

Bibliotheek
Proefstation
Naaldwijk

A
09
R
97

Vergelijking optimalisatieprogramma
met diverse praktijkregelingen

Ton Rijsdijk
Richard Verbeek (stagiaire)
Erik de Ruiter

Intern verslag nr. 55 , april 1992

Proefstation voor de Tuinbouw onder Glas, Naaldwijk

2215520

INHOUD

1. INLEIDING	1
2. MATERIAAL EN METHODEN	2
2.1 Kas en klimaatinstellingen	2
2.2 CO2	3
2.2.1 Behandelingen	3
2.2.2 Meting, regeling en dosering	4
2.2.3 Berekening en dosering "rookgas-CO2"	4
2.2.4 Meting CO2-verbruik	6
2.3 Dataverzameling klimaatcomputer	7
2.4 Gewas	7
2.5 Gewaswaarnemingen	8
2.5.1 Productie	8
2.5.2 Onderhoud	8
2.5.3 Destructieve waarnemingen	8
2.5.4 Non-destructieve bepaling LAI	8
2.5.5 Drogestofgehalte vruchten	9
2.5.6 Uitgroeiduur vruchten	9
3. RESULTATEN	10
3.1 Gerealiseerd klimaat	10
3.1.1 <i>Temperatuur</i>	10
3.1.2 <i>Luchtvochtigheid</i>	10
3.1.3 <i>CO2-nivo</i>	10
3.2 CO2-verbruik	11
3.3 Gewas	11
3.3.1 <i>Generatieve productie</i>	11
3.3.2 <i>Drogestofgehalte vruchten</i>	11
3.3.3 <i>Plantslacting</i>	12
3.3.4 <i>Non-destructieve bepaling LAI</i>	12
3.3.5 <i>Gewasonderhoud</i>	13
3.3.6 <i>Vegetatieve productie</i>	14
3.3.7 <i>Gewasbeoordeling</i>	14
3.3.8 <i>Uitgroeiduur vruchten</i>	14
4. DISCUSSIE	15
4.1 Klimaat	15
4.1.1 <i>Luchtvochtigheid</i>	15
4.1.2 <i>CO2-nivo</i>	15
4.2 CO2-verbruik	15
4.3 Berekende en gemeten biomassaproductie	18
4.4 Financieel resultaat CO2-behandelingen	18
5. CONCLUSIES	19
6. LITERATUUR	20

A. BIJLAGEN MET BETREKKING TOT KLIMAAT

A1. Controle flowmeters kas 210 met behulp van geijkte flowmeters.	21
A2. Overzicht verzamelde data op MICROVAX.	22
A3. Gerealiseerde kasttemperatuur, gemiddeld per week.	23
A4. Gerealiseerd vochtdeficit, gemiddeld per week.	25
A5. Verloop CO2-nivo, gemiddeld per week.	27
A6. Dagverlopen CO2-nivo, gemiddeld per week.	29
A7. Dagverlopen gemeten en berekend CO2-nivo en berekend CO2-verbruik op zonnige en bewolkte dagen.	31
A8. Dagverlopen gemeten CO2-nivo, berekend ventilatievoud en gemeten en berekend CO2-verbruik op zonnige en bewolkte dagen.	33
A9. Cumulatief CO2-verbruik per week.	35
A10. Gemeten en berekend CO2-verbruik per week.	36
A11. Berekend tegen gemeten CO2-verbruik.	39

B. BIJLAGEN MET BETREKKING TOT GEWAS

B1. Statistische verwerking oogstgegevens.	40
B2. Cumulatief produktieverloop.	41
B3. Drogestofgehalte vruchten.	42
B4. Plantslachten.	43
B5. Verzameld materiaal bij gewasonderhoud.	45
B6. Gemeten verloop vegetatieve produktie.	46
B7. Berekend verloop vegetatieve en generatieve produktie.	47
B8. Visuele gewasbeoordeling.	48
B9. Uitgroeiduur vruchten en plantbelasting.	49

C. BIJLAGEN MET BETREKKING TOT ECONOMISCHE EVALUATIE

C1. Prijsverloop komkommer.	50
C2. Cumulatief verloop kosten en opbrengsten.	51
C3. Verloop winst.	52

SAMENVATTING

In de nazomer van 1991 is in de 24 afdelingen van kas 210 op het PTC een CO₂-experiment uitgevoerd met het gewas komkommer (cv. Jessica). Het doel was het voordeel van een optimalisatieregeling t.o.v. een conventionele CO₂-regeling te vinden en het effect van CO₂ op de gewasontwikkeling in beeld te brengen.

De planten werden op 12 augustus in de afdelingen geplaatst. Op 22 augustus werden de volgende behandelingen gestart:

Geen CO₂-dosering.

Deze behandeling diende als referentie

Rookgasdosering tot een maximum concentratie van 1000 ppm.

Bij deze behandeling werd alleen CO₂ gedoseerd op momenten met warmtevraag. Overdag werd een beperkte minimum buistemperatuur aangehouden van 40 °C, welke stralingsafhankelijk werd verlaagd tot 20 °C bij een instraling van 300 w.m⁻². Op zonnige dagen was er zodoende gedurende enkele uren geen rookgas beschikbaar.

In de periode van 22 augustus tot het einde van de teelt op 24 oktober werd 3.5 kg aan rookgas-CO₂ verbruikt.

Rookgasdosering + aanvullende dosering afhankelijk van raamstand.

het CO₂-setpoint werd verlaagd van 600 ppm tot 4 % raamopening, naar 350 ppm bij 20 % raamopening.

Het extra CO₂-verbruik over de teeltperiode was bij deze instellingen 0.7 kg.m⁻².

Rookgasdosering + aanvullende dosering volgens een optimalisatieregeling.

eens in de vier minuten werd de optimale CO₂-concentratie berekend aan de hand van instraling, kastemperatuur, LAI en prijzen voor het produkt en van de CO₂.

Bij de optimalisatieregeling werd aanvullend 4.2 kg.m⁻² CO₂ gedoseerd.

Effect CO₂ op de gewasontwikkeling

Door de grote verschillen in CO₂-dosering was het mogelijk om het effect op de plantegroei in beeld te brengen.

Al vrij snel na het inzetten van de behandelingen bleek dat het bladoppervlak door een hogere CO₂-concentratie toenam. Later in de teelt verdwenen de verschillen omdat bij het gewasonderhoud in de behandelingen met veel CO₂ ook meer rankjes werden weggehaald. Aan het einde van de teelt werd het blad bij de behandelingen met veel CO₂ wat dunner.

Aan het einde van de teelt is het gewas ook op het oog beoordeeld ten aanzien van de kleur van het blad, het verdrogen van de bladranden, de dichtheid van het gewas en de aantasting door meeldauw. Hierbij bleken er geen zichtbare verschillen te zijn tussen de behandelingen.

Productie

Ten opzichte van geen CO₂-dosering gaven behandeling 2 tm 4 respectievelijk een 6, 9 en 20 % hogere kilogramproductie. Voor het aantal vruchten export + binnenland was dit respectievelijk 0.7, 1.4 en 2.5 stuks. Het gemiddeld vruchtgewicht nam toe met respectievelijk 1.3, 1.3 en 5.1 %. Het percentage stek en binnenland gaf geen verschillen tussen de behandelingen.

Door vruchten te labelen is gevonden dat de uitgroeiduur van de

vruchten ongeveer 1 dag werd verkort bij de optimalisatie t.o.v. geen dosering. Ondanks de kortere uitgroeiduur was de plantbelasting (aantal vruchten per plant) bij een hogere CO₂-dosering ook hoger. In de loop van de teelt werd het verschil in plantbelasting tussen de optimalisatie en geen dosering groter, tot maximaal 20 % (0.6 vruchten per plant) aan het eind van de teelt .

Economische evaluatie

Voor de bepaling van het economisch resultaat van de aanvullende CO₂-dosering is gerekend met een CO₂-prijs van 25 ct.kg⁻¹ (inclusief tankuur) en een gemiddelde weeprijs van 1985-1990 voor de vruchten (met aftrek van verwerkingskosten).

De raamstandafhankelijke aanvullende dosering leverde op basis hiervan 1.5 gulden aan vruchten op per gulden die aan CO₂ was besteed. Dit zeer positieve resultaat geeft aan dat er meer had mogen worden besteed aan CO₂-dosering. Bij de optimalisatie bleek echter dat de dosering te groot was geweest. De dosering leverde wel een positief resultaat (1.14 gulden per gulden die aan CO₂ was besteed), maar de winst was ten opzichte van de raamstandafhankelijke regeling lager. Deze lagere winst kwam omdat er meer CO₂ via ventilatie verloren ging dan door het optimalisatieprogramma werd berekend. Vooral het verlies door grote raamopeningen werd onderschat. De werkelijke kosten waren dus hoger dan de berekende kosten. Dit betekent dat de berekening van het ventilatieverlies in het programma nog moet worden bijgesteld voor het in de praktijk kan worden toegepast. De produktie bleek door het programma wel vrij goed te zijn berekend.

1. INLEIDING

De fotosynthese van het gewas is evenredig met de instraling. Dit betekent dat bij een hoge instraling ook meer CO₂ wordt opgenomen. Aan de andere kant staan dan meestal ook de ramen ver open, zodat veel van de gedoseerde CO₂ direct weer via ventilatie verdwijnt. De baten (gewasopname van CO₂, vermenigvuldigd met de verwachte veilingprijs) en kosten (opname + verlies van CO₂, vermenigvuldigd met de kostprijs) van de dosering dienen steeds tegen elkaar afgewogen te worden. Om dit probleem van de tuinder over te nemen is een optimalisatiemodel ontwikkeld (Challa en Schapendonk, 1986) dat deze afwegingen kan maken aan de hand van klimaatgegevens, gewasgegevens kostprijs voor CO₂ en produktprijs.

In 1986 is een regeling op basis van dit model vergeleken met regelingen tot een vaste concentratie. Hierbij bleek de optimalisatie voor het behalen van dezelfde produktie maar een deel van het verbruik te hebben. Het aanhouden van een vaste concentratie is echter vanuit de praktijk niet realistisch. Om aan te geven wat het voordeel van de optimalisatie voor de tuinder is is in 1988 nogmaals een experiment uitgevoerd, waarbij aanvullende dosering (naast rookgasdosering) volgens het optimalisatieprogramma werd vergeleken met een "praktijkregeling", waarbij afhankelijk van de raamstand aanvullend werd gedoseerd (Rijsdijk en anderen, 1989). Bij dit experiment bleken er echter t.a.v. de berekeningen in het model en t.a.v. de meting van het CO₂-verbruik enkele zaken fout gelopen te zijn, zodat uiteindelijk geen economische evaluatie van de proef kon worden gegeven.

Derhalve is dit experiment nogmaals uitgevoerd. Als aanvulling is daarnaast nauwkeurig de gehele gewasontwikkeling gevolgd, zodat het effect van CO₂ op de bouw van het gewas in kaart kon worden gebracht. Achtergrond bij deze aanvullende registratie was de constatering van kort blad bij tomaat, hetgeen onder invloed van CO₂ werd versterkt (Rijsdijk en anderen, 1990).

2. MATERIAAL EN METHODEN

2.1 Kas en klimaatinstellingen

De proef werd uitgevoerd in kas 210 (klimaatkas) van het PTG. Een beschrijving van deze kas staat in het verslag "Optimalisatie CO₂-dosering" (Rijdsijk en anderen, 1989).

Op 12 augustus werden de komkommers geplant. Vanaf deze datum waren de volgende setpoints van toepassing:

	<u>verwarming</u>	<u>ventilatie</u>
dagdeel 1	23.0 °C	23.5 °C
dagdeel 2	21.0 °C	21.5 °C
start dag (t.o.v. zon op)	0.00 uur	0.00 uur
start nacht (t.o.v. zon onder)	0.00 uur	0.00 uur
verhoging setpoint	20 min. °C ⁻¹	20 min. °C ⁻¹
verlaging setpoint	20 min. °C ⁻¹	20 min. °C ⁻¹
minimum buis dagdeel 1	0.0 °C	
minimum buis dagdeel 2	40.0 °C	
P-band dagdeel 1		10.0 °C
P-band dagdeel 2		10.0 °C
minimum raam dagdeel 1		0.0 ‰
minimum raam dagdeel 2		3.0 ‰
meelopen ramen loefzijde		40.0 ‰

Wijziging instellingen op 23 augustus:

minimum buis dag	40.0 °C	
drempelwaarde voor lichtinvloed	100.0 W.m ⁻²	
buistemp.verandering	0.1 °C per W.m ⁻²	
maximale verandering	20.0 °C	

Opmerking: Bovenstaande min. buis bleek in kascomplex 210B niet te zijn ingesteld. Op 2 september is dit wel gebeurd.

Wijziging instellingen op 27 augustus:

	<u>verwarming</u>	<u>ventilatie</u>
dagdeel 1	21.5 °C	22.0 °C
dagdeel 2	20.0 °C	20.5 °C

Wijziging instellingen op 30 augustus:

	<u>verwarming</u>	<u>ventilatie</u>
dagdeel 1	19.0 °C	19.5 °C
dagdeel 2	19.0 °C	19.5 °C

De CO₂-instellingen zijn op 22 augustus ingevoerd (zie paragraaf 2.2.1). Daarvoor werd geen CO₂ gedoseerd.

2.2 CO2

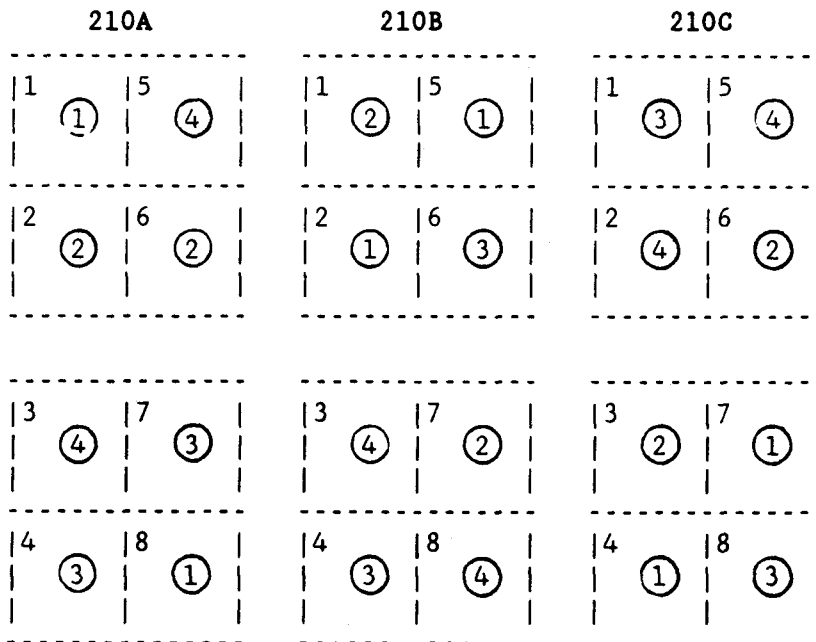
2.2.1 Behandelingen

De volgende 4 CO2-behandelingen werden in de 24 afdelingen van kas 210 in zesvoud neergelegd.

- | | |
|--|---------|
| 1. Geen CO2 doseren (controlebehandeling) | [geen] |
| 2. Uitgangspunt rookgasdosering:
bij warmtevraag streefwaarde 1000 ppm
bij geen warmtevraag niet doseren | [rookg] |
| 3. Uitgangspunt rookgasdosering + aanvullend zuivere CO2
bij warmtevraag streefwaarde 1000 ppm
bij geen warmtevraag streefwaarde van 600 ppm
tot 4% raamopening. Tussen 4 en 20% raamopening
streefwaarde dalend tot 350 ppm | [prakt] |
| 4. Uitgangspunt rookgasdosering + aanvullend zuivere CO2
bij warmtevraag streefwaarde 1000 ppm
bij geen warmtevraag optimaliseren met een vaste
prijs voor CO2 (25 ct.kg ⁻¹) | [opti] |

In onderstaande figuur staat aangegeven hoe de 4 behandelingen over de afdelingen waren verdeeld.

Figuur 1. Verdeling van de behandelingen over de afdelingen van kas 210



De afdelingen 1,2,3,4 en de afdelingen 5,6,7 en 8 van elk kascomplex zijn aangesloten op één CO2-meter. Bij de verdeling van de herhalingen is ervoor gezorgd dat een behandeling bij elke CO2-meter terecht kwam (blokken). Dit is gedaan omdat de meters voor dit type onderzoek eigenlijk wat te onnauwkeurig zijn (zie paragraaf 2.2.2). Afwijkende metingen werden op deze wijze uitgemiddeld.

2.2.2 Meting, regeling en dosering

In kas 210 wordt gebruik gemaakt van zuivere CO₂ en de meting van de CO₂-concentratie gebeurt met Siemens Ultramats type 22P. Bovengenoemde meters hebben een meetbereik van 0-5000 ppm en geven een ruis in het uitgangssignaal van 1% van de max. schaal (50 ppm). Verder is er een invloed van luchtdruk en temperatuur. Er mag verwacht worden dat de ruis in de tijd wordt opgeheven door de uitmiddeling van positieve en negatieve afwijkingen.

De buitenconcentratie wordt met eenzelfde type meter gemeten, met een meetbereik van 0-1000 ppm (ruis van 5 ppm).

De meters zijn zo nauwkeurig mogelijk afgesteld met ijk-gassen van een waarde die in het meetgebied liggen. Voor de afstelling van de meters in de kas is gebruik gemaakt van gas met een CO₂-concentratie van 0, 255 en 910 ppm. Voor een verdere omschrijving van het doseer- en meetsysteem zie verslag "Optimalisatie CO₂-dosering" (Rijdsijk en anderen, 1989).

Aangezien in kas 210 geen rookgasaansluiting aanwezig is werd de rookgasdosering gesimuleerd door op momenten met warmtevraag (zie paragraaf 2.2.3) zuivere CO₂ te doseren in de hoeveelheid die bij rookgasdosering ter beschikking is. Hierbij is verondersteld dat het effect van rookgassen en zuivere CO₂ op de groei gelijk zijn.

Om bij de optimalisatiebehandeling steeds voldoende CO₂ te kunnen doseren was het nodig in deze afdelingen andere flowmeters te monteren met een hogere maximum flow (zie paragraaf 2.2.4). Bij de andere 18 afdelingen is gebruik gemaakt van de standaard flowmeters.

Tijdens het experiment zijn de volgende problemen opgetreden bij de dosering en meting:

Op 2 september is in de afdelingen 210B.3 en .4 continu gedoseerd tussen 11.00 en 14.00 uur door het vergeten terug te zetten van de schakelaar op automatisch doseren, na het controleren van de flowmeters

Op 6 september is de gehele dag geen CO₂ gedoseerd omdat de voorraadtank leeg was

In het weekend van 7 en 8 september heeft de CO₂-regeling fout gewerkt door een verkeerde meting. De CO₂-meters bleken zichzelf genuld te hebben met omgevingslucht, met als gevolg dat de meters veel te lage waarden aangaven, zodat bijna continu werd gedoseerd. Waarschijnlijk is deze fout te wijten aan slecht werkende kleppen in de Ultramats. Nadien is de automatische nulcalibratie uitgezet en is regelmatig handmatig gecalibreerd.

2.2.3 Berekening en dosering "rookgas-CO₂"

De verwarming van verscheidene kascomplexen wordt op het PTG door één verwarmingsketel verzorgd. Daarom was voor kascomplex 210 niet zondermeer aan te geven hoeveel rookgas-CO₂ beschikbaar kwam bij de verwarming. De beschikbaarheid van rookgassen moest daarom berekend worden. Hiervoor werden de volgende aannamen gedaan:

- De minimum branderstand is $40 \text{ m}^3 \cdot \text{ha}^{-1} \cdot \text{uur}^{-1}$. Bij deze branderstand komt $129.4 \text{ KJ} \cdot \text{m}^{-2}$ aan energie vrij (= 92% van de bovenwaarde).
- Op het moment dat de warmtevraag 's morgens stopt heeft de ketel nog een warmte-inhoud van $100 \text{ KJ} \cdot \text{m}^{-2}$. Dit komt overeen met een water-inhoud van $1 \text{ l} \cdot \text{m}^{-2}$ en het opwarmen van de ketel van 85 tot 110 °C.

- Er is een CO₂-doseerinstallatie met een vaste capaciteit die gelijk is aan de hoeveelheid rookgassen die vrijkomen bij de minimum branderstand. D.i. $7.2 \text{ g.m}^{-2} \cdot \text{uur}^{-1}$ ($40 \text{ m}^3 * 1.8 \text{ kg.m}^{-3} / 10000 \text{ m}^2$). Dit komt overeen met een stuurtijd van 92 sec. per 4 minuten voor een afdeling met een oppervlak van 55 m^2 en een standaard flowmeter die op 90% van de maximale schaal staat afgesteld.

Als er warmtevraag is wordt warmte onttrokken aan de ketel. De brander zal af en toe aanslaan om de keteltemperatuur weer op peil te brengen (= op te warmen van 85 tot 110 C). Hoe vaak en hoelang de brander aanstaat is afhankelijk van de warmte-afgifte van de buizen in de afdelingen. Dit energieverbruik kan worden berekend uit het verschil tussen buis- en kasttemperatuur (Nawrocki, 1985).

Aan de ene kant wordt de ketelbuffer gevuld doordat de brander aan staat. Aan de andere kant wordt de buffer geleegd door verwarming. De afname van de ketelbuffer door verwarming werd berekend met de volgende formule:

$$\begin{aligned}tp &= \text{buis} - ((\text{buis} - 20) * 0.04) \\q50 &= (\text{emi} * \text{boltz} * \text{a51} * ((\text{tp}^{**4}) - (\text{tl}^{**4}))) \\q49 &= (\text{c} * ((\text{tp} - \text{tl}) / (\text{tl} * \text{d51}))^{**0.25} * \text{a51} * (\text{tp} - \text{tl})) \\q51 &= q50 + q49 \\q &= q51 * 151 * (60 / 1000)\end{aligned}$$

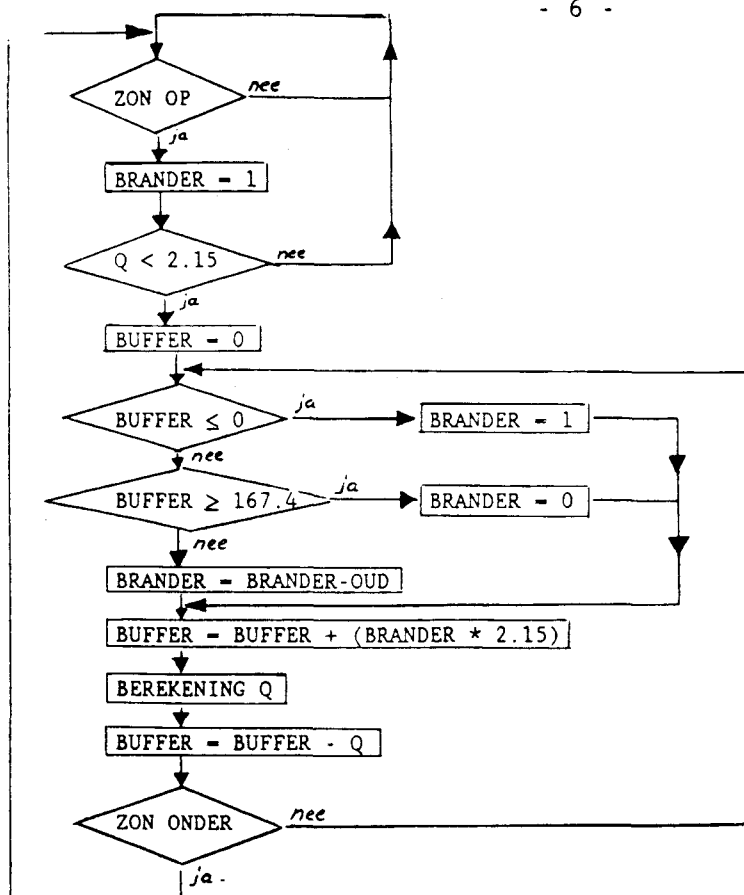
waarbij: buis = gemeten buistemperatuur achter mengklep. Deze wordt omgezet in een gemiddelde buistemperatuur.

$$\begin{aligned}tp &= \text{buistemperatuur in Kelvin (= T}_{\text{buis}} + 273) \\tl &= \text{kasttemperatuur in Kelvin (= T}_{\text{kas}} + 273) \\c &= \text{convectiecoëfficiënt (waarde = 5.37)} \\emi &= \text{emissiecoëfficiënt (waarde = 0.9)} \\d51 &= \text{doorsnede van de buis (waarde = 0.051)} \\a51 &= \text{oppervlak van 1 meter buis (waarde = 0.1602857)} \\151 &= \text{aantal meter buis per m}^2 \text{ in kas 210 (waarde = 1.657)} \\boltz &= \text{constante van boltz (waarde = 0.0000000567)} \\q50 &= \text{warmte-afgifte door straling} \\q49 &= \text{warmte-afgifte door convectie} \\q51 &= \text{totale warmte-afgifte door de buizen in W per meter buis} \\q &= \text{totale warmte-afgifte door de buizen in KJ/m}^2 \text{/min}\end{aligned}$$

De berekening van de branderstand gebeurt als volgt:

- De bufferinhoud van de ketel wordt gevuld als de brander aanstaat. De warmte-afgifte door de brander (kleine vlam) = $2.15 \text{ KJ.m}^{-2} \cdot \text{min}^{-1}$. (Bij een temperatuurverschil van 12.9°C tussen T_{kas} en T_{buis} is er een energieverbruik van 2.15 KJ.m^{-2} . De ketelbuffer wordt dan nog niet gevuld).
- Als de ketelbuffer vol is (= 100 KJ.m^{-2}) slaat de brander uit. De CO₂-dosering stopt dan in behandeling 2 [rookg]
- Als de ketelbuffer door warmte-afgifte in de kas leeg is (0 KJ) slaat de brander aan. Er kan nu rookgas gedoseerd worden ($7.2 \text{ g.m}^{-2} \cdot \text{uur}^{-1}$).
- Op het moment dat 's morgens de warmtevraag stopt kan de ketelbuffer nog 100 KJ.m^{-2} gevuld worden. De warmtevraag is gestopt op het moment dat de warmtevraag lager is dan de warmteproductie van de brander in de lage stand. Dit is bij een energieverbruik lager dan $2.15 \text{ KJ.m}^{-2} \cdot \text{min}^{-1}$. Deze aanname mag maar eenmaal per dag worden gedaan!

In figuur 2 is de berekening in een stroomschema gezet.



Figuur 2. Stroomschema van de warmtevraagberekening

Op momenten met warmtevraag zou in de behandelingen 2 tm 4 met een vaste stuurtijd (tot 1000 ppm) gedoseerd moeten worden. Een nadeel hiervan is echter dat in sommige afdelingen structureel wat meer of minder geventileerd kan worden, zodat de CO₂-concentratie verschillend is, met als gevolg dat de behandelingen niet meer goed vergelijkbaar zijn. Er is daarom voor het volgende systeem gekozen:

Op momenten met warmtevraag werd in 3 afdelingen van behandeling 2 [rookg], te weten 210B.1, 210B.7 en 210C.3 met een vaste stuurtijd van 92 seconden per 4 minuten CO₂ gedoseerd, tot de maximum concentratie van 1000 ppm. De gemiddelde concentratie die in deze afdelingen werd bereikt gold als setpoint voor de andere afdelingen waarin "rookgas-CO₂" moest worden gedoseerd.

2.2.4 Meting CO₂-verbruik

Het CO₂-verbruik werd bepaald door de flow te vermenigvuldigen met de stuurtijd. Er werden twee soorten flowmeters gebruikt nl. de standaardmeters (BROOKS INSTRUMENTS, type₁ FP-1/4-15-P-3/37, float SS-14) met een flow van 50 tot 800 l.uur⁻¹ voor lucht en extra grote flowmeters voor de optimalisatiebehandeling (BROOKS INSTRUMENTS, type₁ FP-1/4-41-G-3/37, float SS-14) met een flow van 100 tot 2300 l.uur⁻¹ voor lucht.

Alle flowmeters zijn op twee data gecontroleerd m.b.v. een ijkflowmeter (ROTA, type L63/2400-11791, float TITAN). De controle geschiedde als volgt:

De doseerleidingen in de kas werden afgekoppeld en de ijkflowmeter werd achter de flowmeter in de kas gemonteerd. De te controleren flowmeter werd op het gewenste nivo afgesteld en de stand van de ijkflowmeter werd genoteerd. Daarna werd de doseerleiding weer

aangesloten en de flowmeter opnieuw op het gewenste nivo afgesteld. De gemeten waarden staan vermeld in bijlage A1.

Tussen de flowmeters zijn soms behoorlijke verschillen gemeten. Dit werd veroorzaakt door een afwijking van de flowmeters zelf en een fout bij het afregelen en aflezen. Voor het berekenen van het CO₂-verbruik is de gemiddelde stand van alle ijkflowmeters genomen, welke op 7 augustus werden gemeten.

kleine flowmeter = 6.89 mm
= 692.2 l.uur⁻¹ (lucht) = 566.3 l.uur⁻¹ (CO₂) = 1043.2 g.uur⁻¹ (CO₂)

grote flowmeter = 11.95 mm
= 1462 l.uur⁻¹ (lucht) = 1196.2 l.uur⁻¹ (CO₂) = 2203.3 g.uur⁻¹ (CO₂)

Door verloop kan de stand van de flowmeter in de loop der tijd wijzigen, maar ook door verschil in voordruk, wat veroorzaakt wordt door de vulling van de voorraadtank (bij afname voorraad lagere druk) en de CO₂-vraag in andere kascomplexen. Om deze afwijkingen zoveel mogelijk te ondervangen werden de flowmeters in het begin dagelijks en later om de dag gecontroleerd en eventueel bijgesteld. Dit gebeurde vnl. 's morgens. Het is dus mogelijk dat de werkelijke flow iets lager is geweest dan verondersteld omdat de grootste CO₂-afname 's middags plaatsvindt, zodat de druk op het systeem dan wat lager kan zijn geweest.

2.3 Dataverzameling klimaatcomputer

De CO₂-concentratie werd iedere 4 minuten gemeten. Om het mogelijk te maken achteraf naberekeningen uit te voeren met het optimalisatiemodel zijn de andere verzamelde gegevens ook per 4 minuten opgeslagen vanaf 12 augustus tm 24 oktober.

Ter controle van de berekening van de warmtevraag is naast de berekende buistemperatuur de gemeten buis van de aanvoer en retour geregistreerd. Van het kasklimaat is zowel de droge bol en de nattebol alswel het berekend vochtdeficit weggeschreven. Daarnaast is de CO₂-concentratie en de stuurtijd van de flowmeters weggeschreven.

Voor het berekenen van het ventilatieverlies is de raamstand aan de oost- en westkant opgeslagen. Gegevens van het buitenklimaat (windsnelheid, windrichting en straling) werden als minuutwaarden weggeschreven.

Van de optimalisatiebehandelingen is de berekende CO₂-opname, het CO₂-verlies en de berekende CO₂-concentratie geregistreerd.

Verder is van de drie afdelingen waar tijdens warmtevraag met een vaste flow werd gedoseerd bijgehouden wat de berekende branderstand was, de warmte-inhoud van de ketel en of er wel of geen warmtevraag was.

In bijlage A2 wordt een overzicht gegeven van de verzamelde data.

2.4 Gewas

De komkommerplanten van het ras Jessica werden op 20 juli gezaaid en op 12 augustus in de kas gezet. De plantafstand was 60 cm in de rij (1.3 pl.m⁻²). In elke afdeling stonden 12 rijen van 6 planten, met in de twee gevelrijen een plant extra (de planten in de gevelrijen waren van het witresistente ras Aramon). Totaal stonden er 74 planten per afdeling. De vier middelste rijen (24 planten) werden gebruikt om de oogst van bij te houden en planten uit de rijen daaromheen werden voor het labellen (zie paragraaf 2.5.5) of destructieve waarnemingen gebruikt.

Bij de gewasbescherming werd zoveel mogelijk gebruik gemaakt van biologische bestrijding (roofmijt tegen trips en sluipwesp tegen witte vlieg). Hiermee waren beide plagen goed in de hand te houden. Alleen tegen wit (echte meeldauw) moest regelmatig gespoten worden (vanaf halverwege de teelt eens in de week). Rupsen werden zoveel mogelijk met de hand verwijderd, maar aan het eind van de teelt moest er toch tegen gespoten worden. De laatste week was er veel uitval door stengelbotrytus, zodat werd besloten de proef op 24 oktober te beëindigen.

2.5 Gewaswaarnemingen

2.5.1 *Productie*

De eerste vruchten werden op 20 augustus geoogst, de laatste op 24 oktober. In het begin werd driemaal per week en later tweemaal per week geoogst. Hierbij werden alleen de vruchten van de 4 middelste rijen (24 planten) van een afdeling geregistreerd. Van de geoogste vruchten werd het aantal en gewicht van exportvruchten en binnenland bepaald. Van de stekvruchten werd alleen het gewicht gemeten.

2.5.2 *Onderhoud*

Ter controle van de berekende fotosynthese in het optimalisatiemodel en om de gegevens van de komkommerproef geschikt te maken voor de verdere validatie van een fotosynthesemodel (Gijzen and ten Cate, 1988) was het nodig dat al het gevormde materiaal werd verzameld en gesplitst in blad, stengel en vruchten. Hiervan was vooral van belang te weten uit hoeveel droge stof het bestond. Omdat het teveel werk was dit van alle afdelingen te verzamelen werd tot aan de start van de behandelingen uit vier aselekt gekozen afdelingen het materiaal uit de oogstrijen verzameld. Na het ingaan van de behandelingen werd het materiaal verzameld uit twee aselekt gekozen herhalingen van iedere behandeling.

Tot de zevende oksel werden alle vruchtjes van de stam verwijderd en tevens werden alle baarden en botjes (ranken) van de hoofdstam verwijderd. De twee hoofdranken werden op ± 1 m. afgekapt en een deel van de zijrankjes werd aangehouden.

2.5.3 *Destructieve waarnemingen*

Bij het planten is van 10 planten het vers- en drooggewicht van stengel en blad bepaald, alsmede het bladoppervlak. Op 26 augustus, 17 september en 24 oktober (einde teelt) is van één plant per afdeling het vers- en drooggewicht bepaald van blad, stengel en vruchten en is het bladoppervlak bepaald.

2.5.4 *Non-destructieve bepaling LAI*

Het optimalisatiemodel gebruikt voor het berekenen van de fotosynthese o.a. de LAI van het gewas. Deze dient gedurende de teelt regelmatig te worden bijgesteld. Bij de eerste plantslchting (26 augustus) is behalve het totale bladoppervlak ook van een aantal aparte bladeren het bladoppervlak en de bladbreedte gemeten. M.b.v. lineaire regressie is een verband uitgezet tussen het kwadraat van de bladbreedte en het bladoppervlak. Bij een eerder proef bleek dit de best relatie te geven (Rijsdijk en anderen, 1989). Tussen de plantslchtingen is een keer de LAI bepaald door van enkele

planten van elk blad de breedte te meten en dit m.b.v. de gevonden formule om te zetten in oppervlakte.

Instellingen LAI in optimalisatiemodel	op 22 aug (begin proef)	1.7
	op 3 sep	2.3
	op 18 sep	2.36

2.5.5 *Drogestofgehalte vruchten*

Omdat het vermoeden bestond dat het drogestofgehalte van de komkommers onder invloed van CO₂ zou toenemen is op vier data een drogestofbepaling uitgevoerd van geoogste vruchten. De data waren 2 september, 26 september, 7 oktober en 21 oktober. De vruchten werden bij 80 en 105 °C gedroogd.

2.5.6 *Uitgroei duur vruchten*

Vanaf het begin van de bloei zijn van 4 planten per afdeling alle bloemen gelabeld op het moment dat ze net geheel open waren. Per oogstdatum werd de uitgroei duur en het gewicht van deze vruchten geregistreerd, zodat later een grafiek gemaakt kon worden van het verloop in uitgroei duur per behandeling en een inschatting gemaakt kon worden van de plantbelasting (voor een nauwkeurige bepaling van de plantbelasting is de drogestoftoename van de vruchten tijdens de uitgroei duur nodig).

Op 23 september werd (vanwege tijdgebrek) gestopt met labelen.

3. RESULTATEN

3.1 Gerealiseerd klimaat

3.1.1 *Temperatuur*

In bijlage A3 is een tabel gegeven met de gemiddelde temperatuur die in iedere afdeling per week is bereikt, hierbij is een opsplitsing gemaakt naar etmaal en de periode tussen 10:00 en 16:00 uur.

Uit deze bijlage blijkt dat over de gehele periode de klimaatregeling goed heeft gefunctioneerd, want over een week gezien is het verschil in temperatuur tussen de behandelingen steeds kleiner dan 0.1°C . Dit geldt zowel voor het etmaal als het dagdeel.

3.1.2 *Luchtvochtigheid*

Evenals de temperatuur is het gemiddeld vochtdeficit per week in een tabel gezet (bijlage A4). Ook hierbij blijkt er geen structureel verschil tussen de behandelingen te zitten, zowel over het etmaal als in de periode van 10:00 tot 16:00 uur.

3.1.3 CO_2 -nivo

In bijlage A5 staat het weekverloop van de gemiddelde CO_2 -concentratie per afdeling weergegeven, op momenten van warmtevraag, bij geen warmtevraag en tussen 10:00 en 16:00 uur.

De gemiddelde concentratie stijgt van het begin tot het eind van de proef. Dit komt omdat de dagen korter werden en het weer donkerder, zodat er meer momenten met warmtevraag waren en minder verlies aan CO_2 door ventilatie.

Op momenten met warmtevraag werd in behandeling 2 [rookg], 3 [prakt] en 4 [opti] op eenzelfde wijze gedoseerd (zie paragraaf 2.2.3). De bereikte concentratie zou daarom voor deze behandelingen tijdens warmtevraag gelijk moeten zijn. Dit blijkt te kloppen voor de behandelingen 2 en 3. Bij behandeling 4 is de concentratie echter gemiddeld steeds iets hoger.

In bijlage A6 is het dagverloop van de CO_2 -concentratie te zien per behandeling, waarbij de concentraties gemiddeld zijn over een week (de concentratie om 10:00 uur is dus het gemiddelde van 7 uurwaarden). In week 33 werd niet gedoseerd. Het concentratieverloop van alle vier de behandelingen ligt mooi gelijk.

In week 34 en 35 begint de CO_2 -concentratie met een piek die snel verdwijnt. Dit wordt veroorzaakt door een korte tijd met warmtevraag. De hoogte van de piek ligt voor beh. 2, 3 en 4 gelijk. Ondanks de grotere flowmeter in behandeling 4 schiet de dosering hier dus niet door. Duidelijk is te zien dat de gerealiseerde CO_2 -concentratie van beh.4 ver boven de ander behandelingen uitsteekt. T.o.v. de praktijkregeling berekent de optimalisatie veel hogere concentraties. Dat de waarden die berekent zijn worden gerealiseerd blijkt uit bijlage A7, waar o.a. dagverlopen zijn uitgezet van de berekende en gemeten CO_2 -concentratie van de optimalisatiebehandeling op zonnige en bewolkte dagen.

3.2 CO₂-verbruik

In bijlage A9 is in figuur 1 en 2 het CO₂-verbruik per week weergegeven van alle 4 de behandelingen. In bijlage A10 staat voor behandeling 2 tm 4 (verbruik beh.1 is nul) per week het verbruik gegeven. In onderstaand tabel is het totaal CO₂-verbruik per behandeling gegeven. De dosering tijdens warmtevraag zou voor behandeling 2 tm 4 gelijk moeten zijn. De dosering bij behandeling 4 was echter duidelijk hoger.

Tabel 1. Totaal CO₂-verbruik bij wel en geen warmtevraag in kg.m⁻²

herh.	warmtevraag				geen warmtevraag			
	beh.1	beh.2	beh.3	beh.4	beh.1	beh.2	beh.3	beh.4
1	0.0	3.4	2.6	4.3	0.0	0.5	0.5	3.7
2	0.0	2.8	3.3	5.0	0.0	0.4	0.6	4.4
3	0.0	3.1	3.3	4.9	0.0	0.4	0.6	3.8
4	0.0	2.8	3.5	4.0	0.0	0.4	0.9	4.3
5	0.0	2.9	2.7	3.9	0.0	0.4	0.5	3.8
6	0.0	3.2	4.0	6.2	0.0	0.5	1.4	5.4
gem.	0.0	3.0	3.2	4.7	0.0	0.4	0.7	4.2

3.3 Gewas

3.3.1 Generatieve produktie

Een statistische verwerking van de gegevens van de totale oogst staat gegeven in bijlage B1. In bijlage B2 is in twee figuren het cumulatief produktieverloop van de 4 behandelingen gegeven. In een tabel is de produktie over de gehele teelt gegeven. Bij de totale produktie in kg.m⁻² is te zien dat de produktie toeneemt bij een hogere CO₂-dosering. Alleen tussen behandeling 2 en 3 is geen significant verschil. Voor het aantal vruchten (export + binnenland) geldt hetzelfde. Tussen behandeling 2 en 3 is het verschil bij 95% betrouwbaarheid niet significant.

De CO₂-dosering had op het percentage binnenland en stek geen invloed. Beiden vertoonden geen significante verschillen. De CO₂ had wel een duidelijke invloed op het gemiddeld vruchtgewicht. Deze was groter bij een hogere CO₂-dosering. Ook hier is het verschil tussen behandeling 2 en 3 niet significant (en ook niet oplopend in de reeks).

Figuur 1 en 2 in bijlage B1 laten zien dat de behandeling met de hoogste CO₂-dosering al direkt een verschil in produktie gaf. De andere behandelingen begonnen na twee weken verschillen te geven.

3.3.2 Drogestofgehalte vruchten

In bijlage B3 zijn de resultaten te zien van de vier bepalingen van het drogestofgehalte van oogstbare vruchten. De vruchten zijn zowel bij 80 als 105 °C gedroogd. Uit de resultaten blijkt dat het gevonden drogestofgehalte vrij sterk afhangt van de temperatuur waarbij en de tijd dat gedroogd wordt. Bij de eerste drogestofbepaling werden de vruchten eerst bij 80 °C gedroogd en na 7 dagen gewogen. Daarna werd de ene helft van de vruchten verder gedroogd bij 80 °C en de andere helft bij 105 °C. Verder drogen bij 80 °C gedurende nog eens zeven dagen zorgde voor een verdere gewichtsafname van 1.5 % (relatief). Verder drogen bij 105 °C zorgde voor een verdere gewichtsafname van ruim 6% (relatief).

Het gemiddelde drogestofgehalte van de 4 behandelingen, gedroogd bij 105 °C was voor de vier data:

<u>datum</u>	<u>gemiddeld drgst%</u>	<u>lsd</u> =0.05
02-09	3.09	0.18
26-09	2.92	0.21
07-10	2.68	0.17
21-10	3.01	0.46

Er is geen effect van de behandelingen te zien op het drogestofgehalte. Opvallend is het lage drogestofgehalte op 07-10 en de grote spreiding bij de bepaling aan het einde van de teelt op 21-10.

3.3.3 *Plantslachtingen*

In bijlage B4 staan de gegevens die bij de plantslachtingen op 4 data zijn verzameld. Het versgewicht van het blad is bij de behandelingen met hoog CO₂ gemiddeld wat hoger dan die met laag CO₂. De verschillen zijn echter niet significant. Bij het versgewicht van de stengel is hetzelfde waar te nemen. Het totaal versgewicht van de vruchten van de vruchten die nog aan de planten hingen is zeer uiteenlopend. Als een vrucht net wel of net niet is geoogst dan geeft dit een groot verschil in het gewicht. De cijfers geven dus geen duidelijk beeld van de belasting van de plant. Voor het drooggewicht van de verschillende plantedelen geldt hetzelfde als hierboven voor het versgewicht is vermeld.

Het drogestofgehalte van de bladeren vertoont de eerste drie slachtingen geen behandelingseffect. Alleen op de laatste slachtdatum is het drogestofgehalte van [opti] significant lager dan dat van [geen]. Het drogestofgehalte van de stengel geeft over de hele proefperiode geen behandelingseffect te zien.

Het drogestofgehalte van de vruchten is afhankelijk van de gemiddelde uitgroei van de vruchten, daar de vruchten bij het uitgroeien en groter watergehalte krijgen. Dit is terug te vinden in de trend dat bij een hoger versgewicht aan vruchten het drogestofgehalte wat lager is.

De leaf area index (LAI) vertoont een duidelijke positieve lijn in de richting van een hogere CO₂-dosering bij de eerste en de laatste slachting. Bij de twee slachtingen midden in de teelt is geen verschil aantoonbaar.

De specific leaf area (SLA) is het aantal cm² per g drooggewicht van het blad. Dit is een maat voor de dikte van het blad (bij een gelijk drogestofgehalte van het blad). Alleen bij de laatste plantslachting blijkt dit een positieve lijn te geven in de richting van een hogere CO₂-dosering en een significant verschil tussen [opti] en [geen]. Het drogestofgehalte van het blad is niet significant verschillend, zodat geconcludeerd kan worden dat de optimalisatiebehandeling dunner blad had.

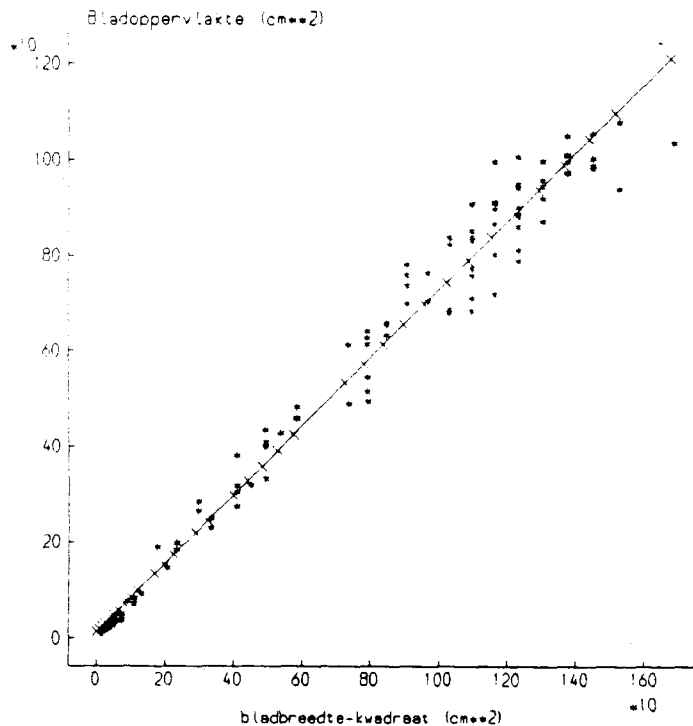
3.2.4 *Non-destructieve bepaling LAI*

Bij een eerdere komkommerproef (Rijsdijk en anderen, 1989) bleek er een goede relatie te bestaan tussen de breedte van een komkommerblad en het oppervlak. Daarom zijn bij de eerste plantslachting van 134 bladeren apart het oppervlak en de bladbreedte bepaald. Via lineaire regressie is hiertussen het volgende verband gevonden:

$$\text{opp} = 12.77 + 0.71189 * (\text{breedte})^2$$

opp = bladoppervlakte (cm²)
breedte = bladbreedte (cm)

Zowel voor kleine als voor grote bladeren bleek deze relatie goed te kloppen (zie figuur 3). De lijn kwam voor 98.2 % overeen met de gemeten punten.



Figuur 3. Relatie bladoppervlakte en bladbreedte

Op 3 september werd bij beh.4 [opti] van één plant per herhaling de bladbreedte van alle bladeren opgemeten en werd hieruit de LAI berekend (zie tabel 2).

Tabel 2. Berekende LAI van optimalisatiebehandeling op 03-09-1991

<u>herh.1</u>	<u>herh.2</u>	<u>herh.3</u>	<u>herh.4</u>	<u>herh.5</u>	<u>herh.6</u>	<u>gemiddeld</u>
2.27	1.97	2.22	1.86	1.71	1.76	1.96

3.3.5 Gewasonderhoud

Bij het onderhoud van het gewas werden regelmatig plantedelen weggehaald. Om een goede indruk te houden van de totale biomassa productie en de verdeling naar de verschillende plantedelen is vòòr de start van de behandelingen van 4 aselekt gekozen afdelingen elke keer het weggehaalde materiaal verzameld en gescheiden in bladeren, stengels (incl. baarden) en vruchten. Hiervan is de eerste en tweede keer zowel het vers- als drooggewicht bepaald. Omdat er al wat dood materiaal bij zat had het bepalen van het versgewicht later geen zin meer. Na de start van de behandelingen werd aselekt van 2 herhalingen per behandeling het materiaal verzameld. De verzamelde gegevens staan in bijlage B5.

3.3.6 Vegetatieve produktie

M.b.v. de gegevens van het gewasonderhoud (paragraaf 3.3.5) en van de plantslachten (paragraaf 3.3.3) is het verloop van de vegetatieve produktie van het gewas bepaald. Bij het gewasonderhoud is niet altijd het versgewicht van het materiaal bepaald. Dit gegeven is teruggerekend uit het drooggewicht en het drogestofgehalte wat bij de plantslachten werd gevonden.

Het verloop van droog- en versgewicht is uitgezet in de figuren 1 en 2 in bijlage B6.

3.3.7 Gewasbeoordeling

Om te zien of er onder invloed van CO₂ zichtbare veranderingen aan het gewas ontstonden is er op 8 oktober door twee personen een visuele beoordeling van het gewas uitgevoerd. Hierbij werden de volgende onderdelen beoordeeld:

- | | |
|----------------------------------|-------------------------------|
| - Aantasting door meeldauw (wit) | 0=geen, 10=veel aantasting |
| - Kleur van het gewas | 0=zeer licht, 10=zeer donker |
| - Dichtheid van het gewas | 0=zeer schraal, 10=zeer dicht |
| - Verdroogde bladranden | 0=zeer weinig, 10=zeer veel |

De uitkomst van de beoordeling staat in bijlage B8. Bij geen van de onderdelen werd een significant verschil tussen de behandelingen waargenomen.

3.3.8 Uitgroeiduur vruchten

In bijlage B9 is in figuur 1 het verloop van de uitgroeiduur over de teeltperiode uitgezet. De uitgroeiduur neemt toe van 5 dagen voor de eerste vruchten tot meer dan 18 dagen voor de laatst geoogste vruchten. Uit de figuur is duidelijk te zien dat de uitgroeiduur afneemt bij een hogere CO₂-dosering. Zowel in het begin van de teelt (bij een korte uitgroeiduur) als aan het einde van de teelt (bij een lange uitgroeiduur) wordt de uitgroei van de vruchten bij de optimalisatie t.o.v. niet doseren met ongeveer 1 dag verkort.

De plantbelasting (in aantal vruchten per plant) neemt gedurende de teelt ook sterk toe. Ondanks de snellere uitgroeiduur bij de optimalisatie blijkt de plantbelasting ook hier hoger te zijn. Bij een hogere CO₂-dosering hangen er dus meer vruchten aan de plant, die ook sneller uitgroeien.

4. DISCUSSIE

4.1 Klimaat

4.1.1 Luchtvochtigheid

Bij een hoge CO₂-concentratie sluiten de huidmondjes iets (Nederhoff en Rijdsdijk, 1990), waardoor de verdamping wat wordt geremd. Dit heeft een invloed op de luchtvochtigheid in de kas. Blijkbaar was het verschil in CO₂-concentratie niet groot genoeg en/of het ventilatievoud te hoog om een verschil in luchtvochtigheid te creëren o.i.v. de verschillende CO₂-nivo's.

4.1.2 CO₂-nivo

Opvallend is dat de CO₂-concentratie in behandeling 1 [geen] niet of nauwelijks onder de 350 ppm daalt, terwijl in de praktijk bij zonnig weer de CO₂-concentratie tot 150 ppm weg kan zakken als er in het geheel niet wordt gedoseerd. Wellicht vind dit verschil zijn oorzaak in het feit dat er in de klimaatkas slechts kleine afdelingen zijn waarin de lucht zich beter opmengt, zodat de concentratie binnen het gewas (waar het aanzuigpunt hangt) niet zo ver daalt. Er kan ook lekkage zijn opgetreden van naburige afdelingen (via gevels en luchtramen) of vanuit de corridor. Om te voorkomen dat de CO₂-concentratie in de corridor op zou lopen werd deze continu gelucht.

In behandeling 4 [opti] bleek de gerealiseerde CO₂-concentratie het berekende nivo goed te volgen. Dit blijkt uit de figuren in bijlage A8. Hierin staat voor enkele zonnige en bewolkte dagen o.a. het verloop van de berekende en gemeten CO₂-concentratie. De optimalisatiebehandeling berekende wel af en toe lagere concentraties dan werd gerealiseerd. Zoals hierboven reeds is vermeld daalde de concentratie in de afdelingen niet zoals mocht worden verwacht na het stoppen van de dosering.

Bij geen warmtevraag werd in behandeling 2 geen CO₂ meer gedoseerd. In behandeling 3 werd afhankelijk van de raamstand gedoseerd en in behandeling 4 afhankelijk van de door het optimalisatieprogramma berekende concentratie.

Het CO₂-nivo van behandeling 2 zou in principe gelijk moeten zijn aan dat van behandeling 1. Dit blijkt niet altijd het geval te zijn. Dit valt te verklaren doordat in behandeling 1 de gehele dag niet wordt gedoseerd. Bij behandeling 2 stopt de dosering als er geen warmtevraag meer is. De concentratie in de afdeling zal dan langzaam zakken naar het nivo van behandeling 1. Dus na het moment van stoppen met doseren blijft de concentratie bij behandeling 2 nog een tijd boven die van behandeling 1.

De concentratie die bij behandeling 3 werd bereikt ligt niet ver van die van behandeling 2 vandaan. Dit komt omdat vooral in de eerste weken vrij veel werd gelucht, waardoor de berekende CO₂-concentratie van behandeling 3 al snel richting 350 ppm ging.

4.2 CO₂-verbruik

Behandeling 2 [rook] zou bij geen warmtevraag geen CO₂ mogen doseren. Dat hier toch een getal boven de nul staat komt omdat de dosering eens in de 4 minuten werd berekend, terwijl de bepaling of er wel of geen warmtevraag was elke minuut werd uitgevoerd. Hierdoor was er soms kort tijd een dosering op momenten zonder warmtevraag.

Het verbruik in behandeling 3 [prakt] zal net als behandeling 2

beïnvloed zijn door de traagheid van de regeling. Bij verdere evaluatie is hiermee echter geen rekening gehouden. Het gemeten verbruik bij geen warmtevraag wordt dus geheel toegeschreven aan de CO₂-vraag op basis van de raamstandafhankelijke regeling.

Het CO₂-verbruik in de behandeling 4 [opti] was bij warmtevraag veel hoger dan het verbruik in behandeling 2 en 3. De oorzaak hiervan is waarschijnlijk weer gedeeltelijk te vinden in het feit dat de dosering eens in de 4 minuten werd berekend en het moment van warmtevraag elke minuut. Door de grote doseercapaciteit bij de optimalisatiebehandeling geeft dit ook een duidelijk verschil in het CO₂-verbruik. Daarnaast zal ook de traagheid in de regeling een effect hebben gehad (bij een naar het nieuwe setpoint toe).

Het verbruik bij geen warmtevraag bleek in werkelijkheid veel hoger te liggen dan door het optimalisatiemodel was berekend (zie bijlage A10). Dit verschil kan door enkele oorzaken zijn ontstaan.

Om de oorzaak te vinden is voor twee bewolkte en twee zonnige dagen het gemeten en berekend CO₂-verbruik in beeld gebracht (bijlage A7), met daarnaast de berekende (optimum) en gerealiseerde concentratie. Op de zonnige dagen, als er geen warmtevraag is blijkt de berekende en gemeten CO₂-concentratie goed overeen te komen, terwijl het berekend verbruik ver onder de meting ligt. Dat het verschil tussen gemeten en berekend CO₂-verbruik niet aan het verschil tussen de gemeten en berekend CO₂-concentratie ligt blijkt uit de figuren in bijlage A8. Voor zowel het gemeten als berekend CO₂-nivo is hier het berekend CO₂-verbruik in beeld gebracht. Het berekend verbruik ligt ver onder het gemeten verbruik.

In bijlage A11 is het berekende CO₂-verbruik uitgezet tegen het gemeten verbruik voor de momenten zonder warmtevraag. De punten waarbij gemeten of berekend verbruik nul zijn zijn uit de grafiek gelaten. Bij een hoog gemeten verbruik wordt het berekend verbruik in de meeste gevallen onderschat. Deze bevinding wordt bevestigd door metingen van het ventilatieverlies die in Engeland zijn uitgevoerd (Fernández and Bailey, 1992).

Een klein deel van het verschil in berekend en gemeten verbruik kan verklaard worden uit het drukverlies in de doseerleiding van zuivere CO₂ op momenten dat er veel vraag is (zie paragraaf 2.2.4).

Het verschil in gemeten en berekend verbruik is verder ook nog veroorzaakt door het feit dat de CO₂-concentraties in het experiment niet of nauwelijks onder de buitenwaarde uitkwamen, terwijl in het optimalisatieprogramma wel concentraties onder de buitenwaarde werden berekend, hetgeen gepaard gaat met een negatief CO₂-verbruik. In het totaal CO₂-verbruik, zoals dat in tabel 3 staat zijn deze waarden meegenomen. Als de negatieve waarden niet worden meegerekend dan komt het totaal berekend verbruik bij geen warmtevraag a.d.h.v. berekend CO₂-nivo op 1244 g.m⁻² en a.d.h.v. gemeten CO₂-nivo op 2272 g.m⁻². Deze waarden liggen nog steeds ver onder het gemeten verbruik.

Het CO₂-verbruik werd in de optimalisatieroutine berekend uit het verschil tussen de CO₂-concentratie binnen en buiten. Indien de gemeten buitenconcentratie hogere zou zijn dan de werkelijke waarde, dan zou dit een onderschatting van het verbruik geven.

Naberekening met het optimalisatiemodel gaf als resultaat dat het CO₂-verbruik 7.5 % zou worden onderschat bij een meting van de buitenconcentratie die 10 ppm te hoog is. Een verder afwijking van de meting lijkt onwaarschijnlijk gezien de nauwkeurigheid van de meting (zie paragraaf 2.2.2) en het feit dat de meter vòòr het experiment is

geijkt.

Een ander punt waardoor het berekend verbruik kan zijn onderschat is het feit dat in de berekening van het ventilatieverlies de lekventilatie op nul is gesteld. Dit is gedaan omdat de afdelingen in kas 210 nauwelijks lekken en omdat het grootste deel van de lekkage naar de naburige afdelingen of de corridor is, waarin de CO₂-concentratie niet gelijk is aan die van de buitenlucht. Met het optimalisatiemodel is een naberekening uitgevoerd waarin het lekventilatieverlies wordt meegerekend volgens de formule van de Jong (1990):

$$\text{FLEAK} = ((\text{NUMWIN} * 2 * \text{LO} * \text{HO}) / \text{GRAREA}) * 0.0005 * \text{WINDSP}$$

waarin: NUMWIN = aantal ramen aan één zijde van de kas
 GRAREA = grondoppervlak kas m²₁
 WINDSP = windsnelheid in m.s⁻¹
 LO = lengte van een raam in m
 HO = hoogte van een raam in m

Dit leverde een 8 % hoger berekend verbruik op.

In bijlage A10 is het berekend en gemeten CO₂-verbruik per week gegeven voor behandeling 3 [prakt] en 4 [opti]. Het totale verbruik over de gehele teeltperiode is in onderstaande tabel gegeven.

Tabel 2. Gemeten en met optimalisatiemodel berekend totaal CO₂-verbruik behandeling 3 [prakt] (g.m⁻²)

herhaling	gemeten verbruik		berekend verbruik	
	warmtevraag	geen warmtevraag	warmtevraag	geen warmtevraag
1	2616	509	1254	1049
2	3268	630	1311	1087
3	3265	595	1328	978
4	3492	852	1336	905
5	2683	498	1244	964
6	3962	1361	1241	1016
	-----	-----	-----	-----
gemiddeld	3214	741	1286	1000

Tabel 3. Gemeten en met optimalisatiemodel berekend totaal CO₂-verbruik behandeling 4 [opti] (g.m⁻²)

herh.	gemeten verbruik		berekend verbruik adhv ber. CO ₂ -nivo		berekend verbruik adhv gem. CO ₂ -nivo	
	warmte	geen warmte	warmte	geen warmte	warmte	geen warmte
1	4265	3726	1699	1152	1729	2239
2	4956	4394	1687	1157	1687	2232
3	4946	3752	1663	1151	*	*
4	3978	4260	1802	1151	*	*
5	3859	3806	1730	1175	*	*
6	6150	5425	1645	1161	*	*
	-----	-----	-----	-----	-----	-----
gem.	4692	4227	1705	1158	1708	2235

4.3 Berekende en gemeten produktie biomassa

Voor behandeling 3 [PRAKT] en behandeling 4 [OPTI] is met het optimalisatieprogramma achteraf nogmaals de netto fotosynthese en het CO₂-verlies berekend aan de hand van het gerealiseerde klimaat. In het programma wordt uitgegaan van een assimilatenverdeling van 70% naar de vruchten en 30% naar de overige gewasdelen. Uit de slachtingen blijken de vruchten een drogestofgehalte van gemiddeld 3% te hebben en de stengels en bladeren ongeveer 9%. M.b.v. deze gegevens is de cumulatieve drogestof- en versproduktie teruggerekend. De gegevens staan in bijlage B7.

Als deze gegevens worden vergeleken met het gemeten verloop van de vegetatieve produktie (bijlage A6), dan blijkt dat de afwijking gering is. De fotosynthese van het gewas wordt dus op langere termijn vrij goed gesimuleerd.

4.2 Financieel resultaat CO₂-behandelingen

Aan de hand van de produktie en het CO₂-verbruik is het financieel resultaat van de behandelingen in vergelijking met behandeling 1 [geen] bepaald. De produktie is per week vermenigvuldigd met de gemiddelde veilingprijs per week tussen 1985-1990. In bijlage C1 is in een figuur het verloop van de prijs gegeven.

Voor de CO₂ is een prijs van 25 ct.kg⁻¹ genomen. In bijlage C2 is het cumulatief verloop van de kosten en baten uitgezet voor behandeling 2 tm 4 t.o.v. behandeling 1 [geen]. Bij alle behandelingen zijn de opbrengsten hoger dan de opbrengsten. In Bijlage C3 is het netto resultaat (opbrengsten - kosten) van behandeling 2 tm 4 t.o.v. behandeling 1 [geen] gegeven. Beide behandelingen met aanvullende dosering [prakt] en [opti], leveren t.o.v. alleen rookgasdosering een hoger netto resultaat. Behandeling 3 blijkt uiteindelijk het hoogste netto resultaat op te leveren. De oorzaak van het achterblijven van de optimalisatie wordt in paragraaf 4.1.3 beschreven.

5. CONCLUSIES

Gewas

Van de CO₂ dosering bleek het gewas geen negatieve gevolgen te ondervinden. De produktie werd zowel hoger in aantal als gemiddeld vruchtgewicht bij meer CO₂-dosering.

CO₂

De regeling van het CO₂-gehalte bleek goed te gaan, maar de bereikte concentratie was bij geen dosering aan de hoge kant. Waardoor dit wordt veroorzaakt is niet geheel duidelijk. Het verlies aan CO₂ door ventilatie bleek door de ventilatieformule in het optimalisatiemodel te worden onderschat. Hierdoor was het uiteindelijk netto resultaat van de optimalisatie lager dan dat van de praktijkregeling (beh. 3). Het optimalisatiemodel zal hierop eerst aangepast moeten worden voordat een nieuwe test kan worden uitgevoerd. Wellicht is herberekening van het CO₂-verbruik afdoende, met behulp van de data die in deze proef zijn verzameld en toepassing van de door Fernández en Bailey (1992) gevonden regressielijn voor ventilatie. Deze formule is echter ook slechts gevalideerd tot een maximale raamopening van 40 % aan de zijde.

De vegetatieve en generatieve produktie blijkt door het fotosynthese-deel behoorlijk te zijn berekend. De eventuele fout die hier nog in kan zitten zal nauwelijks van invloed zijn op het bepalen van de optimale concentratie (Batta, 1990)

6. LITERATUUR

- Batta, L, 1990. Implementatie van een fotosynthesemodule in een klimaatcomputer t.b.v. CO₂-optimalisatie. verslag 194, vakgroep tuinbouwplantenteelt, LUW.
- Challa, H. and A.H.C.M. Schapendonk, 1986. Dynamic optimization of the CO₂ concentration in relation to climate control in greenhouses. In: H.Z. Enoch and B.A. Kimball (eds.). Carbon dioxide enrichment of greenhouse crops. Volume I, Status and CO₂ sources. CRC Press Inc., Boca Raton, Florida, 181 p.: 147-160
- Fernández, J.E. and B.J. Bailey, 1992. Measurement and prediction of greenhouse ventilation rates. Agr. and Forest meteorology, 58: 229-245
- Gijzen, H. and J.A. ten Cate, 1988. Prediction of the response of greenhouse crop photosynthesis to environmental factors by integration of physical and biochemical models. Acta Hort. 229: 251-258
- Nawrocki, K.R., 1985. IMAG, rapport 73.
- Nederhoff, E.M., 1988. Dynamic optimization of the CO₂ concentration in greenhouses: an experiment with cucumber (*Cucumis sativus* L.). Acta Hort. 229: 341-348
- Nederhoff, E. en T. Rijdsijk, 1990. CO₂-doseren in de zomer (2). CO₂ kan verdamping teveel beïnvloeden. Groenten en Fruit, 4 mei: 28-29
- Rijdsijk, A.A., E.M. Nederhoff en A.N.M. de Koning, 1990. Ontstaan van kort blad in de zomer bij tomaat. Verslag van proef in zomer 1990 in kas 210. PTG, Intern verslag nr.66
- Rijdsijk, Ton, Elly Nederhoff en Freek Stelder, 1989. Optimalisatie CO₂-dosering; vergelijking optimalisatieprogramma met diverse praktijkregelingen. PTG, Intern verslag nr.4

BIJLAGE A1. Controle flowmeters kas 210 met behulp van geijkte flowmeter

<u>Controle op 18 juni 1991</u>			<u>Controle op 7 augustus 1991</u>		
<u>Afd.</u>	<u>nivo (%)</u>	<u>aflezing (mm)</u>	<u>Afd.</u>	<u>nivo (%)</u>	<u>aflezing (mm)</u>
1	100	75	1	90	68
2	100	75	2	90	68
3	50	119	3	50	120
4	100	75	4	90	69
5	50	123	5	50	120
6	100	76	6	90	69
7	100	73	7	90	68
8	100	72	8	90	70
9	100	74	9	90	68
10	100	77	10	90	70
11	50	123	11	50	117
12	100	74.5	12	90	70
13	100	74	13	90	67.5
14	100	75	14	90	68.5
15	100	74	15	90	68
16	50	121	16	50	120
17	100	75	17	90	68.5
18	50	125	18	50	122
19	100	74	19	90	68.5
20	100	75	20	90	68
21	50	121	21	50	118
22	100	77	22	90	70
23	100	75.5	23	90	68
24	100	76	24	90	69

gemiddelde stand klein = 74.8 mm gemiddelde stand klein = 68.9 mm
gemiddelde stand groot = 122 mm gemiddelde stand groot = 119.5 mm

De stand van de flowmeter (mm) is niet lineair met de flow (q in l.uur⁻¹ lucht). Aan de hand van de bij de meter geleverde ijktabel is een regressielijn berekend tussen stand en flow, welke binnen het gebied van 54.6 - 140.6 voor 100 % fit.

$$q = 12.102 * \text{mm} + 0.01651 * \text{mm}^2 - 220$$

De flow (q) in l.uur⁻¹ lucht kan worden omgerekend naar l.uur⁻¹ CO2 door deze te vermenigvuldigen met de faktor 18/22.

BIJLAGE A2. Verzamelde data van klimaatcomputer

Van onderstaande files zijn de gegevens als gemiddelden per 4 minuten weggeschreven, behalve de file TRH91210BWEEG.DAT. Hierin staan de gegevens per minuut.

Standaard zijn de gegevens met 10 vermenigvuldigd.

<u>Filename</u>	<u>Inhoud</u>	<u>Eenheid</u>
TRH91210*BERBUIS.DAT	berekende buis afd. 1-8	°C
TRH91210*GEMBUIS.DAT	temperatuur verwarmingsnet afd. 1-8	°C
TRH91210*RETBUIS.DAT	temperatuur retournet afd. 1-8	°C
TRH91210*RAAMO.DAT	stand luchtramen oost afd. 1-8	%
TRH91210*RAAMW.DAT	stand luchtramen west afd. 1-8	%
TRH91210*NB.DAT	nattebol-temperatuur afd. 1-8	°C
TRH91210*DB.DAT	drogebol-temperatuur afd. 1-8	°C
TRH91210*VOCHTDEF.DAT	berekend vochtdeficit afd. 1-8	Kpa
TRH91210*CO2.DAT	gemeten CO2-concentratie afd. 1-8	ppm
TRH91210*STUUR.DAT	stuurtijd flowmeters	s/4min
TRH91210*_OPT.DAT	voor twee afdelingen: CVFENT (CO2-verlies door ventilatie) VENTV (berekende ventilatiesnelheid) FGROS (bruto fotosynthese) FNET (netto fotosynthese) PRIJSKK (kk-prijs waarmee wordt gerekend) OPT_CO2 (berekende opt. CO2-conc.)	g/m2/uur m3/m2 g/m2/uur g/m2/uur ct ppm
TRH91210B_KET.DAT	ketelwarmte (branderstand)	w/m2/uur
TRH91210C_KET.DAT	ketelbuffer (warmte-inhoud ketel) ketelstand	KJ/m2 1 of 0
TRH91210C_KET_DOS.DAT	voor 3 afdelingen gemiddeld: ketelstand gemiddelde CO2-concentratie	1 of 0 ppm
TRH91210BWEEG.DAT	weegsch1 weegsch2	g g

* staat voor A, B en C

BIJLAGE A3. Gerealiseerde kasttemperatuur, gemiddeld per week

		<u>Gemiddeld over etmaal</u>						
WK	HERH BEH	1	2	3	4	5	6	gem.
33	geen	23.17	23.59	23.39	23.52	23.46	23.61	23.46
	rookg	23.39	23.70	23.38	23.60	23.66	23.51	23.54
	prakt	23.28	23.49	23.67	23.76	23.47	23.66	23.55
	opt	23.40	23.54	23.54	23.55	23.56	23.85	23.58
34	geen	23.26	23.69	23.53	23.61	23.60	23.68	23.56
	rookg	23.60	23.80	23.49	23.70	23.76	23.60	23.66
	prakt	23.38	23.60	23.84	23.93	23.53	23.86	23.69
	opt	23.56	23.59	23.62	23.65	23.65	23.86	23.66
35	geen	23.37	23.80	23.65	23.69	23.67	23.79	23.66
	rookg	23.64	23.90	23.58	23.85	23.86	23.71	23.76
	prakt	23.47	23.74	23.80	24.06	23.63	24.00	23.78
	opt	23.64	23.70	23.75	23.76	23.75	24.02	23.77
36	geen	22.79	23.29	23.06	23.14	23.13	23.23	23.11
	rookg	23.06	23.33	22.99	23.27	23.30	23.13	23.18
	prakt	22.98	23.20	23.25	23.41	23.06	23.34	23.21
	opt	23.00	23.16	23.19	23.22	23.18	23.53	23.23
37	geen	22.66	23.17	22.93	23.02	23.03	23.14	22.99
	rookg	22.97	23.21	22.85	23.14	23.17	23.04	23.07
	prakt	22.86	23.09	23.19	23.33	22.94	23.25	23.11
	opt	23.01	23.03	23.05	23.10	23.08	23.39	23.11
38	geen	20.14	20.50	20.28	20.59	20.34	20.37	20.37
	rookg	20.56	20.63	20.29	20.46	20.48	20.36	20.46
	prakt	20.20	20.42	20.42	20.76	20.28	20.38	20.41
	opt	20.34	20.50	20.62	20.38	20.28	20.28	20.40
39	geen	20.13	20.46	20.22	20.57	20.31	20.38	20.35
	rookg	20.51	20.59	20.26	20.46	20.50	20.38	20.45
	prakt	20.19	20.42	20.38	20.70	20.28	20.37	20.39
	opt	20.34	20.48	20.60	20.34	20.26	20.24	20.37
40	geen	20.26	20.62	20.36	20.66	20.44	20.49	20.47
	rookg	20.67	20.74	20.40	20.60	20.61	20.50	20.59
	prakt	20.31	20.56	20.54	20.80	20.36	20.51	20.51
	opt	20.48	20.66	20.73	20.50	20.39	20.36	20.52
41	geen	20.25	20.66	20.41	20.68	20.50	20.54	20.51
	rookg	20.73	20.73	20.40	20.60	20.65	20.55	20.61
	prakt	20.36	20.57	20.60	20.79	20.39	20.57	20.55
	opt	20.49	20.62	20.73	20.56	20.46	20.40	20.54
42	geen	20.13	20.50	20.23	20.60	20.33	20.42	20.37
	rookg	20.56	20.62	20.28	20.48	20.50	20.42	20.48
	prakt	20.21	20.46	20.41	20.73	20.33	20.44	20.43
	opt	20.36	20.48	20.63	20.43	20.29	20.26	20.41
43	geen	20.21	20.56	20.32	20.64	20.42	20.41	20.43
	rookg	20.64	20.67	20.34	20.52	20.53	20.45	20.52
	prakt	20.30	20.47	20.47	20.76	20.38	20.47	20.48
	opt	20.39	20.54	20.60	20.46	20.40	20.34	20.47

Gemiddeld over de dag (10:00-16:00 uur)

HERH		1	2	3	4	5	6	gem.
WK	BEH							
33	geen	23.56	23.92	23.76	23.91	23.82	23.96	23.82
	rookg	23.70	23.99	23.78	23.93	24.07	23.81	23.88
	prakt	23.62	23.78	23.92	23.92	23.89	23.94	23.84
	opt	23.79	23.99	23.90	23.93	24.01	23.91	23.92
34	geen	23.01	23.36	23.22	23.32	23.29	23.33	23.25
	rookg	23.13	23.47	23.20	23.31	23.47	23.24	23.30
	prakt	23.03	23.23	23.34	23.36	23.30	23.31	23.26
	opt	23.18	23.36	23.26	23.30	23.42	23.25	23.30
35	geen	23.97	24.10	24.04	24.10	24.09	24.03	24.05
	rookg	23.99	24.18	24.06	24.01	24.21	24.01	24.08
	prakt	23.88	24.04	24.15	24.05	24.13	24.03	24.05
	opt	23.97	24.15	24.07	24.04	24.19	24.04	24.08
36	geen	23.53	23.99	23.75	23.85	23.94	23.95	23.84
	rookg	23.81	23.97	23.74	23.90	24.07	23.84	23.89
	prakt	23.68	23.88	23.99	23.85	23.92	23.97	23.88
	opt	23.86	23.90	23.88	23.93	24.05	23.96	23.93
37	geen	22.39	22.72	22.53	22.62	22.70	22.72	22.61
	rookg	22.66	22.77	22.53	22.63	22.85	22.58	22.67
	prakt	22.49	22.70	22.70	22.62	22.70	22.72	22.65
	opt	22.66	22.65	22.61	22.59	22.80	22.70	22.67
38	geen	19.95	20.46	20.14	20.22	20.20	20.26	20.20
	rookg	20.87	20.55	20.11	20.32	20.29	20.22	20.39
	prakt	20.04	20.26	20.28	20.58	20.08	20.30	20.26
	opt	20.19	20.39	20.31	20.31	20.16	20.05	20.24
39	geen	20.12	20.49	20.26	20.33	20.31	20.40	20.32
	rookg	20.70	20.61	20.25	20.45	20.51	20.35	20.48
	prakt	20.18	20.40	20.42	20.85	20.30	20.39	20.42
	opt	20.33	20.46	20.53	20.34	20.31	20.22	20.37
40	geen	20.56	21.00	20.67	20.77	20.84	20.78	20.77
	rookg	21.42	21.06	20.75	20.86	20.90	20.77	20.96
	prakt	20.68	20.82	20.91	20.93	20.69	20.92	20.83
	opt	20.79	20.94	20.93	20.90	20.76	20.61	20.82
41	geen	20.59	20.98	20.75	20.82	20.83	20.79	20.79
	rookg	21.42	21.06	20.77	20.86	20.96	20.81	20.98
	prakt	20.62	20.85	20.96	21.16	20.77	20.84	20.87
	opt	20.82	21.01	20.97	20.81	20.85	20.66	20.85
42	geen	20.15	20.59	20.29	20.40	20.41	20.40	20.37
	rookg	20.85	20.71	20.31	20.52	20.54	20.38	20.55
	prakt	20.18	20.41	20.46	20.82	20.39	20.44	20.45
	opt	20.38	20.55	20.58	20.45	20.40	20.22	20.43
43	geen	20.07	20.62	20.29	20.39	20.46	20.38	20.37
	rookg	21.14	20.67	20.30	20.52	20.57	20.42	20.60
	prakt	20.32	20.37	20.52	20.79	20.33	20.52	20.47
	opt	20.35	20.54	20.57	20.52	20.43	20.18	20.43

BIJLAGE A4. Gerealiseerd vochtdeficit, gemiddeld per week

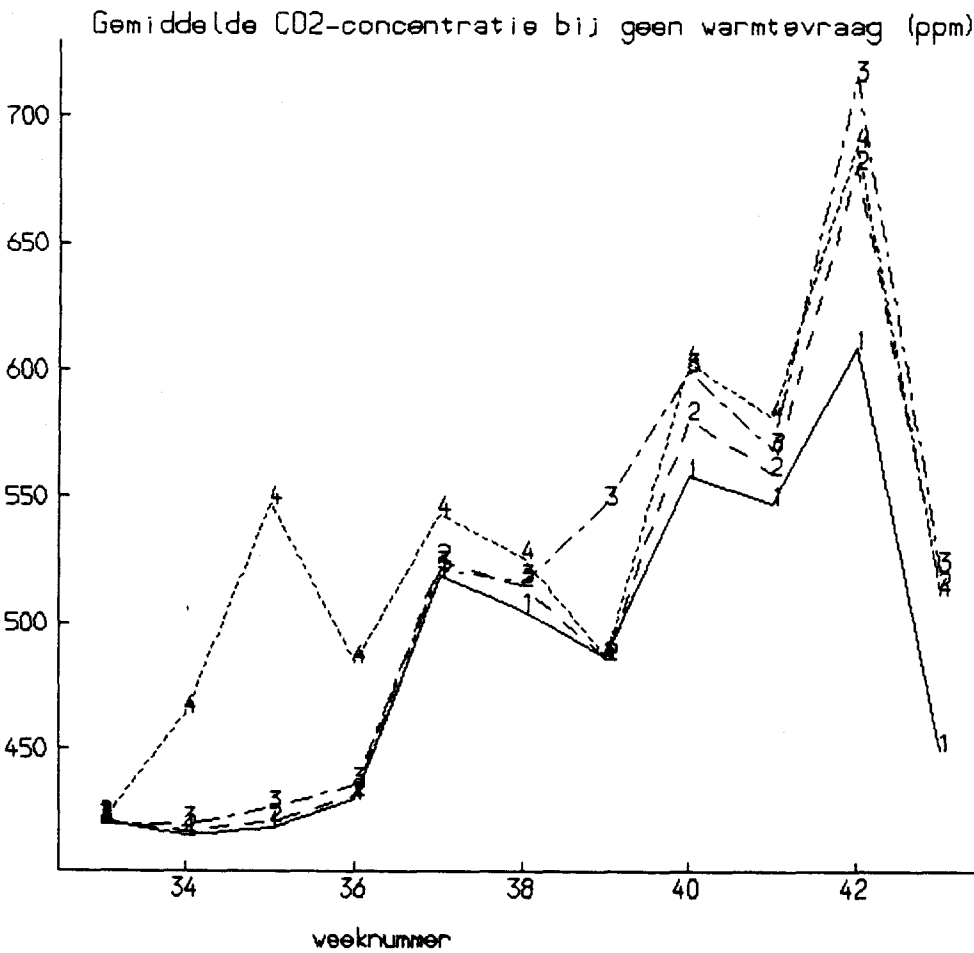
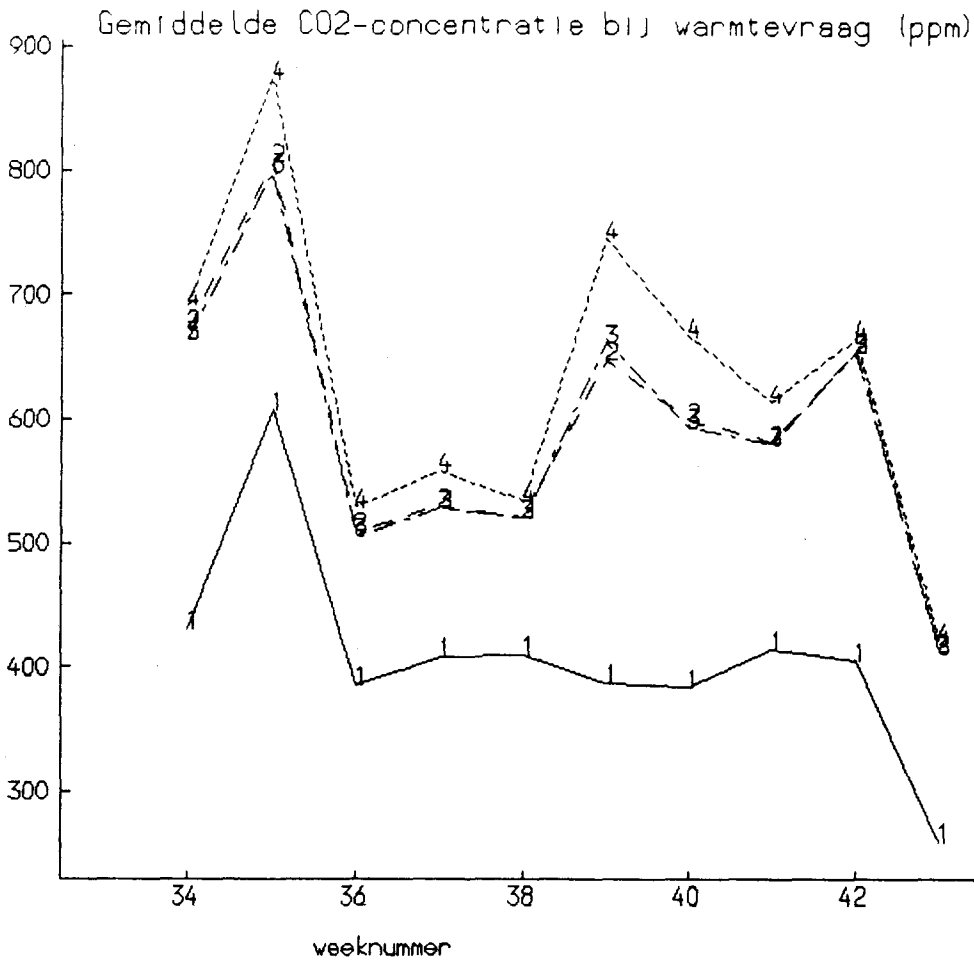
		<u>Gemiddeld over etmaal</u>						
HERH		1	2	3	4	5	6	gem.
WK	BEH							
33	geen	0.9123	0.9354	0.9180	0.9584	0.9031	0.9507	0.9293
	rookg	0.9137	0.9981	0.9851	0.9700	0.9640	0.9224	0.9587
	prakt	0.8689	0.9404	1.0199	0.9406	0.9714	0.9632	0.9492
	opt	0.9149	0.9807	0.9453	0.9528	1.0593	0.9503	0.9649
34	geen	0.8745	0.9118	0.9111	0.9279	0.8783	0.8961	0.8998
	rookg	0.9006	0.9814	0.9528	0.9383	0.8961	0.8832	0.9255
	prakt	0.8373	0.9211	0.9318	0.9667	0.9230	0.9348	0.9189
	opt	0.8851	0.9571	0.9013	0.9317	1.0104	0.9075	0.9302
35	geen	0.9006	0.9217	0.9317	0.9361	0.9099	0.8975	0.9163
	rookg	0.9217	0.9888	0.9801	0.9529	0.9342	0.9236	0.9503
	prakt	0.8677	0.9255	0.9475	0.9814	0.9602	0.9634	0.9409
	opt	0.9031	0.9683	0.9103	0.9410	1.0649	0.9509	0.9532
36	geen	0.7752	0.8168	0.8112	0.8186	0.7851	0.8137	0.8036
	rookg	0.7894	0.8652	0.8559	0.8248	0.8135	0.7981	0.8246
	prakt	0.7491	0.8125	0.8307	0.8391	0.8242	0.8179	0.8121
	opt	0.7794	0.8478	0.7767	0.8236	0.9008	0.8590	0.8293
37	geen	0.8135	0.8370	0.8411	0.8580	0.8099	0.8640	0.8370
	rookg	0.8261	0.9025	0.9006	0.8923	0.8565	0.8270	0.8674
	prakt	0.7691	0.8494	0.8966	0.8613	0.8735	0.8703	0.8526
	opt	0.8137	0.8895	0.8416	0.8531	0.9481	0.8833	0.8697
38	geen	0.4321	0.5101	0.4429	0.5113	0.4571	0.4488	0.4671
	rookg	0.4964	0.5110	0.4875	0.4720	0.5226	0.4542	0.4905
	prakt	0.4345	0.5083	0.5006	0.5595	0.4661	0.4543	0.4878
	opt	0.4527	0.4982	0.5060	0.4690	0.4655	0.4458	0.4729
39	geen	0.4108	0.4737	0.4090	0.4922	0.4311	0.4467	0.4439
	rookg	0.4602	0.4784	0.4796	0.4647	0.5114	0.4467	0.4735
	prakt	0.4132	0.4916	0.4838	0.5371	0.4623	0.4412	0.4718
	opt	0.4217	0.4778	0.4844	0.4631	0.4509	0.4257	0.4539
40	geen	0.4226	0.4935	0.4345	0.5036	0.4500	0.4506	0.4591
	rookg	0.4804	0.4970	0.4923	0.4798	0.5149	0.4607	0.4875
	prakt	0.4244	0.5012	0.5012	0.5476	0.4589	0.4553	0.4816
	opt	0.4405	0.4940	0.5143	0.4776	0.4601	0.4436	0.4717
41	geen	0.4196	0.5012	0.4417	0.5049	0.4620	0.4534	0.4638
	rookg	0.4926	0.5006	0.4920	0.4706	0.5215	0.4804	0.4929
	prakt	0.4800	0.4945	0.5123	0.5331	0.4607	0.4539	0.4802
	opt	0.4417	0.4914	0.5178	0.4897	0.4791	0.4570	0.4795
42	geen	0.4185	0.4887	0.4304	0.5190	0.4452	0.4476	0.4582
	rookg	0.5012	0.5276	0.5101	0.4827	0.5214	0.4732	0.5026
	prakt	0.4125	0.5101	0.5048	0.5661	0.4869	0.4578	0.4901
	opt	0.4476	0.5030	0.5202	0.4925	0.4631	0.4527	0.4799
43	geen	0.4375	0.5167	0.4542	0.5194	0.4556	0.4569	0.4734
	rookg	0.5111	0.5406	0.5083	0.4972	0.5278	0.4819	0.5110
	prakt	0.4458	0.5222	0.5100	0.5708	0.4944	0.4606	0.5023
	opt	0.4597	0.5250	0.5389	0.5188	0.5028	0.4722	0.5028

Gemiddeld over de dag (10:00-16:00 uur)

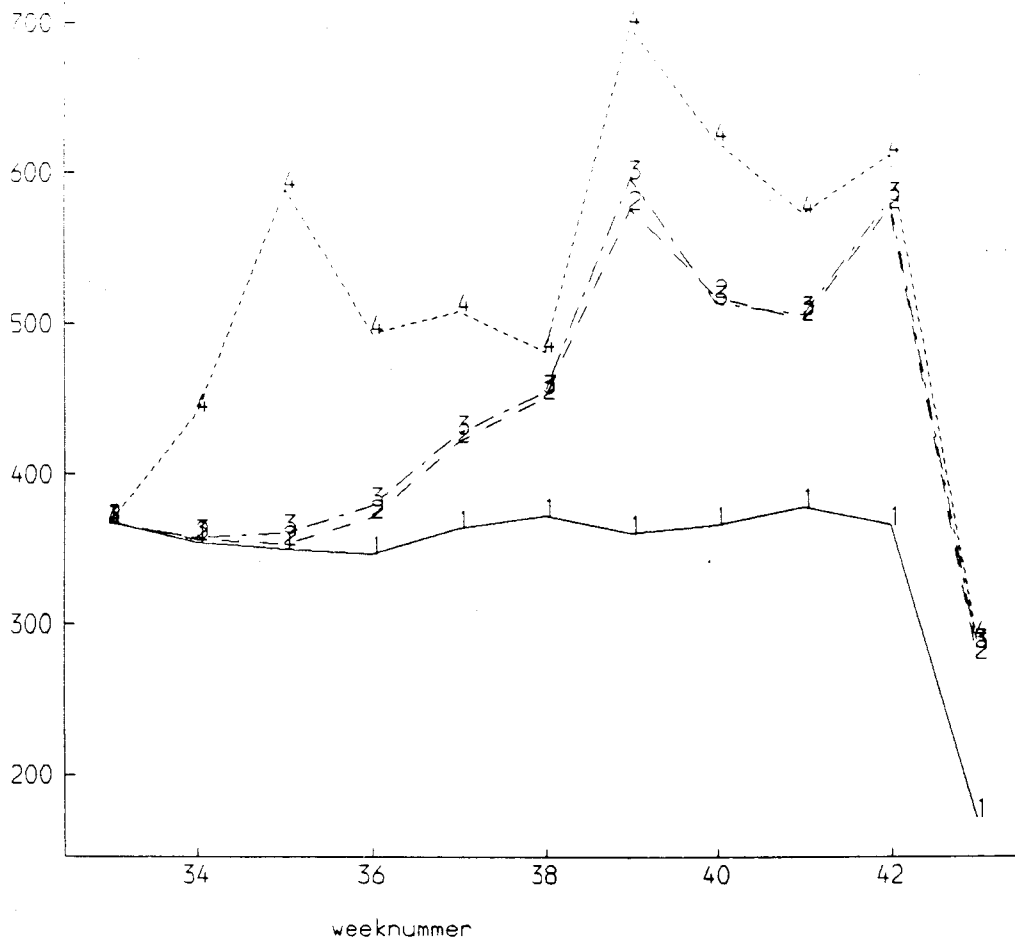
HERH		1	2	3	4	5	6	gem.
WK	BEH							
33	geen	0.9714	0.9595	0.9857	0.9952	0.9667	0.9690	0.9746
	rookg	0.9500	1.0024	1.0333	0.9786	1.0333	0.9524	0.9917
	prakt	0.9119	0.9452	1.0800	0.9714	1.0167	0.9690	0.9796
	opt	0.9571	1.0167	0.9690	0.9952	1.0905	0.9381	0.9944
34	geen	0.8286	0.8262	0.8310	0.8476	0.8286	0.8238	0.8310
	rookg	0.8048	0.8786	0.8857	0.8500	0.8857	0.8048	0.8516
	prakt	0.7762	0.8095	0.7718	0.8167	0.8762	0.8048	0.8096
	opt	0.8071	0.8595	0.8119	0.8167	0.9238	0.7667	0.8310
35	geen	1.0452	1.0214	1.0429	1.0548	1.0429	1.0357	1.0405
	rookg	1.0333	1.0619	1.1071	1.0238	1.0881	1.0238	1.0563
	prakt	0.9952	1.0048	1.0262	1.0286	1.1214	1.0214	1.0329
	opt	1.0024	1.0571	1.0190	1.0214	1.1357	0.9524	1.0313
36	geen	0.9167	0.9095	0.9429	1.0000	0.9238	0.9405	0.9389
	rookg	0.9071	0.9571	0.9905	0.9548	0.9548	0.9143	0.9464
	prakt	0.8810	0.9048	0.9195	0.9381	0.9762	0.9286	0.9247
	opt	0.8929	0.9833	0.9310	0.9429	1.0333	0.9310	0.9524
37	geen	0.7732	0.7381	0.7476	0.7902	0.7476	0.7381	0.7556
	rookg	0.7683	0.7929	0.8071	0.7667	0.7952	0.7286	0.7765
	prakt	0.6929	0.7429	0.7743	0.7405	0.8000	0.7452	0.7484
	opt	0.7195	0.7732	0.7143	0.7214	0.8381	0.7293	0.7494
38	geen	0.4190	0.5524	0.4286	0.4952	0.4667	0.4857	0.4746
	rookg	0.5786	0.5095	0.4667	0.4976	0.5167	0.4429	0.5020
	prakt	0.4214	0.4929	0.4857	0.5571	0.4333	0.4120	0.4711
	opt	0.4429	0.5286	0.4952	0.4667	0.4762	0.4214	0.4718
39	geen	0.4119	0.5048	0.4119	0.4619	0.4405	0.4762	0.4512
	rookg	0.4881	0.4833	0.4762	0.4905	0.5286	0.4333	0.4833
	prakt	0.4167	0.4714	0.5071	0.5881	0.4524	0.4229	0.4780
	opt	0.4190	0.4833	0.5167	0.4357	0.4619	0.4214	0.4563
40	geen	0.4857	0.5762	0.4976	0.5286	0.5214	0.5429	0.5254
	rookg	0.6548	0.5643	0.5500	0.5524	0.5976	0.5167	0.5726
	prakt	0.4976	0.5500	0.5929	0.5905	0.5190	0.5371	0.5482
	opt	0.5238	0.5619	0.6000	0.5429	0.5595	0.5000	0.5480
41	geen	0.4452	0.5738	0.4833	0.5167	0.5071	0.5190	0.5075
	rookg	0.6167	0.5452	0.5357	0.5238	0.5762	0.5119	0.5516
	prakt	0.4452	0.5238	0.5786	0.6095	0.4905	0.4194	0.5154
	opt	0.4952	0.5619	0.5905	0.5333	0.5476	0.4810	0.5349
42	geen	0.3952	0.5262	0.4333	0.4667	0.4524	0.4738	0.4579
	rookg	0.5762	0.5143	0.4905	0.4881	0.5500	0.4524	0.5119
	prakt	0.3905	0.4833	0.5048	0.6048	0.4619	0.3964	0.4782
	opt	0.4357	0.5071	0.5333	0.4762	0.4762	0.4071	0.4726
43	geen	0.4556	0.5389	0.4667	0.4944	0.4833	0.5111	0.4917
	rookg	0.6056	0.5167	0.5222	0.5056	0.5444	0.4778	0.5287
	prakt	0.4500	0.5167	0.5100	0.6056	0.4944	0.3750	0.5000
	opt	0.4611	0.5611	0.5556	0.5167	0.5111	0.4500	0.5093

BIJLAGE A5. Verloop CO2-nivo, gemiddeld per week

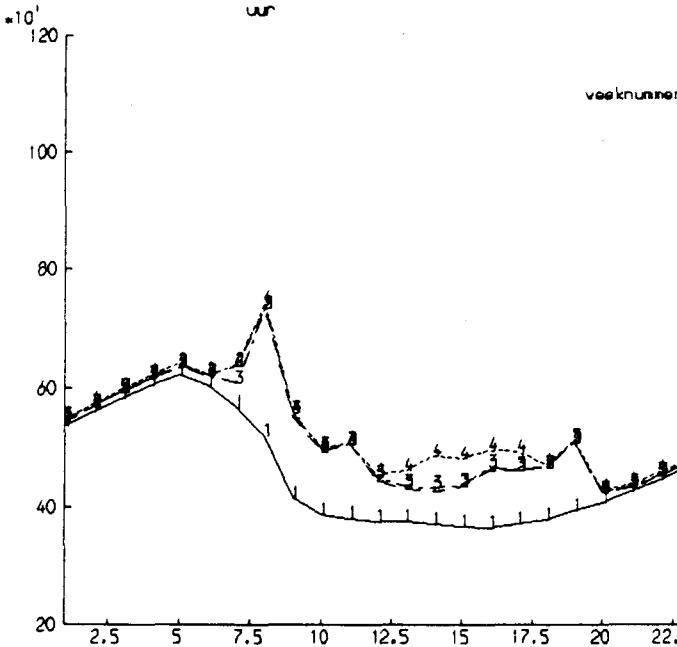
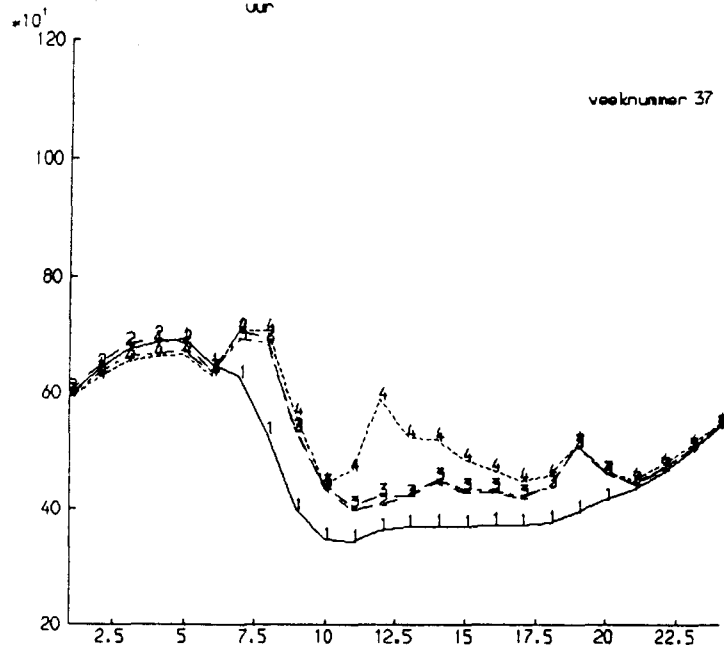
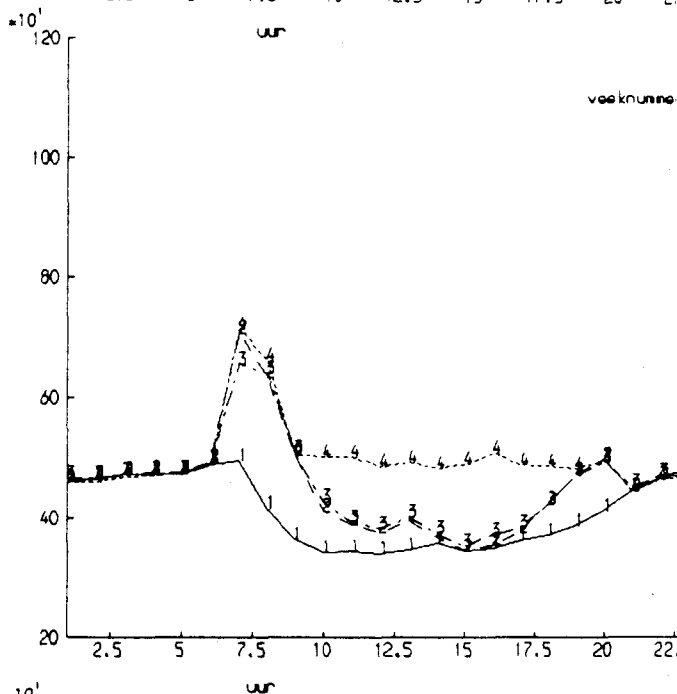
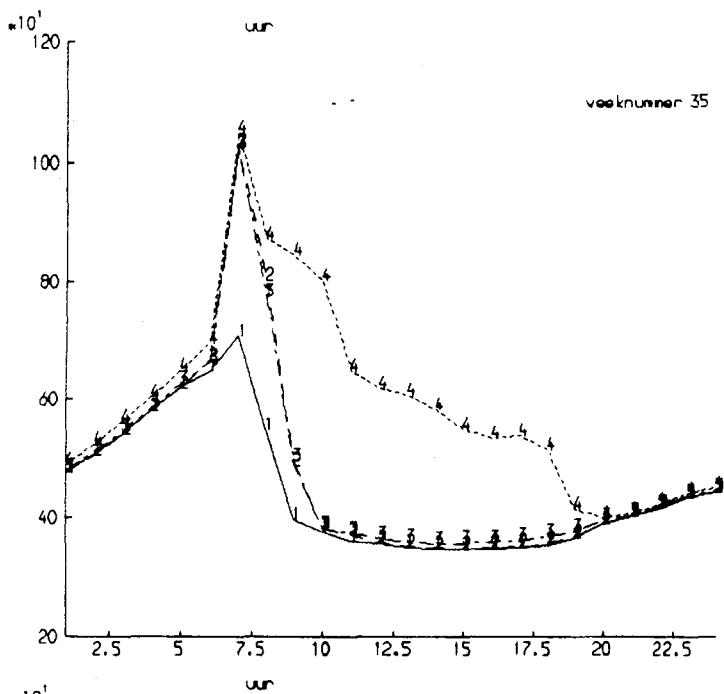
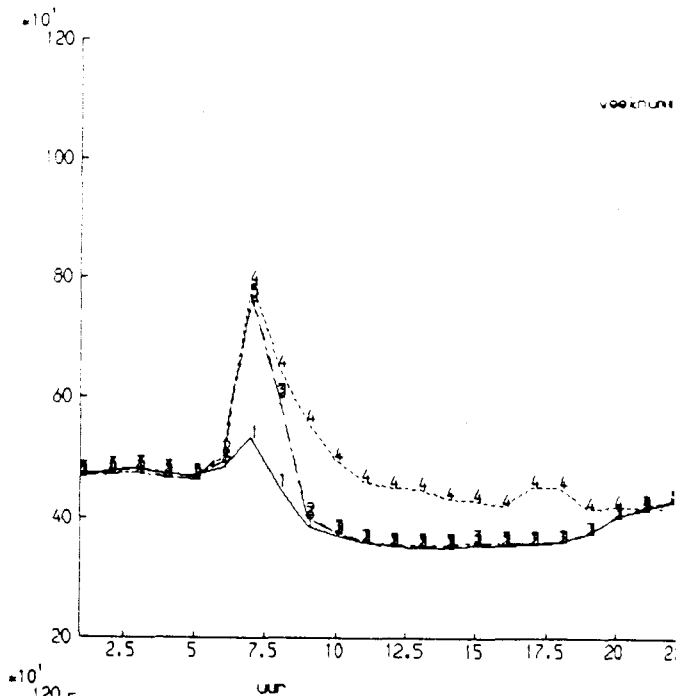
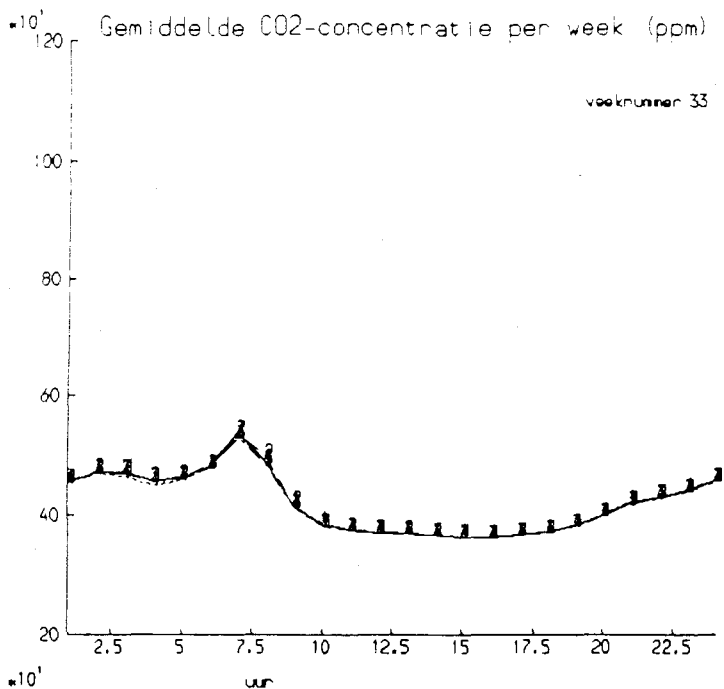
Gemiddeld over de dag (10:00-16:00 uur)



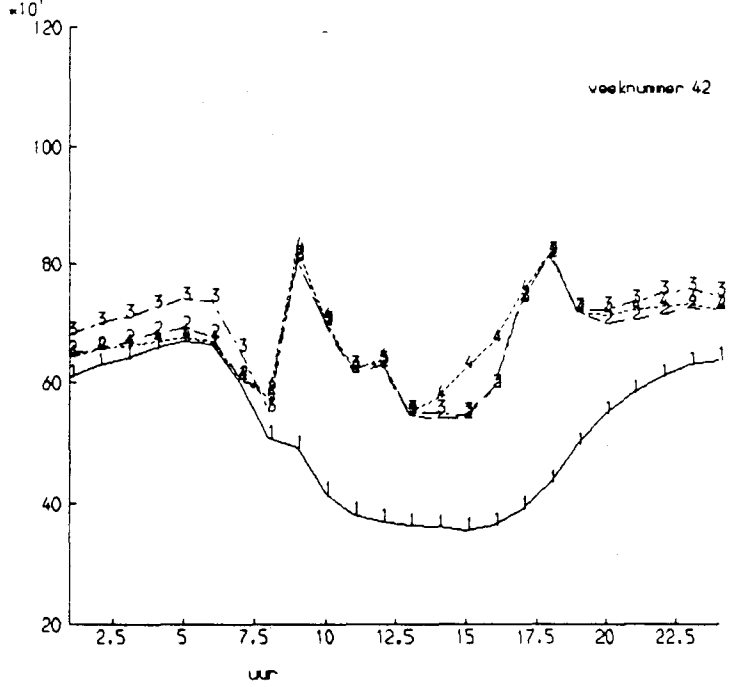
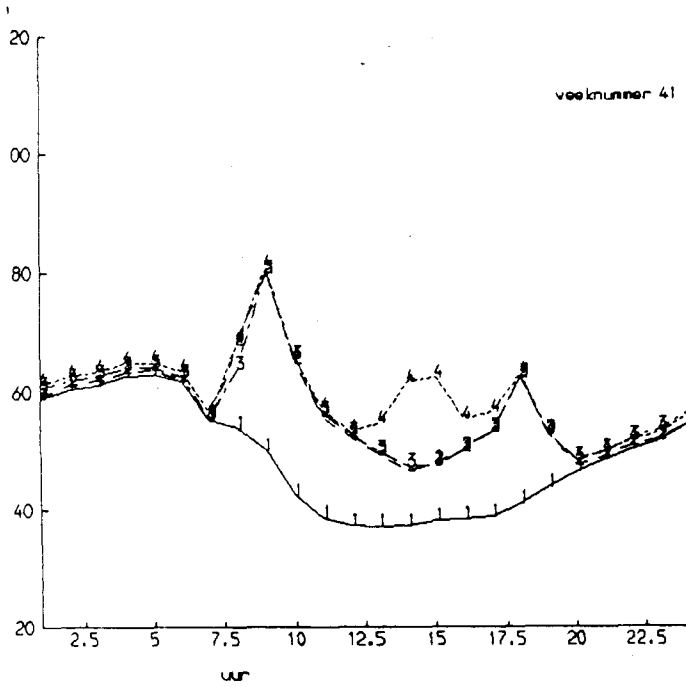
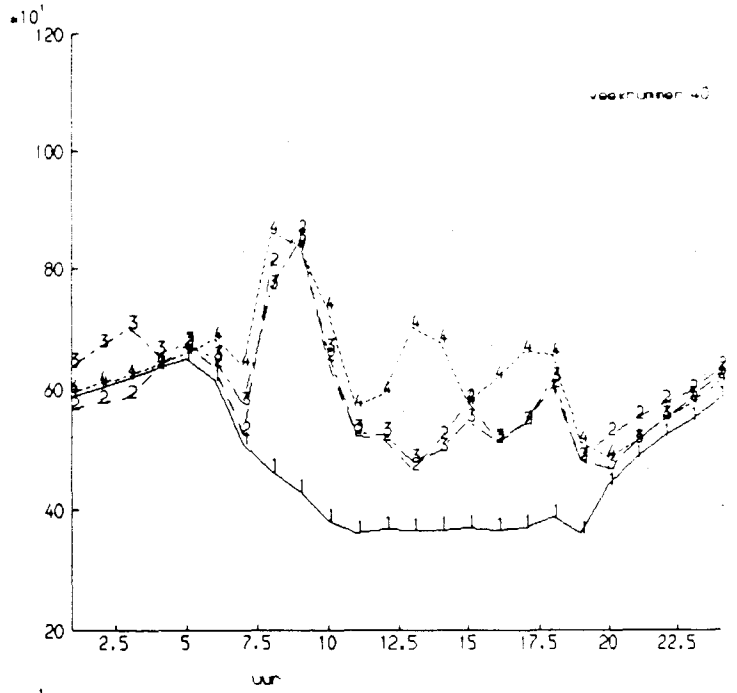
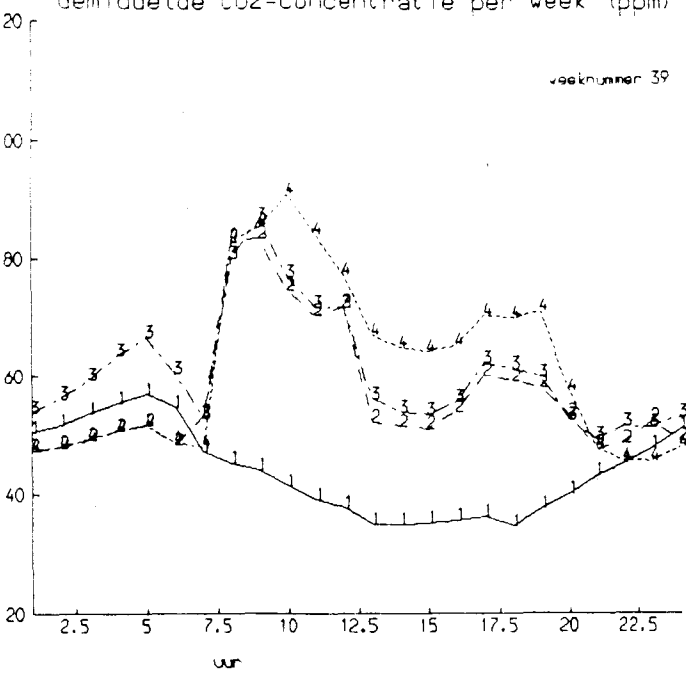
Gemiddelde CO₂-concentratie (ppm) tussen 10:00 - 16:00 uur



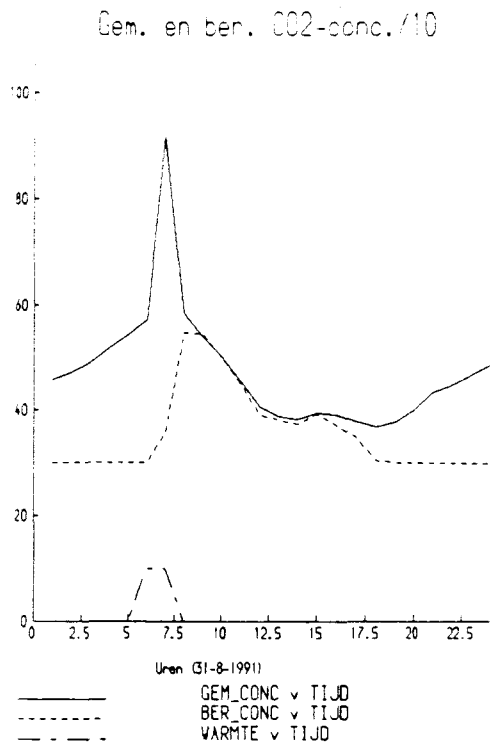
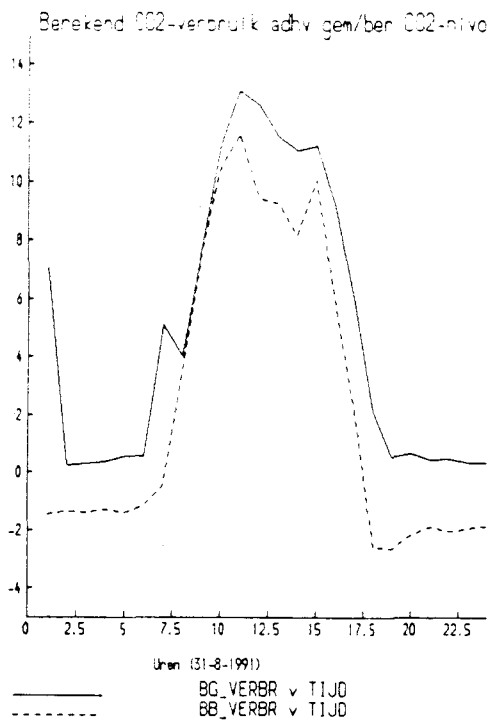
BIJLAGE A6. Dagverlopen CO2-nivo, gemiddeld per week



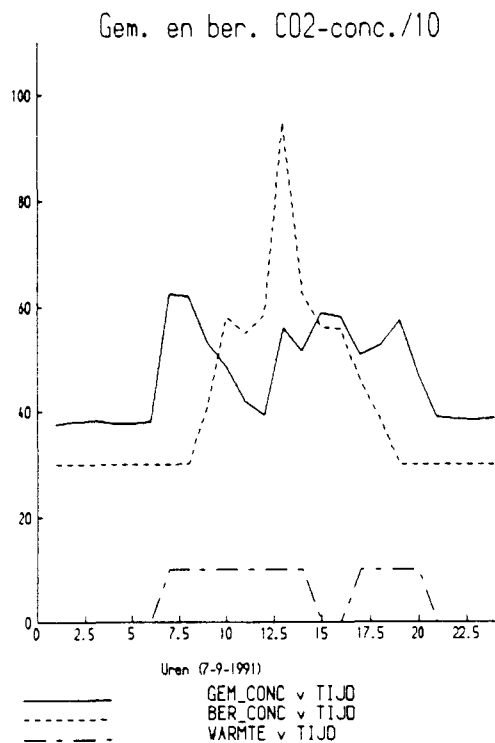
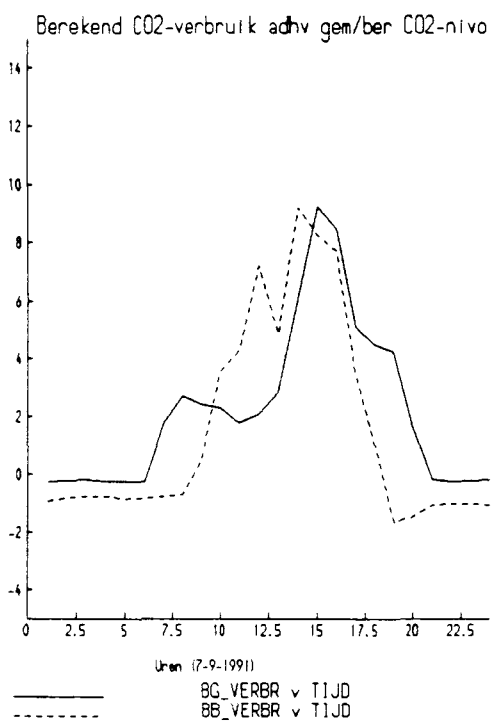
Gemiddelde CO₂-concentratie per week (ppm)



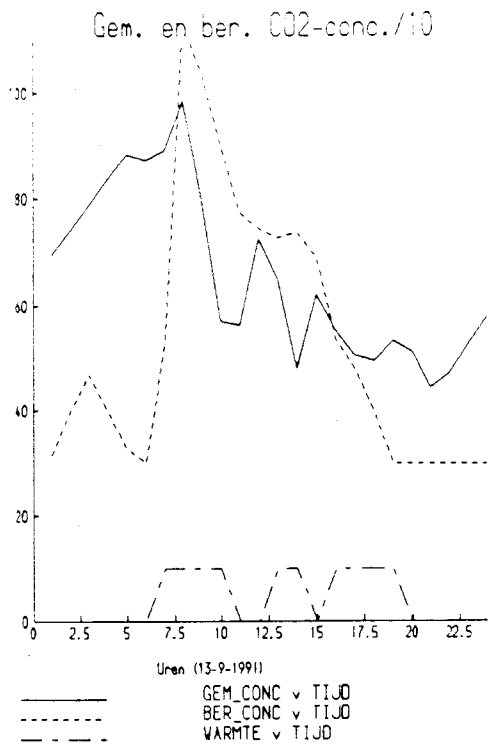
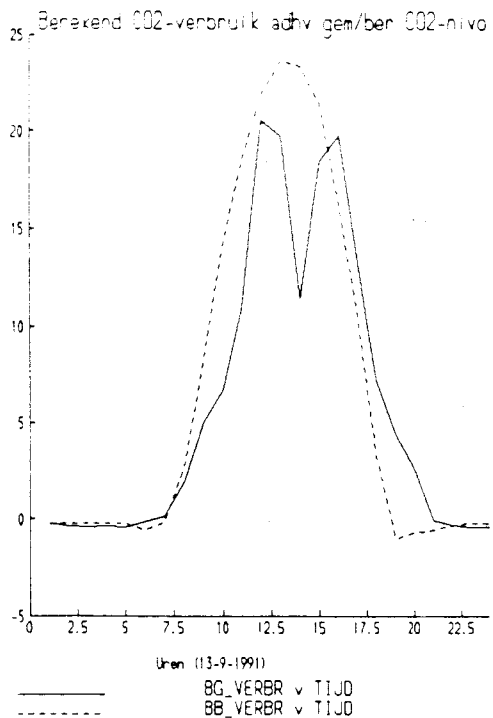
BIJLAGE A7. Dagverlopen gemeten en berekend CO2-nivo en berekend CO2-verbruik op zonnige en bewolkte dagen



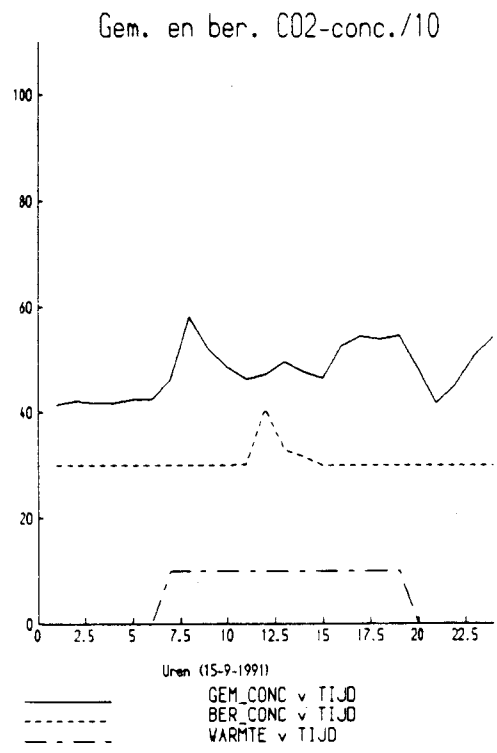
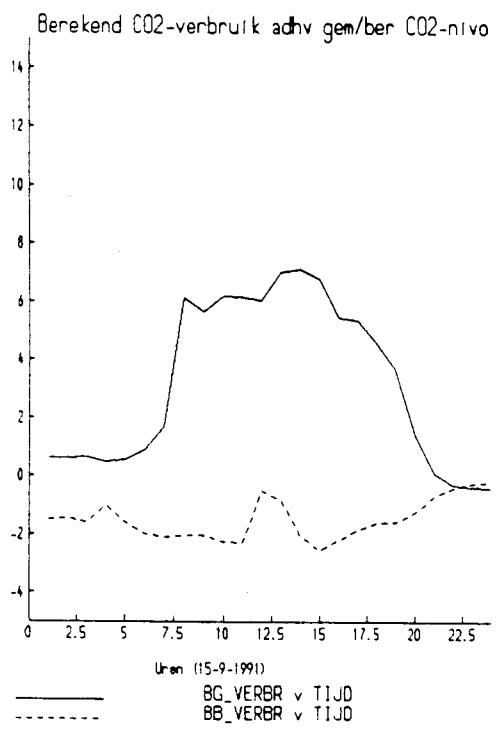
Stral som
2023 J/cm



Stral som
592 J/cm

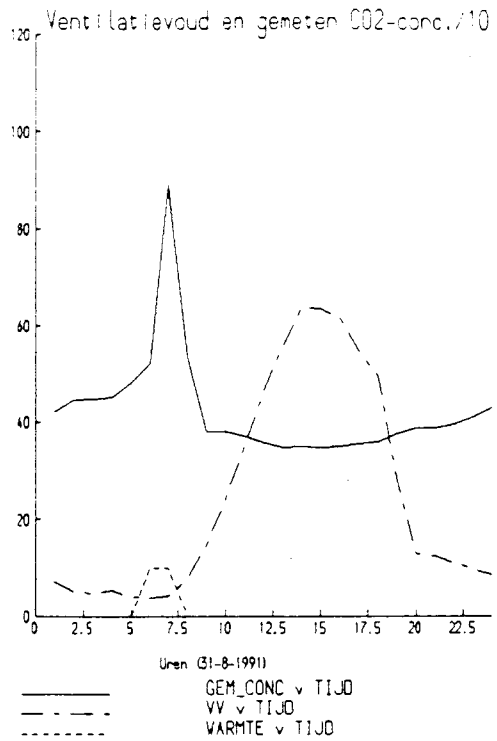
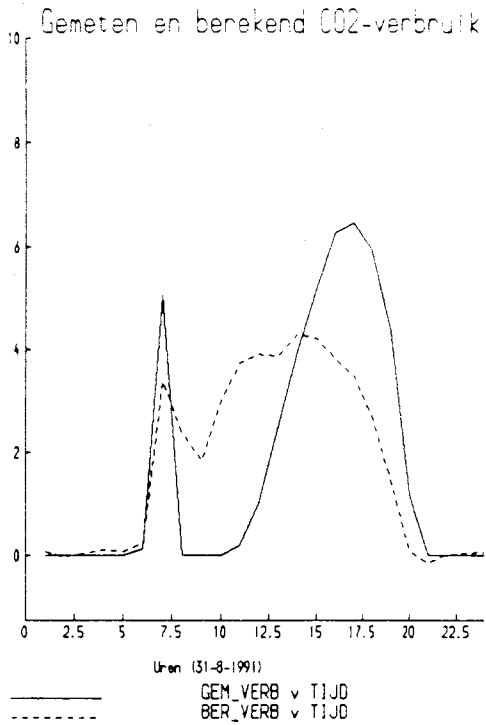


Stral som
1707 J/cm²

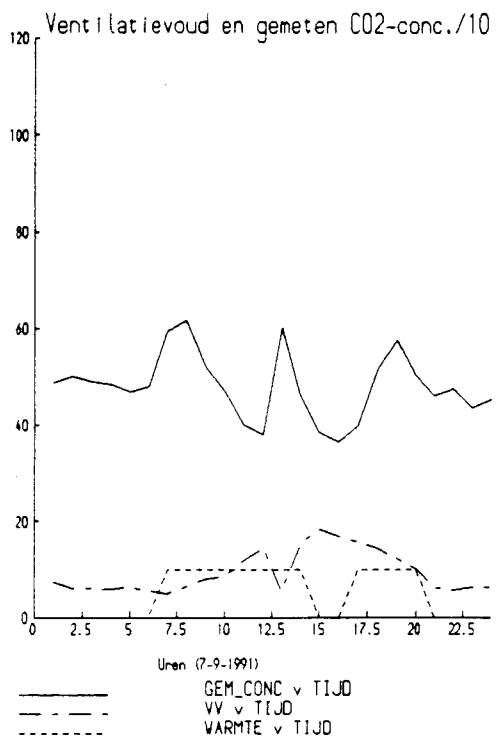
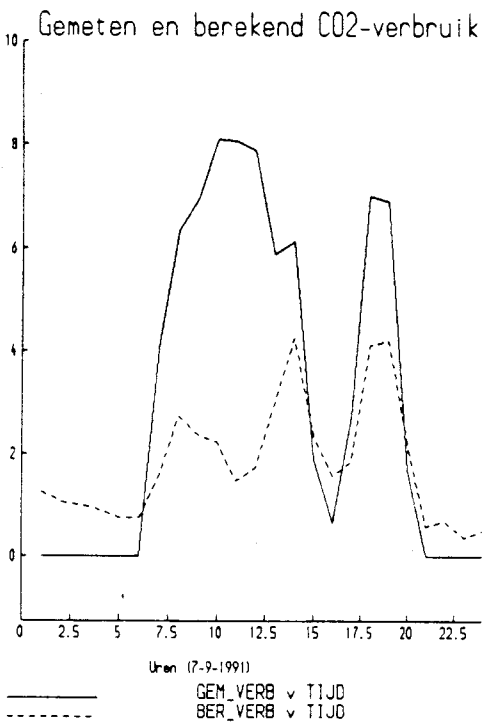


Stral som
362 J/cm²

BIJLAGE A8. Dagverlopen gemeten CO2-nivo, berekend ventilatievoud en gemeten en berekend CO2-verbruik op zonnige en bewolkte dagen

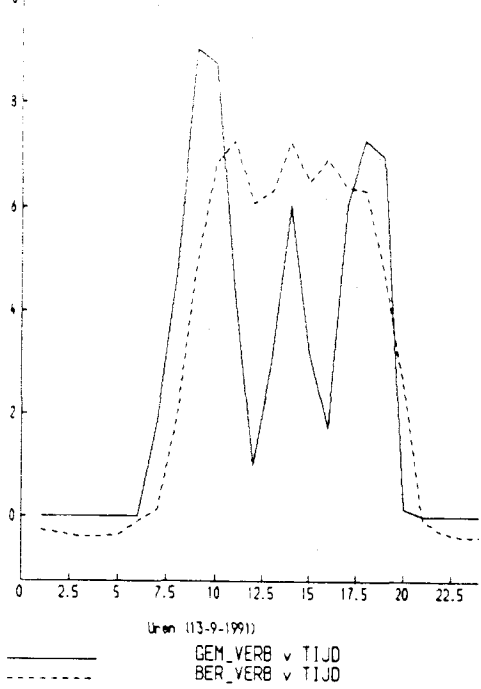


Stral. son.
2053 J.c.

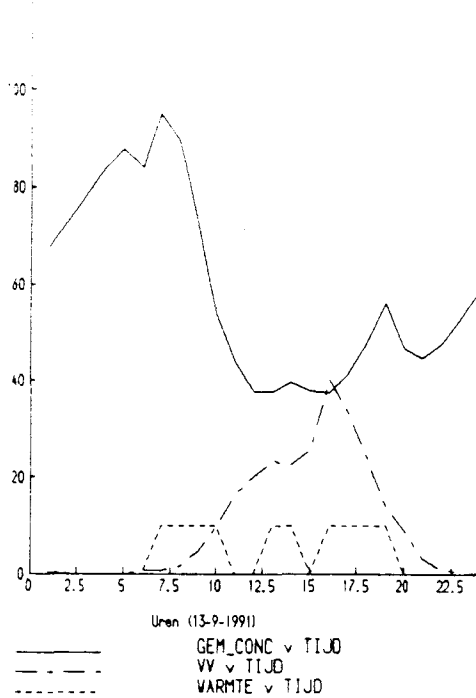


Stral. son.
592 J.c.

Gemeten en berekend CO2-verbruik

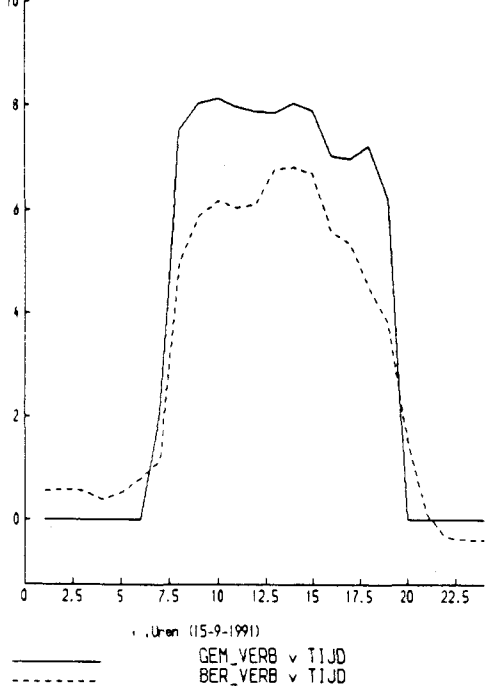


Ventilatievoud en gemeten CO2-conc./10

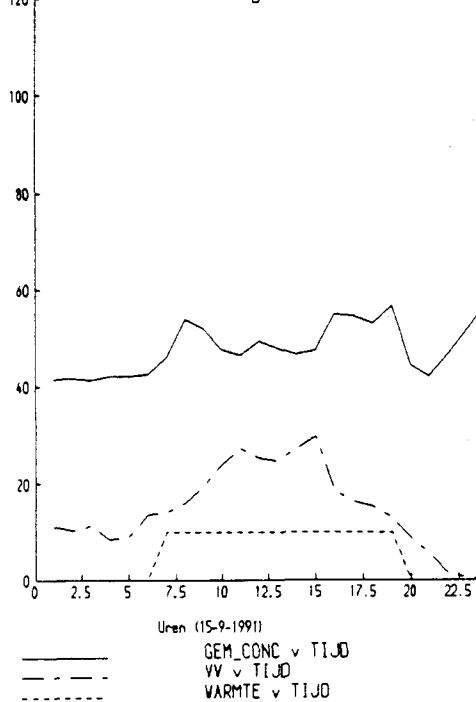


Stral.scin
1757 Jcm

Gemeten en berekend CO2-verbruik

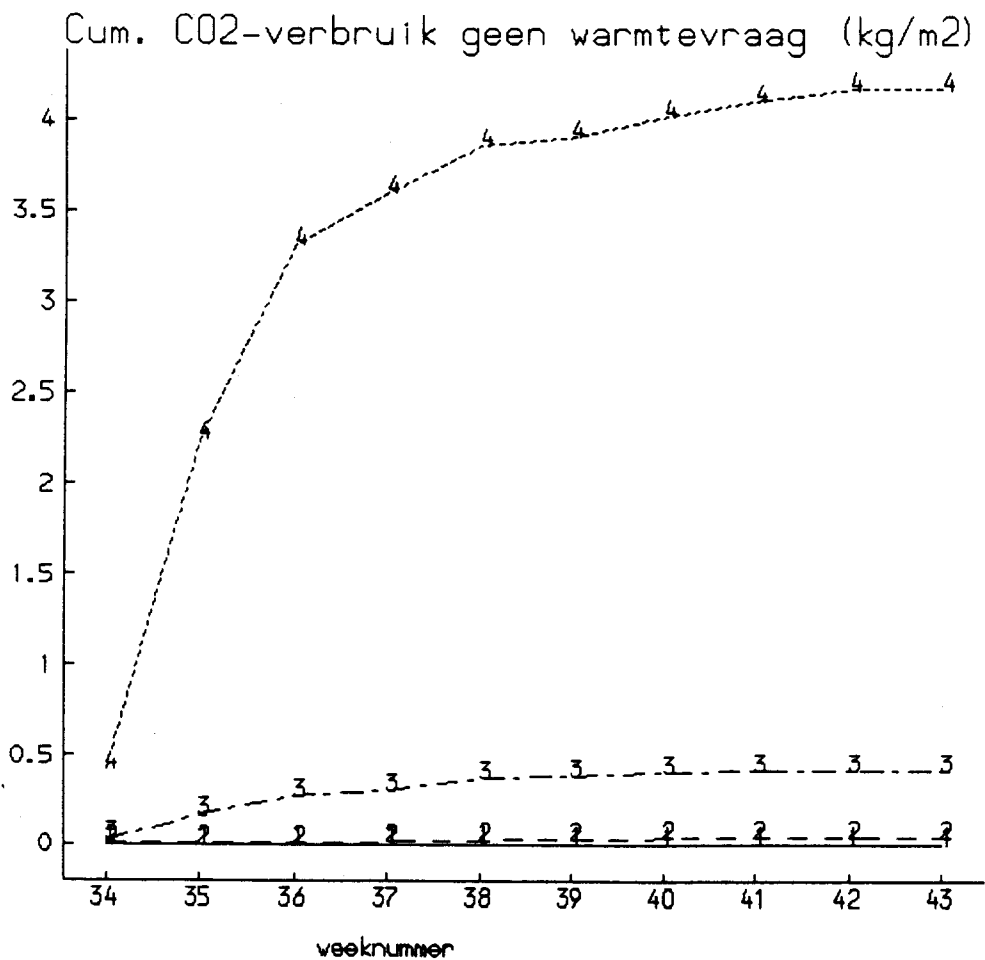
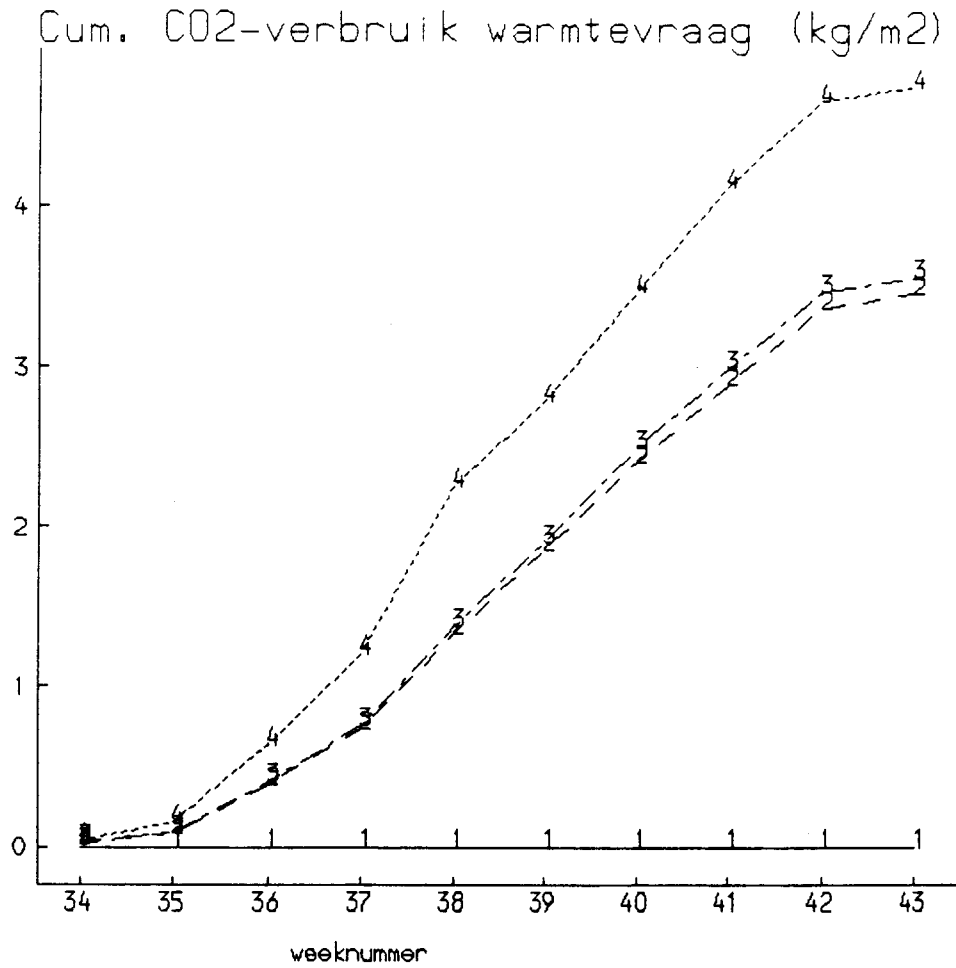


Ventilatievoud en gemeten CO2-conc./10



Stral.scin
362 Jcm

BIJLAGE A9. Cumulatief CO2-verbruik per week



BIJLAGE A10. Gemeten en mbv optimalisatiemodel berekend CO2-verbruik

Tabel 1. Gemeten -verbruik behandeling 4 [opti] in $g.m^{-2}$

verbruik tijdens warmtevraag:

<u>week</u>	<u>herh.1</u>	<u>herh.2</u>	<u>herh.3</u>	<u>herh.4</u>	<u>herh.5</u>	<u>herh.6</u>	<u>gemiddeld</u>
33	0	0	0	0	0	0	0
34	48	66	47	46	47	89	57
35	96	95	93	102	96	194	113
36	277	394	301	289	341	643	374
37	501	516	535	502	461	790	551
38	1149	1141	1084	1003	724	1207	1052
39	313	638	640	288	543	808	538
40	636	791	714	407	580	966	682
41	637	607	815	659	550	726	666
42	522	631	641	547	491	657	581

verbruik bij geen warmtevraag:

<u>week</u>	<u>herh.1</u>	<u>herh.2</u>	<u>herh.3</u>	<u>herh.4</u>	<u>herh.5</u>	<u>herh.6</u>	<u>gemiddeld</u>
33	20	29	34	34	31	46	32
34	351	419	351	409	354	560	407
35	1534	1802	1479	1990	1748	2412	1828
36	1055	1347	1072	1092	1005	1454	1171
37	269	296	312	304	278	364	304
38	285	258	254	234	182	285	250
39	20	30	41	20	31	51	32
40	91	119	100	71	82	137	100
41	79	66	80	84	77	90	79
42	21	28	29	22	17	27	24

Tabel 2. Berekend -verbruik behandeling 4 [opti] in $g.m^{-2}$
(Berekend adhv berekende -concentratie)

Verbruik tijdens warmtevraag:

<u>week</u>	<u>herh.1</u>	<u>herh.2</u>	<u>herh.3</u>	<u>herh.4</u>	<u>herh.5</u>	<u>herh.6</u>	<u>gemiddeld</u>
33	0	0	0	0	0	0	0
34	35	36	35	35	35	38	36
35	71	76	73	76	71	76	74
36	121	128	120	117	127	103	119
37	130	133	127	129	133	102	126
38	227	220	219	216	239	235	226
39	214	221	210	212	232	222	219
40	228	208	226	225	232	231	225
41	295	294	273	300	298	304	294
42	290	277	286	278	287	288	284

verbruik bij geen warmtevraag:

<u>week</u>	<u>herh.1</u>	<u>herh.2</u>	<u>herh.3</u>	<u>herh.4</u>	<u>herh.5</u>	<u>herh.6</u>	<u>gemiddeld</u>
33	0	0	0	0	0	0	0
34	136	143	139	135	148	160	145
35	349	345	346	348	344	326	343
36	247	254	249	248	254	250	250
37	263	262	263	266	272	261	264
38	80	73	80	80	79	86	80
39	18	19	18	18	18	18	18
40	32	34	32	31	32	32	32
41	19	19	18	19	20	20	19
42	7	7	7	7	7	7	7

Tabel 3. Berekend -verbruik behandeling 4 [opti] in $g.m^{-2}$
(Berekend adhv gemeten -concentratie)

Verbruik tijdens warmtevraag

verbruik bij geen warmtevraag

<u>week</u>	<u>herh.1</u>	<u>herh.2</u>	<u>gemiddeld</u>	<u>herh.1</u>	<u>herh.2</u>	<u>gemiddeld</u>
33	0	0	0	230	341	286
34	54	52	53	341	331	336
35	151	149	150	835	770	803
36	184	168	176	492	465	479
37	302	284	293	191	193	192
38	302	299	301	65	64	64
39	226	172	199	49	23	36
40	225	193	209	31	36	33
41	133	185	159	6	9	8
42	121	149	135	0	0	0

Tabel 4. Gemeten -verbruik behandeling 3 [prakt] in $g.m^{-2}$

Verbruik tijdens warmtevraag:

<u>week</u>	<u>herh.1</u>	<u>herh.2</u>	<u>herh.3</u>	<u>herh.4</u>	<u>herh.5</u>	<u>herh.6</u>	<u>gemiddeld</u>
33	0	0	0	0	0	0	0
34	13	15	13	16	13	19	15
35	38	44	40	51	42	109	54
36	140	276	260	237	297	342	259
37	267	266	299	304	287	388	302
38	624	684	558	516	289	700	562
39	209	523	568	561	526	638	504
40	404	483	492	626	409	659	512
41	440	435	494	524	362	541	466
42	403	458	464	517	435	489	461

Verbruik bij geen warmtevraag:

<u>week</u>	<u>herh.1</u>	<u>herh.2</u>	<u>herh.3</u>	<u>herh.4</u>	<u>herh.5</u>	<u>herh.6</u>	<u>gemiddeld</u>
33	10	7	2	19	17	15	12
34	39	30	17	71	33	64	42
35	95	72	62	254	156	529	194
36	140	258	190	453	260	868	361
37	219	326	285	557	320	990	449
38	359	465	399	654	359	1150	564
39	377	498	442	693	392	1192	599
40	441	573	521	786	449	1291	677
41	488	609	573	830	481	1338	720
42	509	630	595	852	498	1361	741

Tabel 5. Berekend -verbruik behandeling 3 [prakt] in $g.m^{-2}$

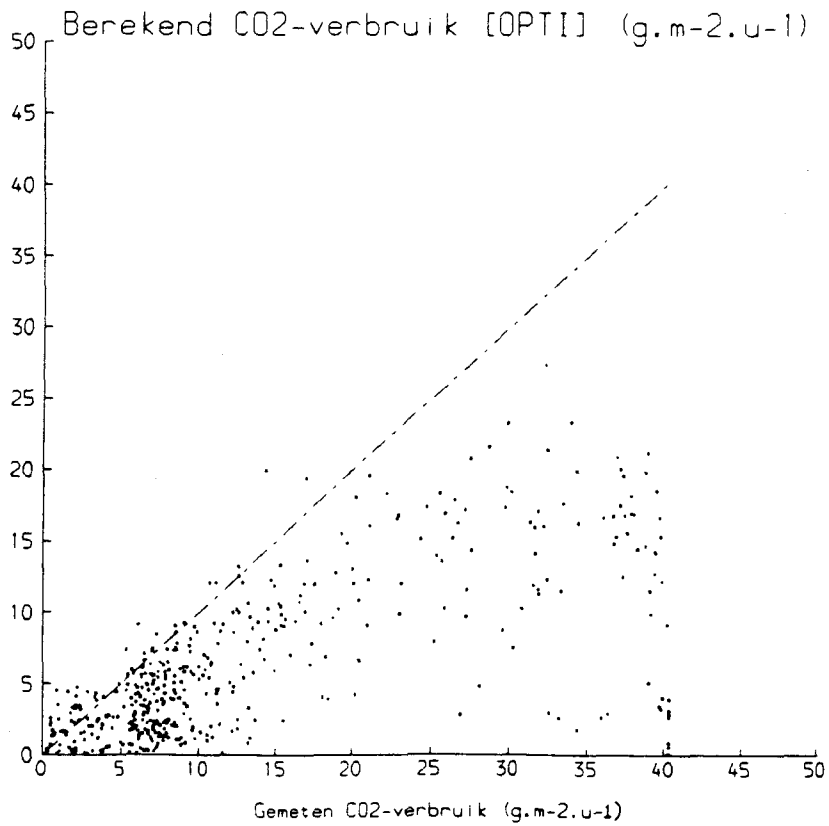
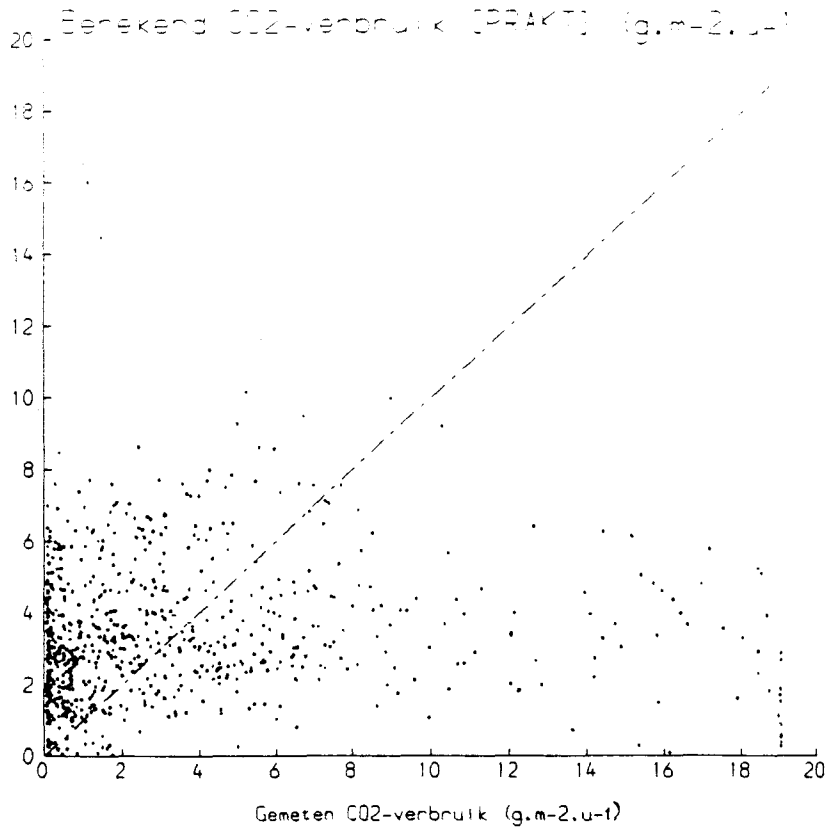
Verbruik tijdens warmtevraag:

<u>week</u>	<u>herh.1</u>	<u>herh.2</u>	<u>herh.3</u>	<u>herh.4</u>	<u>herh.5</u>	<u>herh.6</u>	<u>gemiddeld</u>
33	0	0	0	0	0	0	0
34	26	24	23	24	23	23	24
35	66	58	58	56	59	54	59
36	117	106	109	111	94	109	108
37	188	189	198	196	185	209	194
38	228	242	249	255	246	236	243
39	170	188	185	185	164	161	175
40	180	199	212	197	166	174	188
41	128	148	142	169	165	135	148
42	119	125	118	125	122	122	122

Verbruik bij geen warmtevraag:

<u>week</u>	<u>herh.1</u>	<u>herh.2</u>	<u>herh.3</u>	<u>herh.4</u>	<u>herh.5</u>	<u>herh.6</u>	<u>gemiddeld</u>
33	226	330	224	225	241	308	359
34	200	177	162	148	168	173	171
35	236	207	216	184	216	177	206
36	159	151	155	112	120	110	135
37	116	118	114	115	115	147	121
38	40	39	45	43	45	42	42
39	33	23	22	32	21	22	25
40	33	36	34	37	31	34	34
41	5	7	7	9	6	5	7
42	0	0	0	0	0	0	0

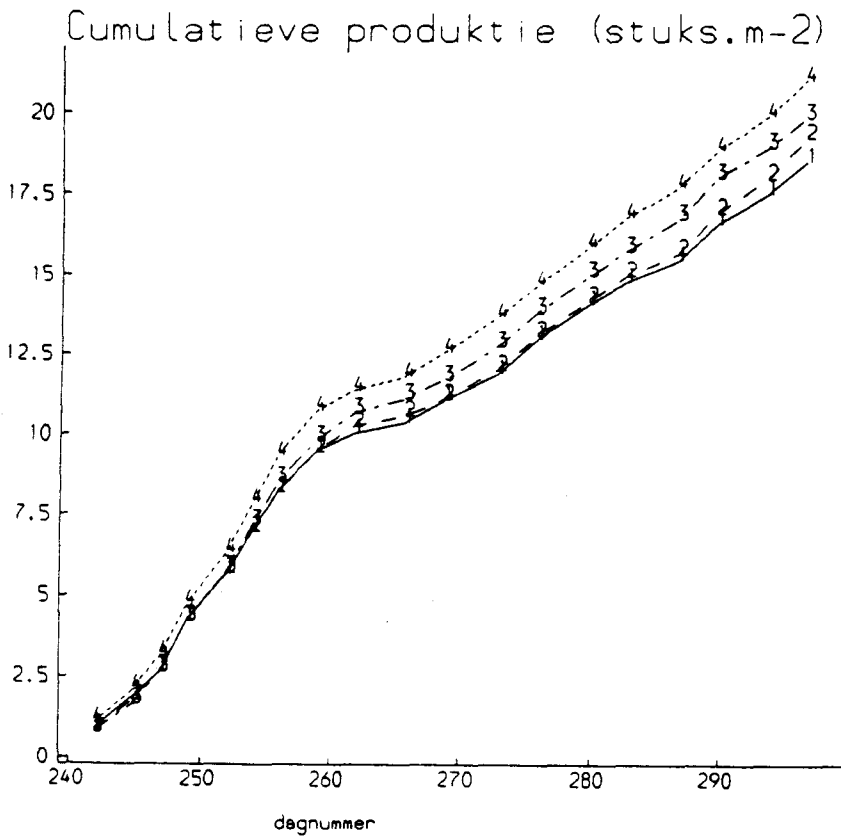
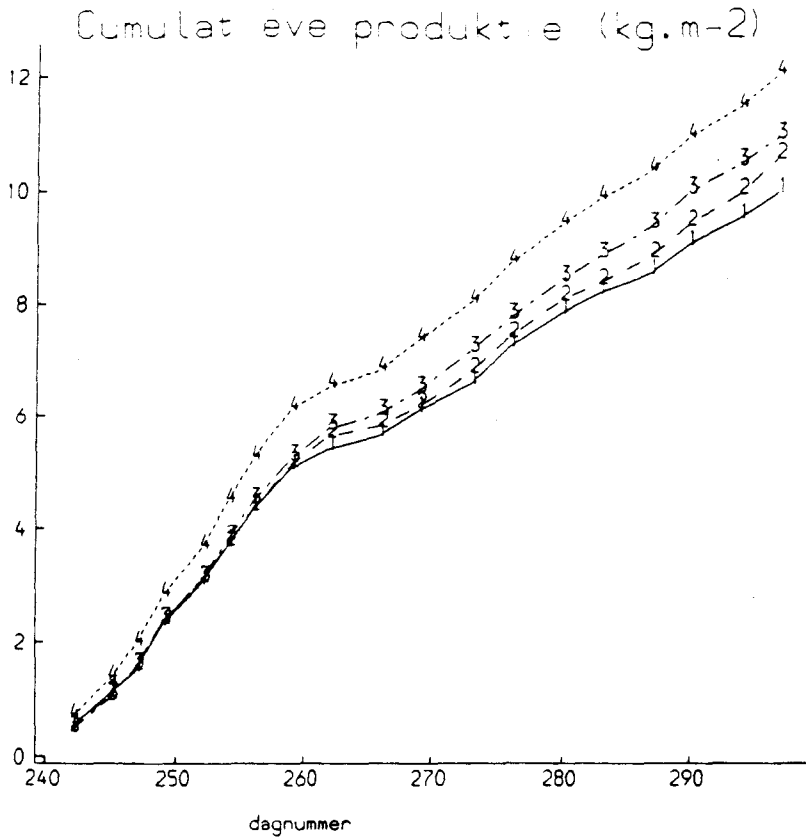
BIJLAGE A11. Berekend tegen gemeten CO2-verbruik



BIJLAGE B1. Statistische verwerking oogstgegevens

<u>object</u>	<u>[geen]</u>	<u>[rook]</u>	<u>[prakt]</u>	<u>[opti]</u>	<u>lsd =0.05</u>
aantal export (st.m-2)	17.20	18.10	18.85	19.62	0.66
gewicht export (kg.m-2)	9.44	10.08	10.48	11.31	0.53
% aant. binnenland (st.m-2)	7.15	6.06	5.25	6.86	2.69
% gew. binnenland (kg.m-2)	5.26	4.50	4.04	5.78	2.36
% gew. stek (kg.m-2)	1.98	2.02	1.48	1.85	0.59
gem. vruchtgew. exp. (kg)	0.549	0.557	0.556	0.577	0.013
totaal aantal (st.m-2)					
exp. + binn.	18.53	19.27	19.89	21.06	0.62
totaal gewicht (kg.m-2)					
exp. + binn. + stek	10.17	10.78	11.09	12.25	0.48

BIJLAGE B2. Cumulatief produktieverloop



BIJLAGE B3. Drogestofgehalte vruchten

Bepaling op 02-09-1991 aan twee vruchten per afdeling. Alle 24 vruchten eerst gedroogd bij 80 °C (09-09), daarna 12 vruchten bij 80 °C verder gedroogd en 12 vruchten bij 105 °C (gewogen 16-09)

<u>object (%)</u>	<u>[geen]</u>	<u>[rook]</u>	<u>[prakt]</u>	<u>[opti]</u>	<u>gem</u>	<u>lsd =0.05</u>
1. drogestof% 80 1e	3.24	3.22	3.25	3.23	3.23	0.23
2. drogestof% 80 2e	3.23	3.16	3.21	3.15	3.19	0.17
3. drogestof% 105 2e	3.16	3.10	3.05	3.06	3.09	0.18
4. rel. versch. 2-1	98.43	98.59	98.65	98.50	98.54	0.74
5. rel. versch. 3-1	94.59	92.96	93.90	94.38	93.96	4.04

Bepaling op 26-09-1991 aan één vrucht per afdeling. Alle vruchten gedroogd bij 105 °C (gewogen 01-10).

<u>object (%)</u>	<u>[geen]</u>	<u>[rook]</u>	<u>[prakt]</u>	<u>[opti]</u>	<u>gem</u>	<u>lsd =0.05</u>
1. drogestof% 105	2.93	2.84	2.96	2.94	2.92	0.21

Bepaling op 07-10-1991 aan drie vruchten per afdeling. Alle vruchten eerst gedroogd bij 80 °C (14-10) en daarna verder gedroogd bij 105 °C (21-10).

<u>object (%)</u>	<u>[geen]</u>	<u>[rook]</u>	<u>[prakt]</u>	<u>[opti]</u>	<u>gem</u>	<u>lsd =0.05</u>
1. drogestof% 80	2.78	2.86	2.90	2.90	2.86	0.17
2. drogestof% 105	2.60	2.69	2.70	2.71	2.68	0.17
3. rel. versch 2-1	93.50	94.45	93.20	93.43	93.56	1.05

Bepaling op 21-10-1991 aan twee vruchten per afdeling. Alle vruchten eerst gedroogd bij 80 °C (gewogen 28-10) en daarna verder gedroogd bij 105 °C (gewogen 04-11).

<u>object (%)</u>	<u>[geen]</u>	<u>[rook]</u>	<u>[prakt]</u>	<u>[opti]</u>	<u>gem</u>	<u>lsd =0.05</u>
1. drogestof% 80	3.25	3.50	3.19	3.10	3.26	0.50
2. drogestof% 105	3.01	3.23	2.95	2.86	3.01	0.46
3. rel. versch. 2-1	92.44	92.33	92.45	92.23	92.36	0.67

BIJLAGE B4. Plantslachten

De eerste plantslaching werd op de plantdatum uitgevoerd. Van 10 planten werd het

Bij alle slachten is één plant per afdeling weggehaald. De plantedelen zijn gedroogd bij 105 °C. alleen bij de slaching op 03-10 zijn de plantedelen eerst bij 80 °C gedroogd, en daarna verder gedroogd bij 105 °C. De plantgegevens zijn omgezet naar m² door deze te vermenigvuldigen met de plantdichtheid van 1.31 pl.m⁻².

Slaching op 26-08-1991.

<u>object</u>	<u>[geen]</u>	<u>[rook]</u>	<u>[prakt]</u>	<u>[opti]</u>	<u>gem</u>	<u>lsd =0.05</u>
vers blad (g.m-2)	343.7	342.0	367.0	387.8	360.1	60.2
vers stengel (g.m-2)	394.7	432.6	454.8	471.3	438.3	85.3
vers vrucht (g.m-2)	119.8	146.7	170.9	130.7	142.0	84.7
droog blad (g.m-2)	38.9	40.5	42.4	45.8	41.9	6.6
droog stengel (g.m-2)	22.2	23.4	24.4	25.8	23.9	4.4
droog vrucht (g.m-2)	5.7	6.9	7.7	6.4	6.7	3.6
drgst% blad (%)	11.35	11.84	11.55	11.81	11.64	0.68
drgst% stengel (%)	5.68	5.40	5.36	5.47	5.48	0.41
drgst% vrucht (%)	5.02	4.82	4.71	5.27	4.96	0.62
LAI	1.31	1.33	1.44	1.45	1.39	0.21
SLA (cm2.g)	254.5	252.0	260.1	243.3	252.4	8.04

Slaching op 17-09-1991.

<u>object (%)</u>	<u>[geen]</u>	<u>[rook]</u>	<u>[prakt]</u>	<u>[opti]</u>	<u>gem</u>	<u>lsd =0.05</u>
vers blad (g.m-2)	604.4	596.4	545.6	614.1	590.1	63.0
vers stengel (g.m-2)	797.6	791.5	757.7	844.3	797.8	77.3
vers vrucht (g.m-2)	178.7	172.4	43.0	265.2	164.8	299.3
droog blad (g.m-2)	61.4	69.0	61.6	62.6	63.7	11.5
droog stengel (g.m-2)	42.9	43.9	39.2	44.8	42.7	5.2
droog vrucht (g.m-2)	7.2	7.4	2.1	9.4	6.5	9.5
drgst% blad (%)	10.23	11.57	11.30	10.26	10.84	1.96
drgst% stengel (%)	5.38	5.53	5.17	5.32	5.35	0.34
drgst% vrucht (%)	5.03	5.22	5.01	4.68	4.99	1.40
LAI	2.37	2.34	2.14	2.35	2.30	0.25
SLA (cm2.g)	307.3	259.0	265.9	295.7	282.0	71.09

Slaching op 03-10-1991 (gedroogd bij 80 °C).

<u>object (%)</u>	<u>[geen]</u>	<u>[rook]</u>	<u>[prakt]</u>	<u>[opti]</u>	<u>gem</u>	<u>lsd =0.05</u>
vers blad (g.m-2)	457.9	513.0	448.5	440.7	465.0	131.7
vers stengel (g.m-2)	839.0	966.3	821.0	878.0	876.1	221.6
vers vrucht (g.m-2)	337.2	759.1	698.5	716.4	627.8	393.1
droog blad (g.m-2)	53.1	58.8	53.4	49.6	53.7	12.8
droog stengel (g.m-2)	47.3	55.0	48.9	49.8	50.2	10.2
droog vrucht (g.m-2)	12.3	27.3	25.8	24.2	22.4	12.8
drgst% blad (%)	11.69	11.54	12.06	11.30	11.65	0.84
drgst% stengel (%)	5.68	5.74	5.99	5.70	5.78	0.40
drgst% vrucht (%)	4.55	3.86	4.08	3.67	4.04	0.81
LAI	1.96	2.19	1.92	1.85	1.98	0.57
SLA (cm2.g)	280.2	283.0	272.5	285.9	280.4	28.8

Slachting op 03-10-1991 (gedroogd bij 105 °C).

<u>object</u> (%)	<u>[geen]</u>	<u>[rook]</u>	<u>[prakt]</u>	<u>[opti]</u>	<u>gem</u>	<u>lsd =0.05</u>
droog blad (g.m-2)	51.1	57.2	51.8	48.0	52.0	12.5
droog stengel (g.m-2)	46.5	53.8	47.7	48.7	49.2	10.0
droog vrucht (g.m-2)	11.7	25.9	24.5	22.9	21.2	12.0
drgst% blad (%)	11.25	11.21	11.70	10.94	11.27	0.80
drgst% stengel (%)	5.58	5.62	5.85	5.58	5.66	0.38
drgst% vrucht (%)	4.33	3.67	3.88	3.48	3.84	0.80

Slachting op 24-10-1991.

<u>object</u> (%)	<u>[geen]</u>	<u>[rook]</u>	<u>[prakt]</u>	<u>[opti]</u>	<u>gem</u>	<u>lsd =0.05</u>
vers blad (g.m-2)	446.0	514.4	530.2	580.4	517.7	104.5
vers stengel (g.m-2)	876	1003	967	1199	1011	237.1
vers vrucht (g.m-2)	408.2	469.3	193.4	288.2	339.8	478.3
droog blad (g.m-2)	52.4	59.1	61.4	63.4	59.1	10.2
droog stengel (g.m-2)	49.8	57.0	54.0	69.0	57.5	11.8
droog vrucht (g.m-2)	12.6	14.1	7.0	10.2	11.0	12.0
drgst% blad (%)	11.79	11.54	11.60	10.97	11.48	0.71
drgst% stengel (%)	5.72	5.73	5.60	5.76	5.70	0.43
drgst% vrucht (%)	3.30	4.21	4.31	3.69	3.88	1.18
LAI	1.85	2.14	2.34	2.47	2.20	0.43
SLA (cm2.g)	269.7	275.4	289.2	297.5	282.9	21.26

BIJLAGE B5. Verzameld materiaal bij gewasonderhoud

Onderstaande gegevens staan in g.m^{-2}

12 augustus

<u>behandeling</u>	<u>versbl</u>	<u>versst</u>	<u>versvr</u>	<u>droogbl</u>	<u>droogst</u>	<u>droogvr</u>
*	78.13	65.37	5.83	4.03	2.71	0.31

20 augustus

<u>behandeling</u>	<u>versbl</u>	<u>versst</u>	<u>versvr</u>	<u>droogbl</u>	<u>droogst</u>	<u>droogvr</u>
*	1.48	1.92	0.23	0.14	0.13	0.02

28 augustus

<u>behandeling</u>	<u>versbl</u>	<u>versst</u>	<u>versvr</u>	<u>droogbl</u>	<u>droogst</u>	<u>droogvr</u>
*	*	*	*	0.83	0.62	*

2 september

<u>behandeling</u>	<u>versbl</u>	<u>versst</u>	<u>versvr</u>	<u>droogbl</u>	<u>droogst</u>	<u>droogvr</u>
1	*	*	*	0.68	0.59	0.01
2	*	*	*	0.34	0.34	0.01
3	*	*	*	0.80	0.56	0.03
4	*	*	*	1.45	1.51	0.12

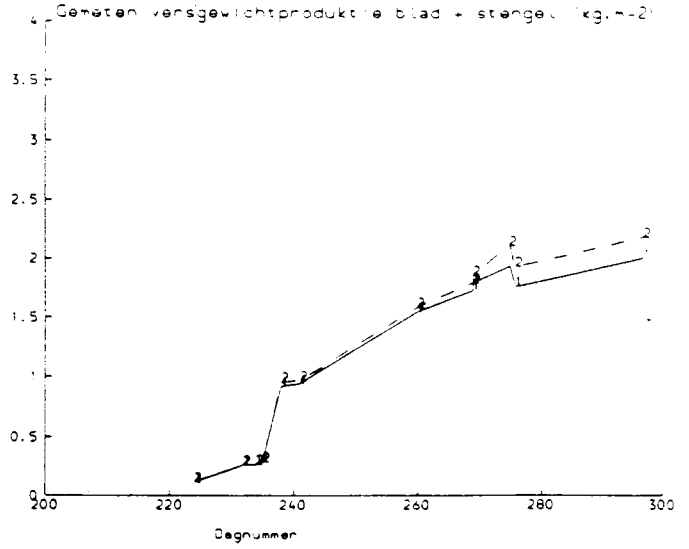
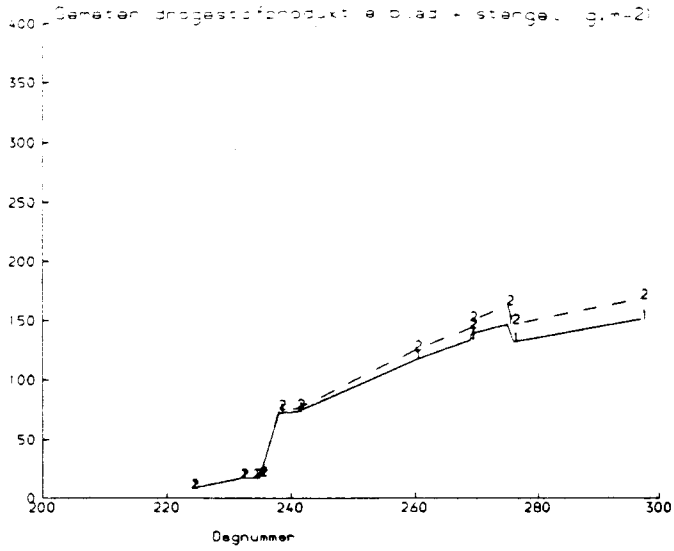
26 september

<u>behandeling</u>	<u>versbl</u>	<u>versst</u>	<u>versvr</u>	<u>droogbl</u>	<u>droogst</u>	<u>droogvr</u>
1	*	*	*	16.62	4.83	0.08
2	*	*	*	18.59	5.49	0.19
3	*	*	*	16.06	4.04	0.73
4	*	*	*	21.00	6.20	0.18

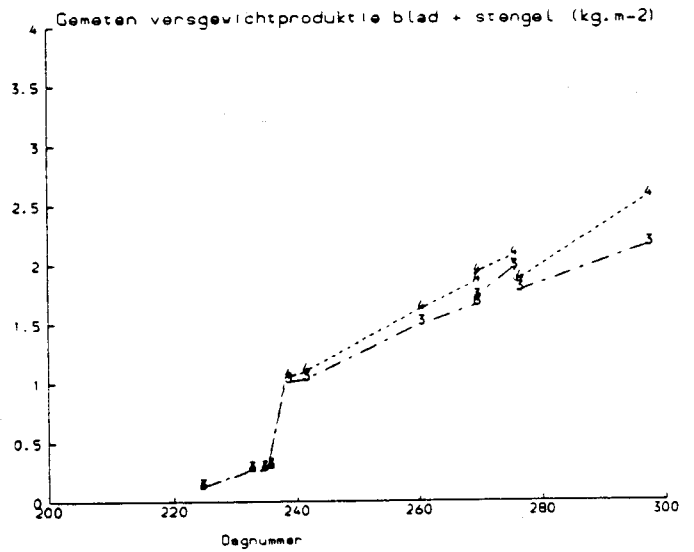
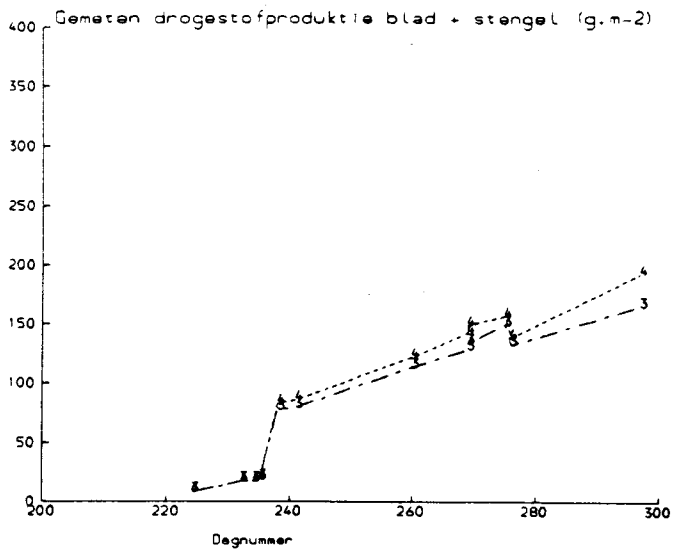
3 oktober

<u>behandeling</u>	<u>versbl</u>	<u>versst</u>	<u>versvr</u>	<u>droogbl</u>	<u>droogst</u>	<u>droogvr</u>
1	*	*	*	10.82	4.01	0.37
2	*	*	*	11.75	4.07	0.56
3	*	*	*	13.10	3.76	0.65
4	*	*	*	13.75	4.41	0.52

BIJLAGE B6. Gemeten verloop vegetatieve produktie

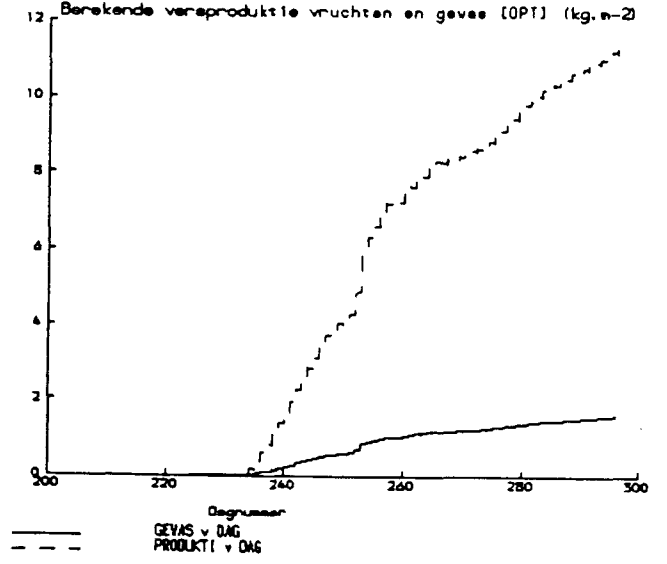
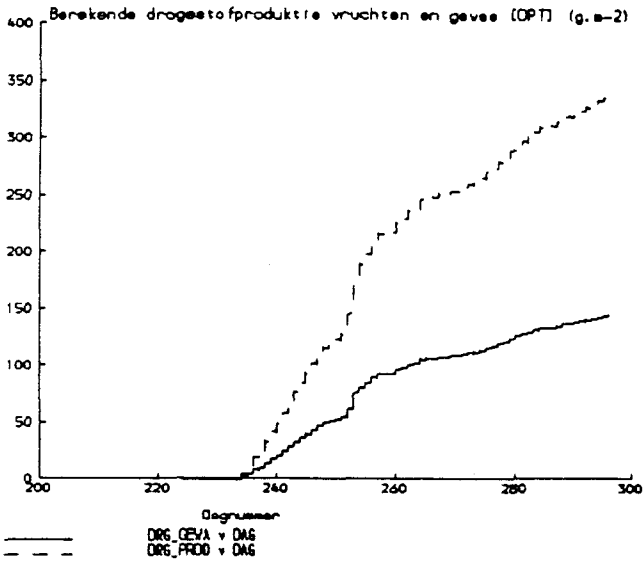
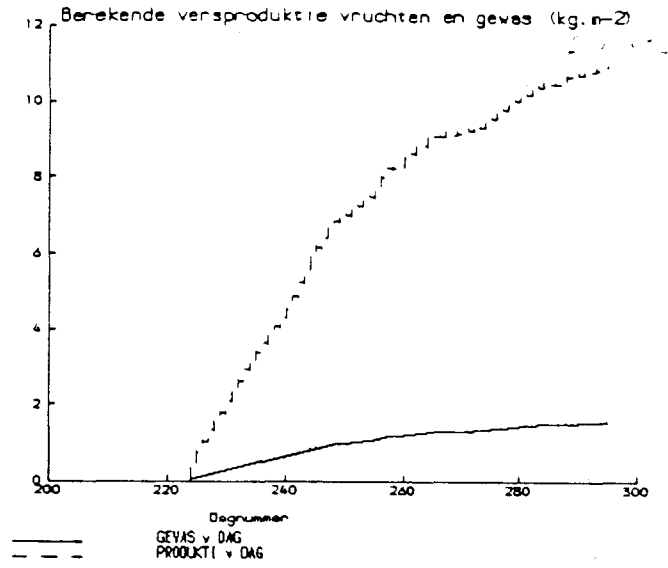
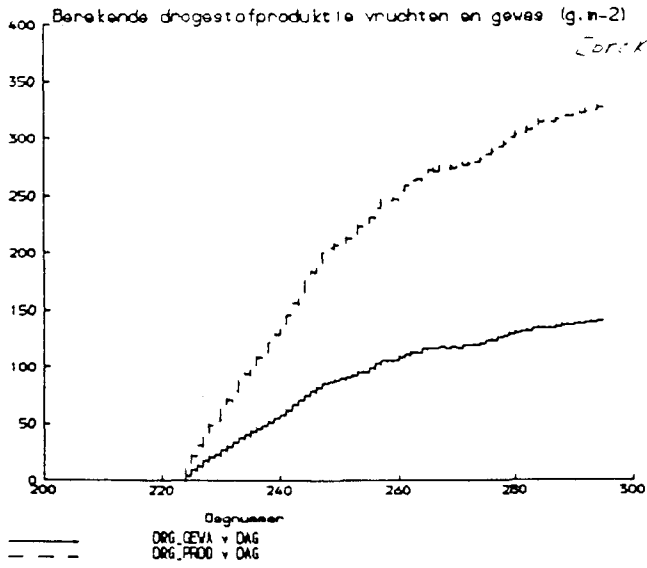


1 = [geen]
2 = [rook]



3 = [prakt]
4 = [opti]

BIJLAGE B7. Berekend verloop vegetatieve en generatieve produktie



BIJLAGE B8. Visuele beoordeling gewas

De beoordeling werd op 8 oktober door twee personen uitgevoerd.

Aantasting door meeldauw (wit) 0=geen, 10=veel aantasting

<u>persoon</u>	<u>[geen]</u>	<u>[rookg]</u>	<u>[prakt]</u>	<u>[opti]</u>	<u>LSD</u> =0.05
1	1.5	3.5	1.8	3.3	1.9
2	2.3	2.2	2.5	2.7	1.3

Kleur van het gewas 0=zeer licht, 10=zeer donker

<u>persoon</u>	<u>[geen]</u>	<u>[rookg]</u>	<u>[prakt]</u>	<u>[opti]</u>	<u>LSD</u> =0.05
1	6.2	6.7	6.8	6.0	1.5
2	5.0	4.8	5.5	5.0	0.7

Dichtheid van het gewas 0=zeer schraal, 10=zeer dicht

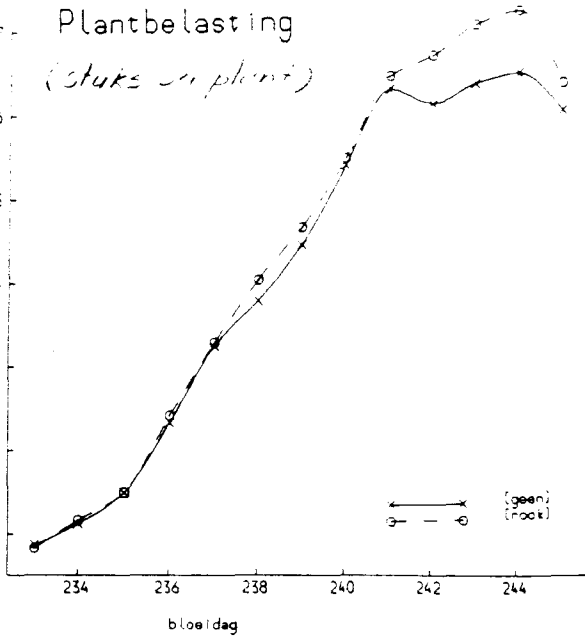
<u>persoon</u>	<u>[geen]</u>	<u>[rookg]</u>	<u>[prakt]</u>	<u>[opti]</u>	<u>LSD</u> =0.05
1	5.7	6.2	7.0	6.0	1.5
2	5.8	6.0	6.0	5.7	0.9

Verdroogde bladranden 0=zeer weinig, 10=zeer veel

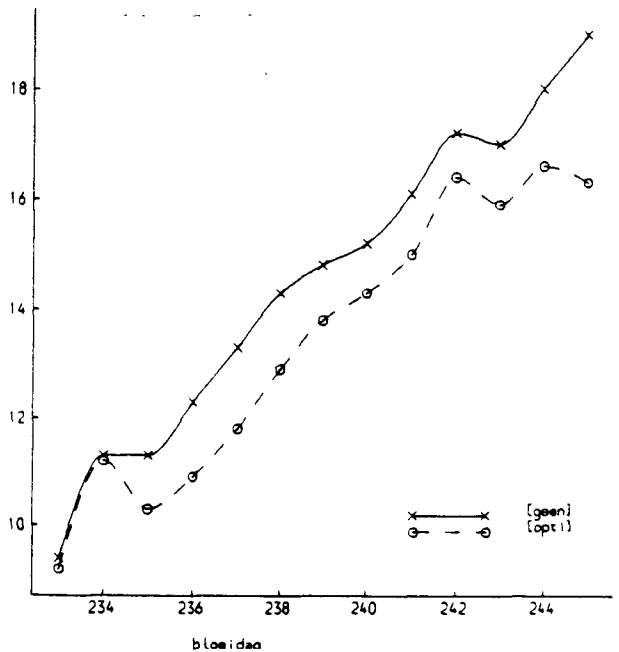
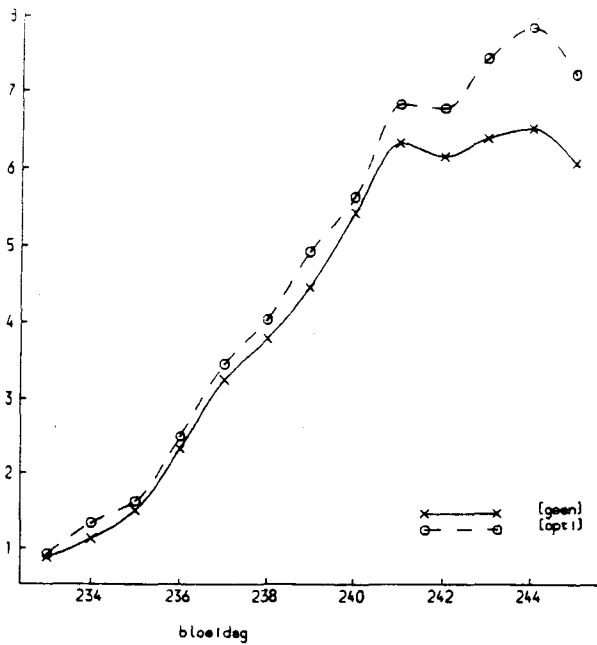
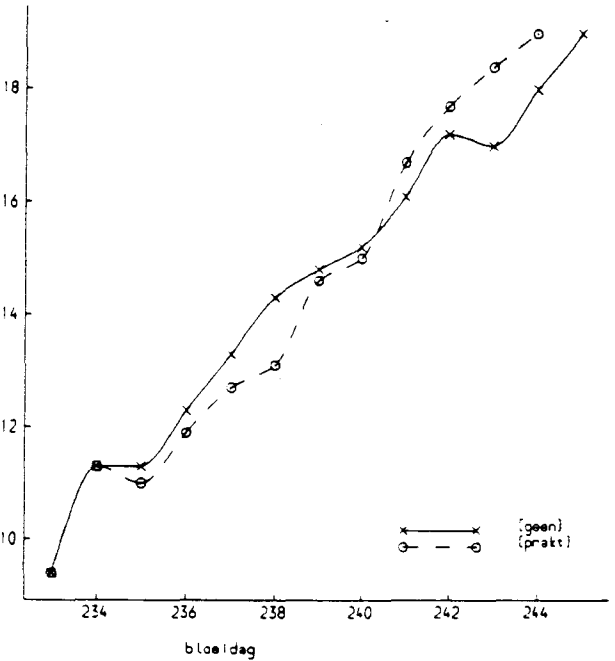
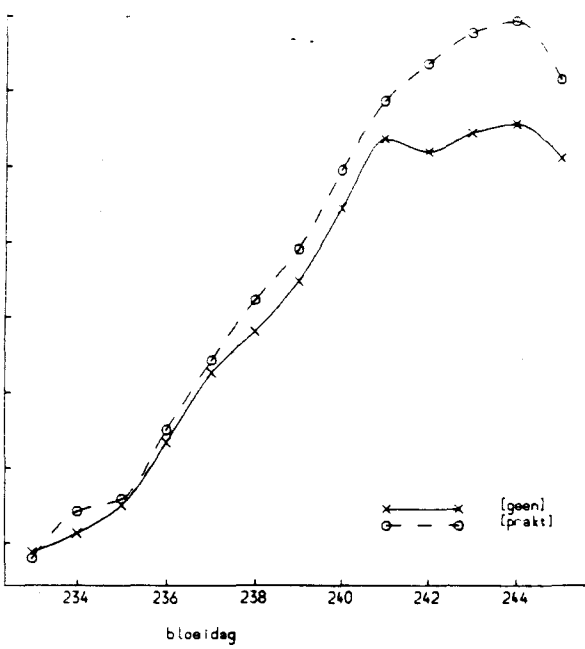
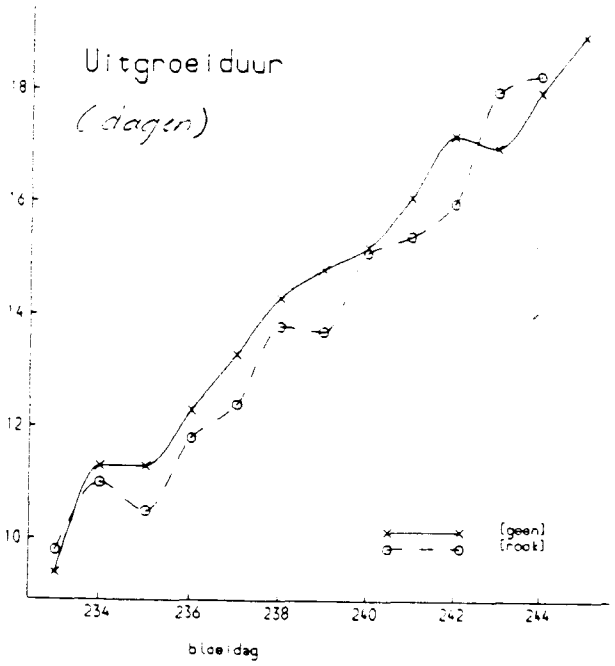
<u>persoon</u>	<u>[geen]</u>	<u>[rookg]</u>	<u>[prakt]</u>	<u>[opti]</u>	<u>LSD</u> =0.05
1	4.2	4.5	5.7	6.0	2.0
2	4.3	4.0	3.8	3.5	1.2

BIJLAGE B9. Uitgroeiduur vruchten en plantbelasting

Plantbelasting
(stuk op plant)

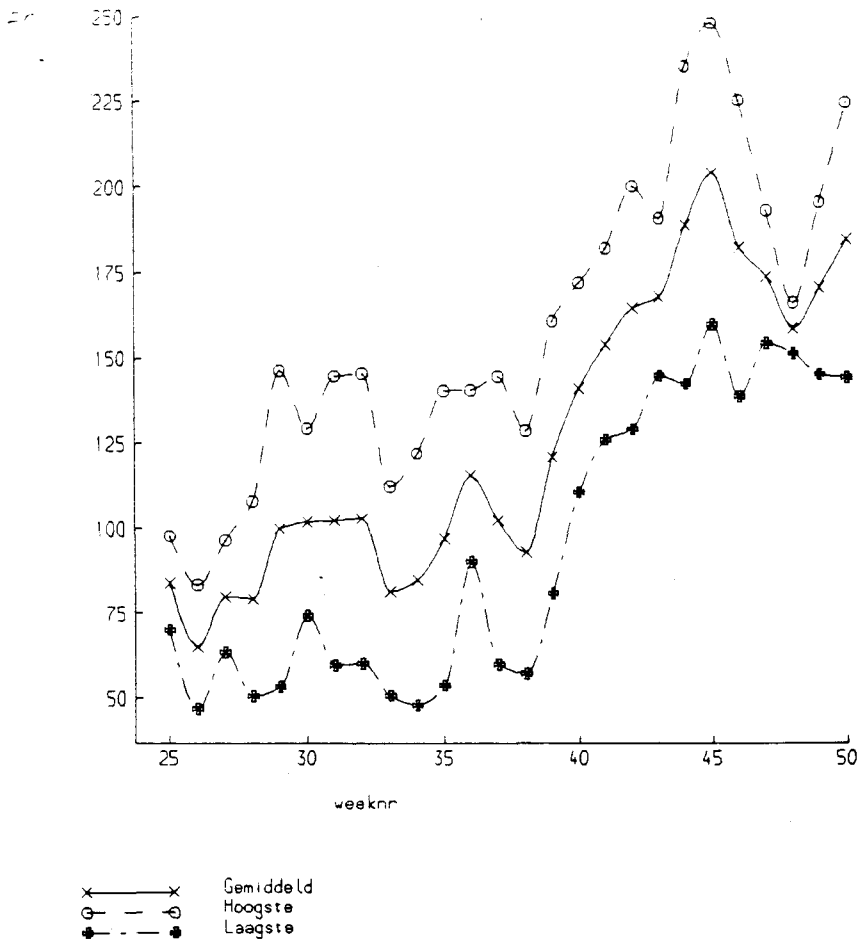


Uitgroeiduur
(dagen)



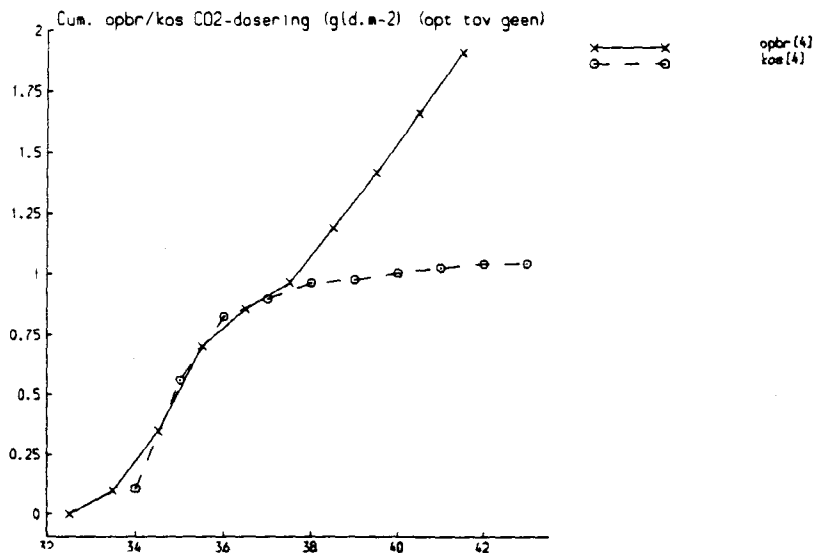
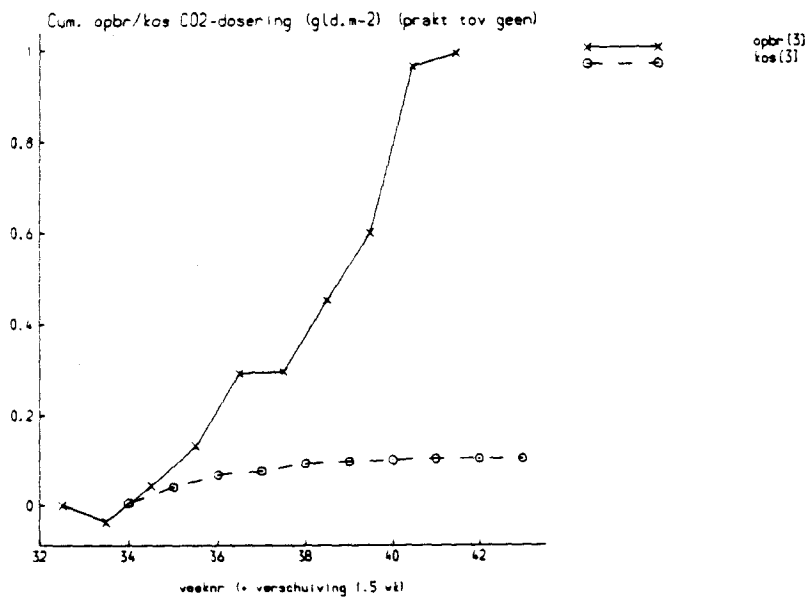
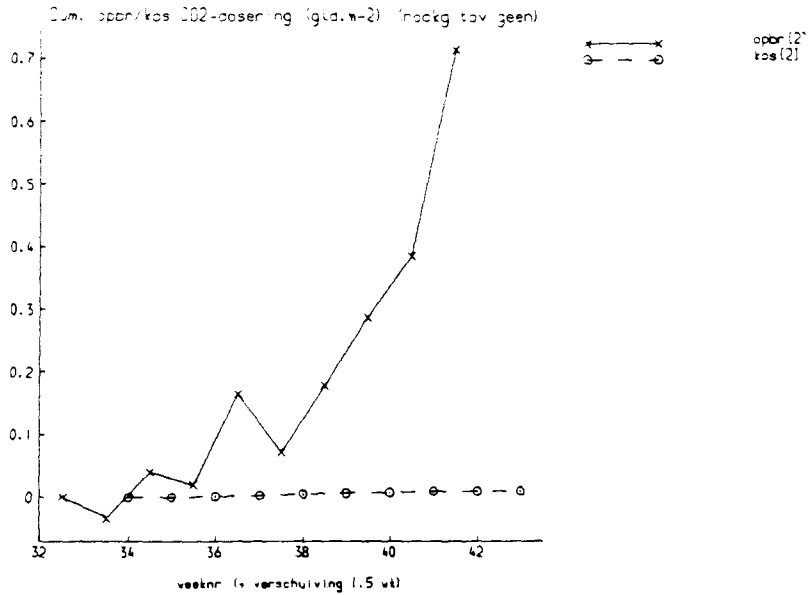
BIJLAGE C1. Prijsverloop komkommer

Gemiddelde weekprijs tussen 1985 - 1990



BIJLAGE C2. Cumulatief verloop kosten en opbrengsten

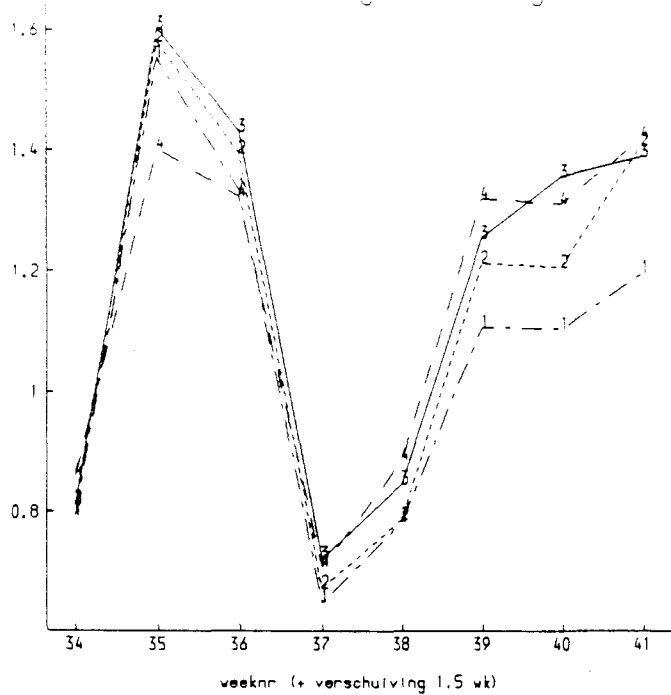
De extra CO2 die op een bepaald moment wordt gedoseerd is na gemiddeld anderhalve week terug te vinden in de productie. Om de kosten goed tegen de baten af te wegen is in onderstaande figuren de opbrengstenlijn anderhalve week verschoven (opbrengst van week 40 staat tussen week 38 en 39 weergegeven).



BIJLAGE C3. Verloop winst

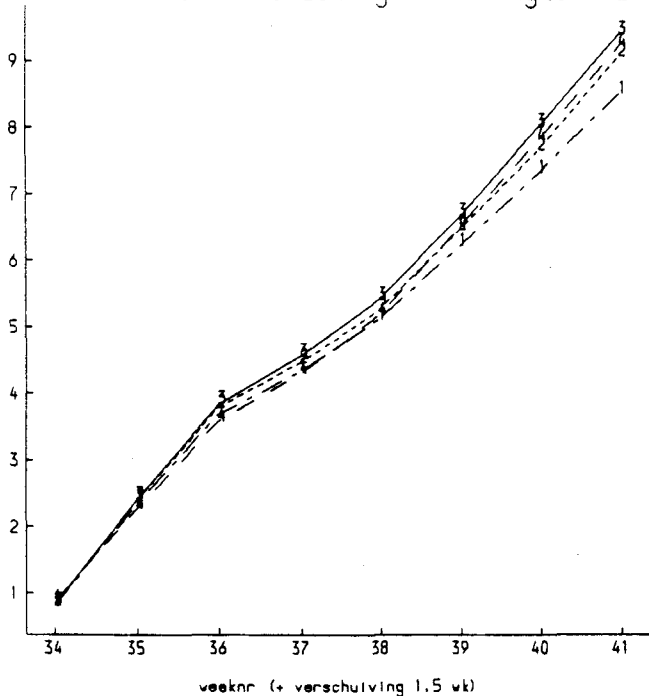
Zie opmerking bij bijlage C2.

Winst behandeling 1 tm 4 (gld.m-2)



1	---	1	winst[1]
2	---	2	winst[2]
3	---	3	winst[3]
4	---	4	winst[4]

Cum. winst behandeling 1 tm 4 (gld.m-2)



1	---	1	cvinst[1]
2	---	2	cvinst[2]
3	---	3	cvinst[3]
4	---	4	cvinst[4]