

Praktische teeltkennis paprika in een semigesloten kas 2008

Resultaten bij het Improvement Centre

Arie de Gelder, Steven Driever, Wim van Wingerden & Sjoerd Nieboer





Praktische teeltkennis paprika in een semigesloten kas 2008

Resultaten bij het Improvement Centre

Arie de Gelder¹, Steven Driever¹, Wim van Wingerden² & Sjoerd Nieboer³

- ¹ Wageningen UR Glastuinbouw
- ² Green Q
- ³ Improvement Centre

© 2009 Wageningen, Wageningen UR Glastuinbouw

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

Dit project is gefinancierd door:



Participant



Teeltkundige uitvoering door:



PT nummer: 13106
Projectnummer: 3242039100

Wageningen UR Glastuinbouw

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

Inhoudsopgave

	pagina
1 Inleiding	1
2 Proefopzet	3
2.1 Teeltsysteem	3
2.2 Techniek	2
3 Teeltverloop	5
3.1 Gewasontwikkeling	5
3.1.1 Lengtegroei	5
3.1.2 Zetting	6
3.1.3 Abortie	7
3.2 Kasklimaat	8
3.2.1 Temperatuur	8
3.2.2 Vocht	9
3.2.3 CO ₂	9
3.2.4 Schermgebruik	9
3.3 Buitenomstandigheden	10
3.4 Watergift	10
3.5 Gewasbescherming	10
3.6 Conclusies Teeltverloop	10
4 Klimaat met de JSK	13
4.1 Temperatuur als gevolg van de JSK	13
4.1.1 Temperatuurverdeling in het gewas voor aanpassing van de uitblaasmonden	13
4.1.2 Temperatuurverdeling in het gewas na aanpassing van uitblaasmonden	14
4.2 Luchtbeweging als gevolg van de JSK	17
4.2.1 Rookproeven	17
4.2.2 Luchtbeweging metingen	20
4.3 Conclusies	24
5 Gerealiseerde productie	25
5.1 Oogst registratie	25
5.2 Sorteert registratie	26
5.3 Conclusies	28
6 Modelberekening van productie	29
6.1 Zetting	29
6.2 Oogst	30
6.3 Conclusies	32
7 Algemene conclusies	33

8	Publiciteit	35
8.1	Schriftelijke communicatie	35
8.2	Presentaties	35
8.3	Internet	35
9	Dankwoord	37
Bijlage I.	Klimaat	3 pp.
Bijlage II.	Buitenomstandigheden	3 pp.
Bijlage III.	Watergift	3 pp.

1 Inleiding

Doelstelling van dit project was een optimale teelt van Paprika in een semigesloten kas waarbij koele lucht van bovenaf tussen het gewas wordt gebracht met een productie van gekleurde paprika's (rood) die uitkomt boven 35 kg per vierkante meter.

Aanleiding voor deze proef was de eerste proef uitgevoerd bij Themato in de gesloten kas in het teeltseizoen 2006. De resultaten hiervan heeft de paprikacommissie doen besluiten een voortzetting te doen in het Improvement Centre in 2007 waarin tegemoet gekomen kon worden aan een aantal 'tekortkomingen' van Themato voor de paprika teelt, zoals ongunstige kashoogte en scherminstallatie. De proef in 2007 was opgezet om 3 verschillende plantsystemen in de semigesloten afdeling te vergelijken met deze plantsystemen in een 'open' afdeling met een koelvermogen van maximaal 400 W/m² en een scherminstallatie met doek zoals dat in het Improvement Centre voorzien is. Het gevolg van de keuze voor drie plantsystemen in een afdeling was dat er niet op de maximale productie van één behandeling gestuurd kon worden, maar steeds afwegingen voor optimale omstandigheden binnen de gehele afdeling moesten worden gemaakt. Hierbij was echter de kans aanwezig dat de maximaal haalbare productie in een semigesloten kas van een behandeling niet bereikt werd. In het experiment in 2007 zijn geen verschillen in productie waargenomen tussen de 3 en 2 stengelsystemen wat erop wijst dat niet naar optimale omstandigheden voor een van beide systemen kon worden gestuurd. Het derde teelt systeem is door onjuist uitgangsmateriaal buiten beschouwing gelaten. Een ander aspect uit de proef in 2007 was dat de productie in de geconditioneerde kas achter bleef bij de referentieafdeling, maar in de tweede helft van de teelt is dit omgekeerd in een meerproductie. Verder is naar voren gekomen dat - bijvoorbeeld - de zetting in de semigesloten kas sneller verliep en een ander productie patroon liet zien, als gevolg van de andere klimaat omstandigheden, met een uiteindelijk hogere totaal productie. Tevens was de vruchtkwaliteit goed en zeker beter dan de proef bij Themato in 2006, waar een deel van de vruchten brandvlekken had of sterk bont kleurde.

Ondanks deze positieve ervaring zijn er ook vragen onbeantwoord gebleven. In zowel de teelt bij Themato in 2006 als de teelt bij het IC in 2007 werd de koude lucht van onder in de kas gebracht, waarbij het de vraag is of dit voor paprika, een juiste temperatuur verdeling in het gewas geeft. Dit werd door diverse telers betwijfeld en ook de ervaring bij tomaat wijst er op dat een andere temperatuur verdeling in het gewas wenselijk is.

Er ontstaat gemakkelijk in de paprikateelt, zowel in de gewone kas als in de kassen met koeling van onder het gewas, een hoge koptemperatuur met voor paprika het risico op verbranding van de vrucht. Experimenten met komkommer bij WUR-Glastuinbouw hebben laten zien dat koeling van de vruchten onderin het gewas nadelig is.

Daarnaast lijkt investering in koeling nog niet economisch rendabel, o.a. omdat een energetisch voordeel kleiner is dan verwacht (op basis van ervaringen bij tomaat). Dit wordt met name toegeschreven aan het feit dat paprika gemiddeld bij een hogere temperatuur geteeld wordt met een intensief gebruik van schermen. In de winter wordt bij paprika minder energie gebruikt dan bij tomaat. In de zomer is voor de temperatuur beheersing minder koude nodig, onder andere door de lagere verdamping van de paprika. Tevens wordt voor vochtbeheersing minder energie gebruikt bij paprika.

De paprikacommissie heeft voor 2008 de onderzoeksvragen verlegd naar de voordelen van luchtbevochtiging bij geconditioneerd telen. De vraag blijft onbeantwoord of met de twee teelten in 2006 en 2007 in voldoende mate de potentiële mogelijkheden van het telen in een semigesloten kas met een beperkt koelvermogen is uitgezocht. De potentiële mogelijkheden zijn echter onvoldoende aangetoond en onvoldoende door gewasanalyses onderbouwd.

Om bovengenoemde redenen is een proef opgezet die gericht is op maximaliseren van de productie met een koelsysteem waarbij de koele lucht boven het gewas wordt ingebracht en waarbij de grenzen van het mogelijke in een semigesloten kas wordt opgezocht door optimaal op één teeltsysteem te sturen en zo telers te tonen wat mogelijk is met een geoptimaliseerd teeltconcept.

Gelijktijdig met dit experiment vond bij Wageningen UR Glastuinbouw een experiment met luchtbevochtiging plaats.

2 Proefopzet

Voor deze proef is afdeling 6 bij het Improvement Centre in gericht met een aangepast koelsysteem, geïnstalleerd door Wilk van der Sande. Alle gewasregistraties zijn gedaan door het Improvement Centre. Temperatuurverdeling en luchtbeweging in het gewas en de modelberekening m.b.v. Papigrow zijn gedaan door WUR Glastuinbouw. Teeltbegeleiding en modelberekeningen met Greenscheduler zijn gedaan door GreenQ.

2.1 Teeltsysteem

Op basis van de ervaringen van afgelopen teelten en de raseigenschappen is gekozen voor het ras 'Spider' (grofheid en generativiteit) met 2 stengels per plant (groeikracht) en 6,0 stengels per m² op teeltgoten met een onderlinge rijafstand van 160 cm. Het ras 'Spider' verschilt van het ras 'Ferrari' dat in voorgaande proeven gebruikt is en wordt ook wel een 'doorzetter' genoemd, omdat dit ras minder abortie gevoelig is en makkelijker zet. Zaai- en plantdatum waren respectievelijk 1 november en 21 december 2007.

De begeleidende telers, de teeltadviseur van Green Q (Wim van Wingerden) en de klimaatdeskundige van Wageningen UR Glastuinbouw (Arie de Gelder) hebben door regelmatige bezoeken aan de proef zicht gehouden op de staat van het gewas en het gerealiseerde klimaat. Teeltmaatregelen en de staat van het gewas zijn regelmatig overlegd met de begeleidingscommissie (BCO), die bestond uit Rolf Vijverberg, Pleun Verheul, Barry Helderma en Michel van Ruyven

Om de teelt optimaal te sturen zijn de beslissingen over de te volgen strategie mede gebaseerd op wekelijkse prognose berekeningen met behulp van modellen van Wageningen UR (Papigrow) en Green Q (GreenScheduler). Daarmee zijn op basis van de actuele stand van het gewas, plantbelasting en verwachte weerscondities berekeningen uitgevoerd om de plantbelasting, nieuwe zetting en productie optimaal te laten zijn gegeven de omstandigheden en het energie(licht) aanbod op zowel korte als lange termijn. Gedurende de teelt is steeds geanticipeerd op het verwachte aanbod van licht en is daarop de plantbelasting afgestemd om m.n. te voorkomen dat het gewas teveel vruchten draagt (plantbelasting) en daarmee 'over de kop gaat'.

De berekeningen met gewasmodellen laten zien wat de plantbelasting is. Deze gewasmodellen zijn gebaseerd op de resultaten van eerdere onderzoeken en berekeningen hieruit laten zien dat vruchten tussen twee en vijf weken na de zetting de grootste assimilatenvraag kennen. Ingrijpen in de plantbelasting wordt in de praktijk daarom gedaan door groen oogsten. Deze maatregel is enkele keren (week 34, 35 en 44) na overleg met de BCO uitgevoerd.

De volgende klimaat- en teeltgegevens van deze teelt zijn waargenomen en geregistreerd:

Kastemperatuur	Planttemperatuur
Luchtvochtigheid	Abortie
CO ₂ concentratie	Zetting
Buistemperatuur	Productie (klasse I en II en groen)
Schermstand	Plantlengte
Raamstand	Gemiddeld vruchtgewicht
Globale straling	

Watergift

Drain

Vochtgehalte en EC in de mat

Alle metingen en registraties zijn gedaan in de middelste tralie, omdat in deze tralie het koelsysteem praktijk-conform kon werken.

2.2 Techniek

Bij het Improvement Centre is in afdeling 6 een koelsysteem toegepast, de zgn. 'JSK' van Wilk van der Sande. Een JSK is een luchtbehandelingkast die tussen de kaspoten gemonteerd wordt en ofwel kaslucht van bovenaf aanzuigt en onder de teelt uitblaast, of omgekeerd. Dit systeem kan worden toegepast om te verwarmen, te koelen of beiden. In deze proef is ervoor gekozen om lucht van onder het gewas aan te zuigen en boven het gewas uit te blazen en alleen gebruik te maken van de koeling, omdat een buisrailsysteem voor verwarming al aanwezig was.

De toepassing van de JSK vraagt voor de koude opwekking de inzet van een warmtepomp vergelijkbaar met andere systemen van geconditioneerd telen. De warmte is in een lage temperatuur verwarming gebruikt om te verwarmen.

Er is voor dit systeem gekozen omdat:

- Het gemonteerd wordt tussen de kaspoten, de teeltgoot kan op ca. 70-80 cm hoogte blijven; er zijn geen slurven meer nodig omdat de lucht uit de JSK al over de kapdiepte wordt uitgeblazen;
- Luchtaanzuiging dwars onder de teeltgoot geeft een gelijkmatiger aanzuiging van kaslucht t.o.v. een LBK aan de gevel en daardoor minder risico op temperatuur verschillen over de lengte van de kapdiepte;
- Koude uitblazen naar boven zorgt dat de koude boven gewas komt en vermindert de verticale temperatuurgradiënt. De koele lucht zorgt daarbij via convectie voor afkoeling van het gewas. Deze afkoeling mag zodanig zijn dat het gewas en de vruchten een juiste temperatuur krijgen in relatie tot de instraling. Omdat de koele lucht mengt met warme lucht en dus opwarmt kan er tevens meer vocht worden opgenomen, zodat de verdamping niet wordt geremd. Dit werd gevolgd door meting van de gewastemperatuur;
- verwarming middels buisrail alleen extra investering geeft voor koude-inbreng en behoud de 'traditionele' wijze van verwarmen en gebruik van stralingswarmte.

In het Improvement Centre is een systeem gemonteerd dat één blok heeft voor energie uitwisseling. Primair is dit gebruikt om te koelen en de lucht van onder uit de kas aan te zuigen en na koelen boven het gewas uit te blazen. Koude lucht werd via transparante plastic slurven en uitblaasmonden boven het gewas uitgeblazen. Delen van deze installatie zijn te zien in Figuur 1.

De toepassing van het JSK systeem is niet zonder problemen verlopen. Door omstandigheden was het JSK systeem pas operationeel op 25 maart 2008 (week 13). Na analyse van de luchtbeweging zijn pas op 15 juli 2008 (week 29) een deel van de uitblaasmonden aangepast. Hierbij is de uitblaas veranderd om de koele lucht met een hogere snelheid over het gewas uit te blazen, waarna alle resterende uitblaasmonden zijn aangepast op 29 juli 2008 (week 31).

De geïnstalleerde uitblaasmonden bestonden uit twee ronde horizontale platen, daartussen werd de lucht horizontaal uitgeblazen. De uitworp van de lucht was daardoor horizontaal in alle richtingen. Na bepaling van de luchtbeweging (zie 4.2), is er een aanpassing gedaan aan deze uitblaasmonden, zodat er een meer gerichte uitworp werd gerealiseerd. Hiervoor zijn twee verticale plaatjes gemonteerd tussen de twee ronde horizontale platen, zodat de lucht in twee tegengestelde richtingen horizontaal met een hogere snelheid over het gewas uitgeworpen werd.



Figuur 1. De JSK installatie zoals geïnstalleerd in afdeling 6.

Het koelvermogen van deze semigesloten kas bedroeg maximaal ca. 400W/m^2 , welke uit eerder onderzoek voldoende is gebleken om de ventilatie beperkt te houden. Er is in deze proef gekozen om verwarming met buisrail te realiseren. In de nacht kon eventueel wel worden gekoeld met de JSK om de gewenste etmaal temperatuur te realiseren, maar dit is niet gebruikt. De kas inrichting was dusdanig dat de middelste tralie representatief was voor de functionering van het JSK systeem in een grote kas. Dit betekent dat alle plant- en klimaatwaarnemingen hier zijn gedaan.

Monitoring van de temperatuurverdeling in het gewas als gevolg van de toepassing van de JSK is gedaan met behulp van Wysensys draadloze temperatuur sensoren. Op deze manier is de werking van het JSK systeem en de effecten hiervan op het kasklimaat bepaald. Tevens zijn de luchtbewegingen bepaald door middel van rookproeven en door luchtbewegingsensoren.

3 Teeltverloop

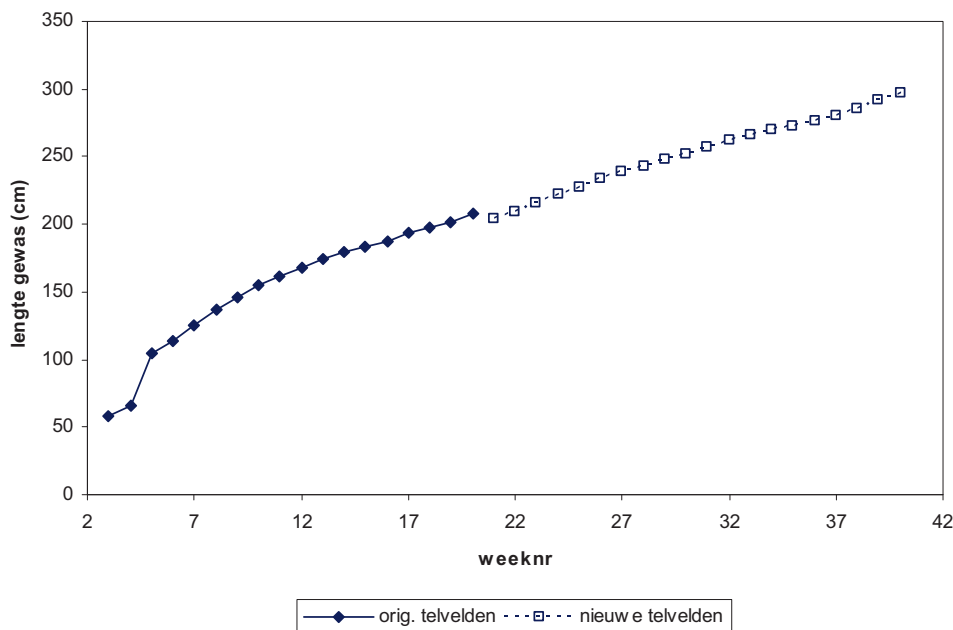
Het ras Spider werd gezaaid op 1 november 2007 en geplant op 21 december. Planten zijn in het begin voldoende weggegroeid. Er werd t/m het 7^e oksels alle toppen weggetopt. In week 6 kon er de eerste zetting worden geteld, deze hing aan de plant vanaf het 3^e oksel. We hebben wel getracht met vruchtdunning voldoende balans in de plant te houden. Het gewas heeft zich zeker in het voorjaar als een normaal gewas gedragen. In deze periode was er ook weinig verschil in klimaat tussen deze afdeling en een normale kas. Onder zonnige omstandigheden komen de verschillen naar voren. De sturing was sterk gericht op groei. Wel zagen we dat door de kou naar boven te brengen het gewas zich vegetatiever gedroeg dan in het verleden met onderin de koeling. Aan zetting was er geen gebrek. 'Spider' zette op sommige momenten weleens wat te gemakkelijk terug, waardoor wel wat fijnere vruchten ontstonden, waarvan de kwaliteit niet altijd voldoende was. In de zomer was er zodanig veel zetting dat ruim 2 kg groen is geoogst in week 34 en 35. Hierdoor was er in week 36 en 37 voldoende ruimte om een goede laatste zetting te krijgen. Uiteindelijk is in week 44 nogmaals groen geoogst en is de teelt beëindigd op 15 november 2008 (week 46).

Tijdens het teeltseizoen zijn er gewasregistraties gedaan in telvelden om het verloop van de teelt te volgen. Hierbij is geconstateerd dat de telvelden die in eerste instantie gekozen waren, rond week 20 geen representatief beeld meer gaven van de productie in vergelijking met de productie van de middelste tralie. Daarom is er gekozen om twee nieuwe telvelden te gebruiken vanaf week 21 tot het einde van de teelt. Deze verandering had consequenties voor de registratie gegevens, omdat de zetting en productie in de weken voor de wisseling van telvelden niet als basis kon dienen voor de gegevens van na de wisseling. In de presentatie van de gegevens in dit rapport wordt daarom onderscheid gemaakt tussen de registratie in de telvelden voor de wisseling (telveld 1 en 2) en de telvelden na de wisseling (telveld 3 en 4).

3.1 Gewasontwikkeling

3.1.1 Lengtegroei

De lengtegroei van het gewas door het teeltseizoen is vrij constant verlopen, zoals te zien is in Figuur 2. In week 4 en 5 is een flinke lengte toename te zien, welke niet te verklaren is uit de huidige gegevens. Dit is mogelijk een meetfout. Ook is te zien dat de gemiddelde lengte bij het wisselen van de telvelden in de nieuwe telvelden lager was dan in de originele telvelden. Tijdens het teeltseizoen was er een grote variatie in plantlengte waar te nemen. Dit kan



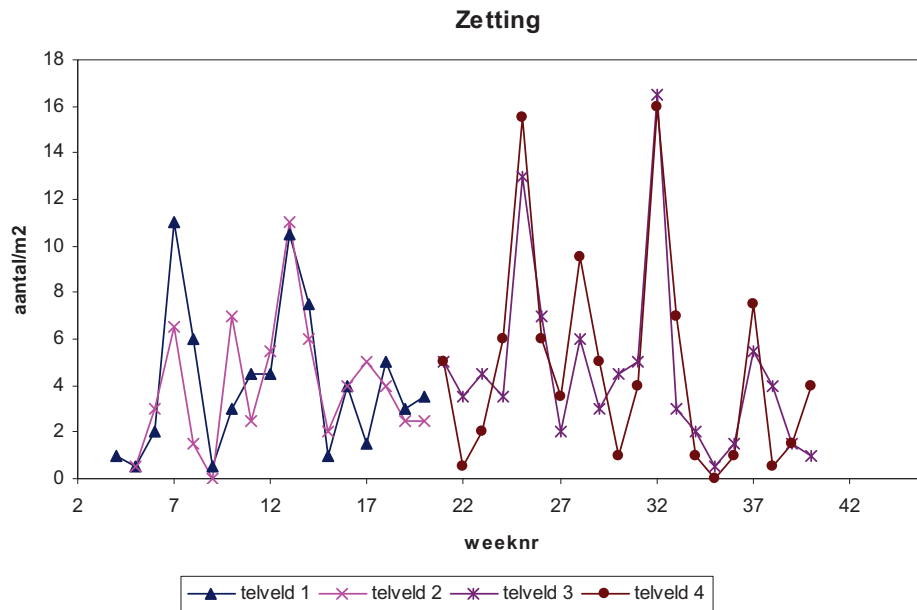
Figuur 2. Cumulatieve lengtegroei per week. Lengtegroei is geregistreerd in telvelden en weergegeven als gemiddelde van alle planten in de telvelden. Van week 3 tot en met week 20 zijn de telvelden gebruikt van voor de wisseling van telvelden (orig.telvelden) en vanaf week 21 zijn andere telvelden gebruikt (nieuwe telvelden).

een mogelijke verklaring zijn voor de verschillen in de geregistreerde gemiddelde plantlengte tussen de originele en nieuwe telvelden. Over het algemeen zat er tussen planten onderling een grote variatie in de plantlengte. Of dit met de koeling van boven het gewas te maken had is niet aangetoond. Gedurende het seizoen is de groei voldoende geweest; er was zeker geen sprake van een 'kerstboomeffect' dat waargenomen werd in eerder onderzoek waarbij gekoeld werd van onder het gewas. Waar in het eerdere proeven is waargenomen dat in de zomer de groei zeer sterk afnam, is dit tijdens deze teelt aanzienlijk beter geweest. Hier heeft het type koeling dat hier gebruikt is (van bovenaf) zeker aan bijgedragen. Ook de sterkte van de kop was voldoende tot goed, maar neigde toch wel weer gemakkelijk generatief. Doordat de lengtegroei voldoende bleef, zagen we ook er een redelijke topgroei was. Er werd gedurende het seizoen aandacht gegeven om niet te kort te toppen om het gewas voldoende bladoppervlak te geven.

3.1.2 Zetting

De eerste zetting werd geregistreerd rond week 7, de tweede zetting volgde rond week 13, zoals te zien in Figuur 3. De eerste zetting kwam wat later dan het 'gemiddelde', dit had te maken met de keuze om op het 3^e oksel zetting toe te laten en voor rode vruchten te gaan. Opvallend is hierbij dat telveld 1 een duidelijke piek laat zien in week 7, terwijl telveld 2 een deze piek minder hoog is en er een tweede zetting piek volgt in week 10 en een derde, hogere zetting piek in week 13. Het beeld dat de zetting in de twee telvelden niet volledig synchron loopt is ook te zien in de telvelden na wisseling van telvelden. Echter, grote zetting pieken, zoals in week 25 en 32, zijn duidelijk wel synchron. Deze waarnemingen geven aan dat er een grote variatie in zetting is tussen de verschillende planten in de telvelden, waardoor telvelden in perioden met relatief weinig zetting (minder dan 10 per m²) een minder representatief beeld kunnen geven van de zetting in het gehele gewas dan ten tijde van een hoge zetting piek.

Over het gehele seizoen was er echter voldoende zetting door het gewas, met name in de middenfase, maar ook in de begin- en eindfase van de teelt. Ook bleef er zetting komen wanneer daar in de plantbelasting ruimte voor was. Door het groen oogsten in week 34 en 35 is een laatste zetting gerealiseerd rond week 37, wat ertoe heeft bijgedragen dat er ook in de laatste fase van de teelt een goede productie is gerealiseerd.

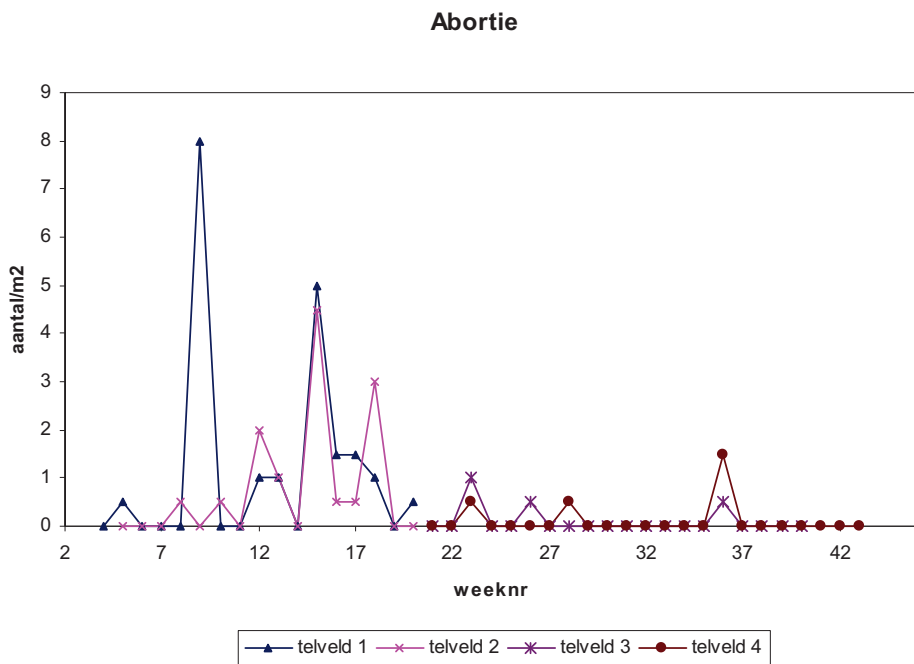


Figuur 3. Zetting per week. Zetting is geregistreerd in telvelden, welke elk apart zijn weergegeven. Tot en met week 20 zijn twee telvelden gebruikt (telveld 1 en telveld 2), waarna twee nieuwe telvelden zijn gebruikt (telveld 3 en telveld 4).

3.1.3 Abortie

Abortie was vrij hoog in de eerste periode van de teelt, waarbij met name in telveld 1, een groot deel van de eerste zetting in week 7 verloren ging in week 9. In telveld 2 was er een minder hoge zetting gerealiseerd in week 7 en bleef een hoge abortie uit. Hieruit kan worden geconcludeerd dat de hoge zetting in week 7 in telveld 1 waarschijnlijk een te zware plantbelasting tot gevolg heeft gehad, waardoor er een hoge abortie is opgetreden. Een minder hoge eerste zetting, zoals in telveld 2, had zelfs een vroegere tweede zetting tot gevolg. De gerealiseerde zetting in week 13 werd in beide telvelden gevolgd door een abortie piek in week 15.

De telvelden 3 en 4, na de velden wisseling, laten een zeer lage abortie zien. Het is niet duidelijk of het verschil tussen de velden voor en na de wisseling een verschil tussen de velden is of dat de plantbelasting na week 20 dusdanig was dat abortie minder voorkwam. De zetting was echter wel vele malen hoger dan de geregistreerde abortie, waardoor de abortie over het geheel genomen relatief laag was gedurende het teeltseizoen.



Figuur 4. Abortie per week. Abortie is geregistreerd in telvelden, welke elk apart zijn weergegeven. Tot en met week 20 zijn twee telvelden gebruikt (telveld 1 en telveld 2), waarna twee nieuwe telvelden zijn gebruikt (telveld 3 en telveld 4).

3.2 Kasklimaat

3.2.1 Temperatuur

Gedurende het teeltseizoen is de gemiddelde etmaal temperatuur tussen de 19 °C, aan het begin, en 22 °C in midden zomer geweest. De gemiddelde nacht temperatuur is steeds tussen de 17,5 en 20 °C geweest. De gemiddelde dag temperatuur was midden zomer niet hoger dan 24,3 °C (week 26). Overdag zijn echter wel maximale kastemperaturen tot 28,0 °C gemeten, met name in de weken 26 en 27. Dit was echter voordat de aanpassingen van de uitblaasmonden van de JSK in week 29 en 31 gemaakt waren. Na deze aanpassingen werden weliswaar ook maximale kastemperaturen gemeten van 27,4 tot 27,6 °C (in week 30 tot en met 33), maar was de gemiddelde dagtemperatuur lager (23,3 tot 24,1 °C).

De ingestelde koeltemperaturen lagen tussen de 24 en 26 graden. Bij een afwijking in kastemperatuur werd eerst de ventilator opgetoerd en daarna een lagere koelwatertemperatuur toegevoerd. De hogere koeltemperatuur werd in het najaar nagestreefd om meer temperatuur in de kas te hebben bij hogere instraling.

Doordat de nadruk op groei bleef liggen in de zomer is er nauwelijks gekoeld in de voornacht met de JSK.

Tussen de meetbox, bij de kop van het gewas, en de inlaat van de JSK was het temperatuurverschil aanzienlijk kleiner (2 tot 5 graden verschil) dan gemeten bij slurven koeling. Hierdoor werd een betere verticale temperatuurverdeling in de kas gerealiseerd. Dit heeft ook zeker bijgedragen aan een betere groei in de kas.

De JSK werd voor het grootste gedeelte van het teeltseizoen ingezet door vanaf het begin van de ochtend te starten met koelen op een ventilator stand van 45 tot 50%. Met name in de zomer werd in de loop van de ochtend de ventilator stand opgevoerd naar 90%, om ervoor te zorgen dat de opwarming van de kas door de toenemende instraling vertraagd werd. Vanaf week 33 is nog slechts gekoeld door de JSK van 9 tot 19 uur en is er later nog eerder gestopt met koelen om de gewenste etmaal temperatuur te kunnen realiseren. Daarbij was ook van belang dat met het uitzetten van de ventilatoren een betere vochtinhouding in de kas bleef bestaan. Het bleek in de loop

van de teelt dat als de ventilatoren alleen draaiden voor luchtstroming er toch wat afkoeling/ontvochtiging ontstond op het koude blok. Om de temperatuur en het vocht te beheersen moesten in de loop van de teelt wel steeds vaker de ramen opengestuurd worden.

Het gebruik van de JSK leidde voor de verwarming vaak tot lagere buistemperaturen.

Temperatuurgegevens zijn terug te vinden in Bijlage I.

3.2.2 Vocht

De gemiddelde relatieve vochtigheid (RV) overdag tijdens dit teeltseizoen werd gehandhaafd tussen de 70 en 85%. Met name midden zomer bleef de RV rond de 80%. In de nacht was de gemiddelde RV iets hoger, tussen de 70 en 90%.

Het gemiddelde vocht deficit (VD) overdag was tussen de 3,3 en 5,3 g/m³. In de nacht was het VD lager, tussen de 1,6 en 4,3 g/m³, met enkel uitschieters in de eerste weken van de teelt (bv. 5,6 g/m³ in week 1).

Over het algemeen heeft de vochtigheid in de kas niet tot problemen geleid.

We hebben in de loop van de teelt de minimum buis steeds minder gebruikt bij een te klein vochtdeficiet. Door de ventilatoren van de JSK te laten draaien op een waarde van rond de 50% was er voldoende luchtbeweging. Hierdoor was er toch sprake van voldoende verdamping. In verhouding tot normale kassen hebben wij niet meer Botrytus of andere schimmelziektes waargenomen.

RV en VD gegevens zijn terug te vinden in Bijlage I.

3.2.3 CO₂

Doordat de kas gedurende het teeltseizoen grotendeels gesloten is gebleven, konden gedurende het hele seizoen hoge CO₂ concentraties gerealiseerd worden. Dit heeft geresulteerd in een gemiddelde CO₂ concentratie tussen 701 tot 1023 per week in periode van week 3 tot en met week 39. Hierbij werd in de weken met gemiddelde stralingsom van boven de 1000 J/cm²/dag (week 14 tot en met 35) een CO₂ concentratie van gemiddeld 812 ppm gerealiseerd. Hierbij werd er minimaal 701 en maximaal 1014 ppm gerealiseerd. In de nacht was de gerealiseerde CO₂ concentratie over het algemeen gemiddeld lager, maar niet lager dan 468 ppm.

Er is ernaar gestreefd om de CO₂ concentratie aan het begin van de dag weer op peil te brengen, zodat er vanaf het begin van de lichtperiode de concentratie van CO₂ voldoende hoog was.

Ventileren boven het doek had geen negatieve invloed op het CO₂ gehalte. De gedoseerde hoeveelheid is niet gemeten, omdat het Improvement Centre een centrale aansluiting heeft voor het bedrijf en de hoeveelheid per afdeling afhankelijk is van het aantal afdelingen dat gelijktijdig CO₂ vraagt.

Gegevens over gerealiseerde CO₂ concentraties zijn terug te vinden in Bijlage I.

3.2.4 Schermgebruik

Schermbekleding (SLS Ultra Plus) met name gebruikt in combinatie met koeling door de JSK om de kas en plant temperatuur onder hoge instraling (meer dan 650 tot 675 W/m²) onder controle te houden. Boven het scherm werd boven de 28 graden kastemperatuur geventileerd. Dit had niet of nauwelijks effect op het CO₂ gehalte en/of de luchtvochtigheid. De instralingwaarde waarbij geschermd werd, werd gedurende de zomer verhoogd om voldoende licht in de kas te krijgen voor het gewas. In het najaar werd er niet meer geschermd tegen de instraling.

Het schermen in de zomer had ook tot gevolg dat er nauwelijks verbranding van vruchten was.

3.3 Buitenomstandigheden

De buitentemperatuur gedurende het teeltseizoen, ook in de zomer, lag zowel overdag als 's nachts steeds ruim onder de kastemperatuur.

De globale straling nam fors toe vanaf week 14, met een periode met zeer hoge instraling in week 19 (gemiddeld 2594 J/cm²/dag). Na week 33 nam de straling geleidelijk weer af.

Over het gehele seizoen genomen zijn er enkele procenten minder licht dan het langjarig gemiddelde. Daar paprika meer baat heeft bij omstandigheden waarbij er minder kans op schade aan vruchten en kop kan ontstaan, heeft dit hoogstwaarschijnlijk geen grote invloed op de eindresultaten gehad.

Gegevens over de buitentemperatuur en de globale straling zijn terug te vinden in Bijlage II.

3.4 Watergift

Doordat in deze proef gebruik is gemaakt van kokos substraat zijn er korte beurten (60 cc per druppelaar) gegeven. Aangezien met een droger substraat is geteeld, zijn er kleinere beurten gegeven. Bij te grote beurten zien we wel voldoende drain, maar te grote pauzes tussen de beurten. Door de kleine beurten was er altijd voldoende vers water aanwezig voor de verdamping.

Uit eerder onderzoek is ook gebleken dat met deze strategie er een betere verdamping cq koeling van het gewas plaatsvindt. De wortelkwaliteit is gedurende het gehele seizoen goed geweest. Ook door de begeleidende telers werden positieve opmerkingen gemaakt over de kleur en kwaliteit van de wortels. Richtlijn van de drain Ec was tussen de 3 en 3.5. Er zijn momenten in de teelt geweest dat de drain richting de 4 ging, dan werd er door een Ec verlaging in de gift op gereageerd. Dit is altijd voldoende geweest.

De balans tussen de elementen is normaal geweest tov. de standaard teelt. pH is gedurende de teelt onder de 7 gebleven.

Doordat vochtmeting niet betrouwbaar werkt in de kokosmat zijn er geen gegevens verzameld over de intering. Er is wel wat vergeling opgetreden in het blad, maar dit heeft geen negatieve invloed gehad op het eindresultaat van de proef.

Gegevens over de watergift zijn terug te vinden in Bijlage III.

3.5 Gewasbescherming

Gedurende de teelt zijn rupsen de grootste plaag geweest. Een aantal malen is Runner gebruikt om de rupsen te bestrijden. Er is geen schade ontstaan die van invloed zou zijn geweest op het eindresultaat van de proef. Ook zijn er tegen de luizen een paar bestrijdingen uitgevoerd. In de hele teelt werden geregeld toppen gezien met Botrytis.

3.6 Conclusies Teeltverloop

Er is in deze teelt laten zien dat er een goed gewas kon worden gerealiseerd in een geconditioneerde afdeling door gebruik te maken van het JSK systeem en scherming.

Gedurende het seizoen is de groei voldoende geweest; er was zeker geen sprake van een 'kerstboomeffect'. De groei nam in de zomer niet sterk af.

In juli is de aanpassing gekomen op de uitblaasmond van het systeem. Hierdoor is een veel gelijkmatiger temperatuursverdeling in de kas gerealiseerd. Dit zou bij eerdere aanpassing tot een gelijkmatiger gewas hebben geleid.

In het beeld van geconditioneerd telen past op dit moment nog steeds het gebruik van een beweegbaar scherm om licht en warmte weg te nemen.

De CO₂ concentratie is tussen de 700 en 1000 ppm gehandhaafd. Dit is een relatief hoge concentratie.

De plant benut in de zomer niet al het licht dat wordt aangeboden. Het assimilatieproces lijkt wel goed te lopen, maar over de verwerking van de suikers moet extra kennis worden opgebouwd. Als hier verbeteringen kunnen worden aangebracht moet het mogelijk zijn om de productie van paprika's op een hoger niveau te brengen.

Hogere kastemperaturen hoeven zeker niet negatief te zijn, als daar voldoende hoge luchtvochtigheid tegenover staat. Hierdoor is een klimaat te realiseren dat goed is voor de groei van paprika. Het blijkt bijzonder belangrijk te zijn om betrouwbare gewasregistraties te hebben. Door het labelen van jonge vruchtjes, meten aan planten etc. ontstaan veel afwijkingen in de meetplanten die ervoor zorgen dat het telveld niet meer representatief is voor het hele gewas. Hierdoor kan een verkeerd beeld ontstaan over de staat van het gewas en neemt de kans toe dat er onjuiste conclusies getrokken worden die kunnen leiden tot verkeerde teeltbeslissingen.

4 Klimaat met de JSK

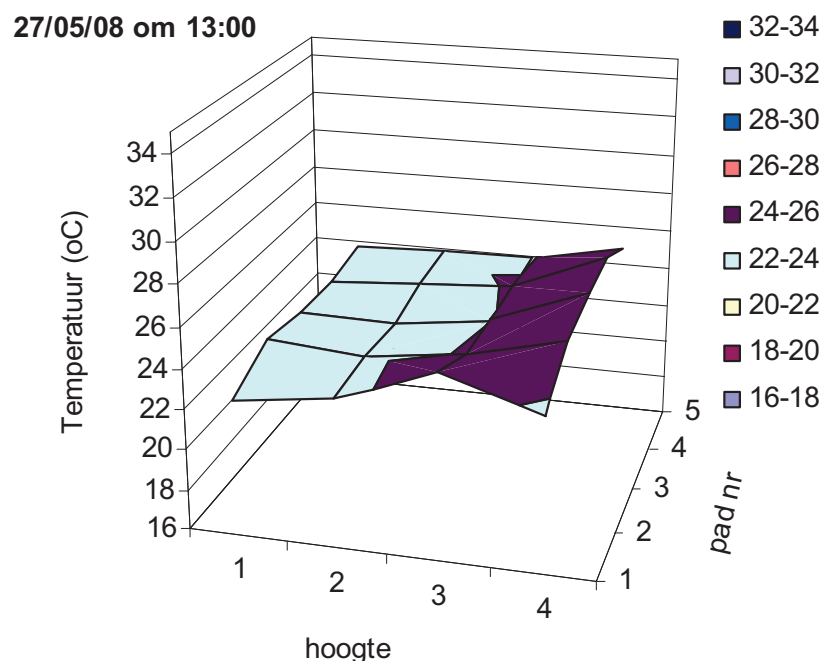
4.1 Temperatuur als gevolg van de JSK

De gerealiseerde kasttemperatuur, zoals beschreven in 3.2.1, is gemeten door middel van een meetbox. Echter, door de toepassing van de JSK was de verdeling van de temperatuur over het gewas onbekend. Hiervoor is de luchttemperatuur bepaald door middel van draadloze temperatuur sensoren, om de horizontale en verticale verdeling van de temperatuur in het gewas in kaart te brengen. Deze metingen zijn gedaan voor en nadat er aanpassingen gedaan zijn aan de uitblaasmonden van de JSK, waardoor de luchtstroom van niet gestuurd, naar gerichte horizontale uitstroming werd omgezet.

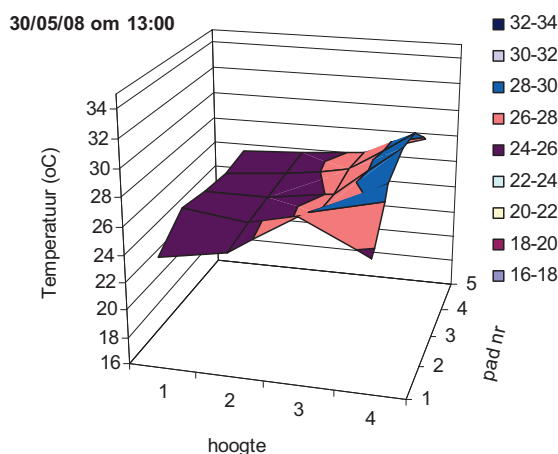
4.1.1 Temperatuurverdeling in het gewas voor aanpassing van de uitblaasmonden

Op vier verschillende hoogten (onder de goot, op hoogte van de eerste en tweede zetting en op kophoogte) in vijf paden zijn temperatuursensoren in het gewas gehangen om de temperatuursverdeling te bepalen van de lucht in het gewas.

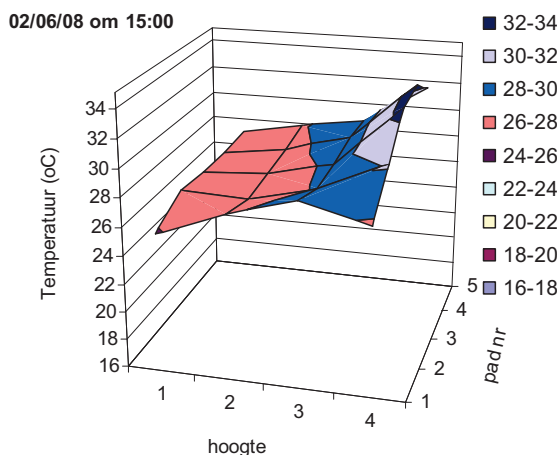
Tijdens periodes met lage licht intensiteit, zoals te zien in Figuur 5, waren verschillen tussen de lucht temperatuur op kop hoogte en onder de goot relatief klein (ongeveer 2 °C). Echter, bij periodes met hoge licht intensiteit, zoals te zien in Figuur 6, nam het verschil tussen de lucht temperatuur op kop hoogte en onder de goot toe tot ongeveer 4 graden. Onder hoge licht intensiteit was ook de temperatuur op kop hoogte in de middelste paden hoger dan aan de paden aan de zijkant naast de koeling. Dit beeld was ook te zien onder hoge licht intensiteit, Figuur 7, waarbij het scherm al geruime tijd dicht was.



Figuur 5. Temperatuursverdeling van lucht bij lage licht intensiteit op verschillende hoogten in het gewas. Hoogten varieerden van onder de goot (1), bij eerste zetting (2), tweede zetting (3) en bij de kop (4). Kas temperatuur: 23.4 °C, CO2 concentratie: 968 ppm, Licht intensiteit: 226 $\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$, scherm stand: 0%.



Figuur 6. Temperatuursverdeling van lucht bij hoge licht intensiteit op verschillende hoogten in het gewas. Hoogten varieerden van onder de goot (1), bij eerste zetting (2), tweede zetting (3) en bij de kop (4). Kas temperatuur: 24.9 °C, CO2 concentratie: 854 ppm, Licht intensiteit: 529 $\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$, scherm stand: 0%.

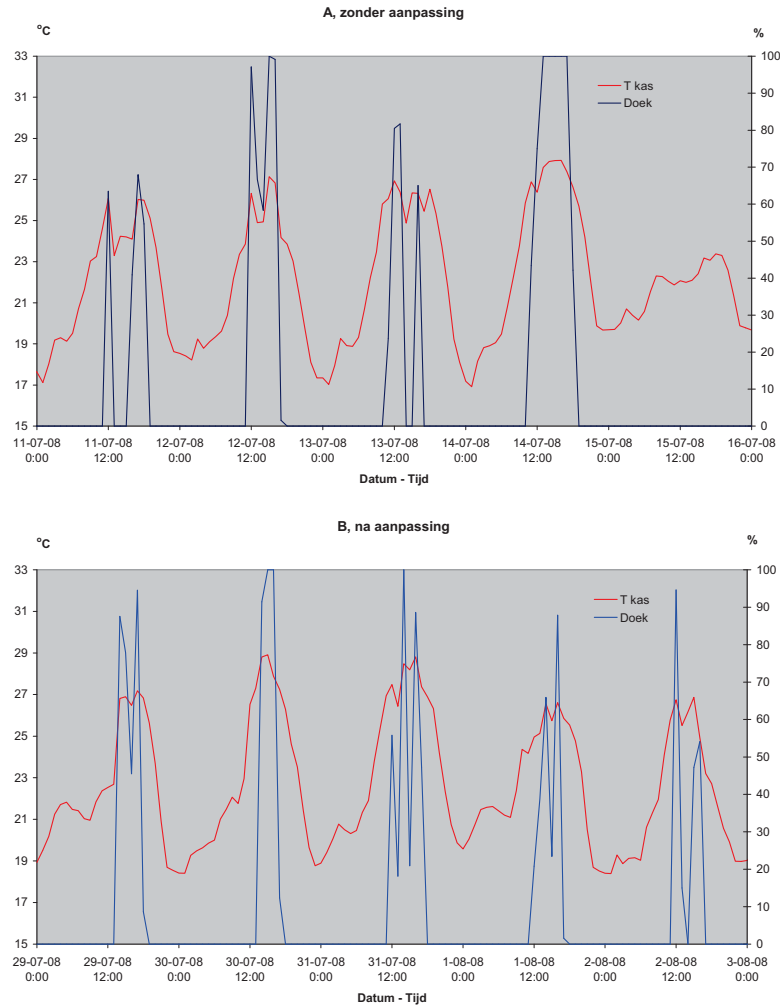


Figuur 7. Temperatuursverdeling van lucht bij hoge licht intensiteit op verschillende hoogten in het gewas met gesloten scherm. Hoogten varieerden van onder de goot (1), bij eerste zetting (2), tweede zetting (3) en bij de kop (4). Kas temperatuur: 27.1 °C, CO2 concentratie: 941 ppm, Licht intensiteit: 639 $\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$, scherm stand: 100%.

4.1.2 Temperatuurverdeling in het gewas na aanpassing van uitblaasmonden

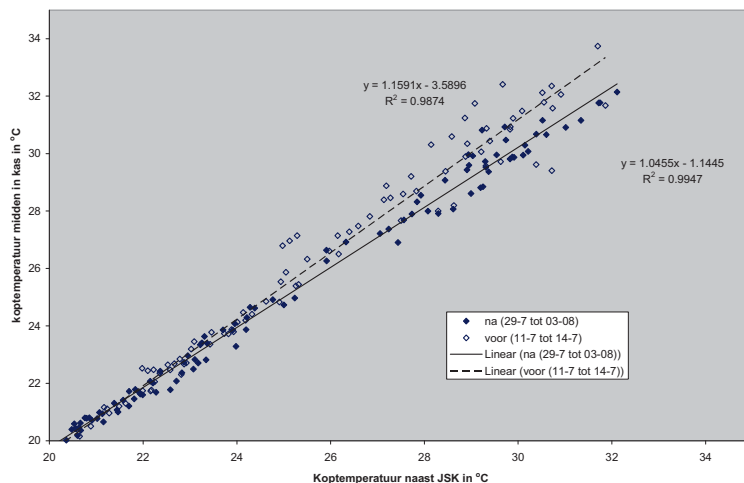
Het effect van de aanpassingen van de uitblaasmonden op de temperatuursverdeling is onderzocht door middel van temperatuur sensoren verdeeld over het gewas. Hierbij zijn sensoren in de kop gehangen, zodat zij niet in beïnvloed werden door direct zonlicht. De sensoren zijn over de lengte van de goot gehangen in het eerste pad naast de JSK en in het pad midden tussen beide JSKs om het verloop van de temperatuur bij de kop op meerdere punten te bepalen. Tevens werden luchtbewegingen bij de eerste sensoren van het midden pad geregistreerd.

Om het effect van de aanpassingen te kunnen bepalen, zijn twee perioden met vergelijkbaar klimaat genomen. In de eerste periode (11-07 tot en met 14-07-2008) waren nog geen aanpassingen gedaan, in de tweede periode (29-07 tot en met 03-08-2008) waren deze aanpassingen aanwezig in de gehele kas. Een overzicht van de kastemperatuur en doekstand van deze perioden is gegeven in Figuur 8.



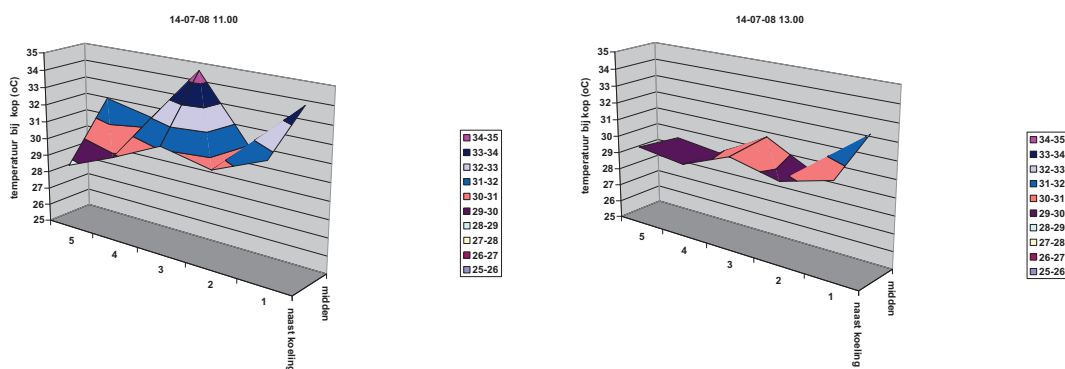
Figuur 8. Overzicht kasttemperatuur (T, °C, linker as) en doekstand (Doek, %, rechter as) per uur voor de perioden 11-07 tot en met 14-07-2008 (A, zonder aanpassingen aan uitblaasmonden) en 29-07 tot en met 03-08-2008 (B, met aanpassingen).

Door de temperatuur per uur over de gehele periode met elkaar te vergelijken, kan een beeld gekregen worden over de temperatuur bij de kop van de plant naast de JSK en die in het midden. Eerder was vastgesteld dat de temperatuur bij de kop in het midden hoger opliepen dan die dicht bij de koeling. Wanneer de temperaturen bij de kop dicht bij de koeling uitgezet worden tegen de temperatuur in het midden, zou bij een gelijk verdeelde temperatuur, een 1 op 1 relatie verwacht worden. In Figuur 9 is te zien dat de relatie tussen de twee temperaturen verbetert na de aanpassing van de uitblaasmonden, ten opzichte van daarvoor. Dit wijst er dus op dat de temperatuursverdeling over de kop van het gewas beter is ten gevolge van de gedane aanpassingen.

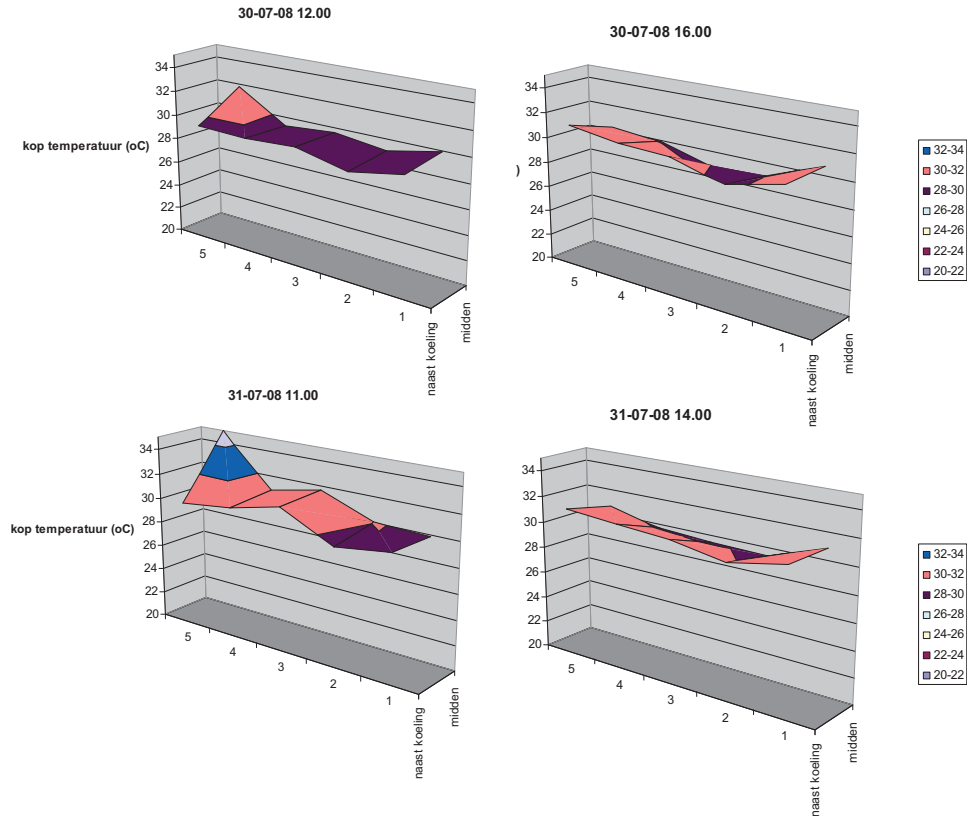


Figuur 9. Relatie tussen de temperatuur bij de kop van de plant naast de JSK en die in de kop van de middelste goot. De temperaturen in de eerste periode, waarbij nog geen aanpassingen gedaan zijn aan de uitblaasmonden laten zien dat er een hogere temperatuur bij de kop in de middelste goot is (\diamond voor (11-7 tot -14-7)). De relatie tussen de twee temperaturen is iets hoger dan 1 (1.159). Na de aanpassingen van de uitblaasmonden, is te zien dat de temperaturen in het midden minder verschillen van die naast de JSK (\blacklozen , na (29-7 tot 03-08)). De relatie tussen de twee temperaturen is tevens verbeterd (1.046).

Wanneer specifiek gekeken wordt naar de temperatuur bij de kop op bepaalde momenten gedurende deze perioden, is te zien dat voor de aanpassingen er een hogere temperatuur in de middelste goot is op verschillende momenten van de dag, ongeacht de stand van het doek (zoals te zien Figuur 8). Met de aanpassingen aan de uitblaasmonden, is er minder verschil tussen de temperatuur naast de JSK en die in het midden, waarbij ook de stand van het doek niet van invloed is (zie Figuur 10 en Figuur 11).



Figuur 10. Verdeling van temperatuur bij de kop op 14-7-2008, vóór aanpassingen van de uitblaasmonden. Er is te zien dat de temperatuur in het gewas op de middelste goot (midden), een hogere waarde heeft in vergelijking met de temperatuur in de kop naast de JSK (naast koeling). (klimaat om 11.00: kas temperatuur 26,8 °C, straling 755 W m⁻², doek stand 43%; klimaat om 13.00: kas temperatuur 27,6 °C, straling 793 W m⁻², doek stand 100%).



Figuur 11. Verdeling van temperatuur op 30 en 31-7-2008, na aanpassingen van de uitblaasmonden. De temperatuur rond de kop van het gewas op de middelste goot (midden) ligt nu dichterbij de temperatuur in het gewas naast de JSK (naast koeling). (klimaat op 30-07-08 om 12.00: kas temperatuur 26,5 °C, straling 655 W m⁻², doek stand 0%; klimaat op 30-07-08 om 16.00: kas temperatuur 27,9 °C, straling 543 W m⁻², doek stand 100%; klimaat op 31-07-08 om 11.00: kas temperatuur 26,9 °C, straling 635 W m⁻², doek stand 0%; klimaat op 31-07-08 om 14.00: kas temperatuur 28,4 °C, straling 758 W m⁻², doek stand 100%).

4.2 Luchtbeweging als gevolg van de JSK

Luchtbeweging is zichtbaar gemaakt door middel van rookproeven en gemeten met luchtbewegingsensoren. Rookproeven gaven een beeld van de luchtbeweging op een bepaald moment, waarbij de verplaatsingsrichting van lucht door de kas gevolgd kon worden. Luchtbewegingsensoren konden de verplaatsingsrichting en bewegingsnelheid op een plek in de kas over een langere periode volgen.

4.2.1 Rookproeven

Met een rookgenerator zijn op verschillende plaatsen onderin de kas kleine wolken rook afgegeven, die zijn gefilmd om de verplaatsing van lucht door de kas te volgen.

Dit is gedaan op een bewolkte dag (met scherm open) onder twee verschillende omstandigheden, nl. met de koeling ventilator op een stand van 50 en 90%.

Koude lucht die uit de uitblaasmonden boven in de kas kwam, viel voornamelijk neer in het pad direct naast de koeling (Figuur 12). Dit gebeurde zowel bij een stand van 50 als bij 90%. Onder de tweede en derde goot vanaf de koeling verplaatste de lucht zich, weg van de koeling, onder de goten door richting het midden. In het middelste pad kwam de lucht langzaam omhoog, waarbij er tegelijkertijd ook een trage verplaatsing naar voren was te zien. Deze langzame horizontale verplaatsing was te zien bij een stand van zowel 50 als 90% (Figuur 13 en Figuur 14).



Figuur 12. Eerste foto: Begin van rookproef met zicht boven op het gewas. Rook is ingebracht bij de aanzuigmond van de koeling (te zien aan de rechter kant) en komt boven uit het verdeelstuk, waar het boven in de kas in een wolk kort blijft hangen. Tweede foto: Vervolg van rookproef met zicht boven op het gewas. De meerderheid van de rook valt direct naar beneden in het pad meteen naast de koeling. Relatief weinig rook viel in het pad daarnaast (tweede pad vanaf de koeling, te zien aan de rechter kant).

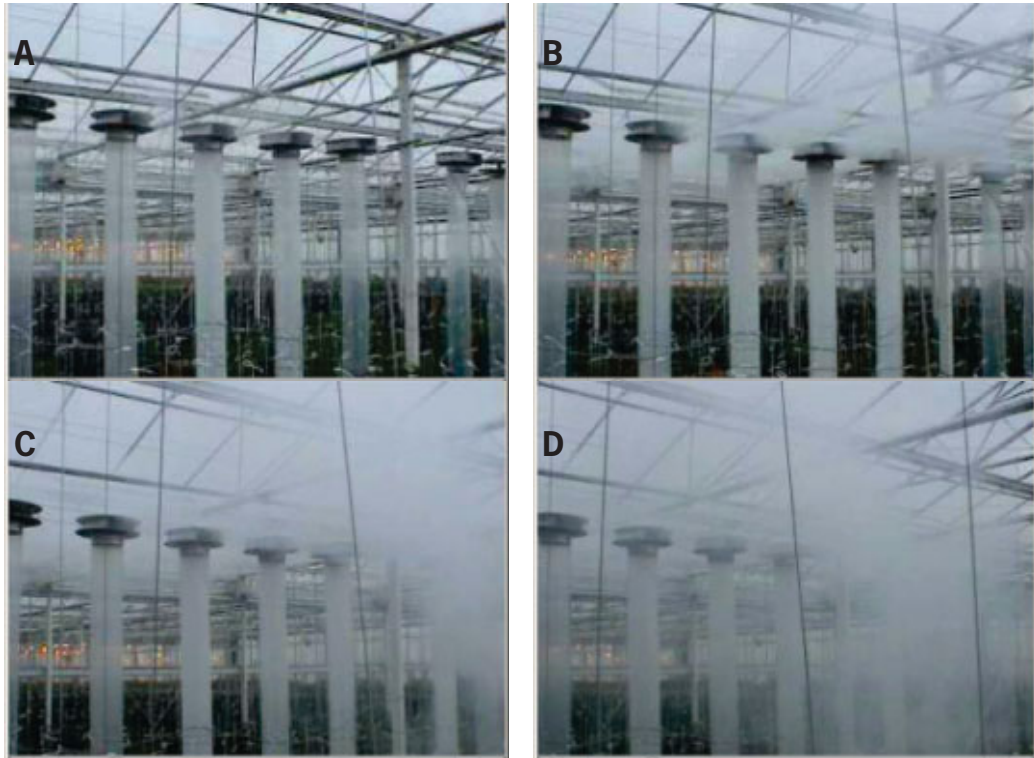


Figuur 13. Rookproef met zicht onder het gewas. Wanneer de rook onder de tweede goot vanaf de koeling wordt afgegeven, aan de linkerkant van de persoon in de foto, verplaatst de rook zich weg van de koeling, omhoog en naar voren (naar de camera toe). De koeling bevindt zich aan de linker zijde van de foto.



Figuur 14. Eerste foto: Rookproef met zicht onder het gewas. Rook afgegeven aan de andere zijde van het pad, onder de derde goot, laat ook zien dat het zich weg van de koeling (aan de linker zijde van de foto) verplaatst, onder de goten aan de rechter kant langs. Tweede foto: Rookproef met zicht onder het gewas. De rook, die is afgegeven onder de derde goot, zoals te zien in de eerste foto, heeft zich hier onder de vierde goot door bewegen en stijgt nu langzaam omhoog en naar voren.

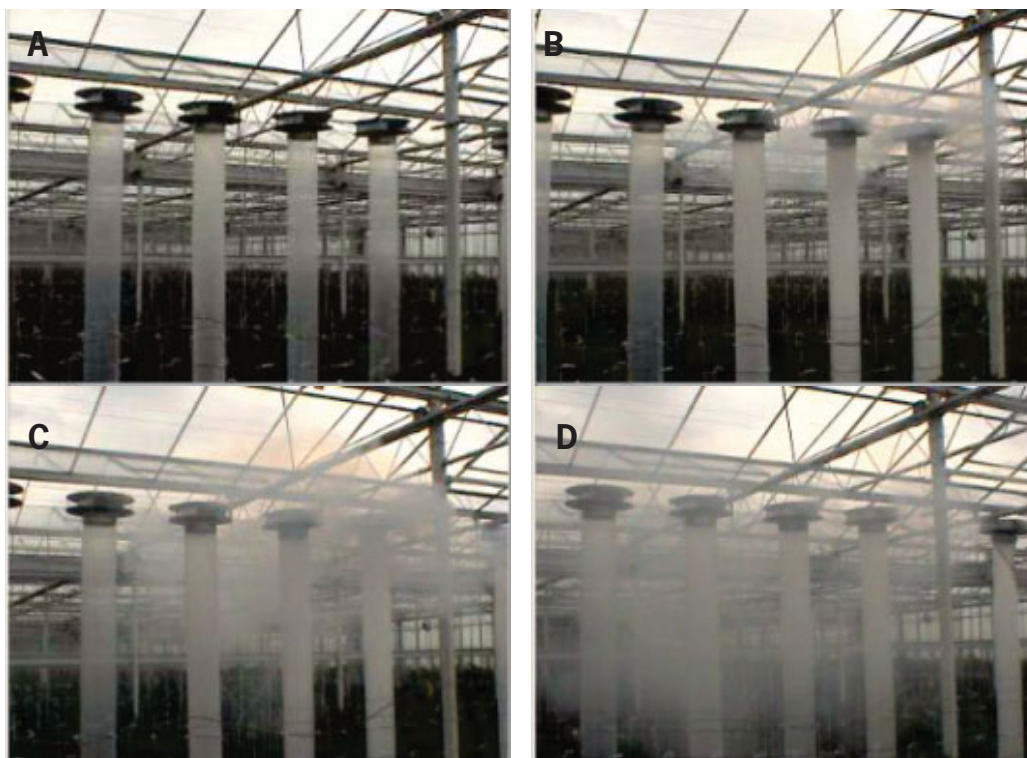
Na aanpassing van de uitblaasmonden van de JSK zijn opnieuw rookproeven gedaan. Hierbij werd direct waargenomen dat bij een ventilatorstand van 90% de lucht verder weg van de JSK en meer richting het midden van de tralie werd gebracht, zoals te zien in Figuur 15. De lucht daalde neer in de middelste paden van de tralie, waarna deze zich onder de goten zowel richting de JSK als richting het betonpad bewoog. Er werd weinig invloed waargenomen van de kas ventilatoren die de lucht horizontaal verplaatsen boven het gewas. Deze waarnemingen laten zien dat de aanpassingen die gedaan zijn aan de uitblaasmonden een betere verspreiding van de koele lucht uit de JSK tot gevolg hebben dan voor de aanpassingen.



Figuur 15. Rookproef na aanpassing van uitblaasmonden. Bij een ventilator stand van 90% is te zien dat de lucht met een hogere snelheid de uitblaasmond verlaat dan voor de aanpassingen, zoals te zien in foto A en B. De lucht lijkt hierdoor pas in het pad in het midden van de tralie neer te komen, zoals te zien in foto C en D. Er wordt weinig invloed van de kas ventilatoren geobserveerd, die hier de lucht horizontaal zouden verplaatsen van rechts naar links.

Bij een ventilatorstand van 50% werd waargenomen dat de lucht nog steeds enkele paden verwijderd van de JSK neer kwam, maar minder ver dan als geobserveerd bij een ventilatorstand van 90%. Ook was de invloed van de kas ventilatoren groter, zodat de lucht niet alleen richting het midden van de tralie bewoog, maar ook richting het betonpad. Dit is te zien in Figuur 16.

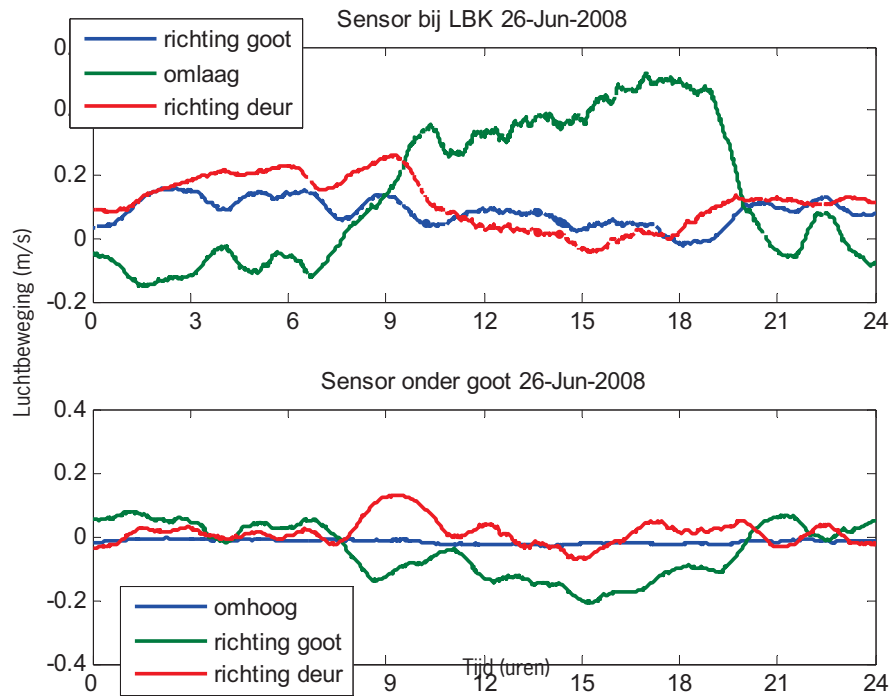
Vergeleken met de luchtbeweging bij uitblaasmonden zonder aanpassing, was er een duidelijk verschil in luchtverdeling waar te nemen na de gedane aanpassingen, waardoor er koele lucht uit de JSK over de hele breedte van de tralie werd verdeeld. Dit was te zien bij zowel een ventilator stand van de JSK van 50 als 90%.



Figuur 16. Rookproef na aanpassing van uitblaasmonden. Bij een ventilator stand van 50% lijkt de snelheid waarmee de lucht de uitblaasmonden verlaat lager te zijn dan bij een ventilator stand van 90%, zoals te zien in foto B, maar wordt nog steeds op enige afstand van de JSK gebracht voordat deze lucht weer neerkomt. Dit is te zien op foto C en D, waar tevens is te zien dat de invloed van de kas ventilatoren, die hier de lucht horizontaal van rechts naar links verplaatsen, invloed hebben op de luchtbeweging.

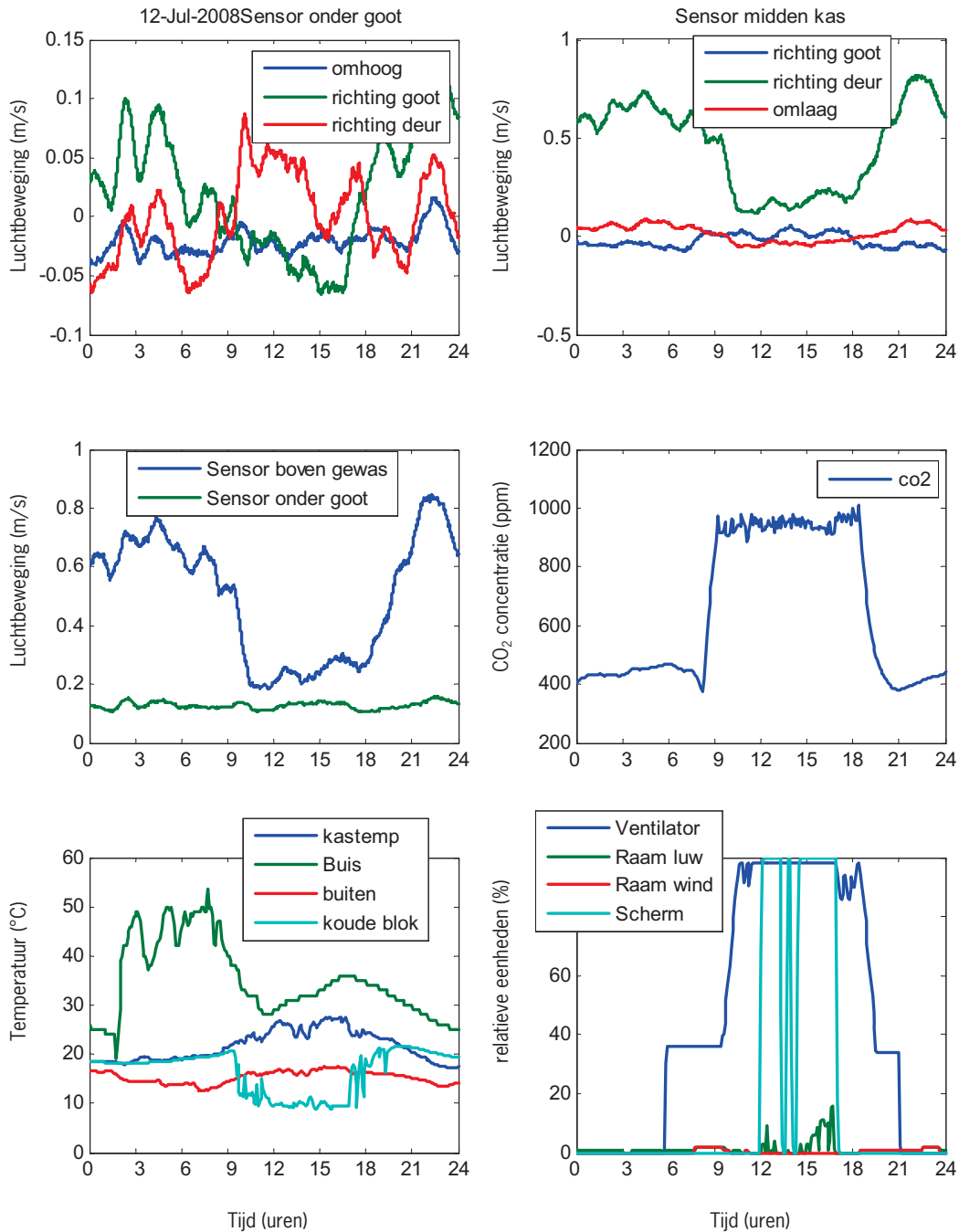
4.2.2 Luchtbeweging metingen

Voor aanpassingen van de uitblaasmonden was overdag waargenomen dat de luchtbeweging nabij de JSK hoofdzakelijk naar beneden gericht was als de JSK actief was. Ook werd waargenomen dat de luchtbeweging hoger was naast de LBK dan in het midden van de tralie onder de goot (Figuur 17). Dit zelfde beeld werd geobserveerd bij de vergelijking tussen de luchtbeweging nabij de JSK en boven het gewas in het midden van de tralie. Deze waarnemingen bevestigen het beeld dat is verkregen bij de rookproeven (zie 4.2.1), waarbij de koele lucht uit de uitblaasmond vrijwel direct naar beneden bewoog.



Figuur 17. Luchtbewegingen vóór aanpassing van de uitblaasmonden, gemeten op 26 juni 2008. Luchtbeweging was hevig en voornamelijk neerwaarts gericht nabij de JSK, zoals te zien in de bovenste grafiek (Sensor bij LBK). Luchtbeweging onder de goten, zoals te zien in de onderste grafiek (Sensor onder goot) was veel minder dan naast de JSK.

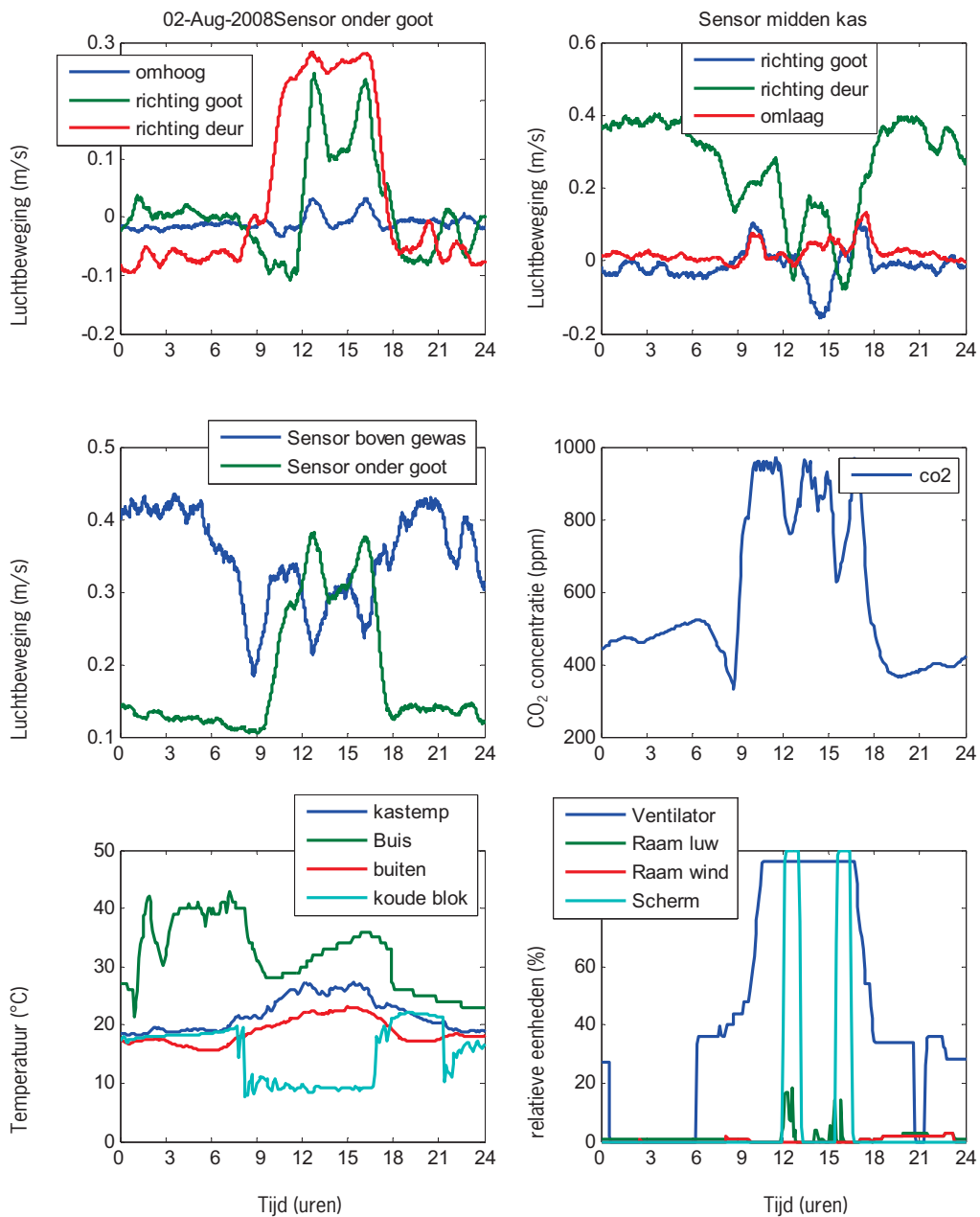
Gedurende een dag met hoge instraling, waarbij schermen gesloten werden, was er weinig verandering als gevolg hiervan op de luchtbeweging boven het gewas. Zodra de snelheid van de ventilator van de JSK toenam, werd de luchtbeweging boven het gewas in het midden van de kas minder. Het openen of sluiten van schermen had hier geen groot effect op. Echter, onder de goot, in het midden van de kas veranderde de richting van de luchtbeweging van hoofdzakelijk in de goot richting naar een beweging richting het betonpad (zie Figuur 18). Ook op dagen met een lagere instraling, zonder schermgebruik, was dit beeld te zien. Dit bevestigde het beeld dat uit de rookproeven dat de door de JSK uitgeblazen lucht niet voldoende in het midden van de kas terecht kwam.



Figuur 18. Luchtbewegingen vóór aanpassing van uitblaasmonden, gemeten op 12-07-2008 onder de middelste goot (Sensor onder goot) en boven de kop van het gewas op de middelste goot (Sensor midden kas), wanneer deze bewegingen bekeken worden aan de hand van de veranderingen in de snelheid van de JSK (Ventilator) en de stand van het doek (Scherm), dan is te zien dat zowel boven het gewas als onder de goot veranderingen optreden als gevolg van deze beide factoren.

Nadat er aanpassingen aan de uitblaasmonden waren gedaan, was er tevens een ander patroon te zien in de luchtbeweging. Waar er voorheen weinig effect te zien was van de JSK op de luchtbeweging bij de kop van het gewas in de middelste goot, was er nu een directe invloed van de JSK op deze luchtbeweging. Dit is te zien in Figuur 19, waar zowel de richting als de snelheid van de luchtbewegingen verandering lieten zien wanneer de JSK of het doek veranderde.

Wat direct opviel in de kas nadat de gemaakte aanpassingen van de uitblaasmonden was dat er in de kop van het gewas lichte beweging van het blad waar te nemen was. Gezien de verandering van de temperatuurverdeling in de kop van het gewas (zoals beschreven in 4.1.1 en 4.1.2), geeft dit aan dat door de gemaakte aanpassingen de luchtbeving dusdanig veranderd is dat koeling over het gehele gewas gerealiseerd kon worden.



Figuur 19. Lucht bewegingen na de aanpassingen aan de uitblaasmonden, gemeten op 2-08-2008 onder de middelste goot (Sensor onder goot) en boven de kop van het gewas op de middelste goot (Sensor midden kas), wanneer deze bewegingen bekeken worden aan de hand van de veranderingen in de snelheid van de JSK (Ventilator) en de stand van het doek (Scherm), dan is te zien dat zowel boven het gewas als onder de goot veranderingen optreden, zoals eerder waargenomen voor de aanpassingen. Echter, de sensor boven het gewas (Sensor midden kas) laat een duidelijk ander beeld zien dan voor de aanpassingen aan de uitblaasmonden dat aangeeft dat de luchtbevingen zijn veranderd als gevolg van hiervan.

4.3 Conclusies

Een goede uitworp van koele lucht is nodig om met het JSK systeem een goede temperatuurverdeling over het gewas te realiseren. Er is gebleken dat met dit systeem de luchttemperatuur goed te controleren is en dat het gebruikte koelvermogen voldoende is om op dagen met hoge instraling de kastemperatuur te kunnen beheersen en tevens de CO₂ concentratie op een hoog niveau te houden. Dit is gerealiseerd in combinatie met het gebruik van schermen en door beperkt te luchten.

De toename van luchtbeweging had geen negatief effect op de groei van het gewas, hoewel over het algemeen gedacht wordt dat beweging van het gewas negatieve gevolgen heeft.

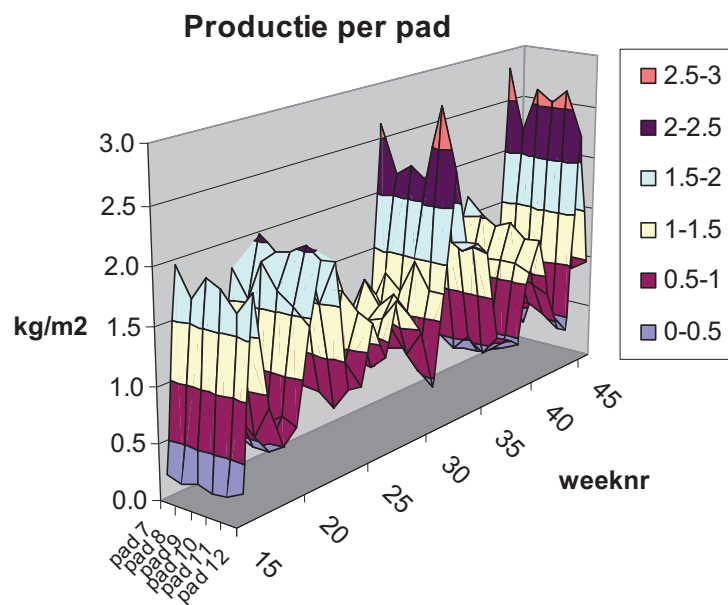
De combinatie van koeling door middel van de JSK, het gebruik van schermen, beperkt luchten en de luchtbeweging in de kas heeft een positief effect gehad op de groei en productie van het gewas.

5 Gerealiseerde productie

Productie is geregistreerd zowel per pad, direct door het IC, als door een sorteermachine van Final Select. Tevens zijn de producties van de telvelden direct geregistreerd door het IC. De productie wordt uitgedrukt in kilo's per netto m² teeltoppervlak, dus zonder het hoofdpad. Voor de gegevens van de sorteermachine geldt dat dit gegevens zijn van de gewichtsregistratie dus zonder de inweegverliezen bij verpakking in een doos.

5.1 Oogst registratie

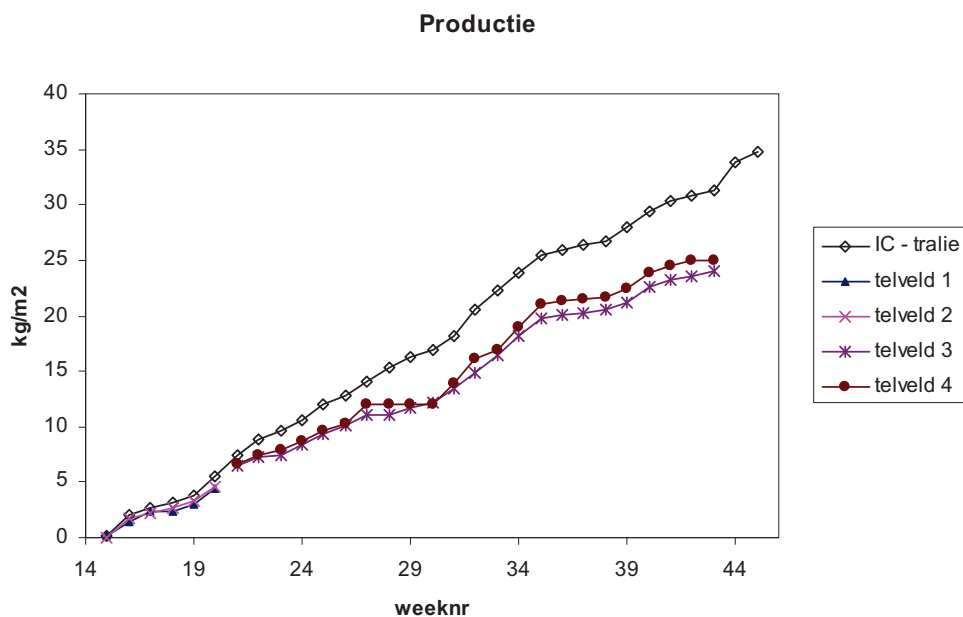
Oogst registratie gegevens van de paden tussen de JSK (pad 7 tot en met 12) laten zien dat er in de eerste helft van het seizoen weinig variatie is tussen de oogst uit deze paden (zie Figuur 20). Echter bij weken met een productie piek, zoals in week 32, is te zien dat de paden direct naast de JSK (paden 7 en 11) een hogere productie leveren dan de paden midden tussen de JSK. De volgende productie piek is te zien in week 44, waarbij een ander beeld is te zien. Hoewel er in week 31 aanpassingen zijn gedaan aan de uitblaasmonden van de JSK, is hiervan nog geen effect te zien in de productie in de weken direct daarna. Of de meer gelijke productie over de paden, zoals in week 44, direct veroorzaakt wordt door een homogener klimaat door de aanpassingen, kan niet worden bevestigd. Maar, in deze weken is er wel een homogener klimaat gerealiseerd, wat aangeeft dat de realisatie van een goed klimaat de variatie in productie vermindert.



Figuur 20. Productie per week van de paden in de tralie tussen de JSK installatie.

Uit de registratie van de oogst van de gehele tralie blijkt dat deze boven die van de telvelden ligt, zoals te zien in Figuur 21. Hierbij is te zien dat zowel voor als na de wisseling van telvelden er een onderschatting van de productie gedaan werd door registratie van productie per telveld. Dit resulteerde tot een onderschatting van ongeveer 5 kg op de cumulatieve productie over een geheel teeltseizoen.

De aanpassingen aan de uitblaasmonden van de JSK, gemaakt in week 29 en 31, lijken geen negatieve invloed te hebben op de productie, aangezien de cumulatieve productie zelfs licht toeneemt in de periode na deze aanpassingen. De uiteindelijke cumulatieve productie bedroeg 34.8 kg/m².



Figuur 21. Cumulatieve productie van de hele tralie (IC - tralie) en van de verschillende telvelden. Tot en met week 20 zijn twee telvelden gebruikt (telveld 1 en telveld 2), waarna twee nieuwe telvelden zijn gebruikt (telveld 3 en telveld 4).

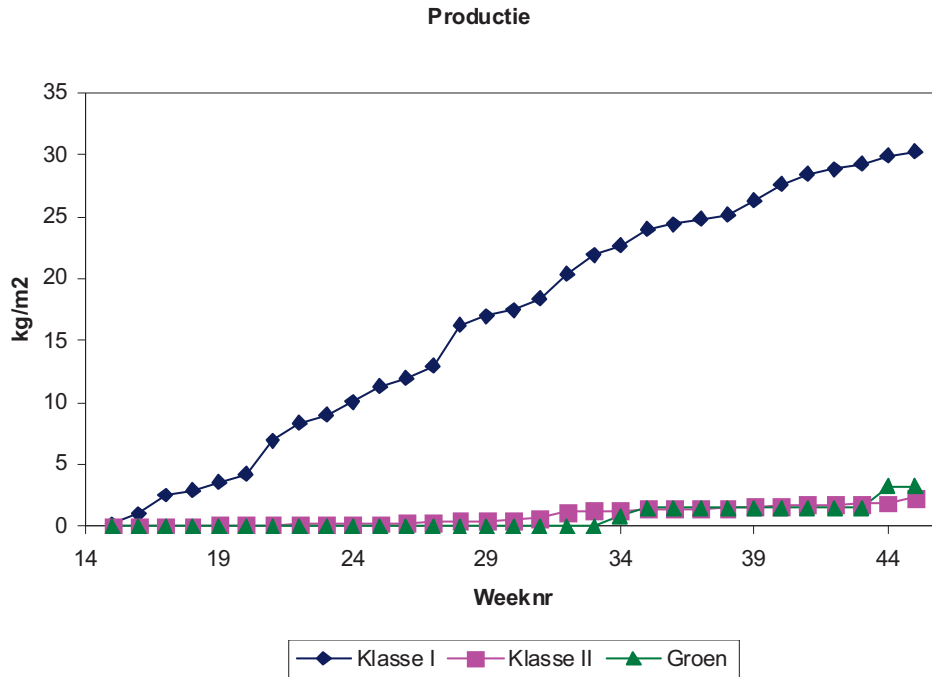
Tabel 1. Productie per week voor de hele tralie.

weeknr	productie (kg/m ²)	weeknr	productie (kg/m ²)	weeknr	productie (kg/m ²)
15	0.2	25	1.37	35	1.48
16	1.85	26	0.85	36	0.48
17	0.7	27	1.19	37	0.45
18	0.4	28	1.27	38	0.41
19	0.64	29	0.94	39	1.17
20	1.66	30	0.58	40	1.5
21	1.96	31	1.25	41	0.89
22	1.5	32	2.44	42	0.54
23	0.72	33	1.74	43	0.51
24	1.03	34	1.65	44	2.55

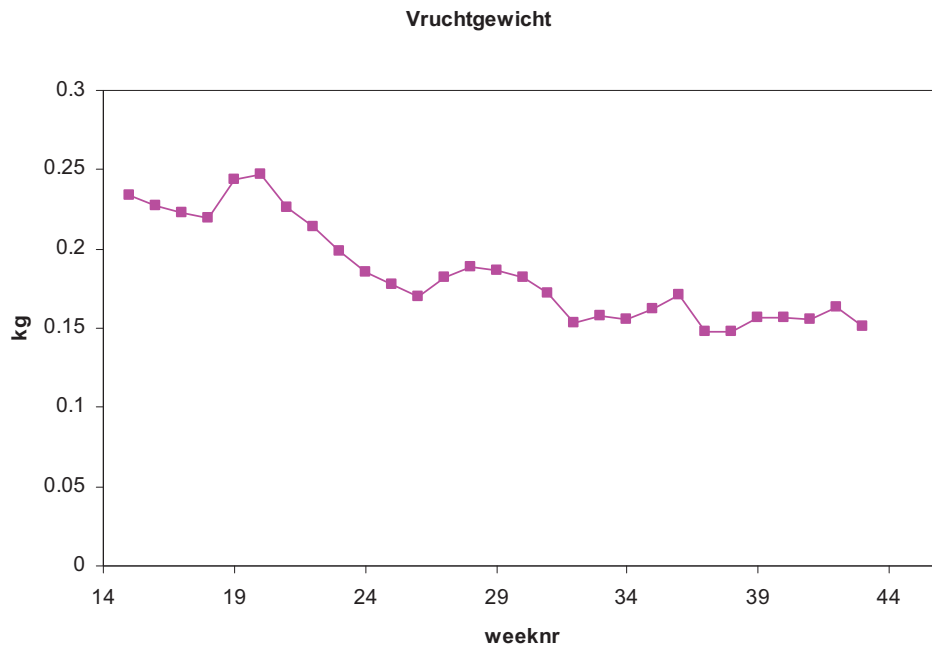
5.2 Sorteersregistratie

De productie per netto teeltoppervlak uit de hele tralie werd gesorteerd in klasse I (KI) en II (KII) en groen, zoals te zien in Figuur 22. In de hele teelt is 30.2 kg/m² rood (klasse I), 3,3 kg/m² groen en 1.4 kg/m² klasse II geoogst. Dit komt overeen met 9.4% groen en 4.0% klasse II ten opzichte van de totale productie.

Het gemiddelde vruchtgewicht was vrij hoog in het begin van de teeltperiode (234 gram) en daalde gedurende het seizoen tot 153 gram, zoals te zien in Figuur 23. Dit betekende naar het eind van de teelt meer vruchten oogsten om dezelfde hoeveelheid kilo's te halen. Het gemiddelde vruchtgewicht over de gehele teeltperiode was 183 gram. De grofheid van de vruchten was over het algemeen vrij goed.



Figuur 22. Sortering van cumulatieve productie per week in klasse I (KI), klasse II (KII) en groen geoogste vruchten (Groen).



Figuur 23. Gemiddelde vruchtgewicht per week.

5.3 Conclusies

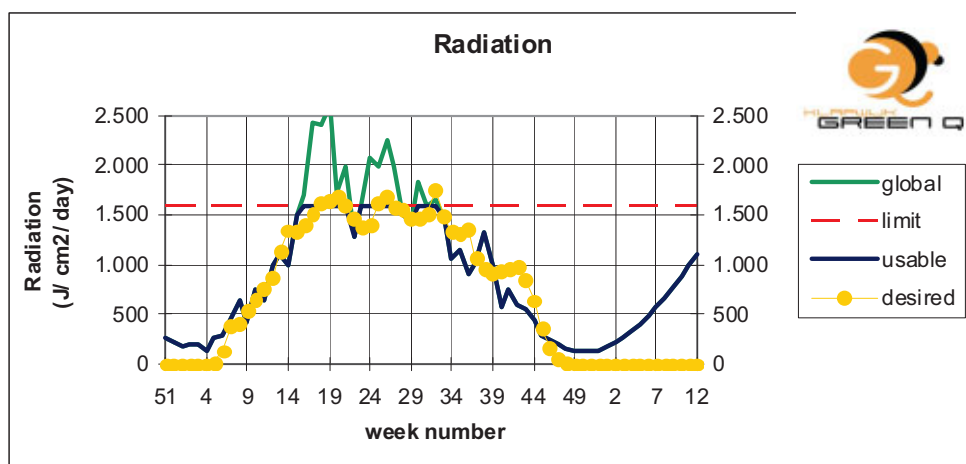
De productie van rode vruchten van de gehele tralie was duidelijk lager dan de gestelde 35 kg/m². De totale productie, inclusief bont en groen oogsten, lag net onder de 35 kg/m² netto teeltoppervlak en de kwaliteit en ook de grofheid van de vruchten was gedurende het gehele seizoen goed. Al nam het vruchtgewicht in de loop van de teelt wel af.

De productie van de telvelden was niet representatief voor die van de gehele tralie, ook na wisseling van telvelden. Voor gedetailleerd gewasregistratie is bij paprika een systeem waarbij niet steeds dezelfde planten worden geteld en aangeraakt noodzakelijk.

6 Modelberekening van productie

Aan de hand van telling- en klimaatgegevens zijn model berekeningen gedaan met het model 'Papigrow'. Dit model berekent aan de hand van zettings-, abortie-, oogst- en klimaatgegevens wat de stand van het gewas is op een zeker moment. Het model is in staat om met deze gegevens als basis een prognose te doen over de te verwachten zetting en productie, waarbij een lange termijn klimaat- of weersvoorspelling gebruikt kan worden. Alternatief kunnen geregistreerde klimaatgegevens gebruikt worden om vanaf een zeker moment een berekening te maken, onafhankelijk van de gedane tellingen.

Ook zijn door Green Q de gewasregistraties verwerkt in de GreenScheduler. Daar de registraties niet compleet waren, is er ook gebruik gemaakt van de gerealiseerde producties en vruchtgewichten.

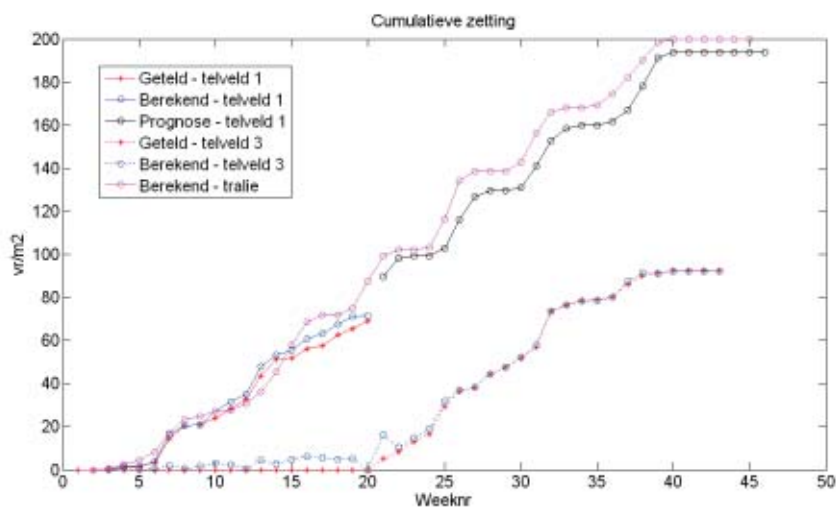


Figuur 24. Lichtvraag van het gewas per week zoals berekend door GreenScheduler. De globale straling (groene lijn, global) en de voor het gewas bruikbare straling (blauwe lijn, usable) worden weergegeven ten opzichte van de (berekende) gevraagde hoeveelheid licht van het gewas (gele lijn, desired). Hierbij is aangenomen dat het gewas maximaal 1600 Joule/cm²/dag kan benutten.

In Figuur 24 is te zien dat de lichtvraag (desired) van de plant volledig het beschikbare licht tot week 15 en vanaf week 30 heeft benut. We zien nog steeds dat de bovengrens in bruikbaar (usable) licht niet ver boven de 1600 Joule/cm²/dag komt. Als wij het kasklimaat zodanig weten te beïnvloeden dat we meer licht kunnen benutten, ligt er ruimte voor productieverbodiging in de lichtrijke periode.

6.1 Zetting

Aan de hand van klimaatgegevens kon de cumulatieve zetting met Papigrow in deze proef goed berekend worden. Hierbij werd er aan de hand van de gerealiseerde klimaat gegevens een berekening gemaakt van de zetting voor de hele tralie (zie roze lijn in Figuur 25). Deze berekende zetting komt sterk overeen met de geregistreerde zetting, zoals die van telveld 1, te zien als de rode lijn in Figuur 25). Aan de hand van de geregistreerde zetting in het telveld is vervolgens een prognose berekend aan de hand van het gerealiseerde klimaat, aangegeven door de zwarte lijn in Figuur 25. Ook deze berekende zettingprognose voor telveld 1 komt sterk overeen met de zetting berekend voor de hele tralie. De geregistreerde zettinggegevens voor telveld 3 (na de wisseling van telvelden) is niet direct vergelijkbaar met de berekende zettingprognose gebaseerd op telveld 1, maar er is wel te zien dat beiden grotendeels dezelfde trend laten zien.



Figuur 25. Cumulatieve zetting berekend met Papigrow. De berekende cumulatieve zetting aan de hand van het gerealiseerde klimaat zijn aangegeven voor telveld 1 (blauwe doorgetrokken lijn), telveld 3 (blauwe stippellijn) en de gehele tralie (roze lijn). Daarnaast zijn aangegeven de zettingprognose (zwarte lijn), gebaseerd op tellingen van telveld 1 en het gerealiseerde klimaat, de getelde zetting in telveld 1 (rode doorgetrokken lijn) en de getelde zetting in telveld 3 (rode stippellijn).

Hieruit kan worden opgemaakt dat zetting door het Papigrow model met redelijke betrouwbaarheid te schatten is en de daaruit volgende oogst (zoals vermeld in 6.2) aan de hand van het (gerealiseerde) klimaat. Volgens de berekeningen met dit model is er minder zetting gerealiseerd dan mogelijk zou zijn met dit gerealiseerde klimaat, wat mogelijk tot een hogere productie zou kunnen hebben geleid. Het is echter de vraag of er in het gehele gewas zetting zou zijn gerealiseerd, zoals hier geschat op basis van het klimaat voor de gehele tralie. Aangezien er twijfels waren over de registratie in de gekozen telvelden, kan niet met zekerheid geconcludeerd worden dat er daadwerkelijk minder dan de maximale zetting is gerealiseerd in dit seizoen. Mogelijk is de zetting in de telvelden, welke niet representatief voor de tralie werden geacht, ook achter gebleven ten opzichte van de hele tralie. Door de oogst te berekenen met behulp van deze berekende zetting, is te verifiëren of de berekende zetting voor de hele tralie representatief is geweest.

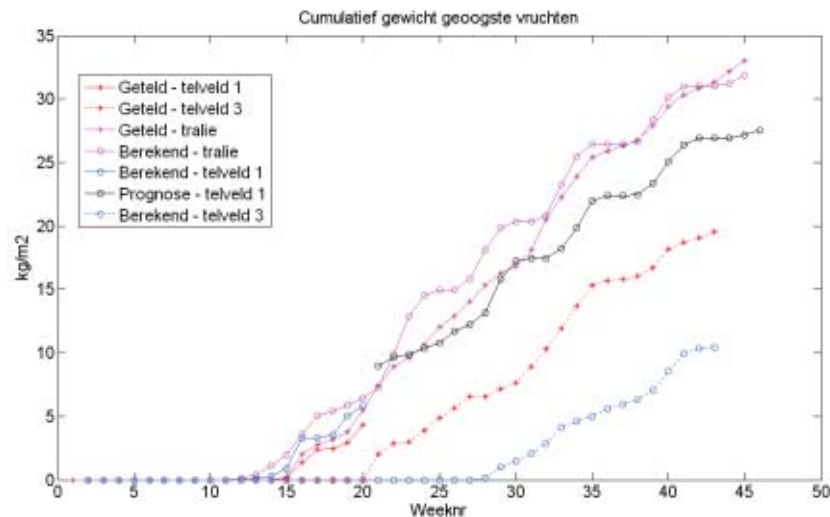
6.2 Oogst

De door Papigrow berekende oogst prognose uit de telvelden 1 en 3, zowel voor als na wisseling, komen niet overeen met de geregistreerde oogst, zoals te zien is in Figuur 26. Aan de hand van de gegevens van telveld 1 en het gerealiseerde klimaat bleek dat de productieprognose van dit telveld achter liep ten opzichte van de gerealiseerde productie van de tralie. Aangezien er tijdig gesignaleerd is dat de telvelden geen representatief beeld gaven van de productie van de hele tralie, zijn teeltbeslissingen niet gebaseerd op basis van deze prognose berekend uit de telveldgegevens. Dit had mogelijk tot onjuiste teeltbeslissingen kunnen leiden, met een vermindering van productie tot gevolg.

Echter, doordat er in week 20 van telvelden gewisseld was, was het niet mogelijk om uit de nieuwe telvelden gedurende week 21 tot en met week 28 oogstprognoses te berekenen. Er is te zien dat de door het model berekende oogst van telveld 3 pas na 8 weken zichtbaar wordt (Figuur 26). Dit wordt veroorzaakt doordat voor de modelberekening de zetting van een periode van 8 weken voorafgaande aan de wisseling van telvelden, voor telveld 3, niet bekend was. Hierdoor was het met dit model alleen mogelijk om de oogst te berekenen aan de hand van de zetting die vanaf week 21 is geregistreerd. Als de trend van de getelde oogst van zowel telveld 1 als telveld 3

vergeleken wordt met de berekende oogst, is duidelijk dat deze overeen komen. Dit geeft aan dat het model wel in staat is om aan de hand van klimaatgegevens een redelijke schatting te maken van de te verwachte oogst.

De berekening van de uiteindelijke cumulatieve oogst voor de gehele tralie blijkt goed overeen te komen, wanneer de getelde en de berekende oogst voor de gehele tralie vergeleken worden. Hieruit blijkt dat aan de hand van klimaatgegevens er op een goede manier bepaald kan worden wat de oogst zal zijn en dit bevestigt tevens dat de berekende cumulatieve zetting voor de hele tralie juist is berekend aan de hand van klimaatgegevens.



Figuur 26 Cumulatieve oogst berekend met Papigrow. De berekende cumulatieve oogst aan de hand van het gerealiseerde klimaat zijn aangegeven voor telveld 1 (blauwe doorgetrokken lijn), telveld 3 (blauwe stippellijn) en voor de gehele tralie (roze lijn). Daarnaast zijn aangegeven de oogstprognose (zwarte lijn), gebaseerd op tellingen van telveld 1 en het gerealiseerde klimaat, de getelde oogst in telveld 1 (rode doorgetrokken lijn), de getelde oogst in telveld 3 (rode stippellijn) en de getelde oogst in de hele tralie (roze lijn met ster symbolen).

Door de berekende en de getelde productie van de tralie met elkaar te vergelijken, kan er bekeken worden op welke momenten in het seizoen er mogelijk meer of minder productie gerealiseerd is. Aan de hand hiervan is volgens de modelberekening in de eerste en middelste fase van de teelt niet de maximale productie gerealiseerd. Er is te zien dat de berekende productie eerder begint (vanaf week 13) terwijl de getelde productie pas enkele weken later op gang komt (vanaf week 16). Hoewel er een latere start van de productie is gerealiseerd, neemt deze wel sterker toe dan de berekende productie. In week 21 zijn beiden weer gelijk. Na week 21 berekent het model echter een forse productiestijging. Deze wordt echter niet gerealiseerd. Pas vanaf week 32 neemt de productie weer dusdanig toe dat de berekende en getelde productie gelijk lopen. De aanpassing van de uitblaasmonden van de JSK heeft plaatsgevonden in week 29 en 31. In de periode na deze aanpassing lijkt een groot deel van de in de voorgaande periode gemiste productie weer te zijn ingehaald. Er is geen direct oorzakelijk verband aangetoond tussen de toename in productie en de gebruikte koeling, maar er lijkt wel in de periode vanaf week 31 een goede productie te zijn gerealiseerd. De genomen teeltmaatregelen, zoals het verlagen van de plantbelasting door groen oogsten, hebben er wel voor zorg gedragen dat er over het seizoen niet in productie is ingeleverd. Als er periodes aangegeven zouden moeten worden waar mogelijk kansen lagen voor een meerproductie, zou deze tussen week 21 en week 31 zijn.

6.3 Conclusies

Modelberekeningen met Papigrow en Greenscheduler laten zien dat er over het algemeen een goede productie is bereikt onder de gerealiseerde klimaatomstandigheden.

Door de Greenscheduler is berekend dat het gewas het beschikbare licht voldoende heeft benut. Hierbij is uitgegaan van een voor het gewas maximaal bruikbare hoeveelheid licht van $1600 \text{ J/cm}^2/\text{dag}$. Mogelijkheden tot verbetering van de lichtbenutting en daarmee gepaarde meerproductie zouden te verwachten zijn door deze maximale bruikbare hoeveelheid licht te verhogen. Het nemen van beslissingen hierover kunnen worden ondersteund door het gebruik van Greenscheduler.

Aan de hand van modelberekeningen van Papigrow blijkt dat zetting op basis van klimaat gegevens betrouwbaar is te schatten. Dit mede omdat de berekende cumulatieve productie op basis van klimaatgegevens over een heel teeltseizoen nagenoeg gelijk is aan de getelde cumulatieve productie. Bij de vergelijking tussen berekende en getelde productie was er mogelijk meer productie te realiseren in de eerste helft van de teelt. Echter is in de tweede helft van de teelt er een sterke productiestijging geweest, waardoor er uiteindelijk een vergelijkbare berekende en getelde productie is gerealiseerd over het hele seizoen. Wat de oorzaak is geweest van de sterke productiestijging in de tweede helft van het seizoen kan niet met zekerheid worden vastgesteld. Er zijn in deze periode van verhoogde productie aanpassingen gedaan aan de JSK uitblaasmonden, maar ook teeltmaatregelen genomen zoals groen oogsten. Hieruit concluderen we dat de combinatie van deze maatregelen een positief effect op de productie kan hebben gehad. Dit geeft aan dat er door te sturen op plantbelasting in combinatie met klimaat er mogelijkheden liggen voor meerproductie bij paprika in een gesloten kas, waarbij het gebruik van Papigrow inzicht kan geven in de gevolgen van deze beslissingen voor zetting en productie.

7 Algemene conclusies

In deze proef is aangetoond dat er in een geconditioneerde kas een goed gewas geteeld kon worden met de toepassing van koeling van bovenaf (door middel van de JSK) en het gebruik van schermen. Hoewel er hogere temperaturen in de zomer voorkwamen heeft dit in deze teelt niet geleid tot negatieve effecten op het gewas. Voorwaarde is wel dat voldoende luchtvochtigheid gerealiseerd wordt. De extra luchtbeweging die is waargenomen door de toepassing van de JSK was niet nadelig.

De toepassing van de JSK in een geconditioneerde kas heeft een positief effect op de ontwikkeling van het gewas gehad. In juli is de aanpassing gerealiseerd op de uitblaasmond van het systeem. Hierdoor werd een veel gelijkmatiger temperatuurverdeling in de kas bereikt. Dit zou bij eerdere aanpassing tot een gelijkmatiger gewas hebben geleid. Zeker in de warme en zonnige periode begin mei was met de ongerichte uitworp van koude het klimaat niet goed te sturen.

Een goede uitworp van koele lucht is nodig om met het JSK systeem een goede temperatuurverdeling over het gewas te realiseren. Er is gebleken dat met dit systeem de luchttemperatuur goed te controleren is en dat het gebruikte koelvermogen voldoende is om op dagen met hoge instraling de kastemperatuur te kunnen beheersen en tevens de CO₂ concentratie op een hoog niveau te houden. Dit is gerealiseerd in combinatie met het gebruik van schermen en door beperkt te luchten.

In het beeld van geconditioneerd telen van Paprika past op dit moment het gebruik van een beweegbaar scherm om licht en warmte weg te nemen.

De keuze voor het ras 'Spider' vanwege zijn de eigenschap makkelijk zetten is achteraf gezien in dit systeem discutabel. De zetting ging zeer makkelijk waardoor er te veel vruchten aan de plant kwamen.

Gedurende het seizoen is de groei voldoende geweest; er was zeker geen sprake van een 'kerstboomeffect'. De groei nam in de zomer niet sterk af.

De CO₂ concentratie is tussen de 700 en 1000 ppm gehandhaafd. Dit is relatief een hoge concentratie.

Er is in deze proef met koeling van bovenaf een goede productie gerealiseerd, met een goede kwaliteit en grofheid. De lengtegroei van het gewas was goed en de abortie was over het algemeen laag. Er is geen productie ingeleverd, wanneer gekeken wordt over het hele teeltseizoen. Bij de vergelijking tussen berekende en getelde productie was er mogelijk meer productie te realiseren in de eerste helft van de teelt. In de tweede helft van de teelt is er een sterke productiestijging geweest, waardoor er uiteindelijk een vergelijkbare berekende en getelde productie is gerealiseerd over het hele seizoen. Dit is mede te danken aan het sturen op luchtbenutting en plantbalans.

De aanpassingen aan de JSK uitblaasmonden en de genomen teeltmaatregelen zoals groen oogsten hebben samen een positief effect op de productie gehad.

Voor het gebruik van de modellen Greenscheduler en Papigrow is aangetoond dat deze een ondersteunde rol kunnen spelen voor het nemen van teeltbeslissingen.

De plant benut in de zomer niet al het licht dat wordt aangeboden. Het assimilatieproces lijkt wel goed te lopen, maar over de verwerking van de suikers moet extra kennis worden opgebouwd. Als hier verbeteringen kunnen worden aangebracht moet het mogelijk zijn om de productie van paprika's op een hoger niveau te brengen.

De telvelden in deze proef bleken niet representatief voor de gehele tralie. Het is zeer belangrijk dat gegevens uit de telvelden betrouwbaar zijn, omdat hierdoor minder kans op een verkeerd beeld van het gewas kan ontstaan. Een

verkeerd beeld kan grote gevolgen hebben voor teeltbeslissingen die door de teler genomen moeten worden. Tevens kunnen niet representatieve gegevens verkeerde modelberekeningen veroorzaken.

Er is geen economische analyse gemaakt, omdat een aantal gegevens zoals energieoogst en CO₂ verbruik niet goed zijn vastgelegd. Daarbij komt dat de meerproductie bij Paprika wordt gerealiseerd in de zomer en de herfst, een periode waarin al veel aanbod van Paprika is, zodat de economische waarde gering is. Een eerdere productie of hogere productie rond de eerste oogst heeft een economisch hogere waarde, maar dat wordt niet gerealiseerd .

8 Publiciteit

8.1 Schriftelijke communicatie

- Gelder, A. de & W. van Wingerden,
Praktische teeltkennis Paprika in geconditioneerde kas *Gewasnieuws Paprika* 11 (2008) 3. - p. 4
- Staalduinen, J. van; 2009.
Onder glas -6(2009)2: 86 – 87 Paprika in gesloten kas gedijt onder koele lucht van boven *Onder glas* (2009)

8.2 Presentaties

- Koele lucht van alle kanten. Stand van zaken in onderzoek geconditioneerd telen Paprika. 17 april (2008)
Participanten Dag Improvement Centre / Kennis Event van Energiek2020
- Toelichting Paprika proeven 16 september (2008)
Paprika Avond bij Wageningen UR en Improvement Centre
- Poster presentatie Praktische teeltkennis Paprika. 2 oktober (2008)
Themadag Geconditioneerd telen bij WUR Glastuinbouw en Improvement Centre

8.3 Internet

- Berg, A. van de,
Praktische teeltkennis paprika in semi-gesloten kas. *Energiek2020.nu*, 12-12-2008
<http://www.energiek2020.nu/teeltwijze/overige-teeltmaatregelen/artikelen/1982>
- Gelder, A. de, S. Driever, W. van Wingerden & S. Nieboer,
Meerproductie en sturing plantbelasting paprika is mogelijk. *Energiek2020.nu*, 14-2-2009.
<http://www.energiek2020.nu/klimaat/klimaatregeling/artikelen/2138>

9 Dankwoord

Dit onderzoek is gefinancierd door het Productschap Tuinbouw en de technische installatie voor koeling in deze proef (JSK) is beschikbaar gesteld en geïnstalleerd door Wilk van der Sande. Kokos substraat is beschikbaar gesteld door Forteco.

Aan dit onderzoek hebben verschillende mensen een bijdrage geleverd. Wij willen graag de BCO, die bestond uit Rolf Vijverberg, Pleun Verheul, Barry Helderma en Michel van Ruyven, bedanken voor hun tijd en inzet bij deze proef. Verder zou deze proef niet hebben kunnen plaatsvinden zonder de goede samenwerking met Harry van de Meer (teeltchef bij het Improvement Centre), de technische aanvullingen tijdens de besprekingen door Arjan van Nieuwenhuijzen (Wilk van der Sande) en de aanvullingen op teeltgebied welke betrekking hadden op de kokos door Bart 't Hoen (Forteco/van der Knaap).

Bijlage I.

Klimaat

Week	Dagtemperatuur (°C)			Nachttemperatuur (°C)			Etmaal (°C)		RV %		Vochtdeficit in g/m ³		CO ₂ in ppm	
	Min	Gem	Max	Min	Gem	Max	Gem	DIF	Dag	Nacht	Dag	Nacht	Dag	Nacht
51	10.4	12.8	17.8	12.4	13.1	15.2	12.9	-0.3	69	71	4.2	4.1	1231	1251
52	20.4	21.1	22.3	20.5	21	21.5	21.1	0.1	65	64	6.4	6.6	1026	1098
1	19.9	20.7	22.3	19.2	19.9	20.7	20.5	0.8	69	68	5.6	5.6	1189	1108
2	18.8	20	21.4	18	18.7	19.6	19.6	1.4	77	80	4	3.3	633	596
3	18	19.6	21.2	17.2	17.8	19.3	19.1	1.8	81	86	3.3	2.1	701	736
4	16.8	19.6	21.1	15.8	17.5	19.8	18.6	2.1	80	83	3.4	2.6	814	820
5	16.3	19.7	21.8	15.7	17.6	19.4	18.3	2.1	75	76	4.3	3.5	953	813
6	17.7	21.2	23.3	16.2	17.6	19.6	19	3.6	72	74	5.3	3.9	1023	944
7	17.9	21.8	24.2	16.9	18.3	19.6	19.7	3.5	73	72	5.2	4.3	1001	1065
8	18.6	21.1	23.5	17.3	18.8	20.2	19.8	2.3	79	79	4	3.4	995	983
9	18.6	22	24.9	17.9	19.1	20.4	20.4	2.9	78	80	4.3	3.2	988	931
10	18.9	21.5	23.9	17.6	19.2	20.4	20.3	2.2	79	79	3.9	3.5	942	853
11	18.8	21.8	24.1	17	18.6	20.6	20.2	3.2	79	77	4.1	3.7	920	773
12	16.8	21	26.1	16.7	17.9	18.9	19.5	3.2	78	75	4.2	3.8	971	958
13	17.5	21.6	24.8	16.9	18.4	19.6	20.1	3.2	79	78	4	3.5	986	975
14	18.2	21.9	25.4	17.5	18.7	19.5	20.5	3.2	80	81	3.9	3.1	978	930
15	18.3	22.7	27.6	18.1	19.1	19.8	21.1	3.6	78	78	4.6	3.6	967	913
16	18.5	23.4	27.4	18.3	19.2	20.1	21.7	4.2	80	80	4.3	3.2	956	935
17	19.1	23.5	26.3	18.5	19.4	20.6	21.9	4	81	90	4.2	1.7	974	1091
18	19.3	23.6	26.5	18.5	19.3	21	22	4.3	82	86	4	2.2	952	921
19	19.9	24.8	28.3	17.8	19.1	22.4	22.6	5.7	76	87	5.8	2.1	922	1042
20	19.1	23.3	26.5	17.9	19	21	21.8	4.3	80	86	4.4	2.3	1014	1074

Week	Dagtemperatuur (°C)			Nachttemperatuur (°C)			Etmaal (°C)		RV %		Vochtdeficit in g/m ³		CO ₂ in ppm	
	Min	Gem	Max	Min	Gem	Max	Gem	DIF	Dag	Nacht	Dag	Nacht	Dag	Nacht
21	19.7	23.7	26.9	18.5	19.7	21.2	22.4	4	80	87	4.6	2.3	907	889
22	20.6	23.5	26.1	18.6	19.7	21.7	22.2	3.8	83	88	3.7	2	827	684
23	20.4	23.7	26.9	17.7	19.2	21	22.3	4.6	82	89	4.1	1.8	798	634
24	19.6	23.8	27.5	17	18.7	20.5	22.2	5.2	78	84	4.9	2.6	801	611
25	19.9	23.8	27.2	18	19.4	21	22.5	4.4	79	87	4.6	2.2	739	579
26	19.8	24.3	28	17.7	19	20.5	22.7	5.3	78	87	5.1	2.2	717	515
27	19.4	24.2	27.8	17.5	18.8	20.7	22.5	5.5	81	88	4.5	1.9	710	549
28	18.9	22.8	26.7	17.2	18.5	20	21.4	4.4	83	90	3.6	1.7	747	468
29	19.1	22.8	26.5	18.1	18.9	20	21.5	3.8	84	91	3.4	1.6	752	484
30	19.7	24.1	27.6	18.3	19.6	21.2	22.5	4.5	81	90	4.4	1.7	727	555
31	20.2	23.7	27.4	18.6	19.7	21.1	22.3	4.1	82	90	4.1	1.7	708	530
32	19.8	23.7	27.4	18.6	19.8	21.8	22.2	4	83	90	3.8	1.6	722	493
33	19.8	23.3	27.5	18.5	19.5	21.6	21.8	3.9	84	89	3.5	1.8	697	583
34	20.2	22.6	25.9	18.8	19.9	21.5	21.5	2.8	85	91	3	1.6	702	559
35	20.7	23.5	26.1	19.4	20.5	22.1	22.2	3	84	90	3.5	1.8	707	470
36	19.9	22.3	25	18.6	19.8	21.1	21.2	2.5	85	90	3	1.7	701	583
37	20.2	23	26	19.1	20.1	21.6	21.7	3	84	90	3.4	1.8	773	535
38	20.4	23.4	26.6	18.5	19.5	21.2	21.5	3.9	83	88	3.7	2	857	688
39	20.2	23.2	25.8	18.5	19.5	21.1	21.3	3.7	85	88	3.3	2	747	653
40	19	21.4	24	18.3	19.4	20.6	20.4	2	84	86	3.1	2.3	596	622
41	20.5	23.5	25.6	18.5	19.7	21.7	21.4	3.8	85	90	3.2	1.7	636	661
42	19.9	22.6	25.1	18.5	19.8	21.3	21	2.8	86	90	2.9	1.7	572	646
43	19.9	22.5	24.8	18.3	19.5	20.8	20.7	3	85	89	2.9	1.9	611	688
44	19.7	22.3	25.4	18	19.4	20.7	20.6	2.9	84	85	3.2	2.5	757	793
45	14.3	17.5	19.5	12.5	14.9	16.8	15.9	2.5	80	89	3	1.4	696	756
Periode	18.9	22.2	25.1	17.7	18.9	20.4	20.8	3.3	80	84	4	2.6	837	767

Bijlage II. Buitenomstandigheden

Week	Temperatuur in °C												Globe stralingsom (J/cm2/dag)	PAR (mol/m2/dag)	Windsnelheid Gem (m/s)
	Dag			Nacht			Eitmaal								
	Min	Gem	Max	Min	Gem	Max	Gem	Gem							
51	-3.4	-1.7	1.1	-1.9	-1.1	-0.1	-1.5	213	4.4	1.5					
52	4.2	5.5	7.1	4.6	5.6	6.7	5.5	176	3.65	4.7					
1	2.1	3.6	5.3	2.4	3.2	4.3	3.5	191	3.95	3.4					
2	5.9	7.2	9	6.6	7.5	8.3	7.3	205	4.25	5.7					
3	7.6	8.9	10.2	8.5	9.4	10	8.8	139	2.87	6.3					
4	7.4	9	10.1	7.2	8	9	8.3	267	5.53	4.6					
5	4.5	6	7	3.7	5.3	6.8	5.5	297	6.14	4.8					
6	4.6	8.3	10.9	4	6.2	9.4	7	465	9.62	3.5					
7	-0.4	4.5	7.4	-1	1.7	5.5	2.9	641	13.27	1.7					
8	4.2	6.8	8.8	4.4	5.8	7.8	6.2	423	8.76	3.1					
9	7.3	9.1	10.4	7.2	8.4	10.1	8.8	746	15.45	4.5					
10	5.1	7.1	8.6	3.8	5.7	7	6.4	645	13.35	4.1					
11	6.4	8.4	9.9	6	7.5	9	7.9	652	13.49	4.9					
12	2.7	4.9	7.3	1.5	2.3	3.7	3.6	736	15.23	2.9					
13	3.7	6.1	7.8	4.2	5.3	6.5	5.8	956	19.78	4					
14	6.5	8.5	10.4	5.5	6.6	8.1	7.6	999	20.68	3.1					
15	3	8.3	11.4	3.5	5.3	8.1	7	1523	31.53	2.2					
16	4.3	8.9	11.7	4.5	6	8.7	7.7	1707	35.33	3.2					
17	9.2	14.4	18.2	9.9	12	14.2	13.4	1741	36.04	2.9					
18	8.5	13.2	15.8	8.7	10.7	13.1	12.2	1687	34.92	3.3					
19	13.4	21.1	24.7	12.3	15.5	20.5	18.7	2594	53.7	2.4					
20	11.8	16.9	20.5	11.2	13.4	16	15.6	1730	35.81	2.2					

Week	Temperatuur in °C														Globele stralings som (J/cm2/dag)	PAR (mol/m2/dag)	Windsnelheid Gem (m/s)
	Dag			Nacht			Erfmaal										
	Min	Gem	Max	Min	Gem	Max	Gem	Max									
21	9	15.2	18.6	10.2	12.4	15.1	14.3	14.3	1982	41.03	2.7						
22	13.7	16.7	19.2	13.2	14.4	16.3	16.1	16.1	1426	29.52	2.9						
23	14.4	17.7	21.1	14.3	15.2	16.9	16.9	16.9	1600	33.12	2.1						
24	11.8	15.5	18.1	10.9	12.2	13.5	14.5	14.5	2081	43.07	2.5						
25	12.4	16.9	19.9	13.7	14.8	16.1	16.3	16.3	1976	40.91	3.3						
26	13.7	17.6	20.4	13.6	14.9	16.4	16.8	16.8	2257	46.71	3.5						
27	14.6	19.6	22.7	14.9	16.3	18.3	18.6	18.6	1996	41.31	2.5						
28	14.2	16.4	18.3	13.5	14.9	16.1	15.9	15.9	1503	31.11	4						
29	14.1	16.9	19.1	14.4	15.6	16.4	16.4	16.4	1431	29.63	3.2						
30	15.3	20.2	23.8	16.4	17.5	20	19.3	19.3	1826	37.8	2.2						
31	17.4	21.5	24.5	17.2	18.6	20.9	20.4	20.4	1583	32.76	2.7						
32	16.1	19.3	21.8	16	17.2	18.6	18.5	18.5	1643	34.01	3.2						
33	13.9	17.7	20.5	13.6	15	17.4	16.7	16.7	1466	30.34	3.4						
34	14.6	17.1	19.2	14.3	15.4	16.9	16.4	16.4	1059	21.92	3.5						
35	15.8	19.3	21.5	16	17.1	19	18.3	18.3	1151	23.83	2.6						
36	14.4	16.3	18.1	14.1	15.2	16.6	15.8	15.8	902	18.68	5.1						
37	13	17.1	20	12.4	14.2	17.2	15.8	15.8	1015	21.02	2.2						
38	8.2	14	17.2	8.2	10.6	14.2	12.4	12.4	1328	27.49	0.9						
39	9.5	14.7	17.9	9.5	11.4	14.7	13	13	1060	21.95	1						
40	9.8	11.9	13.4	9.4	10.7	11.8	11.2	11.2	655	13.56	3.8						
41	10.8	14.5	17	10.6	12.3	14.8	13.3	13.3	792	16.39	1.8						
42	11.6	13.8	15.5	10.6	12	13.7	12.8	12.8	618	12.79	3.1						
43	9	11.5	13.2	8.4	10.1	12.1	10.7	10.7	535	11.07	3.7						
44	3.9	6.7	8.8	3.6	5.1	7.3	5.8	5.8	487	10.08	1.6						
45	7.6	9.4	10.8	7.6	9	10.3	9.1	9.1	341	7.05	3.5						
Periode	9	12.3	14.7	8.9	10.4	12.3	11.5	11.5	1081	22.38	3.2						

Bijlage III.

Watergift

	Week	I/m ²	EC	pH	I/m ²	EC	I/m ²	%	Week	I/m ²	EC	pH	I/m ²	EC	%
Kraan 61	50	0			0				Kraan 62						
	51	2.77	3.6	5.3	2.46	0.31	4.8	5							
	52	0.63	3.7	5.2	0.35	0.28	4.6	45							
	1	0.67	3.7	5.6	0.49	0.18	5.1	27							
	2	0.67	3.5	5.5	0.5	0.17	4.9	26							
	3	0.48	3.4	5.4	0.38	0.1	5	20							
	4	0.54	3.4	5.1	0.46	0.08	5	12							
	5	0.59	3.5	4.6	0.46	0.12	5.9	24	5	0.73	3.4	4.7	0.47	0.17	5.2
	6	0.76	3.4	4.2	0.47	0.38	4.7	33	6	0.92	3.4	4.4	0.47	0.38	4.7
	7	0.98	3.4	4.4	0.35	0.86	3.7	62	7	1.22	3.4	4.5	0.35	0.86	3.7
	8	0.89	3.4	5.1	0.5	0.54	3.6	48	8	1.04	3.4	5.2	0.5	0.54	3.6
	9	1.13	3.4	5.3	0.81	0.48	4.1	36	9	1.29	3.4	5.3	0.81	0.48	4.1
	10	1.24	3.1	5.7	0.87	0.44	3.9	34	10	1.31	3	5.7	0.87	0.44	3.9
	11	1.27	2.7	5.6	0.86	0.5	3.9	36	11	1.36	2.7	5.6	0.86	0.5	3.9
	12	1.31	2.6	5.6	1.01	0.49	3.4	33	12	1.5	2.6	5.6	1.01	0.49	3.4
	13	1.42	2.6	5.6	1.08	0.51	3.1	31	13	1.6	2.6	5.6	1.08	0.51	3.1
	14	1.83	2.6	5.5	0.99	0.72	3.4	27	14	1.98	2.6	5.5	0.99	0.72	3.4
	15	2.96	2.6	5.6	1.56	1.61	3.5	51	15	3.18	2.6	5.6	1.56	1.61	3.5
	16	3.54	2.6	5.5	1.69	2	3.3	54	16	3.69	2.6	5.5	1.69	2	3.3
	17	3.27	2.6	5.5	1.85	1.69	3.3	48	17	3.54	2.6	5.5	1.85	1.69	3.3
	18	3.2	2.6	5.5	2.3	1.23	3.4	37	18	3.53	2.6	5.5	2.3	1.23	3.4
	19	5.21	2.3	5.7	2.73	2.73	3.1	50	19	5.46	2.2	5.7	2.73	2.73	3.1
	20	4.41	2.4	6.9	1.86	2.82	2.6	61	20	4.68	2.3	6.9	1.86	2.82	2.6

Week	Watergift			Opname			Drain			Watergift			Opname			Drain			
	I/m ²	EC	pH	I/m ²	pH	EC	I/m ²	EC	%	Week	I/m ²	EC	pH	I/m ²	pH	EC	I/m ²	EC	%
21	3.93	2.4	5.8	2.41	1.81	2.9	40			21	4.47	2.4	5.8	2.41	1.81	2.9	40		
22	3.31	2.4	5.7	2.33	1.14	2.8	32			22	3.47	2.4	5.7	2.33	1.14	2.8	32		
23	4.07	2.5	5.7	2.74	1.6	2.9	36			23	4.34	2.5	5.7	2.74	1.6	2.9	36		
24	4.84	2.9	5.6	3.2	2.12	3.2	39			24	5.33	2.8	5.7	3.2	2.12	3.2	39		
25	3.71	2.9	5.6	2.82	1.21	3.8	30			25	4.03	2.8	5.6	2.82	1.21	3.8	30		
26	4.53	2.9	5.7	3.33	1.6	3.9	32			26	4.94	2.9	5.7	3.33	1.6	3.9	32		
27	4.63	2.5	5.7	3.28	1.9	3.8	36			27	5.19	2.5	5.7	3.28	1.9	3.8	36		
28	3.65	2.5	5.6	2.41	1.63	3.5	40			28	4.04	2.5	5.6	2.41	1.63	3.5	40		
29	3.59	2.3	5.5	2.31	1.69	2.9	41			29	3.99	2.3	5.5	2.31	1.69	2.9	41		
30	4.38	2.4	5.6	2.91	1.92	3	40			30	4.83	2.4	5.6	2.91	1.92	3	40		
31	3.81	2.4	5.6	2.71	1.52	3.1	36			31	4.22	2.4	5.6	2.71	1.52	3.1	36		
32	3.37	2.4	5.5	2.49	1.18	3.5	29			32	3.67	2.4	5.5	2.49	1.18	3.5	29		
33	3.61	2.3	5.5	2.59	1.4	3.7	34			33	3.98	2.3	5.5	2.59	1.4	3.7	34		
34	2.82	2.3	5.5	1.81	1.33	3.4	42			34	3.15	2.3	5.5	1.81	1.33	3.4	42		
35	3.16	2.4	5.4	2.07	1.42	3.6	42			35	3.49	2.4	5.4	2.07	1.42	3.6	42		
36	2.5	2.3	5.3	1.62	1.11	2.9	40			36	2.73	2.3	5.3	1.62	1.11	2.9	40		
37	2.79	2.5	5.3	1.7	1.38	3.5	46			37	3.08	2.5	5.3	1.7	1.38	3.5	46		
38	2.72	2.3	5.2	1.9	1.07	3.4	36			38	2.97	2.3	5.2	1.9	1.07	3.4	36		
39	2.31	2.4	5.1	1.69	0.84	3.4	34			39	2.53	2.4	5.1	1.69	0.84	3.4	34		
40	1.81	2.4	5.1	1.33	0.73	3.8	35			40	2.05	2.4	5.1	1.33	0.73	3.8	35		
41	1.92	2.3	5.1	1.26	0.9	3.4	42			41	2.17	2.2	5.1	1.26	0.9	3.4	42		
42	1.58	2.3	5.2	1.17	0.57	3.2	33			42	1.73	2.2	5.2	1.17	0.57	3.2	33		
43	1.46	2.3	5.1	1.12	0.45	3.5	29			43	1.57	2.2	5.2	1.12	0.45	3.5	29		
44	1.25	2.3	5	0.96	0.4	3.8	29			44	1.37	2.2	5	0.96	0.4	3.8	29		
45	0.15	2.3	5	0.1	0.07	3.2	6			45	0.17	2.2	5	0.1	0.07	3.2	6		
Periode	2.46	2.7	5.4	1.62	1.05	3.7	36		Periode	2.98	2.6	5.4	1.77	1.2	3.5	38			

