

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

ISSN 0921-710X

ENERGIE EN CO₂ IN DE GLASTUINBOUW

Enquête over het gebruik en de voorziening van CO₂ in de glastuinbouw en de motieven achter de keuze van de CO₂-voorziening

Project 7110

P.C.M. Vermeulen
Naaldwijk, maart 1996

Rapport 15
Prijs f 20,--

Rapport 15 wordt u toegestuurd na storting van f 15,- op gironummer 293110 ten name van PBG Naaldwijk onder vermelding van 'Rapport 15: 'Energie en CO₂ in de glastuinbouw'. Bij dit rapport hoort een losse bijlage: 'Enquête-uitwerking'. Deze is apart te bestellen door overmaking van f 25,-- (onder vermelding van 'Bijlage rapport 15)

© 1996 Dit is een uitgave van het Proefstation voor Bloemisterij en Glasgroente.

Niets uit deze uitgave mag worden verveelvoudigd, opgeslagen in een automatisch gegevensbestand, of openbaar gemaakt, in enige vorm of op enige wijze, hetzij elektronisch, mechanisch, door fotokopieën, opnamen of enige andere manier, zonder schriftelijke toestemming van de uitgever.

No part of this book may be reproduced and/or published in any form, photoprint, microfilm or by any other means without written permission from the publisher.

Het Proefstation voor Bloemisterij en Glasgroente stelt zich niet aansprakelijk voor eventuele schadelijke gevolgen die kunnen ontstaan bij het gebruik van de gegevens in deze uitgave.

Dit onderzoek is uitgevoerd in opdracht van de Nederlandse Onderneming Voor Energie en Milieu (NOVEM).

INHOUDSOPGAVE

INHOUDSOPGAVE	3
SAMENVATTING	5
1 INLEIDING	9
1.1 PROBLEEMSTELLING	9
1.2 DOELSTELLING	10
1.3 AFBAKENING	10
1.4 INDELING VAN HET RAPPORT	11
2 METHODE EN WERKWIJZE	12
2.1 SELECTIE BEDRIJVEN	12
2.2 OPSTELLEN EN WIJZE VAN UITVOEREN VAN DE ENQUÊTE	12
2.3 VERWERKING UITKOMSTEN	13
3 RESULTATEN	15
3.1 BESCHRIJVING BEDRIJVEN	15
3.1.1 Oppervlakte, type kas en leeftijd	15
3.1.2 Conclusies	17
3.2 ENERGIEVERBRUIK EN CO ₂ -VERBRUIK	17
3.2.1 Gasverbruik	17
3.2.2 Elektriciteitsverbruik	18
3.2.3 Zuivere CO ₂ -verbruik	19
3.2.4 Prijs zuivere CO ₂	19
3.2.5 Conclusies	20
3.3 CO ₂ -VOORZIENING	20
3.3.1 CO ₂ -bron	20
3.3.2 Opmerkingen bij wel of niet keuze voor warmtebuffer	21
3.3.3 Opmerkingen bij wel of niet keuze voor zuivere CO ₂	22
3.3.4 Conclusies keuze CO ₂ -bron	22
3.3.5 CO ₂ -installatie in de kas	23
3.3.6 Opmerkingen bij de CO ₂ -installatie	25
3.3.7 Conclusies CO ₂ -installatie	26
3.4 WARMTEVOORZIENING	26
3.4.1 Warmtebron	26
3.4.2 Energiebesparing in het ketelhuis	27
3.4.3 Verwarmingsnet	28
3.4.4 Opmerkingen bij keuze van het verwarmingsnet	29
3.4.5 Conclusies warmtevoorziening	30
3.5 TEMPERATUURREGELING	30
3.5.1 Regeling	30
3.5.2 Motieven temperatuurregeling	32
3.5.3 Conclusies temperatuurregeling	33
3.5.4 Minimumbuis	33

3.6	VENTILATIEREGELING	34
3.6.1	Regeling	34
3.6.2	Motieven ventilatieregeling	36
3.6.3	Conclusies ventilatieregeling	36
3.7	CO₂-REGELING	36
3.7.1	Doseren	36
3.7.2	CO₂-doseren met warmteopslag	38
3.7.3	Doseren van zuivere CO₂	39
3.7.4	Opmerkingen bij het CO₂ doseren	39
3.7.5	Conclusies CO₂-regeling	40
3.8	ENERGIEBESPARENDE MAATREGELEN IN DE KAS	41
3.8.1	Isolatie kasdek	41
3.8.2	Gevelisolatie	43
3.8.3	Opmerkingen bij schermen en energiebesparende maatregelen	43
3.8.4	Combinaties van energiebesparende maatregelen	44
3.8.5	Conclusies bij energiebesparende maatregelen	46
3.9	SCHERMREGELING	47
3.9.1	Regeling	47
3.9.2	Conclusies schermregeling	47
3.10	INVESTERINGSPLANNEN	48
3.10.1	Plannen	48
3.10.2	Conclusies investeringsplannen	48
4	ALGEMENE CONCLUSIES	49
5	AANBEVELINGEN	52
	LITERATUUR	53
	Bijlage 1: Brief aan te enquêteren bedrijven:	55
	Bijlage 2: Lijst met geënuquêteerde bedrijven:	56
	Bijlage 3: Enquêteformulieren	61
	Bijlage 4: Energiebesparende maatregelen deelnemers	87
	Bijlage 5: Enquête-uitwerking	94

SAMENVATTING

Tussen de overheid en de glastuinbouw is afgesproken, dat het energieverbruik per eenheid produkt ten opzichte van 1980 in 2000 zal zijn gehalveerd. Daarnaast is afgesproken dat landelijk de uitstoot van CO₂ ten opzichte van 1989-'90 met 3 tot 5 % verminderd zal worden. Als deze doelstelling wordt doorgetrokken naar de glastuinbouw, dan moet het absolute gasverbruik teruggebracht worden.

Toch is de laatste jaren, mede door de grotere toepassing van CO₂-dosering, het totale gasverbruik in de glastuinbouw toegenomen. Voor het geven van adequate voorlichting inzake CO₂-doseren en energiebesparing is het noodzakelijk om te weten op welke manier de energie- en CO₂-voorziening op de bedrijven geregeld is. Dit wil zeggen; hoe ziet de installatie eruit en hoe wordt er geregeld. Verder is het ook belangrijk de motieven achter de keuze van de energie- en CO₂-voorziening en de gebruikswijze van de energie- en CO₂-voorziening te kennen.

Het doel van dit project is enerzijds inzicht te krijgen in de verschillende soorten verwarmings- en CO₂-installaties en de wijze van warmteregeling en CO₂-doseren en anderzijds inzicht te krijgen in de achterliggende motieven bij de keuze van de verwarmings- en CO₂-installaties en de gebruikswijze op de glastuinbouwbedrijven.

Voor de selectie van bedrijven is er rekening meegehouden, dat er bedrijven zijn:

- die een warmtebuffer hebben,
- die geen warmtebuffer hebben,
- die zuivere CO₂ doseren,
- die geen CO₂ doseren,
- met sierteelt alsook met groenteteelt,
- verspreid over de belangrijkste tuinbouwcentra van het land.

Op deze manier is het mogelijk om alle facetten van het CO₂-doseren in kaart te brengen. Door gekozen selectie van bedrijven vertegenwoordigen de deelnemende bedrijven niet de "gemiddelde tuinder". Bij het interpreteren van de conclusies moet hier rekening mee worden gehouden.

Voor deze bedrijven is een enquête opgesteld, waarin op de bedrijfsuitrusting, klimaatregeling en achterliggende motieven wordt ingegaan. Met deze enquête zijn de 78 bedrijven in 1993 bezocht. De antwoorden zijn verwerkt voor de totale groep bedrijven en voor zover dit mogelijk is ook per deelgroep van bedrijven met eenzelfde soort gewas.

De resultaten zijn:

- De 78 bedrijven liggen verspreid over het Zuidhollands glasdistrict, West en Oost Brabant, regio Venlo, regio Aalsmeer, Noord Holland boven het Noordzeekanaal, regio Lent en Zuidoost Drenthe. Er zijn 48 groente-, 24 bloemen- en 6 potplantenbedrijven bezocht. Het gemiddeld oppervlakte is 2 ha en de kassen zijn gemiddeld 9 jaar oud.
- Het gasverbruik ligt gemiddeld op 57 m³ per m² en het elektriciteitsverbruik op 32 kWh per m². Op de bedrijven zonder assimilatiebelichting ligt dit tussen 2 en 12 kWh per m². Op 29 bedrijven wordt gemiddeld 6.5 kg zuivere CO₂ per m² gebruikt tegen een prijs van 27 ct per kg inclusief 7 ct tankuur. De bedrijven vinden deze prijs te hoog en vinden 10 tot 12 ct per kg acceptabel.
- Op 71 bedrijven wordt rookgas van de verwarmingsketel voor CO₂-dosering gebruikt. Op 31 bedrijven staat een warmtebuffer van gemiddeld 140 m³ groot, wat overeen-

komt met gemiddeld 60 m³ per ha. Voor een aantal bedrijven is de warmtebuffer te klein. Het merendeel van de bedrijven wil gebruik maken van warmteopslag. Gebrek aan ruimte op het bedrijf of geen financiële armslag worden als reden genoemd om nog geen warmtebuffer aan te schaffen.

- **Zuivere CO₂** wordt vaak gebruikt, omdat het niet anders kan. Genoemd worden lage investeringen, geen financiële armslag voor de aanschaf van een warmtebuffer, gebruik van warmtekracht of regiowarmte of een te kleine warmtebuffer.
- **De CO₂-installatie** bestaat gemiddeld uit een verdeelsysteem vanaf de verwarmingsketel en één CO₂-darm per 3.20 m kap. Op het bedrijf hangen 1 à 2 CO₂-meters. In de meeste gevallen is de CO₂-regeling voor het hele bedrijf als geheel. Aparte regeling van afdelingen komt bijna niet voor.
- **De verwarmingsinstallatie** bestaat bij de geënuquêteerde bedrijven gemiddeld uit een of meer verwarmingsketels, deels aangevuld met warmtekracht of regiowarmte. Het gemiddelde aangesloten vermogen van deze warmtebronnen is 2500 kW per ha, wat voldoende is voor een zware stookteelt in de winter. Circa 85 % van de bedrijven hebben een condensor. Op de bedrijven met een condensor wordt veelal het groeinet als condensornet gebruikt.

De warmte wordt via twee verwarmingsnetten in de kassen gebracht. Bij de groente-bedrijven is dat een buisrailnet en een groeinet en bij de sierteeltbedrijven komt meestal een buis boven in de kas voor. Het lijkt erop dat slangenverwarming niet meer toegepast zal worden.

- Gemiddeld wordt een **temperatuurregime** ingesteld van 19 °C overdag en 18 °C 's nachts. Bij een aantal bedrijven wordt ook een zogenaamde voornacht en nanacht ingesteld om de gewasgroei beter te kunnen regelen. De **ventilatieregeling** ligt afhankelijk van de vochtgevoeligheid van het gewas enkele tiende graden tot enkele graden boven het stookregime. De regeling van de vochthuishouding in de kas is voor de ventilatie de belangrijkste sturingsfactor. Temperatuurregeling komt daarna als factor.

- **CO₂-streefwaarde**

Op het overgrote deel van de bedrijven wordt CO₂ gedoseerd. Hierbij wordt de CO₂, die vrijkomt als de ketel brandt voor verwarming van de kas, zoveel mogelijk in de kas gedoseerd. Hierbij wordt gemiddeld een maximum van ruim 1000 ppm in de kas aangehouden. Is de beschikbare hoeveelheid CO₂ van de warmteproductie met de ketel niet voldoende om dit gehalte te halen, dan wordt gemiddeld tussen de 450 en 500 ppm als streefwaarde aangehouden. Dit gehalte wordt verlaagd tot rond de 400 ppm als de ramen te ver open gaan of de wind te sterk wordt. Een kleine 20 % van de deelnemende bedrijven laat om dit gehalte te bereiken de buistemperatuur oplopen tot maximaal 40 tot 50 °C. Door de brander op een stand van gemiddeld 29 m³ aardgas per uur per ha te laten branden, probeert 25 % van de bedrijven dit gehalte te halen. Op 40 % van de bedrijven wordt een streefwaarde ingesteld waarna de computer de branderstand bepaald.

- **Regeling warmteopslag**

De warmtebuffer wordt van het voorjaar tot de herfst meestal overdag helemaal gevuld. Hierbij wordt geen rekening gehouden met de hoeveelheid warmte die voor de verwarming in de daarop volgende nacht nodig is. Op deze manier wordt zeker in de zomer het afvoeren van bij de CO₂ productie te veel aangemaakte warmte naar de nacht verschoven. Op deze manier wordt met de warmtebuffer wel een hoger CO₂-gehalte gehaald, maar wordt de besparing van energie voor een deel weer teniet gedaan. Het vullen van de buffer gebeurt door de brander op een vaste stand in te stellen, hogere, niet haalbare streefwaarden voor het CO₂-gehalte in te stellen of door gebruik te maken van speciale vulprogramma van de klimaatcomputer.

- **Regeling zuivere CO₂**
Met zuivere CO₂ wordt door het grootste deel van de gebruikers geprobeerd om het CO₂-gehalte in de kas tussen de 350 en 400 ppm te houden op momenten met onvoldoende rookgas CO₂.
- **Energiebesparing**
Op de deelnemende bedrijven komen combinaties van energiebesparende maatregelen voor, waarin condensor schermen, gevelisolatie, warmteopslag, zuivere CO₂ en warmtekracht vaak voorkomen. Op 75 % van de bedrijven komt een vorm van isolatie van het dek voor. Ruim de helft heeft een beweegbaar scherm. Op 80 % van de bedrijven is de gevel geïsoleerd. Op 85 % is een condensor aanwezig, waarvan ongeveer de helft een combicondensor is.
Bedrijven met een hoge warmtebehoefte gebruiken een groter aantal en tevens de meest besparende energiebesparende maatregelen. Het is dan ook niet verwonderlijk dat deze bedrijven aangeven niet te weten welke energiebesparende maatregelen nog op het bedrijf genomen kunnen worden. Op bedrijven waar echter nog geen schermen, warmtebuffer, combicondensor aanwezig is, wordt de aanschaf hiervan wel overwogen. Ook aansluiting op warmtekracht of regiowarmte hebben een aantal bedrijven in gedachten.
Schermen worden meestal 's nachts gebruikt, als de buitentemperatuur onder de 6 °C daalt.
- Ondanks de slechte prijsvorming in het enquêtejaar zijn toch op de helft van de deelnemende bedrijven plannen om het kassenbestand te vervangen, uit te breiden of te verplaatsen. Op de tweede plaats op het investeringslijstje komen diverse energiebesparende maatregelen, waarbij warmteopslag en schermen hoog scoren. Recirculatie is bij een derde deel van bedrijven al aanwezig, andere bedrijven overwegen dit, terwijl een aantal bedrijven afwacht met investeren in recirculatie.

De conclusie van dit onderzoek zijn:

- De voorkeur van de bedrijven uitgaat naar de aanschaf van een warmtebuffer.
- Er zijn niet altijd de mogelijkheden aanwezig om te investeren in een warmtebuffer.
- Het gebruik van zuivere CO₂ te duur wordt gevonden.
- Zuivere CO₂ wordt gebruikt als vervanger van rookgas CO₂ bij gebruik van warmtekrachtinstallaties of regiowarmte. Daarnaast wordt het tijdelijk gebruikt als er nog geen warmtebuffer aangeschaft kan worden.
- De CO₂-meting, de CO₂-regeling en de CO₂-installaties op de bedrijven moeten verbeterd worden.
- De bedrijven met een hoge energiebehoefte al een groot scala aan energiebesparende maatregelen hebben gedaan en alleen een verfijning van het gebruik hiervan nog mogelijkheden geven tot energiebesparing. Voor zo ver niet aanwezig wordt verlaging van het energieverbruik gezocht in de aanschaf van schermen, warmtekracht, warmteopslag en combicondensors.

Aanbevolen wordt:

- De beschikbare rookgas CO₂ te doseren in combinatie met opslag van warmte voor zo ver dit voor de verwarming 's nachts nodig is en daarboven op aanvullend te doseren met zuiver CO₂.
- Zuivere CO₂ gezamenlijk in te kopen, om de aankoopprijs te drukken.
- Bij warmtekracht- en regiowarmteprojecten goedkope CO₂ te verstrekken of te combineren met rookgasreiniging.
- Onderzoek te verrichten naar de mogelijkheden om de prijs van zuivere CO₂ te verlagen tot onder de prijs van rookgas CO₂.
- Onderzoek te verrichten naar de economische haalbaarheid van een verbeterde CO₂-

dosering en -regeling per afdeling.

- Op enkele bedrijven de motieven achter de vele wisselingen in de instellingen van de klimaatregeling te laten vastleggen, om meer inzicht te krijgen in het waarom van de klimaatregeling.
- Onderzoek te laten verrichten naar de effecten op gewas, produktie en rentabiliteit van verschuiving van het afvoeren van het warmteoverschot bij CO₂-produktie van de dag naar de nacht middels warmteopslag.

1 INLEIDING

De afgelopen jaren is het gebruik van CO₂ in de glastuinbouw toegenomen. Diverse studies hebben aangetoond, dat een verhoging van het CO₂-gehalte in de kas leidt tot een hogere produktie en verbetering van de kwaliteit. (van Berkel [2], Heij e.a. [3-6], Nederhoff e.a. [8-22], van Uffelen e.a. [24-26], van Uffelen [27-28])

De CO₂, die nodig is om het gehalte in de kas te verhogen, kan op de volgende manieren verkregen worden:

- 1 Op bedrijven met een met aardgas gestookte verwarmingsketel wordt, in de perioden waarin de kas verwarmd wordt, de rookgassen met daarin CO₂ voor de schoorsteen weggezogen en via een leidingencircuit in de kas verdeeld.
- 2 Extra CO₂ is te krijgen door, in perioden waarin er geen warmte nodig is, toch aardgas met deze ketel te verbranden. De warmte die dan vrijkomt, wordt dan via de kas afgevoerd of voor later gebruik opgeslagen.
- 3 CO₂ kan van elders ingekocht worden om in de kas te doseren. Het zogenaamde "zuivere CO₂".
- 4 Op bedrijven met met aardgasgestookte heteluchtverwarming komen de rookgassen rechtstreeks in de kas en daarmee ook de CO₂. Ook hier kan extra aardgas met de branders verstoekt worden om extra CO₂ te kunnen doseren.

Meestal wordt de CO₂, die, zoals beschreven bij punt 1, overdag vrijkomt, wel voor dosering gebruikt. De hoeveelheid CO₂, die op deze manier voor het bedrijf beschikbaar is hangt samen met de hoeveelheid gas, die op het bedrijf verbruikt wordt.

Extra CO₂ via optie 2 verhoogt het aardgasverbruik. Warmteopslag kan dit extra gasverbruik, deels verminderen, doordat de warmtebehoefte voor de nacht uit de warmtebuffer kan worden gehaald. Gebruik van zuivere CO₂ leidt niet tot extra verbruik van aardgas op het bedrijf.

Uit onder andere studies van het PTG komt naar voren dat het gebruik van de rookgassen van de gasbrander in combinatie met warmteopslag het meest rendabel is. (Vermeulen 1992)

Het gebruik van aanvullend zuivere CO₂ is rendabel, maar heeft een lager rendement dan warmteopslag.

De hoeveelheid aardgas die op een bedrijf verbruikt wordt en daarmee de hoeveelheid CO₂, die beschikbaar komt, hangt af van de warmtebehoefte van het gewas en de bedrijfsuitrusting van het bedrijf. De mate van energiebesparing op het bedrijf speelt hierin ook een rol.

Om inzicht te kunnen krijgen hoe in de praktijk met CO₂-dosering wordt omgegaan, is het ook belangrijk om inzicht in de warmtebehoefte en bedrijfsuitrusting te hebben.

1.1 PROBLEEMSTELLING

Tussen de overheid en de glastuinbouw is afgesproken, dat het energieverbruik per eenheid produkt ten opzichte van 1980 in 2000 zal zijn gehalveerd. Daarnaast is afgesproken dat landelijk de uitstoot van CO₂ ten opzichte van 1989-'90 met 3 tot 5 % verminderd zal worden. Als deze doelstelling wordt doorgetrokken naar de glastuinbouw, dan moet het absolute gasverbruik teruggebracht worden.

Toch is de laatste jaren, mede door de grotere toepassing van CO₂-dosering, het gasverbruik in de glastuinbouw toegenomen. Voor het geven van adequate voorlichting inzake CO₂-doseren en energiebesparing is het noodzakelijk om te weten op welke manier de energie- en CO₂-voorziening op de bedrijven geregeld is. Dit wil zeggen; hoe ziet de installatie eruit en hoe wordt er geregeld. Verder is het ook belangrijk de motieven achter de keuze van de energie- en CO₂-voorziening en de gebruikswijze van de energie- en CO₂-voorziening te kennen.

1.2. DOELSTELLING

Dit project kent twee doelen, te weten het krijgen van inzicht :

- in toepassing van de verschillende soorten verwarmings- en CO₂-installaties en de wijze van warmteregeling en CO₂-doseren.
- in de achterliggende motieven bij de keuze van de verwarmings- en CO₂-installaties en gebruikswijze op glastuinbouwbedrijven.

1.3 AFBAKENING

Bij de selectie van bedrijven is, om een zo goed mogelijk beeld van de totale glastuinbouw te verkrijgen, er bewust voor gekozen om adressen op te vragen van de gebieden; Zuidoost Drenthe, Vleuten, West Friesland, regio Aalsmeer en de Venen, Westland, Betuwe, West en Oost Brabant en regio Venlo.

Bij het aanschrijven van de bedrijven was de teelt niet bekend en later zijn geen bedrijven afgevallen op grond van de teelt.

Bij het opvragen van adressen is gevraagd naar vier categorieën bedrijven, te weten bedrijven:

- met gebruik van zuivere CO₂
- met warmtebuffer, maar met gebruik van rookgas CO₂
- zonder warmtebuffer, maar met gebruik van rookgas CO₂
- zonder CO₂-dosering

Door gekozen selectie van bedrijven vertegenwoordigen de deelnemende bedrijven niet de "gemiddelde tuinder". Bij het interpreteren van de conclusies moet hier rekening mee worden gehouden.

Bij de verwerking van de antwoorden zijn geen wiskundige relaties gelegd tussen gas- en of CO₂-verbruiken en bedrijfsuitrusting en of regelstrategieën. De grote diversiteit van bedrijfstypen, bedrijfsuitrusting, gewassen en regio's laat dit niet toe. De uitwerking is beperkt tot het middelen en bepalen van de hoogste en laagste waarde van een vergelijkbare groep. Hiervoor is gekozen voor enkele belangrijke gewassen, naast de clusters bolbloemen, potplanten en overige.

Bij de verwerking van de antwoorden van de enquête is voor de vragen over de bedrijfsuitrusting geteld hoe vaak iets voor kwam. Voor een aantal gewassen, die op meerdere deelnemende bedrijven voorkwamen is deze telling ook gesplitst naar deze gewasgroepen.

Bij de verwerking van antwoorden over de regeling zijn gemiddelden berekend. Dit is

eveneens gedaan voor een aantal gewasgroepen.

Bij de verwerking van antwoorden over motieven zijn de antwoorden naar de aard van antwoord geclusterd en voor zover mogelijk verdeeld naar groepen bedrijven.

1.4 INDELING VAN HET RAPPORT

Het rapport omvat vijf hoofdstukken en diverse bijlagen. In hoofdstuk twee wordt aangegeven hoe de bedrijven geselecteerd zijn, hoe de enquête opgesteld en uitgevoerd is en op welke wijze de gegevens verwerkt zijn. In hoofdstuk drie worden per cluster van vragen de resultaten weergegeven met een conclusie. In hoofdstuk vier worden algemene conclusies getrokken. In hoofdstuk vijf volgen de aanbevelingen.

In de bijlagen worden achtereenvolgens weergegeven, de brief met het verzoek tot deelname (1), de lijst met deelnemende bedrijven (2) en het integrale enquêteformulier (3). Bijlage 4 bevat een overzicht van de energiebesparende maatregelen op de deelnemende bedrijven. Bijlage 5 wordt in een aparte bundel opgenomen en bevat alle verwerkte antwoorden.

2 METHODE EN WERKWIJZE

Bij dit onderzoek zijn drie punten van belang. Op de eerste plaats is dit de selectie van de bedrijven. Vervolgens de wijze waarop de enquête opgesteld is. Tenslotte de wijze van verwerking.

2.1 SELECTIE BEDRIJVEN

Voor de selectie van bedrijven is er rekening meegehouden, dat er bedrijven zijn:

- die een warmtebuffer hebben,
- die geen warmtebuffer hebben,
- die zuivere CO₂ doseren,
- die geen CO₂ doseren,
- met sierteelt alsook met groenteteelt,
- verspreid over de belangrijkste tuinbouwcentra van het land.

Op deze manier is het mogelijk om alle facetten van het CO₂-doseren in kaart te brengen.

Voor het verkrijgen van adressen is aan de Glastuinbouwteams Naaldwijk, Aalsmeer, Zuid-Oost Nederland en Emmen van de Dienst Landbouwvoorlichting gevraagd om bedrijven van elk van boven genoemde groepen te leveren. Daarnaast is voor adressen waar zuivere CO₂ gedoseerd wordt, aan AGA Gas BV en HYDROGAS HOLLAND BV gevraagd om adressen van hun klanten te leveren. Uit al deze lijsten adressen per regio en categorie zijn willekeurig een aantal bedrijven gekozen.

In eerste instantie is geprobeerd om telefonisch bedrijven te werven om een afspraak te maken om langs te komen voor de enquête. Dit leidde tot een groot aantal afwijzingen. Om het aantal afwijzers te verkleinen, is daarna gekozen om de bedrijven eerst een brief te schrijven met uitleg van het doel van de enquête en het verzoek om mee te doen. (zie bijlage 1) Na ontvangst van de brief werd telefonisch een afspraak gemaakt. Deze laatste werkwijze gaf bijna 95 % respons.

Gedurende de enquête bleek het aantal bedrijven met warmteopslag ondervertegenwoordigd te zijn. Daarom is toen de NTS gevraagd of uit de bedrijfsenquête voor de bedrijfsvergelijking, adressen mochten worden gehaald van bedrijven met warmteopslag. Uit de beschikbare lijst is om de twintig bedrijven een bedrijf met warmteopslag gekozen.

2.2 OPSTELLEN EN WIJZE VAN UITVOEREN VAN DE ENQUÊTE

Bij het opstellen van de proefenquête is in eerste instantie gekozen voor een indeling, waarbij eerst de bedrijfsuitrusting, vervolgens de manier van regelen en tenslotte de achterliggende motieven te inventariseren. Voor deze opzet is gekozen, omdat het noodzakelijk is eerst een goed beeld te hebben van het bedrijf, voordat wordt in gegaan op de motieven.

De vragen over de bedrijfsuitrusting waren gegroepeerd naar de plaats op het bedrijf waar het betreffende onderdeel betrekking op heeft. Voor deze opstelling is gekozen, omdat het bij het opstellen van de enquête in de bedoeling lag om met de ondernemer

het bedrijf rond te gaan, om ter plekke de bedrijfsuitrusting te inventariseren.

Bij het opstellen van de vraagstelling over de klimaatregeling is de brochure "Terminologie geautomatiseerde klimaatregeling. Regelgebieden: verwarming, ventilatie, schermen en CO₂" als leidraad genomen (Rijsdijk, 1992). De meest relevante instellingen voor deze regelgebieden zijn in de enquête opgenomen.

Het concept van de proefenquête is voorgelegd aan deskundigen op het gebied van bedrijfsuitrusting en energie van het PTG, PBN DLV en de NOVEM. De op- en aanmerkingen van deze deskundigen zijn verwerkt in de proefenquête. De eerste vijf bedrijven zijn middels een proefenquête op deze manier bezocht.

Tijdens deze proefenquête bleek dat de rondgang over de tuin zeer veel tijd vroeg. Verder bleek dat tijdens de inventarisatie van de bedrijfsuitrusting en regelingen al zeer veel informatie beschikbaar kwam over achterliggende motieven. Daarom is gekozen om bij de definitieve enquête de vraagstelling over de motivatie direct achter het betreffende onderdeel te plaatsen. Bij de overige bedrijven is de rondgang over het bedrijf meestal beperkt gebleven tot het ketelhuis en kantine of kantoor en is afgezien van een verdere bedrijfsrondgang. De ervaringen met deze proefenquête zijn verwerkt tot de definitieve enquête (Zie bijlage 3).

Voor de enquête zijn alle bedrijven bezocht. Op papier zijn alle gegevens verzameld. Hiervoor is in de meeste gevallen een gesprek gevoerd met één van de ondernemers. Voor het verzamelen van de verwarmings- en CO₂-uitrusting is meestal het ketelhuis bezocht. De gegevens over de uitrusting in de kas zelf is in de meeste gevallen in het kantoor of de kantine doorgelopen. De enquête duurde gemiddeld 80 minuten, met uitschieters van 45 minuten tot ruim 3 uur.

Vanwege de slechte financiële resultaten werd op veel bedrijven meer gewaswerk door de ondernemer zelf verricht. Daarom was er, zeker midden op de dag, regelmatig sprake van een zekere werkdruk bij de ondernemer, omdat er nog werk lag te wachten. Hierdoor werden na een uur enquêteren de gegeven motivatie korter en werd de bereidheid om antwoorden op te zoeken minder.

Deze werkdruk bemoeilijkte het maken van afspraken, omdat op oogstdagen geen tijd beschikbaar was voor de enquête. De enquête is uitgevoerd van mei tot en met november 1993. De bedoeling was om dit tot de zomermaanden te beperken, omdat in die periode de CO₂-dosering niet volledig uit de warmteproductie kan worden gehaald en de ondernemer in deze periode daarom meer aandacht besteed aan CO₂-doseren. Dit is om doordat niet meer dan vier gesprekken per dag gevoerd konden worden en er niet elke dag gesprekken mogelijk waren, niet gelukt.

2.3 VERWERKING UITKOMSTEN

Zoals hierboven al beschreven is, is de diversiteit in bedrijfstype en regio groot. Dit maakt het niet mogelijk om tussen de gegevens wiskundige relaties te leggen. De uitwerking bestaat dan ook uit een beschrijving van de gevonden bedrijfsuitrusting, regelingen en motieven.

Bij de beschrijving van de bedrijfsuitrusting en verbruiken is gekozen voor het weergeven van gemiddelde, maximum en minimum waarden. Daarnaast zijn voor een aantal deelgroepen deze waarden apart berekend, voor zover het aantal antwoorden voldoende was. Het gaat hier om de groepen bedrijven met chrysant, roos, komkommer, paprika, ronde en vlees tomaat, aubergine, potplanten en bolbloemen.

Bij de beschrijving van de antwoorden over de regelingen is alleen per deelgroep de gemiddelde waarde weergegeven.

Bij de verwerking van de opmerkingen en motieven zijn de antwoorden zoveel mogelijk op inhoud gerubriceerd, waarna het aantal antwoorden per rubriek wordt vermeld.

Tenslotte zijn een aantal malen meerdere antwoorden in een overzicht gecombineerd, waardoor het aantal antwoorden niet altijd overeenkomt met 78, het aantal ondervraagde bedrijven.

3 RESULTATEN

In dit hoofdstuk zijn de resultaten uitgewerkt van de enquête.

In bijlage 5 van dit verslag is de compleet uitgewerkte enquête weergegeven.

De uitwerking van de enquête in bijlage 5 is ingedeeld in tien blokken, te weten:

- beschrijving bedrijven
- energie- en CO₂-verbruiken
- CO₂-voorziening
- warmtevoorziening
- temperatuurregeling
- ventilatieregeling
- CO₂-regeling
- energiebesparende maatregelen
- schermregeling
- investeringsplannen

Bij begin van elk blok worden de in de enquête gestelde vragen genummerd vermeld. In de uitwerking is bovenaan elke kolom het nummer van de bijbehorende vraag vermeld.

De bedrijven zijn eveneens genummerd. Bij elke regel die op een bedrijf betrekking heeft staat in de eerste kolom het bedrijfsnummer. Per deelgroep van bedrijven staan bovenaan drie regels met respectievelijk het gemiddelde, het maximum en het minimum van de deelgroep.

In de volgende paragrafen worden voor elk van deze blokken de hoofdpunten uitgewerkt.

3.1 BESCHRIJVING BEDRIJVEN

Voor de enquête zijn 78 bedrijven bezocht. Van deze bedrijven liggen er 15 in Noord Holland, 25 in Zuid Holland, 20 in Noord Brabant, 5 in Limburg, 2 in Gelderland en 11 in Drenthe.

Er zijn 48 bedrijven met een groenteteelt, 24 bedrijven met een bloemeteelt en 6 potplantenbedrijven.

De hoofdteelt is 4x chrysant, 8x rozen, 20x komkommer, 10x paprika, 5x ronde tomaat, 8x vleestomaat, 4x aubergine, 6x potplanten, 2x freesia, 4x bollentrek en 2x gerbera, 1x radijs/meloen, twee stekbedrijven, 2x anjer, samen de cluster overige.

Door het grote aantal deelnemers zijn clusters gemaakt voor de vruchtgroentegewassen afzonderlijk, voor de chrysant, de roos, de potplanten en een cluster bolbloemen met de bollentrekbedrijven en freesia's. De overige gewassen zitten in de cluster overige.

3.1.1 Oppervlakte, type kas en leeftijd

Om een indruk van bedrijven te krijgen is een beschrijving van de de glasopstanden gevraagd. Hierbij is gekeken naar de oppervlakte, het bouwjaar, het type kas en de goothoogte.

De totale oppervlakte glas van de deelgroepen staat weergegeven in tabel 1.

Tabel 1: Oppervlakte van alle bedrijven en per deelgroep: gemiddeld, de kleinste en de grootste

Oppervlakte in m ²	Aantal	Gemiddeld	Kleinste	Grootste
Totaal	78	20.150	1.350	100.000
Chrysant	4	27.200	8.500	47.000
Roos	8	33.000	10.200	100.000
Komkommer	20	17.800	6.000	42.400
Paprika	10	20.800	10.000	48.500
Tomaat	5	33.100	27.000	48.000
Vleestomaat	8	20.400	9.300	32.000
Aubergine	4	18.000	12.000	26.000
Potplanten	6	10.500	3.500	16.000
Bolbloemen	6	7.200	1.350	14.000
Overige	7	20.600	5.300	50.000

Gemiddeld zijn de geënquêteerde bedrijven 2 ha groot en gezamenlijk hebben de bedrijven 157 ha. Dit is ruim het dubbele van het landelijk gemiddelde areaal per bedrijf. Het kleinste bedrijf besloeg 0.14 ha en het grootste 10 ha. De tomatenbedrijven zijn gemiddeld het grootste. De rozenbedrijven hebben een hoog gemiddelde oppervlakte door het bedrijf van tien hectare. De bedrijven met potplanten zijn gemiddeld de helft van het gemiddelde oppervlak van alle bedrijven. De bolbloemenbedrijven zijn gemiddeld het kleinste.

In tabel 2 staat het gemiddelde bouwjaar van de kassen op de bedrijven. Het gemiddelde bouwjaar voor de kassen van een bedrijf is berekend door voor elke afdeling de kasoppervlakte met het daarbij behorende bouwjaar te vermenigvuldigen en de som van deze waarde te delen door de totale kasoppervlakte.

Gemiddeld zijn de geënquêteerde bedrijven gebouwd in 1984. Het oudste kasdeel is gebouwd in 1963, terwijl de nieuwste kas bij de enquête net klaar was. Tussen de verschillende gewassen zit flink verschil in het gemiddeld bouwjaar. De paprika- en auberginebedrijven hebben gemiddeld kassen uit 1988 en '87, terwijl de potplanten- en overige bedrijven gemiddeld kassen uit 1983 en '81 hebben.

Tabel 2: Berekenende gemiddelde bouwjaar van het kassenbestand van alle bedrijven en per deelgroep; gemiddeld, de oudste en de nieuwste

Bouwjaar kassen	Aantal	Gemiddeld	Oudste	Nieuwste
Totaal	78	1984	1970	1992
Chrysant	4	1986	1982	1990
Roos	8	1984	1973	1990
Komkommer	20	1985	1970	1991
Paprika	10	1988	1984	1992
Tomaat	5	1984	1971	1990
Vleestomaat	8	1985	1980	1992
Aubergine	4	1987	1982	1992
Potplanten	6	1983	1980	1986
Bolbloemen	6	1985	1980	1989
Overige	7	1981	1973	198

Als **kastype** staan op 11 bloemisterijbedrijven breedkappers en staan op de rest van de bedrijven uitsluitend Venlokassen. Hiervan hebben er zes een 4 meter brede kap.

De **goothoogte** van grond tot goot is gemiddeld 3.3 meter en varieert tussen 2.1 en 4.5 meter.

Op de 11 bedrijven met breedkappers is een doorlopende nokluchting, terwijl de resterende 67 bedrijven overwegend een 2 halfruitsluchting hebben.

3.1.2 Conclusies

Er is een behoorlijke **spreiding** over het land. Uit alle centra zijn bedrijven vertegenwoordigd.

De geselecteerde bedrijven geven een behoorlijke **spreiding** te zien over de in de glastuinbouw voorkomende **gewassen**. Alleen de komkommerteelt is met twintig bedrijven oververtegenwoordigd. Een mogelijke verklaring hiervoor is dat bij komkommers het meeste onderzoek naar de effecten van CO₂-doseran is gedaan en er daarom relatief veel komkommerbedrijven warmteopslag en of zuivere CO₂ gebruiken. Hierdoor zijn ze bij de selectie van die deelgroepen relatief meer naar voren gekomen.

De **oppervlakte** van de geselecteerde bedrijven geeft ook voldoende spreiding te zien, al is een gemiddeld oppervlakte van ruim twee hectare boven het gemiddelde van de glastuinbouw.

De gemiddelde **leeftijd** van negen jaar voor de kassen betekent dat een aanzienlijk deel van het kassen bestand gebouwd is voor of net in de energiecrisis van het begin van de jaren tachtig. Hierdoor is bij de bouw deze kassen nog geen rekening gehouden met de energiebesparende maatregelen die in die periode gangbaar werden. Latere inbouw is daardoor moeilijker en duurder.

3.2 ENERGIEVERBRUIK EN CO₂-VERBRUIK

In de enquête is voor drie jaren het aardgas-, zuivere CO₂- en elektriciteitsverbruik gevraagd, om een indruk te krijgen op welk niveau dit voor de individuele bedrijven ligt.

3.2.1 Gasverbruik

Aan de bedrijven is tijdens de enquête gevraagd hoe hoog het gasverbruik per m² was voor 1990, 1991 en 1992. In tabel 3 zijn de gasverbruiken van 1992 voor de verschillende deelgroepen weergegeven.

Van de 78 bedrijven hebben 65 bedrijven voor 1992 het gasverbruik geregistreerd. Gemiddeld hadden zij een **gasverbruik van 57 m³ per m²**. Het grootste gasverbruik per jaar lag op 102 en het kleinste op 12.1 m³ per m². Op het bedrijf met het hoogste gasverbruik is een warmtekrachtinstallatie in gebruik. In de kolom landelijk staan de meest recente gegevens uit diverse registratiegroepen. (Vermeulen, P.C.M. & R.L.M. van Uffelen, 1994) Vergelijking van de in deze enquête gevonden gasverbruiken met de registratiegegevens laat zien dat het gemiddelde gasverbruik bij de deelnemers van de

enquête hoger ligt. Voor een deel is dit te verklaren, door het gebruik van warmtekrachtinstallaties. Een mogelijke andere oorzaak ligt in de meer landelijke spreiding van de bedrijven, terwijl de het grootste areaal in het westen van het land ligt.

Tabel 3: Gasverbruik in m³ per m² voor 1992 van alle bedrijven en per deelgroep; gemiddeld, de kleinste en de grootste

Aardgas m ³ .m ⁻²	Aantal	Gemiddeld	Kleinste	Grootste	Landelijk gemiddelde
Totaal	65	57.0	12.1	102.0	
Chrysant	4	43.5	38.0	48.0	40.8
Roos	8	68.0	47.1	102.0	52.8
Komkommer	15	59.1	52.1	67.5	49.6
Paprika	6	60.2	54.6	68.0	46.3
Tomaat	4	64.3	60.0	70.0	57.8
Vleestomaat	8	66.1	60.0	75.0	57.8
Aubergine	4	57.4	53.2	63.3	
Potplanten	5	48.7	42.3	55.0	
Bolbloemen	3	30.0	12.1	50.9	22.5
Overige	6	43.3	27.0	62.7	

freesia

Bij de groep rozenbedrijven hebben zes van de acht bedrijven een warmtekrachtinstallatie. Hierdoor ligt het gemiddelde gasverbruik bij de rozen ruim 11 m³ per m² boven het gemiddelde van de bedrijven. De groentebedrijven liggen boven het gemiddelde van de totale groep. De chrysanten-, potplanten en overige groep liggen 8 tot 14 m³ per m² onder het gemiddelde. De bolbloemen hebben het laagste gemiddelde gasverbruik.

3.2.2 Elektriciteitsverbruik

Van de 78 bedrijven registreerden er 29 de elektriciteitsverbruiken voor 1992. Deze verbruiken zijn weergegeven in tabel 4.

Tabel 4: Het kWh-verbruik per m² van alle bedrijven en per deelgroep, gemiddeld, de kleinste en de grootste.

kWh.m ⁻²	Aantal	Gemiddeld	Kleinste	Grootste
Totaal	29	32.3	1.4	229.0
Roos	6	85.8	5.9	229.0
Komkommer	6	6.1	1.4	12.5
Paprika	4	7.5	4.1	10.6
Potplanten	3	54.0	32.9	72.0
Overige	10	19.3	6.0	57.0

Van 29 bedrijven was tijdens de enquête bekend wat het elektriciteitsverbruik in 1992 is. Gemiddeld ligt het jaarverbruik op 32 kWh per m². Het laagste verbruik is 1.4 en het hoogste 229.0 kWh per m². De elektriciteitsverbruik is bij de rozen- en potplantenbedrijven het hoogst met 86 en 54 kWh per m² door het gebruik van de assimilatiebelichting. De vruchtgroentebedrijven hebben een laag elektriciteitsverbruik tussen 1.5 en 12.5 kWh per m².

3.2.3 Zuivere CO₂-verbruik

Zuivere CO₂ wordt in 1993 op 31 van de geënquêteerde bedrijven gebruikt. In tabel 5 zijn voor 29 bedrijven de zuivere CO₂-verbruiken per m² voor 1992 weergegeven. De twee andere hadden geen gegevens van 1992.

Tabel 5: Verbruik aan zuivere CO₂ in kg per m² voor 1992 van de bedrijven en per deelgroep; gemiddeld, de kleinste en de grootste

Zuivere CO ₂ kg.m ⁻²	Aantal	Gemiddeld	Kleinste	Grootste
Totaal	29	6.4	0.7	18.0
Roos	3	5.6	2.3	10.0
Komkommer	10	7.7	2.8	18.0
Paprika	6	5.3	1.1	12.0
Ronde en vleestomaat	7	6.4	3.5	11.0
Overige	3	4.0	0.7	8.0

Op deze 29 bedrijven wordt gemiddeld 6.4 kg zuivere CO₂ per m² per jaar gebruikt. De verschillen zijn groot. Het hoogste verbruik ligt op 18.0 en het laagste op 0.7 kg per m². Bij de komkommers is het bedrijf met een zuivere CO₂-verbruik van 18.0 kg per m² aangesloten op regioverwarming. Bij roos heeft de grootste verbruiker met 10 kg per m² een warmtekrachtinstallatie in gebruik. Beide bedrijven hebben door het geringere gebruik van de CV-ketel mindere rookgas CO₂ beschikbaar.

3.2.4 Prijs zuivere CO₂

Naast het verbruik aan zuivere CO₂ is ook naar de betaalde prijzen gevraagd en naar de tankhuur. In 1992 werd gemiddeld 20.1 ct per kg zuivere CO₂ betaald exclusief tankhuur. Bij deze prijs moet ook de tankhuur in rekening gebracht worden. Deze prijs is als volgt berekend: - eerst is het meterverbruik vermenigvuldigd met het glasoppervlak voor het totale verbruik, - daarna is dit verbruik weer vermenigvuldigd met de prijs voor de totale inkoopkosten van de CO₂, - vervolgens is voor de totale hoeveelheid verbruikte zuivere CO₂ de totale aankoopkosten inclusief tankhuur berekend, - door deze totale kosten te delen door het totale verbruik ontstaat de kostprijs inclusief tankhuur. Deze prijs ligt op 27.5 ct per kg zuivere CO₂. Dit betekent, dat er ruim 7 ct per kg zuivere CO₂ tankhuur boven op de inkoopprijs komt.

De laagste prijs die betaald werd inclusief tankhuur was 17.7 ct per kg. De hoogste prijs lag op 57.4 ct per kg. De drie bedrijven met het grootste gebruik betaalden een prijs van resp. 19.0, 20,1 en 22,7 ct per kg zuivere CO₂ inclusief tankhuur en de drie kleinste verbruikers betaalden resp. 25.0, 57.4 en 40.2 per kg.

Bij de laatste 30 geënquêteerde bedrijven is gevraagd naar de prijs per kg, waarbij wel zuivere CO₂ gebruikt zal worden. Genoemd wordt:

- 1 maal; 6 ct
- 1 maal; minder dan 10 ct
- 5 maal; 10 ct
- 1 maal; 12.5 ct

- 1 maal; 15 ct
- 1 maal; 20 ct
- 1 maal; lager dan de halve gasprijs
- 3 maal; lager dan de huidige CO₂-prijs
- 3 maal; dat huidige CO₂-prijs goed is
- 13 maal; geen mening over de hoogte van de prijs van zuivere CO₂

3.2.5 Conclusies

De spreiding in het gasverbruik is zeer groot. Het gebruik van warmtekrachtinstallaties heeft de verschillen in gasverbruik tussen de bedrijven nog eens vergroot.

De grote verschillen in elektriciteitsverbruik tussen de bedrijven wordt voor het grootste deel verklaard door het gebruik van assimilatiebelichting.

Bij het gebruik van zuivere CO₂ is alleen het gebruik van warmtekracht of regioverwarming, waardoor op het bedrijf door de CV-ketel minder rookgas CO₂ voor dosering wordt geproduceerd, een aanwijzing voor een groot verbruik. Andere verklaringen zijn niet te vinden.

De prijs van zuivere CO₂ wordt duidelijk bepaald door de afgenomen hoeveelheid. Een grotere afname betekent een lagere prijs per kg. Bij een gevonden gemiddelde prijs van 27,5 ct per kg is de tankuur met 7 ct per kg een kwart van de prijs.

Een kleine helft van de bedrijven geeft aan dat zuivere CO₂ te duur is. Als acceptabele prijs worden prijzen genoemd tussen de 6 en 20 ct per kg, met het accent op 10 tot 12 ct per kg.

3.3 CO₂-VOORZIENING

Van de 78 bedrijven wordt er op 73 wel en op 5 bedrijven geen CO₂ gedoseerd. Het gaat hier om 1 komkommerbedrijf, 3 bolbloemenbedrijven en 1 cyclamenbedrijf. De drie bolbloemenbedrijven hebben een glasoppervlakte tussen 3.500 en 6.500 m².

3.3.1 CO₂-bron

Op 71 bedrijven wordt CO₂ in de kas gemeten en wordt rookgas CO₂ van de ketel gedoseerd. Op 29 bedrijven is bekend wat het vermogen van de CO₂-ventilator achter de ketel is. Bij een groot deel van de andere CO₂-ventilatoren ontbrak de aanduiding op de ventilator. Gemiddeld is voor deze 29 bedrijven het vermogen 4 kW. De grootste is 11 en de kleinste 1 kW.

Verder wordt op 2 bedrijven CO₂ gedoseerd met CO₂-kanonnen.

In tabel 6 is voor de verschillende deelgroepen de inhoud van de warmtebuffers per hectare weergegeven.

Tabel 6: Inhoud van de warmtebuffer in m³ per ha van alle bedrijven en per deelgroep; gemiddeld, de kleinste en de grootste

Warmtebuffer m ³ .ha ⁻¹	Aantal	Gemiddeld	Kleinste	Grootste
Totaal	31	60	7	125
Chrysant	1	45		
Roos	2	43	30	55
Komkommer	10	50	8	92
Paprika	5	77	33	114
Tomaat	4	60	21	83
Vleestomaat	4	67	24	115
Aubergine	2	102	96	108
Overigen	3	47	7	125

Op 31 bedrijven komt een vorm van warmteopslag voor. Hiervan wordt op 3 bedrijven de tweede verwarmingsketel als warmtebuffer gebruikt. Van deze 31 warmtebuffers staan er 25 op groentebedrijven en 6 op sierteeltbedrijven. Gemiddeld is de warmtebuffer 142 m³ groot. De grootste is 390 m³ en de kleinste 10 m³. In het laatste geval wordt de tweede ketel als buffer gebruikt. Per hectare is de gemiddelde bufferinhoud 60 m³, terwijl de grootste 125 m³ en de kleinste 7 m³ groot is.

De eerste warmtebuffer is in 1978 aangeschaft en de laatste in 1993. Tussen 1978 en 1985 zijn er 5 aangeschaft met gemiddeld 54 m³ per ha. In de periode 1986 tot en met 1990 zijn 18 warmtebuffers aangeschaft met een gemiddelde inhoud van 51 m³ per ha. Na 1990 zijn dit er 5 met gemiddelde 94 m³ per ha. Van de overige 3 is de aanschafdatum niet bekend. De warmtebuffers zijn allemaal horizontaal geplaatst.

Op 31 bedrijven wordt zuivere CO₂ gedoseerd. Op 28 hiervan staat er een tank voor zuivere CO₂. Op de andere drie bedrijven met regioverwarming wordt centraal zuivere CO₂ aangeleverd. Gemiddeld heeft de CO₂-tank een inhoud van 5 ton per hectare. De grootste inhoud per hectare is 16 ton en de kleinste 1 ton. In 1985 is het eerste bedrijf zuivere CO₂ gaan gebruiken en in 1993 de laatste. Gemiddeld is in 1991 gestart met het gebruik van zuivere CO₂.

Op 7 bedrijven komt zowel een warmtebuffer als het gebruik van zuivere CO₂ voor. Op deze bedrijven is de warmtebuffer gemiddeld 46 m³ per ha groot en de tank voor de zuivere CO₂ 3.5 ton per ha. Deze bedrijven hebben veelal in 1987 en 1988 een warmtebuffer geplaatst en zijn rond 1992 met zuivere CO₂ begonnen. Het gaat hier om 2 komkommer-, 2 paprika-, 1 ronde en 2 vleestomatenbedrijven.

3.3.2 Opmerkingen bij wel of niet keuze voor warmtebuffer

Als reden om geen warmtebuffer aan te schaffen wordt genoemd:

- 15 maal; dat er geen financieringsruimte of te duur is of andere investeringen voor gaan
- 12 maal; dat er geen ruimte is op het bedrijf
- 6 maal; dat de ketel te oud is voor CO₂ doseren en er risico's zijn voor gewasschade
- 3 maal; omdat er 's nachts onvoldoende warmtevraag is
- 3 maal; omdat er getwijfeld wordt aan het effect van CO₂ of dat dit onbekend is
- 3 maal; omdat het niet rendabel is of niet rendabeler dan zuivere CO₂ is

Daarnaast wordt nog genoemd wachten op uitbreiding een maal, een maal op ruilverkaveling en een maal op verplaatsing. Twee bedrijven hebben nog nooit warmteopslag bekeken.

De bedrijven met warmteopslag noemen:

- 11 maal; dat het rendabel en of goedkoper dan zuivere CO₂ is
- 5 maal; dat het energiebesparend is of extra CO₂ geeft zonder extra energie
- 2 maal; dat er geen minimumbuis meer aangehouden hoeft te worden
- 2 maal; dat het produktieverhoging geeft
- 9 maal; de huidige warmtebuffer te klein is

Een bedrijf gebruikt de warmtebuffer in de eerste plaats voor de warmteopslag van de warmtekrachtinstallatie. Een bedrijf mist het effect op het klimaat van de minimumbuis.

3.3.3 Opmerkingen bij wel of niet keuze voor zuivere CO₂

Door bedrijven met zuivere CO₂ wordt een of meer van de volgende redenen genoemd:

- 7 maal; dat zuivere CO₂ gekozen is, omdat er geen (financiële) ruimte voor een warmtebuffer is
- 5 maal; dat zuivere CO₂ een tijdelijke oplossing is
- 5 maal; dat de investeringen laag zijn
- 4 maal; dat zuivere CO₂ gekozen is, omdat de warmtebuffer te klein is
- 4 maal; dat het gebruikt wordt als aanvulling
- 3 maal; dat het schoon is of beter voor het gewas
- 3 maal; dat het gebruikt wordt ivm gebruik warmtekracht of afstandverwarming
- 3 maal; dat zuivere CO₂ makkelijk regelt
- 1 maal; dat het meer produktie geeft
- 1 maal; dat het gas en electra spaart

Door bedrijven zonder zuivere CO₂ wordt een of meer van de volgende redenen genoemd:

- 30 maal; dat zuivere CO₂ te duur is
- 6 maal; dat zuivere CO₂ nooit is overwogen
- 4 maal; dat zuivere CO₂ duurder is dan andere mogelijkheden
- 3 maal; dat zuivere CO₂ niet rendabel is
- 3 maal; dat het effect van CO₂ niet bekend is

Een maal wordt genoemd dat als zuivere CO₂ produktieverhoging geeft, gebruik niet te duur is.

3.3.4 Conclusies keuze CO₂-bron

CO₂ met de ketel

Op 90 % van de bedrijven wordt met de ketel CO₂ gedoseerd. Opvallend hierbij is dat van meer dan de helft van de bedrijven de aanduiding van het vermogen van de CO₂-ventilator ontbreekt.

Warmteopslag

Met een gemiddelde warmtebuffercapaciteit van 60 m³ per ha wordt duidelijk niet de 100 tot 120 m³ per ha gehaald, die uit recent onderzoek naar voren komt. (Vermeulen, 1992) Maar omdat de warmteopslagtanks rond 1988 zijn aangeschaft was dit te

verwachten, omdat het advies in die periode tussen de 30 en 60 m³ per ha lag. (Verveer 1987) Hierbij sluit de opmerking van een derde van de bedrijven met warmteopslag keurig aan, dat de warmtebuffer te klein is.

De na 1990 aangeschafte warmtebuffer zijn gemiddeld 90 m³ per ha, conform de adviezen uit die tijd.

Een groot aantal bedrijven wil een warmtebuffer aanschaffen, maar kan dit financieel niet rond krijgen. Een aantal bedrijven heeft daarom voor het gebruik van zuivere CO₂ gekozen. Dit is makkelijker te financieren.

Andere bedrijven hebben technische redenen waarom geen warmtebuffer aangeschaft kan worden, omdat er geen ruimte is of de ketel te oud voor CO₂-dosering. Voor enkele bedrijven is warmteopslag niet toepasbaar door de geringe warmtebehoefte 's nachts.

De bedrijven met warmteopslag noemen het rendabel of energiebesparend. Ook wordt klimaatsverbetering en produktiestijging aan gevoerd.

Slechts op een gering aantal bedrijven wordt getwijfelt aan het nut of de rentabiliteit van warmteopslag.

Zuivere CO₂

Een kleine helft van de bedrijven geeft aan dat zuivere CO₂ te duur is. Als acceptabele prijs worden prijzen genoemd tussen de 6 en 20 ct per kg, met het accent op 10 tot 12 ct per kg.

Andere oorzaken dan de economische leiden tot de keuze voor het gebruik van zuivere CO₂. Genoemd worden lage investeringen, geen financiële armslag voor de aanschaf van een warmtebuffer, gebruik van warmtekracht of regiowarmte of een te kleine warmtebuffer.

Andere positieve redenen die worden genoemd voor het gebruik van zuivere CO₂ zijn: makkelijkere regeling, schoon, energie- en elektriciteitsbesparing of produktiestijging

3.3.5 CO₂-installatie in de kas

Verdeelsysteem

De rookgas CO₂ van de ketel wordt op 55 van de 71 bedrijven via een of meer verdeelleidingen in de verschillende kasafdelingen gebracht. Op 38 bedrijven is aan deze hoofdleiding nog een verdeelleiding aangesloten in de kas. Op de andere 16 bedrijven is alleen een hoofdleiding aanwezig. Op een bedrijf heeft het CO₂-net de vorm van een ringleiding. Op 32 bedrijven liggen twee verdeelleidingen langs de gevel. Op 16 bedrijven lopen deze leidingen links en rechts van het middenpad, midden tussen het gewas. Bij 7 bedrijven loopt een verdeelleiding langs het hoofdpad. De verdeelleiding in het midden tussen het gewas ligt meestal onder de grond, bij het pad en langs de gevel liggen ze zowel op als onder de grond. Op twee bedrijven wordt alleen met CO₂-kannonen gewerkt.

Per kap van 3.20 m breed ligt er gemiddeld één CO₂-darm. Op 10 bedrijven liggen er 2 darmen per 3.20 m kap. In een aantal gevallen is een regenleiding als CO₂-leiding in de kappen gebruikt. Op één bedrijf wordt gedoseerd via een grote plastic slurf in het hoofdpad.

Over de verdeling van de zuivere CO₂ zijn geen vragen gesteld. Tijdens de gesprekken is een aantal keren naar voren gekomen, dat deze via het bestaande systeem verdeeld worden. Op andere bedrijven wordt de zuivere CO₂ bij een of meer ventilatoren in de kas gedoseerd en op deze manier verdeeld.

Meetpunten voor regeling

In tabel 7 is voor de verschillende deelgroepen het aantal CO₂-meetpunten weergegeven.

Tabel 7: Aantal meetpunten voor CO₂ van alle bedrijven en per deelgroep; gemiddeld, de kleinste en de grootste

Aantal CO ₂ -meetpunten	Aantal	Gemiddeld	Kleinste	Grootste
Totaal	71	2.4	0	18
Chrysant	4	3.8	1	8
Roos	8	2.2	1	4
Komkommer	19	2.1	1	6
Paprika	10	1.6	1	4
Tomaat	5	2.2	1	6
Vleestomaat	8	1.4	1	2
Aubergine	4	1.5	1	2
Potplanten	4	1.5	1	2
Overige	9	5.4	0	18

Op de 73 bedrijven waar CO₂ gedoseerd wordt, zijn er in de kas gemiddeld 2.4 meetpunten voor CO₂. Op 34 bedrijven is echter slechts één CO₂-meetpunt in de kas aanwezig, op 15 bedrijven twee meetpunten, 5 bedrijven met drie meetpunten en op één bedrijf ontbreekt een meetpunt. Op de rest van de bedrijven, die met veelal een multiplexer hebben, zijn 4 tot 18 meetpunten aanwezig. Dit laatste bedrijf is een stekproducent. Verder wordt op de 2 bedrijven met CO₂-kanonnen niet gemeten.

Op slechts 13 bedrijven is per afdeling apart de CO₂ te regelen. Op 50 bedrijven is het CO₂-gehalte niet per afdeling apart te regelen. Dit wil dus zeggen, dat alle afdelingen geregeld worden op de gemeten waarde in een afdeling of geregeld worden op de gemiddelde waarde van alle afdelingen. Op één bedrijf wordt geregeld op de afdeling met de laagste waarde.

Op 45 bedrijven is de CO₂-meter van Siemens en op 21 bedrijven van Priva en van 5 was het merk onbekend.

De meting van het CO₂-gehalte in de kas wordt op 25 bedrijven afhankelijk van de gewashoogte gemeten. Dit wil meestal zeggen net bij de kop van het gewas. Op 43 bedrijven is de CO₂-meter op een vaste hoogte van gemiddeld 1.20 m opgesteld. Van 3 bedrijven is de hoogte niet bekend en niet gemeten.

Controle

De druk op de CO₂-darmen wordt op 32 bedrijven nooit gecontroleerd, op 9 bedrijven wordt gekeken of ze bol staan, op 9 bedrijven is het één keer gemeten en slechts op 14 bedrijven is één of meerdere malen de druk per jaar gemeten. Van 7 bedrijven is niet bekend of de druk gecontroleerd wordt. In de meeste gevallen worden beschadigingen of afknellen wel tijdens de gewone werkzaamheden verholpen.

De verdeling van het CO₂-gehalte in de kas is op 30 bedrijven nog nooit gemeten. Op 23 bedrijven is de verdeling enkele malen gemeten. Op elf bedrijven wordt de verdeling één tot 6 maal per jaar gemeten, terwijl twee maal wordt aangegeven dat verschillen zichtbaar worden door verschillen in de gewasontwikkeling. Van vijf bedrijven is dit gegeven niet bekend.

In tabel 8 is voor de deelgroepen het aantal malen ijenen per jaar weergegeven.

Tabel 8: Aantal malen ijenen van de CO₂ meter per jaar op alle bedrijven en per deelgroep; gemiddeld, de kleinste en de grootste.

Aantal ijenen per jaar	Aantal	Gemiddeld	Kleinste	Grootste
Totaal	69	2.8	0	13
Chrysant	4	1.0	0	2
Roos	10	2.1	0	8
Komkommer	19	3.8	0	13
Paprika	10	2.1	1	4
Tomaat	5	1.0	0	2
Vleestomaat	8	4.3	1	12
Aubergine	4	3.3	1	6
Potplanten	4	2.0	1	3
Bolbloemen	2	0.5	0	1
Overigen	3	2.0	1	4

Gemiddeld wordt bijna 3 maal per jaar de CO₂-meter geijkt. Op 40 bedrijven gebeurt dit met ijkgas en op 6 bedrijven met buitenlucht. In drie gevallen wordt geregeld op het verschil tussen de buitenwaarde en het CO₂-gehalte in de kas. Van 8 bedrijven is de ijkmethode niet bekend en 13 bedrijven ijenen nooit.

De verschillen in het aantal keren dat de CO₂-meter per jaar geijkt wordt zijn groot. Op een aantal bedrijven wordt maandelijks geijkt met ijkgas, terwijl 13 bedrijven nooit en 20 bedrijven slechts één maal per jaar ijenen.

3.3.6 Opmerkingen bij de CO₂-installatie

Over het meten van CO₂ in meerdere afdelingen wordt opgemerkt:

- dat dit bekend is omdat de afdelingen op meerdere locaties liggen met eigen meters en installaties
- dat niet gebeurt omdat er geen gewasverschillen zijn
- dat het bedrijf op een helling ligt en er dus altijd verschillen zijn

Over het aantal darmen in de kap wordt opgemerkt:

- dat twee darmen per 3.20 m kap een betere verdeling geeft
- dat 0.5 en 1 darm per 3.20 kap een aantal maal voldoende wordt gevonden
- dat door het onbreken van smoorplaatjes meer dan 0.5 darm niet mogelijk is zonder wegvallen van de druk
- dat op een aantal bedrijven overwogen wordt meer darmen te installeren
- dat op een aantal bedrijven regenleidingen gebruikt worden i.p.v. van darmen, omdat dit bedrijfszekerder is

Op 1 bedrijf is voor de rookgassen een ringleiding aangelegd, om een gelijkmatig druk in de darmen te krijgen.

Over de hoogte waarop de darmen in de kas bevestigd moeten worden is een discussie gaande. Hierbij gaat het om de darmen op de grond of op enige hoogte van de grond plaatsen van de darmen. In enkele gevallen wordt om praktische redenen, bijvoorbeeld bij chrysant de darmen op de hijsverwarming geplaatst. Een aantal bedrijven heeft de darmen al van de grond of overweegt ze van de grond te halen.

Door de vijf bedrijven met regioverwarming wordt één maal genoemd, dat door het gebruik van zuivere CO₂ bespaard is op de kosten van de CO₂-installatie.

Voor kleine bedrijven zijn de kosten van een CO₂-installatie relatief duur, zeker als er heteluchtkanonnen aanwezig zijn.

3.3.7 Conclusies CO₂-installatie

De CO₂-installatie bestaat gemiddeld uit een aanvoerleiding vanaf de ketel met in de kas twee verdeelleidingen. Hierop is per 3.20 m kap één CO₂-darm aangesloten. In de kas hangen 1 à 2 CO₂-meetpunten bij de kop het gewas.

Hoewel het merendeel van de bedrijven overtuigd is van het nut van CO₂-doseren, wordt aan de installatie weinig aandacht besteed. Op 65 % van de bedrijven wordt het CO₂-gehalte niet per afdeling apart, maar voor het bedrijf als geheel geregeld. Op 40 % van de bedrijven wordt de druk in de darmen nooit gecontroleerd, slechts op een kleine 20 % gebeurt dit één of meerdere keren per jaar. Op 17 % van de bedrijven wordt de CO₂-meter nooit en bij 25 % één keer per jaar geijkt.

3.4 WARMTEVOORZIENING

3.4.1 Warmtebron

Op 77 van de 78 bedrijven komt een verwarmingsketel voor. Op 24 bedrijven staan zelfs twee ketels en op 9 bedrijven 3 of meer ketels. Op één bedrijf worden de rolkassen met een kleine ketel en enkele buizen per kas verwarmd. Op 2 bedrijven wordt naast de centrale ketel ook met staande hetelucht kachels verwarmd. Op 5 bedrijven is er de combinatie centrale ketel en hangende hetelucht kachels en één bedrijf heeft zowel een ketel als staande en hangende hetelucht kachel. Op 5 bedrijven is naast de ketel ook een aansluiting op regioverwarming.

Op 19 bedrijven is ook nog een warmtekrachtinstallatie aanwezig, waarvan er 1 alleen met warmtekracht verwarmt. Deze warmtekrachtinstallaties staan bij 2 chrysanten-, 6 rozen-, 1 paprika-, 2 vleestomaten- en 5 potplantenbedrijven, terwijl de overige 3 ook in de sierteelt staan.

In tabel 9 is voor de verschillende deelgroepen de totale aansluitwaarde van de verschillende verwarmingssystemen weergegeven.

Tabel 9: Aansluitwaarde van alle verwarmingssystemen in kW per ha van alle bedrijven en per deelgroep; gemiddeld, de kleinste en de grootste.

ASW _{th} kW.ha ⁻¹	Aantal	Gemiddeld	Kleinste	Grootste
Totaal	78	2508	345	4859
Chrysant	4	2398	2170	2689
Roos	8	2021	1368	3421
Komkommer	20	2647	1203	4473
Paprika	10	2632	1634	3700
Tomaat	5	2447	1938	2842
Vleestomaat	8	2670	2222	3634
Aubergine	4	2495	2077	3198
Potplanten	6	2702	1568	4859
Bolbloemen	6	1852	345	2610
Overige	7	2708	1292	4389

Het aangesloten vermogen van de ketels, hetelucht en warmtekracht samen ligt gemiddeld op 2500 kW per ha. Het grootste vermogen was 4850 en het laagste 350 kW per ha. Op een aantal bedrijven komt een hoge aansluitwaarde voor, omdat met de aanschaf van de ketel al rekening is gehouden met uitbreidingsplannen.

Van de 111 ketels zijn 34 van SMD, 18 van Tenhorne, 15 van Dalsum, 12 van Crone, 7 van Danstoker, 4 van Hocon, 3 van Buderus, 3 van SKS, 2 van Byasi en nog enkele andere merken.

Het gemiddelde bouwjaar van de hoofdketel is 1980, terwijl de oudste van 1956 dateert en de jongste van 1992. De branders van de hoofdketels zijn gemiddeld van 1984. De oudste is van 1970 en de jongste was net geplaatst.

Van de ketels heeft 90 % op een of andere wijze een modulerende brander. Op de laag/laag stand wordt gemiddeld 57 m³ aardgas per uur per ketel verbrand. Voor de laag/hoog is dat gemiddeld 205, voor de hoog/laag gemiddeld 181 en voor de hoog/hoog stand gemiddeld 422 m³ aardgas per uur per ketel. Op 5 bedrijven komt een zgn. CO₂-stand voor. Gemiddeld wordt daarmee 42 m³ aardgas per uur per ketel verstoekt. Dit is circa 18 m³ aardgas per uur per ha.

Op 39 van de 48 bedrijven, waarvan het vermogen van de ketelventilator bekend is, heeft de ketelventilator een twee toeren regeling. In de hoogste stand is het gemiddelde vermogen 7.3 kW en in de laagste stand 3.0 kW. Gemiddeld worden dan resp. 2879 en 1621 toeren per minuut gemaakt.

3.4.2 Energiebesparing in het ketelhuis

Op 72 van de 78 bedrijven is het expansievat aangesloten op het koudste deel van het verwarmingsnet. Op 66 bedrijven zijn de transportleidingen in het ketelhuis geïsoleerd. Bij 68 ketels zijn de wanden en de kop geïsoleerd. De isolatie is gemiddeld 10 cm dik.

Op 19 bedrijven met samen een kasoppervlakte van 48,5 ha is een warmtekracht-installatie geplaatst. De eerste warmtekrachtinstallatie is in 1983 geplaatst en de laatste in 1993.

In het totaal is hiermee voor 16.550 kW aan elektrisch vermogen geïnstalleerd. Dit komt neer op gemiddeld 870 kW_e per warmtekrachtinstallatie. De grootste is 4.390 kW_e en de kleinste 87 kW_e. Per hectare is op deze 19 bedrijven gemiddeld 290 kW_e vermogen van de warmtekracht aanwezig. Slechts op 6 bedrijven is bekend wat het thermisch vermogen van de warmtekrachtinstallatie is. Totaal is bij deze 6 bedrijven 5.800 kW_{th} geïnstalleerd, wat neerkomt op 970 kW_{th} gemiddeld per installatie. Als we het totale thermische vermogen inschatten bij een elektrisch rendement van 32 % en een thermisch rendement van 50 %, komen we uit op ± 25.000 kW_{th}. Dit komt neer op 500 kW_{th} per ha en is circa 16 % van de gemiddelde aansluitwaarde van de verwarming zoals in de vorige paragraaf gevonden is. Gemiddeld draait de warmtekrachtinstallatie 4.300 uur per jaar. De langste draaitijd is 7.600 uur en de kortste 1.800 uur per jaar.

Op 65 bedrijven komt een condensor voor. Samen hebben deze bedrijven 144 van de in het totaal 157 ha die in het onderzoek betrokken zijn. Op 23 bedrijven was dit een combicondensor, op 31 bedrijven een enkele op een apart net en 11 met een enkele op de retour. Het condensornet bestaat meestal uit een groeinet. Van twee gevallen is bekend dat de condensor naar keuze op het groeinet of de buisrail of matverwarming is aan te sluiten.

3.4.3 Verwarmingsnet

Voor de verschillende deelgroepen is gekeken hoe het verwarmingsnet in de belangrijkste kas eruit ziet. In tabel 10 is per type verwarmingsbuis voor de verschillende deelgroepen het gemiddelde aantal per kap van 3.20 m weergegeven.

Tabel 10: Verwarmingsnet met gemiddeld aantal leidingen per 3.20 m kap van alle bedrijven en de verschillende deelgroepen.

Verwarming	aantal	aantal net-ten	51 mm buizen				groeinet		slan-gen
			br	nok	ov.	bew.	vast	bew.	
Totaal	78	2	2,5	1	0,75		0,4	0,7	1,9
Chrysant	4	2		2				2	
Roos	6	2	2,5	1	2,5		0,8		
Komkommer	20	3	3	0,25	1			1	1,9
Paprika	10	2	4	0,2			0,5		1,8
Tomaat	5	2	4	0,4				0,8	0,8
Vleestomaat	8	2	4	0,1			0,5	1,25	0,25
Aubergine	4	2	4				1	1	2
Potplanten	6	2	0,3	2	2				3
Bolbloemen	6	2		1,8		0,3		3,0	4,7
Overige	13	2	0,15	1,8	0,2	0,15	0,3	1,8	3

br = buisrail, nok = buis boven in de kas, ov. = overige, bew. = beweegbaar

Uit deze tabel komen duidelijk de verschillen in verwarmingssysteem per gewas naar voren. Bij de vruchtgroenten ligt een dubbele buisrail met een vast of beweegbaar groeipijp en daarnaast enkele slangen als matverwarming. Bij de chrysant komen geen buisrail of slangen voor. Op de sierteeltbedrijven komt meestal een buis boven in de kas voor. Behalve de groep met komkommers, die drie netten gebruikt, hebben alle deelgroepen gemiddeld twee typen netten.

De aanvoerleidingen van de verwarming loopt op 29 bedrijven langs de gevel, op 16 bedrijven boven of onder het middenpad en op 20 bedrijven loopt een deel van de aanvoerleidingen langs de gevel en een deel bij het pad. Op 53 bedrijven ligt een Tichelmannsysteem voor de aan- en afvoer van warmte. Op 8 bedrijven liggen 51 mm buizen als aan- en afvoer.

Op 26 bedrijven zijn de aan- en afvoerleidingen niet geïsoleerd, omdat ze meegerekend zijn in het verwarmingssysteem. Op 30 bedrijven is een gedeelte, voornamelijk de aanvoer, van de aan- en afvoerleidingen geïsoleerd. Op de resterende 18 bedrijven zijn de aan- en afvoerleidingen geïsoleerd. Naast de aan- en afvoerleidingen is op 28 bedrijven een of meer extra pijpen als gevelverwarming aangebracht.

3.4.4 Opmerkingen bij keuze van het verwarmingsnet

Slangen als verwarmingsnet wordt door de bedrijven wisselend ervaren. Genoemd wordt: ze geven lekkage, liggen in de weg, worden te kort gebruikt, zijn duurder dan buizen en hebben te weinig warmteoverdracht.

Bij chrysant wordt matverwarming niet nodig gevonden. Deze ligt in de weg bij de teeltwisselingen. Bij een aantal paprikabedrijven wordt matverwarming nuttig gevonden bij de start van de teelt. Bij ronde en vleestomaten wordt matverwarming niet nodig of zelfs slecht voor de kwaliteit gevonden. In een aantal gevallen wordt bij de start van de teelt de hijsverwarming gebruikt om de mat te verwarmen. Één maal wordt opgemerkt dat matverwarming nodig is om pythium te voorkomen bij aubergine. Door de gesignaleerde problemen met slangenverwarming lijkt het erop dat slangenverwarming niet meer zal worden toegepast.

Buisrail wordt meestal als hoofdverwarming gebruikt. In een aantal gevallen is ze ook verwisselbaar als condensornet in plaats van groeinnet of matverwarming. De buisrail ligt er meestal om het werk in de kas, met name de oogst, te verlichten. Op enkele bedrijven wordt de extra arbeid bij teeltwisseling bezwaarlijk gevonden. In een enkel geval wordt genoemd, dat buisrail het gewas bovenin onvoldoende verwarmt en er dus extra verwarmingsbuizen bovenin het gewas nodig zijn.

Groeipijpen worden veelal gebruikt als condensornet, maar is in een aantal gevallen, met name in de zomer in te schakelen als hoofdnet. Over groeipijpen wordt opgemerkt dat ze worden gebruikt om het gewas te stimuleren, om de toppen van het gewas op temperatuur te houden. doordat het met de bovenkant van het gewas meegaat energie bespaart, dat ze sneller reageren dan 51 mm buizen en een betere temperatuurverdeling geven. In een aantal gevallen is het extra verwarmend oppervlak nodig.

Bij de rozenbedrijven, waar ook belicht wordt, wordt de verwarming zolaag mogelijk geïnstalleerd om de onderkant van het gewas te verwarmen. De belichting zorgt dan voor de verwarming van de bovenkant en de kaslucht.

Bij een bedrijf met regioverwarming zijn een aantal netten in serie geschakeld om een zo laag mogelijke temperatuur van het retourwater bij de warmtewisselaar te krijgen. Een ander bedrijf heeft gekozen voor meer verwarmend oppervlak i.v.m. regioverwarming.

3.4.5 Conclusies warmtevoorziening

De verwarmingsinstallatie bestaat bij de geëncquêterde bedrijven gemiddeld uit een of meer verwarmingsketels, deels aangevuld met staande of hangende heteluchtkachels, warmtekracht of regiowarmte. Het gemiddelde aangesloten vermogen van deze warmtebronnen is 2500 kW_{th} per ha, wat voldoende is voor een zware stookteelt in de winter. De warmte wordt via twee verwarmingsnetten in de kassen gebracht. Bij de groentebedrijven is dat een buisrailnet en een groeinnet en bij de sierteeltbedrijven komt meestal een buis boven in de kas voor. Door de gesignaleerde problemen lijkt het erop dat slangenverwarming niet meer toegepast zal worden. Circa 90 % van de bedrijven hebben een condensor. Het groeinnet wordt als condensornet gebruikt. Matverwarming wordt soms ingezet tegen pythium.

3.5 TEMPERATUURREGELING

Aan de bedrijven is gevraagd in grote lijnen het stookregime te beschrijven. Hiervoor is voor vier fasen of seizoenen gevraagd om de dag-, nacht- en eventueel nanachtinstelling van de verwarming aan te geven. Daarnaast is gevraagd voor welk tijdstip elke instelling van toepassing is in relatie met zonsopkomst en zonsondergang.

3.5.1 Regeling

In tabel 11 zijn de temperatuurinstellingen voor vier seizoenen/fasen aangegeven. Meestal zijn de instellingen per seizoen aangegeven. Gemiddeld over alle bedrijven wordt globaal een regime aangehouden van 18 °C 's nachts en 19 °C overdag, wat ook past bij het gemiddeld aangesloten vermogen van de verwarming van 2500 kW. Globaal zitten de vruchtgroentebedrijven boven deze waarden met hun temperatuurregime en de sierteeltbedrijven onder dit temperatuurregime.

De verschillen in stookregime tussen de deelgroepen komen overeen met de verschillen in de gasverbruiken over 1992 (zie tabel 3). Paprika heeft het hoogste stookregime en bij de bolbloemen worden de laagste temperaturen aangehouden. Dit komt overeen met de gasverbruiken, paprika zit bij de hoogste en de bolbloemen hebben het laagste gasverbruik. De gasverbruiken van de ronde en vleestomaten zijn hoger dan op grond van hun stookregime verwacht mag worden en ook het gasverbruik van de roos wijkt af door het grote aantal warmtekrachtinstallaties.

Bij komkommer, paprika en tomaat wordt in voorjaar en zomer op een groot aantal bedrijven met een voor- en nanacht gewerkt. Bij de vruchtgroenten is er ook een duidelijk andere instelling in de verschillende seizoenen, terwijl de temperatuur bij bijna alle potplanten het hele jaar gelijk blijft.

In tabel 12 is weergegeven op welk tijdstip begonnen wordt met opstoken naar de dagwaarde en wanneer overgegaan wordt naar de nachtwaarde. Hierbij is afgerond op halve uren. Gemiddeld begint de temperatuurinstelling voor de dag één uur voor zonsopgang en eindigt één uur voor zonsondergang. Bij de komkommer en aubergine begint het opstoken twee uur voor zonsopgang, terwijl bij de vleestomaten, waarschijnlijk mede door de geringe temperatuurverschillen tussen (na)nacht en dag het opstoken bij zonsopgang begint. Bij ronde tomaat en potplanten is er bijna geen verschil tussen dag- en temperatuur zodat er niet opgestookt hoeft te worden. Bij de rozenbedrijven waar belicht wordt loopt de dag- en nachtinstelling gelijk met het belichtingsschema.

Tabel 11: Stookregime in °C per seizoen of teeltfase per deelgroep. d = dag, n = nacht/voornacht en nn = nanacht

Stookregime °C	aan-tal	winter/fase 1			voorjaar/fase 2			zomer/fase 3			najaar/fase 4		
		d	n	nn	d	n	nn	d	n	nn	d	n	nn
Totaal	78	19	19	19	19	18	18	19	17	18	18	17	19
Chrysant	4	18	19		18	18		18	19	20	18	19	20
Roos	8	18	16		19	17		20	18		18	17	
Komkommer	20	22	20	19	21	18	19	21	18	19	20	18	19
Paprika	10	23	22		21	19	19	21	18	18	21	18	18
Tomaat	5	20	20		19	17		18	18	18	18	18	
Vleestomaat	8	20	19		19	17	18	18	16	18	17	17	
Aubergine	4	22	20		21	19		21	19		21	19	
Potplanten	6	18	19		19	19		19	19		19	19	
Bolbloemen	6	16	13		13	12		15	14		15	15	

Tabel 12: Begin dagregime (d) in uren tov 'zon op' en begin nachtreime (n) in uren tov van 'zon onder' per deelgroep.

Uren	aantal	winter/fase 1			voorjaar/fase 2			zomer/fase 3			najaar/fas 4		
		d	n		d	n		d	n		d	n	
Totaal	78	-1.0	-1.0		-1.0	-1.0		-1.0	-1.0		-1.0	-1.0	
Chrysant	4												
Roos	8												
Komkommer	20	-2.0	-1.5		-2.0	-2.0		-1.5	-1.5		-2.0	-1.0	
Paprika	10	-1.0	-1.0		-1.5	-1.5		-1.0	-1.5		-1.0	-1.5	
Vleestomaat	8	0.0	0.0		0.0	0.0		0.0	0.0		-0.5	0.0	
Aubergine	4	-2.0	-1.5		-2.0	-1.0		-2.0	-1.0		-2.0	-1.0	

Bij chrysant lopen deze instellingen gelijk met de dag- en nachtcyclus van de verduistering.

De totale duur van het opstoken aan het begin van de dag is gemiddeld 1.5 tot 2 uur. De overgang naar de nacht duurt gemiddeld 1.0 tot 1.5 uur.

Op minder dan de helft van de bedrijven wordt in de winter en het voorjaar de temperatuurinstelling met 1 tot 2 graden verhoogd op lichte dagen, de zogenaamde lichtverhoging. Het stralingsniveau waar boven deze verhoging ingaat is bij een aantal klimaatsregelingen gebonden aan de maximale straling over alle periodes heen en bij andere regelingen wordt per periode een waarde hiervoor ingevuld.

3.5.2 Motieven temperatuurregeling

Globale temperatuurregeling

Over de verschillende instellingen per fase noemen de bedrijven:

- 11 maal; dat jonge planten een andere temperatuur nodig hebben
- 4 maal; dat meerdere stadia door elkaar staan en er daarom een gemiddelde temperatuur aangehouden wordt
- 17 maal; dat de stand van het gewas of het stadium de temperatuurinstelling bepaald
- 2 maal; dat in de winter rustiger gestookt wordt om in het voorjaar weer productie te hebben.

Verder wordt opgemerkt dat bij rozen er verschillen in warmtebehoefte tussen de rassen zijn. Tenslotte wordt bij enkele bloementeelten de temperatuur verhoogd voor de knopvorming.

Overgang dag --> nacht

Voor het aanhouden van een lagere voornacht bij komkommer wordt vier maal opgemerkt, dat dit noodzakelijk is voor de rust van het gewas en de vruchtzetting. In de nachnacht wordt dan weer opgestookt om condensvorming op het gewas te voorkomen.

Bij paprika wordt twee maal een lagere voornacht aangehouden voor de zetting.

Bij roos wordt genoemd dat een verhoging in de voornacht platknoppen voorkomt.

Overgang nacht --> dag

Bij komkommer, gele paprika en aubergine worden als redenen voor het opstoken naar dagtemperatuur voor zonsopkomst genoemd, dat het gewas op temperatuur moet zijn bij zonsopkomst om condensvorming te voorkomen.

Bij vleestomaat worden als redenen voor het opstoken na zonsopkomst genoemd: de plant pas te belasten als de plant het aankan en te activeren met zonlicht zodat de warmte van de zon wordt benut voor het opwarmen van de kas.

Bij paprika wordt twee maal aangegeven dat rustig de dag in wordt gegaan om rust te geven en om de zonnewarmte te benutten.

Verder wordt over de temperatuurregeling door de bedrijven genoemd:

- 11 maal; dat de nacht vroeg wordt in gegaan om energie en/of vocht te sparen
- 4 maal; dat op etmaaltemperatuur gewerkt wordt
- 1 maal; dat de nachttemperatuur hoger dan de dagtemperatuur is om energie te sparen
- dat de stand van het gewas, vegetatief of generatief, de temperatuurinstellingen

bepaalt

3.5.3 Conclusies temperatuurregeling

Gemiddeld wordt overdag van één uur voor zonsopkomst tot één uur voor zonsondergang, een kastemperatuur van 19 °C ingesteld en voor de nacht 18 °C. De temperatuurinstellingen worden in de loop van het jaar aangepast. Bij de vruchtgroenten betekent dit, dat naar de zomer toe als het gewas ouder wordt, de temperatuur verlaagd wordt. Het stadium van het gewas bepaalt mede de temperatuurregeling en in de winter is op een aantal bedrijven de straling belangrijk voor de ingestelde temperatuur. Bij chrysant en potplanten komen meerdere stadia te gelijk in de kas voor, wat zich uit in een gelijkmatig stookregime gedurende het hele jaar.

Bij meerdere gewassen wordt in de zomer een zogenaamde voornacht ingesteld, waarbij de temperatuur geforceerd omlaag gebracht wordt. Deze voornacht wordt nodig gevonden om het gewas na de warme dag tot rust te laten komen. Dit geeft bij vruchtgroentegewassen een betere zetting.

Het opstoken voor zonsopkomst naar de gewenste dagtemperatuur wordt gedaan om condensvorming op het gewas en of de vruchten te voorkomen.

3.5.4 Minimumbuis

Ruim de helft van de bedrijven hanteert overdag een minimumbuis en een krappe helft doet dit 's nachts. Dit wil zeggen dat de ketel het verwarmingsnet op de gewenste temperatuur houdt, zonder dat dit voor het vasthouden van de gewenste kastemperatuur nodig is. In tabel 13 is voor de verschillende seizoenen en deelgroepen de gemiddeld gehanteerde minimumbuis temperatuur weergegeven.

De minimumbuis-instelling wordt in de meeste gevallen overdag afhankelijk van de straling verlaagd. Gemiddeld is deze verlaging tussen de 10 en 15 °C.

Tabel 13: Gemiddelde minimumbuis temperatuur voor verschillende seizoenen van alle bedrijven en per deelgroep.

Minimumbuis °C	winter/fase 1		voorjaar/fase 2		zomer/fase 3		winter/fase 4	
	d	n	d	n	d	n	d	n
Totaal	45	37	43	38	42	38	44	40
Chrysant	39		39		39		39	
Roos	37	37	37	38	37	40	38	42
Komkommer	49	41	50	44	48	45	49	46
Paprika	43		45		45		44	
Tomaat	48	39	49	41	46	41	46	39
Vleestomaat	51	37	48	38	42	37	46	38
Aubergine	48	29	49	36	50	35	48	35

Motieven

Als reden voor het instellen van een minimumbuis noemen de bedrijven:

- 10 maal; het droogstoken van het gewas in de nacht

- 12 maal; dat er geregeld wordt op relatieve luchtvochtigheid
- 13 maal; het activeren van het gewas
- 8 maal; dat er een minimumbuis ligt in de nacht voor zonsopgang
- 8 maal; dat er geen minimumbuis ligt in de middag of avond
- 2 maal; geen minimumbuis gebruikt wordt voor CO₂ doseren
- 4 maal; dat wel een minimumbuis gebruikt wordt voor CO₂ doseren

Verder wordt door een bedrijf met warmtekracht genoemd dat een minimumbuis ingesteld wordt als de temperatuur van het koelwater van de warmtekracht boven de 75 °C komt, om de warmtekracht toch te kunnen blijven gebruiken.

Conclusies

Minimumbuis wordt in belangrijke mate gebruikt om de luchtvochtigheid te regelen en daarmee het gewas droog te houden. Daarnaast is het activeren van het gewas belangrijk bij het hanteren van een minimumbuis. Minimumbuis voor CO₂-doseren speelt een minder belangrijke rol.

3.6 VENTILATIEREGELING

Aan de bedrijven is gevraagd om voor de vier seizoenen in grote lijnen de instellingen van de ventilatieregeling te beschrijven ten opzichte van de stookregimes.

3.6.1 Regeling

In tabel 14 zijn de instellingen van de ventilatieregeling opgenomen voor de seizoenen en de verschillende deelgroepen.

Tabel 14: Instelling van de ventilatietemperatuur ten opzichte van de ingestelde stooktemperatuur in °C van alle bedrijven gemiddeld en per deelgroep.

Ventilatie °C	winter/fase 1		voorjaar/fase 2		zomer/fase 3		winter/fase 4	
	d	n	d	n	d	n	d	n
Totaal	1.5	1.6	1.2	1.3	1.0	1.0	1.2	1.3
Chrysant	2.5	1.5	1.7	1.7	1.3	1.3	1.3	2.3
Roos	1.5	1.7	1.0	1.0	1.0	1.0	1.5	1.4
Komkommer	0.8	0.8	0.7	0.7	0.4	0.4	0.5	0.6
Paprika	1.5	1.3	1.2	1.4	1.0	1.2	1.3	1.3
Tomaat	1.2	1.8	1.1	1.8	0.4	0.7	0.5	1.8
Vleestomaat	0.5	1.8	0.6	1.1	0.5	0.5	0.7	0.8
Aubergine	3.9	2.9	2.4	1.5	2.1	1.3	2.4	1.5
Potplanten	3.0	2.4	2.3	1.8	2.3	1.8	2.4	2.5
Bolbloemen	2.4	2.9	1.8	2.3	2.0	2.8	2.3	2.3
Overigen	1.3	1.5	1.1	1.0	1.2	1.4	1.4	1.3

Gemiddeld over alle bedrijven ligt de ventilatietemperatuur 1 tot 1,5 °C boven de ingestelde waarde voor de temperatuurregeling. Voor alle groepen ligt de ventilatietemperatuur in de zomer gemiddeld een halve graad dicht bij de stooktemperatuur

dan in de winter. Het verschil met de temperatuurstelling is 's nachts over alle bedrijven gemiddeld 0.1 °C groter dan overdag. Tussen de verschillende deelgroepen zijn grote verschillen. Bij komkommer, ronde en vleestomaat worden in verschillende periodes ventilatietemperaturen ingesteld van minder dan 1.0 °C boven de stooktemperatuur gehanteerd, terwijl bij chrysant, aubergine, potplanten en bolbloemen er periodes zijn met instellingen van meer dan 2.0 °C boven de stooktemperatuur. De rest van de groepen heeft een ventilatietemperatuur van tussen de 1 en 2 °C boven het ingestelde stookregime.

In tabel 15 is weergegeven op welk tijdstip de daginstelling respectievelijk de nachtinstelling van de ventilatieregeling begint. Gemiddeld begint de daginstelling ruim één uur voor zonsopgang en duurt tot ongeveer een half uur voor zonsondergang. Bij roos gaan de instellingen gelijk op met de belichtingstijden. Bij chrysant loopt het gelijk op met de verduistering.

Tabel 15: Begin dagregime (d) in uren tov 'zon op' en begin nachtre regime (n) in uren tov van 'zon onder' van de ventilatieregeling van alle bedrijven gemiddeld en per deelgroep.

Uren	winter/fase 1		voorjaar/fase 2		zomer/fase 3		winter/fase 4	
	d	n	d	n	d	n	d	n
Totaal	-1.2	-0.5	-1.3	-0.6	-1.1	-0.6	-1.1	-0.4
Chrysant	gelijk op met verduistering							
Komkommer	-2.0	-0.8	-2.2	-1.1	-2.0	-1.1	-1.9	-0.6
Paprika	-1.2	0.0	-1.2	-0.5	-1.2	-0.5	-1.2	-0.5
Vleestomaat	-0.5	-0.3	-0.8	-0.3	-0.8	-0.3	-0.5	-0.3
Aubergine	-1.7	-1.7	-1.7	-1.7	-1.7	-1.7	-1.7	-1.7

Als we deze gemiddelde begintijden van de ventilatieregeling vergelijken met de gemiddelde begintijden van het stookregime loopt de begintijd van de ventilatieregeling voor de daginstelling gelijk met die van de stookregeling. Dit betekent dat voor zover er niet op andere factoren geregeld wordt, 's ochtends de ramen zoveel mogelijk gesloten zijn tijdens het opstoken.

Bij het ingaan van de nacht loopt de ventilatieregeling gemiddeld een half uur achter op de stookregeling. 's Avonds gaat de ventilatietemperatuur dus later omlaag dan de stooktemperatuur, waardoor de warmte langer in de kas blijft.

Vocht- en temperatuurregeling zijn apart of gecombineerd de belangrijkste stuurfactoren voor de ventilatie. Op 50 bedrijven wordt vochtregeling een belangrijke zo niet de belangrijkste stuurfactor voor de ventilatie genoemd. Dit, zowel voor vochtafvoer als om het vochtgehalte op peil te houden. De mate waarin dit belangrijk is hangt af van de periode van het jaar en het tijdstip op de dag.

De ingestelde ventilatietemperatuur wordt op minder dan helft van de bedrijven van 0 tot 1 °C verlaagd als de relatieve luchtvochtigheid in het traject van 73 % tot 80 % komt. Daardoor gaan de ramen eerder of wijder open en soms zelfs als de gewenste kastemperatuur nog niet bereikt is. Op 35 bedrijven wordt temperatuurregeling, al dan niet na vochtregeling een belangrijke stuurfactor genoemd voor de ventilatie. Dit uit zich onder andere in een ventilatietemperatuur die in de zomer dicht bij de gewenste kastemperatuur ligt dan in de winter.

Op een derde deel van de bedrijven wordt de ventilatietemperatuur 1 tot 1.5 °C verhoogd op lichte dagen.

Op minder dan de helft van de bedrijven wordt zowel overdag als 's nachts het raam op

± 4 % open gehouden. Als de buitentemperatuur onder de 2 à 3 °C komt sluiten de ramen. Hetzelfde gebeurt als de windsnelheid boven 11 m per seconde uit komt.

3.6.2 Motieven ventilatieregeling

Bij het opgeven van de ventilatieregeling is ook gevraagd naar het waarom. Door de bedrijven wordt genoemd:

- 50 maal; dat vochtregeling een belangrijke stuurfactor is
- 35 maal; dat temperatuurregeling een belangrijke stuurfactor is
- 16 maal; dat geventileerd wordt om het gewas te activeren of actief te houden
- 11 maal; dat vocht afgevoerd moet worden door de ventilatietemperatuur dicht bij de stooklijn te houden of een kier aan te houden
- 6 maal; dat in het voorjaar vocht gespaard moet worden
- 5 maal; dat in het najaar vocht afgevoerd moet worden
- 7 maal; dat in de namiddag en avond vocht gespaard moet worden
- 9 maal; dat zomers de temperatuur bepalend is
- 4 maal; dat in de namiddag en avond warmte gespaard wordt
- 2 maal; dat regelen op vochtdeficiet een rustiger regeling geeft dan regelen op relatieve luchtvochtigheid
- 1 maal; specifiek CO₂-sparen

Het doel van de ventilatie, is zoals wordt opgemerkt, de warmte zoveel mogelijk in kas te houden en het teveel aan vocht er zo snel mogelijk uit te krijgen.

Bij een te hoog vochtgehalte geven een aantal bedrijven de voorkeur aan eerst te luchten en als daarmee onvoldoende resultaat bereikt wordt pas extra warmte in de kas brengen, terwijl andere net het omgekeerde toepassen.

Bij een te laag vochtgehalte wordt de ventilatietemperatuur verhoogt en daarmee de ventilatie verminderd. Op een aantal bedrijven wordt zoveel mogelijk gebruik gemaakt van de zonnewarmte door in winter en voorjaar zo weinig mogelijk te luchten of bij meer straling de ventilatietemperatuur mee omhoog te laten lopen.

3.6.3 Conclusies ventilatieregeling

Bij de ventilatieregeling is vocht en de luchtvochtigheid in de kas de belangrijkste stuurfactor. Het vochtgehalte moet zodanig zijn dat het gewas niet nat wordt en voldoende actief blijft. Gewassen die gevoeliger zijn voor een vochtig gewas ventileren eerder dan gewassen die dat niet zijn.

Temperatuurbeheersing wordt naar de zomer toe belangrijker. Dan is ook het op peil houden van de luchtvochtigheid belangrijk en wordt geprobeerd met zuinig ventileren het vocht in de kas te houden. Met de overgangen van nacht naar dag en omgekeerd wordt geprobeerd zoveel mogelijk warmte te sparen.

3.7 CO₂-REGELING

Aan de bedrijven is gevraagd om in grote lijnen per fase of seizoen de instellingen van de CO₂-dosering aan te geven.

3.7.1 Doseren

In tabel 16 zijn de ingestelde CO₂-concentraties per seizoen en groep weergegeven.

Tabel 16: Instellingen van het gewenste CO₂-niveaux (ppm) voor CO₂-dosering per seizoen van alle bedrijven gemiddeld en per deelgroep.

ppm	winter/fase 1			voorjaar/fase 2			zomer/fase 3			najaar/fase 4		
	hoog	laag	min	max	hoog	laag	min	max	hoog	laag	min	max
Totaal	780	515	430	990	840	480	430	1000	840	470	410	1060
Chrysant	1030	650	450	2250	1100	500	450	2250	1100	500	480	2250
Roos	800	430	530	840	820	510	500	940	820	510	530	1090
Komkommer	640	460	330	750	680	440	370	840	720	410	370	870
Paprika	840	350	450	850	850	430	430	930	850	430	440	930
Tomaat	880		450		960	430	430	850	1040		430	1040
Vleestomaat	810	570	410	1000	840	450	410	1130	890	450	400	1130
Aubergine	1030			1200	1030		600	800	1030		600	800
Potplanten	930	550	430	960	800	500	440	950	650	500	340	950

Toelichting:

Hoog: De CO₂-concentratie die gehandhaafd moet worden indien er warmtevraag is.

Laag: De CO₂-concentratie die gehandhaafd moet worden indien er geen warmtevraag is.

Minimum: De CO₂-concentratie die gehandhaafd moet worden indien er warmtevraag is en de raamstand en/of windsnelheid een bepaalde grenswaarde is gepasseerd.

Maximum: De CO₂-concentratie waarboven gestopt wordt met CO₂ doseren

Gemiddeld

Gemiddeld wordt bij warmtevraag rond de 800 ppm gehandhaafd. Bij ontbreken van warmtevraag wordt in eerste instantie circa 500 ppm aangehouden, wordt de ventilatie door een hoge windsnelheid of grote raamopening te hoog dan wordt gemiddeld rond de 400 ppm aangehouden. De maximale concentratie tot waar nog gedoseerd wordt ligt rond de 1000 ppm. In de winter ligt het gewenste niveau bij warmtevraag lager dan de rest van het jaar.

Gewasverschillen

De komkommergroep valt op doordat de hoog instelling het hele jaar met 120 tot 160 ppm onder het gemiddelde ligt. De chrysanten- en auberginegroep zitten beiden met 1030 tot 1100 ppm voor de hoog instelling aan de bovenkant van de groep.

Opvallend is ook de gemiddelde maximum instelling bij chrysant. Wordt meestal gesproken van een veilig maximum van 800 tot 1000 ppm, hanteren twee chrysantenbedrijven 2000 tot 2500 ppm als maximum.

Relatie met buitenklimaat

Verschillende factoren van het buitenklimaat beïnvloeden de CO₂-regeling. Waarvan er één of meerdere gebruikt worden bij de CO₂-regeling. Er wordt gedoseerd van zonsopkomst tot vlak voor zonsondergang. Een viertal bedrijven doseert alleen boven een bepaalde stralingsniveau.

Gemiddeld wordt op 28 bedrijven het gewenste CO₂-niveau met 200 ppm verlaagd, als het raam van 6 tot 30 % open staat. Bij 14 bedrijven wordt bij een raamstand boven de 30 % het minimumgehalte aangehouden.

Op 11 bedrijven verlaagt men het gewenste CO₂-gehalte als de windsnelheid tussen 2 en 8 m per seconde komt.

Op 18 bedrijven wordt het gewenste CO₂-gehalte met gemiddeld tot 200 ppm verhoogd als de straling van 25 tot 200 watt per m² op loopt.

Branderregeling

Het aanvullend doseren van CO₂ wordt op een of meer van de volgende manieren begrenst:

Bij 46 bedrijven stopt het aanvullend CO₂-doseren als de keteltemperatuur gemiddeld op 90 °C komt, met een variatie tussen 80 en 100 °C.

Op vier bedrijven wordt ook een maximum kastemperatuur aangehouden.

Op 15 bedrijven wordt voor aanvullend CO₂-doseren een maximum buistemperatuur aangehouden van tussen 40 en 50 °C. Bij de vragen over minimumbuis geven 4 bedrijven specifiek aan een minimum buis in te stellen voor de CO₂-dosering.

Op 20 bedrijven wordt voor aanvullend doseren uitgegaan van een vaste branderstand. Gemiddeld over deze bedrijven is dit 45 m³ aardgas per uur. Gewogen naar de oppervlakten van de bedrijven wordt de brander gemiddeld ingesteld op 29 m³ aardgas per uur per ha ofwel ruim 50 kg CO₂ per uur per ha. Op 31 bedrijven wordt het aanvullend doseren aangestuurd door het gewenste CO₂-gehalte.

Op twee bedrijven wordt met heteluchtkanonnen CO₂-gedoseerd. Op het ene bedrijf wordt de kastemperatuur verhoogd om extra CO₂ te krijgen. Het andere bedrijf laat de kanonnen elk uur een kwartier branden voor de CO₂-voorziening.

3.7.2 CO₂-doseren met warmteopslag

Op 31 bedrijven komt warmteopslag voor, met gemiddeld een opslagcapaciteit van 60

m³ per ha. (zie tabel 6) Op deze bedrijven wordt met opslaan van warmte begonnen als de keteltemperatuur tussen 90 en 100 °C komt.

Het vullen van de warmtebuffer wordt met een of meer van de volgende manieren geregeld:

Op 24 bedrijven wordt geprobeerd aan het einde van de dag de warmtebuffer gevuld te hebben. Dit gebeurt bij 11 bedrijven met behulp van een **regelprogramma**, dat afhankelijk van de warmtebehoefte, het tijdstip op de dag en de nog beschikbare vulcapaciteit een branderstand voor de CO₂-productie instelt.

Twaalf bedrijven hebben voor het aanvullend produceren van CO₂ met de ketel de brander op een **vaste stand** staan van gemiddeld 130 m³ per uur, wat overeenkomt met ruim 60 m³ aardgas per uur per ha. Het overschot aan warmte wordt dan opgeslagen.

Op 10 bedrijven wordt een streefwaarde aangehouden bij het vullen van de warmtebuffer. De streefwaarden die aangehouden worden variëren tussen 350 ppm en 900 ppm CO₂. In twee gevallen wordt deze streefwaarde afhankelijk gesteld van de raamopening.

Om de warmtebuffer weer leeg te krijgen, wordt op 7 bedrijven een minimumbuistemperatuur in de nacht van 45 à 50 °C ingesteld.

3.7.3 Doseren van zuivere CO₂

Op 28 bedrijven wordt zuivere CO₂ gebruikt. Vijf van deze bedrijven hebben een warmtekrachtinstallatie op hun bedrijf en vijf hebben er regioverwarming.

Op 18 bedrijven wordt (bijna) het hele jaar rond gedoseerd. Op 7 bedrijven gebeurt dit alleen in de zomer. Op 1 bedrijf wordt alleen zuivere CO₂ gedoseerd als de ketel niet brand, op 1 bedrijf stralingsafhankelijk en op 1 bedrijf tot enkele weken voor het eind van de teelt.

Op de meeste bedrijven wordt van zonsopkomst tot zonsondergang gedoseerd of iets korter. Alleen bij bedrijven, die rozen belichten, wordt veelal de hele belichtingsduur gedoseerd.

De regeling van het doseren van zuivere CO₂ gebeurt op één of meer van de volgende manieren:

Op 23 bedrijven wordt met zuivere CO₂ geprobeerd 's zomers een streefwaarde van gemiddeld 370 ppm te handhaven. Vier bedrijven geven aan de streefwaarde aan te passen aan de ventilatie, terwijl nog eens zes andere bedrijven een range aangeven waar tussen de streefwaarde varieert.

Op 10 bedrijven wordt een vaste hoeveelheid per uur gedoseerd.

Op 11 bedrijven verhoogt men bij meer licht de zuivere CO₂ gift, drie bedrijven geven aan dit niet te doen.

3.7.4 Opmerkingen bij het CO₂ doseren

Bij de invulling van de gegevens over het CO₂-doseren zijn een groot aantal opmerkingen en kanttekeningen gemaakt. Uit deze opmerkingen is geen echte grote lijn te trekken omdat ze zeer divers zijn.

Een aantal opmerkingen gaat over het **aan te houden CO₂-gehalte**, waarbij waarden tussen de 350 en 600 ppm als haalbaar of noodzakelijk genoemd worden. Hierbij wordt ook opgemerkt dat in de zomer rond de 400 ppm haalbaar is en de rest van het jaar hogere waarden gerealiseerd kunnen worden. Hierbij worden ook diverse CO₂-gehalten

genoemd tot waar aanvullend doseren met CO₂ van de ketel of zuivere CO₂ nog rendabel wordt gevonden. In de zomer wordt enkele malen 400 ppm als rendabel genoemd. In de rest van het jaar wordt zo veel mogelijk gedoseerd wat er beschikbaar is. Door een aantal bedrijven wordt uitsluitend gedoseerd wat bij warmtevraag beschikbaar is.

Andere opmerkingen gaan over de verdeling van de CO₂-dosering over de dag. Een aantal bedrijven kiest voor een gelijkmatige regeling over de dag heen, waarbij ofwel een vaste branderstand ofwel een vast streefwaarde aan gehouden wordt. Andere bedrijven houden voor de verschillende dagdelen verschillende streefwwaarden aan. Een aantal bedrijven houdt midden op de dag een hogere streefwaarde aan, omdat het gewas dan actief is, terwijl andere bedrijven dan juist een lagere streefwaarde aan houden, omdat er dan veel geventileerd wordt. Bij verschillende bedrijven wordt opgemerkt dat de hoge instelling zich met extra produktie terugverdiend.

Verder worden opmerkingen gemaakt over de wijze waarop de warmtebuffer gevuld wordt. Voor het vullen van de warmtebuffer hanteren een aantal bedrijven een streefwaarde van 350 tot 900 ppm CO₂ om de warmtebuffer vol te krijgen. Andere bedrijven maken gebruik van een vulprogramma, dat afhankelijk van de vulling van de opslag bepaald op welke branderstand de brander de rest van de dag moet staan. Anderen gaan pas na de middag warmte opslaan en gebruiken in de ochtend de minimumbuis om aanvullend CO₂ te doseren.

Zuivere CO₂ wordt bij de aanwezigheid van warmtekracht tijdens de assimilatiebelichting als CO₂ bron gebruikt. Is de warmtekracht niet voor de eigen elektriciteitsvoorziening aanwezig, dan wordt in de meeste gevallen de ketel gebruikt bij CO₂-behoefte.

Bij de bedrijven met gebruik van regiowarmte wordt verschillend omgegaan met het doseren van zuivere CO₂. De ene groep probeert zoveel mogelijk gebruik te maken van de regiowarmte en dekt daarom de CO₂-behoefte met zuivere CO₂, terwijl de andere groep bij CO₂-behoefte de ketel gebruikt voor de CO₂- en voor zover nodig voor de warmtevoorziening.

Op de andere bedrijven waar al dan niet een warmtebuffer aanwezig is, wordt zuivere CO₂ veelal als aanvulling gebruikt, nadat de mogelijkheden met de ketel en warmteopslag uitgeput zijn. Dit gebeurt op een aantal bedrijven pas na de middag. Hierbij wordt opgemerkt, dat extra warmte in de kas brengen voor extra ventilatie zorgt.

Het gebruik van de minimumbuis voor produktie van CO₂ wordt door een bedrijf nadelig genoemd voor het gewas. Een ander bedrijf spreekt juist over extra activiteiten van het gewas door de minimumbuis.

3.7.5 Conclusies CO₂-regeling

CO₂-streefwaarde

Op het overgrote deel van de bedrijven wordt CO₂ gedoseerd. Hierbij wordt de CO₂ die vrijkomt als de ketel brandt voor verwarming van de kas, zoveel mogelijk gedoseerd. Hierbij wordt gemiddeld een maximum van ruim 1000 ppm in de kas aangehouden. Is de beschikbare hoeveelheid CO₂ van de warmteproduktie met de ketel niet voldoende om dit gehalte te halen, dan wordt gemiddeld tussen de 450 en 500 ppm als streefwaarde aangehouden. Dit gehalte wordt verlaagd tot rond de 400 ppm als de ramen te

ver open gaan of de wind te sterk wordt. Een kleine 20 % van de deelnemende bedrijven begrenst om dit gehalte te bereiken de buistemperatuur op maximaal 40 tot 50 °C. Vier andere bedrijven geven aan juist een minimumbuis in te stellen. Door de brander op een stand van gemiddeld 29 m³ aardgas per uur per ha te laten branden, probeert 25 % van de bedrijven dit gehalte te halen. Op 40 % van de bedrijven wordt een streefwaarde ingesteld waarna de computer de branderstand bepaald.

Warmteopslag

De warmtebuffer wordt van het voorjaar tot de herfst meestal overdag helemaal gevuld. Hierbij wordt geen rekening gehouden met de hoeveelheid warmte die voor de verwarming in de daarop volgende nacht nodig is. Op deze manier wordt, zeker in de zomer, het afvoeren van bij de CO₂ produktie te veel aangemaakte warmte naar de nacht verschoven (warmtevernietiging). Met de warmtebuffer wordt zo wel een hoger CO₂-gehalte gehaald, maar wordt de besparing van energie voor een deel weer teniet gedaan. Het vullen van de buffer gebeurt door de brander op een vaste stand in te stellen, hogere, niet haalbare streefwaarden voor het CO₂-gehalte in te stellen of door gebruik te maken van speciale vulprogramma van de klimaatcomputer.

Zuivere CO₂

Met zuivere CO₂ wordt door het grootste deel van de gebruikers geprobeerd om het CO₂-gehalte in de kas jaarrond tussen de 350 en 400 ppm te houden bij onvoldoende CO₂-produktie.

3.8 ENERGIEBESPARENDE MAATREGELEN IN DE KAS

Tijdens de enquête is gevraagd welke energiebesparende maatregelen er op het bedrijf aanwezig zijn. Hieronder zijn de resultaten hiervan voor isolatie van dek en gevel en de combinaties met condensors weergegeven. In paragraaf 3.4.2 is reeds aangegeven hoeveel condensors in de diverse vormen op de bedrijven voorkomen. Ook de aanwezigheid van warmtekrachtinstallaties is hier behandeld. In paragraaf 3.3.1 is het gebruik van warmteopslag en zuivere CO₂ behandeld.

In tabel 17 is voor de verschillende groepen weergegeven op hoeveel bedrijven de belangrijkste vormen van energiebesparing voorkomen. De isolatie van de kas verschilt vaak per afdeling. In deze tabel zijn alle voorkomende isolatievormen op het bedrijf meegeteld.

3.8.1 Isolatie kasdek

Aan de bedrijven is gevraagd wat voor isolatie ze hebben voor kasdek en gevels. Tussen de verschillende afdelingen verschilt de vorm van isolatie van het dek vaak, alsof de inzichten en mogelijkheden per bouwphase verschilden. Op 59 van de 78 bedrijven wordt op één of meerdere manieren het dek geïsoleerd en op 19 niet (tabel 17). Bij 12 bedrijven is niet op het hele bedrijf isolatie in het dek aangebracht of niet overal dezelfde isolatie.

Op 14 bedrijven wordt een gedeelte van het jaar een vast foliescherm onder het dek gebruikt. Op 43 bedrijven is een beweegbaar scherm aanwezig. Het gaat hier bij 40 bedrijven om schermdoek en op acht bedrijven is het scherm van (anticondens-)folie.

Tabel 17: Energiebesparende maatregelen, aantal bedrijven met betreffende maatregel op hele of deel van het bedrijf.

Bedrijven	aan- tal	condensor			dekislatie						gevelisolatie						WK	WB	zCO ₂
		er	aan	cc	dg	cg	dbs	bs	vs	n	dg	cg	bs	vs	n				
Totaal	78	11	31	23	2	5	7	43	14	19	38	5	11	11	15	19	31	28	
Chrysant	4		4				3	2	1		1	1	3			2	1		
Roos	8	2	2	4	1	3		5	1	1	3				1	6	2	3	
Komkommer	20	2	5	8			1	11	7	3	12	1	3	2	3		10	6	
Paprika	10	1	3	3		1	1	5	5	1	4	1	2	3	2	1	5	6	
Tomaat	5	2	2	2				3		2	2		1	1	1	1	4	2	
Vleestomaat	8	2	4	2				1		7	3			1	3	1	4	7	
Aubergine	4		3					3		1	1		1	1	1		2	1	
Potplanten	6	1	4	1	1	1	2	4			6	1		2		5	2		
Bolbloemen	6		2	1				3		3	4		1	2*	1	2	1		
Overige	6	1	2	2				6		1	2	1		3**	2	1		3	

Legenda:

er = enkele condensor op retour, aan = enkele condensor op apart net, cc = combicondensor

dg = dubbel glas, cg = gecoat glas, dbs = dubbel beweegbaar scherm, bs = beweegbaar scherm, vs = vast scherm, n = niets

nf = noppenfolie

wk = warmtekrachtinstallatie, wb = warmtebuffer, zCO₂ = zuivere CO₂

* = één maal vast scherm en één maal noppenfolie

** = drie maal noppenfolie

NB: meer dan één vorm kan tegelijk op een bedrijf voorkomen

Een dubbel scherm komt naast de vier chrysantenbedrijven nog op drie bedrijven. Van de dertien ronde en vleestomatenbedrijven hebben er vier een beweegbaar scherm. De overige negen hebben geen scherm. Tomaat is hiermee zoals al bekend was duidelijk ondervertegenwoordigd bij het schermgebruik. Op 4 bedrijven komt gecoat glas en op één rozen en één cyclamen bedrijf dubbel glas in het kasdek voor.

3.8.2 Gevelisolatie

De isolatie van de gevel verschilt vaak per afdeling. Per bouwphase verschilde blijkbaar de inzichten of mogelijkheden om de gevel te isoleren. Op 15 bedrijven ontbrak elke vorm van gevelisolatie (tabel 17). Op 38 bedrijven komt dubbel glas in de gevel voor en op 5 bedrijven gecoat glas. Merendeels is dit rondom. In enkele gevallen is het gecombineerd met een coating op één van de lagen. Op 11 bedrijven is een beweegbaar scherm aanwezig langs de gevel en op 11 bedrijven een vast foliescherm. Bij sommige bedrijven is dit slechts voor een deel van gevel. Op 4 bedrijven is de gevel geïsoleerd met noppenfolie en op 1 bedrijf met kanaalplaten.

3.8.3 Opmerkingen bij schermen en energiebesparende maatregelen

In de enquête is gevraagd naar de motieven achter het wel of niet kiezen van energiebesparende maatregelen. De antwoorden gingen meestal over meerdere maatregelen, maar bijna nooit over alle maatregelen. De opmerkingen zijn hieronder gegroepeerd naar soort energiebesparende maatregel.

Over het gebruik van schermen wordt een of meer van de volgende opmerkingen gemaakt:

- 24 maal; dat schermen voor energiebesparing dienen
- 25 maal; dat schermen, in de winter, een beter klimaat geeft voor het, jonge, gewas in verband met vochtgehalte en buistemperaturen
- 9 maal; dat schermen problemen geeft met gewas, 5 x bij tomaat, 1 x bij roos, 1 x bij komkommer, 1 x bij aubergine, 1 x bij nerine
- 2 maal; dat schermen rendabel is
- 4 maal; dat schermen niet rendabel is
- 4 maal; dat schermen nodig is in de winter in verband met een te geringe ketel capaciteit
- 4 maal; dat er een scherm aangeschaft wordt als er meer financiële armslag is

Bij de bedrijven met chrysanten en kalanchoës doen de schermen primair dienst als verduisteringsscherm, maar tijdens het verduisteren wordt dan uiteraard ook energie bespaard.

Op drie van de 36 bedrijven met dubbele gevels wordt opgemerkt dat deze vervuilen door algen en op vier bedrijven dat het klimaat er ongunstig door beïnvloed wordt.

Over condensors wordt opgemerkt:

- 5 maal; dat de combi bewust gekozen is en bevalt
- 10 maal; dat een combi bewust niet gekozen is
- 2 maal; dat een combi nooit overwogen is
- 3 maal; dat een combi wel overwogen wordt
- 5 maal; dat er geen combi gekozen is, omdat er geen tweede net is, waarvan op een

freesiabedrijf er geen toepassingsmogelijkheid voor het tweede net wordt gezien.

- 3 maal; dat de aanleg van een tweede net wel overwogen wordt
- 3 maal; dat er geen combi gekozen is, omdat er gebruik wordt gemaakt van regio-warmte

Verder wordt er opgemerkt, dat, als er verdergaande energiesparing noodzakelijk is, er op het bedrijf nog volgende de energiebesparende maatregelen gedaan kunnen worden:

- 5 maal; dat alles al gedaan is of geen mogelijkheden meer gezien worden
- 3 maal; warmtekracht
- 4 maal; scherm
- 3 maal; warmteopslag
- 3 maal; combicondensor
- 3 maal; tweede net voor condensor
- 2 maal; graadje lager stoken

Verder wordt opgemerkt dat energiebesparende maatregelen voor kleine bedrijven relatief duur zijn en dat het droogstoken van het gewas de grote verschillen verklaren in het gasverbruik.

3.8.4 Combinaties van energiebesparende maatregelen

In bijlage 4 is een overzicht opgenomen van de combinaties van alle energiebesparende maatregelen die op de geënquêteerde bedrijven voorkomen. In deze bijlage is opgenomen het gasverbruik van 1992, de totale aansluitwaarde van de ketel, het warmtedeel van de warmtekracht, de regioverwarming en heteluchtverwarming, Het besparingspercentage van de condensor, de soort isolatie van dek en gevel, het elektrisch vermogen per ha van de warmtekracht, de inhoud per hectare van de warmteopslag en de inhoud van de zuivere CO₂-tank.

Uit dit overzicht komt naar voren dat:

- 16 van de 19 warmtekrachtinstallaties op sierteeltbedrijven staan en van de overige drie er elk een staat bij een tomaten-, komkommer- en paprikabedrijf.
- op 9 van de 19 bedrijven met warmtekracht, een warmteopslag voorkomt.
- op 5 van de 19 bedrijven met warmtekracht, zuivere CO₂ gedoseerd wordt.
- op 6 van de 31 bedrijven met een warmtebuffer, ook zuivere CO₂ gedoseerd wordt.

In tabel 18 is een overzicht opgenomen van de combinaties van energiebesparende maatregelen die op de geënquêteerde bedrijven in het ketelhuis en op de belangrijkste afdeling voorkomen. Dit betekent dat de totalen kunnen afwijken van die van tabel 17, omdat daar alle voorkomende soorten isolatie zijn meegeteld. In deze tabel is een opsplitsing gemaakt naar condensortype en soort isolatie van het dek. Voor de zo ontstane groepen zijn ook de gemiddelde oppervlakte, het gasverbruik van 1992 en de totale aansluitwaarde van de ketel, het warmtedeel van de warmtekracht, de regioverwarming en heteluchtverwarming opgenomen.

Op de bedrijven met een combicondensor is de gemiddelde oppervlakte ruim 2,5 ha, op die met een enkele condensor op een apart net is dat ruim 2 ha, op die met een condensor op de retour is dat net 1,5 ha en bij die zonder condensor is dat ruim 1 ha.

Het gemiddelde gasverbruik is met 60 m³ per m² het hoogste bij de bedrijven met een combicondensor. De bedrijven met een enkele condensor liggen met hun gemiddelde gasverbruik van ± 55 m³ per m² duidelijk daaronder, terwijl de bedrijven zonder condensor met hun gasverbruik tussen de combi- en enkele condensor in liggen.

Tabel 18 Overzicht van (combinaties van) energiebesparende maatregelen op alle bedrijven in combinatie met de verschillende condensortypen per type isolatie van het dek met de daarbij horende bedrijfskenmerken.

Energiebesparende maatregelen in 1993	aan-tal	opper-vlakte m ²	gas m ³ /m ² 1992	ASW kW/ha	bedrijven met			
					GI	WK	WO	zCO ₂
combicondensor waarvan met:	23	26600	60	2460	20	6	12	13
gecoat of dubbel glas	2	20000	63	2540	2	1	2	1
dubbel scherm	2	16000	54	2360	2	1	2	
bew. scherm	10	33800	61	2370	10	4	6	5
vast scherm	2	12700	63	2250	2			2
zonder scherm	7	25300	60	2650	4		2	5
enkele condensor met apart net waarvan met:	31	21500	55	2700	23	12	17	6
gecoat of dubbel glas	1	13500	42	1570	1	1	1	
dubbel scherm	5	30100	48	2570	5	2	2	
bew. scherm	17	17600	53	2740	13	6	8	2
vast scherm	1	48500	60	2500	1		1	1
zonder scherm	7	22100	72	2900	3	3	5	3
enkele condensor op retour waarvan met:	11	14700	54	2540	11	1	2	4
gecoat of dubbel glas	0							
dubbel scherm	1	17000	47	1370	1			
bew. scherm	8	13400	52	2630	8	1	2	3
vast scherm	1	19000	57	2450	1			
zonder scherm	1	18700	65	3050	1			1
geen condensor waarvan met:	13	11100	58	2100	9			5
gecoat of dubbel glas	1	10000	75	2410	1			1
dubbel scherm	0							
bew. scherm	5	15100	51	1750	4			1
vast scherm	3	11500	58	2420	1			1
zonder scherm	4	6000	61	2230	3			2

ASW = aansluitwaarde verwarming, GI = gevelisolatie, WK = warmtekracht, WO = warmte-opslag, zCO₂ = zuivere CO₂

Voor wat betreft het aangesloten vermogen van de verwarmingsinstallaties is op te merken de aansluitwaarde afneemt van een enkele condensor op een apart net tot geen condensor. Een uitzondering hierop is de groep met een combicondensor, die net onder de groep met een enkele condensor op de retour ligt met de aansluitwaarde. Verder valt op dat in de drie groepen met een condensor de groep zonder scherm de hoogste aansluitwaarde heeft.

Bij de bedrijven met een combicondensor heeft 70 % een vorm van isolatie van het kasdek. Bij die met een enkele op een apart net is dat ruim 75 %, met een enkele op de retour is dat 90 % en zonder condensor is dat 70 %. Op ruim 50 % van de deelnemende bedrijven is dit een beweegbaar scherm. Bij de combicondensor is dezelfde isolatie als die van het kasdek, terug te vinden in de gevel. Alleen op een deel van de bedrijven zonder isolatie van het dek, wordt wel de gevel geïsoleerd. Bij de bedrijven met een enkele condensor op een apart net geldt hetzelfde verhaal, alleen komen er minder beweegbare schermen in de gevel voor. Voor de bedrijven met een enkele condensor op de retour en zonder condensor geldt hetzelfde verhaal.

Op de bedrijven met een combicondensor, een enkele condensor op een apart net, een enkele condensor op de retour en zonder condensor komen in volgorde 25 %, 40 %, 10 % en 0 % van de bedrijven een warmtekrachtinstallatie voor.

In de selectie van de bedrijven is bewust een groep met warmteopslag en een groep met gebruik van zuivere CO₂ opgenomen. De hoge percentages waarin deze opties dan ook voorkomen zijn dan ook niet representatief voor de glastuinbouw.

3.8.5 Conclusies bij energiebesparende maatregelen

Op de deelnemende bedrijven komen energiebesparende maatregelen in hoge mate voor. Vele bedrijven hebben een uitgebreid pakket van maatregelen, waarin condensor, schermen, gevelisolatie en warmtekracht vaak voorkomen. Het is dan ook niet verwonderlijk dat een aantal bedrijven aangeeft niet te weten welke energiebesparende maatregelen nog op het bedrijf genomen kunnen worden. De mate waarin gas verbruikt wordt is bepalend voor de mate van de aanwezigheid van energiebesparende maatregelen: bedrijven met een hoge warmtebehoefte hebben een groter aantal en tevens de meest besparende energiebesparende maatregelen in gebruik.

Schermen leveren op de bedrijven energiebesparing en geven bij het jonge gewas in de winter een verbetering van het klimaat omdat de buistemperatuur lager kan zijn en daardoor de luchtvochtigheid gunstiger is. Bij circa 11 % van de bedrijven geeft het gebruik van schermen echter problemen met het gewas. Het gaat hier om vijf tomatenbedrijven, terwijl ook op een rozen-, komkommer-, aubergine- en nerinebedrijf dit opgemerkt wordt.

In het verleden is regelmatig de bewuste keuze gemaakt om niet in een combicondensor te investeren. Een van de redenen om dit niet te doen is het ontbreken van een tweede condensor net, zodat de extra warmteafgifte van de combi niet naar de kas kan worden afgevoerd.

Verlaging van het energieverbruik wordt gezocht in investeringen in een scherminstallatie, warmtekracht, warmteopslag of een combicondensor.

3.9 SCHERMREGELING

In de vorige paragraaf is naar voren gekomen dat op een groot gedeelte van de ge-enquêteerde bedrijven een beweegbaar of een vast scherm voor komt. Aan deze bedrijven is gevraagd in grote lijnen aan te geven hoe de schermregeling eruit ziet .

3.9.1 Regeling

Op 65 % van de deelnemende bedrijven met een beweegbaar scherm wordt het scherm in de nacht gebruikt. Het wordt vlak voor zonsondergang dicht getrokken. Vlak nadat de zon opkomt wordt het scherm dan weer geopend. Bij de bedrijven met **chrysanten of kalanchoës** is het **verduisteringsschema** bepalend voor de sluiting en het openen van het scherm. Op 9 bedrijven is het scherm in de winter een tot zes weken zowel 's nachts als overdag gesloten. Het gaat hier om 2 komkommer-, 3 paprika-, 1 tomaten- en 3 auberginebedrijven. Op het grootste deel van de bedrijven met scherm worden de schermen 's nachts gesloten als de **buitentemperatuur** onder een ingestelde temperatuur komt. Deze temperatuur is gemiddeld $\pm 6^{\circ}\text{C}$ en varieert tussen 0°C en 10°C . Op één derde deel van de bedrijven is ook voor de dag een instelling voor de **buitentemperatuur**, waaronder de schermen dicht gaan. Gemiddeld is dit voor deze bedrijven 2°C en varieert tussen de bedrijven van min 10°C tot plus 10°C .

Op een kwart van de bedrijven wordt het scherm overdag gesloten als naast de temperatuur ook het **licht onder een bepaalde waarde** komt. Doordat hier zowel Watt als lux-meters gebruikt worden is er geen gemiddelde waarde aan te geven.

Op zes bedrijven wordt het scherm ofwel handmatig ofwel met de computer gesloten als de **temperatuur in de kas** te ver daalt. Op vijf bedrijven wordt het scherm gesloten als de buistemperatuur te hoog wordt. Het gaat hierom buistemperaturen tussen de 45 en 65°C .

Bij de **freesia** wordt het scherm in de zomer ook gebruikt voor het **afschermen van de zon** om de grondtemperatuur onder de 17°C te houden.

Op ruim 40 % van de bedrijven wordt bij een relatieve **luchtvochtigheid** tussen de 75 en 90 % het scherm op een kier gezet.

Op 14 van de deelnemende bedrijven komt op het hele of een gedeelte van het bedrijf een **vast scherm** voor. Dit scherm wordt aan het begin van de teelt in december aangebracht. Na twee tot zes weken wordt dit dan weer verwijderd. Meestal wordt aan het eind van de schermperiode kieren in het scherm aangebracht om het gewas aan de nieuwe situatie zonder scherm te laten wennen.

3.9.2 Conclusies schermregeling

Het beweegbaar scherm wordt veelal 's nachts gebruikt. Van begin november tot eind maart zal het scherm 's nachts meestal dicht zijn, doordat het sluiten van het scherm ingesteld is op een buitentemperatuur van 6°C of lager.

Naast de buitentemperatuur is op een aantal bedrijven een **lichtniveau** ingesteld, waaronder het scherm sluit.

Het oplopen van de luchtvochtigheid is op verschillende bedrijven een reden om vocht af te voeren door het scherm in een kier te trekken.

In de winterperiode wordt ten behoeve van het jonge gewas een aantal weken het

scherm geloten of een vast scherm aangebracht.

3.10 INVESTERINGSPLANNEN

Als slotvraag van de enquête is aan de bedrijven gevraagd welke investeringsplannen ze voor de komende vijf jaar hebben.

3.10.1 Plannen

Over drie rubrieken zijn vragen gesteld, te weten; - glasopstanden, - energiebesparing, - watergeefsystemen en - overige. Voor de periode 1993 tot en met 1998 zijn er het volgende aantal bedrijven met investeringsplannen voor:

glasopstanden:

- 14 maal; vervangen van (een deel van) het bedrijf
- 19 maal; uitbreiden
- 2 maal; verplaatsen

energiebesparing:

- 5 maal; warmtekracht
- 13 maal; scherminstallatie, waarvan vier maal vervanging
- 1 maal; gevelschem
- 11 maal; warmteopslag en 12 bedrijven de aanschaf, al dan niet in combinatie met een warmtekracht, nog overwegen
- 2 maal; condensor

watergeefsystemen:

- 11 maal; overschakelen op recirculatie
- 26 maal; ontsmetters voor het water
- 11 maal; waterbassin aanleggen of uitbreiden
- 26 maal; is de overschakeling op een recirculerend systeem reeds gebeurd. Op 7 bedrijven wordt gerecirculeerd via de onderbemaling. Op 6 bedrijven wordt opgemerkt dat overschakeling alleen gebeurt als het verplicht wordt. Op 4 bedrijven wacht men af tot er een goed systeem beschikbaar komt.

overige:

- 3 maal een sorteermachine aanschaffen of uitbreiden

3.10.2 Conclusies investeringsplannen

Ondanks de slechte prijsvorming in het enquêtejaar zijn toch op bijna de helft van de deelnemende bedrijven plannen om het kassenbestand te vervangen, uit te breiden of te verplaatsen. Op de tweede plaats komen op het investeringslijstje diverse energiebesparende maatregelen voor, waarbij warmteopslag en schermen hoog scoren.

Recirculatie is bij een derde deel van bedrijven al aanwezig, andere bedrijven overwegen dit, terwijl een aantal bedrijven afwacht met investeren in recirculatie.

4 ALGEMENE CONCLUSIES

De selectie

De deelnemende bedrijven vertegenwoordigen met 16 verschillende gewassen, verspreid over het hele land een redelijke doorsnee van de glastuinbouw. Gemiddeld zijn de kassen 2 hectare groot en negen jaar geleden gebouwd.

Energieverbruik

Het gasverbruik ligt gemiddeld op 57 m³ per m² en varieert tussen 12 en 102 m³. per m². De verschillen tussen de bedrijven worden vergroot door het gebruik van warmtekrachtinstallaties. De verschillen worden voor een deel verklaard door de verschillen in stookregime en bedrijfsuitrusting. De ronde- en vleestomatengroepen steken qua gasverbruik in relatie met het stookregime uit boven de rest. Het geringere aantal schermen is hier mogelijk een verklaring.

Het elektriciteitsverbruik ligt gemiddeld op 32 kWh en varieert tussen 1 en 230 kWh per m². Het gebruik van assimilatiebelichting veroorzaakt hierbij de grote verschillen.

CO₂-voorziening en CO₂-doser

Het verbruik van zuivere CO₂ ligt op ruim 6 kg per m² en varieert tussen 1 en 18 kg per m². Aansluiting op regiowarmte of het gebruik van warmtekracht zorgen hier met name voor de grote verbruiken, door de geringere beschikbare hoeveelheid CO₂ uit rookgasen.. Voor deze zuivere CO₂ wordt gemiddeld ruim 27 ct per kg inclusief 7 ct tankhuur betaald. Deze prijs wordt te hoog gevonden, terwijl een prijs van tussen de 10 en 12 ct acceptabel gevonden wordt.

De voorkeur van de bedrijven gaat uit naar de aanschaf van een warmtebuffer. Gemiddeld is 60 m³ per ha aanwezig. De keuze om toch zuivere CO₂ te gebruiken in plaats van een warmtebuffer aan te schaffen, wordt geleid door gebrek aan financiële armslag of ruimte op het bedrijf. Of de bedrijven maken gebruik van regiowarmte of gebruiken warmtekracht. Positieve eigenschappen van zuivere CO₂ op de teelt worden minder vaak genoemd. Als er meer financiële ruimte op de bedrijven komt zal het aantal warmtebuffers nog toe nemen. Ook zal een aantal bedrijven de opslagcapaciteit uitbreiden.

Op de bedrijven ligt gemiddeld 1 CO₂-darm per 3.20 m kap en wordt op 1 à 2 plaatsen het CO₂-gehalte op het bedrijf gemeten. Hoewel het merendeel van de bedrijven overtuigd is van het nut van CO₂-doser, wordt aan de CO₂-installatie weinig aandacht besteed. Op 65 % van de bedrijven wordt het CO₂-gehalte voor niet per afdeling apart, maar voor het bedrijf als geheel geregeld. Op 40 % van de bedrijven wordt de druk in de darmen nooit gecontroleerd, slechts op een kleine 20 % gebeurt dit één of meerdere keren per jaar. Op 17 % van de bedrijven wordt de CO₂-meter nooit en bij 25 % slechts één keer per jaar geijkt.

Verwarming van de kas

Het merendeel van de bedrijven heeft voor de verwarming een of meer ketels en 90 % een condensor. Het aangesloten vermogen van alle warmtebronnen is gemiddeld 2500 kW per ha. Het verwarmingsnet in de kas is afhankelijk van het type gewas. Bij de vruchtgroentegewassen is er meestal een buisrailnet en een groeipijpennet. Bij de sierteeltgewassen worden naast een buis boven in de kas, enkele vaste pijpen gebruikt. De aan- en afvoerleidingen zijn voor zover ze langs de gevel liggen meegerekend in de warmtevoorziening. Slangenverwarming zal gezien de problemen van o.a. lekkage en prijs bij vervanging niet meer toegepast te worden.

Klimaatregeling

Gemiddeld wordt de kastemperatuur overdag ingesteld van een uur voor zonsopkomst tot een uur voor zonsondergang op 19 °C en voor de nacht op 18 °C. De temperatuurstellingen worden in de loop van het jaar aangepast. Bij de vruchtgroenten betekent dit, dat naar de zomer toe als het gewas ouder wordt de temperatuur verlaagd wordt. Het stadium van het gewas bepaalt mede de temperatuurregeling en in de winter is op een aantal bedrijven de straling belangrijk voor de ingestelde temperatuur. Bij chrysant en potplanten komen meerdere stadia te gelijk in de kas voor, wat zich uit in een gelijkmatig stookregime gedurende het hele jaar.

Bij meerdere gewassen wordt in de zomer een zogenaamde voornacht ingesteld, waarbij de temperatuur geforceerd omlaag gebracht wordt, terwijl in de nanacht weer begonnen wordt met opstoken. Dit wordt nodig gevonden om het gewas na de warme dag tot rust te laten komen. Dit geeft bij vruchtgroenten een betere zetting.

Het opstoken voor zonsopkomst naar de gewenste dagtemperatuur wordt gedaan om condensvorming op het gewas en of de vruchten te voorkomen.

Minimumbuis wordt in belangrijke mate gebruikt om de luchtvochtigheid te regelen en daarmee het gewas droog te houden. Daarnaast is het activeren van het gewas belangrijk bij het hanteren van een minimumbuis. Minimumbuis voor CO₂-doserer speelt een minder belangrijke rol. Wel wordt op 20 % van de bedrijven de maximale buistemperatuur begrenst als er op de momenten zonder voldoende warmtevraag de ketel toch brandt voor de CO₂.

De ventilatie wordt in grote mate geregeld op de luchtvochtigheid. De ventiliatie wordt verhoogd als de relatieve luchtvochtigheid boven de 73 tot 80 % komt. Daarna is temperatuurregeling het belangrijkste voor de ventilatieregeling. Gemiddeld wordt 1 à 1,5 °C ingesteld voor de ventilatie boven de stooktemperatuur.

CO₂-regeling

Bij onvoldoende warmtevraag om het CO₂-gehalte in de kas op peil te houden, wordt meestal extra CO₂ geproduceerd om het gehalte op tussen de 450 en 500 ppm te houden. Gaan de ramen open, dan wordt het gewenste gehalte verlaagd tot rond de 400 ppm. Bij 20 % van de bedrijven wordt de maximale buistemperatuur begrenst op 40 à 50 °C, als op momenten met onvoldoende warmtevraag toch CO₂ geproduceerd wordt. De gebruikers van zuivere CO₂ proberen waarden tussen 350 en 400 ppm aan te houden, bij onvoldoende beschikbare rookgas CO₂. De warmtebuffer wordt van voorjaar tot najaar helemaal gevuld. In de nacht wordt dan een groot gedeelte van de warmte weer vernietigd, omdat er meer warmte opgeslagen is, dan voor de verwarming 's nachts nodig is.

Energiebesparing

Op de meeste bedrijven komen combinaties van energiebesparende maatregelen voor. Meestal is dit een combinatie van een condensor, isolatie van het dek en gevelisolatie. Daarnaast komt het gebruik van warmteopslag, zuivere CO₂ en warmtekracht regelmatig voor. De bedrijven met de hoogste energiebehoefte gebruiken het grootste aantal en tevens de meest besparende energiebesparende maatregelen. De bedrijven met al een groot aantal energiebesparende maatregelen geeft aan geen mogelijkheden tot besparen meer te zien. Op de bedrijven waar dit nog niet is wordt de aanschaf van schermen, warmteopslag of een combicondensor en aansluiting op warmtekracht overwogen.

Schermen worden overwegend in de winternachten gebruikt als de buitentemperaturen onder de 6 °C liggen. Bij een aantal gewassen wordt bij de jonge planten het scherm een aantal weken ook overdag gesloten. Met name bij de tomaten bedrijven wordt aangegeven dat schermen problemen geeft met het gewas. Op een derde van de bedrijven

wordt ook overdag het scherm gesloten als de buitentemperatuur te laag wordt. Naast de temperatuur speelt op kwart van de bedrijven ook een minimum lichtniveau mee voor het openen van de schermen. Bij 40 % van de bedrijven wordt een kier getrokken in het scherm als de relatieve luchtvochtigheid tussen 75 en 90 % komt.

Investeringsplannen

Ondanks de slechte prijsvorming in het enquêtejaar bij met name de vruchtgroenten, zijn bij een groot aantal bedrijven nog plannen tot aanpassen, vervangen of uitbreiden van het kassenbestand. Ook verdere toepassing van energiebesparende maatregelen als schermen, warmteopslag en warmtekracht staan op menig lijstje.

Recirculatie wordt op een groot aantal bedrijven al toegepast. Andere bedrijven nemen afwachtende houding aan, terwijl andere bedrijven er wel in gaan investeren.

Algemene conclusies

De algemene conclusies van dit onderzoek zijn:

De voorkeur van de bedrijven gaat uit naar de aanschaf van een warmtebuffer. Het gebruik van zuivere CO₂ met gemiddeld 27 ct per kg te duur wordt gevonden, maar dat er niet altijd de mogelijkheden zijn om te investeren in warmteopslag. Een prijs van rond de 10 ct per kg CO₂ wordt acceptabel gevonden.

De CO₂-regeling wordt aangepast aan de warmtebehoefte en de daaraan gekoppelde hoeveelheid rookgas CO₂ en bij een grotere ventilatie wordt het na te streven gehalte verlaagd.

Door de slechte meting van het CO₂-gehalte en het slechte onderhoud van de meters moet een grote vraagteken gezet worden bij de juistheid van de regeling. De CO₂-meting en ook de CO₂-installaties op de bedrijven moeten verbeterd worden.

De bedrijven met een hoge energiebehoefte blijken binnen deze enquête al een groot scala aan energiebesparende maatregelen te gebruiken. Zij zien alleen een verfijning van het gebruik hiervan nog mogelijkheden geven tot energiebesparing. Voor zo ver niet aanwezig wordt verlaging van het energieverbruik gezocht in investeringen in schermen, warmtekracht, warmteopslag en combicondensors.

5 AANBEVELINGEN

De meest economische CO₂-voorziening is doseren van de beschikbare rookgas CO₂ in combinatie met warmteopslag en aanvullend doseren tot een minimum van 350 ppm met zuivere CO₂. [29] In de praktijk wordt voor aanvullend doseren, al dan niet met benutting van opgeslagen warmte, toch gekozen voor extra productie van rookgas CO₂. Daarnaast is door gebrek aan financiële ruimte de aanschaf van een warmtebuffer nog niet mogelijk. Op deze bedrijven wordt of extra rookgas CO₂ gebruikt of zuivere CO₂. In het eerste geval wordt veel extra gas verbruikt. Het gebruik van zuivere CO₂ wordt echter als te duur ervaren. Er moet daarom onderzocht worden op welke manier de zuivere CO₂-prijs omlaag gebracht kan worden. De richtprijs zal onder de helft van de m³ prijs van aardgas moeten liggen. Te onderzoeken opties zijn: aankoopcombinaties van tuinders ofwel één tank voor meerdere bedrijven; regionale levering via leidingen; opslag van overtollige rookgas CO₂.

Het gebruik van warmtekrachtinstallaties en regiowarmte concurreert met de beschikbaarheid van rookgas CO₂. Door de hoge prijs van de zuivere CO₂, die de tekorten aan rookgas CO₂ moeten vervangen dreigt voor de tuinder een financieel nadeel aan het gebruik hiervan of wordt een deel van de energiebesparing weer teniet gedaan doordat alsnog extra rookgas CO₂ wordt aangemaakt. Het is daarom noodzakelijk in dit soort projecten een goedkope CO₂ voorziening te regelen. Standaard rookgasreiniging kan hierbij een mogelijke optie zijn.

Opvallend is de eenvoud van de CO₂-installatie in de kas en de geringe controle van dit systeem. Onderzoek is gewenst om te kijken tegen welke kosten een betere meting van het CO₂-gehalte en een meer afdelingsgewijze CO₂-dosering en -regeling mogelijk is. Daarbij moet bekeken worden of deze extra investering door een hogere productie wordt goed gemaakt. In ieder geval moet het belang van een betere controle meer onder de aandacht van de tuinders worden gebracht.

Het merendeel van de bedrijven met warmteopslag vult in de zomer de tank helemaal om 's nachts het teveel aan warmte weer via de kas af te voeren. Er zou onderzoek moeten worden gedaan om te kijken of deze extra warmte-input in de nacht negatieve gevolgen heeft voor het gewas en daarmee de productie.

Bij het opnemen van gegevens over de temperatuur-, CO₂-, ventilatie- en schermregeling is uitgegaan van een gemiddelde waarde van vier seizoenen of vier fases. Deze manier van verzamelen geeft wel een globaal beeld, maar de praktijk is veel gecompliceerder. Regelmatig werd opgemerkt, dat instellingen in de loop van het jaar vele malen aangepast worden. Redenen hiervoor zijn onder andere de stand van het gewas of veranderingen in het buitenklimaat. Het is dan ook aan te bevelen om bij een toekomstige enquête naar het stookgedrag, door enkele bedrijven een soort dagboek bij te laten houden waarin ze wijzigingen in de instellingen bijhouden met de aanleiding voor de wijziging.

LITERATUUR

- 1 Berkel, N. van e.a., 1986. NO_x-concentraties bij doseren van CO₂. Groenten en Fruit nr 22, p 27-29.
- 2 Berkel, N. van, 1986. CO₂ enrichment in the Netherlands. In: H.Z. Enoch an B.A. Kimball (eds.). Carbon dioxide enrichment of greenhouse crops. Volume I, Status and CO₂ sources. CRC Press Inc., Boca Raton, Florida, 181 p.: 17-33.
- 3 Heij, G. en J. van Uffelen, 1983. Effects of CO₂ concentration on growth of lettuce. Acta Horticulturae 148,
- 4 Heij, G. en J. van Uffelen, 1984. Effects of CO₂ concentratie on growth of glasshouse cumcumber. Acta Horticulturae 162, p. 29-36.
- 5 Heij, G. en P. de Lint, 1984. Prevailing CO₂ concentrations in glasshouses: A yearround registration on Dutch holdings with various crops. Acta Horticulturae 162, p. 93-100.
- 6 Heij, G. en P. de Lint, 1987. CO₂ and night temperature on growth and development of Chrysanthemum. Acta Horticulturae 197, p 125-131.
- 7 Nederhoff, E. en M. Goedhart, 1984. Zelf ventilatie meten aan de hand van het CO₂-verloop. Tuinderij nr 32, p. 16-19.
- 8 Nederhoff, E., 1984. Berekeningen aan CO₂-verbruik. Proefstation voor Tuinbouw onder Glas, intern verslag nr. 44, 17 p.
- 9 Nederhoff, E., 1985. Optimalisatie van het CO₂-niveau. Proefstation voor Tuinbouw onder Glas, intern verslag nr. 51, 26 p.
- 10 Nederhoff, E., 1986. Kosten en baten in nazomer en herfst: CO₂-doseren bij huidige prijs snel terugverdiend. Tuinderij nr 18, p 16-18.
- 11 Nederhoff, E. en J. van Uffelen, 1986. Doseren in het voorjaar: Hoe lager de concentratie, hoe groter het doseer-effect. Tuinderij nr 8, p 32-34.
- 12 Nederhoff, E. en J.A.M. van Uffelen, 1986. Invloed van CO₂ op zetting en produktie van herfstpaprika. Groenten en Fruit nr 1, p 28-29.
- 13 Nederhoff, E., 1987a. CO₂-dosering bij diverse teelten: waarom, hoeveel en wanneer? Vakblad voor de Bloemisterij nr 4, p 36-39.
- 14 Nederhoff, E., 1987b. CO₂ doseren met behulp van de computer. Groenten en Fruit nr 34, p 40-43.
- 15 Nederhoff, E., 1987c. CO₂-doseren: Wanneer, hoelang en hoeveel? Groenten en Fruit nr 5, p 32-35.
- 16 Nederhoff, E., 1987d. CO₂ in de kas: Berekenen van CO₂-verbruik en efficiëntie. Groenten en fruit nr 6, p. 27-29.
- 17 Nederhoff, E., 1987e. Economisch verantwoord CO₂-doseren. Groenten en Fruit nr 7, p 27-29.
- 18 Nederhoff, E. en T. Rijdsdijk, 1990a. CO₂ doseren in de zomer (1): Negatief effect NO_x 's zomers het kleinst. Groenten en Fruit nr 43, p 26-27.
- 19 Nederhoff, E. en T. Rijdsdijk, 1990b. CO₂ doseren in de zomer (2): CO₂ kan verdamping teveel beïnvloeden. Groenten en Fruit nr 43, p 28-29.
- 20 Nederhoff, E., 1990. Afhankelijk van buitenconcentratie: CO₂-doseren met ramen open geen weggegooid geld. Vakblad voor de Bloemisterij nr 38, p 52-53.
- 21 Nederhoff, E., 1991a. Geen reden voor minder CO₂. Groenten + Fruit / Glasgroenten nr 25, p. 19.
- 22 Nederhoff, E., 1991b. CO₂ beïnvloedt huidmondjes. Groenten + Fruit / Glasgroenten nr 25, p. 20-21.
- 23 Rijdsdijk, T., 1992. Termologie geautomatiseerde kasklimaatregeling. Regelgebieden: verwarming, ventilatie, schermen en CO₂. Proefstation voor Tuinbouw onder Glas. Informatiereeks no 102, augustus 1992.
- 24 Uffelen, J.A.M. van en E. Nederhoff, 1985. CO₂ onderzoek bij komkommers. Groenten en Fruit nr 22, p. 34-37.
- 25 Uffelen, J. van, 1987a. CO₂ in de kas: CO₂ bij de opkweek. Groenten en fruit nr 3, p.37.
- 26 Uffelen, J. van, 1987b. CO₂ in de kas: Samenstelling kaslucht. Groenten en fruit nr 4, p. 36-37.
- 27 Uffelen, L.G. van, 1987. CO₂ in de kas. Groenten en Fruit nr 1, p 41-42.
- 28 Uffelen, L.G. van, 1988. CO₂ in de kas. Proefstation voor Tuinbouw onder Glas en Consultantschappen voor de tuinbouw, informatiereeks nr. 85, 56 p.
- 29 Vermeulen, Peter en Helma van de Beek, 1992. Beslissingsmodel voor CO₂ in de glastuin-

bouw. Investeringsselectie en doseertaktiek. Aanvullend CO₂ doseren en warmteopslag: kwantitatieve informatie. Proefstation voor Tuinbouw onder Glas. PTG verslag nr 14, Naaldwijk 1992.

30 Verveer, J., 1987 Wanneer is warmte-opslag verantwoord? Tuinderij nr 13, p. 16-18

Bijlage 1: Brief aan te enquêteren bedrijven:

aan:
adres:
plaats:

XXXXXXXXXXXXXXXXXX

Kruisbroekweg 5
Postbus 8
2670 AA Naaldwijk
Nederland
Telefoon 01740-36700
Telefax 01740-36835

Uw brief van
Uw kenmerk
Ons kenmerk
Onderwerp Verzoek medewerking enquête

Naaldwijk. 29 juni 1994

Beste "naam"

Het proefstation houdt in samenwerking met de NOVEM een enquête over CO₂- en energieverbruik. Deze enquête heeft als doel te inventariseren welke argumenten een rol spelen bij de keuze van CO₂- en energievoorziening. Ook zal bekeken worden op welke wijze verwarming en CO₂-doseran geregeld worden. De enquête bevat vragen over CO₂- en verwarmingsinstallatie, energiebesparing, klimaats- en CO₂-regeling en de motieven die voor de door U gemaakte keuzes een rol hebben gespeeld.

De resultaten van deze enquête zullen door het onderzoek gebruikt worden bij het vinden van oplossingen voor de sector ten aanzien van de vermindering van de CO₂-uitstoot en de verbetering van de energieefficiëntie.

Ik hoop dat dit voor U voldoende reden is om mee te willen werken aan de enquête. Binnenkort zal ik U bellen om een afspraak te maken voor een bezoek.

Hopend op Uw medewerking, teken ik met vriendelijke groeten,

Peter Vermeulen
Onderzoeker afdeling Bedrijfssynthese
Peter Vermeulen
01740-36820

Behandeld door
Doorkiesnummer

Bijlage 2: Lijst met geënquêteerde bedrijven:

J. Raadschelders	Mdm Curiestraat 7 1433 AA Kudelstaart	02977-25764	23 nov 13.00 uur
Triade van Dijk	Rijhornstraat 152 1435 HJ Rijsenhout	02977-27779	23 nov 9.00 uur
L. Bakker	Aalsmeerderweg 951 1435 EP Rijsenhout	02977-22302	23 nov 11.00 uur
C.G. Zuurbier	Jan Glynisweg 12 1703 RL Heerhugowaard	02207-10440	11 juni 10.00 uur
J. Kuilboer	Oterlekerweg 1 1703 RM Heerhugowaard	02207-10340	18 nov 13.00 uur
C. Zuurbier	Donkereweg 7a 1704 DV Heerhugowaard	02207-16087	18 nov 15 uur
Gebr. P. & J. Tesselaar	Altonstraat 1 1704 CC Heerhugowaard	02207-15566	11 juni 13.00 uur
Aad Balk	Dorpstraat 106 Zwaag	02290-35553	25 juni 10.30 uur
Fa. P. Hoogland Piet	Vennewaterseweg 8 1852 PT Heilo	072-336383	25 juni 13.00 uur
N. van Keulen Nico	Cieweg 8 1969 MS Heemskerk	02510-39408	8 nov 9.00 uur
G. Kleef	Zuiderwentweg 2 1969 DV Heemskerk	02510-45156/52041	8 nov 13.00 uur
C. Beentjes	Noorddorperweg 7 1968 LN Heemskerk	02510-30243/52855	8 nov 15.00 uur
H. Verduin	Voorweg 16 1969 NC Heemskerk	02510-46543	11 nov 9.00 uur
C. P. Zoontjes	Wentweg 7 1969 MZ Heemskerk	02510-45927	11 nov 13.00 uur
Gebr. Kuijper	Wentweg 3a 1969 MZ Heemskerk	02510-42393	11 nov 15.00 uur
Verhaar	Middendorperweg 8 2286 KH Rijswijk	015-145498	6 okt 15.30 uur
J. Strik	Oosteinde 110 2291 AJ Wateringen	01742-96998/97093	30 sep 16.30 uur
Cees Dobbe	Geestweg 27 2371 AD Roelofsarendsveen	01713-13327	24 nov 9.00 uur
T. Akerboom Theo	Sotaweg 41 2371 GA Roelofsarendvseen	01713-14858	24 nov 11.00 uur

H. Lek	Lange Schilk 12 2461 LC Ter Aar	01722-5832	24 nov 13.00 uur
R. Kroon	Noordeinde 11c SE Aarlanderveen	01725-71909	24 nov 15.00 uur
Gebr. Hendriks Renè	Westmadeweg 26 2553 EM Den Haag	070-3974703	3 juni 16.00 uur
J.en P.Schenkeveld Peter	Lookwatering 18 2635 CK Den Hoorn	015-615025	8 okt 15.30 uur
F. Hendriks	Middelweg 18 2651 KT Berkel en Rodenrijs	01891-15729	28 mei 9.30 uur
L.A.C. Poot	Warmoesierweg 60 2661 EH Bergschenhoek	01892-18083	2 juni 10.00 uur
J. vd Nouweland	Anthurium 38 2665 KV Bleiswijk	01892-16671	2 juni 13.30 uur
Gebr. v.d. Berg	Boslaan 5 a 2671 DA Naaldwijk	01740-23659	15 juni 13.30 uur
Fa. Corzo Wim v Koppen	Kleine Achterweg 50 a 2671 LV Naaldwijk	01740-20383	12 okt 13.30 uur
J. Verbeek	Plaats 16A 2675 CK Honselersdijk	01740-25459	11 mei 10.00 uur
R. van Luyck	Broekpolderlaan 26 2675 LJ Honselersdijk	01740-23289	26 mei 9.00 uur
Fa.G.J.Bergwerff	Lange Kruisweg 10 2676 BL Maasdijk	01745-17278	30 sept 9.00 uur
De Merel Anton vd Marel	Burg. Creezelaan 12 2678 De Lier	01745-12717	16 juni 9.00 uur
Photos Plant Hans Lenzelink	Zwartendijk 25 2681 .. Monster	01749-42112/44904	22 juni 13.30 uur
Gebr. Klapwijk	Haagweg 16 2681 PE Monster	01749-45963/48408	26 mei 13.30 uur
Gebr. v.d. Loos	Casembrootlaan 34 2685 AC Poeldijk	01749-47241	6 okt 10.00 uur
J. van Marrewijk	Gravin van Bijlandlaan 6 2691 ND 's Gravenzande	01748-17464	3 juni 13.30 uur
De Koning	Bagijneland 3 2691 NC 's Gravenzande	01748-18692	30 sep 11.00 uur
Fa. G. Dukker Ruud	Ruygendijk 9a 3234 LC Tinte	01810-13341	22 okt 11.00 uur

C. v.d. Knaap	Prinseweg 2c 3237 LN Vierpolders	01810-12691	22 okt 9.00 uur
van der Vlucht	Oogstpad 7 2752 AG Moerkapelle	01793-1529	9 juni 9.30 uur
P. Jansen	Oude Antwerpsepostbaan 82 4741 TL Hoeven	01659-2314	9 juni 16.00 uur
Maatschap Sweep	Frankenthalerstraat 20 4816 KA Breda	076-875513	9 juni 13.30 uur
A. van Gorp	Sprundelsebaan 147 4838 GN Breda	076-146420	23 juni 13.00 uur
P. v Rijckevorsel	Sprundelsebaan 165 4838 GN Breda	076-149166	23 juni 14.45 uur
Gebr. Oprins	Munnikenhof 5 4844 PK Terheyden	01693-1492	2 juli 15.30 uur
P. Hoon	Hoogstraat 71 4909 AT Oosteind	01620-33965	2 juli 13.30 uur
Maatschap Vermeulen Albert	Bankenweg 7 4911 Den Hout	01620-55317	7 juli 10.00 uur
W. Beekers Wil	Schanseind 15 4911 CE Den Hout	01626-87134	30 juni 16.00 uur
Kw. van Gool	Baarschotsestraat 23 Dorst	01611-1509	1 juli 14.00 uur
H. v. Winden Harry	Groentepad 5 4921 AX Made	01626-86227	30 juni 9.00 uur
N. Heikant	Plukmadeseweg 2 4921 AW Made	01626-84832	30 juni 11.00 uur
M. Raijmakers	De Maneschijn 4 5091 JW Oostelbeers	04244-1671	1 jul 16.00 uur
M. Broeders Tiny	Fazantweg 11 5106 RC Dongen	01623-12004	2 juli 11.00 uur
Maatschap Muskens	Kapelstraat 66 5154 .. Elshout	04163-72937	30 juni 13.30 uur
J. Aerts Tiny	Naulandseweg 51 5154 PB Elshout	04163-74109	2 juli 9.00 uur
H. vd. Tillaer	Groothees 7 5469 ST Erp	04135-1738	8 juli 14.00 uur
G.T.L. Vereijken P.	Eustachiuslaan 15 Aarle-Rixtel	04929-61345	9 juli 15.00 uur

G. Koolen	Meyelseweg 19 5725 BA Asten	04936-91183	7 juli 13.00 uur
J. Philipsen	Heldenseweg 3 5759 Helenaveen	04933-9584	8 juli 16.00 uur
Th. van Neerven Theo	Grashoekseweg 7 5759 PV Helenaveen	04933-9260	7 juli 15.00 uur
H. Thijssen	Braamhorst 15 Baarlo	04707-1576	7 juli 17.00 uur
Kusters Sjaak	Hanikerweg 51 5943 NA Lomm	04703-2762	8 juli 9.00 uur
G.C.W. van Horen	Helenaveenseweg 39 5977 NB Evertsoord	04933-9252	8 juli 17.30 uur
Versteeg	Lorbaan 3 5986 NK Beringe	04760-72007	8 juli 10.30 uur
J. Hovens	Meeuwenstraat 14 Venlo	077-549717	9 juli 9.30 uur
B. Evers	Tuinstraat 5 6663 BG Lent	080-229705	26 nov 13.00 uur
A. Kregting	Poelwijk 32 6691 MH Gendt	08812-1610	26 nov 15.00 uur
P. Bol	Tuinderslaan 3 7887 VB Erica	05914-1459	15 sept 9.00 uur
Gebr. Eygenraam	Tuinderslaan 22 7887 VA Erica	05914-2174	15 sept 10.30 uur
M.J. van Geel	Beekweg 24 7887 TN Erica	05914-1959	15 sept 13.00 uur
J. Mulder	Tuinderslaan 14 7887 VA Erica	05914-1385	15 sept 16.30 uur
M. v.d. Lubbe	Het Ambacht 15 7891 TC Klazienaveen	05913-16859	14 sept 9.30 uur
L. van Winden	De Langendijk 13 7891 TD Klazienaveen	05913-12738	14 sept 11.00 uur
Gebr. de Bruin	De Streek 11 7891 TD Klazienaveen	05913-12843	14 sept 14.00 uur
H. De Munck	Strijp 10 7891 XC Klazienaveen	05913-49662	14 sept 15.30 uur
J. Verhaar	Oude Zwarteweg 13 7891 XH Klazienaveen	05913-49628	14 sept 17.00 uur

WICA-bedrijven
Wijnbergen

De Kwakel 6
7891 TB Klazienaveen

16 sept 9.00 uur
05913-49292

T. de Geus

De Strijp 5
7891 XC Klazienaveen

16 sept 10.30 uur
05913-49960/49926 tuin

Bijlage 3: Enquêteformulieren

Algemeen gedeelte bedrijf naam, oppervlak, gewas etc.

Naam

woonadres

postcode en plaats

telefoon thuis~.....

bedrijfsadres

postcode en plaats

telefoon bedrijf~.....

contactpersoon

Enquêtedatum

Vertrektijd

Aankomst bedrijf

Einde gesprek

Terug of begintijd nieuw bedrijf

Eindstand kilometerteller terug of nieuw bedrijf

Beginstand kilometerteller

Totaal aantal kilometers

Versie: 3.2 Gewijzigd: 26 augustus 1993 Afdrukdatum: 7 september 1993

Bedrijfsgegevens:

Aantal afdelingen	...			
	afd 1	afd 2	afd 3	afd 4
Hoofdgewas	...	...	...	...
Nevengewas	...	...	...	...
Oppervlakte	m ² ...	...	...	...
Kaplengte	m ...	...	...	...
Kapbreedte	m ...	...	...	...
Aantal kappen	...	...	...	...
Tralieligger van ... kappen	...	...	...	...
Goothoogte (grond tot goot)	m ...	...	...	...
Luchting	...	...	...	...
Bouwjaar kassen	...	...	...	...

Versie: 3.2 Gewijzigd: 26 augustus 1993 Afdrukdatum: 7 september 1993

Gas- en electriciteitsverbruiken en CO₂ aankopen

Aardgasverbruik

1990	totaal	 m ³	per	m ²	of m ³ /m ²
1991	totaal	 m ³	per	m ²	of m ³ /m ²
1992	totaal	 m ³	per	m ²	of m ³ /m ²

Electriciteitsverbruik

prijs ct/kWh D/N

1990	totaal	 kWh	per	m ²	of kWh/m ²	...	...
1991	totaal	 kWh	per	m ²	of kWh/m ²	...	....
1992	totaal	 kWh	per	m ²	of kWh/m ²	...	...

CO₂-verbruik/aankoop

prijs huur p.m.

1990	totaal	 kg	per	m ²	of kg/m ²	 ct/kg	.....
1991	totaal	 kg	per	m ²	of kg/m ²	 ct/kg	.....
1992	totaal	 kg	per	m ²	of kg/m ²	 ct/kg	.....

Beschrijving verwarmingsinstallatie ketelhuis

Merk ketel:

Vermogen cv-ketel: KW

of Kcal/h

Bouwjaar:

Branderregeling: ... m³/uur laag/laag laag/hoog hoog/laag hoog/hoog

- Aantal standen

- Modulerend j/n

van .. tot

Bouwjaar brander:

Ketelventilator:

- Toeren en vermogen hoog ... tpm ... kVA

- Toeren en vermogen laag ... tpm ... kVA

- Modulerend van ... tpm tot ... tpm

Ketelisolatie: wand .. cm dikte kop en eind .. cm dikte

Expansievat koud/warm

Leidingen geïsoleerd ja/nee

Warmtekrachtkoppeling KW th KW el

Merk en type:

Bouwjaar: draaiuren p.j.

Merk condensor:

Condensortype: combi enkele op retour enkele op apart net

Condensor net: mm buis / kap op hele bedrijf of afdeling(en)

Versie: 3.2 Gewijzigd: 26 augustus 1993 Afdrukdatum: 7 september 1993

Beschrijving CO₂-installatie ketelhuisCO₂-ventilator

- capaciteit m³/uur
of kVA

Warmteopslag m³

Bouwjaar

Merk en type

Horizontaal/verticaal hor / vert

Zuivere CO₂-tank ton

Sinds

Aparte CO₂-ketel ja/nee

Merk en type

Vermogen KW

Bouwjaar

Beschrijving verwarmingsinstallatie kas

	afd 1	afd 2	afd 3	afd 4
Verwarmingsnet:				
aantal 51 mm pijpen per 3.20 kap				
buisrail	...	...	...	...
monorail	...	...	...	...
overig vast	...	...	...	...
beweegbaar	...	...	...	...
aantal .. mm groeipijpen per 3.20 kap				
vast	...	...	...	...
beweegbaar	...	...	...	...
aantal .. mm verwarmingsslangen per 3.20 kap				
bodemverwarming op grond/mat/tablet	...	...	...	...
bodemverwarming onder grond/mat/tablet	...	...	...	...
Menggroepen aantal per afdeling:				
wv - Hoofdnet	...	...	...	...
- Groeinet	...	...	...	...
- Bodemverwarming	...	...	...	...
- Condensornet	...	...	...	...
Verdeelleiding:				
- plaats pad/gevel onder/boven	...	...	...	...
- aantal	...	...	...	...
- isolatie	j/n	j/n	j/n	j/n

Beschrijving verwarmingsinstallatie kas vervolg

	afd 1	afd 2	afd 3	afd 4
Gevelverwarming aantal 51 mm buizen:				
Noord	...	...	...	...
Oost	...	...	...	...
Zuid	...	...	...	...
West	...	...	...	...
Gevelverwarming aantal .. mm buizen:				
Noord	...	...	...	...
Oost	...	...	...	...
Zuid	...	...	...	...
West	...	...	...	...
Hetelucht verwarming:				
Aantal staande kachels	...	...	...	...
Vermogen staaande kachels KW totaal	...	...	...	...
Aantal hangende kachels	...	...	...	...
Vermogen hangende kachels	...	...	...	...

Motivatie keuze verwarmingsinstallatie

Op dit moment worden als optimale verwarming de volgende systemen geadviseerd:

	aantal		
	51 mm pijpen	27 mm pijpen	27 mm slangen
Tomaat	4	2	4
Komkommer	4	2	4
Paprika	4	2	4
Aubergine	4	2	4
Radijs	2	0	0
Opkweek groenteplanten	5	0	4
Roos	2	0	4
Chrysant	2	4	4
Anjer	2	0	4
Freesia	2	0	4
Gerbera	2	0	4
Orchidee	1.5	0	3
Potplanten beton	4	0	8
Potplanten tafels	5	0	8
Overigen gewassen	4	2	0

Hierbij worden de drie verwarmingsnetten apart geregeld.

De 27 mm pijpen zijn meestal de groeipijpen dit wil zeggen de verwarming van de groeipunten, de 51 mm pijpen dienen voor de ruimte verwarming en de slangen voor de verwarming van het wortelgestel.

Welke argumenten heeft U in overweging genomen bij de keuze van Uw verwarmingsinstallatie? Heeft U bij deze keuze ook het bovenbeschreven systeem overwogen en wat zijn de argumenten waarom U er al dan niet voor gekozen heeft?

.....

.....

.....

.....

.....

.....

Versie: 3.2 Gewijzigd: 26 augustus 1993 Afdrukdatum: 7 september 1993

Beschrijving CO₂-installatie kas

	afd 1	afd 2	afd 3	afd 4
Verdeelleidingen:	...	...	...	...
Aantal hoofdleidingen:	...	...	...	...
Ligging onder/op grond of in de nok	...	...	...	...
Aantal CO ₂ -darmen per 3.20 kap	...	...	...	...
Aantal CO ₂ -meters	...	...	...	...
Type CO ₂ -meter				
Afdeling apart te regelen j/n	j/n	j/n	j/n	j/n
Bij vaste hoogte CO ₂ -meting hoogte in cm	...	...	...	...
Anders afhankelijk gewashoogte	...	...	...	...

Hoe vaak en hoe wordt de drukverdeling van de darmen gecontroleerd?

.....

Hoe vaak worden de darmen nagelopen op beschadigingen of afknellen?

.....

Hoe vaak en hoe worden de CO₂-meters per jaar geijkt?

.....

Hoe vaak en hoe wordt de verdeling van CO₂ in de kas gecontroleerd?

.....

Versie: 3.2 Gewijzigd: 26 augustus 1993 Afdrukdatum: 7 september 1993

Motivatie keuze CO₂-installatie

Op dit moment wordt geadviseerd om allereerst de CO₂ van de CV-ketel te doseren op de momenten met warmtevraag.

In de periode waarin er onvoldoende warmtevraag is om genoeg CO₂ uit de rookgassen te krijgen wordt de plaatsing en het gebruik van een warmteopslag van circa 100 m³ water per ha geadviseerd.

Als de CO₂ uit rookgassen tenvolle benut is, kan het CO₂-gehalte worden aangevuld met zuiver CO₂.

Geadviseerd wordt om de CO₂-concentratie per afdeling apart te regelen.

De CO₂-meting dient gewashoogte afhankelijk te zijn. Bij voorkeur net onder kop van de planten.

Voor de verdeling dient minimaal één CO₂ darm per 320 cm kap uitgelegd te worden, waarbij de druk in de darmen over de hele lengte zo gelijk mogelijk moet zijn. Dit moet gedurende de teelt zeer regelmatig gecontroleerd worden.

Welke argumenten heeft U in overweging genomen bij de keuze van Uw CO₂-voorziening? Heeft U bij deze keuze ook het gebruik van zuivere CO₂ overwogen en wat zijn de argumenten waarom U er al dan niet voor gekozen heeft?

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

Bij welke prijs per kg voor zuivere CO₂ schakeld U over op het gebruik van zuiver CO₂? ct/kg incl tankhuur

Beschrijven energiebesparende maatregelen in kas

Type scherm	merk	afd 1	afd 2	afd 3	afd 4
Vast folie		...	...	...	...
Beweegbaar folie enkel		...	...	...	...
Beweegbaar folie dubbel		...	...	...	...
Beweegbaar doek enkel		...	...	...	...
Beweegbaar doek dubbel		...	...	...	...
Type isolatie van het dek:					
Dubbel glas		...	...	...	...
Gecoat glas		...	...	...	...
Kanaalplaten		...	...	...	...
Anders		...	...	...	...

Type gevelisolatie: noord/oost/zuid/west

Vast folie	...	n/o/z/w	n/o/z/w	n/o/z/w	n/o/z/w
Beweegbaar folie enkel	...	n/o/z/w	n/o/z/w	n/o/z/w	n/o/z/w
Beweegbaar folie dubbel	...	n/o/z/w	n/o/z/w	n/o/z/w	n/o/z/w
Beweegbaar doek enkel	...	n/o/z/w	n/o/z/w	n/o/z/w	n/o/z/w
Beweegbaar doek dubbel	...	n/o/z/w	n/o/z/w	n/o/z/w	n/o/z/w
Dubbel glas	...	n/o/z/w	n/o/z/w	n/o/z/w	n/o/z/w
Gecoat glas	...	n/o/z/w	n/o/z/w	n/o/z/w	n/o/z/w
Kanaalplaten	...	n/o/z/w	n/o/z/w	n/o/z/w	n/o/z/w
Anders	...	n/o/z/w	n/o/z/w	n/o/z/w	n/o/z/w

Versie: 3.2 Gewijzigd: 26 augustus 1993 Afdrukdatum: 7 september 1993

Beschrijving verwarmingsregeling	fase 1 of winter	fase 2 of voorjaar	fase 3 of zomer	fase 4 of najaar
Verwarmingstemperatuur dag	...oC	...oC	...oC	...oC
Verwarmingstemperatuur (voor)nacht	...oC	...oC	...oC	...oC
Verwarmingstemperatuur nanacht	...oC	...oC	...oC	...oC
Overgang dag --> nacht:				
... uur/... uur (tov zon onder)	.../...	.../...	.../...	.../...
Overgang nacht --> dag:				
... uur/... uur (tov zon op)	.../...	.../...	.../...	.../...
Stralingsinvloed verwarmingstemperatuur	...oC	...oC	...oC	...oC
Traject stralingsinvloed verw. temp				
van tot W/m ²	.../...	.../...	.../...	.../...
Minimum buistemperatuur dag	...oC	...oC	...oC	...oC
Minimum buistemperatuur nacht	...oC	...oC	...oC	...oC
Stralingsinvloed minimum buistemperatuur	...oC	...oC	...oC	...oC
Traject stralingsinvloed minimum buis				
van tot W/m ²	.../...	.../...	.../...	.../...

Motivatie achter verwarmingsregeling/instellingen

De verwarmingstemperatuur moet voor een optimaal gebruik van de energie worden aangepast aan de activiteit en de behoefte van het gewas. Dit betekent dat er verschillende instellingen voor nacht en dag aangehouden moeten worden.

De verwarmingstemperatuur moet afhankelijk van het groeistadium van het gewas worden vastgesteld. Hierbij hoort ook de aanpassing van de ingestelde verwarmingstemperatuur aan de buitenklimaat zoals de straling, buitentemperatuur en wind.

Een minimum buistemperatuur moet alleen ingesteld worden als dit voor de activering van het gewas noodzakelijk is.

De warmte wordt zoveel mogelijk in de kas gebracht op de plaats waar dit nodig is. Dit wil zeggen, dat gebruik wordt gemaakt van verschillende warmte netten, waarbij bijvoorbeeld voor wortels en groeipunt eigen temperaturen aangehouden worden.

Voor de overgang van de nacht- naar dagtemperatuurinstellingen wordt een langere periode van enkele uren gehanteerd, die meeloopt met het tijdstip van zonopkomst en waarbij voor de opwarming van de kas deels gebruik wordt gemaakt van de zonnewarmte.

Welke argumenten heeft U in overweging genomen bij de keuze van Uw verwarmingsregeling? Heeft U bij deze keuze ook bovenbeschreven regeling overwogen en wat zijn de argumenten waarom U er al dan niet voor gekozen heeft?

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

Versie: 3.2 Gewijzigd: 26 augustus 1993 Afdrukdatum: 7 september 1993

Beschrijving ventilatieregeling	fase 1	fase 2	fase 3	fase 4
	of	of	of	of
	winter	voorjaar	zomer	najaar
Ventilatietemperatuur nacht	...oC	...oC	...oC	...oC
Ventilatietemperatuur dag	...oC	...oC	...oC	...oC
Overgang dag --> nacht:				
... uur/... uur (tov zon onder)	.../...	.../...	.../...	.../...
Overgang nacht --> dag:				
... uur/... uur (tov zon op)	.../...	.../...	.../...	.../...
Vochtinvloed ventilatietemperatuur	...oC	...oC	...oC	...oC
Invloed vocht op ventilatietemperatuur				
van ... tot ... % RV of .. gr	.../...	.../...	.../...	.../...
Stralingsinvloed ventilatietemperatuur	...oC	...oC	...oC	...oC
Invloed straling op ventilatietemperatuur				
van ... tot ... W/m ²	.../...	.../...	.../...	.../...
Minimum raamstand lijzijde nacht	... %	... %	... %	... %
dag	... %	... %	... %	... %
Invloed buitentemperatuur onder	...oC	...oC	...oC	...oC
Invloed wind boven	...m/s	...m/s	...m/s	...m/s

Versie: 3.2 Gewijzigd: 26 augustus 1993 Afdrukdatum: 7 september 1993

Motivatie achter ventilatieregeling/instellingen

De ventilatietemperatuur hoort zodanig gekozen te worden dat warmte die in de kas komt door het najlen van de verwarming niet afgelucht wordt. Ook hoort de ventilatietemperatuur zodanig te zijn dat zolang mogelijk gebruik kan worden gemaakt van de verwarmende werking van de zonnestraling.

Bij de overgang van de dag naar de nacht hoort de ventilatie zo vroeg mogelijk teruggebracht te worden zodat de in de kas aanwezige warmte zolang mogelijk benut kan worden.

Welke argumenten heeft U in overweging genomen bij de keuze van Uw ventilatieregeling? Heeft U bij deze keuze ook bovenbeschreven regeling overwogen en wat zijn de argumenten waarom U er al dan niet voor gekozen heeft?

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

Beschrijving CO ₂ -regeling	fase 1	fase 2	fase 3	fase 4
	of	of	of	of
	winter	voorjaar	zomer	najaar
Hoog CO ₂ -niveau bij warmtevraag	 ppm	 ppm	 ppm	 ppm
Laag CO ₂ -niveau bij geringe warmtevraag	 ppm	 ppm	 ppm	 ppm
Minimum CO ₂ -niveau	 ppm	 ppm	 ppm	 ppm
Maximum CO ₂ -niveau	 ppm	 ppm	 ppm	 ppm
Begintijdstip CO ₂ -doseren:				
vast tijdstip ... uur	...	...	...	...
... uur na zon op	...	...	...	...
bij straling boven W/m ²	...	...	...	...
Eindtijdstip CO ₂ -doseren:				
vast tijdstip ... uur	...	...	...	...
... uur voor zon onder	...	...	...	...
bij straling onder W/m ²	...	...	...	...
Invloed raamstand op CO ₂ -niveau .. ppm	...	...	...	...
van .. % tot .. %	.../...	.../...	.../...	.../...
Raamstand waarboven CO ₂ -doseren stopt	... %	... %	... %	... %
Invloed wind CO ₂ -doseren .. ppm	...	...	...	...
van ... tot ... m/s	.../...	.../...	.../...	.../...
Invloed straling CO ₂ -doseren .. ppm	...	...	...	...
van ... tot ... W/m ²	.../...	.../...	.../...	.../...
Versie: 3.2 Gewijzigd: 26 augustus 1993 Afdrukdatum: 7 september 1993				

Beschrijving aanvullend doseren/instellingen

Ligt de voorkeur voor aanvullend CO₂-doseren 's ochtends 's middags

Doseren met CV-ketel:

Kastemperatuur CO₂-doseren ketel uit oC
Keteltemperatuur CO₂-doseren ketel uit oC
Maximum buistemperatuurverhoging voor CO₂-doseren oC
Doseren met vaste branderstand ja/nee zoja ... m³/uur
of afhankelijk ventilatie
of naar streefwaarde CO₂-niveau

Warmteopslag:

Keteltemperatuur begin warmte opslaan oC
Streven naar een volle buffer aan het eind van de dag ja/nee
Streven naar een lege buffer aan het eind van nacht ja/nee
Maximale buistemperatuurverhoging voor legen buffer oC
Vullen buffer met vaste branderstand ja/nee zoja ... m³/uur
of afhankelijk ventilatie
of tot streefwaarde CO₂-niveau ... ppm
of anderszins

Hetelucht:

Verhoging verwarmingstemperatuur bij CO₂ vraag oC
Verlaging verwarmingstemperatuur bij maximum CO₂-niveau oC

Versie: 3.2 Gewijzigd: 26 augustus 1993 Afdrukdatum: 7 september 1993

Beschrijving aanvullend doseren/instellingen (vervolg)

Zuivere CO₂-doseren:

Buistemperatuur begin zuivere CO₂ doseren oC

Doseren met vaste hoeveelheid ja/nee zoja ... kg/uur

of afhankelijk ventilatie

of tot streefwaarde CO₂-niveau ... ppm

of anderszins

Tidstippen waarop U zuivere CO₂ doseert: van ... uur tot ... uur

Periode in het jaar dat U zuivere CO₂ doseert: van ... tot ...

Motivatie achter CO₂-regeling

Uitgangspunt achter de CO₂-regeling is in de eerste plaats de CO₂ die vrijkomt bij de gewenste warmteproductie zo veel mogelijk te benutten.

Op de momenten met onvoldoende warmtevraag, aanvullend CO₂ doseren als het gewas veel CO₂ op kan nemen en het na te streven CO₂-niveaux cq de te doseren hoeveelheid aan te passen aan de ventilatie. Zodat de ventilatieverliezen zo laag mogelijk zijn. Dit betekent concreet dat het accent van het doseren ligt op het midden van de dag bij de hoogste straling. Dat de aan te houden cq. te doseren hoeveelheden afgestemd worden op de hoeveelheid straling en ventilatie. Bij het aanvullend doseren teveel vrijkomende warmte wordt opgeslagen in een warmtebuffer voor verwarming van de kas op een later moment.

Welke argumenten heeft U in overweging genomen bij de keuze van Uw CO₂-regeling? Heeft U bij deze keuze ook bovenbeschreven regeling overwogen en wat zijn de argumenten waarom U er al dan niet voor gekozen heeft?

[illegible]

Versie: 3.2 Gewijzigd: 26 augustus 1993 Afdrukdatum: 7 september 1993

Beschrijving gebruik energieschermen	fase 1	fase 2	fase 3	fase 4
	of	of	of	of
	winter	voorjaar	zomer	najaar

Beweegbare schermen:

Begintijdstip schermen

vast tijdstip ... uur	.....	.....	.....	.....
... uur voor zon onder	.....	.....	.....	.....

Eindtijdstip schermen

vast tijdstip ... uur	.....	.....	.....	.....
uur voor zon op	.....	.....	.....	.....

Aantal stappen bij openen scherm				
----------------------------------	-------	-------	-------	-------

Stralingsgrens waar onder scherm dicht	... W/m ²	... W/m ²	... W/m ²	... W/m ²
--	----------------------	----------------------	----------------------	----------------------

Buitentemperatuur scherm dicht dag ... oC	.....	.....	.....	.....
nacht ... oC	.....	.....	.....	.....

Kastemperatuur scherm dicht dag ... oC	.....	.....	.....	.....
nacht ... oC	.....	.....	.....	.....

Buistemperatuur scherm dicht dag ... oC	.....	.....	.....	.....
nacht ... oC	.....	.....	.....	.....

Kastemperatuurtraject kier

van ... tot ... oC	.../...	.../...	.../...	.../...
--------------------	---------	---------	---------	---------

Buitentemperatuurtraject kier

van ... tot ... oC	.../...	.../...	.../...	.../...
--------------------	---------	---------	---------	---------

RV-traject kier	van ... tot ... %	.../...	.../...	.../...
-----------------	-------------------	---------	---------	---------

Versie: 3.2 Gewijzigd: 26 augustus 1993 Afdrukdatum: 7 september 1993

Motivatie achter keuze en gebruik energiebesparende maatregelen

Een aantal van de energiebesparende maatregelen kunnen aangebracht en gebruikt worden zonder dat dit gevolgen heeft voor de produktie. Onder deze categorie vallen de condensors: combi, enkele op de retour en enkele op een apart net, ketel- en buisisolatie en het expantievat in het koude circuit plaatsen. De investeringen in deze maatregelen verdienen zich altijd terug uit de brandstofbesparingen.

Het aanbrengen en gebruiken van energiebesparende maatregelen in de kas heeft wel effecten op de produktie.

De uit het oogpunt van het terugdringen van het energieverbruik gewenste energiebesparende maatregelen zijn combicondensor, voldoende ketel- en transportleidingisolatie, een koud expantievat en beweegbare dek- en gevelschermen. Waarbij de energieschermen de hele winter 's nachts gebruikt worden en overdag als de buitentemperatuur beneden de 5 oC komt en eveneens gesloten worden bij geringe straling.

Welke argumenten heeft U in overweging genomen bij de keuze van ennergiebesparende maatregelen op Uw bedrijf? Heeft U bij deze keuze ook bovenbeschreven maatregelen overwogen en wat zijn de argumenten waarom U er al dan niet voor gekozen heeft?

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

Investeringsplannen komende jaren

Welke van de onderstaande investeringen bent U de komende vijf jaar van plan uit te voeren en wanneer?

Gepland in:

Vervangen kassen	.....	..... m ²
Uitbreiden kassen	.....	..... m ²
Verplaatsen bedrijf	.....	..... m ²
Verhogen kas	.....	..... m ²
Verdeken kas	.....	..... m ²
Omschakeling op substraat	.....	..... m ²
Omschakelen op recirculeren	.....	..... m ²
Ontsmetting	.....	type
Waterbassin	.....	..... m ³
Osmoseapparatuur	.....	
Assimilatiebelichting	.....	..... m ² /lamp
Warmtekrachtinstallatie	.....	..... kW
Scherminstallatie	.....	..... m ²
Gevelschem	.....	
Nieuwe ketel	.....	..... kW
Warmteopslag	.....	..... m ³
Condensor enkel/combi	.....	.....
Condensornet	.....	..... m ² .. x ... mm/3.20
Zuiver CO ₂ -tank	.....	..... ton
Sorteerapparatuur	.....	
Anders .....	.....	

Motivatie keuze/prioriteit investeringsplannen

Door de overheid worden investeringen in milieumaatregelen en energiebesparing van de glastuinbouw verwacht. Voor het eind van de eeuw moet het energieverbruik per eenheid produkt terug naar de helft van het verbruik in 1980. De CO₂-uitstoot moet terug zodat ook het totaal energieverbruik terug moet. Verder moet de emissie van meststoffen en gewasbeschermingsmiddelen teruggedrongen worden. Hiervoor lijkt teelt los van de ondergrond noodzakelijk.

Wat zijn de motieven voor de de door U geplande investeringen en wat bepaald de prioriteit in de investeringsvolgorde?

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

Waarom heeft U wel of geen interesse in investeringen in energiebesparende maatregelen?

.....

.....

.....

.....

Bijlage 4:**Energiebesparende maatregelen deelnemers**

Kolom	Omschrijving
1	Nummer bedrijf
2	Totale oppervlakte bedrijf in m ²
3	Gewas/teeltplan in belangrijkste afdeling
4	Gasverbruik 1992 in m ³ /m ² kas
5	Totaal aangesloten warmtevermogen per ha van ketels, hetelucht verwarming warmtekracht en regiowarmte.
6	Condensor 0 = geen, 6 = condensor op retour van verwarming, 10 = enkele condensor op een apart net en 14 = combicondensor.
7	Beschrijving van de isolatie van het dek.
8	Beschrijving van de isolatie van de gevel.
9	Aangesloten elektrisch vermogen van warmtekracht installatie per bedrijf.
10	Aangesloten elektrisch vermogen van warmtekracht installatie per ha.
11	Opslagcapaciteit warmwaterbuffer in m ³ /ha.
12	Inhoud zuivere CO ₂ -tank in ton per ha.

num- mer	oppervlak- te m ²	gewas	gas m ³ /m ²	som ASW kW	conden- sor	isolatie dek	isolatie gevel	WK kW/bdr	WK kW/ha	WB m ³ /ha	CO ₂ -op- slag- ton/ha
Aantal	78	78	67	78	78	45	46	20	20	37	35
Totaal	1571810							16550			
Gemid	20151		57	2508	9			871	290	60	5
Max.	100000		102	4859	14			4390	547	125	16
Min.	1350		12	345	0			87	55	7	1
Gemid	27175	chrysant	44	2398	10			623	171	45	
Max	47000	chrysant	48	2689	10			636	212	45	
Min	8500	chrysant	38	2170	10			610	130	45	
1	23200	Chrysant	38,0	2506	10	EV 1 en EV1/LS2 dubbel doek	doek en n.o. Hortiplus				
45	47000	Chrysant	48,0	2227	10	verduisteringsdoek dubbel	dubbel verduisterings- doek	610	130	45	
49	30000	Chrysant + beworteling	43,0	2689	10	dub bew doek LS11 2x	bew. doek aluminium	636	212		
77	8500	Chrysant	45,0	2170	10	vast pvc en bew. LS10 doek	bew. folie en dubbel glas				
Gemid	33025	roos	68	2021	11			1537	334	43	3
Max	100000	roos	102	3421	14			4390	439	55	5
Min	10200	roos	47	1368	6			620	171	30	2
6	31000	Roos	102,0	1880	10			1050	339	55	
7	32000	Roos	80,0	1999	14	LS..	dubbel glas	1260	394		5
12	100000	Roos	60,5	1512	14	EHP bew doek 3.5 ha	dubbel glas met coa- ting	4390	439		

20	30000	Roos		64,0	1551	14	LS 10 op 2 ha	Hortiplus	1000	333		2
47	10200	Roos		60,0	3421	6	bew.doek LS 10	bew. aluminium				
52	27500	Roos		68,0	2326	10	bew doek Phormilux	bew. doek aluminium	900	327		2
70	17000	Roos		47,1	1368	6	vast ac-folie en hortiplus	Hortiplus				
75	16500	Roos		62,5	2115	14	gecoat glas	dubbel glas met coating	620	171	30	
Gemid	17803	komkommer		59,1	2647	11					50	5
Max	42400	komkommer		67,5	4473	14					92	9
Min	6000	komkommer		52,1	1203	6					8	4
5	19000	Komkommer		52,1	2142	14	LS10 na vast scherm	bew. doek			53	
17	19000	Komkommer		57,0	2448	6	vast folie 10000 m2					
18	20400	Komkommer			2280	14	Phormilux	dubbel glas			31	
19	18500	Komkommer			1529	6	Phormilux	dubbel glas 4000 m2				5
21	13600	Komkommer		65,0	2138	0	vast pvc folie					
23	29000	Komkommer		58,6	1203	0	bew. scherm Phormilux					
24	18150	Komkommer		58,0	1282	0	bew. foliescherm LS10 plus	vast folie				
29	17000	Komkommer		60,8	3079	14	bew. scherm Phormilux 5000 m2	dubbel glas 10000 m2			71	
31	20000	Komkommer		55,0	2908	14	bew. doek LS10 ultra	bew. doek 5000 m2			51	
33	15200	Komkommer		57,2	3061	14		dubbel glas			8	4
37	9400	Komkommer		58,0	2474	10	LS10 plus	dubbel glas				4
40	11700	Komkommer			4473	10						9

41	20600	Komkommer	53,0	3105	14	bew. folie Phormilux	dubbel glas			49	5
42	7400	Komkommer	67,5	2750	0		dubbel glas				5
46	16000	Komkommer	56,0	2908	14	EH-plus dubbel bew.doek	dubbel glas			38	
50	42400	Komkommer	61,0	2743	10	bew Phormilux	vast folie en tot 100 cm gecoat glas			92	
55	28700	Komkommer	67,0	3242	10	bew doek LS10/LS11	dubbel glas			63	
57	9000	Komkommer	60,0	3877	10	bew doek Phormilux	bew. doek Phormilux			44	
27	6000	Komk. 2x sla	40,0	2786	0	vast folie 4 weken	folie onderste 100 cm hele jaar				
35	15000	Komk./Tom aat	63,2	2520	14	vast folie	dubbel glas en tot 150 cm gecoat glas				4
Gemid	20821	paprika	62,4	2632	10					77	4
Max	48500	paprika	75,0	3700	14					114	10
Min	10000	paprika	54,6	1634	6					33	2
4	48500	Paprika	60,0	2518	10	vast anticondens folie	dubbel glas			33	3
30	18500	Paprika	54,6	1634	0	bew. doek Phormilux	vast folie 11500 m2				3
36	10000	Paprika	75,0	2406	0	LS10 en ac-folie	dubbel glas				10
38	11000	Paprika	68,0	3700	14						
39	15000	Paprika	68,0	2326	0	vast folie 6 weken					2
51	30000	Paprika	55,0	3101	10	bew. doek Phormilux	bew. doek LS10	165	55	83	
58	12750	Paprika	56,0	2736	6	bew. anticondensfolie	vast folie			114	
26	23500	Paprika		2969	14	bew dub Phormilux en gecoat glas	dubbel glas			64	3
56	12700	Paprika		3663	10	bew.doek Phormilux 9000 m2	bew. folie			79	
13	10300	Gele Paprika		1976	14	in januari vast folie	in januari vast folie				6

Gemid	33130	tomaat	64,3	2447	11					60	4
Max	48000	tomaat	70,0	2842	14					83	5
Min	27000	tomaat	60,0	1938	6					21	4
8	27000	Tomaat		2584	6	helder bew. folie	dubbel glas			69	
9	29000	Tomaat	70,0	2406	14	LS16	lamellen			83	5
11	48000	Tomaat	62,0	1938	14		dubbel glas				4
48	33000	Tomaat	65,0	2467	10	bew. doek LS14				65	
61	28650	Tomaat	60,0	2842	10		vast folie tot 1.50 m	1000	349	21	
Gemid	20356	vleestomaat	64,8	2670	10					67	6
Max	32000	vleestomaat	71,2	3634	14					115	16
Min	9300	vleestomaat	60,0	2222	6					24	2
10	31900	Vleestomaat	60,0	2333	14		kanaalplaten			24	3
14	12300	Vleestomaat	63,6	2364	6	bew. folie op 5200 m2	dubbel glas				4
22	18650	Vleestomaat	65,0	3046	6						16
25	9300	Vleestomaat		3126	10		dubbel glas				5
28	17000	Vleestomaat	65,0	2394	14						4
43	32000	Vleestomaat	64,0	3634	10			1450	453	63	2
53	15700	Vleestomaat	71,2	2222	10					64	
60	26000	Vleestomaat	65,0	2237	10		vast folie			115	
Gemid	17950	aubergine	57,4	2495	10					102	10
Max	26000	aubergine	63,3	3198	10					108	10
Min	12000	aubergine	53,2	2077	10					96	10

32	19800	Aubergine	53,2	2467	10	bew. acfolie met perforatie	dubbel glas				
34	12000	Aubergine	63,3	3198	0						10
54	14000	Aubergine	55,4	2077	10	ac folie bewb.	vast ac folie			96	
59	26000	Aubergine	57,5	2237	10	bew. sch. anticondensfolie				108	
Gemid	20571	Overige	48	2708	9			900	180		3
Max	50000	Overige	63	4389	14			900	180		5
Min	5300	Overige	27	1292	0			900	180		1
3	47600	Meloen	47,5	3112	14						3
15	50000	Stekmat.	58,0	2675	14	LS op 47000 m2	dubbel glas 47000 m2	900	180		1
16	5300	Stekmateriaal		4389	6	LS	noppenfolie				5
65	5600	Anjer + freesia	33,3	2639	0	bew LS15 doek 4000 m2	1.5 m noppenfolie				
72	13500	Gr.bl. anjers	27,0	1292	6	bew. LS14 doek op 9000 m2	noppenfolie en dub. glas				
2	12000	Gerbera	61,3	1938	10	LS15					
44	10000	Gerbera	62,7	2908	10	LS15 enkel doek					
Gemid	7232	Bolbloemen	30	1852	6			235	168	7	
Max	14000	Bolbloemen	51	2610	14			305	218	7	
Min	1350	Bolbloemen	12	345	0			165	118	7	
67	14000	Freesia	27,0	2077	10	bew LS 16f doek op 6000 m2		305	218	7	
73	14000	Freesia	12,1	2077	10	bew LS16f doek	LS60 bew doek	165	118		
62	6500	Nerine + zomerbloemen		2022	14		dubbel glas				

71	3140	Nerine + chrysant + tulpenbroei	50,9	2610	0		vast folie 2600 m2			
64	4400	Tulpenbroei + lilies		1982	0	bew. LS 10 doek op 4200 m2	dubbel glas			
76	1350	Astilbe + nerine + phlox + alchemila		345	0		noppenfolie			
Gemid	10487	Potplanten	49	2702	10			420	357	67
Max	16000	Potplanten	55	4859	14			875	547	125
Min	3500	Potplanten	42	1568	6			87	64	9
63	3500	Begonia + poinsettia	42,3	2492	10	bew. LS 16 doek	dubbel glas			
66	13500	Varens	42,3	1568	10	bew LS14 doek en gecoat glas	dubbel glas eenzijdig Hortiplus	87	64	9
68	16000	Kalanchoe	51,0	1817	14	bew LS 16 dubbel doek 6000 m2	kanaalplaten	875	547	125
69	13600	Kalanchoe	52,8	4859	10	bew LS16 en EV al verd.doek	zwart folie en dubbel- glas	445	327	
74	8500	Cyclamen		2736	10	bew LS52 doek	dubbel glas	380	447	
78	7820	Ficus	55,0	2742	6	bew. LS16 doek	dubbel glas	312	399	

Bijlage 5: Enquête-uitwerking

De uitwerking van de enquête bestaat uit 10 blokken met antwoorden. Deze blokken lopen parallel met de indeling in paragrafen van hoofdstuk 3. Elk blok heeft een lijst met genummerde vragen. Daarna volgen de antwoorden. De antwoorden zijn verwerkt als kolommen. Rechts bovenaan de kolom staat het nummer van de betreffende vraag. Daaronder volgt per regel een bedrijf. De eerste vijf regels van de uitwerking bevatten achtereenvolgens; - het nummer van de vraag, - het aantal ingevulde antwoorden op de vraag, - voor zover dit mogelijk het gemiddelde van alle bedrijven, - de grootste en - de kleinste waarde.

Daaronder volgen de regels per bedrijf met in de eerste kolom het nummer van het bedrijf.

De bedrijven zijn gesorteerd op gewas. Hieruit zijn de deelgroepen chrysant, roos, komkommer, paprika, ronde tomaat, vleestomaat en aubergine gemaakt.

Voor de deelgroepen zijn voor zover dat mogelijk is bovenaan drie regels opgenomen, met voor voor elke groep het gemiddelde, de grootste en de kleinste waarde. In de eerste kolom van deze regels staat de naam van de deelgroep.

Deze bijlage bevat de volgende blokken:

1	Beschrijving bedrijven	5
	Gewassen, oppervlakte en bouwjaar kassen	6
	Beschrijving kassen	11
2	Energie en CO ₂ -verbruiken	16
	Gas-, electriciteitverbruik en kWh-prijs	17
	Zuivere CO ₂ ; verbruik, prijs en tankhuur	21
3	CO ₂ -voorziening	25
	CO ₂ -bronnen	26
	CO ₂ -installaties in de kas	30
	Controle CO ₂ -installatie in de kas	35
	Motieven warmtebuffer en zuivere CO ₂	40
	Motieven metingen, darmafstand en gewenste zuiver CO ₂ -prijs	44
	Opmerkingen CO ₂ -voorziening	48
4	Warmtevoorziening	53
	Thermisch vermogen en beschrijving ketel	55
	Ketelgegevens	59
	Warmte kracht en condensor	63
	Verwarmingsnet	67
	Slangen	72
	Menggroepen	77
	Verdeelleidingen	82
	Gevel- en heteluchtverwarming	87
	Motieven en wensen verwarming	91
	Opmerkingen verwarmingssysteem	95
5	Temperatuurregeling	99
	Temperatuurregime	101
	Overgang dag --> nacht en nacht --> dag	106
	Stralingsinvloed verwarmingstemperatuur en minimum buis	111
	Stralingsinvloed minimum buis	116
	Motieven temperatuurregeling	121
	Opmerkingen stookregime	127
6	Ventilatieregeling	130
	Ventilatietemperatuur	132

	Overgang nacht --> dag en dag --> nacht	136
	Vochtinvloed ventilatietemperatuur	139
	Stralingsinvloed ventilatietemperatuur	142
	Beveiligingen ventilatie en motieven ventilatie	145
	Opmerkingen ventilatie	148
7	CO ₂ -regeling	151
	CO ₂ -regeling	153
	Tijdstip CO ₂ doseren	156
	Invloed wind en straling en begrenzingen CO ₂ -doseren met CV-ketel	159
	Warmteopslag en CO ₂ via heteluchtkachels	163
	Zuivere CO ₂	166
	Motieven CO ₂ -regeling	170
	Opmerkingen CO ₂ -doseren	173
8	Energiebesparende maatregelen in de kas	178
	Isolatie dek	179
	Isolatie gevel	182
9	Schermmregeling	185
	Open- en sluitingstijden scherminstallatie	186
	Kier zetten en vast scherm	191
	Opmerkingen energiebesparing	194
10	Investeringsplannen:	201
	Plannen met kassen	202
	Plannen watervoorziening en ontsmetting	206
	Plannen energiebesparing in ketelhuis	210
	Plannen schermen en overige	214
	Opmerkingen investeringsplannen	217

Deze bijlage is als een aparte losse bijlage: 'Enquête-uitwerking'. Deze bijlage is apart te bestellen door overmaking van f 25,-- (onder vermelding van 'Bijlage rapport 15')