



Het Nieuwe Telen Paprika

Arie de Gelder en Mary Warmenhoven¹, Marc Grootsholten², Jeroen Zwinkels³

¹ Wageningen UR Glastuinbouw – ² GreenQ-Improvement Centre – ³ DLV plant



Referaat

In het Nieuwe Telen Paprika met drie schermen en gecontroleerde ventilatie is geteeld met een energie inzet voor warmte van 22.2 m³/m² en is 30.6 kg/m² gele paprika's geoogst. Netto verkocht is er 30 kg/m² waarvan 26.5 kg/m² klasse I. De energiebesparing ten opzichte van twee excursie groepen was over het hele jaar steeds ca 0.3 m³/(m².week). Vooral in de zomer is dit opmerkelijk. Dan kan paprika geteeld worden zonder minimumbuis en vrijwel zonder warmte input. Knelpunt vormt dan wel de CO₂ beschikbaarheid. Bij de start van de teelt werd de gewenste etmaal temperatuur niet gerealiseerd. Dit was ongunstig voor de ontwikkeling van de eerste knoppen. Door lichtgebrek in januari kwam de eerste zetting te laat op gang. De achterstand ten opzichte van de zetting in de praktijk werd bij de derde zetting gecompenseerd. Met een gematigde temperatuur bij weinig licht bleven de knoppen behouden en konden zodra er meer licht was goed zetten. In het najaar is tijdig een kleine kop uit het gewas gehaald. Naar het einde toe is met een stooktemperatuur van 15 °C nacht en 19 °C dag op een rustige wijze naar de laatste oogst toe gewerkt. De gecontroleerde ontvochtiging deed een groot deel van het jaar waar het voor is ontworpen. Een paar weken voor het einde van de teelt is het systeem uitgezet omdat toen de vochtbeheersing niet meer nodig was. Dit was ook gunstig voor het energie gebruik, want in de laatste weken kostte de vochtbeheersing energie. De ervaringen met Het Nieuwe Telen Paprika komen overeen met die bij tomaat en komkommer. Het is een aanpak die zeker tot energie besparing leidt, zonder dat dit ten koste gaat van de totaal productie. Op vroegheid wordt wel iets ingeleverd.

Abstract

For the next generation greenhouse cultivation with three screens and controlled ventilation Sweet Pepper was grown with an energy demand of 22.2 m³/m². The production was 30.6 kg/m². The energy saving compared to 2 groups of growers was 0.3 m³/(m².week). This is remarkable especially for summer. Then growing Sweet Pepper is possible without a minimum heating pipe temperature and without a energy demand for heating. At the start of the cultivation the desired mean temperature was not realised. This was unfavourable for development of the first fruits. Due to low light levels fruit set was delayed in January. The delay in production was compensated in March. With low light levels moderate temperatures avoided abortion of flowers. So then the light level increased fruit set was possible. To the end of the cropping period temperature was set to 15 °C at night and 19 °C at daytime resulting slow but steady growth until the end of harvest in November. The controlled dehumidification worked properly the whole year according to its design. Three weeks before the last harvest it was turned of because humidity control was unnecessary. This saved energy, because in that period humidity control was only possible with input of heat. The experience with the next generation cultivation of Sweet Pepper were comparable with Tomato and Cucumber. It is an approach the result in energy saving, without negative consequences for production and quality. Only early production is delayed some days.

© 2011 Wageningen, Stichting Dienst Landbouwkundig Onderzoek (DLO)

Wageningen UR

Glastuinbouw

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

Improvement Centre DLV-Plant

Bezoekadres:
Violierenweg 3, 2665 MV Bleiswijk
Postadres:
Postbus 4, 2665 ZG Bleiswijk
Tel. : 010 522 1771

Bezoekadres:
Zuidweg 38, 2671 MN Naaldwijk
Postadres:
Postbus 263, 2670 AH Naaldwijk
Tel. : 0174 - 28 28 25

Inhoudsopgave

1	Inleiding	5
2	Doelstelling	7
3	Opzet	9
	3.1 Begeleiding	9
	3.2 Kasuitrusting	9
	3.2.1 Gewasventilatie	11
	3.2.2 Sensoren	12
	3.3 Registratie	13
	3.3.1 Productie, gewasbescherming en klimaat.	13
	3.3.2 Energie gebruik	13
	3.3.3 Houdbaarheid	13
	3.3.4 Huidmondjes	14
	3.3.5 Luchtsnelheid meting	14
	3.4 Publiciteit	14
4	Resultaten	16
	4.1 Teelt	16
	4.1.1 Productie	17
	4.1.2 Houdbaarheid	18
	4.1.3 Huidmondjes	19
	4.1.4 Luchtsnelheid meting	19
	4.2 Klimaat en Energie	21
	4.2.1 Energie	21
	4.2.2 Temperaturen	22
	4.2.3 Schermgebruik	25
	4.2.4 Inzet gewasventilatie	26
	4.2.5 CO ₂ dosering	27
	4.2.6 Energie simulatie	28
	4.2.7 Watergift en Bemesting	28
5	Teeltoveringen en Leerpunten	29
6	Conclusies	33

Bijlage I	Teeltconcept paprika	35
	1.1 Bestaande kennis	37
	1.2 Teeltsysteem en plant datum	37
	1.3 Isoleren/Schermen	38
	1.4 Vochtbeheersing	38
	1.5 Afstemming lichtsom, temperatuursom en assimilaten en gewenste gewasontwikkeling.	39
	1.6 Seizoenen	39
	1.7 Verwarming	39
	1.8 Registratie	40
Bijlage II	Energie onder de knie, extra technische uitrusting	41
Bijlage III	Buitenklimaat	45
Bijlage IV	Inzet van de gewasventilatoren per week	47
Bijlage V	Memo gevelinvloed	49
Bijlage VI	Energiegebruik HNT paprika narekenen met Kaspro	51
Bijlage VII	Energie gebruik per week	53
Bijlage VIII	Productie per week	55
Bijlage IX	Watergift, drain en voedingsanalyse	57

1 Inleiding

Vanuit het programma Kas als Energie bron is naar aanleiding van de wensen inventarisatie van de gewascommissie paprika van april 2009 het initiatief genomen om te bekijken of een projectvoorstel volgens het concept van “Het Nieuwe Telen” een optie is. Hiervoor is een bijeenkomst georganiseerd op 29 juni 2009 bij het PT. Bij de wensen inventarisatie waren onder andere genoemd:

- energie besparen door een extra scherm,
- efficiënt inzetten van laagwaardige warmte
- telen zonder minimumbuis.
- grenzen dag/nacht temperatuur en minimum buis in relatie tot gewasgezondheid.

Dit zijn onderwerpen die nauw aansluiten bij de gedachten van Het Nieuwe Telen.

De basis gedachten achter het nieuwe telen zijn beschreven in het rapport “Richting gevende beelden voor energiezuinig telen in semigesloten kassen” (Poot *et al.* 2008). Voor tomaat is dit verder concreet gestalte gegeven in het project het Nieuwe Telen: Energie onder de Knie van Wageningen UR Glastuinbouw en het Improvement Centre (PT project 13486).

Het Nieuwe Telen combineert kennis vanuit (semi)gesloten kassen en traditionele teeltwijze, tot een economisch verantwoorde wijze van geconditioneerd telen. De inzet van technieken kan stapsgewijs op bedrijfsniveau plaatsvinden. De volgende aspecten zijn kenmerkend voor “Het Nieuwe Telen”

1. Vermindering van de energievraag. Bijv. vermindering van de warmtevraag door intensieve isolatie met energieschermen. Intensief betekent zowel meer uren schermen, meerdere schermen toepassen als beter isolerende schermen inzetten. Andere voorbeelden om de energievraag te verminderen zijn efficiënter koelen en belichten.
2. Inzet van energiezuinige technieken voor de vochtbeheersing, met name gecontroleerde toediening van (droge) buitenlucht, in plaats van minimumbuis en vochtkierregelingen.
3. Telen met de natuur (licht en buitentemperatuur) mee: lichtafhankelijke temperatuurintegratie, aanpassing van plant- en oogst data en meer licht toelaten door inzet van koeling.
4. Vermindering van de ventilatie door luchtbevochtiging, zodat de plant beter CO₂ kan opnemen.
5. Verbetering van de temperatuur en vochtverdeling in de kas door gecontroleerde luchtbeweging.
6. Inzet van actieve koeling waarbij de verzamelde warmte op het eigen bedrijf nuttig kan worden toegepast (duurzame benutting van zonne-energie). Een alternatief is om niet te koelen maar direct duurzame warmtebronnen te benutten, bijv. aardwarmte.

De doelstellingen zijn een energie besparing van 40% ten opzichte van de huidige praktijk met behoud van productie en kwaliteit.

Voor Paprika is vervolgens in een aantal gesprekken een projectvoorstel geformuleerd om de principes van Het Nieuwe Telen voor dit gewas toe te passen. Vanuit de landelijke commissie Paprika van LTO-GroeiService is daarbij gevraagd om ze dicht mogelijk aan te sluiten bij de huidige teeltpraktijk, zodat met zo min mogelijk investeringen de technieken en gedachten van Het Nieuwe Telen in de praktijk kunnen worden toegepast.

Dit heeft voor de start van project geresulteerd in een teelt plan, waarin de nadruk ligt op het toepassen van maximale isolatie, gecontroleerde vochtbeheersing door gewasventilatie en energiezuinige stookstrategie door beperking van de maximumbuis, niet gebruiken van een minimum buis en maximale benutting van de zon als warmtebron voor de kas (Bijlage I).

De verdere opzet van het experiment volgt in hoofdlijnen de aanpak voor Het Nieuwe Telen tomaat en komkommer. Een teelt op 1000 m² met als streven een vooraf gestelde prognose voor energie en productie te realiseren. Intensieve begeleiding door een adviseur en enkele telers. Maandelijks begeleiding door meer telers uit de praktijk. Regelmatige informatie verspreiding via Energiek2020.nu met figuren en weblogs en altijd open informatie voor bezoekers.

2 Doelstelling

De doelstelling voor de paprikateelt volgens Het Nieuwe Telen is als volgt geformuleerd in de projectomschrijving

Technische doelstellingen

- Realisatie in een energiezuinig concept voor Paprika met vergelijkbare productie van 30 kg/m² gele paprika bij cultivar Derby met een energie input van 20 m³/m². Het concept wordt gerealiseerd door maximale isolatie, beheersing van luchtvochtigheid met gecontroleerde ventilatie.

Energiedoelstellingen

- De warmtevraag wordt gereduceerd tot 20 m³/m² e.a. waarbij rekening is gehouden met de elektra die nodig is voor ventilatoren om de teelt te realiseren.
- De warmtevraag moet voor 95% met laagwaardige warmte (38 °C) worden gedekt.

Nevendoelestelling

- Leerdoelestelling
Toepassing van onderzoeksresultaten vindt moeizaam plaats door ondernemers. Zeker op het gebied van energiebesparing of geconditioneerd telen, dat direct ingrijpt op het teeltproces, is er schroom voor grootschalige toepassing. De telers zullen intensief betrokken zijn bij de begeleiding van de proeven en de proef zal op deze wijze als “leerbedrijf” voor hen fungeren. Door te doen en te constateren op voldoende praktijkschaal zullen zij overtuigd raken van de mogelijkheden en tot toepassing overgaan. Bij deze proeven dienen zij als “ambassadeurs” naar hun achterban.
- Via internet telers een beeld geven van het gerealiseerde klimaat in de afdelingen zodat de kennis direct voor iedereen inzichtelijk is.

In de doelstelling van het project wordt niet gesproken over een economische analyse van de toepassing van de technieken van Het Nieuwe Telen. Algemene analyses zijn daarvoor in andere studies gedaan. Toepassing op een bedrijfsspecifieke situatie is maatwerk. Dit rapport geeft wel bouwstenen om dergelijke studies te kunnen doen.

3 Opzet

Voor aanvang van het experiment is een teelt- en energieplan geschreven (Bijlage I en II). Dat plan is als leidraad gebruikt, maar indien nodig is er tijdens de uitvoering van het experiment van afgeweken. In dit verslag wordt de gerealiseerde situatie beschreven.

3.1 Begeleiding

Teeltadviseur en telers speelden een belangrijke rol bij de uitvoering van het experiment. Het teeltadvies werd verzorgd door Jeroen Zwinkels, adviseur bij DLV plant. Bij de intensieve begeleiding waren betrokken de telers Patrick van der Voort uit Honselersdijk, Robert Vollebregt uit Bleiswijk, Ton van Dijk uit Harmelen en Michel van Ruijven uit Steenbergen. Voor de maandelijkse begeleiding kwamen daar nog bij Aad van Dijk uit Harmelen, Ben Kleiweg uit Bleiswijk en Rob Petit. De adviseur en de telers uit de intensieve begeleiding kwamen in de regel op woensdagmorgen bijeen het Improvement Centre. Van alle wekelijkse bezoeken is een verslag gemaakt¹, waarin bevindingen over het verloop van de teelt zijn beschreven. Naast teeltadviezen en teeltbeoordelingen zijn er ook weekrapporten geproduceerd, waarin het gerealiseerde klimaat beschreven wordt. De inhoud van de weekrapporten en de teeltadviezen zijn in dit verslag samengevat. Daarbij wordt de teelt chronologisch gevolgd, zodat de leerpunten en de conclusies per periode zijn na te gaan.

3.2 Kasuitrusting

De basis kasuitrusting is:

Kasdek type:	Venlo dek - Tralie ligger met 2 kappen per tralie.
Glastype en dakhelling:	91% lichtdoorlaat en 22% helling.
Traliebreedte:	9.60 meter.
Poothoogte:	6.68 meter.
Luchting:	2 Halve ramen per 5 meter aan weerszijden.
Verwarming:	Buisrail - per tralie 6 * 2 buizen naast elkaar met een diameter van 51 mm. Groeibuis - per tralie 6 * 2 buizen met een diameter van 35 mm Voor de Paprika teelt zijn deze tussen de buisrail op de grond gelegd. Gevelverwarming bestaat uit twee delen die gekoppeld zijn aan buisrail en groeibuis.
CO ₂ dosering:	OCAP, overschakelbaar op zuiver. Doseercapaciteit 180 kg/(ha.uur).
Luchtbevochtiging:	Valco luchtbevochtiging, hogedruk nevel met 1 streng per tralie. Maximale nevelcapaciteit 600 gr/(m ² .uur).
Klimaatcomputer:	Priva Integro.
Kasoppervlak:	Bruto - 1008 m ² (35 * 3 * 9.6). Netto - 907 m ² (31.5 * 3 * 9.6).

(NB voor verwerking oppervlakte in berekening productie en energie per m² zie paragraaf 3.3.1 en 3.3.2)

Om maximale isolatie te bereiken is de scherminstallatie uitgerust met twee schermen, die beiden een tegengestelde looprichting hebben. Als er kieren in het scherm worden getrokken zitten deze ten opzichte van elkaar versprongen.

Bovenste scherm: XLS 18 Firebreak.

Onderste scherm: XLS 10 Ultra Revolux.

In de teelt is tussen plantdatum en 24 februari een folie met 20x20 cm perforatie gebruikt. Dit was op een apart dradenbed vastgemaakt. Van begin teelt tot 1 februari was dit een extra helder folie. Op 1 februari is het extra heldere folie vervangen door een anti-condens folie.

In de gevel zitten rolschermen die afzonderlijk stuurbaar zijn.

Teeltsysteem. : Twee rijen systeem met twee stengels per plant.

Pad afstand. : 1.60 meter- 6 paden per tralie van 9.6 meter.

Gewasdraad. : 4.50 meter boven de grond.

Matttype : Cultilene - afmeting 100 cm * 13 cm * 7.5 cm (lengte x breedte x hoogte).

Mat afstand. : 15 cm tussen twee matten.

Watergift. : 1 Druppelaar per plant met een afgifte capaciteit van 2 liter/uur.

3.2.1 Gewasventilatie

Voor de beheersing van luchtvochtigheid is een systeem voor gecontroleerde ventilatie aangelegd. Dit systeem bestaat uit een luchtbehandelingkast (LBU, Figuur 1.) die buiten de kas is geplaatst. In deze LBU bevinden zich de ventilator, om lucht aan te zuigen en de kas in te blazen, en een warmtewisselaar om de lucht op te warmen tot gewenste kasluchttemperatuur. De lucht gaat via een hoofdverdeelleiding de kas in en wordt middels slurven midden onder de twee goten van teeltrijen in de kas verdeeld. De slurf, met een diameter van 22.5 cm, is aan weerszijden om de 26 cm voorzien van uitblaasopeningen van 1 cm doorsnede. Bij een uitblaassnelheid van 4.3 m/s wordt er per uur per m² kas 5 m³ lucht toegevoerd. Deze uitblaassnelheid is middels metingen gecontroleerd en werd met de ventilator op volvermogen gerealiseerd. In dit verslag wordt voor deze uitrusting de term 'gewasventilatie' gehanteerd.

Een voorbeeld van ontvochtiging tijdens de teelt wordt weergegeven in Figuur 2. Hierin is duidelijk zichtbaar wanneer de ventilator aangaat om de ingestelde VD te realiseren.



Figuur 1. De luchtbehandelingkast buiten de kas om lucht aan te zuigen voor gecontroleerde ventilatie. In de luchtbehandelingkast zit een ventilator en een warmtewisselaar.

De keuze van het niveau van ontvochtiging is regelmatig onderwerp van discussie geweest. Bij paprika is vaak ook overdag naar een redelijk droog klimaat gestreefd. In het voorbeeld van Figuur 2. was dit overdag een VD van 4 g/m³, wat vrij droog is.

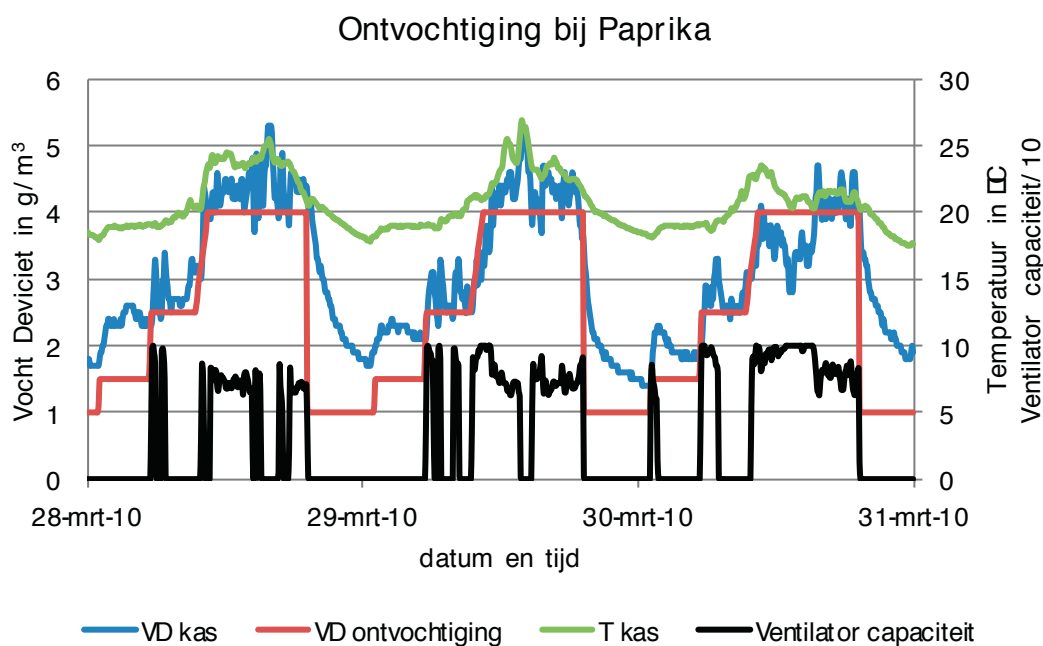
3.2.2 Sensoren

Om de groei en het kasklimaat te volgen zijn naast de standaard meetbox twee extra meetboxen geïnstalleerd: een boven het scherm en een tussen het gewas. De meetbox tussen het gewas was in hoogte verstelbaar. Deze meetboxen registreerden, temperatuur, luchtvochtigheid en CO₂ concentratie.

De gewastemperatuur bij de kop en halverwege het gewas is gemeten met twee IR camera's.¹

De substraattemperatuur, matvochtigheid en de EC van de mat is gevolgd met twee Grodan WET sensoren.

De wateropname is gevolgd met een growscale. De drain is geregistreerd met een lepelteller. Daarnaast werd watergift en drain voor de gehele afdeling gemeten in een drainput.



Figuur 2. Het resultaat van de ontvochtiging bij paprika op 28, 29 en 30 maart 2010.

¹ Tijdens de proef is de gewasfotosynthese ook enkele periodes gemeten met een chlorofylfluorescentie systeem (GrowWatch van DLV). De waarden daarvan worden niet in dit verslag verwerkt, omdat de uitkomsten niet voldoende representatief waren. Onderzoek naar de waarde van de chlorofylfluorescentie techniek voor de paprika wordt onderzocht in het project Qsense.

3.3 Registratie

3.3.1 Productie, gewasbescherming en klimaat.

De productie van eerste en tweede kwaliteit paprika in stuks en kg is geregistreerd per pad. De productie zijn de geoogste kilogrammen per bruto m² kas. De registratie gaat uit van zes paden met een totaal netto teeltoppervlak van 302.4 m² (31.5*9.6). Voor de omrekening van netto naar bruto teeltoppervlak wordt rekening gehouden met 2% niet beteelbaar oppervlak op een normaal bedrijf. De geoogste productie wordt dus gemeten op 308.5 m². Voor de omrekening van bruto geoogst product naar netto verkocht product moet in de praktijk rekening gehouden worden met verliezen door enige uitdroging tijdens het sorteerproces, de overschrijding van het gewicht per doos – inweeg verliezen- en tijdens het sorteren als niet veilig product afgekeurde vruchten.

Naast de gegevens van de padregistratie van het Improvement Centre zijn er gegevens over de kwaliteit sortering afkomstig van Final Select, die de paprika's van het IC centraal verwerkt.

De gewasbescherming is vastgelegd in een logboek.

Het gerealiseerde klimaat is geregistreerd via de INTEGRO. Gegevens zijn opgeslagen per 5 minuten.

Het gerealiseerde klimaat en de productie zijn vastgelegd in weekrapporten, die aan de begeleidingscommissie per mail werden toegezonden.

3.3.2 Energie gebruik

Het energiegebruik voor de warmtevraag van de afdeling is gemeten met behulp van een energiemeter op de aanvoer en retour van de verwarmingsleiding naar de afdeling. Alle verwarmingsnetten – buisrail, groeibuis, gevelverwarming en de warmte wisselaar in de luchtbehandelingkast werden hiermee van warmte voorzien.

De warmte opgenomen door de luchtbehandelingkast werd in de INTEGRO berekend op basis van aanvoer en retourtemperatuur van deze unit. De warmtemeter van de afdeling geeft het energiegebruik in GJ voor de afdeling van 1008 m². De warmte wordt omgerekend naar aardgas equivalenten omdat de telers daarmee meer vertrouwd zijn. Als omrekening wordt genomen dat om 1 GJ warmte te leveren er 33 m³ aardgas nodig is. Dit is een thermisch rendement van 30.3 MJ/m³ aardgas wat iets lager is dan de onderwaarde van aardgas van 31.65 MJ/m³, maar iets hoger als er ook nog rekening wordt gehouden een rendement van een ketel van 95% ($31.65 \cdot 0.95 = 30.1$ MJ/m³).

Het elektriciteitsgebruik van de ventilator is berekend aan de hand van het aantal draaiuren en de stand van de ventilatorcapaciteit. Elektriciteit kan worden omgerekend naar aardgas equivalenten door aan te nemen dat uit 1 m³ aardgas bij een rendement van 37.5% er 3 kWh elektra kan worden geproduceerd.

Omdat de afdeling van het Improvement Centre meer buitengevel oppervlak heeft dan een normaal bedrijf is er op het gasverbruik nog wel een correctie toegepast. De correctie is in 2009 bepaald voor de projecten Het Nieuwe telen komkommer en tomaat (bijlage V), In die projecten is met KASPRO nagerekend of de correctie terecht was toegepast. Dat bleek het geval te zijn. In dit project is daarom dezelfde correctie factor voor gevel invloed gehanteerd. Aan het eind van de teelt wordt met KASPRO opnieuw berekend of deze correctie goed gehanteerd is.

3.3.3 Houdbaarheid

Op drie tijdstippen in de teelt is de houdbaarheid van de paprika's bepaald (juni en juli en november 2010). De paprika's werden in een koelcel bewaard bij 20 °C en een relatieve luchtvochtigheid van 80%. De vruchten werden drie keer per week beoordeeld op stevigheid en uiterlijk.

Daarnaast werd gelijktijdig twee maal van een steekproef van 400 vruchten en eenmaal een steekproef van 100 vruchten na 14 dagen – en dat is in feite aan het eind van de bewaarbaarheid van de paprika - gekeken naar het op treden van gebreken, door de vruchten door te snijden. Vooral het voorkomen van schimmel op de zaden is waargenomen.

Vanuit de begeleidende telers is opgemerkt dat een bewaar proef in november met de laatste geoogste vruchten niet representatief is voor de hele teelt en dat normaal een beoordeling na 10 dagen bewaring plaatsvindt. In de praktijk wordt van schade door binnenrot gesproken als de vruchten uitwendig symptomen vertonen.

3.3.4 Huidmondjes

Omdat de watergift lager uitviel dan in de praktijk leek het of de planten minder verdampten. De oorzaak werd gezocht in het aantal huidmondjes.

Op twee tijdstippen zijn bij Improvement, Dingemans en Kleyweg het aantal huidmondjes per cm² blad oppervlak bepaald. Per bedrijf zijn er vijf afdrukken gemaakt van volgroeide bladeren en bij de tweede waarneming ook van een net volgroeid blad. Van de afdrukken zijn 10 frames gefotografeerd waarop de huidmondjes geteld zijn.

3.3.5 Luchtsnelheid meting

Om een beeld te krijgen van de luchtbeweging onder gesloten scherm en met de ontvochtiging aan of uit zijn op 20 januari drie luchtsnelheidsmeters (Omnidirectional Research Ultrasonic Anemometers- Gill Instruments) in de kas geïnstalleerd. Deze instrumenten kunnen de snelheid en richting van de luchtbeweging meten. De meters zijn geplaatst midden in een pad, tussen het gewas midden tussen de teeltgoten en direct naast het gewas aan de pad zijde. De gegevens worden gelogd op minuut basis, met gemiddelde waarden per minuut.

De sensoren zijn verwijderd op 1 februari.

3.4 Publiciteit

Op de website Energiek2020.nu is voor dit project een aparte pagina aangemaakt. Op deze website zijn aanvankelijk wekelijks grafieken geplaatst van het gerealiseerde klimaat, de energie input en de productie. Later werd dit twee wekelijks. Daarnaast werd over de voortgang van de teelt gerapporteerd in weblog's. Hierin wijkt dit project af van de normale werkwijze bij onderzoek, omdat tussentijdse resultaten en interpretaties worden gegeven. De informatie in dit rapport kan op onderdelen afwijken van de tussentijdse rapportages, omdat gegevens bij nadere controle zijn bijgesteld. De interpretatie van resultaten kan zijn aangepast aan de inzichten die tijdens de proef zijn verworven.

4 Resultaten

4.1 Teelt

Uitgangspunt voor de paprika was een traditionele teelt met een twee rijensysteem met twee stelen per plant met één gewasdraad op een dubbele goot per bed. Figuur 3. toont het gewas half december 2009.

In onderstaand overzicht wordt de gerealiseerde opzet weergegeven en een samenvatting van de productie resultaten, energiegebruik en de houdbaarheid.

In de paragrafen daarna wordt het gerealiseerde klimaat getoond en besproken welke keuzes er in de teelt zijn gemaakt en welke leerpunten voor die periode zijn genoteerd.

Als ras is gekozen voor Derby (geel) dat tot 2010 het standaard gele ras was. Tabel 1. geeft een overzicht van de belangrijkste teeltgegevens als zaai- en plantdatum, plantdichtheid etc.



Figuur 3. De planten aan het begin van de teelt in december 2009.

Tabel 1. Teeltgegevens.

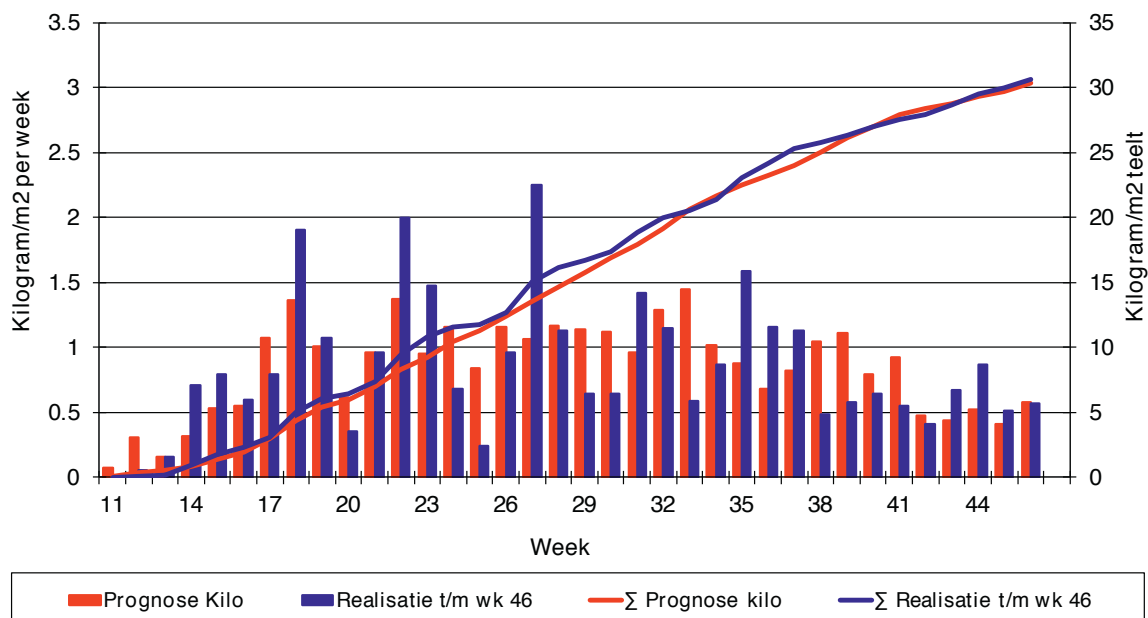
Datum	datum
Zaaidatum	10 oktober 2009
Plantdatum	2 december 2009
Plantdichtheid	3,3 planten /m ²
Op twee stelen gezet	9 december
Eerste oogst	25 maart 2010
Laatste oogst	18 november 2010

4.1.1 Productie

De totale oogst in kilogram paprika wordt weergegeven in Figuur 4. Hierin is het verloop per week getoond en de cumulatieve productie Zoals in 3.3.1 beschreven is de productie bruto geogst product. De productie is op het gewenste totaal niveau gekomen, maar met een duidelijk ander verloop in productie golven. De eerste productie die verwacht was voor week 12 is pas in week 14 geogst. Dit komt door de matige zetting in januari en de lage buistemperaturen die zijn gehanteerd (zie ook hoofdstuk 5). Daarna zijn er een drietal duidelijke productie pieken geweest in week 18, 22 en 27. Door de gekozen teeltstrategie aan het eind van de teelt – lagere stooktemperatuur dan gangbaar - is aan het eind een vrij gelijkmatige productie gerealiseerd. De uiteindelijke productie van 30.6 kg/m² is 0.3 kg/m² meer dan de prognose van 30.3 kg/m². De hoeveelheid verkocht product was 30 kg/m², waarvan 26.5 kg/m² klasse I. De productie is vergelijkbaar met de productie in de praktijk over dezelfde periode. De cijfers van de productie staan in bijlage VIII.

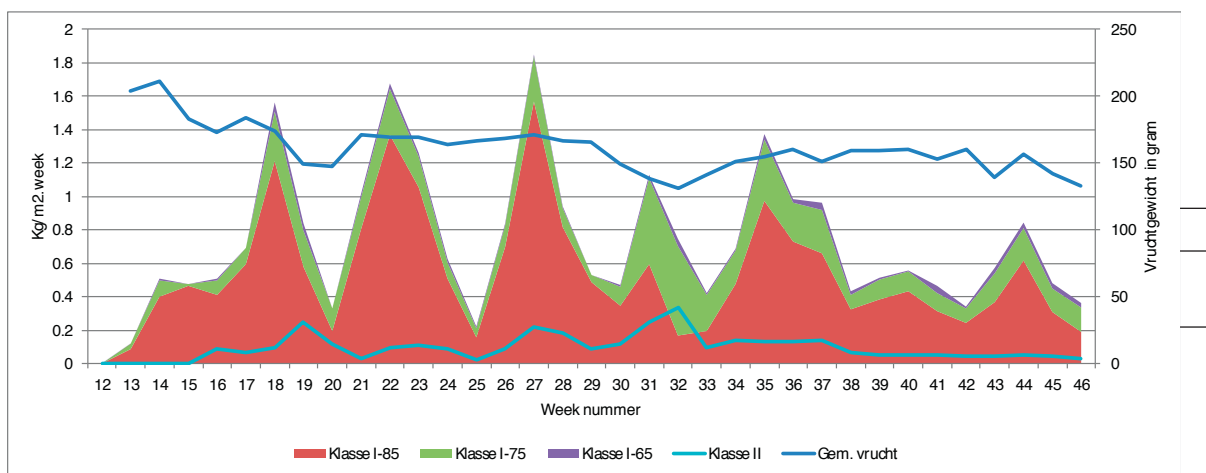


Het Nieuwe Telen Paprika 2010: Productie



Figuur 4. Verloop van de productie gedurende de teelt.

In Figuur 5. en Tabel 2. wordt het verloop van de productie naar sortering klasse en de relatieve verdeling gegeven. Te zien is dat er in de zomer rond week 31 een gemiddeld kleinere vrucht is geogst. De hoeveelheid tweede kwaliteit is relatief hoog in week 19, toen zijn er veel knoopvruchten van het 2^e zetsel geogst. Eveneens meer tweede kwaliteit In week 32 na een periode van zonnig weer, waarin er vruchten met brandvlekken voorkwamen.



Figuur 5. Verloop van de productie gedurende de teelt van eerste en tweede klasse vruchten en het gemiddelde vruchtgewicht.

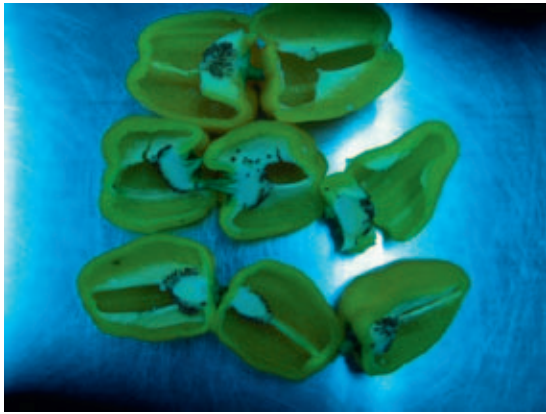
4.1.2 Houdbaarheid

In juni, juli en november is de houdbaarheid van de paprika's getest. Gelijktijdig is naar optreden van inwendige gebreken gekeken door de vruchten 14 dagen na de oogst door te snijden (Tabel 3.). De oogstdatum van 8 juli is iets korter houdbaar dan die van 3 juni maar beide zitten ruim boven de norm van meer dan 10 dagen houdbaarheid. De laatste oogst van 18 november is duidelijk korter houdbaar. Er is geen vergelijking met andere gelijktijdig geoogste partijen gemaakt. De waargenomen inwendig vruchtrot en schimmels op zaad zijn in juni en juli laag, in de praktijk kan wel tot 35% inwendig vruchtrot en of schimmel op zaad voorkomen. In november vertonen 25% van de vruchten zwart gekleurd zaad (Figuur 6.).

Tabel 3 Houdbaarheid in dagen, inwendig rot en schimmels op zaad in %.

oogstdatum	houdbaarheid	Inwendig rot na 14 dagen	Schimmel op zaad
3 juni	14.8	1.7	6.5
8 juli	13.0	5.6	3.9
18 november	8.3	8.2	24.6

Opgemerkt moet worden dat binnenrot zoals dat in de afzet een probleem vormt, zich al na enkele dagen manifesteert in weggrotende en zachte vruchten. In dit onderzoek is pas na 2 weken gekeken naar de mate van aangetaste vruchten. De kortere houdbaarheid van de laatste oogst kan te maken hebben met de teeltwijze aan het eind. Toen is niet meer ontvochtigd en zijn de schermen intensief gebruikt. Daardoor is het relatief vochtig in de kas, zodat de vrucht om nog te kunnen verdampen, meer en open huidmondjes nodig heeft en weinig wasachtige opperhuid hoeft te vormen. Dit kan de kortere bewaarheid verklaren, maar andere oorzaken zijn eveneens mogelijk. De hogere mate van "zwart zaad" kan een gevolg zijn van schimmelinfectie of abortie van zaden door lichtgebrek tijdens de ontwikkeling. Beide verschijnselen zijn niet gunstig voor de kwaliteit van de paprika. Onbekend is of dit door de teelt strategie aan het einde van de teelt is verergerd.



Figuur 6. Vruchten met zwart zaad.

4.1.3 Huidmondjes

Tabel 4. geeft het aantal huidmondjes per cm^2 . Er is tussen de eerste en tweede datum bij alle herkomsten een toename van het aantal huidmondjes per cm^2 . Terwijl in die periode de verdamping niet sterk is toegenomen. De lagere verdamping is dus niet toe te schrijven aan het aantal huidmondjes. Het aantal huidmondjes is meer gecorreleerd met de CO_2 -concentratie in de kas. Deze is op het IC steeds hoger geweest dan in de praktijk. Het aantal huidmondjes is niet meer dan een waarneming. Er is geen verklarend onderzoek gedaan.

Tabel 4. Geeft gemiddeld aantal huidmondjes bij Paprika per cm^2 blad op 6 mei 2010 en 16 juli 2010. Verschillende letters geven per datum significante verschillen aan.

Datum/aantal Huidmondjes	IC	Dingemans	Kleyweg
6 mei 2010 volgroeid blad	12877 a	16556 c	14980 b
16 juli 2010 net volgroeid blad	16955 a	21550 b	20799 b

4.1.4 Luchtsnelheid meting

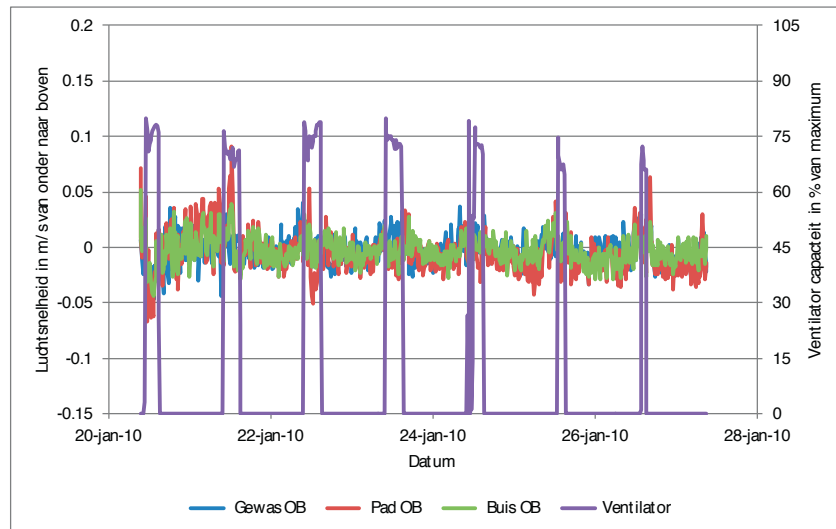


Figuur 7. Luchtsnelheidsmeters tussen het gewas.

De uitwerking van de gegevens van 20 januari tot 27 januari laat zien dat er op kophoogte vooral een luchtbevinging is in het horizontale vlak. Gedurende de gehele dag van links naar rechts met een snelheid van ca 4-5 cm/s. Bij straling is de beweging van voor naar achter ca 5 cm/s (Figuur 8. onder). In de nacht is de beweging juist naar voren met een snelheid van ca 3 cm/s.

Het openen van de schermen, het verhogen van de kas- of buistemperatuur en het aanzetten van de buitenlucht ventilatie beïnvloeden deze luchtstromen niet. De luchtbevinging van onder naar boven wordt dus niet gestuurd door de gewasventilatie (Figuur 8. boven).

Dit kan ook niet want een luchtverplaatsing van $5 \text{ m}^3/(\text{m}^2 \cdot \text{uur})$ betekent dat er een gemiddelde verplaatsing zou moeten zijn van 0.0014 m/s . Dat valt binnen de ruis van de metingen.



Figuur 8. Boven de luchtsnelheid van onder naar boven in m/s. Onder de luchtsnelheid van voor naar achter in m/s.

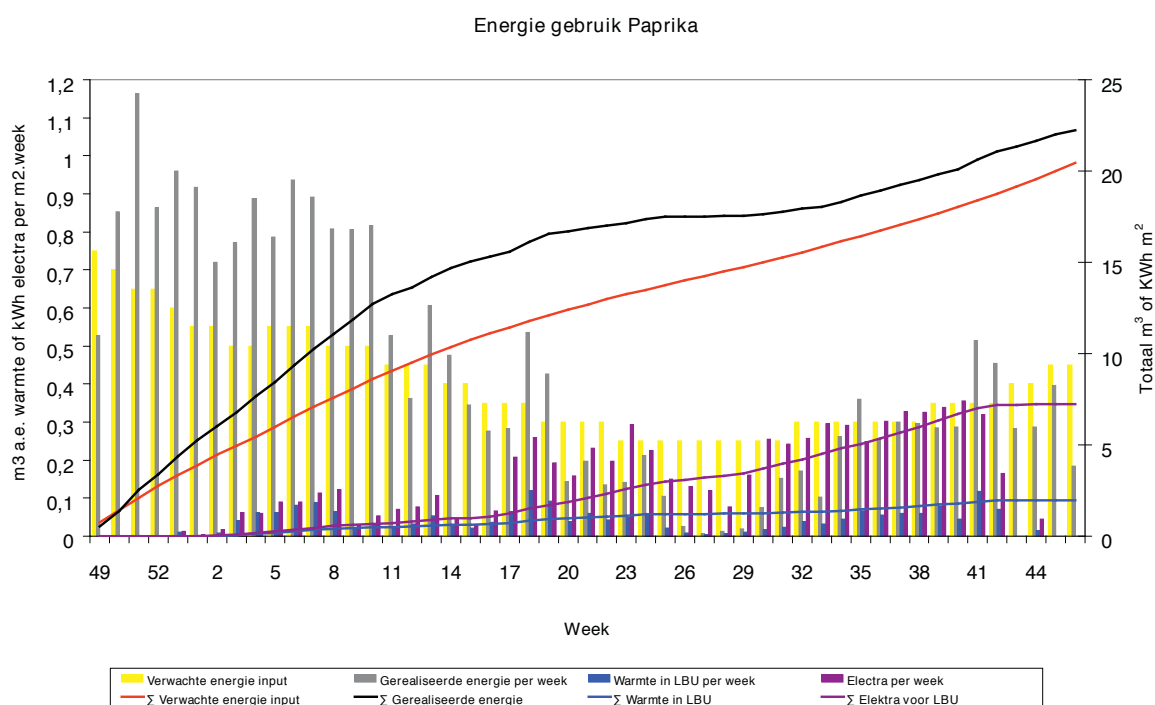
4.2 Klimaat en Energie

4.2.1 Energie

Een belangrijke doelstelling is: besparing op energiegebruik. Vooraf aan de teelt is een prognose gemaakt van het verwachte energiegebruik per week. Deze prognose is gebaseerd op meerjarige cijfers van energiegebruik in de gangbare paprikateelt. Tijdens de teelt is wekelijks het energiegebruik genoteerd. Er is berekend wat het energiegebruik bij een normale bedrijfsomvang zou mogen zijn op de wijze die is beschreven in paragraaf 3.3.2. In onderstaande Figuur 9. is het verwachte en gerealiseerde energiegebruik weergegeven. Zowel de wekelijkse hoeveelheid energie (staven in de figuur) als het gesommeerde energiegebruik (lijnen in de figuur) voor de hele teelt is weergegeven. Op een enkele keer na overschrijdt het energiegebruik tot en met week 18 de prognose. Dit wordt veroorzaakt door de strenge winter. In de zomer vanaf week 20 tot en met week 33 wordt er wel een inhaalslag gemaakt. Uiteindelijk wordt er 22 m³ verbruikt. Dit ligt 10% hoger dan de prognose. De warmte voor het opwarmen van de buitenlucht is opgenomen in de totale warmtevraag van de kas. De energie die de ventilatoren gebruiken is apart weergegeven (Tabel 5. Energiegebruik en CO₂ vraag tijdens de teelt). De CO₂ hoeveelheid wordt besproken in hoofdstuk 4.2.5. In bijlage VII zijn de weekcijfers vermeld.

Tabel 5. Energiegebruik en CO₂ vraag tijdens de teelt.

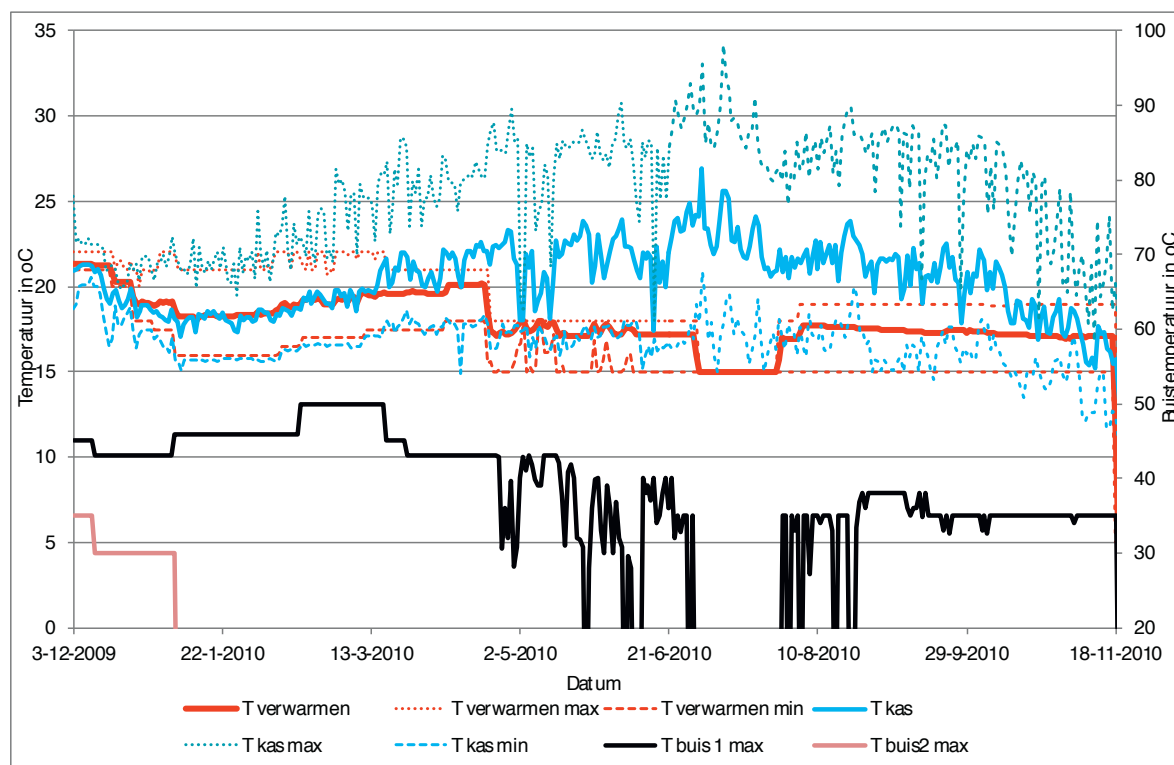
Prognose energie gebruik	20	m ³ /m ²
Realisatie energiegebruik voor warmte	22	m ³ /m ²
Buisverwarming	20	m ³ /m ²
Verwarming gewasventilatie	2	m ³ /m ²
Elektra ventilator gewasventilatie	7.2	kWh/m ²
CO ₂ dosering	40.9	Kg/m ²



Figuur 9. Energiegebruik per week en totaal in de paprikateelt.

4.2.2 Temperaturen

Het energie gebruik heeft te maken met de buitenomstandigheden en de gewenste kasomstandigheden. In Figuur 10. worden een aantal lijnen van temperatuur getoond. Het etmaal gemiddelde en de maximum en minimum waarden per etmaal. De etmaal temperaturen laten zien dat bij de start van de teelt een etmaal van 21 °C is nagestreefd, wat in de weken daarna is afgebouwd naar 18 °C. In de maand december is de etmaal temperatuur duidelijk lager geweest dan de ingestelde verwarmingstemperatuur. Dit heeft te maken met de gehanteerde maximum buistemperatuur in die periode, terwijl het buiten wel koud was.



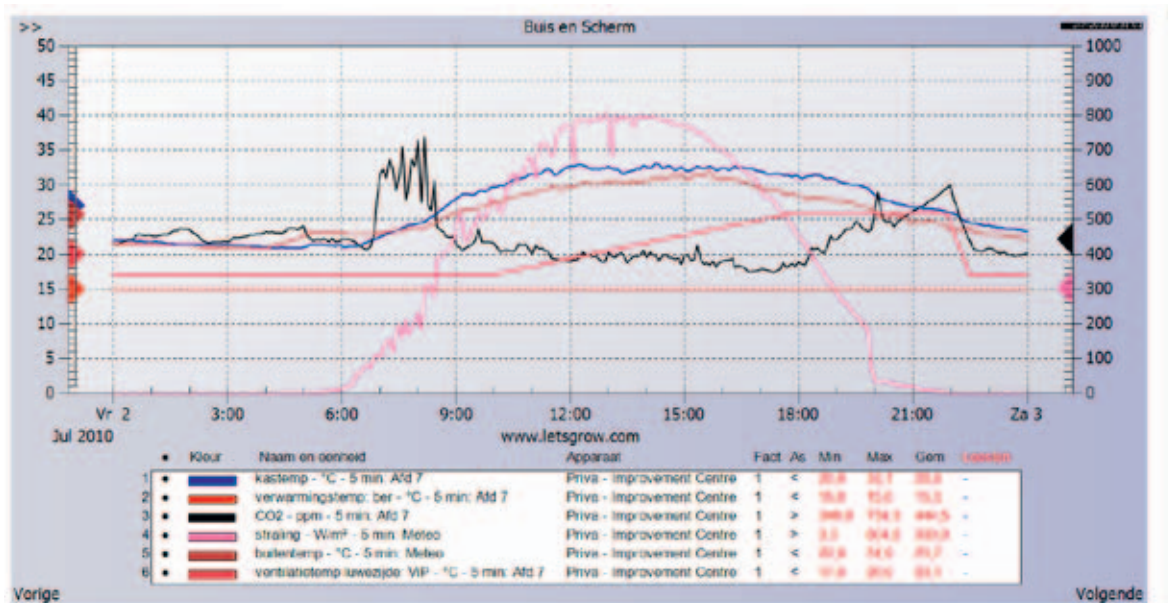
Figuur 10. Verloop van de etmaaltemperatuur en de berekende verwarmingstemperatuur, zowel gemiddelde als maximum en minimum per etmaal en de maximum buis temperatuur.

Tot eind april is de temperatuur daarna weer langzaam verhoogd tot 20 °C. De maximale verwarmings temperatuur is steeds rond de 21 °C gebleven in de winter en het voorjaar. Op 22 april is de stooktemperatuur duidelijk omlaag gebracht. Op dat moment is in de maandelijkse groep de teeltstrategie grondig besproken.

De aanpassingen die toen zijn gedaan waren er op gericht om meer de grenzen op te zoeken in de teelt temperatuur en het energie gebruik terug te dringen:

- Niet in de nacht al gaan opstoken naar een dagtemperatuur. Dus met lagere temperatuur de nacht uitkomen. De zonnewarmte goed benutten om wel de juiste etmaaltemperatuur te krijgen. De nacht temperatuur instellingen worden hiervoor aangepast.
- In de morgen wel op tijd en voldoende de ontvochtiging aan zetten om natslag te voorkomen. In de praktijk is daar nog bij gekomen om zonodig bij een te snelle stijging van de temperatuur te luchten, zodat de temperatuur door de zon niet te snel kon oplopen en er natslag op de vruchten zou ontstaan.
- Overdag de ventilatie temperatuur hoger oplaten lopen door een vochtinvloed hierop. Als het te droog wordt mag de ventilatie temperatuur hoger worden om zo minder te ventileren en meer vocht binnen te houden.

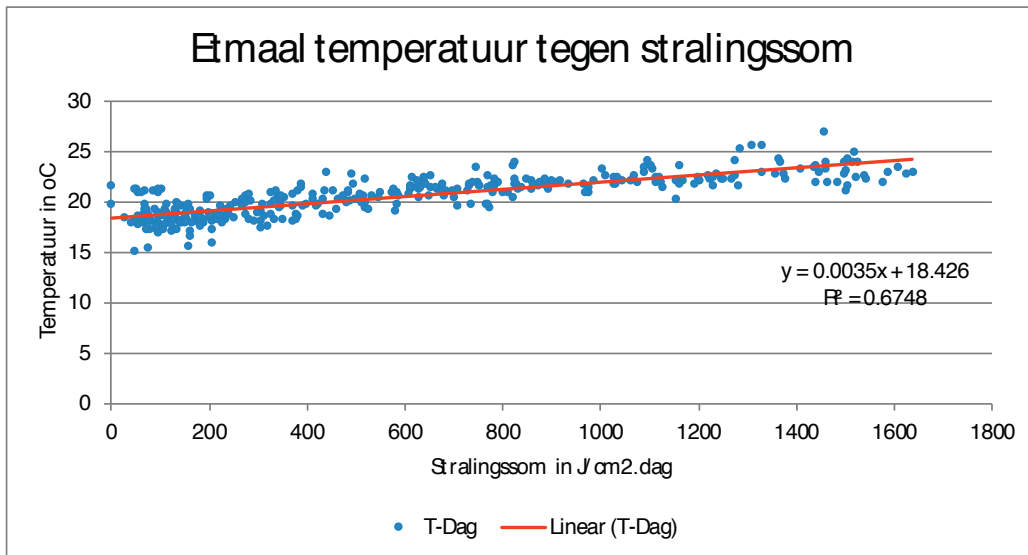
In de zomer is een periode de stook temperatuur op 15 °C gehouden en was de temperatuur regeling vooral een regeling op basis van ventilatie temperatuur. In onderstaande Figuur 11. wordt voor 2 juli getoond hoe het verloop van de temperatuur en basis ventilatie temperatuur was. De ventilatie temperatuur werd pas vanaf tien uur geleidelijk verhoogt van 17 °C naar 26 °C even voor zes uur. Bij zon-onder werd in vrij korte tijd de ventilatie temperatuur weer verlaagd tot de nacht temperatuur. Bij het nieuwe telen is met het licht meegaan in temperatuur een belangrijk punt om een optimale combinatie van licht, temperatuur en CO₂ na te streven. Omdat temperatuur altijd najilt op licht moet hier in de instellingen wel rekening mee worden gehouden. Dat is in de getoonde strategie gedaan. De zon mag de kas opwarmen. De stijging in temperatuur is geleidelijk omdat er 's morgens al makkelijk wordt gelucht. Omdat de windzijde nog beperkt lucht is er wel even een stijging in CO₂ concentratie. Aan het eind van de dag komt de kas temperatuur steeds dichterbij de ventilatie temperatuur en zullen de luchtramen sluiten om CO₂ binnen te houden. Dat is te zien in de stijging aan het eind van de dag.



Figuur 11. Verloop van straling, buitentemperatuur, kas-verwarmings en ventilatie temperatuur voor de luwe zijde op 2 juli 2010.

In het najaar is de temperatuur bewust niet hoog gezet, maar tussen de 15 °C in de voornacht en 19 °C overdag gehouden. Dit is lager dan de praktijk, die aan het eind van de teelt een dagtemperatuur van 21 °C nastreeft.

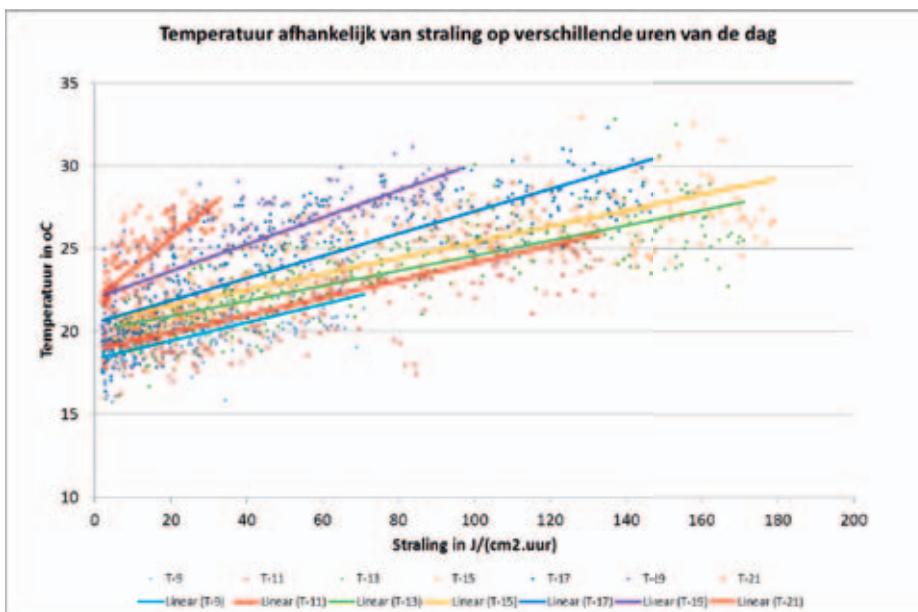
Het in balans houden van aanmaak van assimilaten in de fotosynthese (groei) en de verwerking van de assimilaten in de ontwikkeling van de plant vraagt om een goede afstemming van temperatuur op licht.



Figuur 12. Etmaal temperatuur uitgezet tegen dagsom van globale straling.

In deze paprika proef blijkt dat er een goede relatie is. De getrokken lijn in Figuur 12. is een lineair verband, maar dat is niet helemaal correct. Bij hoge stralingsommen is de temperatuur iets lager en bij stralingsommen rond de 600 Joule iets hoger dan deze lijn. Maar globaal kun je stellen dat we in deze proef geteeld hebben met een basis etmaal temperatuur van 18.5 °C en een stralingssom afhankelijke verhoging van 3.5 °C per 1000 J/(cm². dag). Zowel de basis temperatuur als de licht afhankelijke component zijn groter dan die bij tomaat. Echter in Figuur 11. kan gezien worden dat de temperatuur in de loop van de dag een andere afhankelijkheid van straling heeft. Daarom mag verwacht mag worden dat aan het eind van de dag de relatie veel hoger is dan aan het begin van de dag.

In onderstaande wordt deze relatie getoond. Daarin zijn de gemiddelde kastemperaturen per uur tussen 9 en 10 uur, tussen 12 en 13 uur etc uitgezet tegen de stralingssommen per uur. Als de stralingssom kleiner was dan 2 zijn de waarden niet mee genomen, omdat dan in feite het nacht was in begin en eind van het jaar.

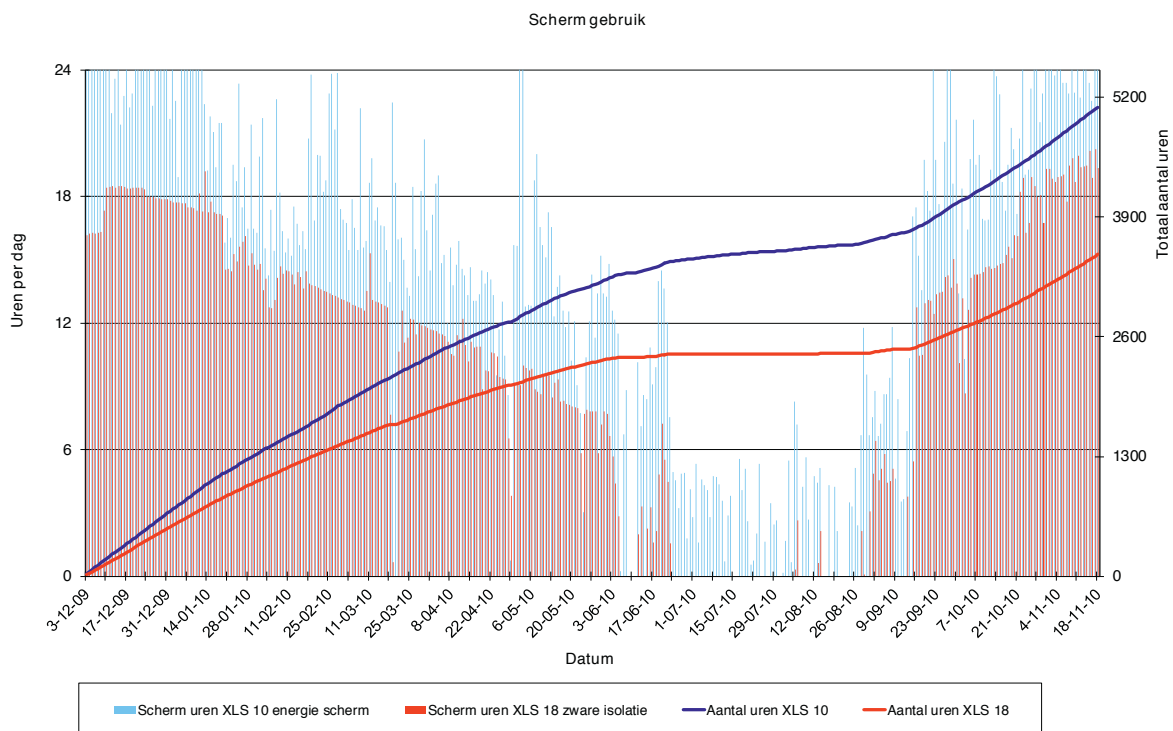


Figuur 13. Gemiddelde kas temperatuur tegen stralingssom per uur. T-9 is temperatuur tussen 9 en 10 uur, T-11 tussen 11 en 12 uur, T-13 tussen 13 en 14 uur, T-15 tussen 15 en 16 uur, T-17 tussen 17 en 18 uur, T-19 tussen 19 en 20 uur en T-21 tussen 21 en 22 uur.

Tussen 9 en 10 uur 's avonds is de temperatuur het hoogst omdat op zomerdagen de ventilatie temperatuur dan hoog stond, zoals te zien is in Figuur 11. De relatie tussen lichtsom per etmaal en de etmaal temperatuur is een simpel lineair verband maar de wijze waarop deze bereikt wordt is veel gecompliceerder door het verloop van de temperatuur gedurende het etmaal.

4.2.3 Schermgebruik

Het gebruik van de energieschermen is een belangrijke basis maatregel voor de energiebesparing. In deze teelt staat het gebruik van de schermen in combinatie met de ontvochtiging centraal, want het maximaal schermen zal leiden tot energiebesparing.

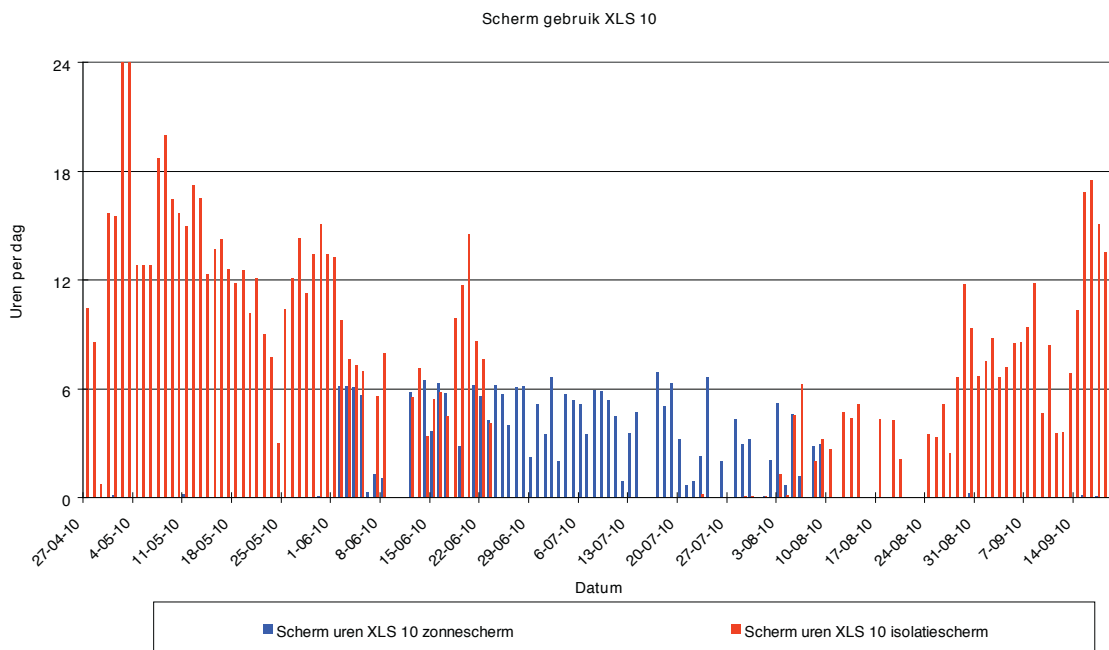


Figuur 14. Schermgebruik per dag en in totaal.

Het hoog isolerende scherm is gesloten van zon-onder tot zon-op of zelfs nog iets langer afhankelijk van de instraling en buitentemperatuur. In december is het scherm ruim 18 uur per dag gesloten. Het aantal schermuren naar het voorjaar toe werd steeds geringer. In het najaar neemt het aantal schermuren weer toe. De instelling van de scherming is afhankelijk van het seizoen, verwachte weersituatie en de buitentemperatuur.

Het scherm is vaak al gesloten als de buitentemperatuur 's nachts onder de 15 °C kwam. De waarde van de buitentemperatuur waarop de schermen gesloten zijn, is een punt van discussie geweest. Telers blijken daarbij liever voor lagere waarden van de buitentemperatuur te kiezen, omdat er dan eerder of meer inzet van de buizen op warmtevraag komt en daardoor meer luchtcirculatie. Dit zou de plant te activeren. In deze teelt wordt bij hogere relatieve luchtvochtigheid de luchtbeveiliging licht bevordert door gewasventilatie. Het bewust gebruiken van de buitenlucht aanzuiging zorgt voor enige extra beweging van de lucht en duidelijke uitwisseling van de kaslucht. Dit laatste is vooral te zien aan het dalen van de CO₂ concentratie onder gesloten scherm als de gewasventilatie wordt gebruikt.

De schermen zijn vrijwel zonder vertraging of vrijwel zonder stappen open- of dicht gestuurd. Het sterk isolerende scherm gaat eerder open en later dicht dan het energiescherm. Bij openen of sluiten van het hoog isolerende scherm is er daardoor nooit sprake van een kouval of koude door een kier. Tot 24 februari is er folie in de kas aanwezig zodat tot die tijd ook het openen en sluiten van het energiescherm niet tot een kouval kan leiden. Er is gestart met een extra helder folie. Dit is op 1 februari vervangen door AC-folie omdat het extra heldere folie nat werd en ging druppelen. Bij het verwijderen van het folie op 24 februari heeft de weersverwachting van dat moment een rol gespeeld in deze beslissing, want er werden hogere nacht- en dagtemperaturen verwacht, zodat het folie minder zou bijdragen aan de energiebesparing. Door het folie te verwijderen zou er meer licht toegelaten worden en zo nodig kon overdag het energiescherm gesloten worden.



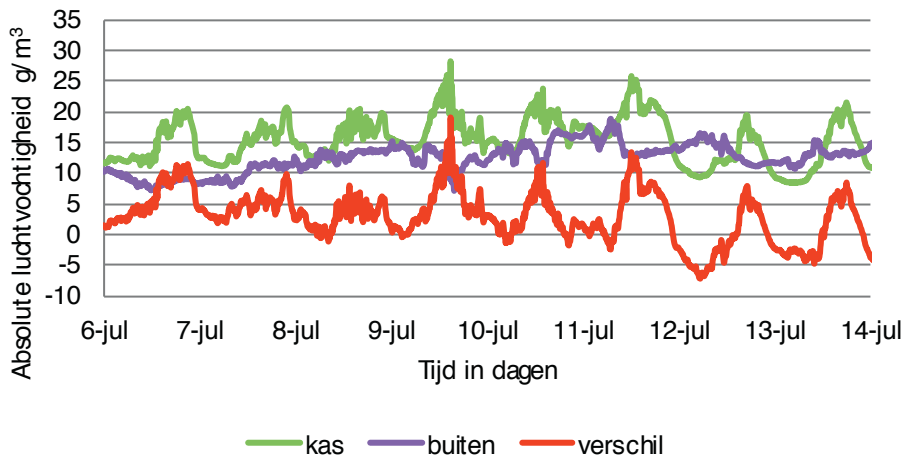
Figuur 15. Gebruik van het zonne- en isolatiescherm in de zomen.

In de periode daarna is het energiescherm pas geopend op een hoger stralingsniveau dan normaal (rond de 150 W/m² instraling). Gecombineerd met de hogere buitentemperaturen waarbij het scherm nog dicht mag zijn is op het moment dat het scherm opende de temperatuur boven het scherm meer opgewarmd. Daardoor ontstaat dan geen kouval. In de zomer is het energie scherm (XLS 10) ook gebruikt als zonwering als de lichtintensiteit boven de 650 W/m² kwam. Vergelijking van Figuur 14. en Figuur 15. laat zien dat het scherm gebruik in de zomer alleen voor schaduw is geweest.

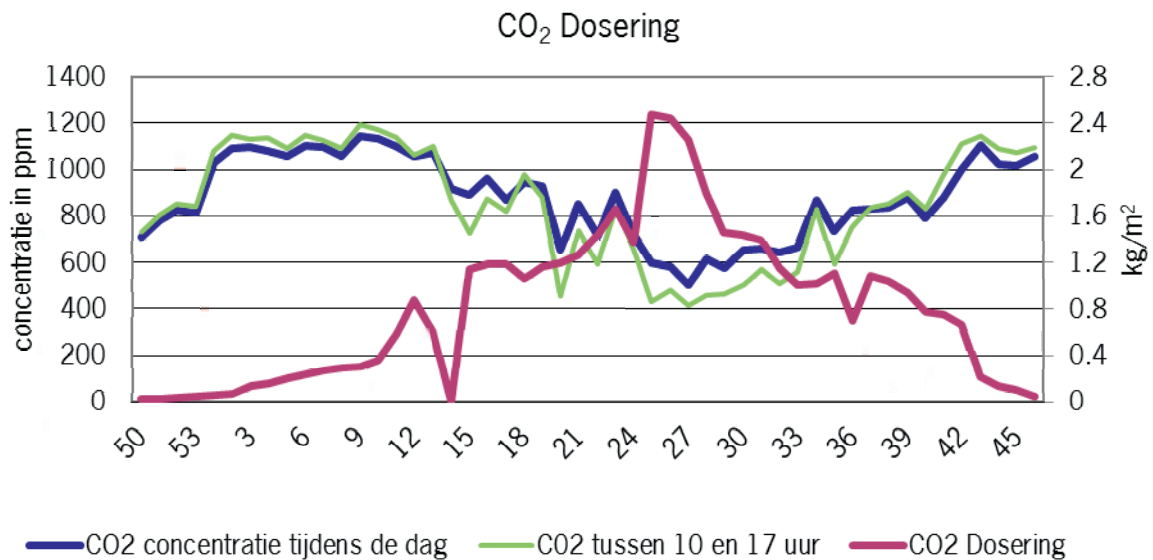
4.2.4 Inzet gewasventilatie

Voor de regeling van de luchtvochtigheid is gebruik gemaakt van de gewasventilatie. Vanaf 31 december 2009 is er gebruik gemaakt van de mogelijkheid om de frequentie van de ventilator te regelen tussen 50 en 100% van het maximale vermogen. Tijdens de proef stond de ventilator bijna altijd aan op zijn maximale vermogen. In de zomer en de herfst is het buiten, in absolute vochtigheid, vochtiger dan in het voorjaar, waardoor het ontvochtigend effect kleiner is. Figuur 16. toont een extreme situatie voor de absolute luchtvochtigheid van 7 juli tot 14 juli 2010. Op 12 en 13 juli is de absolute luchtvochtigheid buiten tot 4 g/m³ hoger dan in de kas. Het is op die momenten niet mogelijk om de kaslucht te ontvochtigen. Dit jaar was de periode van half juli tot half september een periode met hoge vochtigheid van de buitenomstandigheden.

Absolute luchtvochtigheid 7 juli t/ m 14 juli 2010



Figuur 16. Absolute luchtvochtigheid in en buiten de kas in de periode van 7 t/m/ 14 juli 2010.



Figuur 17. CO₂ dosering in kg/m² per week en de gerealiseerde concentratie tijdens de dag en tussen 10 en 17 uur gemiddeld over een week.

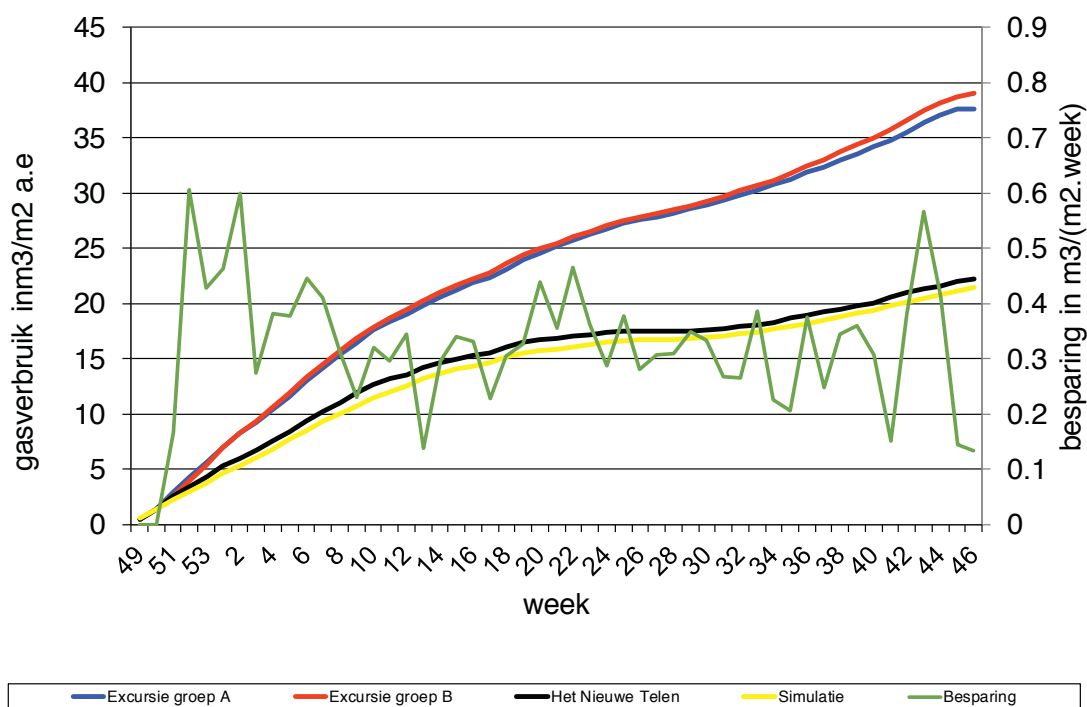
Bij de hoeveelheid CO₂ is vanuit de begeleidingsgroep opgemerkt dat 41 kg/m² een hoge dosering is. Deze hoge dosering kan bijgedragen hebben aan een iets hogere productie, maar dat kan alleen als door de hogere dosering de concentratie in de kas hoger is. Dat is in de praktijk het geval bij een geringe raamopening (< 10%).

Een tweede opmerking bij het CO₂ concentratie en gebruik is dat door de geforceerde ventilatie de CO₂ de kas verlaat in dezelfde mate als dat waterdamp wordt geventileerd. Bij een groot concentratie verschil tussen in de kas en buiten gaat er dus relatief veel CO₂ verloren. Dit is vooral te zien in de nacht. Bij gebruik van de geforceerde ventilatie loopt de CO₂ concentratie niet op. In de morgen moet er dus altijd gedoseerd worden om op een hoger CO₂ niveau te komen.

4.2.6 Energie simulatie

Met het kassimulatie model KASPRO is het energiegebruik bij het gerealiseerde kasklimaat voor een bedrijf van 2 ha berekend. De simulaties laten zien dat de uitgevoerde correctie voor gevel invloeden in de winter nog iets groter had moeten zijn. In de simulatie daalt het energiegebruik voor warmte nog $22.2 \text{ m}^3/\text{m}^2$ naar $21.4 \text{ m}^3/\text{m}^2$ (Bijlage VI) Het energie gebruik kan ook worden vergeleken met de gemiddelden van een tweetal excursie groepen.

Deze twee groepen komen op een aardgas gebruik van $38 \text{ m}^3/\text{m}^2$. Het Nieuwe Telen op aardgas voor warmte van $22,2 \text{ m}^3/\text{m}^2$ en 7 kWh elektrisch. Dat is een besparing van $22.2/38 =$ ruim 40%. Dit is het meest gunstige cijfer voor energie besparing. Als het elektra zelf wordt opgewekt en voor CO_2 productie aardgas wordt gebruikt dan is er nog ca $7 \text{ m}^3/\text{m}^2$ aan aardgas nodig. Dat verlaagt de besparing tot 23%.



Figuur 18. Gasverbruik vergelijk tussen Het Nieuwe Telen, Simulatie met KASPRO en 2 excursie groepen.

4.2.7 Watergift en Bemesting

De matten zijn aan de kopse kant gedraineerd om te voorkomen dat de wortels naar de afvoergoot groeien. Tijdens teelt is de watergeefstrategie en de EC-sturing steeds een belangrijk aandachtspunt geweest. De watergeefstrategie is niet bepalend voor het energiegebruik, maar moet wel op de behoefte van het gewas zijn afgestemd. Basis is de normale watergift en nutriënten voorziening zoals gebruikelijk in de paprika teelt. De analyse cijfers zijn opgenomen in bijlage IX.

Regelmatig zijn opmerkingen gemaakt over de watergift en de daarmee gegeven EC van het druppelwater. Keuzes van watergift hebben te maken met startmoment, beurtgrootte en stralingsinvloed. De watergift is een belangrijke factor om de teelt goed te laten verlopen. Er is naar gestreefd om die optimaal te doen om. Wat optimaal is daarover bestonden verschillende meningen in de begeleidende groep. De watergift heeft niet tot ernstige groeiverstoring geleid. Omdat paprika in de start van de teelt veel voedingselementen opneemt moet voldoende EC in de start van de teelt worden meegegeven. Begin maart is er meer Fe, Mn en Zn mee gegeven in het voedingswater.

In het begin van de teelt was de indruk dat de planten weinig water opnamen. Dit kan het gevolg zijn van het extra schermen en geen minimumbuis gebruik. In de zomer en de herfst was er geen lagere wateropname dan vergelijkbare praktijk bedrijven.

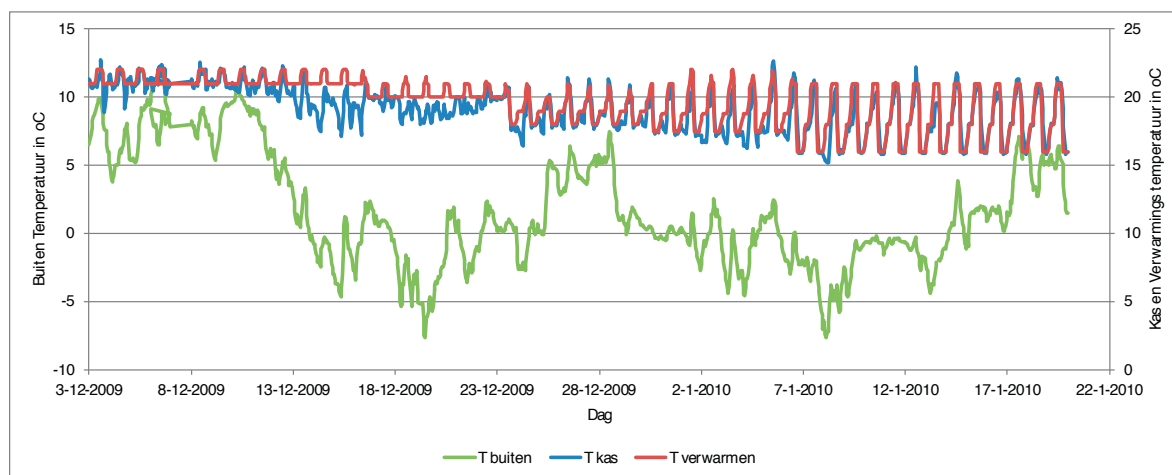
5 Teelteryningen en Leerpunten

Wekelijks is de proef bezocht door één of meerdere telers en door Jeroen Zwinkels als adviseur, daarnaast waren steeds Arie de Gelder als onderzoeker en met Marc Grootsholten van het Improvement Centre en later in het jaar Piet Hein van Baar aanwezig. In die bijeenkomsten is de voortgang van de teelt besproken. Uit de daarvan opgemaakte verslagen alle andere informatie zoals weblogs en registraties zijn de volgende punten over de ontwikkeling van de teelt te noteren.

Temperatuur bij de start

In december is de buistemperatuur van de buisrailverwarming begrensd op 43 °C en de groeibuis die ook op de grond lag op 30 °C. De warmte die daarmee in de kas werd gebracht was onvoldoende om bij de heersende buitenomstandigheden de gewenste etmaaltemperatuur te realiseren. In Figuur 19. is het niet realiseren van de temperatuur in december 2009 goed te zien. Ook is te zien dat in begin januari 2010 in de ochtend, als de stooktemperatuur al op liep de kastemperatuur nog iets kon dalen. Het dalen is het gevolg van het openen van het hoog isolerende scherm. De begrenzing van de buistemperatuur is wel gehandhaafd, want doelstelling was om met zo laag mogelijke buistemperaturen te werken. In de doelstelling staat buistemperatuur < 38 °C. Het niet bereiken van de etmaaltemperatuur heeft tot een tragere ontwikkeling van de plant geleid.

In januari is de groeibuis helemaal uitgezet omdat telers die in de praktijk niet hebben. Het gebruik van een groeibuis in de paprika teelt blijft een discussie punt.



Figuur 19. Temperatuur in begin van de teelt.

In de bijeenkomst op 17 februari is het niet realiseren van de ingestelde temperatuur en het achterblijven van de temperatuur in de morgen uren benoemd als belangrijkste oorzaak van een tragere ontwikkeling van de planten ten op zichte van de praktijk. Overigens was toen van achterblijven van de temperatuur geen sprake meer, dat was wel het geval begin januari. In februari werd er bewust later opgestookt naar de dagtemperatuur. Dit kan enige remming op de ontwikkeling hebben gegeven, omdat de etmaaltemperatuur daardoor lager uitkomt dan de praktijk.

Achteraf moeten we concluderen dat in januari en februari voor een goede zetting en ontwikkeling de etmaaltemperatuur iets hoger en daarmee meer praktijk conform had moeten zijn. Dat had mogelijke knoopvruchten die met name in het 2^e zetsel ontstonden kunnen voorkomen.



Figuur 20. Voorbeeld van een ernstige mate van knopvruchten aan een plant.

Licht bij de start.

Een discussiepunt in de BCO was de locatie van de afdeling en de hoeveelheid licht die in de kas komt. De afdeling ligt aan de noord-west kant van het Improvement Centre zodat de zuidkant geen buitengevel is, maar een tussengevel naar de corridor. Hierdoor is er een iets grotere schaduwwerking aan die kant van de kas, dit mag echter op het midden van de kas geen effect hebben. In de eerste verslagen van de periode december en januari is de lichthoeveelheid in de kas wel steeds een opmerking geweest. In januari werd geconstateerd dat het extra heldere folie duidelijk druppels ging vormen. Druppel vorming is slecht voor de licht transmissie en kan schade geven aan het gewas. Informatie van de folie leverancier leerde dat de lichttransmissie van extra helder folie en anti-condens folie vergelijkbaar is. Daarom is op 1 februari het extra heldere folie alsnog vervangen door AC-folie.

Paprika is voor de eerste zetting sterk licht behoeftig gedurende een korte periode. Juist in januari als het voor de isolatie gewenst is het scherm zoveel mogelijk te sluiten is het voor de zetting en licht toetreding gewenst om zo min mogelijk te schermen als er voldoende licht ($> 50 \text{ W/m}^2$ globale straling) is.

Folie tegen buitengevel

Een andere punt van discussie bij de start van de proef is geweest het gebruik van folie als extra isolatie langs de buiten gevels. De buitengevels zijn voorzien van rolscherm met geveldoek. Het bleek echter praktisch niet uitvoerbaar om een extra folie aan de gevel te bevestigen om extra isolatie waarde te creëren. Gevel isolatie en het afstemmen van de verwarmingscapaciteit van het gevel net op de isolatie en warmtevraag in de kas is een aandachtspunt bij toepassing van Het Nieuwe Telen. De isolatie waarde van het bovenscherm is afhankelijk van het aantal gebruikte schermen. Het gevelscherm is minder aan te passen in isolatie waarde, waardoor de verhouding tussen gevel net en normale kasverwarming anders komt te liggen. Dit kan alleen goed opgelost worden met apart stuurbare gevelnetten.

Plaats recirculatie ventilatoren

De kas is uitgerust met standaard recirculatie ventilatoren. Deze zijn aan het begin van de proef onder het folie gehangen om daarmee zo nodig extra luchtbeweging onder het folie te bereiken en condensvorming op het folie te voorkomen. Dit bleek niet effectief en op 20 januari zijn de ventilatoren weer terug gezet onder het spant van de tralie ligger en boven het folie.

Oksel voor eerste zetting

Bij de eerste zetting is de discussie geweest of de vruchten die in het derde oksel gezet waren mochten blijven zitten. Dat is niet gedaan. De plant is tot de 3^e oksel schoon gemaakt zodat de bloem in de 4^e oksel zou kunnen zetten. Het zetten in het 4^e oksel is slechts gedeeltelijk gelukt. Door de lage lichtintensiteit in januari, begin februari kwam de eerste zetting moeilijk opgang. Zeker voor de eerste zetting op het 4^e oksel werd opgemerkt dat de zetting er niet goed aankwam door gebrek aan licht.

Bij de tweede zetting zijn door de lage temperaturen meer knoopvruchten ontstaan dan wenselijk. Dit uitte zich later ook in een hoger percentage klasse II vruchten aan het eind van de oogst van het tweede zetsel. De knoopvruchten hadden voorkomen kunnen worden als in die periode er meer energie in de kas was gebracht. Een te lage temperatuur in het begin van de teelt blijkt dus ongunstig te zijn. In de praktijk zal er dus meer energie in het begin van de teelt gebruikt moeten worden.

Schermerregeling

Een belangrijke verbetering bij het schermen zou een verbeterde regeling en informatie over de optimale keuze van de instellingen zijn. Nu moet de teler zelf keuzes maken. Het is een afweging van niveau van instraling, buitentemperatuur, windinvloed, energiebesparing door de schermen en gewenste ruimte temperatuur die moeilijk te maken is. Deze afweging wordt nu te veel op gevoel en intuïtie gemaakt en niet ondersteund door middel van berekening. Een systeem dat hem adviseert over de beste instelling, zodat een stuurwaarde wordt berekend voor het openen of sluiten van de schermen, zou een handvat kunnen zijn om de schermregeling te optimaliseren.

Binnen de buisregelingen zijn bijvoorbeeld wel goede instellingen mogelijk om de temperatuursturing van de buizen te laten anticiperen op de regeling van de schermen. De keuzes in de schermregeling hebben te maken met de afweging van toelaten van licht voor assimilatie tegenover besparen op energie door gesloten houden van een doek.

Telen met de zon mee

In deze proef mag de temperatuur in de kas stijgen als gevolg van de actuele instraling. Er is niet gestookt naar een hogere temperatuur. Bij veel instraling mag de temperatuur oplopen tot 26°C. Als hierdoor een te hoge etmaaltemperatuur wordt gerealiseerd wordt dit gecompenseerd door een verlaging van de temperatuur in de voornacht.

Vochtregering

Tijdens de proef ontstond er discussie over het optimale luchtvochtigheidsniveau. Door de luchtvochtigheid laag te houden kan de plant meer naar generatieve groei worden gestuurd. Een lagere luchtvochtigheid vraagt echter ook om een sterkere ontvochtiging en dat is minder gunstig voor het energiegebruik. Dit is afweging die gemaakt moet worden op basis van de stand van het gewas.

Vanaf half januari wordt de kaslucht ontvochtigd bij een VD van 4,0 g/m³.

Om nat slaan van de vruchten te voorkomen is in april in de ochtend ontvochtigd onder een VD van 6,0 g/m³.

Het ontvochtigingsschema zag er toen als volgt uit:

Van 1 uur na zon op tot 3 uur na zon op wordt er ontvochtigd onder een VD van 6,0 g/m³.

Van 2 uur na zon op tot 4 uur voor zon onder wordt er ontvochtigd onder een VD van 4,0 g/m³.

Van 4 uur voor zon onder tot zon onder zakt het VD om te ontvochtigen van 4,0 g/m³ naar 1,0 g/m³ waaronder er wordt ontvochtigd.

Van zon onder tot 0.00 uur wordt er ontvochtigd onder een VD van 1,0 g/m³

Van 0.00 uur tot 2 uur na zon op loopt het VD om te ontvochtigen op van 1,0 gr/m³ naar 6 g/m³ waaronder er wordt ontvochtigd.

Toch bleek deze regeling niet in staat om natslag van de vruchten te voorkomen. Een betere strategie is om als de zon doorkomt de stijging van de kastemperatuur te beperken door de luchtramen zonodig te openen. Dit geeft wel CO₂ verlies maar is effectiever omdat meer vocht kan worden afgevoerd en de kastemperatuur lager komt, zodat het verschil tussen kas en vruchttemperatuur kleiner blijft en de vruchten niet natslaan. Een voorbeeld van de instelling van de ontvochtiging is opgenomen in Figuur 2.

In het najaar is op 20 oktober de ontvochtiging helemaal uitgezet. Tot het einde van de teelt mocht het vocht niveau gewoon oplopen tot hoge waarden omdat dit voor de afrijping en kwaliteit van de resterende vruchten geen probleem vormde. In die periode kostte de ontvochtiging te veel energie, omdat relatief veel buitenlucht moet worden gebruikt en die moet worden opgewarmd tot de gewenste kaslucht temperatuur.

Bij Paprika is er op een gemiddeld hoog niveau van VD overdag ontvochtigd. Bij tomaat en Gerbera gaat de ontvochtiging uit bij een VD groter dan 2.5. De vraag is of dit bij Paprika ook niet wenselijk is.

Opstook strategie

Op 22 april is de teelt strategie in de maandelijkse begeleidings groep uitvoerig besproken omdat tot dan toe er meer dan verwacht energie werd gebruikt. Bij dit energie gebruik moet wel een nuancering worden gemaakt want het was tot dat moment nog steeds 35% onder dat van twee excursie groepen.

Toch is toen de teelt strategie nog meer naar energie zuinig opstoken gegaan. Er werd niet gestreefd naar bereiken van de dagtemperatuur bij zon-op. Er werd vanaf 's nachts drie uur tot 's morgens negen uur opgestookt van 15 tot 18 °C. De verdere stijging van de dagtemperatuur moest helemaal gerealiseerd worden door de opwarming door de zon. Een te snelle stijging van de kasttemperatuur werd opgevangen in de ventilatie regeling. Dat deze strategie effectief was is in de rest van de teelt wel gebleken, want deze is vrijwel niet meer aangepast. Een andere leerpunt bij de stookstrategie was dat de begrenzing van de maximumbuis temperatuur zeker bijdroeg aan de energiebesparing. Risico is echter dat de etmaal temperatuur te laag uitkomt. Dan moet de maximumbuis temperatuur toch verhoogd worden.

Temperatuur bij weinig licht

Het handhaven van een lage stooktemperatuur kwam direct na de keuze om de stookstrategie aan te passen nog wel even ter discussie toen eind april, begin mei het relatief donker weer werd. Toch is toen gekozen voor een lage temperatuur met iets mindere snelle afrijping van de vruchten. De stand van het gewas was juist zodanig dat de nieuwe knoppen toen wel door bleven groeien en niet aborteerden. Toen half mei er weer meer licht kwam konden deze knoppen direct zetten. Hierdoor werd de achterstand in zetting ten opzichte van de praktijk weer goed gemaakt.

Opgemerkt moet worden dat in de periode eind april begin mei het relatief donker was, maar nog wel veel lichter dan in januari, februari toen licht te kort in combinatie met lage temperatuur reden was voor slechte zetting. Het is dus niet zo dat wat in april, mei goed ging in januari ook de juiste strategie zou zijn geweest.

Brandvlekken en neusrot

Begin juli kwam er in jonge vruchten regelmatig een brandvlekje en neusrot voor. Deze vruchten zijn in twee rondes van dunnen weggehaald. De begeleidende telers meldden dat dit ook in de praktijk voorkwam, maar in de pef was het verhoudingsgewijs hoog. De oorzaak van de neusrot is waarschijnlijk te sterke verdamping door de bladeren, zodat te weinig Ca in de jonge vruchten kan komen. Daarbij waren de jonge vruchten te weinig door het blad beschermd tegen de directe zon. Brandvlekken zijn het gevolg van een te hoge vruchttemperatuur door de direct instraling van de zon.

Bladkwaliteit, Fusarium en Botrytis

Tijdens de loop van de proef werd geregeld geconstateerd dat de bladeren onderin het gewas er goed uit bleven zien. Ze waren niet snel versleten. Dit komt mogelijk door de geringe extra luchtbeweging onder in het gewas. Op de splitsing van de planten werd geen fusarium gevonden. Aan het eind van de teelt, toen het scherm dicht werd gehouden en er niet werd ontvochtigd stierven er enkele planten. In de teelt werd ook een enkele dode plant waargenomen, maar dit was zeker niet meer dan een normale praktijk situatie.

Koppen voor einde teelt

Eind augustus is gediscussieerd over het moment van koppen van het gewas. Er is toen besloten om begin september een klein kopje uit de koppen te halen, zodat de dan aanwezige knoppen nog goed kunnen zetten en de plant geen assimilaten meer nodig heeft voor de uitgroei van de kop. Het effect daarvan was goed. De vruchten zijn goed gezet.

Strategie aan het einde van de teelt

Om energie zuinig naar het einde van de teelt toe te werken is de stook temperatuur dag gehandhaafd op 19 °C en de nacht op 15 °C. Ook is het scherm steeds vaker dicht getrokken en ook later geopend en eerder gesloten. Eerder sluiten om warmte vast te houden. Later opentrekken om meer te profiteren van de opwarming van de kas door de zon. De vraag was op de vruchten er dan nog op tijd af zouden komen. Dat was netjes het geval. Bij de laatste oogst hing er nog een paar ons per m² aan bonte vruchten die niet mee zijn genomen.

6 Conclusies

Het project Proof of Principle voor Het Nieuwe Telen Paprika heeft laten zien dat een substantiële besparing op energie voor warmtevraag mogelijk is. Het doel van $20 \text{ m}^3/\text{m}^2$ is niet gehaald, maar $22.2 \text{ m}^3/\text{m}^2$ voor warmtevraag is gelet ook op de wintertemperaturen een goed resultaat. Naast de warmtevraag moet ook met 7.2 kWh extra elektrisch vermogen voor de ventilatoren van de geforceerde ventilatie rekening gehouden worden. In de winter had achteraf iets meer energie gebruikt moeten worden. In april had wel eerder voor een energiezuinig wijze van opstoken gekozen kunnen worden.

De instrumenten van Het Nieuwe Telen – isoleren, gecontroleerd ventileren en telen met de natuur mee leveren aan het bereiken van deze doelstelling een substantiële bijdrage.

Isoleren zorgt voor minder warmte verlies in de winter. Bij paprika wordt met een vast folie en een beweegbaar scherm al een goede mate van isolatie bereikt. Het tweede beweegbare scherm voegt daar nog weer iets besparing aan toe, maar veel minder dan een eerste scherm.

Gecontroleerd ventileren zorgt voor een gecontroleerde vochtbeheersing. Daarbij moet wel de normale ventilatie via de luchtramen tijdig gebruikt blijven worden om met name een te snelle stijging van de kastemperatuur te voorkomen. Te sterk ontvochtigen met gecontroleerde ventilatie kost in het najaar energie.

De buizen in de teelt kunnen een groot deel van het jaar begrensd worden op $38 \text{ }^\circ\text{C}$. De retour temperatuur zal daar enkele $^\circ\text{C}$ onder liggen en kan zo bijdragen aan een betere uitnutting van warmte van de WKK.

Telen met de natuur mee door etmaal temperatuur af te stemmen op stralingssom en gewasontwikkeling is op zich niet nieuw, maar daar kan meer mee worden gedaan. Zeker als het verloop van de temperatuur over de dag goed wordt gestuurd.

De productie doelstelling van $30 \text{ kg}/\text{m}^2$ gele vruchten is met $30.5 \text{ kg}/\text{m}^2$ gehaald. Dit geldt als wordt uitgegaan van bruto geogst product. Als wordt uitgegaan van netto verkocht product dan is de productie $28.5 \text{ kg}/\text{m}^2$ en komt iets te kort ten opzichte van de doelstelling.

Traagheid in het begin van de teelt als gevolg van te lage etmaal temperaturen is niet goed. Zeker niet voor het financiële rendement. Dan moet gewasontwikkeling prioriteit hebben boven energie besparing.

Een stookstrategie waarin de kastemperatuur vooral mag oplopen onder invloed van de zonnwarmte is gunstig om het energie gebruik laag te houden. Teelttechnisch hoeft dit geen beperking te vormen.

In de zomer is beschikbaarheid van CO_2 een belangrijke beperking om het energie gebruik naar het voor warmte vraag noodzakelijk niveau te kunnen brengen.

In het najaar is met een lagere etmaal temperatuur wel een goede afrijping van de vruchten te bereiken.

De kwaliteit van de producten heeft in het algemeen niet te leiden gehad onder de teeltwijze van Het Nieuwe Telen. Wel was de kwaliteit van de 2^e zetting minder goed door de knoopvruchten die er toen ontstonden. Dit had met een iets grotere energie input voorkomen kunnen worden.

Het project Paprika bevestigt het beeld dat was ontstaan uit de teelten met komkommer en tomaat. Energie besparing is mogelijk. Het vraagt wel om een constante sturing op energie in combinatie met de gewas ontwikkeling. Er wordt door Het Nieuwe Telen geen productie verhoging bereikt. Voor de kwaliteit zijn er geen nadelen geconstateerd. Voor de economie van Het Nieuwe Telen betekent dit dat het terugverdienen van de investering volledig moet komen uit de energie besparing en mogelijk gunstige effecten op de gewaskwaliteit.

Aan de doelstelling voor kennisverspreiding is middels weblogs en presentaties eveneens voldaan.

Bijlage I Teeltconcept paprika

Vanuit het programma Kas als Energie bron is naar aanleiding van de wensen inventarisatie van de gewascommissie paprika van april 2009 het initiatief genomen om te bekijken of een projectvoorstel volgens het concept van “Het Nieuwe Telen” een optie is. Hiervoor is een bijeenkomst georganiseerd op 29 juni 2009 bij het PT. Bij de wensen inventarisatie waren onder andere genoemd:

- energie besparen door een extra scherm,
- efficiënt inzetten van laagwaardige warmte
- telen zonder minimumbuis.
- grenzen dag/nacht temperatuur en minimum buis in relatie tot gewasgezondheid.

Dit zijn onderwerpen die nauw aansluiten bij de gedachten van Het Nieuwe Telen.

De basis gedachten achter het nieuwe telen zijn beschreven in het rapport

“Richting gevende beelden voor energiezuinig telen in semigesloten kassen”. (Poot *et al.* 2008). Voor tomaat is dit verder concreet gestalte gegeven in het project het Nieuwe Telen: Energie onder de Knie van Wageningen UR Glastuinbouw en het Improvement Centre. (PT project 13486).

Het Nieuwe Telen combineert kennis vanuit (semi)gesloten kassen en traditionele teeltwijze, tot een economisch verantwoorde wijze van geconditioneerd telen. De inzet van technieken kan stapsgewijs op bedrijfsniveau plaatsvinden.

De volgende aspecten zijn kenmerkend voor “Het Nieuwe Telen”

1. Vermindering van de energievraag. Bijv. vermindering van de warmtevraag door intensieve isolatie met energieschermen. Intensief betekent zowel meer uren schermen, meerdere schermen toepassen als beter isolerende schermen inzetten. Andere voorbeelden om de energievraag te verminderen zijn efficiënter koelen en belichten.
2. Inzet van energiezuinige technieken voor de vochtbeheersing, met name gecontroleerde toediening van (droge) buitenlucht, in plaats van minimumbuis en vochtkierregelingen.
3. Telen met de natuur (licht en buitentemperatuur) mee: lichtafhankelijke temperatuurintegratie, aanpassing van plant- en oogst data en meer licht toelaten door inzet van koeling.
4. Vermindering van de ventilatie door luchtbevochtiging, zodat de plant beter CO₂ kan opnemen.
5. Verbetering van de temperatuur en vochtverdeling in de kas door gecontroleerde luchtbeweging.
6. Inzet van actieve koeling waarbij de verzamelde warmte op het eigenbedrijf nuttig kan worden toegepast (duurzame benutting van zonne-energie). Een alternatief is om niet te koelen maar direct duurzame warmtebronnen te benutten, bijv. aardwarmte.

De doelstellingen zijn een energie besparing van 40% ten opzichte van de huidige praktijk met behoud van productie en kwaliteit.

Onderdeel van de aanpak om deze doelstelling te behalen is om voor de start van een experiment een beschrijving te maken van het teeltplan en energieplan en hoe dit in verschillende seizoenen wordt gehanteerd. Voor Paprika wordt in dit document het teeltconcept beschreven waarbij de lijn gehanteerd wordt die ook bij tomaat is gebruikt.

1.1 Bestaande kennis

Voor Paprika zijn in de afgelopen jaren een groot aantal onderzoeken verricht naar semigesloten telen, planmatig telen, effect van belichting, mobiele systemen en energiezuinige strategieën in de praktijk.

Er zijn projecten uitgevoerd in de kas van Themato, in de kassen van het Improvement Centre, bij Wageningen UR Glastuinbouw en in de praktijk.

Voor geconditioneerd telen is de overall conclusie dat door een hogere CO₂ niveau een hogere productie mogelijk is die vooral in de tweede helft van de teelt – van juni tot oktober wordt gerealiseerd. Het patroon van zettinggolven blijft bestaan en wordt eerder nog versterkt dan gedempt. Door bewust te sturen met licht en temperatuur is in het begin van het jaar de zetting wel te stimuleren, daardoor is de vroege productie te verhogen, stijging van de totaal productie is beperkt. Met hoge intensiteit belichting is in de winter paprika productie mogelijk. Door combinatie van modellen voor productie en kasklimaat sturing is in het voorjaar een energiezuinig teeltsturing mogelijk, maar die ging te kosten van gewenste kwaliteit.

Deze onderzoeken vormen de basis voor kennis zoals die integraal wordt toegepast in de teelt. De telers en hun adviseurs nemen de kennis mee bij de beslissingen over de teeltstrategie. Bij Het Nieuwe Telen gaat om het aantonen van de praktische uitvoerbaarheid van een nieuw teeltconcept daarbij is de praktijk kennis en ervaring een belangrijke basis voor het praktisch welslagen van een proof of principle aanpak. Bij de analyse van de resultaten is het gewenst om in een literatuurrapport- met een telersamenvatting- alle energieonderzoek voor Paprika op een rij te zetten en dit integraal onderdeel te laten vormen van het uit te voeren onderzoek.

1.2 Teeltsysteem en plant datum

Gangbaar in de paprikateelt is een twee stengel systeem met één gewasdraad op een dubbele goot per bed met een plant dichtheid van $3.3 \text{ planten/m}^2 = 6.6 \text{ stengels/m}^2$. De teeltgoot hangt vlak boven de grond. De onderlinge afstand tussen de bedden is 1.60 m, met een padbreedte van 70 cm. De plantdatum is rond 25 november. Hiervoor is rond 10 oktober gezaaid.

In het teeltconcept voor energiezuinig telen wordt nauw aangesloten bij deze gangbare teelt wijze. Voor de gewasontwikkeling is de overgang van de plant van de plantenkweker, waar veelal onder assimilatie belichting wordt opgekweekt naar de teler, waar in de regel geen assimilatie belichting beschikbaar is, een essentiële stap. De plant mag niet te veel achteruitgaan in lichtniveau omdat dan de ontwikkeling sterk stagneert.

Vanuit energie besparingsoogpunt wordt liefst met een grotere plant gestart. Dat scheelt enige input aan energie bij de start en biedt mogelijkheden aan het eind van de teelt iets langer door te gaan met oogsten of de kas iets langer leeg te laten liggen. Omdat de teeltwisseling bij Paprika al in het najaar plaats vindt heeft dit echter beperkte voordelen, want tijdens de koudste wintermaanden staat het gewas gewoon in de kas, terwijl het voor de lichtovergang eerder een nadeel is. In dit teeltconcept wordt daarom niet gekozen voor een verschuiving van de plantdatum. Voor een verlengde opkweek gevolgd door starten met een grotere plant wordt aanbevolen om dit eerst in een kleinere proefopzet te testen en de consequenties voor de opkweekfase en de overgang naar de teeltfase goed te onderzoeken en met alle partijen door te rekenen.

Er zijn de laatste jaren diverse initiatieven genomen om bij de start van de teelt het teeltoppervlak klein te houden en later in de teelt de totale oppervlak van het bedrijf te benutten (o.a. mobiele goten bij Van der Boomen). Tot nu toe heeft dit niet tot toepassing op grote schaal geleid. Voor dit teeltconcept wordt geen nieuw systeem van mobiel telen ingezet. Als een systeem van hoge plantdichtheid in het begin van de teelt praktisch haalbaar is, is een combinatie met een systeem waarbij onder hoge isolatie wordt geteeld eenvoudig te realiseren.

De cultivar keuze en type product zijn maatgevend voor de te realiseren productie. Zowel voor rode, gele als groene paprika gelden rassen als standaardras. Rood : Spider, Geel : Derby en Groen :Sopra met producties van respectievelijk 28, 30 en 34 kg/m². De oogsten van jonge nog groene vruchten of het weg nemen (dunnen) van te veel gezette jonge vruchten is een praktijkhandeling die ook bij energiezuinig telen wordt toegepast. In dit teeltconcept wordt gekozen om met de gele paprika Derby te werken. In veel onderzoeken is steeds gewerkt met rode cultivars, voor de acceptatie in de praktijk is juist onderzoek met een ander type cultivar goed.

De topstrategie is gericht op het verkrijgen van voldoende grofheid en kwaliteit in de vruchten. Dat wil zeggen in het begin kort toppen, later in het seizoen, april overgaand op langer toppen.

1.3 Isoleren/Schermen

Om energiezuinig te telen is een optimaal gebruik van schermen nodig. De kas moet daarvoor uitgerust zijn met een drievoudige scherminstallatie.

- Een vast anticondens folie vanaf planten totdat dit vanwege gewasontwikkeling en gewaskwaliteit niet meer is te handhaven (ca eind maart)
- Een energie-zonweringsscherm (XLS 10 Ultra) dat zowel in de winter als in de zomer kan worden gebruikt. Bij paprika wordt in de zomer bij hogere lichtintensiteit een scherm gebruikt om verbranding te voorkomen en de fotosynthese optimaal te laten verlopen.
- Een hoog isolerend scherm (XLS 18) dat in de nacht gesloten kan blijven.
-

De uitrusting voor Paprika is op dit punt vergelijkbaar met komkommer. Belangrijk verschil is dat Paprika minder verdampt en daardoor minder snel problemen heeft met een langere tijd gesloten vast folie.

De regeling van de schermen is zodanig dat kouval wordt vermeden.

1.4 Vochtbeheersing

Onder een driedubbel scherm is vocht in het begin van de teelt geen probleem, maar in de loop van de maanden februari en maart kan het een probleem worden, waardoor Fusarium kan ontstaan op de vruchten en de splitsing van de plant. Om dit probleem te voorkomen wordt een luchtinblaas systeem aangebracht waarbij tot kasluchttemperatuur opgewarmde buitenlucht in de kas wordt gebracht. De slangen om lucht in te blazen worden aan een drager tussen de twee gewasrijen gehangen zodat in het begin de luchtcirculatie het sterkste kan zijn ter hoogte van de splitsing van de plant en tijdens de teelt mee naar boven kan bewegen ter hoogte van de uitgroeiende vruchten. De hoeveelheid in te blazen lucht zal 5 m³/ (m².uur) moeten zijn gelet op de ervaring bij komkommer en tomaat. Paprika heeft een teelttemperatuur die hoger ligt dan tomaat en vergelijkbaar is met komkommer.

Om natslag op vruchten en bloemen tijdens de opwarming van de kas te voorkomen moet tijdig naar een gewenste ruimte temperatuur worden gestreefd. Dit is energiezuiniger te doen onder een gesloten doek, dan zonder energiedoek. Het doek moet openen als de temperatuur boven het doek gelijk is aan de kastemperatuur. In de winter wordt door het vast folie dat gesloten is de overgang van de situatie met energiescherm dicht naar energie scherm open makkelijker en hoeft de temperatuur boven het scherm nog niet op kas temperatuur te zijn alvorens het scherm te openen.

1.5 Afstemming lichtsom, temperatuursom en assimilaten en gewenste gewasontwikkeling.

Tijdens de teelt wordt de gewasontwikkeling gevolgd, waarbij zetting en plantbelasting belangrijke parameters zijn. Daarnaast wordt middels sensoren de planttemperatuur en de fotosynthese activiteit van een blad gevolgd (Plantivity gekoppeld aan GrowWatch). Deze informatie wordt gebruikt om de temperatuurstrategie te bepalen. Daarbij wordt de temperatuur afgestemd op het ontvangen en te verwachte lichtsom. Hierdoor wordt een zekere mate van integratie van licht en temperatuur voor de ontwikkeling van het gewas verkregen. De CO₂ dosering is in dit onderdeel ook belangrijk. De groei kan indien gewenst geremd worden door minder CO₂ te doseren. Normaal is een streefwaarde rond 1000 ppm.

1.6 Seizoenen

In de winter zal het gebruik van de schermen centraal staan. Een afweging moet worden gemaakt tussen de hoeveelheid licht die de plant ontvangt op een dag en de energie die extra moet worden gebruikt als bij lage lichtintensiteit het energiescherm geopend wordt. Er zullen dagen zijn dat het energiescherm gesloten wordt gehouden, iets wat bij ontbreken van vastfolie in de praktijk ook al vaak wordt gebruikt. Een vast folie maakt het openen van het energie scherm overdag eenvoudiger en is in de winter gewenst om een hogere luchtvochtigheid te realiseren.

Er zal geen minimumtemperatuur op de buisrail worden gezet.

Zetting bij Paprika is gewenst rond week 1 en wordt bevorderd door lage nachttemperaturen. In de winter is de gewenste nachttemperatuur goed te realiseren, als dit niet het geval is kan zelfs de buitenlucht aanzuiging worden ingezet om koudere lucht in de kas te krijgen.

Na de zetting van de eerste vruchten wordt de temperatuur weer verhoogd om de gewasontwikkeling optimaal te houden. Als het vocht dan te hoog oploopt worden normaal gaten in het AC-folie gemaakt om vocht af te voeren. Door geforceerde luchtbeweging zal dit niet nodig zijn. Bij de eerste zetting wordt een vrucht per stengel aangehouden. Alle andere gezette vruchten worden gedund.

Naar het voorjaar toe wordt de luchtvochtigheid beheerst door de buitenlucht verversing met gesloten schermen. De folie wordt verwijderd als dit voor het gewas nodig is.

Met de toenemende lichtintensiteit in het voorjaar wordt de etmaaltemperatuur sterk gestuurd door de lichtsom en de plantbalans. In deze periode kan de plant uitstekend als integrator van zonne-energie functioneren.

Op momenten met te veel instraling wordt het energiescherm als zonnenscherm gebruikt. Deze strategie blijft doorgaan tot en met de zomer.

1.7 Verwarming

Er is aangegeven door telers dat telen met gebruik van laagwaardige warmte gewenst is. In het luchtdistributie systeem wordt met laagwaardige warmte gewerkt, maar dit is slechts een deel van de totale energievraag van de kas.

Mogelijk nadeel van de lagere buistemperatuur is de kleinere bijdrage van warmtestraling aan de opwarming van het jonge gewas, maar in de verdere teelt wordt bij Paprika geen gebruik gemaakt van de groeibuis als verwarming.

1.8 Registratie

Om de werking van het systeem goed te volgen moet een compleet systeem van sensoren voor techniek en gewasregistratie worden aangelegd.

Voor de meting van de fotosynthese is een fluorescentie meting (GrowWatch) gewenst.

Voor de gewasontwikkeling worden wekelijks de volgende punten in een tweetal meetvelden gemeten en geregistreerd:

- Aantal gezette vruchten
- Aantal geaborteerde vruchten
- Plantbelasting
- Aantal geoogste vruchten
- Aantal geoogste vruchten cumulatief
- Productie in kg
- Productie cumulatief in kg
- Gemiddeld vruchtgewicht
- Gemiddeld vruchtgewicht cumulatief
- Uitgroeiduur
- Lengtegroei
- Lengtegroei cumulatief

Daarnaast worden – zetting en plantbelasting- door steekproefsgewijs tellingen aan 20 stengels gemeten.

Ziekte druk en vruchtkwaliteit inclusief houdbaarheid worden periodiek gemeten. Daarbij wordt bijzondere aandacht besteed Voor gewone bijlagen.

Bijlage II **Energie onder de knie, extra technische uitrusting**

Componenten

- 1. Een hogedruk nevelinstallatie** die de RV in de kas onder alle omstandigheden moet kunnen verhogen naar 90%. Dat betekent een installatie van 500 gram/(m².uur). Belangrijk is dat er geen water op de planten komt en de ruimte boven de planten zo uniform mogelijk bevochtigd wordt. Van groot belang is het doel waarvoor deze installatie zal worden ingezet. Dat is primair het bereiken van een hogere CO₂ concentratie in de kas. Dat impliceert het handhaven van gelijke of zelfs hogere ventilatie temperaturen dan gewoonlijk. Gebruik maken van het koelend effect van verdampend water, om de ruimtetemperatuur te verlagen, is dus niet aan de orde, tenzij kan worden aangetoond dat verlaagde kastemperaturen meer opleveren dan verhoogde CO₂ niveaus. Maar dat lijkt vooralsnog niet te verwachten. Het verhogen van het vochniveau in de kas reduceert het ventilatievoud dat nodig is om een teveel aan energie af te voeren. Een lager ventilatievoud is gunstig om CO₂ in de kas te houden. Van belang is daarom dat de regeling van de raamstand op adequate wijze is aangepast aan de inzet van de verneveling. Een regeling op vochtdeficit (VD), om deze klein te houden, is daarbij uit den boze omdat een laag VD bij lage stralingsniveaus zal leiden tot een te lage verdamping. De aansturing moet daarom gebeuren op basis van energiebalans: de verhouding tussen warmteafvoer via verdamping en via convection (verschil kas-bladtemperatuur).
- 2. Een luchtdistributie systeem onder de planten** dat buitenlucht moet kunnen opwarmen tot kastemperatuur. Daarvoor is een verwarmingscapaciteit van 50 W/m² nodig en een luchtdebiet van 5 m³/(m².uur). Daarmee moet de RV onderin het gewas verlaagd kunnen worden tot 85% zolang de buitenomstandigheden (vochtinhoud van de lucht) dat toelaten. Deze installatie zorgt voor een overdruk onder het scherm, zodat twee schermen volledig gesloten kunnen blijven. Het debiet komt bij een 7m hoge kas neer op minder dan een verversing van de kasinhoud per uur. Die hoeveelheid zal zelfs bij vrijwel gesloten ramen door lekkage kunnen verdwijnen. Dankzij de luchtstroming onderin het gewas zal er extra droging van wonden ontstaan waardoor het gevaar op botrytis afneemt. Bovendien ontstaat door het systeem een verticale luchtbeweging waardoor de verticale temperatuurverschillen binnen het gewas verkleinen en er zelfs bij hoger gekozen RV's geen condensatie op het gewas zal ontstaan. Het heeft geen zin om met deze installatie ook kaslucht bij te mengen omdat daarmee het drogende effect sterk wordt verminderd. De lucht moet worden gedistribueerd via foliebuisen met, gegeven een kaslengte van 30 meter, een diameter van 160 mm waarin per plant horizontaal (aan weerszijden van de slang) 2 gaatjes van 8mm- afstand tussen de gaatjes is 30cm. In de kas komt 1 foliebuis per teeltgoot met een onderlinge afstand van 1.60 meter. De regeling is gebaseerd op het handhaven van een ingestelde RV en een uitblaasttemperatuur die gelijk is aan de gewenste kasluchttemperatuur om daarmee onnodige verdamping te voorkomen. De beslissing om het slangensysteem te gebruiken of de traditionele vochtregeling op basis van stoken en ventileren wordt gebaseerd op enthalpieverschil binnen/buiten. Bij gebruik van het luchtslangensysteem zal het doek dicht liggen. Ook de ramen blijven in principe dicht, totdat het enthalpieverschil boven en onder het doek te klein wordt. – Dit betekent dat een meetbox boven het schermdoek aanwezig moet zijn. De ventilator wordt aan-/uitgeregeld om altijd een goede luchtverdeling te behouden. Om aanzuigen van insecten te voorkomen moet een gaasscherm voor de aanzuigopening worden geplaatst. De ervaring leert dat dit gaas al snel vervuult en dat daardoor het geleverde luchtdebiet sterk verminderd. Daarom is het gewenst om de hele installatie buiten te plaatsen en te voorzien van een aanzuigkooi met een dubbele laag gaas, grofmazig (koolvlieggaas, maaswijdte 1,35 x 1,35m) en daarachter fijnmazig (tripsgaas, maaswijdte 0,22 x 0,31mm). Die lagen moeten eenvoudig verwisseld of gereinigd kunnen worden en een zo groot mogelijk oppervlak hebben.
- 3. Nauwkeurige dosering van CO₂.** Gezien het grote belang van een goed afgestemde CO₂-concentratie op de beschikbare hoeveelheid licht is een snel en nauwkeurig reagerende doseerinstallatie van groot belang. Uitgaande van de situatie van het IC met OCAP CO₂ is vooral de regeling van de dosering per afdeling en de volumemeting essentieel.

4. Een dubbel energiescherm, Het onderste scherm is een SLS10 Ultra plus dat van zonsondergang tot zonsopkomst gesloten zal zijn, zolang het buiten kouder is dan binnen. Het bovenste scherm is een XLS 18 firebreak. Dat in tegen-gestelde richting kan bewegen. Van belang is een zeer goede afsluiting bij gesloten doek. In overleg met de leveran-cier kunnen wellicht extra maatregelen worden genomen om dat te garanderen. Met een zeer goede afsluiting is het mogelijk de lucht, door de overdruk van het luchtdistributiesysteem (2), gelijkmatig verdeeld door het doek te persen. Daardoor zal het kasdek zo min mogelijk worden opgewarmd, waardoor deze volop ontvochtigd bij buitentempera-turen die onder dauwpunt liggen en kunnen de ramen gesloten blijven. Bij zonsopkomst wordt eerst het bovenscherm geopend, zodat eventueel opgehoopt vocht op het onderste scherm valt. Om kouval te voorkomen kan ook eerst een kier worden getrokken in beide schermen. Omdat de luchtslangen onderin het gewas overdruk opbouwen zal er warme lucht boven het scherm belanden en zal kouval achterwege blijven. Om kortsluiting van lucht te voorkomen verdient het aanbeveling om de kieren van beide schermen niet boven elkaar te plaatsen en de verticale ruimte langs het spant tussen de schermen met lichtdoorlatende folie af te sluiten. In de zomer kan het onderscherm ook gebruikt worden als zonnenscherm om te grote instraling tegen te gaan.
5. Een vast geperforeerd anticondensfoliescherm bij het begin van de teelt geplaatst op de gewasdraden. Toepassing is afhankelijk van de discussie met de gewasspecialisten.
6. Luchtbehandelingskasten (LBK) boven het gewas waarmee zonnewarmte geoogst kan worden.

Daarvoor is een capaciteit van 100 W/m^2 nodig en een uitblaastemperatuur die maximaal $5 \text{ }^\circ\text{C}$ onder de ruimtetemperatuur ligt ($\Delta T_{\text{max}} = 5 \text{ }^\circ\text{C}$).

De aanvoertemperatuur van het koude water is $8.5 \text{ }^\circ\text{C}$. De maximale capaciteit moet bereikt kunnen worden bij een luchttemperatuur van $20 \text{ }^\circ\text{C}$. Daaronder zal niet de maximale capaciteit bereikt kunnen worden.

Door omzetten van een klep kan met dezelfde installatie ook verwarmd worden met een vermogen van 50 W/m^2 en een uitblaastemperatuur die maximaal $5 \text{ }^\circ\text{C}$ boven de gewenste ruimtetemperatuur ligt.

Deze installatie wordt niet gebruikt om te ontvochtigen en ook niet om de dagtemperatuur te verlagen. Mogelijk kan wel in de avond gekoeld worden om met name in het najaar de etmaal temperatuursom te verlagen.

De exacte plaatsing en uitvoering van de LBK's is nog te bepalen, basis is een systeem dat in opzet gelijk is aan het systeem in de Greenportkas Venlo. Deze LBK's hebben de ventilator aan de uitblaaszijde om zonder hoge druk een groot debiet aan lucht te kunnen realiseren.

Keuze is of de LBK dwars op de kas of juist in lengte richting van de kas, maar wel met luchtbeweging die deels tegen elkaar in gaat en zo voldoende turbulentie geeft om homogene verdeling te krijgen.

In alle afdelingen

7. Een meetnet waarmee het klimaat en de plantreactie op het klimaat bepaald kunnen worden. Een deel van de sensoren is zuiver voor registratie, anderen zijn ook nodig in de klimaatregeling.

Daartoe behoren:

a. Gerealiseerd binnenklimaat en lichtniveau (meetpaal):

- Temperatuur op 3 hoogten, waarvan een boven het scherm
- RV op 3 hoogten, waarvan een boven het scherm
- PAR net onder het scherm
- CO₂ op 3 hoogten, waarvan een boven het scherm
- Bladtemperatuur met IR meter op 2 hoogten onder het scherm

De sensoren onder het scherm moeten op 2 stabiele steunen gemonteerd worden die eenvoudig in hoogte verstelbaar moeten zijn tussen 0,5 meter en de onderkant van het scherm. De bekabeling moet het toelaten dat alle sensoren tussen die hoogten ingesteld kunnen worden. De sensoren boven het scherm kunnen vast gemonteerd worden, minimaal 0,5 meter van de kasgoot verwijderd en net boven het scherm.

b. Groei en verdamping (bij de meetpaal), in de directe omgeving wordt in een telveld ook productie en kwaliteit geregistreerd:

- weeggoot met geïntegreerde drainmeting en een lengte afgestemd op de vakmaat. De constructie mag niet doorbuigen en moet een voldoende afschot kennen
- weegbalk voor de meting van het gewicht en een lengte afgestemd op de vakmaat

c. Raamstanden

d. Schermdoekstanden

e. Verwarming

- Aanvoer en retourtemperatuur per net
- Debiet per net

IC beschikt over energiemeting per afdeling.

f. Luchtbehandelingskasten

- Aanvoer en retourtemperatuur koeling
- Debiet koeling
- Aanvoer en retourtemperatuur verwarming
- Debiet verwarming
- Toerental ventilator
- Energiemeting.

g. Buitenluchtventilatie

- Aanvoer en retourtemperatuur verwarming
- Debiet verwarming
- Ventilator aan/uit
- Energiemeting

h. Gedoseerde CO₂

i. Watergift: start- en stoptijden, EC, pH gift en drain.

Mattemperatuur, mat vochtigheid, EC en pH mat

j. Buitenklimaat (naast de standaard metingen)

- RV
- CO₂

Alle metingen moeten via **Letsgrow of een vergelijkbaar systeem** zichtbaar gemaakt kunnen worden en beschikbaar zijn. De direct betrokkenen moeten online gewenste overzichten kunnen maken.

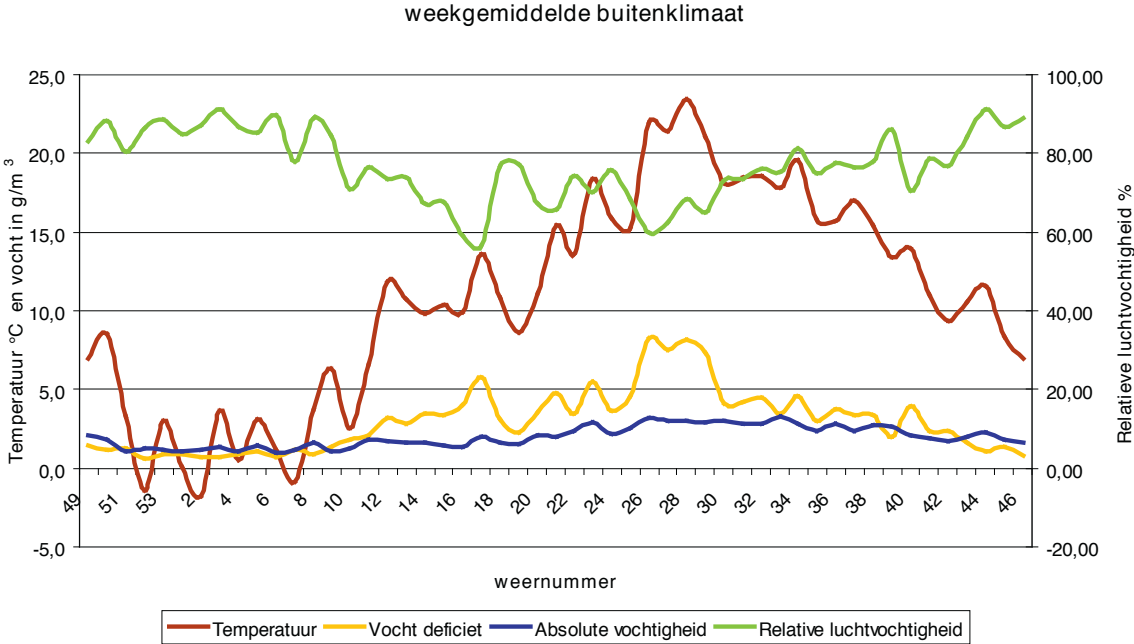
Gelet op het karakter van het experiment zal de praktijk via internet mee moeten kunnen kijken en ook daartoe uitgenodigd moeten worden. De beste toegankelijkheid hiervoor is een website op internet – bijvoorbeeld via Kijk in de kas technologie.

8. Een aangepaste klimaatregeling. In ieder geval bestaande uit aansturing van de componenten:

- buitenlucht aanzuiging
- raamstandregeling in relatie to nevelinstallatie
- LBK

De daarvoor benodigde aanpassingen zijn hierboven al beschreven. Daarnaast kunnen nog aanpassingen nodig zijn op basis van de nog te maken teeltplannen.

Bijlage III Buitenklimaat



Jaar	Week	Temperatuur	Vocht deficiet	Absolute vochtigheid	Relative luchtvochtigheid
2009	49	6.9	1.45	8.50	83
	50	8.6	1.17	7.19	88
	51	3.3	1.28	4.40	80
	52	-1.4	0.64	5.18	86
	53	3.1	0.86	4.48	89
2010	1	0.1	0.86	4.25	85
	2	-1.8	0.69	4.76	87
	3	3.7	0.73	5.45	91
	4	0.5	0.87	4.38	87
	5	3.1	1.07	5.72	85
	6	1.2	0.67	3.85	90
	7	-0.8	1.19	4.49	78
	8	3.7	0.89	6.58	89
	9	6.4	1.35	4.38	85
	10	2.6	1.83	4.93	71
	11	6.6	2.05	7.20	76
	12	11.9	3.23	7.04	74
	13	10.7	2.83	6.43	74
	14	9.8	3.50	6.42	67
	15	10.3	3.37	5.90	68
	16	9.9	3.98	5.37	59
	17	13.6	5.74	8.05	57
	18	10.9	3.05	6.59	77
	19	8.7	2.27	6.02	77
	20	11.1	3.59	8.25	67
	21	15.4	4.74	7.98	66
	22	13.6	3.51	9.35	74
	23	18.4	5.52	11.48	70
	24	15.9	3.64	8.54	76
	25	15.2	4.58	10.08	68
	26	21.9	8.27	12.68	60
	27	21.4	7.51	11.90	63
	28	23.5	8.14	11.93	68
	29	21.0	7.30	11.54	65
	30	18.1	4.07	11.95	73
	31	18.5	4.21	11.45	73
	32	18.5	4.48	11.31	76
	33	17.8	3.49	13.14	75
	34	19.6	4.61	11.28	81
	35	15.8	3.03	9.47	75
	36	15.7	3.79	11.22	77
	37	17.0	3.37	9.29	76
	38	15.4	3.36	10.78	78
	39	13.4	1.97	10.43	86
	40	14.0	3.91	8.31	70
	41	11.0	2.37	7.62	79
	42	9.4	2.38	6.70	77
	43	10.6	1.59	8.08	84
	44	11.5	1.07	9.14	91
	45	8.3	1.33	7.08	87
	46	7.0	0.76	6.58	89

Bijlage IV Inzet van de gewasventilatoren per week

Week	min	Aan	uit	%tijd aan	%tijd uit	Gemiddelde stand bij aan
		uur:min	uur:min			
0	405	6:45	161:15	4	96	72
1	170	2:50	165:10	2	98	46
2	800	13:20	154:40	8	92	48
3	1920	32:00	136:00	19	81	69
4	1870	31:10	136:50	19	81	70
5	2440	40:40	127:20	24	76	79
6	2550	42:30	125:10	25	75	77
7	3130	52:10	115:50	31	69	79
8	3300	55:00	113:00	33	67	79
9	960	16:00	152:00	10	90	68
10	1740	29:00	139:00	17	83	68
11	1995	33:15	134:45	20	80	77
12	2275	37:55	130:05	23	77	73
13	2935	48:55	119:05	29	71	78
14	1395	23:15	144:45	14	86	74
15	770	12:50	155:10	8	92	78
16	1830	30:30	137:10	18	82	77
17	4880	81:20	86:40	48	52	93
18	6120	102:00	66:00	61	39	92
19	4695	78:15	89:75	47	53	89
20	6550	109:20	58:40	65	35	97
21	5315	88:35	79:25	53	47	94
22	4485	74:45	93:15	44	56	95
23	6655	110:55	57:05	66	34	95
24	5070	84:30	83:30	50	50	95
25	3345	55:45	112:15	33	67	97
26	2995	49:55	118:05	30	70	95
27	2715	45:15	122:45	27	73	95
28	1850	30:50	137:10	18	82	90
29	3730	62:10	105:50	37	63	93
30	5735	95:35	72:25	57	43	96
31	5390	89:50	78:10	53	47	97
32	5840	97:20	70:40	58	42	95
33	6595	109:55	58:05	65	35	97
34	6635	110:35	57:25	66	34	95
35	5680	94:40	73:20	56	44	94
36	6835	113:55	54:05	68	32	95
37	7820	130:20	37:40	78	22	91
38	7515	125:15	42:45	75	25	93
39	7915	131:55	36:05	79	21	92
40	8380	139:40	28:20	83	17	92
41	7475	124:35	43:25	74	26	93
42	3960	66:00	102:00	39	61	90
43	0	0	168:00	0	100	0
44	985	16:25	7:35	10	90	98
45	0		168:00	0	100	0
46	0		168:00	0	100	0

Bijlage V Memo gevelinvloed

1 juli 2009 Correctie af energiegebruik voor gevelinvloeden van afdelingen IC

Tot nu toe werd het energiegebruik van de afdeling van “Energie onder de knie – tomaat” bij het Improvement Centre (afdeling 7) gecorrigeerd met de factor 0,80. Met deze factor werd gecorrigeerd voor relatief meer geveloppervlak ten opzichte van het afdelingsoppervlak dan voor een kas van 5 ha. Echter bij toepassing van alleen een minimum buis is het niet terecht om met deze factor te corrigeren. Daarom is nog eens met een frisse blik naar de correctiefactor gekeken.

In de winter wordt de berekende buistemperatuur (na te streven buistemperatuur) volledig bepaald door de verwarmingsregeling om de kasluchttemperatuur op temperatuur te houden. De warmteverliezen vinden ook door de gevel plaats. Een correctiefactor van 0,80 is dan juist. Als de warmtevraag geringer wordt, wordt de berekende buistemperatuur voor verwarming ook lager. Onder 's zomerse omstandigheden zonder warmtevraag maar met minimum buis hoeft het energiegebruik niet voor gevelinvloeden gecorrigeerd te worden, immers de warmteverliezen door de gevel zullen dan zeer gering zijn.

Voorgesteld wordt om de correctiefactor als volgt gedurende het jaar te variëren:

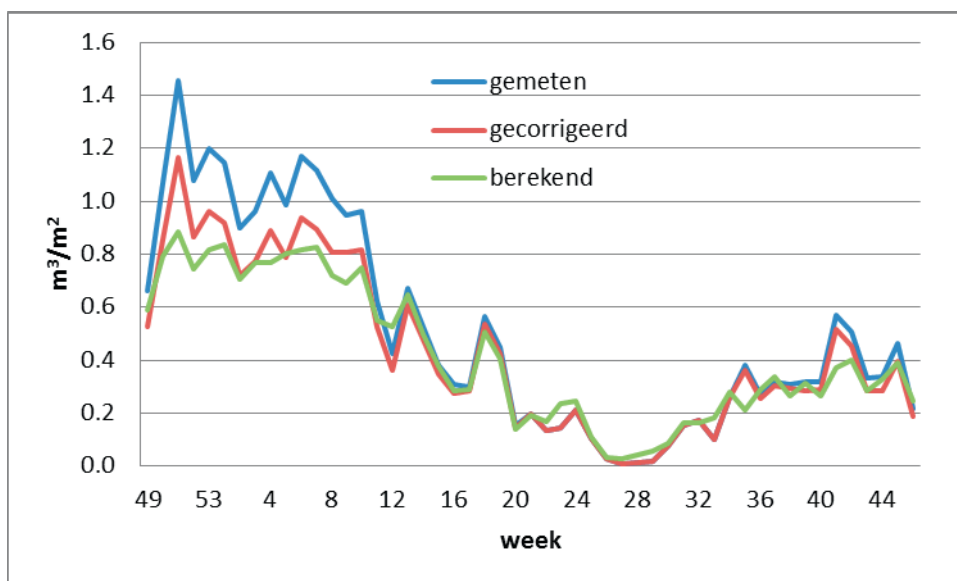
jan	feb	mrt	apr	mei	jun	jul	aug	sep	okt	nov	dec
0,80	0,80	0,85	0,90	0,95	1,00	1,00	1,00	0,95	0,90	0,85	0,80

Bijlage VI Energiegebruik HNT paprika narekenen met Kaspro

Omdat het geveleppervlak van de afdelingen bij het Improvement Centre (IC) in vergelijk met de praktijk erg groot is, is een correctie op het gemeten energiegebruik gerechtvaardigd. Om te controleren of de aangenomen correctie, die door het seizoen varieert, reëel is, is de paprika teelt met behulp van het kasklimaatmodel KASPRO nagerekend. Daarvoor is in het model een kas met een oppervlakte van 2 ha. gebruikt. Mocht het in de proef bij het IC gemeten en gecorrigeerde gasgebruik significant onder het berekende niveau liggen, dan is dat een aanwijzing dat er te fors gecorrigeerd is op het geveleppervlies. De kwaliteit van de berekeningen staat of valt met de kwaliteit van de meteo gegevens, immers het energieverlies wordt grotendeels door de buitenomstandigheden bepaald. Naast de buitentemperatuur, globale straling en RV die meestal wel worden gemeten, is de hemeltemperatuur een belangrijke factor voor de bepaling van het energiegebruik. Deze hemeltemperatuur is berekend met behulp van de buitentemperatuur en de bewolgingsgraad. De bewolgingsgraad is niet lokaal gemeten wat er voor kan zorgen dat er momentaan fouten gemaakt worden. De ervaring leert dat op langere termijn deze effecten uitgefilterd worden. Op weekbasis kan er soms dan ook een behoorlijke mis match zijn in het berekende en gemeten energiegebruik. Op de langere termijn moet dit echter vereffend kunnen worden.

Voor de berekeningen is gebruik gemaakt van de kasuitrusting zoals deze bij het IC aanwezig is bestaande uit o.a. de twee beweegbare schermen en in de startfase het vaste folie dat in de teelt tussen plantdatum en 24 februari met 20x20 cm perforatie gebruikt is en welke op een apart dradenbed was vastgemaakt. De beweegbare schermen waren overigens van het type XLS 18 Firebreak en XLS 10 Ultra Revolux. Voor de beheersing van luchtvochtigheid is een systeem voor gecontroleerde ventilatie met een maximale capaciteit van 5 m³/(m².uur) gebruikt. Aan de hand van de setpoints verwarmen, ventilatie, scherm(en) sluiten en openen en de vochtsetpoints is de teelt nagerekend. Hierbij is gecontroleerd of (in grote lijnen) het in de kas gerealiseerde klimaat (voornamelijk temperatuur en vocht) ook zo berekend zijn. De resultante van deze berekening is een bijbehorend energiegebruik. Door het teeltseizoen heen zijn de setpoints veelvuldig bijgesteld. In het model is naar het gemiddelde setpointverloop per week gekeken en bij een significante wijziging is daarop ook in het model het betreffende setpoint gewijzigd. Hiervoor is dezelfde weekcyclus aangehouden zoals bij de proef waar op dinsdag de begeleidingscommissie langs kwam en waar ook op dinsdag setpoints zijn gewijzigd. Bij de berekeningen is geen gebruik gemaakt van een minimumbuis dus er is alleen op warmtevraag gestookt. Wel zal de gemaximaliseerde buistemperatuur, indien vrijgelaten, in werkelijkheid het energiegebruik kunnen verhogen.

Figuur 1. geeft het met kaspro berekende energiegebruik, het 'ruw' gemeten en het voor geveleppervlak gecorrigeerde energiegebruik in de kas weer.



Figuur 1. Gemeten, het voor geveleppervlak gecorrigeerde en het berekende energiegebruik voor de paprikateelt.

Op jaarbasis wordt het energiegebruik dan ook gecorrigeerd van $26.1 \text{ m}^3/\text{m}^2$ naar $22.2 \text{ m}^3/\text{m}^2$. Volgens de berekeningen is het gebruik $21.4 \text{ m}^3/\text{m}^2$.

De grootste afwijkingen zijn geconstateerd in de periode met het vaste folie. Het enkele gevelschem, welke in die periode constant dicht is geweest, moet dan concurreren tegen drie aanwezige horizontale schermen. Het gevelverlies neemt dan in verhouding nog sterker toe.

Bijlage VII Energie gebruik per week

Jaar	Week	m3/(m2.week) Wamte per week	m3/(m2.week) Wamte in buizen per week	m3/(m2.week) Warmte in LBU per week	kWh/(m2.week) Electra voor ventilator LBU per week
2009	49	0.53	0.53	0.000	0.000
	50	0.85	0.85	0.000	0.000
	51	1.16	1.16	0.000	0.000
	52	0.86	0.86	0.000	0.000
	53	0.96	0.95	0.011	0.013
2010	1	0.92	0.91	0.003	0.004
	2	0.72	0.71	0.008	0.018
	3	0.77	0.73	0.040	0.062
	4	0.89	0.83	0.061	0.060
	5	0.79	0.72	0.063	0.089
	6	0.94	0.86	0.080	0.091
	7	0.89	0.80	0.088	0.115
	8	0.81	0.74	0.065	0.121
	9	0.81	0.79	0.018	0.030
	10	0.82	0.78	0.032	0.055
	11	0.53	0.50	0.025	0.071
	12	0.36	0.33	0.033	0.077
	13	0.61	0.55	0.054	0.106
	14	0.48	0.45	0.025	0.048
	15	0.34	0.32	0.021	0.028
	16	0.28	0.24	0.036	0.066
	17	0.28	0.22	0.065	0.207
	18	0.54	0.42	0.120	0.260
	19	0.43	0.33	0.092	0.193
	20	0.14	0.11	0.039	0.159
	21	0.20	0.14	0.060	0.231
	22	0.14	0.09	0.044	0.198
	23	0.14	0.09	0.048	0.293
	24	0.21	0.15	0.059	0.224
	25	0.11	0.08	0.022	0.150
	26	0.03	0.02	0.009	0.132
	27	0.01	0.00	0.004	0.120
	28	0.01	0.01	0.006	0.077
	29	0.02	0.01	0.010	0.160
	30	0.08	0.06	0.017	0.255
	31	0.15	0.13	0.024	0.242
	32	0.17	0.13	0.039	0.258
	33	0.10	0.07	0.031	0.296
	34	0.26	0.21	0.046	0.292
	35	0.36	0.29	0.067	0.249
	36	0.25	0.20	0.057	0.302
	37	0.30	0.24	0.059	0.328
	38	0.29	0.23	0.060	0.325
	39	0.29	0.20	0.080	0.338
	40	0.29	0.24	0.046	0.356
	41	0.51	0.40	0.118	0.320
	42	0.45	0.38	0.070	0.166
	43	0.28	0.28	0.000	0.000
	44	0.29	0.27	0.014	0.045
	45	0.40	0.40	0.000	0.000
	46	0.19	0.19	0.000	0.000
	Totaal	22.21	20.24	1.970	7.230

Bijlage VIII Productie per week

Week	Gemiddeld vruchtgewicht in gram	Productie per week in kg/m ²	Cumulatieve productie in kg/m ²
12		0.05	0.1
13	204	0.16	0.2
14	211	0.71	0.9
15	183	0.79	1.7
16	173	0.60	2.3
17	184	0.79	3.1
18	174	1.90	5.0
19	149	1.07	6.1
20	147	0.35	6.4
21	171	0.96	7.4
22	169	2.00	9.4
23	169	1.47	10.9
24	164	0.68	11.5
25	167	0.24	11.8
26	168	0.96	12.7
27	171	2.25	15.0
28	167	1.13	16.1
29	166	0.64	16.8
30	149	0.64	17.4
31	138	1.42	18.8
32	131	1.15	20.0
33	141	0.59	20.6
34	151	0.87	21.4
35	155	1.59	23.0
36	160	1.16	24.2
37	151	1.13	25.3
38	159	0.48	25.8
39	159	0.58	26.4
40	160	0.64	27.0
41	153	0.55	27.6
42	160	0.41	28.0
43	139	0.67	28.6
44	157	0.87	29.5
45	142	0.51	30.0
46	133	0.57	30.6

Bijlage IX Watergift, drain en voedingsanalyse

Week	Gift		pH	Drain		%
	l/(m2.dag)	EC		l/(m2.dag)	Ec	
49	1.14	3.3	5.7			
50	1.18	3.3	5.6			
51	0.72	3.1	5.6			
52	0.41	3.1	5.7			
53	0.32	3.2	5.7			
1	0.23	3.4	5.7			
2	0.18	3.6	5.7			
3	0.11	3.7	5.7			
4	0.3	3.7	5.7			
5	0.46	3.7	5.8			
6	1.16	3.3	5.6			
7	0.93	3	5.3	0.24	4.6	19
8	0.97	3	5.2	0.01	4.7	1
9	2.6	3	5.2			
10	2.13	2.97	5.8	1.05	3.9	47
11	2.1	3.1	6	1.1	3.8	52
12	3.25	2.8	6.2	1.85	3.7	57
13	2.74	2.7	5.7	1.66	3.5	60
14	4.28	2.8	5.5	2.35	3.7	54
15	5.7	2.6	5.4	3.3	3.7	57
16	6.14	2.5	5.4	3.57	3.3	56
17	5.45	2.5	5.4	3.08	3.5	57
18	3.75	2.5	5.5	2.48	3.2	61
19	4.95	2.5	5.5	3.04	3.3	59
20	8.11	2.5	5.5	5.15	3.3	62
21	5.3	2.3	5.4	3.68	3.4	65
22	5.62	2.1	5.4	3.66	3.2	59
23	4.06	2.1	5.4	2.24	3.2	51
24	6.53	2.2	5.4	4	2.7	57
25	8.07	2.2	5.4	3.74	3	45
26	7.38	2.2	5.3	3.04	3.4	39
27	7.66	2.1	5.4	3.09	3.3	39
28	5.93	2	5.5	2.49	3.1	40
29	5.96	2	5.3	2.44	3	38
30	4.67	2.1	5.2	2.08	2.9	43
31	4.71	2.2	5.4	2.17	3.2	44
32	4.31	2.3	5.5	1.4	3.5	30
33	3.81	2.3	5.5	1.4	3.7	37
34	3.82	2.2	5.4	1.44	3.6	36
35	3.84	2.1	5.4	1.98	2.9	50
36	3.28	2.1	5.4	2.08	2.8	64
37	2.35	2.1	5.3	1.34	2.9	54
38	1.99	2.3	5.5	0.77	2.9	36
39	1.58	2.4	5.5	0.9	3.1	62
40	1.44	2.5	5.5	0.54	3.6	37
41	1.5	2.5	5.4	0.62	4.3	28
42	1.13	2.2	5.5	6	3.2	54
43	0.71	1.9	5.3	0.4	2.9	74
44	0.22	1.8	5.2			
45	0.33	1.8	5.2			
46						

Analyses	27	5	8.5	3	17	3	1.2	25	5	7	80	0.7	0.5				
Streetcijfers	EC	NH4	Na	Ca	Mg	NO3	Cl	SO4	P	HCO3	g	Fe	Mn	Zn	B	Cu	Mo
10-12-2009	3.5	0.9	0.5	8.1	2.7	24.9	0.3	2.5	1.5		0.07	14.7	3.9	1.8	17	0.21	0.3
24-12-2009	3.6		0.5	9.9	3	26.5	0.7	3.3	1.63		0.13	22.3	3.7	1.5	19	0.16	0.2
7-1-2010	3.7		0.5	10.1	3	28.3	0.5	3.8	1.53	0.4	0.15	13.6	2.3	2	40	0.13	0.2
14-1-2010	3.8		0.6	10.5	3.1	26.2	0.4	3.5	1.36	0.8	0.31	17.4	1.6	1.7	49		0.2
21-1-2010	4		0.6	11.2	3.3	28.7	0.5	3.6	1.22	1.1	0.17	4	0.2	1.1	58		0.3
5-2-2010	4.5		1	14.2	4.5	31.1	0.6	5.2	0.43	1.5	0.29	3.7	1.5	1.8	103		0.5
25-2-2010	4.7		1	14.1	5.1	33.1	0.6	5.1	1.23	0.9	0.23	8.6	3.1	3.3	169	0.23	0.7
25-2-2010	4.7		1	14.1	5.1	33.1	0.6	5.1	1.23	0.9	0.23	8.6	3.1	3.3	169	0.23	0.7
5-3-2010	4.4		1.1	11.9	4.1	32.8	0.9	2.8	4.89	0.4	0.12	64.4	53.3	40.4	238	1.29	1.2
19-3-2010	4.1		1.5	10.7	3.6	28.9	0.8	3.4	2.28	0.9	0.11	67.7	31.1	21.9	128	0.98	2
16-4-2010	4.2		1.1	11.5	3.7	32	0.6	2.5	4.57	0.3	0.06	61.8	31.7	17.7	135	1.66	1.2
29-4-2010	3.6		1.3	8.5	2.8	26.2	1.1	2.4	3.53	0.1	0.08	93.2	29	15.3	82	1.85	1.3
14-5-2010	3.4		0.6	9.3	3	24.1	0.4	3.3	1.36	0.1	0.13	23.3	26	11.3	81	0.79	0.8
28-5-2010	4.1		0.8	8.9	3.4	31	0.6	2.8	2.27	0.5	0.09	38.3	13.2	7.9	44	1.01	1
13-6-2010	3.8		0.9	11.4	3.7	26.7	0.5	4.4	1.91	0.6	0.2	44.6	25.5	10.3	174	1.59	1.3
24-6-2010	3.1		1	7.8	3.2	20.8	0.7	2.3	1.57	0.6	0.16	42.5	20.1	12.4	143	3.94	1.4
8-7-2010	3.1		0.8	8.1	2.9	22.1	0.8	2.7	1.8	0.1	0.22	55	19.8	12.3	98	2.47	0.8
21-7-2010	2.9		0.7	8.4	2.8	20.1	0.6	2.3	1.69	0.2	0.18	49.6	14	9.2	84	1.75	0.5
5-8-2010	3.4		0.8	8	3.1	22.4	0.6	2.3	1.87	0.1	0.24	49.6	18.7	11	94	1.67	0.3
19-8-2010	4.2		1.1	13	4.7	27.8	0.8	4.6	2.09	0.5	0.36	61.9	19.7	8.9	131	1.85	0.6
15-9-2010	2.9		1.1	7.3	3.5	19.9	1	2.3	1.2	0.6	0.25	52.6	9.2	5.6	77	1.06	0.7
30-9-2010	4.2		1.8	11.4	5.2	31.9	1	3.5	1.28	0.5	0.48	66.7	7.9	4.8	121	1.43	0.7
20-10-2010	6.3		2.3	19.3	7.6	51.5	1.5	5.1	3.96		0.79	72.8	29.8	8.5	131	1.42	0.1



Ministerie van Economische Zaken,
Landbouw en Innovatie



Projectnummer: 3242081011

