



WAGENINGENUR
For quality of life

Het Nieuwe Telen voor groente-opkweek

Wanne Kromdijk, Arie de Gelder



Productschap  Tuinbouw



Ministerie van Economische Zaken,
Landbouw en Innovatie

Rapport GTB-1088



Referaat

Het Nieuwe Telen (HNT) is als systeem ontwikkeld voor de primaire productie bedrijven. Voor de opkweekbedrijven, die in korte teelten het basis uitgangsmateriaal maken is dit systeem niet één op één toepasbaar. Om de in Kas als Energiebron opgedane kennis te laten landen bij plantenkwekerijen moet een analyse en een vertaalslag gemaakt worden. In het project 'Het Nieuwe Telen voor groente-opkweek' is door middel van gesprekken met 10 opkweekbedrijven, een workshop en literatuurstudie in kaart gebracht waar de kansen en knelpunten liggen.

Uit de gesprekken blijkt dat de kwekers het meest verwachten van energiebesparing middels:
meer en scherper schermen, temperatuurintegratie, geforceerd ventileren.

Uit de workshop kwam hierbij naar voren dat met name de horizontale temperatuurverdeling als grootste prioriteit moet worden gezien. Als deze meer uniform kan worden, moet het mogelijk zijn om gelijktijdig een energiebesparing te realiseren en de uniformiteit van het product te verbeteren. De piek van de groente-opkweek ligt duidelijk in de maanden oktober t/m februari. Buiten deze maanden om worden de afdelingen zo veel mogelijk volgezet met andere producten. De keuzes die hierbij gemaakt worden, kunnen wel behoorlijk verschillen. Met name of er wordt gekozen voor gewassen met weinig warmtevraag (koude groente) of aanzienlijke warmtevraag (potplanten) zorgt voor een zeer verschillende energiebehoefte gedurende de rest van het jaar en kan bepalend zijn voor de haalbaarheid van investeringen in energiebesparing.

Abstract

The Next Generation Cultivation has been developed as a system for horticultural production companies. For companies specialised in propagating plants, implementation of the Next Generation Cultivation is not necessarily straightforward. To make use of the experience and knowledge acquired in research from the energy programme 'Kas als Energiebron' in these companies, analysis of the current situation and possible adaptations are required to tailor the Next Generation Cultivation for propagation nurseries. Within the project 'The Next Generation Cultivation for vegetable propagation' opportunities and pitfalls have been identified by means of 10 interviews, as well as a workshop and a short literature review. Based on the interviews, companies expect the biggest impact on reduction of energy use through:

More extensive use of screening, Temperature integration, Forced ventilation

From the workshop it became apparent that the horizontal temperature profile especially needs to become more uniform and needs priority. If this is successful, it should be possible to obtain a reduction in energy use and a more uniform quality of starting plants simultaneously. Vegetable propagation production peaks between October and February. In the remaining months, the greenhouses are filled with other produce. The choices for crops with either low energy inputs ('cold vegetables' e.g. lettuce, cabbage, etc) or considerable energy inputs (various potplants) can be crucial in determining whether investments in energy savings can be economically viable.

© 2011 Wageningen, Stichting Dienst Landbouwkundig Onderzoek (DLO).

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

1	Inleiding	5
1.1	Probleemstelling	5
1.2	Doelstellingen	5
1.2.1	Technische doelstellingen	5
1.2.2	Energiedoelstellingen	5
1.2.3	Nevendoelstelling	5
1.3	Plan van Aanpak	6
1.3.1	Analyse huidige situatie	6
1.4	Leeswijzer	6
2	Gesprekkenronde	7
2.1	Inleiding	7
2.2	Deelnemende bedrijven	7
2.3	Gespreksopbouw	7
2.4	Resultaten	7
2.4.1	Hoe onderling vergelijkbaar zijn groente-opkweek bedrijven?	7
2.4.1.1	Inleiding	7
2.4.1.2	Formaat	8
2.4.1.3	Kasklimaat	8
2.4.1.4	Teeltplan	9
2.4.1.5	Kwaliteitsbepaling en klimaatbandbreedtes	11
2.4.1.6	Berekende energievraag	12
2.4.2	Waar liggen mogelijkheden van Het Nieuwe Telen voor groente-opkweekbedrijven?	12
2.4.2.1	Inleiding	12
2.4.2.2	Schermen	13
2.4.2.3	Temperatuurbeheersing	13
2.4.2.4	Geforceerd ventileren	14
2.4.2.5	Teeltplanning	14
2.4.2.6	Overige gesprekspunten	15
3	Literatuurstudie	17
3.1	Inleiding	17
3.2	Effect van luchtvochtigheid op groei en ontwikkeling in de opkweek	17
3.2.1	Effecten via huidmondjesgeleidbaarheid	17
3.2.2	Beïnvloeding van morfologie door luchtvochtigheid	18
3.2.3	Beïnvloeding van 'hardheid' door lage luchtvochtigheid	18
3.3	Effect van temperatuurintegratie op groei en ontwikkeling in de opkweek	19
3.3.1	Introductie	19
3.3.2	Theoretische effecten van DIF op jonge groenteplanten	19
3.3.3	Onderzoek DIF bij jonge tomaat, paprika of komkommer	20
3.4	Zijn er alternatieve stuurmogelijkheden die een generatief effect bewerkstelligen?	20
3.4.1	Voedingsoplossing	20
3.4.2	Temperatuurintegratie	21
3.4.3	Hormonen en alternatieve groeiregulatoren	21
3.4.4	Worteltemperatuur	21

4	Workshop	23
5	Conclusies en aanbevelingen	25
5.1	Hoe vergelijkbaar zijn groente-opkweek bedrijven?	25
5.2	Welke HNT componenten bieden mogelijkheden voor energiebesparing in de opkweek	25
5.3	Aanbevelingen	25
6	Literatuur	27
Bijlage I	Deelnemende bedrijven en contactpersonen bij gespreksronde	
		29
Bijlage II	Vragenlijst	31
Bijlage III	Referentieberekening energievraag	33

1 Inleiding

1.1 Probleemstelling

Het Nieuwe Telen (HNT) is als systeem ontwikkeld voor de primaire productie bedrijven. Voor de opkweekbedrijven, die in korte teelten het basis uitgangsmateriaal maken is dit systeem niet één op één toepasbaar. De opkweek vindt vooral plaats in herfst en winter. Dit is de periode dat voor warmtevraag en belichting de grootste input aan energie nodig is. In de andere perioden van het jaar is er een kleinere vraag naar groenteplanten en worden de kassen gebruikt voor andere teelten, zoals perkgoed en potplanten.

De sector uitgangsmateriaal is van een behoorlijke omvang rond de 220 ha.

Om de in Kas als Energiebron opgedane kennis te laten landen bij plantenkwekerijen moet een analyse en een vertaalslag gemaakt worden. De vraag is welke elementen uit Het Nieuwe Telen zijn toepasbaar op de opkweekbedrijven om energie te besparen en toch de producten te leveren die de groente ondernemers van hen vragen. Er wordt veel belicht en er zijn regelmatig perioden waarin warmte over is. Efficiënter gebruik van lampen is een van de aspecten waar wellicht energie bespaard zou kunnen worden. Vochtproblemen zijn tot bepaalde perioden beperkt. Het microklimaat rond de planten zou nog verder verbeterd kunnen worden.

Daarbij moeten de technieken passen binnen de totale teeltplanning en logistiek van de bedrijven.

Voor de opkweekbedrijven zal het vooral gaan om intensief isoleren met schermen en technieken om de vochtigheid en luchtbeweging rond de planten te sturen.

Deze vraag sluit aan bij de onderzoeksprioriteiten van Plantum *Efficientieverhoging van productie en Producteigenschappen*. Het accent bij die prioriteiten ligt bij plant en zijn eigenschappen, maar energie efficiëntie is wel een aandachtspunt en vanuit energiebesparings doelstelling een noodzaak.

1.2 Doelstellingen

1.2.1 Technische doelstellingen

Verkennen van de mogelijkheden om technieken van Het Nieuwe Telen te integreren in de opkweek van groenteplanten.

1.2.2 Energiedoelstellingen

Verkennen van de mogelijkheden voor HNT met als doel 35% Energiebesparing in de opkweek van groenteplanten.

1.2.3 Nevendoelstelling

Een overzicht van de eisen die aan uitgangsmateriaal worden gesteld en hoe daarbij rekening gehouden kan worden met de eisen voor HNT.

1.3 Plan van Aanpak

1.3.1 Analyse huidige situatie

Analyse bestaande situatie aan de hand van gesprekken met plantenkwekers.

Hierbij zal vooral aandacht worden besteed aan de specifieke omstandigheden van de opkweek, zoals gebruik van schermen, luchtbeweging, belichting en bevochtiging. Elementen die bij Het Nieuwe Telen van belang zijn om de teeltomstandigheden optimaal te houden en toch weinig energie te gebruiken. Voordat de gesprekken gevoerd worden wordt een vragenlijst opgesteld waarin de aandachtspunten die in het interview onder de loep worden genomen zijn beschreven zodat de bedrijven zich goed kunnen voorbereiden.

Van alle gesprekken wordt een verslag gemaakt en worden de hoofdlijnen van de teelt beschreven en wordt aangegeven waar Het Nieuwe Telen mogelijk kan inhaken op de werkwijze bij de opkweek.

Deze fase wordt afgesloten met een workshop die het karakter van brainstorm zal hebben aan de hand van de rapportage van Resultaat van Werkpakket 1. Hierin moeten wensen en mogelijkheden voor toepassing van Het Nieuwe Telen bij de opkweekbedrijven op tafel komen.

1.4 Leeswijzer

In de volgende hoofdstukken worden eerst de bevindingen van de gesprekkenronde gepresenteerd (hoofdstuk 2). De bevindingen uit de gesprekken gaven aanleiding tot een korte literatuurstudie, die te vinden is in hoofdstuk 3. Daarna komt de workshop aan bod (hoofdstuk 4). Als laatste worden conclusies en aanbevelingen gepresenteerd in hoofdstuk 5.

2 Gesprekkenronde

2.1 Inleiding

Door gesprekken te voeren met 10 plantenkwekers is getracht de huidige situatie in kaart te brengen door een inventarisatie van de bedrijfsuitrusting en teeltplan. Daarnaast is gekeken naar de inpasbaarheid en draagvlak van Het Nieuwe Telen teeltconcept en de diverse componenten daaruit. De volgende twee vragen stonden centraal:

1. Hoe onderling vergelijkbaar zijn groente-opkweekbedrijven?
2. Waar liggen mogelijkheden van Het Nieuwe Telen voor groente-opkweekbedrijven?

2.2 Deelnemende bedrijven

Door branchevereniging Plantum NL zijn een aantal toonaangevende plantenkwekers geselecteerd (zie bijlage 1), welke vervolgens door WUR zijn benaderd. De opkweek-sector wordt gekenmerkt door relatief klein aantal, grote bedrijven. Hierdoor is met het uiteindelijke aantal van 10 bedrijven een groot deel van de sector ook daadwerkelijk betrokken bij de interviewronde.

2.3 Gespreksopbouw

De betrokken bedrijven kregen ruim van te voren een vragenlijst (zie bijlage 2) toegestuurd, waarmee zij voorbereid aan het gesprek konden deelnemen. Er is een duidelijke tweedeling aangebracht in de gespreksopbouw. In het eerste deel werd vooral de bedrijfsuitrusting en teeltplan geïnventariseerd, om te kijken in hoeverre de groente-opkweek bedrijven vergelijkbaar zijn met elkaar. Vervolgens werd de tweede helft van de gesprekken gebruikt om de verschillende componenten van 'Het Nieuwe Telen' te bespreken.

2.4 Resultaten

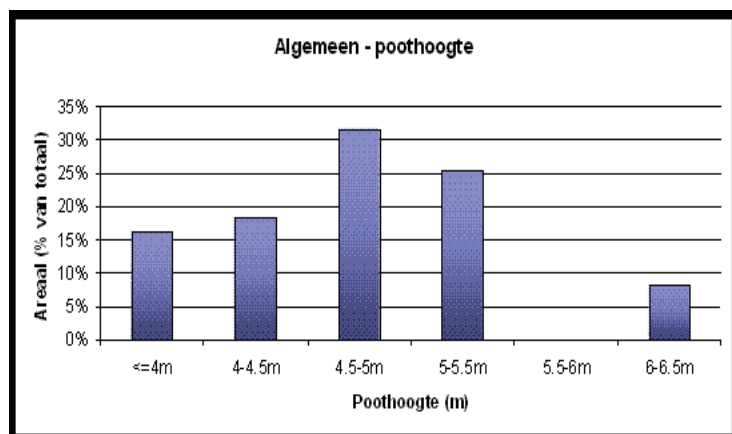
2.4.1 Hoe onderling vergelijkbaar zijn groente-opkweek bedrijven?

2.4.1.1 Inleiding

Bij de bespreking van de uitrusting en teeltplan is als uitgangspunt het 'beteelde' areaal genomen, dat wil zeggen: er is geen rekening gehouden met leegstand. Aangezien een aantal van de deelnemende bedrijven ook locaties hebben waar helemaal geen groentegewassen worden opgekweekt is verder alleen gekeken naar het areaal waar in ieder geval een keer tomaat, paprika, komkommer of een andere warme groente in het jaarplan voorkomt. De percentages die in de volgende paragrafen genoemd zijn, hebben dit areaal (totaal van alle 10 bedrijven) als 100% referentie tenzij anders is aangegeven in de tekst.

2.4.1.2 Formaat

De bezochte bedrijven varieerden in areaal van 4.1 tot 35 hectare, met een gemiddelde grootte van 14.2 hectare. De grotere bedrijven waren wel allemaal onderverdeeld in kleinere locaties. Als teeltondergrond wordt vrijwel uitsluitend betonvloer gebruikt (93%), het resterende deel gebruikt met plastic afgedekte grond als teeltondergrond. Het afdelingsoppervlak is gemiddeld 0.49 hectare en varieert niet veel behalve hier en daar een aantal dubbele afdelingen (1.1ha) en zaaiafdelingen zijn over het algemeen wat kleiner (0.24ha). De poothoogte varieert rond de 5m (Figuur 1.), en deze variatie wordt met name veroorzaakt doordat nieuwere kassen over het algemeen hoger zijn.



Figuur 1. Variatie in poothoogte tussen opstanden van 10 groente-opkweekbedrijven.

2.4.1.3 Kasklimaat

In Tabel 1. valt te zien dat op 89% van het onderzochte areaal vloerverwarming aanwezig is. Verder hebben bijna alle opstanden een bovennet (94%), 71% is bovendien voorzien van een dunnere verwarmingsbuis, dichter op het gewas (niet altijd in hoogte verstelbaar). Een klein deel maakt nog gebruik van gaskachels, of koopt restwarmte van nabij gelegen industrie. Bij de helft van de bezochte bedrijven wordt het bovennet als primair net gebruikt, bij de andere helft is dat de hijs/groeibuis.

Tabel 1. Aanwezige vormen van verwarming bij opstanden van 10 groente-opkweekbedrijven.

	Vloerverwarming	Bovennet	Hijs/groeibuis	Anders (restwarmte, gaskachels)
(% van areaal)	89%	94%	71%	32%

Al het onderzochte areaal is voorzien van assimilatiebelichting, met een gemiddelde intensiteit van 5000 lux en in de meeste gevallen kan deze trapsgewijs worden ingezet (schakelbaar). Bij 35% van het areaal is bewust gekozen geen CO₂ te doseren, vanwege de potentiële risico's van onzuiverheden voor jonge planten en de kosten/baten van zuivere CO₂. Bij de overige 65% wordt gebruik gemaakt van CO₂ doseren, waarbij 41% CO₂ van de ketel of WKK rookgasen gebruikt en de resterende 24% een aansluiting heeft op pure CO₂, via een eigen vloeibare CO₂ tank of via centrale voorziening zoals OCAP.

Vanwege de strengere uitstralingsnorm is de laatste jaren het energiedoek aangevuld met een uitstralingsdoek en dit was bij alle opstanden inmiddels aanwezig. Of dit ook met een eigen tegendraads dradennet is uitgevoerd, wordt met name bepaald door de beschikbare plek bovenin de kas en de leeftijd van de opstanden. Op dit moment heeft dat geresulteerd in een dubbel dradennet bij 51% van het onderzochte areaal. De isolatiewaarde van de verschillende schermen varieert behoorlijk tussen verschillende bedrijven. Gemiddeld heeft het energiedoek een isolatiewaarde van 46% en uitstralingsdoek van 49%, maar zoals Tabel 2. laat zien, varieert deze van 35% tot 62% voor de energieschermen en zelfs van 30% tot 78% voor de uitstralingsdoeken.

Tabel 2. Gemiddelde isolatiewaarden van aanwezige schermstoffen bij opstanden van 10 groente-opkweekbedrijven.

Isolatiewaarde (%)	Gemiddeld	Min	Max
Energiedoek	46%	35%	62%
Uitstralingsdoek	49%	30%	78%

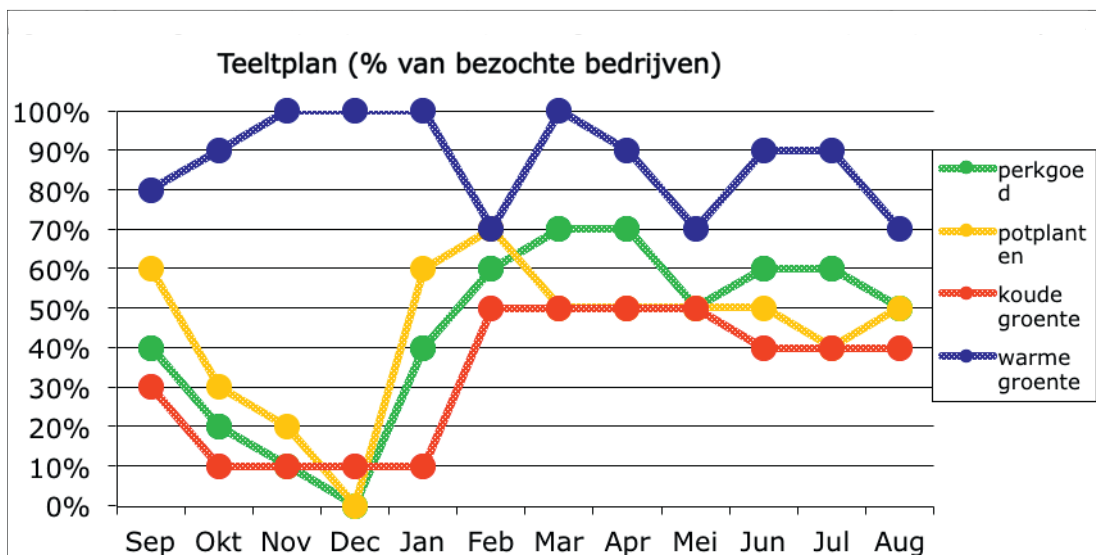
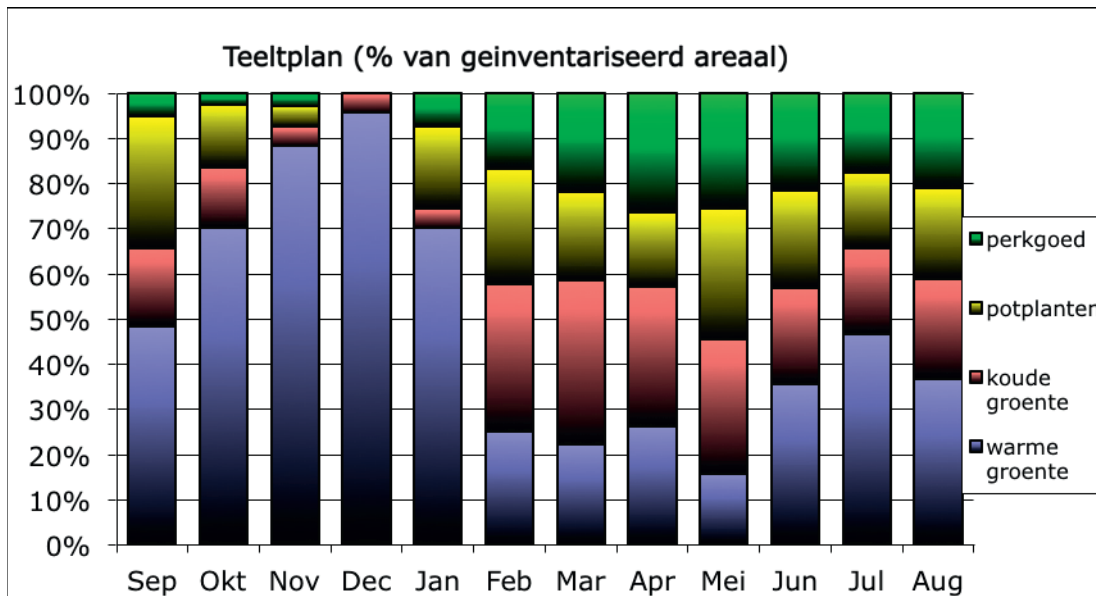
Op 9 van de 10 bezochte bedrijven is bovendien een warmte-kracht-koppeling (WKK) aanwezig. Het beschikbare vermogen is gemiddeld 345 kW/ha maar varieert sterk van 25 tot 914 kW/ha. Alle bedrijven met WKK geven wel aan dat bij de piek in electriciteits-vraag, in de donkere wintermaanden, alle beschikbare vermogen benodigd is en dikwijls nog bij moet worden gekocht.

2.4.1.4 Teeltplan

Bij alle bedrijven is tijdens de gesprekken gevraagd hoe het teeltplan eruit ziet per maand. Wat hierbij opviel is dat er onderscheid kan worden gemaakt tussen vier hoofdgroepen:

1. Perkgoed (vaak in opdracht van derden)
2. Potplanten (zeer divers, vb cyclaam, potchrysan, poinsettia, et cetera)
3. Koude groente (kool, sla, et cetera)
4. Warme groente (tomaat, paprika, komkommer, aubergine en nog enkele kleinere soorten)

Op basis hiervan is de het teeltplan in Figuur 3. samengesteld. In de wintermaanden (oktober t/m januari) ligt duidelijk de nadruk op warme groente met een aandeel van meer dan 70%. In de rest van het jaar neemt dat aandeel af tot tussen de 20% en 50%, en wordt de rest van het areaal gebruikt voor de andere drie groepen. Het viel hierbij op dat er een tweedeling valt te maken tussen bedrijven die in deze periode (februari t/m september) kiezen voor de combinatie potplanten en perkgoed en aan de andere kant bedrijven die deze periode vooral koude groente en perkgoed hebben staan. Dit komt ook naar voren in Figuur 4., waarbij per hoofdgroep is aangegeven op welk percentage van de bezochte bedrijven deze aanwezig is door het jaar heen. Hieruit blijkt dat de tweedeling tussen potplanten/koude groente ongeveer 50%/50% is.



Figuur 4. Samengesteld teeltplan per maand in percentage van bezochte bedrijven. Bij 100% wordt de betreffende gewasgroep op alle bezochte bedrijven op het onderzochte areaal geteeld in die maand.

2.4.1.5 Kwaliteitsbepaling en klimaatbandbreedtes

Bij alle gesprekken is ook geïnventariseerd wat belangrijk is in de kwaliteitsbepaling van de op te leveren plant. Bij sommige gewassen kan een klant natuurlijk kiezen voor een geënte plant en het aantal stengels per plant (getopt of niet getopt). Daarnaast blijkt dat, hoewel kwaliteitseisen uiteraard verschillend kunnen zijn per klant en per gewas, er toch regelmatig dezelfde punten genoemd worden:

- Uniformiteit
- Leeftijd
- Hoogte
- Ontwikkelingsstadium
- Goede balans vegetatief/generatief
- Trosontwikkeling
- Een plant die al heeft moeten werken
- Bloemsterkte

Ten eerste valt op dat veel kwaliteitseisen te maken hebben met de mate van generatieve groei. Dit wordt bovendien door de bedrijven en Plantum bevestigd als een trend, namelijk klanten willen hun planten steeds vroeger in bloei hebben.

Het valt bovendien op dat deze kwaliteitseisen lang niet altijd goed kwantitatief te maken zijn. Hoewel in sommige gevallen een intern systeem gehanteerd wordt waarbij een poging gedaan wordt wat meer grip te krijgen op de vraag van de klant, wordt de gebruikelijke situatie eigenlijk het beste weergegeven door de volgende uitspraak:

“Onze klanten geven in subjectieve termen aan wat voor plant gewenst is. Dat wordt vervolgens vertaald voor intern gebruik in een klimaatregeling op basis van ervaring en vuistregels.”

De klimaatregeling die op basis hiervan ontstaat blijkt erg vergelijkbaar te zijn voor de 10 bedrijven. Wel zijn er enkele regionale verschillen, waarbij de bedrijven in Oost-Nederland over het algemeen een iets oudere plant afleveren dan die in West-Nederland.

Wat vooral opvalt bij de klimaatregeling is dat er behoorlijk droog wordt geteeld. Over het algemeen wordt bij regeling op basis van relatieve vochtigheid een bovengrens van 80% gehanteerd, met streefwaarden van rond de 70%-75%. Uit de gesprekken blijkt dat deze droge teeltomstandigheden worden nagestreefd om:

- a. de plantverdamping op gang te houden
- b. de plant af te harden
- c. de plant niet te vegetatief te laten worden

Daarnaast wordt over het algemeen gedurende het verloop van de teelt de temperatuur stapsgewijs verlaagd (in het bijzonder bij tomaat), met wederom als doel de plant af te harden. In hoeverre al deze klimaatinstellingen het gewenste effect hebben is niet geheel duidelijk. Uit de gesprekken blijkt wel dat er meestal geen harde bandbreedtes gedefinieerd zijn, wellicht omdat de grens nooit wordt en ook niet kan worden opgezocht. Ervaring met de klant en constante kwaliteit gedurende opvolgende jaren zijn in veel gevallen bovendien belangrijker dan het nastreven van concrete, kwantitatieve kwaliteitseisen. Of eventuele veranderingen in teeltklimaat bij Het Nieuwe Telen positief of negatief uitpakken en hoever kan worden gegaan is daardoor niet geheel duidelijk. Hier wordt later in dit rapport nog op teruggekomen (zie hoofdstuk 3, literatuurstudie).

2.4.1.6 Berekende energievraag

Na de gespreksronde is een extra inventarisatie gedaan met betrekking tot het wijderzet-schema, daglengte en belichtingsintensiteit voor tomaat, paprika en komkommer. Met deze informatie is een referentieberekening gedaan voor de energievraag van een partij tomaat, paprika of komkommer gestart op 15 oktober. Deze berekeningen zijn uitgevoerd met Kaspro via het rekenplatform van Energiezuinig Teelt Potplanten (Buwalda, Van Noort) voor drie scenario's:

1. Gemiddeld WKK vermogen/ha, bovennet primair
2. Gemiddeld WKK vermogen/ha, groeibuis/hijtsverwarming primair
(Voor de overige aannames en wijderzetschema's zie bijlage 3)

In Tabel 3. zijn de uitkomsten te zien. Het valt op dat bij scenario 2 het gasverbruik over het algemeen nauwelijks verschilt van scenario 1. Aangezien zowel bij scenario 1 en 2 de electriciteitsvraag volledig voorzien kan worden door de WKK, geeft het gasverbruik in m³ ook direct de totale energiebehoefte in primaire brandstof weer.

Tabel 3. Berekende energievraag voor opkweek van tomaat, paprika en komkommer met startdatum 15 oktober. Energievraag is berekend met Kaspro met behulp van het rekenplatform van Energiezuinige Teelt Potplanten (Buwalda, Van Noort). Aannames en uitgangspunten zijn te vinden in bijlage 3.

Scenario	Tomaat (MJ/plant)	Tomaat (m ³ /m ² teeltoppervlak)	Tomaat (kWh/m ²)	Paprika (MJ/plant)	Paprika (m ³ /m ² teeltoppervlak)	Paprika (kWh/m ²)	Komkommer (MJ/plant)	Komkommer (m ³ /m ² teeltoppervlak)	Komkommer (kWh/m ²)
1	9.6	14.2	28.92	6.7	13.1	7.82	6.9	9.6	14.75
2	9.6	14.3	28.96	6.9	13.4	7.85	7.2	9.8	14.76

2.4.2 Waar liggen mogelijkheden van Het Nieuwe Telen voor groente-opkweekbedrijven?

2.4.2.1 Inleiding

Zoals eerder genoemd werden de gesprekken bij de bedrijven in twee stukken verdeeld. Tijdens het tweede gedeelte werd er vooral ingegaan op de mogelijkheden van de componenten uit Het Nieuwe Telen (zoals genoemd in bijlage 2) voor energiebesparing bij de groente-opkweek, zoals die door de deelnemende bedrijven worden gezien. De perceptie van de mogelijkheden en potentiële haken en ogen, zoals die in de gesprekken naar voren kwamen worden in de volgende paragrafen puntsgewijs gepresenteerd. De meningen worden weergegeven door ze per punt in te delen in één van de volgende drie categorieën: interessant, neutraal, of niet interessant (Tabel 4.).

Tabel 4. Inventarisatie van meningen bij 10 groente-opkweekbedrijven over de mogelijkheden en inpasbaarheid in de groente-opkweek van een aantal energiebesparende opties.

	Interessant	Neutraal	Niet interessant
Schermen	8	1	1
Groter verschil stook/ventilatie-temperatuur	1	5	4
Temperatuurintegratie	7	1	2
Geforceerd ventileren	9	1	0
Grotere startplant	5	4	1
Hogere plantdichtheid	3	0	7

2.4.2.2 Schermen

Door betere isolatie en scherpere schermregeling wordt binnen de teeltconcepten volgens 'Het Nieuwe Telen' veel energiewinst geboekt. In het originele rapport 'Richtinggevend beeld voor energiezuinig telen in geconditioneerde kassen' (Poot *et al.* 2008) werd met betere isolatie zowel de overgang van 1 naar 2 schermen bedoeld, waar voor een referentie tomatenteelt maar 1 scherm gebruikelijk is, als meer schermuren maken met het eerste scherm. In paragraaf 2.4.1.3 is te zien dat twee schermen inmiddels al de norm is bij de groente-opkweek, echter als deze op 1 dradennet zitten (zoals bij 49%), kunnen ze niet gelijktijdig dicht. Daarnaast verschillen de gebruikte schermen nog behoorlijk in isolatiewaarde. Uit de gesprekken blijkt dat 8 van de 10 bedrijven verwacht dat er via schermen nog meer energiewinst te halen valt (Tabel 4.). Hierbij kan worden gedacht aan de implementatie van een dubbel dradennet, maar dit is voor de huidige opstanden niet altijd economisch haalbaar. Via een scherpere schermregeling, waarbij een afweging gemaakt wordt tussen de energiekosten en productiebaten van het openen van een scherm, zou eventueel nog wel een directe besparing mogelijk zijn. Bij 4 van de 10 bedrijven wordt in dit kader inmiddels geëxperimenteerd met het gebruik van een pyrgeometer. Er heerst echter wel bezorgdheid over de effecten van meer schermen. Niet alleen het wegschermen van licht ten bate van energiebesparing kan een negatief effect op de productie hebben, maar met name het veranderde teeltklimaat als gevolg van meer schermen, weerhoudt veel bedrijven er nog van om deze potentiële energiebesparing op grotere schaal toe te passen. In het algemeen wordt gesteld dat telen met minder schermen, eenvoudiger is. Meer schermen zorgt zonder andere wijzigingen in de klimaatregeling voor een hogere RV onder het scherm, welke volgens een aantal van de geïnterviewden tot een meer vegetatief gewas zou kunnen leiden. Het zou hierdoor lastiger kunnen worden om de generatieve plant af te leveren waar de klanten steeds meer om vragen (zie paragraaf 2.4.1.5).

2.4.2.3 Temperatuurbeheersing

Er zijn verschillende mogelijkheden tot energiebesparing via de temperatuurbeheersing. Om zoveel mogelijk gebruik te maken van de opgevangen warmte via instraling kan de afstand tussen de stook- en ventilatielijn worden vergroot (Poot *et al.* 2008). 4 van de 10 bedrijven zien daar geen mogelijkheden voor bij de opkweek en 5 staan er neutraal tegenover. Het belangrijkste bezwaar dat naar voren komt is het feit dat er bij opkweek veel minder gewasbuffer aanwezig is, dan bij de productieteelten waarbij deze maatregel is uitprobeerd. De verwachting is dat het creëren van grotere temperatuurfluctuaties daardoor veel meer effect zal hebben bij de opkweek dan bij productieteelten. Met name het effect op de plantvorm wordt daarom als een groot potentieel risico gezien door de kwekers.

Via temperatuurintegratie kan ook meer met natuurlijke warmte via instraling worden gedaan. Uit de gesprekken blijkt dat hier meer draagvlak voor is (7 van de 10 bedrijven), echter er worden ook een aantal duidelijke kanttekeningen geplaatst:

- De geplande opleverdatum moet niet in het geding komen. Vanwege de korte teeltduur kan dit een behoorlijke beperking zijn voor de implementatie van temperatuurintegratie.
- Soms kan het moeilijk praktisch uitvoerbaar zijn, vanwege het feit dat soms verschillende partijen in dezelfde afdeling staan.
- Het mag niet teveel extra tijd kosten, aangezien vanwege de grote hoeveelheid afzonderlijk regelbare afdelingen in de opweek, beschikbare arbeid ook al snel beperkend kan zijn.
- Temperatuurintegratie op etmaal (hogere DIF) kan volgens een aantal geïnterviewden tot een meer vegetatief gewas leiden, wat als onwenselijk wordt gezien.

2.4.2.4 Geforceerd ventileren

Van alle besproken componenten van het nieuwe telen werd het geforceerde ventileren het meest positief ontvangen. Bij 'Het Nieuwe Telen' wordt de vochtbeheersing zoveel mogelijk gerealiseerd met behulp van buitenluchtaanzuiging. Omdat buitenlucht vrijwel altijd een lagere absoluut vochtgehalte heeft dan kaslucht, kan door buitenlucht in de kas te brengen het vochtgehalte van de lucht worden verlaagd. Veel bedrijven zien dit als een instrument om eventuele problemen met te hoge RV bij meer schermen het hoofd te bieden. Daarnaast kan in combinatie met een warmtewisselaar in een luchtbehandelingskast eventueel voorverwarming plaatsvinden. Ook wordt in het rapport van Poot *et al.* (2008) een positief effect van extra luchtbeweging op de temperatuurverdeling verwacht, wanneer dezelfde installatie wordt gebruikt om intern te circuleren. Aangezien alle bedrijven aangeven dat de horizontale temperatuurverdeling te wensen overlaat, wordt geforceerd ventileren / circuleren, ook vanuit dit oogpunt interessant geacht. Essentieel voor een toepassing van geforceerd ventileren in de opweek is een systeem dat kan worden aangelegd in combinatie met een betonvloer als teeltondergrond, zonder hierbij de logistieke voordelen van deze teeltvloer in de weg te zitten. Hier wordt in hoofdstuk 4 (workshop) nog op teruggekomen.

2.4.2.5 Teeltplanning

Bij 'Het Nieuwe Telen' voor productieteelten wordt er vaak gebruik gemaakt van een grotere startplant. Hiermee wordt de achterstand veroorzaakt door de uitgestelde plantdatum weer (deels) goedgehaakt. Bovendien staan de planten bij verlengde opweek langer in een hoge plantdichtheid, wat keten breed ook een energiebesparing mogelijk maakt. Vanwege het belang van de opweek bij dit verhaal is dit punt ook meegenomen in de gesprekken. Hieruit blijkt dat de meeste bedrijven hier wel mogelijkheden zien, mits het formaat van de planten de logistiek niet in de weg gaat zitten. Vochtbeheersing wordt dan wel extra belangrijk in het laatste deel van de opweek.

Er blijkt bovendien dat er regionale verschillen zijn met betrekking tot het formaat van de planten, waar in Oost-Nederland al vaak een grotere startplant wordt afgeleverd dan in West-Nederland. In principe is het economisch plaatje gewoon doorslaggevend. Een aantal bedrijven geven wel aan, dat het belangrijk is bij het optimaliseren van de energiebesparing de gehele keten mee te nemen, zodat niet besparingen bij één ketenschakel weer ongedaan worden gemaakt door extra energiekosten in de rest van de keten.

In het kader van teeltplanning is ook nog aan bod gekomen of een verhoging van de plantdichtheid wellicht mogelijk zou zijn bij meer grip op de klimaatfactoren. Hier waren de meningen over verdeeld. Drie bedrijven zagen hier wel mogelijkheden, met name aan het begin van de teelt als beschikbaar licht en fysiek overlappend blad nog niet beperkend werken. Zeven bedrijven verwachten echter dat hiermee het knelpunt bij de automatisering en arbeid komt te liggen en zien er daarom weinig in.

2.4.2.6 Overige gesprekspunten

Bij alle gesprekken is aan het eind nog de mogelijkheid geboden om ideeën of knelpunten naar voren te brengen. Hieruit kwamen een aantal punten naar voren die in de bovenstaande paragrafen nog niet aan bod zijn gekomen.

Vloerverwarming

Hoewel op 89% van het onderzochte areaal vloerverwarming aanwezig is, wordt deze niet tot nauwelijks ingezet. Theoretisch gezien heeft vloerverwarming een paar grote voordelen:

1. Vloerverwarming brengt warmte laag in de kas vlakbij het gewas.
2. Vloerverwarming maakt gebruik van laagwaardige warmte en past op die manier dus goed in een energiebesparend teeltconcept.

Ondanks deze voordelen wordt het systeem dus niet ingezet. Uit de gesprekken blijkt dat dit valt terug te leiden tot een aantal oorzaken:

1. Het systeem heeft een flinke temperatuurbuffer en is daardoor erg traag, waardoor het erg lang na-ijlt.
2. Het systeem verwarmt de potten en hierdoor wordt de worteltemperatuur te hoog. Dit wordt als niet wenselijk gezien.

Klantacceptatie

Opkweekbedrijven telen niet voor zichzelf. Dit verschil met productieteelten zorgt ervoor dat men het erg lastig vindt om zelf te experimenteren met de klimaatcondities, omdat het risico als te groot wordt ervaren. Dit punt is een aantal keren naar voren gekomen in de gesprekken, met daaraan gekoppeld dat er misschien wel meer kan, maar dat er dan ook naar de klantacceptatie gekeken moet worden. Misschien kan er wel met minder energie geteeld worden, maar dit levert naar verwachting toch een andere plant op dan nu wordt afgeleverd. Als de klant deze verandering niet accepteert is het volgens veel kwekers erg lastig om te streven naar energiebesparing.

3 Literatuurstudie

3.1 Inleiding

Uit de gespreksronde kwamen een aantal kennisvragen naar voren die wat verder zijn uitgewerkt met behulp van een literatuurstudie. Er is een verkennende literatuurstudie gedaan naar de volgende kennisvragen:

1. Wat is het effect van luchtvochtigheid op groei en ontwikkeling in de groente-opkweek?
2. Wat is het effect van temperatuurintegratie op groei en ontwikkeling in de groente-opkweek?
3. Zijn er alternatieve stuurmogelijkheden die een generatief effect bewerkstelligen?

3.2 Effect van luchtvochtigheid op groei en ontwikkeling in de opkweek

Op basis van de interviews kan worden geconcludeerd dat bij de opkweek van groentegewassen met relatief lage luchtvochtigheid wordt geteeld. Als reden komt naar voren dat dit de 'hardheid' van de planten stimuleert, waardoor deze beter in staat zijn om de overstap te maken naar de productiekas. Daarnaast werd gesuggereerd dat een lage luchtvochtigheid nodig is om de plant actief te houden en niet teveel op vegetatieve groei te sturen. In deze paragraaf worden deze ideeën getoetst aan de beschikbare literatuur (voor eerdere literatuurstudie voor tomaat zie Dieleman (2008)).

Streven naar energiebesparing via meer en beter schermen, of een grotere startplant kan leiden tot een verhoging van de luchtvochtigheid ten opzichte van de huidige situatie. Deze paragraaf geeft door middel van literatuurstudie een eerste aanzet om beter inzicht te krijgen in wat dit voor gevolgen zou kunnen hebben.

3.2.1 Effecten via huidmondjesgeleidbaarheid

Bladeren zijn voorzien van huidmondjes waarvan de weerstand kan worden gereguleerd. Deze huidmondjes hebben een belangrijke controlerende functie voor de gasuitwisseling van de sub-stomataire holtes met de omgeving. Transpiratie en fotosynthese worden beïnvloed, via de controlerende werking op fluxen van waterdamp en koolstofdioxide (CO₂). Transpiratie voert waterdamp en bijbehorende latente energie af van het blad en heeft hiermee een temperatuur-regulerende functie. CO₂ diffundeert het blad in gedreven door de gradiënt die ontstaat door opname via fotosynthese. Daarentegen, zuurstof ontstaat bij watersplitsing aan fotosysteem II en diffundeert via een tegengestelde gradiënt het blad uit. Aangezien transpiratie (het blad uit, dit is niet hetzelfde als vochttransport buiten het blad) voor een belangrijk deel van diffusie als belangrijkste transportwijze afhankelijk is, zorgt een hogere dampdrukverschil tussen het blad en de lucht eromheen, direct volgens de wet van Fick ($\text{flux} = \text{geleidbaarheid} \times \text{gradiënt}$) voor een hoger vochtverlies. Om deze actie te compenseren, kunnen huidmondjes door middel van verkleinen van de porie de geleidbaarheid en het vochtverlies verkleinen, maar parallel hieraan wordt de weerstand voor CO₂ en O₂ flux ook groter, wat een remmend effect op fotosynthesesnelheid kan hebben.

Door de overkoepelende werking van de huidmondjes worden dus diverse processen met elkaar in balans gehouden. Een verandering van luchtvochtigheid kan daardoor een directe compenserende reactie van de geleidbaarheid tot gevolg hebben. Dit wordt ondersteund door diverse empirische studies (zie bijvoorbeeld Bakker 1991a voor paprika, tomaat en komkommer). Tijdens groei en ontwikkeling heeft de luchtvochtigheid ook invloed op de huidmondjesdichtheid en de grootte per porie. Hogere luchtvochtigheid leidt volgens verschillende studies (Bakker 1991b) bij komkommer en paprika tot een verhoogde dichtheid van de huidmondjes en een vergroting van de porie. Hoewel het effect van luchtvochtigheid op huidmondjesdichtheid en poriëngrootte bij tomaat minder groot was, laten resultaten bij tomaat wel een vergelijkbare trend zien.

Luchtvochtigheid is bovendien op verschillende manieren gerelateerd aan de nutriëntenvoorziening van plantenorganen. Vochtverlies via transpiratie en vochtopname via de wortels zorgen voor een continue waterstroom door de plant. In het geval van nutriënten die passief met de waterstroom door de wortels worden opgenomen is de opname afhankelijk van deze waterstroom. De verspreiding van nutriënten naar de behoeftige organen gebeurt in veel gevallen via het xyleem en maakt gebruik van de waterstroom van de wortels naar de bladeren. Aangezien een hoge luchtvochtigheid een remmende werking kan hebben op het vochtverlies via transpiratie en op deze manier deze waterstroom kan stagneren, kan dat leiden tot een gebrekkige nutriëntenvoorziening. Het bekendste voorbeeld hiervan is calcium (bv Adams 1992, Bakker 1988, Olympios and Hanan 1992). In ernstige gevallen kan calciumgebrek bij jonge groeiende onderdelen tot gebrek verschijnselen leiden in zowel de bladeren als de vrucht in tomaat en komkommer. Bovendien wordt calciumgebrek geassocieerd met neusrot in paprika en tomaat en bladrandjes in tomaat. Daarnaast zou een laag calciumpeil kunnen leiden tot het ontwikkelen van zwakke cellen, wat de planten vatbaarder kan maken voor pathogenen zoals botrytis cinerea. De groeireductie die optreedt bij zeer hoge luchtvochtigheid kan overigens niet geheel worden toegeschreven aan calciumgebrek, aangezien de resultaten van Del Amor en Marcelis (2006) laten zien dat hoge luchtvochtigheid een groeireductie veroorzaakte bij jonge tomatenplanten die niet viel te verklaren door verminderde calciumopname.

Aan de andere kant kan te lage luchtvochtigheid leiden tot droogtestress, doordat vochtverlies niet snel genoeg kan worden aangevuld, met als gevolg turgorverlies en zwakke vatbare cellen (Zabri & Burrage 1997). Het blijkt dus dat de optimale luchtvochtigheid enerzijds moet resulteren in voldoende CO₂ geleidbaarheid via de huidmondjes voor fotosynthese en anderzijds de transpiratie middels dezelfde geleidbaarheid en de waterdampgradiënt tussen blad en atmosfeer binnen bandbreedtes gehouden moet worden.

3.2.2 Beïnvloeding van morfologie door luchtvochtigheid

Het sterke aanpassingsvermogen van planten is deels te danken aan de plasticiteit van de vorm van de plant. De plantvorm (morfologie) is dan ook sterk afhankelijk van de klimaatcondities. Bij hoge luchtvochtigheid treedt over het algemeen meer celstrekking op (zie Dieleman 2008). Van de Sanden en Veen (1992) rapporteren een positieve lineaire correlatie tussen relatieve groeisnelheid en luchtvochtigheid. Dit verband kon worden verklaard door een tweeledig effect van luchtvochtigheid op de fotosynthesesnelheid en plantvorm van komkommer. Bij een vergelijking van relatieve luchtvochtigheid tussen 55% en 75% (1.4 en 0.8 kPa VPD bij 25 °C) zorgde de hogere vochtigheid voor een stimulatie van de fotosynthesesnelheid door grotere CO₂ geleidbaarheid van de huidmondjes. Een stijging van de relatieve luchtvochtigheid van 75% naar 95% (0.8 en 0.16 kPa VPD), veroorzaakte een verschil in morfologie, waarbij relatief meer drogestof in de bladeren terecht kwam ten koste van de wortels bij de hogere luchtvochtigheid en bovendien meer bladoppervlak per eenheid drogestof werd aangelegd. Deze vergroting van het bladoppervlak zorgde voor een lichte verhoging van de lichtinterceptie en daarmee fotosynthesesnelheid op plantniveau.

3.2.3 Beïnvloeding van 'hardheid' door lage luchtvochtigheid

Hardheid

Veel opkweekbedrijven kiezen bij de teeltcondities voor lage luchtvochtigheid en suboptimale temperatuur. Als reden hiervoor wordt genoemd dat de planten dan beter de overstap kunnen maken van het opkweekbedrijf naar de klant, waar een lage luchtvochtigheid in de eerste weken onvermijdelijk kan zijn, vanwege de geringe hoeveelheid aanwezige biomassa (en dus verdampend bladoppervlak) per eenheid oppervlakte in de eerste weken van de teelt. Hardheid kan in zo'n geval dus worden gedefinieerd als een verminderde stressgevoeligheid bij suboptimale omstandigheden. Of de hoge VPD bij de opkweek echt noodzakelijk is en waar precies de grens ligt, is niet echt duidelijk. Een te hoge VPD kan leiden tot groeivertraging en kan dus onwenselijk zijn, zeker als de gevolgen voor de hardheid blijken tegen te vallen. In deze paragraaf wordt gekeken of er een effect van VPD op deze 'hardheid' kan worden verwacht op basis van eerder onderzoek.

Shibuya et al (2003 en 2006) rapporteren dat een korte behandeling (12 – 24u) van komkommerplanten met lage luchtvochtigheid (en hoge temperatuur) een positief effect kan hebben op de prestatie van stekken van deze planten. Dit wordt verklaart doordat de reductie in transpiratie als orgaan aan de moederplant nog doorwerkt als eigenschap van het stek, waardoor de gebrekkige watervoorziening in het beginstadium niet snel problematisch wordt. Een vergelijkbaar effect is voor te stellen als zaailingen worden opgekweekt bij lage luchtvochtigheid. Het zou dan aannemelijk kunnen zijn dat de transpiratie bij deze planten lager is dan voor planten opgekweekt bij een hogere luchtvochtigheid en de lage luchtvochtigheid tijdens de eerste teeltweken zal dan wellicht voor minder problemen zorgen.

3.3 Effect van temperatuurintegratie op groei en ontwikkeling in de opkweek

3.3.1 Introductie

Vanwege de relatief korte teeltduur en sterke logistieke afhankelijkheid is er voor gekozen om in dit hoofdstuk met name te kijken naar korte termijn temperatuurintegratie waarbij er geen effecten op de logistiek en planbaarheid te verwachten zijn. Daarom is er met name gekeken naar de effecten van een verschil tussen de dag en nachttemperatuur (DIF), waarbij de etmaal temperatuur in principe constant gehouden wordt.

3.3.2 Theoretische effecten van DIF op jonge groenteplanten

Verreweg het belangrijkste effect van DIF (verschil tussen dag en nachttemperatuur) is het effect op lengtegroei van de stengel, waarbij een hogere dag- dan nachttemperatuur een stimulerend effect heeft op de stengelstrekking (Myster en Moe 1995, De Koning 1988).

Verder kunnen een aantal minder sterke effecten worden geformuleerd. Vanuit de theorie van assimilaten-balans valt een hypothese over het effect van temperatuur integratie te stellen. Namelijk, bij meer positieve DIF wordt overdag zowel sink-sterkte, via hogere reactiesnelheden bij hogere temperatuur, als source-sterkte via fotosynthese gestimuleerd door de relatief hogere temperatuur (bij voldoende CO₂). Daarnaast wordt bij positieve DIF 's nachts respiratie onderdrukt door de lagere temperatuur. Bij negatieve DIF is dit net andersom. Negatieve DIF kan leiden tot een verlaging van het drogestofgehalte van de biomassa en bij aanzienlijk lagere temperatuur overdag kan de expressie van fotosynthese-enzymen en eiwitten worden gestimuleerd om de reductie in omzettingssnelheid te compenseren.

Als er wordt gekeken naar de water-balans kan worden verwacht dat een verhoging van de temperatuur overdag zal leiden tot een verhoging van de transpiratie. Dezelfde verhoging zal ook bij een verhoogde temperatuur 's nachts optreden, echter de grootte zal aanzienlijk minder zijn, vanwege de gesloten huidmondjes in de donkerperiode. De waterstatus van de planten hangt af van de mate van wateraanvoer vanuit de wortels, maar mits deze voldoende ontwikkeld zijn, hoeven hiervoor geen verschillen te worden verwacht tussen positieve en negatieve DIF behandelingen.

3.3.3 Onderzoek DIF bij jonge tomaat, paprika of komkommer

Heuvelink (1989) laat zien dat voor jonge tomaat bij gelijke etmaaltemperatuur van 21 graden, negatieve DIF zorgt voor verlaging van Leaf Area Ratio (LAR) door een lager Specific Leaf Area (SLA). Dus kleinere dikkere bladeren. Ook treedt er minder strekking op. Verschillende studies laten vergelijkbare resultaten zien. McCall en Atherton (1995) presenteren een vergelijking tussen negatieve en positieve DIF bij verschillende zouttrappen. Celstrekking in alle organen is minder bij negatieve DIF in deze studie, wat leidt tot een reductie in hypocotyl lengte, plant hoogte, bladoppervlak, en vers- en drooggewicht. Ito *et al.* (1995) vergelijken positieve en negatieve DIF (20/30, 25/32 en 25/20) in combinatie met twee daglengtes (14u, 16u) en twee lichtintensiteiten (267 en 467 $\mu\text{mol}/\text{m}^2/\text{s}$). Zij komen tot vergelijkbare resultaten wat betreft celstrekking met name voor de stengel. Een deel van de groeireductie lijkt hierbij te kunnen zijn veroorzaakt door een lagere assimilatiesnelheid bij de negatieve DIF. Ook leidden de negatieve DIF behandelingen tot een hogere stikstofconcentratie wat zou kunnen duiden op hogere Rubisco gehalte, te meer aangezien het chlorophyll-gehalte in deze behandeling zelfs wat afnam. Echter, in deze studie was de gemiddelde etmaaltemperatuur niet gelijk voor alle behandelingen wat een goede vergelijking onmogelijk maakt. Jun *et al.* (1988) vergelijken drie tomatenrassen bij verschillende nachttemperaturen en laten zien dat bij gelijke dagtemperatuur de fotosynthesesnelheid niet wordt beïnvloed door de variatie in nachttemperatuur, in tegenstelling tot respiratie.

Verkleij en Challa (1988) laten voor komkommer zien dat de exportsnelheid van assimilaten uit een source-blad verschilt bij verschillende temperaturen van de sinkorganen, namelijk bij een hogere sink-temperatuur wordt de sinksterkte hoger. De temperatuur van de source bladeren gaf ook kleine verschillen te zien, maar over een 24uurs cyclus werden deze verschillen genivelleerd. Voor komkommer is de temperatuurreactie dus volledig bepaald door de sinktemperatuur.

3.4 Zijn er alternatieve stuurmogelijkheden die een generatief effect bewerkstelligen?

Bij de productie van vruchtgroentes is het belangrijk om de balans te handhaven tussen de assimilatenproductie en de sink van de groeiende vruchten. Bij teveel vegetatieve groei investeert de plant bovenmatig veel drogestof in de bladeren, wat door de limitaties van ruimte en hieraan gekoppeld beschikbaar licht deze investering niet waard is. Teveel generatieve groei kan leiden tot teveel groeiende vruchten per plant, waardoor de productie van assimilaten achterblijft en de groei van de vruchten geremd of zelfs afgebroken kan worden.

Omdat bij HNT vaak gewerkt wordt bij hogere vochtigheid en positieve DIF dan in reguliere teelt wordt door een aantal van de geïnterviewde bedrijven aangegeven dat deze teeltmaatregelen kunnen leiden tot een verschuiving naar meer vegetatieve groei. Om dit te compenseren zou het wenselijk zijn als er alternatieve stuurmogelijkheden kunnen worden aangedragen. Dit hoofdstuk presenteert een eerste verkenning van de mogelijkheden op basis van eerder gepubliceerd onderzoek.

De onderzochte vruchtgroentes (komkommer, paprika en tomaat) zijn daglengte-ongevoelig. Inductie van bloei en generatieve groei wordt over het algemeen geassocieerd met diverse vormen van stress, of een overschot op de assimilatenbalans (bijvoorbeeld in tomaat: Abdelmageed en Gruda 2009).

3.4.1 Voedingsoplossing

Via de EC-waarde van de voedingsoplossing kan gestuurd worden op generativiteit (Blok, pers comm). Dit wordt in de huidige praktijk al toegepast, maar wellicht dat er nog meer mogelijk is.

3.4.2 Temperatuurintegratie

Rylski en Spigelman (1982) laten zien dat de zetting bij paprika gevoelig is voor het verschil tussen dag en nachttemperatuur (DIF), waarbij positieve DIF positief effect heeft op de zetting en negatieve DIF (met name bij hoge nachttemperatuur) zorgt voor een reductie van de zetting. Dit valt wellicht te verklaren vanuit het eerdergenoemde perspectief van assimilatenbalans (zie effecten van temperatuurintegratie). Wel is het hierbij onduidelijk of bij jonge planten in de opkweek, assimilatenbalans de bepalende factor is voor generatieve groei. Zeker gezien de ervaringen van de kwekers, waarbij over het algemeen met behulp van lichte stress de planten generatief gestuurd worden, lijkt dit onderzoek vooral van toepassing op een later groeistadium.

3.4.3 Hormonen en alternatieve groeiregulatoren

Gibberellinezuur, auxine en diverse andere phytohormonen zijn betrokken bij de regulatie van generatieve versus vegetatieve groei. Een snelle literatuurstudie leert dat ook dierlijke mannelijke hormonen zoals androstenedione en androsterone (Janeczko *et al.* 2003, Janeczko en Skoczowski 2005) een significant effect kunnen hebben op de inductie van bloei. Echter, toepassing van dierlijke geslachts-hormonen in de teelt van menselijk voedsel lijkt niet erg voor de hand liggend. Toepassing van phytohormonen om generatieve groei te stimuleren is wellicht wel mogelijk, mits de regelgeving op dit gebied niet beperkend werkt.

Bij veredeling met behulp van weefselkweek is het belangrijk om in staat te zijn de nieuwe gekloonde plantjes snel in bloei te krijgen, om zo de generatietijd te verkorten. In het bijzonder bij paprika, is het erg lastig gebleken om dit voor elkaar te krijgen. Vanuit deze context presenteren Sharma *et al.* (2005) zilvernitraat en cobaltchloride als stoffen met een stimulerende werking voor bloei in *Capsicum frutescens*. Beide stoffen zijn niet geschikt voor commerciële toepassing, met name cobaltchloride is potentieel kankerverwekkend en is zeer giftig voor aquatische organismen. Echter, dezelfde studie biedt als verklaring een blokkerende effect van beide stoffen op het werkingsmechanisme van ethyleen. Zilvernitraat vermindert volgens Sharma *et al.* (2005) de ethyleengevoeligheid, en cobaltchloride interfereert met de productie van ethyleen. In beide gevallen leidt dit tot een tijdelijk verminderde werking van ethyleen wat stimulerend werkt voor bloei-inductie. Hoewel beide stoffen zich niet goed lenen voor een toepassing in de tuinbouw zouden andere producten die al commercieel verkrijgbaar zijn wellicht wel interessant kunnen zijn. Deze invalshoek zou verder uitgezocht kunnen worden, om te kijken of blokkeren van ethyleen, met bijvoorbeeld 1MCP –gebaseerde producten (FreshStart van Floralife, of Ethylene-Buster van Chrysal), een vergelijkbare werking heeft.

Het grote nadeel van hormonen en alternatieve groeiregulatoren is wel dat in de meeste gevallen een langdurig en kostbaar goedkeuringstraject zal moeten worden afgelegd, alvorens de toepassing commercieel is toegestaan.

3.4.4 Worteltemperatuur

De invloed van worteltemperatuur op de vegetatieve groei is in een aantal studies onderzocht. Mulholland *et al.* (2001) testten effecten van verhoogde worteltemperatuur op jonge tomatenplanten, maar behalve een licht significante reductie in kaliumgehalte, werden geen significante effecten gevonden. Falah *et al.* (2010) vonden een trapsgewijs effect van hogere temperatuur van gietwater op groei van tomaat in een NFT systeem. In eerste instantie werd een sterke verhoging van de water en nutriëntenopname door de lagere viscositeit van het water en lagere weerstand van transport over celmembranen bij hogere temperatuur. Op de langere termijn werd juist een groeireductie en verkleuring (bruin) van de wortels waargenomen, waarvan werd gesuggereerd dat deze werd veroorzaakt door lagere zuurstofoplosbaarheid bij hogere temperatuur van de voedingsoplossing en toegenomen enzymatische oxidatie van phenolen in de wortelweefsels. De conclusies van deze en vele andere studies zijn redelijk consistent met de bewering dat hogere worteltemperatuur stimulerend werkt op de vegetatieve groei. Dit zou automatisch betekenen dat lagere worteltemperatuur in principe een meer generatief groeipatroon zou moeten bevorderen.

4 Workshop

In het kader van kennisoverdracht is er op 8 februari 2011 een workshop georganiseerd. De workshop was goed bezocht door vertegenwoordigers van opkweekbedrijven, Plantum, WUR, PT en EL&I via de volgende deelnemers:

Wilke Goeman	Beekenkamp Plants B.V.
Erik Heijs	Beekenkamp Plants B.V.
Joost van Buul	Plantenkwekerij Brabant Plant B.V.
Eric Gordijn	Plantenkwekerij Brabant Plant B.V.
A.C.H. van der Klugt	Wayland Holding B.V.
W. Willemsen	Hollandplant B.V.
Richard Wubben	Plantenkwekerij Leo Ammerlaan
Rene Rutten	Plantenkwekerij Leo Ammerlaan
Dick Haring	Plantenkwekerij Leo Ammerlaan
Jilles Koornneef	Plantenkwekerij Van der Lugt
Leo van der Stoep (?)	Plantenkwekerij Van der Lugt
Claudia den Braver	Plantum NL
Jaap den Dekker	Plantum NL
Dennis Medema	Productschap Tuinbouw
Leo Oprel	Ministerie van Economische zaken, Landbouw en Innovatie
Arie de Gelder	Wageningen UR glastuinbouw
Wanne Kromdijk	Wageningen UR glastuinbouw
Peter van Weel	Wageningen UR glastuinbouw

Bevindingen van gespreksronde

Tijdens de workshop werden de bevindingen uit de gespreksronde (hoofdstuk 2) gepresenteerd. Tijdens de discussie volgend op de presentatie bleek dat de inventarisatie consistent was met de mening van de aanwezige kwekers.

Verkenning van mogelijkheden voor geforceerde ventilatie bij betonvloer

Op basis van de gespreksronde kwamen een aantal kennisvragen naar voren. Een deel daarvan is behandeld in de literatuurstudie in hoofdstuk 3. Bij de volgende kennisvragen is echter een andere aanpak gekozen. Vanuit een project van Wouter Verkerke en Peter van Weel wordt in samenwerking met een aantal potplantentelers en een plantenkwekerij gekeken naar een nieuw ontwerp teeltvloer. De volgende kennisvragen komen in dit project ook uitvoerig aan bod:

De geïnstalleerde vloerverwarming wordt nauwelijks gebruikt. Als onderliggende reden voor het niet gebruiken van de vloerverwarming wordt aangegeven dat door de traagheid van het systeem (vanwege grote buffercapaciteit van de betonvloer) fouten makkelijk gemaakt worden en lang doorwerken. Daarnaast worden de kluiten te warm en dit zorgt voor ongewenst groeiedrag (vegetatief). Hieruit komt de volgende kennisvraag naar voren:

1. Hoe krijg je de benodigde warmte op de gewenste plek?

Een gerelateerd probleem dat bij 9 van de 10 ondervraagden terugkomt is dat de horizontale temperatuurverdeling te wensen overlaat. Dit uit zich vooral in verminderde uniformiteit. Binnen HNT wordt buitenlucht ingeblazen via een luchtdistributiesysteem, wat gelijktijdig luchtvochtigheid en temperatuurverdeling beïnvloedt. Dit soort systemen sluit in de huidige vorm met luchtslurven door het gewas slecht aan bij de intensieve logistiek van opkweek.

1. Hoe kan geforceerde ventilatie worden toegepast zonder afbreuk te doen aan de praktische waarde van een betonvloer?
2. Zijn er alternatieve luchtverdelings-systemen die praktisch toepasbaar zijn op opkweekbedrijven?
3. Kunnen vraag 1 en 2 worden gecombineerd in 1 systeem?

Op basis van deze vragen werd Peter van Weel (WUR glastuinbouw) uitgenodigd om tijdens de workshop een presentatie te geven. In zijn presentatie was veel aandacht voor de mogelijkheden en onmogelijkheden van vochtafvoer en temperatuurverdeling door middel van luchtbeweging. Tijdens de discussie volgend op de presentatie van Peter van Weel kwam duidelijk naar voren dat het gebruik van een onvolledig gesloten scherm (gebruik van een kier) voor veel lokale temperatuurverschillen kan zorgen. Daarnaast kan door hoogteverschillen koude lucht boven het scherm naar de laagste plek gaan stromen. Dit valt te beïnvloeden via het plaatsen van schotten in de loop van de luchtstroom, wat recentelijk tot positieve resultaten heeft geleid bij Marjoland B.V. (rozen). Ook gaf Peter van Weel tijdens de discussie duidelijk aan dat er met betrekking tot de horizontale temperatuurverdeling, weinig effect van geforceerde luchtbeweging hoeft te worden verwacht.

Afsluitende discussie

De workshop werd afgesloten met een discussie. Deze discussie was grotendeels consistent met de bevindingen uit hoofdstuk 2. In de loop van de discussie werd bovendien duidelijk dat het verbeteren van de horizontale temperatuurverdeling de grootste prioriteit moet krijgen. Als deze verbeterd wordt, kan er scherper geregeld worden, zonder dat er lokaal problemen ontstaan met vocht of ongelijkheid. Aangezien deze lokale problemen veel van de componenten van 'Het Nieuwe Telen' nu nog in de weg staan, wordt door het wegnemen de kans op implementatie van energiebesparing door meer schermen en temperatuurintegratie een flink stuk groter.

5 Conclusies en aanbevelingen

5.1 Hoe vergelijkbaar zijn groente-opkweek bedrijven?

Uit de inventarisatie blijkt dat de bedrijfsuitrusting bij de bezochte bedrijven onderling behoorlijk vergelijkbaar is. De gevonden verschillen kunnen voornamelijk worden verklaard door verschillen in leeftijd van de opstanden en vormen geen belemmering om een algemeen HNT teeltconcept voor de groente-opkweek uit te werken. Het aanwezige WKK vermogen per teeltoppervlak varieert wel aanzienlijk, en dit kan vanuit economisch oogpunt wel belemmerend werken voor de haalbaarheid van energiebesparende maatregelen.

De piek van de groente-opkweek ligt duidelijk in de maanden oktober t/m februari. Buiten deze maanden om worden de afdelingen zo veel mogelijk volgezet met andere producten. De keuzes die hierbij gemaakt worden, kunnen wel behoorlijk verschillen. Met name de keuze voor gewassen die sterk uiteen lopen in warmtevraag (enerzijds koude groente, en anderzijds potplanten) zorgt voor een tweedeling in energiebehoefte gedurende de rest van het jaar. Dit zal uiteraard een groot effect hebben op de haalbaarheid van investeringen, aangezien de koude groente nu al nauwelijks warmtevraag zal hebben, waarbij de potplantenteelt juist nog flinke besparingen mogelijk zijn (zie bv Van Noort 2011).

5.2 Welke HNT componenten bieden mogelijkheden voor energiebesparing in de opkweek

De referentieberekeningen laten zien dat in de huidige teelt een behoorlijke energiebehoefte bestaat (§2.4.1.6). Uit de inventarisatie komt naar voren dat de kwekers met betrekking tot energiebesparing het meeste verwachten van (uiteraard met inachtneming van de kanttekeningen genoemd in hoofdstuk 2):

1. meer en scherper schermen,
2. temperatuurintegratie,
3. geforceerd ventileren.

Uit de workshop kwam hierbij naar voren dat met name de horizontale temperatuurverdeling als grootste prioriteit moet worden gezien. Als deze meer uniform kan worden, moet het mogelijk zijn om gelijktijdig een energiebesparing te realiseren en de uniformiteit van het product te verbeteren.

5.3 Aanbevelingen

- Op basis van bovenstaande conclusies lijkt het zinvol om in fase 2 van dit project een teeltconcept HNT groente-opkweek verder uit te werken. Voor de implementatie hiervan zal het wel essentieel zijn om de effecten op plantvorm en plantprestatie duidelijk inzichtelijk te maken, zowel tijdens de opkweek, als het opvolgende teeltseizoen.
- Voor het implementeren van geforceerde ventilatie kan worden gewerkt met de bevindingen uit het project Teeltvloer 2.0 waarbij voor potplanten en groente-opkweek gekeken wordt naar innovaties voor teelten op betonvloer.
- Uit de workshop en de gesprekken is naar voren gekomen dat horizontale temperatuurverdeling de hoogste prioriteit moet krijgen.

6 Literatuur

Abdelmageed A.H.A., Gruda N. 2009.

Influence of high temperatures on gas exchange rate and growth of eight tomato cultivars under controlled heat stress conditions. *European Journal of Horticultural Science* 74 (4): 152-159.

Adams P., Holder R. 1992.

Effects of humidity, Ca and salinity on the accumulation of dry matter and Ca by leaves and fruits of tomato (*Lycopersicon esculentum*). *Journal of Horticultural Science* 67, 137-142.

Amor d F.M., Marcelis L.F.M. 2006.

Differential effect of transpiration and Ca supply on growth and Ca concentration of tomato plants. *Scientia Horticulturae* 111: 17-23.

Bakker J.C., 1988.

The effects of humidity on growth and production of glasshouse cucumbers, tomatoes and sweet peppers. *Acta Horticulturae* 229: 159-163.

Bakker J.C. 1991a

Leaf conductance of four glasshouse vegetable crops as affected by air humidity. *Agricultural and Forest Meteorology* 55: 23-36.

Bakker J.C. 1991b

Effects of humidity on stomatal density and its relation to leaf conductance. *Scientia Horticulturae* 48: 205-212.

Dieleman J.A. 2008.

Effect van luchtvochtigheid op groei en ontwikkeling van tomaat. Nota 519. Wageningen UR Glastuinbouw.

Falah M.A.F., Wajima T., Yasutake D., Sago Y., Kitano M. 2010.

Responses of root uptake to high temperature of tomato plants (*Lycopersicon esculentum* Mill.) in soil-less culture. *Journal of Agricultural Technology* 6 (3):543-558.

Heuvelink E. 1989.

Influence of day and night temperature on the growth of young tomato plants. *Scientia Horticulturae* 38: 11-22.

Ito T., Maruo T., Ishii M., Suzuki K., Matsuo K., Kondo K. 1995.

Effect of negative DIF on the growth and performance of grafted tomato seedlings. *Acta Horticulturae* 396: 329 – 336.

Janeczko A., Filek W., Biesaga-Koscielniak J., Marcinska I., Janeczko Z. 2003.

The influence of animal sex hormones on the induction of flowering in *Arabidopsis thaliana*: comparison with the effect of 24-epibrassinolide. *Plant Cell Tissue Organ Culture* 72: 147-151.

Janeczko A., Skoczowski A. 2005 Mammalian sex hormones in plants. *Folia Histochemica et cytobiologica* 43(2):71-79.

Jun H., Imai K., Shinohara Y., Suzuki Y. 1988.

Effects of night temperature on gas exchange characteristics in different tomato ecotypes. *Scientia Horticulturae* 35: 63-70.

Koning de A.N.M. 1988.

The effect of different day/night temperature regimes on growth, development and yield of glass house tomatoes. *Journal of Horticultural Science* 63 (3) : 465-471.

McCall D., Atherton J.G. 1995.

Interactions between diurnal temperature fluctuations and salinity on expansion growth and water status of young tomato plants. *Annals of Applied Biology* 127: 191-200.

Mulholland B.J., Fussell M., Edmondson R.N., Basham J., McKee J.M.T. 2001.

Effect of vpd, K nutrition and root zone temperature on leaf area development, accumulation of Ca and K and yield in tomato. *Journal of Horticultural Science and Biotechnology* 76(5):641-647.

Myster J., Moe R. 1995.

Effect of diurnal temperature alternations on plant morphology in some greenhouse crops – a mini review. *Scientia Horticulturae* 62: 205-215.

Van Noort F., Kempkes F., en De Zwart F., 2011.

Het Nieuwe Telen Potplanten. Meer licht toelaten bij wijdere temperatuurgrenzen bij een hogere luchtvochtigheid.

- Wageningen UR Glastuinbouw, Bleiswijk, Nederland.
- Olympios C.M., Hanan J.J. 1992.
The effect of temperature, humidity and carbon dioxide enrichment in raising cucumbers (*cucumis sativus*) seedlings. *Acta Horticulturae* 303: 105-112.
- Poot E., De Zwart F., Bakker S., Bot G., Dieleman A., De Gelder A., Marcelis L., Kuiper D. 2008.
Richtinggevendende beelden voor energiezuinig telen in semigesloten kassen. Nota 568, Wageningen UR Glastuinbouw, Bleiswijk, Nederland.
- Rylski I., Spigelman M. 1982.
Effects of different diurnal temperature combinations on fruit set of sweet pepper. *Scientia Horticulturae* 17: 101-106.
- Sanden vande P.A.C.M., Veen B.W. 1992.
Effects of air humidity and nutrient solution concentration on growth, water potential and stomatal conductance of cucumber seedlings. *Scientia Horticulturae* 50:173-186.
- Sharma A., Kumar V., Giridhar P., Ravishankar G.A. 2008.
Induction of in vitro flowering in *Capsicum frutescens* under the influence of silver nitrate and cobalt chloride and pollen transformation. *Electronic Journal of Biotechnology* 11(2):1-6.
- Shibuya T., Terakura R., Kitaya Y., Kiyota M. 2006.
Effects of low relative humidity and illumination on leaf water status of cucumber seedlings and growth of harvested cuttings. *HortScience* 41 (2): 410-413.
- Shibuya T. Terakura R., Kiyota M. 2003.
Effects of short-term treatment of air humidity on growth and transpiration characteristics of cucumber seedlings, and on growth of their cuttings. *Environ. Control Biol.* 41: 381-385.
- Verkleij F.N., Challa H. 1988.
Diurnal export and carbon economy in an expanding source leaf of cucumber at contrasting source and sink temperature. *Physiologia plantarum* 74: 284-293.
- Zabri A.W., Burrage S.W. 1997.
The effects of vapour pressure deficit (VPD) and enrichment with CO₂ on water relations, photosynthesis, stomatal conductance and plant growth of sweet pepper (*Capsicum annuum*) growth by NFT. *Acta Horticulturae* 449 (2) 561-568.

Bijlage I Deelnemende bedrijven en contactpersonen bij gespreksronde

- | | |
|---|---------------------------------------|
| 1. Plantenkwekerij Van der Lugt, | Jilles Koornneef en Leo van der Stoep |
| 2. Beekenkamp Plants BV, | Wilke Goeman |
| 3. Plantenkwekerij Brabant Plant BV, | Joost van Buul |
| 4. Gipmans Plantenkwekerij, | Thijs Gipmans |
| 5. Plantenkwekerij Grootsholten BV (Globe Plant), | |
| 6. Thijs van Westelaken | |
| 7. Grow Group BV, | Gert Weitkamp en Richard Groenewegen |
| 8. Plantenkwekerij Vreugdenhil BV, | John Potters |
| 9. Plantenkwekerij Leo Ammerlaan, | Rene Rutten en Richard Wubben |
| 10. Plantenkwekerij Jongerius, | Nico Jongerius |
| 11. Westlandse Planten Kwekerij, | Wim in 't Groen |

Bijlage II Vragenlijst

Inventarisatie bedrijfsuitrusting

1. Algemeen:

- oppervlak
- hoogte, breedte kap
- teeltondergrond
- afdelingen
- teeltplan per afdeling (globaal)

2. Kasklimaat;

- verwarming
- buisrail
- groeibuis
- belichting
- CO₂ dosering
- schermen

3. Energievoorziening:

- Ketel
- Warmte kracht koppeling
- Anders, nl:

4. Geconditioneerde teelt:

- Warmtepomp
- Hoog temperatuur etmaalbuffer
- Laag temperatuur etmaalbuffer
- Warmte/kou opslagsysteem seizoensbuffer

5. Kwantiteit / Kwaliteitseisen per product

- aantal
- formaat (hoogte/breedte/lengte/gewicht)
- uniformiteit
- bloeiend/niet bloeiend
- groeimedium
- etc.

6. Vertaling kwantiteit / kwaliteitseisen per product in tolerabele bandbreedtes voor kasklimaat tijdens teeltplan:

- Temperatuur
- RV
- Licht
- CO₂

Het Nieuwe Telen

Onderstaande aandachtspunten zijn componenten uit 'Het Nieuwe Telen'.

Veel punten hebben gelijktijdig een energiebesparende functie en een effect op het teeltklimaat. Hierbij zijn vaak door meer controle goede resultaten te halen op productiekwaliteit en kwantiteit. Het zal tijdens het interview in het bijzonder gaan om de kansen die onderstaande punten te bieden hebben, om eventuele knelpunten in het huidige teeltklimaat aan te pakken (ten bate van bijvoorbeeld de uniformiteit van het eindproduct), terwijl gelijktijdig een energiebesparing gerealiseerd kan worden.

Schermb:

- Energiescherm
- Enkel/dubbel, tegen elkaar openend.
- Aangepaste regeling (buitentemperatuur- en instralingsafhankelijk)

Temperatuur:

- Vergroten van verschil tussen stook en ventilatietemperatuur
- Temperatuurintegratie (meerdaags)
- Geconditioneerd telen (Warmtewisselaars, warmtepomp, aquifer/seizoensbuffer)
- koeling
- luchtbevochtiging

Temperatuurverdeling:

- aanzuiging binnen/buitenlucht
- luchtdistributie/luchtbeweging systeem (verticaal/horizontaal luchtslurfen/aircobreeze/etc)
- warmtewisselaars i.c.m. luchtbehandelingskasten

RV:

- Luchtcirculatiesysteem waarmee hogere RV kan worden toegestaan door gelijkmatiger temperatuurverdeling.
- Nevelinstallatie, om koelen efficiënter te maken, door toevoegen van latente warmte aan kaslucht.

Belichting:

- Veel bovenstaande punten worden ook beïnvloed door de aanwezigheid van assimilatiebelichting en de temperatuurverhoging die de lampen bewerkstelligen.

Teeltplanning:

- Hogere dichtheid door betere temperatuurverdeling
- Andere timing (HNT productiesystemen starten bij voorkeur met grotere planten)

Bijlage III Referentieberekening energievraag

Tomaat

Teeltplan

Tomaat Geent, getopt, 2 koppen

15/10 - 23/10 750/m²

23/10 - 30/10 500/m²

30/10 - 8/11 300/m²

8/11 - 18/11 77/m²

18/11 - 6/12 8/m²

Klimaat

Stooktemp = 15/10-9/11 à 23 °C/23 °C (dag/nacht)

9/11 -23/11 à 20.5/19 °C

23/11-30/11 à 20/18 °C

30/11 – 6/12 à 18/16 °C

Dode zone (verschil stook/vent temp) = 1 °C

Streefwaarde RV = 80%

Streefwaarde CO₂ = 600

Max bovennet = 65 °C

Max ondernet = 50 °C

Stooklijn met 0.5 °C verhogen tussen 100 en 300 W/m²

Geen minimum buis, temperatuurintegratie en verneveling.

Scherms en belichting

Scherms 1 (uitstraling) XLSobscura

Straling open = 10 W/m²

Straling dicht = 1000 W/m²

Buitemp open = 38 °C

Max vochtier = 5%

Scherms 2 (energie) XLS10

Straling open = 50 W/m²

Straling dicht = 1000 W/m²

Buitemp open = 8 °C

Max vochtier = 5%

Belichting 5750lux, uit bij 125 W/m² globale straling

Belichtingsperiode 0:00-17:00 (behalve ent-week dan 16u)

Kas/installaties

Kapbreedte = 3.2m

Goothoogte = 5m

Vakmaat = 5m

Leeftijd kas = 6 jaar

Warmtebuffer = 150 m³/ha

Bovennet diameter = 51mm, 4 buizen per kap

Ondernet diameter = 32mm, 2 buizen per kap

Primair net = ondernet/bovennet

Vloerverwarming niet in gebruik

WKK = 34.5 W/m² (gemiddelde uit interviews)

CO₂ = uit WKK

Paprika

Teeltplan

1 op 1

15/10 - 21/10	750/m ²
21/10 - 30/10	500/m ²
30/10 - 9/11	77/m ²
9/11 - 29/11	21/m ²

Klimaat

Stooktemp = 15/10-20/11 à 23 °C/22.5 °C (dag/nacht)
21/11 -29/11 à 21/20 °C

Dode zone (verschil stook/vent temp) = 1 °C

Streefwaarde RV = 80%

Streefwaarde CO₂ = 600

Max bovennet = 65 °C

Max ondernet = 50 °C

Stooklijn met 0.5 °C verhogen tussen 100 en 300 W/m²

Geen minimum buis, temperatuurintegratie en verneveling.

Scheren en belichting

Scheren 1 (uitstraling) XLSobscura

Straling open = 10 W/m²

Straling dicht = 1000 W/m²

Buitemtemp open = 38 °C

Max vochtier = 5%

Scheren 2 (energie) XLS10

Straling open = 50 W/m²

Straling dicht = 1000 W/m²

Buitemtemp open = 8 °C

Max vochtier = 5%

Belichting 2475lux, uit bij 125 W/m² globale straling

Belichtingsperiode

15/10 – 21/10 9:30-17:00

21/10 – 30/10 5:30-17:00

31/10 – 29/11 4:00 – 17:00

Kas/installaties

Kapbreedte = 3.2m

Goothoogte = 5m

Vakmaat = 5m

Leeftijd kas = 6 jaar

Warmtebuffer = 150 m³/ha

Bovennet diameter = 51mm, 4 buizen per kap

Ondernet diameter = 32mm, 2 buizen per kap

Primair net = ondernet/bovennet

Vloerverwarming niet in gebruik

WKK = 34.5 W/m² (gemiddelde uit interviews)

CO₂ = uit WKK

Komkommer

Teeltplan

15/10 - 29/10 77/m²

29/10 - 15/11 18/m²

Klimaat

Stooktemp = 15/10 - 7/11 à 23 °C

7/11 - 15/11 à 22 °C

Dode zone (verschil stook/vent temp) = 1 °C

Streefwaarde RV = 80%

Streefwaarde CO₂ = 600

Max bovennet = 65 °C

Max ondernet = 50 °C

Stooklijn met 0.5 °C verhogen tussen 100 en 300 W/m²

Geen minimum buis, temperatuurintegratie of verneveling.

Scherf en belichting

Scherf 1 (uitstraling) XLSobscura

Straling open = 10 W/m²

Straling dicht = 1000 W/m²

Buitemp open = 38 °C

Max vochtier = 5%

Scherf 2 (energie) XLS10

Straling open = 50 W/m²

Straling dicht = 1000 W/m²

Buitemp open = 8 °C

Max vochtier = 5%

Belichting 5000lux, uit bij 125 W/m² globale straling

Belichtingsperiode 0:00-17:00

Kas/installaties

Kapbreedte = 3.2m

Goothoogte = 5m

Vakmaat = 5m

Leeftijd kas = 6 jaar

Warmtebuffer = 150 m³/ha

Bovennet diameter = 51mm, 4 buizen per kap

Ondernet diameter = 32mm, 2 buizen per kap

Primair net = ondernet/bovennet

Vloerverwarming niet in gebruik

WKK = 34.5 W/m² (gemiddelde uit interviews)

CO₂ = uit WKK

