

Proefstation voor Bloemisterij en Glasgroente  
Vestiging Naaldwijk  
Kruisbroekweg 5, Postbus 8, 2670 AA Naaldwijk  
Tel. 0174-636700, fax 0174-636835

ISSN 1385 - 3015

Land- en Tuinbouworganisatie Nederland (LTO/NTS)  
Vestiging Honselersdijk  
Postbus 567  
2675 ZV Honselersdijk  
Tel. 0174-627241, fax 0174-831551

## **ENERGIEBESPARING DOOR OPTIMAAL GEBRUIK VAN DE BEDRIJFSUITRUSTING**

Novem project: 335126/5702  
PBG project: 7212

H.C.E.M. Goossens	NTS/Groentestudieclub Westland
M.N.A. Ruijs	PBG
P.C.M. Vermeulen	PBG
J.J.G. Breuer	IMAG-DLO
H.F. de Zwart	IMAG-DLO
H.C. Jasperse	DLV
W. Van der Kaaij	DLV

Naaldwijk, september 1997

Rapport 85  
Prijs f 50,-

Rapport 85 wordt u toegestuurd na storting van f 50,- op gironummer 293110 ten name van Proefstation Naaldwijk onder vermelding van 'Rapport 85, Energiebesparing en bedrijfsuitrusting'.

ISN: 947616

<b>Inhoudsopgave:</b>		<b>pag.</b>
<b>SAMENVATTING</b>		<b>5</b>
<b>1 INLEIDING</b>		<b>8</b>
1.1 PROBLEEMSTELLING EN DOEL		8
1.2 LEESWIJZER		8
<b>2 OPZET EN AANPAK</b>		<b>9</b>
2.1 INLEIDING		9
2.2 UITGANGSPUNTEN		9
2.3 WERKWIJZE		9
<b>3 ERVARINGEN CURSUS ENERGIEBEHEER EN ENERGETISCHE DOORLICHTING</b>		<b>12</b>
3.1 CURSUS ENERGIEBEHEER		12
3.2 ENERGETISCHE DOORLICHTING (EDO)		14
<b>4 BEDRIJFSBESCHRIJVING EN -RESULTATEN 1995-1996</b>		<b>15</b>
4.1 KARAKTERISTIEKEN DEELNEMENDE BEDRIJVEN		15
4.1.1 Bedrijfsvorm		15
4.1.2 Energiebesparende maatregelen		15
4.2 GASVERBRUIK		15
4.3 BUITENKLIMAAT EN KASKLIMAAT		16
4.3.1 Kas- en buistemperaturen per uur		17
4.4 PRODUCTIE EN GASVERBRUIK PER EENHEID PRODUCT		30
4.5 VERGELIJKING NTS-GROEP MET GROEP VAN 40 TUINDERS		30
4.5.1 Gasverbruiken		30
4.5.2 Etmaaltemperatuur		31
4.5.3 Schermen		31
4.6 CONCLUSIES		32
<b>5 ANALYSE BEREKENDE GASVERBRUIKEN</b>		<b>33</b>
5.1 IMAG-DLO: MODELBEREKENINGEN OP GROND VAN UUR-GEGEVENS		33
5.1.1 Inleiding		33
5.1.2 Uitgangspunten		33
5.1.3 Berekeningen		34
5.1.4 Resultaten		35
5.1.5 Discussie		37
5.1.6 Conclusies		38
5.2 PBG: BEREKENING GASVERBRUIK OP BASIS VAN WEEKCIJFERS		38
5.2.1 Het gasverbruikmodel		38
5.2.2 Oorzaak verschillen in gasverbruik		38
5.2.3 Relatie werkelijk, berekend en standaard gasverbruik		41
5.2.4 Splitsing gasverbruik		43
5.2.5 Conclusies		43
5.3 VERGELIJKING TUSSEN HET IMAG-DLO-MODEL EN HET PBG-MODEL EN DE RESULTATEN HIERVAN.		44
5.4 SAMENVATTENDE CONCLUSIES EN AANBEVELINGEN		45
<b>6 GEBRUIKSWIJZE KLIMAATREGELING EN ERVARINGEN BEGELEIDING</b>		

EXCURSIEGROEPEN	46
6.1 INLEIDING	46
6.2 GEBRUIKSWIJZE KLIMAATREGELING	46
6.2.1 Werkwijze	46
6.2.2 Resultaten	47
6.2.3 Discussie, conclusies en aanbevelingen	49
6.3 ERVARINGEN BEGELEIDING EXCURSIEGROEPEN	50
6.3.1 Werkwijze	50
6.3.2 Ervaringen en aanbevelingen	50
7 WERKPLAN ENERGIE	52
7.1 INLEIDING	52
7.2 WERKPLAN: KOSTEN OMLAAG DOOR OPTIMAAL GEBRUIK VAN ENERGIE	52
7.2.1 Inhoud werkplan	52
7.2.2 Thema's voor discussie met uw collega's door het jaar heen	52
7.2.3 Cursus Efficiënt klimaatbeheer	54
7.2.4 Registratie: Meten is weten. Vergelijken geeft inzicht.	54
7.2.5 Invloed van de bedrijfsuitrusting op het gasverbruik	55
7.2.6 Wat is de situatie op uw bedrijf?	55
7.2.7 Informatiebronnen	55
7.2.8 Externe deskundigheid	55
7.2.9 De achtergrond van dit werkplan	56
7.2.10 Contactadres voor het werkplan.	56
7.3 ONDERSTEUNING VAN HET WERKPLAN	56
7.4 COMMUNICATIE TIJDENS HET PROJECT	56
7.5 VERVOLGACTIVITEITEN	57
7.5.1 Het werkplan	57
7.5.2 Registratie van buistemperaturen	57
8 CONCLUSIES EN AANBEVELINGEN VAN HET PROJECT	59
8.1 INLEIDING	59
8.2 CONCLUSIES	59
8.3 AANBEVELINGEN	59
LITERATUUR	61
BIJLAGE 1: SAMENSTELLING PROJECTORGANISATIE	62
BIJLAGE 2: SAMENSTELLING NTS-EXCURSIEGROEPEN	62
BIJLAGE 3: BEDRIJFSGEGEVENS VAN TIEN PAPRIKABEDRIJVEN	63
BIJLAGE 4: PROCENTUËLE VERHOOGING VAN HET GASVERBRUIK ONDER INVLOED VAN WEER, KASKLIMAAT EN BEDRIJF.	64
BIJLAGE 5: BEREKENING VAN DE OORZAKEN VAN VERSCHILLEN IN GASVERBRUIK TUSSEN TIEN PAPRIKABEDRIJVEN VIA MODELBEREKENINGEN.	65
BIJLAGE 6: SPLITSING VAN GASVERBRUIK VOOR TIEN PAPRIKABEDRIJVEN VIA MODELBEREKENINGEN.	67

## SAMENVATTING

Doel van het project is het tactisch en operationeel gebruik van de bestaande bedrijfsuitrusting (technische hulpmiddelen) en klimaatregeling op het individuele glastuinbouwbedrijf te verbeteren teneinde het gasverbruik te verlagen. Dit doel wordt bereikt door de volgende **werkwijze**:

- het intensief volgen van twee rode paprika excursiegroepen gedurende één teeltseizoen.
- het volgen van de cursus **Energiebeheer** door de telers en begeleiders en het uitvoeren van een **Energetische doorlichting** op het bedrijf (EDO).
- het **registreren** van het gasverbruik, parameters t.a.v. buitenklimaat en kasklimaat en de gebruikswijze van de bedrijfsuitrusting.
- het **berekenen** van het gasverbruik, met twee rekenmodel van PBG en IMAG-DLO op basis van de bedrijfskenmerken, het werkelijk kas- en buitenklimaat.
- het **analyseren** van de verschillen tussen het werkelijk en het berekend gasverbruik voor het individueel bedrijf en het analyseren van de verschillen in gasverbruik en gebruikswijze tussen bedrijven.
- het **evalueren** van de resultaten en ervaringen t.a.v. gebruik bedrijfsuitrusting op en tussen bedrijven;
- het opstellen van een **werkplan** energie (praktische werkwijze voor toepassing) van de opgedane kennis voor toekomstige NTS-excursiegroepen.

### Resultaten:

Uit de cursus **Energiebeheer** is een aantal punten gedestilleerd, die een 'tip' of 'weet U dat' inhouden. De cursus heeft effect gehad. Er is een meetbare gedragsverandering opgetreden ten aanzien van het schermen, waardoor er aanzienlijk meer en vaker geschermd is. De indruk bestaat dat de groep bewuster naar het gebruik van de minimum buis is gaan kijken.

Tussen de tien bedrijven zitten **grote verschillen** in het gasverbruik. Het laagste gasverbruik ligt op 75 % van het bedrijf met het hoogste gasverbruik.

Het in één **grafiek** brengen van stooklijnen en buistemperaturen van verschillende bedrijven maakt verschillen in gedrag goed zichtbaar. Dit is een goede basis voor discussie over de klimaatregeling.

Uit de grafieken wordt wederom zichtbaar dat de straling een belangrijke factor is voor het kasklimaat.

Ten opzichte van een vergelijkbare groep uit GROEINET hebben de 10 tuinders in de periode van week 1 t/m week 36 van 1996 **4 % punten energie bespaard**. Dit komt mede doordat er een **gedragsverandering** is opgetreden ten aanzien van het schermen. De buitentemperatuur tot waar het scherm dicht gehouden wordt is verhoogd, waardoor er dus meer geschermd is.

De **productie** lag in diezelfde periode bij de groep van tien bedrijven iets achter op de GROEINET-groep. Het produktieniveau tijdens de teelt is echter moeilijk te beoordelen omdat de aanvoer van paprika's pieken bevat. De pieken van de bedrijven vallen niet in dezelfde week, omdat het zettingsritme verschilt en ook tussentijds groen oogsten dit ritme doorbreekt.

De meerwaarde van de Energetische Doorlichting was door de deelnemers binnen het project niet duidelijk vast te stellen. De berekende energiebesparing wordt in twijfel getrokken en de nabespreking was te mager.

**Modelberekeningen** met KASPRO van het IMAG-DLO (voor drie perioden van drie weken) en GASVERBRUIK van het PBG (voor het hele teeltseizoen) leert:

**Bedrijfseffect:** Door verbetering van bedrijfsuitrusting (o.a. de bedrijfsvorm, oppervlakte-

gevelverhouding, isolatie van gevels en beschutting van het bedrijf) is een besparing te behalen. Met KASPRO is berekend dat gemiddeld hierdoor 6 % besparing is te realiseren. Met GASVERBRUIK is berekend dat het bedrijfseffect tussen het bedrijf met de uit energie-oogpunt beste en het bedrijf met de slechtste bedrijfsuitrusting een verschil was van 30 % van het gemiddelde gasverbruik.

**Regioeffect:** Beide modellen geven aan dat in De Kring meer energie wordt verbruikt. KASPRO geeft aan dat De Kring in de drie gemeten perioden gemiddeld 12 % meer verstoekt dan het Westland. Voor teeltseizoen 1995-'96 berekent GASVERBRUIK dat er tussen De Kring en het Westland een verschil van 2 m<sup>3</sup> gas per m<sup>2</sup> was ten gunste van het Westland.

**Klimaatregeling:** Met KASPRO wordt een gemiddeld klimaatregelingseffect berekend van 17 % van het gasverbruik. GASVERBRUIK berekent dat er door verschillen in de klimaatregeling tussen de bedrijven een verschil ontstaat van 15 % van het gasverbruik. Verschillen in teeltduur zorgt nog eens voor ruim 11 % verschil in gasverbruik.

**Totaalinvloed:** KASPRO geeft aan dat door verbetering van regio-effect, klimaatregeling en bedrijfsuitrusting tesamen een gemiddelde gasbesparing mogelijk is van bijna 30 % t.o.v. het bedrijf met het laagste gasverbruik. Voor de individuele bedrijven loopt dit op tot 50 %; zonder het regio-effect is dat 37,5 %. GASVERBRUIK geeft voor de effecten van regio, bedrijfsuitrusting en klimaatsregeling tesamen voor seizoen '95-'96 een gemiddelde besparing van 27,4 % t.o.v. het gemiddelde gasverbruik en 31,6 % t.o.v. het bedrijf met het laagste gasverbruik.

Met GASVERBRUIK is het gasverbruik op jaarbasis goed te voorspellen met een **modelafwijking** van niet meer dan 4 %, mits het CO<sub>2</sub>- en schermregime per periode opgegeven kan worden.

GASVERBRUIK geeft bij **splitsing** van het **gasverbruik** de volgende resultaten:

- Door het intensieve gebruik van **schermen** is door de groep gemiddeld 24 % energie bespaard.
- Het gebruik van de **warmtebuffer** heeft 9 % energiebesparing opgeleverd.
- Boven het gebruik via warmteopslag is er toch nog 1,5 % van het gasverbruik besteed voor **aanvullend CO<sub>2</sub>** doseren.
- **Vergelijking** van het berekende gasverbruik voor het **werkelijke bedrijf** en het **standaard bedrijf** laat een vrij constante factor zien. (effect individuele bedrijfsopzet)

Uit de registratie van **wijzigingen in klimaatinstellingen** en de achterliggende redenen in drie verschillende weken in het teeltseizoen blijkt, dat:

- er **verschillen** zijn tussen bedrijven in het aantal gewijzigde klimaatinstellingen en in de **frequentie** van wijzigen. Het lijkt erop dat ondernemers in het wijzigen van klimaatinstellingen dezelfde lijn volgen (voorkeur voor bepaalde instellingen).
- de ventilatietemperatuur en de raamstand in week 12, 23 en 36 vaker zijn gewijzigd dan de buistemperatuur, stooktemperatuur of luchtvochtigheid of P-band.
- de reden tot een wijziging in klimaatinstelling meestal het kasklimaat of het buitenklimaat was.

**Werkplan Energie:** De ervaringen met de twee excursiegroepen en van de cursus Energiebeheer zijn als thema's verwerkt in een Werkplan Energie voor gebruik in de excursiegroepen. Het kent daarnaast als belangrijkste bestanddelen de cursus en de correctie van het gasverbruik voor de individuele bedrijfsopzet.

**Aanbevelingen:**

Correctie van het gasverbruik met behulp van het PBG-model GASVERBRUIK van de eigen bedrijfssituatie naar het gasverbruik van een standaardbedrijf is een praktisch handvat voor excursiegroepen om de verschillen in gasverbruik te analyseren en te

bediscussiëren in relatie tot de klimaatbeheersing.

Het is wenselijk de modellen KASPRO en GASVERBRUIK op elkaar af te stemmen om de sterke punten van beide modellen maximaal uit te buiten.

Er dient zorg besteed te worden aan de toepassing en verwerking van de opgedane kennis. Daarom moet kennisoverdracht naar andere telers in de sector, o.a. het gebruik van het werkplan en de deelname aan de cursus energiebeheer/efficiënt klimaatbeheer, steeds gestimuleerd blijven worden.

# 1 INLEIDING

## 1.1 PROBLEEMSTELLING EN DOEL

De bedrijfsuitrusting - de eigenschappen van de kas en het verwarmingssysteem, de aanwezige energiebesparende maatregelen en de klimaatregeling - bepaalt in substantiële mate het gasverbruik op het individuele bedrijf. Daarnaast bepaalt ook de wijze waarop de teler met de bedrijfsuitrusting omgaat het gasverbruik. Met andere woorden: hoe is de bedrijfsvoering van de teler (op tactisch en operationeel niveau) ten aanzien van het gebruik van de aanwezige technische hulpmiddelen en klimaatregeling, welke factoren en overwegingen spelen daarbij een rol en welke invloed heeft dit op het gasverbruik.

De vraagstelling in dit project is hoe telers hun energiemangement kunnen verbeteren om daarmee het energieverbruik te verlagen. Kortom, welke mogelijkheden zijn er om het energieverbruik te verlagen in de bestaande bedrijfssituatie.

Door bestaande kennis in de praktijk, bij de voorlichting en in het onderzoek over de bedrijfsuitrusting en de klimaatregeling te laten doorstromen naar individuele telers, kunnen telers hiermee hun gedrag t.a.v. energiegebruik optimaliseren. Met geregistreerde gegevens over het gasverbruik, de gerealiseerde kas- en buitenklimaatomstandigheden en de gebruikswijze van bedrijfsuitrusting wordt de werkelijke situatie in kaart gebracht. Door het vergelijken van meerdere bedrijven in excursiegroepverband (NTS) kan inzicht worden verkregen in de oorzaken van de verschillen in gasverbruik en in de gebruikswijze van de bedrijfsuitrusting en klimaatregeling. Met de hieruit verkregen kennis kan het gebruik van de bedrijfsuitrusting en klimaatregeling verder worden geoptimaliseerd.

Doel van het project is het tactisch en operationeel gebruik van de bestaande bedrijfsuitrusting (technische hulpmiddelen) en klimaatregeling op het individuele glastuinbouwbedrijf te verbeteren teneinde het gasverbruik te verlagen. Dit doel wordt bereikt door gebruik te maken van bestaande kennis over energie in praktijk, bij voorlichting en in onderzoek en via het werken met excursie-groepen (NTS).

## 1.2 LEESWIJZER

In hoofdstuk twee wordt de opzet en aanpak beschreven van het project en de rol daarin van praktijk, voorlichting en onderzoek. De ervaringen en resultaten van het project zijn ondergebracht in verschillende hoofdstukken. Hoofdstuk drie vermeldt de ervaringen van de cursus Energiebeheer en de Energetische doorlichting. Hoofdstuk vier beschrijft de karakteristieken van de deelnemende bedrijven en hun resultaten op energiegebied van het teeltseizoen 1995/1996. Een analyse van de berekende gasverbruiken met behulp van rekenmodellen is opgenomen in hoofdstuk vijf. De gebruikswijze van de klimaatregeling en de ervaringen van de begeleiding van excursiegroepen zijn vermeld in hoofdstuk zes. Hoofdstuk zeven beschrijft het werkplan energie van de NTS voor excursiegroepen, die met het onderwerp energie aan de slag willen gaan. De communicatie binnen het project en de activiteiten om het werkplan onder de aandacht te brengen van de telers wordt eveneens in hoofdstuk 7 behandeld.

## **2 OPZET EN AANPAK**

### **2.1 INLEIDING**

Het project is geïnitieerd door de Federatie van Nederlandse Tuinbouw Studiegroepen (NTS) in het kader van de Novem Tender Agrarische sector 1995. De uitvoering van het project was in handen van het PBG met medewerking van IMAG-DLO en DLV. De projectorganisatie werd gevormd door vertegenwoordigers van de instellingen en een coördinator vanuit de NTS (zie bijlage 1).

Hierna worden de uitgangspunten, de werkwijze en de rol van de betrokken instellingen beschreven.

### **2.2 UITGANGSPUNTEN**

Het project heeft betrekking op een pilotgroep van tien bedrijven en richt zich op het teeltseizoen 1995/1996 (november 1995 t/m oktober 1996).

Vanwege onduidelijkheid over de financiële goedkeuring (Novem) van het project is de startbijeenkomst met alle betrokkenen in januari 1996 gehouden. Door de verlate start ontbreekt over de eerste weken in het teeltseizoen informatie over gewaslengte en over het gasverbruik en kasklimaat van de vroege starters van week 47.

Gekozen is voor het gewas paprika, omdat paprika een energie-intensief gewas is en er veel energiebesparende maatregelen, zoals o.a. schermen, op grote schaal in de praktijk worden toegepast. Hierbij speelt de bedrijfsvoering een belangrijk rol. Daarnaast wordt bij paprika (en andere vruchtgroente-gewassen) al langere tijd intensief geregistreerd in excursiegroepverband.

Bovendien kan een koppeling worden gelegd met een ander door de Novem en Landbouwschap gefinancierd PBG-project, namelijk 'Management ondersteuning ten behoeve van een energiezuinige klimaatbeheersing', waarbinnen eveneens naar paprika wordt gekeken.

Het aantal bedrijven is beperkt, omdat de bedrijven binnen het project intensief worden gevolgd. Met tien bedrijven is er voldoende basis voor onderlinge vergelijking en is een verdeling over twee tuinbouwcentra (Westland en De Kring) te realiseren.

### **2.3 WERKWIJZE**

De werkwijze in het project is als volgt:

- het intensief volgen van een pilotgroep (excursiegroepen) gedurende één teeltseizoen.
- het volgen van de cursus Energiebeheer door de telers en begeleiders en het uitvoeren van een Energetische doorlichting op het bedrijf (EDO).
- het registreren van het gasverbruik, parameters t.a.v. buitenklimaat en kasklimaat en de gebruikswijze van de bedrijfsuitrusting.
- het berekenen van het gasverbruik met behulp van het model KASPRO van het IMAG-DLO en het model GASVERBRUIK van het PBG op basis van de bedrijfskenmerken, het gerealiseerd kasklimaat en buitenklimaat.
- het analyseren van de verschillen tussen het werkelijk en het berekend gasverbruik



voor het individueel bedrijf en het analyseren van de verschillen in gasverbruik en gebruikswijze van de bedrijfsuitrusting tussen de bedrijven.

- het evalueren van de resultaten en ervaringen t.a.v. gebruik bedrijfsuitrusting op en tussen bedrijven;
- het opstellen van een werkplan energie (praktische werkwijze voor toepassing) van de opgedane kennis voor toekomstige NTS-excursiegroepen.

#### ***Excursiegroep:***

De pilotgroep bestond uit twee excursiegroepen van elk vijf bedrijven, waarvan één in het Westland en één in De Kring. De bedrijven zijn geworven door de NTS en teelden allen rode paprika (zie bijlage 2). Het project sluit aan op de bestaande werkwijze van NTS-excursiegroepen; d.w.z. een excursiegroep, die wekelijks bijeenkomt om het gewas en de registratiegegevens te bespreken.

Beide excursiegroepen zijn in een startbijeenkomst op de hoogte gebracht van de opzet en aanpak van het project. Hierbij is ondersteuning verleend door Agramanagement (STOAS) voor de procesbegeleiding en procesbeheersing.

In de periode van februari t/m mei werden de excursiegroepen tweewekelijks bezocht door de DLV en het PBG; vanaf juni tot einde teelt eens in de vier weken. De DLV gaf (bege)leiding aan deze bijeenkomsten en het PBG besprak de verschillen in gasverbruiken aan de hand van de wekelijks geregistreerde gegevens (grafieken).

#### ***Cursus Energiebeheer en Energiedoorlichting:***

De telers en de begeleiders hebben bij de start een cursus Energiebeheer gevolgd bij het Innovatie en Praktijk Centrum (IPC-Plant) in Ede. Oogmerk van de cursus is om de telers theoretische kennis mee te geven in het project omtrent energie- en klimaatbeheer, zodat er een gelijke basiskennis aanwezig is.

Op de bedrijven is ook een Energetische doorlichting door het Nutsbedrijf uitgevoerd om de verwarmingstechnische situatie op het bedrijf in kaart te brengen. Tevens wordt hiermee de uitgangssituatie van de bedrijven vastgelgd.

#### ***Registreren gasverbruik, buitenklimaat en kasklimaat en gebruikswijze bedrijfsuitrusting:***

Op de bedrijven werden vanaf begin tot einde teelt gegevens geregistreerd over het gasverbruik, het kasklimaat (o.a. gerealiseerde kas- en buistemperatuur), het buitenklimaat (gerealiseerde buitentemperatuur, windsnelheid en stralingsom) en de gebruikswijze van de bedrijfsuitrusting.

De registratie was op weekbasis. De weekgegevens over het gasverbruik en de kas- en buitentemperatuur werden door de telers in het GROEINET-registratiesysteem ingevoerd en zijn vervolgens verwerkt.

In drie perioden werden deze kas- en buitenklimaatgegevens ook op uurbasis geregistreerd. De drie perioden waren: 2 t/m 23 maart, 1 t/m 22 juni en 31 augustus t/m 21 september. Daarbij werden ook de schermuren geregistreerd. De buitenklimaatgegevens werden in Westland betrokken van het Proefstation in Naaldwijk en in De Kring van één bedrijf.

In deze drie perioden is ook een registratie uitgevoerd naar de gebruikswijze van de klimaatregeling. Daartoe is nagegaan in welke mate bepaalde klimaatinstellingen werden gewijzigd en om welke redenen.

#### ***Berekenen gasverbruik op basis van bedrijfskenmerken en kas- en buitenklimaat:***

In het project zijn rekenmodellen van het PBG; GASVERBRUIK en IMAG-DLO: KASPRO

gebruikt om het gasverbruik op de bedrijven te berekenen. Met de rekenmodellen kunnen de oorzaken van (de ontstane verschillen in) gasverbruik inzichtelijk worden gemaakt. Het PBG-rekenmodel maakt gebruik van weekgegevens van het gerealiseerde kas- en buitenklimaat en de bedrijfskenmerken. De bedrijfskenmerken zijn via een aparte registratie verzameld.

Het IMAG-DLO-rekenmodel stoelt op uurgegevens van kas- en buitenklimaat en bedrijfskenmerken. De bedrijfskenmerken zijn tevens ontleend aan de EDO en lichttransmissieberekeningen van het kasdek door de DLV.

De berekeningen met het PBG-rekenmodel zijn gedurende de gehele teelt uitgevoerd. De berekeningen met het IMAG-DLO-rekenmodel hebben alleen betrekking op de drie eerder genoemde perioden.

*Analyseren verschillen tussen werkelijke en berekende gasverbruiken en analyse gebruikswijze klimaatregeling:*

De registraties en berekeningen zijn de basis geweest voor de analyse van het gasverbruik op de bedrijven en de analyse van de verschillen in gasverbruik tussen bedrijven. De analyse van de verschillen tussen de bedrijven is toegespitst op

- 1 het effect van het bedrijf (bedrijfsopzet en -inrichting),
- 2 het kasklimaat (resultaat van instellingen) en
- 3 het buitenklimaat (regio-effect).

De gebruikswijze van de klimaatregeling (wijzigingen instellingen en achterliggende redenen) op de bedrijven zijn ook bekeken.

Ook is de werkwijze en de discussie in de excursiegroepen gevolgd.

*Evalueren van resultaten en ervaringen t.a.v. gasverbruik en gebruik bedrijfsuitrusting:*

De ervaringen en de resultaten van de analyses van (de verschillen in) het gasverbruik en de gebruikswijze van de bedrijfsuitrusting zijn viermaal besproken in een gezamenlijke bijeenkomst van projectgroep en excursiegroepen. Driemaal tussentijds - na een drie-weekse periode van de uurregistratie - en eenmaal aan het eind van de registratieperiode. De tussentijdse evaluaties hebben tot enige aanpassingen geleid in de wijze van registreren en in de presentatie van de resultaten. In de laatste twee bijeenkomsten is het werkplan Energie besproken, dat op basis van de ervaringen in de excursiegroepen is samengesteld (zie hierna).

*Opstellen werkplan Energie t.b.v. NTS-excursiegroepen:*

Met de opgedane kennis op de bedrijven t.a.v. het gebruik van de bedrijfsuitrusting in relatie tot het gasverbruik en de ervaringen in de excursiegroepen is een werkplan Energie opgesteld. In dit werkplan zal een praktische werkwijze worden beschreven hoe telers in excursiegroepverband aan energiebesparing kunnen werken vanuit de bestaande bedrijfssituatie. Met het werkplan Energie kan de kennis uit dit project worden verspreid naar toekomstige (NTS)-excursiegroepen, die met energie aan de slag willen gaan.

### 3 ERVARINGEN CURSUS ENERGIEBEHEER EN ENERGETISCHE DOORLICHTING

In het project is door de telers de cursus Energiebeheer gevolgd van het Innovatie en Praktijk Centrum (IPC-Plant) in Ede. Daarnaast is op de bedrijven een Energetische doorlichting (EDO) uitgevoerd door het Nutsbedrijf.

In dit hoofdstuk worden de ervaringen met, en de belangrijkste zaken uit, de cursus en de EDO vermeld.

#### 3.1 CURSUS ENERGIEBEHEER

Eerst wordt ingegaan op de indrukken van de telers over de cursus, waarna vervolgens een aantal tips of weet U datjes wordt gegeven.

De cursus verschafte de telers inzicht in wetmatigheden (theoretisch inzicht) en reikte hen vuistregels aan. Door middel van stellingen werd het nadenken over klimaatregeling en energiebeheer geprikkeld en leverde waardevolle discussies op. Het gebruik van grafieken werd sterk onder de aandacht gebracht en verbeterde het inzicht in de (samenhangen van) instellingen. Algemeen was de indruk dat telers kritischer naar het eigen bedrijf gingen kijken m.b.t. het klimaat- en energiebeheer.

Door de kennis vanuit de cursus is men bewuster leren omgaan met de klimaatregeling. Zo ervoeren de telers gedurende het project een gedragsverandering t.a.v. het gebruik van de minimumbuis, het energiescherm en de warmtebuffer voor de CO<sub>2</sub>-dosering.

Wel werd de cursusduur (5 dagen) lang bevonden. Hierbij moet opgemerkt worden dat het kennisniveau binnen de groep al hoog lag. De cursus (opbouw en duur) is mede naar aanleiding van de opmerkingen van de telers door het IPC-Plant aangepast. Er zal in 1997 een verkorte cursus worden aangeboden onder de titel Efficiënt Klimaatbeheer.

De cursus is door de telers zeer waardevol bevonden en wordt sterk aanbevolen voor telers van glastuinbouwgewassen.

Uit de cursus Energiebeheer is een aantal punten gedestilleerd, die een 'tip' of 'weet U dat' inhouden voor o.a. de paprikateelt. Hieronder zijn deze weergegeven:

#### *Klimaatregeling: belangrijkste punten:*

- Minimum buis: Boven een globale straling van 300 W/m<sup>2</sup> doet een buis niets meer aan het kasklimaat; regelen in het stralingstraject tussen 150 en 200 W/m<sup>2</sup>.

Ervaring van een teler is dat het (op lichtniveau) zeer snel weg laten vallen van de minimum buis zeer positief werkt op gasbesparing, productie en kwaliteit.

Minimum buis heeft pas effect op het kasklimaat als het verschil tussen kas- en buis-temperatuur groter is dan 20°C.

- Grafieken gebruiken: Teken de ingestelde stook- en ventilatietemperatuur met alle correcties in een 24 uren grafiek uit. Dit geeft inzicht in (de samenhang) van de instellingen. Let hierbij op de overgangen; lopen de overgangen gelijk op of wordt gekozen voor afwijkingen.
- Schermgebruik: Het energiescherm kan in teelttechnisch en in energiebesparings-

opzicht goed worden toegepast als het verschil tussen kas- en buitentemperatuur 10°C of meer is.

- **Vochtregeling:** Bij een verschil tussen kas- en buitentemperatuur van 10°C of groter, is de condensatie tegen het glasdek voldoende om de luchtvochtigheid in de kas op peil te houden voor voldoende verdampingsactiviteit van het gewas. Het is dan niet nodig vocht af te luchten of weg te stoken.

De luchtvochtigheid in de kas kan het beste worden geregeld via een goede instelling van de ventilatietemperatuur. Instellingen als minimum raam en minimum buis zijn te star voor goede klimaatregeling en kosten extra energie. Bij minimum raamstand is er bovendien kans op te veel koude op de kop van de plant.

- **Ventilatietemperatuur:** Stel de ventilatietemperatuur nooit in onder de stooklijn. Stel de ventilatietemperatuur bij voorkeur minimaal 1 à 2°C in boven de stooklijn voor een rustigere regeling. Op veel klimaatcomputers wordt de ventilatietemperatuur automatisch begrensd op minimaal 0.5°C boven de stooktemperatuur.

Verander niet zozeer de luchttingsinstellingen, maar pas de P-band of P-factor aan.

- **Correcties:** Let op dat de berekening van de ventilatietemperatuur ook rekening houdt met correcties op stooktemperatuur zoals lichtverhoging.

#### *Klimaatregeling: overige punten:*

- **Opwarmen/afkoelen:** Het opwarmen/afkoelen van buizen gaat op zijn snelst 10 minuten per 10 graden buistemperatuur. Bij opwarmen/afkoelen van de kasruimte duurt dit minimaal 30 minuten per graad kasttemperatuur.
- **Planttemperatuur:** Bij een instraling van 200 W/m<sup>2</sup> is de bladtemperatuur gelijk aan de ruimtetemperatuur. Daaronder is de bladtemperatuur 1 à 2°C lager. Boven de 200 W/m<sup>2</sup> zal de bladtemperatuur steeds verder boven de ruimtetemperatuur uitstijgen.
- **Lichtinvloed:** Hou bij het instellen van lichtinvloed op o.a. ventilatietemperatuur steeds rekening met het maximale lichtniveau in de betreffende periode. Gebruik als regeltraject het traject tussen 45 en 90 % van de verwachte maximale instraling.
- **Relatieve luchtvochtigheid:** Door de relatie tussen vocht en temperatuur geldt dat onder overigens gelijkblijvende omstandigheden de RV 7% daalt per 1°C stijging van de kasttemperatuur. Vanwege temperatuurverschil is er tussen dag en nacht een verschil in RV van 6%.
- **Enkele kengetallen:** De zgn "3x3"-regel: Vochtdeficiet moet circa 3 g/kg zijn; het dauwpunt ligt ca. 3°C onder de kasttemperatuur en het verschil tussen nattebol en droge boltemperatuur is ca 3°C.

#### *Techniek: belangrijk punt:*

- **Tweetoerenregeling:** Het installeren van een tweetoerenregeling, aangestuurd door de klimaatcomputer bespaart t.o.v. een eentoerenregeling al snel 30% van het elektriciteitsverbruik per pomp.

*Techniek: overige punten:*

- Meting buistemperatuur: Plaats buistemperatuurvoelers minimaal 5 meter van (drieweg)-kleppen. Dit, omdat door de drukverschillen bij gesloten kleppen, warm water van het transportnet door de kleppen lekt. Dit geeft een te hoge buistemperatuur waardoor het regelgedrag steeds achter de feiten aanloopt (pieken en dalen).
- Weerstation: Eén buitenweerstation per 3 ha is voldoende. Plaats het station in het midden van het kascomplex op minimaal 3 m boven hoogste punt in omgeving.

### **3.2 ENERGETISCHE DOORLICHTING (EDO)**

Op de bedrijven in het Westland en de bedrijven in De Kring is door het Nutsbedrijf Westland respectievelijk Nutsbedrijf Delfland een energetische doorlichting uitgevoerd om de nutsituatie op de bedrijven vast te stellen. Hiermee werd duidelijk wat de startsituatie was van de individuele bedrijven in het project. Een aantal gegevens uit het rapport is gebruikt in het rekenmodel van IMAG-DLO voor het berekenen van het gasverbruik.

De EDO-rapporten zijn door de telers matig tot redelijk positief ontvangen. In hoeverre het kennisnivo van de telers t.a.v. de eigen verwarmingsituatie hierin meespeelt is onduidelijk.

Het EDO-rapport is een momentopname van en een onafhankelijk blik op de verwarmingstechnische situatie op het bedrijf. Het rapport is gebaseerd op naar het oordeel van de telers nauwkeurige metingen en de resultaten waren met name grafisch goed weergegeven. De resultaten uit het rapport waren voor de meeste telers herkenbaar.

De rapporten lieten echter lang op zich wachten. De nabespreking door het Nutsbedrijf in de excursiegroep in De Kring werd mager bevonden. Omtrent de bijdrage aan de energiebesparing werden door veel telers twijfels gezet, omdat ze voor elk bedrijf hetzelfde waren en het bedrijfsspecifieke effect ontbrak, waardoor de meerwaarde van de EDO niet duidelijk werd vastgesteld.

## 4 BEDRIJFSBESCHRIJVING EN -RESULTATEN 1995-1996

### 4.1 KARAKTERISTIEKEN DEELNEMENDE BEDRIJVEN

De twee excursiegroepen bestaan elk uit vijf bedrijven. Deze bedrijven vertonen grote verschillen in bedrijfsuitrusting. Voor de analyse van het gasverbruik is gekeken naar: lengte en breedte van de kassen, bedrijfsvorm, bedrijfsgrootte, goothoogte, gevelisolatie, gevelverwarming en isolatie daarvan, leeftijd, stookvakken, ligging kas t.o.v. andere kassen of bebouwing, scherm, condensor en warmtebuffer. Deze gegevens zijn opgenomen in bijlage 3.

#### 4.1.1 Bedrijfsvorm

Gemiddeld is de bedrijfsgrootte 1,86 ha. Het grootste bedrijf is 3,6 ha en het kleinste 0,96 ha. Zes bedrijven zijn rechthoekig en vier bedrijven hebben uitsparingen en of losliggende afdelingen. De verhouding gevel- / kasoppervlakte is gemiddeld 13 %, terwijl de hoogste op 20 % en de laagste op 11 % ligt. Op vier van de tien bedrijven is over het hele bedrijf de bedrijfsuitrusting gelijk. De andere zes bedrijven zijn in verschillende fasen gebouwd en verschillen daardoor in bedrijfsuitrusting. Zeven bedrijven liggen min of meer ingebouwd tussen andere bedrijven, één bedrijf ligt helemaal vrij en twee bedrijven hebben één zijgevel die helemaal vrij ligt. De gemiddelde leeftijd van de bedrijven is 8 jaar. De meeste bedrijven hadden kassen van verschillende leeftijden. De oudste kas is 23 jaar en de jongste kas is net nieuw.

De goothoogte varieert tussen 280 cm en 400 cm, met een gemiddelde van 350 cm. In de laagste kassen is het niet mogelijk met een beweegbaar scherm te werken.

#### 4.1.2 Energiebesparende maatregelen

Alle bedrijven hebben een condensor met een apart net, waarvan er één een combicondensor is. Op twee bedrijven staat een warmtekrachtinstallatie. Acht bedrijven hebben een warmtebuffer. Gemiddeld is deze 80 m<sup>3</sup> per ha groot. De kleinste is 39 en de grootste 153 m<sup>3</sup> per ha. Twee bedrijven hebben geen warmtebuffer.

Alle bedrijven hebben in de afdelingen waar dat mogelijk is een beweegbaar schermdoek. Twee bedrijven hebben in de laagste afdelingen een vast folie scherm gehad. De gevels zijn gemiddeld voor 40 % geïsoleerd en de verwarming is aangepast aan de isolatie van de gevels.

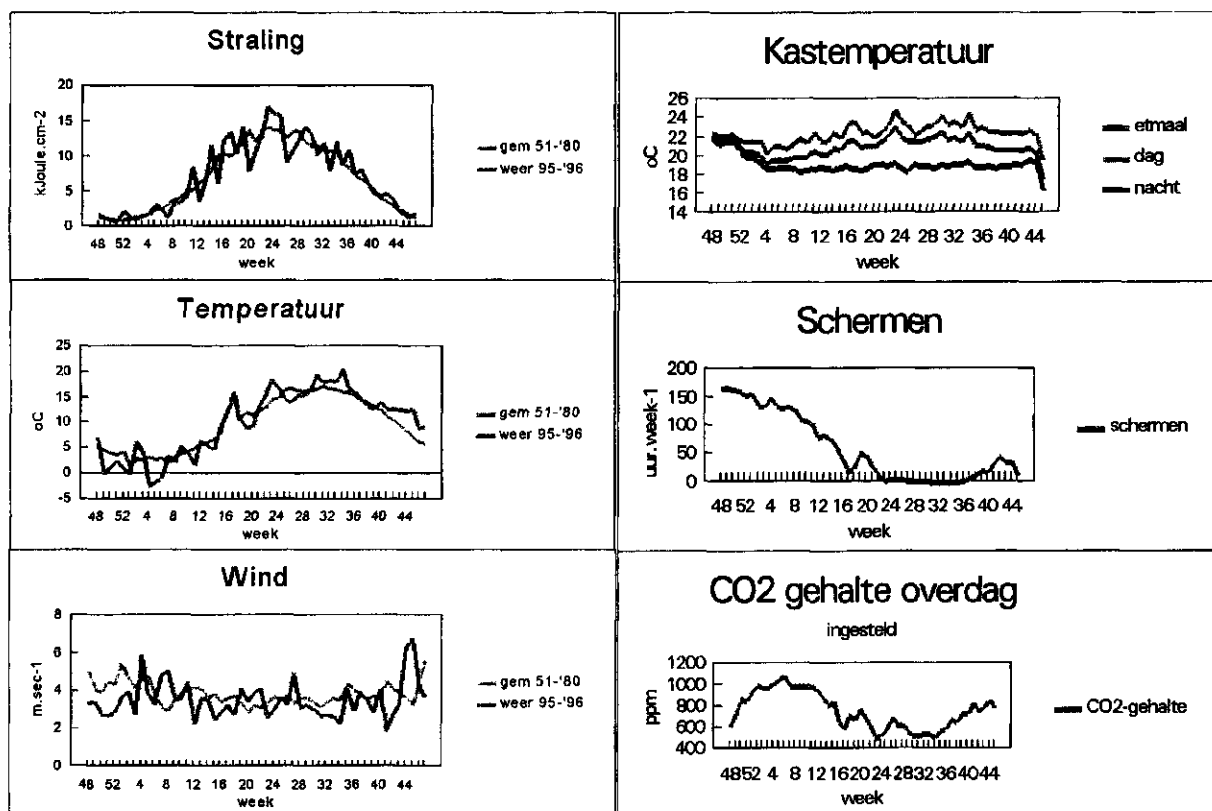
### 4.2 GASVERBRUIK



Figuur 4.1: Gemiddelde, hoogste en laagste gasverbruik van de groep.

Van de tien bedrijven is op acht bedrijven van het begin tot het eind van de teelt het gasverbruik geregistreerd. (zie bijlage 4) Op één bedrijf is in week 40 een groot deel van het bedrijf gesloopt voor nieuwbouw en het andere bedrijf had vanaf week 37 een defecte computer. Één bedrijf is de teelt in week 47 begonnen, zes in week 48, één in week 49 en twee in week 50. Het

gasverbruik is op één bedrijf geregistreerd tot week 37, op één tot week 40, op één tot week 42, op één tot week 43, op twee tot week 44, op drie tot week 45 en één tot week 46. Gemiddeld is voor de acht bedrijven voor 47 weken gasverbruik geregistreerd. Het gemiddelde gasverbruik ligt voor deze acht bedrijven ligt op  $50,0 \text{ m}^3 \cdot \text{m}^{-2}$ , met als hoogste verbruik  $56,3 \text{ m}^3 \cdot \text{m}^{-2}$  en als laagste  $42,1 \text{ m}^3 \cdot \text{m}^{-2}$  een verschil van  $14,2 \text{ m}^3 \cdot \text{m}^{-2}$ . (zie bijlage 5)



**Figuur 4.2:** *Vergelijking gemiddelde voor etmaaltemperatuur, windsnelheid en stralingssom tussen het gemiddelde klimaat van 1951 t/m 1980 en het seizoen 1995 - '96.*

**Figuur 4.3:** *Gemiddelde weekcijfers van de etmaal-, dag- en nachttemperaturen, de schermuren en de ingestelde CO<sub>2</sub>-gehalte in de kas voor de groep van tien tuinders.*

### 4.3 BUITENKLIMAAT EN KASKLIMAAT

In figuur 4.2 wordt de temperatuur, wind en straling van dit seizoen vergeleken met het gemiddelde weer van 1951 tot en met 1980.

Het buitenklimaat van het seizoen 1995-'96 wordt gekenmerkt door een warme week aan het begin van het seizoen, gevolgd door een koude periode van acht weken, onderbroken door twee weken dooi. Daarna volgt een periode van donker weer. Eind april zijn er twee warme weken. Begin juni en de laatste weken van juli en begin augustus zijn

ook warmer dan gemiddeld.

In figuur 4.3 wordt per week kasttemperatuur, schermregime en CO<sub>2</sub>-gehalte in de kas weergegeven van de tien bedrijven.

Vergelijken we deze kasgegevens met het buitenklimaat, dan kunnen we de volgende punten opmerken:

- In week 4 is de gewenste kasttemperatuur door de lage buitentemperatuur waarschijnlijk niet gehaald.
- De temperatuur in de kas overdag een aantal pieken kent. Deze pieken komen in week 12, 16, 24, 31 en 34 overeen met pieken in de straling.
- Verder loopt het CO<sub>2</sub>-gehalte terug als de straling toeneemt. Relatief koude weken geven een hoger CO<sub>2</sub>-gehalte te zien en warme weken een lager CO<sub>2</sub>-gehalte.
- Het schermgebruik neemt af als de buitentemperatuur toeneemt. In week 20 zakt de buitentemperatuur weer onder de 10 °C en wordt weer 's nachts geschermd.

#### 4.3.1 Kas- en buistemperaturen per uur

In drie periodes van drie weken zijn de kas- en buistemperaturen per uur bijgehouden. In week 10 tot en met 12 zijn de kas- en buistemperaturen overgenomen van de klimaatscomputer en door de tuinders in GROINET ingevoerd. Deze manier van registratie was voor de tuinders een arbeidsintensieve klus. Door verschillen in computers en meetboxen zijn er meetverschillen tussen de bedrijven. In week 23 tot en met 25 en 36 tot en met 38 is, mede om deze meetverschillen te beperken, gemeten met geijkte dataloggers. Helaas zijn in de laatste periode voor vier bedrijven de gegevens verloren gegaan en is de tijdsvastlegging iets verschoven. Voor deze laatste twee perioden zijn de gemeten waarden goed vergelijkbaar, maar kan er in de laatste periode een verschuiving in de tijd tussen de bedrijven zitten.

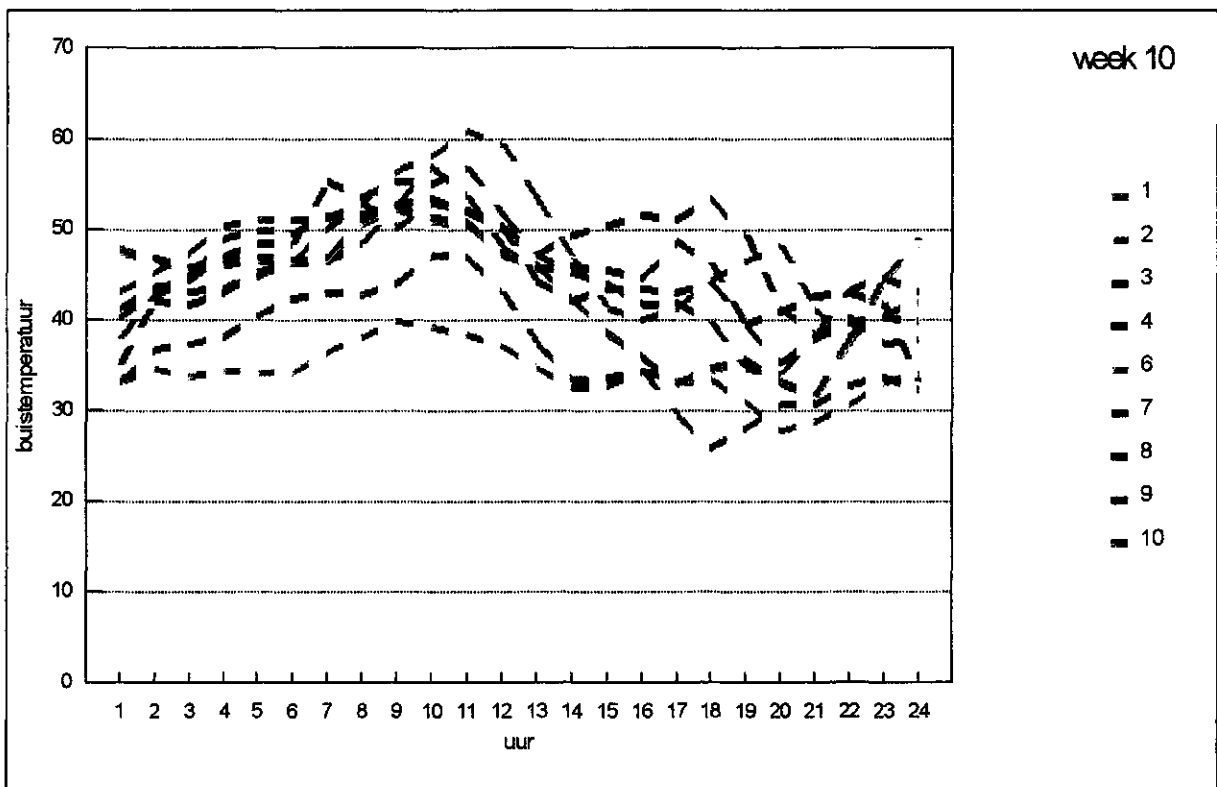
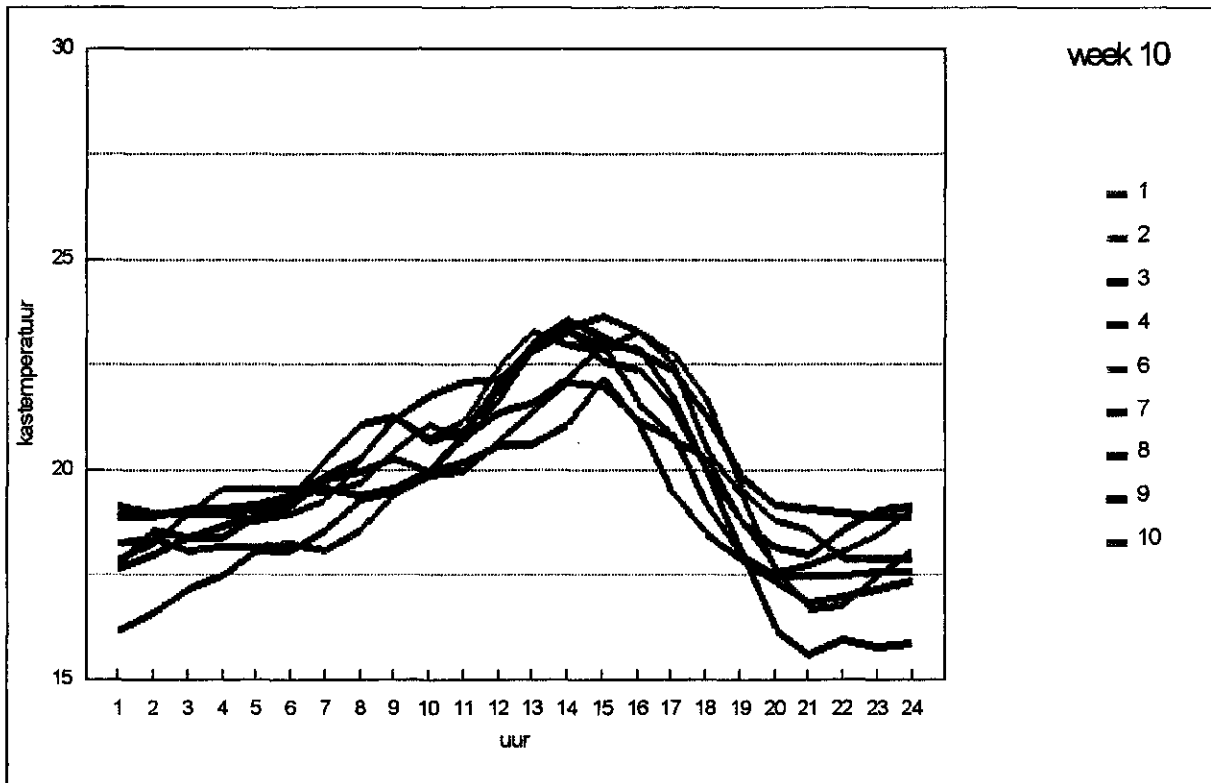
##### ***Week 10 tot en met 12 1996:***

Het buitenklimaat van week 10 tot en met 12 zag er als volgt uit: In week 10 was de gemiddelde buitentemperatuur 4.0 °C en de stralingssom bedroeg 4.2 kJoule per cm<sup>2</sup>. Voor de tijd van het jaar was dit een gemiddelde week met iets meer straling. In week 11 was de gemiddelde buitentemperatuur 1.8 °C en de stralingssom bedroeg 8.6 kJoule per cm<sup>2</sup>. Voor de tijd van het jaar was dit een koude week met zeer veel straling. In week 12 was de gemiddelde buitentemperatuur 6.5 °C en de stralingssom bedroeg 3.7 kJoule per cm<sup>2</sup>. Voor de tijd van het jaar was dit een warmere week met minder straling.

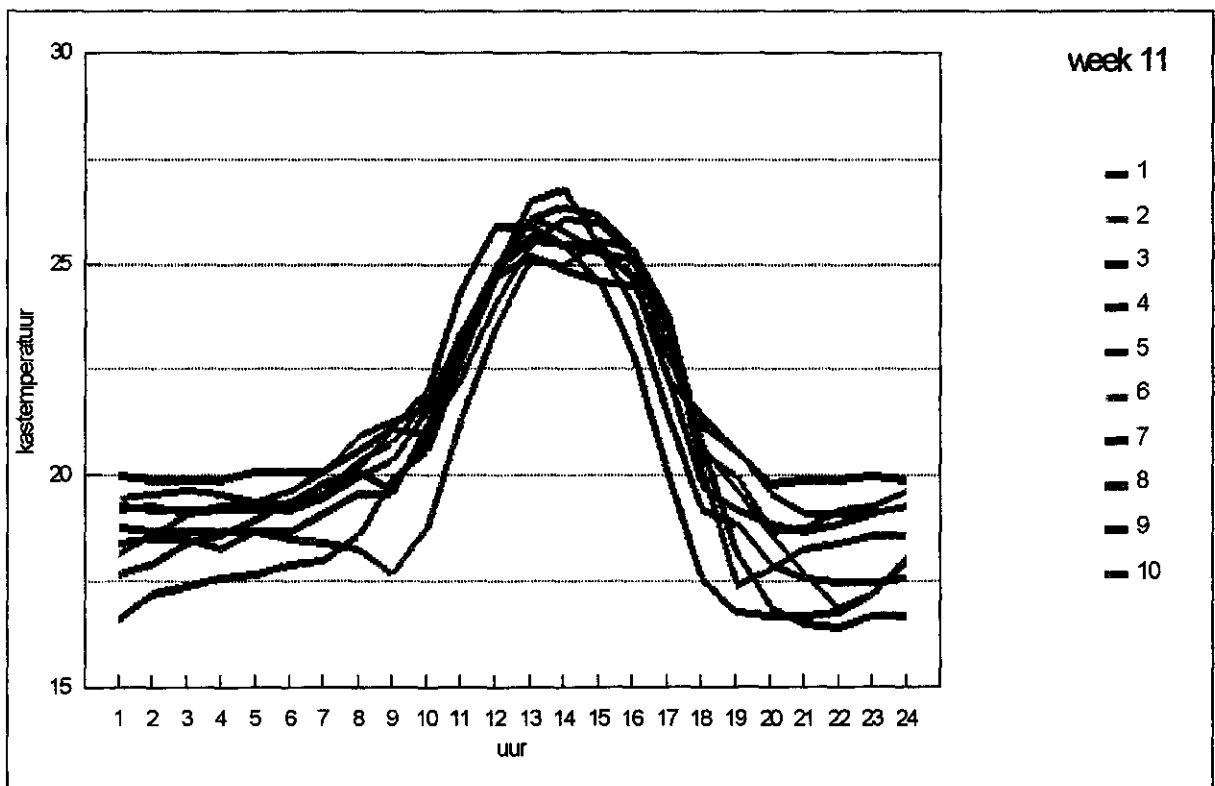
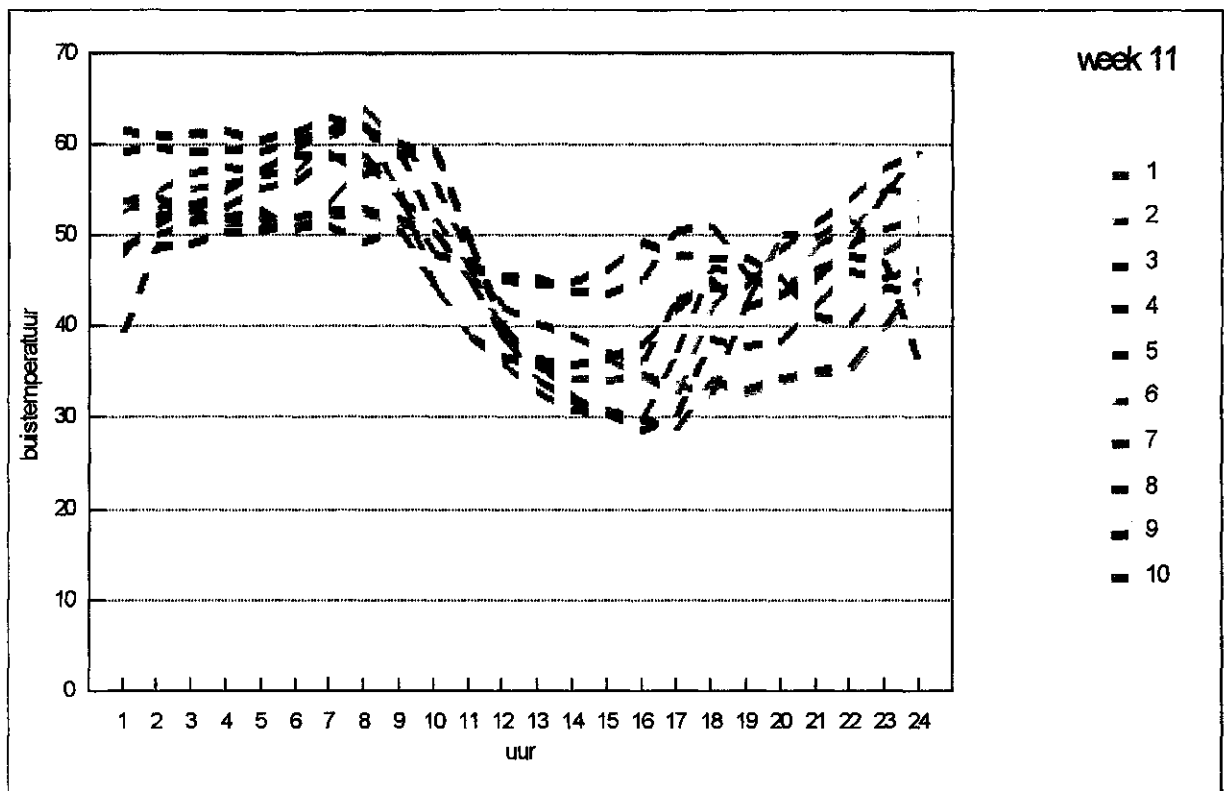
In figuur 4.4.1 t/m 4.4.3 wordt voor deze weken het gemiddelde verloop over de dag weergegeven voor de gerealiseerde kas- en buistemperatuur. De kasttemperatuur van week 11 loopt al op tot boven 25 °C, als gevolg van de hoge straling van die week, terwijl hij in week 10 en 12 overdag rond de 22 tot 23 °C blijft hangen. De nachttemperatuur ligt in alle drie de weken tussen 17,5 en 20 °C. De spreiding tussen de bedrijven in de gerealiseerde kasttemperatuur is circa twee graden. De minimum en maximum kasttemperatuur lag in week 10 circa 5 graden uit elkaar, in week 11 bij het merendeel van de bedrijven meer dan 8 graden en in week 12 tussen de 4 en 7 graden. Bedrijf 7 valt op door de extra lage nachttemperaturen in week 10 en 11. Dit is o.a. het gevolg van een nachtverlaging voor de zetting.



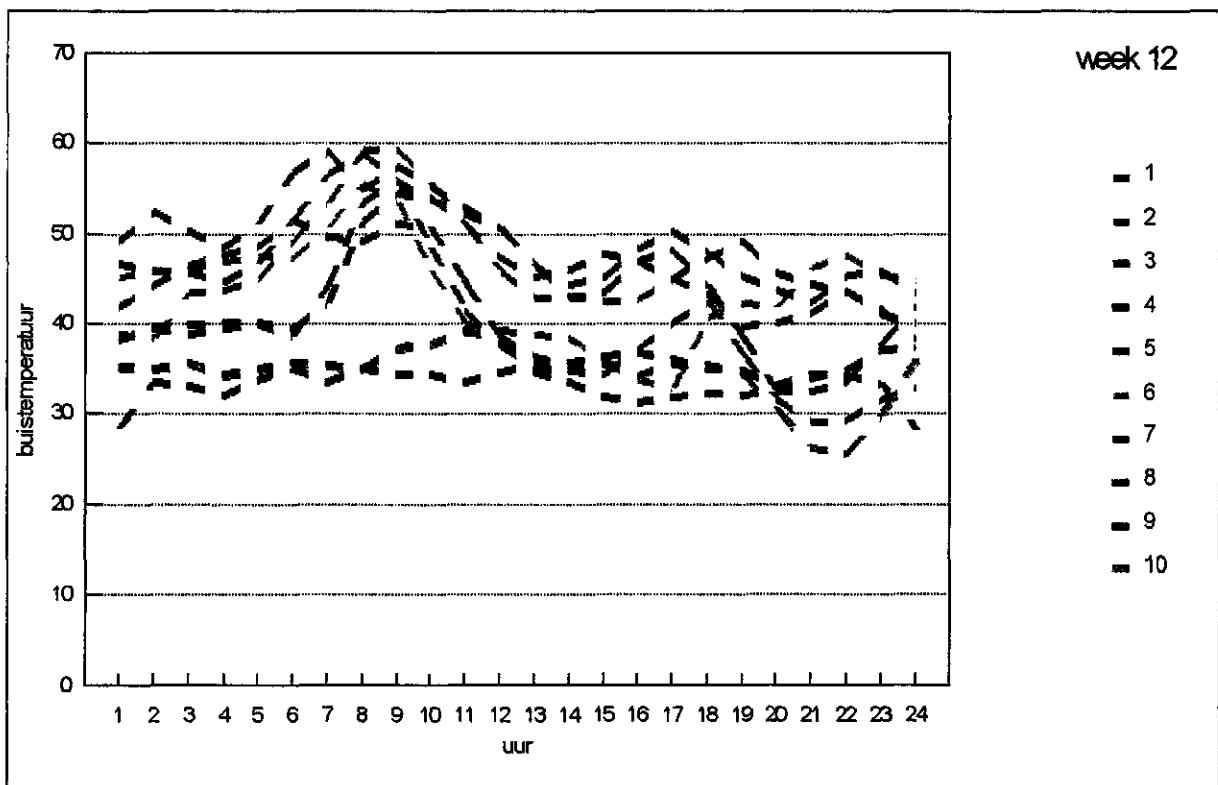
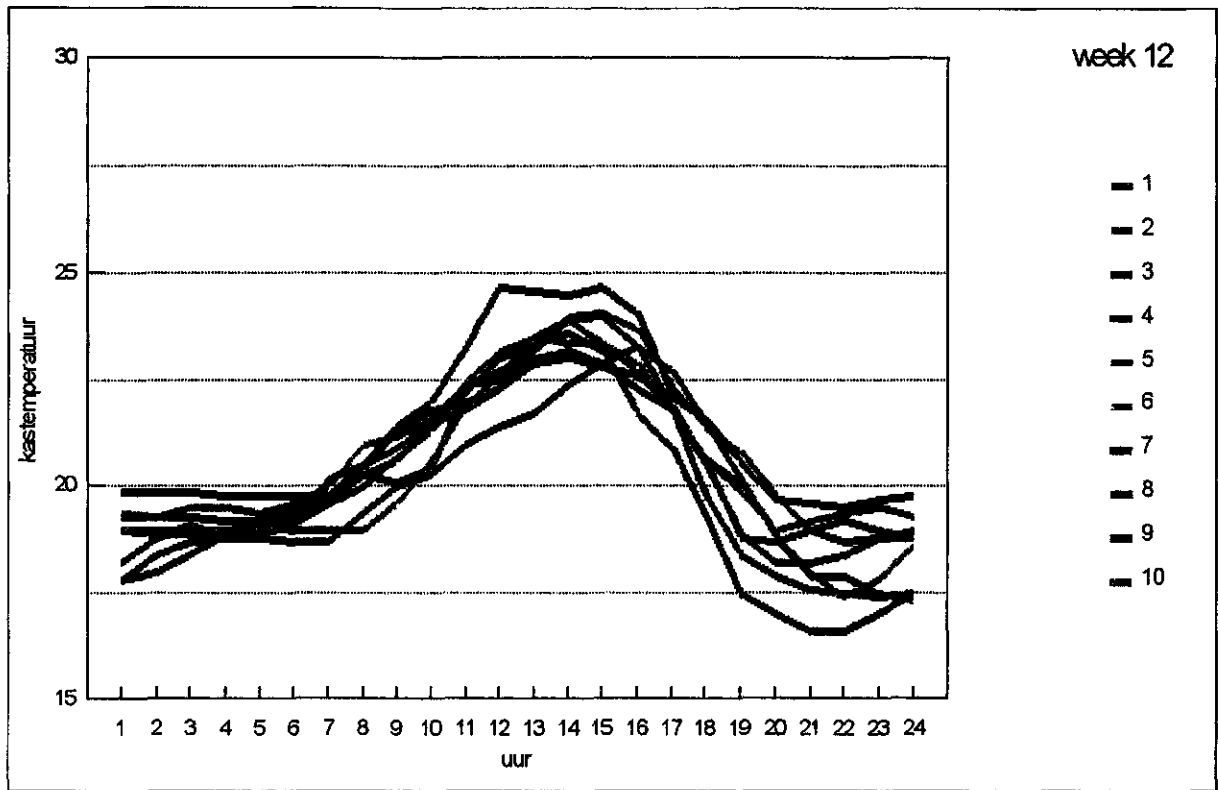
De buistemperatuur komt in week 10 tot en met 12 niet onder de 30 °C en wordt niet hoger dan circa 60 °C. In week 11 is goed te zien dat door de hoge straling de buistemperatuur na 9.00 uur 's ochtends flink terug loopt, om na 16.00 uur weer op te lopen. Opvallend is ook dat in week 11 de nachttemperatuur, met waarden tussen 50 en circa 60 °C, tien graden hoger ligt dan week 10 en 12. Dit is waarschijnlijk te wijten aan de heldere nachten, met een hoge uitstraling. In week 12 en in mindere mate in week 11 is duidelijk in de buistemperatuur het moment van opstoken voor de dag in combinatie met het openen van het scherm zichtbaar. In week 12 vallen bedrijf 4 en 10 op door de lage en vlak verlopende buistemperaturen.



Figuur 4.4.1: Gemiddelde uurwaarden van week 10 van 1996 voor de kas- en buisstemperatuur van tien bedrijven.



Figuur 4.4.2: Gemiddelde uurwaarden van week 11 van 1996 voor de kas- en buis temperatuur van tien bedrijven.



*Figuur 4.4.3: Gemiddelde uurwaarden van week 12 van 1996 voor de kas- en buistemperatuur.*

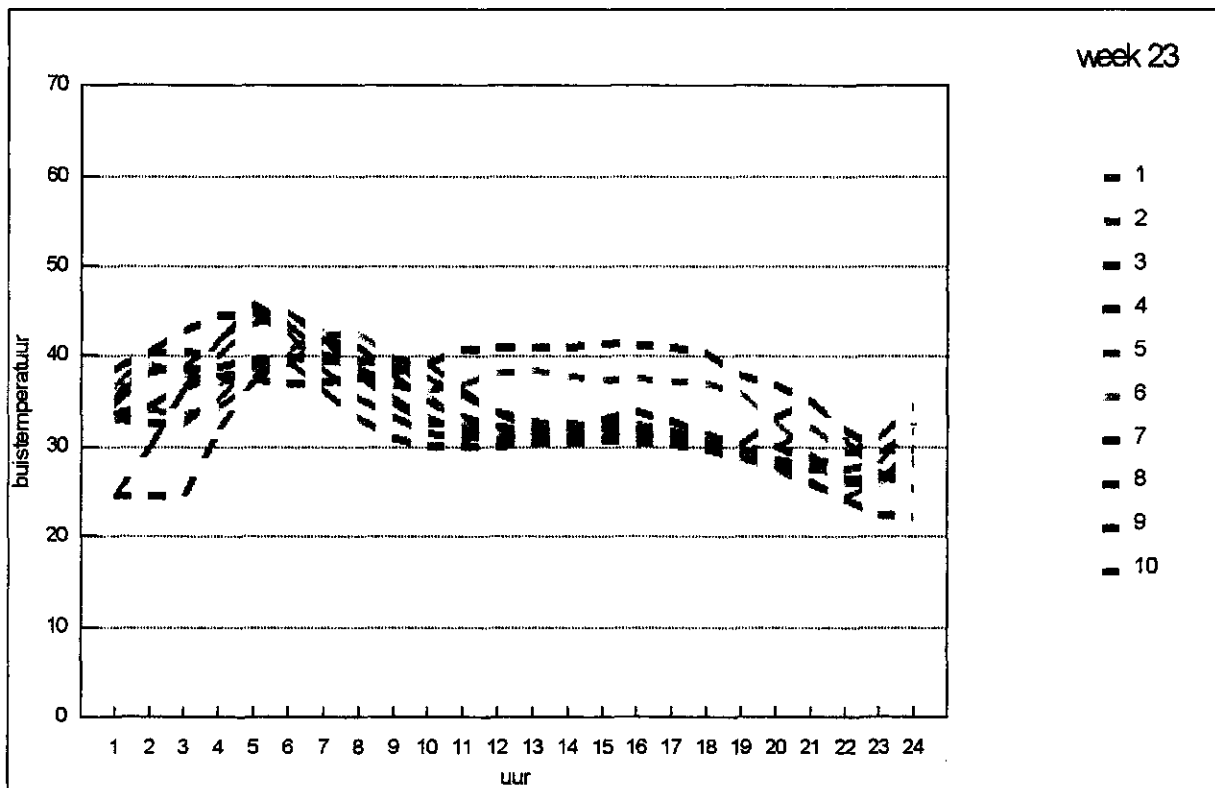
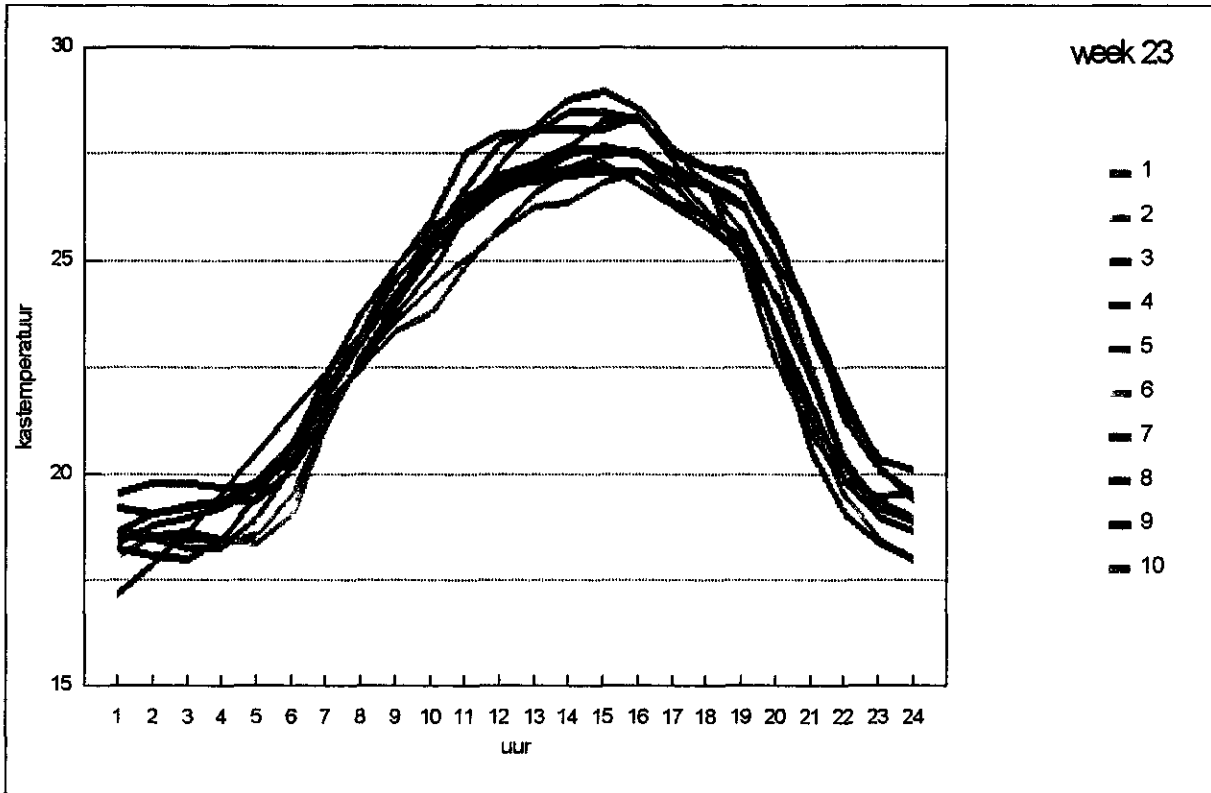
**Week 23 tot en 25 1996:**

In week 23 was de gemiddelde buitentemperatuur 18.6 °C en de stralingssom bedroeg 17.1 kJoule per cm<sup>2</sup>. Voor de tijd van het jaar was dit een warme week met veel straling. In week 24 was de gemiddelde buitentemperatuur 17.0 °C en de stralingssom bedroeg 16.1 kJoule per cm<sup>2</sup>. Voor de tijd van het jaar was dit ook een warme week met veel straling. In week 25 was de gemiddelde buitentemperatuur 14.8 °C en de stralingssom bedroeg 16.2 kJoule per cm<sup>2</sup>. Voor de tijd van het jaar was dit een koelere week met iets minder straling.

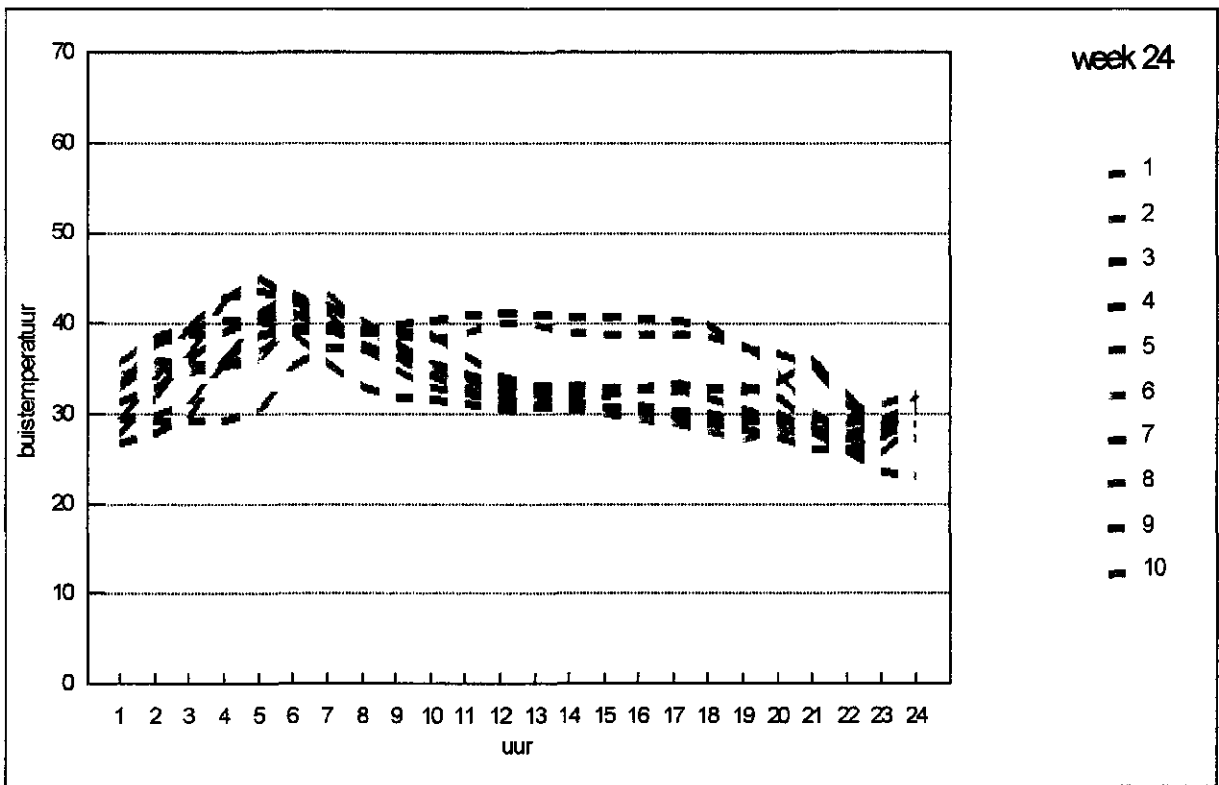
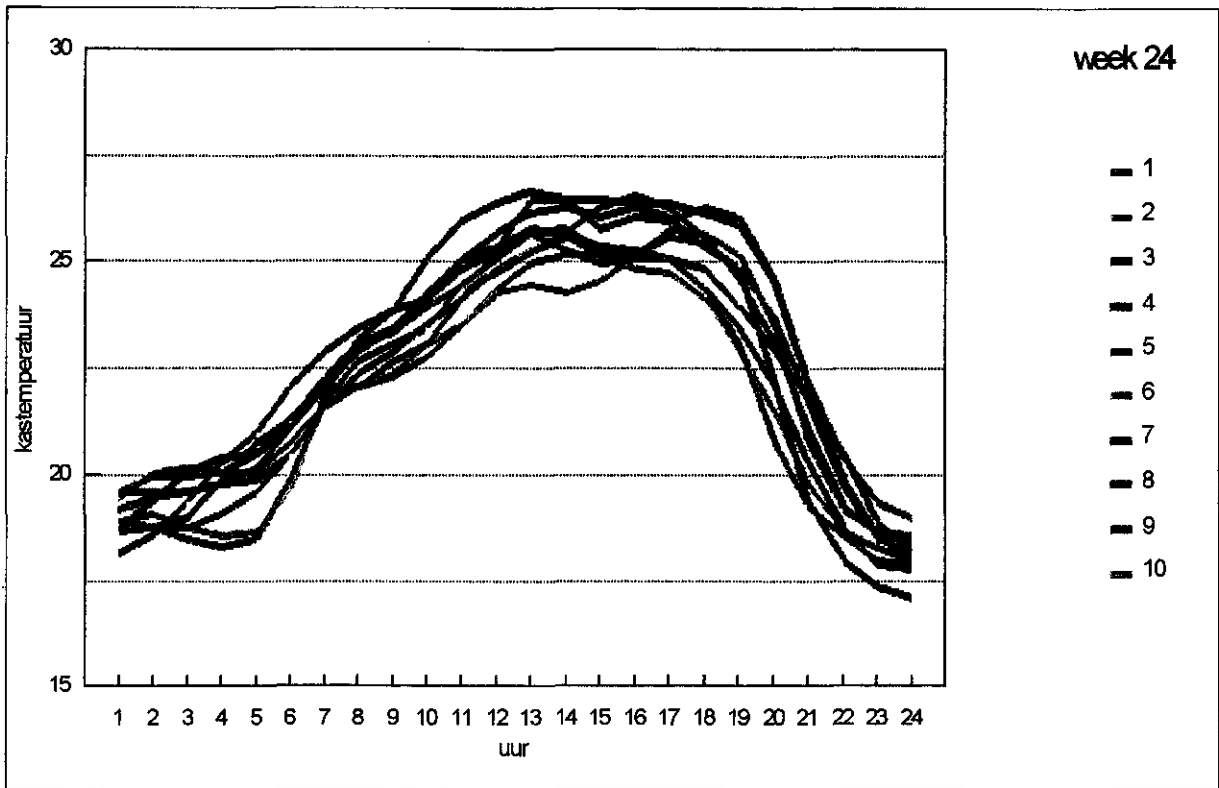
In figuur 4.4.4 t/m 4.4.6 wordt voor deze weken het gemiddelde verloop over de dag weergegeven voor de gerealiseerde kas- en buistemperatuur. De kastemperatuur schommelt deze drie weken tussen 18 en 26 °C. Week 23 kent pieken van ruim 28 °C. Het verschil tussen de laagste en hoogste temperatuur op een dag is in deze periode 7 tot 8 graden.

Bedrijf 6 en 10 starten 's ochtends in week 24 en 25 later met opwarmen naar de dag en realiseren daardoor een lagere nachttemperatuur in de kas.

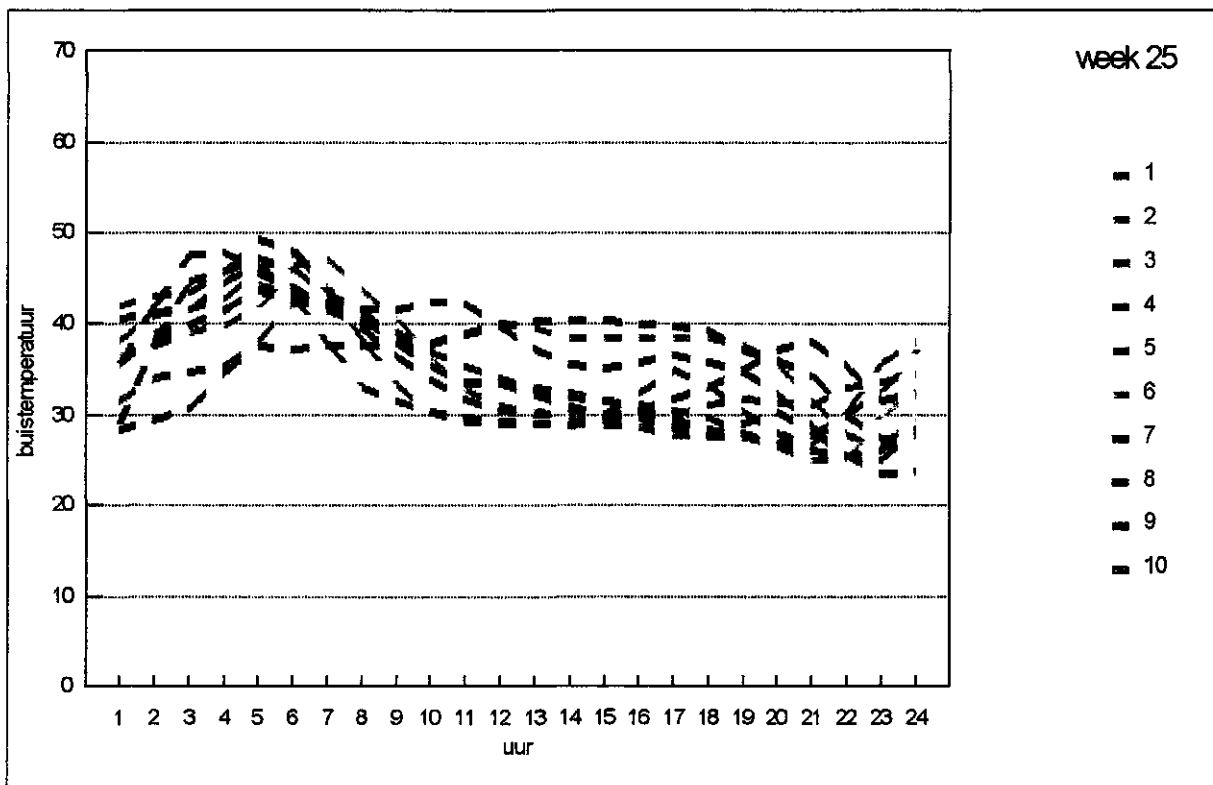
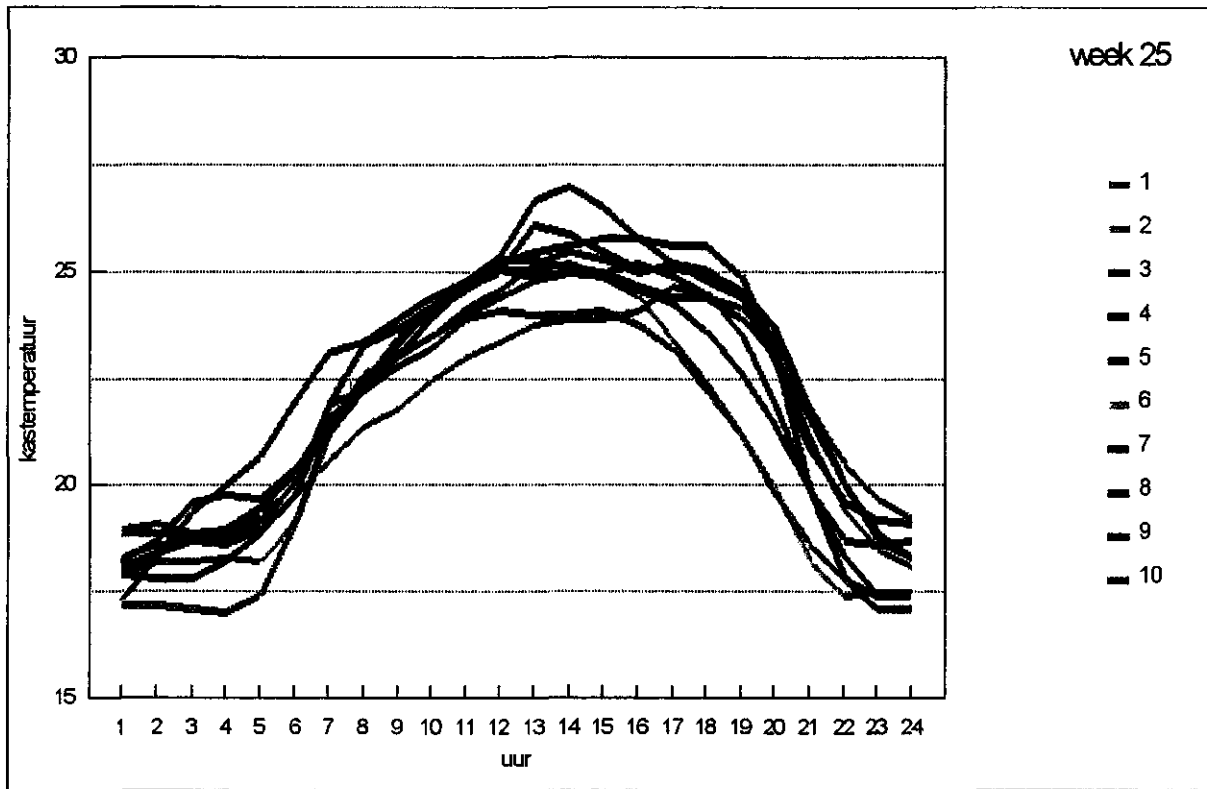
De buistemperatuur schommelt deze weken tussen 25 en 45 °C. Ook hier is in de ochtend de verhoging van de buistemperatuur voor het opstoken naar de dagtemperatuur zichtbaar. Bij het merendeel van de bedrijven loopt de buistemperatuur overdag tot circa 30 °C terug. Alleen bedrijf 2 en 10 handhaven een hoge buistemperatuur overdag van circa 40 °C. Beide bedrijven hebben geen warmtebuffer en gebruiken de ketel om aanvullend CO<sub>2</sub> te doseren. Bij enkele bedrijven loopt rond vier uur de buistemperatuur op. Bij de tuinders is niet duidelijk of dit een gevolg is van een volle warmtebuffer. Tussen de weken onderling zit niet veel verschil in stookgedrag bij de tuinders.



Figuur 4.4.4: Gemiddelde uurwaarden van week 23 van 1996 voor de kas- en buis temperatuur.



Figuur 4.4.5: Gemiddelde uurwaarden van week 24 van 1996 voor de kas- en buis temperatuur.



Figuur 4.4.6: Gemiddelde uurwaarden van week 25 van 1996 voor de kas- en buistemperatuur.

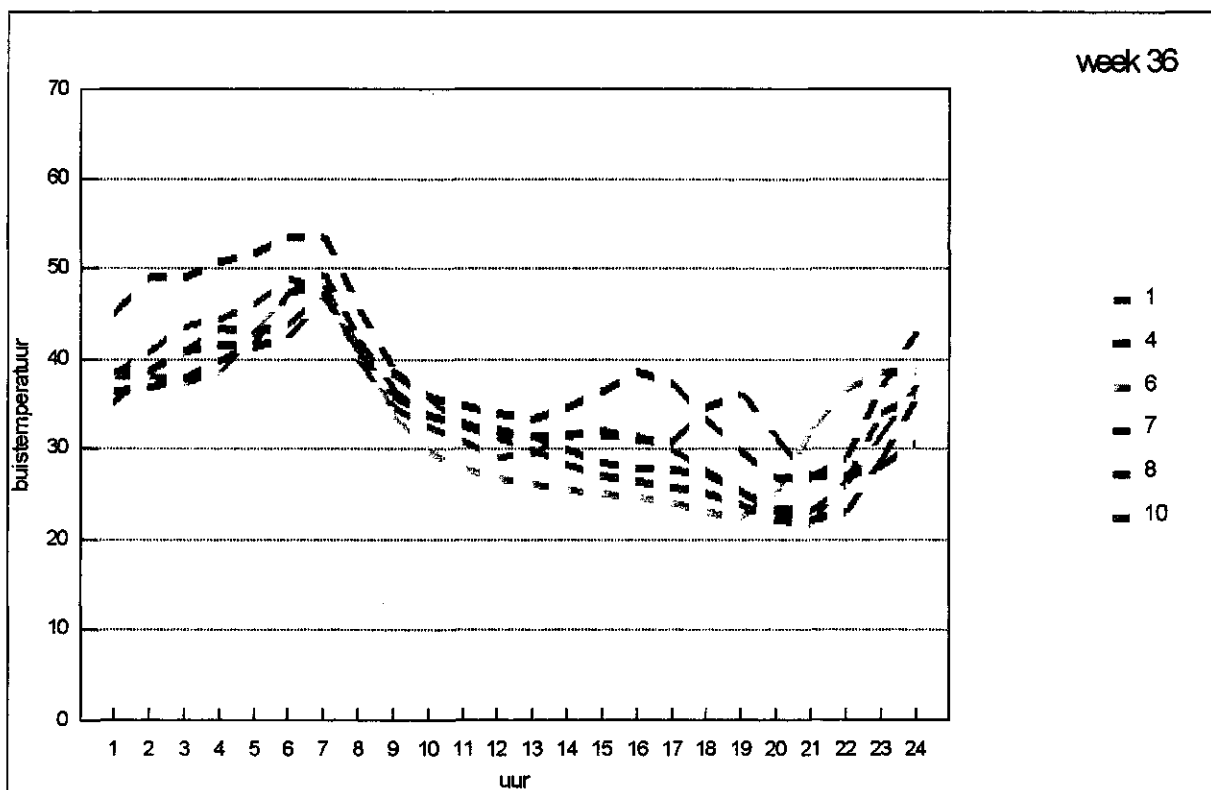
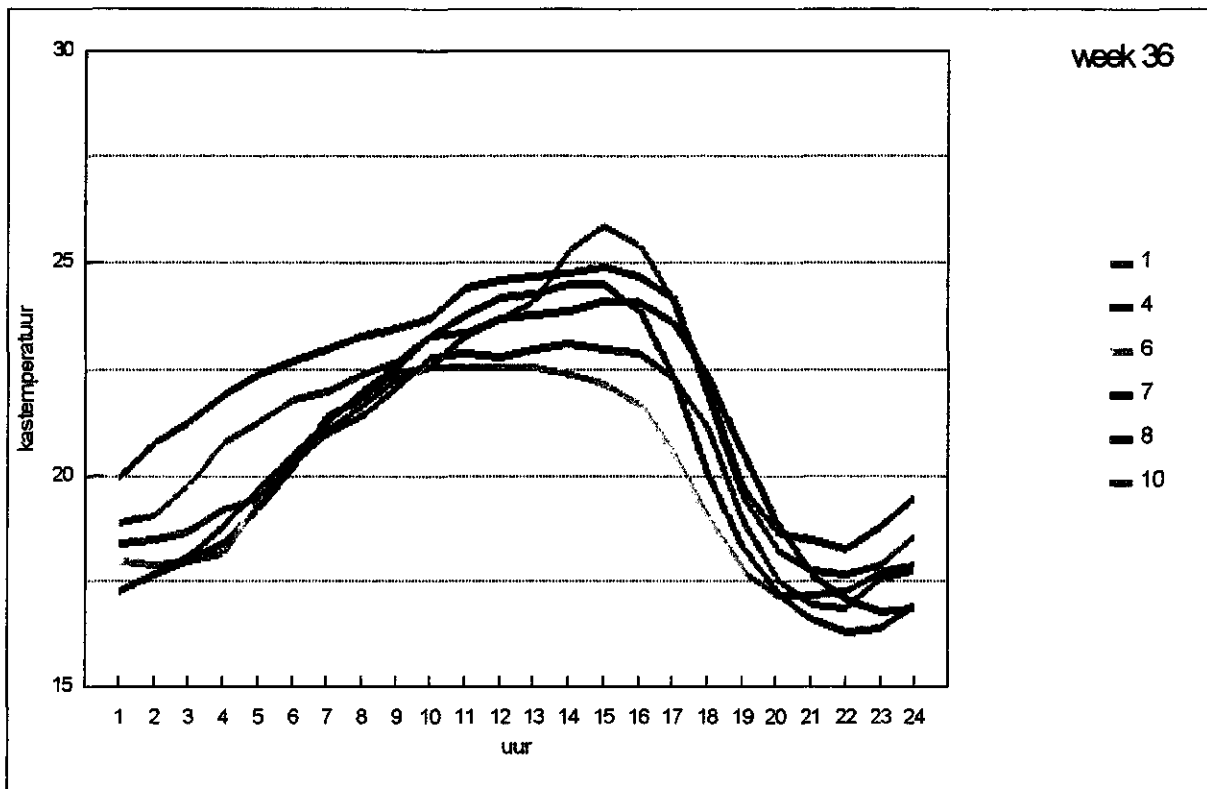


**Week 36 tot en met 38 1996:**

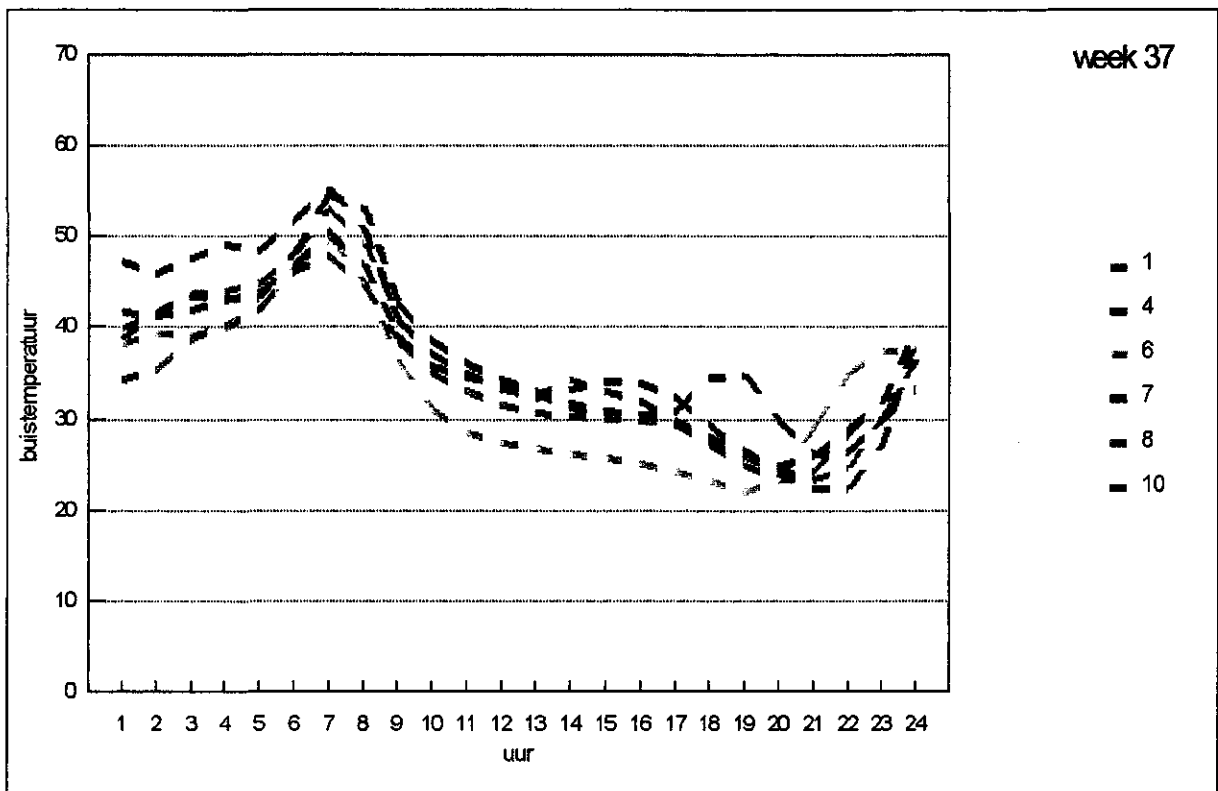
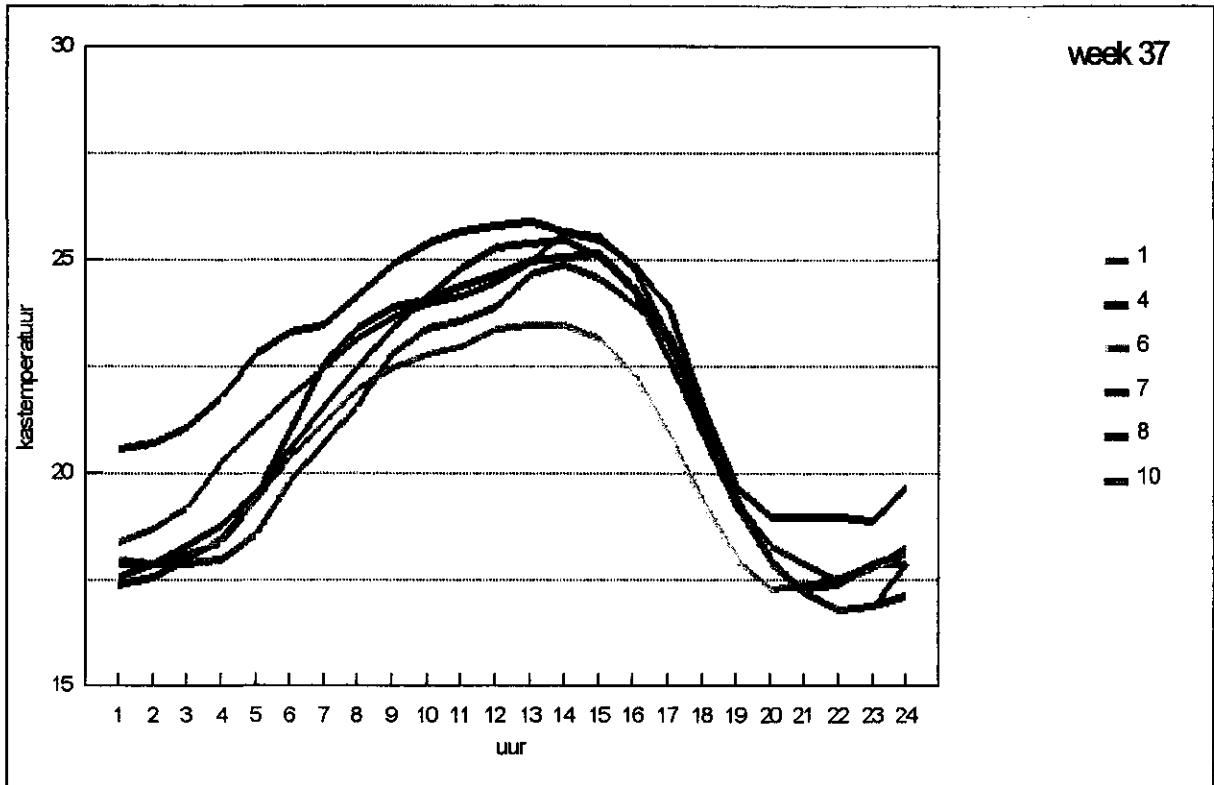
In week 36 was de gemiddelde buitentemperatuur 16.5 °C en de stralingssom bedroeg 9.1 kJoule per cm<sup>2</sup>. Voor de tijd van het jaar was dit een warme week met veel straling. In week 37 was de gemiddelde buitentemperatuur 15.9 °C en de stralingssom bedroeg 10.8 kJoule per cm<sup>2</sup>. Voor de tijd van het jaar was dit een warme week met veel straling. In week 38 was de gemiddelde buitentemperatuur 14.8 °C en de stralingssom bedroeg 6.9 kJoule per cm<sup>2</sup>. Voor de tijd van het jaar was dit een gemiddelde week met een gemiddelde straling.

In figuur 4.4.7 t/m 4.4.9 wordt voor deze weken het gemiddelde verloop over de dag weergegeven voor de gerealiseerde kas- en buistemperatuur. De kastemperatuur varieert deze periode tussen 17 en 26 °C. Opvallend zijn de hoge nachttemperaturen van bedrijf 7 en de lage dagtemperaturen van bedrijf 6.

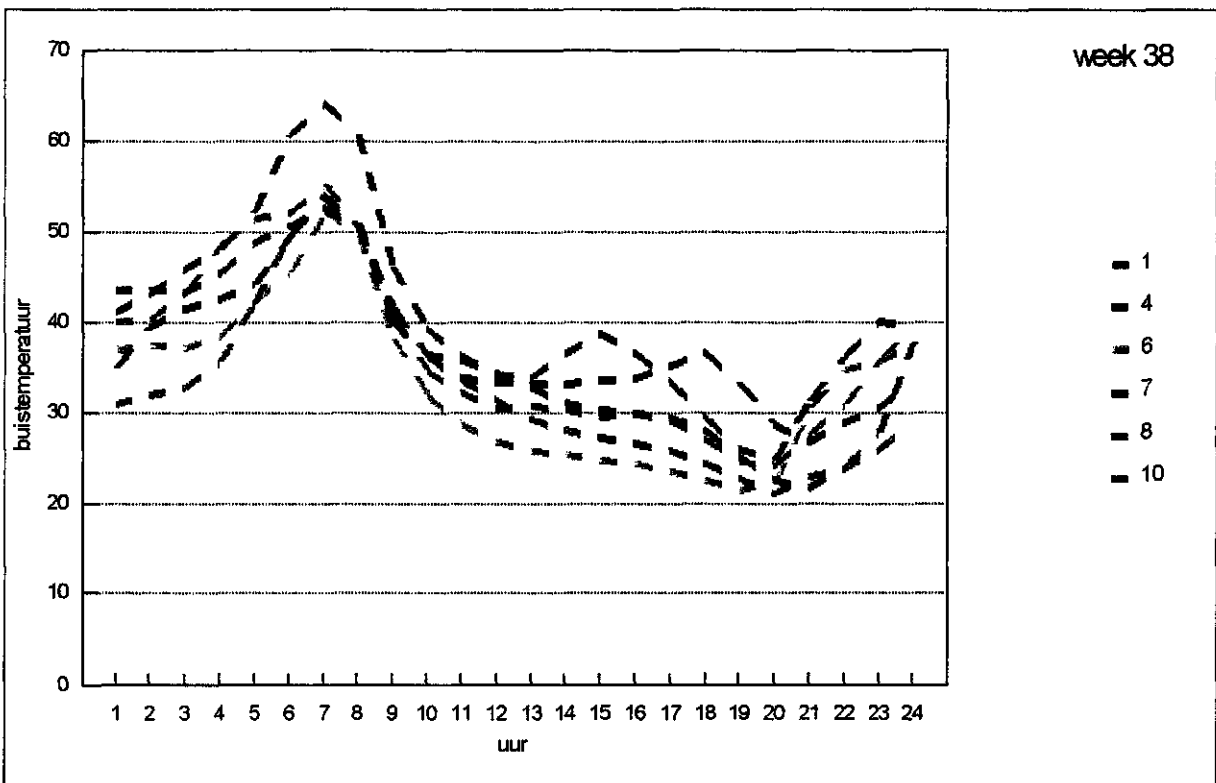
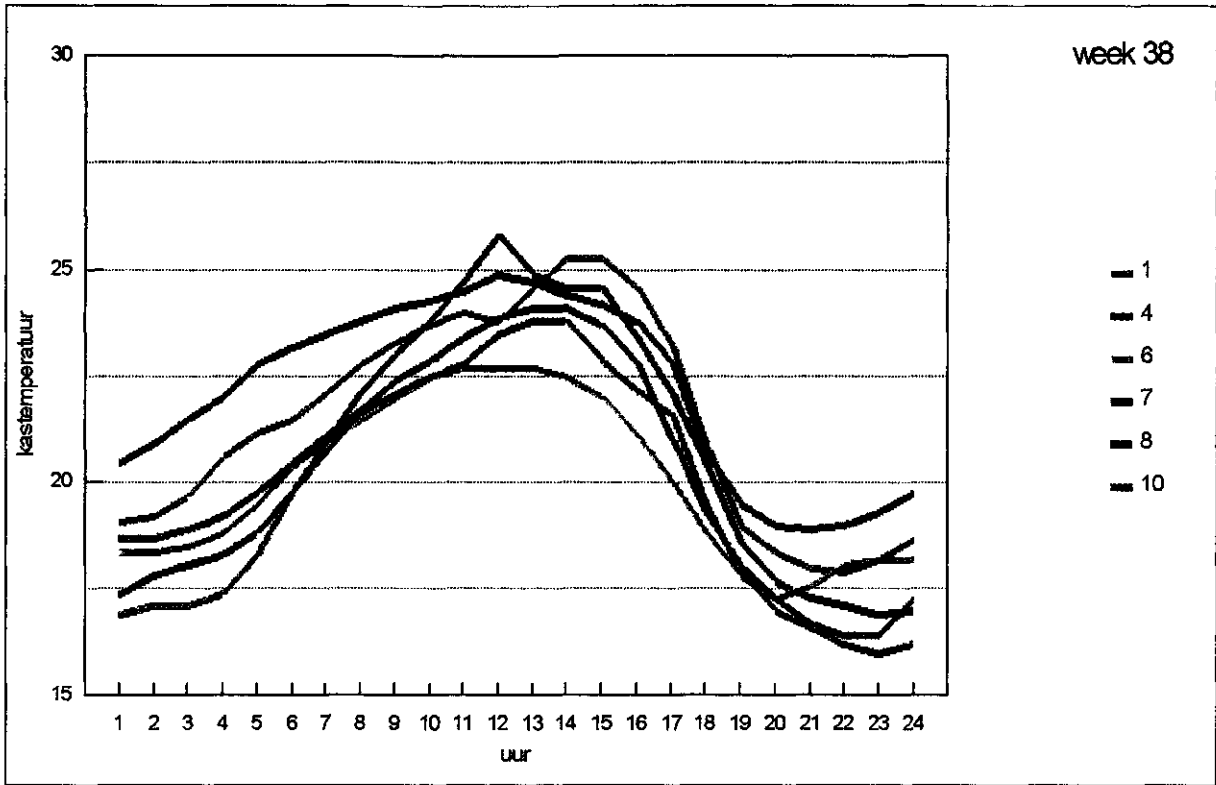
De buistemperatuur toont duidelijk het opstookmoment van nacht naar dag, waarna de buistemperatuur in de loop van de dag afneemt. Opvallend zijn de pieken in de middag van bedrijf 4 en 7 en in iets mindere mate bij bedrijf 1. Verder valt ook de hoge opstookpiek van bedrijf 7 in week 38 op. Ook is de lage kastemperatuur van bedrijf 6 overdag hier terug te vinden in een lagere buistemperatuur.



*Figuur 4.4.7: Gemiddelde uurwaarden van week 36 van 1996 voor de kas- en buisstemperatuur van zes bedrijven.*



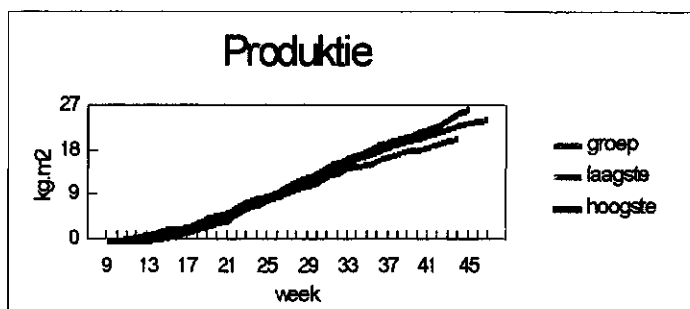
Figuur 4.4.8: Gemiddelde uurwaarden van week 37 van 1996 voor de kas- en buisstempertuur.



*Figuur 4.4.9: Gemiddelde uurwaarden van week 38 van 1996 voor de kas- en buisstemperatuur.*

#### 4.4 PRODUKTIE EN GASVERBRUIK PER EENHEID PRODUKT

Drie bedrijven hadden hun laatste veilingaanvoer in week 44, één in week 45, drie in week 46 en twee in week 47. Door de nieuwbouw is voor één bedrijf de opbrengstregistratie gestopt in week 37. De gemiddelde teeltduur ligt op 48 weken als rekening wordt gehouden met één week stoppen voor de laatste veilingaanvoer. De groep haalde een gemiddelde productie van 24,4 kg per m<sup>2</sup>, terwijl de laagste



*Figuur 4.5: Verloop van de gemiddelde productie van de groep van tien tuinders en van het bedrijf met de hoogste en de laagste productie.*

productie op 20,35 en de hoogste 26,25 kg per m<sup>2</sup> uitkwam. In figuur 4.5 is het productieverloop van deze bedrijven weergegeven.

Het gasverbruik per kilo productie ligt op 2,05 m<sup>3</sup> per kilo paprika. De hoogste gebruikte 2,40 en de laagste 1,80 m<sup>3</sup> per kilo paprika. Dit is ook respectievelijk het bedrijf met het hoogste en het bedrijf met het laagste gasverbruik per m<sup>2</sup>. Het bedrijf met de hoogste productie heeft een gasverbruik van 1,97 m<sup>3</sup> per kilo en het bedrijf met de laagste productie heeft met 1,96 m<sup>3</sup> per kilo toevallig eenzelfde gasverbruik.

#### 4.5 VERGELIJKING NTS-GROEP MET GROEP VAN 40 TUINDERS

Om te kunnen vaststellen wat het effect van dit project is op het gedrag van de tuinders, is de groep van 10 tuinders, de NTS-groep, uit dit project vergeleken met een groep registrerende tuinders uit GROEINET (b40). Van de 50 bedrijven die aan deze vergelijking mee wilden werken hebben er circa 40 hun gasverbruiken en klimaatsgegevens tot en met week 36 geregistreerd. Bedrijf 10 heeft in 1995 niet geregistreerd en ontbreekt dus in de grafieken

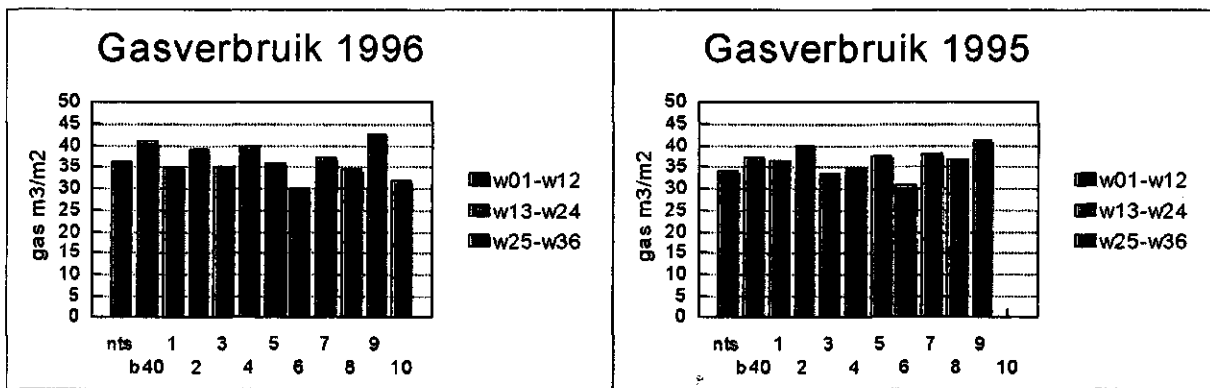
Voor deze twee groepen is gekeken wat het stookgedrag is in de vorm van gerealiseerde etmaaltemperatuur, het schermgebruik en wat de hieruit voorkomende gasverbruiken waren voor de teeltseizoenen 1995 en 1996.

##### 4.5.1 Gasverbruiken

Voor de vergelijking van de gasverbruiken met deelnemers uit GROEINET kon alleen maar gekeken worden naar de periode van week 1 tot en met 36. De deelnemers in De Kring registreren alleen vanaf 1 januari en na week 36 werd het aantal bedrijven dat gasverbruiken registreerden te klein. In figuur 4.6 is dit weergegeven.

Het gemeten gasverbruik van de NTS-groep is t.o.v. 1995 met 6 % gestegen van 34,2 naar 36,2 m<sup>3</sup>.m<sup>-2</sup>, terwijl het gasverbruik van de GROEINET-groep met 10 % is gestegen van 37,3 naar 40,9 m<sup>3</sup>.m<sup>-2</sup>.

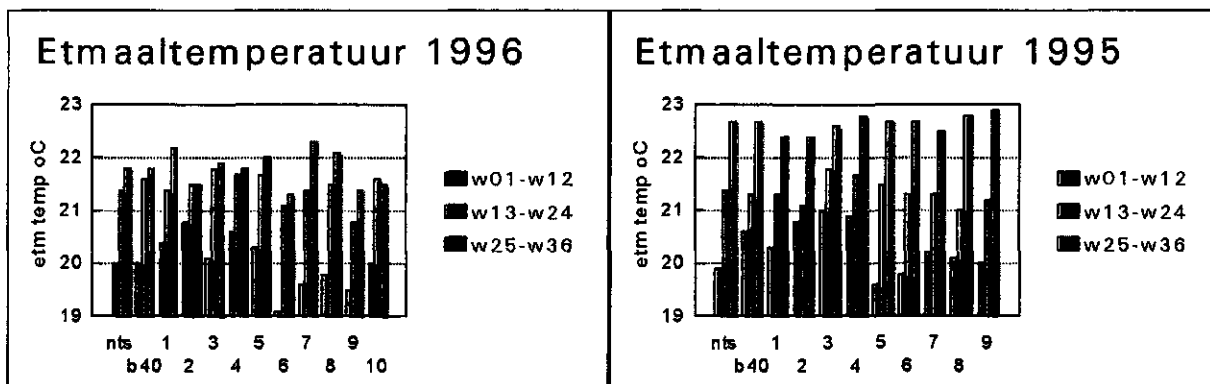
Dit betekent dat de NTS-groep dus 4 % punten minder gestegen is.



**Figuur 4.6:** *Vergelijking van gasverbruik in 1995 en in 1996 voor NTS-groep, deelnemers van GROEINET (b40) en de individuele bedrijven.*

#### 4.5.2 Etmaaltemperatuur

In figuur 4.7 zijn de gerealiseerde etmaaltemperaturen weergegeven. Het gasverbruik is voor een belangrijk deel een resultante van de gerealiseerde temperaturen in de kas. In 1996 werd door beide groepen een lagere gemiddelde etmaaltemperatuur gerealiseerd dan in 1995. Dit is hoofdzakelijk veroorzaakt door de lagere temperaturen in de zomer, week 25 t/m 36. De NTS-groep realiseerde in 1996 een gemiddelde etmaaltemperatuur van 21,1 °C, een daling van 1 % t.o.v. 1995, terwijl de GROEINET-groep met een iets hogere gemiddelde etmaaltemperatuur in 1996 een daling realiseerde van 2 %. Over de hele linie heeft de NTS-groep in beide jaren een iets lagere etmaaltemperatuur gerealiseerd dan de GROEINET-groep. Een reden is hiervoor niet aan te wijzen.



**Figuur 4.7:** *Vergelijking van gerealiseerde etmaaltemperaturen in 1995 en 1996 voor NTS-groep, deelnemers van GROEINET (b40) en de individuele bedrijven.*

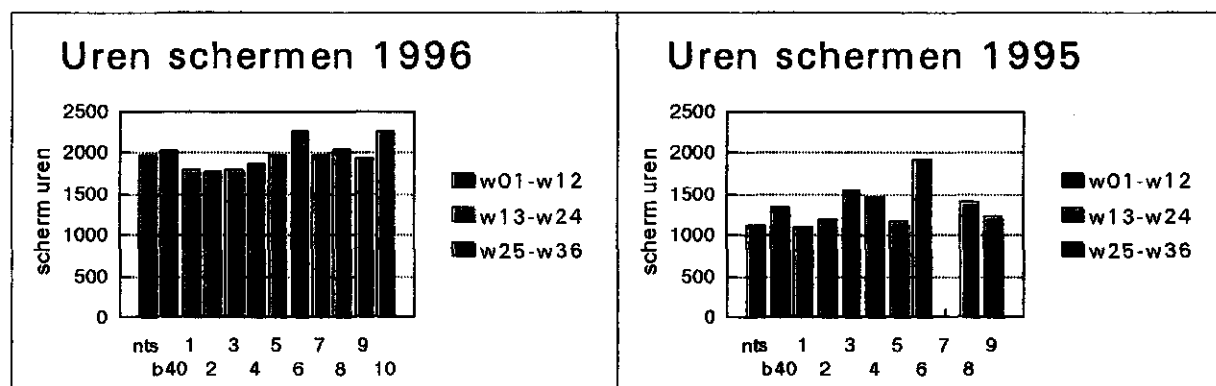
#### 4.5.3 Schermen

De winter van 1995-'96 was door het koude begin bij uitstek een jaar om te schermen. Daardoor is flink energie bespaard. Vergelijking van 1995 met 1996 van het aantal schermuren leert dat de NTS-groep met gemiddeld 1967 schermuren in 1996 77 % meer geschermd heeft dan in dezelfde periode van 1995. De GROEINET-groep schermdde beide

jaren meer dan de NTS-groep en schermde met 2012 uur 50 % meer in 1996 dan in 1995. In deze uren zitten in tegenstelling tot de uren van de NTS-groep ook de schermuren voor lichtonderschepping in de zomer.

De stijging van het aantal schermuren is enerzijds het gevolg van de koude januari en februari in 1996 en anderszijds het gevolg van de discussie in de NTS-groep over de buitentemperatuur waaronder 's nachts het scherm dicht moet. De NTS-groep deed vorig seizoen het scherm dicht bij een buitentemperatuur onder circa 5 °C. Naar aanleiding van dit project wordt nu het scherm dicht gedaan bij een buitentemperatuur onder 10°C. Zowel in de periode week 1 t/m 12 als in de periode week 13 t/m 24 zijn fors meer schermuren gemaakt in 1996 dan in 1995.

In figuur 4.8 is de vergelijking van de schermuren in 1995 en 1996 weergegeven.



Figuur 4.8: Vergelijking van aantal schermuren van 1995 en 1996 voor NTS-groep, deelnemers van GROINET (b40) en de individuele bedrijven.

#### 4.6 CONCLUSIES

Tussen de tien bedrijven zitten grote verschillen in het gasverbruik. Het laagste gasverbruik ligt op 75 % van het bedrijf met het hoogste gasverbruik.

Het in één grafiek brengen van stooklijnen en buistemperaturen van verschillende bedrijven maakt verschillen in gedrag goed zichtbaar. Dit is een goede basis voor discussie over de klimaatregeling. Uit de grafieken wordt wederom zichtbaar dat de straling een belangrijke factor is voor het kasklimaat. De verzameling van urengegevens en handmatige invoer in GROINET ten behoeve van de automatische koppeling naar het IMAG-DLO is voor de tuinders te bewerkelijk.

Ten opzichte van de groep uit GROINET hebben de 10 tuinders 4 % punten energie bespaard.

Verder is er een gedragsverandering opgetreden ten aanzien van het schermen, waardoor er eerder en daardoor meer geschermd is. De productie lag in week 36 van de groep van tien bedrijven iets achter op de GROINET-groep, maar of de uiteindelijke productie lager uit is gevallen is moeilijk te beoordelen, omdat de aanvoer van paprika's pieken bevat. De pieken van de bedrijven vallen niet in dezelfde week, omdat het zettingsritme verschilt en ook tussentijds groen oogsten dit ritme doorbreekt.

## **5 ANALYSE BEREKENDE GASVERBRUIKEN**

### **5.1 IMAG-DLO: MODELBEREKENINGEN OP GROND VAN UUR-GEGEVENS**

#### **5.1.1 Inleiding**

Het gasverbruik van een tuinbouwbedrijf wordt bepaald door het buitenklimaat, het stookgedrag van tuinders en de eigenschappen van de kas met betrekking tot isolatiegraad en verwarmingsapparatuur. Met name om het aandeel van het stookgedrag op de verschillen in gasverbruik tussen verschillende bedrijven in kaart te brengen is een berekeningsprocedure opgesteld die gebruik maakt van het kasklimaatssimulatiemodel KASPRO (een acronym van KAS PROCESSEN). Dit model, ontwikkeld door het DLO-Instituut voor Milieu- en Agritechniek (IMAG-DLO), is namelijk goed in staat om o.a. het effect van het gebruik van een minimumbuistemperatuur op het gasverbruik te bepalen. (De Zwart, 1996)

In dit hoofdstuk worden de uitgangspunten, de berekeningsmethode en de verkregen resultaten beschreven.

#### **5.1.2 Uitgangspunten**

Voor de berekening van het aandeel van de drie hoofd-effecten (gebouw, binnen- en buitenklimaat) op de gasverbruiksverschillen van tuinders is gebruik gemaakt van de beschrijving van de bedrijfsuitrusting van alle tien bedrijven, de uurgemiddelde lucht- en pijptemperatuur van die bedrijven en van twee bestanden met uurgemiddelde weergegevens. De eerste set, representatief voor de vijf bedrijven in het Westland werden gemeten door het Proefstation voor Bloemisterij en Glasgroente te Naaldwijk. De weergegevens voor de andere vijf bedrijven in de regio De Kring werden verzameld op het bedrijf van een van de deelnemende tuinders in die regio.

De weergegevens gemeten op het Proefstation betroffen de luchttemperatuur, de relatieve vochtigheid, de windsnelheid, diffuse en directe zonstraling en de hemeltemperatuur. In het bestand met weergegevens voor De Kring ontbraken de relatieve vochtigheid en de hemeltemperatuur. Bovendien waren in dat bestand de diffuse en directe straling niet onderscheiden maar samengevat in de globale straling. Omdat deze gegevens wel nodig zijn om berekeningen met KASPRO te kunnen maken zijn de hemeltemperatuur en RV gelijk gesteld aan die zoals gemeten op het Proefstation en is de globale straling opgesplitst in een directe en diffuse component, evenredig met de aandelen diffuus en direct in de globale straling die op dat uur in Naaldwijk was gemeten.

Aan de hand van de bedrijfsgegevenslijsten en de bedrijfschetsen is onder andere nagegaan hoe het bedrijf is gesitueerd, hoeveel buitenoppervlak er is, hoeveel raamoppervlak per m<sup>2</sup> kas er is, wat de dakhelling is, wat de orientatie van de kas is, goothoogte, hoeveel lichtonderscheppende delen er zijn door de constructie en door het kasdek, wat de diffuse transmissie is, hoeveel pad, hoeveel meter verwarmingspijp er aanwezig is en wat de pompcapaciteit is. Een van de factoren die daarbij een rol speelde waren de afmetingen van nok en goten i.v.m. toetreding licht.

Er bleken twee verschillende typen nokken en meerdere verschillende typen goten voor te komen.

De gehanteerde lichttransmissie is berekend door DLV (Van Dijk).



Verder zijn gegevens meegenomen over schermen (regime openen/sluiten), mate waarin de gevel geïsoleerd is, de gemeten ketelrendementen (combicondensor/enkelv. condensor) (EDO-metingen). Gegevens over CO<sub>2</sub>-stoken en buffergrootte zijn geen onderdeel van de modelberekningen.

Een overzicht van de belangrijkste invoergegevens zijn in tabel 5.1 weergegeven.

**Tabel 5.1: Overzicht diverse factoren per bedrijf**

Bedrijf	Transmissie <sup>1)</sup> τ	Ketelrendement <sup>2)</sup> η	Gevelisolatie. <sup>3)</sup> %
1	0,75	95,6	20
2	0,74	93,3	20
3	0,76	96,7	20
4	0,77	93,3	30
5	0,73	94,4	20
6	0,75	99,7 <sup>3)</sup>	20(LS)
7	0,72	95,2	40
8	0,74	94,3	40
9	0,73	95,2	50
10	0,74	93,7	40

<sup>1)</sup> gemiddelde transmissie kasdek voor diffuus licht voor gehele bedrijf (Bron: DLV)

<sup>2)</sup> ketelrendement op onderwaarde (Bron: EDO); voor bedrijf 6 + 4% i.v.m. combicondensor; voor alle bedrijven enkelvoudige condensor aangehouden van (0,93)

<sup>3)</sup> gevelbesparing schatting door tuinders = isolatie gevel t.ov. enkel glas

Voor de Leaf Area Index (LAI) -éénzijdig bladoppervlak per m<sup>2</sup> kasgrond- (Bron: PBGN, Rijdsdijk en De Koning) zijn de volgende waarden gehanteerd.

1e periode: zat 2 maart t/m zat 23 maart: LAI = 2

2e periode: zat 1 juni t/m zat 22 juni: LAI = 4,5

3e periode: zat 31 augustus t/m zat 21 september: LAI = 5,6

De gerealiseerde binnentemperatuur en de pijptemperatuur voor een net (gemeten in de helft van de streng) zijn voor de vijf tuinbouwbedrijven in het Westland en de vijf in De Kring, met betrekking tot het binnenklimaat zijn eveneens als invoer voor het model gebruikt.

### 5.1.3 Berekeningen

In het teeltseizoen 1995-1996 zijn drie tijdvakken van elk drie weken gekozen waarin op de 10 bedrijven die aan het project meewerkten urengegevens met betrekking tot binnen-

en buitenklimaat en het schermgebruik zijn verzameld. De perioden waren 2 t/m 23 maart; 1 t/m 22 juni en 31 augustus t/m 21 september 1996. De berekeningen beginnen en eindigen om 12.00 uur in de middag. Voor elk van die drie perioden zijn vervolgens de gasverbruiken die de negen bedrijven méér gebruikten dan dat van het bedrijf met het minimum gasverbruik toebedeeld aan de drie hoofd-factoren (gebouw, binnen- en buitenklimaat). Dit is gedaan aan de hand van een rekenprocedure die uit een 4-tal stappen bestond.

In de eerste plaats werd voor elk bedrijf het gasverbruik berekend aan de hand van de bedrijfs- en binnenklimaatgegevens, het schermgebruik van dat bedrijf en het weergegevensbestand van de regio waarin het betreffende bedrijf is gelegen.

Vervolgens werden voor de vijf bedrijven die in De Kring zijn gesitueerd de berekeningen opnieuw gedaan, maar dan met het weerbestand dat gold voor de regio Westland. Dit leidde in alle drie perioden tot een verlaging van het gasverbruik. Blijkbaar is het buitenklimaat in het Westland gunstiger dan dat in De Kring. Eén van de vijf bedrijven in De Kring bleek na deze berekening het laagste gasverbruik van de tien te hebben. Dit bedrijf wordt in het vervolg aangeduid als het 'minimum-bedrijf'.

Het feit dat de andere bedrijven meer gas verbruikten dan het minimumbedrijf kan nu dus worden verklaard door twee factoren, namelijk het stookregiem (inclusief schermgebruik) en de eigenschappen van het gebouw. Om de relatieve bijdrage van deze factoren in het meerverbruik te bepalen werden voor alle tien de bedrijven twee nieuwe berekeningen gemaakt. De eerste van deze twee berekeningen bepaalde het gasverbruik voor elk bedrijf waarbij het *het binnenklimaat* van het minimum-bedrijf toepaste en in de tweede berekening behield elk bedrijf het ter plekke gemeten binnenklimaat (inclusief schermgebruik), maar werden *de bedrijfskenmerken* van het minimum-bedrijf gebruikt. In deze 3<sup>e</sup> en 4<sup>e</sup> berekening werd telkens het buitenklimaat van het Westland gebruikt. Hierdoor kon het meerverbruik tengevolge van het verschil in binnenklimaat worden onderscheiden van het meerverbruik tengevolge van de bedrijfsverschillen tussen de negen bedrijven en het minimum-bedrijf.

Ook de interacties tussen de buiten-, binnenklimaat en bedrijf zijn in de berekeningen onderling verdeeld.

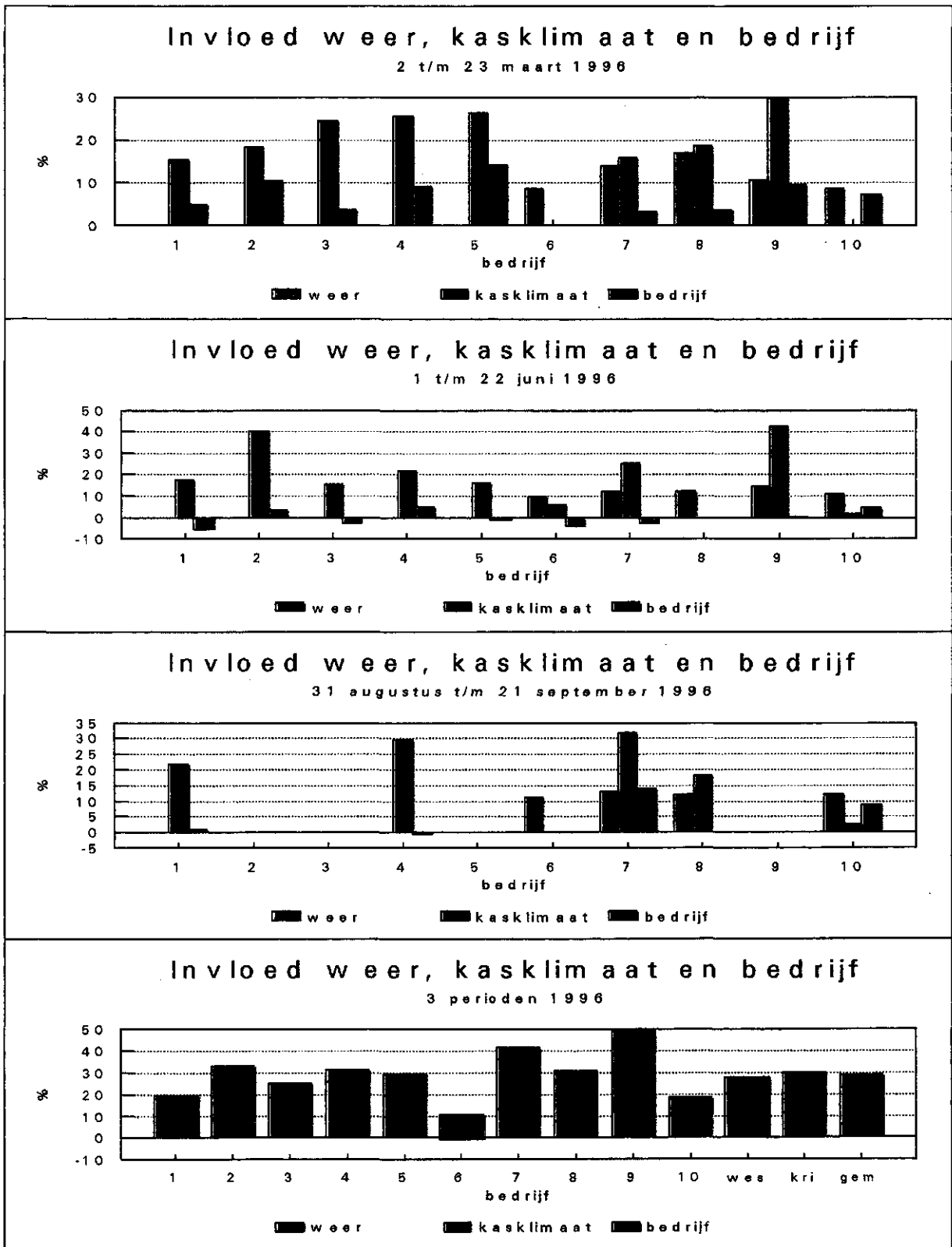
#### 5.1.4 Resultaten

De berekeningsresultaten worden weergegeven per bedrijf.

Grafiek 1 t/m 4 geeft een overzicht van de procentuele verhogingen, ten opzichte van het bedrijf met het laagste gesimuleerde gasverbruik, per bedrijf van de invloedsfactoren weer, binnenklimaat en bedrijf voor alle drie de perioden en voor het totaal van de drie perioden. In bijlage 4 zijn de resultaten van deze berekeningen opgenomen.

##### Bespreking resultaten

Grafiek 1 voor de periode 2 t/m 23 maart 1996 laat zien dat de weersomstandigheden in het Westland gunstiger zijn dan De Kring. Gemiddeld kost dat effect de tuinders in De Kring tussen 8,6 en 16,9% meer energie. Bedrijf 6 is deze periode het minimumbedrijf. Het binnenklimaat kost de tuinders ten opzichte van tuinder 6 tussen 15,4 en 29,7% meer energie. In verband met ontbrekende temperatuurgegevens bij bedrijf 10 zijn deze gelijk gesteld aan 6. Daardoor treedt er bij het binnenklimaat ook hier 0% op. Een minder gunstige opzet van het bedrijf kost de tuinders ten opzichte van 6 tussen 3,2 en 14,2% meer energie.



**Figuur 5.1:** Procentuele verhoging gasverbruik door de invloed van weer, kasklimaat en bedrijf.

Grafiek 2 voor de periode 1 t/m 22 juni 1996 laat wederom zien dat de weersomstandigheden in het Westland gunstiger zijn dan De Kring. Gemiddeld kost dat effect de tuinders in De Kring tussen 9,4 en 14,5% meer energie. Bedrijf 8 is deze periode het minimumbedrijf.

Het binnenklimaat kost de tuinders ten opzichte van tuinder 8 tussen 1,7 en 42,4% meer energie. De opzet van het bedrijf kost de tuinders ten opzichte van 8 tussen -5,1 en 4,7% meer energie. Er zijn dus bedrijven met een betere, maar ook slechtere bedrijfsopzet dan bedrijf 8.

Grafiek 3 voor de periode 31 augustus t/m 21 september 1996 laat weer zien dat de weersomstandigheden in het Westland gunstiger zijn dan De Kring. Gemiddeld kost dat effect de tuinders in De Kring tussen 11,1 en 12,9% meer energie. Bedrijf 6 is deze periode het minimumbedrijf.

Het binnenklimaat kost de tuinders ten opzichte van tuinder 6 tussen 2,6 en 31,8% meer energie. In verband met ontbrekende temperatuurgegevens bij de bedrijven 2, 3, 5 en 9 zijn deze kolommen niet ingevuld. De bedrijfsopzet kost de tuinders ten opzichte van 6 tussen -0,6 en 13,9% meer energie.

Grafiek 4 voor de drie perioden gezamenlijk laat ook de invloeden zien per gebied -wes voor Westland, kri voor De Kring en gem voor allen tezamen. Bedrijf 6 is drie periode samen het minimumbedrijf.

De weersomstandigheden in het Westland zijn gunstiger dan De Kring. Gemiddeld kost dat effect de tuinders in De Kring, ten opzichte van de tuinder 6 met het laagste gasverbruik, bijna 12% meer energie.

Het binnenklimaat kost de tuinders , ten opzichte van de tuinder met het laagste gasverbruik, gemiddeld bijna 17% meer energie. Het bedrijf kost de tuinders , ten opzichte van de tuinder met het laagste gasverbruik, gemiddeld 6% meer energie. Gemiddeld over de bedrijven zou er een verbetering mogelijk moeten zijn van bijna 29%. De totale verbetering loopt individueel op tot 37,5%, als op het bedrijf de mogelijkheden aanwezig zijn om de bedrijfsopzet optimaal te maken, in combinatie met een goed energiemanagement en de juiste rassen.

### 5.1.5 Discussie

Tuinder 6 scoorde over alle drie de perioden gezamenlijk het beste. Zijn mogelijke verbeteringen blijven eigenlijk beperkt tot een verbetering aan het weer, maar dat behoort niet tot de reële mogelijkheden. Opgemerkt moet worden dat bedrijf 6 het ras Dooby teelde. Dit ras vraagt een afwijkende manier van telen, onder andere door een lagere temperatuurbehoefte. Deze raseffecten zijn niet zonder meer op de andere rassen over te plaatsen.

De grootste winst is te behalen door bedrijf 9 met bijna 50%. Trekken we hier de weersinvloed vanaf dan nog blijft op dit bedrijf de grootste winst te behalen (37,5%). Voor het gehele gebied kan worden gesteld dat in het Westland de winst te behalen bij binnenklimaat en bedrijf hoger ligt dan bij De Kring. De totale winst bij deze twee factoren samen ligt voor het Westland op ca. 28% tegen 18% in De Kring.

Het weereffect zou eigenlijk niet moeten worden bekeken ten opzichte van het laagste gasverbruik maar ten opzichte van het gemiddelde in het gehele gebied. Berekeningen

laten zien dat de eerder genoemde 12% dan teruggaat tot iets meer dan 9%.

Gaande de metingen bleek dat de weerdata gemeten bij 6 eigenlijk gecorrigeerd dienden te worden met +1,2 °C voor de buitentemperatuur en een factor 1,14 voor de globale straling. Door deze correctie valt het weereffect in de derde periode terug tot 2%.

Uit deze laatste opmerkingen blijkt hoe belangrijk het is om de meetinstrumenten, liefst vooraf, te ijken.

#### **5.1.6 Conclusies**

- De weersomstandigheden in Het Westland zijn gunstiger dan in De Kring.
- De gemiddelde besparing die te bereiken is met een verbeterd binnenklimaat bedraagt 17%.
- De gemiddelde besparing die te bereiken is met een verbeterd bedrijf bedraagt 6%.
- De besparingen die individueel te bereiken zijn kunnen oplopen tot 37,5%, als rekening wordt gehouden met bedrijfsuitrusting, kasklimaat en raskeuze.

## **5.2 PBG: BEREKENING GASVERBRUIK OP BASIS VAN WEEKCIJFERS**

### **5.2.1 Het gasverbruikmodel**

Voor de analyse van het gasverbruik is op het proefstation gebruikgemaakt van een aangepaste versie van het rekenmodel Gasverbruik. Gasverbruik vraagt via een vragenlijst enerzijds bedrijfsgegevens en anderszijds gegevens over de regeling van het kasklimaat. Over het bedrijf worden gegevens gevraagd over vorm, oppervlakte en glasoppervlakte van de kas, gevel- en dekisolatie, verwarming, leeftijd, ligging en energiebesparende maatregelen. Voor de kasklimaatregeling gaat het om gerealiseerde temperaturen overdag en in de voor- en nachten, het aantal schermuren, gewashoogte en aanvullend CO<sub>2</sub> doseren. Op basis van deze gegevens wordt voor elke week het gasverbruik per m<sup>2</sup> berekend.

### **5.2.2 Oorzaak verschillen in gasverbruik.**

Op basis van deze gegevens is binnen dit project het gasverbruik berekend voor verschillende situaties. Binnen deze situaties is met de volgende drie soorten gegevenssets gevarieerd:

- 1 bedrijfskenmerken; eigen en standaardbedrijf, ( zie bijlage 3)
- 2 binnenklimaat gegevens; eigen en gemiddelde van de groep en tot slot
- 3 buitenklimaat gegevens; de eigen regio en Naaldwijk.

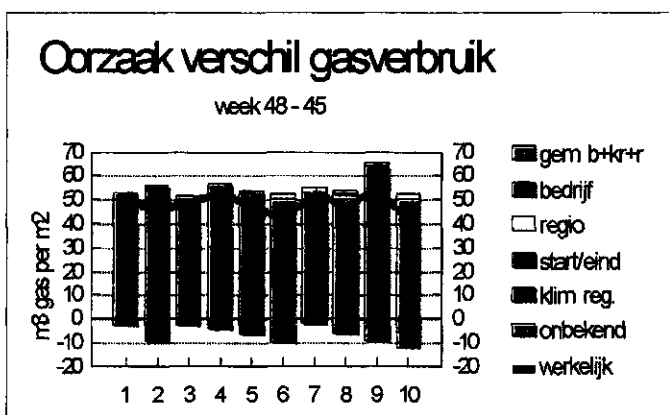
Gerekend is met de vier situaties zoals beschreven in tabel 5.2.

Door eerst voor week 48 tot en met week 45 het gasverbruik te berekenen voor het Naaldwijkse klimaat, het standaard bedrijf en de gemiddelde klimaatsinstellingen ontstaat voor elk bedrijf hetzelfde gasverbruik van 50,3 m<sup>3</sup>.m<sup>-2</sup>. Voor de bedrijven zonder warmtebuffer komt hier 4 m<sup>3</sup>.m<sup>-2</sup> bij voor CO<sub>2</sub>-doseren.

**Tabel 5.2: Overzicht van de doorgerkende situaties**

Berekening	Regio		Bedrijf		Kasklimaat	
	Eigen	Naaldwijk	Eigen	Standaard	Eigen	Gemid. Groep
1		x		x		x
2	x			x		x
3	x		x			x
4	x		x		x	

Gemiddeld lag het werkelijke gasverbruik op  $48,5 \text{ m}^3 \cdot \text{m}^{-2}$ . Deze gasverbruiken zijn als basis gebruikt om de verschillen in gasverbruik te verklaren. Dit wordt weergegeven in figuur 5.2. In bijlage 5 is voor het teeltseizoen als geheel (week 48 t/m 45) en voor drie afzonderlijke deelperiodes (48-16, 17-32 3 en 33-45) de analyse van de verschillen in gasverbruik tussen de bedrijven weergegeven.



#### Regioeffect

Door vervolgens dit gasverbruik te vergelijken met de het gasverbruik waarin het klimaat van de eigen regio mee wordt genomen wordt het verschil in gasverbruik tussen de regio's zichtbaar. Bedrijf 1 tot en met 5 liggen in het Westland en de andere vijf in De Kring. Tussen het Naaldwijkse klimaat en het klimaat dat in De Kring gemeten is, zit een verschil van  $2 \text{ m}^3 \cdot \text{m}^{-2}$  ten nadele van De Kring.

**Figuur 5.2:** Verklaring van de verschillen in gasverbruik als gevolg van regio- en bedrijfseffecten, verschil in start en einde van de teelt en klimaatregeling.

#### Bedrijfseffect

Wordt vervolgens het eigen bedrijf ingevoerd, dan wordt het effect van de bedrijfsuitrusting zichtbaar. Het bedrieffeffect voor het bedrijf met het

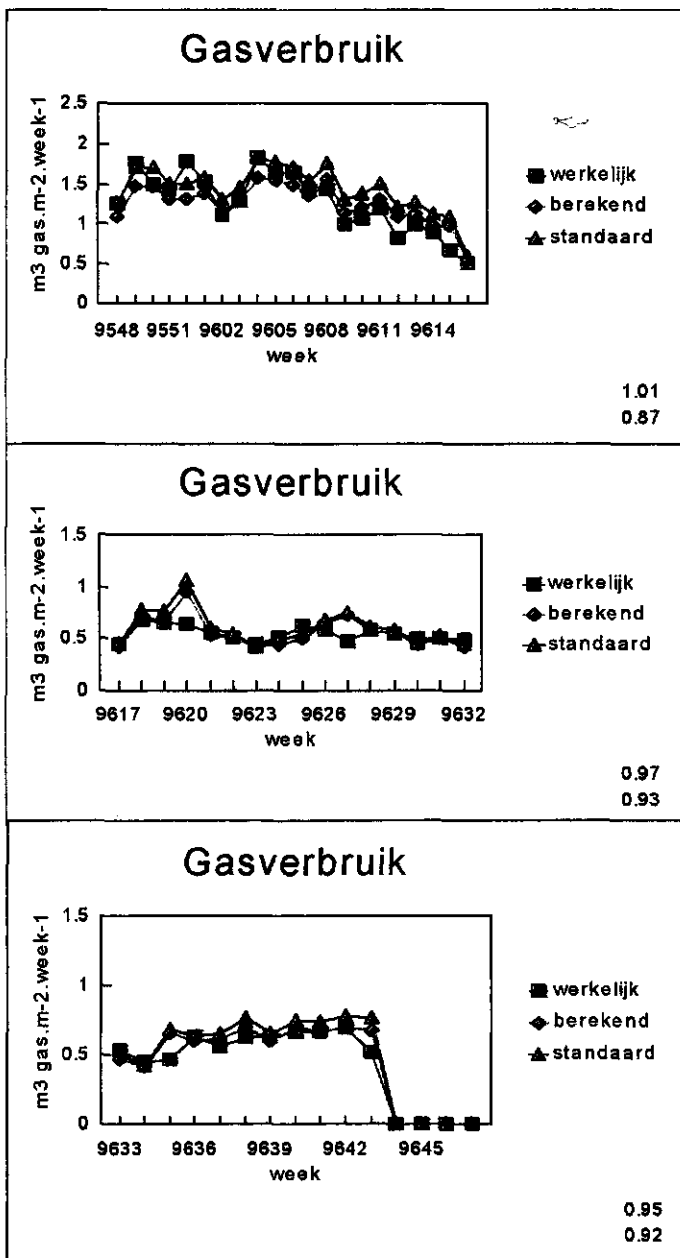
laagste gasverbruik was  $5,2 \text{ m}^3 \cdot \text{m}^{-2}$  onder het gemiddelde bedrijf en voor het bedrijf met het hoogste gasverbruik  $9,5 \text{ m}^3 \cdot \text{m}^{-2}$  boven het gemiddelde bedrijf. Op jaarbasis zit er dus tussen de bedrijven  $14,7 \text{ m}^3 \cdot \text{m}^{-2}$ , 30 % van het gemiddelde gasverbruik, als gevolg van bedrieffeffecten. Gemiddeld wordt  $5,8 \text{ m}^3 \cdot \text{m}^{-2}$  bespaard, ofwel 12 %. Hier bovenop komt het effect van de warmtebuffer van  $4 \text{ m}^3 \cdot \text{m}^{-2}$  besparing, 8 %, ofwel samen 21,5 %.

#### Teeltduureffect

De volgende stap is de correctie van de verschillen in teeltduur op het gasverbruik. Bedrijf 1 is in week 47, bedrijf 5 in week 49 en bedrijf 2 en 4 zijn in week 50 met de teelt begonnen.

Bedrijf 2 is al in week 39 gestopt met het grootste deel van zijn kas in verband met nieuwbouw. Bedrijf 10 is na week 36 gestopt met registreren in verband met een kapotte computer.

Gemiddeld is, met uitzondering van de twee laatst genoemde bedrijven, 47 weken gestookt. Voor alle bedrijven is het gemiddelde gasverbruik voor de ontbrekende weken van het totaal berekende gasverbruik afgetrokken. Het effect van een kortere teeltduur loopt op tot  $5,4 \text{ m}^3 \cdot \text{m}^{-2}$ , exclusief de twee eerder genoemde bedrijven, 11 %.



**Figuur 5.3:** Werkelijk en de berekende gasverbruiken voor het reële en het standaard bedrijf. Met in de rechterhoeken respectievelijk de verhouding tussen werkelijk en berekend gasverbruik en de verhouding tussen berekend gasverbruik voor het reële en het standaard bedrijf.

<sup>2</sup>, ofwel 31,6 %

#### Effect klimaatregeling

Het effect van de eigen klimaatregeling varieert van  $3 \text{ m}^3 \cdot \text{m}^{-2}$  extra verbruik tot  $4,7 \text{ m}^3 \cdot \text{m}^{-2}$  besparing ten opzichte van de gemiddelde klimaatregeling. Tussen de bedrijven zit dus op jaarbasis  $7,7 \text{ m}^3 \cdot \text{m}^{-2}$ , ofwel 16 %, als gevolg van verschillen in klimaatregeling. Ten opzichte van het bedrijf met het zuinigste kasklimaat kan door deze groep dit seizoen  $4,1 \text{ m}^3 \cdot \text{m}^{-2}$  bespaard worden, ofwel 8,5 %.

#### Effect regio, bedrijf en klimaatregeling samen

De verschillende effecten zijn op de bedrijven niet allemaal in dezelfde richting. Het gecombineerde effect van regio, klimaatregeling varieert van een besparing van  $5,7 \text{ m}^3 \cdot \text{m}^{-2}$  tot een extra verbruik van  $7,6 \text{ m}^3 \cdot \text{m}^{-2}$ , samen met  $13,3 \text{ m}^3 \cdot \text{m}^{-2}$  goed voor 27,4 % van het gemiddelde gasverbruik. Hier komt nog  $4 \text{ m}^3 \cdot \text{m}^{-2}$  bij voor de besparing van de buffer, ofwel 8 %. Ten opzichte van bedrijf 6, met het laagste gasverbruik, kan door deze factoren samen gemiddeld  $7,4 \text{ m}^3 \cdot \text{m}^{-2}$  bespaard worden, ofwel ruim 15 %. Ten opzichte van het bedrijf met het laagste gasverbruik is dat  $13,3 \text{ m}^3 \cdot \text{m}^{-2}$

### ***Modelafwijking***

Tot slot blijft het verschil tussen berekend en werkelijk gasverbruik over. Het gasverbruik varieert tussen de 2,2 m<sup>3</sup>.m<sup>2</sup> te hoog en 1,5 m<sup>3</sup>.m<sup>2</sup> te laag berekend. Maximaal 4 % afwijking. Deze afwijking tussen berekend en werkelijk gasverbruik wordt door volgende twee punten veroorzaakt:

- Op enkele bedrijven was niet op elke afdeling een beweegbaar scherm, terwijl het programma daar wel mee rekende. Dit leidt tot een lager berekend gasverbruik.
- Het gasverbruik voor aanvullend CO<sub>2</sub>-dosereren is berekend vanuit een voor het hele seizoen opgegeven branderstand. Deze branderstand varieert echter door het seizoen heen. Dit leidt tot een hoger berekend gasverbruik in de zomer.

Correctie van deze punten geeft een geringere modelafwijking.

### **5.2.3 Relatie werkelijk, berekend en standaard gasverbruik.**

Uit de analyse van de verschillen blijkt de bedrijfsuitrusting een belangrijke verklarende factor te zijn voor de verschillen in gasverbruik. Gedurende het project is voor elk bedrijf wekelijks enerzijds bijgehouden wat de verhouding tussen werkelijk en berekende gasverbruik voor het eigen stookregime is en anderzijds de verhouding tussen berekende gasverbruik en het berekende gasverbruik voor het standaard bedrijf. In figuur 5.3 zijn deze drie gasverbruiken weergegeven voor bedrijf 6. Hieruit blijkt dat het werkelijke gasverbruik om het berekende gasverbruik heen schommelt. De oorzaken van de afwijkingen zijn dezelfde als hierboven genoemd. De verhouding tussen berekend gasverbruik van het eigen bedrijf en het berekende gasverbruik voor het standaard bedrijf is een vrij constante factor. Hier zorgt alleen het verschil in capaciteit van de warmtebuffer en de besparing van het scherm voor afwijkingen. Deze grafieken zijn regelmatig met de excursiegroepen door gesproken.

### ***Correctiefactor bedrijfs- en regioeffect***

Deze vaste factor tussen berekend gasverbruik voor het eigen bedrijf en het standaard bedrijf is aanleiding geweest om na afloop van het project in het gasverbruikprogramma de berekening van deze factor in te bouwen. In deze correctiefactor is het gasverbruik zonder aanvullend doseren meegenomen. Deze correctiefactor kan gebruikt worden om het werkelijke gasverbruik te corrigeren naar het gasverbruik van een standaard bedrijf bij hetzelfde buitenklimaat.

De verschillen tussen de op deze manier gecorrigeerde gasverbruiken van verschillende bedrijven worden dan alleen nog veroorzaakt door verschillen in klimaatregeling. Op deze wijze is het mogelijk bij vergelijking van gasverbruiken het bedrijfs- en regioeffect als verstoringe factor te vermijden.

### ***Warmteverliesfactoren***

In het programma is, naar aanleiding van de bevindingen in dit project, ook de berekening van de warmteverliezen van maximaal vier afdelingen opgenomen. Hierdoor worden verschillen in energiebehoefte tussen de verschillende afdelingen binnen het bedrijf zichtbaar gemaakt. Per afdeling worden twee warmteverliesfactoren berekend.

Als eerste wordt berekend het gasverbruik per ha per uur dat nodig is om het warmteverlies door één graad temperatuurverschil tussen binnen en buiten op te heffen. Deze factor is een weergave van de isolatiegraad van de kasconstructie en de vorm van het bedrijf.



Als tweede wordt berekend het gasverbruik per ha per uur dat nodig is om het warmteverlies door één meter per seconde wind op te heffen. Deze factor is een weergave van de ligging van het bedrijf ten opzichte van andere bedrijven of gebouwen en het totaal van de gevel- en dekoppervlakte. Bij beide factoren is geen rekening gehouden met scherm gebruik.

In tabel 5.2 worden deze warmteverliesfactoren voor de tien bedrijven weergegeven. Hieruit blijkt dat er tussen het best geïsoleerde bedrijf en het minst geïsoleerde bedrijf 1,3 m<sup>3</sup> per uur per ha per °C verschil zit. Bij een gemiddelde buitentemperatuur van 10 °C en een kastemperatuur van 20 °C en 8000 uur teelt leidt dit tot een verschil in gasverbruik van circa 11,4 m<sup>3</sup> per m<sup>2</sup> op jaarbasis.

**Tabel 5.2: Warmteverliesfactoren voor de tien deelnemende bedrijven en het standaardbedrijf van 1.536 ha. In kolom 2 staat het gasverbruik per ha per uur dat nodig is om het warmteverlies door één graad het verschil in temperatuur tussen binnen en buiten op te heffen. In kolom 3 staat het gasverbruik per ha per uur dat nodig is om het warmteverlies door één meter per seconde wind op te heffen.**

Warmteverliesfactoren		
Bedrijf	Gasverbruik m <sup>3</sup> .(ha.u.°C) <sup>-1</sup>	Gasverbruik m <sup>3</sup> .(ha.u.m/s wind) <sup>-1</sup>
1	8.113	3.819
2	8.951	3.617
3	7.989	3.384
4	8.318	4.643
5	9.121	3.535
6	8.135	4.217
7	8.830	3.760
8	8.375	3.366
9	9.327	5.342
10	8.603	4.061
gemid.	8.103	3.505

Qua ligging schieten bedrijf 4, 6, 9 en 10 boven de groep uit. Dit zijn alle vier bedrijven met minimaal één geheel vrije gevel. Het verschil tussen de hoogste en laagste is twee m<sup>3</sup> per uur per ha per m per sec wind. Bij een gemiddelde windsnelheid van 4 m per seconde leidt dit tot een verschil van ruim 6,3 m<sup>3</sup> per m<sup>2</sup> op jaarbasis.

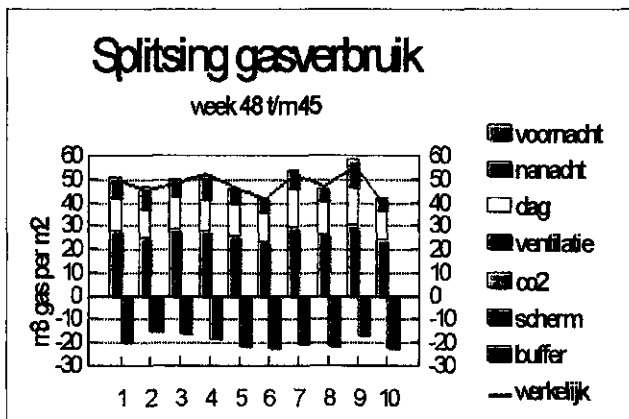
Bij vestiging van nieuwe tuinbouwbedrijven is het belangrijk te letten op:

- de verhouding gevel-/kasoppervlakte, die op de 10 % uit moet komen,
- clustering van bedrijven met een kleine afstand tussen de kassen, waardoor de verliezen door de gevel beperkt worden
- een optimale gevelisolatie.
- de gevelverwarming aan te passen aan de isolatie van de gevel

## 5.2.4 Splittings gasverbruik.

Het gasverbruikprogramma deelt het etmaal in drie delen op, te weten de voor- en nacht en de dag. Hierbij is de voornacht op 45 % en de nacht op 55 % van de zonnepriode gesteld. Voor deze dagdelen kunnen afzonderlijke klimaatinstellingen gegeven worden. Daarnaast worden instellingen gegeven voor het scherm- en CO<sub>2</sub>-regime.

Hiermee wordt voor deze dagdelen afzonderlijk het gasverbruik per week uitgerekend. Verder is het mogelijk om, aan de hand van de opgegeven branderstand van de brander voor CO<sub>2</sub> doseren en het aantal schermuren per week, uit te rekenen wat er aan gas verbruikt wordt voor aanvullend CO<sub>2</sub> doseren en hoeveel gas er bespaard wordt met de buffer en met het scherm.



**Figuur 5.4:**  
*Splittings van het gasverbruik naar dagdeel, ventilatieverliezen en aanvullend CO<sub>2</sub> doseren. Verder is opgenomen de besparing van het scherm en de warmtebuffer.*

In bijlage 6 is deze splitsing weergegeven voor het hele teeltseizoen en voor de perioden; week 48 t/m 16, week 17 t/m 32 en week 33 t/m einde teelt. In figuur 5.4 is deze splitsing grafisch weergegeven.

### *Dag, nacht en ventilatie*

Uit deze gegevens blijkt dat het gemiddelde gasverbruik van de groep 48,5 m<sup>3</sup> per m<sup>2</sup> bedraagt. Op jaarbasis wordt 22 % van het gas verbruikt in de voornacht tot 12 uur, 33 % in de nacht, 29 % overdag en 13 % voor ventilatie en lek. In week 48 t/m 16 neemt de nacht 60 %, de dag 32 % en ventilatie en lek 8 % van het gasverbruik voor hun rekening. In de zomer loopt de ventilatie op tot ruim 20 % van het gasverbruik.

### *Schermen*

Zonder schermgebruik had op jaarbasis het gasverbruik van de groep 15,3 m<sup>3</sup> per m<sup>2</sup> hoger gelegen, m.a.w. 63,8 m<sup>3</sup> per m<sup>2</sup>, ofwel een besparing van 24 %. In de winterperiode is zelfs een besparing op het gasverbruik gerealiseerd van 32 % en aan het eind van de teelt nog 7 % door het gebruik van het scherm.

### *CO<sub>2</sub> doseren en warmteopslag*

Op de bedrijven zonder warmtebuffer wordt ruim 3 m<sup>3</sup> gas per m<sup>2</sup> verstoekt voor aanvullend CO<sub>2</sub> doseren. De bedrijven met een warmtebuffer hebben ook nog gemiddeld 0,7 m<sup>3</sup> gas per m<sup>2</sup> verbruikt om aanvullend CO<sub>2</sub> te doseren. Gemiddeld is voor de tien bedrijven 2,5 % van het gasverbruik gebruikt voor aanvullend CO<sub>2</sub> doseren. Zonder het gebruik van warmteopslag zou bij hetzelfde CO<sub>2</sub>-regime op jaarbasis 4 m<sup>3</sup> gas meer gebruikt zijn, ofwel ruim 7,5 %. Als de twee bedrijven zonder warmtebuffer niet meegerekend worden is de besparing van de buffer zelfs 5 m<sup>3</sup> per m<sup>2</sup>, ofwel ruim 9 %. In de zomer bespaart warmteopslag ruim 15 % van het gasverbruik.

## 5.2.5 Conclusies

- De gunstigere weersomstandigheden in het Westland ten opzichte van De Kring geven in '95-'96 een besparing van  $2 \text{ m}^3 \cdot \text{m}^{-2}$ , ofwel 4 %.
- De gemiddelde besparing die te bereiken is met een verbeterd bedrijfsuitrusting, -vorm en -ligging bedraagt  $6,5 \text{ m}^3 \cdot \text{m}^{-2}$ , ofwel 13,5% en kan oplopen tot 30 %. De buffer voegt daar nog eens een besparing van  $4 \text{ m}^3 \cdot \text{m}^{-2}$  aan toe, ofwel 8 %.
- De gemiddelde besparing die te bereiken is met een zuiniger binnenklimaat en energiearmere kas bedraagt  $4 \text{ m}^3 \cdot \text{m}^{-2}$ , ofwel 8% en kan oplopen tot 16 %.
- De besparingen die individueel te bereiken zijn kunnen oplopen tot 27,4 %, als rekening wordt gehouden met bedrijfsuitrusting, kasklimaat en kaskeuze.
- Zonder schermen kunnen op basis van de warmteverliezen van de kassen de verschillen in gasverbruik op jaarbasis oplopen tot  $17,7 \text{ m}^3 \cdot \text{m}^{-2}$ , ofwel 36,5 %.
- Met schermen is gemiddeld  $15,3 \text{ m}^3 \cdot \text{m}^{-2}$  bespaard, ofwel 24 %.
- De bedrijven met een warmtebuffer bespaarden gemiddeld  $5 \text{ m}^3 \cdot \text{m}^{-2}$ , ofwel 9 %. Ondanks deze buffer werd er toch nog gemiddeld  $0,7 \text{ m}^3 \cdot \text{m}^{-2}$  gas verbruikt voor  $\text{CO}_2$ -doseran, goed voor 1,5 %.

### 5.3 VERGELIJKING TUSSEN HET IMAG-DLO-MODEL EN HET PBG-MODEL EN DE RESULTATEN HIERVAN.

In het project is bewust gekozen voor het gebruik van beide modellen. Het IMAG-DLO-model, KASPRO, is gebruikt om de effecten van de klimaatregeling en de bedrijfsuitrusting inzichtelijk te maken, terwijl het PBG-model, GASVERBRUIK, gebruikt is om de effecten van de bedrijfsuitrusting op het gasverbruik zichtbaar te maken.

#### *De modellen*

KASPRO, berekent de gasverbruiken op basis van **uurgemiddelden** per week voor binnen- en buitenklimaat. Hierbij zijn voor het binnenklimaat de gerealiseerde kas- en buistemperatuur, waaronder minimumbuis, de belangrijkste factoren. Daarnaast is rekening gehouden met het aantal schermuren per week.

GASVERBRUIK gaat uit van **weekgemiddelden** voor straling, buitentemperatuur en windsnelheid als buitenklimaatfactoren en de weekgemiddelden voor de voornacht-, nacht- en dagtemperatuur in de kas. Daarnaast wordt per week rekening gehouden met het aantal uren schermen. Het aanvullend  $\text{CO}_2$  doseren wordt gesimuleerd door voor het hele jaar hiervoor een branderstand in te stellen.

De verdienste van het model KASPRO is dat het duidelijk maakt welke van de instelbare klimaatinstellingen aangepast kunnen worden om het gasverbruik te reduceren. De verdienste van het model GASVERBRUIK is dat het op relatief simpele wijze duidelijk maakt welke aanpassingen van de bedrijfsuitrusting tot verlaging van het gasverbruik leiden.

#### *De resultaten*

Op het eerste gezicht lijkt het dat de uitkomsten van de verschillende modellen niet met elkaar overeenkomen. Toch is dat niet zondermeer zo. GASVERBRUIK geeft aan dat jaarrond berekend de bedrijfsuitrusting en bedrijfsvorm de belangrijkste factoren voor verschillen in gasverbruik zijn. Dit model kan door het gebruik van weekgemiddelden minder goed de invloed van de dynamica in het kasklimaat weergeven. KASPRO, dat met uurwaarden werkt, geeft aan dat de klimaatinstellingen de belangrijkste factor zijn. Dit laatste echter met de beperking dat dit geldt voor de beschouwde periode (3x3 weken) van het jaar. Aangenomen mag worden dat gezien de keuze van de drie periodes de gegevens wel voor het hele jaar gelden. Van belang is dat regio-effect, klimaatregeling en

bedrijfsuitrusting tesamen leiden tot grote verschillen, gemiddeld bij KASPRO; bijna 30 % t.o.v het bedrijf met het laagste gasverbruik en met GASVERBRUIK: 27,4 % t.o.v het gemiddelde gasverbruik van de groep en 31,6 % t.o.v. het bedrijf met het laagste gasverbruik.

#### 5.4 SAMENVATTENDE CONCLUSIES EN AANBEVELINGEN

##### *Conclusies*

- **Bedrijfseffect:**  
Door verbetering van de bedrijfsuitrusting is een besparing te behalen. Met KASPRO is berekend dat gemiddeld hierdoor 6 % besparing is te realiseren.  
Met GASVERBRUIK is berekend dat er tussen het zuinigste en het minst zuinigste bedrijf 30 % zit.
- **Regioeffect:**  
Beide modellen geven aan dat in De Kring meer energie wordt verbruikt. KASPRO geeft aan dat De Kring in de drie gemeten periodes gemiddeld 12 % meer verstoekt dan het Westland. Voor het hele seizoen berekent GASVERBRUIK dat er tussen De Kring en het Westland een verschil van 2 m<sup>3</sup> gas per m<sup>2</sup> ofwel 4 % ten gunste van het Westland.
- **Klimaatregeling:**  
Met KASPRO wordt een gemiddeld klimaatregelingseffect berekend van 17 % van het gasverbruik. GASVERBRUIK berekent dat er door verschillen in de klimaatregeling tussen de bedrijven een verschil ontstaat van 16 % van het gasverbruik. Verschillen in teeltduur zorgen nog eens voor ruim 11 % verschillen.
- **Totaalinvloed:**
- KASPRO geeft aan dat door verbetering van regio-effect, klimaatregeling en bedrijfsuitrusting tesamen een gemiddelde gasbesparing mogelijk is van bijna 30 % t.o.v. het laagste gasverbruik . Voor de individuele bedrijven ligt dit tussen 10 en 50 %.
- GASVERBRUIK geeft voor effect van regio, bedrijfsuitrusting en klimaatsregeling samen voor seizoen '95-'96 een gemiddelde besparing van 35,4 % t.o.v. het gemiddelde gasverbruik.
- Met GASVERBRUIK is het gasverbruik op jaarbasis goed te voorspellen met een afwijking van niet meer dan 4 %, mits het CO<sub>2</sub>- en schermregime per periode opgegeven kan worden.
- GASVERBRUIK geeft bij splitsing van het gasverbruik de volgende resultaten:
- Door het intensieve gebruik van schermen is door de groep gemiddeld 24 % energie bespaard.
- Het gebruik van de warmtebuffer heeft 9 % energiebesparing opgeleverd.
- Ondanks het gebruik van warmteopslag is er toch nog 1,5 % van het gasverbruik gebruik voor aanvullend CO<sub>2</sub> doseren.
- Tussen het berekende gasverbruik voor het werkelijke bedrijf en het standaard bedrijf zit een vrij constante factor.

##### *Aanbevelingen*

- Voor een goede vergelijking van het gasverbruik tussen bedrijven is het elimineren van de bedrijfs- en regioeffecten via een correctiefactor gewenst.
- Het is wenselijk de modellen KASPRO en GASVERBRUIK op elkaar af te stemmen om de sterke punten van beide modellen maximaal uit te buiten.

## **6 GEBRUIKSWIJZE KLIMAATREGELING EN ERVARINGEN BEGELEIDING EXCURSIEGROEPEN**

### **6.1 INLEIDING**

Behalve het gasverbruik - werkelijk dan wel berekend - is ook gekeken naar de wijze waarop met de klimaatregeling is omgegaan en hoe de ervaringen waren van de begeleiding van de excursiegroepen t.a.v. het onderdeel energie.

Bij de gebruikswijze van de klimaatregeling is nagegaan in welke mate klimaatinstellingen worden gewijzigd en welke redenen daarvoor worden gehanteerd.

De begeleiding van de excursiegroepen voor het onderwerp energie in samenhang met het gewas en klimaat heeft een aantal ervaringen en inzichten opgeleverd

### **6.2 GEBRUIKSWIJZE KLIMAATREGELING**

#### **6.2.1 Werkwijze**

Om meer inzicht te krijgen in de wijze waarop telers met hun klimaatregeling omgaan, is in drie perioden een registratie uitgevoerd van de wijzigingen in de klimaatinstellingen. Om enige houvast te bieden voor de telers is vooraf een selectie gemaakt in het aantal klimaatinstellingen waarvan de wijzigingen moesten worden bijgehouden en in het aantal redenen waarom de wijzigingen hebben plaatsgevonden. Het aantal klimaatinstellingen is daartoe beperkt tot vijf instellingen, die in de beoogde periode het meest belangrijk zullen zijn. De redenen zijn beperkt gebleven tot een drietal, welke in alle drie de perioden hetzelfde waren.

De registratie van wijzigingen in klimaatinstellingen is uitgevoerd in één week uit dezelfde drie perioden, waarin ook de uurregistratie plaatshad. De drie weken waren: za. 16 t/m za. 23 maart (week 12), za. 1 t/m za. 8 juni (week 23) en za. 31 augustus t/m 7 september (week 36).

De te registreren klimaatinstellingen waren:

- minimumbuis temperatuur;
- stooktemperatuur (dag/nacht);
- ventilatietemperatuur;
- luchtvochtigheid (periode 1 en 3) of P-band/P-factor op de ventilatie (periode 2);
- raamstand.

Elke verandering van een instelling (van, naar) werd als een aparte wijziging beschouwd. Dit betekent dat het verhogen van de stooktemperatuur en het later weer verlagen naar de uitgangssituatie als twee wijzigingen worden gezien.

Als redenen werd in het registratieformulier de volgende keuzes opgevoerd:

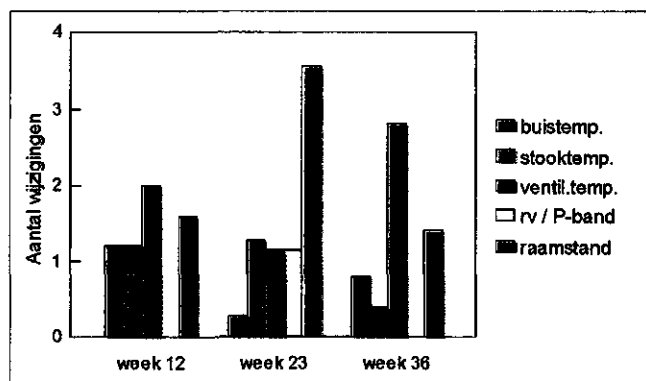
- kasklimaat: actuele situatie t.a.v. het kasklimaat;
- buitenklimaat: actuele en/of te verwachten situatie van het buitenklimaat;
- gewas: o.a. gewassturing (vegetatief of generatief), stimuleren/afremmen gewas en kwaliteitsaspect.

Achtergrond hiervan is, dat bij eerder onderzoek naar de redenen voor de wijzigingen in het gebruik van minimumbuis er een scala aan antwoorden werden gegeven. Bovendien bleek daarbij dat niet iedereen hetzelfde begrippenkader heeft (Rijsdijk, 1995). Om deze

problemen te vermijden is het aantal redenen beperkt tot de bovenvermelde drie mogelijkheden. Het was slechts mogelijk één reden aan te geven waarom een instelling werd gewijzigd. M.a.w. de teler moest de reden aangeven, die naar zijn mening op dat moment doorslaggevend was.

De registratieformulieren zijn na iedere beschouwde week verwerkt en teruggekoppeld naar de telers in de evaluatiebijeenkomsten. Hoewel het aantal klimaatinstellingen beperkt is gehouden, bleek het veel discipline te vragen om de registratie consequent uit te voeren. Zodoende zijn van een deel van de bedrijven gegevens beschikbaar in de drie beschouwde weken (week 12, 23 en 36 respectievelijk 4, 7 en 6 bedrijven).

### 6.2.2 Resultaten



**Figuur 6.1:** Gemiddeld aantal klimaatsinstellingswijzigingen per bedrijf per week.

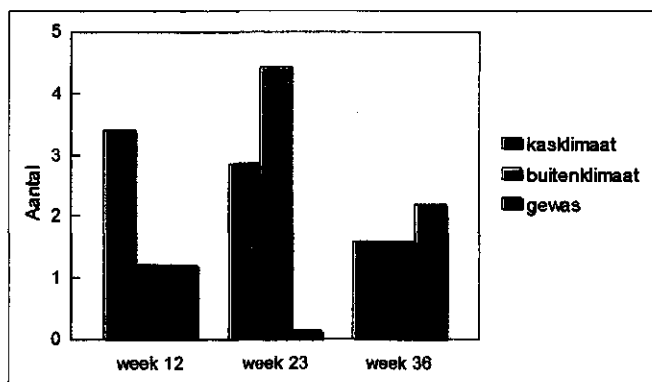
De resultaten van de wijzigingen in klimaatinstellingen en redenen worden achtereenvolgens besproken voor alle bedrijven gezamenlijk en voor de individuele bedrijven.

#### *Wijzigingen in klimaatinstelling en achterliggende redenen:*

Het gemiddeld aantal wijzigingen per bedrijf in de vijf klimaatinstellingen bedroeg in de drie beschouwde weken 6, 7,4 respectievelijk 5,4. Tussen de bedrijven liepen het aantal wijzigingen per week sterk uiteen. Zo lagen de uitersten in het aantal wijzigingen in klimaatinstellingen tussen 2 en 8 (week 12), tussen 4 en 10 (week 23) en tussen 1 en 11 keer per week (week

36).

Het gemiddeld aantal wijzigingen per week verschilden per reden van klimaatinstelling (zie figuur 6.1).

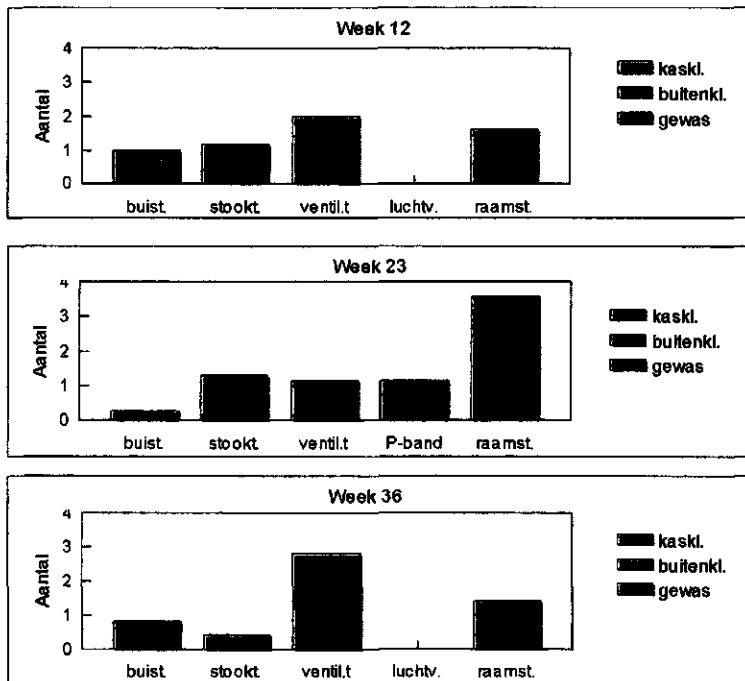


**Figuur 6.2:** Gemiddelde aantal maal de reden voor een klimaatsinstellingswijziging per bedrijf per week.

De ventilatietemperatuur en de raamstand werden gemiddeld vaker gewijzigd. De luchtvochtigheid daarentegen werd geen enkele keer gewijzigd, m.a.w. werd niet als hoofddoel aangevoerd (week 12 en 36). De door de teler voor de betreffende weken belangrijk geachte klimaatinstellingen werden nog geen viermaal per week gewijzigd.

De uitersten in aantallen wijzigingen (zowel laag als hoog) zijn in het algemeen goed te verklaren door het buitenklimaat in de betreffende perioden.

De aangevoerde redenen die aan de basis van de wijzigingen in de klimaatinstellingen staan, zijn in figuur 6.2 weergegeven. Uit figuur 6.2 blijkt dat het aktuele kasklimaat in week 12 vaak de reden is geweest tot het uitvoeren van wijzigingen in klimaat-



In week 23 (juni) was het buitenklimaat vaker de reden, terwijl in week 36 (september) dit het gewas was. Het kasklimaat en buitenklimaat waren gezamenlijk voor ruim 80% van de gevallen de aanleiding tot klimaatinstellingswijzigingen. Het gewas was in alle drie weken gemiddeld 1,5-2 maal per week de reden tot het wijzigen van een klimaatinstelling. Het (verwachte) buitenklimaat is met name in week 23 (juni) belangrijk als reden in vergelijking met de twee andere weken.

Het voorgaande gaf aan welke instellingen het meest werden gewijzigd en welke redenen het meest werden aangevoerd. In figuur 6.3 is voor elke klimaatinstelling afzonderlijk

**Figuur 6.3:** *Wijziging klimaatinstelling en achterliggende redenen per week (gemiddeld aantal per bedrijf).*

vermeld welke redenen bij de wijzigingen hebben gegolden.

Uit figuur 6.3 blijkt dat er vaak meerdere redenen zijn om een klimaatinstelling te wijzigen. Alleen bij de buistemperatuur lijkt het erop dat een wijziging hierin overwegend door het kasklimaat wordt bepaald.

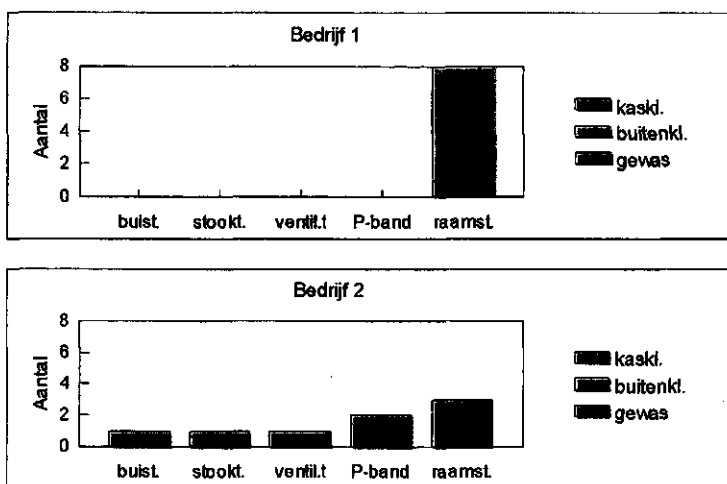
Ook is bekeken of de resultaten verschillend zijn voor de regio Westland of De Kring. Uit analyse van de resultaten blijkt dat het beeld te divers is om hieruit enige lijnen te trekken (mede door het geringe aantal bedrijven).

#### *Wijzigingen in klimaatinstelling en achterliggende redenen voor het individuele bedrijf*

In het voorgaande is een beeld gegeven van de totale groep bedrijven. Het is nu interessant om te weten hoe individuele bedrijven omgaan met hun klimaatinstellingen.

M.a.w. hoe komen individuele telers tot het gewenste kasklimaat rekening houdend met het gewas en het produkt. Hieronder is een greep genomen uit de bedrijven en de betreffende weken, waarbij het accent ligt op de uitersten.

De wijze waarop telers omgaan met hun klimaatregeling om het gewenste kasklimaat te bereiken is verschillend. Uit figuur 6.4 blijkt dat op beide bedrijven in week 23 acht wijzigingen zijn aangebracht in de klimaatinstellingen. Op bedrijf 1 hebben de wijzigingen zich alleen beperkt tot de raamstand (andere instellingen dan de onderzochte vijf buiten beschouwing latend), terwijl bedrijf 2 in alle klimaatinstellingen een wijziging heeft uitgevoerd. Beide bedrijven lagen in dezelfde regio.



**Figuur 6.4:** *Wijziging in klimaatsinstellingen en achterliggende redenen op twee bedrijven in week 23.*

In de evaluatiebijeenkomsten bleek dat ondernemer bedrijf 1 het in de betreffende week zoekt in de wijziging van een instelling die direct werkt, terwijl ondernemer bedrijf 2 het meer zoekt in een optimale afstemming van meerdere instellingen. Het lijkt erop dat de handelwijze van de telers in het wijzigen van klimaatinstellingen (qua aantal gewijzigde instellingen) over de weken in grote lijn hetzelfde is.

Het beeld over alle drie weken is dat met betrekking tot de vijf beschouwde instellingen de bedrijven meestal 2 tot 3 klimaatinstellingen wijzigen om het kasklimaat te beheersen.

De redenen voor wijzigingen in klimaatinstellingen leverde op de afzonderlijke bedrijven het beeld op, dat het kasklimaat en buitenklimaat hierin het belangrijkste waren. Tussen de bedrijven waren er soms verschillen, maar niet consequent over alle weken heen. Dit werd bovendien bemoeilijkt, omdat niet van alle bedrijven registraties beschikbaar waren over de drie perioden. Hierdoor kon slechts het gedrag van enkele ondernemers over de beschouwde drie weken worden gevolgd.

Ook voor de afzonderlijke dagen is het gedrag van ondernemers t.a.v. het wijzigen van klimaatinstellingen bekeken. Net zoals het beeld op weekbasis, is op specifieke dagen het gedrag van ondernemers verschillend. Het gedrag van een teler op weekbasis is daarbij terug te voeren op het gedrag op dagbasis. Met name heeft dit betrekking op de te wijzigen klimaatinstellingen en het aantal malen daarin. De redenen lopen minder uiteen.

### 6.2.3 Discussie, conclusies en aanbevelingen

Bij de evaluatie van de resultaten met de deelnemende tuinders bleek dat de inhoud van de redenen - ondanks een toelichting op het registratieformulier - niet voldoende onderscheidend waren en daarmee interpretatieverschillen opleverden. Bovendien is bekend, dat er meer redenen (dan de beschouwde drie) bestaan om te wijzigen, waarbij tuinders individueel verschillende accenten in redenen leggen. Met dit in het achterhoofd moeten de gevonden redenen met een zekere voorzichtigheid worden gehanteerd.

Uit de registratie van wijzigingen in klimaatinstellingen en de achterliggende redenen in drie verschillende weken (12, 23 en 36) in het teeltseizoen blijkt, dat:

- er verschillen zijn tussen bedrijven in het aantal gewijzigde klimaatinstellingen en in de frequentie van wijzigen.  
Het lijkt erop dat ondernemers in het wijzigen van het aantal klimaatinstellingen dezelfde lijn volgen, m.a.w. vaak dezelfde soort instellingen wijzigen.
- de ventilatietemperatuur en de raamstand in de drie weken vaker zijn gewijzigd



dan de buistemperatuur, stooktemperatuur of luchtvochtigheid of P-band.

- de reden tot een wijziging in klimaatinstelling meestal het kasklimaat of het buitenklimaat was.

Op basis van de discussies in de evaluatiebijeenkomsten zijn aanbevelingen te geven. Het registreren van wijzigingen in klimaatinstellingen kan van nut zijn bij:

- korte termijn evaluaties, zowel binnen het bedrijf als wekelijks in excursie/vergelijkingsgroep.
- het tunen of afregelen van vaak gewijzigde klimaatinstellingen.
- het terugzetten van incidenteel gewijzigde klimaatinstellingen.

Voorwaarde is dan wel dat er standaardisatie plaatsvindt van de gebruikte termen.

## **6.3 ERVARINGEN BEGELEIDING EXCURSIEGROEPEN**

### **6.3.1 Werkwijze**

De tweeweekse en later vierweekse begeleiding van de twee excursiegroepen was gericht op het aan de orde en ter discussie stellen van verschillende zaken met betrekking tot kasklimaat en energie. Hierbij is getracht een balans te vinden tussen enerzijds het teelttechnisch aspect en anderzijds het energie-aspect, waarbij voldoende tijd beschikbaar is om het inzicht en overzicht te vergroten over het energieverbruik. Dit laatste zowel ten aanzien van de verschillende regelprocessen op het tuinbouwbedrijf als de daarbij behorende discussies over de mogelijkheden tot energiebesparing te komen.

Na de rondgang op de bedrijven en de discussie over teelttechniek werd regelmatig een onderwerp m.b.t. energie gepresenteerd door DLV of PBG. Centraal stond een na te streven kasklimaat, waarbij een hoge produktie met goede kwaliteit wordt behaald. Het gasverbruik werd grafisch weergegeven met een toelichting daarop van de afgelopen periode van twee of vier weken en het cumulatieve verbruik vanaf begin teelt.

In de excursiegroepbijeenkomsten werd regelmatig teruggesproken op de cursus Energiebeheer van het IPC-Plant in Ede, die de telers bij de projectstart hadden gevolgd. De aangeleverde tips werden zoveel mogelijk vertaald naar de praktijksituatie. Daarnaast zijn door DLV handvatten aangereikt om tot een betere afweging te komen van de te volgen regel- en teeltstrategie. Tijdens de excursies zijn de volgende onderwerpen aan de orde geweest: luchtvochtigheid, schermgebruik, minimumbuis, warmteoverdracht buizen, electriciteitsverbruik, horizontale temperatuurverschillen en ventilatoren, warmte straling in relatie warmte van buizen, ventileren en ventilatievouden.

Per bijeenkomst werd een kort verslag van de belangrijkste discussiepunten gemaakt.

### **6.3.2 Ervaringen en aanbevelingen**

Om excursiegroepen gemotiveerd te houden is voortdurend nieuwe input belangrijk. De grafische weergave van en toelichting op de gasverbruiken voorzag daarin. De grafieken werden aangevuld met ervaringen vanuit de voorlichtingspraktijk. Waar toelichtingen voor meerdere uitleg vatbaar waren werd nagegaan wat nu precies de boodschap was. Een te veel aan grafieken en cijfermateriaal maakte het vaak moeilijk voor de telers om zelf conclusies uit de gegevens te trekken. Het maken van een selectie uit gegevens en weglaten van niet relevante informatie dient voor vervolgotrajecten een belangrijk

**aandachtspunt te zijn voor begeleiders.**

**Het vasthouden aan ingebrachte onderwerpen en het niet afdwalen naar andere onderwerpen is moeilijk maar wel belangrijk om het maximum rendement uit de discussie te halen. Hierbij is het opstellen van een tijdschema wenselijk.**

**Bij discussies over ingestelde regelingen, waarbij regelmatig prikkelende vragen werden gesteld aan collega-tuinders, werd vaak teruggegrepen op de cursus Energiebeheer. Wel werd geconstateerd, dat de cursusinformatie door de telers soms verkeerd werd geïnterpreteerd. Deskundige begeleiding van excursiegroepen door (energie)voorlichters of -adviseurs is dan ook gewenst, om verkeerde interpretatie te voorkomen.**

**Het registreren van de wijzigingen in klimaatinstellingen in de praktijk en de redenen daartoe had als positief neveneffect, dat de teler bewuster omging met het wijzigen en invoeren van instellingen.**

**Opvallend was, dat het weergeven van het buis- en kasttemperatuurverloop van meerdere bedrijven in één grafiek zeer enthousiast werd ontvangen. De verschillen werden soms op bepaalde momenten van de dag bepaald. Hieruit blijkt temeer, dat alleen cijfers vergelijken niet die informatie geeft die de telers nodig hebben. Een goed inzicht is alleen te verkrijgen door grafieken van verschillende bedrijven in één overzicht te plaatsen. Het verdient aanbeveling gerealiseerde waarden van kasklimaatparameters groepsgewijs grafisch weer te geven.**

**In de evaluatiebijeenkomsten met telers zijn relaties gelegd tussen gewasontwikkeling, productie en energiebeheer en is aangegeven op welke punten nog kansen liggen voor de verbetering van de energie-efficiëntie, zowel aan de gasbesparingskant als aan de productiekant.**

**Bovendien is door DLV een lijst met energie-tips samengesteld, waarbij onder meer informatie vanuit de excursiegroepen is verzameld. De opgedane kennis uit de begeleiding van excursiegroepen kan in de toekomst ook naar andere telers (in excursiegroepen) worden overgedragen. Ze zijn al grotendeels verwerkt in het hierna te behandelen werkplan en vermeld bij de behandeling van de cursus Energiebeheer (par. 3.1).**

# 7 WERKPLAN ENERGIE

## 7.1 INLEIDING

In de projectomschrijving is aangegeven dat het project een implementatieplan zou opleveren. Het implementatieplan is een hulpmiddel naar een verdere energiebesparing door bewuster met de klimaatregeling en de bedrijfsuitrusting om te gaan. Het implementatieplan is als werkplan met de titel "Kosten omlaag door optimaal gebruik van energie" verspreid onder de NTS-studieclubs.

Het werkplan wordt hieronder weergegeven.

De discussiethema's uit het werkplan zijn in november verspreid onder de leden van de excursiegroepen in de glasgroenten.

Naar aanleiding van het werkplan en de laatste fase van het project zijn in januari artikelen verschenen in het Vakblad voor de Bloemisterij en in het Weekblad Groenten en Fruit.

## 7.2 WERKPLAN: KOSTEN OMLAAG DOOR OPTIMAAL GEBRUIK VAN ENERGIE

Dit werkplan helpt u bij uw streven de kosten op uw bedrijf verder omlaag te brengen. Het plan richt zich op het streven naar een optimaal kasklimaat met een zo laag mogelijk energieverbruik binnen de bestaande bedrijfsuitrusting. Uitgangspunt is dat productie en kwaliteit daarbij niet negatief beïnvloed worden.

### 7.2.1 Inhoud werkplan

U kunt de volgende onderdelen terugvinden:

- discussie met uw collega's in de excursiegroep
- cursus klimaatbeheer
- registratie
- bedrijfsuitrusting
- informatiebronnen
- achtergronden
- tips en weetjes

### 7.2.2 Thema's voor discussie met uw collega's door het jaar heen

1. Schermgebruik in de wintermaanden. (december - maart)  
Hoe ga je ermee om in de eerste maanden van de teelt.
  - *Weet u dat het scherm teelttechnisch goed kan worden toegepast als het verschil tussen kas- en buitentemperatuur 10°C of meer is.*
  - *Weet u dat de leden uit de energie-excursiegroepen paprika in 1996 relatief meer zijn gaan schermen dan hun collega's?*
  - *Schermen in december en januari geeft een zeer beperkt lichtverlies.*
2. Horizontale temperatuurverdeling in de kas. (december - januari)  
Het gebruik van ventilatoren, isolatie van gevels, buizenverf en het meten ervan.
  - *TIP: het programma KASTHERM is een handige hulpmiddel voor het vastleggen van metingen in de kas.*
3. Grafieken. (januari - februari)

Aanschaf programma, gegevens uitzetten in een grafiek, vergelijken met collega's.  
► *TIP: neem de tijd om met de excursiegroep naar de grafieken te kijken.*

4. Minimum buis. (maart - mei)  
Redenen, op welke momenten gebruiken, hoogte van de minimum buis, stralingsinvloed, hoe gaan we ermee regelen.  
► *Weet u dat een minimum buis niets meer bijdraagt aan het kasklimaat bij een globale straling van meer dan 300 W/m<sup>2</sup>.*  
► *Weet u dat een minimum buis pas effect heeft op het kasklimaat als het verschil tussen kastemperatuur en buistemperatuur groter is dan 20 °C.*
5. Vochtregeling en ventilatie. (maart - mei)  
Ventilatieregeling, wel of geen minimum-raamstanden, wel of geen vochtinvloed op de raamstand, 24-uurs grafieken van stook- en ventilatietemperatuur.  
► *Weet u dat bij een verschil tussen kastemperatuur en buitentemperatuur van 10 °C of groter, de luchtvochtigheid in de kas voldoende op peil gehouden wordt door condensatie tegen het glasdek.*  
► *Weet u dat de luchtvochtigheid in de kas het beste kan worden geregeld via een goede instelling van de ventilatietemperatuur: instellingen als minimum raam en minimum buis zijn te star voor een goede klimaatregeling en kosten extra energie.*  
► *TIP: bekijk de vochtregeling en bediscussieer de vraag welke relatieve luchtvochtigheid tijdelijk toelaatbaar is voor het gewas.*
6. CO<sub>2</sub> doseren. (mei - augustus)  
Relatie met klimaatregeling, welk niveau op welk moment, buistemperatuur, warmtebuffer, CO<sub>2</sub>-opslag, verdeling in de kas, onderhoud, CO<sub>2</sub>-benutting door de plant.  
► *TIP: laat de CO<sub>2</sub>-installatie nakijken op water en verstoppingen in de leidingen.*  
► *Weet u dat de CO<sub>2</sub>-opname door de plant niet rechtevenredig is met de instraling?*  
► *Stelling: een warmtebuffer hoeft niet altijd leeg in de zomer.*
7. Strategie bepalen. (augustus, september)  
Lang of kort doorgaan, vroeg of laat planten, kleine of grote plant thuishalen.
8. Herfstklimaat en energieverbruik. (september, oktober)  
Schermen in de herfst, nut van minimum-buis.  
► *Weet u dat het scherm teelttechnisch goed kan worden toegepast als het verschil tussen kas- en buitentemperatuur 10 °C of meer is.*
9. Schermen. (oktober, november)  
Soorten schermen, perforaties, beweegbaar of vast, besparingspercentages van het materiaal, gevelschem, invloed op het energieverbruik per m<sup>2</sup>.  
► *Weet u dat voor de energie-excursiegroepen paprika in 1996 is berekend dat zij tot en met week 43 door gebruik van schermen ongeveer 15 M<sup>3</sup>/M<sup>2</sup> hebben bespaard?*  
► *Schermen in de zomermaanden is handmatig vakwerk.*

Bent u geprikkeld door bovengenoemde "weetjes", maar weet u er nog te weinig van of durft u ze niet toe te passen: praat erover in de excursiegroep en vraag eventueel een deskundige op het gebied van klimaatregeling voor extra uitleg. Veel van de genoemde "weet u datjes" komen uit de cursus "Efficiënt klimaatbeheer".

De DLV kan de excursiegroepen ondersteunen. De DLV levert inhoudelijke informatie over de door de excursiegroepen gekozen thema's en leidt de discussie in de excursiegroep. Informeer bij uw DLV-team voor de mogelijkheden en kosten.

► *Tweetoeren-pompen besparen gas en electra. Een automatische koppeling met de regeling is noodzakelijk.*

► *Financiële tip: bekijk de mogelijkheid om elektrische apparaten buiten de piekuren te laten draaien.*

### 7.2.3 Cursus Efficiënt klimaatbeheer

Deze cursus helpt u bij uw streven naar een optimaal kasklimaat met een zo laag mogelijk energiegebruik. De totale cursus bestaat uit twee blokken van elk 2 dagen (middag + avond).

Blok A: Klimaatregeling en regelprogramma's.

Onderdelen: kasklimaat en groeifactoren, meet- en regelapparatuur, temperatuurregeling, kasklimaat en energie, analyse bedrijfssituatie, overzichten en grafieken, instellen regelprogramma, klimaatmodellen.

Blok B: Apparatuur en interpretatie kasklimaat.

Onderdelen: controleren werking apparatuur, onderhoudsvoorschriften, afstellen apparatuur, analyse klimaatregeling aan de hand van grafieken en instellingen, optimalisatie kasklimaat.

De cursussen worden gegeven door het Agro Cursuscentrum in De Lier (telefoon 0174 - 51 28 63) en IPC-plant in Ede (telefoon 0318 - 69 71 11). De cursus wordt in 1997 gesubsidieerd uit de energieheffing en kost dan f695,- voor de beide blokken.

► *TIP: volg met uw excursiegroep de cursus klimaatbeheer. U haalt dan nog meer rendement uit de cursus. GEWOON DOEN!!*

### 7.2.4 Registratie: Meten is weten. Vergelijken geeft inzicht.

Het vastleggen van gas- en electriciteitsverbruiken is noodzakelijk om verschillen in energieverbruik zichtbaar te maken. Vergelijken met uw collega's of met andere jaren is noodzakelijk om inzicht te krijgen in de oorzaken van de verschillen. Een volledig antwoord op uw vragen zult u daarbij echter niet krijgen. Om te kunnen vergelijken is het noodzakelijk om ook instellingen, gerealiseerd binnen- en buitenklimaat, schermuren en dergelijke vast te leggen. Informeer bij de studieclub naar de mogelijkheden voor geautomatiseerde vergelijking met uw collega's. De studieclub kan ook aangeven welke gegevens vergeleken kunnen worden.

Een goede controle en onderhoud van de meetinstrumenten vormen de basis van de registratie.

► *TIP: Gebruik de onderhoudskaart. De kaart is gratis verkrijgbaar bij de DLV.*

Over het algemeen worden weekgemiddelden vergeleken. Hiermee komen verschillen binnen een dag niet aan het licht. Hiervoor is registratie en vergelijking op dagbasis of nog gedetailleerder noodzakelijk, bijvoorbeeld aan de hand van grafieken.

*► TIP: gebruik een grafiekenprogramma (schaf het (eventueel) aan). Grafieken geven veel inzicht in de samenhang van instellingen. Maak eens een 24-uurs grafiek van de ingestelde stook- en ventilatietemperatuur met bijbehorende correcties en de gerealiseerde waarden.*

### **7.2.5 Invloed van de bedrijfsuitrusting op het gasverbruik**

Verschillen in gasverbruik worden deels veroorzaakt door verschillen in de bedrijfsuitrusting, zoals de opstanden van de kas en het al dan niet aanwezig zijn van een warmtebuffer. Deze verschillen kunnen fors oplopen. Het effect van de bedrijfsuitrusting op het gasverbruik is door het jaar heen een vaste factor. Het is mogelijk om voor uw bedrijf met het PBG-model GASVERBRUIK uit te laten rekenen hoe groot de invloed van de bedrijfsuitrusting is op uw gasverbruik. Hierbij wordt uw bedrijf gerelateerd aan een "standaardbedrijf". De kosten hiervan bedragen f 125,- per bedrijfslocatie. Nadere informatie is te verkrijgen bij het Proefstation te Naaldwijk.

### **7.2.6 Wat is de situatie op uw bedrijf?**

De DLV kan een Energieactieplan uitvoeren op uw bedrijf. Bij het Energieactieplan wordt de bedrijfssituatie geïnventariseerd. Op basis van deze inventarisatie wordt een lijst met actiepunten opgesteld. Deze wordt besproken met de ondernemer en naar aanleiding van dit gesprek wordt een rapport met de actiepunten opgesteld. Het Energieactieplan is gratis: informeer bij uw eigen DLV-team naar de mogelijkheden.

Uw energiebedrijf kan op uw bedrijf de situatie vastleggen ten aanzien van de horizontale temperatuurverdeling in de kas, de CO<sub>2</sub>-verdeling, het regelgedrag van de brander en de temperatuurregistratie in de kas. Deze doorlichting is meestal gratis: informeer bij uw energiebedrijf naar de mogelijkheden.

*► Weet u dat op veel bedrijven het ketelgedrag "onrustig" is, dat wil zeggen dat de ketel regelmatig staat te pendelen tussen hoog/laag toeren en veel pieken en dalen in de sturing van de brander laat zien.*

*► Weet u dat de branderafstelling op veel bedrijven voor verbetering vatbaar is i.v.m. de kwaliteit van de rookgassen. Het is ook van belang voor CO<sub>2</sub> doseren.*

### **7.2.7 Informatiebronnen**

Energie is een onderwerp dat de laatste jaren sterk in de belangstelling staat. Er wordt veel over geschreven en activiteiten georganiseerd. Een greep:

- artikelen en thema-nummers in de vakliteratuur;
- thema-bijeenkomsten en open dagen van studyclubs, voorlichtingsbureau's en onderzoeksinstellingen
- Handboek Verwarming Glastuinbouw: een naslagwerk op het gebied van de verwarmingsinstallatie op uw bedrijf. Meestal verkrijgbaar bij het energiebedrijf.
- Handboek Milieuzorg Glastuinbouw.

*► Weet u dat het Handboek Milieuzorg Glastuinbouw ook veel tips en aandachtspunten bevat?*

*► TIP: bewaar thema-nummers en kijk nog eens in de handboeken.*

### **7.2.8 Externe deskundigheid**

Er zijn veel mogelijkheden om u te laten adviseren door advies- en voorlichtingsbureau's. Wat hebben zij zoal te bieden?

- Individuele energiebegeleiding: begeleiding gericht op energie-efficiëntie en energiebesparing.
- Meten en adviseren over verschillen in horizontale temperatuurverdeling.
- Doorrekenen en meten van de CO<sub>2</sub>-verdeling.
- Klimaatbegeleiding.
- Doorrekenen van investeringen.

### **7.2.9 De achtergrond van dit werkplan**

Dit plan is het resultaat van het NTS-project: "Energiebesparing door optimaal gebruik van de bedrijfsuitrusting". Twee excursiegroepen paprika hebben zich bezig gehouden met de vraag hoe meer energie kan worden bespaard bij de bestaande bedrijfsuitrusting. Met behulp van rekenmodellen is getracht de telers inzicht te verschaffen in de oorzaken van de verschillen in gasverbruiken. De correctie van het gasverbruik naar het gasverbruik van een standaardbedrijf is een praktisch handvat voor excursiegroepen. Een cursus klimaatbeheer is een aanrader voor iedereen. In deze cursus komen veel direct toepasbare zaken naar voren.

### **7.2.10 Contactadres voor het werkplan.**

LTO Groeiservice BV. i.o.  
Postbus 567, 2675 ZV Honselersdijk  
Telefoon 0174 - 627241  
Telefax 0174 - 631551.

## **7.3 ONDERSTEUNING VAN HET WERKPLAN**

Het werkplan is aangeboden aan het weekblad Groenten en Fruit. Zij hebben het gepubliceerd in februari 1997. Het werkplan wordt ondersteund door een artikelserie in het weekblad Groenten en Fruit. De bedoeling van deze serie is dat groepen die een thema in de excursiegroep breed willen behandelen, het betreffende artikel als leidraad voor de discussie kunnen gebruiken.

De discussiethema's worden ook ingebracht in de groepsleidersbijeenkomsten.

De cursus Efficiënt klimaatbeheer is gepromoot via de studieclubkanalen. In het westen blijkt de animo voor de cursus nog tegen te vallen. Daarnaast bleek dat er in de maanden dat de telers gelegenheid hebben om de cursus te volgen weinig capaciteit beschikbaar te zijn.

In augustus/september 1997 zal opnieuw aandacht besteed worden aan de cursus Efficiënt klimaatbeheer door de Hogeschool Delft.

## **7.4 COMMUNICATIE TIJDENS HET PROJECT**

De overdracht van de bevindingen en de resultaten van het project naar andere telers, dan die aan het project deelnamen en intermediairen, heeft op de volgende wijzen plaats gevonden.

Door het P.B.G. en het IMAG-DLO:

- de volgende artikelen zijn verschenen in de landelijke vakpers:
  1. Kasklimaat bepalend voor optimaal gasverbruik. (Ruijs, M., Goossens, H., 1996.)
  2. Teler, bedrijfsuitrusting en geografie beïnvloeden energiegebruik. (Ruijs, M.N.A., Goossens, H.C.E.M., 1997.)
  3. Werkplan Energie stimuleert besparing. (Ruijs, M., Goossens, H., 1997.)
- de mogelijkheid om de invloed van de bedrijfsuitrusting op het gasverbruik te bepalen;
- presentatie in de energiecommissie van de NTS/LTO;
- presentatie op de open dagen op het PBG in 1997 (24 april, 15 mei en 5 juni);
- overdracht van ervaringen binnen dit project naar bestaande en nieuwe kennismodellen en projecten van PBG en IMAG-DLO, met name het PBG-project "Ondersteuning besluitvorming energiezuinige klimaatbeheersing";

Door de NTS:

- Schriftelijke verspreiding van de tijdens de cursus opgedane kennis ten aanzien van klimaatbeheer.
- Verslag van een van de deelnemers uit de betrokken excursiegroepen in het ledenblad van Groentestudieclub Westland (bijlage ).
- Tijdens de groepsleidersbijeenkomsten in 1997 hebben de groepsleiders uit de excursiegroepen verslag gedaan van hun bevindingen in het project. Deze ervaringen zijn via de nieuwsbrieven van de studieclubs verspreid.
- In november en december 1996 zijn in het Westland en De Kring studieclubavonden gehouden n.a.v. het project.
- Via het werkplan energie (zie de hoofdstukken 7.2. en 7.3.)
- Op de informatiemarkt van de NTS in oktober 1997 zullen de resultaten van het project onder de aandacht van de tuinders gebracht worden.

Er was geen aanleiding om leveranciers van de bedrijfsuitrusting direct te benaderen.

## **7.5 VERVOLGACTIVITEITEN**

### **7.5.1 Het werkplan**

De thema's uit het werkplan worden actief onder de aandacht gebracht bij de deelnemers aan excursiegroepen door middel van een artikelenreeks in teeltseizoen 1997 in Groenten en Fruit en themavragen op de groepsleidersbijeenkomsten.

De mogelijkheid om met behulp van het PBG-model GASVERBRUIK een omrekeningsfactor voor de bedrijfsuitrusting te laten bepalen voor het gasverbruik werd reeds via de vakbladen en nieuwsbrieven onder de aandacht gebracht. Andere activiteiten zullen opgestart worden om hier verder de aandacht op te vestigen.

De cursus Efficiënt klimaatbeheer wordt actief onder de aandacht van de studieclubleden gebracht (! Beschikbare capaciteit is beperkt vanuit IPC/Plant en Agro-cursuscentrum).

### **7.5.2 Registratie van buistemperaturen**

Tijdens het project bleek dat de registratie en grafische weergave van het verloop van de buistemperatuur in de kas in combinatie met de gemeten kasluchttemperatuur de telers veel inzicht gaf.

Het wordt aanbevolen de mogelijkheid na te gaan voor het opzetten van een meetkit, die meetsets en programmatuur voor de weergave van kastemperatuur en buistemperatuur bevat. Deze meetkit zou door excursiegroepen gehuurd kunnen worden voor een periode



van een tot enkele week.

## **8 CONCLUSIES EN AANBEVELINGEN VAN HET PROJECT**

### **8.1 INLEIDING**

In de voorgaande hoofdstukken zijn de conclusies van de verschillende onderdelen van het project reeds weergegeven. In dit hoofdstuk wordt teruggegrepen naar de doelstelling van het project en worden de belangrijkste conclusies en algemene bevindingen op een rij gezet.

Het doel van het project was het tactisch en operationeel gebruik van de bestaande bedrijfsuitrusting en klimaatregeling te verbeteren teneinde het gasverbruik te verlagen.

### **8.2 CONCLUSIES**

Uit een vergelijking met een overeenkomstige groep telers, blijkt dat de deelnemende telers 4 % minder energie verbruikt hebben dan hun collega's.

De verwachting was dat door een verbeterde bedrijfsvoering het gasverbruik met 10 tot 30% omlaag gebracht kan worden. Dit lijkt bij de deelnemende bedrijven binnen het project niet gehaald te zijn. Uit berekeningen met het model KASPRO blijkt dat door toepassing van het meest gunstige kasklimaat en ras in de eigen bedrijfs situatie energiebesparingen tot 27 % tot de mogelijkheden behoren. Het model GASVERBRUIK berekent hiervoor maximaal 15 %. KASPRO en GASVERBRUIK berekenen een gemiddeld klimaatregelingseffect inclusief raseffect van 17 respectievelijk 8 % van het gasverbruik.

KASPRO en GASVERBRUIK rekenen als mogelijke energiebesparing door verbetering van de bedrijfsuitrusting, -vorm en ligging gemiddeld resp. 6 % en 21,5 %, met als maximum bij GASVERBRUIK 38 %.

De correctie van het gasverbruik met behulp van het PBG-model GASVERBRUIK in de bedrijfsspecifieke situatie naar het gasverbruik van een standaardbedrijf is een praktisch handvat voor excursiegroepen om de verschillen in gecorrigeerd gasverbruik te analyseren en te bediscussiëren in relatie tot de klimaatbeheersing.

De cursus energiebeheer heeft effect gehad.

Er is een meetbare gedragsverandering opgetreden ten aanzien van het scherm, waardoor er aanzienlijk meer en vaker geschermd is. De indruk bestaat dat de groep bewuster naar het gebruik van de minimum buis is gaan kijken.

Er dient zorg besteed te worden aan de toepassing en verwerking van de opgedane kennis (energiebegeleiding van excursiegroepen).

De meerwaarde van de Energetische Doorlichting was in het project niet duidelijk vast te stellen.

De kennisoverdracht naar andere telers in de sector, o.a. het gebruik van het werkplan en de deelname aan de cursus energiebeheer/efficiënt klimaatbeheer, moet steeds gestimuleerd blijven worden.

### **8.3 AANBEVELINGEN**

- Bij vestiging van nieuwe tuinbouwbedrijven is het belangrijk te letten op:
  - de verhouding gevel-/kasoppervlakte, bij voorkeur op 10 % moet uit komen;
  - clustering van bedrijven met een kleine afstand tussen de kassen, waardoor de verliezen door de gevel beperkt worden;
  - een optimale gevelisolatie;
  - de gevelverwarming aan te passen aan de isolatie van de gevel.
  
- Voor een goede vergelijking van het gasverbruik tussen bedrijven is het elimineren van de bedrijfs- en regioeffecten via een correctiefactor gewenst.
- Het is wenselijk de modellen KASPRO en GASVERBRUIK op elkaar af te stemmen om de sterke punten van beide modellen maximaal uit te buiten.
  
- Het registreren van wijzigingen in klimaatinstellingen kan van nut zijn bij:
  - korte termijn evaluaties, zowel binnen het bedrijf als wekelijks in excursie/vergelijkingsgroep;
  - het tunen of afregelen van vaak gewijzigde klimaatinstellingen.
  - het terugzetten van incidenteel gewijzigde klimaatinstellingen.
 Voorwaarde is dan wel dat er standaardisatie plaatsvindt van de gebruikte termen.
  
- Een goed inzicht in het verloop van kas- en buistemperatuur is alleen te verkrijgen door grafieken van verschillende bedrijven in één overzicht te plaatsen. De mogelijkheden hiervan verder onderzoeken en daadwerkelijk door de praktijk laten gebruiken verdient dan ook veel aandacht.
  
- Het verdient aandacht de capaciteit van aangeboden cursussen goed af te stemmen met de rustige periodes in het seizoen dat tuinders gelegenheid hebben om cursussen te volgen.

## **LITERATUUR**

### **Geraadpleegde literatuur:**

Rijsdijk, A.A., 1996. Inventarisatie gebruik minimumbuistemperatuur op tomatenbedrijven. Proefstation voor Bloemisterij en Glasgroente, Naaldwijk Rapport 32

Zwart, H.F., de, 1996. Analyzing energy-saving options in greenhouse cultivation using a simulation model. Thesis Landbouwniversiteit, Wageningen, 236 pag.

### **Literatuur naar aanleiding van dit project:**

Ruijs, M., Goossens, H., 1996. Kasklimaat bepalend voor optimaal energieverbruik. Weekblad voor de Nederlandse Voedingstuinbouw, Groenten + Fruit: Vakdeel Glasgroenten; 41 (6): 14-15.

Ruijs, M.N.A., Goossens, H.C.E.M., 1997. Teler, bedrijfsuitrusting en geografie beïnvloeden energieverbruik; Project optimalisering energieverbruik. Vakblad voor de Bloemisterij, 2 (52): 40-41.

Ruijs, M., Goossens, H., 1997. Werkplan Energie stimuleert besparing. Groenten + Fruit/ Vakdeel Glasgroenten, 3 (7): 12-13.

## **BIJLAGE 1: SAMENSTELLING PROJECTORGANISATIE**

### *Projectgroep:*

Groentestudieclub Westland	H.C.E.M. Goossens	projectcoördinator
PBG M.N.A. Ruijs		projectleider
IMAG-DLO	P.C.M. Vermeulen	onderzoek
	J.J.G. Breuer	onderzoek
DLV	H.F. de Zwart	onderzoek
	H.C. Jasperse	begeleiding excursie Westland
	W. van der Kaaij	begeleiding excursie De Kring

### *Procesbegeleiding:*

STOAS - Agramanagement	M. van Woerden
------------------------	----------------

## **BIJLAGE 2: SAMENSTELLING NTS-EXCURSIEGROEPEN**

### *Westland:*

J.L.M. van Marrewijk	's-Gravenzande
A. van Onselen	's-Gravenzande
E. den Drijver	Honselersdijk
Jac. van der Valk	Kwintsheul
P. Verheul	's-Gravenzande

### *De Kring:*

J.A.M. van der Harg	Pijnacker
H. Breugem	Bergschenhoek
L.P.J. Duyndam	Bleiswijk
P.J.M. Zwinkels	Berkel en Rodenrijs
J.A.P. van der Burg	Delfgauw

**BIJLAGE 3:**

**BEDRIJFSGEGEVENS VAN TIEN PAPRIKABEDRIJVEN**

**Bedrijfskenmerken:**

Bedrijf:	kasop- pervlakte m <sup>2</sup>	gevelop- pervlakte m <sup>2</sup>	gevel/ kasopp m <sup>2</sup>	goot- hoogte cm	isolatie gevel %	ver- warm. %	be- schut %	leeftijd jaer	stook- vakken aantal	buffer- inhoud m <sup>3</sup>	buffer- inhoud m <sup>3</sup> .ha <sup>-1</sup>	cond %	besparing scherm %	begin teelt week	eind teelt week	teelt- duur weken	einde gas verbruik week
1	16479	2511	0.15	400	20	75	75	5	5	90	55	10	35	47	44	49	44
2	16229	1884	0.12	320	30	75	75	10	4			10	35	50	46	48	39
3	18720	2121	0.11	375	50	75	75	4	4	140	75	10	35	48	45	49	45
4	35952	4406	0.12	400	40	75	40	5	8	550	153	10	35	50	46	48	41
5	16794	2014	0.12	350	40	75	75	6	6	165	98	10	35	49	47	50	44
6	27840	3070	0.11	400	50	75	50	6	6	200	72	14	35	48	44	48	43
7	15360	2245	0.15	299	41	75	75	17	3	60	39	10	35	48	46	50	44
8	17517	1726	0.10	325	50	75	75	6	6	90	51	10	35	48	44	48	43
9	11339	2219	0.20	305	40	75	60	14	3			10	35	48	47	51	42
10	9569	1438	0.15	330	50	75	75	10	4	100	105	10	35	48			36
gemid	18580	2363	0.13	350	41	75	68	8.3	5	174	81	10	35	48	45	49	42
stand	15360	1899	0.12	350	0	100	75	5	4	150	100	10	35	48	45	49	45

**BIJLAGE 4:****PROCENTUËLE VERHOOGING VAN HET GASVERBRUIK ONDER INVLOED VAN  
WEER, KASKLIMAAT EN BEDRIJF.****Invloed weer, kasklimaat en bedrijf****2 t/m 23 maart 1996**

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
weer	0	0	0	0	0	8.6	13.9	16.9	10.7	8.7
kasklimaat	15.4	18.4	24.4	25.6	26.3	0	15.9	18.5	29.7	0
bedrijf	4.9	10.5	3.7	9.0	14.2	0	3.2	3.8	9.6	7.1

**1 t/m 22 juni 1996**

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
weer	0	0	0	0	0	9.4	12.2	12.4	14.5	10.7
kasklimaat	17.6	40.2	15.5	21.6	16.2	5.6	25.1	0	42.4	1.7
bedrijf	-5.1	3.6	-2.6	4.7	-0.9	-3.7	-2.3	0	0.5	4.4

**31 augustus t/m 21 september 1996**

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
weer	0			0		11.1	12.9	12.2		12.1
kasklimaat	21.9			29.5		0	31.8	18.1		2.6
bedrijf	0.9			-0.6		0	13.9	0.1		8.9

**3 perioden 1996**

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	wes	kri	gem
weer	0	0	0	0	0	9.5	13.2	14.5	12.3	10.2	0	11.9	6
kasklimaat	17.9	20.8	18.4	26	19.4	1.1	22.7	14.5	26.9	1.1	20.5	13.2	16.9
bedrijf	1.6	12.3	6.6	5.2	10.3	-0.8	5.3	1.9	10.8	7.1	7.3	4.8	6.0
totaal	19.5	33.1	25.3	31.1	29.8	9.8	41.1	30.8	49.8	18.4	27.7	30.0	28.9

## BIJLAGE 5: BEREKENING VAN DE OORZAKEN VAN VERSCHILLEN IN GASVERBRUIK TUSSEN TIEN PAPRIKABEDRIJVEN VIA MODELBEREKENINGEN.

Gasverbruiken week 48 t/m 45: (m<sup>3</sup>.m<sup>-2</sup>)

regio bedrijf klim.reg	Werkel. Berekend:				verschillen door:					
	Nidwk	eigen	eigen	eigen	start	regio	bedrijfs-	klim.	werkel.	
	stand	stand	eigen	eigen	en		uitrus-	rege-	min	
	gemid	gemid	gemid	eigen	eind		ting	ling	berek.	
	0	1	2	3	4	5	2 - 1	3 - 2	4-3-5	0 - 4
1	50.3	50.3	50.3	48.3	50.4	-1.0	0.0	-1.9	3.0	-0.0
2	46.1	54.3	54.3	55.3	46.6	-9.0	0.0	0.9	0.4	-0.5
3	49.1	50.3	50.3	48.4	49.7	0.0	0.0	-1.9	1.3	-0.6
4	52.9	50.3	50.3	53.1	51.4	-4.0	0.0	2.8	2.3	1.5
5	47.2	50.3	50.3	52.0	45.8	-5.4	0.0	1.7	-0.8	1.4
6	42.1	50.3	52.3	47.0	42.3	-2.2	2.0	-5.2	-2.5	-0.2
7	53.2	50.3	52.3	55.2	53.9	-1.0	2.0	2.9	-0.4	-0.6
8	47.3	50.3	52.3	49.2	46.0	-2.2	2.0	-3.1	-0.9	1.3
9	56.3	54.3	56.0	65.5	58.4	-3.5	1.7	9.5	-3.6	-2.1
10	40.0	50.3	52.3	51.9	42.2	-5.0	2.0	-0.3	-4.7	-2.2
gemid	48.5	51.1	52.0	52.6	48.7	-3.3	1.0	0.5	-0.6	-0.2
% gem	100.0	105.4	107.4	108.5	100.4	-6.9	2.0	1.1	-1.2	-0.4

Gasverbruiken week 48 t/m 16: (m<sup>3</sup>.m<sup>2</sup>)

regio bedrijf klim.reg	Werkel. Berekend:				verschillen door:					
	Nidwk	eigen	eigen	eigen	start	regio	bedrijfs-	klim.	werkel.	
	stand	stand	eigen	eigen	en		uitrus-	rege-	min	
	gemid	gemid	gemid	eigen	eind		ting	ling	berek.	
	0	1	2	3	4	5	2 - 1	3 - 2	4-3-5	0 - 4
1	31.1	29.9	29.9	28.7	30.5	0.0	0.0	-1.2	1.8	0.6
2	28.8	30.4	30.4	30.5	28.5	-4.0	0.0	0.1	2.0	0.3
3	31.7	29.9	29.9	29.5	30.8	0.0	0.0	-0.4	1.3	0.9
4	29.7	29.9	29.9	31.6	29.3	-3.0	0.0	1.7	4.4	-3.3
5	29.4	29.9	29.9	30.5	28.0	-1.2	0.0	0.6	-1.4	1.4
6	26.9	29.9	31.2	27.3	26.5	0.0	1.3	-3.9	-0.8	0.4
7	31.6	29.9	31.2	32.7	32.3	0.0	1.3	1.6	-0.4	-0.7
8	29.5	29.9	31.2	29.0	28.1	0.0	1.3	-2.2	-0.9	1.4
9	34.0	30.4	31.7	36.3	35.2	-0.3	1.3	4.5	-0.8	-1.2
10	27.9	29.9	31.2	30.2	29.3	0.0	1.3	-1.0	-0.9	-1.3
gemid	30.0	30.0	30.6	30.6	29.8	-0.9	0.6	-0.0	0.1	0.2
% gem	100.0	99.9	102.0	102.0	99.3	-2.8	2.1	-0.0	0.2	0.7



**Gasverbruiken week 17 t/m 32: (m<sup>3</sup>.m<sup>-2</sup>)**

		Werkel. Berekend:				verschillen door:				
regio	0	1	2	3	4	5	2 - 1	3 - 2	4-3-5	0 - 4
bedrijf	Nldwk	eigen	eigen	eigen	eigen	start	regio	bedrijfs-	klim.	werkel.
klim.reg	stand	stand	eigen	eigen	eigen	en		uitrus-	rege-	min
	gemid	gemid	gemid	gemid	eigen	eind		ting	ling	berek.
1	10.1	9.8	9.8	9.4	10.8	0.0	0.0	-0.4	1.4	-0.7
2	12.6	12.5	12.5	12.9	12.4	0.0	0.0	0.4	-0.5	0.2
3	9.7	9.8	9.8	9.0	9.7	0.0	0.0	-0.7	0.6	0.0
4	12.6	9.8	9.8	10.3	10.9	0.0	0.0	0.5	0.6	1.7
5	11.3	9.8	9.8	10.3	10.8	0.0	0.0	0.6	0.5	0.5
6	8.8	9.8	10.2	9.6	9.0	0.0	0.4	-0.6	-0.5	-0.3
7	11.6	9.8	10.2	11.1	11.0	0.0	0.4	1.0	-0.1	0.5
8	10.6	9.8	10.2	9.8	10.1	0.0	0.4	-0.4	0.3	0.4
9	13.8	12.5	12.9	15.8	14.4	0.0	0.4	2.9	-1.4	-0.6
10	9.4	9.8	10.2	10.5	9.7	0.0	0.4	0.3	-0.8	-0.4
gemid	11.0	10.3	10.5	10.9	10.9	0.0	0.2	0.4	0.0	0.1
% gem	100.0	93.5	95.3	98.5	98.7	0.0	1.8	3.3	0.1	1.3

**Gasverbruiken week 33 t/m 45: (m<sup>3</sup>.m<sup>-2</sup>)**

		Werkel. Berekend:				verschillen door:				
regio	0	1	2	3	4	5	2 - 1	3 - 2	4-3-5	0 - 4
bedrijf	Nldwk	eigen	eigen	eigen	eigen	start	regio	bedrijfs-	klim.	werkel.
klim.reg	stand	stand	eigen	eigen	eigen	en		uitrus-	rege-	min
	gemid	gemid	gemid	gemid	eigen	eind		ting	ling	berek.
1	9.1	10.6	10.6	10.3	9.0	-1.0	0.0	-0.4	-0.3	0.1
2	4.7	11.5	11.5	11.9	5.7	-5.0	0.0	0.4	-1.2	-1.0
3	7.7	10.6	10.6	9.9	9.2	0.0	0.0	-0.8	-0.6	-1.5
4	10.6	10.6	10.6	11.2	11.3	-1.0	0.0	0.5	1.1	-0.6
5	6.6	10.6	10.6	11.1	7.0	-4.2	0.0	0.5	0.1	-0.5
6	6.5	10.6	10.9	10.2	6.8	-2.2	0.2	-0.6	-1.2	-0.3
7	10.1	10.6	10.9	11.3	10.6	-1.0	0.2	0.4	0.2	-0.4
8	7.3	10.6	10.9	10.4	7.8	-2.2	0.2	-0.5	-0.4	-0.5
9	8.5	11.5	11.4	13.5	8.8	-3.2	-0.1	2.1	-1.5	-0.3
10	2.7	10.6	10.9	11.2	3.2	-5.0	0.2	0.3	-2.9	-0.5
gemid	7.4	10.8	10.9	11.1	7.9	-2.5	0.1	0.2	-0.7	-0.6
% gem	100.0	146.2	147.4	150.4	107.6	-33.7	1.2	2.9	-9.1	-7.6

## BIJLAGE 6: SPLITSING VAN GASVERBRUIK VOOR TIEN PAPRIKABEDRIJVEN VIA MODELBEREKENINGEN.

### Gasverbruik van week 48 t/m45

Bedrijf	werkelijk berekende gasverbruiken					besparingen			
	gasverbr.	totaal	voornacht	nanacht	dag ventilatie	CO <sub>2</sub>	scherm	buffer	
1	50.3	50.4	11.4	16.2	14.3	6.8	1.7	-14.0	-5.5
2	46.1	46.6	10.1	14.8	12.6	5.6	3.5	-14.8	0.0
3	49.1	49.7	11.4	17.2	14.2	6.7	0.1	-11.6	-4.5
4	52.9	51.5	11.1	16.9	13.6	8.6	1.2	-11.8	-6.3
5	47.2	45.8	10.5	15.3	14.0	5.6	0.4	-15.6	-5.5
6	42.1	42.3	9.0	13.9	13.0	6.1	0.3	-17.4	-4.8
7	53.2	53.9	12.0	17.9	16.5	6.4	1.1	-16.2	-4.4
8	47.3	46.0	11.1	15.7	13.7	5.2	0.2	-16.9	-4.8
9	56.3	58.3	12.4	18.2	16.1	8.5	3.2	-16.8	0.0
10	40.0	42.2	9.6	14.4	12.6	5.1	0.6	-18.3	-4.3
gemiddeld	48.5	48.7	10.9	16.0	14.1	6.5	1.2	-15.3	-4.0
%van gem	100.0	100.4	22.4	33.1	29.0	13.3	2.5	-24.0	-7.6

### Gasverbruik week 48 t/m16

Bedrijf	werkelijk berekende gasverbruiken					besparingen			
	gasverbr.	totaal	voornacht	nanacht	dag ventilatie	CO <sub>2</sub>	scherm	buffer	
1	31.1	30.5	7.8	10.2	10.0	2.5	0.1	-12.7	-1.5
2	28.8	28.5	7.4	9.7	8.9	2.2	0.4	-14.4	0.0
3	31.7	30.8	8.1	10.8	9.7	2.2	0.0	-10.7	-1.3
4	29.7	29.3	7.6	10.3	8.7	2.7	0.0	-10.7	-1.9
5	29.4	28.0	7.1	9.5	9.6	1.9	0.0	-14.6	-1.4
6	26.9	26.5	6.6	9.2	8.6	2.2	0.0	-14.6	-1.3
7	31.6	32.3	8.2	11.4	10.4	2.3	0.1	-14.0	-1.1
8	29.5	28.1	7.5	9.9	8.9	1.8	0.0	-15.8	-1.1
9	34.0	35.2	8.8	11.9	11.2	3.0	0.4	-16.1	0.0
10	27.9	29.3	7.6	10.5	9.0	2.1	0.0	-17.2	-1.3
gemiddeld	30.0	29.8	7.7	10.3	9.5	2.3	0.1	-14.1	-1.1
%van gem	100.0	99.3	25.5	34.4	31.6	7.5	0.3	-31.9	-3.5

### Gasverbruik van week 17 t/m 32

Bedrijf	werkelijk berekende gasverbruiken				besparingen				
	gasverbr.	totaal	voornacht	nanacht	dag ventilatie	CO <sub>2</sub>	scherm	buffer	
1	10.1	10.8	1.8	3.1	2.3	2.2	1.5	-0.5	-2.8
2	12.6	12.4	1.7	3.4	2.6	2.2	2.4	-0.3	0.0
3	9.7	9.7	1.6	3.5	2.4	2.1	0.1	-0.5	-2.4
4	12.6	10.9	1.5	3.2	2.4	2.7	1.1	-0.6	-3.2
5	11.3	10.8	2.0	3.5	2.8	2.2	0.3	-0.9	-3.0
6	8.8	9.0	1.4	2.7	2.5	2.2	0.3	-1.5	-2.3
7	11.6	11.0	1.6	3.1	3.1	2.2	1.1	-0.7	-2.0
8	10.6	10.1	1.9	3.4	2.8	1.9	0.2	-0.6	-2.3
9	13.8	14.4	2.1	3.6	3.0	3.3	2.4	-0.6	0.0
10	9.4	9.7	1.5	2.8	2.8	2.1	0.5	-1.1	-2.3
gemiddeld	11.0	10.9	1.7	3.2	2.7	2.3	1.0	-0.7	-2.0
%van gem	100.0	98.7	15.4	29.3	24.1	20.9	8.9	-6.1	-15.5

### Gasverbruik van week 33 t/m 45

Bedrijf	werkelijk berekende gasverbruiken				besparingen				
	gasverbr.	totaal	voornacht	nanacht	dag ventilatie	CO <sub>2</sub>	scherm	buffer	
1	9.1	9.0	1.9	2.9	2.0	2.1	0.2	-0.9	-1.2
2	4.7	5.7	0.9	1.7	1.1	1.2	0.7	-0.0	0.0
3	7.7	9.2	1.8	2.9	2.1	2.4	0.0	-0.4	-0.9
4	10.6	11.3	2.0	3.4	2.5	3.3	0.1	-0.5	-1.2
5	6.6	7.0	1.5	2.3	1.7	1.5	0.0	-0.2	-1.1
6	6.5	6.8	1.1	2.0	1.9	1.8	0.0	-1.3	-1.2
7	10.1	10.6	2.2	3.4	3.0	2.0	0.0	-1.5	-1.3
8	7.3	7.8	1.7	2.5	2.1	1.6	0.0	-0.5	-1.3
9	8.5	8.8	1.5	2.7	1.9	2.3	0.4	-0.2	0.0
10	2.7	3.2	0.4	1.0	0.8	0.9	0.0	0.0	-0.7
gemiddeld	7.4	7.9	1.5	2.5	1.9	1.9	0.2	-0.5	-0.9
%van gem	100.0	107.8	20.3	33.5	25.9	25.8	2.1	-6.9	-10.7