is daar ook weinig CO₂-nodig. In de open kas daarentegen, is nog steeds veel behoefte aan CO₂. Door het lage gasverbruik is echter minder CO₂ beschikbaar en moet 18 kg/m² CO₂ worden ingekocht.

8.1.5 Standaard kas

De standaard kas wordt hier beschouwd als een kas met 74% tomaat en 26% paprika, die in zijn warmtebehoefte wordt voorzien door een verwarmingsketel. Het gasverbruik van een standaard tomatenteelt is gesteld op 48

m³/m² [KWIN] en van een paprikateelt op 39 m³/m², zodat de standaard kas uitkomt op 46 m³/m². De standaard kas heeft een contractcapaciteit van 100 m³/ha.uur en koopt 7 kWh/m² aan elektriciteit in. Door de betere beschikbaarheid van zuivere CO₂ is gesteld dat de standaard kas 5 kg/m² aan CO₂ inkoop.

Tabel 8.1-1 Verandering energiekosten voor situatie Themato

	Verandering gebruik	Kostprijs per eenheid	Besparing kosten (€/m ²)
Gasverbruik	46 → 30 m ³ /m ²	0.25	4.00
Contractcapaciteit	100 → 65 m ³ /uur.ha	150	0.50
Elektriciteit	7 → 7 kWh/m ²	0.07	0.00
CO ₂	5 → 18 kg/m ²	0.04	-0.50
Totale besparing energiekosten			4.00

Door de verlaging van het gasverbruik en de contractcapaciteit kan veel geld worden bespaard in een bedrijf met 26% gesloten kas met paprika en 74% open kas met tomaat. Hier tegenover staat dat meer CO₂ is ingekocht. Voor het hele bedrijf komt de totale energiekostenbesparing uit op 4.00 €/m².jaar voor de gehele kas.

8.2 Productie

De productie (aanvoergewicht) was in de totale gesloten kas 32.5 kg/m². Dat is 6.5 kg meer dan in KWIN 2005 (26 kg/m²) en 2.9 kg meer dan bij de referentiegroep (29.6 kg/m²) zoals genoemd in Hoofdstuk 6. In de verschillende proefvakken zijn ook verschillende producties gemeten. De hoogste productie werd behaald in het proefvak met het 2-stengelsysteem (35.2 kg aanvoergewicht). Dit komt neer op een productieverhoging van 9.2 kg of 5.6 kg ten opzichte van respectievelijk de KWIN of de referentiegroep. Voor de economische evaluatie wordt uitgegaan van een productieverhoging van 6 kg/m².

Bij de economische analyse is verondersteld dat de gemiddelde prijs (1.42 €/kg) niet lager was dan bij open kassen ondanks dat de meeste meerproductie in de zomer viel. Dit werd namelijk gecompenseerd door een relatief vroege productie en een relatief laag percentage tweede klasse. De opbrengst in de gesloten kas wordt met deze uitgangspunten € 8.52 hoger dan bij de referentiegroep.

8.3 Arbeid en afzet

Een verhoogde productie gaat gepaard met hogere arbeidskosten en afzetkosten. In het referentiebedrijf wordt ongeveer 10 €/m² aan arbeidskosten en 2.35 €/m² aan afzetkosten (sorteren, verpakken, koeling, transport, bemiddelings- of veilingkosten) uitgegeven. In de gesloten kas is 6 kg meer geproduceerd dan in de referentiekas. De afzetkosten lopen vrijwel proportioneel op met de productie, maar de arbeidskosten hoeven minder hoog op te lopen. Met meer productie kan efficiënter worden gewerkt. Nu wordt uitgegaan van € 0.18 meer arbeidskosten per kg extra productie. 6 kg meerproductie betekent met deze uitgangspunten 1.08 €/m² meer arbeidskosten en 0.50 €/m² meer afzetkosten.

Dat de 'ondergroei' in 2006 voor extra arbeid heeft gezorgd wordt beschouwd als te voorkomen en is daarom niet in de economische evaluatie meegenomen. Of en in hoeverre de veranderde klimaatomstandigheden positief of negatief hebben uitgewerkt op de arbeidsproductiviteit is bij gebrek aan voldoende klimaatgegevens van referentiebedrijven niet berekend.

8.4 Gewasbescherming en water

Er is geen rekening gehouden met de inzet van gewasbeschermingsmiddelen en de benodigde arbeid hiervoor. Wel is de indruk dat de biologische gewasbescherming in de gesloten kas minder aandacht vraagt

dan in een standaard kas. Het aandeel van de gewasbescherming in de totale bedrijfskosten is voor de paprikateelt echter zeer klein en de besparing hierop wordt daarom niet in de bedrijfseconomische evaluatie opgenomen.

De hoeveelheid water die wordt teruggewonnen via de luchtbehandelingkasten is niet gemeten. Wel kan deze worden berekend, aannemende dat 1800 MJ/m² aan warmte is onttrokken uit de gesloten kas, waarvan 50% latente warmte is terwijl de verdampingswarmte van water 2400 MJ/m³ is. De hoeveelheid teruggewonnen condenswater is dan $1800 * 50\% / 2400 = 0.375 \text{ m}^3/\text{m}^2$ gesloten kas. De kosten van gietwater kunnen variëren van 0.75 tot 1,- €/m³, afhankelijk van de grondprijs waar het waterbassin is geplaatst, of van de mate van toepassing van osmosewater. Het meeste condenswater wordt gewonnen in de zomer, wanneer de vraag naar water hoog is. Dit verhoogt de benuttinggraad van het bassin of de osmose-installatie, en daarmee de waarde van condenswater. In deze bedrijfseconomische evaluatie wordt uitgegaan van 1 €/m³, waarmee de besparing uitkomt op 0.38 €/m² gesloten kas.

8.5 Investering

De investeringskosten voor een gesloten kas worden bepaald door de grootte van de warmtepomp, de WKK, de capaciteit van de bronpompen, de warmtewisselaars en de luchtbehandelingkasten met luchtslangen (LBK). Aangezien de aandacht voor conditionering en aquifers steeds groter wordt, zijn de genoemde prijzen ook volop in ontwikkeling. Voor een investering in een gesloten kas kan aanspraak worden gemaakt op de Energie Investeringsaftrek (EIA). Indien het bedrijf vennootschapsbelasting moet betalen kan dit neerkomen op ongeveer 13% van de investering.

De afschrijvingstermijn van de WKK en de warmtepomp is in deze evaluatie laag gehouden omdat beide veel draaiuren maken (respectievelijk 6500 en 5500 uur/jaar). De bronpompen en de leidingen van en naar de aquifer, die technisch gezien wel dertig jaar meekunnen, worden echter economisch gezien niet langzamer afgeschreven dan de kas, ofwel in 15 jaar.

Voor rente is gerekend met gemiddeld 3% per jaar op het geïnvesteerde vermogen. Hierbij is uitgegaan van een rentepercentage voor een lening van 5.5%, terwijl de lening gedurende de afschrijvingstermijn wordt afgelost.

Gezamenlijk komen de kosten van rente en afschrijving voor de investeringen in de gesloten kas neer op 14.70 €/m².jaar volgens onderstaande tabel.

Tabel 8.5-1 Investeringskosten en afschrijvingskosten per m² gesloten kas.

	<i>Investing (€/m²)</i>	<i>Afschrijvings- termijn (jaar)</i>	<i>Rente en afschr. (€/m².jaar)</i>
WKK en Warmtepomp	41	7	7.10
Bronpompen (aquifer)	42	15	4.00
LBK, slurven en leidingen.	32	7	5.50
Energie Investeringsaftrek (EIA)	-15	10	-1.90
Totaal	99		14.70

Naast de kosten voor rente en afschrijving moet ook rekening worden gehouden met onderhoudskosten. Met name de warmtepomp en de WKK vragen door het hoge aantal draaiuren veel onderhoud. Gezamenlijk komen de onderhoudskosten van de investeringen in de gesloten kas neer op 2.80 €/m².jaar voor het gesloten kasdeel.

8.6 Bedrijfseconomisch totaalplaatje

Het bedrijfseconomische plaatje van de gesloten kas is verbonden aan de energievraag van het open kasdeel. Doordat over het hele bedrijf energie bespaard wordt, kunnen de kosten die in de gesloten kas zijn gestoken voor een groot deel worden terugverdiend. Uit onderstaande tabel blijkt dat de energiebesparing ook het belangrijkste voordeel van de gesloten kas is. De rentabiliteit van de gesloten kas ten opzichte van een standaard kas met ketel is dan ook sterk afhankelijk van de gasprijs.

De rente en afschrijving zijn de belangrijkste kostenposten van een gesloten kas.

Tabel 8.6-1 Kosten en opbrengsten voor het gesloten kasdeel en voor het hele bedrijf (€/m².jaar)

	<i>Gesloten kasdeel</i>	<i>Heel bedrijf</i>
Energie		4.00
Water	0.38	0.10
Gewasbescherming	pm	pm
Opbrengst	8.52	2.13
Arbeid en afzet	-1.58	-0.40
Rente en afschrijving	-14.70	-3.68
Onderhoud	-2.80	-0.70
Positief saldo		1.45

8.7 Paprika ook in de open kas

Indien in de open kas geen tomaat maar paprika zou zijn geteeld op de wijze zoals nu gebruikelijk is met een intensiever gebruik van de scherminstallatie, dan wordt de warmtevraag van de open kas op jaarbasis een stuk lager. De gehanteerde normen voor het gasverbruik zijn namelijk 48 m³/m² voor tomaat, terwijl voor paprika 39 m³/m² per jaar wordt toegepast. Om de warmtevraag in balans te houden met het warmteaanbod van de warmtepomp kunnen verschillende maatregelen worden genomen. Opties hiervan zijn.

1. Verkleinen van het aandeel gesloten kas tot 20%.
2. Levering van warmte aan derden.
3. Inzet van efficiëntere typen warmtepompen.
4. Gebruik van buitenlucht

Toelichting

1. Voor optie 1 is berekend dat met een 20% gesloten kas en 80% open kas paprika de warmtebalans in evenwicht blijft. Hoewel 20% gesloten kas een vermindering van de koudevraag betekent, mogen de warmtepomp en de WKK echter niet kleiner worden, omdat een kleinere warmtepomp in de winter niet voldoende warmte kan leveren. Het aantal draaiuren van de warmtepomp en de WKK zal hiermee dalen. De capaciteit van de bronpompen kan door het kleinere te koelen oppervlak worden teruggebracht, zodat deze optie minder investeringen vraagt.
2. Indien een paprikabedrijf een buurman heeft die (45°C) warmte wil afnemen, dan is optie 2 het meest interessant. Hoe meer warmte aan derden kan worden geleverd, hoe meer koude beschikbaar komt voor de gesloten kas.
3. Bij optie 3 kan worden gedacht aan het gebruik van absorptiewarmtepompen, welke niet door elektriciteit, maar door hoogwaardige warmte worden aangedreven. Ook kan de COP van de warmtepomp worden verhoogd door het verschil tussen de koelwatertemperatuur en de verwarmingswatertemperatuur te verkleinen. Hierin kunnen efficiëntere warmtewisselaars (bijv. FiWiHeX) ondersteunend zijn.
4. Bij optie 4 kan worden gedacht aan een semi-gesloten kas, waarbij ventilatie via de luchtramen vaker wordt toegestaan, of dat buitenlucht actief met ventilatoren wordt aangevoerd.

Het gasverbruik kan met 20% gesloten paprikabedrijf met minstens 40% worden teruggebracht. Toepassing van andere opties kunnen het rendement verder vergroten. Door de hoge energiebesparing, aangevuld met de productieverbetering is een 20% gesloten paprikabedrijf structureel rendabel ten opzichte van een paprikabedrijf die met een ketel wordt verwarmd. Of dit op de langere termijn ook geldt ten opzichte van een paprikabedrijf dat via een WKK elektriciteit aan derden levert is sterk afhankelijk van de elektriciteitsprijs en kan nu niet worden beantwoord.

8.8 SWOT

Voor de paprika in de gesloten kas is een vereenvoudigde SWOT-analyse opgesteld van sterkten, zwakten, kansen en bedreigingen van het systeem

Sterkten

- Een 26% gesloten kas met paprika en een 74% open kas met tomaat kan (nu al) concurreren met een bedrijf dat ook tomaat en paprika teelt en dat verwarmd wordt met behulp van een ketel.
- De grootste kracht van een bedrijf met een gesloten kas ligt in de energiebesparing. De opbrengstverhoging door conditionering in het gesloten kasdeel maakt het systeem nog sterker.

Zwakten

- De grootste drempel voor de omschakeling naar een gesloten bedrijf ligt bij de hoge investeringskosten in combinatie met de eigen inschatting van de economische levensduur van het relatief nieuwe systeem.
- De ontwikkelingen in geconditioneerd telen gaan zo snel dat bedrijven die willen conditioneren, moeten kiezen uit vele combinaties van mogelijkheden, welke voor iedere bedrijfssituatie anders zijn. Dit maakt kennis van de meest actuele inzichten en ervaringen noodzakelijk bij de investeringskeuze.

Kansen

- De gesloten kas is minder afhankelijk van de gasprijs dan een standaard kas die verwarmd wordt met een ketel of een WKK.
- De productieverhoging zou nog kunnen worden verbeterd. 2006 was een leerjaar.

Bedreigingen

- Als de standaard kas in staat is om te besparen op het warmteverbruik of om gebruik te maken van andere warmtebronnen (aardwarmte, elektriciteitsopwekking) zal het voordeel van warmtelevering uit een gesloten kas kleiner worden.

9 Stengelsystemen

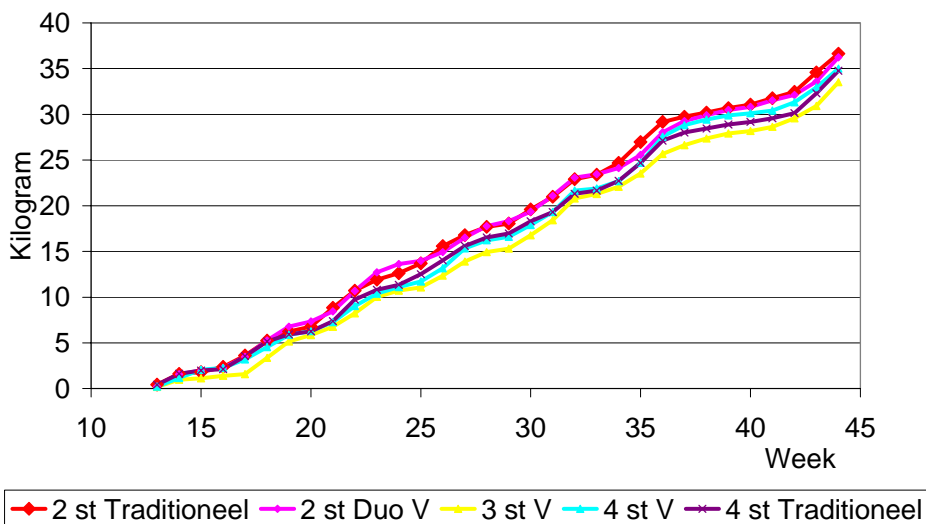
In een deel van de kas zijn andere stengelsystemen getoetst.

Systemen zijn:

1. 4-rijen 2 stengels in verband met een grotere groei­kracht.
2. V-systeem, met duoblokken met twee stengels per plant.
3. V-systeem (goten op 1.60 m van elkaar), 3 stengels 6.6 stengels per m². Dit om het huidige systeem mee te nemen qua luchtverdeling.
4. V-systeem, 4 stengels per plant, 8 stengels per m².
5. 4-rijen 4 stengels in verband met kosten besparing, en betere toepassing bij hoge plantdichtheid. (8 st/m²)

De vakgrootte was minstens 420 m². In deze teeltvakken is van 140 m² de bruto productie geregistreerd. De gegevens in dit hoofdstuk worden op basis van de bruto productie vergeleken omdat deze niet afzonderlijk zijn gesorteerd.

Cumulatieve bruto productie per bruto m² kas



Figuur 9-1 Cumulatieve productie van verschillende stengelsystemen.

De beide 2 stengel systemen komen hierin met de hoogste productie naar voren. Het productie patroon is niet afwijkend. Alleen het 3 stengel-V systeem kwam duidelijk trager in productie en compenseerde dit niet meer.

Systeem	Productie in kg/m ²	
	Bruto	Aangevoerd
2 st Traditioneel	36.6	35.2
2 st Duoblok-V	36.2	34.8
3 st V	33.5	32.2
4 st V	35.0	33.6
4 st Traditioneel	34.8	33.4
6.67 stengel/m ²	33.3	32.0
7.5 stengel/m ²	34.4	33.1

Een grotere groei­kracht kan dus een extra productie realiseren ten opzichte van het nu gehanteerde teeltsysteem. Het verschil is ruim 1 kg/m². De extra stengels per m² bij het 4 stengel systeem resulteerde niet in een hogere productie.

10 Kennisoverdracht

Het project gesloten kas paprika wordt gefinancierd door het Productschap Tuinbouw. Mede om deze reden is openheid in de communicatie een vereiste.

De communicatie heeft plaatsgevonden via verschillende communicatiemiddelen, deze worden in dit hoofdstuk verder uitgewerkt. Tijdens het project is er een chronologische opbouw gebruikt in de informatie verstrekking. Inhoudelijk is het op te delen in verschillende fasen:

1. Uitleg proefopzet (nov – dec 2005)
2. Verloop van teeltproef (jan –sept 2006)
3. Eerste resultaten en ervaringen (sept – okt 2006)
4. Eindresultaten en verbeterpunten (nov – dec 2006)

10.1 Schriftelijke communicatie

In totaal zijn 20 artikelen verschenen over het project gesloten kas. Deze artikelen zijn verspreid over het jaar verschenen. Een deel van de artikelen is geschreven door de projectgroep en een ander deel in samenwerking met journalisten van diverse vakbladen.

Er is gekozen om zowel Groeiservice kanalen (groeiflits, gewasnieuwsbrieven en internetsite) als landelijke kanalen (Vakbladen, diverse agrarische sites en het Productschap Tuinbouw) te gebruiken om informatie over het project te communiceren aan de ondernemers. De teelttechnische informatie is voornamelijk verspreid via de groeiflits en de internetsite van Groeiservice. Informatie gericht aan de gehele sector is verwoord in artikelen in landelijke vakbladen. Een overzicht van de verschenen artikelen is weergegeven in bijlage 2

10.2 Demonstratie bijeenkomsten

Er hebben 15 excursies gesloten kas paprika plaatsgevonden. Dit komt overeen met het begrote aantal in het projectplan. De excursies hebben plaatsgevonden tussen 7 april en 30 juni. In totaal hebben 267 paprika telers deelgenomen aan excursiemiddagen die werden gehouden bij Themato in Berkel en Rodenrijs.

Voor de excursies zijn alle Nederlandse paprikatelers uitgenodigd via een persoonlijke brief. Inschrijven was mogelijk zowel individueel als per (excursie)groep. Verder gaven telers aan of zij niveau 1 of 2 wenste. Het niveau was afhankelijk van een eerder bezoek aan de gesloten kas bij Themato in de tomatentijd.

Programma

Het programma van de excursiemiddag:

- 14.00 uur: Ontvangst (koffie/Thee)
Uitleg gesloten teeltsysteem (technisch)
Bezichtiging gesloten kas met paprika's
Resultaten tot op heden (praktijk proef)
Discussie
- 16.30 uur: Afsluiting

Evaluatie

Om de excursiemiddag te kunnen evalueren is bij 15 paprikatelers een korte vragenlijst afgenomen. Bij de helft is de vragenlijst direct na de excursiemiddag afgenomen en bij de andere helft telefonisch binnen 2 weken na deelname aan de excursiemiddag.

De uitleg van Themato was duidelijk en compleet. Over het algemeen werd deze toelichting als een opfrisser over de techniek beschouwd. Toegang tot de kas was alleen mogelijk met een jas, overschoentjes en handschoentjes aan. Een aantal telers gaf aan dit een beetje overdreven te vinden. De bewegingsvrijheid (loop ruimte) in de kas was voldoende. Enkele telers wilde graag op hoogte (op een buisrail kar) kijken en zelf in de paden rijden. Dit was echter vanwege veiligheids- en aansprakelijkheidsaspecten niet mogelijk. De presentatie over de paprika teelt was compleet. Het interactieve deel, het direct in de klimaatcomputer kijken, maakte de teelt meer tastbaar aldus de telers. Met de klimaatinstellingen was niet iedereen het volledig eens. Er waren echter niet de juiste omstandigheden om hierop zeer uitgebreid in te gaan, mede ingegeven door het feit dat het een groepsexcursie was. Enkele malen werd ook gevraagd om meer energiegegevens. Deze konden helaas niet verstrekt worden omdat eerst het volledige teeltseizoen af moet zijn.

10.3 Lezingen en presentaties.

Aanvullend op de begrote kennisoverdracht activiteiten zijn een tweetal extra presentaties verzorgd door F. Breugem (teeltadviseur) tijdens landelijke voorlichtingsbijeenkomsten voor paprikatelers. Vanuit de praktijk was veel vraag naar toelichting over het verloop van de teeltproef. Deze bijeenkomsten vonden plaats op 26 april en 28 juni. Op beide avonden waren ruim honderd telers aanwezig.

Tijdens de landelijke paprikadag, 21 september 2006, is een blok van 2 uur besteed aan het gesloten kas project. In het blok is in gegaan op de vraag: "Maakt Paprika in de gesloten kas de ambitie waar?"

Het blok was ingedeeld in:

- Filmpje: stand van het gewas op dat moment
- Presentatie "Geconditioneerd paprika's telen" (door PPO)
- Presentatie "Paprika in gesloten kas, energie en economie" (door PPO)
- Vragen en discussie

11 Conclusies en aanbevelingen

In de gesloten kas is in 2006 een productie gerealiseerd van 32.5 kg/m² (netto-aangevoerd product). De hoogste stengeldichtheid van 7.5 per m² gaf een hogere productie dan de stengeldichtheid van 6.67 stengels per m² respectievelijk 33 en 32 kg/m². Dit is voor het eerste jaar, dat als een echt leerjaar is ervaren, een goed resultaat. Vooraf was gesteld dat op een modern bedrijf de productie zou moeten kunnen stijgen van 30 naar 36 kg/m². De proeven met andere stengelsystemen laten zien dat een productie niveau van 36 kg/m² onder de gegeven omstandigheden tot de mogelijkheden behoort. Bij de berekening van de productie per netto m² kas, moet rekening worden gehouden dat deze gesloten kas een ruimte benutting had van 93 %. Een normale kas komt aan de 96-97 % ruimtebenutting.

De combinatie van meer productie (6 kg/m²) en 35 % energiebesparing levert bedrijfseconomisch een rendement van 1.45 €/m² over het hele bedrijf gerekend ten opzichte van een bedrijf dat door een ketel wordt verwarmd. Hierbij is gerekend met een gasprijs van 0.25 €/m³ en een opbrengst van 1.42 €/kilo.

Vanaf de derde zetting (april) is er een schraal groeiend, open gewas, met relatief klein blad. De lengtegroei was minder dan bij standaardteelten en de internodiën waren kort geschakeld. Vanaf die periode bereikt in een gesloten kas bij hoge instraling de temperatuur snel een hogere dagwaarde. In telers termen "er is eerder een zomerse temperatuur in de kas met een daarbij behorend zomers gewas". Dit pleit er voor om in het vervolg te kiezen voor een groeikrachtig systeem. Dit kan zijn een tweestengelsysteem en/of een vroegere zaaidatum.

Bij grotere zetsels kan ook standaard iets groen geoogst worden om de plantbelasting beter te reguleren. Wat het effect hiervan op de productie is kan niet worden gekwantificeerd.

De wijze van toppen heeft invloed op het aantal vruchten dat kan zetten en daardoor op het vruchtgewicht. De totale productie werd door het toppen weinig beïnvloed.

In de gesloten kas trad gemakkelijk groei onderin het gewas op. Geadviseerd wordt om deze structureel te verwijderen.

De verdamping van paprika is een beperkende factor voor het verhogen van de luchtvochtigheid. Luchtbevochtiging kan een bijdrage leveren aan de beheersing van de luchttemperatuur. Dit is voor paprika een optie om met koeling te combineren. De beperkende factor voor de koeling van de kas is de enthalpie=warmte-inhoud van de kaslucht die uit de kas wordt aangezogen. De warmte-inhoud van de lucht wordt door bevochtiging in geval van een lage luchtvochtigheid vergroot.

Voor een gesloten kas moet voor paprika voldoende ruimte boven het gewas beschikbaar blijven om de lucht te circuleren en de opwarming van de koppen en vruchten te beperken.

De oriëntatie van het gewas in de gesloten kas was oost-west. Een noord-zuid oriëntatie zal de bedekking van de vruchten op de momenten met hoge instraling verbeteren.

Gebbruik van een zomerscherm kan de kop- en vruchttemperatuur beter beheersbaar maken. In dit experiment, waarin in de zomer geen scherm is gebruikt, trad geregeld vruchtverbranding op en waren de vruchtwanden soms dun.

De constructie-eisen voor de draadbogen moet afgestemd zijn op een gewasbelasting die op momenten vrij hoog kan zijn.

Doorhang van het gewas moet worden voorkomen. De afstand tussen gewasrijen moet zodanig zijn dat geen beschadiging van het gewas kan plaatsvinden bij het werken met buisrail wagens. Het doorhangen van en de schade aan het gewas heeft een remmende werking op groei en de productie.

Bij de inrichting van de kas moet rekening worden gehouden met alle aspecten van de logistiek die nodig is, zoals inbrengen van matten en planten, de teelthandelingen en de opruimwerkzaamheden. Door de niet

optimale inrichting is er extra arbeid nodig geweest bij de start, tijdens de teelt en bij beëindiging van de teelt. Voor de oogst moet met de capaciteit van de oogstwagens rekening gehouden worden met een hogere piekproductie.

Het onderzoek in dit eerste jaar heeft duidelijk aangetoond dat telen van paprika in een gesloten kas een duidelijke potentie in meerproductie en energiebesparing heeft. Dit rechtvaardigt de wens om in 2007 het onderzoek naar de productie potentie voort te zetten.

Literatuur

- Buwalda, F. ; Zwart, F. de ; Henten, E. van ; Hogendonk, L., 2005
Dynamische beslissingsondersteuning in de paprikateelt : een verkennende studie, toegespitst op het berekenen van energiezuinige optimale stuurtrajecten voor een gelijkmatig afzetpatroon zonder productieverlies. PPO 41616094, 56 pp
- Buwalda, F., 2004
Oogstvoorspeller paprika: ontwikkeling van een model en internetapplicatie voor teeltregistratie en aanvoervoorspelling bij paprika. PPO 41600066, 62 pp
- Dieleman J A; Meinen E; Elings A; Uenk D; Uittien J J; Broekhuijsen A G M; Visser P H B; Marcelis L F M, 2003. Effecten van langdurig hoog CO2 op groei en fotosynthese bij paprika. Wageningen-Plant Research International, 32pp
- Gelder, A. de, J.A. Kipp, 2005. Perspectiefstudie voor (semi_)gesloten kassystemen, PPO-rapport 41616095, 36 pp
- Marcelis, L., A. Elings, J.A. Dieleman, P.H.B de Visser, M.J. Bakker and E. Heuvelink, 2006
Modelling dry matter production and partitioning in Sweet Pepper. Acta Hort. 718:121-128
- Vogel, Peter, 2005. Kennisinventarisatie voor een optimaal teeltconcept voor paprika in een "GESLOTEN KAS". Verslag HAS -Den Bosch 37 pp

Bijlage 1 Teeltsysteem paprika in de gesloten kas 2006.

In dit document staan de keuzes weergegeven die gemaakt zijn door de BCO voor de invulling van de paprikateelt in de gesloten kas in 2006.

Systemen

De keuze is gevallen op een 4 rijensysteem. Dit vanwege:

- de gangbaarheid van dit systeem. Hierdoor kan het gesloten kassysteem zo goed mogelijk op zichzelf beoordeeld worden, en niet ook een alternatief plantsysteem.
- de beste plantverdeling, zowel vroeg als later in het seizoen.

Er wordt gekozen voor een driestengelsysteem, omdat dit de huidige praktijk is.

Er zijn twee plantdichtheden, een gangbaar (6.6 st/m²) en een nauwer (7.5 st/m²). De nauwste vanwege het mogelijk optimaal benutten van CO₂ en de verwachte generatieve, schrale groei. De twee plantdichtheden komen ieder aan een kant van het betonpad, dus in twee verschillend stuurbare afdelingen.

Zaaidatum 24 oktober.

Plantdatum 5-7 december.

Hierbij is gekozen voor de vroegst mogelijk zaaidatum, waarbij zo vroeg mogelijk geplant kan worden, rekening houdend met de opleverdatum van de kas en aanpassingen in de kas.

Proeven

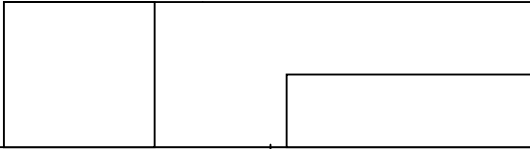
Om de mogelijkheden van het systeem zo goed mogelijk te kunnen onderzoeken worden er een aantal proeven gedaan. Er is naar gestreefd om de proeven een niet al te grote oppervlakte te laten beslaan, zodat een groot deel van de kas zo representatief mogelijk is.

Proeven zijn:

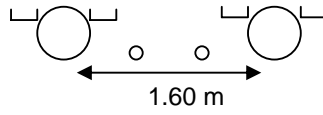
6. 4-rijen 2 stengels ivm een grotere groei-kracht.
7. 4-rijen 4 stengels ivm besparing, en betere toepassing bij hoge plantdichtheid. (8 st/m²)
8. 4-rijen rassen. Hierin worden ook gele en oranje rassen opgenomen. Rassen worden gekozen op basis van de gangbaarheid, en groei-kracht(verschillen) die mogelijk van invloed zijn in de gesloten kas.
9. huidig V-systeem (goten op 1.60 m van elkaar), 3 stengels 6.6 stengels per m². dit om het huidige systeem mee te nemen qua luchtverdeling.
10. huidige V-systeem, duoblokken met twee stengels per plant.
11. huidig V-systeem, 4 stengels per plant, 8 stengels per m².

De exacte kasindeling is te vinden op de plattegrond.

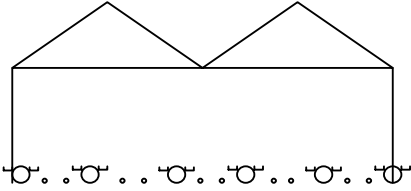
Plattegrond

	
Afd 7	Afd 8
3 st 6.6 st/m ²	3 st 7.5 st/m ²
3 st 6.6 st/m ²	3 st 7.5 st/m ²
3 st 6.6 st/m ²	3 st 7.5 st/m ²
3 st 6.6 st/m ²	3 st 7.5 st/m ²
3 st 6.6 st/m ²	3 st 7.5 st/m ²
3 st 6.6 st/m ²	3 st 7.5 st/m ²
3 st 6.6 st/m ²	3 st 7.5 st/m ²
3 st 6.6 st/m ²	3 st 7.5 st/m ²
2st 6.7 st/m ² traditioneel V-systeem in duoblok 6.6 st/m ²	Rassen 4 st 8 st/m ²
V-syteem 3 st 6.6 st/m ²	V-systeem 4st 8 st/m ²

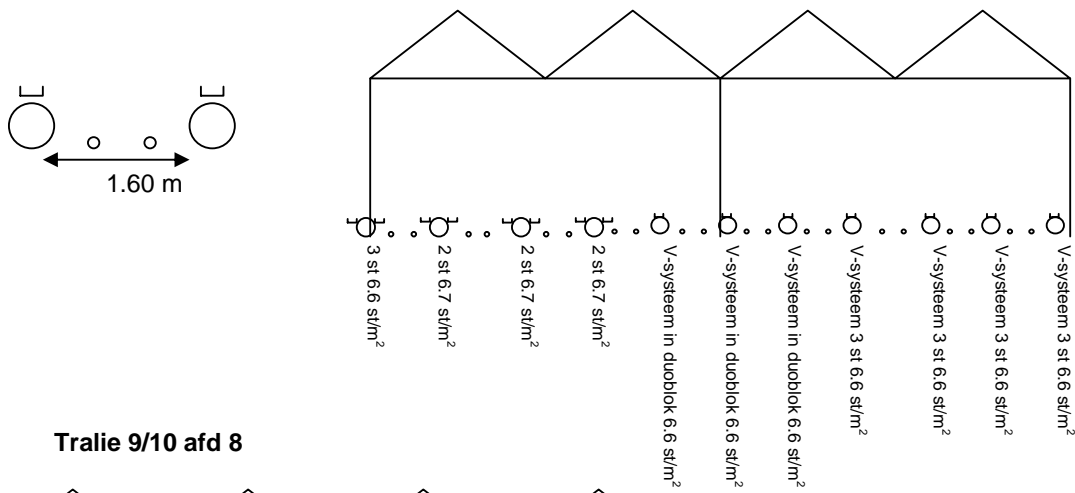
3 st 6.6 / 7.5 st/m² x5



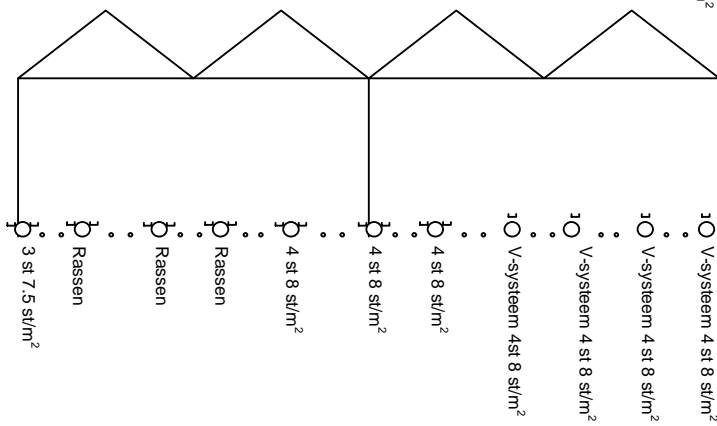
Tralie 1/8 afd 7&8



Tralie 9/10 afd 7



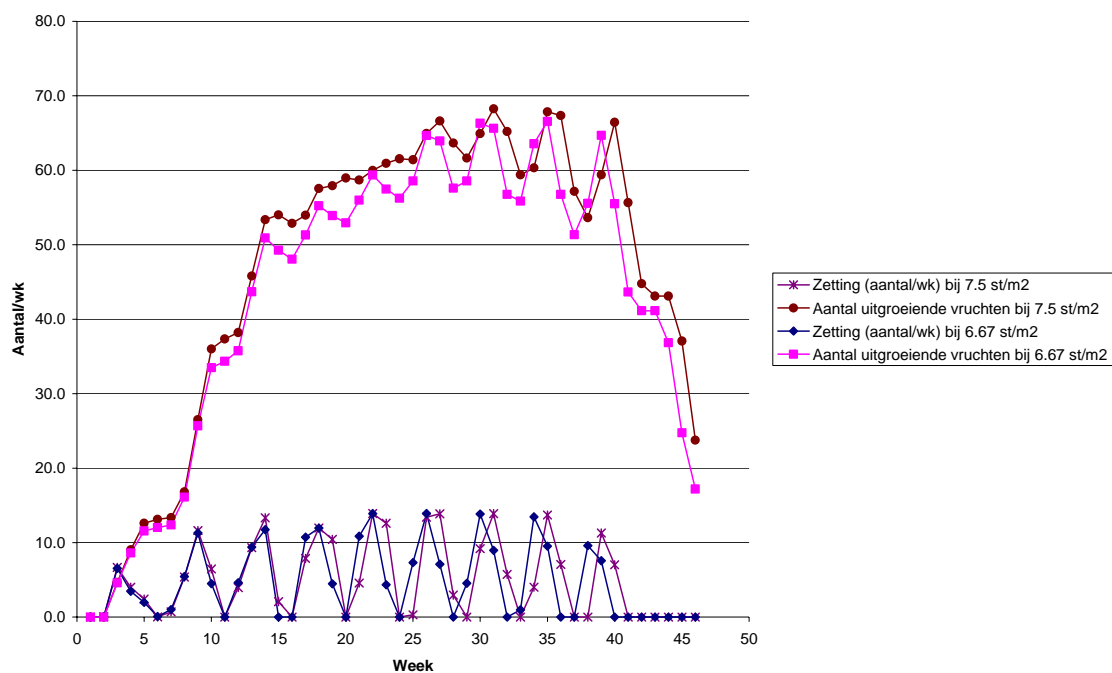
Tralie 9/10 afd 8



Bijlage 2 Scenario's

Aan het begin van de teelt zijn verschillende scenario's bekeken over de te verwachten groei en productie. Op basis van de gegevens tot half mei is het model opnieuw geparameteriseerd en is de in deze bijlage schetste groei voor het seizoen voorspeld.

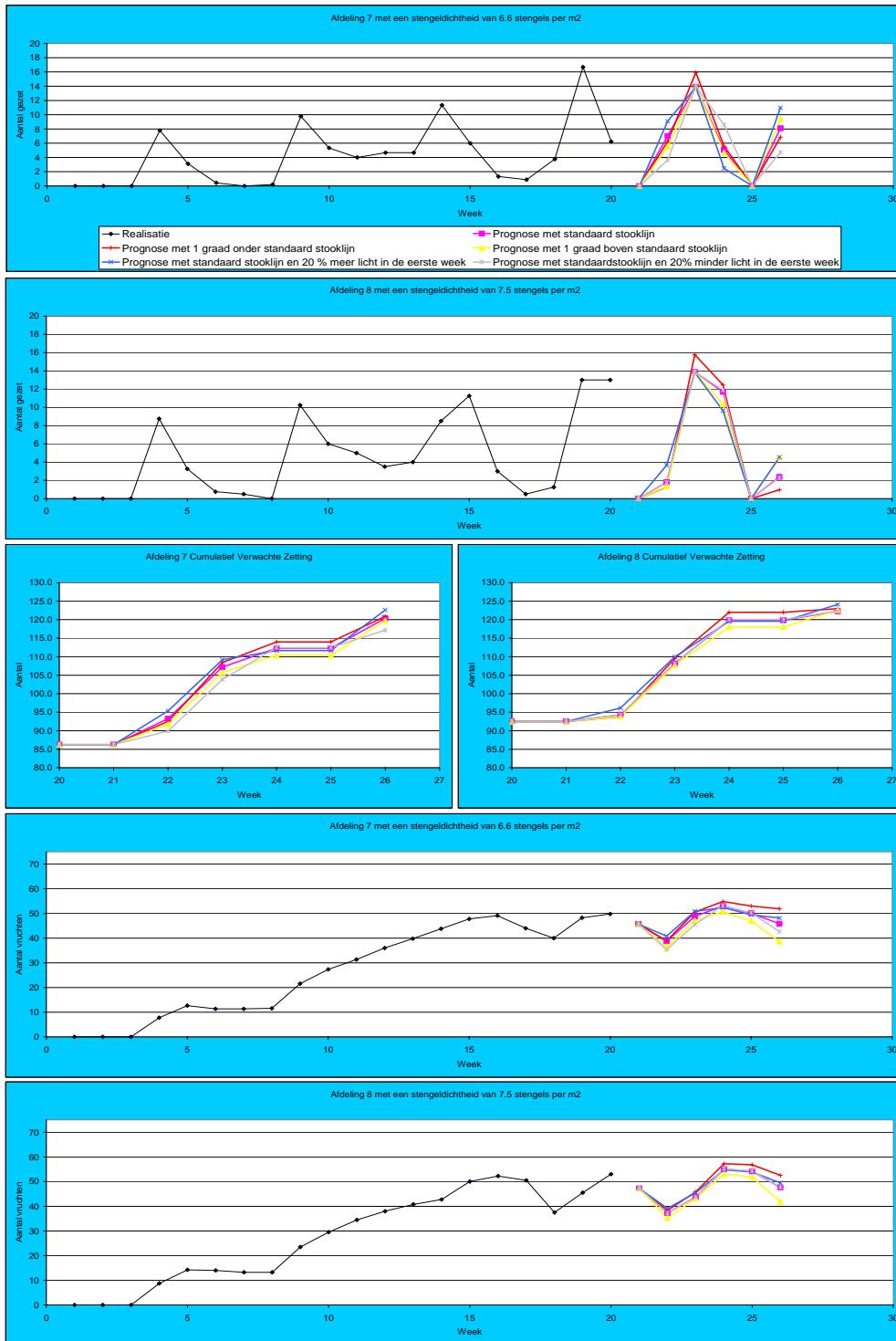
De voorspelling wordt weergegeven in een figuur en twee tabellen. Deze voorspelling is niet gecorrigeerd voor de actuele stand van het gewas, maar geeft de voorspelling zo als die voor een heel jaar vooraf gegeven kan worden.



Bijlage 2 vervolg

Stengeldichtheid 7.5 per m2									
Week	Gemiddelde Stralingsom	Temperatuur	Vegetatieve groei (gDW/m2/wk)	Vrucht groei (gDW/m2/wk)	Zetting (aantal/wk) bij 7.5 st/m2	Aantal uitgroeiende vruchten bij 7.5 st/m2	Aantal vruchten geoogst/wk	Productie (kg/wk)	Gemiddeld vruchtgewicht (g)
1	188	20.0	9.3	0.0	0.0	0.0	0.0	0	
2	211	19.6	17.9	0.0	0.1	0.0	0.0	0	
3	272	18.8	26.5	0.5	6.7	4.6	0.0	0	
4	314	18.4	30.0	3.1	4.0	9.0	0.0	0	
5	373	18.4	30.8	8.9	2.4	12.6	0.0	0	
6	303	18.6	16.1	15.5	0.0	13.1	0.0	0	
7	303	18.6	10.9	20.4	0.7	13.4	0.0	0	
8	333	19.0	9.2	22.8	5.4	16.8	0.0	0	
9	796	20.1	21.9	59.1	11.6	26.5	0.0	0	
10	725	20.0	17.7	50.1	6.5	36.0	0.0	0	
11	1006	20.2	19.0	65.0	0.0	37.3	0.0	0	
12	1142	20.6	16.0	75.0	4.0	38.2	0.0	0	
13	1070	20.8	11.8	67.0	9.3	45.8	0.1	0.02	254
14	1503	21.3	17.3	93.8	13.3	53.4	7.6	1.86	245
15	1436	21.2	17.5	92.5	2.1	54.0	5.5	1.32	240
16	1481	21.6	15.0	91.6	0.0	52.9	0.0	0.00	226
17	1520	21.7	12.2	86.3	7.9	54.0	4.1	0.88	212
18	1711	21.8	14.0	94.3	12.0	57.6	11.6	2.34	201
19	2103	22.5	20.7	118.4	10.4	57.9	8.4	1.67	198
20	1908	22.9	17.4	104.2	0.0	59.0	0.0	0.00	199
21	1759	21.2	13.4	96.0	4.6	58.7	4.0	0.76	193
22	1803	21.2	13.9	101.5	13.9	60.0	13.3	2.53	190
23	1834	21.2	17.2	110.8	12.6	60.9	10.5	2.03	193
24	1854	21.2	17.5	111.1	0.0	61.5	0.9	0.18	200
25	1862	21.2	14.1	105.3	0.3	61.4	0.0	0.00	203
26	1857	21.2	12.4	100.9	13.4	64.9	9.9	1.94	196
27	1839	21.2	14.6	107.3	13.9	66.6	12.0	2.34	195
28	1810	21.2	17.2	113.1	3.0	63.7	8.4	1.66	197
29	1768	21.2	15.1	108.7	0.0	61.6	0.0	0.00	199
30	1716	21.1	12.0	98.3	9.2	64.9	2.6	0.50	192
31	1653	21.1	12.5	97.6	13.9	68.3	13.9	2.61	189
32	1581	21.0	15.3	102.9	5.7	65.2	13.7	2.57	187
33	1501	21.0	15.2	102.2	0.0	59.4	0.9	0.16	189
34	1413	20.9	11.6	90.7	4.0	60.3	0.0	0.00	190
35	1319	20.8	10.0	80.0	13.7	67.9	7.8	1.41	182
36	1221	20.7	11.5	80.1	7.1	67.4	11.9	2.12	178
37	1119	20.6	12.7	80.7	0.0	57.2	10.8	1.91	176
38	1016	20.6	10.7	74.2	0.0	53.6	0.0	0.00	175
39	913	20.5	8.0	60.1	11.3	59.4	0.0	0.00	170
40	811	20.4	1.0	54.2	7.0	66.4	9.2	1.47	160
41	712	20.3	0.0	55.4	0.0	55.6	11.9	1.83	153
42	617	20.2	0.0	54.6	0.0	44.8	7.7	1.15	149
43	527	20.2	0.0	43.0	0.0	43.1	0.0	0.00	145
44	445	20.1	0.0	28.6	0.0	43.1	0.0	0.00	138
45	370	20.0	0.0	20.4	0.0	37.1	11.8	1.51	128
46	305	20.0	0.0	22.2	0.0	23.8	11.6	1.38	119
Totaal							210	38.2	
		Licht en temperatuur							
		Tot week 20 gerealiseerd daarna langjarige verwachting							

Bijlage 3. Wekelijkse Prognose



Prognoses van de verschillende scenario's voor de komende zes weken
Afdeling 7 met een stengeldichtheid van 6.6 stengels per m2

Prognose met standaard stooklijn

Week	Gemiddelde Stralingsom	Temperatuur	Vegetatieve groei (gDW/m2/wk)	Vrucht groei (gDW/m2/wk)	Zetting (aantal/wk)	Aantal uitgroeiende vruchten	Aantal vruchten geoogst/wk	Productie (kg/wk)	Uitgroeiduur (d)	Gemiddeld vruchtgewicht (kg)
21	1759	22.8	15	90	0.0	45.7	4.4	0.9		0.198
22	1803	22.8	17	100	7.0	38.8	13.9	2.8		0.199
23	1834	22.9	19	104	13.9	48.9	3.9	0.8		0.205
24	1854	22.9	17	100	5.1	53.0	0.9	0.2		0.209
25	1862	22.9	14	96	0.0	50.1	2.9	0.6		0.202
26	1857	22.9	15	96	8.1	45.9	12.3	2.4		0.195

Prognose met 1 graad onder standaard stooklijn

Week	Gemiddelde Stralingsom	Temperatuur	Vegetatieve groei (gDW/m2/wk)	Vrucht groei (gDW/m2/wk)	Zetting (aantal/wk)	Aantal uitgroeiende vruchten	Aantal vruchten geoogst/wk	Productie (kg/wk)	Uitgroeiduur (d)	Gemiddeld vruchtgewicht (kg)
21	1759	21.8	16	96	0.0	45.7	4.4	0.9		0.199
22	1803	21.8	17	103	6.3	38.9	13.0	2.6		0.202
23	1834	21.9	19	107	15.9	50.5	4.3	0.9		0.209
24	1854	21.9	17	104	5.6	54.8	1.3	0.3		0.218
25	1862	21.9	14	100	0.0	53.0	1.8	0.4		0.213
26	1857	21.9	13	97	6.9	51.9	8.0	1.7		0.211

Prognose met 1 graad boven standaard stooklijn

Week	Gemiddelde Stralingsom	Temperatuur	Vegetatieve groei (gDW/m2/wk)	Vrucht groei (gDW/m2/wk)	Zetting (aantal/wk)	Aantal uitgroeiende vruchten	Aantal vruchten geoogst/wk	Productie (kg/wk)	Uitgroeiduur (d)	Gemiddeld vruchtgewicht (kg)
21	1759	23.8	14	84	0.0	45.7	4.4	0.9		0.197
22	1803	23.8	17	96	5.5	36.4	14.9	2.9		0.196
23	1834	23.9	19	99	13.9	47.2	3.1	0.6		0.200
24	1854	23.9	17	95	4.7	50.7	1.1	0.2		0.198
25	1862	23.9	15	92	0.0	47.0	3.7	0.7		0.190
26	1857	23.9	17	97	9.4	38.7	17.7	3.2		0.181

Prognose met standaard stooklijn en 20 % meer licht in de eerste week

Week	Gemiddelde Stralingsom	Temperatuur	Vegetatieve groei (gDW/m2/wk)	Vrucht groei (gDW/m2/wk)	Zetting (aantal/wk)	Aantal uitgroeiende vruchten	Aantal vruchten geoogst/wk	Productie (kg/wk)	Uitgroeiduur (d)	Gemiddeld vruchtgewicht (kg)
21	2062	22.8	17	103	0.0	45.7	4.4	0.9		0.199
22	1854	22.8	17	99	9.1	40.8	13.9	2.8		0.201
23	1834	22.9	19	103	13.9	50.8	3.9	0.8		0.208
24	1854	22.9	16	100	2.5	52.4	0.9	0.2		0.212
25	1862	22.9	14	95	0.0	49.5	2.9	0.6		0.204
26	1857	22.9	15	95	11.0	48.1	12.3	2.4		0.197

Prognose met standaardstooklijn en 20% minder licht in de eerste week

Week	Gemiddelde Stralingsom	Temperatuur	Vegetatieve groei (gDW/m2/wk)	Vrucht groei (gDW/m2/wk)	Zetting (aantal/wk)	Aantal uitgroeiende vruchten	Aantal vruchten geoogst/wk	Productie (kg/wk)	Uitgroeiduur (d)	Gemiddeld vruchtgewicht (kg)
21	1457	22.8	12	73	0.0	45.7	4.4	0.9		0.197
22	1752	22.8	17	101	3.6	35.4	13.9	2.7		0.196
23	1834	22.9	20	104	14.0	45.5	3.9	0.8		0.201
24	1854	22.9	19	100	8.6	53.2	0.9	0.2		0.204
25	1862	22.9	15	96	0.0	50.3	2.9	0.6		0.199
26	1857	22.9	15	97	4.7	42.7	12.3	2.4		0.195

Prognoses van de verschillende scenario's voor de komende zes weken
Afdeling 8 met een stengeldichtheid van 7.5 stengels per m2

Prognose met standaard stooklijn

Week	Gemiddelde Stralingsom	Temperatuur	Vegetatieve groei (gDW/m2/wk)	Vrucht groei (gDW/m2/wk)	Zetting (aantal/wk)	Aantal uitgroeiende vruchten	Aantal vruchten geoogst/wk	Productie (kg/wk)	Uitgroeiduur (d)	Gemiddeld vruchtgewicht (kg)
21	1759	22.8	16	88	0.0	47.2	5.9	1.2		0.201
22	1803	22.8	16	97	1.8	37.3	11.7	2.4		0.203
23	1834	22.9	19	106	13.9	43.7	7.5	1.5		0.207
24	1854	22.9	19	103	11.7	55.1	0.4	0.1		0.211
25	1862	22.9	15	97	0.0	54.2	0.9	0.2		0.202
26	1857	22.9	13	94	2.4	47.6	9.0	1.8		0.202

Prognose met 1 graad onder standaard stooklijn

Week	Gemiddelde Stralingsom	Temperatuur	Vegetatieve groei (gDW/m2/wk)	Vrucht groei (gDW/m2/wk)	Zetting (aantal/wk)	Aantal uitgroeiende vruchten	Aantal vruchten geoogst/wk	Productie (kg/wk)	Uitgroeiduur (d)	Gemiddeld vruchtgewicht (kg)
21	1759	21.8	17	94	0.0	47.2	5.9	1.2		0.202
22	1803	21.8	16	101	1.3	38.3	10.2	2.1		0.206
23	1834	21.9	18	108	15.8	45.8	8.3	1.8		0.212
24	1854	21.9	19	108	12.5	57.3	1.0	0.2		0.220
25	1862	21.9	15	102	0.0	56.8	0.5	0.1		0.217
26	1857	21.9	13	97	1.0	52.5	5.2	1.1		0.216

Prognose met 1 graad boven standaard stooklijn

Week	Gemiddelde Stralingsom	Temperatuur	Vegetatieve groei (gDW/m2/wk)	Vrucht groei (gDW/m2/wk)	Zetting (aantal/wk)	Aantal uitgroeiende vruchten	Aantal vruchten geoogst/wk	Productie (kg/wk)	Uitgroeiduur (d)	Gemiddeld vruchtgewicht (kg)
21	1759	23.8	15	82	0.0	47.2	5.9	1.2		0.199
22	1803	23.8	15	93	1.3	35.2	13.3	2.7		0.200
23	1834	23.9	19	103	13.9	43.2	5.9	1.2		0.202
24	1854	23.9	18	98	10.3	53.1	0.5	0.1		0.200
25	1862	23.9	15	93	0.0	51.8	1.2	0.2		0.186
26	1857	23.9	15	94	4.6	41.8	14.6	2.7		0.186

Prognose met standaard stooklijn en 20 % meer licht in de eerste week

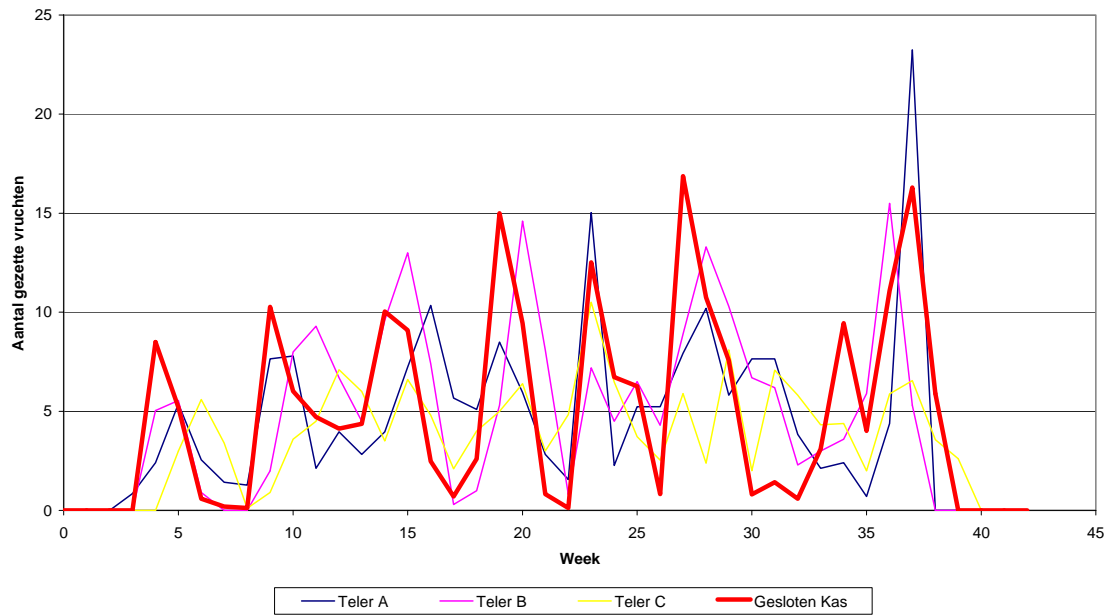
Week	Gemiddelde Stralingsom	Temperatuur	Vegetatieve groei (gDW/m2/wk)	Vrucht groei (gDW/m2/wk)	Zetting (aantal/wk)	Aantal uitgroeiende vruchten	Aantal vruchten geoogst/wk	Productie (kg/wk)	Uitgroeiduur (d)	Gemiddeld vruchtgewicht (kg)
21	2062	22.8	18	101	0.0	47.2	5.9	1.2		0.202
22	1854	22.8	16	97	3.7	39.2	11.7	2.4		0.206
23	1834	22.9	18	105	13.8	45.5	7.5	1.6		0.211
24	1854	22.9	18	103	9.6	54.8	0.4	0.1		0.216
25	1862	22.9	14	97	0.0	53.9	0.9	0.2		0.205
26	1857	22.9	13	94	4.5	49.4	9.0	1.8		0.204

Prognose met standaardstooklijn en 20% minder licht in de eerste week

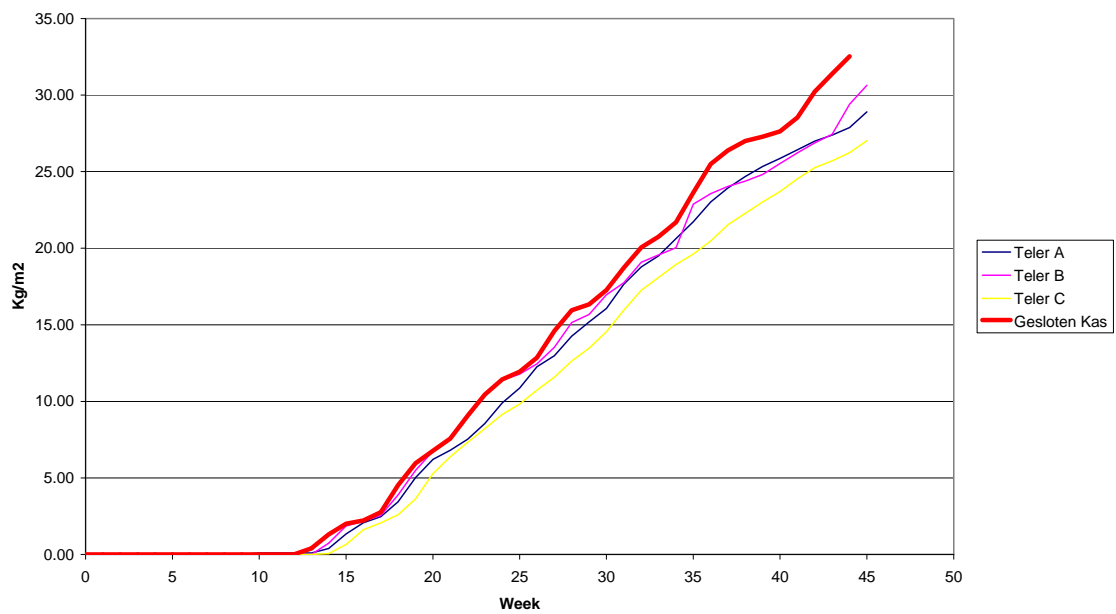
Week	Gemiddelde Stralingsom	Temperatuur	Vegetatieve groei (gDW/m2/wk)	Vrucht groei (gDW/m2/wk)	Zetting (aantal/wk)	Aantal uitgroeiende vruchten	Aantal vruchten geoogst/wk	Productie (kg/wk)	Uitgroeiduur (d)	Gemiddeld vruchtgewicht (kg)
21	1457	22.8	13	71	0.0	47.2	5.9	1.2		0.199
22	1752	22.8	16	98	1.8	37.3	11.7	2.3		0.200
23	1834	22.9	19	107	13.9	43.7	7.5	1.5		0.203
24	1854	22.9	19	104	11.9	55.2	0.4	0.1		0.205
25	1862	22.9	15	98	0.0	54.3	0.9	0.2		0.196
26	1857	22.9	13	95	2.3	47.7	9.0	1.8		0.197

Bijlage 4 Zetting

Zettingsverloop Ferrari bij 4 telers



Netto Productie per m2 kas



Bijlage 5 Instellingen en realisatie van kasklimaat en watergift

Week som in	STRALING	INSTEL DAG	INSTEL NACHT	VOORNACHT	ETMAAL	DAG	NACHT	VOCHT DAG	VOCHT NACHT	LENGTE GROEI	PLANTLENGTE	GIFT	DRAIN	E.C. gift	pH gift	EC mat	pH mat	
		°C	°C	°C	°C	°C	°C	%	%	cm	cm	Liter/m2	%	mS		mS		
47																		
48																		
49	1750	22	22		22.0	22.0	22.0	77	77			32.0		3.5	5.4			
50	1390	23/+1.5	22.5		22.6	23.2	22.3	79	78	7.0		39.0	4.9	3.5	5.4	2.5	7.6	
51	1272	21+2	20		21.4	22.3	21.0	79	80	7.0		46.0	3.7	3.5	5.4	3.0	6.6	
52	2097	21+2	20		20.7	22.0	20.2	72	76	7.5		53.5	2.7	3.5	5.4	3.0	6.4	
1	1305	20.5+2	19.5		20.0	21.0	19.5	78	82	7.5		61.0	2.6	3.5	5.2	2.9	6.5	
2	1642	20.5+2	19	17	19.5	20.6	19.1	79	83	7.5		68.5	3.5	78%	3.5	5.1	2.9	6.2
3		20+2	18	16.5	18.7	20.2	18.0	78	81	8.5		77.0	3.3	45%	3.5	5.0	3.1	6.2
4	2333	20+2.5	18	16.5	18.4	20.0	17.6	79	81	8.0		85.0	4.3	37%	3.5	5.1	3.1	6.6
5	2773	20+3.5	18	17	18.5	20.2	17.6	79	83	7.5		92.5	4.3	28%	3.5	5.1	3.1	6.5
6	2199	20, +3.5	18	17	18.6	20.2	17.8	81	84	7.0		99.5	4.2	40%	3.5	5.1	3.2	6.6
7	1642	20, +3.5	18	17	18.7	20.2	17.9	81	85	6.0		105.5	4.3	45%	3.2	5.1	3.5	6.4
8	3267	20.5 +3.5	19	18	19.3	20.8	18.3	81	83	5.5		111.0	5.6	52%	3.2	5.1	3.6	6.4
9	5360	20.5 +3.5	19	17	19.9	21.9	18.6	81	82	6.0		117.0	7.6	40%	3.2	5.1	3.5	6.3
10	4705	21 +2.5	19	17	20.0	21.9	18.6	82	82	6.0		123.0	8.1	48%	3.2	5.1	3.5	6.6
11	7063	21 +2.5	19	17	20.4	22.5	18.6	81	81	7.0		130.0	11.8	61%	3.2	5.1	3.5	6.2
12	7369	21 +2.5	19	17	20.6	22.4	19.0	83	85	8.0		138.0	12.4	50%	3.2	5.1	3.5	6.4
13	8034	22 +1.5	19	17	21.0	22.9	19.2	83	83	6.5		144.5	16.0	50%	3.3	5.1	3.6	6.5
14	10600	22 +1.5	19	17	21.0	23.4	19.3	81	76	7.0		151.5	25.0	50%	3.2	5.1	3.5	6.4
15	9983	22 +1.5	19	19	21.3	23.2	19.4	80	76	4.5		156.0	23.7	56%	3.2	5.1	3.3	6.5
16	10278	22 +1.5	19	19	21.6	23.4	19.4	81	84	5.5		161.5	25.4		3.2	5.1	3.0	6.4
17	10208	22 +1.5	19	19	21.7	23.4	19.5	81	83	5.3		166.8	25.4	60%	3.1	5.1	3.4	6.5
18	12564	22 +2	19	19	22.0	23.8	19.5	79	93	5.0		171.8	28.1	65%	3.1	5.2	3.3	6.5

Week som in	STRALING	INSTEL	INSTEL	VOORNACHT	ETMAAL	DAG	NACHT	VOCHT	VOCHT	LENGTE	PLANTLENGTE	GIFT	DRAIN	E.C.	pH	EC	pH
		DAG	NACHT					DAG	NACHT	GROEI				gift	gift	mat	mat
		°C	°C	°C	°C	°C	°C	%	%	cm	cm	Liter/m2	%	mS		mS	
19	15073	22+2	20	20	22.8	24.7	19.9	77	87	5.0	176.8	33.5	67%	2.8	5.2	3.0	6.3
20	11828	22 + 2	20	20	22.7	24.2	20.4	80	88	4.5	181.3	26.0	50%	2.8	5.2	2.6	6.4
21	8554	22 + 2	20	20	22.0	23.1	20.3	83	84	4.5	185.8	23.0	42%	3.0	5.2	2.6	6.5
22	10730	22 + 2	19 + 1.5	19 + 1.5	22.5	23.6	20.4	82	82	4.0	189.8	23.5	40%	3.0	5.2	2.8	6.4
23	17688	22 + 2	19 + 1.5	19 + 1.5	23.6	25.2	20.8	75	81	9.0	198.8	30.5	32%	3.0	5.1	2.8	6.5
24	14608	22 + 2	19 + 1.5	19 + 1.5	23.3	25.0	20.3	78	87	5.0	203.8	31.4	37%	3.0	5.1	2.9	6.6
25	13977	22 + 2	19+1.5	19+1.5	23.0	24.5	20.2	80	87	4.5	208.3	29.7	34%	3.0	5.1	2.9	6.6
26	12914	22+2	18+2	18+2	22.6	24.1	19.9	81	87	5.0	213.3	29.7	38%	3.0	5.1	3.0	6.5
27	16341	22+2	18+2	18+2	23.5	25.4	20.1	79	87	8.5	221.8	35.4	33%	3.0	5.1	3.5	6.4
28	16391	22+2	18+1	18+1	23.4	25.4	20.1	78	86	5.5	227.3	36.1	37%	2.7	5.1	3.0	6.4
29	18351	22+2	18	18	23.5	26.1	19.1	78	87	5.5	232.8	39.2	30%	2.5	5.1	3.2	6.5
30	13274	22+2	18	18	22.3	24.5	18.7	79	88	4.5	237.3	31.0	29%	2.7	5.1	3.0	6.2
31	9394	22+2	19	19	21.7	23.4	19.0	82	88	5.5	242.8	20.9	27%	2.8	5.1	3.4	6.3
32	9716	22+2	19	19	21.7	23.5	19.2	81	87	4.3	247.1	21.7	25%	2.8	5.1	3.4	6.5
33	9261	23+1.5	19	19	21.6	23.6	19.1	81	88	5.3	252.4	21.7	26%	2.8	5.1	3.5	6.5
34	8655	23 + 1.5	19	19	21.7	23.8	19.1	82	86	6.0	258.4	21.0	27%	2.7	5.1	3.3	6.3
35	7521	23 + 1.5	18	18	21.2	23.4	18.7	84	86	4.0	262.4	19.0	33%	2.8	5.1	3.0	6.4
36	8211	23 + 1.5	18	18	21.2	23.5	18.7	83	86	6.0	268.4	19.6	28%	2.9	5.1	3.0	6.5
37	11159	23 + 1.5	18	18	21.7	24.4	19.1	79	86	7.0	275.4	24.7	29%	2.9	5.1	3.2	6.6
38	7932	23 + 1.5	20	18	21.1	23.5	19.0	82	87	7.3	282.7	21.2	30%	2.9	5.1	3.0	6.6
39	5759	23 + 1.5	20	18	21.5	23.5	19.9	84	86	5.0	287.7	17.8	30%	2.9	5.1	3.3	6.4
40	4753	23 + 1.5	20	18	21.4	23.1	20.1	84	85			17.0	34%	2.9	5.1	3.2	6.3
41	5254	23 + 1.5	20	20.5	22.0	23.8	20.8	83	84			15.6	30%	2.9	5.1	3.2	6.4
42	4303	23 + 1.5	20	20	21.8	23.5	20.6	84	83			11.6	25%	2.9	5.1	3.4	6.4

Bijlage 6: Verschenen publicaties

	Naam artikelen	Publicatie medium	Datum
1.	Paprikateelt in een gesloten kas gaat door!	Gewasnieuwsbrief Paprika	Wk 38 2005
2.	Planten gesloten kas in aantocht	Nieuwe oogst	Wk 47 2005
3.	Project gesloten kas paprika van start	Gewasnieuwsbrief Paprika	Wk 48 2005
4.	Per van Reeuwijk bedrijfsleider in project gesloten kas	Groeiflits/site Groeiservice	Wk 3
5.	Gesloten kas het Ei van Columbus	BN De Stem	Wk 3
6.	Opstart paprikateelt in de gesloten kas en situatie op dit moment	Gewasnieuwsbrief Paprika	Wk 8
7.	Plant ontwikkelt zich goed in de gesloten kas	Groeiflits/ site Groeiservice	Wk 12
8.	Eerste telers bezoeken paprikaproject gesloten kas	Nieuwe Oogst	Wk 15
9.	Verwachting gesloten paprikateelt hooggespannen	Groenten & Fruit	Wk 14
10.	Energiebesparing van 36% bij paprikateelt gesloten kas	Internetsite Agriholland	Wk 17
11.	Actualiteiten gesloten kas	Gewasnieuwsbrief Paprika	Wk 18
12.	Ontwikkelingen in de gesloten kas paprika	Groeiflits/site Groeiservice	Wk 22
13.	Paprika in gesloten kas produceert volgens plan	Groenten & Fruit	Wk 25
14.	Gesloten kas in de zomer	Groeiflits/site Groeiservice	Wk 27
15.	De gesloten kas in de zomer	Groeiflits/site Groeiservice	Wk 35
16.	Lichtintensiteit was het grootste probleem	Groenten & Fruit	Wk 37
17.	Teelt gesloten kas in laatste fasen	Gewasnieuwsbrief Paprika	Wk 40
18.	Gesloten telen vraag uitgekende strategie	Groenten & Fruit	Wk 50
19.	Eerste jaar paprika telen in gesloten kas afgerond	Gewasnieuwsbrief Paprika	Wk 50
20.	Paprika kan goed uit de voeten met Gesloten Kas	Onder Glas	Versijnt januari 2007
21.	Closed pepper experiments	Commercial Greenhouse growermagazine	Januari 2007
22.	Resultaten gesloten kas paprika 2006	Gewasnieuwsbrief Paprika	Wk 5-2007

Bijlage 7 Beknopte versie van de presentatie tijdens de demomiddagen



LTO Groeiservice



LTO Groeiservice

Het project wordt gefinancierd door:



Gesloten kas paprika 2006



LTO Groeiservice

Programma

- Teeltopzet
- Inrichting van de kas
- Klimaat in een gesloten kas
- Teelt tot nu toe
- Teeltplanning
- Discussie





Klimaat in de gesloten kas

- Wat is er anders dan normaal?
 - CO₂
 - Verwarmingssysteem
 - Koeling
 - Temperatuur
 - RV regelbaar
 - Luchtbeweging

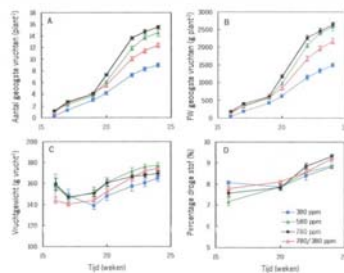


CO₂

- Hele jaar door hoog CO₂ mogelijk
- Normaal: CO₂ beperkend als de plantbelasting oploopt. Nu wordt licht beperkend.
- Meer CO₂ = meer assimilaten
- Meer CO₂ = meer zetting



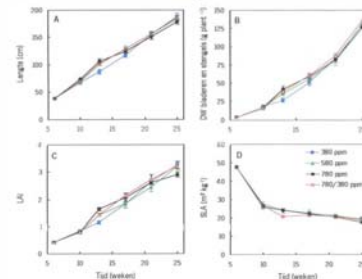
CO₂



bron: Plant Research International, Wageningen



CO₂



bron: Plant Research International, Wageningen



Conclusie CO₂

- Meer CO₂ geeft een hogere productiepotentie.
- Bewuste keuze voor hoog CO₂ in deze proef.
- Is het mogelijk om maximale productie uit hoog CO₂ te halen?



Verwarmingssysteem

- Verwarmen met warme lucht: snel, geen doorschieten van de temperatuur.
- Gelijkmatige, zachte warmte. Geen "droge" buiswarmte.
- Ingestelde temperatuur makkelijk te halen, geen beperkingen door buisbegrenzing.
- Geen invloed van een minimum buis op de temperatuur.



Koelen

- Uitblazen van koude lucht uit de slurven
- Instellen: koeltemperatuur (= x °C boven stooktemp)
- Koeling: van onderaf, zonnewarmte van boven af.
- Koeling afhankelijk van uitblaas temperatuur en uitblaaskracht.
- Voldoende kou bovenin te brengen?



Temperatuur (1)

- Veel licht en hoog CO₂ : hogere etmaaltemperatuur = hogere ontwikkelingssnelheid.
- Te hoge plantbelasting voorkomen door temperatuur aanpassing.
- Optimale temperatuur is anders (hoger) dan normaal.



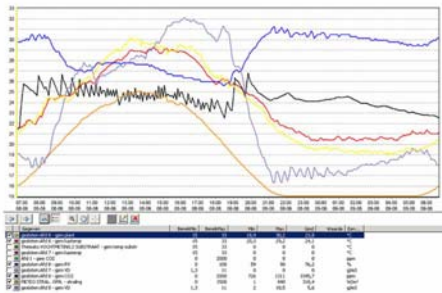
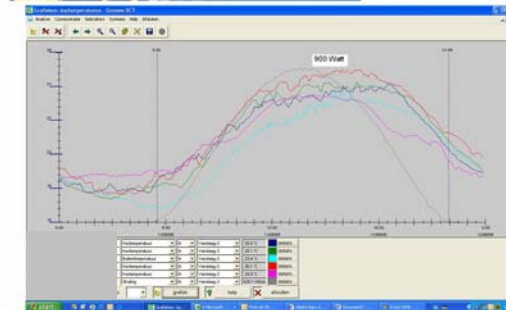
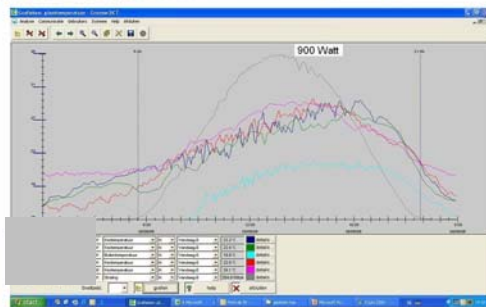
Temperatuur (2)

- Gerealiseerde lijn volgt de ingestelde lijn
- Geen kouval bij openen van het scherm
- Geen na ijlen van de buis
- Geen "knijpen" in de namiddag



Temperatuur (3)

- Planttemperatuur is hoger dan de kaslucht > 250 Watt
- Met instraling ligt de planttemperatuur hoger dan wanneer gelucht wordt.
- Verschil tussen kas- en planttemperatuur is o.a. afhankelijk van de RV.



RV

- Geen hete buizen of luchten => hogere RV
- Gevolg: ontvochtigen op bijv. 85%
- Ontvochtigen en naverwarmen heeft invloed op kastemperatuur.