

Proefstation voor Bloemisterij en Glasgroente
Vestiging Naaldwijk
Postbus 8, 2670 AA Naaldwijk
Tel. 0174-636700, fax 0174-636835

ISSN 1385 - 3015

BESLISSINGSONDERSTEUNING VOOR ENERGIEZUINIGE KLIMAATBEHEERSING

Project 1716

R.L.M. van Uffelen
R. Bakker
M.G.M. Raaphorst
Naaldwijk, maart 2000

Rapport 268
Prijs f 30,00

Rapport 268 wordt u toegestuurd na storting van f 30,00 op banknummer 300 115 040 ten name van Proefstation Naaldwijk onder vermelding van 'Rapport 268, Beslissingsondersteuning voor energiezuinige klimaatbeheersing'.

**Jan Mulder (voorzitter energielcommissie NTS) op
24 juli 1996:**

“Energie besparen op zichzelf werkt niet voor verbetering van de energie-efficiëntie; het gaat om het optimaliseren van teelt en energieverbruik samen.”

VOORWOORD

Op glastuinbouwbedrijven wordt relatief veel energie verbruikt. Om deze bedrijven aan te zetten minder energie te gaan gebruiken, hebben de glastuinbouwbedrijven, vertegenwoordigd in het Landbouwschap, en de Nederlandse overheid in 1993 een meerjarenafspraken gemaakt. Dit convenant heeft als doelstelling een verbetering van de energie-efficiëntie van 50% in de periode 1980 tot 2000.

Het PBG heeft van Novem en Landbouwschap de opdracht gekregen om onderzoek te doen naar een hulpmiddel voor het ondersteunen van de besluitvorming over klimaatbeheersing, zodanig dat daarmee energie kan worden bespaard. Aanleiding hiervoor zijn de resultaten van verschillende projecten waaruit blijkt dat tussen bedrijven met een vergelijkbare teelt, bedrijfsuitrusting en productie, grote verschillen in gasverbruik voorkomen.

Het rapport dat voor u ligt (deel 1) beschrijft de uitvoering van de voorstudie; de ontwikkeling van de werkwijze als basis voor het beoogde hulpmiddel. In een vervolgrapport (deel 2) zal de ontwikkeling en praktijktest van een prototype computerprogramma worden beschreven, als beoogd hulpmiddel bij ondersteuning van beslissingsondersteuning voor energiezuinige klimaatbeheersing.

Het onderzoek is uitgevoerd door R. van Uffelen, R. Bakker en M. Raaphorst. De projectleiding was daarbij in handen van eerstgenoemde. Het onderzoek is begeleid door J.P. van Nieuwkerk (Landbouwschap), C.H.M.G. Custers (Novem), H.P. Zwinkels (ATC-Situ en later Agritect advies b.v.), G. van den Berg (PBG) en M. Ruijs (PBG).

Tot slot bedanken de onderzoekers P. Vermeulen (PBG), medewerkers van DLV en enthousiaste paprikatelers E. den Drijver en E. Vijverberg en hun collega's. Zonder hen was een succesvolle voorstudie naar het beoogde hulpmiddel niet mogelijk geweest.

Ir. J.C.J. Ammerlaan (hoofd sectie Bedrijfskunde)

SAMENVATTING

1. Inleiding

Eind jaren '80 heeft de Nederlandse glastuinbouw met de overheid een convenant afgesloten om het energieverbruik per eenheid product in 2000 met 50% te verminderen ten opzichte van 1980. Door het investeren in energiebesparende maatregelen en door projecten om de werking van de bedrijfsuitrusting te optimaliseren, heeft de sector in 1995 de tussen-doelstelling van 40% gehaald. Onderhavig project is uitgevoerd in opdracht van Novem en Landbouwschap, die de glastuinbouw ondersteunen bij het nakomen van het convenant.

Probleemstelling

Vanuit verschillende projecten van PBG komt naar voren dat er grote verschillen zijn in energieverbruik (tot wel 50%) tussen bedrijven met een vergelijkbare bedrijfsuitrusting, teelt en productie. Tweederde hiervan kan worden verklaard uit de verschillende wijze waarmee telers omgaan met hun bedrijfsuitrusting. Telers nemen dagelijks vele beslissingen over klimaatbeheersing (en daarmee de inzet van energie) met het oog op het buitenklimaat en de ontwikkeling van gewas en productie. Dit vraagt van de teler kennis van zaken en het nemen van beslissingen op het juiste moment. Momenteel zijn er geen praktisch bruikbare hulpmiddelen die de teler ondersteunen in zijn besluitvorming met betrekking tot klimaatbeheersing.

Doelstelling en afbakening

De doelstelling van het onderzoek is het ontwikkelen van een hulpmiddel voor het ondersteunen van de operationele besluitvorming van de ondernemer over klimaatbeheersing teneinde het gasverbruik te verminderen bij behoud van rentabiliteit.

De gemaakte afbakening is dat geen investeringsbeslissingen worden doorgerekend; de bedrijfsuitrusting is een gegeven. Het onderzoek wordt uitgevoerd voor roos en paprika; gewassen met een relatief hoog energieverbruik ($50 \text{ m}^3/\text{m}^2$ of meer) en een areaal van ± 900 ha.

2. Methode

Van der Maas (1989) geeft aan dat met betrekking tot operationeel beheer in de glastuinbouw klimaatbeheersing zich sterk leent voor ontwikkeling van hulpmiddelen voor beslissingsondersteuning op een tuinbouwbedrijf. In onderhavig onderzoek is daarvoor een model ontwikkeld, uitgewerkt tot een werkwijze en in de praktijk op bruikbaarheid getest.

2.1 Ontwikkeling model en werkwijze

Bij het ontwikkelen van een hulpmiddel voor ondersteuning van besluitvorming ten behoeve van energiezuinige klimaatbeheersing speelt een drietal zaken een rol: a) ondersteuning van de besluitvorming van een teler, b) activiteiten van klimaatbeheersing en de informatie die daarbij wordt gebruikt en c) energiebesparende instellingen en omstandigheden waarin ze worden toegepast.

Eerst is in de literatuur nagegaan welke bruikbare theorieën en modellen er bestaan op gebied van besluitvorming en klimaatbeheersing. Twee bestaande modellen, de Deming-circle (Deming, 1982) en Informatiemodel Glastuinbouw (Situ, 1987), zijn verwerkt tot een nieuw model. Door de activiteiten en de daarbij gebruikte gegevens uit Informatiemodel Glastuinbouw in de fasen van de Deming-circle (planning, uitvoering, controle en evaluatie) in te delen, kan stapsgewijs worden gewerkt aan het bereiken van doelen. Daaraan is een zgn.

'Teeltgeheugen' toegevoegd om de daarbij benodigde kennis over o.a. gewas-, productieontwikkeling, klimaatbeheersing en energiebesparing expliciet en toegankelijk te maken.

Op basis van dit model is nagegaan hoe energiezuinige klimaatbeheersing in de praktijk plaatsvindt en welke informatie daarbij wordt gebruikt. Er zijn diepte-interviews gehouden met telers en zijn energiedeskundigen en literatuur geraadpleegd. Van daaruit is een werkwijze voor energiezuinige klimaatbeheersing uitgewerkt in formulieren die door een teler kunnen

worden gebruikt bij het Plannen, Uitvoeren, Controleren en Evalueren van de klimaatbeheersing. Het 'Teeltgeheugen' is gevuld met kennisregels en informatie verkregen van telers, en teelt- en energiedeskundigen.

2.2. Toetsen model en werkwijze

Nadat de ontwikkeling van de werkwijze was voltooid is een praktijktoets gehouden. Het doel van de praktijkproef was het toetsen van de bruikbaarheid van de ontwikkelde (papier) werkwijze en de bijbehorende planningsinformatie (Teeltgeheugen). Tijdens de praktijktoets is nagegaan of het gestructureerd doorlopen van de besluitvormingscyclus voor klimaatbeheersing op basis van de werkwijze, blijvend werkbaar is op een tuinbouwbedrijf.

De werkwijze is met een groepje van zes paprikatelers getest gedurende drie perioden in maart t/m mei 1997. In deze drie maanden hebben de zes telers drie keer de gehele management-cirkel doorlopen. Aan het eind van de proef is een enquête gehouden onder de telers over de bruikbaarheid van de werkwijze. De enquêtegegevens zijn verwerkt tot voorlopige conclusies. In een workshop met de telers over de werkwijze zijn de definitieve conclusies vastgesteld. Deze aanpak (Ailleblas; 1995) leidde tot aanpassing van de werkwijze en gaf aanwijzingen voor het vervolg.

3. Resultaten

3.1 Ontwikkeling model

Vanuit de literatuur en interviews met telers en andere deskundigen, zijn een aantal bevindingen van invloed geweest op de vorm en invulling van het model voor energiezuinige klimaatbeheersing:

- Het nemen van beslissingen gericht op het bereiken van doelstellingen, is de meest typerende activiteit van de manager (Van Uffelen, 1991). Bij beslissen over klimaatbeheersing, moeten doelen centraal staan. Planmatig werken ondersteunt dit.
- Telers nemen met betrekking tot klimaatbeheersing vele ad-hoc beslissingen. Klimaatbeheersing 'zit vooral in het hoofd' van de teler; vele aandachtspunten moeten op het juiste moment worden toegepast. Hierbij worden allerlei gegevens geregistreerd maar er wordt niet gestructureerd gekeken naar mogelijke verbeteringen. Klimaatbeheersing ten behoeve van een optimale gewas- en productieontwikkeling kan worden verbeterd door meer met lange termijn-doelen hiervoor rekening te houden. Door daarbij de benodigde kennis toegankelijk te maken, zal de teler beter in staat zijn om de juiste kennis op het juiste moment te gebruiken. En door de gerealiseerde kasklimaat, gewas- en productieontwikkeling gestructureerd te analyseren/ evalueren kan de teler bewuster leren het klimaat te beheersen.
- Na eerste inventariserende gesprekken werd duidelijk dat het telers in eerste instantie gaat om een goede gewasontwikkeling voor een zo hoog mogelijke productie van een zo hoog mogelijke kwaliteit. Vervolgens probeert men dit met het oog op bedrijfsrendement te doen met zo min mogelijk energie. Energiebesparing staat dus niet op zichzelf. Mogelijkheden voor energiebesparing liggen, uitgaande van een bestaande bedrijfsuitrusting, in de wijze waarop de klimaatinstellingen voor een dag worden gemaakt o.a. met betrekking tot temperatuur, ventilatie, CO₂-dosering en schermgebruik. Het energiezuinig instellen hiervan is sterk afhankelijk de gewasfase, -toestand en het buitenklimaat door het jaar heen. Dit betekent dat kennis over energiezuinige klimaatbeheersing moet worden gespecificeerd naar delen van het jaar waarin steeds dezelfde aandachtspunten gelden voor gewasontwikkeling, klimaatregeling, energiebesparing etc.

De in paragraaf 2.1. genoemde besluitvormingstheorie en het Informatiemodel Glastuinbouw

zijn de basis geweest voor het ontwikkelde model voor energiezuinige klimaatbeheersing. De hiervoor genoemde bevindingen hebben deze keuze nader bevestigd en geholpen om het model nader vorm te geven. Het Teeltgeheugen, gevuld met kennis over buitenklimaat, kasklimaatregeling, gewas- en productieontwikkeling en energiebesparing is hiervan een gevolg.

3.2. Ontwikkeling werkwijze

Op basis van literatuur, interviews en workshops met telers is het model voor paprika uitgewerkt tot een praktische werkwijze op papier.

* Teeltgeheugen

Kennis en ervaring die de teler gebruikt bij klimaatbeheersing is tastbaar gemaakt door het op papier uit te werken. Bedrijfsnormen en aandachtspunten met betrekking tot buitenklimaat, - gewas- en productieontwikkeling, klimaatregeling en energiebesparing zijn hierin verwerkt in 13 vierweekse perioden. Hierin is bijv. weergegeven welke temperatuur en instraling per week kunnen worden verwacht (gemiddeld, minimum, maximum), welke lengtegroei, zetting en productie normaal worden gerealiseerd en welke mogelijkheden er zijn voor energiebesparing. De teler kan het Teeltgeheugen aanvullen en wijzigen.

* Planning

De werkwijze vraagt van de teler aan het begin van een vierweekse periode om doelen op te stellen voor gewas- en productie-ontwikkeling. Deze worden vastgesteld vanuit de huidige stand van het gewas en bedrijfsnormen en aandachtspunten voor die periode uit het Teeltgeheugen. Op basis van de doelen wordt een klimaat(instellingen)plan opgesteld. Hierin worden voor de belangrijkste regelingen per dagdeel waarden ingevuld. Met het PBG-rekenmodel GASVERBRUIK kan daarna worden gesimuleerd hoeveel energie per week zal worden gebruikt; dit worden de energiedoelen voor de komende periode

* Uitvoering

Dagelijks is de teler bezig om op basis van waarnemingen van het weer, kasklimaat en gewas, de klimaatinstellingen zodanig bij te sturen. De werkwijze vraagt van de teler om de dagelijks gerealiseerde waarden van buiten- en kasklimaat te registreren, evenals belangrijke wijzigingen in klimaatinstellingen.

* Controle

Wekelijks worden de stand van het gewas, de productie en het energieverbruik geregistreerd. In de werkwijze wordt vervolgens stilgestaan bij de gerealiseerde waarden door te controleren of men 'op schema ligt' ten opzichte van de doelen. Daarna wordt bepaald of de klimaatinstellingen nog moeten worden gewijzigd voor het halen van de doelen

* Analyse

In deze fase wordt bewust stilgestaan bij de realisatie van de doelstellingen en gezocht naar verklaringen als ze niet zijn gerealiseerd. Voor het redeneren hierover is het belangrijk te weten hoe buiten- en kasklimaat zijn geweest. Waar weken straling en buitentemperatuur af van de normen? Is het gelukt om het gewenste kasklimaat te realiseren volgens het klimaatplan? Daarna wordt per doel in de registratiegegevens (van buiten-, kasklimaat, gewas- en productieontwikkeling) stapsgewijs gezocht naar mogelijke verklaringen voor de gevonden verschillen met de gerealiseerde waarden. Kunnen problemen met de productie worden verklaard uit extreme kasklimaat situaties of een stagnerende gewasontwikkeling? Is het voor buitenklimaat gecorrigeerde energieverbruik hoger door minder schermuren of een hogere CO₂-instellingswaarde, etc? Het op deze wijze gestructureerd afwerken van deze vragen leidt tot

een overzicht van wat er is gebeurd. Dit wordt vastgelegd in een zogenaamd Perioderapport. De conclusies worden in het Teeltgeheugen vastgelegd voor gebruik in een volgend jaar.

3.3. Praktijktoets

Door middel van de enquête en de workshop zijn de meningen van de zes telers over de werkwijze geïnventariseerd en verwerkt; hieronder volgen de resultaten.

* Planning

De zes telers zijn (redelijk) positief over informatie in het Teeltgeheugen. De telers zijn positiever naarmate de informatie 'nieuwer' voor hen is. Het opstellen van doelen voor gewas en productie aan het begin van een periode vinden de telers zeker zinvol. Drie telers geven aan liever om de twee weken een klimaatplan willen maken.

* Uitvoering

De registratie van de gewijzigde klimaatinstellingen heeft wat problemen gegeven; het handmatig bijhouden hiervan kost veel discipline. Buitenklimaat- en kasklimaatgegevens zijn in de klimaatcomputer aanwezig. Het overschrijven ervan kost de telers discipline. Het verdient aanbeveling om dit geheel automatisch te laten uitvoeren.

* Controle

De wekelijkse registratie van de stand van het gewas, de productie (o.a. zetting en plantbelasting) en het energieverbruik, wordt grotendeels al door de telers uitgevoerd. Het op een aantal punten beoordelen en noteren van de gewastoeestand is nieuw. De telers vinden dit positief. De registraties zijn door vier van de zes telers gebruikt om met de doelen vergelijken en zonodig bij te sturen. De twee anderen controleerden niet met de cijfers maar op basis van hun eigen waarnemingen.

* Analyse

De 6 deelnemende telers vinden het zinvol om regelmatig op een gestructureerde manier terug te kijken. Wel zijn de de telers van mening dat het analyseren sneller en korter moet dan tijdens de praktijkproef is gebeurd. Een suggestie is het primair analyseren op hoofdlijnen, waarbij men vervolgens dieper gaat zoeken in de dagelijkse registraties als er echt zaken fout zijn gegaan. Teler vinden dat door het bijwerken van het Teeltgeheugen na de analyse het systeem actueel blijft en bedrijfseigen wordt.

* Werkwijze als geheel

De veronderstelling dat het gestructureerder en bewuster omgaan met gewas, productie en klimaatregeling leidt tot een lager energieverbruik en/of een lager energieverbruik per eenheid product wordt door de zes telers bevestigd. Dit is in de proef niet gekwantificeerd. De telers vinden dat de papieren werkwijze niet voldoende werkbaar is. Het handmatig registreren, opzoeken, analyseren en bijwerken van het teeltgeheugen kost behoorlijk wat tijd en discipline. Ze geven aan dat de werkwijze voldoende perspectief biedt om verder te ontwikkelen. Men heeft hoge verwachtingen van automatisering.

3.4. Voorstudie naar mogelijkheden van automatisering

Een voorstudie naar mogelijkheden van automatisering geeft aan dat toegevoegde waarde vooral ligt bij Teeltgeheugen, Planning en Analyse. Echter alle onderdelen van de werkwijze moeten worden verwerkt om de werkwijze te kunnen demonstreren.

4. Discussie

Op basis van de resultaten kunnen de volgende discussiepunten worden aangehaald:

- Om na te kunnen gaan in hoeverre energie wordt bespaard en of dit gebeurt bij behoud van rentabiliteit dient kwantitatief vervolgonderzoek te worden uitgevoerd;

-
- De zes telers zijn niet representatief; echter vanuit hun rollen als voorloper en posities in telersorganisaties hebben zij de bruikbaarheid voor collega's ingeschat;
 - Een voorstudie naar automatisering schetst de mogelijkheden voor een verdere ontwikkeling van de werkwijze. Of gebruik ervan energiebesparing oplevert bij behoud van rentabiliteit moet nader onderzocht worden.

5. Conclusies en aanbeveling

Vanuit de praktijkproef en workshop zijn er de volgende conclusies over de werkwijze:

- ze is niet praktisch bruikbaar vanwege benodigde tijd en discipline;
- ze biedt perspectief voor verbetering van gewasontwikkeling en energiebesparing;

De praktijkproef en een voorstudie naar mogelijkheden van automatisering geven aan:

- Automatisering kan de werkwijze toegankelijk maken door vergroting van snelheid en gebruiksvriendelijkheid. Er dient een prototype te worden gebouwd en getest in de praktijk.

INHOUDSOPGAVE

VOORWOORD	3
SAMENVATTING	5
1. INLEIDING	13
1.1 PROBLEEMSTELLING	13
1.2 DOELSTELLING	14
1.2.1 Beknopte doelstelling	14
1.2.2 Uitgebreide doelstelling	14
1.3 AFBAKENING	14
1.4 LEESWIJZER	15
2. METHODE	16
2.1 INLEIDING	16
2.2 ONTWIKKELING MODEL EN PAPIEREN WERKWIJZE (fase A en B)	16
2.3 TOETSEN MODEL	18
2.4 MOGELIJKHEDEN VOOR AUTOMATISERING ALS HULPMIDDEL	18
2.5 FUNCTIONEEL ONTWERP	19
3. ONTWIKKELING WERKWIJZE	20
3.1 INLEIDING	20
3.2 VERKENNING VAN DE ASPECTEN	20
3.3 VORMING MODEL	23
3.4 CASE 'KLIMAATBEHEERSING BIJ PAPRIKA IN HET VROEGE VOORJAAR'	27
3.4.1 Normatieve gegevens	28
3.4.2 Wijze van klimaatbeheersing	28
3.4.3 Mogelijkheden voor energiebesparing	30
3.5 CONCLUSIES CASE EN INVLOEDEN OP DE TE ONTWIKKELEN WERKWIJZE	30
3.6 DE ONTWIKKELDE WERKWIJZE	32
4. TOETSING IN DE PRAKTIJK	35
4.1 INLEIDING	35
4.2 METHODE	36
4.2.1 Bepalen bruikbaarheid	36
4.2.2 Experiment met telers	36
4.2.3 Enquête en workshop	38
4.3 RESULTATEN	39
4.3.1 Planning	39
4.3.2 Uitvoering: dagelijkse registraties	40
4.3.3 Controle: Wekelijkse registraties	41
4.3.4 Analyse	41
4.3.5 Werkwijze als geheel	42
4.3.6 Andere energiebesparingsmogelijkheden	42
4.3.7 Automatisering	43
4.3.8 Bruikbaarheid voor andere paprikatelers/andere teelten	43
4.3.9 Knelpunten in de klimaatbeheersing (algemeen)	43
4.4 CONCLUSIES EN AANBEVELINGEN	44
5. BEPALEN MEERWAARDE VAN AUTOMATISERING	46

5.1 INLEIDING	46
5.2 MEERWAARDE VAN AUTOMATISERING EN KEUZECRITERIA	46
5.3 MOGELIJKE FUNCTIONALITEIT	46
5.3.1 Planning	47
5.3.2 Uitvoering	48
5.3.3 Controle	48
5.3.4 Analyse/Evaluatie	48
5.3.5 Voorlopige conclusie over de mogelijkheden van automatisering	49
5.4 PROTOTYPE IN PLAATS VAN DEMONSTRATIECOMPUTERPROGRAMMA	50
5.5 HET ONTWIKKELEN VAN PROTOTYPE 'GROWING ENERGY'	51
5.5.1 Verkenning van uitgangspunten	51
5.5.2 Doelstelling	53
5.5.3 Afbakening	53
5.5.4 Een ontwerp voor Growing Energy	54
5.5.5 Automatisering van Growing Energy	54
6. DISCUSSIE	56
6.1 INLEIDING	56
6.2 DISCUSSIE	56
7. AANBEVELINGEN	57
7.1 INLEIDING	57
7.2 AANBEVELINGEN	57

LITERATUURLIJST

BIJLAGEN

- 1- Projectorganisatie
- 2- Informatiemodel Glastuinbouw, procesdecompositie
- 3- Energiebesparingstips uit Energiebesparingsplan (DLV) en Energiedoorlichting Nutsbedrijf
- 4- Een eerste vragenlijst
- 5- Vervolg vragenlijst
6. Papieren werkwijze Energiezuinige klimaatbeheersing
- 7- Enquête: Bruikbaarheid werkwijze energiezuinige klimaatbeheersing
- 8- Workshop Energiezuinige klimaatbeheersing; discussie over stellingen.

Externe bijlagen

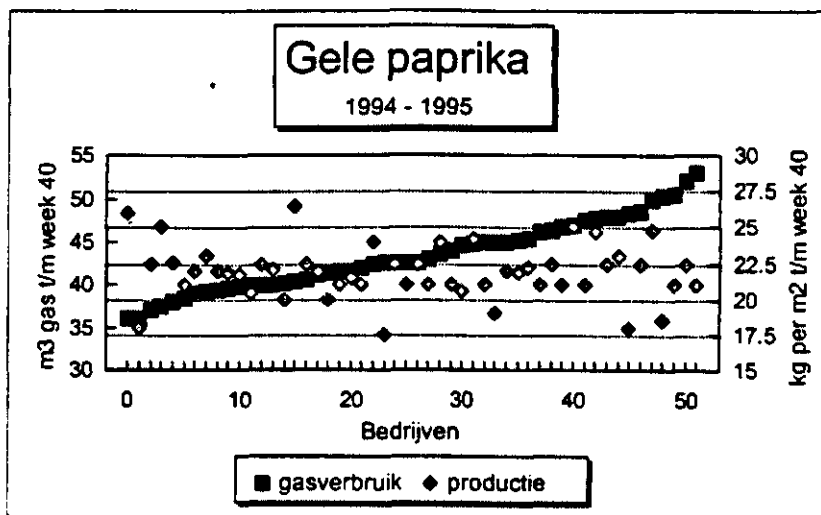
- Teeltgeheugen roos
- Teeltgeheugen paprika
- Functioneel ontwerp Growing Energy

1. INLEIDING

Eind jaren '80 is de milieuproblematiek een belangrijk aandachtspunt geworden voor de glastuinbouw. In die tijd heeft de Nederlandse glastuinbouw met de overheid een convenant afgesloten waarmee ze zich verplicht om het energieverbruik per eenheid product in 2000 met 50% te verminderen ten opzichte van 1980. Sinds begin jaren '80, ten tijde van de hoge energieprijzen, is er door de tuinbouw veel geïnvesteerd in energiebesparende maatregelen. Daarnaast zijn er door adviesbureaus en nutsbedrijven projecten geïnitieerd om de werking van deze bedrijfsuitrusting door te meten en te optimaliseren. Een en ander heeft ertoe geleid dat in 1995 de tussendoelstelling is gehaald; een verbetering van de energie-efficiëntie met 40% ten opzichte van 1980 (Vd Velden et al., 1996). De laatste 10% zal de komende jaren nog - een behoorlijke inspanning van de sector vragen. Zeker, nu voor 1996 is gebleken dat de verbetering van de energie-efficiëntie weer is gedaald naar 37% (Vd Velden et al., 1996). Uitgaande van bestaande bedrijfsuitrusting kan worden nagegaan op welke wijze energie kan worden bespaard.

1.1 PROBLEEMSTELLING

Vanuit metingen in verschillende projecten van het PBG komt naar voren dat er grote verschillen zijn in energieverbruik (tot wel 50%) tussen bedrijven met een vergelijkbare bedrijfsuitrusting, teelt en productie. Een voorbeeld hiervan is te zien in Figuur 1.1, waarin de productie en het gasverbruik van ongeveer 50 bedrijven zijn gesorteerd op oplopend gasverbruik.



Figuur 1- Het gasverbruik en de productie bij Gele paprika in teeltseizoen 1994 - 1995

Dit beeld wordt ondersteund in het Schermonderzoek door Rijdsdijk en Van der Sluis (1995) "De stelregel dat een hoge productie samengaat met een hoog energieverbruik gaat niet altijd op. Een laag gasverbruik werd zowel gevonden bij bedrijven met een lage als een hoge productie". Ook Hanemaaijer (1995) geeft na onderzoek aan dat er geen relatie is tussen gasverbruik en productie. Vermeulen & Ruijs (1997) hebben in hun onderzoek gevonden dat tweederde van de verschillen in gasverbruik kon worden verklaard uit de verschillende wijze waarmee telers omgingen met hun bedrijfsuitrusting.

Telers nemen dagelijks vele beslissingen over klimaatbeheersing, hetgeen een complex van factoren betreft. De belangrijkste daarvan zijn de ontwikkeling van buitenklimaat, gewas, product en productie en kasklimaatregelingen. Dit vraagt van de teler kennis van zaken en het

nemen van beslissingen op het juiste moment. Momenteel zijn er, naast advisering door teeltdeskundigen, voor de teler geen praktisch bruikbare hulpmiddelen bekend die de teler ondersteunen in zijn operationele besluitvorming met betrekking tot klimaatbeheersing en waarin de teler met zijn kennis en ervaring centraal wordt gesteld.

1.2 DOELSTELLING

1.2.1 Beknopte doelstelling

De doelstelling van het onderzoek is het ontwikkelen van een hulpmiddel voor het ondersteunen van de operationele besluitvorming van de ondernemer over de inzet van energie bij het proces klimaatbeheersing op zijn bedrijf. Dit hulpmiddel is gericht op vermindering van gasverbruik op bedrijfsniveau, onder de voorwaarde van behoud van rentabiliteit.

1.2.2 Uitgebreide doelstelling

Over energiebesparingsmogelijkheden bij de teelt van een gewas is al veel kennis beschikbaar en deze kennis is ook wel bij de teler bekend. Deze kennis wordt echter lang niet altijd betrokken in het nemen van beslissingen over klimaatbeheersing voor de teelt. De uitdaging is dan ook om een hulpmiddel te ontwikkelen dat de teler ondersteunt bij het nemen van de juiste beslissingen op het juiste moment, gebruik makend van de beschikbare kennis. Als vertrekpunten bij dit onderzoek is gebruik gemaakt van de ervaringen die op het PBG zijn opgedaan met managementondersteuning in de projecten 'Besluitvorming voor Gewasbescherming' en 'Teeltbegeleidingssysteem (TBS-) gewasbescherming paprika' (Van der Maas, 1989; 1991). Vervolgens is in het eerste deel van het onderzoek op basis van kennis uit theorie en praktijk een besluitvormingsmodel voor energiezuinige klimaatbeheersing ontwikkeld. In het tweede deel van het onderzoek is vanuit dit model een computerprogramma ontwikkeld voor telers en in de praktijk getest. Door het verspreiden van een dergelijk hulpmiddel en de kennis die daarin is verwerkt kan de energie-efficiëntie op tuinbouwbedrijven worden verbeterd en de CO₂-uitstoot worden verminderd. Hierdoor zal de tuinbouw milieuvriendelijker gaan produceren. Naast de telers zijn ook andere partijen, zoals voorlichters, adviseurs, onderzoekers, en tuinbouwtoeleveranciers van (bedrijfs-) computers en automatiseringsdeskundigen betrokken in dit onderzoek en over de onderzoeksresultaten geïnformeerd.

1.3 AFBAKENING

In het onderzoek zijn de volgende afbakeningen aangebracht:

- Binnen het onderzoek zijn geen investeringsbeslissingen geëvalueerd. Er is nagegaan op welke wijze men zo energiezuinig mogelijk gebruik kan maken van de reeds op het bedrijf aanwezige productiemiddelen;
- De resultaten van het onderzoek moeten voor meerdere gewassen toepasbaar zijn. Wat betreft de gewaskeuze is er in dit project gewerkt met zowel paprika als roos. Dit, vanwege de volgende redenen:
 - Om te achterhalen of de resultaten voor een grotere groep van gewassen geldig zijn, moet voor meerdere (sterk verschillende) gewassen worden gekozen; een groente- en een bloemengewas.
 - Paprika en roos hebben beide een groot areaal (± 900 ha).
 - Beide gewassen hebben een relatief hoog temperatuurregime en daarmee een hoog gemiddeld energieverbruik van ± 50 m³/m² of meer (energieverbruik zonder besparende maatregelen). Er is in potentie bij beide gewassen een grote energiebesparing mogelijk.
 - Bij beide gewassen zijn alle planten in de kas steeds in dezelfde groeifase. Er wordt

daarom sterk met het klimaat gestuurd, gericht op de ontwikkeling van de plant. Klimaatbeheersing is daardoor complexer dan bij gewassen waar verschillende gewasfasen naast elkaar in de kas staan en het klimaat gedurende het hele jaar een compromis is;

- Ondanks dat Timmerman en V.d. Kamp (1990) aangeven aan dat er energie te besparen is met het optimaliseren van **regeltechnische instellingen** in de klimaatcomputer, is hieraan in dit bedrijfskundige onderzoek geen aandacht besteed omdat het technische fijnregeling betreft;
- De hulpmiddelen die in onderhavig onderzoek zijn ontwikkeld, zijn geen kant en klare producten. Ze kunnen door marktpartijen in samenwerking met het PBG worden afgestemd op de wensen van hun klanten.

1.4 LEESWIJZER

In dit rapport is de ontwikkeling beschreven van het hulpmiddel voor managementondersteuning bij energiezuinige klimaatbeheersing. In hoofdstuk 2 is de aanpak van het onderzoek beschreven. In hoofdstuk 3 komt de ontwikkeling van de werkwijze voor energiezuinige klimaatbeheersing aan de orde. De toetsing van deze werkwijze in de praktijk komt aan bod in hoofdstuk 4. In hoofdstuk 5 worden de resultaten beschreven van een studie naar de meerwaarde van automatisering. In hoofdstuk 6 volgt discussie over conclusies uit de *hoofdstukken 3 tot en met 5. In hoofdstuk 7 ten slotte worden aanbevelingen weergegeven.*

2. METHODE

2.1 INLEIDING

Uit een rapport van Van der Maas (1989) blijkt dat bij operationele besluitvorming in de glastuinbouw klimaatbeheersing, na gewasbescherming (Van der Maas, 1991; 1993) zich sterk leent voor ontwikkeling van hulpmiddelen voor beslissingsondersteuning op een tuinbouwbedrijf. In onderhavig onderzoek is na een oriëntatie (fase A) eerst een model ontwikkeld voor ondersteuning van de besluitvorming van telers bij energiezuinige klimaatbeheersing (fase B). Dit is vervolgens uitgewerkt tot een papieren werkwijze. Daarna is in een praktijktest nagegaan in hoeverre de papieren werkwijze bruikbaar is. Hierbij is ook nagegaan welke knelpunten er zijn in de huidige klimaatbeheersing op tuinbouwbedrijven (fase C). Tevens is er een voorstudie gedaan naar mogelijke voordelen van ondersteuning door automatisering hierbij (fase D). Ten slotte is een functioneel ontwerp gemaakt van het computerprogramma dat op basis van de papieren werkwijze kan worden gebouwd. De ontwikkeling en het testen van dit computerprogramma (Growing Energy) in de praktijk (Fase E) is beschreven in Deel 2).

2.2 ONTWIKKELING MODEL EN PAPIEREN WERKWIJZE (fase A en B)

Om na te gaan op welke wijze een teler kan worden ondersteund bij energiezuinige klimaatbeheersing is eerst nagegaan wat het onderwerp kasklimaatbeheersing op een tuinbouwbedrijf omvat. Daaruit bleek dat hiervoor kennis nodig is over de volgende aspecten:

- fysische aspecten van kasklimaat;
- bedrijfsuitrusting;
- regeltechniek;
- fysiologische aspecten van gewasontwikkeling;
- teelt van een gewas;
- energiebesparingsmogelijkheden tijdens de teelt;

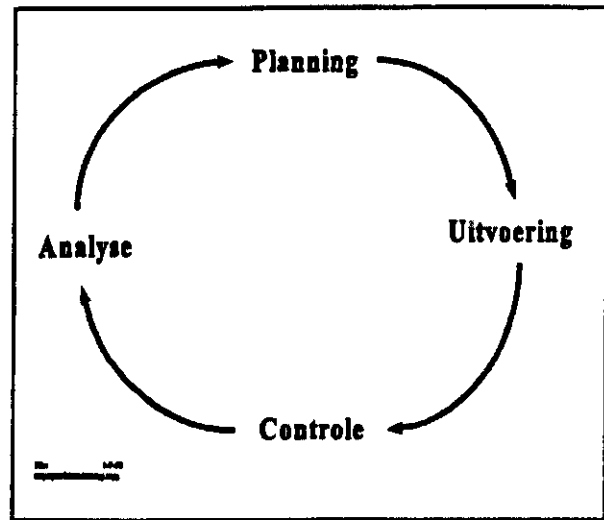
Vervolgens zijn over teelt, kasklimaatbeheersing en energiebesparing hierbij inventariserende gesprekken gehouden met twee paprika- en twee rozentelers. De resultaten van de interviews zijn gebruikt om het onderwerp nader af te bakenen. Bij het ontwikkelen van een hulpmiddel voor ondersteuning van besluitvorming voor energiezuinige klimaatbeheersing speelt een drietal zaken een rol:

- activiteiten van klimaatbeheersing en de informatie die daarbij wordt gebruikt;
- ondersteuning van de besluitvorming van een teler;
- energiebesparende instellingen en omstandigheden waarin ze worden toegepast.

In de literatuur is nagegaan welke bruikbare theorieën en modellen hierover reeds bestaan. Het betreft hier vooral theorie op gebied van besluitvorming en klimaatbeheersing;

- Om zicht te krijgen op de besluitvorming over klimaatbeheersing op een glastuinbouwbedrijf is uitgegaan van het Informatiemodel Glastuinbouw (Situ, 1987). Dit informatiemodel bestaat uit twee onderdelen. In een procesmodel zijn de activiteiten beschreven die een bedrijf uitvoert (zie Procesdecompositiemodel in Bijlage 2). Het datamodel is een weergave van de gegevens die bij die activiteiten een rol spelen. De cluster Klimaatbeheersing (Situ, 1992) van het informatiemodel Glastuinbouw is daarbij een afgebakend onderdeel waarin de relaties met de andere bedrijfsprocessen zijn beschreven. Omdat de operationele besluitvorming over klimaatbeheersing binnen het informatiemodel plaatsvindt binnen het tactische niveau (gehele teeltseizoen), is dit mede als uitgangspunt gekozen.

- Operationele besluitvorming over klimaatregeling, het bijstellen van klimaatinstellingen, kan worden gezien als een continu proces. Een dergelijke besluitvormingscyclus kan vereenvoudigd worden weergegeven met de Deming-circle (Deming, 1982). Hierin worden activiteiten binnen een proces opgesplitst in Planning, Uitvoering en Controle (bewaking van de planning) en Evaluatie of Analyse. Door vanuit een planning te werken wordt de afhankelijkheid tussen een doel, benodigde beslissingen en informatiebehoefte gelegd. Door de fase Analyse kan ook het verbeteren van dit proces worden ingebed; een gedachte die tegenwoordig binnen kwaliteitszorg op (tuinbouw)bedrijven sterk is uitgewerkt.
- Wat betreft energiebesparing tijdens de teelt, bleek uit de oriëntatie dat kasklimaatbeheersing en mogelijkheden voor energiebesparing daarbij verschillen zowel over de delen van een dag (bv. ochtend, nacht), als over de seizoenen (bv. winter, najaar) in het jaar heen (o.a. op basis van literatuur van Bakker (1995.) en Van Holsteijn (1994, 1995^{ab})).



Figuur 2- De Deming-circle ter ondersteuning van de besluitvormingscyclus

Vanwege het laatste punt zijn de twee bestaande modellen over resp. klimaatbeheersing en besluitvorming verwerkt tot een nieuw model. Namelijk door de activiteiten en de daarbij gebruikte gegevens vanuit Informatiemodel Glastuinbouw volgens de fasen van de Deming-circle in te delen, kan daaraan een volgorde worden gegeven gericht op het bereiken van vooraf gestelde doelen.

Het model heeft vervolgens nader gestalte gekregen door eerst globaal na te gaan op welke wijze energiezuinige klimaatbeheersing in de praktijk plaatsvindt en welke informatie daarbij wordt gebruikt. Hiervoor zijn interviews gehouden met twee paprika- en twee rozentelers over klimaatplanning, uitvoering van klimaatbeheersing, controle middels registraties en mogelijkheden voor energiebesparing. Deze eerste vragenlijst is gebaseerd op het model en de inventarisatie van bestaande vragenlijsten (Vermeulen, 1994; Goossens et al. 1997). Vanwege de hoeveelheid kennis van verschillende onderwerpen die wordt gebruikt bij besluitvorming over klimaatbeheersing door het jaar heen, is aan het model een zgn. Teeltgeheugen (een soort kennisbank) toegevoegd. Hierin is ruimte gecreëerd voor informatie over Buitenklimaat, Gewasontwikkeling, Productieontwikkeling, Klimaatregeling en Energiebesparende instellingen voor 13 vierweekse perioden in het jaar.

Na de resultaten van de interviews is besloten om het model verdergaand te testen. Daarvoor is een case uitgewerkt over besluitvorming bij energiezuinige klimaatbeheersing van paprikatelers in de periode van 1 april tot half mei. Het betreft een periode waarin nog redelijk wat energie wordt ingezet, waarin het buitenklimaat snel verandert en waarop door telers met klimaatbeheersing continu op moet worden ingespeeld. Om de besluitvorming en de gebruikte informatie in kaart te brengen zijn diepte-interviews gehouden met verschillende telers met een vervolg-vragenlijst. Daarnaast zijn ook energie- en bedrijfsdeskundigen geraadpleegd.

Over de resultaten van de case (kennismateriaal verwerken in het bestaande model) is een

workshop gehouden met telers, gewas-, energie- en bedrijfsdeskundigen. Dit gaf richting aan het ontwikkelen van een werkwijze voor energiezuinige klimaatbeheersing. Deze werkwijze is uitgewerkt in een set formulieren (papieren werkwijze) die op een tuinbouwbedrijf kunnen worden ingevuld bij het Plannen, Uitvoeren, Controleren en Analyseren van de klimaatbeheersing en de mogelijkheden voor energiebesparing daarbij. Daarnaast is het Teeltgeheugen voor een geheel jaar gevuld met kennis in de vorm van vuistregels over de verschillende onderwerpen. De formulierenset en de vuistregels zijn opgesteld door een iteratief proces met een viertal paprikatelers, en teelt- en energiedeskundigen uit voorlichting en onderzoek.

2.3 TOETSEN MODEL (fase B en C)

Nadat de ontwikkeling van de papieren werkwijze was voltooid, is een praktijktoets gehouden. Het doel van de praktijkproef was het toetsen van de bruikbaarheid van de ontwikkelde papieren werkwijze en de bijbehorende planningsinformatie (Teeltgeheugen). Hiermee moest worden nagegaan of het gestructureerd doorlopen van de besluitvormingscyclus voor klimaatbeheersing op basis van de papieren werkwijze, blijvend werkbaar is op een tuinbouwbedrijf. De proef is niet opgezet om het effect van de papieren werkwijze op productie en energieverbruik te kwantificeren en te vertalen in financiële gevolgen.

De werking van het model is met een groep van zes paprikatelers getest gedurende drie perioden in maart t/m mei 1997. Deze perioden zijn gekozen omdat door een snel veranderend buitenklimaat de klimaatregeling veel moet worden bijgesteld. In deze drie maanden hebben de zes telers drie keer de gehele managementcirkel doorlopen. Op deze manier kon twee keer de overgang naar een volgende periode worden bekeken.

Als afsluiting van de praktijkproef is een enquête gehouden onder de 6 deelnemende telers over de bruikbaarheid van de papieren werkwijze. De enquêtegegevens zijn verwerkt tot voorlopige conclusies en enkele resterende vragen. In een workshop die aansluitend met de telers over de papieren werkwijze is gehouden, zijn de definitieve conclusies vastgesteld en zijn de vragen zoveel mogelijk beantwoord. De workshop heeft hiermee richting gegeven aan de noodzakelijke aanpassingen van de papieren werkwijze (antwoord fase B). De workshop leverde daarnaast een lijst met knelpunten in de huidige informatievoorziening en informatiebehoefte voor de besluitvorming voor energiezuinige klimaatbeheersing (antwoord fase C). De methode waarin een enquête wordt gecombineerd met een workshop-methode is eerder door Alleblas (1995) toegepast. De methode bleek een relatief groot probleemoplossend vermogen te hebben met goede mogelijkheden om (door suggesties uit de workshop) tot een verbreding van het te onderzoeken onderwerp te komen.

2.4 MOGELIJKHEDEN VOOR AUTOMATISERING ALS HULPMIDDEL (fase D)

Voor de papieren werkwijze voor energiezuinige klimaatbeheersing is nagegaan wat de mogelijkheden zijn van automatisering en wat daarvan de meerwaarde is als hulpmiddel voor de teler. Hiervoor is eerst een voorstudie gedaan op basis van het ontwikkelde model. De visie die hieruit naar voren is gekomen, is getoetst in de enquête en de workshop met de telers als onderdeel van het toetsen van de papieren werkwijze.

2.5 FUNCTIONEEL ONTWERP (fase D)

Op basis van de ontworpen formulierenset en de resultaten van de workshop is een plan van aanpak gemaakt voor de ontwikkeling van een computerprogramma als hulpmiddel voor de teler bij het uitvoeren van de werkwijze voor energiezuinige klimaatbeheersing. Daarna is gestart met het maken van een Functioneel Ontwerp; de eerste fase van het ontwikkelings-traject. Het betreft hier een informatiekundige beschrijving van het ontwerp van een geautomatiseerd systeem waarin in de functies van het systeem zijn uitgewerkt in een procesmodel en een datamodel:

- In het procesmodel is met flowcharts aangegeven welke activiteiten in welke volgorde plaatsvinden. Daarbij is aangegeven welke gegevens daarbij op welke wijze worden gebruikt: aanmaken, gebruiken, wijzigen.
- Deze gegevens zijn vervolgens weergegeven in entiteit-attributbeschrijvingen. Hierin zijn van de verschillende onderwerpen (entiteiten) de eigenschappen (attributen) aangegeven die de entiteit beschrijven. De samenhang tussen de entiteiten is geschetst in een Entiteit-Relatiediagram. Ten slotte zijn ook de benodigde rekenregels voor het berekenen van de waarde van attributen (bijv. een cumulatief) beschreven.

Deze beschrijving is vervolgens gebruikt als ontwerp op basis waarvan het prototype Growing Energy kon worden gebouwd. De ontwikkeling van Growing Energy (Fase E) is beschreven in Deel 2.

3. ONTWIKKELING WERKWIJZE

3.1 INLEIDING

Volgens de aanpak die in hoofdstuk 2 is geschetst, wordt in dit hoofdstuk inhoudelijk ingegaan op de tot standkoming van het model en de van daaruit ontwikkelde werkwijze voor energiezuinige klimaatbeheersing. In paragraaf 3.2. wordt vanuit de oriëntatie ingegaan op de aspecten die een rol spelen bij het complexe onderwerp van energiezuinige klimaatbeheersing. Daarna volgt de ontwikkeling van het model in paragraaf 3.3. Vervolgens is in paragraaf 3.4. een case 'Klimaatbeheersing bij paprika in het vroege voorjaar' uitgevoerd om nader richtlijnen te ontwikkelen voor de werkwijze. Ten slotte wordt in paragraaf 3.5 de ontwikkelde werkwijze beschreven.

3.2 VERKENNING VAN DE ASPECTEN

Energiezuinige klimaatbeheersing is een complex onderwerp. Er spelen namelijk vele factoren een rol. Een verkenning van het onderwerp over de teelt van paprika of roos leverde de volgende uitgangsinformatie over fysische aspecten van kasklimaat, fysiologische aspecten van plantengroei, bedrijfsuitrusting, regeltechniek, teelt van gewassen en mogelijkheden voor energiebesparing tijdens de teelt:

- Kasklimaat heeft met betrekking tot plantenteelt **fysische aspecten** zoals temperatuur, luchtvochtigheid, CO₂-concentratie. De wijze waarop deze aspecten zich gedragen zijn beschreven o.a. door Timmerman & V.d. Kamp (1990). Bakker (1993) beschrijft aspecten van luchtvochtigheid en Van Uffelen (1987) gaat in op de CO₂-concentratie als onderdeel van kasklimaat.
- Kasklimaatbeheersing is in de eerste plaats gericht op de ontwikkeling van het gewas. Het onderwerp kent derhalve **fysiologische aspecten** zoals fotosynthese, groei, vegetatieve en generatieve ontwikkeling, respiratie (groei- en onderhoudsademhaling) en verdamping. Deze onderwerpen worden o.a. behandeld door Kropf & Spitters (1990). De invloed van de fysische aspecten hierop zijn met betrekking tot temperatuur behandeld door De Koning (1993) en Timmerman & Kamp behandelen de invloed van temperatuur daarop. Bakker (1993) gaat in op de effecten van luchtvochtigheid. En Van Uffelen (1987) beschrijft aspecten van de relatie van CO₂ en gewasontwikkeling.

Een combinatie van enkele zaken, die in het te ontwikkelen model aandacht krijgt, betreft de vegetatieve (weelderig) en de **generatieve gewasgroei** (schraal):

- De plant **groeit vegetatief** als er veel blad wordt aangemaakt en als de plant weelderig groeit. Dit kan worden bereikt door weinig verschil te maken in dag- en nachttemperatuur. Een goede watervoorziening aan de plant en een niet te hoge zoutconcentratie van de voedingsoplossing helpen hierbij.
- De plant **groeit generatief** als de plant 'schraal' groeit. Er wordt minder en kleiner blad aangemaakt omdat de plant het relatief moeilijk heeft. Daardoor worden relatief meer bloemen aangemaakt (en daarmee vruchten). Dit gebeurt als de dag- en nachttemperatuur verder uit elkaar liggen, als de watervoorziening aan de plant minder goed is en/of als de zoutconcentratie van de voedingsoplossing hoger is.
- Om het kasklimaat te kunnen beheersen is **bedrijfsuitrusting** nodig. Het betreft hier onder andere gegevens over kas- en -omhullingsmaterialen, ketel, WKK, condensor, warmte-

buffer, CO₂-installatie, verwarmingsnet, luchting, schermen, gevelisolatie, meetapparatuur, etc.. Over de dekkingsgraad van de deze onderdelen in de praktijk is geschreven door Vermeulen (1994), Carlier et. al. (1993) en Van der Velden (1996).

Als het gaat om mogelijkheden voor energiebesparing middels bedrijfsuitrusting zijn studies gedaan door Van Uffelen en Vermeulen (1994), Van der Velden (1996), etc.

Vanwege de in par. 1.3 gemaakte afbakening is het onderwerp Bedrijfsuitrusting niet als variabele verwerkt in het model. Bij beslissingsondersteuning voor energiezuinige klimaatbeheersing wordt namelijk uitgegaan van bestaande bedrijfsuitrusting.

- **Regeltechniek** speelt een belangrijke rol bij klimaatbeheersing. Informatie over algemene principes, temperatuurregeling, vochtregeling, buisregeling, raamregeling, schermregeling, CO₂-regeling, en het regelen van het totale kasklimaat is ontleend aan Timmerman & Kamp (1990). Zij geven tevens aan dat er teveel energie verbruikt wordt als er een onrustige regeling ontstaat doordat de regeltechnische instellingen niet goed worden beheerst. Echter vanwege de gemaakte afbakening in par. 1.3. is hierop niet verder ingegaan.

- Timmerman & Kamp geven aan dat de volgende regelingen belangrijk zijn bij kasklimaatbeheersing:

- A) Verwarmingsregeling en proportionele banden van invloeden hierop van o.a. licht;
 - B) De buistemperatuurregeling als corrigerend orgaan;
 - C) Ventilatielatieregeling en proportionele banden van invloeden hierop;
 - D) Raamregeling verdeeld in luw en wind-zijde voor de corrigerende organen;
 - E) Vochtregeling. Deze wordt niet veel toegepast in paprika; men regelt vooral op temperatuur (Den Drijver, V.d. Kaay; pers. comm.1996);
 - F) Schermregeling voor het energiedoek en het zonnescherm;
 - G) CO₂-regeling, met proportionele banden van invloeden zoals licht, raamstand en wind;
- Daarnaast geven ze aan dat het belangrijk is om tijden waarop de verschillende regelingen gebaseerd zijn op eenduidige wijze erin te verwerken. Dit kan zowel met vaste tijden als door zon-op en zon-onder als referentiepunt te gebruiken.

- **Teelt van gewassen; sturen van gewasontwikkeling voor de productie**

Bij de teelt gaat het erom het gewas vanaf zaad of jonge plant zodanig te ontwikkelen dat hiermee in een teeltseizoen een beoogde productie wordt bereikt van een gewenste kwaliteit. Het gewas doorloopt in een teeltseizoen vaak verschillende groeifasen. Deze ontwikkeling gebeurt gedeeltelijk onder invloed van de wisseling van de seizoenen (winter, lente, zomer en herfst) en het daarmee gepaard gaande continue verloop van met name licht en buitentemperatuur.

Een paprikagewas, dat één teeltseizoen meegaat, doorloopt de fasen: vegetatief gewas, 1^e zetting, 2^e zetting, vroege voorjaarsfase, late voorjaarsfase, zomerfase, 1^e najaarsfase en 2^e najaarsfase (Den Drijver, V.d. Kaay (DLV), pers. comm. 1996).

Een rozengewas dat meerdere jaren achtereen in de kas staat doorloopt de fasen die parallel lopen aan wat de buitenomstandigheden toelaten: winterfase (behoudend), voorjaarsfase (snelle groei), zomerfase (volle productie), najaarsfase (afname van groei en gewassparen voor winterfase) (Sonneveld (DLV), De Hoog (PBG), pers. comm. 1997).

Bij kasklimaatbeheersing voor gewasontwikkeling (groei, bloei, zetting en productie) gaat het erom om met de verschillende klimaatregelingen zodanig in te spelen op de gewas-toestand (fotosynthese, verdamping etc.), de kasklimaattoestand (temperatuur, luchtvochtigheid, CO₂-concentratie) en de buitenklimaatomstandigheden (licht, temperatuur, wind) dat het gewas zich volgens de 'optimale lijn' ontwikkelt. Dit vraagt een

gewasontwikkeling waarmee een maximale productie met een optimale kwaliteit kan worden behaald. Tegelijkertijd wordt aandacht gevraagd om die aspecten die problemen kunnen veroorzaken in de gewas- en vruchtontwikkeling te voorkomen. Over kasklimaat-beheersing voor gewasontwikkeling is voor zowel paprika als roos veel informatie te vinden in teeltbrochures (Bergenhengouwen et al., 1983), verslagen (Van Uffelen, 1986), rapporten (V.d. Avoird et al., 1994; Vermeulen, 1994) en vakbladen (Beerens, 1995; V.d. Berg, 1984^{abcd}; Bakker, 1994; De Hoog, 1991; Hubert, 1994; Oosting, 1989; Rijdsdijk, 1993; Rijdsdijk & V.d. Sluis, 1995; Van Rijssel, 1984, etc.)

Doordat de gewasontwikkeling in een teeltseizoen gefaseerd verloopt en het buitenklimaat continu verandert vraagt dit continu besluitvorming van de telers. Een serie artikelen van Van Holsteijn (1994^{a,b}; 1995) en Bakker (1994) geeft een beeld van deze problematiek. Over de teelt in elk van de vier seizoenen wordt het buitenklimaat gekarakteriseerd, aangegeven welk effect dit heeft op het kasklimaat (fysische omstandigheden), wat de gevolgen zijn voor het gewas en welke instellingen moeten worden gemaakt om hierop in te spelen.

- **Mogelijkheden voor energiebesparing tijdens de teelt.**

Van Holsteijn bevestigt in een artikel (1995), in dit geval over tomaat, nog eens dat er grote verschillen voorkomen in gasverbruik op tuinbouwbedrijven (57,8 - 72,0 m³/m²) en dat er geen relatie is aan te geven met productie: "de teler met het laagste gasverbruik, had de een na hoogste productie". Vervolgens geeft hij aan dat eenvoudige registratie leidt tot bewustwording en een efficiënter energieverbruik.

Bewustwording over energieverbruik en klimaatbeheersing is mede ontstaan door de projecten Energiebesparingsplan (EBP) van DLV en Energiedoorlichting (EDO) van het Nutsbedrijf, die liepen in de periode 1994 - 1996. In deze projecten zijn metingen gedaan aan de bedrijfsuitrusting. In de rapportages daarvan staan verschillende tips, ontwikkeld door DLV en PBG (voorheen PTG), over mogelijkheden voor energiebesparing bij de verschillende regelingen van de klimaatbeheersing (Nutsbedrijf, 1994). Een voorbeeld over de verwarmingsregeling:

- Pas de verwarmingstemperatuur aan de activiteit van het gewas aan;
- Stel invloeden in van straling, buitentemperatuur en wind op de verwarmingstemperatuur;
- Houd bij het regelen van de verwarmingstemperatuur rekening met het openen en sluiten van het scherm;
- Let bij de overgangen van dag naar nacht en vice versa op de snelheid van opstoken en afbouwen van de temperatuur; maak maximaal gebruik van de zon.

Tips voor de overige regelingen zijn opgenomen in Bijlage 3.

Op IPC-Ede is een cursus Klimaatregeling en energiebesparing ontwikkeld (Kamp, 1995; 1997). In deze cursus wordt aan telers kennis overgedragen en oefeningen gedaan over klimaatinstellingen en regeltechniek en op welke wijze daarmee energiebesparing mogelijk is.

Ook uit een project van OVTO (organisatie van particuliere tuinbouwkundige onderzoek- en adviesbureaus) in 1994/1995 komen verschillende tips voor het verminderen van het energieverbruik middels kasklimaatbeheersing in de teelt. De volgende titels van artikelen geschreven over de projectresultaten duiden dit aan dat er nog mogelijkheden zijn:

- 'Lager energieverbruik draait om zelfbeheersing' (Ammerlaan, 1995);
- 'Energiebesparing draait om durf' (Hanemaaijer, 1995);
- 'Rozentelers werken aan het verlagen van het energieverbruik' (Bakker & Damen, 1995);
- 'Energieverbruik per chrysant kan verder omlaag' (De Groot, 1995).

De tips die in deze artikelen worden gegeven zijn waardevol. Naast algemene tips zijn de

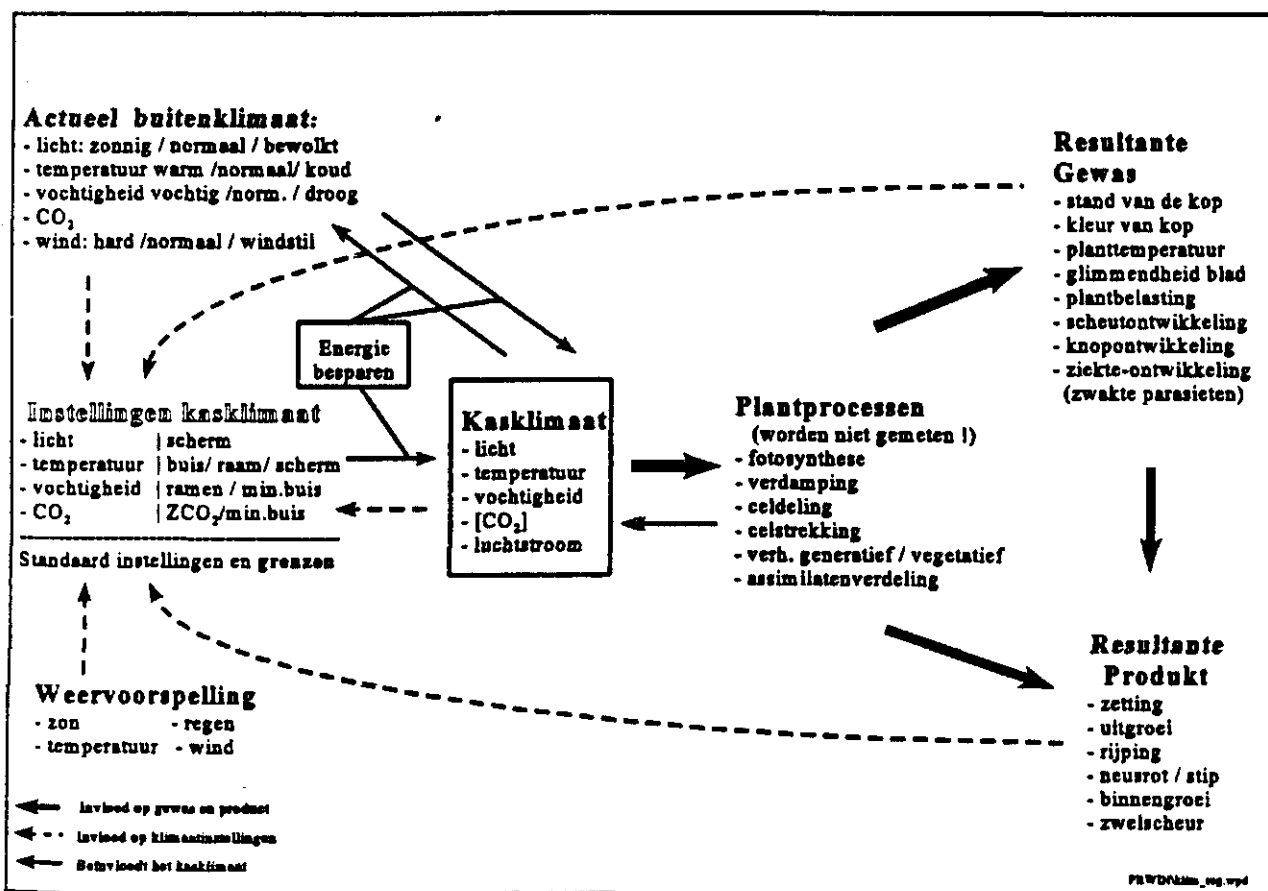
meeste tips slechts in een beperkt deel van het jaar actueel, met het oog op de ontwikkelingsfase van het gewas en het buitenklimaat.

Deze tips en mogelijkheden voor energiebesparing worden verwerkt in modellen als die van Schotman (1995). Ook worden ze verwerkt in modellen die direct kasklimaatinstellingen sturen zoals Econaut van Hoogendoorn en optimalisatieprogramma's van Van Henten (Van Henten et al., 1995) en Van Straaten (1994). Echter totdat dit soort modellen op grote schaal operationeel zijn in de praktijk is de vraag waar dit project een antwoord op wil geven:

"Op welke wijze kun je een teler ondersteunen zodanig dat hij op de juiste moment afweegt of aandachtspunten die dan actueel zijn, kunnen worden toegepast?"

3.3 VORMING MODEL

Op zoek naar een antwoord op de genoemde vraag is literatuur geraadpleegd en zijn interviews met telers en andere deskundigen gehouden. Een aantal bevindingen zijn belangrijk van invloed geweest op de vorm en invulling van het model voor energiezuinige klimaatbeheersing. Aspecten van management en besluitvorming, Informatiemodel Glastuinbouw, de Deming-circle en kennis over klimaatbeheersing en energiebesparing hebben geleid tot het model voor energiezuinige klimaatbeheersing.



Figuur 3- De aspecten buitenklimaat, kasklimaat, gewas, productie en energiebesparing met elkaar in verband gebracht

- Management is besluitvorming

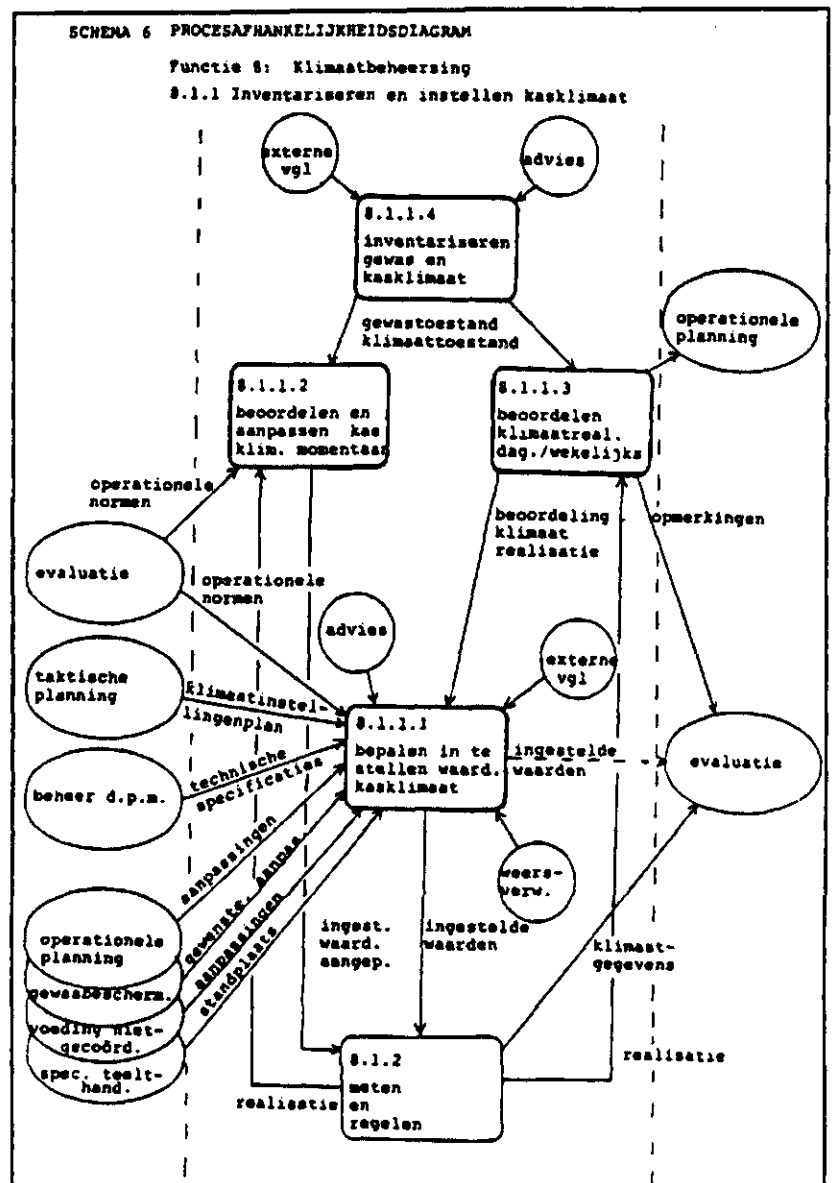
Uit literatuur over management komt naar voren dat het nemen van beslissingen gericht op het bereiken van doelstellingen, de meest typerende activiteit van de manager is (Van Uffelen, 1991). Bij het nemen van (dagelijkse) beslissingen over klimaatbeheersing, moet het bereiken van doelstellingen centraal staan. Er is vanuit gegaan dat planmatig werken hierbij goed kan worden ingezet. Daarbij wordt een te behalen doel vertaald in een plan van activiteiten, die vervolgens worden uitgevoerd totdat het doel is behaald of tot een bepaald moment waarop wordt nagegaan of het doel is bereikt.

- Dagelijkse klimaatbeheersing is operationele besluitvorming

In de praktijk nemen telers met betrekking tot klimaatbeheersing vele ad-hoc beslissingen inspelend op een grillig buitenklimaat. Daarbij vindt besluitvorming over klimaatbeheersing hoofdzakelijk plaats in het hoofd van de teler; er zijn vele aandachtspunten zijn die hij op het juiste moment moet toepassen. Om daarvan een beeld te geven is in Figuur 3.

weergegeven op welke wijze de punten uit par. 3.1. met elkaar in verband kunnen worden gebracht. Wat opvalt is dat klimaatbeheersing een cyclisch proces is waarin met klimaatinstellingen steeds wordt gereageerd op het buitenklimaat, de gewas- en de productietoestand.

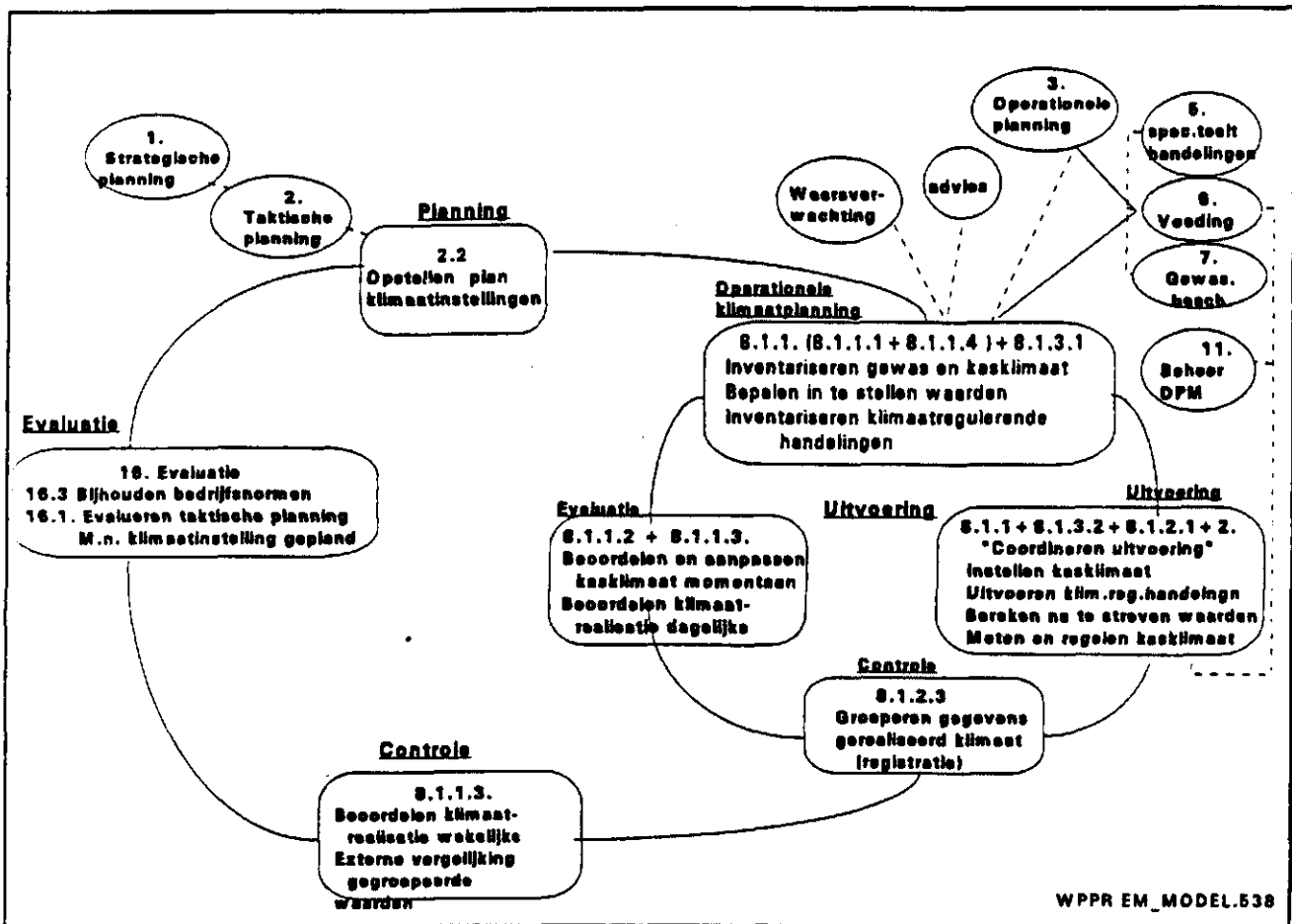
In Informatiemodel Glastuinbouw (zie par 2.1) is het proces klimaatbeheersing beschreven onder het operationele niveau (zie Figuur 4). Dit niveau is verbonden aan het tactische niveau dat weer verbonden is met het strategische niveau. Van het proces klimaatbeheersing is middels processchema's weergegeven welke activiteiten op een tuinbouwbedrijf worden uitgevoerd voor klimaatbeheersing. In het bijbehorende gegevensmodel is terug te vinden welke gegevens bij deze activiteiten ontstaan, worden gebruikt of worden verwijderd. Echter het model is statisch, het heeft geen dynamiek. En juist in bedrijfsvoering is timing en het reageren op ontwikkelingen van belang (pers. comm. P. Schotman, 1995).



Figuur 4- Schematische weergave van het proces Klimaatbeheersing in Informatiemodel Glastuinbouw (Situ, 1987)

Deze dynamiek kan erin worden gebracht middels de Deming-circle (zie Figuur 5). Hiermee wordt een proces opgesplitst in Planning, Uitvoering, Controle en Analyse/Evaluatie. Hierdoor kan doelgericht worden gewerkt. Omdat klimaatbeheersing een cyclisch proces is, kunnen verbeteringen die uit de analyse/evalutie naar voren komen in de volgende cyclus/cycli worden gebruikt.

Het proces van klimaatbeheersing voor een optimale gewas- en productieontwikkeling kan worden verbeterd door, meer dan nu in de praktijk gebeurt, rekening te houden met de doelen over langere termijn (taktische planning). Door de gebruikte kennis expliciet te maken voor de teler, zal hij beter in staat zijn om de juiste kennis op het juiste moment te gebruiken; de kans op vergeten verkleint. En door meer gestructureerd terug te kijken naar de realisatie kan de teler bewuster leren klimaatbeheersen.



Figuur 5- De Demingcircle en het Informatiemodel Glastuinbouw met elkaar in verband gebracht

Mogelijkheden voor energiebesparing tijdens de teelt

Op basis van de oriëntatie op het onderwerp energiezuinige klimaatbeheersing is eind 1995 een eerste vragenlijst opgesteld (zie Bijlage 4). Aan de hand hiervan zijn inventariserende gesprekken gevoerd met met twee rozen- en twee paprikatelers over bedrijfsuitrusting, gewasontwikkeling, klimaatbeheersing en mogelijkheden voor energiebesparing. Een van de telers schetste treffend de houding van de vier telers ten aanzien van energiebesparing.

"Een teler is in eerste instantie bezig met het zorgen voor een goede gewasontwikkeling voor een zo hoog mogelijke productie van een zo hoog mogelijke kwaliteit. En als dit kan met zo min mogelijk energie, dan is dit mooi meegenomen".

Het ondersteunen van energiebesparing kan dus niet op zichzelf staan, maar moet in verband worden gebracht met gewasontwikkeling en productie (zie ook Bijlage 3).

Mogelijkheden voor energiebesparing liggen, uitgaande van een bestaande bedrijfsuitrusting, in de wijze waarop de klimaatinstellingen worden gemaakt o.a. met betrekking tot temperatuur, ventilatie, CO₂-dosering en schermgebruik. Het energiezuinig instellen hiervan is sterk afhankelijk van mogelijkheden die de teelt hiervoor biedt; rekeninghoudend met gewasfase, -toestand en het buitenklimaat.

De resultaten van de Eerste vragenlijst bevestigen dat telers bij klimaatbeheersing sterk denken in seizoenen. Dit betekent dat door het jaar heen, en zelfs over de 24 uur heen er steeds andere mogelijkheden zijn voor energiebesparing.

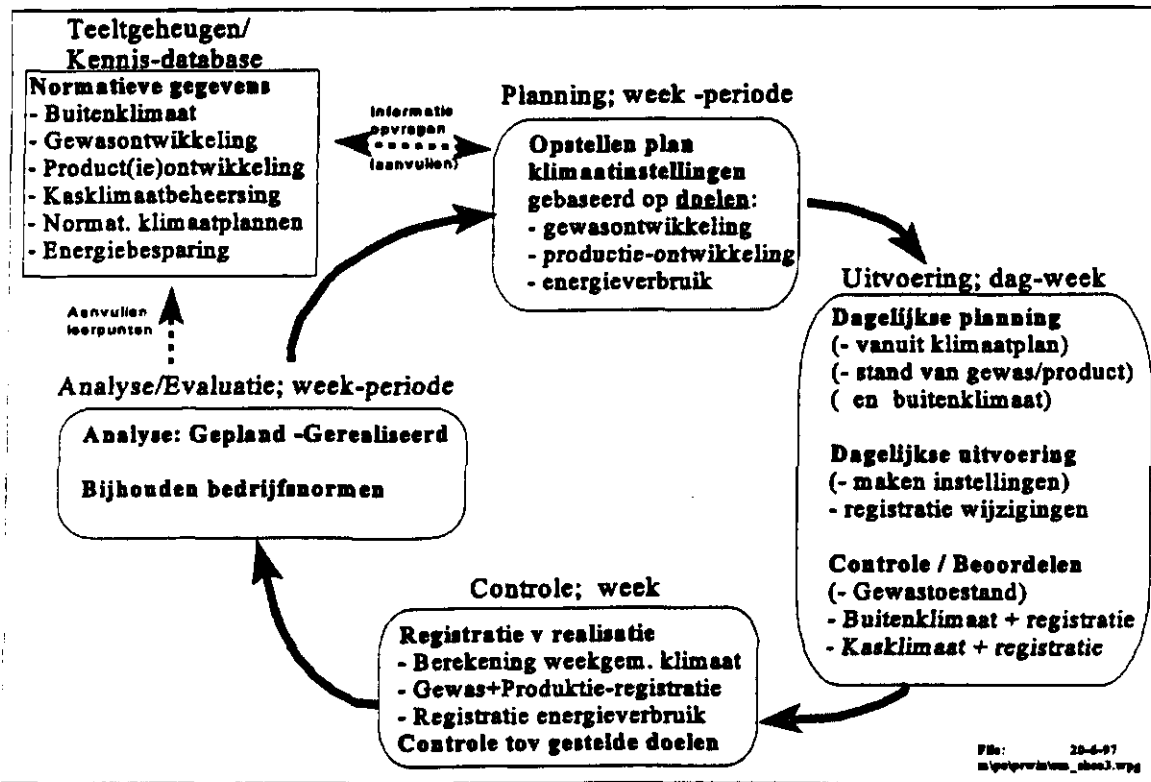
Uit deze bevindingen volgt dat kennis over energiezuinige klimaatbeheersing zal moeten worden gespecificeerd naar de verschillende gewasfasen/-toestanden en verschillende seizoenen. Omdat het model voor meerdere gewassen gebruikt moet kunnen worden is het beter een tijdsindeling te maken dan een gewasfase-afhankelijke indeling.

Model

De genoemde besluitvormingstheorie van Deming en het Informatiemodel Glastuinbouw zijn de basis geweest voor het ontwikkelde model voor energiezuinige klimaatbeheersing zoals is te zien in Figuur 5. De Deming-circle, bestaande uit planning, uitvoering, controle en evaluatie, is nader ingevuld met activiteiten en daarbij gebruikte informatie vanuit het informatiemodel Glastuinbouw. De hiervoor genoemde bevindingen en conclusies hebben deze keuze nader bevestigd en geholpen om het model nader vorm te geven.

Er is geconstateerd dat bij klimaatbeheersing rekening kan worden gehouden met een vast verloop van fasen in gewasontwikkeling en opvolging van de seizoenen (karakteristiek verloop van gemiddelde temperatuur, lichtsom en lichtintensiteit). Dit geeft aan dat bij dagelijkse klimaatbeheersing gebruik kan worden gemaakt van **normatieve gegevens**. **Telers hebben continu een beeld van hoe het buitenklimaat, het gewas en de productie zich het komende seizoen gaan ontwikkelen.** Dat betekent dat de klimaatinstellingen die nodig zijn om dit te sturen (theoretisch) vooraf kunnen worden bepaald. Daarbij kan vervolgens (theoretisch) worden bepaald welke mogelijkheden voor energiebesparing er zijn voor het komende seizoen. Dit inzicht biedt mogelijkheden aan **planmatige klimaatbeheersing** (zie Figuur 6). Namelijk, redenerend vanuit de huidige stand van het gewas en de te verwachten normatieve ontwikkelingen voor de komende maanden/weken, kunnen doelen worden opgesteld voor ontwikkeling van gewas, productie en energieverbruik. De doelen kunnen worden vertaald in een klimaatplan (**planning**), dat vervolgens uitgangspunt is bij het maken/bijstellen van klimaatinstellingen (**uitvoering**) voor de verschillende regelingen over de verschillende perioden op de dag. Door doelen vooraf op te stellen, kan aan het eind van een bepaalde periode (week tot vierweekse periode) ook worden nagegaan of die doelen ook zijn gehaald (**controle**). Om te leren op welke wijze (het cyclische proces) klimaatbeheersing nog verder kan worden verbeterd, kan vervolgens worden nagegaan wat de oorzaken zijn geweest van het niet halen van doelstellingen (**evaluatie/analyse**). Om dat te kunnen doen zullen gegevens moeten worden geregistreerd (uitvoering over doelvariabelen (gewasontwikkeling, productie-ontwikkeling, energieverbruik) en invloedsvariabelen (buitenklimaat, kasklimaat, etc.)). Het kunnen gebruiken van normatieve gegevens vraagt om het verzamelen van kennis. Dit zou gestalte moeten krijgen in de vorm van een database (**teeltgeheugen**) waarin de benodigde gegevens (waarden van de verschillende grootheden) zijn terug te vinden per seizoen (of

vierweekse periode). Het betreft hier kennis over buitenklimaat, kasklimaatbeheersing, gewas- en productieontwikkeling en energiebesparing is hiervan een gevolg. Schotman (pers. com., 1995) suggereert om de kennis op te nemen in de vorm van vuistregels, omdat telers veelal redeneren op basis van vuistregels. Dit wordt bevestigd door Vermeulen (pers. com., 1996).



Figuur 6 Het model voor energiezuinige klimaatbeheersing

3.4 CASE 'KLIMAATBEHEERSING BIJ PAPRIKA IN HET VROEGE VOORJAAR'

Nadat het model vorm had gekregen, moest worden nagegaan of dit bruikbaar was en of van daaruit een werkwijze kon worden ontwikkeld om een teler te kunnen ondersteunen bij de besluitvorming over energiezuinige klimaatbeheersing. Hiervoor is voor de paprikateelt voor de periode 1 april t/m half mei (zes weken) een case uitgewerkt waarmee op een aantal aspecten van het model dieper is ingegaan. De betreffende periode is gekozen om het een periode is waarin telers en veel energie verbruiken en veel van elkaar verschillen in besluitvorming over klimaatbeheersing omdat er veel geregeld moet worden. Voor deze periode is met een drietal paprikatelers nagegaan:

- welke normatieve gegevens gebruiken zij van buitenklimaat, gewasontwikkeling, productieontwikkeling, kasklimaatbeheersing, klimaatinstellingen en energiebesparing;
- op welke wijze gebeurt klimaatbeheersing en welke aandachtspunten gebruiken ze daarbij ;
- en welke mogelijkheden zien zij voor energiebesparing middels klimaatinstellingen.

Dit is gebeurd op basis van de Vervolg vragenlijst (zie Bijlage 5). Daarna zijn conclusies getrokken over wat de resultaten betekenen om vanuit het model te komen tot de beoogde werkwijze.

3.4.1 Normatieve gegevens

Eerst is nagegaan in hoeverre telers werken met normatieve gegevens; verwachtingen over buitenklimaat, gewasontwikkeling, productieontwikkeling en klimaatinstellingen. Resultaten zijn hieronder ter illustratie weergegeven.

Karakterisering buitenklimaat. De telers zijn in staat om een beeld te schetsen van het buitenklimaat in de betreffende periode. Dit betreft gemiddelden van dag- en nachttemperatuur, lichtsom en mogelijke maximale instraling. Met name kunnen voor deze periode drie à vier karakteristieke extreme buitenklimaatsituaties worden benoemd: 'Scherpe instraling met strak blauwe lucht bij hoge of bij lage buitentemperatuur', 'Bedompt weer 10°C geen zon', 'Snel wisselend weer over een dag (maartse buien)' en ' wisselend weer over weken heen; van geen licht naar veel licht'.

Karakterisering van het gewas. Voor deze periode is ook een duidelijk beeld van hoe het gewas er in deze periode behoort uit te zien. De gewastoestand wordt door de telers aangeduid met bijv. 'Constant zo generatief dat je op groei kunt werken'. Als doel wordt gezien 'streven naar een regelmatig groeiend gewas en kwalitatief goede vruchten'. Ook kan men een beeld schetsen van vegetatieve groei (bladmassa, en scheutvorming) en generatieve groei (knopvorming). Tevens kan men aangeven welke plantprocessen de meeste aandacht nodig hebben en met welke ziekten en afwijkingen van het gewas in deze periode rekening moet worden gehouden.

Karakterisering van productie. De telers kunnen (voor hun bedrijf) goed aangeven hoe het in deze periode is gesteld met de ontwikkeling van vruchten aan de plant: de plantbelasting loopt in deze periode op van 25 naar 35 stuks/m² en de geogste vruchten zijn grof met een gemiddeld vruchtgewicht van 200 gram. Ook is ongeveer de te verwachten oogst in kg/m² bekend. Men kan ook aangeven met welke afwijkingen van het product in deze periode rekening moet worden gehouden.

Karakteristieke klimaatinstellingen. Elk van de telers kan voor het door hen zelf geschetste beeld van karakteristieke buitenklimaat, gewas- en productietoestand aangeven welke klimaatinstellingen in deze periode nodig zijn. In Bijlage 5 is een voorbeeld gegeven van één van de telers. Daarin zijn de instellingen uitgewerkt voor de regelingen voor verwarmings-, buis- en ventilatietemperatuur, voor raamstand, schermen en CO₂-dosering. Teler zijn daarbij in staat om instellingen voor deze regelingen weer te geven voor vier dagdelen in 24 uur (ochtend, middag, avond en nacht), waarbij elk van deze dagdelen nog eens in twee delen is gesplitst (vroeg en laat). Uiteraard kan elke instelling worden beargumenteerd.

3.4.2 Wijze van klimaatbeheersing

Uitgaande van set van karakteristieke klimaatinstellingen voor de periode van 1 april tot half mei is met de telers nagegaan op basis van welke gegevens zij dagelijks beslissingen nemen over klimaatbeheersing. Dit is gedaan middels vragen over welke invloeden ertoe leiden om (momentaan) de klimaatinstellingen te veranderen. Hiervoor zijn eerst mogelijke kenmerken verzameld van de toestanden van buitenklimaat, kasklimaat, gewas en product. Vervolgens is met de telers voor deze kenmerken nagegaan welke waarden ze kunnen hebben, welke instelling(en) ze bij die waarden veranderen en op welk deel van de dag dat van toepassing is.

Kenmerken van het buitenklimaat die een teler alert maken

Het kenmerk 'Licht' bijvoorbeeld kan de volgende waarden hebben: 'zonnig', 'snel wisselend' en 'donker bewolkt'. Op elk van deze waarden reageert een teler anders met

aanpassen van klimaat-instellingen. Bij 'zonnig weer' wordt 's morgens de ventilatie-temperatuur verlaagd, om het zo lang mogelijk koel te houden in de kas. In de middag wordt bij instraling boven de 600 tot 700 W/m², afhankelijk van de gewastoestand (geen sterke verdamping gewend) het zonnescerm gebruikt om de gewastemperatuur niet te hoog te laten oplopen. Bij donker weer wordt de gehele dag 'spaarzaam gelucht' door de ene teler en 'een minimum raamstand' ingesteld door een andere teler.

Op dezelfde wijze is ook voor de verschillende waarden van de kenmerken 'temperatuur' (warm, koud, vorst), 'vochtigheid' (hoog (mist, regen), laag) en 'wind' (storm, hard, windstil) nagegaan welke klimaatinstellingen voor welke dagdeel op welke wijze worden bijgesteld. (zie Bijlage 5). Weersverwachting maakt een teler vroegtijdig alert dat mogelijke wijzigingen in de klimaatinstellingen moeten worden gemaakt om te voorkomen dat het kasklimaat minder optimaal wordt.

Kenmerken van het gewas die leiden tot wijziging van klimaatinstellingen

Kenmerken en de bijbehorende waarde die worden aangegeven van het gewas, zijn te verdelen in onderwerpen met betrekking tot verhouding vegetatieve/generatieve groei, gewastoestand en mogelijke problemen. Zo wordt de verhouding tussen vegetatieve en generatieve groei opgemaakt uit:

- Stand van de kop;
- Kleur van de kop: de waarde 'licht' betekent groei (vegetatief); 'donker' betekent stilstand en een generatief gewas.
- Scheutontwikkeling: veel scheutontwikkeling duidt op vegetatieve groei; klein blad (schraal gewas) duidt op generatieve groei.
- Knopontwikkeling: veel knoppen, knoppen hoog in de kop van het gewas en sterke (gebogen) knoppen duiden op een generatieve stand van het gewas.
- Plantbelasting: deze is bepalend voor de mogelijkheden voor vegetatieve en generatieve ontwikkeling; een hoge plantbelasting vermindert groei.

Telers proberen bij de ontwikkeling van het gewas een bepaalde balans te houden tussen vegetatieve en generatieve groei en ze beïnvloeden dit o.a. met temperatuurinstellingen. Vegetatieve groei wordt, bij, niet te hoge plantbelasting, geïnitieerd door een hogere etmaaltemperatuur waarbij de dag- en nachttemperatuur dicht bij elkaar liggen. Voor generatieve groei moet de temperatuur juist in tegenovergestelde richting worden ingesteld.

Ook voor de kenmerken als 'planttemperatuur' en 'ziekte-ontwikkeling en -preventie' is nagegaan met welke instellingen op welke wijze op welk deel van de 24 uur wordt gereageerd.

Kenmerken van het product die leiden tot wijziging van klimaatinstellingen

De kenmerken van het product in de periode 1 april tot half mei kunnen worden ingedeeld in kenmerken over de ontwikkeling van het product en problemen met cq. afwijkingen van het product.

Wat betreft de ontwikkeling van het product geven telers het volgende aan:

- Het kenmerk 'Zetting van vruchten' is zeer belangrijk. Het kan de waarden hebben van geen/slechte zetting tot massale zetting. Bij verminderde zetting moet worden gezorgd voor het ontstaan van sterke knoppen. Afhankelijk van de oorzaak moet hier worden gereageerd door eerst (vegetatieve) gewasgroei te creëren of door te vervolgen met een verlaging van de temperatuur in de avond (voornacht).
- De 'Vruchtuitgroei en afrijping' kan snel of traag gaan en worden beïnvloed door de etmaaltemperatuur; een hogere temperatuur versnelt dit proces.
- Vruchtafwijkingen hebben in deze periode de volgende kenmerken 'Neusrot', 'Stip', 'Zwelscheurtjes' en 'Brandvlekken'. De waarde van deze kenmerken betreft de mate van voorkomen. Op elk van de kenmerken wordt op een andere wijze gereageerd.

Kenmerken van kasklimaat leiden tot wijziging van klimaatinstellingen

Van kasklimaat zijn met de telers de volgende kenmerken met bijbehorende waarden doorgesproken: 'licht' (licht, matig, donker), 'temperatuur' (relatief hoog, relatief laag), 'vochtigheid' (relatief hoog, relatief laag) en CO₂-concentratie (relatief hoog, relatief laag). Voor elk van de combinaties van kenmerk en waarde is nagegaan welke klimaatinstellingen op welk deel van de dag op welke wijze worden aangepast. Hierbij komt naar voren dat al in een bepaalde mate rekening wordt gehouden met energieverbruik:

- Bij het op peil houden van de CO₂-concentratie wordt rekening gehouden met het vullen van de warmtebuffer;
- Bij een te hoge luchtvochtigheid wordt minimum-buis gebruikt, die vochtgehalte-afhankelijk weer afbouwt;
- Om de juiste temperatuur te bereiken wordt de 'dode zone' (verschil tussen ventilatie en stooktemperatuur) vergroot of verkleind. Door het vergroten van de dode zone wordt de warmte van de zon gebruikt om een hogere temperatuur te bereiken.

3.4.3 Mogelijkheden voor energiebesparing

Bij mogelijkheden voor energiebesparing bij een jaarrondeelt is nagegaan welke aandachtspunten telers hebben over het seizoen heen en/of over de het etmaal heen.

Energiebeheer over het seizoen heen. Als omstandigheden waaronder in dit seizoen energie kan worden bespaard geven de telers aan:

- Onder de 10°C buitentemperatuur wordt 's nachts het scherm gebruikt, mits het gewas niet te vegetatief groeit;
- Het is niet nodig om een hoge luchtvochtigheid af te luchten; onder de 10°C buitentemperatuur is er voldoende afvoer van vocht door condensatie op het koude glas.

Energiebeheer over het etmaal middels de volgende regelingen en instellingen:

- temperatuurregeling: rustig opbouw en afbouwen, maximum buistemperatuur 65°C. ventilatieregeling: om een hogere temperatuur te krijgen bij hogere lichtinstraling, wordt niet de verwarmingstemperatuur lichtafhankelijk verhoogd, maar de ventilatietemperatuur. Op deze wijze kan de zon het werk doen.
- vochtregeling: deze wordt zoveel mogelijk beperkt; geen toepassing onder de 10°C.
- schermregeling; pas het scherm toe bij heldere nachten (grotere uitstraling waardoor het glas kouder wordt) en houd rekening met najl-effect van het scherm op de temperatuur.
- CO₂-regeling; als de warmtebuffer vol is wordt gestopt met doseren. Om langer door te kunnen gaan met CO₂-doseren wordt ook wel de branderstand begrensd.

3.5 CONCLUSIES CASE EN INVLOEDEN OP DE TE ONTWIKKELEN WERKWIJZE

Conclusies

Op basis van de interviews met de telers over klimaatbeheersing in het vroege voorjaar zijn de volgende conclusies worden getrokken:

- Telers hebben continu een beeld van het karakteristieke buitenklimaat en de karakteristieke gewas- en productie-ontwikkeling. Dit beeld verschilt echter per teler. Op basis daarvan kunnen zij de bijbehorende klimaatinstellingen bepalen. Elk seizoen heeft bepaalde mogelijkheden voor energiebesparing.
- Bij klimaatbeheersing wordt veel kennis gebruikt over buitenklimaat, gewas- en productie-ontwikkeling, klimaatinstellingen en mogelijkheden voor energiebesparing. De kennis en inzichten verschillen per teler.
- Energiebesparing is ondergeschikt aan klimaatbeheersing voor gewasontwikkeling.

Effecten van de conclusies

De geschetste conclusies beïnvloeden de mogelijkheden die er zijn voor het ondersteunen van telers bij energiezuinige klimaatbeheersing. Hieronder worden de belangrijkste weergegeven:

- **Het is zinvol om klimaatbeheersing voor gewasontwikkeling te ondersteunen.** Telers hebben namelijk pas oog voor mogelijkheden van energiebesparing als dit niet ten koste gaat van het werken aan een optimale gewasontwikkeling;
- **Het is niet zinvol om de teler te ondersteunen met 'harde (preciese) adviezen'** over toe te passen (energiezuinige) klimaatinstellingen. Vanwege het grote aantal variaties in situaties (combinaties van buitenklimaat, kasklimaat, gewas, product) en verschillen van inzicht bij de telers, lijkt het niet goed mogelijk om adviezen te bieden die als oplossing door alle telers worden geaccepteerd;
- **Het lijkt niet zinvol om de teler dagelijks momentaan te ondersteunen bij besluitvorming over klimaatbeheersing;** ondersteuning van de operationele klimaatbeheersing zou wat meer over een termijn van één of enkele weken moeten gaan:
Om telers dagelijks te ondersteunen bij hun beslissingen over klimaatbeheersing is veel procesinformatie (naast buitenklimaat en kasklimaat ook gewastoestand en producttoestand) nodig om te bepalen op welke wijze hij energie kan besparen. Omdat deze laatste twee toestanden nog niet momentaan gemeten worden, zou de teler deze steeds moeten schatten om de juiste tips te kunnen krijgen. Echter, dit gaat voorlopig te ver in detail. Er is al een grote stap voorwaarts te maken als de teler met een bepaalde regelmaat alert wordt gemaakt op aandachtspunten voor buitenklimaat, kasklimaat, gewas- en productieontwikkeling en energiebesparing voor de komende weken. Het lijkt daarom zinvoller de teler te ondersteunen bij klimaatbeheersing zodanig dat hij de grote lijn in de gaten houdt en doelen probeert te bereiken op terrein van gewas, productie en energieverbruik. Kennis kan hier worden gebruikt om de teler vooraf aan een bepaalde periode alert te maken op wat komen gaat;
- **Het is zinvol om kennis in kaart te brengen die nodig is voor optimale gewasontwikkeling:** in een 'teeltgeheugen' kan kennis over buitenklimaat, gewasontwikkeling, productontwikkeling, kasklimaatbeheersing en energiebesparing, worden weergegeven voor een deel van een seizoen, bij voorkeur een aantal weken (omdat maanden geen hele weken bevatten, kan met vierweekse perioden worden gewerkt).

Overige aandachtspunten

Voor het ontwikkelen van een werkwijze vanuit het model zijn er nog enkele aandachtspunten die vanuit telers en andere experts zijn ondersteund.

- **Het is zinvol om het cyclische proces van klimaatbeheersing (planning, uitvoering, controle en analyse) te ondersteunen** richting optimale gewasontwikkeling. Dat maakt het juist mogelijk om steeds na te gaan of het mogelijk is energiebesparende instellingen toe te passen, zonder dat het ten koste gaat van het gewas;
- **Belangrijk is om bij het ondersteunen van de besluitvorming zoveel mogelijk aan te sluiten bij de bestaande werkwijze en gegevensgebruik door een teler.** Dit betekent:
 - dat bij het maken van een klimaatplan, die instellingen moeten worden aangegeven die door telers worden gebruikt.
 - dat gebruik moet worden gemaakt van die registratiegegevens van buitenklimaat, kasklimaat, gewas, productie en energie, die al door de telers worden geregistreerd;
- **Kennis verzamelen in de vorm van aandachtspunten per vierweekse periode.**
 - Het is belangrijk de benodigde kennis te noteren in de vorm van vuistregels. Daarbij moet

worden gestreefd om triviale termen als 'spaarzaam luchten' te vertalen in minimale of maximale waarden voor een bepaalde instelling.

Normen en vuistregels die niet algemeen geaccepteerd zijn moeten bedrijfseigen aangepast kunnen worden. Immers, bedrijven verschillen in hun prestaties en elke teler heeft zijn eigen visie op klimaatbeheersing. Hierdoor is het nagenoeg niet mogelijk om een teler te voorzien van eenduidige adviezen over de te ondernemen acties.

Inzicht in energieverbruik geeft inzicht in besparingsmogelijkheden

Omdat het weer over de verschillende jaren sterk varieert, varieert ook het gasverbruik van jaar tot jaar. Vergelijking van gasverbruiken van twee jaren geven niet voldoende inzicht in het energieverbruik; is het hoog of laag? Bijvoorbeeld, een koude winter heeft nu eenmaal een hoger gasverbruik tot gevolg. Het is daarom gewenst het gerealiseerde gasverbruik te kunnen vergelijken met een bedrijfsspecifieke norm waarin ook de instellingen zijn verwerkt. Door deze norm te corrigeren voor het werkelijke buitenklimaat is deze vergelijkbaar met het werkelijke gasverbruik. Dit geeft inzicht in wanneer wel/geen energie is bespaard door wijziging van klimaatinstellingen. Dit geeft inzicht in mogelijkheden voor energiebesparing. Met het PBG-rekenmodel Gasverbruik kunnen hiervoor de benodigde berekeningen worden gemaakt.

3.6 DE ONTWIKKELDE WERKWIJZE

De werkwijze is ontwikkeld met het Informatiemodel Glastuinbouw en de Deming-circle als basis (zie ook Figuur 5). Op basis van literatuur, interviews en workshops met telers, teelt-, klimaat- en energiedeskundigen is het model voor paprika uitgewerkt tot een praktische werkwijze op papier met daarin:

- een teeltgeheugen met bedrijfsnormen en aandachtspunten;
- formulierenset voor één cyclus van planning, uitvoering, controle en analyse.

Hiermee kunnen gegevens worden vastgelegd en op een bepaalde wijze worden gebruikt en verwerkt tot beslissingsinformatie voor energiezuinige klimaatbeheersing. De papieren werkwijze is weergegeven in Bijlage 6.

Teeltgeheugen

Om kennis en ervaring die de teler gebruikt bij klimaatbeheersing tastbaar te maken, is het zogenaamde Teeltgeheugen op papier uitgewerkt. Hierin staan voor **13 vierweekse perioden bedrijfsnormen en aandachtspunten met betrekking tot buitenklimaat, gewas- en productie-ontwikkeling, klimaatbeheersing en energiebesparing**. Hierin is bijv. weergegeven welke temperatuur en instraling per week kunnen worden verwacht (gem., min, max) welke lengtegroei, zetting en productie normaal worden gerealiseerd en welke mogelijkheden er zijn voor energiebesparing. Op deze wijze zijn de aandachtspunten uit het hoofd van de teler en zgn. teeltagenda's verzameld en toegankelijk gemaakt. De teler kan dit Teeltgeheugen aanvullen en wijzigen.

De inhoud van het teeltgeheugen is voor roos en voor paprika weergegeven in de Externe Bijlagen.

Planning

De werkwijze vraagt de teler aan het begin van een vierweekse periode om doelen op te stellen voor gewas- en productie-ontwikkeling. Deze worden vastgesteld vanuit de huidige stand van het gewas en bedrijfsnormen en aandachtspunten voor die periode uit het Teeltgeheugen. Op basis van de doelen wordt een klimaat(instellingen)plan opgesteld. Hierin worden voor de belangrijkste regelingen per dagdeel waarden ingevuld. Dit is een leidraad voor de teler voor klimaatbeheersing in de komende weken. Op basis van het klimaatplan en

gegevens van de bedrijfsuitrusting kan met het PBG-rekenmodel GASVERBRUIK worden gesimuleerd hoeveel energie zal worden gebruikt. De definitieve voorspelde energieverbruiken worden de energiedoelen voor de komende periode.

Uitvoering

De klimaatcomputer regelt het klimaat op basis van instellingen. Als het klimaatplan klaar is zullen instellingen van de klimaatcomputer eventueel worden bijgesteld, zodanig dat ze met het plan overeenkomen. Vanaf dat moment zal de teler, redenerend vanuit het klimaatplan, op basis van waarnemingen van het weer, kasklimaat en gewas, de instellingen zonedig bijsturen. De werkwijze vraagt van de teler om dagelijkse gerealiseerde waarden van buiten- en kasklimaat te registreren, evenals belangrijke wijzigingen in klimaatinstellingen. Deze gegevens worden in de Analyse gebruikt om waargenomen ontwikkelingen ten opzichte van de gestelde doelen te verklaren.

Controle

Op tuinbouwbedrijven vindt momenteel al wekelijks gewasregistratie plaats. Daarin wordt de stand van het gewas en de productie opgenomen en wordt het energieverbruik geregistreerd. In de papieren werkwijze wordt daarna stilgestaan bij de gerealiseerde waarden door te controleren of men 'op schema ligt' met betrekking tot de doelen. Daarna wordt nog bepaald of de klimaatinstellingen nog moeten worden gewijzigd voor het halen van de doelen voor de komende weken.

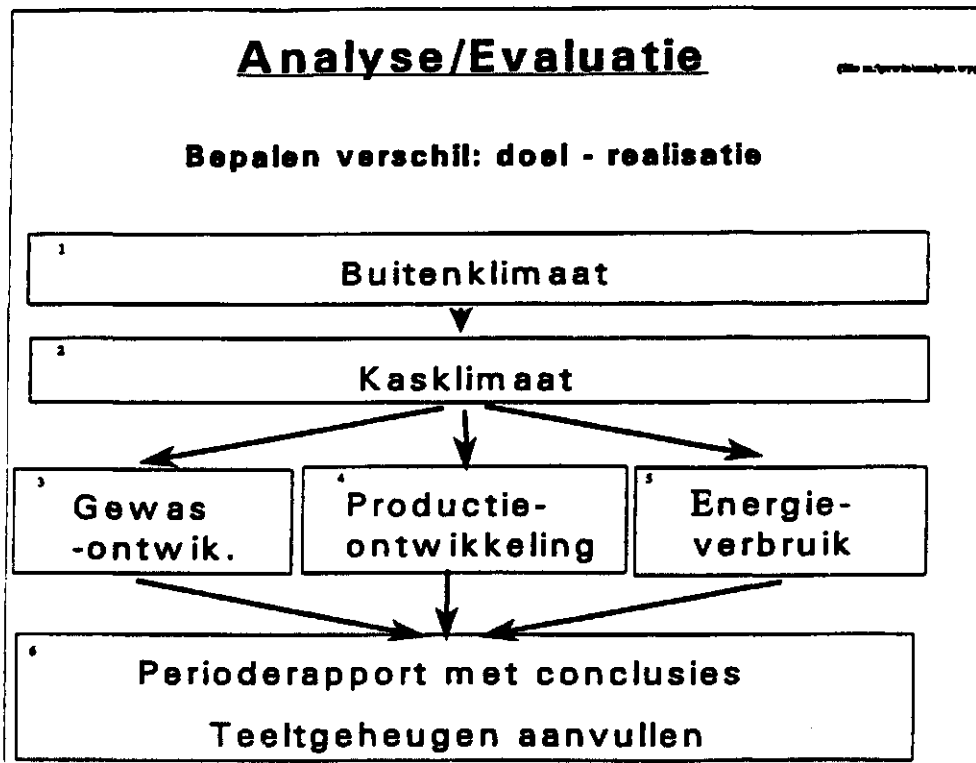
Analyse

Op de meeste bedrijven wordt nog geen analyse gemaakt van de klimaatbeheersing van de afgelopen weken. In deze fase wordt bewust stilgestaan bij de realisatie van de doelstellingen en evt. gezocht naar verklaringen waarom ze niet zijn gerealiseerd (zie ook Figuur 7).

Voor het redeneren over waarom de doelen al dan niet zijn gehaald is het belangrijk te weten hoe het buitenklimaat is geweest. Waar weken straling en buitentemperatuur af van wat normaal gesproken verwacht mocht worden? Is het gelukt om het gewenste kasklimaat te realiseren volgens het klimaatplan?

Vervolgens wordt bepaald wat de verschillen zijn tussen de doelen en de gerealiseerde waarden van gewas- en productieontwikkeling en energieverbruik. Daarna wordt per doel in de registratiegegevens (van buiten-, kasklimaat, gewas- en productieontwikkeling) stapsgewijs gezocht naar mogelijke verklaringen voor de gevonden verschillen met de gerealiseerde waarden. Kunnen problemen met de productie worden verklaard uit extreme kasklimaat situaties of een stagnerende gewasontwikkeling? Is het voor buitenklimaat gecorrigeerde energieverbruik hoger door minder schermuren of een hoger CO₂-instellingswaarde, etc?

Het op deze wijze gestructureerd afwerken van een aantal vragen leidt tot een overzicht van wat er is gebeurd, vastgelegd in een zogenaamd Perioderapport. Door de belangrijke conclusies in het Teeltgeheugen vast te leggen, worden ze als aandachtspunten bij de planning van volgend jaar meegenomen.



Figuur 7- Weergave van de stappen die worden genomen in de Analyse.

Eerst wordt vastgesteld hoe het buitenklimaat zich heeft gedragen en of het geplande kasklimaat is gerealiseerd. Daarna wordt nagegaan of de gestelde doelen voor gewas-, productieontwikkeling en energieverbruik zijn gerealiseerd. Als dit niet het geval is wordt aan de hand van klimaat en overige registraties nagegaan of dit kan worden verklaard. De conclusies worden in het Perioderapport verzameld. De belangrijkste conclusies worden in het Teeltgeheugen bewaard.

4. TOETSING IN DE PRAKTIJK

4.1 INLEIDING

De werkwijze voor energiezuinige klimaatbeheersing betreft gewasontwikkeling en productieontwikkeling gecombineerd met energiebesparing. De werkwijze bestaat uit vier onderdelen:

- het periodiek opstellen van een klimaatplan (o.a. op basis van normatieve informatie en doelen voor gewas- en productieontwikkeling en energieverbruik);
- dagelijkse klimaatbeheersing met het klimaatplan als basis, en het dagelijkse registreren van klimaatgegevens;
- het uitvoeren van wekelijkse gewas-, productie- en energieregistratie en controle op het bereiken van de doelen;
- een periodieke analyse van verschillen tussen doelen en realisatie.

De 'papieren werkwijze' bestaat uit *planningsinformatie* (Teeltgeheugen met bedrijfsnormen over buitenklimaat, gewas- en productieontwikkeling, klimaatbeheersing en energiebesparing) en *formulieren* voor het opstellen van een klimaatplan, voor registratie en analyse.

Theoretische toetsing

Tijdens de ontwikkeling van de werkwijze voor energiezuinige klimaatbeheersing is het regelmatig becommentarieerd door klimaat-, gewas-, en energiedeskundigen, teeltbegeleiders en telers. Dit is gebeurd tijdens individuele gespreken en in klankbordgroepverband. Naar aanleiding van het commentaar is de werkwijze voortdurend aangepast. Ook de inhoudelijke informatie die wordt gebruikt bij het maken van een klimaatplan is gecontroleerd. Met deze 'theoretische toetsing' is dus nagegaan of de werkwijze voor het proces klimaatbeheersing goed is beschreven en of de inhoud correct is.

Praktische toetsing

Nadat de ontwikkeling van de papieren werkwijze was voltooid is een praktijktoets gehouden. Naar aanleiding van de resultaten uit deze toets is o.a. gekeken wat de bruikbaarheid is voor rozentelers, en hoe de werkwijze voor roos het beste kan worden ingevuld. Het doel van de praktijkproef was het toetsen van de bruikbaarheid van de ontwikkelde werkwijze en de bijbehorende planningsinformatie.

Toelichting: Het model zou bruikbaar genoemd kunnen worden als de werkwijze en de bijbehorende informatie door de telers zou kunnen worden gebruikt bij planning, uitvoering, controle en analyse van klimaatbeheersing en als 'blijvend werkbaar' zou worden betiteld.

Tijdens de praktijktoets is nagegaan of het gestructureerd doorlopen van de besluitvormingscyclus voor klimaatbeheersing op basis van de werkwijze bruikbaar is op een tuinbouwbedrijf. Door de werkwijze gedurende drie vierweekse perioden op een zestal tuinbouwbedrijven toe te passen werd het mogelijk om een duidelijk en realistisch beeld te krijgen van de toepassingsmogelijkheden, de voordelen en de knelpunten. Daarmee kon informatie worden verkregen over de opzet en inhoud van de formulieren voor planning, registratie en analyse. Ook kon zo een beeld worden verkregen van de hoeveelheid tijd die het kost om volgens de werkwijze te werken.

4.2 METHODE

4.2.1 Bepalen bruikbaarheid

Om na te gaan of de ontwikkelde werkwijze aan de doelen voldoet en praktisch bruikbaar is, was antwoord nodig op de volgende vragen:

- a Kan het model de besluitvorming op goede wijze (blijvend) ondersteunen?
- b Kan gebruik van het model het gasverbruik op een tuinbouwbedrijf verminderen?
- c Kan gebruik van het model de energie-efficiëntie verbeteren (evt. via productieverhoging)?
- d Is het model voor een brede doelgroep (alle glasgroentetelers en bloementelers) bruikbaar?

Toelichting toetsing:

Er is gewerkt aan het ontwikkelen van een **werkwijze die bruikbaar moet zijn in de praktijk**. Als telers het interessant genoeg vinden om ermee te blijven werken (toetsen van aspect 'd') wordt daarvoor de volgende aannahme gedaan:

- * het voorziet in een behoefte (betere klimaatbeheersing, het beter werken aan gewasontwikkeling en daarmee aan productieverhoging, energiebesparing), het ondersteunt de besluitvorming (aspecten 'c' en 'a').
- * als telers op een gestructureerde wijze omgaan met klimaatbeheersing en gewasontwikkeling, dan gaan ze ook bewuster om met het gebruik van energie. Om na te kunnen gaan hoeveel energie wordt bespaard door gebruik van het model (aspect 'b'), is een langdurige, omvangrijke proef nodig met een groep die het model gebruikt en een controlegroep die het model niet gebruikt (denk o.a. NTS-project: 'Energiebesparing door optimaal gebruik van de bedrijfsuitrusting' (Goossens et al., 1997)).

Door aspect 'd' te toetsen, worden aspecten 'c' en 'a' getoetst. Aspect 'b' kan niet binnen dit project worden getoetst (gekwantificeerd). De werkwijze zal worden aangepast indien dit uit de toetsresultaten noodzakelijk blijkt.

4.2.2 Experiment met telers

Met een groepje van zes paprikatelers is de werking van het model worden getest gedurende drie perioden: maart, april en mei 1997. Dit had enkele redenen:

- Voor de paprikateelt is alle benodigde planningsinformatie op het gebied van klimaat, teelt en energie al verzameld. Het lag dus voor de hand om de toets bij paprikatelers uit te voeren.
- Van zes telers kon een behoorlijk beeld worden verkregen over de werking van het model, en ook qua tijdbesteding was dit een praktisch aantal. Bij een proef met meer dan tien telers zouden er waarschijnlijk nauwelijks nieuwe meningen naar voren komen.
- Het was belangrijk om in ieder geval meer dan één keer de management-cirkel (planning-uitvoering-controle-evaluatie te doorlopen. Er is gekozen voor drie keer omdat ook de overgang van de ene naar de andere periode moet worden bekeken; drie periodes geven twee overgangen die worden doorlopen.
- De periode van maart t/m mei is gekozen omdat a) dit een periode is waarin klimaatinstellingen vaak moeten worden aangepast en b) er van deze periode naast de bestaande informatie bij planning al veel bekend is via de uitgewerkte Case 'Klimaatbeheersing bij paprika in het vroege voorjaar'.

Bij selectie van de telers is gelet op de interesse in klimaatbeheersing; enkele van de zes telers waren al in een eerder stadium bij het project betrokken. De deelnemende telers (waarvan vier uit het Westland en twee uit Bleiswijk) behoren qua bedrijfsvoering en klimaatbeheersing tot de voorlopers. Deze telers zijn vaak al actief met energie en energiebesparende maatregelen

bezig. Zij zouden daarom een waardevol oordeel over de ontwikkelde werkwijze kunnen geven.

Tijdens de praktijkproef is de ontwikkelde werkwijze in zesvoud getoetst. De deelnemende bedrijven krijgen bij het toepassen van de werkwijze (tweewekelijks) persoonlijke begeleiding vanuit het project. Daarbij is getracht om de teler ook zijn bedrijfsvoorlichter bij het toepassen van de werkwijze op het bedrijf te laten betrekken.

De proef is als volgt opgezet:

- **Startbijeenkomst** gehouden op het PBG met uitleg over het project en over de werkwijze. Daarbij is ingegaan op de gevraagde inzet van de telers, en de geboden ondersteuning vanuit het PBG. Er is een map uitgereikt met daarin de papieren werkwijze en informatie voor de eerste periode.
- **Start op de bedrijven** (in week 6)

- **Per periode van vier weken** zijn de volgende fasen doorlopen:

- **Planning (één keer per periode; begin 1e week):**

De fase Planning bestond uit het opstellen van doelen met betrekking tot ontwikkeling van gewas en productie. Daarnaast is er een energiezuinig klimaatplan opgesteld met informatie over huidige stand van het gewas en het product en over verwachtingen en aandachtspunten met betrekking tot buitenklimaat, gewas, product, kasklimaat en energieverbruik. Dit klimaatplan is opgebouwd uit een gedetailleerde beschrijving van de instellingswaarden van de belangrijkste regelingen.

De begeleiding bestond bij deze fase uit hulp bij het opstellen van doelen en het klimaatplan, uitgaande van de normatieve gegevens en de actuele stand van zaken. De teler kon eventueel zijn bedrijfsvoorlichter hierin betrekken. Daarnaast is het te verwachten energieverbruik voor de komende vier weken aan de hand van de instellingen uit het klimaatplan doorgerekend. Hiervoor is het PBG-rekenmodel Gasverbruik gebruikt. Het rekenmodel is in staat om het verwachte gasverbruik te berekenen op basis van de bedrijfsopzet, de ingestelde waarden van klimaatregelingen en het langjarig gemiddeld buitenklimaat. Dit rekenmodel is gevalideerd voor de paprikateelt (Goossens et al. (1997)). Op basis van het verwachte energieverbruik per week konden vervolgens weekdoelen voor energie worden opgesteld. De hiervoor benodigde gegevens over de bedrijfsopzet zijn bij de telers geïnventariseerd.

- **Uitvoering: (dagelijks; 1e t/m 4e week)**

Na het opstellen van het klimaatplan is gezorgd dat de klimaatinstellingen overeenkwamen met het klimaatplan. Daarna bestond Uitvoering uit de dagelijkse klimaatbeheersing, rekening houdend met doelen, klimaatplan en ontwikkelingen in buitenklimaat, gewas en productie. Verder dienden dagelijks de registraties van het buitenklimaat en het kasklimaat te worden bijgehouden, evenals de 'belangrijkste wijzigingen' in klimaatinstellingen (om te kunnen bepalen wat 'belangrijk' is, zijn vooraf richtlijnen gegeven). Bij de begeleiding is nagegaan, of deze registraties zijn bijgehouden.

- **Controle: (wekelijks; 1e t/m 4e week)**

Deze fase bestond uit de controle op de doelstellingen door wekelijks een aantal registraties te voeren: gewasregistratie (beschrijving en beoordeling van de stand van het gewas), productieregistratie (gegevens met betrekking tot zetting, abortie, aantal geoogste kilo's, vruchtkwaliteit) en energieverbruik. Verder zijn wekelijks gemiddelde buiten- en kasklimaatgegevens berekend. Er is naar gestreefd dat de telers zo min mogelijk dubbele registraties hoefden te voeren. Per deelnemende teler zijn hierover afspraken gemaakt. Belangrijk was wel dat die gegevens die de teler nog niet registreerde, voor de betreffende periode zouden worden vastgelegd.

In de begeleidingsbijeenkomsten is nagegaan of met behulp van de opgestelde tactiek de

doelstellingen nog konden worden gehaald, of dat de controle aanleiding was tot wijziging van klimaatinstellingen (zie Uitvoering).

- **Analyse (één keer per periode; eind 4e week):**

Aan het einde van de periode is bewust stil gestaan bij mogelijke verschillen tussen de geplande gewasontwikkeling, productieontwikkeling en energieverbruik en de gerealiseerde waarden. Door het volgen van een stappenplan tijdens de analyse zijn op een gestructureerde wijze buitenklimaat, kasklimaat, gewas, productie en energie aan de orde gekomen bij het zoeken naar oorzaken voor het verklaren van de genoemde verschillen. Deze evaluatie resulteerde in conclusies voor de volgende periode, en voor dezelfde periode in de komende jaren.

De begeleiding in deze fase bestond uit hulp bij de analyse en het destilleren van conclusies. Voor de analyse van het energieverbruik (berekenen van het buitenklimaat-effect en het handelingseffect) zijn daarvoor berekeningen met het gasverbruiksprogramma op het PBG gemaakt.

Na de fase analyse volgde weer de fase planning van de volgende periode met het opstellen van doelen, het maken van het klimaatplan, etc. Om na te kunnen gaan in hoeverre de analyse-resultaten in de volgende periode konden worden gebruikt is er bij het experiment uitgegaan van drie perioden en dus twee overgangen van een vorige naar een volgende periode.

4.2.3 Enquête en workshop

Als afsluiting van de praktijkproef is een enquête uitgevoerd en is een workshop gehouden met de zes deelnemende telers. De methode van enquête met vervolgens een workshop is in 1994 door het LEI-DLO toegepast en getest bij onderzoek naar de betekenis van informatie bij het personeelsbeheer in de glastuinbouw. Deze methode bleek een relatief groot - probleemoplossend vermogen te hebben met goede mogelijkheden om tot een verbreding van het te onderzoeken onderwerp te komen. Er is dan ook voor gekozen om de methode eveneens bij het PBG-onderzoek te gebruiken. Hieronder volgt een beschrijving van de enquête en de workshop.

Enquête laatste bedrijfsbezoek

Bij het laatste bedrijfsbezoek is op elk bedrijf, ter voorbereiding op de workshop, een enquête gehouden (zie Bijlage 7). Het doel van deze enquête is inzicht krijgen in de bruikbaarheid van het model (welke onderdelen zijn goed, welke behoeven verbetering, kan verbetering überhaupt leiden tot een bruikbare werkwijze, mogelijkheden voor toepassing in andere gewassen?) Daarnaast moest de enquête antwoord geven op vragen met betrekking tot bestaande knelpunten in de informatievoorziening bij klimaatbeheersing (welke informatie, welke instellingen/functies mist men voor het goed kunnen uitvoeren van klimaatbeheersing op korte en middellange termijn?) Aan de telers is verder gevraagd welke onderdelen van het model geautomatiseerd zouden moeten worden.

Ter voorbereiding op de enquête hebben de telers een week van te voren een 'blanco' versie van de papieren werkwijze gekregen met het verzoek om hun commentaar erop in te vullen.

Na het afnemen van de enquêtes zijn de antwoorden als volgt uitgewerkt. In de eerste plaats is bij de bepaling of het model bruikbaar is de volgende opsplitsing gemaakt:

- bruikbaarheid Planning (welke delen (werkwijze/informatie) zijn bruikbaar, welke vragen aanpassing/verbetering)

- bruikbaarheid Uitvoering (zijn de registraties van buiten/kasklimaat bruikbaar, is registratie

van gewijzigde instellingen op een bepaalde manier uit te voeren?)

- bruikbaarheid **Controle** (zijn de week- en dagregistraties goed bruikbaar voor controle op doelen en bijsturing?)

- bruikbaarheid **Analyse** (is de werkwijze bruikbaar; levert het bruikbare informatie voor de volgende periode/volgend jaar; wat moet er verbeterd worden?)

Daarna is nagegaan welke eisen de 'bruikbaarheid' stelt aan interactie van de onderdelen.

Vervolgens is beschreven hoe de telers denken over de mogelijkheden voor automatisering en de bruikbaarheid van het model in andere gewassen. Tot slot wordt nog ingegaan op andere energiebesparingsmogelijkheden en wat de telers als knelpunten ervaren bij hun huidige klimaatbeheersing.

Workshop

De verwerkte enquêteresultaten zijn gebruikt bij het voorbereiden van de slotbijeenkomst. Het doel van de workshop was om de telers te informeren over de resultaten van de praktijkproef en te komen tot een verdieping van de kennis die is opgedaan door middel van de enquête.

Tijdens de workshop is middels een groepsdiscussie geprobeerd om:

- * een bevestiging te krijgen van de resultaten uit de enquête;
- * te komen tot gezamenlijke conclusies met betrekking tot de ontwikkelde werkwijze;
- * meer informatie te krijgen over zaken die nog onduidelijk waren

Tijdens de discussie zijn de volgende zaken aan de orde gesteld (zie ook Bijlage 8):

- 1) de bruikbaarheid van het model, noodzakelijke aanpassingen
- 2) energiebesparing door de werkwijze
- 3) mogelijkheden voor automatisering
- 4) verspreiding van de werkwijze in de praktijk
- 5) knelpunten bij de huidige klimaatbeheersing

Na afloop van de workshop zijn de uitkomsten toegevoegd aan de enquêteresultaten en is er een duidelijk beeld ontstaan van de bruikbaarheid van het model in de praktijk en de knelpunten die telers ondervinden bij hun huidige klimaatbeheersing.

4.3 RESULTATEN

In hoofdstuk 4.3.1 t/m 4.3.9 worden de resultaten van de praktijkproef beschreven. Deze resultaten zijn op drie manieren verzameld:

- * tijdens de begeleidende bedrijfsbezoeken
- * door de enquête tijdens het laatste bedrijfsbezoek
- * tijdens de workshop met de zes telers

De resultaten worden als volgt beschreven: eerst worden in paragraaf 4.3.1 tot en met 4.3.4 de resultaten van de fasen planning, uitvoering, controle en analyse behandeld. Vervolgens wordt in paragraaf 4.3.5 de werkwijze als geheel besproken. In paragraaf 4.3.6 komen andere besparingsmogelijkheden aan bod, gevolgd door mogelijkheden voor automatisering in paragraaf 4.3.7. Tot slot worden in paragraaf 4.3.8 en 4.3.9 de introductie in de praktijk en de knelpunten bij de huidige klimaatbeheersing beschreven.

4.3.1 Planning

De informatie over het **Buitenklimaat** vinden de telers (erg) positief. De gegevens over het te verwachten buitenklimaat (gemiddelden, spreiding, mogelijke extremen en hoe daarbij te handelen) zijn nieuw, ze hebben een attenderingsfunctie.

Over de informatie met betrekking tot de **Gewasontwikkeling** is men wat kritischer: het omschrijven van de gewasontwikkeling is soms moeilijk, en de informatie moet bedrijfseigen gemaakt worden. Enkele telers zien graag dat hier (of bij Kasklimaat) informatie over wat ergift wordt toegevoegd.

Bij de informatie over **Product(ie)ontwikkeling** komt naar voren dat de telers hier (via Prozet) al mee bezig zijn. Prozet (V.d. Avoird et al., 1994) is een programma dat bij het gewas paprika door telers wordt gebruikt om de energiebelasting te bepalen; een eenheidsloos getal dat de totale assimilatievraag van de zich ontwikkelende vruchten aangeeft. Koppeling van Prozet met de Planningsinformatie (en product(ie)registratie) verdient derhalve aanbeveling.

Bij **Kasklimaatbeheersing** geldt dat de informatie algemeen is en dus bedrijfseigen gemaakt moet worden. In grote lijnen zijn de telers het eens met de opzet en de gegeven informatie. De **Energietips** worden als positief ervaren. Ze hebben vooral een attenderingsfunctie, maar spelen niet direct een rol bij het (nog) energiezuiniger maken van de instellingen uit het klimaatplan. Dit komt o.a. door het feit dat de zes deelnemende telers al behoorlijk bewust met hun gehele bedrijfsvoering (waaronder inzet van energie) omgaan.

Het **Normatieve Klimaatplan** kan als basis worden gebruikt voor het opstellen van een klimaatplan en kan tot een bewustere klimaatbeheersing leiden. Het klimaatplan moet echter wel nauw aansluiten bij de eigen klimaatcomputer en diens mogelijkheden (regelingen/belangrijke instellingen), omdat anders telkens de vertaalslag gemaakt moet worden tussen het eigen systeem en de instellingen/regelingen op het in te vullen klimaatplan. Het opstellen van **doelen voor gewas en productie** aan het begin van een periode vinden de telers zeker zinvol. Het is echter niet zo gemakkelijk om een (concreet) doel voor de gewasontwikkeling te bepalen. Hierbij speelt een juiste inschatting van de verhouding tussen vegetatieve en generatieve groei van het gewas een grote rol. Opstellen van productiedoelen is (m.b.v. Prozet) geen probleem. Het bepalen van de te volgen **tactiek** lukt de telers wel. Echter, een periode van vier weken is misschien te lang (een tactiek wordt soms tussentijds gewijzigd).

Het vooraf berekenen van het verwachte **energieverbruik** per week wordt door vier telers niet zo erg nuttig gevonden omdat ze er niet zoveel mee kunnen. De twee andere telers vinden het wel zinvol omdat ze zich zo vooraf een beeld van het te verwachten gasverbruik kunnen vormen, of omdat ze graag willen weten wat een bepaalde maatregel aan energie kost of bespaart. Eén teler vindt vooral de analyse van het energieverbruik achteraf zinvol.

Met betrekking tot het opstellen van het klimaatplan zeggen drie telers dat ze liever wekelijks, of om de twee weken een klimaatplan willen maken. Dit moet wel snel kunnen worden gemaakt. De meeste telers vinden dat de doelen en de tactiek nodig zijn bij het invullen van het klimaatplan, en dat het normatieve klimaatplan daarbij nuttig kan zijn.

4.3.2 Uitvoering: dagelijkse registraties

De registratie van de **gewijzigde klimaatinstellingen** heeft wat problemen gegeven. Dit komt door het feit dat niet altijd duidelijk is wanneer een wijziging belangrijk is. Vaak weet een teler pas na een week of een wijziging structureel en daarom dus belangrijk is. Ook kunnen een reeks van kleine wijzigingen samen een belangrijke wijziging vormen. Verder vraagt het consequent bijhouden van deze registratie veel discipline.

De registraties voor **buitenklimaat** en **kasklimaat** werden grotendeels al door de telers bijgehouden. De registratie van **maximum- en minimumwaarden** (voor temperatuur, RV en instraling) vinden de telers niet zo nuttig, **gemiddelden** zeggen hen meer. Indien een afwijking in bijv. het gewas wordt geconstateerd kunnen de telers alsnog terugkijken in hun uurregistratie om te zien of, en hoe lang, er bepaalde grenzen zijn overschreden. Ook voor deze registraties geldt dat het bijhouden ervan veel **discipline** vraagt; het verdient aanbeveling om dit geheel automatisch (bijv. via de klimaatcomputer of via Groenet) te laten uitvoeren.

4.3.3 Controle: Wekelijkse registraties

De wekelijkse gewasregistratie wordt gedeeltelijk al door de telers uitgevoerd. Het beoordelen en noteren van de gewastoestand is nieuw. De telers vinden dit positief. Eén teler wil graag cijfers toekennen aan de ontwikkeling van het gewas, waardoor de analyse makkelijker wordt. De cijfers van de wekelijkse product(ie)registratie (kilo's, sortering en kwaliteit) komen beschikbaar via veilingen in Groeinet; de gegevens over zetting en abortie worden in Prozet geregistreerd. Een koppeling met Groeinet en Prozet is dus aan te bevelen om de gewenste gegevensoverzichten automatisch samen te kunnen stellen. De beoordeling op papier van de product(ie)toestand is nieuw en wordt als positief ervaren.

De registraties zijn door viervan de zes telers gebruikt voor controle en bijsturing, de twee anderen controleren op basis van het beeld dat in hun hoofd zit. Het is wel belangrijk om in het achterhoofd te houden dat controle en registratie een continu proces is, waar telers elke dag mee bezig zijn (en dus niet 1x per week op alleen basis van de registratie!)

Over de opzet van de vier registratieformulieren zijn niet alle telers het eens: één wil graag alle registraties van een periode (per onderdeel, bijv. gewas) op één blad, een ander ziet graag alle registraties van een week (alle onderdelen) op één blad. Een geautomatiseerd systeem moet daarom de telers de mogelijkheid geven om eigen overzichten samen te kunnen stellen!

4.3.4 Analyse

De volgorde van de verschillende onderdelen van de fase analyse vinden de telers goed en het perioderapport is overzichtelijk genoeg. Wel zijn er kritische kanttekeningen geplaatst bij de hoeveelheid tijd die het kost om de benodigde informatie (doelen, registratiegegevens, etc.) bij elkaar te zoeken, en bij het aantal pagina's van het perioderapport. De telers vinden dat het analyseren sneller en korter moet. Een suggestie is het alleen analyseren op hoofdlijnen, waarbij men zo nodig dieper gaat zoeken in de dagelijkse registraties als er echt zaken fout zijn gegaan.

De beoordeling van het buitenklimaat wordt door de telers nuttig gevonden. Over de beoordeling van het kasklimaat wordt door de telers verschillend gedacht, sommigen vinden de registratie kasklimaat te grof en kijken liever naar dagdelen en eventuele uurcijfers. Ook geeft de vergelijking tussen ingestelde en gerealiseerde waarden wat problemen, omdat het klimaatplan (met instellingen van ochtend/middag/avond/nacht-temperaturen niet zo goed aansluit bij de registratie (gerealiseerde dag/nacht/etmaal-temperaturen).

De beoordeling van de gewasontwikkeling (vergelijking planning - realisatie) vinden de telers in het algemeen moeilijk omdat de doelen vaak niet kwantitatief genoeg zijn op te stellen. Ook is het opstellen van een gewasdoel en het beoordelen van de gewasontwikkeling een vrij subjectieve zaak. Voor een deel is dit niet zo erg omdat de gegevens alleen binnen het bedrijf vergeleken worden en dus niet met collega-telers.

Het beoordelen van de product(ie)toestand vinden de telers een stuk gemakkelijker; dit kan voor een groot deel geautomatiseerd worden (via Groeinet/Prozet).

De beoordeling van het energieverbruik (uitsplitsing in een buitenklimaatteffect en een handelingseffect) wordt door de telers als nuttig ervaren. Er wordt wel opgemerkt dat het verklaren van het handelingseffect niet altijd goed lukt, kijkend naar de registratie van de gewijzigde klimaatinstellingen. Een mogelijke verklaring hiervoor is dat deze registratie door de telers niet voldoende consequent is bijgehouden. Daarnaast moet rekening worden gehouden met het feit dat het gasverbruiksmodel een zekere foutenmarge heeft. 'Grote' wijzigingen (zoals bijv. een graad omhoog in nachttemperatuur) zijn wel terug te zien in het handelingseffect. Het bijwerken van de bedrijfsnormen na de analyse vinden de telers nuttig, omdat het systeem op deze manier actueel blijft en bedrijfseigen(er) wordt. Dit bijwerken van de bedrijfsnormen is echter niet op alle bedrijven voldoende bijgehouden.

4.3.5 Werkwijze als geheel

Over de bruikbaarheid van de gehele werkwijze zijn de meningen verdeeld. Eén teler vindt het systeem niet bruikbaar, hij vindt het te theoretisch, teveel werk en niet passend in zijn eigen systeem. Een andere teler vindt het geheel niet bedrijfseigen genoeg en mist de discipline om het bij te houden. Hij ziet meer in een iets eenvoudiger systeem dat samen met de bedrijfsvoorlichter doorlopen en bijgehouden wordt. De vier andere telers zijn in verschillende gradaties positief over de werkwijze. Wel zijn allen het erover eens dat de huidige papieren versie onvoldoende werkbaar is, omdat het registreren, terugvinden en analyseren van informatie veel tijd en discipline kost.

Een ander probleem bij alle deelnemende telers is dat ze al een bepaald systeem van werken hebben (met betrekking tot planning, registratie, 'teeltagenda') dat afwijkt van de PBG-werkwijze. De uitgeteste werkwijze wordt dan soms als een systeem naast, in plaats van een aanvulling op het eigen systeem gezien (ook doordat men soms dingen dubbel heeft moeten registreren). De PBG-werkwijze moet bedrijfseigen gemaakt worden, en dat is niet op alle bedrijven voldoende gebeurd. Daarnaast zien de telers niet altijd meteen het voordeel in van de geteste werkwijze (het resultaat in termen van gewas, product(ie) en energie van de proefperiode van twaalf weken is niet echt meetbaar). Indien men een jaar met het nieuwe systeem werkt en men profijt kan hebben van de opgeschreven conclusies over het vorige teeltjaar, dan worden de voordelen waarschijnlijk wel duidelijk.

Over het effect van toepassing van de werkwijze op gewas, product(ie) en energieverbruik zijn de telers het wel eens, zij het dat dit effect moeilijk meetbaar is. De meesten denken dat de werkwijze kan leiden tot een doelgerichte en bewustere klimaatbeheersing voor gewas en product(ie). Door bewuster met de klimaatbeheersing om te gaan zal er waarschijnlijk ook bewuster met energie worden omgaan denken de meeste telers (meer beredeneren waarom men iets doet). Dit moet kunnen leiden tot energiebesparing, alhoewel het hierbij om kleine hoeveelheden gaat. Verder zijn de telers van mening dat de werkwijze waarschijnlijk wel moet kunnen leiden tot een hogere productie en/of een betere kwaliteit omdat men bewuster en gestructureerder met de teelt bezig is.

Een ander voordeel van toepassing van de werkwijze is dat er veel op papier staat en dat men daardoor de klimaatbeheersing gemakkelijker aan een werknemer kan overdragen.

4.3.6 Andere energiebesparingsmogelijkheden

In de enquête en daarop gevolgde workshop gaven de telers als overige mogelijkheden voor energiebesparing op glastuinbouwbedrijven de volgende suggesties:

- * telen van andere rassen met een lagere warmtebehoefte;
- * het wegwerken van horizontale temperatuurverschillen door het aanpassen van het verwarmingssysteem;
- * door meer inzicht te krijgen in z.g. 'grensgebieden', dat wil zeggen meer inzicht in (fysiologische) grenzen van de plant, om zo op het scherpst van de snede (met minder energie) te kunnen telen. Een voorbeeld is de max. (buiten)temperatuur waarbij men zonder nadelige gevolgen voor het gewas het scherm kan sluiten. (Deze informatie kan evt. in het Teeltgeheugen worden geplaatst);
- * door toepassing van een infra-roodmeter om de bladtemperatuur of de uitstraling 's nachts te meten (om te kunnen beslissen wanneer het scherm dicht moet);
- * door toepassing van Econaut, of temperatuurcompensatie achteraf;
- * door gebruikmaking van een (zo betrouwbaar mogelijk) plaatselijk weerbericht.

4.3.7 Automatisering

Alle telers zijn positief over de te verwachten voordelen die automatisering van de werkwijze biedt. De grootste voordelen worden verwacht bij het onderdeel registratie (tijdwinst en het niet meer dubbel hoeven opschrijven). Het bijhouden van gewijzigde klimaatinstellingen (plus eventueel aangeven wat belangrijke wijzigingen zijn) zou ook automatisch moeten gebeuren. Daarnaast kan een geautomatiseerd systeem in de fase analyse:

- * gegevens verzamelen en naast elkaar zetten;
- * afwijkingen berekenen;
- * kengetallen berekenen.

In de fase Planning kan een geautomatiseerd systeem de telers attenderen op belangrijke aandachtspunten/tips in een bepaalde periode. De telers pleiten zoveel mogelijk voor een koppeling met bestaande systemen/programmatuur (eigen klimaatcomputer, Groeinet, Prozet).

4.3.8 Bruikbaarheid voor andere paprikatelers/andere teelten

De deelnemende telers denken wel dat de werkwijze bruikbaar moet zijn voor andere paprikatelers, mits de benodigde tijd en de hoeveelheid schrijfwerk beperkt blijft. De werkwijze moet ingepast worden in het eigen systeem, en men zal tijd nodig hebben om ermee te leren werken.

Voor introductie op grote schaal zal het geheel gebruiksvriendelijker gemaakt moeten worden en geautomatiseerd moeten zijn (enkele telers suggereren om Groeinet erin te betrekken). Eén teler is van mening dat de werkwijze misschien op twee niveaus geïntroduceerd moet worden: één voor telers die de diepte ingaan met een geautomatiseerd systeem, en één sterk vereenvoudigde (papieren) versie voor gebruik in excursiegroepen. Een andere teler vindt het ook een goed idee om de aangepaste werkwijze te introduceren in excursiegroepen om zo de aldaar gevoerde discussies wat meer structuur en verdieping te geven.

De deelnemende telers zijn van mening dat de werkwijze ook in andere groenteteelten bruikbaar is voor zover ze het kunnen inschatten. De verschillende fasen komen ook in andere teelten terug, alleen zullen bijv. bij tomaat de periodes korter zijn. Twee telers menen dat de werkwijze beter toepasbaar is in vruchtgroentegewassen dan in de bloementeelt, omdat in de groenteteelt het klimaat belangrijker is dan in de bloementeelt, en omdat men in de groenteteelt qua klimaatbeheersing wat planmatiger volgens bepaalde fasen teelt dan in de bloementeelt.

4.3.9 Kneipunten in de klimaatbeheersing (algemeen)

In het algemeen kan gezegd worden dat de zes telers graag een klimaatcomputer willen met meer mogelijkheden dan de huidige computers. Zo wil men bijv. de mogelijkheid om een set instellingen (bijv. die van vorig jaar, dezelfde periode) op te roepen en deze aan te passen voor de huidige periode. Daarnaast wil men graag een soort 'attenderingsfunctie' op de computer, die op het juiste moment aangeeft of er wel aan bepaalde instellingen is gedacht, en die aangeeft dat bepaalde gewijzigde instellingen weer teruggezet moeten worden. Verder willen enkele telers graag een soort 'elektronisch kladblok' in hun klimaatcomputer, waarop ze kunnen noteren welke instelling er veranderd is en vooral ook wat de oude waarde van die instelling was. Als hulpmiddelen bij hun klimaatbeheersing denken drie telers dat een lokaal weerbericht dat elke dag automatisch binnenkomt wel handig kan zijn. Eén teler wil graag een checklist die men dagelijks doorloopt met daarop aandachtspunten voor de instelling van het asklimaat, rekening houdend met het buitenklimaat. Een ander zou graag een vochtbalans willen laten berekenen, waarbij bekend wordt hoeveel vocht er uit de kas wordt afgevoerd,

gegeven de gewasverdamping, het heersende buitenklimaat en een bepaalde raamstand. De telers hebben in het algemeen voldoende mogelijkheden voor het maken van grafieken. Over het huidige gebruik van Groeinet met betrekking tot het vergelijken van klimaatinstellingen en gerealiseerde etmaalwaarden, is men wel tevreden. Echter twee telers zien meer voordeel in het vergelijken van uurcijfers met collega's via Groeinet.

4.4 CONCLUSIES EN AANBEVELINGEN

Tijdens de praktijkproef is een antwoord gezocht op de volgende vragen: kan de werkwijze de besluitvorming op een blijvende wijze ondersteunen, is de werkwijze voor een brede doelgroep bruikbaar, kan het gebruik van de werkwijze leiden tot een vermindering van het gasverbruik en/of een verlaging van de hoeveelheid energie per eenheid product? Hieronder volgen naar aanleiding van de praktijkproef de conclusies met antwoorden op bovenstaande vragen.

met betrekking tot de werkwijze:

Planning: de planningsinformatie wordt als positief ervaren, vooral de informatie die nieuw is. De gegeven informatie is inhoudelijk goed maar moet wel bedrijfseigen gemaakt worden. Het opstellen van doelen voor gewas en productie vinden de telers zeker zinvol; wel vinden de telers het beter om eens per week of per twee weken de cyclus Planning-Uitvoering-Controle-Analyse te doorlopen, in plaats van eens in de vier weken. Verder hebben de telers behoefte aan objectief meetbare kengetallen om de verhouding vegetatief/generatief van hun gewas aan te kunnen geven. Het verdient aanbeveling om de gewasonderzoekers van het PBG hier eens naar te laten kijken.

Uitvoering: Bij de registratie van het buiten/kasklimaat hechten de telers meer waarde aan gemiddelden dan aan maxima en minima. De registratie van gewijzigde instellingen heeft problemen gegeven; de meeste telers kunnen de hiervoor benodigde discipline niet opbrengen.

Controle: De beoordeling van de gewas- en productietoestand als nieuw registratie-onderdeel wordt als positief ervaren. De telers verschillen van mening over de beste opzet/indeling van de registratieformulieren.

Analyse: De telers zijn positief over de opzet van de analyse. Wel vinden ze dat het analyseren sneller en korter moet. De telers zijn nu te lang bezig met het bijeen zoeken van alle benodigde informatie van de plannings- en registratieformulieren. Het bijwerken van de Teeltgeheugen met o.a. de resultaten uit de analyse vinden de telers wel nuttig, alleen is dit niet op alle bedrijven voldoende gebeurd; het vraagt veel discipline en dat is vaak een probleem.

De werkwijze als geheel, en effect op teeltvoering en energieverbruik: De veronderstelling dat het gestructureerder en bewuster omgaan met gewas, productie en klimaatbeheersing (via de ontwikkelde werkwijze) moet kunnen leiden tot een lager energieverbruik en/of een lager energieverbruik per eenheid product wordt door de zes telers bevestigd. Het effect van toepassing van de werkwijze is echter moeilijk te kwantificeren. Men is het erover eens dat de papieren werkwijze onvoldoende werkbaar is. Dit komt doordat het registreren, opzoeken, analyseren en bijwerken van informatie behoorlijk wat tijd en discipline kost. De werkwijze op zich biedt voldoende perspectief om mee verder te gaan.

met betrekking tot andere energiebesparingsmogelijkheden:

Uit de praktijkproef is een aantal suggesties voor verdere energiebesparing naar voren gekomen. In het onderzoek hebben de telers aangegeven dat er behoefte is aan een hulpmiddel waarmee men vooraf inzicht kan krijgen in het gasverbruik van de geplande instellingen.

met betrekking tot automatisering:

Alle telers zijn positief over de te verwachten voordelen die automatisering van de werkwijze biedt. De grootste voordelen worden verwacht bij de fasen registratie en analyse. Tijdens de fase registratie zorgt koppeling met bestaande (registratie)systemen zoals Groeinet en Prozet voor tijdwinst; in de analyse kan een computer gegevens verzamelen en naast elkaar zetten, en afwijkingen en kengetallen berekenen. De tijd-winst die een geautomatiseerd systeem kan geven is erg belangrijk, omdat de telers niet bereid zijn om per week veel extra tijd te stoppen in het werken van het ontwikkelde model. Koppeling met bestaande (registratie)systemen zoals Groeinet en Prozet moet zoveel mogelijk worden nagestreefd.

met betrekking tot bruikbaarheid andere paprikatelers/andere teelten, introductie

De werkwijze is vrij universeel en zal, na enkele aanpassingen, waarschijnlijk ook toepasbaar zijn in andere groente- en/of bloemengewassen. Voor introductie op grote schaal zal het geheel gebruiksvriendelijker en sneller gemaakt moeten worden. De telers die met de (geautomatiseerde) werkwijze aan de slag willen moeten op 'hun eigen niveau' kunnen beginnen. Het gebruik zou geleidelijk uitgebreid moeten kunnen worden tot de teler alle facetten van de werkwijze gebruikt.

met betrekking tot knelpunten in de huidige klimaatbeheersing:

Uit de praktijkproef zijn enkele knelpunten in de huidige klimaatbeheersing naar voren gekomen die vooral op het technische vlak (klimaatcomputer) liggen. In het kader van het onderzoek is de wens van belang om een koppeling te maken van de klimaatcomputer met een kennisdatabase met daarin relevante, buitenklimaatafhankelijke tips en aandachtspunten voor de klimaatregeling. Deze punten moeten automatisch op het computerscherm verschijnen.

Naar aanleiding van de praktijkproef en de workshop kunnen de volgende **eindconclusies** worden geformuleerd:

- De geteste papieren werkwijze vraagt zodanig tijd en discipline van telers dat deze niet op grote schaal bruikbaar is;
- De werkwijze op zichzelf, biedt voldoende perspectief voor verbetering van gewas- en productieontwikkeling en energiebesparing;
- Om de papieren werkwijze bruikbaar te maken zou deze vereenvoudigd moeten worden.
- Automatisering kan waarschijnlijk oplossing bieden bij het toegankelijk maken van de bestaande werkwijze door vergroting van snelheid en gebruiksvriendelijkheid.

5. BEPALEN MEERWAARDE VAN AUTOMATISERING (fase D)

5.1 INLEIDING

Parallel aan de praktijkproef uit hoofdstuk 4 is nagegaan welke mogelijkheden er zijn voor het bouwen van een demonstratie-computerprogramma op basis van de ontwikkelde werkwijze. Daarom is met automatiseringsdeskundigen beoordeeld welke onderdelen van de werkwijze voor energiezuinige klimaatbeheersing met behulp van automatisering kunnen worden ondersteund. Daarbij is ook de haalbaarheid van automatisering bekeken.

Eerst is kort nagegaan of er al andere beslissingsprocessen op tuinbouwbedrijven middels automatisering zijn ondersteund en of dit leerzame ervaringen heeft opgeleverd. Zo zijn er de systemen Cappa en Kobas ontwikkeld (Van Uffelen, 1991). Cappa ondersteunt de besluitvorming over gewasbescherming bij teelten onder glas. Kobas geeft advies over een aantal teeltkundige aspecten bij koolgewassen. In beide systemen is inhoudelijke onderzoekskennis opgeslagen in een kennisdatabase waarmee de gebruiker middels een expertsysteem adviezen krijgt voor te ondernemen acties. Dit is een verschil met de werkwijze voor energiezuinige klimaatbeheersing; bij de werkwijze wordt er vanuit gegaan dat de kennis beschikbaar is bij de teler zelf. In het computerprogramma dat eventueel op basis daarvan gemaakt wordt, worden geen adviezen gegenereerd; er worden kennis, gegevens en oordelen in vastgelegd.

In dit hoofdstuk wordt stapsgewijs uitgewerkt welke mogelijkheden automatisering kan bieden. Een te ontwikkelen computerprogramma wordt in de tekst aangeduid met de naam 'Growing Energy'.

5.2 MEERWAARDE VAN AUTOMATISERING EN KEUZECRITERIA

Eerst is bepaald wat een geautomatiseerde versie van de werkwijze (Growing Energy) aan meerwaarde moest creëren ten opzichte van de papieren werkwijze. Hier zijn de volgende aspecten naar voren gekomen:

1. De meerwaarde van automatisering voor een gebruiker ligt in het feit dat de stappen van de werkwijze (het proces) met grotere snelheid kan plaatsvinden.
2. Tevens moet automatisering de gebruiker ondersteunen om overzicht te krijgen in de complexe materie (volgorde van werken, omgaan veel soorten gegevens);
3. Uiteindelijk moet een geautomatiseerd systeem leiden tot een beter resultaat, namelijk betere beslissingen over energiezuinige klimaatbeheersing.

Om te bepalen in hoeverre automatisering de bovenstaande aspecten kan bewerkstelligen is stapsgewijs, elk onderdeel van de werkwijze bekeken op de volgende keuzecriteria:

- De mate van formaliseerbaarheid van processen;
- De frequentie van processen;
- De mate van formaliseerbaarheid van gegevens;
- De hoeveelheid gegevens die wordt opgeslagen, gewijzigd en gebruikt;
- De berekeningen die moeten worden uitgevoerd.

5.3 MOGELIJKE FUNCTIONALITEIT

In de werkwijze voor energiezuinige klimaatbeheersing vinden activiteiten in een bepaalde

volgorde plaats. Daarbij worden gegevens opgeleverd, gebruikt en gewijzigd. Van elk van de onderdelen is steeds een korte beschrijving gegeven, is vervolgens ingegaan op automatisering en is de gevraagde functionaliteit nog eens kort weergegeven.

5.3.1 Planning

Planning binnen de werkwijze

Het opstellen van een klimaatplan gebeurt nu vooral in het hoofd van de teler. De werkwijze biedt hiervoor nieuwe mogelijkheden: bij planning worden op basis van de huidige stand van het gewas en productie en normatieve gegevens per vierweekse periode uit het teeltgeheugen over buitenklimaat, gewasontwikkeling etc. weekdoelen opgesteld over gewasontwikkeling, productie en energieverbruik. Aan de hand van de doelen stelt de teler een klimaattactiek op die hij vervolgens vertaalt in een klimaatinstellingenplan voor de komende weken. Dit zodanig dat hij daarmee de gestelde doelen kan bereiken.

Planning, mogelijkheden voor automatisering

Kennisbank 1

Bij het maken van een klimaatplan kan een geautomatiseerd systeem bij het instellen van bepaalde waarden ondersteunen bij het zoeken naar normatieve gegevens in de kennis-database. Hierbij kan de teler snel over de juiste informatie beschikken over buitenklimaat, gewas-, productieontwikkeling, kas-klimaatbeheersing en energiebesparing. De kennisbank bevat daarbij alle relaties tussen deze gegevens.

Als voorbeeld kan hierbij worden gedacht aan de case 'Klimaatbeheersing bij paprika ...'. De informatie van de telers en andere experts zijn vastgelegd in een soort kennisdatabase waarin relaties zijn gelegd tussen buitenklimaat, gewas-, productieontwikkeling, kas-klimaatbeheersing en energiebesparing. In deze case is nagegaan of het mogelijk was om op deze wijze problemen binnen specifieke onderwerpen op dagniveau in kaart te brengen en kant-en-klare oplossingen te beschrijven. Deze gedetailleerde uitwerking is zinvol geweest, maar heeft echter veel tijd gekost. Het past niet in de ontwikkelde werkwijze om deze lijn van uitwerken door te zetten.

Kennisbank 2

Planning, het opstellen van doelen voor gewas- en productieontwikkeling en energieverbruik, en het maken van een klimaatplan, gebeurt volgens het model 13 maal per jaar. Er wordt een grote hoeveelheid gegevens bij gebruikt. De teler hanteert een kennisdatabank. Afwijkend van *kennisbank 1* is de meest informatie opgeslagen als 'platte tekst'. De teler moet eenvoudig kunnen zoeken in een grote hoeveelheid gegevens.

De bedrijfsnormen moeten ook vanaf papier kunnen worden gebruikt. Echter de kans ontstaat dat de teler het handboek in de kast laat staan bij het opstellen van het klimaatplan. Daarnaast kunnen gegevens niet gemakkelijk en netjes worden gewijzigd of toegevoegd.

Kopiëren vanuit vorige plannen

Bij het maken van een klimaatplan is het handig om snel gegevens uit een normatief klimaatplan of een klimaatplan van een vorige periode te kunnen kopiëren. Dit gaat sneller en het geeft een netter resultaat. Door het invullen te ondersteunen kan overzicht worden gehouden over de gegevens die zijn gewijzigd of reeds goedgekeurd en de gegevens waar nog naar moet worden gekeken.

5.3.2 Uitvoering

Uitvoering binnen de werkwijze

Bij uitvoering stelt een teler zijn klimaatinstellingen in volgens het klimaatplan. Daarna komt hij in een cyclus van controleren van het kasklimaat, het gewas en het product en hij beoordeelt ze ten opzichte van het buitenklimaat. Eventueel worden op basis van deze beoordeling de klimaatinstellingen bijgestuurd. De werkwijze ondersteunt deze activiteiten niet. Het is echter wel belangrijk dat de teler het wijzigen van klimaatinstellingen vastlegt. Daarnaast zou een teler ook etmaalgegevens van buiten- en kasklimaat op dagbasis moeten bijhouden.

Uitvoering, mogelijkheden voor automatisering

De uitvoering is al grotendeels ondersteund door klimaatcomputers en door koppelingen met de bedrijfsregistratiecomputer. De mogelijkheden voor automatisering zijn volop aanwezig, maar al grotendeels uitgewerkt. De toegevoegde waarde van automatisering daarvan binnen 'Growing Energy' van dit onderdeel is daarmee niet groot.

5.3.3 Controle

Controle binnen de werkwijze

Op week basis vinden bepaalde registraties plaats waarmee bepaalde controles worden uitgevoerd. Veel paprikatelers registreren wekelijks:

- berekening van gemiddelde klimaatgegevens (buitenklimaat/kasklimaat);
- de stand van het gewas (kenmerken van gewasontwikkeling);
- plantbelasting (zetting, abortie en oogst voor bepalen energiebelasting) en productie;
- het energieverbruik.

Vanuit het model wordt als belangrijkste gezien dat deze registratiegegevens worden gespiegeld aan de opgestelde doelen. De vragen 'Ligt alles nog op schema' en 'Kunnen de doelen nog worden gehaald' moeten hiermee worden beantwoord. Dit levert een beoordeling op en kan eventueel leiden tot wijziging van klimaatinstellingen.

Controle, mogelijkheden voor automatisering

Realisatie naast planning

Bij dit onderdeel worden verschillende gegevens (realisatie) van de verschillende onderwerpen geregistreerd en worden (zo tussentijds) vergeleken met de planning. Met behulp van automatisering kunnen realisatiegegevens worden vastgelegd en over verschillende jaren op een rijtje worden gezet. De vraag is of dit al niet gebeurt in bedrijfsregistratiecomputers en via Groenet. Belangrijk is dat telers dezelfde gegevens niet op verschillende plaatsen hoeven vast te leggen.

Vastleggen van afwijkingen

Een nieuw onderdeel is het wekelijks controleren of het middels de realisaties nog steeds mogelijk is om de doelen met betrekking tot gewas- en productieontwikkeling en energieverbruik te halen. Indien nodig wordt ook bepaald welke acties moeten worden genomen om dit bij te sturen. Dit onderdeel is redelijk klein en op zichzelf staand.

5.3.4 Analyse/Evaluatie

Evaluatie binnen de werkwijze

Via een vragenlijst wordt de teler gestructureerd door de onderwerpen gewasontwikkeling, productieontwikkeling en energieverbruik geleid. Daarin wordt nagegaan of de gestelde doelen

zijn gehaald. Als dat niet zo is worden verschillen tussen planning en realisatie vastgesteld en middels de geregistreerde realisaties geanalyseerd. Dit gebeurt als volgt:

- bepalen van de grootte van de afwijking tussen doel en realisatie (gewas, product, energie);
- bepalen van de afwijking buitenklimaat ten opzichte van het langjarig gemiddelde;
- het bepalen van de afwijking van het gerealiseerde kasklimaat ten opzichte van het geplande;
- verklaren van de gewasrealisatie uit gerealiseerde buitenklimaat, kasklimaat en productieontwikkeling;
- verklaren van de productierealisatie uit gerealiseerd buitenklimaat, kasklimaat en gewasontwikkeling;
- verklaren van energieverbruik uit gerealiseerd buitenklimaat, kasklimaat en wijziging van klimaatinstellingen. Hierbij wordt het PBG-rekenmodel Gasverbruik als hulpmiddel ingezet.

Bij elk onderwerp worden de resultaten in een perioderapport opgenomen. Met de resultaten kunnen de normatieve gegevens met betrekking tot buitenklimaat, kasklimaatbeheersing, gewas- en productieontwikkeling en energiebesparing voor de betreffende periode worden bijgesteld. De resultaten worden eventueel gebruikt bij het opstellen van een klimaatplan voor de komende periode.

Evaluatie. mogelijkheden voor automatisering

Stroomlijnen evaluatie

Analyse is een vrij uitgebreid onderdeel van de werkwijze. Het gaat hier om stil te staan bij wat er is bereikt ten opzichte van de gestelde doelen. Daarna volgt een vrij uitgebreide zoektocht naar oorzaken daarvan. Het is belangrijk om de teler dit geleid te laten doen. Analyse bestaat uit een uitgebreid doch overzichtelijk stappenplan. Een voordeel om de teler hier doorheen te leiden (vergelijken van planning met realisatie) is dat de teler gestructureerd bezig is en niets vergeet. Daarnaast kunnen de resultaten van elk subonderwerp steeds meteen worden vastgelegd in een zogenaamd Perioderapport.

De analyse is uitgewerkt in stroomschema's om snel inzicht te geven in het aantal te maken stappen, de inhoud van de stappen en de volgorde van de stappen. Het is goed mogelijk om dit onderdeel te ondersteunen middels automatisering.

Omdat in de tijd, analyse en planning vlak na elkaar vallen, levert dit een (relatieve) piekbelasting op voor de teler. Derhalve dient dit onderdeel snel te kunnen worden doorlopen.

5.3.5 Voorlopige conclusie over de mogelijkheden van automatisering

In Fase D van het project zou een demonstratie-computerprogramma worden ontwikkeld met de volgende doelstellingen:

- een instrument realiseren om de resultaten te kunnen tonen aan telers en voorlichters;
- het vaststellen van de meerwaarde van automatisering met mogelijke gebruikers (telers);
- het interesseren van tuinbouwsoftware-leveranciers voor het model en voor opname in hun software voor klimaatregeling of voor bedrijfsregistratie.

Vanuit de analyse van mogelijkheden van automatisering (par. 5.3) kwamen de volgende resultaten naar voren:

- De mogelijkheden van automatisering zijn binnen uitvoering en controle volop aanwezig. Veelal wordt hier in de bedrijfsregistratiesystemen voldoende aandacht aan besteed. De toegevoegde waarde van automatisering van deze onderdelen is daarom niet groot.
- Binnen planning en evaluatie zijn enkele onderdelen aanwezig waarvan de toegevoegde waarde van automatisering aanzienlijk is. Dit, met name bij de voorstellen over *het kopiëren van vorige plannen* en *stroomlijnen van de evaluatie*. Deze onderdelen zijn nieuw voor een teler. Bovendien zijn de gegevens redelijk te formaliseren.

Hieruit kon worden vastgesteld dat de laatste drie onderdelen in samenhang zouden moeten worden uitgewerkt in een demonstratie-computerprogramma Growing Energy.

Na het uitsplitsen van de toegevoegde waarde van automatisering van de onderdelen van de werkwijze is de volgende conclusie getrokken:

Voor het demonstreren van de voordelen van de werkwijze is het noodzakelijk dat de gehele werkwijze in het automatiseringsproduct is verwerkt, zodat de complete managementcirkel doorlopen kan worden.

5.4 PROTOTYPE IN PLAATS VAN DEMONSTRATIECOMPUTERPROGRAMMA

Nadat de praktijkproef en het nagaan van de mogelijkheden voor automatisering zijn afgerond ontstond het volgende beeld: In het project is in fase B een werkwijze ontwikkeld voor energiezuinige klimaatbeheersing. Deze werkwijze is vervolgens getoetst, zowel in theorie (met telers en andere deskundigen) als in praktijk (met zes paprika-telers). Vanuit de praktijktoets zijn op basis van een uitgebreide enquête en een workshop met de zes telers, de volgende conclusies getrokken:

- De geteste papieren werkwijze vraagt zodanig tijd en discipline van de telers, dat deze niet op grote schaal praktisch toepasbaar is;
- De werkwijze op zichzelf biedt door de gestructureerde, planmatige aanpak voldoende perspectief voor verbetering van gewas- en productieontwikkeling en energiebesparing. (Dit omdat telers door de werkwijze bewuster met klimaatbeheersing bezig zijn).
- Automatisering kan de bestaande werkwijze toegankelijker maken door vergroting van snelheid (gegevensbeheer en -verwerking) en gebruiksvriendelijkheid (overzicht bieden). Een en ander wordt onderstreept vanuit de voorstudie naar de meerwaarde van automatisering die is gemaakt.

In paragraaf 5.3.4 zijn de doelstellingen van het bouwen van een demonstratie-computermodel weergegeven. Deze beogen het tonen van resultaten aan potentiële gebruikers (telers), hun teeltadviseurs en het interesseren van hun softwareleveranciers om de meerwaarde van automatisering van de werkwijze gezamenlijk vast te stellen.

Probleem:

Het resultaat van de praktijkproef heeft aangegeven de huidige papieren werkwijze wel bruikbaar, maar niet praktisch toepasbaar is. Automatisering bleek min of meer een voorwaarde om het toepasbaar te maken. Het bouwen van het demonstratie-computerprogramma (niet compleet, geen aansluiting naar andere programmatuur, korte levensduur) zou geen oplossing bieden voor het praktische probleem.

Conclusie oplossingsrichting:

Er is voor gekozen om de ontwikkeling van de Demo over te slaan en te gaan bouwen aan een Prototype. Hiervoor zijn de volgende redenen gebruikt:

- De telers waren na de praktijkproef overtuigd van het nut van de werkwijze voor productie en energiebesparing;
- Benodigde tijd van telers kan worden verminderd met behulp van automatisering;
- Door direct te gaan werken aan een prototype wordt de doorlooptijd verkort, waardoor de werkwijze eerder in de praktijk zou kunnen worden ingezet;
- Een prototype geeft in vergelijking met een demo een realistischer beeld van de mogelijkheden die automatisering biedt omdat het op een tuinbouwbedrijf daadwerkelijk kan worden toegepast en getest.

5.5 HET ONTWIKKELEN VAN PROTOTYPE 'GROWING ENERGY'

Nadat de keuze is gemaakt voor het bouwen van een prototype 'Growing Energy' ter ondersteuning van energiezuinige klimaatbeheersing is eerst nagegaan welke uitgangspunten daarbij nodig waren (5.6.1). Daarna is bepaald welke doelen met het programma bereikt moesten worden (5.6.2), welke afbakening daarin is gemaakt (5.6.3) en middels welke fasering Growing Energy moest worden gebouwd.

5.5.1 Verkenning van uitgangspunten

Voor het ontwikkelen van een prototype dat werkt op een tuinbouwbedrijf, is de verkenning van uitgangspunten opgesplitst in twee delen: automatisering van de werkwijze en gegevensuitwisseling met andere programmatuur.

Automatisering van de werkwijze

Voor het bouwen van een programma voor energiezuinige klimaatbeheersing, is de bestaande papieren werkwijze als uitgangspunt gekozen. Geredeneerd vanuit het doel van het onderzoek (par. 1.2) en de praktijktoets over een mogelijke (commerciële) eindsituatie waarin een dergelijk programma op een tuinbouwbedrijf wordt gebruikt, zijn voor brede toepasbaarheid de volgende wensen naar voren gekomen:

- Om de werkwijze nuttig te kunnen gebruiken zullen alle functies uit de werkwijze in de programmatuur moeten worden ondergebracht: Planning, Uitvoering, Controle, Evaluatie en Teeltgeheugen.
- Flexibel kunnen invullen van de werkwijze:
 - de **planningshorizon** moet kunnen variëren per bedrijf (een vaste periode van 1, 2 of 4 weken) en eventueel per seizoen (elke seizoen een andere planningshorizon kunnen instellen);
 - op termijn moet het geschikt zijn voor gebruik bij **verschillende gewassen**;
 - **registratiemogelijkheden** moeten **stapsgewijs** kunnen worden **uitgebreid** door later nieuwe gegevens te kunnen toevoegen. De ontwikkeling van registratie verschilt per gewas, maar ook per bedrijf: dit vraagt verschillende gebruiksniveaus van beginnende (beperkte registratie) tot gevorderde gebruikers (uitgebreide registratie).
- Rekening houden met de voorlichting als gebruiker
 - De werkwijze leent zich voor **begeleiding vanuit de voorlichting**. Bij de ontwikkeling van het programma moet rekening worden gehouden met de voorlichter als (mede-) gebruiker van het programma (begeleidingsinstrument).
- Simuleren van het Gasverbruik m.b.v. rekenmodel
 - Het doorrekenen van een klimaatplan op energetische gevolgen en het bepalen van een buitenklimaat- en een handelingseffect is een essentieel onderdeel van de werkwijze. Dit gebeurt met rekenmodel Gasverbruik. In een eindversie zou dit model door de teler moeten kunnen worden gebruikt om vooraf het wijzigen van instellingen door te rekenen op energieverbruik;
 - Telers hebben behoefte aan een instrument waarmee ze achteraf het handelingseffect goed kunnen verklaren. Hiermee kan bijvoorbeeld de vraag worden beantwoord: welke instellingen waren de oorzaak dat het werkelijke gasverbruik hoger was dan vooraf gesimuleerd was?

- Exploitatie van de programmatuur
 - Bij een positieve werking van de geautomatiseerde werkwijze moeten gedachten worden gevormd over de distributie en exploitatie van de programmatuur. Als tuinbouwsoftwareleveranciers hierin geïnteresseerd zijn is het belangrijk dat de programmatuur zo integraal mogelijk wordt overgenomen. (Stel het gratis ter beschikking en stel daarbij eisen over welke onderdelen in software moeten worden opgenomen (minimum pakket)).

Gegevensuitwisseling met andere programmatuur

Een van de grootste voordelen die automatisering van de werkwijze moet bieden is het besparen van tijd bij gegevensregistratie en -verzameling (niet dubbel registreren). Dit betekent dat een Prototype gegevens moet kunnen importeren vanuit bestanden van andere programmatuur (geen directe koppeling). Het betreft hier o.a:

- dagelijkse buiten- en kasklimaatgegevens, vanuit klimaatcomputer;
- gewasregistratie; gegevens over plantbelasting etc., vanuit bijv. Prozet voor paprika;
- productiegegevens (van geveild product) via de veiling vanuit de bedrijfscomputer of Groeinet-plus;
- energieverbruiksgegevens vanuit de bedrijfscomputer of Groeinet-plus;

Geconcludeerd kan worden dat de benodigde gegevens over verschillende bronnen zijn verspreid. De gehele gegevensset is beschikbaar vanuit de bedrijfscomputer en/of Groeinet-plus als bronnen worden samengenomen.

Plaats van de programmatuur: op de PC van de teler

De werkwijze voor energiezuinige klimaatbeheersing is in principe gereedschap voor energiezuinige klimaat-beheersing voor het individuele bedrijf, niet voor bedrijfsvergelijking. Het prototype zal daarvoor moeten kunnen communiceren met andere programmatuur om de benodigde gegevens te verzamelen. Het moet daarvoor kunnen werken op de PC van de teler. Hiervoor zijn verschillende opties.

- *Aansluiten op programmatuur van de Tuinbouw-softwareleverancier.* Voor het beschikbaar stellen van gegevensbestanden vanuit de bedrijfscomputer en de klimaatcomputer is medewerking van de betreffende tuinbouw-software-leverancier nodig. Daarbij zijn er verschillende leveranciers, en per leverancier verschillende versies programmatuur. Voor het ontwikkelen van het prototype zal hierin een keuze moeten worden gemaakt.
- *Aansluiten op Groeinet.* Groeinet voorziet de tuinbouwsector van een belangrijke gegevens-infrastructuur. Telers voeren voor bedrijfsvergelijking bepaalde gegevens in het Groeinet-programma. Ook vanuit de bedrijfscomputer (verschillende merken/versies) kunnen gegevensbestanden (vastgelegd in vergelijkingsafspraken) naar Groeinet worden gesluisd. Ten slotte voert ook de veiling gegevens aan Groeinet aan (zie Figuur 8). Dit betekent dat een groot gedeelte van de gegevens die worden gebruikt in de werkwijze via Groeinet beschikbaar zijn (gerealiseerde temperaturen, productie, energieverbruik, watergift, etc.). Groeinet heeft ook de mogelijkheid om gegevens te bewerken. Daarna ontvangt de teler van de Groeinetcentrale op zijn PC een bestand met daarin de bewerkte gegevens van zichzelf en de excursiegroepleden. Voor het gebruik van deze gegevensbestanden is medewerking van Groeinet vereist.
- *Aansluiten op toekomstige versie van Groeinet; Groeinet 2000* (Stijger;1998). In Groeinet-2000, een internettoepassing die ten tijde van deze verkenning nog in ontwikkeling was, kunnen registratiegegevens van een teler worden vastgelegd in de Groeinet-computer. Een teler, die verbinding heeft, zou dan binnen Groeinet een applicatie 'Energiezuinige klimaat-beheersing' kunnen oproepen en zijn gegevens (waaronder bedrijfseigen Teeltgegevens) ermee bewerken en uitprinten. Dit zonder dat de programmatuur en gegevens op zijn eigen

computer staan. Omdat GN-2000 nog in ontwikkeling was, was dit geen optie voor het te bouwen prototype. Wellicht is het interessant om op de langere termijn, in een eventuele marktphase, deze optie nog eens na te gaan. Daarbij moet rekening worden gehouden dat niet bij elk gewas gebruik wordt gemaakt van Groeinet. Een aansluiting op Groeinet zou geen voorwaarde mogen zijn voor toepassing van Growing Energy.

Het prototype (onderzoeksfase) zal worden ontwikkeld om te werken op de PC van een teler. Hiervoor wordt samenwerking gezocht met één leverancier en Groeinet om de in het prototype benodigde gegevens vanuit de bestanden van verschillende registratieprogrammatuur te kunnen verzamelen, en zo de koppeling tot stand te brengen.

5.5.2 Doelstelling

De doelstellingen van het ontwikkelen van een prototype voor Energiezuinige Klimaatbeheersing waren:

- het realiseren van een instrument waarmee de resultaten van het project (ontwikkelde werkwijze Energiezuinige klimaatbeheersing) als geautomatiseerd systeem op tuinbouwbedrijven kan worden toegepast;
- het ontwikkelen van een instrument dat mogelijkheden biedt voor introductie van de werkwijze voor energiezuinige klimaatbeheersing in de praktijk op grote schaal.
- het integreren van dit instrument in het bestaande informatiesysteem op een tuinbouwbedrijf;
- Het testen van de geautomatiseerde werkwijze in de praktijk om daarmee de bruikbaarheid, de effecten op gewasontwikkeling, productieontwikkeling en energieverbruik na te gaan en om ideeën te ontwikkelen over de verspreiding van de resultaten ervan.

Het beoogde resultaat is een prototype computerprogramma dat is gebaseerd op de papieren werkwijze voor energiezuinige klimaatbeheersing. Het prototype maakt gebruik van klimaat-, energieverbruiks-, productie- en gewasontwikkelingsgegevens. Deze gegevens worden door de teler of procescomputers reeds vastgelegd. Het prototype moet kunnen werken op de bedrijfscomputer van de teler en op die plaats gegevens uit verschillende bronnen kunnen betrekken (zie figuur 9).

Met een praktijktest van het Prototype moet worden vastgesteld of telers het programma als 'blijvend bruikbaar' beschouwen, en zou inzicht moeten geven in mogelijke kosten en opbrengsten (effecten op o.a. energieverbruik en productie) van het gebruik van deze programmatuur. Tevens moeten na de test ideeën zijn gevormd over de marktphase (zie Figuur 8) van het programma o.a. met betrekking tot ontwikkeling, exploitatie, verspreiding, begeleiding, etc.

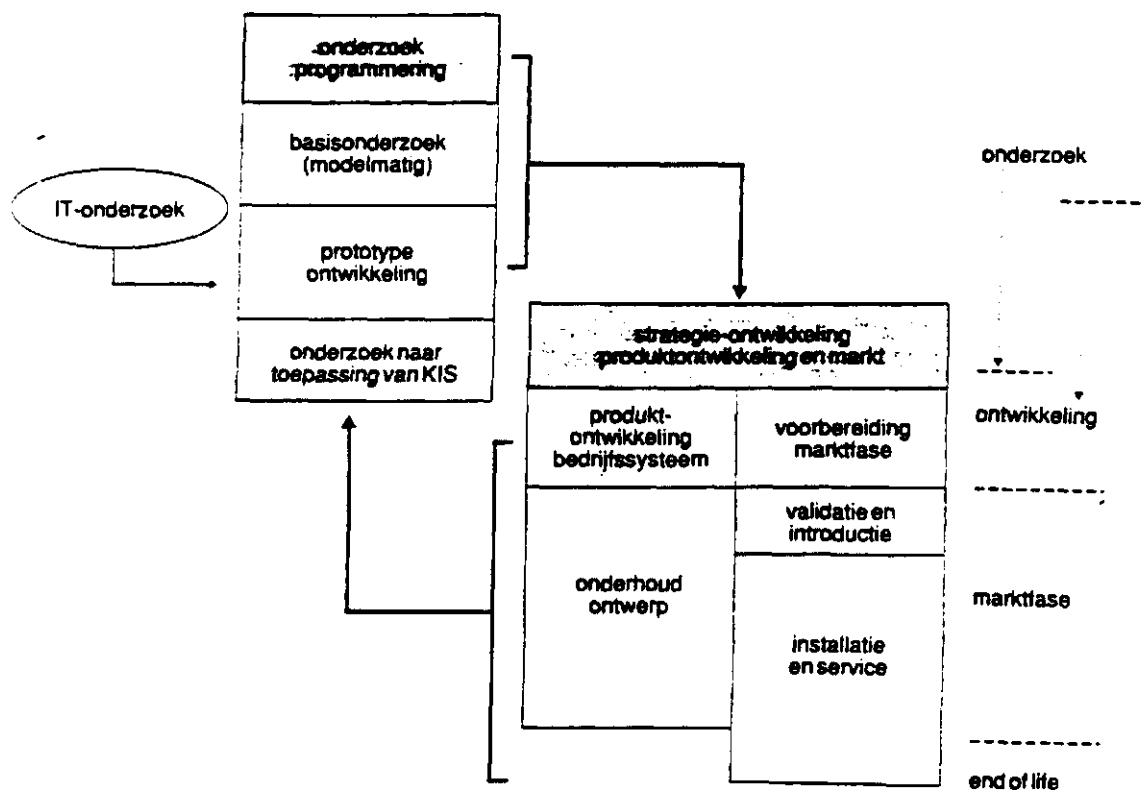
5.5.3 Afbakening

Het project richt zich op een prototype. Geredeneerd vanuit het schema (zie Figuur 8) van R. Hilhorst over Kennisintensieve systemen (1992) is een Prototype minder uitgebreid dan in een eindsituatie waarin het programma op commerciële basis voor alle telers (beginners, gevorderden) en gewassen beschikbaar is. Voor ontwikkeling van het prototype dienen de volgende uitgangspunten te worden gehanteerd:

- het prototype zal voor de gewassen **paprika en roos** worden gemaakt;
- de gegevensuitwisseling zal afhankelijk van de mogelijkheden worden gerealiseerd. Belangrijk is wel dat telers de voordelen van automatisering zoals tijdbesparing bij gegevensverzameling ervaren. Derhalve is de volgorde van **belangrijkheid van gegevenskoppelingen**:

dagelijkse klimaatgegevens, gewasregistratie, productie- en energiegegevens; dit zal worden opgenomen met **tuinbouwsoftwareleveranciers en Groeinet**.

- het richt zich op **gevorderden** (het beginnersniveau kan daarvan worden afgeleid);
- het **rekenmodel Gasverbruik**, waarmee het energieverbruik kan worden gesimuleerd en geanalyseerd, wordt niet geautomatiseerd in het prototype opgenomen. Dit programma 'draait' nu in Fortran op de PBG-VAX en is niet klaar voor gebruik door telers. De gegevens die in de werkwijze nodig zijn, zullen voorlopig vanuit het PBG worden aangeleverd;
- het prototype levert het individuele tuinbouwbedrijf managementinformatie op. Voor het nemen van de beslissingen kan de teler zich op basis van deze informatie laten adviseren door een voorlichter/adviseur. **Voorlichters of adviseurs worden echter niet als gebruiker aangemerkt en derhalve niet direct in het ontwikkelingstraject betrokken.**



Figuur 8- Aanduiding van de onderzoeksfase in de ontwikkeling van een kennisintensief systeem (Hilhorst, 1992)

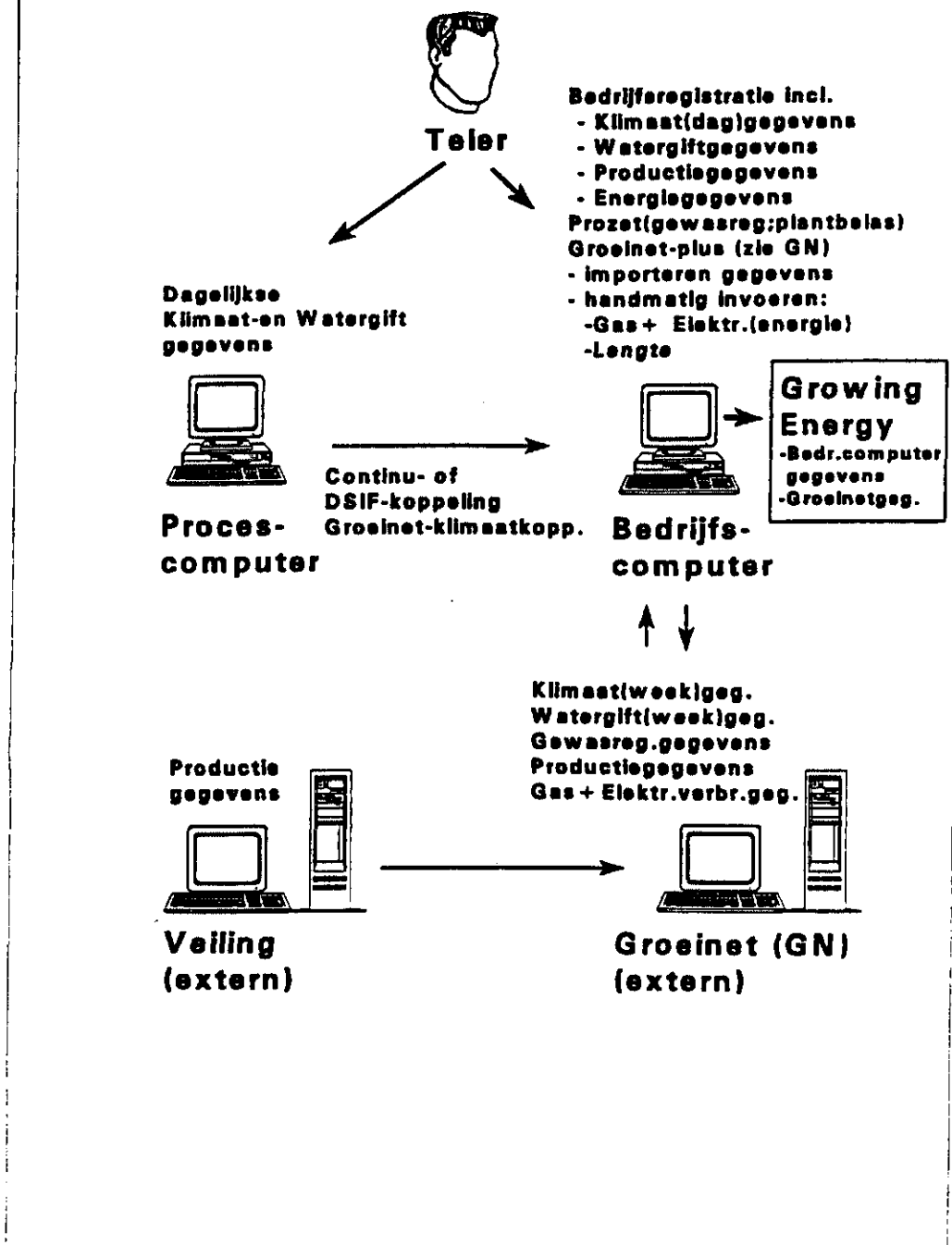
5.5.4 Een ontwerp voor Growing Energy

Vervolgens is een functioneel ontwerp gemaakt om een informatiekundige beschrijving te maken van Growing Energy. Het ontwerp en de totstandkoming ervan zijn beschreven in de Externe Bijlage 'Functioneel ontwerp voor Growing Energy; een prototype voor beslissings-ondersteuning voor energiezuinige klimaatbeheersing'.

5.5.5 Automatisering van Growing Energy

Op basis van het functioneel ontwerp kon Growing Energy worden gebouwd om het vervolgens in de praktijk te kunnen testen op bruikbaarheid en effecten en met de telers ideeën te ontwikkelen over verdere verspreiding van de resultaten. Deze ontwikkelingen zijn beschreven in het vervolgrapport (Deel 2); rapportage van Fase E.

De plaats van Growing Energy en aanlevering van de benodigde gegevens Infogra4.wpp



Figuur 9- De mogelijke plaats van Growing Energy in het informatienetwerk van een teler

Prototype Growing Energy staat op de bedrijfscomputer. Gegevens worden automatisch of handmatig vastgelegd. Door allerlei gegevenskoppelingen zijn de benodigde gegevens beschikbaar in de bedrijfscomputer (dagelijkse klimaat-, watergift-, productiegegevens). Gegevens die Growing Energy nodig heeft en die nog niet op een bepaalde plaats zijn geregistreerd kunnen handmatig worden toegevoegd.

6. DISCUSSIE

6.1 INLEIDING

Dit onderzoek heeft volgens de in hoofdstuk twee beschreven aanpak geleid tot de resultaten zoals die zijn beschreven in de hoofdstukken 3, 4 en 5. Door het betrekken van deze resultaten bij de doelstelling van het onderzoek, beschreven in hoofdstuk 1, kunnen enkele kanttekeningen worden geplaatst. Deze staan beschreven in paragraaf 6.2.

6.2 DISCUSSIE

Ontwikkelde werkwijze

De ontwikkelde werkwijze, bedoeld als hulpmiddel voor beslissingsondersteuning, biedt perspectief gezien vanuit de ervaring van de telers. Het onderzoek heeft een kwalitatief karakter gehad. Nu het resultaat bekend is, rijst de vraag naar kwantificering van het effect van de werkwijze op de productie en het energieverbruik. Daarmee kan worden nagegaan of de besluitvorming zodanig verbetert, dat bestede tijd en eventuele kosten van de werkwijze worden terugverdiend met een lager energieverbruik (lagere kosten) en/of een hogere productie (hogere opbrengst). Hiermee kan worden nagegaan of de werkwijze energiebesparing levert bij behoud van rentabiliteit (zie paragraaf 1.2 Doelstelling).

Praktijkproef

De resultaten van de praktijkproef zijn gebaseerd op een groep van zes paprikatelers die intensief met de werkwijze heeft gewerkt. Deze groep is niet representatief geweest voor 'de gemiddelde paprikateler'. Echter, de groep betrof voorlopende telers met interesse in klimaatbeheersing. De meeste van deze telers vervulden ten tijde van de proef leidende posities in telersorganisaties. Vanuit die positie hebben zij in enquête en workshop ingeschat hoe de werkwijze op grote schaal bruikbaar kan worden gemaakt.

Mogelijkheden voor automatisering

De verwachting vanuit het onderzoek is dat automatisering van de werkwijze helpt om de bruikbaarheid van de werkwijze te vergroten. Deze verwachting is gebaseerd op een voorstudie naar de mogelijkheden van automatisering en de mening van telers hierover. Vanuit het onderzoek is dit de enige mogelijkheid om de werkwijze, in de huidige opzet, in de praktijk te kunnen introduceren. Echter het effect van een dergelijk instrument op 'energiebesparing bij behoud van rentabiliteit', moet dan nader worden onderzocht.

Kennisverspreiding

Een andere vraag die rijst is wat het bereik is van een geautomatiseerde versie van de werkwijze. Voorwaarden voor mogelijk gebruik ervan zijn dat de teler beschikt over een PC en zich bezighoudt met bedrijfsregistratie en interesse heeft in klimaatbeheersing. Op basis van deze voorwaarden zijn niet alle telers potentiële gebruiker van een dergelijk systeem. Echter omdat de potentiële gebruikers veelal moderne relatief grote ondernemingen hebben, kan toch een aanzienlijk deel van het glasareaal worden bereikt.

Om een grotere verspreiding van de resultaten te bewerkstelligen zullen ook andere wegen moeten worden bewandeld, zoals bijvoorbeeld via verwerking van een (sterk) vereenvoudigde werkwijze in excursiegroepen, cursussen en teeltbegeleiding door adviseurs. Deze wijze van verspreiding van de resultaten zal per definitie niet hetzelfde effect hebben op energieverbruik en productie als het gebruik van een geautomatiseerde versie van de werkwijze.

7. AANBEVELINGEN

7.1 INLEIDING

Vanuit de resultaten van het onderzoek kunnen een aantal aanbevelingen worden gedaan. Dit voor zowel het vervolg van het onderzoek als voor klimaatcomputerfabrikanten. Deze zijn beschreven in paragraaf 7.2.

7.2 AANBEVELINGEN

Vervolg van het onderzoek

- **Bouw prototype**

Het onderzoek heeft de conclusie opgeleverd dat de ontwikkelde werkwijze alleen met behulp van automatisering op tuinbouwbedrijven tot toepassing kan worden gebracht. Om dit te kunnen testen zou een prototype computerprogramma moeten worden ontwikkeld op basis van de volgende uitgangspunten:

 - het prototype zal worden gebaseerd op de werkwijze voor energiezuinige klimaatbeheersing zoals die door een eerste groep paprikatelers is beproefd;
 - in het prototype dient de volledige managementcirkel van de werkwijze (planning, uitvoering, controle en evaluatie) te worden opgenomen;
 - het prototype dient te kunnen werken op de PC van een teler en moet voor de benodigde gegevens gebruik kunnen maken van gegevens die reeds elektronisch (in o.a. de klimaatcomputer en Groeinet) zijn vastgelegd;
 - In eerste instantie is het gewenst de functionaliteit van het PBG-rekenmodel Gasverbruik hierin op te nemen. Hierover kan later worden beslist als de praktijktest van het prototype positieve resultaten oplevert.
 - Het prototype moet worden uitgewerkt voor de gewassen paprika en roos om na te gaan in hoeverre de werkwijze daadwerkelijk universeel toepasbaar is;
 - Vanwege de functie van het prototype het niet nodig verschillende gebruikersniveaus (beginner, gevorderde) in het programma op te nemen;
 - Dit teler wordt primair gezien als gebruiker van het prototype. Hij kan hierin eventueel worden ondersteund door zijn teeltadviseur.
- **Test prototype**
 - Om het in hoofdstuk 1 vermelde doel te bereiken zal van het ontwikkelde prototype ('een hulpmiddel voor ondersteuning van de besluitvorming over energiezuinige klimaatbeheersing') moeten worden nagegaan of het blijvend bruikbaar is en welk effect het uiteindelijk heeft op productie, energieverbruik en energieverbruik per eenheid product. Het is wenselijk om deze effecten zoveel mogelijk te kwantificeren, zodat kan worden bepaald of het tweede deel van het doel kan worden bereikt: 'energiebesparing bij behoud van rentabiliteit'.
- **Kennisverspreiding**
 - Nadat de testresultaten bekend zijn, zal moeten worden nagegaan of en op welke wijze de kennis van de werkwijze (opgenomen in het prototype) in de praktijk kan worden verspreid. Bij positieve resultaten zou moeten worden nagegaan op welke wijze tuinbouw-software-leveranciers hierin een functie kunnen vervullen. De teler als gebruiker van kennisintensieve systemen vormt een nieuwe ontwikkeling in de glastuinbouw met zijn eigen problematiek.

Bij minder positieve resultaten zal moeten worden nagegaan welke onderdelen van de werkwijze op welke wijze kunnen worden gebruikt of vertaald voor verspreiding in de praktijk.

Naast tuinbouwsoftware-leveranciers en telers zal ook moeten worden nagegaan in hoeverre voorlichters/adviseurs van de onderzoeksresultaten gebruik kunnen maken.

Ontwikkeling klimaatcomputers

In het onderzoek zijn vanuit de telers een aantal knelpunten aangedragen die ze ondervinden bij klimaatbeheersing met de klimaatcomputer. Tuinbouwsoftware-leveranciers zouden kunnen inspelen op de vraag naar de volgende functies:

- Een functie waarmee de set met klimaatinstellingen van dezelfde periode van vorig jaar kan worden opgeroepen. Het lijkt niet wenselijk dat deze instellingen als geheel in een keer alle actuele klimaatinstellingen overschrijven. Dit zal per instelling zorgvuldig door de teler moeten worden afgewogen vanuit zijn doelstellingen, het klimaatplan, de gewas- en productieontwikkeling.
- Een attenderingsfunctie die op het juiste moment aangeeft welke instelling welke waarde zou moeten hebben. Met behulp van een expert-systeem met kennisbank kunnen werkelijke klimaatinstellingen worden gekoppeld aan grenzen die deze instellingen onder bepaalde omstandigheden (bijvoorbeeld klimaatextremen) mogen bereiken. Op het moment dat instellingen buiten de gewenste grenzen komen kan de klimaatcomputer dit aan de teler als aandachtspunt tonen.
- Een functie die bijhoudt wanneer welke wijzigingen in welke instelling zijn gemaakt. Een eerste reden hiervoor is dat telers regelmatig wijzigingen maken die ze na verloop van tijd weer in dezelfde stand willen terug zetten. Een tweede reden is dat hieraan behoefte is vanuit de ontwikkelde werkwijze. In de werkwijze wordt bij analyse o.a. nagegaan of verschillen tussen doelen en realisaties kunnen worden verklaard met het wijzigen van klimaatinstellingen ten opzichte van het klimaatplan. Omdat de praktijkproef heeft uitgewezen dat telers moeite hebben met het registreren van wijzigingen van klimaatinstellingen maar ook dat deze informatie nuttig kan worden gebruikt, is de beschikbaarheid van genoemde functie wenselijk.

LITERATUURLIJST

Alleblas, J.T.W (1995)

De betekenis van informatie bij het personeelsbeheer in de glastuinbouw, Onderzoeksverslag 128
Landbouw-economisch instituut (LEI-DLO), Den Haag.

Ammerlaan, Kees (1995)

Merken doorkruisen energie-afspraken, G + F/Glasgroenten, 5(1995)34, p 12-13.

Avoird, P van der, J. Berden en R van de Wiel (1994)

Analyse energiebelastingsprogramma Prozet, Afstudeerscriptie Agrarische Hogeschool studie-
richting Tuinbouw / Akkerbouw, 's Hertogenbosch, april

Bakker (ed.) (1993)

Luchtvochtigheid, Informatiereeks no 104, Proefstation voor Tuinbouw onder Glas, Proefstation
voor Bloemisterij in Nederland, Naaldwijk/ Aalsmeer, oktober.

Bakker, J.C. (1994)

Kasklimaat in de vier jaargetijden: Zomer; Vakblad voor Bloemisterij (1994)16, p 28-29

Bakker, T & P.C. Damen (1995)

Rozentelers werken aan verlaging van energieverbruik, Vakblad voor de bloemisterij, (1995)34, p
46-47

Beerens, Jos (1995)

Presteren na de langste dag, Groenten + Fruit 5(1995) 31, p 22 - 23.

Berg, G.A. van den (1984)

Invloed van kasluchttemperatuur op winterproductie roos (2):Temperatuurverhoging heeft
tweeledig effect. Vakblad voor de bloemisterij

Berg, G.A. van den (1984)

Invloed van kasluchttemperatuur op winterproductie roos (2) Snelheid uitlopen ogen bepaalt
productiecapaciteit. Vakblad voor de bloemisterij

Berg, G.A. van den (1984)

Invloed van kasluchttemperatuur op winterproductie roos (3) Licht bepaalt mede scheutontwik-
keling, Vakblad voor de bloemisterij

Berg, G.A. van den (1984)

Invloed van kasluchttemperatuur op winterproductie roos (4) Hogere nacht- dan dagtemperatuur
heeft voor en nadelen. Vakblad voor de bloemisterij

Bergenhengouwen et al. (1983)

Paprikateelt onder glas, No. 5 Informatiereeks, volledig herziene druk, Proefstation voor Tuin-
bouw onder glas, Consulentschappen voor de tuinbouw, Naaldwijk

Buwalda, F. en A.N.M de Koning (1995)

Energiebesparing door temperatuurcompensatie, Vakblad voor de bloemisterij 7, p 58-59

Carlier, M.J., L. Joziassse & S Zwart (1993)

Energiebesparing in de agrarische sector, Agromart bv., Wageningen, november 37 pp

Consulentschap in Algemene dienst, voor de Bloemisterij(1986)

Gewasverslag roos 1986, CAD, Aalsmeer

Deming, W.E. (1982)

Quality, Productivity, and competitive position. Maas, Institute of technology, 371 pp

Goossens, H., M.N.A Ruijs, P.C.M. Vermeulen, J.J.G. Breuer, H.F. de Zwart, H.C. Jasperse en W. Van der Kaaij (1997)

Energiebesparing door optimaal gebruik van de bedrijfsuitrusting, Rapport 85, Proefstation voor Bloemisterij en Glasgroente, Land- en TuinbouwOrganisatie Nederland (LTO/NTS), Naaldwijk/Honselersdijk, september.

Groot, M.A.G. de (1995)

Energieverbruik per chrysaant kan verder omlaag, Vakblad voor de bloemisterij, (1995)35, p 40-41

Hanemaaijer, Bram (1995)

Energiebesparen draait om durf, G + F/Glasgroenten, 5(1995)33, p 22-23

Energiebesparen door juiste teeltmaatregelen, Vakblad voor bloemisterij, (1995)33, 34-35

Henten, E.J. van (1991)

Optimalisering van het kasklimaat; doelstelling, methodiek en implementatie in de praktijk. Agro Informatica jg4, nr 2, april 1991, p 30-33

Henten, E.J. van, J. Bontsema & G. van Straten (1995)

Op weg naar efficiënter energieverbruik bij de regeling van het klimaat in de kassen.

Agro Informatica jg8, nr 4, oktober 1995, p 16-20

Holsteijn, G.P.A. van (1994)

Kasklimaat in de vier jaargetijden: Najaar; Vakblad voor Bloemisterij (1994)32, p 20-21

Holsteijn, G.P.A. van (1995)

Kasklimaat in de vier jaargetijden: Winter; Vakblad voor Bloemisterij (1994)45, p 38-39

Holsteijn, G.P.A. van (1995)

Kasklimaat in de vier jaargetijden: Voorjaar; Vakblad voor Bloemisterij (1995)16, p 28-29

Holsteijn, G.P.A. van (1995)

Met eenvoudige registratie naar een efficiënter gasverbruik. Vakblad voor de Bloemisterij, 50(17 feb 1995)7, p 38-39

Holsteijn, G.P.A. van (1995)

Meer halen uit energiescherm. Vakblad voor de Bloemisterij, 50(17 feb 1995)7, p 50-51.

Hoog jr, J. de (1991)

Literatuurstudie platknoppen bij roos; temperatuur lijkt de belangrijkste oorzaak. Vakblad voor de Bloemisterij (1991)27, p 56-57

Hubert, L. (1994)

Energie besparen in de teelt is mogelijk. G + F/Glasgroenten 4 (1994)9 p 22-23

Kamp, P.G.H.(1995)

Optimalisatie kasklimaat, Lezing in DLV Energieweek, 19 september 1995

Kamp, P.H.G. (1997)

Cursusboek 'Klimaatbeheersing en energiebesparing', IPC-Ede

Koning, A. de (1995)

Regelen op plantprocessen is doelgerichter dan regelen op kasklimaat. Vakblad voor de Bloemisterij (1995)39, p 44-45

-
- Kropff, M.J. & C.J.T. Spitters (1990)**
Grondslagen plantaardige productie, Vakgroep Theoretische productie-ecologie, Landbouw-
universiteit Wageningen.
- Maas, A.A. van der (1989)**
inventarisatie naar de mogelijkheden van (teelt-)begeleidingssystemen in de glastuinbouw, Intern
verslag, Proefstation voor de Tuinbouw onder Glas, Naaldwijk, december 1989 (75p)
- Maas, A.A. van der (1991)**
Besluitvorming voor gewasbescherming, gewassen paprika en chrysant, intern verslag nr 27,
Proefstation voor Tuinbouw onder Glas, Naaldwijk, augustus 1991.
- Nutsbedrijf (1994)**
Voorbeeld van een energiedoorlichting van een tuinbouwbedrijf; Rapportage EDO, Nutsbedrijf
Westland b.v.
- Oosting, R.B. (1989)**
Kassituatie bepaalt kwaliteit roos; Licht, temperatuur en CO₂ belangrijk; Vakblad voor de
bloemisterij (1989) 5, p 49
- Rijsdijk, A (1993)**
Minimumbuis ter discussie, G + F/Glasgroenten, p 24-25
- Rijsdijk, Ton & Bart vd Sluis(1994)**
Techniek CO₂-doseren vaak onderbelicht. G + F/glasgroenten (1994) 25 p 10-11
- Rijsdijk, Ton & Bart vd Sluis(1995)**
Scherm beïnvloedt productie ook, G + F/Glasgroenten 34 p 22-23
- Rijssel, Ir. E. van (1984)**
Stoken met voorbedachte rade; Oorzaken van verschillen in gasverbruik op ruim 40 bedrijven met
de teelt van vroege stooktomaten. Publicatie 4.108, Landbouw-economisch instituut, Den Haag,
april
- Schotman, P.J. (1989)**
Ondersteuning en optimalisering van de kasklimaatregeling van de tomatenteelt op lange termijn
m.b.v. een expertsysteem. VIAS-nieuwsbrief, jr 2, nr 3., juni 1989. p 19-22
- Schotman, P.J. (1995)**
IT-ondersteuning voor management van de gewasproductie in kassen. Agro Informatica jg 8, nr
4., oktober 1995. p 11-15
- SITU (1987)**
Het gedetailleerde Informatiemodel Glastuinbouw (alle clusters), Honselersdijk
- SITU (1992)**
Informatiemodel Glastuinbouw, cluster Klimaatbeheersing, Stichting Informatieverwerking
Tuinbouw (SITU) Honselersdijk, mei.
- Stijger, G. (1998)**
Groeinet 2000: Bedrijfsregistratie via Internet. G + F/Glasgroenten, 21, p 12-13.
- Straten, G. van (1994)**
Geen setpoints meer, maar sturing via prijzen; nieuwe generatie optimaliserende klimaatcompu-
ter. Vakblad voor de Bloemisterij, (1994)30, p20-21
-

-
- Timmerman, G.J. & P.H.G. Kamp (1990)**
Kasklimaatregeling, Centrale School voor Tuinbouwtechniek en technologie, Ede, november, pp 267
- Uffelen, L.G (ed.) (1987)**
CO₂. Proefstation voor Tuinbouw onder glas, Consulentschappen voor de tuinbouw, Naaldwijk, pp 56
- Uffelen, R.L.M. van (1986)**
Verslag van een stage op een van de rozenbedrijven van de Fa van der Berg. Agrarische Hogeschool Den Bosch, Augustus, 61 pp
- Uffelen, R.L.M. van (1991)**
Inventarisatie van beslissingsondersteunende systemen voor operationeel beheer in de glastuinbouw en definiëring van het begrip integratie, Afstudeerscriptie Landbouwuniversiteit Wageningen, september.
- Uffelen, R.L.M. van & P.C.M. Vermeulen (1994)**
Bedrijfseconomische gevolgen van de milieudoelstellingen met betrekking tot het directe energieverbruik en de CO₂-uitstoot; Fase 2 Bedrijfseconomische gevolgen van het gebruik van de huidige energiebesparende maatregelen; PTG-verslag nr. 94-5, Proefstation voor Tuinbouw onder Glas, Naaldwijk, september.
- Velden, N.J.A. van der, B.J. van der Sluis & A.P. Verhaegh (1997)**
Energie in de glastuinbouw van Nederland, Ontwikkelingen in de sector en op de bedrijven t/m 1995, Landbouweconomisch instituut, Den Haag, november
- Vermeulen, P.C.M. van en R.L.M. van Uffelen (1994)**
Bedrijfseconomische gevolgen van de milieudoelstellingen met betrekking tot het directe energieverbruik en de CO₂-uitstoot; Fase 1 Ontwikkelingen van Energieverbruik, Productie en Energieverbruik per eenheid product., PTG-verslag nr. 94-4, Proefstation voor Tuinbouw onder Glas, Naaldwijk, september.
- Vermeulen, P.C.M (1994)**
De voorzieningen voor en het gebruik van energie en CO₂ in de glastuinbouw en de achterliggende motieven; een enquête, Concept PTG-verslag 94-7, Proefstation voor Tuinbouw onder Glas, Naaldwijk, december.
- Welles, G.W.H., E. van Rijssel, J.C. Bakker, A.J. Dop en J.V.M. Vogelenzang (1993)**
Energiebesparingsonderzoek glastuinbouw; een stimuleringsprogramma in het kader van de meerjarenafspraak energie, Proefstation voor de Bloemisterij Nederland, april.
-

Bijlage 1. Projectorganisatie

Stuurgroep

Taak: Voortgangsbewaking van het project

Tijdbesteding: Vergaderfrequentie 3x per jaar

Betrokken partijen:

- | | |
|---------------------|---|
| - PBG | J.C.J. Ammerlaan/M. Ruijs (voorzitter) |
| | R.L.M. van Uffelen (projectleider) |
| | G.W.H. Welles/G. van den Berg |
| - NOVEM | C. Custers |
| - Landbouwschap | J.P. van Nieuwkerk |
| - ATC-Situ/Agritect | H.P. Zwinkels |

Werkgroep:

- Uitvoeringsteam

Taak: Het uitvoeren van de fasen A t/m E van het project

- R.L.M. van Uffelen (projectleider)
- R. Bakker
- M. Raaphorst
- A.A. van der Maas
- P.C.M. Vermeulen

- Materiedeskundigen

Taak: Leden leveren inhoudelijke kennis aan het uitvoeringsteam door interviews en discussies. Beoordeling van resultaten van het uitvoeringsteam.

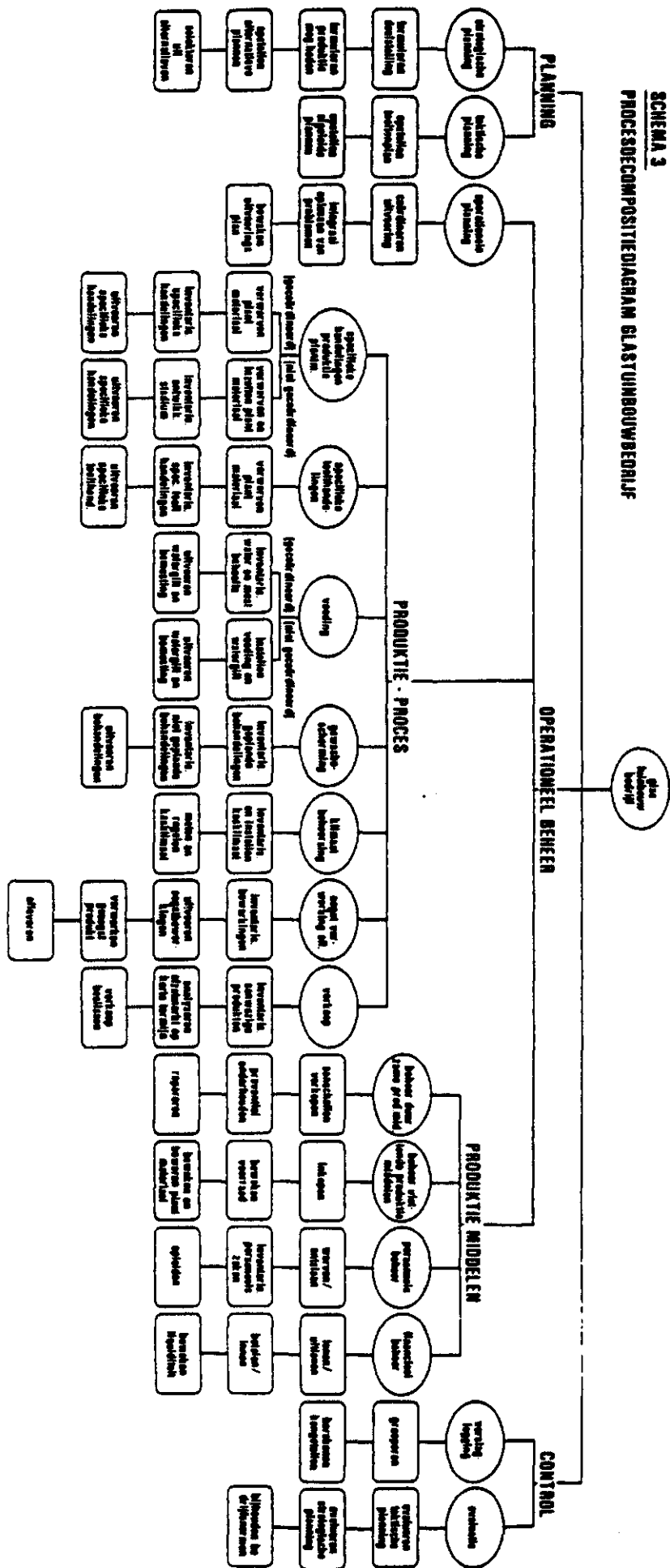
- PBG overige secties Afdeling Teelt en Bedrijfsvoering
- DLV (externe teelt- en klimaatdeskundigheid)
- ATC-SITU (informatica-deskundigheid)
- Telers

- Overleg met:

- NTS - Gewascommissies
 - Energiecommissie
 - Tuinbouw-software-leveranciers
-

Bijlage 2. Informatiemodel Glastuinbouw; procesdecompositie (Situ, 1987)

SCHEMA 3
 PROCESDECOMPOSITIEDIAGRAM GLASTUINBOUWBEDRIJF



Bijlage 3. Energiebesparingstips uit Energiebesparingsplan DLV (EBP) en Energiedoorlichting Nutsbedrijf (EDO)

Verwarming

- Pas de verwarmingstemperatuur aan de activiteit van het gewas aan;
- Stel invloeden in van straling, buitentemperatuur en wind op de verwarmingstemperatuur;
- Houd bij het regelen van de verwarmingstemperatuur rekening met het openen en sluiten van het scherm;
- Let bij de overgangen van dag naar nacht en vice versa op de snelheid van opstoken en afbouwen van de temperatuur; maak maximaal gebruik van de zon.

Minimum buis

- Gebruik de minimum buis om natslaan van plantendelen te voorkomen, dit is meestal alleen in de ochtend zinvol;
- Gebruik de minimum buis afhankelijk van de hoeveelheid licht en vocht;
- Stel de minimum buis niet te hoog in om onnodig luchten te voorkomen.

Luchten

- Zet niet teveel lucht; dit leidt tot onnodig verlies van warmte die is opgeslagen in het vocht in de lucht;
- Vergroot 's avonds het verschil tussen stook- en luchttemperatuur en voorkom daarmee dat de door de zon ingebrachte warmte direct wordt afgelucht;
- Houd rekening met een naijl-effect van de verwarmingsbuizen bij het luchten.

Vocht

- Accepteer in de nacht een hogere RV.

Schermen

- Maak meer gebruik van het scherm, afhankelijk van instraling en buitentemperatuur;
- Probeer het energiescherm de gehele winter actief te gebruiken;
- Laat het scherm 's nachts niet onnodig opentrekken als gevolg van een schommelende buitentemperatuur.

CO₂-doseren (Vermeulen, 1994)

- Uitgangspunt bij CO₂-regeling moet zijn om de CO₂ die vrijkomt bij warmteproductie zoveel mogelijk te benutten;
 - Bij onvoldoende warmtevraag moet CO₂-dosering worden aangepast;
 - Minimaliseer het ventilatieverlies van CO₂; pas de dosering aan bij ventilatie.
-

Project 7209: Energiemanagement

**(managementondersteuning tbv energiezuinige
klimaatbeheersing)**

Een eerste vragenlijst

**R. van Uffelen
Maart 1996**

Besluitvorming Energiezuinige Klimaatbeheersing in de praktijk

Afhankelijk van seizoen, plantontwikkeling, en bedrijfsuitrusting wordt op bepaalde wijze gereageerd bij dagelijkse klimaatbeheersing. Om te kunnen plaatsen waarom daarbij op een bepaalde wijze wordt gereageerd, is informatie nodig over genoemde achtergronden.

Bedrijfsgegevens:

Naam : *Rozenteler* Teelt : *Rozen*.....
Adres : Ras : *Frisco*
Telefoon : Oppervlakte: *20.000 m2*....

Verbruiken: - Gas: 1995*55*... [m³/m²] 1994*57*.. [m³/m²] 1993*57*... [m³/m²]
- Elektriciteit: ...*260*... [kWh/m²] ...*200*. [kWh/m²] ...*240*... [kWh/m²]
- Plantdatum

Bedrijfsuitrusting

Kas: - Type / Kapbreedte*tralie 8 m*..... Lengte ...*176*... [m] Breedte ...*103*...[m]
- Poothoogte*4*..... [m] Bouwjaar *1990*
- Aantal gescheiden afdelingen*1*.....
- Aan hoeveel kanten staat de kas tegen andere kassen gebouwd (afstand 3 tot 5m)?

- Verwarmingssysteem

- Ketelvermogen kW of ...*4 milj*...kCal
- WKK: Elektrisch vermogen kW Thermisch vermogen kW
- Condensator: Enkele op retour; Enkele op apart net; Combicondensator
- Warmtebufferinhoud [m³] of [m³/ha]
- Verwarmingsnet:
- aantal groepen*8*.....
- grond-/ matverwarming diameter [mm] aantal:[/ 8m]
- buisrail diameter ...*51*... [mm] aantal: ...*8*.....
- groeibuis diameter [mm] aantal:
- bovennet/nokverwarming diameter ...*28*... [mm] aantal: ...*4*.....
- gevelverwarming diameter [mm] aantal:

- CO2

- RookgasCO₂; Verbruik Zuivere CO₂ 1995:[kg/m²] 1994[kg/m²]
- Capaciteit CO₂-ventilator 2,2 kWatt [m³/uur]
- CO₂-verdelingsnet: aantal darmen*4*.....[per 8 m]
- Scherm (geen: Frisco vraagt lage temperatuur, en produceert veel vocht; niet rendabel)
- Type: vast / beweegbaar/ Kierenscherm
- Functie: energie / zonne- / verduisteringsscherm-
- Besparingspercentage [%] in dichte toestand
- Licht en Vochtdoorlatendheid
- Gevelisolatie gevel n / o / z / w Dubbel glas Gecoat glas Gevelscherm
- Andere energiebesparende investeringen?

Wie is verantwoordelijk voor het onderhoud aan de bedrijfsuitrusting m.b.t. klimaat? *Ondernemer*

Wordt gebruik gemaakt van: Handboek Milieuzorg Glastuinbouw (HMG); hfd Energie
 Handboek Verwarming Glastuinbouw
 Onderhoudskaart DLV / Onderhoudsplanning
 Beschrijving van uit te voeren onderhoud?

Hoe belangrijk is energiebesparing voor u? *Economisch belang (rendement / m³ of /kWh)*.

Klimaatregeling (algemeen)

- Wie is verantwoordelijk? ..Ondernemer Wie is plaatsvervanger?...bedrijfsleider
Wijzigingen worden samen doorgesproken.
- Welk referentiemateriaal wordt gebruikt? geen?
- Wordt het HMG gebruikt voor energiezuinig instellen van de klimaatcomputer?
Dit boek is wel aanwezig, het wordt niet gebruikt.
- Maakt u een klimaatinstellingenplan? O periode O fase O seizoen O teeltseizoen
Er wordt een globaal plan gemaakt voor een heel seizoen, per groeifase. Het effect van het ene seizoen heeft zijn weerslag op het volgende seizoen (licht = opladen).

In een bepaalde fase, in een bepaald seizoen wordt wel sterk ingespeeld op het actuele buitenklimaat, om het maximale eruit te halen. Denk hierbij aan zacht weer, donker weer, erg warm weer, regenachtig weer, veel licht, etc.

- Waar bestaat het plan uit: *(zou nog verder moeten worden beantwoord)*
- Wat zijn de belangrijkste instellingen of klimaatdoelen in het plan?
DT / NT / gem. ET / ventil. T / LV / CO₂ / lichtcorr. / vochtcorr / energieverbr
In het najaar, de winter en het vroege voorjaar is voor de gemiddelde etmaal temperatuur belangrijk c.q. te sturen. Op basis van het licht, wordt er een lichtverhoging ingesteld. De ventilatietemperatuur is daarvan een afgeleide van ingestelde dag-/nachttemperatuur en lichtverhoging. CO₂ is in elk seizoen belangrijk
- Waarop worden de waarden van de instellingen gebaseerd?*(zou nog verder moeten worden beantwoord)*
- Van welke adviseurs maakt u hierbij gebruik?
 - collega's *Uit excursiegroepjes wordt de meeste informatie gehaald.*
 - studieclub *Hier wordt algemene informatie gehaald,*
 - teeltbegeleider *levert ook behoorlijk wat informatie; 1x per 3 weken zaken doorspreken.*
 - medewerkers *soms uit waarnemingen (gewas / klimaat)*
- Welke gegevens worden naast de klimaatinstellingen nog meer in het plan vastgelegd?
 - produktiedoelen? }
 - kwaliteitsdoelen? } *Uiteraard*
 - energiedoelen? *Dit is alleen een kostendoelstelling, Maar als die kosten rendement hebben, dan moet je ze maken.*
 - gewasbeschermingsdoelen?

Welke perioden kunnen voor klimaatbeheersing apart worden beschouwd vanuit

	1	2	3	4	5	6	7
-het buitenklimaat	<i>Indeling in seizoenen Fasen van buitenklimaat:</i>						

- 1- **Zomer:** *In de zomer is de licht-temperatuurverhouding goed. Het is vooral dan belangrijk om op het vocht te letten. Eventueel wordt daarvoor gekrijt. Je probeert in de zomer verder zo koel mogelijk te telen. Dit door de ventilatietemperatuur dicht op de stooktemperatuur te plaatsen. 's Nachts wordt een teveel aan warmte afgelucht, of als het te koud is wordt er bijgestookt. Probleem is dat je nooit weet welk weer er de volgende periode komt. Na een goede zomer, krijg je een goed najaar (mooi, zacht) of een rot najaar (donker, doodsklimaat etc.). Als je deze*

kennis hebt, kun je op de momenten zelf beter bepalen wat je doet met je gewas om m.b.t. produktiviteit en kwaliteit. het maximale eruit te kunnen halen.

- 2- *Najaar: In het najaar ligt de ventilatietemperatuur dicht op de stooktemperatuur. Het kan in deze periode nog lang warm zijn (en vochtig).*
- 3- *Winter: In de winter liggen ventilatietemperatuur en stooktemperatuur weer wat verder uit elkaar. Als het eens een paar uurtjes te warm wordt is dit niet zo erg.*
- 4- *Voorjaar: De ventilatie en stooktemperatuur liggen ver uit elkaar. De ventilatietemperatuur mag dan oplopen oiv het licht. Opwarmen moet gebeuren door de straling, niet door harder te gaan stoken. Belangrijk is om zo min mogelijk te luchten ivm luchtvochtigheid en CO2
Vanwege het licht, is een wat hogere ET ook wenselijk.*

Welke perioden kunnen voor klimaatbeheersing apart worden beschouwd vanuit

1 2 3 4 5 6 7

-fasen plantontwikkeling? *Indeling in seizoenen Fasen van buitenklimaat:*

- *De roos is continu in produktie. Er is een verschil in een jong gewas en een iets ouder gewas. Een jong gewas heeft een goede produktie en een goede kwaliteit. Daardoor kan het eerste jaar de temperatuur iets hoger zijn. (binnen marges). Een meerjarig gewas (2e, 3e 4e jaar) heeft veel blad, daarmee moet rekening worden gehouden in de teelt.*

Welke perioden kunnen voor klimaatbeheersing apart worden beschouwd vanuit

1 2 3 4 5 6 7

-Conditie van het gewas (historie/actualiteit/toekomst, gewas / produktie/ kwaliteit / weer)

- *Een gewas is in een bepaalde conditie; dat heeft te maken met de voorgeschiedenis Wat zijn nog de mogelijkheden mee, wat is geweest (historie), wat komt er nog (toekomst)? Wat kan en wil ik er op dit moment (actueel) uit halen?
Zorg dat het gewas in een goede conditie blijft. Probeer tegelijkertijd de maximale produktie te krijgen onder bepaalde kwaliteit. Kijk uit om teveel van het gewas te vragen.
In het voorjaar is er veel licht en veel groei, er zijn dan veel correctiemogelijkheden. Echter ook in het voorjaar kan het fout gaan. Als de kwaliteit minder wordt, krijg je dunnere rozen.*

Achterliggende reden van indeling?

- *Op voorhand wordt gestreefd naar een zo hoog mogelijk bedrijfsresultaat: doelen voor produktie en kwaliteit beïnvloeden elkaar.
Energie moet worden gezien als een produktiemiddel: Elke m3 gas en elke kW elektra die niet zijn aangewend, en die toch rendement hadden kunnen opleveren, is een verkeerde beslissing.*

Klimaatbeheer (taktiek) in Periode nr; van week tot week
Buitenklimaat: Najaar/Winter Ontwikkelingsfase: Najaar/Winter

Karakterisering Buitenklimaat

- Licht : De lichthoeveelheid is afnemend
- Temperatuur :
- Luchtvochtigheid : Kan lang hoog blijven.
- Extremeem klimaat (m.b.t. de plant):

Kan het kasklimaat voldoende worden gestuurd onder gegeven buitenklimaat??.

- Licht : *Met belichting kan iets worden gedaan.*
 - Temperatuur : dag
: voornacht *ja, hoger maken (bijv. 3C, voor transport van aangemaakte suikers (niet goed voor energieverbruik). Dit, samen met de belichting.) Knop krijgt meer suikers, minder abortie/loos.*
: etmaal: *'n lagere temperatuur geeft betere kwaliteit en meer kans op loos*
 - Luchtvochtigheid *Het productieproces produceert vocht en zuurstof. Dit moet worden afgevoerd, anders stopt het proces. Er is geen goedkopere wijze van vocht afvoeren dan minimum buis (ontvochtigers / condensatie).
De zon kan bij dit proces helpen, maar als die er niet is, moet het anders.*
 - CO2 *CO2 is altijd belangrijk.*
- Invloeden van:
- licht: afnemend effect; meer en meer belichting.
 - buitentemperatuur:
 - wind

Karakterisering van het gewas; Hoe ziet een ideaal gewas er in deze periode uit??

- lengte :
- bladmassa/omvang :
- productie/ :
- ontwikkelingsfase :
- te bereiken doel in deze fase :

Gewaskarakteristieken over de seizoenen heen.

Voorjaar: Ideaalplaatje:

- *De lengte van de rozen is goed,*
- *De bladmassa is goed (takdikte en bladgrootte).*
- *Probeer veel scheuten te laten ontstaan: o.a. door hogere temperatuur en vochtigheid.
Frisco loopt gemakkelijk uit.*
- *De productie staat in altijd in verhouding tot de kwaliteit. De kwaliteit is stuurbaar.*
- *Doel in deze fase: veel groene massa maken, veel scheuten maken, licht benutten, veel CO2 "we gaan met het licht mee".*
- *Maatregelen in het voorjaar: Daksproeiers, kleine raamstand, veel CO2, minimum buis, temperatuur afvoeren via de ramen.*

Zomer:

- *De lengte is een belangrijk item.*
- *De productie is goed.*
- *Prijverschillen tussen de lengten nemen toe (iedereen is zoekende ivm lange rozen telen).*

Welke karakteristieke instellingen worden in dit seizoen gemaakt (voor welke processen).

(zou nog verder moeten worden beantwoord).

Basisklimaat en correcties op buitenklimaat: licht, wind, regen, temperatuur, vocht.

Beschrijf een karakteristiek dagverloop in deze fase. (Uit hoeveel perioden bestaat een dag?)

	per.1	per.2	per.3	per.4	per.5	per.6	Reden Verloop
verwarmingstemp - stralingsinvloed
ventilatietempat - stralingsinvloed - anders...
minimum buis - stralingsinvloed - vochtinvloed
minimum raamst - vochtinvloed - buitenklimaat
scherm - tijden - grootte kier
CO2 dosering - concentratie - lichtinvloed - branderstand

Nadere uitleg:

- Hoe wordt gewas geactiveerd?.....
- Hoe wordt verdamping gereguleren?.....
- Hoe CO2 doseren ?.....
- Vochtsparen?.....
- Temperatuurcompensatie?

Ziekten/Afwijkingen Gewas

- Welke fysiogene afwijkingen kunnen ontstaan door problemen in groei agv klimaatproblemen?
 - Wat is de oorzaak precies?
 - Door welke instellingen kan dit worden voorkomen?
 - Binnen welke gebied kan men variëren? / waarom?
- Met welke (schimmel-)ziekten moet / kan rekening worden gehouden?
 - 't Wit

Ziekten/Afwijkingen Produkt

Welke mogelijke kwaliteitsproblemen zijn er vanuit klimaatbeheersing.

- zetting, / uitgroeiende vrucht, / bijna rijpe vrucht.
- Hoe te voorkomen/ waarop letten, waarop alert zijn / Waarom?
- Door welke instellingen kan dit worden voorkomen?

- Binnen welke gebied kan men variëren? / waarom?

- knopabortie; }
- loosvorming: } (zou nog verder moeten worden beantwoord)
- platknoppen; geen probleem }
- steelstevigheid; kromme rozen voorkomen }
- scheve nekken }

Energiebeheer in deze fase (zou nog verder moeten worden beantwoord)

Zijn er momenten in deze fase waarin meer energie wordt verbruikt dan werkelijk nodig is?

Hoe kan gebruik efficiënter?

-
-
- Hoe kun je (nog meer) planmatig met energiebesparing omgaan?
- Welke instellingen moeten daarvoor worden gemaakt. / Waarom?
- Kan dit ook op andere wijze? / Welke.....

Algemeen/Concluderend

- Wat zijn nu de kritische succesfactoren in de teelt / klimaatbeheersing?

Dit zou kort kunnen worden weergegeven met de structuur van de volgende tabel:

		historie	huidig/actueel	toekomst
gewas	produktie			
	kwaliteit/ afwijkingen			
seizoen (alg)				
weer				

Klimaatbeheer (taktiek)in Periode nr 3;
Ontwikkelingsfase:van 1 april tot half mei (wk 14 tm 20)
Evenwichtige groei en productie.(.....)**Karakterisering Buitenklimaat****- Licht**

- daglengte : zon op: 7.14u zon onder 20.12 (13 uur)
 zon op: 5.48u zon onder 21.22 (15,5 uur)
 - instraling max : van 470 naar 485 [W/m2]
 - lichtsom : van 1100 naar 1600 [J/cm2]

- Temperatuur

- gemiddeld minimum: van 4,9 naar 6,7 [°C]
 - gemiddeld maximum: van 12 naar 12,5 [°C]

- Luchtvochtigheid :

- gemiddeld minimum:[%] of [g/m3]

- Wind - gemiddeld :

van 3,8 naar 3,5 [m/s]

**- Extreme buitenklimaten in de-
ze periode (m.b.t. de plant) :**

1.....

 2.....

 3.....

Kan het kasklimaat voldoende worden gestuurd onder gegeven buitenklimaat?

- Licht :
 - Temperatuur : dag nacht etmaal
 - Luchtvochtigheid : dag..... nacht
 - CO2 :

Invloeden van:- licht:
 - buitentemperatuur:
 - wind :

Karakterisering van het gewas; Hoe ziet een ideaal gewas er in deze periode uit??

- ontwikkelingsfase :
 - te bereiken doel in deze fase
 - lengte gewas :
 - bladmassa/omvang:
 - vegetatieve /generatieve groei:
 - scheutvorming /knopvorming:

Karakterisering van de productie

- plantbelasting :
 - vruchtgewicht :(is dit grof / normaal /fijn)

Ervaring speelt een belangrijke rol. Je weet dat onder bepaalde klimaatomstandigheden het gewas op een bepaalde manier gaat reageren.

Vbld: Bij donker weer wordt de kans op loosvorming groter --> Daarop anticiperen!

**Bepalen instellingen: (zou nog verder moeten worden beantwoord)
(Basisklimaat met corrigerende invloeden buitenklimaat)**

Hoe ga je te werk bij het bepalen van de instellingen van het klimaat.?

Welke beslissingen moeten worden genomen?

-
-
- Welke **informatie** heb je nodig bij deze **beslissingen**? Welke **informatiebronnen** gebruik je?
- In hoeverre speelt een **klimaatinstellingenplan** hierbij een rol. (een bepaald verloop in de tijd)

.....

 - In hoeverre is er een bewuste vertaling van het verschil tussen **huidige en gewenste gewas-**toestand; in klimaatinstellingen? Met welke maatregelen kan gewenste toestand worden bereikt? M.a.w. hoe worden gewas- en klimaattoestand geïnterpreteerd?

.....

 - Hoe wordt omgegaan met **weersverwachting**? (anticiperen of reageren op reactie v gewas?)

.....

 - Met welke weerextremen (storm, scherp, schraal, donker weer, vorst, weersomslagen). moet duidelijk rekening worden gehouden? Waar zitten klimaattechnisch de problemen?

.....

 - Wanneer spelen welke **gewashandelingen** een rol bij klimaatinstellingen

.....

 - Spelen gegevens over **voeding / kwaliteitsproblemen** vruchten een rol? (Welke gegevens?)

.....

 - Speelt het voorkómen van **ziekten** een rol bij de instellingen? (Welke ziekten?)

.....

 - Hoe wordt rekening gehouden met **kosten en baten** van bepaalde instellingen? (inschatting van kosten van O gas, O elektriciteit, O zuivere CO2 / effectiviteit inzet daarvan)

.....

 - Aan welke **informatie** is nog meer **behoefte** voor het nemen van beslissingen?

.....

 - Wat mag beslist niet fout gaan bij klimaatbeheersing; Hoe zorg je daarvoor?

.....

Instellen

- Wie voert de instellingen door?
- Op welke wijze worden klimaatinstellingen gemaakt? (Welke instellingen?)
 - Ga je "modelmatig" om met klimaatbeheersing? Dit betekent temperatuurregeling, vochtregeling, schermregeling, CO2-regeling,.... met correcties op het buitenklimaat als: licht, wind, buitentemperatuur -> laat regelruimte. (Dit vraagt relatief weinig wijzigingen)

- Of stuur je **direkt met de stuurorganen?** minimum buis, minimum raamstand, vaste tijden scherm open/dicht, etc. Hierbij is van belang dat wijzigingen weer worden teruggezet! (vraagt relatief veel wijzigingen)

.....
.....
.....
.....
.....
.....

- Worden wijzigingen geregistreerd? (Waarom niet?)

.....

- Controle

- Hoe vaak worden per dag klimaatgegevens gecontroleerd?
 - incidenteel?
 - als er aanleiding toe is?
 - vaste tijdstippen?
- Welke instellingen/welke gerealiseerde waarden worden dagelijks gecontroleerd / Waarom?
 - gemeten kasttemperatuur.....
 - gemeten luchtvochtigheid.....
 - verloop van de kasttemperatuur.....
 - verloop van de luchtvochtigheid.....
 - de gemeten buistemperatuur.....
 - de berekende buistemperatuur.....
 - stand van corrigerende organen als ramen / mengkleppen.....
 - buitenomstandigheden.....
 - anders.....

- Welke controles zijn absoluut noodzakelijk?

.....
.....

- Worden er nog gegevens speciaal geregistreerd?; instellingen, realisaties, wijzigingen, ...?

.....
.....

- Beoordeling -->Aanpassingen

- Welke instellingen worden dit seizoen meest gewijzigd / Waarom? / Met welke frequentie Basisklimaat
 - Verwarmingstemperatuur Dag / Nacht.....
 - Ventilatietemperatuur Dag / Nacht.....
 - Gewenste luchtvochtigheid.....
 - Gewenste CO2-nivo.....
 - anders nl;.....

Correcties

- lichtcorrectie.....
- vochtcorrectie.....
- CO2-correctie.....
- anders nl;.....

- **Wat zijn de belangrijkste waarnemingen waarop de instellingen worden aangepast?**

- het niet realiseren van het gewenste **klimaat**
- het optreden van ziekten.....
- het tegenvallen van de productie.....
- het tegenvallen van de kwaliteit.....
- de weersomstandigheden buiten.....
- anders.....

- **Welke gerealiseerde waarden worden over langere termijn beoordeeld; bijv. om na te gaan of het geplande klimaat gerealiseerd is, en welk effect dit had op het gewas? Waarom?**

Elke 3 weken wordt het actuele weer (laatste weken) bekeken tegen de achtergrond van het langere termijn plan.

- kasttemperatuur dag / nacht.....
- gem. etmaaltemperatuur.....
- ventilatietemperatuur dag / nacht.....
- vochtgrenzen
- vochtcorrecties.....
- lichtinvloed
- energieverbruik
- CO2-toediening.....
- anders.....

- **In hoeverre worden hierbij andere informatie / doelen betrokken?**

- productie en groeigegevens
- kwaliteitsgegevens.....
- energiegegevens.....
- gewasbeschermingsgegevens.....
- anders.....

- **Worden hier ook andere klimaat en productiegegevens bij betrokken:**
vorige periode / vergelijking met collega's / studieclub / teeltbegeleider / medewerker

- **Worden ook kosten en baten van verschillende maatregelen in beschouwing genomen? Hoe?**

.....
.....

- **Energiebeheer (zou nog verder moeten worden beantwoord)**

- **Onder welke omstandigheden zijn er mogelijkheden om via klimaatbeheersing energie te besparen? / Waarom? / Hoe?**

- **Over het seizoen;**

- **i.v.m. de buitenomstandigheden in het algemeen en de fase waarin het gewas verkeert?**

.....
.....

Met welke instellingen/gebruik bedrijfsuitrusting kan hierop worden ingespeeld? Hoe?

- temperatuurregeling (afh. v activiteit v gewas , min.buis alleen voor activering, overgangen dag/nacht/dag)

- ventilatieregeling (gebruik zonnewarmte/warmte najlén van verwarming niet afluchten)
- vochtregeling
- schermregeling (bij openen/sluiten rekening houden met najlén verwarming).....
- CO2-regeling (afh. v ventilatie en straling?/ gebruik warmtebuffer).....

- Over de dag

ivm verloop buitenomstandigheden over de dag heen

.....

.....

Met welke instellingen kan hierop worden ingespeeld? / Waarom?

.....

.....

- Zijn er nog andere mogelijkheden om met klimaatbeheer energie te besparen?

.....

.....

- Welke informatie is er nog nodig om nog meer energie te kunnen besparen?

.....

.....

Afsluitend

- Zou het mogelijk zijn om met een bepaalde vorm van ondersteuning, energiezuiniger om te gaan met klimaatbeheersing?

Registratie gasverbruik: Je hebt geen zicht op het verloop van het energieverbruik. Je weet temperatuurverloop, verloop CO2, elektra, vochtverloop. Gasverbruik varieert naar alle kanten. Eigenlijk wil je weten hoeveel een maatregel kost, en hoeveel het opbrengt.

Je wilt eigenlijk een directe koppeling van je acties met het gasverbruik (momentaan).

Welke informatie is nodig om meer energie te besparen bij klimaatbeheersing?

- Bij welke onderdelen / handelingen zou deze ondersteuning wenselijk zijn?

- *Minimum buis kost veel energie: dit zou je zichtbaar moeten maken.*

- *Verdampingsonderzoek (Rein de Graaf) Wat is de invloed van minimum buis op verdamping?*

- *Hoger energieverbruik leidt niet automatisch tot een hogere produktie*

- *Niet ten doel stellen: zo laag mogelijk energieverbruik; maar zo hoog mogelijk rendement per m3 gas.*

- Hoe zou deze ondersteuning eruit kunnen zien om nuttig te functioneren?

Zichtbaar maken: het rendement van een m3 gas.; wanneer wel, wanneer niet nuttig besteed.?

- *Allerlei zaken verschillen per seizoen, maar zeker ook per cultivar!!!*

- *Je kunt moeilijk een model maken dat klakkeloos kan worden toegepast.*

- *Bij roos heeft het veel te maken met het ontwikkelen en aanspreken van reserves.*

- *Je moet het gewas naar je hand kunnen zetten.*

Project 7209: Energiemanagement

**(managementondersteuning tbv energiezuinige
klimaatbeheersing)**

Vervolg vragenlijst

Bedrijfsgegevens:

Naam : Teelt :

Adres : Ras :

Telefoon : Oppervlakte:

Klimaatbeheer (taktiek)in Periode nr 3;
Ontwikkelingsfase:van 1 april tot half mei (wk 14 tm 20)
Evenwichtige groei en productie.(.....)**Karakterisering Buitenklimaat****- Licht**

- daglengte : zon op: 7.14u zon onder 20.12 (13 uur)
: zon op: 5.48u zon onder 21.22 (15,5 uur)
- instraling max : van 470 naar 485 [W/m2]
- lichtsom : van 1100 naar 1600 [J/cm2]

- Temperatuur

- gemiddeld minimum: van 4,9 naar 6,7 [°C]
- gemiddeld maximum: van 12 naar 12,5 [°C]

- Luchtvochtigheid :

- gemiddeld minimum:[%] of [g/m3]

- Wind - gemiddeld :

van 3,8 naar 3,5 [m/s]

**- Extreme buitenklimaten in de- :
ze periode (m.b.t. de plant) :**

- 1.....
- 2.....
- 3.....

Kan het kasklimaat voldoende worden gestuurd onder gegeven buitenklimaat?

- Licht :
- Temperatuur : dag nacht etmaal
- Luchtvochtigheid : dag nacht
- CO2 :

Invloeden van:- licht:

- buitentemperatuur:

- wind

Karakterisering van het gewas; Hoe ziet een ideaal gewas er in deze periode uit??

- ontwikkelingsfase :
- te bereiken doel in deze fase
- lengte gewas :
- bladmassa/omvang:
- vegetatieve /generatieve groei:
- scheutvorming /knopvorming:

Karakterisering van de productie

- plantbelasting :
- vruchtgewicht :(is dit grof / normaal /fijn)

Welke karakteristieke instellingen worden in dit seizoen gemaakt, gelet op buitenklimaat, gewasfase en sturingsmogelijkheden kasklimaat

Beschrijf een karakteristiek dagverloop in deze fase.

	nacht B 2 uur voor zon op tot zon op	ochtend A zon op - 9:30 uur	ochtend B 9:30 uur - 12:00	middag A 12:00 uur - 15:30	middag B 15:30 uur - zon onder	avond A zon onder + 2 uur	avond B einde avond A - 24:00 uur	nacht A 24:00 uur - 2 uur vt zon op	Nadere Uitleg:
verwarmingstemp - stralingsinvloed	.....19½% .....	.....21.....	.....21.....	.....22.....	.....23.....	.....19½% .....	.....19½% .....	.....19½%	's Nachts zo hoog mogelijk ivm snelheid
ventilatiestemp - stralingsinvloed - anders...	.....20½% .....	.....22½- 2 .....(heet)	.....22½- 2.....	.....22½- 2.....	.....26- 2.....	.....20% .....	.....20½.....	.....20½	Zolang het gewas het toelaat; licht benutten
minimum buis - stralingsinvloed - vochtinvloed	.....45.....	.....45- 25.....	.....45- 25.....	.....45- 25.....	.....45- 25.....	.....0.....	.....0.....	.....40 om buffer te legen (tijdelijke i)	Vocht na 18:00 uur terugwinnen tot ongeveer 3:00 uur.
minimum raamst - vochtinvloed - buitenklimaat	..........	.....0 - 3.....v...5 - 2 vdef> 10	.....0 - 3.....v...5 - 2 vdef> 10	.....0 - 3.....v...5 - 2 vdef> 10	.....0 - 3.....v...4 - 1 vdef> 10	..... .....	..... .....	.....	Tijdelijke instelling! afh v weer en gewas! Wijze van Activeren
scherm - tijden - grootte kier	..... .....	..... .....	..... .....	..... .....	..... .....	..... .....	..... .....	.....	Overdag licht intensiteit >600W 'sNachts Buitentemper. <9C
CO2 dosering - concentratie - lichtinvloed - branderstand	..........	.....700 ppm.....	.....700 ppm.....	.....700 ppm .....	..... .....	..... .....	..... .....	.....	700 ppm tot de opslagtank vol is.

- Verloop temperatuur (activeren, licht benutten, licht benutten, assimilatenverdeling, voornacht, compensatie)

's nachts zo hoog mogelijk, ivm; zolang het gewas het toelaat; lichtbenutten.

- Verloop ventilatieregeling (activeren, planttemperatuur).....

- Verloop vochtregeling (vochtsvoer, vochtsparen) Vocht na 18:00 uur terugwinnen tot ongeveer 3:00 uur.

- Minimum-buisregeling: 's nachts ivm buffer.

- CO2-doseren: 700 ppm tot de opslagtank vol is; welke periode precies?

- Schermenregime: 's nachts bij een buitentemperatuur lager dan 9 °C.

Dagelijkse klimaatbeheersing; (vooruit kijken en reageren op omstandigheden?)

Redenen om het standaard kasklimaatinstellingenverloop te wijzigen

- Klimaatplanning (korte termijn)

-Toestand Gewas (prioriteit 1)

- Welke kenmerken van het gewas leiden tot wijziging van klimaatinstellingen?

Wat is de reden hierachter?

Kenmerk	Waarden van kenmerk	Betreft instelling / welk deel vd dag	Reden; welke grenzen van kasklimaat worden aangehouden (licht/temp/vocht/CO2)
Stand van de kop	te schraal(generatief?) te vegetatief?	nachttemperatuur 22.00 -7.00 + 1°C dag- + nachttemp.	groei creëren -door vlakker stoken; VT omlaag generatiever: dT en nT verder uit elkaar.
Kleur van de kop			<i>Hier wordt niet naar gekeken.</i>
Planttemperatuur	vrucht te heet schraal gewas	schermen (85%) tot 18.00 uur	Bij instraling > 600 Watt/m2
Blad	klein grof	generatieve stand vegetatieve stand	
Plantbelasting	april 25 - 30 vr/m2 mei 35 - 40 vr/m2		
Scheutontwikkeling	teveel groen <i>maw te vegetatief?</i>	nachttemperatuur naar beneden.	<i>Dus minder vlak gaan stoken,... of</i>
Knopontwikkeling	Waar aan de plant? Hoe stuur je ? Sterke/Zwakke knop	temperatuur?	<i>Temperatuurgrens, duur v behandeling</i>
Ziekte-ontwikkeling Ziekte-preventie	<i>Welke ziekten hebben te maken met klimaatbeheersing</i>	Plant vooral gezond houden	Men neemt geen speciale maatregelen om ziekten te voorkomen. In deze periode plant te te gejaagd telen!

- Overige opmerkingen invloed van gewastoeestand op kasklimaatinstellingen

- Je probeert in de teelt een generatief gewas aan te houden, om als het nodig is gemakkelijk wat vegetatieve groei te laten ontstaan. Het generatieve gewas wordt ook aangehouden om de snelheid erin te houden. Dit doe je o.a. door aan het einde van de middag de "temperatuur door te trekken". Dit accepteer je o.a. om "het vocht weer in de kas te krijgen" (ramen worden geforceerd gesloten, dit helpt ook om CO2 binnen te houden). Anderzijds helpt de hogere temperatuur bij het verdelen van assimilaten en de groei (ademhaling) van de plant.
- Groei wordt Zetting; eerst weer groei creëren om weer zetting te kunnen krijgen. Eric hoeft echter niet veel aandacht te besteden aan zetting; het hoeft niet vaak te worden geforceerd. Er wordt derhalve geen voornacht (warmte en vocht wordt afgelucht) ingesteld.
- Door het excursielopen bij elkaar blijf je scherp op je eigen gewas. Vaak zien leden van de excursiegroep zaken die je zelf niet ziet.
- De gewastoeestand wordt geregistreerd (elk week worden een aantal zaken gemeten en geteld), en via Groeinet met elkaar vergeleken. (Formulier!)

-Toestand Produkt (prioriteit 1)

- Welke kenmerken vh produkt leiden tot wijziging van klimaatinstellingen? Wat is de reden hiervan?

Hoe ben je bezig met de Energiebelasting en de Energiebalans?

Kenmerk	Waarde v kenmerk ((wat kan er fout gaan?))	Betreft instelling / welk deel vd dag	Reden; welke grenzen van kasklimaat worden aangehouden (licht/temp/vocht/CO2)
Zetting	slechte zetting door hoge plantbelas. massale zetting	afrijpen bevorderen nachttemperatuur hoger.	Daarnaast, eerst groei creëren, om daarna zetting te laten volgen.
Uitgroei	te snel (neusrot) te langzaam	temperatuur tussen 11.00 en 18.00 lager	uitgroeiduur verlengen / etmaal lager
Rijping	- snel - langzaam	temperatuur??	1C hogere ET geeft versnelling van 2-3 dagen op 8 tot 9 weken(je kunt collega's net voor zijn)
Neusrot	- komt veel voor - komt weinig voor	temperatuur tussen 11.00 en 18.00 lager	maximaal 25°C uitgroeiduur verlengen; rustiger telen; alleen op zonnige dagen lichtverhoging toepassen.
Stip	- komt veel voor - komt weinig voor (geldt in deze periode)	Ventilatietemperatuur hoger tussen 7.00 en 15.00	Gewas meer laten..werken (verdampen). Dit kan niet bij teveel lucht ---> koude kop gaat minder verdampen!
Zwelscheurtjes	- veel - weinig - geen	's nachts bij warm min. luv 3-5% (vocht- afvoer op vochttraject)	druppeltijden start / stop Probeer vocht- en groeischokken te voorkomen Bij regelmaat in groei heb je weinig problemen
Brandvlekken	voorkomen	iets vaker schermen tegen zon	langer toppen

- Overige opmerkingen invloed van toestand produkt op klimaatinstellingen

-Toestand Kasklimaat (prioriteit 2)

- Welke kenmerken van kasklimaat leiden tot wijziging van klimaatinstellingen?

Wat is de reden hierachter?

Kenmerk	Waarde v kenmerk	Betreft instelling / welke delen vd dag	Reden; welke grenzen van kasklimaat worden aangehouden (licht/temp/vocht/CO2)
Licht	licht	evt. schermgebruik	Bij instraling > 600 Watt/m2
	matig		
	donker		<i>pas je niets aan?; bijv. Lagere temperatuur?</i>
Temperatuur	rel. hoog	ventilatietemperatuur lager raamopening: eerder luchten P-band 0-2°C invloed wind / temperatuur	P- band 0-2°C Om de ramen sneller te laten reageren wordt invloed van buitentemperatuur op luw.stand vergroot en de invloed van wind op luw.stand verkleind
	rel. laag	raamregeling; later luchten P-band 0-3°C; invloed wind / temperatuur.	P-band 0-3°C Om de ramen trager te laten reageren wordt invloed van buitentemperatuur op luw.stand verkleind. en de invloed van wind op luw.stand vergroot.
Vochtigheid	rel. laag		Hier doet men niet zoveel aan. Proberen vocht binnen te houden, maar niet ten koste van temperatuur!
	rel. hoog	min. Luw, afh van buitentemperatuur	< 10 C; geen min.luw
CO2	rel. laag	branderstand verhogen	
	rel. hoog		
Warmtebuffer	vol leeg	overdag 's nachts	-bij te hoge branderstand zit het te snel vol -moet 's nachts leeg komen. Afh.v buitentemp en nachtT wordt 's nachts min.buis ingezet.

- Overige opmerkingen invloed van toestand kasklimaat op klimaatinstellingen

- Het gevaar van minimum raamstand , is dat je veel warmte kwijt raakt. Het is belangrijk om deze instelling van dag tot dag te bekijken. Eigenlijk haal je deze instelling er altijd te laat uit. Dat kost gas, maar kan ook ten koste gaan van het gewas (koude kop, invloed op verdamping.).

-Toestand Buitenklimaat (prioriteit 3)

- Welke kenmerken van het buitenklimaat maken je alert? Wanneer kunnen teelt- en klimaattechnisch problemen worden verwacht? Wat is de reden hierachter?

Kenmerk	Waarde v kenmerk	Betreft instelling / welk deel vd dag	Reden; welke grenzen van kasklimaat worden aangehouden (licht/temp/vocht/CO2)
Licht	zonnig	Schermen, Ventilatietemperatuur	>600 W/m ² ->85% schermen om het te hoog oplopen van blad/vruchttemperatuur te voorkomen. In combinatie met warm weer, 's morgens zo lang mogelijk koel houden door VT te verlagen?
	snel wisselend	evt. maximum buis verder begrenzen.(van 65->55°C)	Bij dagen met zon-hagel-zon etc. In een koude periode wordt hard gestookt. Als direct daarna de erbij komt, schiet de kasttemperatuur door.
	donker/bewolkt	<i>wordt niet veel mee gedaan</i>	Evt. wordt een hogere basis-ventilatie-temperatuur aan gehouden.
temperatuur	warm	ventilatietemperatuur omlaag P-band raamregeling	raam reageert te traag op de buitentemperatuur en op de windsnelheid (kleinere P-band aanhouden).
	koud	ventilatietemperatuur hoger P-band raamregeling.	te snel luchten. raam reageert te snel op de buitentemperatuur en op de windsnelheid (grotere P-band aanhouden).
vochtigheid	hoog - mist - regen	evt. min.buis hoger tussen 7.00 en 17.00(dag)	...daarna weer richting nacht.(gewone regeling).
	laag	schermen	gewas beschermen tegen uitdroging
Wind	storm	raamstand; stormstand?	stormstand is bij veel teler: "helemaal dicht"
	hard		raamregeling van 2 tot 7 m/s
	windstil	windzijde sneller erbij	windsnelheid kleiner dan 2 m/s??

- Overige opmerkingen invloed van toestand produkt op klimaatinstellingen

Is het beter om te werken met bepaalde weertypen? (schraal, scherp, doods, actief, etc)

- Het valt niet mee om elke dag te bekijken of er een heldere nacht komt of niet; om daar nog op te reageren met gebruik van het scherm (als er ook een bepaalde lage buitentemperatuur is.).
- Als het zonnig is, moet het zo lang mogelijk koel gehouden kunnen worden. Dit kan door de ventilatietemperatuur te verlagen (21½°C). Bij warm weer is dit belangrijker dan bij koud weer. Bij donker weer wordt de (basisventilatietemperatuur) verhoogd 22½°C

-Weersverwachting (prioriteit 4)

Welke onderdelen van de weersverwachting hebben de grootste invloed op het in te stellen kasklimaat? Wat is de reden hierachter?

Kenmerk	Waarde v kenmerk	Betreft instelling / welk deel vd dag	Reden; welke grenzen van kasklimaat worden aangehouden (licht/temp/vocht/CO2)
Licht	zonnig	overdag	--> denk aan scherm
	snel wisselend	overdag	--> denk aan begrenzen buizen
	donker/bewolkt	overdag	
Temperatuur	warm	overdag	--> denk aan raamregeling
	koud	overdag / nacht	--> denk aan scherm toepassen $\Delta T > 10C$ --> denk aan vochtregeling; er is voldoende vochtafvoer via de ramen. BuitenTemp $< 10C$
Vochtigheid	hoog - mist - regen	overdag	Dit is niet abrupt gevaarlijk: --> op moment zelf nog kun je beslissen om een minimum buis in te stellen.
	laag	overdag	--> denk evt aan raamregeling/ vochtregeling probeer vocht in de kas te houden.
Wind	storm		Het betreft hier de beveiligingen op de raamregeling.
	hard		
	windstil		

- Overige opmerkingen invloed van weersverwachting op klimaatinstellingen

Grootste invloed is warm weer

- dit betekent overdag meer luchten
- maar na 18.00 uur vocht terug halen en vasthouden

Dit kan door:

- instellen van min.luw (waarom?, dit wordt toch geregeld via de ventilatietemperatuur?)
- warmte opslagtank moet voldoende geleegd zijn 's morgens
- raamregeling (wat betekent dat?)

Specifiek:

- Zonnig en $5^{\circ}C$ ----> scherm gebruiken?
- Zonnig en $30^{\circ}C$ ----> heel vroeg gaan luchten
- Zonnig + harde wind ----> let op windinvloed raam; bij harde wind gaan ramen te laat open

Omslag naar koud weer: instellingen weer terug zetten!

- > 's morgens mag er dan niet te veel gelucht worden, afhankelijk van de buitentemperatuur. (waarom niet?)

- **Energiebeheer**

- **Energiebeheer over het seizoen heen (zie klimaatgegevens blz 1)**

- Onder welke omstandigheden (buitenklimaat, gewasfase) zijn er in dit seizoen mogelijkheden om via klimaatbeheersing energie te besparen? / Waarom?
 - *Onder 10°C geen minimum lucht gebruiken. Je hebt dan toch volodende condensatie tegen het glas.*
 - *Onder 10°C scherm gebruiken, mits het gewas niet te vegetatief is. (leg eens uit....)*
- Met welke instellingen/gebruik bedrijfsuitrusting kan hierop worden ingespeeld? Hoe?
 - temperatuurregeling (afh. v activiteit v gewas , min.buis alleen voor activering, overgangen dag/nacht/dag) *De dag later en langzamer laten beginnen.*
 - ventilatieregeling (gebruik zonnewarmte/warmte najlen van verwarming niet afluchten) *Temperatuur < 14°C --> ventilatietemperatuur iets verhogen, 21½ naar 22½.*
 - vochtregeling *Buitentemperatuur < 10°C, geen vochtregeling gebruiken.*
 - schermregeling (bij openen/sluiten rekening houden met najlen verwarming).....
.....
 - CO2-regeling (afh. v ventilatie en straling?/ gebruik warmtebuffer) *Op donkere dagen branderstand begrenzen.*
 - correcties op regelingen

- **Energiebeheer over de dag heen (zie tabel blz 3)**

- Op welke perioden van de dag kan ivm verloop buitenomstandigheden over de dag heen, energie worden bespaard?.....

- Met welke instellingen kan hierop worden ingespeeld? / Waarom?
.....

- Zijn er nog andere mogelijkheden om met klimaatbeheer energie te besparen?
 - *Goede controle van regelingen, regelmatig kijken in het ketelhuis, vooral in periode-overgangen (klimaatcomputer).*
 - *Grafieken maken van ketelregelingen*

Afsluitend

- Bespreking van ideeën over ondersteuning bij het energiezuiniger om te gaan met klimaatbeheersing? (biedt het mogelijkheden, of is een andere vorm beter?)
 - *Dit zou zinvol zijn. Er wordt te weinig tijd voor vrij gemaakt, omdat het in eerste instantie niets mag kosten.*

Bijlage 6 Papieren werkwijze Energiezuinige klimaatbeheersing

1. Het Buitenklimaat in periode 4 (wk 13 t/m16: gemiddelden, spreiding en extremen)

(file nr: \planp4.712)

Tabel 4a Het buitenklimaat in periode 4 (week 13 t/m 16): gemiddelden en verwachtingswaarden

Grootheid	gemiddeld in				Opmerkingen
	wk13	wk14	wk15	wk16	
Daglengthe (uur; min.)	13.05	13.35	14.05	14.32	zon op/onder: 6:07/19:12 uur in wk13 (tijd is wintertijd, voor zon op/onder: 5:24/19:56 uur in wk16 zomertijd 1 uur optellen)
Stralingssom (J/cm ² .dag)	1027	1118	1410	1442	gem. Stralingssom (in J/cm ²) in week 13
					ligt in 70% v/d gevallen	tussen 809 en 1245	tussen 1180 en 1705
Temperatuur (°C)	7.5	7.6	8.3	8.9	gem. Temperatuur (in °C) in week 13
					ligt in 70% v/d gevallen	tussen 5.5 en 9.4	tussen 7.3 en 10.6
windsnelheid (m/s)	5.5	5.7	5.0	4.9	

Tabel 4 b Mogelijke extreme waarden in periode 4

Grootheid	minimum	maximum
Temperatuur (°C)	-2	24
Instraling (W/m ²)	-	960 (in wk13) 1080 (in wk16)
Stralingssom (J/cm ² .dag)	280	2250

Tab. 4c Extreme klimaten die kunnen voorkomen Opmerkingen /te ondernemen actie

snelle wisselend weer: grote temperatuurs-overgangen bij hagelbui, bewolking	Grote temperatuursverschillen; grote verschillen in verdamping: Voorkom te hete buis, dus zorg ervoor dat de max.buis begrensd is op 50/55 °C
snelle wisselingen op de dag: 's morgens: koud, donker nat. 's middags helder en warm	Gewas alvast aktiveren in de ochtend, op tijd beginnen met opstoken
scherpe instraling, harde oostenwind	Het is moeilijk om warmte af te luchten bij een te hoge kasttemperatuur, luchten aan de luwe zijde. Denk in deze situatie zonder warmtevraag aan de CO ₂ -dosering: veel licht betekent een hoge CO ₂ -behoefte v/h gewas. Doe eventueel 's middags voor 1 à 1½ uur het scherm dicht.

Karakterisering Gewastoeestand.

0	Ontwikkelings- fase	Voorjaarsfase (week 13 -22); tweede zetsel ontwikkelt zich. Eerste zetsel oogstbaar 9 tot 12 weken na week 3 (wk 12, 13 en 14)
1	Doel	Tweede zetsel laten ontwikkelen en uitgroeien.(duur 8 - 9 weken).
2	Taktiek	Door regulier temperatuurregime werken aan gewasontwikkeling tijdens uitgroeit tweede zetsel; Bij een hoger lichtnivo mag de temperatuur oplopen voor extra groei, of versnelling van de afrijping (mits CO2-concentraate hoog genoeg is!)
3	Verhouding Veg./Gen. (balans groei en vruchten)	- Algemeen in voorjaar is zorgen voor voldoende vegetatieve groei - Een evenwichtige groei kan o.a. worden verkregen als men de plant-belasting niet te hoog laat oplopen. - Afname van de energiebelasting geeft ruimte voor vegetatieve groei. Dit levert bloei van sterke knoppen en leidt tot het derde zetsel.
4	Blad- massa	- Zorg voor voldoende blad voor het benutten van licht en het verdampen voor koeling (vegetatieve groei). - Aan het begin van het tweede zetsel zal in de kop weer voldoende jong blad aanwezig zijn. Door het regelmatig toppen van de scheuten komen assimilaten beschikbaar; bij relatief hoge temperatuur geeft dit extra groei van kop /top bij relatief lage temperatuur gaat extra energie naar vruchten (grover).
5	Plant_ belasting	Het tweede zetsel zit eraan In deze periode zitten er zo'n 25 - 30 vruchtjes per m2. De <u>energiebelasting</u> daalt verder naar ongeveer 40 Dit geeft weer ruimte voor een nieuwe zetting in periode 4 waardoor de <u>energiebelasting</u> gaat oplopen richting 60.
6	Verdamping	- Zonlicht is de motor van de verdamping. Echter op donkere dagen kan heel bewust de verdamping worden gestimuleerd door een minimum buis te gebruiken (stoken en luchten tegelijk).
7	Gewaslengte	De gewaslengte neemt toe van 135 naar 165 cm. Is de kas hoog genoeg om dit ritme van lengtegroei vol te houden tot het einde van de teelt?
8	Mogelijke problemen	- Niet te kort toppen; Blad dient als bescherming van vruchten tegen scherpe instraling. - Verdamping: Het gewas moet goed kunnen verdampen om in deze periode de effecten van "maartse buien" op te kunnen vangen; dit betekent grote schommelingen van temperatuur en vochtigheid. - Door een te hoge energiebelasting wordt de plant "stil"gezet. Dit heeft afsterven van wortels tot gevolg, hetgeen een bron kan zijn schimmels als Pythium.
9	Overige	

Karakterisering Produkt(ie)toestand

1	Ontwikkelingsfase	Voorjaarsfase (week 13 -22); tweede zetting ontwikkelt zich. Eerste zetsel oogstbaar 9 tot 12 weken na week 3 (wk 12, 13 en 14)
2	Doel produktie	Eerste zetting wordt geoogst: 2.1-2.4 kg/m ² ; Oogsten vindt gespreid plaats, door langzame groei en kleuring in deze periode. Verdeling: wk13 ; wk14 ; wk15 ; wk16 kg/m ²
3	Uitgroeiduur	Vruchten zijn 8, 9 10 weken oud; door toename van lichtintensiteit en daarmee de kasttemperatuur zal de uitgroeiduur korter worden; buistemperaturen hebben hier maar weinig invloed op.
4	Sorteringen	85'ers: 25% 75'ers: 55% 65'er: 15 % 55'er: 0% Klasse II:5%
5	Vruchtgewicht	1e zetsel: 180 - 200 gram; Grofheid hangt samen met zetsel, uitgroeiduur en plantbelasting.
6	Kwaliteit algemeen	
7	Voorkomen van afwijkingen:	<p>2. <u>Knopen</u>; misvormde vruchten met weinig zaden door oa. slechte omstandigheden voor bloemvorming, (lage eT en lage nT) en sterke groei. Zorg voor eT >= 19°C en plant niet leegooften</p> <p>4. <u>Binnengroei</u>; zaadlijsten groeien uit tijdens rijping bij vruchten met lichtgekleurde vruchtwand; Voorkom te lage(?) temperaturen</p> <p>6. <u>Kopscheuren</u>; bij te rijpe vruchten, lage plantbelasting, grove vruchten; door actieve wortels bij een niet actief gewas, (ras afhankelijk), o.a. bij 's nachts druppelen hoge RV 's nachts / laag VD, of juist door grote fluctuatie in VochtDeficiet.</p> <p>7. <u>Krimpscheur</u>: bij hoge plantbelasting, rel. lage temperatuur, grove vruchten (a.g.v. laag temperatuurregime) en klimaatschokken</p> <p>8. <u>Neusrot</u>; een te lage Ca-concentratie in vruchtwand zorgt bij vochttekort voor kapotte cellen en geven bruine plek te zien. Voorkom dat Ca niet voldoende beschikbaar is voor de plant (balans voedingsopl., gezond wortelstelsel). Voorkom daarbij te hoge verdamping(vochtschok): voorkom kasT > 27°C en RV < 65%</p> <p>9 <u>Stip</u> kurkachtige cellen in vruchtwand die niet meekleuren; wordt bevorderd door hoge Calcium-concentratie (ook rasafhankelijk). Voorkom te te lage EC en zorg voor K/CA-verhouding van 1:1½</p>
8	Overig	

Zorg ervoor dat de luchtinstellingen van de winterse waarden af zijn, anders gaat het mis.

0	Ontwikkelings-fase Gewas		Voorjaarsfase (week 13 -22); tweede zetting ontwikkelt zich. Eerste zetsel oogstbaar 9 tot 12 weken na week 3 (wk 12, 13 en 14)
1	Buitenklimaat		Snel toenemende straling, lage buiten T en lage RV)
2	Temperatuur (regime rasafh. vegetatief of generatief ras)	nacht	19°C of 18°C Voor zetting nT lichtafhankelijk verlagen tot 17.5°C. (stralingssom afh. verlaging 18-1) Na zetting, temperatuur weer naar nT: 19°C
		dag	21°C of 22°C (temperatuur afhankelijk van gewassturing). De kastemperatuur is overdag goed beheersbaar (behalve bij klimaatextremen (o.a. maartse buien).
		etmaal	20.5°C bij vegetatieve rassen, 21.5 bij generatieve rassen. Sturing vindt plaats door verschil dT en nT te verkleinen (vegetatiever) of te vergroten (generatiever). ET verhogen werkt vegetatief.
3	Buisregeling		Begrenzing: Snel wisselend weer geeft wisselend kasklimaat o.a. door traagheid van het systeem; begrensd de buis: Maximum buistemperatuur 65°C. Lichtafhankelijk afbouwen; boven 300 W/m ² is invloed zon groter.
4	Ventilatie-regeling		Ventilatie heeft deze periode een groot effect op de vocht- en temperatuurhuishouding van de kas; Door lichtverhoging op de ventilatietemperatuur, kan het ventileren worden uitgesteld;
5	Luchtvochtigheid Verloop \implies verdamping minus condensatie minus ventilatie	nacht	
		dag	Een jong gewas verdampt goed, er condenseert veel vocht op het glas en er wordt langzamerhand meer geventileerd. (Vochtafvoer via condensatie is voldoende als buitenT < 12°C) - Bij toenemend licht gaat gewas sterker verdampen en stijgt de RV. - Bij ventilatie in deze periode is controle van RV/VD erg belangrijk.
6	CO ₂ \implies Beschikbaarheid (buitentemp. / warmtevraag) minus Vraag (gewas, ventilatie)	dag	Beschikbaarheid van CO ₂ is in deze periode geen probleem; er is voldoende warmtevraag (door lage buitentemperatuur). Daarnaast wordt in toenemende mate geventileerd omdat straling toeneemt en de buitentemperatuur oploopt. Het gewas gaat door groeiende omvang steeds meer CO ₂ verbruiken. Aanhouden: indien mogelijk 1000 ppm
7	Schermb		Doekschermen sluiten beneden de 10°C bT voor energiebesparing. Alleen bij weelderige groei en hoge RV (> ..%) toepassen bij lagere buitentemperatuur (= minder gebruiken). Bij instraling groter dan 700 W/m ² zonnenscherm toepassen, effect weersovergangen dempen + beschermen vruchten tegen brandvlekken
8	Overig		Let op P-banden van de luchtting. In deze periode waarin klimaat snel wijzigt moeten deze instellingen regelmatig worden gecontroleerd en bijgesteld om probleemsituaties (te warm, etc.) te voorkomen. - Als de raamregeling te langzaam reageert wordt het te warmt. Reageert het te fel dan gaat het raam te snel en te ver open; Er komt veel kou binnen, en veel vocht gaat verloren naar buiten.

3. Energiebeheer in periode 4 (1999-2000)
 Loop de instellingen van het klimaatplan nog eens na en kijk m.b.v. de onderstaande tips of er misschien nog ergens energie is te besparen. De mogelijkheden om energie te besparen bij de teelt van paprika zijn afhankelijk van het seizoen buitenklimaat, de stand van het gewas (sturing die wordt aangehouden) en het ras.

Energiebeheer: Periode 4

Code	Regeling/instelling	Tips/Opmerkingen
	Algemeen	<ul style="list-style-type: none"> - Vanwege de snelle verandering van klimaat die plaats vindt eind maart / begin april is het zinvol om dan de instellingen, maar vooral de correcties (op buitenT, licht en wind) te doorlopen (uit de winterstand halen). - Bij een windsnelheid van hoger dan ... is gebruik van een minimum raamstand (zonder windinvloed) zeer gevaarlijk. De kaslucht en daarmee de plant koelen te snel af. - Bij bepaalde windrichtingen (Oost, maar soms ook West), kan de aangevoerde lucht extra droog zijn. Let dan op de kasRV, de verdamping en de CO₂-concentratie. - Voorkom een vochtig (82/83% RV) en warm klimaat (23/24 °C) i.v.m. gevaar voor Fusariumaantasting. Zorg voor een goede vochtregeling.
	Verwarmings-temperatuur	<ul style="list-style-type: none"> - Gebruik zon bij opstoken: <ul style="list-style-type: none"> * Op heldere lichte dagen kan men later starten met opstoken * Op bewolkte / donkere dagen is dit niet zinvol; de zon voegt weinig energie toe. - Door lichtafhankelijke verlaging van de buistemperatuur kan energie worden bespaard: er wordt voorkomen dat de kastemp. te hoog oploopt waardoor luchten wordt voorkomen. - Buiten is de lucht zeer droog. Omdat de plant 's nachts niet verdampt, mag de RV in de kas oplopen. Voorkom gebruik min. buis en min. raamstand 's nachts. Dit kost onnodig energie. (koude lucht, latente warmte verdwijnt). - Laat de stooktemperatuur al een uur voordat het scherm dichtloopt dalen. Er ontstaat dan niet zo'n warmte-ophoping die weer moet worden afgelucht. - Ook bij het opentrekken van het scherm moet rekening gehouden worden met het op gang komen van de verwarming
	Ventilatie-temperatuur	<ul style="list-style-type: none"> - Voorkom dat de VT zo is ingesteld dat de energie die in het opstoken zit meteen daarna weer wordt afgelucht. - Gebruik aan het eind van de middag het najfien van de verwarming. door de VT nog even hoog te houden (als de teelt dit toelaat!). - Verhoog indien mogelijk VT lichtafhankelijk. Dit stelt luchten uit waardoor warmte lucht, latente warmte en CO₂ behouden blijft. - Beneden de 10°C buitentemperatuur wordt in de kas genoeg vocht afgevoerd via koud glas. - Als bij een hoge instraling de ventilatie wat beperkt kan worden, dan stijgt het rendement v/d CO₂-dosering. Tegelijkertijd is er een betere benutting v/d zonnearmte, zodat er 's nachts minder gestookt hoeft te worden om toch de etmaaltemperatuur. te halen.

		<p>luchten.</p> <ul style="list-style-type: none"> - Stel luchten zo lang mogelijk uit; verhoog de ventilatietemperatuur - Als het niet anders kan, lucht dan met kleine kier (bouw het langzaam op. (P-band op lager vochtgehalte buitenlucht vergroten). Met het vocht verdwijnt nl. veel latente warmte en CO2. Als het gewas teveel moet gaan verdampen vergroot de kans op produktproblemen - Bij een hoge windsnelheid verdwijnt er sneller warmte (en vocht en CO2) uit de kas (er is altijd enige lek), zeker als er lucht staat. - Naarmate de windsnelheid hoger is moet de P-band raamstand worden vergroot.
	Schermregeling	<ul style="list-style-type: none"> - Als het temperatuurverschil binnen-buiten groter is dan 10 °C, dan bespaart een dicht scherm 's nachts energie. Uitkijken indien het gewas te vegetatief staat! - Bij hoge windsnelheid gedurende de nacht kan het scherm ook bij hogere buitentemperatuur (T>10°C) worden gesloten.
	CO2-voorziening	<ul style="list-style-type: none"> - In deze periode is de CO2-concentratie-concentratie in de kas groter dan buiten de kas. Naarmate de raamopening en of de windsnelheid groter is, heeft het weinig zin een hoge CO2-setpoint aan te houden. - Op donkere dagen is het niet zinvol om een hoge CO2-concentratie aan te houden; zeker niet als hiervoor extra gas wordt verbrand. - De uren net voor en net na zonsopgang kunnen goed gebruikt worden om de buffer te legen.

Gewasfase:	Vegetatieve fase (wk 50 -2), Eerste zetting (wk 3-9 (groen) of 12 (rood))
Gewastoestand:	Generatief / <u>Vegetatief</u> - <u>Niet-producerend</u> / Producterend
Doel gewas:	Voldoende gewas creëren voor vruchtdracht, sterke bloemen maken voor zetting ½ janua.
Doel produktie:	Niet van toepassing
Doel energie:	Cum. tot per.13: 5.0 m3/m2 Deze periode 7.9 m3/m2; per week 2.0 m3/m2 (Totaal.cum 50.1)
Taktiek:	21/19°C aanhouden voor vegetatieve ontwikkeling voor zetting voornacht toepassen 17.5°C

Code	Instelling	Ochtend	Middag	Avond	Nacht
1.	Verwarmingstemperatuur	21°C	21°C	19/17.5°C	19
1_1	- lichtinvloed	0°C	0°C	n.v.t.	n.v.t.
1_3	Maximum buis	65°C	65°C	65°C	65°C
1_4	Minimum buis	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.

2.	Ventilatietemperatuur	23°C	23°C	22°C	22°C
2_1	- lichtinvloed	+1°C	+1°C	n.v.t.	n.v.t.
2_3	- buitentemperatuur invloed	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.

Raamregeling					
2_4	- min. Luw / max Luw	0-20%	0-20%	n.v.t.	n.v.t.
2_4	- min. Wind / max. Wind	0-10%	0-10%	n.v.t.	n.v.t.
2_4	- vochtinvloed (als bT>10°C)	+10%	+10%	n.v.t.	n.v.t.
2_4	- nalooop wind	10%	10%	n.v.t.	n.v.t.

3	Scherm	E-scherm (tot 10 jan.)	E-scherm
3_1	- lichtinvloed	E-scherm dicht	
3_4	- temperatuurinvloed	E-scherm dicht	E-scherm dicht

5	CO2 (hoog/laag toeren)_	700 / 400 ppm	n.v.t.
5	- lichtinvloed	0 - 200 ppm extra	n.v.t.
5	- raamstandinvloed	0 - 300 ppm minder	n.v.t.

Opwarm / afk:	1 / 1°C/uur
traject licht:	n.v.t.
Begrenzing	
traject licht:	n.v.t.
traject vocht	n.v.t.

Opwarm / afk:	1 / 0.5°C/uur
traject licht:	300-400 W/m2
traject buitenT	n.v.t.

	Luw	Wind
P-band:	20°C	20°C
traject buitenT:	bT van 1-25°C; P-band 20->5°C	
trajectvocht	VD 3.5->1.5g/kg	
traject wind.:	0 - 10 m/s	

traject licht:	licht < 200W/m2
traject buitenT:	bT-KasT > 9°C overdag bij vorst

voorwaarde	licht > 200 W/m2
traject licht:	250-400 W/m2
traject raam:	0 - 10% opening

Opmerkingen over deze instellingen:

1. Verw.temp: als lichtintensiteit na ½ januari > 350 W/m2 dan zetting forceren door lage voornacht T
1_3 Max buis begrenzen ivm mogelijke verbranding van de planten door een te hete buis.
1_4 Min. buis niet van toepassing; lage bT betekent hoge warmtevraag, vocht afvoer op koud glas
Raamregeling; Probeer 75 - 80% RV na te streven (o.a. met scherm) Verder weinig ventileren
Scherm na 10 jan. overdag alleen gebruiken bij vorst anders kost het teveel licht. 's Nachts wel gebruiken
CO2, maximaal 1000 ppm ivm CO2-schade

Gewasfase:	Voorjaarsfase (wk 13 - 20); tweede zetting ontwikkelt. Eerste zetting oogstbaar(wk 12-14)
Gewastoestand:	Generatief / <u>Vegetatief</u> - Niet-producerend / <u>Producterend</u>
Doel gewas:	Tweede zetsel laten ontwikkelen en uitgroeien (duur 8-9 weken)
Doel produktie:	0 kg/m2 geoogst, 1.8 kg/m2 te oogsten; wk13 ; wk14 .....;wk15; wk16 kg/m2
Doel energie:	Cum. t/m per.3: 26.3 m3/m2 Deze periode 3.9 m3/m2; per week 1.0 m3/m2 (Totaal.cum 50.
Taktiek:	Werk aan de gewasontwikkeling (vegetatieve sturing) tijdens uitgroei tweede zetsel. Bij hoge lichtintensiteit (> ... W/m2) mag de temperatuur oplopen voor extra groei of snellere afrijping.

Code	Instelling	Ochtend	Middag	Avond	Nacht
1.	Verwarmingstemperatuur	21°C	22°C	21°C	19
1_1	- lichtinvloed	0°C	0°C	-3°C	n.v.t.
1_3	Maximum buis	65°C	65°C	65°C	65°C
1_4	Minimum buis	45°C/ -25	45°C/ -25	n.v.t.	n.v.t.
		/+5	/+5		

2.	Ventilatietemperatuur	24°C	25°C	VwT+1°C	21°C
2_1	- lichtinvloed	+1°C	+1°C	n.v.t.	n.v.t.
2_3	- buitentemperatuur invloed	-2°C	-2°C	n.v.t.	n.v.t.

Raamregeling					
2_4	- min. Luw / max Luw	0-70%	0-70%	n.v.t.	n.v.t.
2_4	- min. Wind / max. Wind	0-40%	0-40%	n.v.t.	n.v.t.
2_4	- vochtinvloed (als bT>10°C	+10%	+10%	n.v.t.	n.v.t.
2_4	- naloop wind	20%	20%	n.v.t.	n.v.t.

3	Scherm	Z-scherm	E-scherm
3_1	- lichtinvloed	Z-scherm dicht?	
3_4	- temperatuurinvloed		E-scherm dicht

5	CO2 (hoog/laag toeren)_	700 / 400 ppm	n.v.t.
5	- lichtinvloed	0 - 100 ppm extra	n.v.t.
5	- raamstandinvloed	0 - 300 ppm minder	n.v.t.

Opwarm / afk:	1.5 / 1°C/uur
traject licht:	som>1600 J/cm2

traject licht:	150-300 W/m2
traject vocht:	VD 3.5->1.5g/kg

Opwarm / afk:	1.5 / 1.5°C/uur
traject licht:	300-500 W/m2
traject buitenT:	bT 15-> 25°C

	Luw	Wind
P-band:	20°C	20°C
traject buitenT:	bT van 1-25°C; P-band 20->5°C	
trajectvocht	VD 3.5->1.5g/kg	
traject wind.:	0 - 10 m/s	

traject licht:	licht>700W/m2
traject buitenT:	bT-KasT>9°C

voorwaarde	licht >200 W/m2
traject licht:	300-600 W/m2
traject raam:	0 - 20%opening

Opmerkingen over deze instellingen:

- 1.Verwarmingstemp: 21/19°C voor groeisnelheid; Stralingsom>1600J/cm2, zetting creëren (VoorNacht)
- 1_3 Max buis begrenzen ivm "maartse buien"; te hoge buistemperaturen geven grote klimaatschommeling
- 1_4 Min. buis wordt ingesteld op 45°C om op donkere dagen (bT>10°C) de verdamping te stimuleren
- Raamregeling; Periode met sterk wisselend weer; P-banden goed regelen; voorkom te felle/trage reactie
- Scherm; Om effect lichtovergangen te dempen plantbeschermen met Z-scherm. 's Nachts E-sch.gebruiken als het gewas niet te vegetatief staat. (De hogere RV die ontstaat versterkt deze gewastoestand)
- CO2, sturen op 700 ppm; Als de ramen open gaan wordt streefwaarde afeehouwd ivm diffusie naar buiten

UITGANGSPUNTEN BIJ HET OPSTELLEN VAN HET KLIMAATPLAN

(file: m:\.klimplan.70)

1) Kijk naar de actuele stand van gewas en product(ie), kijk naar de beschikbare planningsinformatie m.b.t. buitenklimaat, kasklimaat, gewas en produc(ie) en vul dan de onderstaande tabel in.

Periode 4: Toestand, doelen en tactiek m.b.t gewas en produkt(ie)

Gewasfase:	Eerste zetting oogstbaar, tweede zetting ontwikkelt zich
Gewastoestand:	Generatief / <u>Vegetatief</u> - Niet-producerend / <u>Producterend</u>
Product(ie)toestand:	oogst eerste zetting
Doel gewas:	
Doel produktie:	
Tactiek:	

2) Vul nu het klimaatplan voor de komende periode in m.b.v. de bovenstaande informatie en de planningsinformatie over buitenklimaat, kasklimaat, gewas en produc(ie). Kijk dan naar het blad 'energiebeheer' en loop de instellingen van het klimaatplan nog eens na om te zien of er soms op 1 of meerdere instellingen nog energie te besparen is.

3) De instellingen uit het klimaatplan zullen vervolgens gebruikt worden voor het bepalen van het berekende gasverbruik per week op uw bedrijf. Deze berekening wordt uitgevoerd op het PBG in Naaldwijk, waarna de gasverbruikcijfers naar u zullen worden teruggestuurd. Stel op basis daarvan de weekdoelen voor het gasverbruik op en vul deze in de onderstaande tabel in.

Weekdoelen gasverbruik

periode : 4	verbruik (m3/m2)	
totaal werkelijk verbruik 1/m week 12		
doel verbruik in wk 13		
doel verbruik in wk 14		
doel verbruik in wk 15		
doel verbruik in wk 16		
periodedoel (wk 13 1/m 16)		
doel totaal verbruik 1/m wk 16		
berekend totaal jaar- verbruik		

KLIMAATPLAN

Periode4

(week 13 t/m 16)

Code	Instelling	Ochtend	Middag	Avond	Nacht
1.	Verwarmingstemperatuur	°C	°C	°C	°C
1_1	- lichtinvloed	°C	°C	n.v.t.	n.v.t.
1_3	Maximum buis	°C	°C	°C	°C
1_4	Minimum buis	°C	°C	n.v.t.	n.v.t.
Opm.					

2.	Ventilatietemperatuur	°C	°C	°C	°C
2_1	- lichtinvloed	°C	°C	n.v.t.	n.v.t.
2_3	- buitentemperatuur invloed	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.
Opm.					

	Raamregeling				
2_4	- min. Luw / max. Luw	%	%	n.v.t.	n.v.t.
2_4	- min. Wind / max. Wind	%	%	n.v.t.	n.v.t.
2_4	- vochtinvloed (als bT>10°C)	%	%	n.v.t.	n.v.t.
2_4	- naloop wind	%	%	n.v.t.	n.v.t.
Opm.					

3	Scherm	Z/E-scherm	E-scherm
3_1	- lichtinvloed	Z-scherm dicht?	
3_4	- temperatuurinvloed	E-scherm dicht*	E-scherm dicht
Opm.			

5	CO2 (hoog/laag toeren)_	/ ppm	n.v.t.
5	- lichtinvloed	ppm extra	n.v.t.
5	- raamstandinvloed	ppm minder	n.v.t.
Opm.			

Opwarm / afk:	°C/uur
traject licht:	n.v.t.
traject licht:	W/m2
traject vocht:	n.v.t.

Opwarm / afk:	°C/uur
traject licht:	W/m2
traject buitenT:	n.v.t.

	Luw	Wind
P-band:	°C	°C
traject buitenT:		
traject vocht		
traject wind.:		m/s

traject licht:	licht >	W/m2
traject buitenT:	bT-KasT>	°C

voorwaarde	licht >	W/m2
traject licht:	-	W/m2
traject raam:	-	% opening

WEEKREGISTRATIE GEWASREGISTRATIE

(file m:\..\formgws.709)

naam:**periode:****Lengtegroei****Weeknr:**

plantnr.	Afdeling / lengtegroei per stengel (cm)			
	1	2	3	4
1				
2				
3				
4				
5				
6				
Totaal gemid.				
Cum. lengte				

Weeknr:

	Afdeling / lengtegroei per stengel (cm)			
	1	2	3	4

Gewastoestand**Weeknr:****Weeknr:**

Beoordeling:		
Stand van de kop		
Groeikracht		
Toename bladmassa		
Knopontwikkeling/-kwaliteit		
Afstand kop - knoppen		
Plantbelasting		
Verhouding vegetatief/ generatief		
Wortelontwikkeling		
Ziektenontwikkeling		
Gewastoestand Oordeel / Taktiek		
Tussentijdse aanpassing taktiek / bijsturing		

A) Buitenklimaat (gebruik gegevens langjarig gemiddelde en geg. werkelijke buitenklimaat)

1) afwijking t.o.v. langjarig gemiddeld buitenklimaat; karakteriseer deze periode, kijkend naar:

- temperatuur (warm, koud, max., min.):

- straling (licht, donker, max., min.):

- windsnelheid: .

2) opgetreden klimaatextremen (welke, hoe lang hebben ze geduurd):

B) Kasklimaat (gebruik gegevens klimaatplan, gerealiseerd kasklimaat)

1) afwijking tussen gerealiseerd en gewenst kasklimaat; karakteriseer deze periode, kijkend naar:

- temperatuur (ET, dT, nT):

- vochtigheid:

- CO₂-dosering:

- andere elementen v/h klimaatplan (min.buis, ventilatie, raamregeling, schermregeling):

2) gewijzigde klimaatinstellingen als reactie op het buitenklimaat:

3) mogelijke verbeteringen/opmerkingen:

C) Gewas (gebruik planningsinformatie gewastoestand, gewasdoelen en gewasregistratie)

1a) afwijking(en) tussen gewasdoel en realisatie; karakteriseer het verloop, kijkend naar:

- de vegetatieve ontwikkeling (lengtegroei, blad- en scheutontwikkeling, stand v/d kop):

- de generatieve ontwikkeling (knopontwikkeling, zetting, abortie, verloop energiebelasting):

1b) overige gewasafwijkingen, ziekten en/of plagen

2) oorzaken voor waargenomen afwijkingen; wat was het effect van:

Buitenklimaat (temp., licht), Kasklimaat (temp., RV, CO₂), Energiebelasting/ Product(ie)ontwikkeling, Overige oorzaken (bijv. ziekten en plagen)

3) gewijzigde klimaatinstellingen (zie registratie v. gewijzigde instellingen)

datum/ week	instelling	van	naar	reden	effect op		
					gewas	prod.	gasverbr

4) gewasdoel (wel/niet realistisch, waarom niet)

5) mogelijke verbeteringen/opmerkingen

D) Product(ie) (zie planningsinfo producttoestand, product(ie)doelen en product(ie)registratie)

1) afwijking(en) tussen product(ie)doel en realisatie; karakteriseer het verloop, kijkend naar:

- de productiehoeveelheid (aantal kg, sortering):

- de productkwaliteit (% klasse II, aard v/d vruchtafwijkingen en mate van voorkomen)

2) oorzaken voor waargenomen afwijkingen; wat was het effect van:

Buitenklimaat (temp., licht), Kasklimaat (temp., RV, CO2), Gewasontwikkeling:

3) gewijzigde klimaatinstellingen (zie registratie v. gewijzigde instellingen)

datum/ week	instelling	van	naar	reden	effect op		
					gewas	prod.	gasverbr

4) doelen: kilogrammen/kwaliteit (wel/niet realistisch, waarom niet)

5) mogelijke verbeteringen/opmerkingen

E) Energie:

(file m:_versrap.715)

1) <u>werkelijk gasverbruik in</u>	wk9:	wk10:	wk11:	wk12:	tot:	m3/m2
2) <u>doel gasverbruik in</u>	wk9:	wk10:	wk11:	wk12:	tot:	m3/m2
3) <u>afwijking werkelijk-doel</u>	wk9:	wk10:	wk11:	wk12:	tot:	m3/m2

1) buitenklimateffect (per week de grootte v/h verschil en + of -)

wk9: wk10: wk11: wk12: tot: m3/m2

2) handelingseffect (per week de grootte v/h verschil en + of -)

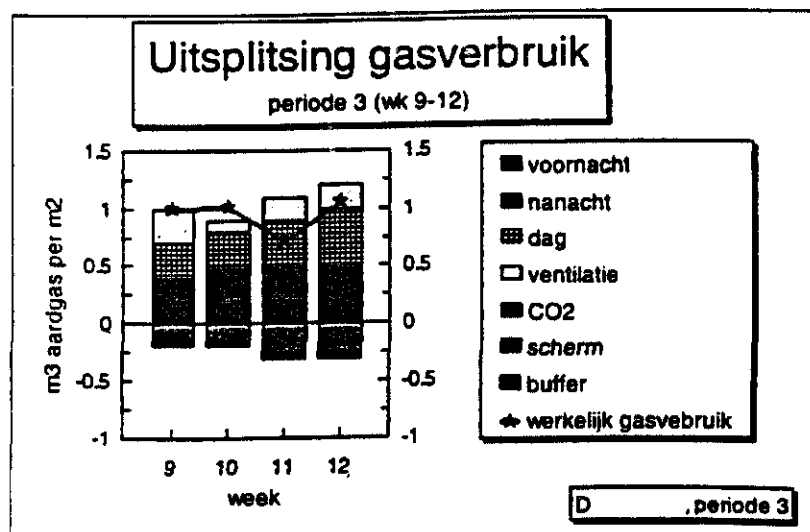
wk9: wk10: wk11: wk12: tot: m3/m2

Welke (belangrijke) wijzigingen in de klimaatinstellingen hebben dit handelingseffect veroorzaakt:

4) doelen (wel/niet realistisch, waarom niet)

3) gewijzigde klimaatinstellingen t.b.v gewas, productie en inspelen op het buitenklimaat: had het energiezuiniger gekund?

5) mogelijke verbeteringen/aandachtspunten (met welke instellingen is in deze periode het meeste gas te besparen?)



commentaar bij de grafiek

Bijlage 7. Enquête 'Bruikbaarheid werkwijze energiezuinige klimaatbeheersing'

(lexp_enq1.718)

In deze vragenlijst, die wordt afgenomen bij het laatste bedrijfsbezoek, worden vragen gesteld over:

- de *bruikbaarheid* van de onderdelen van het *model* (welke onderdelen zijn goed, welke behoeven welke verbetering)
- welke *onderdelen* van het model zouden *geautomatiseerd* moeten worden?
- over huidige bestaande *knelpunten in de informatievoorziening* bij klimaatbeheersing (welke informatie, welke instellingen/functies mist men voor het goed kunnen uitvoeren van klimaatbeheersing op lange termijn?)

In de enquête wordt vooral ingegaan op de achtergronden van de antwoorden, zoekend naar mogelijke verbeteringen voor de bruikbaarheid van het model.

Indeling vragenlijst: Nagegaan wordt de bruikbaarheid van de diverse onderdelen (punt 1 t/m 5), en worden er nog aanvullende vragen gesteld (punt 6 t/m 9):

- 1) Maken klimaatplan (incl. gebruik planningsinformatie)
 - 2) Uitvoering: dagelijkse registraties
 - 3) Controle: wekelijkse registraties
 - 4) Analyseren (m.n. onderdeel energie)
 - 5) Werkwijze als geheel Planning/Analyse; gebruik/bijwerken database; is de werkwijze blijvend bruikbaar als ondersteuning bij energiezuinige klimaatbeheersing voor een goede gewas- en productie-ontwikkeling en een lager energieverbruik daarbij?
 - 6) Andere mogelijkheden voor energiebesparing met klimaatbeheersing
 - 7) Toepassing van automatisering
 - 8) Bruikbaarheid voor alle paprikatelers/introductie in de praktijk?
 - 9) Algemeen Knelpunten bij klimaatbeheersing. Over welke functies / instellingen zou je willen beschikken die momenteel niet beschikbaar zijn?
-

Vragenlijst

1. Maken klimaatplan (incl gebruik Kennis-database)

1.1 Inventariseren bedrijfsnormen per periode.

Wat is de bruikbaarheid van de informatie (aangeven op blanco vellen met deze gegevens)?

Commentaar vragen per onderdeel (kort!!)

- a) Buitenklimaat
- b) Gewasontwikkeling
- c) Produktie-ontwikkeling
- d) Kasklimaatbeheersing
- e) Energiebesparing
- f) Normatief Klimaatplan:

g) Is een periode van vier weken een bruikbare tijdseenheid?

h) Wat vind je inhoudelijk v/d informatie: sluit het goed aan bij je eigen bedrijf?

1.2 Is het mogelijk om op basis van de Gewas/Produktie-toestand + Bedrijfsnormen

- a) doelen vast te stellen voor komende periode (Gewas, Produktie, Energieverbruik)?
- b) hoe kun je de doelen expliciter/kwantitatiever/concreter maken?
- c) kun je een taktiek opstellen voor vier weken om deze doelen te kunnen bereiken?

1.3 a) Is het mogelijk om een Klimaatplan te maken voor de komende vier weken?

- b) In hoeverre helpt het hebben van doelen en een taktiek hierbij?
- c) Is een normatief klimaatplan nuttig hierbij (als vertrekpunt)?
- d) Is het gedetailleerd opschrijven van instellingen nuttig/bruikbaar: doe je er iets mee?

e) Klimaatplan: Geef op een blanco Klimaatplan aan in hoeverre de onderdelen van het plan bruikbaar / nuttig zijn geweest?

- Gegevens in de kop; gewasfase, gewastoestand, doel gewas, produktie en energie, taktiek

- | | | |
|-------------------------------------|--------------|-----------|
| - Verwarmingsregeling | instellingen | trajecten |
| - Ventilatieregeling | .. .. | .. .. |
| - Raamregeling | .. .. | .. .. |
| - Schermregeling | .. .. | .. .. |
| - CO2-regeling | .. .. | .. .. |
| - Opmerkingen bij deze instellingen | | |

1.4 a) is het nuttig om vooraf het klimaatplan door te rekenen op energetische gevolgen?

- b) is het nuttig om vooraf het verwachte energieverbruik in een bepaalde week te weten, of wordt er niets gedaan met dit getal?
 - c) Leidt dit nog tot pogingen om de instellingen energiezuiniger te maken, kijkend naar de energietips? Wat is hiervoor wel nodig?
 - d) In hoeverre kunnen de bedrijfsnormen voor energiebesparing een nuttige functie hebben?
-

5.6 Hoe zijn de knelpunten te verbeteren tot bruikbare onderdelen?

5.6 Zijn de inhoud en de lay-out v/d verschillende formulieren goed op elkaar afgestemd?
6 Andere mogelijkheden voor energiebesparing met klimaatbeheersing

6.1 Hoe kun je zelf nog meer energie besparen met klimaatbeheersing (via een andere werkwijze)?

7. Bij welke onderdelen zou het gebruik van automatisering handig zijn?

7.1 Planning:

- a) raadplegen Planningsinformatie
- b) Opstellen klimaatplan vanuit een normatief plan (of plan uit de vorige periode) (grafische weergave van klimaatplan) (direct doorrekenen van klimaatplan op energetische gevolgen?)

7.2 Uitvoering:

- a) Het voeren van dagregistraties (klimaatgeg.) op de juiste overzichten
- b) Overzicht houden over de dagregistratiegegevens (grafische weergave)
- c) Het ontwerpen van formulieren / samenstellen overzichten

7.3 Controle:

- a) Het bijhouden v. weekregistraties (gewas en product(ie)) + controle tov doel?
- b) Berekenen van weekgemiddelden van klimaatgegevens (grafische weergave registratiegegevens)

7.4 Analyse:

- a) Het analyseren van de periode:
- b) Alvast een aantal zaken berekenen (m.n. afwijking planning-realisatie)
- c) Printen van het perioderapport
- d) Bijwerken van leerpunten in Planningsinformatie

8. Bruikbaarheid voor alle (paprika)telers / introductie in de praktijk?

- a) Hoe schat je in dat de werkwijze op termijn, na aanpassing, bruikbaar is voor alle paprikatelers?
 - b) Wat zou aan het model veranderd moeten worden om een groot deel van de paprikatelers ervoor te interesseren?
 - c) Als de werkwijze geoptimaliseerd is, op welke wijze zou dit bij paprikatelers geïntroduceerd moeten worden, zodanig dat ze ermee gaan werken?
 - d) Of: Op welke andere manier (dus naast toepassing van deze werkwijze) kun je een groot deel van de paprikatelers aanzetten tot energiezuinige klimaatbeheersing?
 - e) Als energiezuinige klimaatbeheersing op een andere wijze kan worden bereikt, hoe zou dit dan in de praktijk kunnen worden geïntroduceerd zodanig dat het wordt opgepakt?
 - f) Is de werkwijze (na aanpassing) bruikbaar voor andere gewassen:
 - groente?
 - bloemen (m.n. roos)?
-

9. Algemeen Knelpunten bij klimaatbeheersing.

Klimaatbeheersing gebeurt op het bedrijf om een goede gewasontwikkeling te realiseren voor voldoende kilogram produkt van een beoogde kwaliteit.

9.1 Waaraan is op dit moment behoefte om klimaatbeheersing zo optimaal mogelijk te kunnen uitvoeren voor het betreffende doel?

- b) welke informatie is nodig?
- c) welke functies zijn nodig?
- d) welke instellingen zijn nodig?
- e) Welke hulpmiddelen zijn nodig?

9.2 Welke processen kunnen op welke wijze nog verder worden verbeterd?

- g) het maken van instellingen van de computer
- h) zijn regelingen voldoende overzichtelijk
- i) mis je nog regelingen

9.3 Overschrijden kritische grenzen?

- j) kun je bepalen of kritische grenzen zijn overschreden? ($CO_2 < \dots$, $RV < \dots$, $VD > \dots$, wind $> \dots$)
- k) kun je bepalen hoe lang kritische grenzen zijn overschreden

9.4 Verbeteringen t.a.v. verwerking registratiegegevens, uitwisselbaarheid van gegevens.

- l) Kun je meetwaarden lang genoeg bewaren?
 - m) heb je voldoende mogelijkheden voor het weergeven van grafieken
 - n) kun je eigen gegevensoverzichten samenstellen
 - o) kun je gemiddelde gegevens gemakkelijk berekenen
 - p) kun je ook gegevensset gemakkelijk overhalen naar andere programma's (afstemming met andere software-pakketten, bijv. bedrijfsvergelijkingsystemen)
-

Bijlage 8. Workshop Energiezuinige Klimaatbeheersing; discussie over stellingen

(wk 25 1997)

Werkwijze Energiezuinige klimaatbeheersing

- 1 Gegevens over watergift (gift/EC/pH) kunnen in de werkwijze een nuttige functie vervullen (in kennisdatabase, in plan, bij registratie, en bij analyse).
- 2 Klimaatplanning verbetert door:
 - 2a tweewekelijks in plaats van vierwekelijks.
 - 2b zelf instellingenplan samenstellen.
- 3 Voor gewasontwikkeling zijn meetbare kengetallen nodig om te kunnen nagaan of gewasdoelen worden bereikt.
- 4 Als de kengetallen bij analyse automatisch worden berekend, zul je tweewekelijks gaan analyseren.
- 5 Om de planningsinformatie 'levend te houden' moet het regelmatig worden bijgewerkt met conclusies uit analyse, informatie van een voorlichter, vakblad of cursus.
Dit bijwerken is geen probleem!

Energiebesparing met de werkwijze

- 6 Gebruik van de planningsinformatie levert energiebesparing in paprikateelt.
- 7 Door bij het maken van een klimaatplan, het effect van alternatieve instellingen op energieverbruik te simuleren (bv. Setpoint) daalt het energieverbruik.
- 8a Het berekenen van het handelingseffect is nuttig;
Je zou het alleen nog beter moeten kunnen verklaren om meer energie te kunnen besparen.
- 8b Registratie van wijziging van instellingen biedt hiervoor mogelijkheden.

Automatisering van de werkwijze

- 9 Automatisering vergroot mogelijke toepassing van de werkwijze bij paprikatelers.
Denk aan voordelen als:
 - Integratie van gegevens van klimaatcomputer, Prozet en Groeinet;
 - Grafische weergave van klimaatplan en realisatie in relatie tot gestelde doelen;
 - Samenstellen van overzichten;
 - Direct een klimaatplan doorrekenen op gasverbruik;
 - Beperken van tijd en schrijfwerk.

Verspreiding van de werkwijze

- 10 De werkwijze is universeel toepasbaar binnen groente- en bloemeteelt.
 - 11 Het is mogelijk om de papieren werkwijze aan te passen tot een bruikbaar geheel.
 - 12a In de werkwijze moet een 'eenvoudig' opstapniveau worden ingebouwd voor telers die hiermee willen beginnen.
 - 12b Een sterk vereenvoudigde werkwijze kan discussie in excursiegroepen verdiepen.
-

-
- 13 Met een goede beschrijving kan een teler zonder begeleiding met de werkwijze aan de slag.

Knelpunten huidige klimaatbeheersing

- 14 De klimaatcomputer zou gekoppeld moeten zijn aan een kennisdatabase; Zorg voor het juiste aandachtspunt op de juiste tijd (per dag/over dag).
Dit werkt beter dan een velletje met punten per periode!
- 15 Een klimaatcomputer zou de volgende mogelijkheden moeten bevatten:
- instellingen van een bepaalde week/periode kunnen opslaan en weer actueel kunnen maken;
 - gedurende enkele dagen aangeven welke instellingen zijn gewijzigd, als aandachtspunt om dit eventueel weer terug te zetten (elektronisch kladblok);
 - een actueel lokaal weerbericht;
 - een checklist met (dagelijkse) aandachtspunten.
-