Postbus 7001
6700 CA Wageningen
Agro Business Park 65
6708 PV Wageningen

Telefoon 0317 49 15 78
Fax 0317 46 04 00

www.delphy.nl

Project Spaarmotief

Inventarisatie van motieven en knelpunten bij toepassing van energiebesparende maatregelen in de praktijk

Worldwide Expertise for Food & Flowers

In opdracht van
Kas als Energiebron

Datum
28 augustus 2020

Projectnummer
20115

Gefinancierd door
Ministerie van Landbouw, Natuur en Voedselkwaliteit en
Glastuinbouw Nederland in het kader van het gezamenlijke programma
Kas Als Energiebron

Uitgevoerd door
Delphy : Paul de Veld, Mathijs van den Top, Stefan Hendriks, Koen de Bruin,
Barry Dorrestijn, Joris Mulders, Arlet Dechering
Floriconsult: Eugenie Dings

De ideeën en voorstellen in dit document zijn, voorzover deze niet al vooraf door de opdrachtgever/financier zijn geformuleerd, eigendom van Delphy. Zonder schriftelijke toestemming van Delphy is het niet toegestaan om in welke vorm ook (delen van) dit document aan derden voor te leggen.

© Delphy, 28 augustus 2020.

Inhoudsopgave 2

Samenvatting/Summary 3

1 Inleiding en doel 4

2 Methode en Materiaal 5

3 Resultaten 7
3.1 Komkommer 7
3.2 Paprika 16
3.3 Tomaat 23
3.4 Gerbera 33
3.5 Chrysant 40
3.6 Potplanten 46
3.7 Aardbei 52

4 Discussie & Conclusies en aanbevelingen 64

5 Bronnen 66

6 Bijlagen 67
Bijlage 1 tabellen Gerbera 67
Bijlage 2 tabellen Chrysant 77
Bijlage 3 Blanco formulieren interviews 85
Bijlage 4 Presentatie Piekbelasting door DLV-GE tijdens workshops 93

© Delphy, 28 augustus 2020.

Samenvatting

Het Project Spaarmotief is een inventarisatie die gehouden is onder 35 telers van 7 verschillende gewassen over energiebesparing en de knelpunten die telers ondervinden. Hoe zijn telers bezig met het thema energie en waar lopen ze tegenaan.
Alle telers zijn zich bewust van de noodzaak om energie te besparen. Toch geven telers aan dit niet hoog op de agenda te hebben staan. Economisch gezien is het niet interessant vanwege de lage gasprijs. Toch wordt er wel degelijk gewerkt aan energiebesparende maatregelen, meestal vanuit teelttechnisch oogpunt. Zo is het gebruik van schermen, enkel of dubbel, gebruikelijk. Telers hebben door de inzichten, die uit Het Nieuwe Telen (HNT) opgedaan zijn, heel bewust gekozen om bijvoorbeeld uitstraling te beperken door bewust te schermen. Ook het toepassen van temperatuurintegratie wordt steeds meer toegepast. Het toelaten van temperatuur bij instraling maakt dat er minder gelucht wordt en de CO_2 in kas blijft. Daarnaast neemt het gebruik van ventilatoren toe waardoor minder inzet van minumum buizen nodig is.
Telers geven aan vervolgstappen moeilijk te vinden. Er is behoefte aan duidelijkheid over grotere inzet van bv schermen en actieve ontvochtiging. Sensoren zouden hierbij beslissingen moeten ondersteunen. Veel telers zijn nog niet zover. De sensoren worden ter oriëntatie gebruikt, vaak nog niet voor aansturing.
Het ontstaan van piekverbruik wordt niet bevestigd door de telers. De milde winters hebben geen extreme verbruiken veroorzaakt. Als op termijn overgeschakeld moet worden naar inkoop van warmte is dus de vraag of er rekening gehouden moet worden met een mogelijk piekverbruik.

Summary

The Project Spaarmotief (Savings Motive) is an inventory conducted among 35 growers of 7 different crops about energy saving and the bottlenecks that growers are experiencing. How are growers working on the theme of energy and what do they encounter.
All growers are aware of the need to save energy. However, growers indicate that this is not high on the agenda. Economically, it is not interesting because of the low gas price. Nevertheless, energy-saving measures are indeed being worked on, usually from a cultivation point of view. For example, the use of screens, single or double, is common. Because of the insights gained from Het Nieuwe Telen (HNT)in English Next Generation Growing, growers have deliberately chosen to limit irradiation, for example, by consciously screening. The application of temperature integration is also more and more applied. Allowing higher temperature in the greenhouse when there is high radiation reduces the amount of air that is released by ventilation and the CO2 remains in the greenhouse. In addition, the use of fans is increasing, so that less use of minimum heating pipes is required.
Growers say that next steps are difficult to find. There is a need for information about the greater use of, for example, screens and active dehumidification. Sensors should support decisions in this regard. Many growers are not at that level yet. The sensors are used for orientation, often not for control.
Peak consumption of energy is not confirmed by the growers. The mild winters have not caused extreme consumption. If a switch has to be made in the long term to purchasing heat, the question is therefore whether a possible peak consumption should be taken into account.

© Delphy, 28 augustus 2020.

1 Inleiding en doel

Inleiding

Worden alle mogelijk energiebesparingsmaatregelen op glastuinbouwbedrijven toegepast en waarom niet als dit onvoldoende het geval is? Lukt het de telers om de piek van de warmtevraag plat te slaan of betaalt men meer dan nodig is aan energiekosten?

Ongeveer een derde van de CO_2-emissiereductie die de tuinbouw wil bereiken wordt verwacht te worden gerealiseerd door energiebesparing. Kas als Energiebron wil beter inzicht krijgen in wat in de praktijk al wordt bereikt en waar nog onderzoek nodig is; welke knelpunten telers ervaren bij het toepassen van energiebesparing; wat de verschillen in resultaat zijn die bedrijven behalen en wat de oorzaken daarvan zijn.
Tevens maakt een lage piekvraag voor verwarmingsenergie andere warmtebronnen (aardwarmte, warmtenet) toegankelijker en betaalbaarder, waardoor de stap naar fossielvrije glastuinbouw gemakkelijker genomen zal kunnen worden. Met HNT-technieken en –teeltmaatregelen zijn al heel wat stappen gemaakt. Het programma *Kas als energiebron* heeft beperkt inzicht in de mate waarin telers HNT-technieken en -maatregelen toepassen en de motieven voor de mate waarin deze technieken en maatregelen (niet) worden toegepast. Wanneer dit inzicht verbetert, kunnen onderzoek en advies doelgerichter worden ingezet en kan de praktijk nog beter worden betrokken bij de ontwikkelingen naar fossielvrij telen.

Doel

Het project beoogt in beeld te brengen
- welke technieken en methoden nu op de bedrijven worden toegepast om het totaal energieverbruik en de piekvraag aan warmte omlaag te brengen;
- welk resultaat leveren deze maatregelen op;
- welke kansen zijn nog onvoldoende benut om te komen tot een gelijkmatiger (lagere pieken) en lager energieverbruik
- welke redenen er zijn voor het al dan niet toepassen van verschillende maatregelen.

De meeste nadruk zal liggen op het toepassen van maatregelen. Het is gemakkelijk geïnstalleerde technieken waar te nemen en te tellen maar het doelmatig toepassen van deze technieken en adequaat uitvoeren van teeltmaatregelen is moeilijker meetbaar. Voorbeelden van deze maatregelen zijn
1. Temperatuurintegratie
2. Verminderde inzet van een minimumbuistemperatuur
3. Vochtregeling via ventilatie
4. Schermtoepassing
5. Ontvochtiging met buitenlucht of ontvochtigingsinstallatie

Aanleiding Project Spaarmotief

Het document *Hoofdlijnen 2018-2020 Meerjarenafspraak Energietransitie Glastuinbouw* geeft aan dat het omlaag brengen van de winterpiek van het energieverbruik zeer belangrijk is op weg naar een fossielvrije glastuinbouw.

Het project *Tuinbouw in Nederland fossielvrij* (projectnummer 20068) heeft een overzicht gemaakt van de meest perspectiefvolle (teelt)technieken voor een klimaatneutrale glastuinbouw. Dit was vooral theoretisch benaderd, waarbij werd gekeken naar 6 bedrijfstypen. De werkelijke praktijk is niet onderzocht en dit project is een logische volgende stap.

Er is in de afgelopen jaren een aantal cursussen Het Nieuwe Telen geweest. Deelnemers aan deze cursussen zullen worden uitgenodigd tot deelname aan dit project, met het doel om per gewasgroep 2-3 deelnemers te hebben die deze cursus hebben gedaan. Daarmee kan een zeer praktische terug-koppeling op deze cursussen worden verkregen.

2 Methode en materiaal

1. komkommer
2. paprika
3. tomaat
4. gerbera
5. chrysant
6. warme potplanten
7. kasaardbei

De gewasgroepen vertegenwoordigen een bruikbare doorsnede van de Nederlandse glastuinbouw, en met de opgedane kennis kan voor een groot deel van de glastuinbouw praktisch bruikbare informatie worden opgesteld.
De resultaten zullen per gewas weergegeven worden met aansluitend een conclusie, discussie en aanbevelingen. De consultant heeft de vrijheid gekregen om de resultaten op eigen wijze weer te geven waardoor de uitwerking van de resultaten kan verschillen in stijl en benadering.

Piekbelasting

De piekbelasting, het absolute hoogste verbruik van energie, wordt verondersteld te zijn op de koudste dag van het jaar. Uit eigen registraties blijkt dit nauwelijks voorgekomen te zijn in 2018. De datum die gekozen is, om nader te bekijken qua teeltmaatregelen is vastgesteld op 23 januari 2019. In de vragenronde is geprobeerd te achterhalen uit de klimaatcomputerregistratie wat de teler deze koude periode gedaan heeft qua regelingen in de kas.

Energieverbruik

Het totale energieverbruik wordt bepaald door het gasverbruik voor WKK en ketel, de elektra inkoop en de elektra verkoop. Om het verbruik te kunnen vergelijken zijn deze omgerekend naar de eenheid gigajoules per ha. Hierin wordt de hoeveelheid aan het net terug geleverde elektra afgetrokken van het totale energieverbruik.
Eventuele warmte vanuit een niet fossiele bron, zoals aardwarmte, of elektra via zonne-energie, worden niet meegenomen in het totale energieverbruik.
Om te bepalen hoeveel warmte er in de kas is verbruikt voor klimaatregeling (verwarming en ontvochtiging), is van het gasverbruik via WKK 51% toegerekend aan warmte. Het verschil tussen totaal gasverbruik en verbruik via WKK is voor 100% meegerekend (gesteld als ketelgas).

Voor het bepalen van het elektraverbruik in de kas voor belichting en overige stroomvragers, is gesteld dat uit 1 M3 gas via de WKK 3,55 kWh elektra wordt geproduceerd. Het verbruik wordt dan bepaald door van de elektraproductie WKK de hoeveelheid aan het net geleverde elektra af te trekken en de ingekochte elektra er weer bij op te tellen.

Workshops

Na de eerste onderzoeksronde is een workshop gepland waarin de resultaten met de telers besproken wordt.
Voor de eerste workshopronde is de groep gesplitst in sierteelt en groente. Waarbij de aardbeitelers bij de groentetelers horen. Hiervoor is gekozen om de discussie zo dicht mogelijk bij de telers te houden. Voor de tweede workshop is gekozen de groepen samen te voegen zodat het uitwisselen van ervaringen zo breed mogelijk zou worden. De tweede workshop is extra toegevoegd omdat duidelijk naar voren kwam dat de telers de workshop van december positief ervaren hadden.

Materiaal

De vragenlijst, die de basis vormt voor het diepte interview is opgesteld in overleg met de consultants. De vragen betreffen de technische aspecten die inzicht geven in de installatie en bedrijfsuitrusting van een bedrijf, het energie verbruik van gas en elektriciteit (energiescan) en de maatregelen die de teler zelf neemt.

De eerste interview ronde heeft als focus de situatiebeschrijving op het bedrijf en houding van de ondernemer ten opzichte van energiebesparing. In de tweede ronde wordt vooral ingegaan op de inzet van de middelen die beschikbaar zijn. Tevens wordt gevraagd hoe de ondernemer zijn kennis inschat van Het Nieuwe Telen (HNT) en wat hij hiervan toepast. Getracht wordt om de teler te laten aangeven wat hij moeilijk vindt en waar hij
graag meer over zou willen leren. De vraag over waar de teler zijn informatie zoekt moet duidelijkheid geven wat de beste manier is om de ondernemer van meer kennis te voorzien. De blanco vragenformulieren zijn opgenomen in de bijlagen.

3 Resultaten

3.1. Komkommer

De 5 komkommerbedrijven, die meedoen aan het Project Spaarmotief telen allen op het traditionele teeltsysteem, dus geen hogedraadteelt. Geen van deze bedrijven maakt gebruik van belichting. In de traditionele komkommerteelt is dit niet van toepassing. De bedrijven worden onder code weergegeven a tm e.

Interviewronde 1

Energieverbruik

In tabel 1 staat per bedrijf het teeltoppervlak (m2), het energieverbruik in kuubs gas en kWh/m2 elektriciteit. Het gasverbruik per teler varieert tussen de 24M3/m2 en de 32M3/m2. Bedrijf D maakt gebruik van een WKK. De overige bedrijven hebben geen WKK. Bedrijf E heeft 2 teelten per jaar, de overige bedrijven planten 3 keer.

Tabel 1, Oppervakte en energieverbruik per bedrijf in 2018

Informatie	Teeltoppervlakte (m2)	WKK	Totaal verbruik M3/m2	Elektriciteitsverbruik (kWh/m2)
A	26.680	Nee	29	7,5
B	30.100	Nee	26	7,6
C	19.440	Nee	30	4,2
D	50.000	Ja	32	3,4
E	20.000	Nee	24	5

Telers is gevraagd welke maatregelen ze nemen om energieverbruik te verminderen. In tabel 2 staat weergegeven welke maatregelen dit zijn.

Tabel 2, Maatregelen voor beperking energieverbruik

Bedrijf	**Maatregel**
A	Bij aanvang teelt wordt AC-folie opgehangen
	Meer schermen
	Pyrgeometer
B	Vloeibaar CO2 doseren in de zomer waardoor ketel minder gebruikt hoeft te worden
	Gevelscherm & nokscherm gebruiken
C	Dubbel scherm
	Meer schermen
D	Buitenluchtaanzuiging
	Dubbel scherm
	Pyrgeometer
E	Plantdatum verlaten
	Meer schermen

© Delphy, 28 augustus 2020.

Bedrijf A gebruikt AC folie bij het begin van de teelt. Ook geeft deze ondernemer aan dat hij meer uren schermt dan voorheen, net als ondernemer E. Twee bedrijven maken gebruik van de pyrgeometer, om de uitstraling te meten. Vanuit de kwekers bleek vooral dat dit wordt ingezet in de winterperiode. Bij een heldere nacht kan de uitstraling naar de hemel hard oplopen. Met behulp van de uitstralingsmeter is het mogelijk het scherm later te openen en eventueel eerder te sluiten. Door meer uren te schermen is er minder energieverlies naar buiten.

Bedrijf B maakt gebruik van vloeibare CO2 in de zomer waardoor de ketel minder gebruikt hoeft te worden. Ook is er een gevelscherm en nokscherm.
Bedrijf E kiest er voor om 2x te planten in plaats van 3x. Door het verlaten van de plantdatum wordt de koudste periode vermeden. De voornaamste reden is energiebesparing, dit is terug te zien in het energieverbruik.

Bedrijf D maakt gebruik van het Air+Energy systeem (zie fig 1). De ondernemer geeft aan de eerste te zijn, die deze techniek toe ging passen. De vochtige lucht wordt uit de kas onttrokken, waardoor er geteeld kan worden met gesloten luchtramen en gesloten schermen. In tabel 1 is niet terug te zien dat het systeem heeft gedraaid, vanwege technische problemen heeft het helaas niet gewerkt. Volgens de kweker is het mogelijk dat je er 8M3 tot 10M3 per vierkante meter mee kunt besparen. De bereidheid om te investeren in energiebesparende techniek is er zeker.

Fig 1: Buitenluchtaanzuiging bij bedrijf D

In de discussie met de telers komt naar voren dat buitenluchtaanzuiging gezien wordt als interessante ontwikkeling waar veel mee bespaard kan worden. Met de huidige gasprijs wordt het echter economisch gezien niet haalbaar gevonden.

Er is ook belangstelling voor verticale ventilatoren. Aangegeven werd dat ook technieken als de Airmix of Drygair kunnen bijdragen aan energiebesparing. De Airmix zuigt lucht boven het scherm vandaan en blaast dit in de teeltruimte onder het schermdoek.

Meer schermuren maken wordt door iedere kweker genoemd als mogelijkheid. Met name vanuit excursiegroepjes blijkt dit een veelvoorkomend gespreksonderwerp. De cursus Het Nieuwe Telen heeft hier zeker een belangrijke rol in gespeeld.
Kasklimaat homogener maken door bijvoorbeeld gevelschermen of nokschermen te installeren, temperatuur integratie, begrenzing buis, zijn maatregelen waarover telers nadenken maar nog niet standaard toepassen. Lagere etmalen tolereren zijn de meningen verdeeld over. Een enkeling geeft aan een lager etmaal te tolereren. maar het grootste deel van de kwekers geven aan dat de teelt leidend is, dus alles moet gedaan worden om die etmalen te halen.

Kasinrichting

In tabel 3 is het verwarmingssysteem beschreven en het type scherm. Er is vooral veel variatie in het type scherm dat gebruikt wordt. Twee telers C en D, hebben een dubbel scherm, opvallend is dat deze beide telers desondanks het hoogste gasverbruik hebben.

Tabel 3, Kasinrichting deelnemende bedrijven

Info	Buizen	Diameter	Dubbel scherm	Type
A	10 per tralie 5 per tralie	45 45	Nee	RES 10 FR
B	8 per tralie 4 per tralie	51 27	Nee (wel gevelscherm)	LS 1147
C	10 per tralie 5 per tralie	51 28	Ja	Xls 10 ultra revolux
D	10 per tralie 10 per tralie	51 27	Ja	Phormitex Bright Phormitex Clear
E	10 per tralie 5 per tralie	51 25	Nee	Bonar

Piekverbruik

Er is gekozen om week 4 van 2019 eruit te pikken als "piekmoment", omdat dit de week met de laagste buitentemperatuur geweest is in 2019. Vanuit kwekers wordt aangegeven dat er geen piekmoment is geweest. De temperaturen waren inderdaad niet erg laag, maar wel de laagste van het jaar. In tabel 4 zijn de verbruiken weergegeven in week 4. Daarnaast ook de vraag in hoeverre de kwekers energiebesparing belangrijk vinden.

Tabel 4, piekverbruik week 2019

Bedrijfsnaam	Gasverbruik week 4 2019 (M3/m2)	Grootte warmtebuffer (M3)	Hoe belangrijk is energiebesparing?
A	1.02	200	Belangrijk
B	1.21	330	Belangrijk
C	1.03	380	Heel belangrijk
D	1.14	910	Belangrijk
E	0*	300	Belangrijk

Het verbruik in week 4 varieert tussen de 1.02 M3/m2 en 1,21 M3/m2.
Bedrijf E had in week 4 nog geen planten in de kas. Dit komt omdat hij slechts twee teelten per jaar doet.
Bedrijf A had in die periode het AC-folie er nog in liggen. Dit heeft bijgedragen aan het lagere gasverbruik in week 4.
Bedrijf D geeft aan dat hij meer energie in de kas moet steken om deze op te warmen vanwege de minder gunstige ligging van de kas in een open gebied in Limburg. Daarnaast geeft hij aan een meer "actievere" kweker te zijn dan collega's.
Alle kwekers vinden energiebesparing belangrijk. Op de vraag in hoeverre zij de piekvraag verlagen belangrijk vinden, kwam naar voren dat niemand hier extra aandacht aan besteedt.

Sensoren

In tabel 5 is weergegeven welke sensoren er worden toegepast in de kassen.
Twee van de vijf bedrijven maken gebruik van sensoren. De overige bedrijven zijn soms wel geïnteresseerd in sensoren maar geven aan dat het moeilijk gevonden wordt aan de juiste informatie te kunnen komen.
Bedrijven zonder sensoren geven aan dat ze soms door de bomen het bos niet meer zien: "meten is weten, maar op een gegeven moment ga je zoveel meten dat je het niet meer zult weten" aldus 1 van de telers.
Op de Pyrgeometer wordt ook daadwerkelijk gestuurd door bedrijf A en D. Het scherm openen maar ook sluiten wordt op basis van deze sensor geregeld.
De Planttemperatuurmeter wordt door één van de twee bedrijven gebruikt. Maar hier wordt niets op gestuurd, het is vooral controleren en kijken.

Tabel 5, Sensoren in de kas

Bedrijf	**Uitstralingsmeter (pyrgeometer)**	**Planttemperatuur meter**
A	Ja	Ja
B	Nee	Nee
C	Nee	Nee
D	Ja	Ja
E	Nee	Nee

Discussie & Conclusie

Kwekers geven aan dat de afgelopen jaren erg veel gasbesparing heeft plaatsgevonden. Het wordt als moeilijk ervaren om de daling door te kunnen zetten. Op dit moment weten zij niet goed hoe dit te realiseren. Ook de huidige (goedkope) gasprijzen spelen hierin een rol, de noodzaak om alternatieve maatregelen/technieken te zoeken is er minder.
Het Nieuwe Telen wordt met meerdere technieken veelvuldig toegepast in de praktijk, genoemd wordt meer schermen, begrenzen van buizen en temperatuurintegratie.
Sensoren kunnen een positieve bijdrage leveren aan beslissingen op klimaatinstellingen, dus ook aan het energieverbruik. Telers hebben behoefte aan kennis, dit is een punt van ontwikkeling voor de toekomst.
Een vervolgcursus Het Nieuwe Telen wordt niet interessant gevonden door de geïnterviewden. Hiervoor zijn de volgende redenen genoemd. Via collega's hoor je veel nieuwe innovaties en onbewust pak je toch nieuwe dingen op. De informatie van Het Nieuwe Telen zit nog vers in het geheugen.

Interviewronde 2

In tabel 6 staat het energieverbruik van 2019.

Tabel 6, Verbruiken kwekers 2019

Info	Gasverbruik 2019 (M3/M2)	Van WKK (M3/M2)	Elektriciteitsverbruik 2019 (kWh/m2)	Gasverbruik week 4 2019 (M3/M2)
A	28,15	x	7,5	1,02
B	25,7	x	6,55	1,21
C	28	x	5,4	1,03
D	26,4	19,6	3,4	1,14
E	24	x	5	0*

*Teler E heeft in week nog niet geplant. Deze teler plant twee keer i.p.v. drie keer vanuit energieoverwegin.
Teler A maakt gebruik van AC-folie bij aanvang teelt.
Teler C & D maken gebruik van een dubbel scherm

Het laagste gasverbruik varieert tussen 0.13 en 0.50 m3/m2. Dit is vaak in de periode waar weinig CO2-vraag is, zoals bij jonge planten.

CO_2 inzet

In tabel 7 is weergegeven hoe de telers CO2 doseren. Alle telers gebruiken de ketel. Teler B en D hebben aanvullend vloeibare CO2. Daarnaast heeft teler D ook de beschikking over een WKK.
Allen geven aan dat licht een belangrijke invloed is bij de inzet van CO2.

Tabel 7, Algemene informatie CO2 inzet

Bedrijfsnaam	Bronnen van CO2	Doseercapaciteit KG/H/Ha	Tijd doseren		CO2 gehaltes
A	Ketel	190	Zon op +1,5	Zon onder -1,5	600 - 800
B	Ketel + vloeibare CO2		Zon op	Zon onder	600 - 800
C	Ketel		Zon op +1	Zon onder -1	500 - 800
D	Ketel + WKK + Vloeibare CO2	194	Zon op +1	Zon onder -1	500
E	Ketel		Zon op	Zon onder	500 - 600

In tabel 8 is weergeven wat de ondernemers mee nemen als beslissingsonderwerp voor CO2 inzet.
Vraag van één van de telers was: Tot hoever kan ik gaan met CO2 doseren? Tot welke hoogte is het zinvol?

Tabel 8, Belangrijke invloeden bij inzet CO2

Bepalen inzet CO2/ welke invloeden zijn belangrijk					
	A	B	C	D	E
Licht	■	■	■	■	■
Teeltomstandigheden		■	■	■	■
Vochtdeficiet	■				
Schermstand					■
Raamstand	■				
Periode/tijd		■			
Buitenomstandigheden					■
Buffervoorraad	■				

Schermregeling

Voor alle telers geldt dat de stand van het gewas leidend is bij de keuze om het scherm te openen of te sluiten; Iedereen zet het scherm in bij jonge planten bij hoge instraling, zie tabel 9.

Tabel 9, Factoren die in een rol spelen bij het openen of sluiten van het scherm

Bedrijfsnaam	Schermregeling openen en/of sluiten					
	Instraling	Uitstraling	BuitenT	BinnenT	Zonnenbrand	Jonge planten
A	■	■	■	■		■
B	■		■	■	■	■
C	■	■				■
D	■	■				■
E			■	■		■

Voor alle kwekers is het gebruik van sensoren belangrijk bij de schermregeling, zie tabel 10; Waarbij de meetbox als sensor wordt gezien. Alle kwekers gebruiken de meetbox zowel boven als onder scherm om het scherm te kunnen regelen;
Kweker C en D maken gebruik van een dubbel scherm. Kweker A en D zetten de Pyrgeometer in om het scherm te kunnen openen of sluiten. Waarbij teler D ook nog een IR camera heeft, maar dit is voor eigen orientatie.

Tabel 10, Rol van sensoren bij schermregeling

Bedrijfsnaam	Spelen sensoren een rol	
	Ja/nee	Welke
A	Ja	Meetbox Pyrgeometer
B	Ja	Meetbox
C	Ja	Meetbox
D	Ja	Meetbox IR-camera Pyrgeometer
E	Ja	Meetbox

De vragen vanuit telers zijn:

- Wat zijn de mogelijkheden van een pyrgeometer,
- welke sensoren dragen echt bij aan een verbeterde schermregeling.
- tot hoever kan ik gaan met schermen, wat is zinvol?

De telers is gevraagd hun mening te geven over diverse sensoren. Waarbij groen nuttig gevonden wordt en rood niet of er is geen mening erover, zie tabel 11. Algemeen is dat de hoeveelheid verschillende apparatuur het lastig maakt om een keuze te maken waarin te investeren;
Er is duidelijk behoefte aan goede voorlichting hierin. Het belangrijkste stuurmiddel is de klimaatbox zowel boven als onder het scherm.

Tabel 11, Meetapparatuur voor schermen. Groen = Nuttig/ over nagedacht. Rood = Niet over nagedacht/ geen ervaring

Bedrijfsnaam	Meetapparatuur voor schermen				
	PAR meter	Uitstralingsmeter (pyrgeo meter)	Klimaatbox	Klimaatbox zowel boven als onder scherm	Planttemperatuurmeter
A					
B					
C					
D					
E					

Ventilatoren

Alle vijf de telers maken gebruik van ventilatoren. De reden van inzet is redelijk gelijk voor allen.
Voor iedere kweker is het vanzelfsprekend dat ventilatoren worden gebruikt. Het klimaat is gelijker door de kas heen. Er is activiteit in het gewas, de temperatuurverschillen worden beter onder controle gehouden. Wat tenslotte nog een belangrijk effect is, is het onder controle houden van schimmels in het gewas, zoals echte meeldauw.
De volgende vragen en/of wensen over dit onderwerp heersen bij de telers:

- Nieuwe technieken zoals Airmix of Drygair zijn interessant om meer over te leren:
- Met name de vraag wat zijn de effecten op het gewas? Wordt mijn gewas productiever en vitaler?
- Kan ik mijn scherm langer gesloten houden en dus meer energie besparen?

Lastige situaties om klimaat te sturen

Telers ervaren buiig weer en donkere dagen als de meest lastige situatie om op te sturen in hun teelt. Zomerse buitenomstandigheden worden als minst lastig ervaren. In tabel 12 staat het overzicht weergegeven per teler en in grafiek 1 staat dit per omstandigheid aangegeven voor de groep als totaal.

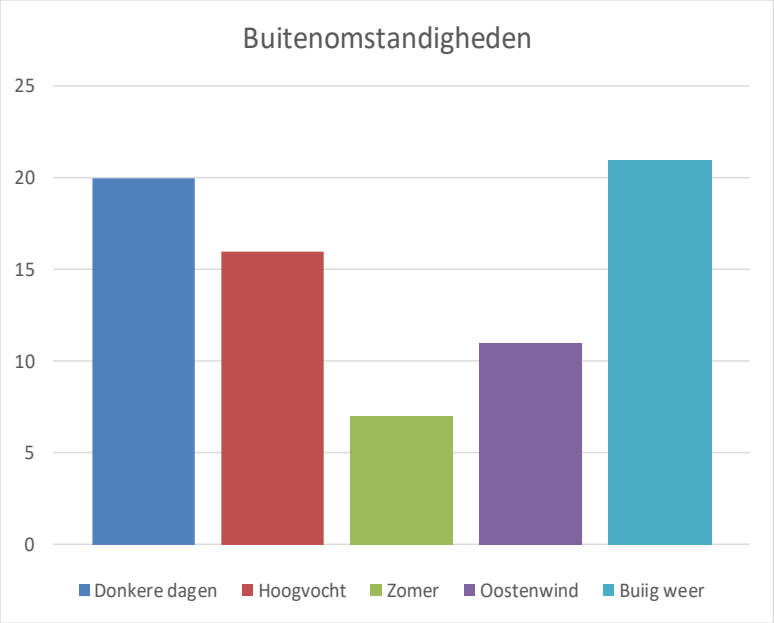
Tabel 12, Buitenomstandigheden die sturing lastig maken 1 = makkelijk om mee te werken;5 = meest moeilijk om mee te werken.

Bedrijfsnaam	Buitenomstandigheden die beslissingen moeilijk maken				
	Donkere dagen	Hoog vocht	Zomer	Oostenwind	Buiig weer
A	2	3	1	4	5
B	4	3	2	1	5
C	5	3	1	2	4
D	4	3	2	1	5
E	5	4	1	3	2
Totaal	20	16	7	11	21

1

Bij donkere dagen wil men toch actief blijven telen zonder te hoge temperaturen. Dit levert een conflict omdat de verhouding licht/temperatuur niet meer klopt. Bij buiig weer blijf men het klimaat continu aanpassen, zowel automatisch als handmatig. Dit resulteert in een erg onrustige regeling.
Over het algemeen wordt zomers weer aangegeven als “makkelijk” om mee te werken, met name omdat erg weinig te sturen valt.

Grafiek 1: Moeilijkheidgraad klimaatsturing



Ontvochtigen

Om voldoende activiteit, verdamping te realiseren worden de onderstaande acties worden gebruikt wanneer het vocht te hoog is:

- Ventilatoren maximaal gebruiken;
- Verhoging minimumbuis op vocht;
- Luchten;
- Vochtkier in het scherm.

Eén teler kan ontvochtigen met behulp van luchtbehandelingskasten. Deze draait op de gemiddelde RV of VD in de kas.

Naast verdamping stimuleren is het voorkomen van schimmels de belangrijkste reden om op vocht te regelen.

De belangrijkste parameters om op vocht te regelen voor de telers zijn:

- Relatieve luchtvochtigheid;
- Vochtdeficiet;
- Absoluut vocht.

Licht – temperatuurbalans

100% van de telers geeft aan met een licht – temperatuurverhouding te werken. Op basis van de instraling overdag mag er ’s nachts eventueel temperatuur bij of af;
Geen van de kwekers compenseert de lichtsom over meerdere dagen. Het argument dat gegeven wordt is dat het niet werkt, assimilaten moeten op dezelfde dag nog opgemaakt worden.

3.2 Paprika

Bij 1 van de 5 deelnemende bedrijven is belichting aanwezig. Dit bedrijf maakt gebruik van S0N-T lampen, 3800 lux wat is gelijk aan 35 micromol.
In Nederland zijn er circa 8 paprika bedrijven met belichting. Het deelnemende bedrijf met belichting heeft aangegeven ieder jaar minder uren te belichten omdat extra productie door middel van belichting uit blijft. Het voordeel van de belichting is wel dat ze in een ander productiepatroon kunnen komen en hierdoor een hogere uitbetaalprijs kunnen scoren. De deelnemende bedrijven worden onder code weergegeven At/m E.

Interviewronde 1

Energieverbruik

In tabel 13 staat per bedrijf het teeltoppervlak (m2), aanwezigheid van WKK, het energieverbruik in M3/m2, type scherm en staat er aangegeven of er wel of geen dubbelscherm aanwezig is.

Tabel 13 Bedrijfsinformatie energieverbruik en scherm

Bedrijf Grootte m2	WKK	scherm	Totaal gasverbruik M3/m2 2018	Dubbelscherm Aanwezig
A 86000	ja	LS Ultra	25,5	nee
B 39600	ja	LS Ultra	28	ja
C 73800	Nee. Restwarmte ROCA	LS Ultra	25	ja
D 110.000	Nee. Restwarmte HVC	LS Ultra	35	nee
E 70500	ja	LSLuxious	25,5	ja

3 van de 5 bedrijven hebben een warmtekrachtkoppeling (WKK). Bij deze bedrijven staat de ketel nagenoeg niet meer aan. Hoogstens 1 a 2 kuub per m2 voor CO2 voorziening bij aanvang teelt en/of bij storingen met de WKK. Bij de paprikateelt is LS Ultra scherm het meest gebruikte scherm.

Geen van de bedrijven heeft bij aanvang van de teelt ac-folie gebruikt. Bedrijven waar een dubbelscherm aanwezig is maken in ieder geval geen gebruik van ac-folie omdat het dan te snel te vochtig in de kas zou worden en de energie besparing nihil is. De 2 overige bedrijven maken geen gebruik van ac-folie omdat bij 1 bedrijf lampen aanwezig zijn welke extra warmte leveren. Het andere bedrijf maakt gebruik van restwarmte waardoor het voor hem economisch niet interessant is om met een ac-folie te werken.

2 van de 5 bedrijven maken gebruik van restwarmte: ROCA en Huisvuilverbranding (HVC). De teler die restwarmte gebruikt van de HVC zit hoog in totaal gas omdat hij vanaf april verplicht is wekelijks 0,61m3/ per m2 af te nemen. Verder is het opvallend dat de overige telers vrij dicht bij elkaar zitten met gas verbruik.

Telers is gevraagd welke maatregelen ze nemen om energieverbruik te verminderen. De volgende acties zijn hierbij genoemd:

- Verlaging minimumbuis (Onder invloed van straling.);
- Temperatuurintegratie /Lichtafhankelijk sturen;
- Meer Schermuren;
- Plantdatum/rooidatum verschuiven wanneer economisch verantwoord;
- Voorkomen energieverlies bij de gevels: ook daar dubbelscherm!

De verlaging van de minimumbuis wordt door elke teler gebruikt. Opvallend is wel dat sommige telers de minimumbuis er onder invloed van licht helemaal uit laten gaan, terwijl anderen altijd een minimumbuis van 35 graden hanteren.

Iedere teler maakt gebruik van temperatuurintegratie op basis van 24 uur. Meerdaagse temperatuurintegratie wordt niet toegepast. Er wordt lichtafhankelijk gestuurd op de stralingssom. Bij een lichte dag (een dag met meer licht dan het verwachte langjarige gemiddelde voor die dag), komt er een temperatuurverhoging op de nachttemperatuur. Iedere teler maakt gebruik van deze maatregel. De hoogte van de invloed is afhankelijk van het ras en de teelt fase waarin het gewas zich bevindt.

Er wordt gemiddeld meer geschermd dan een aantal jaar geleden. De schermen liggen per etmaal 2 uur meer dicht. Globaal 1 uur later en 1 uur eerder loopt het scherm dicht. Redenen hiervoor zijn dat telers in de loop der jaren steeds meer vertrouwen hebben gekregen dat meer schermen in de praktijk geen teeltproblemen geeft. Daarnaast heeft de cursus Het Nieuwe Telen (HNT) hiertoe bij gedragen 4 van de 5 telers hebben deze cursus gevolgd.

Bij plantdatum verschuiven geeft 1 teler aan dat deze altijd vaststaat omdat de paprika's op contractbasis zijn verkocht. De andere telers geven aan dat vooral aan het einde van de teelt erg wordt gekeken naar de prijs bij de laatste teeltweken. Wanneer deze te laag is wordt er eerder gerooid.

Bij de gevels hebben alle telers een folie hangen. 3 telers hebben een automatisch geveldoek. 2 andere telers maken met plastic een gevelscherm dat ieder jaar wordt vervangen. 1 teler geeft aan dat hij sinds 3 jaar goede ervaringen heeft met 2 gevel schermen dat wil zeggen een automatisch gevelscherm en daarnaast een plastic scherm.

Piekverbruik

Tabel 14, Bij het piekverbruik is gekeken naar week 4 in 2019. Dit wat de week met de koudste buitentemperaturen in dit (teelt) jaar

Bedrijf	Piekverbruik m3/m2 week 4/2019	Buffer m3 per ha	Piek verbruik belangrijk
A	1,22	230	Nee
B	0,87	200	Nee
C	0,96	84	ja
D	1,35	215	Nee
E	1,24	220	Nee

In tabel 14 staat het piekverbruik per teler weergegeven. Het piekverbruik per m2 loopt tussen de deelnemende bedrijven uiteen van 0,87 m3/m2 tot 1,35 m3/m2.
De telers vinden het nu minder belangrijk om het piekverbruik naar beneden te krijgen. Een algemene opmerking: "We hebben de laatste jaren het piekverbruik al behoorlijk naar beneden gekregen en het mag niet ten koste gaan van de teelt. Dit wil zeggen productieverlies en/of kwaliteitsverlies."

Verder komt duidelijk naar voren dat de bedrijven met een enkel scherm een hoger piekverbruik hebben dan de bedrijven waar een dubbel scherm aanwezig is. Het relatief hoge piekverbruik van bedrijf E is te verklaren doordat daar de planten net waren geplant en daardoor meer warmte nodig hadden in vergelijking met de overige bedrijven.

Aan de telers is gevraagd hoe zij denken het piekverbruik verder te verlagen.

- Dubbel scherm: De telers die later een 2e scherm hebben aangelegd schatten in dat er door het 2e scherm 5 tot 6 kuub gas per m2 wordt bespaard. Ac-folie aanbrengen bij start teelt. 1 teler geeft aan dat de energiepiek verlaagd kan worden door een ac-folie aan te brengen. Echter met de huidige gasprijzen is dit nu niet interessant.
- Ontvochtigen: 1 teler geeft aan deze proef gevolgd te hebben bij een collega. Hierbij wordt bij aanvang teelt de kas ontvochtigd met behulp van een DryGair, zodat er geen warmte in de kas (op dat moment) hoeft worden in gebracht. Op figuur 2 is een DryGair weergegeven. DryGair is op dit moment niet interessant omdat de installatie te duur is en een paprika gewas bij aanvang te weinig verdampt waardoor het rendement van ontvochtigen klein is.
- Maximumbuis begrenzen: dus lagere etmaal, lagere temperatuur tolereren. Telers geven aan dat de maximumbuis nu vaak op 50 graden ligt voor heen was dit 60 of 65 graden. De maximumbuis nog verder terugdringen geeft wellicht vertraging op de uitgroeiduur van de paprika's. Daarnaast is het momenteel minder urgent deze actie uit te voeren vanwege de huidige gasprijs.
- Buffer; In tabel 2 is te zien dat de gemiddelde buffer rond de 200 m3 per ha zit. 1 teler zou kunnen investeren in een grotere buffer maar bij de andere telers is deze al behoorlijk groot. Bovendien komt een grote buffer ook vol en van te voren is nooit exact aan te geven wanneer de energiepiek zal zijn.

Figuur 2, DryGair

Sensoren

Uit tabel 15 komt naar voren dat er met name interesse in de uitstralingsmeter en meetbox boven het doek is. De meetbox boven het doek wordt vooral gebruikt om het moment te bepalen van het openen van het schermdoek. Het sturen met behulp van de uitstralingsmeter in theorie versus praktijk blijkt nog lastig. Telers geven aan dat er tot juni bij lagere buitentemperaturen goed te sturen is op uitstraling. Daarna voornamelijk in de zomer geven telers aan de uitstraling juist te willen benutten om een goede zetting en een voldoende hoog gemiddeld vruchtgewicht te realiseren.
Het daadwerkelijk open en dicht sturen onder invloed van de uitstralingsmeter en/of met behulp van de meetbox boven het doek gebeurt wel. De planttemperatuurmeter en de 2grow meter worden alleen gebruikt om naar te kijken hoe de plant reageert op bepaalde invloeden. Er daadwerkelijk op sturen blijkt nog lastig. Bij de telers

komt duidelijk naar voren dat er nog veel vragen zijn hoe de data van de sensoren om te zetten naar sturing van de klimaatcomputer.

Tabel 15, Verschillende sensoren in de kas

Bedrijf	uitstralingsmeter (pyrgeometer)	Meetbox boven het doek	Planttemperatuur meter	2Growmeter
A	ja	ja	nee	
B	nee	nee	ja	
C	nee	ja	ja	ja
D	nee	nee	nee	ja
E	ja	ja	nee	

Conclusies

Het gasverbruik is fors afgenomen in de paprikateelt. Bedrijven hebben vaak een WKK of een andere duurzame warmte bron alleen een ketel komt bijna niet meer voor. Mede doordat de bedrijven in omvang zijn gegroeid. Een flinke toename van dubbele schermen in de paprika teelt; veel gebruikt scherm is LS Ultra. Piekverbruik terugdringen is op dit moment niet urgent, daarnaast vinden veel telers dat de "rek" er al uit is. Het Nieuwe Telen (HNT) wordt zeker toegepast. Dit resulteert in meer schermuren, minder inzet van de minimumbuis en licht afhankelijk sturen in de verwarmingssetpoints.

Interview ronde 2

In tabel 16 staat het gasverbruik in 2019. Dit varieert van 26 tot 36 m3/m2.

Tabel 16, Gasverbruik 2019 en scherm per bedrijf

Bedrijfs Grootte m2	Totaal gasverbruik M3/m2 2019	Dubbel scherm Aanwezig	Hoogste week verbruik M3/m2	Laagste week verbruik M3/m2
A 86.000	26,5	nee	1,22	0,22
B 39.600	27	ja	0,87	0,32
C 73.800	26	ja	0,96	0,35
D 110.000	36	nee	1,35	0,45
E 70.500	26	ja	1,24	0,33

De geïnterviewde telers met een dubbel scherm geven aan dat ze denken op jaarbasis 5 M3/m2 kunnen besparen. Geen van de telers heeft spijt van de investering ondanks de lagere gasprijs geeft het gebruik van dubbel scherm ook teeltvoordelen. Schermen tegen instraling heeft voordelen wanneer de schermen in tegengestelde richting dicht kunnen lopen, hierdoor is er minder verbranding op de vruchten. De laagste weekverbruiken van energie zitten dicht bij elkaar. Deze zit bij alle telers rond week 32, rond de laatste zetting. Dit is bijna bij einde teelt dus lagere nachttemperaturen en hoge vochtcijfers worden getolereerd. Een verdere besparing is hier niet mogelijk.

Licht-Temperatuur balans

Alle telers geven aan lichtafhankelijk te sturen. De verschillen per teler zijn niet groot.

Tabel 17, Licht- temperatuurbalans bij deelnemende telers

Bedrijf	**Onder 500 Joule**	**Boven de 1000 Joule**	**Boven de 1500 Joule**
A	19.2	20	21,3
B	19,2	20,4	20,7
C	19,3	20	21,5
D	19,4	20,4	20,5
E*	20	21	21,8
gemiddeld	19,3	20,2	21

Tabel 17 laat zien dat de temperatuurlijnen dicht bij elkaar liggen
Bedrijf E heeft een maand later geplant in vergelijking met de overige bedrijven en daarom is er een hogere temperatuur gehanteerd. Verder geeft geen van de telers aan dat de lichtsom wordt gecompenseerd over meerdere dagen. De assimilaten moeten op dezelfde dag worden opgemaakt. Voor het gemiddelde is bedrijf E niet meegenomen. Dit omdat het ras en de plantdatum niet vergelijkbaar zijn met de overige telers.

CO2 voorziening

Tabel 18, Ketel- en CO2 capaciteit

Bedrijf	Uur capaciteit warmte per ha ketel M3/uur	Uur capaciteit CO2 per ha Kg/uur	CO2 bron
A	120	180	Wkk/vloeibaar
B	115	220	Ketel/ocap
C	125	170	Ketel/ocap
D	115	220	Vloeibaar/ketel
E	95	180	Wkk/ketel

De Warmtecapaciteit en de CO2 capaciteit verschillen niet veel tussen de bedrijven. De CO2 bronnen daarentegen wel. Voor de CO2 voorziening wordt gebruik gemaakt van de WKK, ketel, vloeibare tank of OCAP CO2.Zie tabel 18. Opvallend is verder dat alle bedrijven niet afhankelijk willen zijn van 1 CO2 bron, reden hiervoor is dat bij eventuele calamiteiten er altijd geschakeld kan worden naar een andere bron.

Een veel gehoorde opmerking van de telers was: “Duurzame energie zoals aardwarmte is interessant maar een nadeel hiervan is dat ik altijd nog afhankelijk ben van een externe CO2 bron.”

Sensoren

Tabel19, Sensoren gerangschikt naar prioriteit, 1 is hoog en 3 is laag

Bedrijf	uitstralingsmeter (pyrgeometer)	Meetbox boven het doek	Planttemperatuur meter
A	2	1	3
B	2	1	3
C	1	2	3
D	2	1	3
E	2	1	3

Bij de vraag naar welke sensoren er de meeste behoefte is, komt duidelijk naar voren dat de meeste telers het liefst een meetbox boven het doek willen, zie tabel 19. Na de meetbox volgt de uitstralingsmeter en als laatste de planttemperatuurmeter. Bij navraag blijkt op dit moment de planttemperatuur meter het minst interessant omdat hier nog niet direct op wordt getuurd. Integratie van groene vingers in de koppeling van de sensoren en klimaat pc soms nog lastig.
Opmerking van een teler: "Meer meetboxen per ha geeft een beter gemiddeld beeld."

Het is dus nuttig om meer begeleiding te bieden over de mogelijkheden van een extra meetbox boven het doek en de toepasbaarheid van een uitstralingsmeter. Telers geven aan hier graag ervaringen over uit te wisselen met elkaar en willen hulp bij hoe welke waardes in te stellen op de klimaatcomputer.

Lastige situaties om klimaat te sturen

Uit tabel 20 komt duidelijk naar voren dat donkere dagen en oostenwind de meeste moeilijkheden geven bij klimaatsturing. Bij donkere dagen, weinig licht geven telers aan dat het moeilijk is om voldoende activiteit in het gewas te houden zonder hoog energieverbruik. De etmalen worden snel te hoog ten opzichten van de lage instraling. De plant verbrandt meer suikers dan hij aanmaakt en zal zwak worden.

Tabel 20, Klimaatfactoren welke het meeste problemen geven bij klimaatsturing, 1 is hoog, 6 is laag

Klimaatfactor Bedrijf	Donkere dagen	Hoog vocht	Zomer	Oostenwind	Buiig weer	vorst
A	1	6	5	4	3	2
B	1	6	4	5	3	2
C	2	5	6	1	3	4
D	2	6	4	1	3	5
E	2	6	5	1	3	4
Totaal:	**8**	**29**	**24**	**12**	**15**	**17**

Ook klimaatsturen met oostenwind vindt men lastig omdat dit vaak een droog klimaat met zich mee brengt, vochtgehalte is moeilijk goed te houden op de dag. Telers geven aan in de namiddag wel steeds verder te durven gaan in het toestaan van hoger kastemperaturen. Er zit nog wel een verschil in wat toegestaan wordt als hoogste kastemperatuur in de namiddag.

Hoog vocht wordt als minst problematisch gezien. Oplossingen die worden genoemd zijn ventilatoren/minimumbuis aan of scherm open. Daarnaast geven te telers aan niet snel meer in paniek te raken van hoge vocht cijfers door opgebouwde ervaringen uit het verleden.

Acties die worden genomen om te ontvochtigen:

Problemen die moeten worden voorkomen door acties op vochtsturing zijn zwakke cellen en schimmelaantasting zoals Botrytis en/of Fusarium. Door een minimale verdamping te realiseren, een actief klimaat, kunnen deze problemen voorkomen worden.

Acties:

- Bij alle bedrijven zijn ventilatoren aanwezig. Dit geeft een homogener kasklimaat. Bovendien helpen de ventilatoren mee voor luchtbeweging. De telers geven aan niet zonder te kunnen.
- De telers geven aan hogere vochtcijfers te tolereren dan voorheen. Dit is in de loop van de jaren gebeurd door in de praktijk te ervaren dat het kon en niet ten koste ging van de kwaliteit of productie. Lager vochtdeficit (VD) tolereren dan een paar jaar geleden, in de nacht mag het VD 1,5 zijn. De telers gaven aan een paar jaar terug zenuwachtig te worden van een VD van 2.
- Inzet minimum lucht wanneer VD beneden de 2 komt overdag. Daarnaast zullen de ventilatoren in dit geval ook aan staan. De ventilatoren schakelen wel uit wanneer de raamstand groter wordt dan 10 %;
- Eventueel doeken in de ochtend wat eerder open. Telers geven aan dat wanneer het VD onder de 1,5 komt het (1^{e}) scherm open gaat.
- Daarnaast wordt de minimumbuis pas ingezet wanneer luchten niet afdoende werkt. Telers geven aan dat er voorheen als eerste de minimumbuis werd verhoogd en dat dit nu als laatste actie wordt ingezet.

Samengevat:

Steeds meer paprika telers investeren in een dubbel scherm. Dit geeft naast de 5 kuub/m2 energie besparing ook teelt voordelen. Schermen tegen uitstraling en instraling wordt gemakkelijker wat de kwaliteit ten goede komt.

De telers geven aan dat er de meeste behoefte is aan een extra meetbox boven het schermdoek en daarnaast een uitstralingsmeter. Een knelpunt is nu nog dat er onduidelijk is welke streefwaardes er worden gehanteerd en hoe de telers deze instellingen in de klimaatcomputer kunnen zetten.

Er komt duidelijk naar voren dat telers hogere vochtcijfers tolereren doordat ze in praktijk hebben ervaren dat dit geen problemen geeft. De klimaatfactoren waar telers de meeste moeite mee hebben zijn donker weer en Oosten wind.

Alle telers maken hun temperatuur instellingen lichtafhankelijk.

Hoe nu verder?

De geïnterviewde telers geven allemaal aan bezig te zijn met Het Nieuwe Telen. Er is duidelijk behoefte om met elkaar meer gegevens uit te wisselen en een leergroep te starten. Daarnaast is er duidelijk behoefte aan meer uitleg over hoe de sensoren zoals een uitstralingsmeter kunnen worden toegepast en hoe deze ingepast kan worden in de klimaatcomputer.

3.3 Tomaat

De tomaten teelt is de grootste teelt in de Nederlandse glastuinbouw. Daarnaast zijn de meeste bedrijven ook groot qua oppervlak in vergelijking met andere teelten. Binnen de tomatensector zijn er grote verschillen tussen bedrijven in teelttechniek en strategie. Van de vijf bedrijven die hebben deelgenomen aan deze inventarisatie zijn er vier, die meer dan één kas hebben en er zijn twee bedrijven met belichte teelt. Beide bedrijven met belichte teelt maken gebruik van Son-t lampen. In totaal beslaan de bedrijven 85 ha.
De deelnemende bedrijven worden onder code weergegeven A t/m E.

Interviewronde 1

Energieverbruik

In tabel 21 staat per bedrijf het teeltoppervlak (ha), het energieverbruik van 2018 in kubieke meter per vierkante meter, aanwezigheid van belichting en WKK. Verder staan er bijzonderheden van de bedrijven vermeld, die invloed kunnen hebben op het energie gebruik.

Het gasverbruik per teler varieert tussen de 31,5m3/m2 en de 39,25m3/m2. Dit is relatief hoog ten opzichte van voorgaande jaren. In de interviews geven alle deelnemers dat ook aan en verwijzen naar de gasprijs afgelopen jaren als belangrijkste oorzaak.

Tabel 21 Oppervlakte en energieverbruik per bedrijf in 2018

Bedrijf	Teelt Opp (ha)	Belichting	WKK	Gasverbruik (m^3/m^2)	Opmerkingen
A	9,25	Nee	Ja	31,5	
B	5,2	Nee	Ja	35,6	Verbruik over 9,2 ha inclusief 2 kassen aardbei.
C	40	Ja en Nee	Ja	39,25 (bel) 34,8 (onbl)	6 Kassen waarvan 7,1 ha onbelicht en 32,9 belicht.
D	21,4	Ja	Ja	37	2 x 10,7 ha.
E	7,8	Nee	Ja	38,2	2 kassen waarvan 2,8 ha zonder scherm.

Alle bedrijven hebben WKK's en gebruiken deze primair voor hun warmte voorziening. Daarnaast hebben ze ook nog één of meer ketels die als back-up wordt gebruikt. Soms wordt de ketel in de winter voor CO2 voorziening aangezet omdat de CO2 die wordt geproduceerd in WKK's potentieel vervuild kan zijn door de smeermiddelen die in deze warmtekrachtkoppelingen gebruikt worden. De elektriciteit (WKK) die bij dit proces wordt opgewekt wordt verkocht of gebruikt voor de lampen in de belichte teelten. Daarnaast wordt er soms ook elektriciteit ingekocht als de WKK's om uiteenlopende redenen niet gebruikt worden. Omdat er bij de meeste telers allen inkoop en verkoop van stroom wordt geregistreerd, en niet van de productie van de elektriciteit, zijn de cijfers van het stroomgebruik slecht bruikbaar en incompleet.

Bij bedrijf B zijn er vier kassen waarvan twee gebruikt worden voor een aardbeien teelt. Het gasverbruik wordt voor deze kassen niet apart geregistreerd waardoor het gasverbruik in de tomaten teelt slechts bij benadering klopt.

Telers is gevraagd welke maatregelen ze nemen om energieverbruik te verminderen en hoe belangrijk ze energiebesparing in het algemeen vinden zie tabel 22. In tabel 23 staat weergegeven welke maatregelen dit zijn.

Tabel 22 Hoe belangrijk vinden de telers energiebesparing in het algemeen.

mate belangrijkheid\Bedrijven	A	B	C	D	E
Heel belangrijk					
Belangrijk			x		
Geen extra aandacht aan besteed		x		x	x
Niet belangrijk	x				

Tabel 23 Maatregelen voor beperking energieverbruik

Maatregelen\Bedrijven	A	B	C	D	E
Verlaging buistemperatuur	X	X	X	X	X
Veel schermuren	X	X	X	X	X
Plantdatum verlaten					X
Rooidatum vervroegen	X				
Sturen op dampdrukverschil en niet op RV				X	
Kasklimaat homogener maken	X		X	X	X
Minder belichtingsuren				X	
Rassenkeuze	X				
Andere strategie voor CO2-dosering	X				X
Temperatuurintegratie	X	X		X	X
Minder gebruik van minimumbuis	X	X		X	X
Toepassing pyrgeometer voor schermgebruik	X			X	

In bovenstaande tabel staat aangegeven welke maatregelen de bedrijven nemen om energie gebruik te beperken. Daarbij geven de telers allemaal aan dat de teelt primair is en dat energie besparende maatregelen alleen worden toegepast als deze geen negatieve consequenties hebben in de teelt. Daarentegen wordt bij maatregelen als temperatuurintegratie aangegeven dat dit juist vaak wordt gedaan vanwege het positieve effecten in de teelt en niet primair om de energiebesparing. Dit geldt ook voor schermen, het gebruik van de Pyrgeometer en het homogener maken van het kas klimaat.
Ook spelen kosten mee aan het toepassen van de maatregelen. Zo geeft bedrijf D aan dat het alleen minder belichtingsuren toepast als de stroomprijs hoog is. Ook geeft bedrijf A aan dat de rassenkeuze alleen wordt aangepast omdat de hogere energievraag van sommige rassen ze minder rendabel maakt. Bedrijf E plant een kleinere plant omdat deze een gelijkmatigere energievraag heeft.
Bedrijf D maakt naast genoemde mogelijkheden in de tabel ook nog gebruik van dataloggers die het mogelijk maken om op veel meer plekken in de kas de temperatuur te registreren. Deze meten niet erg precies maar omdat ze op veel meer plekken meten konden er toch problemen worden onderkend als een niet functionerende buisrailverwarming. Teler D was dan ook erg enthousiast over deze methode.

Teler E gaf aan dat hij de voorkeur geeft om ook in de winter de WKK te gebruiken voor de CO2 productie, omdat met deze methode er efficiënter om kon worden gegaan met het gas. Er wordt immers ook elektriciteit

geproduceerd. Daarbij gaf hij wel aan dat de economische overwegingen hierbij sterker waren dan de energiebesparende overwegingen.

Kasinrichting

In tabel 24 is de kasinrichting beschreven van de deelnemende bedrijven. Niet vermeld maar standaard bij de meeste tomaten bedrijven is dat er 5 buisrail loops lopen per kap en deze zijn 52 of 55 mm in diameter. Deze worden naast verwarming ook als rails gebruikt voor de buisrailwagens. Wanneer er in de tabel niks is ingevuld waren de gegevens niet bekend.

Tabel 24 Kasinrichting deelnemende bedrijven

KasInrichting\Bedrijven	A	B	C	D	E
Groeibuis	Ja	Nee	Nee	Nee	Ja
WKK Vermogen (KWh)	6300	4600	6000	4400	4500
aardwarmte Vermogen (MW)	Nee	Nee	1	Nee	Nee
Grootte warmtebuffer (m3 per ha)	330	950	1444/258		
1e energiescherm (leeftijd en type)	13% PDI	2008 sls 10	2016		1147
2e energiescherm (leeftijd en type)		Wonar 2008	1347 sv		
verduisteringsdoek (leeftijd en type)	Nee	Nee	Ja	Ja	Nee
pyrgeometer (uitstralingsmeter)	Ja	Nee	Ja	Ja	Nee
buitenluchtaanzuiging	Nee	Nee	Ja, onbel	Nee	Nee
assimilatiebelichting: SON-T (HPS)	Nee	Nee	180umol	180umol	Nee
Diffuus glas	Nee	Ja (60-70%)	Nee	Nee	Nee
Antireflectie glas	Nee	Ja	Nee	Ja	Nee
CO2 inkoop (vloeibaar)		Ja	Ja	Ja	Nee
CO2 - externe leverancier bv. OCAP	2000kg/h	Nee	Nee	Nee	Nee
luchtbehandelingskasten	Nee	Nee	Ja	Nee	Nee

Bij twee bedrijven is een dubbel scherm doek aanwezig en alleen daar waar ook lampen hangen is ook een verduisteringsdoek aanwezig. Bij bedrijf E is één afdeling niet voorzien van een bewegend scherm. Dit kan als uitzondering worden gezien in de tomaten teelt.

Het is opmerkelijk dat er grote verschillen zijn in grootte van de buffertanks. Bij bedrijf C is in een van de afdelingen een zeer grote buffer aangeschaft.

Ook valt het op dat er veel verschil zit in het type glas dat wordt gebruikt. Desgevraagd gaven de meeste telers aan, dat mochten ze nu nieuw bouwen, dat ze in elk geval gebruik zouden maken van glas met een Anti reflectie laag of coating. Over het gebruik van diffuus glas daarentegen is veel meer discussie.

Bij bedrijf C is in één afdeling ingericht als een gesloten kas met actieve ontvochtiging. Dit is een interessante kas omdat hij oorspronkelijk bedoeld was om ook belichting in te hangen maar dit experiment niet gelukt is. Het is illustratief voor de andere bedrijven die allemaal aangeven dat ze niet snel bereid zijn om als eerste in nieuwe technologie te investeren daar de risico's als te groot worden ingeschat.
Expliciet wordt door de meeste telers aangegeven dat ze geen voortrekkers rol willen innemen.

Piekverbruik

Elke kas is ingericht om onder de meeste omstandigheden de kas op bedrijfstemperatuur te kunnen onderhouden. Maar het is erg duur en vaak ook overbodig om de kas in te richten op de meest extreme situaties. De extra kosten wegen dan niet op tegen het accepteren van de schade. Deze extreme situaties worden ook wel Piekmomenten genoemd, waarbij de energie vraag aan zijn theoretische maximum zit. De vraag is hoe vaak telers tegen dit maximum aanlopen, en hoe hoog het gasverbruik dan is.

Er is gekozen om week 4 van 2019 eruit te pikken als "piekmoment", omdat dit de week met de laagste buitentemperatuur geweest is in 2019.

In tabel 25 is het verbruik weergegeven in week 4. Slechts drie telers konden exact vertellen wat het gasverbruik van deze week was. Tevens de vraag in hoeverre de kwekers verlagen van de Piekbelasting belangrijk vinden.

Tabel 25 Piekverbruik week 4 2019

Bedrijfsnaam	Gasverbruik week 4 2019 (M3/m2)	Hoe belangrijk is het verlagen van de piekvraag?
A	0.94	Belangrijk
B		Niet belangrijk
C		Geen extra aandacht
D	1.5	Geen extra aandacht
E	1.17	Niet belangrijk

Het verbruik in week 4 varieert tussen de 0.94 m3/m2 en 1.5 m3/m2. Hoewel het jammer is dat de cijfers niet compleet zijn kan wel worden afgeleid dat in deze week het verbruik nog niet extreem hoog lag (>1.8m3/m2). Daarbij gaven ook alle telers aan dat ze deze week niet als piek hadden ervaren en dat ze zonder problemen de week waren doorgekomen.

Überhaupt geven alle telers aan dat ze de hoogte van het piekverbruik niet als probleem ervaren. Slechts 1 teler geeft aan dat hij het piekverbruik wel belangrijk vindt, omdat het ook belangrijk is voor de teelt. Echt koude buitentemperaturen worden door telers opgevangen door maximum buizen te verlagen, te accepteren dat de etmaal temperatuur lager is dan het optimum en door meer te schermen. De teler van bedrijf D merkte daarbij op dat de beperkende factor hierbij vaak de hommels zijn. Voor de planten is het geen probleem om enkele dagen het scherm dicht te houden, maar de bevlieging stopt dan.
De enige teler die aangaf dat de piek belasting voorheen wel een probleem was, was de teler van bedrijf B. Hij vertelde dat dit niet zozeer aan de capaciteit van de buffer of ketel lag, maar aan het ondergrondse warmte transport, dat nog niet was aangepast op de aanbouw van een vierde kas. Nadat dit probleem een aantal jaar geleden is aangepakt had hij geen last meer van momenten van piek energievraag.
In gesprek met verschillende telers wordt ook genoemd dat men verwacht dat winters alleen maar warmer zullen worden en daarmee dit probleem steeds kleiner zal worden.

Sensoren

In tabel 26 is weergegeven welke sensoren er worden toegepast in de kassen.
De telers werd gevraagd welke sensoren ze in de kas hebben en welke sensoren ze ook echt gebruiken. Welke problemen ondervinden telers met deze sensoren en welke sensoren zouden ze eigenlijk wel willen toevoegen in of aan hun kas.

Tabel 26 Sensoren in de kas

Maatregelen\Bedrijven	A	B	C	D	E
Meetbox bij de kop van de plant	x	x	x	x	x
Meetbox boven het scherm	x	x	x	x	x
Meetbox onder in het gewas			x		
CO2 sensoren	x	x	x	x	x
Buiten temperatuur, wind en straling	x	x	x	x	x
EMS meetpaal		x	x		
Par meter				x	
Plant temperatuur meter			x	x	
Pyrgeometer	x		x	x	
Mat gewicht/verzadiging	x	x	x	x	x
Sapstroom meter/stengel dikte					
Dataloggers				x	

Er is veel diversiteit in de sensoren die telers gebruiken. Meetboxen met CO2, meteopaal en het meten van het matgewicht is standaard aanwezig in de kassen. Twee telers zijn in het bezit van een planttemperatuurmeter maar alleen bedrijf D geeft aan er soms wat mee te doen. Dit laatste bedrijf is ook de enige met een Par-meter, maar geeft daar bij aan dat hij deze de afgelopen jaren niet meer gebruikt. EMS palen worden gebruikt om schadelijke rook gassen te detecteren en kan worden gebruikt om het gebruik van CO2 van de WKK te optimaliseren. Sapstroom meters hebben de laatste tijd aan populariteit gewonnen door de innovaties van het bedrijf 2Grow. Maar bij de geïnterviewde bedrijven zijn deze sensoren niet aanwezig.

Energie besparende technieken

Het gasverbruik kan worden onderverdeeld in verwarmen en ontvochtiging. Energie besparende technische oplossingen zijn dan ook vaak toegespitst op een van deze twee soorten gasverbruik. Zo kan een tweede scherm helpen de warmteuitstoot te beperken en kan kieren worden voorkomen met een Airmix ventilator die droge lucht boven het scherm aan kan zuigen.
Telers is gevraagd in welke technieken ze hebben geïnvesteerd afgelopen jaren en welke technische oplossingen volgens hun het meeste hebben bij gedragen aan energiebesparing. Ook is hun gevraagd naar de motivatie voor de investering.

De telers noemde de volgende zaken waar ze de afgelopen 5 jaar in hebben geïnvesteerd:

A. OCAP en nokschotten.
B. Ondergronds warmtetransport en noppenfolie langs de gevels.
C. Verti-Fan en verder terugkoelen van retourwater.
D. Nokschotten en ventilatoren met meer vermogen. Ventilator richting zijn nu in blokken van 3 opgehangen.
E. Nieuw energiescherm maar de investering was vooral wegens ouderdom. Er zijn meer ventilatoren op gehangen en in een zigzag patroon geplaatst.

Opvallend is dat alle investeringen relatief laagdrempelig zijn en beperkte kosten met zich mee brengen. De telers geven ook aan dat ze er moeite mee hebben om een koploper rol aan te nemen en willen eigenlijk alleen investeren in technieken die in de praktijk beproefd zijn. Ook wordt aangegeven dat de zeer lage gasprijs geen aanleiding geeft tot investering.

Schermen wordt door alle telers genoemd als een van de belangrijkste technieken die ze meer zijn gaan toepassen. Zowel de hoeveelheid als de manier waarop is flink veranderd. De cursus Het Nieuwe Telen wordt hier vaak als driver genoemd.

De belangrijkste motivatie om de afgelopen 5 jaar in technieken op energiegebied te investeren was meestal kwaliteitsverbetering door betere klimaatregelingen en productieverhoging. Teler van bedrijf C gaf aan dat het hem ook te doen was om de energiebesparing.

De cursus HNT is door 4 van de telers gedaan en ze geven aan daar wel van te hebben geleerd. Maar in een vervolg cursus is geen interesse.

Discussie & Conclusie

Het gasverbruik is gemiddeld 35,0 m^3/m^2 in de traditionele tomatenteelt en 38,m^3/m^2 in de belichte teelt. Deze getallen zijn redelijk hoog ten opzichte van andere jaren. De gasprijzen zijn erg laag en dan is het teelttechnisch vaak aantrekkelijk of in elk geval minder risicovol om minder in te zetten op reductie van de warmtevraag. Bij sommige telers is het zelfs zo dat de opbrengst van elektriciteit hoger is dan de kosten van het gas, waarmee het laten draaien van de WKK's dus zelfs economisch rendabel is.
Piekwarmtevraag wordt niet als een probleem gezien maar toch is er bij sommige telers wel aandacht voor. De vraag is of piekwarmtevraag in de toekomst überhaupt nog een probleem is met de steeds warmer wordende winters.
Op het gebied van sensoren is er heel veel mogelijk maar buiten de standaard sensoren worden er weinig sensoren gebruikt om ook echt mee te sturen. De baten van andere sensoren lijken zich niet duidelijk af te tekenen.
Investeren in nieuwe energie besparende technieken wordt gehinderd door de lage gasprijs. Maar ook willen bedrijven geen financieel risico's lopen door als eerste ingrijpende technieken toe te passen. Bedrijf C is een goed voorbeeld een scenario dat bedrijven afschrikt. Bedrijf C heeft een dergelijke investering wel gedaan in de vorm van een gesloten kas maar heeft om verschillende redenen geen rendement kunnen behalen.

Interviewronde 2

Na in de eerste interviewronde het energie verbruik van 2018 te hebben besproken, ligt in het tweede interview de nadruk op 2019. De teler van bedrijf D is niet een tweede maal geïnterviewd omdat hij niet meer beschikbaar was. Ter compensatie is teler C opgenomen met 2 lokaties gesplitst.

Tabel 27 Totaal Gasverbruik in 2019 alsmede het maximale en minimale gasverbruik per week.

Bedrijf	Teelt Oppervlakte (ha)	Totaal Gasverbruik (m^3/m^2)	Minimaal Gasverbruik (m^3/m^2)	Maximaal Gasverbruik (m^3/m^2)
A	9,25	33,6	0,4	1,2
B	5,2	36	0,47	3,5
C bel	32,9	44	0,32	1,25
C onbel	7,1	35		
E	7,8	43	0,35	1,21

De bovenstaande tabel laat het gasgebruik zien in 2019 bij de geïnterviewde bedrijven. Daarbij moet worden opgemerkt dat bij teler B het totaal gasverbruik weer bij benadering klopt. Omdat er ook aardbeien op het bedrijf worden geteeld en op maar 1 plek het gasgebruik wordt gemeten, is het slechts door middel van een berekening te zeggen hoeveel gas er in de tomaten kassen is gebruikt.
Bij teler E was het gasgebruik zeer hoog en het betreft hier zelfs nog enkel ketel equivalenten. Het aandeel aan elektriciteit is er dus uitgerekend. Het hoge verbruik kwam mede omdat er om teelt-technische redenen een lange en warme teeltwissel is gedaan. Dat heeft ongeveer 6m^3 gas gekost.
Ook bij teler C is het gasverbruik erg hoog, met name in de belichte teelt. Met de lage gasprijzen was het rendabel om 1 WKK constant op 70% te laten draaien en de stroom te verkopen. De daarbij opgewekte warmte werd vernietigd door de buizen warm te laten liggen op de momenten dat dat kon.

Het minimale gasverbruik was bij alle telers in de zomer ergens tussen week 26 en week 35. Het gas dat werd gebruikt in deze periode is veelal voor de productie van CO2.

De maxima hebben één duidelijke uitschieter. Waar de meeste telers allemaal een maximum hebben van 1.2 m^3/m^2 heeft bedrijf B een bijna drie keer zo hoog gebruik van 3,5 m^3/m^2 . Een duidelijke verklaring hiervoor was er niet.
De maxima zijn allemaal in hartje winter; week 4, 5 en 7, en gaan bij allen gepaard met lage buiten temperaturen.

Regelingen en klimaatinstellingen

Voor een belangrijk deel wordt de energiebehoefte in een kas bepaald door de instellingen en regelingen in de klimaatcomputer. Zo kost gebruik van minimum buizen en minimum raamstanden vaak meer energie dan wanneer ramen en buistemperaturen worden gestuurd door een stooklijn en ventilatie lijn. We zullen daarom in meer detail ingaan op de instellingen en regelingen die tuinders gebruiken voor schermen, minimumbuizen, CO2.

Schermen

Schermen wordt hoofdzakelijk gedaan om de warmte uitstoot van de kas te verminderen. In tabel 28 is opvallend dat alle telers buitentemperatuur gebruiken en geen enkele binnentemperatuur. Dat komt omdat het warmte verschil tussen binnen en buiten de kas de warmte-uitstoot bepaalt. In plaats van binnen temperatuur kijken in elk geval 3 telers naar de buistemperatuur. Deze wordt bij hogere warmte vraag hoger en zodoende is

hij maatgevend voor de hoeveelheid warmte verlies. Voor het openen van het scherm is bij alle telers licht een voorwaarde. Ook schermen 2 tuinders op uitstraling, een Pyrgeometer is hier voor vereist.

Tabel 28 Factoren die van invloed zijn op de sturing van de schermstanden en de minimale en maximale kier in het scherm.

	Factoren die schermstand beinvloeden						Kier (cm)	
Bedrijf	Buiten temperatuur	Binnen temperatuur	Uitstraling	Instraling	Belichting	Buisvraag	Minimum	Maximum
A	X		X	X		X	0	4
B	X			X		X	0	5
C bel	X		X	X	X		0	25
C onbel	X		X	X			0	25
E	X			X		X	0	20

Er zitten groten verschillen in de maximum kier. Dit wordt vooral veroorzaakt door lokale regels die kieren met kunstlicht er onder beperken (lichtuitstoot). Ook kan het zijn dat de er een verschil zit tussen een zogenaamde vocht kier en een temperatuur kier. De laatste is vaak veel groter dan de eerste.

Minimumbuizen

Minimumbuizen zijn vaste minimum buistemperaturen en worden gebruikt om activiteit (verdamping) op te wekken in de planten en de kas te ontvochtiging. Ook spelen ze een rol bij het voorkomen van schimmelziektes en het reduceren van een verticale temperatuurgradiënt.

Gevraagd is hoe de minimum buizen werken gebruikt in combinatie met instraling, raamstanden en overige parameters.Hieronder de antwoorden per teler:

A. "Afhankelijk van de tijd van het jaar laat ik de computer 10 graden afrekenen op directe instraling van de zon of mag de buis zelfs volledig wegvallen. Ook laat ik de buizen afkoelen bij regen. Raamstanden hebben geen invloed."
B. "Als het te warm wordt in de kas (afwijking op ventilatie temperatuur) mag de minimumbuis er uitgerekend worden. Ook bij te vochtige omstandigheden in de middag gebruik ik ze niet om meer verdamping te voorkomen."
C. "Bij hoge instraling of luchtvochtigheid verminder ik de minimumbuistemperatuur"
E. "Bij hoge instraling mag de buis er uit lopen. Met afwijkingen op ventilatie temperatuur doe ik niks. Dan moeten de ramen gewoon open.

CO_2 gebruik

In tabel 29 valt het op dat er veel verschillen zijn, maar de vereenvoudiging zorgt hier ook tot grotere verschillen. Wel valt op dat iedereen veel CO_2 verkiest boven minder CO_2. Alleen bij echt hoge temperaturen geven de telers aan de CO2 voorziening uit te zetten.

Tabel 29 Inzet van CO2 in de Kas.

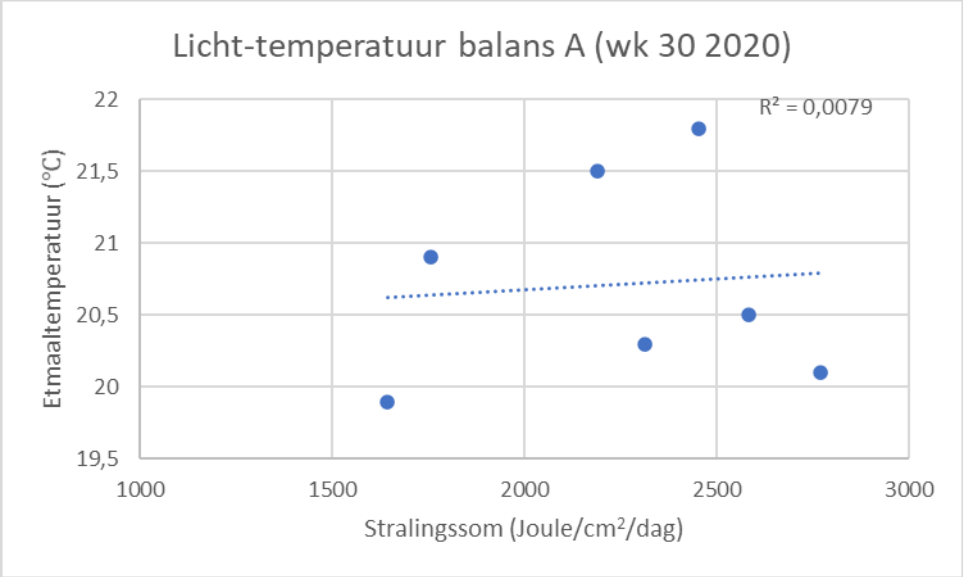
Bedrijf	A	B	C	E
Welke CO2 gehaltes streeft u na in de kas? (ppm)	1000-1200	1000 (of 300kg/ha/u)	500-800 afhankelijk van straling	600 in de zomer tot 800 in de winter.
Hoe bepaalt u de inzet van CO2? Welke invloeden vindt u belangrijk?	Licht en gewasstand	Plantbelasting en licht	Licht en kwaliteit rookgassen	Licht
Hoe lang doseert u? van…. Tot… Relatief t.o.v. zon op en zon onder.	+1,5 tot 1,5	+2 tot -3	+2 tot -3	+1u tot -2u
Welke bronnen van CO2 gebruikt u?	WKK, ketel en OCAP	WKK en technisch CO2	Technisch CO2 en WKK	WKK en ketel
Welke doseercapaciteit heeft u?	Totaal bijna 700 kg/ha/uur	311 kg/ha/uur	90 kg/ha/u technisch. WKK onbekend	264kg/ha/u

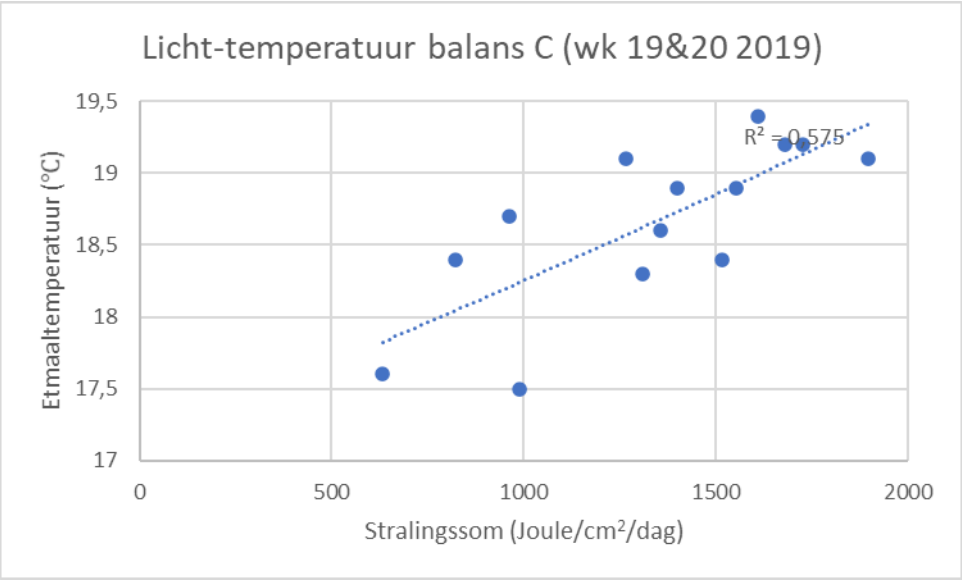
Licht-Temperatuur balans

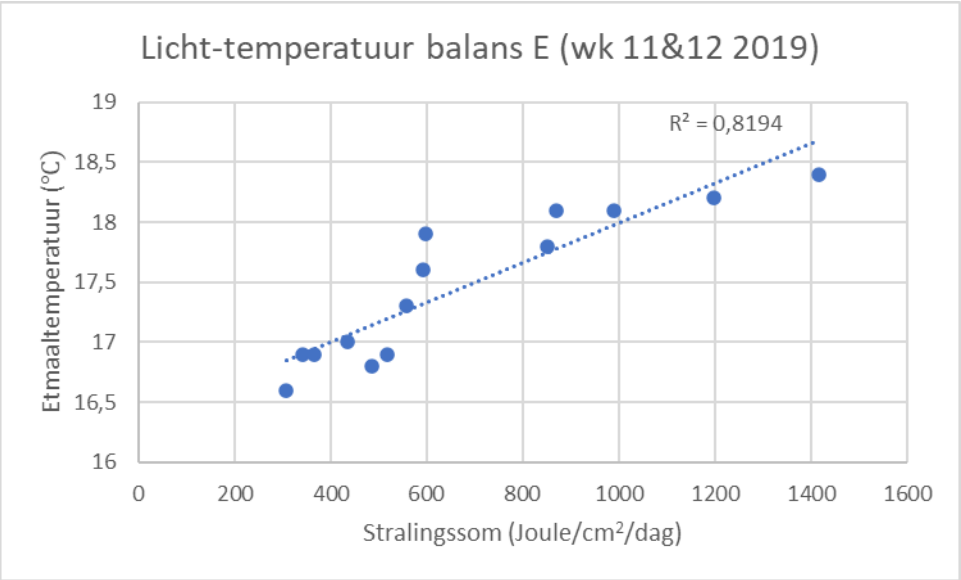
Het werken met licht-temperatuur balans is in de tomatenteelt gemeen goed. Bijna iedereen probeert, als het weer het toe laat, zijn etmaaltemperatuur aan te passen op de hoeveelheid licht die er beschikbaar is. Wel verschillen telers over het aantal dagen dat je deze integratie toe kan passen. Enkele telers zeggen dat het slechts op de dag zelf kan en andere werken met meerdere dagen. Daarbij is een drie-daagse licht-temperatuurintegratie het meest voorkomend.

Hieronder staan drie grafieken waar licht en etmaal temperatuur tegen elkaar is afgezet, gebaseerd op cijfers van bedrijf A, C en E.

Grafiek 2 Temperatuurintegratie van bedrijf A,C en E







Bedrijf A heeft gegevens van 7 dagen aangeleverd, bedrijf C en E van 14 dagen. De periode van registratie verschilt. In de grafiek is een trendlijn aangegeven. Hoe dichter de R^2 naar 1 gaat hoe sterker de relatie.
Er is heel duidelijk te zien dat er een positief verband is tussen de hoeveelheid beschikbaar licht en de etmaal temperaturen die telers in de kas realiseren. We kunnen ook zien dat het verband bij bedrijf A minder sterk is dan bij bedrijf E. Dit kan komen doordat over de integratie over meerdere dagen wordt gedaan, maar in dit geval komt het ook door de kleinere steekproef.

Ventilatoren

Ventilatoren zijn onmisbaar in de tomatenteelt en alle tomatentelers hebben ze dan ook hangen. De vijf bedrijven die hebben mee gedaan aan deze interviews waren daar dan ook geen uitzondering op. Omdat ventilatoren zo standaard zijn, waren de antwoorden dan ook vrij éénduidig.
Op de vraag waarom de ventilatoren worden gebruikt en welk effect ze hebben, antwoorden alle telers min of meer hetzelfde: ‘Er wordt luchtbeweging gecreëerd dat de verdamping in het microklimaat stimuleert. Daarbij wordt het klimaat in de kas ook homogener.’

Al bij de eerste interviews zagen we dat ventilatoren meerdere keren werden genoemd bij de technieken waarin is geïnvesteerd. Ook gespecialiseerde ventilatoren zoals de Airmix en de Verti-Fan® van de Van Der Ende groep zijn populair en worden genoemd als potentiële investering.
Wel zijn er wat verschillen in de manier waarop ventilatoren worden opgehangen. Er zijn een aantal bedrijven die om de drie kappen de ventilatoren van richting laten veranderen. Ander wisselen om de kap van blaas richting.
De meningen zijn ook verdeeld over ventilatoren die de lucht door middel van een slurf onder het gewas blazen. Twee telers zijn uitgesproken voorstander en twee telers uitgesproken tegenstander.

Ontvochtiging

In de tomaten teelt is het controleren van de luchtvochtigheid een belangrijk onderdeel van de klimaat sturing. Met name in het begin van het voorjaar en het najaar wordt een belangrijk gedeelte van het gasverbruik gebruikt om vocht af te voeren. De telers geven allemaal aan dat dit belangrijk is om voldoende activiteit en verdamping te realiseren. Ook speelt een te hoge luchtvochtigheid een rol in de ontwikkeling van schimmelziektes zoals Botrytis en heeft het effect op het fenotype van de plant. De planten investeren relatief meer energie in de ontwikkeling van vegetatieve delen als de kaslucht erg vochtig is. Zelfs de bestuiving kan last ondervinden van een te hoge luchtvochtigheid (plakbloemen).
De telers nemen de volgende maatregelen als ze de luchtvochtigheid te hoog vinden:

A. Minimum raamstand verhogen en minimum buis/groeibuis.
B. Minimum buis is de primaire tool om te ontvochtigen. Minimum raamstanden worden alleen gebruikt in het voorjaar en in de zomer tijdens de nanacht.
C. In de onbelichte kas is een actief ontvochtigingssysteem dat onderdeel is van de gesloten kas. Daarnaast worden verticale ventilatoren met slurven gebruikt om de vocht gradient kleiner te maken. In de andere kassen wordt gebruik gemaakt van minimum buis en minimum raam.
E. Primair minimum raamstanden. Buizen worden meer gestuurd op warmte vraag. Alleen indien nodig wordt er een minimum buis ingesteld op luchtvochtigheid.

De belangrijkste parameters om op vocht te regelen voor de telers zijn: Luchtvochtigheid in de kas op vochtdeficit (VD) of relatiefvocht(RV); Kas temperatuur en wind snelheid. De teeltmanager van bedrijf A geeft aan dat hij ook nog het buitenvocht mee neemt als parameter. Bij bedrijf C wordt ook nog gekeken naar de VPD, maar slechts als monitor. Er wordt niet direct op gestuurd.

Samengevat:

Energie besparing in de tomaten teelt wordt op dit moment sterk geremd door de lage gasprijzen. Gasverbruik in de onbelichte teelt in 2018 was gemiddeld 35m^3/m^2 en in 2019 was dit zelfs gestegen tot 36,9 m^3/m^2. In de belichte teelt hebben we voor 2019 slechts één waarneming en kan daardoor niet goed worden vergeleken met 2018. In 2018 was het gasverbruik in de belichte teelt gemiddeld 38,1m^3/m^2.
Er is zeker interesse in technologische ontwikkelingen, zowel wat betreft kasinrichting als ook sensoren. Maar in de praktijk worden nieuwe sensoren maar weinig gebruikt om mee te sturen en worden investeringen in de kasinrichting maar mondjesmaat gedaan.
Piek in de warmtevraag wordt door de telers niet als zorg gezien.

3.4 Gerbera

Interview ronde 1

In bijlage 1 staan in tabelvorm de antwoorden op de vragen van het diepte interview van het eerste bedrijfsbezoek.

Bedrijfsuitrusting

Bedrijf 1 en 2 zijn gespecialiseerd in mini Gerbera, bedrijf 3 heeft mini en standaard en bedrijf 4 en 5 hebben alleen maar grootbloemige Gerbera. Voor grootbloemige Gerbera is juist in de winter een sterke piekvraag bij traditionele bloemenfeestdagen zoals Valentijn en Vrouwendag.
De belangrijkste verschillen tussen de bedrijven liggen op gebied van belichtingsniveau en de voorzieningen voor de stroom hiervoor. Bedrijven 1 en 3 hebben geen inkoop van stroom voor belichting en zitten rond het gemiddelde kunstlichtniveau in de Gerberateelt. Bedrijf 3 had in 2018 al een extra WKK neergezet voor belichtingsuitbreiding eind 2019. De andere drie hebben bovengemiddeld veel belichting en kopen hier een deel van de stroom voor in. Bedrijf 1,2 en 4 hebben een systeem van actieve ontvochtiging, de overige niet. Van deze 3 zijn er twee die dit maar op ca. 50 % van het bedrijf hebben. De 3 bedrijven met ontvochtiging hebben minder buizen of kleinere buizen in het verwarmingsnet tov van de andere 2 die een standaard Gerbera inrichting hebben.
Twee doeken is op de meeste bedrijven wel aanwezig in de nieuwste afdelingen, echter deze liggen bij bedrijf 1 op zelfde dradenbed waardoor ze niet tegelijk gebruikt kunnen worden. Dit tweede doek is dan bij alle 5 een open zomerdoek, met een energiebesparing van max 15 %. Alleen bedrijf 2 heeft een helder, dicht energiedoek als derde doek.
Een bedrijf heeft een externe CO2 bron via OCAP. 4 bedrijven hebben de beschikking over CO2 via de rookgasreiniger van hun WKK.

Tabel 30: Energieverbruik in 2018 en 2019

Energieverbruik 2018		* =juli 2018 t/m juni 2019 ivm nieuwbouw			**= geen betrouwbare getallen ivm opbouw cluster			
Bedrijfnr.	Totaal M3/m²	Gas WKK M3/m²	elektra inkoop kWh/m²	elektra verkoop kWh/m²	Gas kasverwarming	Belichtingsniveau umol/cm²	Elektra belichting	Energie Gjoules/ha
1**	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	110	0	0
2*	53,85	50,63	32,10	50,63	29,04	120	161	17271
3	60,56	58,40	0,00	68,90	31,94	105	138	15098
4	50,12	48,09	95,40	79,70	26,56	150	186	19040
5	56,00	55,30	94,40	79,50	28,90	177	211	21036
Energieverbruik 2019								
Bedrijfnr.	Totaal M3/m²	Gas WKK M3/m²	elektra inkoop kWh/m²	elektra verkoop kWh/m²	Gas kasverwarming	Belichtingsniveau umol/cm²	Elektra belichting	Energie Gjoules/ha
1	54,72	49,80	37,08	52,18	30,32	110	162	17886
2	54,72	49,80	37,08	52,18	30,32	120	162	17886
3	63,91	63,52	12,10	72,20	32,79	120	165	17068
4	42,83	40,28	106,60	52,04	23,09	150	198	19974
5	50,88	50,51	112,00	57,60	26,13	177	234	22790

Bedrijf 1 kon voor 2018 geen cijfers leveren in verband met clusteropbouw met bedrijf 2.
Voor 2019 heb ik bedrijf 1 en 2 als een beschouwd omdat dit door warmtelevering van 1 naar 2 het meest heldere beeld geeft.

De verschillen in gasverbruik voor kasverwarming zijn in 2018 redelijk groot; tussen de hoogste en laagste zit 20 %. Bedrijf 3 heeft het meeste gas verbruikt en ook het laagste lichtnivo, dus netto veel stroom geleverd. Dit

levert icm met hoog WKK vermogen/ha en kleine buffer een warmteoverschot op. Echter doordat de terug geleverde kWh weer geminderd worden op het geheel, zit dit bedrijf in 2018 laagste in de Gjoules.
Bedrijf 3 heeft in 2019 belichting verhoogd en daardoor meer m3 gas gebruikt en daarnaast ook meer terug geleverd. Dit resulteert sowieso ook in meer gas voor kasverwarming en hoger totaalverbruik. Het gevolg van bijna alle stroom zelf maken is een warmteoverschot wat in de teelt ingezet wordt. Toch blijven ze het laagste in gigajoules door teruglevering die verrekend wordt.
Bedrijf 4 en 5 hebben allen minder m3 gas verbruikt in 2019 tov 2018, ook minder stroom verkocht en minder m3 gas voor kasverwarming gebruikt. Daarentegen hebben alle bedrijven meer stroom ingekocht.
Alle bedrijven hebben in 2019 ook meer uren belicht.

Tabel 31 Energieverbruik 2019 wk 4

Energieverbruik 2019 week 4								
	Totaal	Gas WKK	elektra inkoop	elektra verkoop	Gas	Belichtingsniveau	Elektra	Energie
Bedrijfnr.	M3/m²	M3/m²	kWh/m²	kWh/m²	kasverwarming	umol/cm²	belichting	Gjoules/ha
1	1,05	0,80	5,22	2,50	0,66	110	6	614
2	1,05	0,80	5,22	2,50	0,66	120	6	614
3	2,04	2,00	0,31	2,50	1,06	105	5	520
4	1,53	1,49	3,03	1,26	0,80	150	7	697
5	1,50	1,50	5,25	0,40	0,77	177	10	964

De winter van 2019 was erg zacht. De gasverbruiken worden bepaald door de hoeveelheid WKK vermogen/ha en de netto hoeveelheid teruglevering. Bedrijf met hoogste piek in gas heeft laagste hoeveelheid Gigajoules.

Tabel 32 Het hoogste en laagste gas verbruik per week in 2019

Het hoogste en laagste gas verbruik per week in 2019					
bedrijf	**1**	**2**	**3**	**4**	**5**
Hoogste weekverbruik	1,1m^3/m^2 week 5-6	1,17m^3/m^2 week 23-24	2,1m^3/m^2 week 3	1,48 m^3/m^2 week 3	1,55 m^3/m^2 week 3
Laagste weekverbruik (niet tijdens teeltwissel)	0 m^3/m^2 Week 23-24 en 27 t/m 35	0,33 m^3/m^2 Week 16 en 20	0,19 m^3/m^2 Week 30	0,17 m^3/m^2 Week 30	0,3 m^3/m^2 Week 26-27
Reden hoogste verbruik:	Koude en WKK inzet	Wk 3 was gas + elektra hoogste, wk 23-24 warmte voor buurman +veel terug leveren	Vorst buiten en maximale belichting aan	Vorst buiten en maximale belichting aan	Vorst buiten en maximale belichting aan

Kijk je naar het hoogste en laagste gasverbruik in 2019 dan komt week 3 er bij drie bedrijven uit als hoogste en bij bedrijf 1 juist week 5-6. Hier speelt mee dat bedrijf 1 en 2 in een ander deel van het land zitten en samen een cluster hebben. De hoogste piek bij 1 en 2 is 50 % van piek bij bedrijf 3.

Samenvatting eerste ronde bedrijfsbezoeken:

- **Welke technieken en methoden vanuit HNT worden toegepast:**
- Paar bedrijven met actieve ontvochtiging via buitenlucht of lucht van boven scherm
- Een bedrijf met droogtechniek op basis van condensatie
- Meerdere doeken gebruiken ook al goed opgepakt
- Door groeibuizen te verplaatsen naar hart van gewas wordt er minder met onderbuizen gestookt, minder vochtproduktie
- Door dampdichtheid van de doeken blijft er zonder ontvochtiging altijd een kier in
- Met ontvochtiging tijd nodig voor vertrouwen in techniek om doeken helemaal te sluiten
- Gebruik horizontale ventilatoren voor meer luchtbeweging is al jaren standaard
- Minder gebruik minimum onderbuis bij toepassen actieve ontvochtiging
- Meer bewust omgaan met uitstraling door gebruik pyrgeometer
- Windzijde blijft discussiepunt ivm meeldauw beïnvloeding

- **Welke resultaten op gebied energieverbruik en afvlakken piekbelasting**
- Verlaging energieverbruik staat niet hoog op de agenda. Basis is verlagen energiekosten
- Clustering ook van twee bedrijven met zelfde teelt biedt veel kansen op optimaliseren van gebruik middelen en daarmee de kosten
- Bij gebruik actieve ontvochtiging is verlaging warmteverbruik te behalen en door verkleinen of weghalen kier, echter di moet dan samen met deel inkoop van elektra
- HNT technieken worden vooral ingezet om teelt te optimaliseren
- Afvlakken piekvraag is onbelangrijk item voor alle bedrijven
- Met verduisteringsdoeken en hoge belichtingsnivo met HD-natrium lampen schiet je in zachte winters snel door naar warmteoverschot

- **Welke kansen worden nog onvoldoende benut**
- Meetbox boven doek meer kennis hieruit halen voor vochttransport door doek en doektemperatuur
- Nog te veel kieren
- Vocht doorlatende doeken testen
- Uitstralingsmonitor als simulatieprogramma gebruiken
- Warmte afzetten

Interviewronde 2

In bijlage 1 staan in tabelvorm de antwoorden op de vragen vanuit het diepte interview van het tweede bedrijfsbezoek.

Samenvatting tweede ronde bedrijfsbezoeken:

- **CO_2**
- Licht is de belangrijkste groeifactor waar de CO_2 dosering op wordt afgestemd.
- De doseercapaciteit ligt bij de deelnemers tussen de 130 en 340 kg/ha/uur
- Vloeibare CO_2 wordt vooral gebruikt in periodes waarin niet gelucht kan worden
- Door lage gasprijzen is CO_2 van WKK goedkoper dan vloeibaar

- Iedereen begint 30 minuten na lampen aan en eindigt 15-30 minuten voor doek dicht
- Met een rookgasreiniger is er snel een overaanbod van CO_2, me forse pieken in grafiek tot gevolg.
- Terugkerende vraag is wanneer CO_2 het meest efficiënt wordt ingezet en hoeveel optimaal is. Is dosering op kg's sturen beter dan op ppm. Heeft een blad wat onder laag CO_2 opgegroeid is zich aangepast qua bouw van huidmondjes?

- **Doekregeling**

- Alle bedrijven hebben een verduisteringsdoek. Bij bedrijf 3 (deel bedrijf) en 5 is de bovenkant van aluminium. Dit geeft een grotere energiebesparing en een kleinere kans op condensatie tegen het doek. Door toedoen van de verzekeringsmaatschappijen (te groot brand verspreidingsrisico) zijn deze doeken grotendeels vervangen door doeken met witte bovenkant. Dit doek is tevens energiedoek in de donkerperiode.
- Bedrijf 2 heeft een tweede energiedoek in de vorm van een helder gesloten scherm. Dit ligt op hetzelfde dradenbed als het open zomerscherm. Op buitentemperatuur en straling sluit dit doek boven het verduisteringsdoek.
- Alle bedrijven hebben een deel of het hele bedrijf voorzien van een open zomerdoek met als belangrijkste functie straling tegen houden in de zomer. Dit wordt in voorjaar vanaf 450 Watt geheel gesloten en in hat najaar schuift dit op naar 650 Watt. Dit doek is bij bedrijf 3,4 en 5 op een apart dradenbed ook tevens als tweede energiedoek in gebruikt van grofweg september t/m april op basis van buitentemperatuur, straling en uitstraling. De looprichting van deze doeken is meestal tegenovergesteld aan het verduisteringsdoek, waardoor de kier in het verduisteringsdoek wordt afgedekt.
- In de energiefunctie wordt het doek op basis van tijd, straling en buitentemperatuur open/dicht gestuurd.
- Er wordt bij twee bedrijven zeker gebruikt gemaakt van Pyrgeo sensoren voor de doekregeling. PAR sensor wordt niet direct gebruikt voor de regeling maar wel indirect.
- De kierregeling van de doeken is het aller moeilijkste voor de Gerberateelt. Het liefste zouden we geen kieren hanteren omdat hiermee het klimaat zeker gelijker wordt. Echter met de lage nachttemperatuur die aangehouden wordt in herfst en winter heb je de minimaal 1 % kier nodig om kastemperatuur te regelen en vocht af te voeren. De verduisteringsdoeken slaan nat in koude omstandigheden en laten dan veel te weinig vocht door. Juist een nat en koud doek geeft ook een uitstraling (energieontrekking) naar de bloemknoppen. De kier kan pas sluiten bij een alternatieve vorm van ontvochtigen en indien er geen warmteoverschot is.
- Zodra de lampen aanstaan is er in een van de twee energiedoeken op zijn minst voor een deel geopend.

- **Sensoren**

- Alle bedrijven hebben een PAR sensor op hun bedrijf. Deze hangt op bladniveau en wordt direct gebruikt en de licht-temperatuur regeling op hun klimaatcomputer. Daarnaast geeft deze meter veel informatie voor het data bedrijfsvergelijk waar in de Gerberateelt via Letsgrow alle bedrijven aan meedoen. De data van de PAR sensor worden vooral als SOM gebruikt. Momentane metingen zijn te wisselend door schaduwwerking kasdelen. Indirect wordt er wel de schermregeling in de zomer mee bijgesteld.
- Pyrgeometer wordt bij twee bedrijven gebruikt. Deze hangt buiten op meteomast en geeft geen beeld van netto straling. Het interpreteren is maatwerk per bedrijf en computerfabrikant. Door te werken met trajecten van op dat bedrijf gemeten maximale uitstraling wordt de temperatuurgrens van sluiten in

namiddag verhoogd. Op de andere bedrijven wordt er wel met uitstraling waardes gesimuleerd met de uitstralingsmonitor, een digitale tool van Kas als Energiebron

- Bij gebruik van actieve ontvochtiging wordt er wel gebruik gemaakt van een extra meetbox boven het doek en/of buiten de kas.

- **Ventilatoren**

- Horizontale ventilatoren worden bij bedrijf 3, 4 en 5 toegepast. Dit zit tussen de 7,5 en 10,3 m^3/m^2.uur.
- De ventilatoren draaien zelden op volle kracht, omdat dit naast lawaai ook te veel gewasbeweging en doekschade geeft. Ze draaien als het verduisteringsdoek dicht is sowieso. Daarnaast op vocht en kastemperatuur.
- Doel is door luchtbeweging microklimaat te verbeteren rond knoppen en de plant te stimuleren in verdamping. Daarnaast is doel om klimaat gelijker te maken en Botrytis en rotkoppen te voorkomen.
- Bedrijf 1 heeft op hele bedrijf Nivolatoren die juist verticaal blazen. Dit bedrijf heeft geen groeibuis. De nivolatoren brengen de lampwarmte naar beneden, naast de circulatie functie.
- Bedrijf 1,2 en 4 hebben ook nog ontvochtigingsinstallatie met ventlatoren, maar deze komen bij punt ontvochtiging aan de orde.

- **Moeilijke omstandigheden**

- Door de belichting kunnen de donkere dagen makkelijk gecompenseerd worden.
- Echter de combinatie van donkere dagen, hoge buitentemperaturen en hoog vocht zorgt ervoor dat je veel te snel een hoge etmaaltemperatuur hebt die uiteindelijk tot vegetatieve gewassen leidt.
- Het verduisteringsdoek is zomer vooral temperatuur verhogend en s winters vocht verhogend. Je zou in de zomer met HNT technieken willen koelen onder het doek, zeker bij jonge gewassen die zelf onvoldoende kunnen verdampen. Dit lukt in het voorjaar wel door groot absoluut vochtverschil tussen binnen en buiten, maar in de herfst is zowel het temperatuur als vochtverschil tussen kas en buiten erg klein.

- **Ontvochtigen**

- Zodra er actief ontvochtigd hoeft er minder gekierd te worden met het energiedoek. Daarnaast levert de ontvochtiging direct(bedrijf 4 Drygairs) of indirect (bedrijf 2 via luchtbehandelingkasten met warmteterugwinning) warmte op. Dit is terug te zien in lagere minimumbuizen. Dan wordt er gestuurd op VD.
- Bedrijven zonder actieve ontvochtiging gebruiken minimum lucht, kieren in doek en de minimumbuis voor de ontvochtiging. Daar speelt mee dat er ook een groot deel van het jaar ruim warmte over is van stroom en CO_2 productie.
- De minimum buizen gaan er overdag uit op kastemperatuur en VD.
- Juist door actieve ontvochtiging wordt warmtoverschot groter. Daardoor kan het bij bedrijf 4 maar op 50 % van de bedrijfsoppervlakte toegepast worden. Zelfs bij 30 en 60 % inkoop van stroom speelt dit. Minder warmte inbreng van de lampen moet volgende stap zijn.

- **Licht/temperatuurbalans**

- Alle telers werken met een licht/ temperatuurbalans. Deze tabel is door FloriConsultGroup ontwikkeld en inmiddels geïntegreerd in zowel Priva als Hoogendoorn regelingen. De PAR meting is de basis hiervoor en per bedrijf wordt aan de hand van plantbelasting, kwaliteit en vegetatieve/generatieve balans en aanpassingsstrategie gemaakt op de tabelwaarde.
- Telers zijn zich nu veel bewuster van de momenten waar ze afwijken van de

- Alleen in het najaar wordt er gebruik gemaakt van meerdaagse temperatuurintegratie. Op donkere, vochtige dagen kom je sowieso te hoog uit in temperatuur omdat je ook wilt belichten. Dit wordt dan gecompenseerd door op lichtere dagen juist iets koeler te telen dan aanbevolen.

Conclusies en aanbevelingen Gerbera

Conclusies

- Gehanteerde technieken en methoden op gebied van energie staan vrijwel altijd in het teken van teeltoptimalisatie op de eerste plaats en energiekosten verlagen op tweede plaats
- Piekbelasting is voor niemand een belangrijk item omdat dit veroorzaakt wordt door externe omstandigheden zoals buitentemperatuur en piekvraag naar bloemen.
- Door toegenomen belichtingsnivo en toegenomen kosten voor stroominkoop is ontvochtiging minder interessant, omdat er een warmteoverschot is.
- Actieve ontvochtiging is bij nieuwbouw makkelijker in te passen, omdat je dan gelijk de warmtevoorziening hierop kan aanpassen. Maar hier zijn de hoge kosten voor LED lampen nog een groot nadeel.
- Meer aandacht voor uitstraling van zowel kasdek als doeken is nog een aandachtspunt voor de winterperiode.
- Het energieverbruik wordt sterk bepaald door de hoogte van het belichtingsnivo.
- Bedrijven met actieve ontvochtiging hebben wel een lager gebruik aan warmte voor het kasklimaat.
- Sensoren worden al veel toegepast. Onderhoud en controle waardes is wel heel belangrijk en vergt meer aandacht voor optimaal gebruik.
- De verschillen in CO2 dosering in kg/ha/uur zijn vrij groot. Opvallend is dat door clustering juist in CO2-warmtebenutting grote voordelen te halen zijn icm ontvochtiging
- Er wordt veel aandacht besteed aan licht/temperatuurbalans. Deze brede kennisuitwisseling tussen Gerberatelers via FCG en Letsgrow speelt hier een belangrijke rol in.

Aanbevelingen

- De vochtdoorlatendheid van de verduisteringsdoeken moet verbeteren
- Kennis over hybridebelichting met LED en HPS is essentieel om tot verder stappen in energiebesparing te komen
- Uitwisseling van kennis met teelten in vergelijkbare omstandigheden zoals chrysant moet meer plaatsvinden om nieuwe technieken zoals sensoren of airmixers te stimuleren en optimaliseren.
- Door teveel luchtbeweging en te koude lucht plaatselijk wordt meeldauw gestimuleerd. Meeldauw en Botrytisgevoeligheid moet bij verdeling en uiteindelijk rasinformatie een grotere rol gaan spelen. Minder gevoeligheid of resistentie zijn nodig om volgende stappen in energiebesparing te kunnen zetten.

3.5 Chrysant

Interview ronde 1

In bijlage 2 staan in tabelvorm de antwoorden op de vragen vanuit de energiescan het diepte interview van het eerste bedrijfsbezoek.

Bedrijfsuitrusting

De belangrijkste verschillen tussen de bedrijven liggen op gebied van ontvochtiging en aardwarmte. 2 bedrijven hebben een systeem van actieve ontvochtiging, de overige niet. Eén bedrijf heeft een redelijk grote aansluiting op een aardwarmtebron waarmee de warmtevraag voor de maanden april tot oktober gedekt wordt. Een ander bedrijf heeft een kleine aansluiting op een warmtebron voor aanvullende warmte. Opgemerkt moet worden dat dit niet de verhoudingen binnen de totale chrysantenteelt weergeeft. De bedrijven zijn gekozen op basis van diversiteit in klimaat- en energievoorziening.
Vier bedrijven hebben een externe CO2 bron via OCAP. Bedrijven 1 en 2 hebben de beschikking over CO2 via de WKK (rookgasreiniger).

Energieverbruik in 2018 en 2019

Tabel 33 Energieverbruik 2018 en 2019

Energieverbruik 2018

Bedrijfnr.	Totaal M3/m²	Gas WKK M3/m²	Warmtebron GigaJoules/ha	elektra inkoop kWh/m²	elektra verkoop kWh/m²	Gas kas verwarming	Belichtingsniveau umol/cm²	Elektra belichting	Energie Gjoules/ha
Bedrijf 1	44	42		87	68	23	130	167	17052
Bedrijf 2	63	57		36	120	35	95	120	14686
Bedrijf 3	59	55		49	97	32	120	147	16440
Bedrijf 4	41	37	3017	77	38	23	124	170	18035
Bedrijf 5	51	47		45	59	28	110	152	16608

Energieverbruik 2019

Bedrijfnr.	Totaal M3/m²	Gas WKK M3/m²	Warmtebron GigaJoules/ha	elektra inkoop kWh/m²	elektra verkoop kWh/m²	Gas kas verwarming	Belichtingsniveau umol/cm²	Elektra belichting	Energie Gjoules/ha
Bedrijf 1						0	130	0	0
Bedrijf 2	65	59		42	115	36	95	135	16340
Bedrijf 3	57	52		54	82	32	120	157	17572
Bedrijf 4	37	32	4335	77	27	21	124	165	17372
Bedrijf 5	47	42	763	48	46	26	110	150	16638

Bedrijf 1 kon voor 2019 geen betrouwbare gegevens leveren in verband met aanbouw nieuwe kas.

De verschillen in gasverbruik voor kasverwarming zijn fors te noemen: tussen het hoogste en het laagste verbruik zit 35-40%. Bij het bedrijf met het laagste warmtegebruik is het gebruik van aardwarmte de hoofdoorzaak. Het bedrijf met actieve ontvochtiging via slurven komt ook opvallend laag uit.
Een belangrijke factor in het warmtegebruik is het gebruik van de WKK. Meer toepassing zorgt uiteraard voor meer warmteproductie. Maar ook voor meer productie van elektra, die dan ook meer wordt terug geleverd. Daarnaast hoeft er bij meer gebruik van de WKK minder elektra te worden ingekocht. Dit resulteert er uiteindelijk in, dat de verschillen in energieverbruik in Gjoules/ha uiteindelijk een stuk kleiner zijn. Sterker: het bedrijf met het hoogste gasverbruik voor kasverwarming verbruikte in 2018 20% minder energie dan het bedrijf met het laagste gasverbruik voor de kas. Hierin speelt ook het belichtingsniveau een grote rol: bij een

hoger geïnstalleerd vermogen, wordt er uiteraard meer elektra verbruikt. Waardoor er meer moet worden ingekocht.

Tabel 34 Verbruik wk 4 2019

Bedrijfnr.	Totaal M3/m²	Gas WKK M3/m²	Warmtebron GigaJoules	elektra inkoop kWh/m²	elektra verko kWh/m²	Gas kas verwarming	Elektra belichting	Energie Gjoules/ha
Bedrijf 1	1,3	1,3		3,5	1,0	0,64	7,0	668
Bedrijf 2	1,4	1,4		1,6	0,6	0,73	6,1	599
Bedrijf 3	1,3	1,3	5,5	2,6	1,0	0,65	6,0	587
Bedrijf 4	1,7	1,7		1,8	1,6	0,84	6,1	598
Bedrijf 5	1,9	1,9		1,0	2,4	0,94	5,3	526

De winter van 2019 was erg zacht. In week 4 waren een paar dagen met lage temperaturen en weinig licht. Toch heeft dit niet geleid tot hoge verbruiken, zie tabel 34.

Berekening bedrijfstijd

Tabel 35 Bedrijfstijd 2019

Bedrijfnr.	oppervlakte (m²	gas max capaciteit:	Bedrijfstijd	elektra max capaciteit:	Bedrijfstijd
Bedrijf 1	41000	422	0	1600	0
Bedrijf 2	24000	320	4884	300	3328
Bedrijf 3	22000	320	3940	420	2802
Bedrijf 4	24900	307	2972	920	2079
Bedrijf 5	46500	760	2876	700	3155

De maximale capaciteit gas ligt omgerekend naar bedrijfsoppervlakte redelijk dicht bij elkaar in de buurt en wordt bepaald door de WKK. De deelnemers hebben geen hogere gaspiek gemaakt dan het maximale verbruik van de WKK. De verschillen in bedrijfstijd worden vooral veroorzaakt door het totale gasverbruik: hoe hoger het verbruik, hoe langer de bedrijfstijd. Dit betekent dat bedrijven met een lager gasverbruik per M3 meer transportkosten hebben, dus een hogere totale gasprijs.
De bedrijfstijd voor elektra wordt vooral bepaald door het belichtingsniveau, het WKK vermogen per ha en het elektraverbruik. De opvallend lage bedrijfstijd bij bedrijf 4 , zie tabel 35, wordt, naast dat het een klein WKK vermogen/ha heeft en het een na hoogste belichtingsniveau, ook bepaald doordat dit bedrijf er voor kiest om bij een WKK storing toch de helft van het bedrijf nog te kunnen belichten via inkoop elektra. Dit geeft een hoge piekvraag (920 kW i.p.v. 850kW), met een lage bedrijfstijd tot gevolg.

Samenvatting eerste ronde bedrijfsbezoeken:

- **Welke technieken en methoden vanuit HNT worden toegepast:**
- Paar bedrijven met actieve ontvochtiging via buitenlucht of lucht van boven scherm
- Gebruik ventilatoren voor meer luchtbeweging
- Paar bedrijven met deel warmteverbruik via aardwarmte
- Onbewust een stuk temperatuurintegratie
- Minder gebruik minimum (boven) buis bij toepassen actieve ontvochtiging
- Meer bewust omgaan met uitstraling en schermgebruik
- Meer gebruik (minimum) raam windzijde

- **Welke resultaten op gebied energieverbruik en afvlakken piekbelasting**
- Verlaging energieverbruik staat niet hoog op de agenda. Basis is verlagen energiekosten
- Bij gebruik actieve ontvochtiging is verlaging warmteverbruik te behalen
- HNT technieken worden vooral ingezet om teelt te optimaliseren
- Afvlakken piekvraag is geen belangrijk item geweest laatste jaren door zachte winters en veel WKK vermogen.

- **Welke kansen worden nog onvoldoende benut**
- Nog geen gebruik pyrgeometer
- Weinig gebruik van meetbox boven scherm
- Weinig gebruik 2^{e} (energie) doek
- Nog niet standaard gebruik actieve ontvochtiging, maar wel sterk in belangstelling
- Weglaten minimum onderbuis bij actieve ontvochtiging

Interviewronde 2 Chrysant

In bijlage 2 staan in tabelvorm de antwoorden op de vragen vanuit het diepte interview van het tweede bedrijfsbezoek.

Samenvatting tweede ronde bedrijfsbezoeken:

- **CO2**
- Licht is de belangrijkste groeifactor waar de CO2 dosering op wordt afgestemd.
- De doseercapaciteit ligt bij de deelnemers tussen de 140 en 300 kg/ha/uur
- Opvallend veel bedrijven met zuivere (OCAP) CO2 dosering. Dit is meer dan gemiddeld in de chrysantenteelt in Nederland.
- Terugkerende vraag is wanneer CO2 het meest efficient wordt ingezet en hoeveel optimaal is.

- **Doekregeling**
- Bij de meeste bedrijven is het verduisteringsdoek tevens het energiedoek. 1 bedrijf heeft een apart energiedoek.
- In de energiefunctie wordt het doek op basis van tijd, straling en buitentemperatuur open/dicht gestuurd.
- Er wordt geen gebruik gemaakt van PAR sensoren voor de doekregeling.
- De kierregeling van de doeken wordt als lastig ervaren. Het realiseren van een stabiele regeling met stabiele temperatuur en vocht blijkt moeilijk.

- **Sensoren**
- Buiten de standaard meetbox worden er geen extra sensoren gebruikt.
- Het nut wordt niet voldoende ingezien.
- Bij gebruik van actieve ontvochtiging wordt er wel gebruik gemaakt van een extra meetbox boven het doek of buiten de kas.

- **Ventilatoren**
- Ventilatoren worden vooral gebruikt bij toepassing van actieve ontvochtiging.
- Doel is een gelijkmatiger klimaat, voor gelijke afbloei en minder roestgevoeligheid. Ook kan is het een mogelijkheid om generatiever te sturen.
- Als voordeel wordt gezien, dat je de warme lucht bovenin de kas meer bij het gewas kan brengen.

- **Moeilijke omstandigheden**
- Het verduisteringsdoek heeft een grote invloed op de klimaatregeling in chrysant. De temperatuur en vocht zijn hierdoor makkelijk te hoog. Dit heeft invloed op de vegetatieve/generatieve groei. Het realiseren van een goed gecontroleerd kasklimaat onder het doek wordt als lastig ervaren.

- **Ontvochtigen**
- Bedrijven zonder actieve ontvochtiging gebruiken de minimumbuis en het (hierdoor) meer openen van de luchtramen in combinatie met een kier in het doek voor de ontvochtiging.
- Bij actieve ontvochtiging wordt de minimum buis nog wel gebruikt, maar op een lagere temperatuur.
- Dan wordt er gestuurd op RV.
- De minimum buizen gaan er overdag uit op lichtintensiteit.

- Als voordelen van actieve ontvochtiging worden gezien de rustige regeling, ook doordat er niet meer gekierd hoeft te worden. Bij AV verschil van 3 of meer tussen buiten en binnen is vocht goed te regelen.

- **Licht/temperatuurbalans**
- Binnen de deelnemers is er maar 1 die hier actief mee bezig is. Deze wil er nu ook op gaan regelen.
- Onbewust wordt er mee gewerkt, doordat bij meer licht een hogere (dag) temperatuur wordt nagestreefd.
- Als een reden waarom er niet veel mee wordt gedaan, wordt de WKK genoemd: deze zorgt voor warmteoverschot, waardoor de temperatuur soms hoger uit komt dan gewenst.

Conclusies en aanbevelingen Chrysant

Conclusies

- Gehanteerde technieken en methoden op gebied van energie staan vrijwel altijd in het teken van teeltoptimalisatie.
- Dit kan energiebesparing tot gevolg hebben, maar is geen doel op zich. Vooral doordat de energieprijzen de laatste jaren laag zijn.
- Een uitzondering is het toepassen van aardwarmte. Dit heeft als primair doel het verlagen van gebruik fossiele brandstoffen.
- Actieve ontvochtiging staat sterk in de belangstelling. Of er is al in geïnvesteerd, of de ontwikkelingen worden met interesse gevolgd. Reden is teeltoptimalisatie, door een betere beheersbaarheid van het klimaat onder het verduisteringsdoek. Ervaringen komende tijd moeten uitwijzen hoe groot de voordelen zijn.
- Bij toepassen van actieve ontvochtiging wordt er gewerkt met lagere minimumbuizen, maar deze worden nog niet helemaal los gelaten.
- Meer aandacht voor uitstraling en als gevolg hiervan een aangepast gebruik van het verduisteringsdoek is een belangrijk leerpunt vanuit HNT
- De piekvraag verlagen is geen onderwerp wat hoog op de agenda heeft gestaan. Deels door de zachte winters, deels doordat het piekverbruik vaak wordt bepaald door het WKK vermogen.
- Indien er meer warmtevraag komt dan wat de WKK kan leveren, dan zou gekozen worden voor energiebesparende maatregelen als doeken ook overdag dicht houden en een lagere etmaaltemperatuur accepteren.
- Bedrijven met actieve ontvochtiging of gebruik aardwarmte hebben wel een lager gebruik aan warmte voor het kasklimaat.
- Maar dit resulteert niet in een lager energieverbruik in GJ/ha. Dit komt omdat bij minder gebruik van de WKK in uren en/of vermogen, de elektra inkoop elektra toe- en de verkoop afneemt.
- Sensoren worden in de chrysantenteelt nog minimaal toegepast. Het nut wordt niet voldoende ingezien.
- De verschillen in CO2 dosering in kg/ha/uur zijn bij de 5 bedrijven redelijk groot. Terugkerende vraag is dan ook: wanneer gaat de plant meest efficient met CO2 om?
- Er wordt nog weinig aandacht besteed aan de licht/temperatuurbalans bij de 5 deelnemende bedrijven. Ook hier wordt het nut onvoldoende ingezien.

Aanbevelingen

- Bundelen ervaringen actief ontvochtigen. Toepassers zijn enthousiast, twijfelaars moeten met praktijkervaringen overtuigd worden of het ook voor hen interessant is.
- Onderzoeksvragen die naar boven komen:
  -Hebben sensoren werkelijk weinig nut voor chrysantenteelt?
  -Wanneer gaat gewas meest efficient om met CO2? Zowel qua omstandigheden als qua hoeveelheid.
  -Wat is het nut van het werken met een licht/temperatuurbalans in chrysant?

3.6 Potplanten

De vijf potplantenbedrijven, die meedoen aan het Project Spaarmotief telen groene kamerplanten en perkplanten. Bedrijven drie, vier en vijf hebben belichting. Het is in alle gevallen Son T belichting. Alleen nummer één maakt gebruik van een WKK. Nummers twee, drie en vier maken gebruik van een warmtebron en nummer 5 verwarmt via heteluchtkachels op stroom.

Interviewronde 1

Energieverbruik

In onderstaande tabel staat per bedrijf het teeltoppervlak (m^2), het energieverbruik in kuubs gas en kWh/m^2 elektriciteit, warmtebron verbruik, de inkoop minus verkoop van kWh/m^2 en de piekdatum op het desbetreffende bedrijf.

Tabel 36 Energieverbruik potplantenkwekers 2018

Bedrijfs nummer	Teeltoppervlak in m^2	Gas WKK in M3/m^2	Warmtebron in GigaJoules/m^2	Inkoop-verkoop 2018 in kWh/m^2
1.	60.000	1,0	x	-3,7
2.	26.000	x	Vanaf 2019	7,0
3.	39.600	x	0,9	36,9
4.	21.874	x	0,6	13,5
5.	25.000	x	x	10,0

Opvallend is dat alleen bedrijf 1 gasverbruik heeft, en dan nog slechts 1 m3/m2. Bedrijf 2 tm 4 betrekt de warmte uit een warmtebron. Bedrijf 5 gebruikt elektrische heteluchtkachels. Het elektriciteitsverbruik varieert per teler tussen de -3.7 en 37 kWh/m^2. Dit is een groot verschil, dat komt voornamelijk door de verschillende kastypen en gewassen die worden gekweekt. Teler 3 teelt gewassen met een hogere warmtebehoefte. Teler 1 heeft een negatief verbruik omdat hij stroom teruglevert vanuit de WKK.

Energie besparen

Op de vraag hoe belangrijk telers energiebesparen vinden, antwoordt slechts 1 teler dat hij dit niet belangrijk vindt. Twee telers geven aan het heel belangrijk te vinden. Allen hebben of gaan investeren in energiebepsarende maatregelen, zie tabel 37.

De kwekers nemen al de volgende maatregelen om energie te besparen:

- Verlaging van de buistemperatuur door nieuwe inzichten
- Meer schermuren door Het Nieuwe Telen
- Het kasklimaat homogener maken door ventilatoren of nieuwe doeken
- Gebruik maken van temperatuur integratie over een tijdsperiode van vier dagen
- Het gebruik maken van een pyrgeometer om uitstraling te beperken

Waar laten de kwekers kansen liggen om nog meer energie te besparen?

- Installeren van een actieve ontvochtings installatie zodat de minimum buis er uit kan
- Meetbox boven het scherm voor een inzichtelijkere luchtingsstrategie

- Temperatuur naar beneden stellen en de teeltsnelheid gelijk houden

Tabel 37 Belangrijkheid energiebesparing voor telers

Bedrijf	**Energiebesparing**	**Investeringen**	**Mogelijkheid verlagen**	
1.	Ja	Ja	Niet	
2.	Belangrijk	Ja	Aardwarmte inkopen	
3.	Belangrijk	Ja	Scherm, nivolators, temp. Integratie, ruimtebenutting verbeteren	
4.	Niet	Ja	Kouder en sensoren	
5.	Ja	Ja	HNT ontdekken, rassenkeuze aanpassen, restwarmte uit riolering halen	

Sensoren

Onderstaande tabel geeft een overzicht van de sensoren die gebruikt worden.

Tabel 38 Sensorengebruik

Sensoren	**Plant temp.**	**Pyrgeometer**	**RV-meter buiten**	**Meetbox boven scherm**	**Par-licht**
1.	Nee	Nee	Nee	Nee	Nee
2.	Nee	Ja	Ja	Ja	Nee
3.	Nee	Ja	Nee	Nee	Ja
4.	Ja	Nee	Nee	Nee	Ja
5.	Nee	Nee	Nee	Nee	Nee

Er worden door de bedrijven nog weinig sensoren gebruikt. Voornamelijk bedrijf 2 maakt gebruik van diverse sensoren om de teelt inzichtelijker te krijgen. Bedrijf 1 en 5 gebruiken geen van de gevraagde sensoren.
De reden is dat men het lastig vindt om de uitkomende data goed te interpreteren.

Conclusie ronde één

Het gasverbruik van de bedrijven is nihil door gebruik van warmte uit warmtebron. Qua teeltwijze wordt er wel steeds meer gebruik gemaakt van technieken van het HNT, alhoewel er erg nog steeds traditioneel geteeld wordt. Er wordt over het algemeen op de bedrijven nog weinig gebruik gemaakt van sensoren.

Tijdens de interviews proefde ik bij de bedrijven dat energie helemaal niet zo groot issue is op hun bedrijf. Het gaat eigenlijk alleen over hoe de teelt zo optimaal mogelijk geteeld kan worden en niet hoe kunnen we de teelt efficiënter maken. Dit komt ook een gedeelte door dat de bedrijven veel verschillende variëteiten hebben staan en daardoor niet per variëteit een kostprijs bepalen.
De bedrijven zijn wel geïnteresseerd in nieuwe technieken en denken ook dat daar de toekomst ligt.

Interviewronde 2

Energieverbruik

In onderstaande tabel staat per bedrijf het teeltoppervlak (m^2), het energieverbruik in kuubs gas en kWh/m^2 elektriciteit, warmtebron verbruik, de inkoop minus verkoop van kWh/m^2 en de piekdatum op het desbetreffende bedrijf.

Tabel 39 Energieverbruik potplantenkwekers 2019

Bedrijfsnummer	Teeltoppervlak in m^2	Gas WKK in M3/m^2	Warmtebron in GigaJoules/m^2	Inkoop-verkoop 2019 in kWh/m^2
1.	60000	29,3	x	-35,1
2.	26000	x	6,7	8,3
3.	39600	x	28,4	32,5
4.	21874	x	0,6	23,5

Het elektriciteitsverbruik varieert per teler tussen de -35 en 32.5 kWh/m^2. Dit komt voornamelijk door de verschillende kastypen en gewassen die worden gekweekt.

Piekverbruik

Onderstaande tabel geeft het piekverbruik en de datum van plaatsvinden weer.

Tabel 40 Piekverbuik potplantetelers

Bedrijfsnummer	Piekdatum	Energie in Gjoules/ha	Piekdatum	Energie in Gjoules/ha
1.	Nee	32	week 5 2019	-2826
2.	December 2018	333	week 4 2019	189
3.	Nee	207	week 5 2019	211
4.	Wk 11 2019	666	week 5 2019	41
5.	Oktober tot maart (2018)	121	Oktober tot maart(2019)	144

Opvallend is dat de telers het piekverbruik niet belangrijk vinden of ermee bezig zijn. Dit komt omdat het geen invloed heeft op de kostprijs van het product. 3 telers hebben geen piek, teler 4 heeft een piek in wk 11 van 2019 vanwege de teeltfase van het gewas, bij teler 2 valt deze in december 2018.
De verwachting vooraf was dat bij de laagste buitentemperatuur het hoogste energieverbruik is. In 2019 was wk 5 de koudste week.

Strategie per kweker

In de tweede ronde is er meer gekeken naar de strategie van de kweker. Ook is er gekeken bij de verschillende kwekers voor de relaties tussen de etmaaltemperatuur en de stralingssom. Per kweker wordt zijn strategie beschreven.

Kweker 1

Maakt alleen gebruik van een ketel voor de energie. Belangrijkste reden van piekverbruik is de kas op temperatuur houden. CO2 komt van de ketel af en kent hierdoor geen piekverbruik. Dit mag met toenemend licht oplopen en zal daarom in zomer iets meer gedoseerd worden dan in de winter. De CO2 streefwaarde is 620ppm overdag en dit kan oplopen tot 1000ppm.

Doeken gaan open op licht en temperatuur en gaan dicht op licht en temperatuur. Hij wil graag het energiedoek vervangen. Vanwege slijtage en de betere vochtdoorlatendheid van de nieuwe doeken.

Qua klimaat maakt hij nog geen gebruik van diverse sensoren zoals een par-licht en infraroodcamera. Maar zou wel graag meer met VPD willen gaan doen. Hij regelt nu voornamelijk veel op de problemen die het gewas vertoont maar met sensoren kun je dit vooraf al regelen.

Etmaaltemperatuur en stralingssom
Gemiddelde mol/m^2 in week 9 en 10 ligt op 8,5 mol/m^2 per dag. De gemiddelde etmaaltemperatuur die hierbij hoort is 18.9^C. Van deze verhoudingen maakt hij al gebruik nu. Hij laat bij een hogere instraling de luchtingstemperatuur oplopen.

Kweker 2
In augustus 2019 gebruik gaan maken van een warmtebron. Dit om beter de energievraag in de toekomst te kunnen voorzien. Belangrijkste reden energieverbruik is de kas op temperatuur houden. En CO2 wordt alleen gedoseerd als de ketel aanstaat, hierbij geen piekverbruik.

Doeken gaan open op licht en temperatuur en gaan dicht op licht en temperatuur. Hij wil graag nog een airmix of nivolator voor een beter ontvochtiging.

Qua klimaat maakt hij al gebruik van diverse sensoren zoals een par-licht en rv meter buiten. Hier kan die met de regelingen nog meer uit halen. Gebruikt dit nu vooral om te monitoren i.p.v. op te regelen.

Etmaaltemperatuur en stralingssom
Gemiddelde mol/m^2 in week 9 en 10 ligt op 11 mol/m^2 per dag. De gemiddelde etmaaltemperatuur die hierbij hoort is 19,3^C. Van deze verhoudingen maakt hij nog geen gebruik.

Kweker 3
Maakt alleen gebruik van een warmtebron voor de energie. Belangrijkste reden van piekverbruik is de kas op temperatuur houden. CO2 wordt vloeibaar ingekocht en kent geen piekverbruik. Dit mag met toenemend licht oplopen en zal daarom in zomer iets meer gedoseerd worden dan in de winter.

Doeken gaan open op licht en temperatuur en gaan dicht op licht en temperatuur. Hij wil graag nog sensoren/tools om het klimaat eenvoudiger te monitoren zoals een par-licht meter. En hij wil graag de kieren meer op wens afstellen.

Qua klimaat maakt hij al gebruik van diverse sensoren zoals een par-licht en infraroodcamera. Hier kan die met de regelingen nog meer uit halen. Gebruikt dit nu vooral om te monitoren i.p.v. op te regelen. En vraagt zich of met de ventilatoren hoe je dit nu optimaal kan regelen voor een betaalbare prijs.

Etmaaltemperatuur en stralingssom
Gemiddelde mol/m^2 in week 9 en 10 ligt op 9 mol/m^2 per dag. De gemiddelde etmaaltemperatuur die hierbij hoort is 19^C. Van deze verhoudingen maakt hij geen gebruik omdat het niet uit kan met de diverse teeltplanningen op het bedrijf.

Kweker 4

Maakt alleen gebruik van een warmtebron voor de energie. Belangrijkste reden van piekverbruik is de kas op temperatuur houden. CO2 wordt vloeibaar ingekocht en kent geen piekverbruik. Dit wordt het hele jaar constant nagestreefd op 500 ppm en mag met toenemend licht oplopen.

Doeken gaan open op licht en temperatuur en gaan dicht op licht en temperatuur. Hij wil graag nog sensoren/tools om het klimaat eenvoudiger te monitoren zoals een Pyrgeometer.

Qua klimaat maakt hij al gebruik van diverse sensoren zoals een par-licht en infraroodcamera. Hier kan die met de regelingen nog meer uit halen. Gebruikt dit nu vooral om te monitoren i.p.v. op te regelen.

Etmaaltemperatuur en stralingssom

Gemiddelde mol/m^2 in week 9 en 10 ligt op 9 mol/m^2 per dag. De gemiddelde etmaaltemperatuur die hierbij hoort is 19^C. Van deze verhoudingen maakt hij al gebruik maar heeft ze nog niet ingesteld op de klimaatcomputer.

Kweker 5

Koopt alleen electiciteit in. Het piekverbruik ligt in de winter als de kas op temperatuur gehouden moet worden voor de Poinsettia teelt. CO2 wordt er niet gedoseerd.

Doeken gaan open op licht en temperatuur en gaan dicht op licht en temperatuur. Hij wil graag een meetbox boven het scherm om het moment van doek openen te optimaliseren.

Qua klimaat maakt hij nog geen gebruik van diverse sensoren zoals een par-licht en infraroodcamera. Maar zou wel graag meer met ontvochtiging willen gaan doen. Er wordt nagedacht over actieve ontvochtiging zoals een drygair of nivolator.

Etmaaltemperatuur en stralingssom

Gemiddelde mol/m^2 in week 9 en 10 ligt op 1,1 mol/m^2 per dag. De gemiddelde etmaaltemperatuur die hierbij hoort is 17.7^C. Van deze verhoudingen maakt hij al gebruik nu bij acties om de planten op tijd klaar te krijgen.

Lastige situaties klimaatsturing

In tabel 41 is te zien welke situatie de kwekers lastig vinden in klimaatsturing. Er moest een keus gemaakt worden van 1 tm 5 waarbij 1 meest lastig is en 5 minst lastig. Het is duidelijk dat buiïg weer als meest lastig ervaren wordt. Teler 3 vindt daarnaast storm in de zomer lastig omdat de raambegrenzing te hoge kastemperaturen geeft en dat geeft schade aan de planten. Teler 4 geeft aan dat hij luchten in het voorjaar lastig vindt.

Tabel 41 Lastige situaties om klimaat te sturen

Bedrijf	donker weer	hoog vocht	zomers	oostenwind	buiig weer	anders nl
1	3	2	4	5	1	
2	3	2	4	5	1	stormstand zomer (te warm)
3	1	5	3	4	2	wanneer doeken open bij donker weer
4	2	3	5	4	1	luchten voorjaar
5	3	1	5	4	2	
totaal	12	14	22	23	7	

Wensen over toepassen HNT

De telers is gevraagd wat ze lastig vinden bij het toepassen van HNT, en waar ze wel meer van willen weten. Zie de opmerkingen in onderstaande tabel.

Tabel 42 Uitdagingen in toepassen HNT

Lastigste HNT	**Opm.**
1.	Plant gaan lezen dmv sensoren
2.	De planten hard houden
3.	Hoe pas je het nu toe in een kas met 1 doek?
4.	Plant gaan lezen dmv sensoren
5.	Hoe bepaal ik de opbrengsten van verschillende energie maatregelen?

Conclusies Potplanten:

De kwekers kennen allemaal een piekverbuik in energie. De voornaamste reden hier is om de kas op temperatuur te houden. CO2 kent geen duidelijk piekverbuik zoals energie maar wordt in de zomer meer gedoseerd dan in de winter. Dit komt doordat de CO2 toediening oploopt bij de kwekers als de instraling toeneemt.

De doeken worden allemaal geregeld op kastemperatuur, buitentemperatuur en instraling. Er wordt nog geen gebruik van par-licht of planttemperatuur. Kieren van het doek gebeurt voornamelijk voor het afvoeren van vocht maar bij bepaalde kwekers ook voor de temperatuur.

Sensoren worden al veelvoudig gebruikt binnen en buiten de kas. Dit wordt nu nog gebruikt om op te monitoren. De regelingen in de kas worden hierop nog niet volledig afgestemd. Hier kan nog een optimalisatieslag worden gemaakt in de toekomst.

De etmaaltemperatuur in verhouding met de stralingssom is bij de groene planten kwekers nagenoeg gelijk, alleen bij de perkgoedkweker is dit lager. Dit komt in beide gevallen ook overeen met de temperaturen die tijdens de teelt worden nagestreefd.

3.7 Aardbei

De 5 bedrijven die deelnemen aan het Project Spaarmotief telen allen onder glas. De teeltwijzes van aardbeien zijn erg divers, met verschillende plantperiode, belichte en onbelichte teelten en productieschema's. Bij de interviews is gericht onderzoek gedaan naar de onbelichte doorteelten met het ras Elsanta. Dit vertegenwoordigt op het moment van het interview verreweg het grootste areaal in Nederland.

Interviewronde 1

In tabel 43 staan de bedrijven onder nummer. Het areaal betreft de cijfers van het onderzoek, dit kan dus slechts een gedeelte van het bedrijf zijn. Op bedrijf 4 is het areaal het totaal van 2 locaties samen.

Tabel 43 Areaal geïnterviewde bedrijven met focus Elsanta onbelichte doorteelt

Bedrijf	Areaal
1	62.480 m²
2	69.000 m²
3	25.000 m²
4	110.000 m²
5	1.280 m²

Energieverbruik

In tabel 44 staat het totale energieverbruik voor de teelt in 2018. Op geen van de locaties waar de cijfers van afgeleid zijn staat een WKK. Wel geven 2 telers aan een WKK te hebben op andere locaties. Het energieverbruik komt bij deze teelten hoofdzakelijk van het aantal m³ gas dat in de teelt wordt gebruikt. Electraverbruik zit vooral in de koeling van de aardbeien na de oogst en de zwaveldampers.

Tabel 44 energieverbruik per bedrijf 2018

	Totaal m^3/m^2	Wkk	Warmte bron	Electra inkoop kWh/m2	Electra verkoop	Gas kasver-warming	Elektra	Energie Gjoules/ha
1	15,7			6,15		16	6	6075
2	18,5			6		19	6	7046
3	16,7			5,4		17	5	6359
4	16,5			5		17	5	6257
5	15,5			5		16	5	5901

De telers geven aan dat de groeibuis leidend is en dat er bij warmtevraag het ondernet bijgeschakeld wordt om hogere etmalen te halen. De maximum buistemperaturen die worden gerealiseerd zijn hoogstens tot 50-60 graden Celsius. Een teler geeft aan hier bewust mee om te gaan en durft lagere maximum buistemperaturen te gebruiken. Ook laat hij de retour van groeibuis via de buisrail lopen om zo optimaal gebruik te maken van de warmte.

Piekverbruik

Als er bij de aardbeiteelt een piekverbruik is, is dit aan het einde van de productie in de herfstteelt in de maanden november en december. In het voorjaar kan het voorkomen dat in de opstookperiode in de maanden februari en maart een piekverbruik is.

Telers geven aan dat tijdens een piekvraag méér wordt geschermd en niet met hogere buistemperatuur proberen door te stoken. Verder geeft iedere teler aan, te accepteren wanneer het niet mogelijk is om de gewenste etmaaltemperatuur te halen met het normale stookregime. Alle telers melden slechte ervaringen te hebben met het forceren door hoge buistemperaturen in te zetten om toch de etmaaltemperatuur te realiseren. Door extreme buistemperaturen na te streven kan er meer schade aan de plant worden gedaan dan dat het bevorderlijk is voor de teelt, dit kost productie.

Installaties en sensoren in de kas

Tabel 45 kas installatie/sensoren

	1	**2**	**3**	**4**	**5**
Buffer per ha	128 m^3	250 m^3	153 m^3	100 m^3	146 m^3
Scherm	1 energiescherm afgelopen jaar vervangen	Verduisterscherm minimaal gebruik	Luxuous LS 10	1 scherm van Belgische firma 10jr. oud	Deel van de kas energiescherm geen specificatie
Pyrgeometer	Ja	-	Ja	Ja, andere locatie	-
Belichting	Stuurlicht LED	-	Stuurlicht LED	-	Stuurlicht LED
Coating	-	-	Dubbel AR	-	-
CO2 vlbr.	12 kg/m^2	-	10 kg/m^2	10 kg/m^2	10 kg/m^2
Ventilatoren	Airco breeze verticale ventilatoren	Horizontale ventilatoren. Lange rijen dus continu aan	-	-	Horizontale ventilatoren met slurven onder de goot
Plant temp.	Ja	-	Ja	PAR sensoren	-

In tabel 45 is een overzicht van de kasinrichting bij de verschillende telers. De buffergrootte verschilt behoorlijk, waarbij de kleinste 100 m^3 is en de grootste 250 m^3. Dit verschil is ontstaan doordat telers gebruik maken van oude kassen van andere teelten. Zo zijn er bijvoorbeeld veel kassen waar voorheen tomaten, potplanten of chrysanten hebben gestaan, waar nu geschakeld is naar de teelt van aardbeien. Uiteraard wordt de installatie ook overgenomen wat resulteert in verschillen in onder andere de buffer die aanwezig is.

4 van de 5 geïnterviewde telers, geeft aan dat er een energiescherm aanwezig is. 1 teler heeft in 2019 het scherm vervangen. De teler, die op dit moment alleen een verduisteringsscherm heeft, is voornemens dit te vervangen

door een energiescherm. De reden hiervoor is, dat een energiescherm vaker kan worden ingezet. Het verduisteringsscherm is aanwezig omdat het een voormalige Chrysantenkas is.

Pyrgeometer is bij 3 telers aanwezig (een teler op een andere locatie). 2 telers geven aan dat op deze sensor niet gestuurd wordt. Als er met de pyrgeometer wordt gestuurd geeft dit meer fluctuaties in het klimaat. Dit omdat het scherm dan vaker open en dicht gaat in korte tijd, volgens de telers. 1 teler geeft aan, juist door de pyrgeometer eerder het scherm dicht te doen. Voorheen ging het scherm dicht bij standaard 5 graden Celsius buitentemperatuur. Nu "durft" hij het scherm al eerder dicht te doen tot buitentemperatuur van maximaal 7 graden Celsius.

3 van de vijf telers geven aan dat in het kader van energiebezuinigingen de gloeilampen zijn vervangen. Gloeilampen zijn nodig als stuurlicht voor nachtonderbreking. De gloeilampen zijn vervangen door LED floweringbulbs. De lampen worden maar een korte duur in het jaar ingezet maar de besparing van 150 W naar 12 W, is al rendabel bij het geringe gebruik van de lampen. Bij de 2 overige telers is het stuurlicht niet ter sprake gekomen.

Een teler heeft een dubbel AR coating op het dek zitten. Bij de overige telers wordt gebruik gemaakt van helder glas. Een teler geeft aan op een andere locatie wel een afdeling met diffuus glas te hebben. Dit is een van de weinige aardbeien kassen in Nederland met diffuus glas. In de doorteelt Elsanta wordt er nauwelijks gebruik gemaakt van krijt of andere types coating, omdat deze teelt vóór de zomer eindigt. Bij de start in augustus neemt het licht snel af waardoor de coating ongewenst is.

In de aardbeiensector wordt veel gebruik gemaakt van vloeibare CO2. Reden hiervoor is dat er met lage etmaaltemperatuur wordt gewerkt en dus weinig wordt gestookt. Hierdoor is er beperkt CO2 door de ketel of WKK. Er ook veel geventileerd dus staan de ramen vaak open en gaat er veel CO2 naar buiten. Van een teler is het gebruik niet bekend bij de overige telers zit het gebruik van vloeibare CO2 in de najaarsteelt (augustus t/m december) tussen de 10 en 12 kg/m². Op moment dat de ketel wel draait wordt de CO2 hiervan wel gedoseerd.

Er zit veel verschil in ventilatoren in de kas. Variatie is van geen ventilatoren bij 2 telers en bij de overige telers 3 verschillende typen ventilator. In figuur 3 tm 5 zijn de verschillende ventilatoren weergegeven. Een teler zonder ventilatoren, heeft op andere locaties wel ventilatoren hangen. De andere teler heeft op geen van de locaties ventilatoren. De teler die gebruik maakt van horizontale ventilatoren met slurf geeft aan dat hij hier tot 3m³ gas per m² mee heeft bespaard, ter vervanging van buisverwarming voor ontvochtingen.

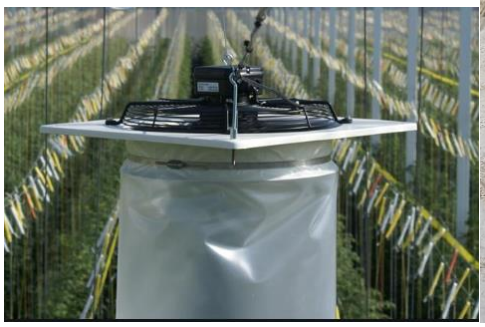


Fig.3 Vertifan (bron Delphy) *Fig.4 Horizontale slurf (Bron Delphy)* *Fig. 5 Horizontale ventilator(Bron Delphy)*

Bij overige sensoren in de kas geven 2 telers aan dat zij een plant-temperatuurmeter hebben hangen. Wederom wordt er met deze sensor niet gestuurd. Wel wordt deze in de gaten gehouden. Een teler geeft aan deze nadrukkelijk te volgen met het inzetten van de dak beregening maar zet er geen regeling op in. Er wordt gestuurd op kastemperatuur en luchtvochtigheid. Ook geeft een teler aan 2 par-sensoren in het gewas te hebben, deze zijn om meer inzicht te krijgen tussen twee verschillende teeltsystemen. Het geeft extra informatie maar draagt niet bij aan de energiebesparing, aldus de teler.

Belang verduurzamen en investeringen laatste jaren.

In tabel 46 staat weergegeven hoe belangrijk energie besparen is voor de geïnterviewde telers. Het krijgt geen extra aandacht. Dit komt doordat investeringen veelal niet uitkunnen, economisch bezien. De lage gasprijs is de voornaamste reden dat het niet interessant is om te investeren in energie besparende installaties anders dan energieschermen. Een teler verdeelt zijn antwoord en maakt onderscheid in maatschappelijk en economisch belang. Hij geeft aan dat het economisch niet interessant is maar maatschappelijk wel degelijk. Voor het aanzien van het bedrijf is het interessant om te investeren en is hij er mee bezig.

Als er wordt gekeken waar telers afgelopen jaren in geïnvesteerd hebben (tabel 47), komt 2x het energie scherm terug. Een teler heeft het 1 jaar geleden vervangen, een andere teler geeft aan dit komend jaar (2020) te vernieuwen. Verder geeft een teler aan een groeibuis te installeren, dit was ook de enige teler waar nog geen groeibuis aanwezig was. Ook geeft 1 teler aan te hebben geïnvesteerd in ventilatieslurven.

Tabel 46 Belang energie besparen

	1	**2**	**3**	**4**	**5**
Heel belangrijk					
Belangrijk	Maatschappelijk				
Geen extra aandacht		X	X	X	X
Niet belangrijk	Economisch				

Tabel 47 Investeringen van afgelopen jaren

	1	**2**	**3**	**4**	**5**
Energiebesparing					
Kwaliteitsverbetering	Nieuw scherm, groeibuis (2020), LED stuurlicht	Energie scherm staat op de planning voor 2020			Homogener klimaat d.m.v. horizontale ventilator met slurven
Productieverhoging			X		
Subsidie					
Anders				X	

In tabel 48 wordt weergegeven welke informatievoorziening de meest waardevolle bron is voor hun bedrijf. Hierbij gaat het specifiek om energiezuiniger telen.

Tabel 48 Informatiebron nieuwe kennis

	1	**2**	**3**	**4**	**5**
Website van Kas als Energiebron	-	-	-	-	+
HNT-cursus	-	n.v.t.	n.v.t.	10 jaar geleden	-
HNT proef IC	++	n.v.t.	+	++	+
Collega's/studiegroep	+	+	+	+	HNT cursus met studiegroep ++
Teeltadviseur	+	+	+	+	+
Vakbladen	(+-)	+	+	+	Onder Glas +

Interviewronde 2

In de 2e ronde interview is het energieverbruik over 2019 gevraagd. Verder ligt de focus op het handelen van de teler. Hoe gebruikt de teler de mogelijkheden van zijn kas en de installaties in relatie tot het energieverbruik.

Energie- en gasverbruik 2019

In tabel 49 is het energie- en gasverbruik over 2019 te zien. Voor alle bedrijven geldt ook in 2019 dat er op de onderzochte locaties geen WKK aanwezig is, er is dus alleen inkoop geen verkoop van gas en elektriciteit. Daarnaast was er ook nergens een warmtebron aanwezig.

Tabel 49 Energie- en gasverbruik 2019

	Gas M3/m2	kWh/m2	Hoogste verbruik m3/m2	Weeknr:	Laagste verbruik M3/m2	Weeknr:
1	14,82	6,58	0,806	11	0,024	22
2	14,62	7,99	0,84	47	0,0	Meerdere weken
3	17,53	6,21	0,84	50	0,11	2
4	19	5,79	0,91	46	0,0	23-26
5	16,2	7,79	0,97	47	0,07	5

De oorzaak van het hoogste piekverbruik lag voor bedrijf 2, 3 en 5 in de laatste weken van het jaar. Aangezien de buitentemperaturen laag waren en daar de oogst nog gaande was, was hier voldoende temperatuur nodig om de rijping van het fruit op niveau te houden. Bij bedrijf 1 lag de piek juist wat hoger in het voorjaar, dit omdat hier de kas weer opgestookt werd met lage buitentemperatuur. Tijdens de interviews is niet duidelijk geworden wat de oorzaak is van dit verschil in moment van piek verbruik.

Het laagste verbruik bij alle telers kan in de 3 periodes plaatsvinden, afhankelijk van de omstandigheden. De 3 periodes zijn: het begin van de najaarsteelt in augustus/september, de koude periode in januari/februari of de voorjaarsteelt in mei/juni. De gewassen zijn daar wel aanwezig, maar er wordt in die periodes niet of nauwelijks gestookt vanwege temperatuur. Meestal wordt er in deze fase ook geen gebruik gemaakt van een minimum buis, ontvochtigen gebeurt d.m.v. luchten aan de luw- en windzijde.

Het electriciteitsverbruik komt voor bedrijf 2 en 5wat hoger uit, aangezien de pomp voor de watergift van de stellingteelt ook op de zelfde groep aangesloten is en daardoor niet apart te meten.

CO2 inzet

Op gebied van CO2 inzet zijn er gelijkenissen, maar ook wat kleine verschillen te zien bij de 5 bedrijven. Het starten met doseren van CO2 begint altijd tussen 0,5 en 1 uur na zonsopkomst en stopt altijd tussen 0,5 en 1 uur voor zonsondergang. De hoeveelheid CO2 die gedoseerd wordt, is afhankelijk van het stadium waar het gewas zich in bevindt. Alle telers geven aan dat de gewasstand en plantbelasting bepalend zijn. In een generatief gewas, met een hoge plantbelasting, mag meer CO2 gedoseerd worden. In de vegetatieve fase van Elsanta kan een hoog CO2 niveau leiden tot misvormde vruchten.

In fases waar de ramen veel gesloten of minimaal geopend zijn, wordt er voornamelijk gestuurd op de hoeveelheid ppm CO2 in de kaslucht. Er wordt meestal actief gestuurd naar een minimum van 600 ppm en een maximum van 1000 tot 1200 ppm. Zodra er meer gelucht gaat worden, wordt er gestuurd op het aantal gram CO2 wat er per m2/uur gedoseerd wordt. Bij de geïnterviewde bedrijven is de totale doseercapaciteit tussen de 25 en 30 gr/m2/uur. Er zijn wel wat verschillen te zien in de verhoudingen tussen hoeveelheid CO2 van de ketel en vloeibare toevoer. 2 van de 5 telers geeft aan dat de hoeveelheid zuivere CO2 die gedoseerd wordt, wel wordt beperkt op het moment dat er veel gelucht wordt vanwege kosten.

Twee vragen op gebied van gebruik van CO2 vanuit de telers:

- Kun je in te vroeg stadium beginnen met het doseren van CO2, waardoor er minder huidmondjes per blad/cm blad aangemaakt worden? Met als gevolg dat er later in de teelt minder CO2 opgenomen kan worden.

- Hoe zou je kunnen telen met een (meer) gesloten kas? Zodat meer CO2 opgenomen kan worden en dus niet meer verloren gaat.

Schermregeling

4 van de 5 bedrijven heeft een energiedoek in de kas. 1 van de 5 bedrijven heeft een verduisteringsdoek, dit is al eerder toegelicht.

Het openen van het schermdoek wordt gebaseerd op 4 factoren, namelijk buitentemperatuur, hoeveelheid instraling, warmte vraag en vaste tijd. Het sluiten van het scherm gebeurt voornamelijk op basis van warmtevraag en buitentemperatuur. Meestal zijn er geen vaste instellingen voor het openen en sluiten, maar wordt dit regelmatig bijgesteld om de schermen naar wens te laten openen en sluiten.

Eén van de geïnterviewde bedrijven geeft aan de Pyrgeo meter daadwerkelijk te gebruiken om het schermdoek actief mee te sturen. De buitentemperatuur is wel altijd leidend, de Pyrgeo meter wordt hier ingezet om het scherm makkelijker dicht te laten lopen bij nachten met veel uitstraling. 2 van de bedrijven geeft aan wel over een Pyrgeo meter te beschikken, maar deze niet direct te gebruiken. Wel worden de meetgegevens gebruikt ter ondersteuning van de schermsturing, deze wordt dus indicatief gebruikt. De Pyrgeo meter biedt dus wel waardevolle informatie.

3 van de 5 bedrijven geeft aan bij het schermgebruik een kier van 5% aan te houden op basis van vocht en buiten- en kastemperatuur. Wanneer er weer opgestookt wordt, mag het scherm volledig dicht lopen, vocht is dan meestal geen probleem meer. 1 van de bedrijven geeft aan dat er ook gekierd wordt zodra de kastemperatuur hoger wordt dan de stooktemperatuur. 1 ander bedrijf geeft aan dat in de voornacht, waar afkoeling van de kas gewenst is, 5% kier aangehouden wordt, zodra de temperatuur boven 8°C komt. Dit om te voorkomen dat de temperatuur in deze fase van de nacht gaat stijgen na het sluiten van het scherm.

Vragen betreft het inzetten van schermen van de telers:
- Hoe kan je het best sturen richting vegetatieve of generatieve groei en heeft het schermgebruik dan ook invloed op de sinkwerking?
- Hoe in te spelen op het weg schermen van uitstraling? Er wordt namelijk gestuurd op buitentemperatuur, hiermee is de doeksturing soms wel lastig.

Sensoren

PAR meter:
3 van de bedrijven geven aan dat er geen meerwaarde van een PAR meting gezien wordt op de huidige bedrijven. 2 van de 5 bedrijven geeft aan dat de PAR meting voornamelijk als nuttig gezien wordt om de vergelijking tussen verschillende kassen en locaties inzichtelijk te krijgen. Dit geeft inzicht in de lichtniveaus binnen in de kas, hiermee dus verschillen tussen oude en nieuwe kassen meer te verklaren. Echter wordt de inzet van een PAR meting niet als bijdrage gezien voor het sturen van de schermen.

Wanneer een PAR meting uitgevoerd wordt, zijn alle bedrijven het er over eens dat er in ieder geval op gewasniveau gemeten moet worden in de kas. 1 van de bedrijven geeft daarnaast aan ook een meting boven op het kasdek ook nodig is, dit om het verschil tussen binnen en buiten inzichtelijk te hebben.

Uitstralingsmeter (Pyrgeo meter):
Zoals eerder vermeld in paragraaf 2.4, gebruikt 1 bedrijf deze meter al actief in de schermsturing. 2 bedrijven gebruiken de meter als extra indicatie of de schermsturing juist verloopt of is verlopen. De 2 overige bedrijven die nog niet over een Pyrgeo meter beschikken, geven aan dat deze meter mogelijk wel bij kan dragen aan een betere aansturing van het scherm. Voornamelijk bij de keuze om het scherm eerder dicht te trekken of juist langer dicht te houden, op deze manier zou de meting dus bij kunnend ragen aan extra energiebesparing.

Betreft de plaatsing van de Pyrgeo meter wordt er unaniem gekozen voor de meteomast.

Klimaatbox:
De klimaatbox is onmisbaar voor klimaatsturing in het algemeen, hier is iedereen het over eens. Betreft de sturing van het schermen wordt er veel gekeken naar de buitentemperatuur, maar altijd in combinatie met de kastemperatuur. Daarnaast wordt er ook vaak gekeken naar de luchtvochtigheid in de kas. Alle bedrijven beschikken over een klimaatbox op gewasniveau.

1 van de bedrijven heeft 4 klimaatboxen hangen, namelijk boven het doek, boven het gewas, op gewashoogte en onder het gewas. Hier wordt er altijd gestuurd op de metingen op gewasniveau, de klimaatbox boven en onder het gewas zijn ter controle van de klimaatbox op gewasniveau. De klimaatbox boven het doek wordt ondersteunend gebruikt als er getwijfeld wordt over een keuze in de sturing.

Dubbele klimaatbox, boven en onder scherm:
1 van de bedrijven beschikt hier over en gebruikt deze ondersteunend, zoals hierboven benoemd is. 1 van de bedrijven geeft aan dat een klimaatbox boven het scherm niet als meerwaarde gezien wordt, aangezien de sturing van het schermen nu naar wens verloopt.

3 van de bedrijven geven aan dat een klimaatbox boven het scherm mogelijk bij kan dragen aan de sturing van het scherm. Er wordt dan voornamelijk gedacht aan de temperatuurmeting boven het scherm, dit bijvoorbeeld om kouval te voorkomen bij het openen van het scherm, of om het scherm langer dicht te houden bij koude.

Planttemperatuur meter:
Over deze meter zijn er verschillende meningen, 3 bedrijven geven aan dat deze meting voorlopig nog geen meerwaarde heeft omdat er een gebrek aan kennis is. Er komt wel inzicht in het verschil tussen kas- en planttemperatuur, maar we weten niet wat goed of slecht is. Daarnaast weten we nog onvoldoende hoe we hier op moeten sturen. Informatie die voornamelijk bij kan dragen zijn, de invloed planttemperatuur op de fotosynthese en opname van CO2.

1 bedrijf geeft aan dat de planttemperatuur ook voornamelijk ter indicatie gebruikt wordt. Er werd aangegeven dat er in het verleden wel geprobeerd is om hier op te sturen, maar dit gaf niet de gewenste effecten in de teelt.

1 bedrijf geeft aan dat de planttemperatuur meter niet bij het schermen gebruikt wordt, maar wel bij de inzet van de dakberegening. Er wordt namelijk opgemerkt dat in de ochtend het gewas erg snel opwarmt als er te laat wordt gestart met de dakberegening en wanneer de dakberegening te vroeg stopt loopt de planttemperatuur ook weer op.

De bedrijven geven aan dat de planttemperatuur meting altijd de bovenkant van het gewas moet meten.

Ventilatoren

Van de 5 ondervraagde bedrijven is er 1 bedrijf zonder ventilatoren. Dit bedrijf ziet onvoldoende meerwaarde van ventilatoren in de huidige kassen. Er wordt wel veel geventileerd door middel van de CO2 slangen in het gewas, ook wanneer er géén CO2 gedoseerd wordt. Dit bedrijf zou pas meerwaarde van ventilatoren zien bij nieuwe hoge kassen, de keuze zou dan vallen op de Vertifan, aangezien de slangen de lucht ook daadwerkelijk tussen de rijen met planten door brengt.

2 van de bedrijven beschikken over horizontale ventilatoren boven in de kas. De ventilatoren zijn opgehangen om een betere temperatuurverdeling en wat meer luchtbeweging te verkrijgen. De effecten worden echter als minimaal ervaren. De beide bedrijven verwachten meer effect van andere typen ventilatoren zoals, Nivolatoren of horizontale ventilatoren met slangen onder het gewas. Deze zouden gevoelsmatig meer bijdragen aan het activeren van het gewas.

1 van de bedrijven beschikt over de horizontale ventilatoren met slangen onder het gewas. Deze zijn voornamelijk geïnstalleerd om grote temperatuurverschillen in de kas op te heffen. Er wordt een positief effect ervaren, voornamelijk als het gaat over luchtbeweging en het activeren van het gewas. Er wordt daarom minder gebruik gemaakt van de minimum buis. Daarnaast lijkt de kas ook makkelijker te koelen en is gevoelsmatig de opname van CO2 beter. Deze teler vraagt zich af of er grote verschillen zijn tussen de huidige ventilatoren en de Nivolatoren.

Op 1 van de bedrijven wordt er gebruik gemaakt van Nivolatoren, deze zijn voornamelijk in gebruik genomen om een beter gevoel te krijgen betreft het klimaat. Er is geen effect op de temperatuurverdeling in de kas te merken. De ervaring is dat de Nivolatoren wel een positieve invloed hebben op het microklimaat rond de plant. Door deze ventilatoren kan de inzet van de minimum buis verminderd worden. Dit is vooral belangrijk in periodes waar de temperaturen hoger zijn dan gewenst, maar het gewas toch geactiveerd moet worden.

Omstandigheden klimaatsturing

De antwoorden lopen hier wat uiteen, maar de grote lijn die hier uit naar voren komt is dat de bedrijven de volgende omstandigheden het moeilijkst vinden: Donkere dagen, hoog vocht en buiig weer. Vaak komen deze omstandigheden tegelijkertijd voor. 2 bedrijven geven ook aan dat donkere dagen in combinatie met hoge (nacht)temperaturen moeilijk gevonden worden. Wanneer deze omstandigheden zich voordoen, zijn er weinig mogelijkheden om op de gewenste temperaturen te sturen. Wanneer deze omstandigheden een langere periode aanhouden komen er vaak ook kwaliteitsproblemen met het fruit.

Vochtregeling

De acties die genomen worden zodra het vochtgehalte in de kas te hoog wordt, zijn in grote lijnen gelijk bij alle bedrijven. In eerste instantie wordt er gewerkt met de minimum raamstanden en de vochtverhogingen hierop. Zodra dit niet afdoende is wordt de minimum buis ingezet, op de minimum buis worden ook verhogingen toegelaten wanneer het vochtniveau te hoog is.

1 van de bedrijven geeft aan pas actie te ondernemen op het vocht zodra het temperatuurverschil tussen binnen en buitentemperatuur groter is dan 10 °C. De ervaring leert dat er dan veel vocht condenseert op de ramen en dus via die weg afgevoerd wordt. Bij een kleiner verschil in temperatuur worden de zelfde acties ondernomen als bij de andere bedrijven. Dit bedrijf geeft daarnaast aan dat er geen extreme maatregelen genomen worden zodra het gewenste vochtgehalte in de kas niet behaald wordt, dit om andere problemen te vermijden.

2 van de bedrijven geven aan dat er in de afgelopen jaren ook meer met de windzijde gewerkt wordt wanneer het vocht te hoog is en blijft. Er wordt dan vooral gewerkt met vochtinvloeden en daarnaast wordt de windzijde wel sterk terug geregeld op de buitentemperatuur, dit om te voorkomen dat er te veel koude lucht de kas in komt.

Met het regelen op vocht worden bepaalde problemen voorkomen, de antwoorden liepen wat uiteen, maar kwamen vaak op het zelfde neer. Een ongunstig groeiklimaat moet voorkomen worden, hierdoor worden negatieve gevolgen voor het gewas ook voorkomen. Een ongunstig groeiklimaat is een klimaat waarin de plant niet kan verdampen of geen CO2 op kan nemen. Een gevolg van een ongunstig klimaat kan zijn dat het gewas nat slaat, met als gevolg schimmelvorming op het gewas. In de klimaatsturing wil men voorkomen dat er jojo-effecten optreden of dat er extreme maatregelen genomen moeten worden om de gewenste waardes te behalen.

De parameters die gebruikt worden voor het sturen op vocht verschillen wel wat tussen de telers. Wat bij alle telers het zelfde is, is dat RV en kas- en/of buitentemperatuur gebruikt worden. aanvullend hierop wordt er gekeken naar windsnelheid en vochtdeficiet. Het vochtdeficiet wordt wel gebruikt om keuzes te maken in de vochtsturing, er wordt echter niet actief op gestuurd in de klimaatregeling. 1 van de telers geeft aan nog regelmatig het Mollier-diagram er bij te pakken om inzicht te krijgen in de mogelijkheden met klimaatsturing.

Zoals eerder aangegeven maken alle bedrijven gebruik van de minimum buis, de temperatuur van de minimum buis wordt verlaagd op basis van een toename van straling. Bij voldoende straling is een minimum buis niet meer noodzakelijk. Het traject hierin hangt af van de tijd van het jaar en ook van de omstandigheden. Daarnaast wordt er een verhoging van de buistemperatuur berekend op basis van een te hoog vochtniveau. Deze regelingen blijken voor alle bedrijven ongeveer gelijk te verlopen.

In de aardbeienteelt zijn er geen ervaringen met actief ontvochtigen, momenteel zijn er ook geen vragen omtrent dit onderwerp.

Licht/Temperatuur balans

4 van de 5 bedrijven geeft aan gebruik te maken van de stooktabel die door Delphy team aardbeien opgesteld is. De stooktabel is toegevoegd als Tabel 21. De Stralingssommen lopen hierbij tot 1000 Joules/cm2, dit heeft er mee te maken dat deze tabel voornamelijk in de voorjaarsperiode gebruikt wordt bij relatief lage lichtniveaus. De keuze voor een bepaalde kolom wordt gebaseerd op de stand van het gewas en plantbelasting. De bedrijven geven aan een minimum etmaal temperatuur van ongeveer 12,5-13 °C aan te houden, de maximum etmaal temperatuur die gehanteerd wordt varieert tussen 15,5 en 17 °C.

1 van de bedrijven geeft aan een eigen stooklijn ontwikkeld te hebben. Deze is als volgt opgebouwd: Standaard etmaal temperatuur van 11,5 °C, deze wordt verhoogd met 1 °C per 200 Joules/cm2. De maximale etmaal temperatuur die aangehouden wordt is 17 °

Tabel 21 Stooktabel aardbeien voorjaar (bron Delphy)

Joules/ cm²	**Forceren**	**Voortvarend**	**Normaal +**	**Normaal**	**Langzaam**	**Start stook**
	+0,40°C/ 50 J	**+0,30°C/ 50 J**	**+0,20°C/ 50 J**	**+0,15°C/ 50 J**	**+0,05°C/ 50 J**	
150	12,5	12,5	12,5	12,5	12,5	11
200	12,9	12,8	12,7	12,7	12,6	11,3
250	13,3	13,1	13	13	13	11,6
300	13,7	13,4	13,2	13,1	13,1	11,9
350	14,1	13,7	13,4	13,25	13,15	12,2
400	14,5	14	13,6	13,4	13,2	12,5
500	15,3	14,6	14	13,7	13,3	12,8
600	16,1	15,2	14,4	14	13,4	
700	16,9	15,8	14,8	14,3	13,5	
800	17	16,4	15,2	14,6	13,6	
900	17	17	15,6	14,9	13,7	
1000	17	17	16	15,2	13,8	

Met het compenseren van lichtsommen en etmaal temperatuur over meerdere dagen wordt verschillend omgegaan. 3 van de bedrijven geven aan dat er van dag tot dag gestuurd wordt op de etmaaltemperaturen, echter geven alle bedrijven wel aan dat de gemiddelde temperatuur over de gehele week wel moet passen bij de gemiddelde stralingssom. 1 van deze bedrijven geeft aan dat de oorzaak hiervan is dat er gewerkt wordt met eenmaal dragende rassen. In de vegetatieve fase is er bijna altijd energie over voor het gewas, in de oogst worden lage temperaturen nagestreefd en heeft het gewas bijna altijd energie tekort. Hierdoor zou het niet mogelijk zijn om deze gewassen in een balans te telen en dus temperaturen en lichtsommen te compenseren. 1 van de bedrijven geeft aan dat hij juist op ieder moment de meest optimale omstandigheden voor het gewas wilt creëren, zodat aanmaak en verbruik van suikers optimaal verloopt.

De 2 bedrijven die aangeven dat er wel gecompenseerd wordt in temperatuur geven aan dat ze meestal 2-3 dagen uitmiddelen. Hiermee worden de gemiddelde waardes wat makkelijker gehaald, dit zonder sterke schommelingen in temperatuur te hebben. Ook deze bedrijven geven aan dat de week gemiddeldes belangrijk zijn en dat de licht- en temperatuurverhouding hierin moet kloppen.

Er waren twee vragen door de telers over dit laatste onderwerp:

- Hoe lang blijft energie/suikers in de plant beschikbaar wanneer deze over zijn op een mooie dag. Als dit inzichtelijk is kan er ook op gestuurd gaan worden.
- Combinatie tussen planttemperatuur en lichtniveau zou beter bekend moeten worden om hier ook beter op te kunnen gaan sturen.

Discussie & Samenvatting Aardbei

Discussie

Bij de teelt van aardbei zijn lage nachttemperaturen noodzakelijk. Dit wordt uitgevoerd door in de avond/voornacht af te koelen naar liefst 8 graden. Daarnaast wordt bij bedrijven gebruik gemaakt van schermdoeken om uitstraling en dus verdere afkoeling te voorkomen. Gevolg van het afkoelen is, dat men de volgende dag weer moet opstoken naar 17-18 graden. Alle telers geven aan dat wordt gewerkt met lichtinvloeden zodat er op lichtrijke dagen hogere etmalen worden nagestreefd dus dat er gebruik wordt gemaakt van temperatuurintegratie. Onderzoek naar temperatuur integratie kan bijdragen aan een gunstiger inzet van energie.

Samenvatting

4 van de 5 geïnterviewden hebben al aan verschillende initiatieven deelgenomen. Zoals bijvoorbeeld cursus van HNT, proef HNT Delphy IC, proef HNT aardbei (aircokas). De toepassing van HNT in aardbei is nog beperkt en daarnaast wordt er nog niet gefocust op energiebesparing. De grootste oorzaak hiervoor is dat men in de aardbeienteelt wil afkoelen in de nacht. De energie input ligt hoofdzakelijk aan het einde van de najaarsteelt november en december en de opstookperiode februari en maart. In januari en februari is de koude periode, deze moet ervoor zorgen dat het gewas tot rust komt.

Bij piekvraag wordt er meer gebruik gemaakt van de schermen die aanwezig zijn in de kas. Verder geven alle telers aan dat bij een extreme koude periode de etmalen niet worden gehaald maar dat dit wordt geaccepteerd. Telers geven aan dat de ervaring is dat er wel mogelijkheden zijn om harder te stoken maar dat dit veelal negatieve gevolgen heeft in de teelt.

Telers ervaren de proeven die zijn uitgevoerd op het IC erg positief. Bij de interviews komt naar voren dat hierbij veel kennis is opgedaan.

- Alle telers geven aan dat teelt leidend is en geen energiebesparende acties gaan uitvoeren als de teelt hieronder kan lijden.
- Alle telers doen aan temperatuurintegratie.
- Energiebesparende investeringen wordt hoofdzakelijk economisch nog niet als interessant gezien door alle geïnterviewde telers.
- Eén van de telers geeft aan dat ventilatoren de grootste investering is geweest die heeft gezorgd dat er minder gebruik wordt gemaakt van de buisrail verwarming.
- 2 van de 5 geven aan meer kennis te willen opdoen van de aanwezige sensoren in de kas en hoe hier meer mee te werken.

4. Discussie & Conclusies en Aanbevelingen

Discussie & Conclusies

Piekbelasting

Eén van de onderzoeksdoelen van de inventarisatie in het project Spaarmotief was meer inzicht krijgen in het effect van piekbelasting en hoe de teler hierop reageert. Echter door de zachte winter van de afgelopen 2 jaar is er geen piekbelasting opgetreden. De telers ervaren dit dus ook niet als een probleem. Tijdens de workshops is wel aandacht geschonken aan piekbelasting om de telers bewust te maken van de mogelijke impact op het extern inkopen van warmte. De energie adviseur vanuit DLV-GE heeft in een presentatie uitgelegd wat de gevolgen en de mogelijkheden zijn. Aan de hand van een grafiek waar de kosten ten opzichte van de bedrijfstijd zijn uitgezet is goed te zien dat een piekverbruik, de vaste kosten enorm kan verhogen. Als de bedrijfstijd toeneemt, en dus minder piekverbruik, neemt het aandeel vaste kosten enorm af. De presentatie is opgenomen als bijlage 4.

Energiebesparing

Alle telers uit het project zijn bewust bezig met energiebesparen. Verreweg de grootste groep zegt dat dit geen doel op zich is, plantkwaliteit en opbrengst staan voorop. Investeringen als dubbele schermen, ventilatoren, ontvochtiging worden op de eerste plaats gezien als nuttig in de teelt en daarnaast als een besparing op energie. Deze insteek is een aanwijzing om de telers verder te helpen in het terugdringen van het energieverbruik. Het energieverbruik wordt daarnaast ook sterk bepaald door de hoogte van het belichtingsnivo. Onderzoek naar techniek en toepassing helpt hierbij. Telers geven aan dat ze behoefte hebben aan meer info over optimaliseren van inzet technische middelen. Met name de grenzen verleggen en vertrouwen op meetgegevens is een uitdaging.

Ontvochtigen

Klimaatsturen bij donker weer wordt door verreweg de grootste groep als moeilijkste teeltomstandigheid ervaren. Het stimuleren van verdamping is een must maar de uitvoering en de minimale hoeveelheid is een groot grijs gebied. Focus op actieve ontvochtiging, beperken minimum buisinzet, luchtstrategie zijn noodzakelijk. Dit zijn onderwerpen waar telers om vragen.

HNT

Bijna alle telers hebben deelgenomen aan een cursus van Het Nieuwe Telen. De kennis die hier is opgedaan wordt ook toegepast. Onderwerpen als beperken minimum buisgebruik, inzet schermen, temperatuurintegratie worden volop uitgevoerd. Een verdiepingsslag hierin is zeker mogelijk. Telers geven aan geen behoefte te hebben aan een vervolgcursus HNT, echter de behoefte aan kennis is er wel degelijk. Tijdens de workshops bleek duidelijk dat de discussiëren over aanpak en ideeën in de teelt over de gewassen heen inspirerend werkt. Zo is temperatuurintegratie in Tomaat en Gerbera al ver ontwikkeld terwijl actieve ontvochtiging in de Chrysant veel aandacht heeft. Uitwisseling gewasoverschrijdend kan wellicht een manier zijn om de telers verder te laten ontwikkelen in hun kennis en ervaring over toepassen HNT. Een interessante opmerking hierbij is dat ook de consultants nieuwe kennis opdoen door verder te kijken dan ervaring in hun eigen gewasgroep en dit kunnen delen met hun klanten.

Aanbevelingen

- Onderzoek en informatieoverdracht over actief ontvochtigen
- CO2 inzet optimaliseren naar efficiency
- Temperatuurintegratie doorontwikkelen voor alle gewassen.
- Kennisuitwisseling in groepsverband op **thema** bv schermgebruik, ontvochtiging.
- Onderzoek en kennisoverdracht naar toepassen sensoren.

5. Bronnen

-Hoofdlijnen 2018-2020 Meerjarenafspraak Energietransitie Glastuinbouw
-*Tuinbouw in Nederland fossielvrij* (projectnummer 20068)

6. Bijlagen

Bijlage 1: Inventarisatie HNT Technieken en maatregelen Gerbera

Bedrijfsuitrusting Gerberabedrijven

bedrijf	**1**	**2**	**3**	**4**	**5**
Oppervlakte m2	27.000	38.880	46.266	29.400	27.000
Verwarming groeibuis	geen	geen	32 mm 5/8 m	28 mm 7/9,60 m	28 mm 5/8 m
Verwarming onderbuis	51 mm 10/8 m	45 mm 10/ 8 m	45/51 mm 10/ 8m	32 mm 7/9,60 m	51 mm 10/8 m
WKK vermogen kW/ha	740 kW	385 kW	648kW	374 kW	574 kW
Warmtebuffer m3/ha	296 m3	257 m3	129 m3	102 m3	240 m3
1e energiescherm	2012 zomerdoek	Open 2018 Holland Scherming	LS Harmony 35 %	LS Harmony 2315 `17	Ridder RLD25 FRO
2e energiescherm	nee	Helder doek HS 18	nee	nee	nee
Verduisterings-doek	LS Obsura WBBW2011	HS 2018 WBBW	Phormium A/B > 10 jr LS 2012 WBBW	LS Obscura WBBW '10	LS obscura ABW '08
pyrgeometer	nee	ja	ja	Ja	Nee
Buitenluchtaan-zuiging	nee	Ja 3,7 m3/m2	nee	Nee	Nee
Assimilatiebe-lichting µmol	105 gemm (80-120)	120 gemm (110-130)	115, 110 en 90('18)	150	177
Coating kasdek	nee	2 x AR, mid haze diffuus	Krijt zomer	Geen	Nee
CO2 inkoop vloeibaar	Niet gebruikt 19	Niet gebruikt 19	ja	nee	Ja
CO2 extern OCAP	nee	nee	nee	150 kg/ha+ 30 bonus	Nee
Luchtbehande-lingskasten	nee	ja en slurven onder	nee	Drygairs 3,33/ha	nee
Anders	Deel Nivolution10 m3/ m2.uur		Ventilatoren 16/ha	ventilatoren	ventilatoren

Welke maatregelen past u toe om het energieverbruik te beperken ?

bedrijf	**1**	**2**	3	**4**	**5**
Verlaging buistemperatuur	ja	ja	nee	nee	Max 42 graden buis
Veel schermuren	Ja	Ja	ja,zomerdoek als tweede doek	Ja	Ja
Plantdatum verlaten	nvt	nvt	nee	nvt	nee
Rooidatum vervroegen	nvt	nvt	nee	nvt	nee
Sturen op dampdrukverschil en niet op RV	nee	nee	nee	Op VD en niet RV	nee
Kasklimaat homogener maken	Zo klein mogelijke kieren	Zo klein mogelijke kieren	Ja, door ventilatoren	Icm drygair minder kieren	Dmv doek gebruik
Minder belichtingsuren	nee	nee	alleen op warmteoverschot	2018 beter resultaat dan 2019	nee
Rassenkeuze	Nee	Nee	Nee	Smetgevoelige rassen eruit	nee
Andere strategie voor CO2-dosering	clustering	clustering	nee	Beter naar plantbehoefte kijken	nee
Temperatuurintegratie	I104 etmaalregeling Priva	I104 etmaalregeling Priva	ja	I104 Priva op dagbasis	Ja
Minder gebruik van minimumbuis	Ja, vooral in voorjaar /zomer	Ja, vooral in voorjaar /zomer	Ja, etmaal-T afh van PAR-som	nee	nee
Toepassing pyrgeometer schermgebruik	nee	Ja op uitstraling eerder dicht.	nee	ja	nee
andere sensoren	PARmeter,	planttemperatuur, PARmeter	ja	PAR, planttemperatuur	PAR meter
Anders:	meetbox boven scherm	meetbox boven scherm	PAR, planttemperatuur		
		Growscale voor watergift			

Welke maatregelen past u toe om het piekverbruik te beperken ?

Bedrijf	**1**	**2**	**3**	**4**	**5**
Verlaging buistemperatuur	nee	ja	ja	nee	Max 42 graden buis
Veel schermuren	ja,zomerdoek als tweede doek	Ja	Ja	Ja	Ja
Plantdatum verlaten	nee	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	nee
Rooidatum vervroegen	nee	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	nee
Sturen op dampdrukverschil en niet op RV	nee	nee	nee	Op VD en niet RV	nee
Kasklimaat homogener maken	Ja, door ventilatoren	Zo klein mogelijke kieren	Zo klein mogelijke kieren	Icm drygair minder kieren	Dmv doek gebruik
Minder belichtingsuren	alleen op warmteoverschot	nee	nee	2018 beter resultaat dan 2019	nee
Rassenkeuze	nee	Nee	Nee	Smetgevoelige rassen eruit	nee
Andere strategie voor CO2-dosering		clustering	clustering	Beter naar plantbehoefte kijken	nee
Temperatuurintegratie	Ja, etmaal-T afh van PAR-som	I104 etmaalregeling Priva	I104 etmaalregeling Priva	I104 Priva op dag basis	Ja
Minder gebruik van minimumbuis	nee	Ja, vooral in voorjaar /zomer	Ja, vooral in voorjaar /zomer	nee	nee
Toepassing pyrgeometer schermgebruik	ja	nee	Ja op uitstraling eerder dicht.	ja	nee
andere sensoren	PAR, planttemperatuur	PARmeter,	planttemperatuur, PARmeter	PAR, planttemperatuur	PAR meter
Anders:		meetbox boven scherm	meetbox boven scherm Growscale voor watergift		

Sensoren, investeringen, besparingen, informatie

Bedrijf	1	2	3	4	5
sensoren HNT technieken	PARmeter, temp integratie Priva	Planttem-peratuur, PARmeter meetbox boven scherm, I104	PAR, planttemp. meter pyrgeometer, temp. integratie	PAR, planttemp. meter, temp. integratie Priva	PAR meter temp. integratie Priva
investeringen laatste 5 jaar energie	Nivolatoren, clusterkoppelingen	helder doek, diffuus glas, div. sensoren, nieuwe klimaatcomp. ontvochtiging slurven onderste deel gevel isolatieplaat dakberege-ning, cluster	extra WKK = verlaging inkoop stroom PLC = selectief belichten	drygairs 50 % opp. Padgevel doeken en tussengevel nieuw zomerdoek Dakberege-ning	nieuw zomerdoek
welke maat-regelen meest bijgedragen aan beheersing energie kosten	clustering	clustering en energiedoek kosten nemen toe door ODE	opbrengst terugleveren optimaliseren	drygairs icm kieren verkleinen	geen, meer belichting geeft warmteover-schot
Reden investeringen	footprint en kosten verlagen	Energiebe-sparing en kwaliteitsver-betering	kosten	Energiebe-sparing en kwaliteitsver-betering	produktie optimaliseren
Hoe belangrijk energiebespa-ring 17 t/m19	heel belangrijk	heel belangrijk	belangrijk	belangrijk	geen aandacht voor
Hoe belangrijk verlaging piek-vraag 17t/m19	niet belangrijk, cluster helpt wel	niet belangrijk, cluster helpt wel	niet belangrijk	niet belangrijk	geen aandacht voor
Welke mogelijkhede n verlaging piekvraag	Externe factoren, door buitenT en vraag markt	Piekdagen vraag vallen in donkere en koude tijd vh jaar	geen	Door lage buitenT en topvraag markt altijd pieken in winter	

welke middelen missen nog hierbij	ervaring met doeken 100 % dicht	ervaring met doeken 100 % dicht		warmte afzet	
Waar informatie vandaan voor energieverbruik te beheersen	HNT cursus/studie groep/ collega's	HNT cursus/studie groep/ collega's	studiegroep, collega's	studiegroep teeltadviseur	studiegroep collega

CO_2 inzet

	Bedrijf 1	Bedrijf 2	Bedrijf 3	Bedrijf 4	Bedrijf 5
Welke CO2 gehaltes streeft u na in de kas?	800-900 ppm	600-750 ppm	600-900 ppm	800-900 ppm	800 ppm
Hoe bepaalt u de inzet van CO2? Welke invloeden vindt u belangrijk?	Licht. Door clustering inzet kleine WKK in zomer voor CO2	Licht. Door clustering inzet kleine WKK in zomer voor CO2	Straling	Licht	straling
Hoe lang doseert u? van…. Tot…	30 min na begin periode licht tot 15-30 min voor donker	30 min na doek open/lampen aan tot 30 min voor donker	30 min na doek open/lampen aan tot 30 min voor donker	30 min na begin periode licht tot 30 min voor periode donker	30 min na begin periode licht tot 30 min voor periode donker
Welke bronnen van CO2 gebruikt u?	RGR van WKK, vloeibaar als backup	RGR van WKK, vloeibaar als backup	RGR van WKK, vloeibaar	OCAP	RGR van WKK, vloeibaar
Welke doseercapaciteit heeft u? kg/ha.uur	125,8 kg met 1 WKK tot 268 kg met 2 WKK's	125,8 kg met 1 WKK tot 268 kg met 2 WKK's	337 kg maximaal, verdeeld over meerdere WKK's	150 kg basis en 30 kg bonus	290 kg
Welke vragen/wensen heeft u op gebied CO2 doseren?	WKK CO2 kwaliteit bij weinig luchten risico?	Zorgt zachte lucht circulatie HNT voor betere opname CO2?	Dosering op kg's beter dan regelen op ppm ?	OCAP is te onzeker qua levering	All electric toekomst dan veel te afhankelijk van externe CO2

Schermregeling

	Bedrijf 1	Bedrijf 2	Bedrijf 3	Bedrijf 4	Bedrijf 5
Energie-doek	Geen apart helder doek, stralingsdoek niet als 2e energiedoek te gebruiken	Helder doek als tweede doek in nacht, overdag <100 Watt straling	Het open stralings-doek wordt hele winter gebruikt als tweede doek, sluit op tijd voor verduisteringsdoek en opent ook later op tijd tov zonop	Het open stralings-doek wordt hele winter gebruikt als tweede doek, wel met kier als VD doek 100 % gesloten is	Het open stralings-doek wordt als tweede doek gesloten bij buitentemp < 3 C
Verduisterings-doek	Sluiten op donkertijd zomer, winter eerder sluiten op buitentemp	Sluiten op donkertijd, ochtend open met lampen aan	Sluiten op donkertijd, ochtend open met lampen aan	Sluiten op donkertijd en BT ochtend open met lampen aan	Sluiten op donkertijd en BT ochtend open met lampen aan
stralingsdoek	Voorjaar > 450-500 Watt, najaar 650 Watt	Voorjaar > 450-500 Watt, najaar 650 Watt	Voorjaar > 450-500 Watt, najaar 650 Watt	Voorjaar > 450-500 Watt, najaar 650 Watt	Voorjaar > 450-500 Watt, najaar 650 Watt
Spelen sensoren hierbij een rol? Zoja hoe?	ja,T meetbox boven doek	Ja, pyrgeo, vanaf 80 W uitstraling, sluit buitenT verhogen	Ja, pyrgeo, vanaf 80 W uitstraling, sluit buitenT verhogen	Ja, klimaatbox boven scherm wordt gebruikt voor snelheid openen	nee
Indien kier, hoeveel % minimaal	Afh T en als lampen aan zijn. Dan min 2 %	Energie en VDD min 1 %	VD Min 2 %, Zomer 15 %	VD Okt t/m mei alleen even 1-2 %T kieren einde donkertijd rest drygairs regelen	Min 1 %
Welke vragen/wensen liggen er nog?	Vochtdoorlatendheid schermen verbeteren				

Sensoren

	Bedrijf 1	Bedrijf 2	Bedrijf 3	Bedrijf 4	Bedrijf 5
PAR meter Plaats /nut	Ja Bladniveau/ lichtsom bepalen	Ja Bladniveau/ lichtsom bepalen	Ja Bladniveau/ lichtsom bepalen	Ja Bladniveau/ lichtsom bepalen	Ja Bladniveau/ lichtsom bepalen
Pyrgeo meter Plaats/nut	nee	Ja Buiten meteo mast, uitstraling voorkomen	Ja Buiten meteo mast, uitstraling voorkomen	nee	nee
Klimaatbox boven scherm Plaats/nut	Wel bij Nivolution i.v.m. AV meting	Ja, kouval voorkomen met doeksturingen	nee	Ja, temp boven doek bepaalt ook mede uitstraling	nee

Ventilatoren

	Bedrijf 1	Bedrijf 2	Bedrijf 3	Bedrijf 4	Bedrijf 5
Heeft u ventilatoren?	Ja, verticale Nivolution i.c.m. Nivolator	Nee, slurven met buitenlucht-aanzuiging	Ja, horizontale 16/ha	Ja, horizontale 22/ha	Ja, horizontale 20 ha
Wat is capaciteit? m^3/m^2.uur	Max 11		Max 7,5	Max 10,3	Max 9,3
Welk effect ervaart u?	Meer gelijk-matigheid klimaat mn nacht		Meer gelijk-matigheid klimaat mn nacht	Meer gelijk-matigheid klimaat mn nacht	Meer gelijk-matigheid klimaat mn nacht
Wat zou een reden voor investeren zijn?					
Welke vragen/wensen liggen er nog?					

Ontvochtigen

	Bedrijf 1	**Bedrijf 2**	**Bedrijf 3**	**Bedrijf 4**	**Bedrijf 5**
Welke actie neemt u als het vochtgehalte te hoog vindt?	Luchten-kieren - stoken	Min recirculeren binnen lucht,	Luchten-kieren-stoken	Drygairs aan of luchten-kieren-stoken	
Welke problemen wilt u voorkomen met op vocht regelen?	Botrytis, rotkoppen, schimmelziektes in gewas	Botrytis, rotkoppen, schimmelziektes in gewas	Botrytis, rotkoppen, schimmelziektes in gewas	Botrytis, rotkoppen, schimmelziektes in gewas	Botrytis, rotkoppen, schimmelziektes in gewas
Welke parameter(s) gebruikt u om te beslissen wel of niet op vocht te regelen?	Verschil AV binnen-buiten	Stand van het gewas, sommige soorten te schraal	VD, kastype, ras bij meetbox bepaalt finetunen	VD, buitentemperatuur,	Mag hele jaar vochtregeling inkomen, winter kritischer ingesteld
Als u minimumbuizen gebruikt hoe regelt u deze in combinatie met instraling, raamstanden en overige parameters?	Alleen onderbuis Weinig min buis gebruik	Heel weinig min buis, recirculeren binnenlucht HNT geen warmteoverschotten door cluster	Lampen aan onderbuis erin, namiddag afbouwen en doek dicht geen buizen	Dag onderbuis erin, namiddag afbouwen en doek dicht geen buizen. Dag afbouwen op VD of kasT	Lampen aan onderbuis erin, namiddag afbouwen en doek dicht geen buizen
Als u actieve ontvochtigng heeft hoe past u dit toe?	Bij AV binnen buiten van meer dan 2 is RV te regelen en zelfs koeling mogelijk Nivolution	Slurven met warmteterugwinning uit condensatie	nee	Drygairs, een per 3000 m2 op 50 % bedrijf. Bij VD onder de 2 en warmtevraag gaan ze aan, goed beheersbaar. VD doek dan geen kier en veel minder buis	nee
Hoe zijn de ervaringen met actieve ontvochtiging? Wat gaat goed, wat minder?	Kleinere T verschillen omdat doek dicht kan blijven	Goed, soms te veel luchtbeweging schrale soorten. Nu deel slurven dicht		Drygairs, max 50 % opp. mogelijk ivm warmteoverschot icm belichting (30-60% inkoop)	
Welke vragen/wensen liggen er nog?				Oplossing voor koeling of deel LED	

Wat zijn moeilijke omstandigheden om beslissingen te nemen voor de juiste actie?

	Bedrijf 1	Bedrijf 2	Bedrijf 3	Bedrijf 4	Bedrijf 5
Donkere dagen	1 Donker en warme dagen		1.Combi met hoge nachtT	2	3
Hoog vocht	3	2		1	
zomer	4	3	6	1	1
oostenwind	6		5	6	6
Buiig weer	2	1	Bij Venlo kas lastiger 3		2
Anders/reden	Combinatie hoge BT, hoog buiten AV en donker weer	Kan met HNT nog niet koelen	T balans niet meer te houden dan	Voorjaar/najaar als T verschil kas buiten te klein is	Geen koelmoge-lijkheden

Temperatuur lichtverhouding

	Bedrijf 1	Bedrijf 2	Bedrijf 3	Bedrijf 4	Bedrijf 5
Werkt u met licht-temperatuurverhouding	ja	ja	ja	ja	ja
Hoe doet u dit?	PrivaI104 regeling	PrivaI104 regeling	Check via Letsgrow streef vs gerealiseerde lijn, check data gewasregistratie	PrivaI104 regeling	PrivaI104 regeling
Streefwaarden	Volgens FCG tabel , finetunen op basis gewasstand	FCG tabel	FCG tabel	FCG tabel	FCG tabel
Compenseert u licht over meerdere dagen? Zoja hoe?	Meestal niet, alleen najaar indien te warm	nee	nee	nee	nee
Zo nee, waarom niet?	Assimilatenoverschot blijft niet beschikbaar	Met belichting compensatie	Slechte ervaringen mee,		

Bijlage 2 Inventarisatie HNT Technieken en maatregelen Chrysant

Bedrijfsuitrusting:

	bedrijf 1	bedrijf 2	bedrijf 3	bedrijf 4	bedrijf 5
Oppervlakte (m²):	41.000	23.890	22.000	24.900	46.500
Verwarming:	bovenbuizen 57 mm 4/9,60m	bovenbuizen 57 mm 4/9,60m	bovenbuizen 51 mm 4/8m	bovenbuizen 57 mm 4/9,60m	bovenbuizen 57 mm 4/9,60m
Verwarming:	onderbuizen 37 mm 12/9,6m	onderbuizen 44 mm 6/9,6m	onderbuizen 45 mm 5/8m	onderbuizen 38 mm 12/9,6m	onderbuizen 38 mm 12/9,6m
Verwarmingsbuizen anders:					
WKK Vermogen (kWh electrisch)	1600	1130	1130	1040	1x 1160en 1x 1560
WKK vermogen/ha	390	473	514	418	585
aardwarmte Vermogen				tot 600 kW, afh van delta T (82-35C)	0,25MW/uur sinds 15 juli 2019
warmtebuffer Grootte (M3):	1400	4350	900	380	1000
warmtebuffer inhoud per ha:	341	1821	409	153	215
warmte/koude opslag (WKO)		-			
lage temperatuurverwarming					
1e energiescherm (leeftijd en type)	LS 10 4 jaar	-			
2e energiescherm (leeftijd en type)		-			
verduisteringsdoek (leeftijd en type)	4 jaar	Ph1 +ph98s alu 2008	2009 LS	16 jaar phormium doek	13 jaar 70% energiebesparing
pyrgeometer (uitstralingsmeter)	Nee, berekend vanuit Priva	-	nee		
buitenluchtaanzuiging (M3/uur)	5				
assimilatiebelichting: SON-T (umol/cm²)	130	95	120	124	110
LED-belichting	nee	nee	nee	nee	nee
Coating kasdek	tweezijdig AR		1 tuin redufuse IR	Redufuse IR	
Energiezuining kasdek	haze factor: 55				
CO2 inkoop (vloeibaar)		-			
CO2 - externe leverancier bv. OCAP (kg/ha)	195 kg/ha OCAP	-	136 kg/ha OCAP	180 kg/ha OCAP	300kg/ha OCAP
luchtbehandelingskasten	ja	--			
Anders:	Slurven bovenin de kas 1 per 3 kappen	-	Airmix/ventilatoren 7,2M3/m²/uur sinds mei 2019	Aansluiting op aardwarmtebron	afname aardwarmte trias vanaf mei 2020.

Maatregelen om het energieverbruik te beperken

	bedrijf 1	bedrijf 2	bedrijf 3	bedrijf 4	bedrijf 5
Minder gebruik van minimumbuis	Ja, nacht 28C ipv 40C. Beetje warmte erin om doorslippen van de bosband door condensatie op de buis te voorkomen. Tijdens belichtingseizoen op LD boven en onder de buis eruit (met kraantjes). Min onderbuis erin om warmte van WKK kwijt te raken.	Ja, na installatie ventilatoren lagere min buis nacht (van 50 naar 45)	Ja, sinds aanleg airmix in zomer verlaagd van 40 naar 30C en later in nacht erin. Nog niet lager voor zekerheid, maar misschien volgend jaar. Onderbuis er altijd in. Angst voor roest.	Dat niet, maar wel meer aan windzijde gaan luchten. Voor meer gelijkheid klimaat, droogstoken. Meer min raam, minder naloop. Zeker na gieten. Niet echt minder min buis, warmte van WKK moet je toch kwijt.	
Toepassing pyrgeometer voor schermgebruik	Berekende uitstraling vanuit Priva wordt gebruikt voor bepaling sluiten energiedoek: onder 100W dicht.	nee	nee	Geen pyrgeometer, wel: bij zonnig weer onder 100W doek dicht.	
andere sensoren			meetbox boven doek ivm airmix		
Anders:	Ontvochtigen met buitenluchtaanzuiging, LBK's en slurven.				

Investeringen in afgelopen 5 jaar in technieken op gebied van energie:

bedrijf 1	bedrijf 2	bedrijf 3	bedrijf 4	bedrijf 5
Energiedoek en **luchtbehandelingskasten, slurven**	**Ventilatoren** ivm het ras beter stuurbaar maken wat betreft bloeigelijkheid en reactietijd. Heeft goede reactie gegeven. Bloei is veel gelijker geworden.	**Ventilatoren en airmix**	**Aardwarmte.**	**Aardwarmte** aansluiting (via Trigas) ivm duurzaamheid. En tussen maart en september minder WKK uren maken, CO2 via OCAP.
Nieuwe kas met diffuus glas en dubbele AR coating	Bijkomend voordeel is dat warmte van bovenbuis naar beneden wordt gebracht, waardoor warmte beter benut wordt.	Horizontale temperatuurmetingen laten maken	Misschien **airmix** = interessant. Betere vochtbeheersing, minder roestgevoelig. Minder insecten, minder vertraging. Na raswisseling van anastasia naar baltica geen ongelijke bloei meer -> geen ventilatoren.	Nu offerte laten maken om **airmixen** op te laten hangen. Voor kwaliteitsverbetering (meer generatieve sturing, minder knopjes in zomer), niet voor energiebesparing.
			Drive om energie te besparen is er niet ivm lage energieprijzen	

Belangrijkste reden om de afgelopen 5 jaar te investeren in technieken op energiegebied

	bedrijf 1	bedrijf 2	bedrijf 3	bedrijf 4	bedrijf 5
Energiebesparing	x	Ja (buiswarmte efficienter, minder kier door ventilatoren)	bijkomstig	Lange termijn energiekostenbesparing	Aardwarmte geeft energiebesparing in zomerhalfjaar
Kwaliteitsverbetering door betere klimaatregeling	x	Ja	X en mogelijk minder invlieg insecten (?)		
Productieverhoging		Ja			
Subsidiemogelijkheden		nee	bijkomstig		
Anders:…..					stukje duurzaamheid

Technieken en maatregelen die het meest hebben bijgedragen aan beheersing van de energiekosten

bedrijf 1	bedrijf 2	bedrijf 3	bedrijf 4	bedrijf 5
2e doek, ontvochtiging. meer bewust gaan nadenken en blijven kijken hoe gewas ontwikkeld	**Scherming intensiveren**. Langer dicht liggen in ochtend en namiddag. Uitstraling beperken in die periode (geleerd bij HNT cursus).	**Airmixen** besparen energie, vooral zomerhalfjaar.	**Zou aardwarmte moeten zijn, tot nu toe met lage gasprijzen nog geen voordeel.**	Energiekosten drukken door **op interessante uren elektra terug te leveren.** Dit staat dus los van energieverbruik.
		Nog geen extra energiedoek, nog te duur in bestaande situatie (?)		

Belang van energiebesparing in de afgelopen 3 jaar

	bedrijf 1	bedrijf 2	bedrijf 3	bedrijf 4	bedrijf 5
Heel belangrijk					
Belangrijk	ondanks lage gasprijzen bewust omgaan met energie. Niet nodig -> kost altijd geld.				
Geen extra aandacht aan besteed		opzet bedrijf is belangrijkste punt voor efficient gebruik energie.			
Niet belangrijk			WKK geeft warmte die gebruikt 'moet' worden.	Niet heel belangrijk, teelt staat voorop. Daarnaast kostengedreven.	x

Belang van het verlagen van de piekvraag in de afgelopen 3 jaar

	bedrijf 1	bedrijf 2	bedrijf 3	bedrijf 4	bedrijf 5
Heel belangrijk					
Belangrijk	maar geen piekvraag gehad, vrijwel altijd warmte over.				
Geen extra aandacht aan besteed		is niet voorgekomen. Desnoods is WKK paar uur langer aan geweest.		Teelt staat voorop. Aandachtspunt is voorkomen ketelvraag.	
Niet belangrijk			Warmte zat en geen koud weer		x

Mogelijkheden om het piekverbruik te verlagen

bedrijf 1	bedrijf 2	bedrijf 3	bedrijf 4	bedrijf 5
Bij een mindere dag dat je echt je doek niet open wilt doen ook de tempratuur laten zakken	2e scherm, lbk of airmix, led	Doek korter open, buizen begrenzen. Temperatuurintegratie	Doek later open, eerder dicht. Werken met kier.	Buizen maximaliseren op lagere temp bij kou -> lagere etmaaltemp acceptabel. Wel rasafhankelijk, want sommige rassen hebben hogere temp nodig (vb Bacardi)
			Buizen begrenzen. Temperatuur mag zakken. Toch iedere dag even luchten oude CO2 moet eruit.	

CO2 dosering

	Bedrijf 1	Bedrijf 2	Bedrijf 3	Bedrijf 4	Bedrijf 5
Welke CO2 gehaltes streeft u na in de kas?	onder doek 900 ppm, rest 1100 ppm	winter onder doek 1000 ppm dag 1500. zomer 1500 ppm	700 ppm max 1500 ppm	1100 ppm	800ppm: + 600 ppm op licht 50 – 250W Onder doek 800 ppm
Hoe bepaalt u de inzet van CO2? Welke invloeden vindt u belangrijk?	Licht (straling).	Zodra er gelucht wordt moet er gedoseerd worden.	Instraling. Tussen 175-250Watt instraling naar 1500 ppm	dosering in kg/uur afh. van straling belangrijker dan op ppm: van 60 - 160 kg/ha/uur tussen 50 - 150W	Licht is belangrijkste. Vorig jaar doseercapaciteit verhoogd. Op andere locatie van bedrijf hogere aansluiting en meer groei.
Hoe lang doseert u? van…. Tot…	15 min na licht aan tot 15 min voor donker	Max 30 min na start dag tot 15 min voor doek dicht	15/30 min na lampen aan tot 15/30 min voor sluiten doek	20 min na start dag tot 40 min voor donker	Van 15 min na lampen aan tot 15 min voor start donker.
Welke bronnen van CO2 gebruikt u?	Onder doek alleen OCAP ivm zuiverheid rookgassen, rest WKK	RGR en evt ketel. OCAP zou alleen in combinatie met aardwarmte interessant zijn.	OCAP	OCAP	OCAP
Welke doseercapaciteit heeft u?	200 kg/ha/uur OCAP 185 kg/ha/uur WKK, dan aanvullen tot 200 kg/ha/uur	200 kg/ha/uur via RGR de kas in	140 kg/ha/uur3600 kg totaal per dag.	200kg/ha/u, max 1625 kg/ha/dag	Max 300 kg/ha 14.000 kg totaal
Welke vragen/wensen heeft u op gebied CO2 doseren?	Wanneer is het meest efficient om (extra) CO2 te doseren?	Rookgassen zijn te warm. Hoe kouder krijgen?	Leveringszekerheid van OCAP. CO2 mag in zomer heel weinig kosten, dus niet op zoek naar hogere capaciteit.	OCAP CO2 is koud. Is dat erg? Is er wel te bezuinigen op CO2?	Wanneer kan CO2 meest efficient worden ingezet?

Schermregeling

	Bedrijf 1	Bedrijf 2	Bedrijf 3	Bedrijf 4	Bedrijf 5
- **energiedoek**	Openen: op temp of instraling. Tussen 10 – 15 uur makkelijker = 5C en onder 50W. Hierbuiten 10/13C en 100W Sluiten: in ochtend 10 min voordat verduistering open gaat. En in nacht onder 6C	Openen op buitentemp, instraling wind en tijd van het jaar. Sluiten meestal handmatig eerder bij koud en donker weer.	Openen en sluiten op buitentemp en straling	Openen: op tijd (zon op), straling, buitentemp Sluiten:winter 15-20 min voor start donker. Eerder bij koud en donker weer.	Openen en sluiten op buitentemp en straling
- **verduisteringsdoek**	donkertijd. In winter: dicht bij zon onder, open bij zon op.	op donkertijd	op donkertijd	op donkertijd	op donkertijd
- **stralingsdoek**		Laatste weken voor oogst boven 550W om bladspikkels te voorkomen.		geen apart stralingsdoek	
Spelen sensoren hierbij een rol? Zo ja hoe?	nee	nee	nee	nee	nee
Indien kier hoeveel %_min - max	Verduisteringsdoek op kastemp 20-22C max 2% Energiedoek: o.b.v. kastemp18,5 – 20C max 10%. Na lampen aan max 25%	0-2% zo min mogelijk en zo weinig mogelijk op kastemp tussen de 20 en 22C.	Niet meer sinds airmix. Alleen na lampen aan.	Min 0%, max winter 3-4% zomer 25%. Afhankelijk buitentemp	Van 0 tot 4% afh. van buitentemp. In vroege ochtend bij lampen aan 5%
Welke vragen/wensen liggen er nog?	Invloeden op de kier iets uitgebreider	Rustigere regeling die pas in een traject gaat werken als er aan de voorwaarden wordt voldaan.		Liever niet kieren = lastig. Makkelijk veel kou de kas in -> per afdeling verschillen.	

Sensoren

		Bedrijf 1	Bedrijf 2	Bedrijf 3	Bedrijf 4	Bedrijf 5
PAR meter Plaats in kas:	Nut:	nee	Geen sensoren. Nut onduidelijk. Mogelijk meetbox boven doek om kier beter te regelen.	nee	nee	nee
Uitstralingsmeter (Pyrgeo meter) Plaats in kas:	Nut:	nee		nee	nee	nee
Klimaatbox Plaats in de kas	Nut:	Wens: tempmeting voor, midden en achterin de kas				
Dubbele klimaat box boven én onder scherm	Nut:	meetbox buiten ivm buitenluchtaanzuiging	nee	Extra boven doek ivm airmix	nee	Binnenkort airmix, dan ook boven doek een meetbox
Planttemp.meter Plaats in gewas	Nut:	Nee	Nee	Nee	Nee	Nee

Ventilatoren

	Bedrijf 1	Bedrijf 2	Bedrijf 3	Bedrijf 4	Bedrijf 5
Heeft u ventilatoren?	Via slurven	Ja	Ja	nee	nee
Zo ja: wat is de capaciteit in M3/m2 per uur?	5 M3/m²/uur	10 M3/m²/uur	10 M3/m²/uur		
Waarom gebruikt u ventilatoren?		Activiteit verhogen, vooral bij gesloten scherm. Bovenbuiswarmte bij gewas brengen.	Betere temp en vochtverdeling		
Welk effect ervaart u?		Gelijkmatiger en generatiever gewas			
Zo nee: Hoe denkt u over het gebruik van ventilatoren?				Dan gelijk stap naar airmix	Op andere locatie ervaringen met slurven. Betere tempverdeling en gelijkmatiger afbloei. Dus positief. Daarom op deze locatie binnenkort airmixen.
Wat zou voor u een reden zijn om te investeren?				geen kier meer nodig, gelijkmatiger klimaat.	
Welke vragen/wensen liggen er nog?					
Anders:					

Wat zijn moeilijke omstandigheden om beslissingen te nemen voor de juiste actie?

	Bedrijf 1	Bedrijf 2	Bedrijf 3	Bedrijf 4	Bedrijf 5
Donkere dagen					
Hoog vocht					
zomer					Doek vroeg dicht -> hoge temp en hoog vocht -> vegetatieve groei -> vertraging
oostenwind					
Buiig weer					
Anders nl:	wisselend weer	Geen specifieke situatie	Koud weer: doek wel of niet open? Kiezen voor te koud of te warm?	Nachttemp laag houden = moeilijkste	
Reden voor deze keus:	pendelen van de doeken			verduisteringsdoek sluit klimaat op en zorgt voor hoge temp en hoge RV	

Ontvochtigen

	Bedrijf 1	Bedrijf 2	Bedrijf 3	Bedrijf 4	Bedrijf 5
Welke acties neemt u als u het vochtgehalte te hoog vindt?	Slurven actief, indien dan nog te hoog: extra buis Regelen op RV: nacht 86%, dag 88% Min buis 35C + 10C tussen 88-95%	Ventileren (altijd met tegenlucht er makkelijk bij), ventilatoren (alleen onder doek) en kier. Min buis 48C om in nacht minimale verdamping te realiseren. Ventilielatiettemp 0,2C onder stook in de nacht.	airmixen	Extra buis na gieten. Stoken + luchten + kier in doek Min buis: ook nog vochtregeling +4C in nacht en op licht eruit overdag 200-300W	Kier in doek, min buizen, min raam.
Welke problemen wilt u voorkomen met op vocht regelen?	Erwinia, roest, bladkwaliteit	Ongelijke afbloei en te vegetatieve gewassen.	Roest, bladproblemen. Actief gewas maken	roest Harde, sterke gewassen maken. Vertraging voorkomen	Bladkwaliteit, zwartstelen
Welke parameter(s) gebruikt u om te beslissen wel of niet op vocht te regelen?		Knopaanleg (knopstadiumonderzoek) trager = te vegetatief = meer ontvochtigen Blad groot of rond -> te vegetatief	RV en uitblaastemperatuur	min buis standaard erin, eruit op straling.	Tijd van jaar, gewasstadium, RV, straling
Als u minimum buizen gebruikt hoe regelt u deze in combinatie met instraling, raamstanden en overige parameters?	Overdag laag = 30C. Eruit op licht tussen 70 – 150W. Zomerhalfjaar 28C nacht (om doorslippen oogstband te voorkomen)	Bovenbuis eruit op licht tussen 150 – 350W	Hele lage min buis = ondergrenstemp die je toch al nodig hebt op warmtevraag = 37C		Min buis er altijd in. Op licht er overdag uit tussen 100-200W. In nacht 42C + 5C op vocht.
Als u actieve ontvochtiging heeft, hoe past u dit toe?	RV 86-88% en inblaastemp 1C onder de kastemperatuur (zomer 2C)	Geen actieve ontvochting. Nog niet in investeren. Met ventilatoren al enorm veel gewonnen.	airmixen		
Hoe zijn de ervaringen met actieve ontvochtiging? Wat gaat goed, wat minder?	Goed. Zeker bij AV verschil binnen/buiten van 3 en meer is RV goed te regelen.		Stabiele rv en templijnen. Het regelt zichzelf. Kier zorgt normaal voor onrust. Nu niet meer nodig. Ventilatoren draaien op 1 stand. Liever modulerend zetten.		Binnenkort Airmix. Dan geen kier meer nodig. Strakkere temperatuur, betere temperatuurverdeling. Betere vochtregeling. Nu makkelijk te hoog. In zomer minder vochtig en warm onder doek, hierdoor minder vegetatief en minder vertraging.
Welke vragen / wensen liggen er nog?			Als meetbox boven doek hoger aangeeft dan kastemp, dan stopt de regeling -> niet meer te ontvochtigen	Is actieve ontvochtiging een hype of echt een voordeel?	

Licht-temperatuurbalans

	Bedrijf 1	Bedrijf 2	Bedrijf 3	Bedrijf 4	Bedrijf 5
Werkt u met licht-temperatuur verhouding?	nee	nee	nee	Ja	nee
Hoe doet u dit?(noem getallen)				Registreren dagelijks, nu nog handmatig bijsturen. Gaat starten met regelen	
Streefwaarden					
Compenseert u lichtsom over meerdere dagen? Zo ja hoe?				1 dag	
Zo nee, waarom niet?	Misschien beetje gemakzucht. Er zal meer mee te doen zijn.	Op basis van instraling mag temp in de kas oplopen. Maar niet via een vaste regel-lijn.	Geen idee. Iedere dag worden de grafieken goed nagekeken en het gevoel in de kas. Dit is de basis.		Wel altijd hoog in etmaaltemp, maar vooral door veel warmteproductie WKK's. Kwaliteit is wel goed geweest.
Welke vragen/wensen liggen er nog?				Hoe nu gaan regelen in klimaatcomputer?	Hoe krijg ik mijn temperatuur lager?

Inventarisatie HNT technieken en maatregelen

Bedrijfsnaam	
Contactpersoon (teler)	
Telefoonnummer	
E-mail adres	
Straat + Nummer	
Woonplaats	

Bedrijfsgegevens:

1. Wat is het teeltoppervlak in de kas [m2]?	

2. Welk gewas / welke gewassen teelt u?	
Onbelichte tomaat	☐
Belichte tomaat	☐
Komkommer	☐
Gerbera	☐
Chrysant	☐
Potplanten	☐
Kasaardbei	☐
Anders	

3. Wat was uw energieverbruik in 2018?	**Gas M^3/m^2**
Totaal:	
Van WKK	
Warmtebron	GigaJoules:

4. Wat was uw elektriciteitsverbruik in 2018?	**kWh/m2**
inkoop elektra:	
verkoop elektra:	

5. Is er een piek in warmteverbruik geweest in 2019?	
Ja / Nee	Nee Ja (datum):
piekverbruik	
Reden piekverbruik	

Techniek en installatie

6. Welke installaties heeft u op het bedrijf die een relatie hebben met energieverbruik en -besparing?	
Verwarming: buizen …… mm	Aantal:
Verwarming: buizen …….mm	Aantal:
Verwarmingsbuizen anders:	
WKK Vermogen	kWh:
aardwarmte Vermogen	MW:
restwarmte van ander Vermogen	MW:
warmtebuffer Grootte:	$M^{3:}$
warmte/koude opslag (WKO)	
lage temperatuurverwarming	
1e energiescherm (leeftijd en type)	
2e energiescherm (leeftijd en type)	
verduisteringsdoek (leeftijd en type)	
pyrgeometer (uitstralingsmeter)	
buitenluchtaanzuiging	m^3/uur:
assimilatiebelichting: SON-T (HPS)	umol/cm²
LED-belichting	umol/cm²
Coating kasdek	type coating:
Energiezuining kasdek	haze factor:
CO2 inkoop (vloeibaar)	
CO2 - externe leverancier bv. OCAP	
luchtbehandelingskasten	
Anders:	

7. Welke maatregelen past u toe om het energieverbruik te beperken ?	
Verlaging buistemperatuur	
Veel schermuren	
Plantdatum verlaten	
Rooidatum vervroegen	
Sturen op dampdrukverschil en niet op RV	
Kasklimaat homogener maken	
Minder belichtingsuren	
Rassenkeuze	
Andere strategie voor CO2-dosering	
Temperatuurintegratie	
Minder gebruik van minimumbuis	
Toepassing pyrgeometer voor schermgebruik	
andere sensoren	Welke:
Anders:	Wat:

8. Welke maatregelen past u toe om de piek-vraag te beperken ?	
Verlaging buistemperatuur	
Veel schermuren	
Plantdatum verlaten	
Rooidatum vervroegen	
Sturen op dampdrukverschil en niet op RV	
Kasklimaat homogener maken	
Minder belichtingsuren	
Rassenkeuze	
Andere strategie voor CO2-dosering	
Temperatuurintegratie	
Minder gebruik van minimumbuis	
Toepassing pyrgeometer voor schermgebruik	
andere sensoren namelijk:	Welke:
Anders:	Wat:

9. Welke sensoren past u toe bij de HNT technieken?	
Planttemperatuur meter	
overig	Welke:

10. In welke technieken op gebied van energie heeft u de afgelopen 5 jaar geïnvesteerd?

11. Welke technieken en maatregelen hebben naar uw inzicht het meest bijgedragen aan beheersing van de energiekosten?

12. Wat was voor u de belangrijkste reden om de afgelopen 5 jaar te investeren in technieken op energiegebied? (meerdere keuzes mogelijk)	
Energiebesparing	
Kwaliteitsverbetering door betere klimaatregeling	
Productieverhoging	
Subsidiemogelijkheden	
Anders:…..	Namelijk:

13. Hoe belangrijk is energiebesparing de afgelopen 3 jaar voor u geweest?	
Heel belangrijk	
Belangrijk	
Geen extra aandacht aan besteed	
Niet belangrijk	

14. Hoe belangrijk is het verlagen van **de piekvraag** de afgelopen 3 jaar voor u geweest?	
Heel belangrijk	
Belangrijk	
Geen extra aandacht aan besteed	
Niet belangrijk	

15. Welke mogelijkheden ziet u om het piekverbruik te verlagen?

16. Welke ondersteunende middelen mist u nog om piekverlagende technieken in te zetten?

17. Waar heeft u de meest bruikbare informatie gehaald om in het afgelopen jaar het energieverbruik te beheersen?	
Website van Kas als Energiebron	
HNT-cursus	
Studiegroep	
Collega('s)	
Planten- of zaadleverancier	
Mijn teeltadviseur	
Eigen ervaring	
Vakbladen	
Anders:	

Gegevens worden onder nummer verwerkt in verslag. Gegevens worden wel gedeeld bij groepsbijeenkomst.

Inventarisatie HNT technieken en maatregelen deel 2

Bedrijfsnaam	
Contactpersoon (teler)	
Woonplaats	
Gewas/teelt	

Energieverbruik 2019:

1. Wat was uw energieverbruik in 2019?	**Gas M^3/m^2**
Totaal:	
Van WKK	
Warmtebron	GigaJoules:
Maximale uurcapaciteit (zie factuur netbeheerder)	M3/uur

2. Wat was uw elektriciteitsverbruik in 2019?	**kWh/m2**
inkoop elektra:	
verkoop elektra:	
Maximaal afgenomen vermogen elektriciteit (zie factuur netbeheerder)	KW

3. Wat was het hoogste en laagste gas verbruik per week in 2019?		
Hoogste weekverbruik	M^3/m^2:	datum:
Laagste weekverbruik (niet tijdens teeltwissel)	M^3/m^2:	datum:
Reden hoogste verbruik:		

4. CO2 inzet	
Welke CO2 gehaltes streeft u na in de kas?	ppm:
Hoe bepaalt u de inzet van CO2? Welke invloeden vindt u belangrijk?	
Hoe lang doseert u? van…. Tot…	
Welke bronnen van CO2 gebruikt u?	
Welke doseercapaciteit heeft u?	
Welke vragen/wensen heeft u op gebied CO2 doseren?	

5. Schermregeling: Hoe regelt u scherm openen en sluiten?	
- **energiedoek**	Openen Sluiten
- **verduisteringsdoek**	Openen Sluiten
- **stralingsdoek**	Openen Sluiten
Spelen sensoren hierbij een rol? Zo ja hoe?	Ja/nee Hoe:
Indien kier hoeveel % min - max	
Welke vragen/wensen liggen er nog?	%

6. Ontwikkeling: Tijdens workshop 1 kwam naar voren dat het gebruik van meetapparatuur voor schermen erg verschilt. Hoe denkt u over het gebruik van de volgende meetapparatuur en waar zou u deze plaatsen:	
PAR meter	Nut:
Plaats in kas:	
Uitstralingsmeter (Pyrgeo meter)	Nut:
Plaats in kas:	
Klimaatbox	Nut:
Plaats in de kas	
Dubbele klimaat box boven én onder scherm	Nut:
Planttemp.meter	Nut:
Plaats in gewas	

7. Ventilatoren	
Heeft u ventilatoren? Zo ja: wat is de capaciteit in M3/m2 per uur?	M3/m2/uur
Waarom gebruikt u ventilatoren?	
Welk effect ervaart u?	
Zo nee: Hoe denkt u over het gebruik van ventilatoren?	
Wat zou voor u een reden zijn om te investeren?	
Welke vragen/wensen liggen er nog?	
Anders:	

8. Welke omstandigheden vindt u moeilijk te beslissen welke actie u moet nemen? Zet in volgorde van meest moeilijk naar minst moeilijk. 1= meest moeilijk 6= minst moeilijk. Geef ook aan waarom.	
Donkere dagen	
Hoog vocht	
zomer	
oostenwind	
Buiig weer	
Anders nl:	
Reden voor deze keus:	

9. Ontvochtigen: Een behoorlijk deel van het gasverbruik wordt gebruikt voor ontvochtiging. Welke acties neemt u als u het vochtgehalte te hoog vindt?
acties:

10. Welke problemen wilt u voorkomen met op vocht regelen?

11. Welke parameter(s) gebruikt u om te beslissen wel of niet op vocht te regelen?	

12. Als u minimum buizen gebruikt hoe regelt u deze in combinatie met instraling, Raamstanden en overige parameters?	

13. Als u actieve ontvochtiging heeft, hoe past u dit toe?

14. Hoe zijn de ervaringen met actieve ontvochtiging? Wat gaat goed, wat minder?	
Welke vragen / wensen liggen er nog?	

15. Licht – Temperatuur balans	
Werkt u met licht-temperatuur verhouding?	Ja / nee
Hoe doet u dit?(noem getallen) Streefwaarden	
Compenseert u lichtsom over meerdere dagen? Zo ja hoe?	
Zo nee, waarom niet?	
Welke vragen/wensen liggen er nog?	
Zou u van 2 weken de stralingssom en etmaaltemperatuur willen bijhouden? **Zie excel bestand** (vooraf sturen)	
Maak een screenshot van een grafiek waar iets opvallends gebeurt met scherm- of buisregeling **(Samen met teler)**	

Bijlage 4: Presentatie Piekbelasting door DLV-GE in Workshops

DLVge greenhouse consultancy

Piek belasting

Spaarmotief

Ronald-Jan Post

6-8-2020 © DLVGE

DLVge greenhouse consultancy

Inhoud

- Wat is een piekbelasting
- Wat zijn de kosten voor piekbelasting
- Ideeën om deze piek te verlagen
- Ideeën om deze piek in te vullen.

6-8-2020 © DLVGE

DLVge greenhouse consultancy

Wat is een piek

- De resterende energievraag die niet duurzaam kan worden ingevuld
- De energievraag die ontstaat bij extreme koude
- De energievraag die ontstaat wanneer de duurzame bron uitvalt.
- Energievraag door gelijktijdig opstarten
- Inkoop kosten als de prijzen heel hoog zijn.
  - Warmte
  - Elektriciteit

6-8-2020 © DLVGE 3

DLVge greenhouse consultancy

Analyse piek

- Jaarbelastingduurkromme
- Bedrijfstijd

6-8-2020 © DLVGE

Kosten

GAS

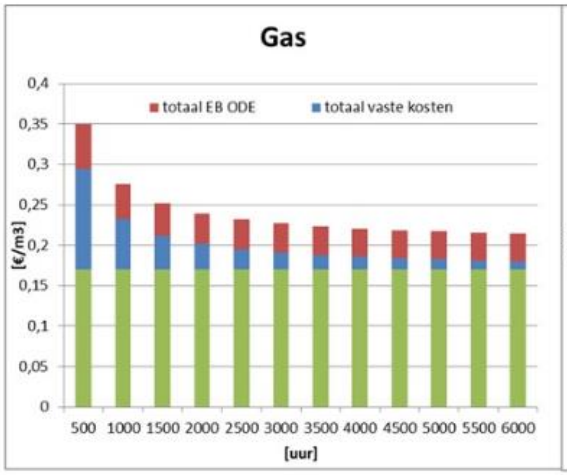
Landelijk	18	€/m3/uur
leverancier	10	€/m3/uur
regionaal	27	€/m3/uur
regionaal vastrecht	1160	€/jr
meetkosten	2400	€/jr
EB ODE eerste staffel	0,06588	€/m3
rest	0,03242	€/m3
commodity	0,17	€/m3

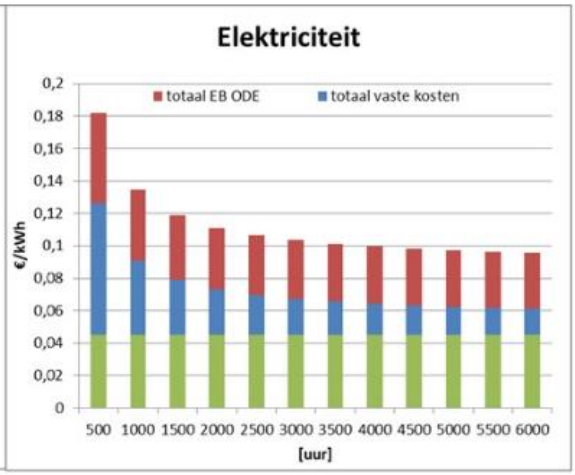
Elektriciteit

max vermogen per jaar	12,84	€/kWe/jr
max vermogen per maand	1,52	€/kWe/mnd
vaste kosten	2.500	€/jr
meetkosten	2.000	€/jr
EB ODE eerste staffel	2.334	€/50000 kWh
var transport	0,010	€/kWh
energiebelasting	0,014	€/kWh
ODE	0,021	€/kWh
commotity	0,045	€/kWh

6-8-2020 © DLVGE 5

kosten





6-8-2020 © DLVGE 6

Ideeën om de piek in te vullen Warmte

- WOT
- Hele grote WOT
- 2e scherm
- Retourtemperatuur verlagen
  - Meer geo
  - Meer WP
  - Meer WOT ruimte
- Ketel op aardgas
- Ketel op diesel
- Ketel op ander brandstof
- Elektriciteit (belichting ofzo)

6-8-2020 © DLVGE 7

Ideeën om de piek in te vullen elektriciteit

- Elektriciteit
  - Extra WK
  - KOT
  - Ander schema belichten
  - Software actief piek verlagen
  - Actief piek verhogen
  - Smart grid
  - Diesel
  - Accu

6-8-2020 © DLVGE 8