A
09
H
83

BIBLIOTHEEK
PROEFSTATION VOOR TUINBOUW
ONDER GLAS TE NAALDWIJK

Simulatie van het CO2-verbruik in de glastuinbouw

Aanleiding, aanpak, resultaten en evaluatie (verslag 1)

G. Houter

Proefstation voor Tuinbouw onder Glas, Naaldwijk

Intern verslag nr. 35 augustus 1989

Dit onderzoek is in opdracht van NOVEM bv te Sittard uitgevoerd door Proefstation voor Tuinbouw onder Glas te Naaldwijk in samenwerking met Centrum voor Agrobiologisch Onderzoek te Wageningen.

225128

INHOUDSOPGAVE

pag.

SAMENVATTING

DEFINITIES

VOORWOORD

1. INLEIDING 1
   1.1. CO2-dosering in glastuinbouw 1
   1.2. Probleemstelling 2
   1.3. CO2-model 3
   1.4. Verslaglegging 4

2. GLOBALE VALIDATIE 5
   2.1. Algemeen 5
   2.2. Validatie submodel "kasklimaat" 5
   2.3. Globale validatie van gehele CO2-model 7
      2.3.1. Inputgegevens 7
      2.3.2. Bedrijf 1 - komkommer 8
      2.3.3. Bedrijf 2 - tomaat 14
   2.4. Discussie 20
   2.5. Conclusies 23

3. ASPECTEN VOOR VERVOLGONDERZOEK 24
   3.1. Grondige validatie van CO2-model 24
   3.2. Verbeteringen aan CO2-model 25

4. BRONVERMELDING 28

BIJLAGE I. INPUTFILES VOOR GLOBALE VALIDATIE 29
BIJLAGE II. MEET- EN SIMULATIERESULTATEN VAN GLOBALE VALIDATIE 37
BIJLAGE III. OUTPUTFILES VAN GLOBALE VALIDATIE 39

SAMENVATTING

In het kader van het NOVEM-project "Simulatie van het CO2-verbruik in de glastuinbouw" is een simulatiemodel samengesteld. Dit model wordt met "CO2-model" aangeduid. Het CO2-model berekent het warmte- en CO2-verbruik en de kg-produktie voor op te geven gewas (komkommer, tomaat), kas, verwarmingsuitrusting (verwarmingsketel, warmtopslagtank, restwarmte, hetelucht), CO2-uitrusting (rookgas CO2, zuiver CO2) en aan te houden kasklimaat (temperatuur- en CO2-regime).

Hoofdelementen van het CO2-model zijn een kasklimaatmodel en een gewasmodel. Het kasklimaatmodel is gebaseerd op het onderzoek van Bot (1983) en De Jong (1985). Dit model berekent de condities in de kas bij gegeven buitenklimaat en klimaatregeling. Het gewasmodel is gebaseerd op Goudriaan (1986), Spitters et al. (1989) en het onderzoek van Gijzen (CABO, Wageningen). Dit model berekent aan de hand van de condities in de kas de gewasfotosynthese en de kg-produktie.

Het CO2-model is geschreven in Fortran, is modulair van opbouw en kan interactief gebruikt worden. De menu-structuren en de gebruikers-handleiding zijn zodanig opgezet dat ook niet-ingewijden het model kunnen gebruiken. Aangenomen is dat de omvang van het gewas bepaald wordt volgens een op te geven verloop over het groeiseizoen van de leaf area index (LAI) en dat het gewas vanaf een op te geven dag oogstbare vruchten produceert.

Voor de bepaling van de juistheid van het CO2-model is het model gevalideerd met gegevens die door 2 tuinders (met resp. komkommer en tomaat) gedurende een teeltseizoen zijn verzameld. De geregistreerde gegevens hadden betrekking op weekcijfers van ingestelde dag- en nachttemperatuur van kaslucht, gemeten gemiddelde dag- en nachttemperatuur van kaslucht, aardgasverbruik en kg-produktie.
De eerste resultaten van de globale validatie van het CO2-model geven aan dat het CO2-model zeer behoorlijk de werkelijkheid weergeeft. De gesimuleerde temperatuur komt in het algemeen goed met de werkelijkheid overeen. Het aardgasverbruik wordt matig tot goed gesimuleerd. De kg-produktie wordt aan het begin van de teelten goed gesimuleerd, maar in de tweede helft van de beide teelten van komkommer overschat en bij tomaat onderschat. Vervolgonderzoek naar verbetering van de simulatie van de kg-produktie is daarom noodzakelijk.
Voor het reëel kunnen beoordelen van de kwaliteit van het model is het gewenst dat het model met betrouwbare gedetailleerde gegevens gevalideerd wordt. In een vervolgonderzoek zal hieraan ruimschoots aandacht worden besteed. Vooralsnog mogen daarom nog geen harde conclusie uit de simulatieresultaten worden getrokken. Hierbij geldt dat gesimuleerde relatieve verschillen zijn betrouwbaarder dan gesimuleerde absolute waarden of verschillen.

Het CO2-model zal gebruikt worden in een beslissingsondersteunend systeem, waarmee de financiele consequenties van diverse investerings-beslissingen rondom verwarming en CO2 kunnen worden berekend.

DEFINITIES

azimut: afwijking van projectie van zonnestraal op aardoppervlak t.o.v. noord-zuidrichting (draaiing naar westen is positief).
bedrijfsuitrusting: het geheel van voorzieningen op een bedrijf waaronder: verwarmingsinstallatie, CO2-installatie (rookgas en/of zuiver), warmteopslagtank en scherm.
common block: Fortran declaratie waarbij in- en output van module niet in de aanroep van module hoeft te worden opgenomen.
CO2-uitrusting: installatie waarmee CO2 gedoseerd kan worden, zoals rookgas-CO2 of zuiver CO2.
CO2-verbruik: hoeveelheid CO2 in kg.m-2 per tijdseenheid die nodig is volgens het gekozen CO2-regime.
dampdrukdeficit: verschil tussen verzadigde en actuele dampdruk in N.m-2.
declinatie: hoek tussen zonnestraal loodrecht op aardoppervlak en vlak door evenaar.
gasverbruik: hoeveelheid aardgas in m3.m-2 per tijdseenheid.
kasinhoud: kaslucht en gewas. Aangenomen wordt dat deze 2 objecten niet in temperatuur van elkaar verschillen.
leaf area index (LAI): bladoppervlak per beteeld oppervlak (m2.m-2).
module: funktie of subroutine.
overzichtfile: file met uitgangssituatie voor simulatie met gegevens over gewas, kas, verwarmings- en CO2-uitrusting, aan te houden kasklimaat en simulatieperiode. Deze file kan interactief gewijzigd worden.
stookbehoefte: hoeveelheid warmte per tijdseenheid in W.m-2 die nodig is om met de verwarmingsuitrusting het ingestelde temperatuur-regime aan te aanhouden.
ventilatietemperatuur: temperatuur van kasinhoud waarboven geventileerd wordt (raamstand > 0).
ventilatietraject: temperatuurtraject waarbinnen het openen van de luchtramen van 0 tot 100 % wordt gerealiseerd (100 % is aan beide zijden volledig geopend).
verwarmingstemperatuur: temperatuur van kasinhoud waaronder het verwarmingssysteem voor extra warmteaanvoer zorgt.
verwarmingsuitrusting: installatie waarmee in de warmtebehoefte kan worden voorzien zoals verwarmingsketel, restwarmte-installatie, heteluchtverwarming en warmteopslagtank.
warmtebehoefte: hoeveelheid warmte per tijdseenheid in W.m-2 die nodig is volgens het gekozen temperatuurregime om de temperatuur op het setpoint te houden.

VOORWOORD

Sinds oktober 1987 heb ik aan het project "Simulatie van het CO_2-verbruik in de glastuinbouw" gewerkt dat in opdracht van de NOVEM (voorheen NEOM) door het PTG is uitgevoerd. Door een samenwerkings-overeenkomst tussen het PTG en het CABO te Wageningen kon ik de eerste 10 maanden van het project op het CABO het simulatiemodel in grove vorm samenstellen. Hierbij is gebruik gemaakt van diverse deelmodellen die op het CABO en op diverse vakgroepen van de Landbouwuniversiteit zijn ontwikkeld. Door de keuze van het CABO als eerste vestigingsplaats kon ik op het CABO ondersteuning krijgen op het gebied van simulatie- en programmeertechnieken en bij het gebruik van de PC. Met name H. Gijzen heeft hieraan een belangrijke bijdrage geleverd. Verder kon zeer effectief overleg plaatsvinden met onderzoekers van het CABO, het IMAG en van de vakgroepen van de Landbouwuniversiteit Natuur- en Weerkunde, Theoretische Produktie Ecologie en Tuinbouwplantenteelt over het gebruik en aanpassing van de deelmodellen.

Sinds augustus 1988 heb ik op het PTG het model verder verbeterd en aangepast aan praktijkomstandigheden. Verder is het model gebruikersvriendelijk gemaakt met interactieve modules die door de H.A.S.-stagiair Wim Poot zijn geschreven. In het laatste maanden van het project is veel aandacht geschonken aan de verslaglegging. Tijdens deze fase heeft met name E. Nederhoff veel van haar kostbare tijd besteed aan het redigeren van de verslagen. Mede dank zij haar inzet als projectleider is de uitvoering van het project voorspoedig verlopen.

Een ieder die een bijdrage heeft geleverd aan dit project wil ik hierbij hartelijk danken. Zonder anderen te kort te doen, geldt deze bedanking met name voor Hans en Elly.

Bert Houter
Naaldwijk, 31 augustus 1989

1. INLEIDING

1.1. CO2-dosering in glastuinbouw

Planten leggen o.i.v. zonlicht bij de fotosynthese koolzuur (CO2) en water vast in suikers. Deze suikers vormen de basisstof voor de groei van plant, mens en dier. De fotosynthese wordt niet alleen bevorderd door een hogere instraling, maar ook door een hogere CO2-concentratie. Voor een komkommergewas is berekend dat de gewasfotosynthese met 40 - 50 % toeneemt indien de CO2-concentratie wordt verhoogd van 200 naar 340 ppm (d.i. de gemiddelde buiten-concentratie). De gewasfotosynthese kan nog met 45 - 75 % worden bevorderd als de CO2-concentratie van 340 naar 1000 ppm wordt verhoogd (anonymus, 1988). Bij de teelten in kassen kan bij geringe ventilatie de CO2-concentratie dalen tot 150 - 200 ppm. Dit gaat ten koste van de groei en de produktie van het gewas.

In de glastuinbouw in Nederland wordt daarom in het algemeen CO2-dosering toegepast. Voor de CO2-dosering wordt meestal CO2 van rookgas gebruikt, dat bij de verbranding van aardgas vrijkomt. Indien er warmtevraag is, is de CO2-produktie meestal voldoende groot om een CO2-concentratie van 800 - 1000 ppm te bereiken. Het aanhouden van hogere CO2-concentraties wordt afgeraden, omdat de gewasfotosynthese nauwelijks meer toeneemt, en de kans op schadelijke effecten door een te hoge CO2-concentratie en verontreiniging van rookgas wordt verhoogd.

Er zijn ook gevallen waar onvoldoende CO2 beschikbaar is, zelfs te weinig om een minimum CO2-concentratie van 340 tot 400 ppm aan te houden. Hierbij zijn 3 situaties te onderscheiden:

situatie 1: Bij gebruik van rest- of afvalwarmte van bijvoorbeeld industrie voor de verwarming van de kassen vindt er geen warmteproduktie op het bedrijf plaats. Daardoor is er geheel geen CO2 uit het verwarmingssysteem beschikbaar voor dosering.

situatie 2: Bij gebruik van een TE-installatie (warmtekracht) is de vrijkomende rookgas tot op heden niet geschikt voor CO2-dosering, omdat hierin nog te veel schadelijke gassen (o.a. NOx) voorkomen.

situatie 3: Op een bedrijf met verwarmingsketel is er niet altijd een warmtevraag. Met name in het zomerhalfjaar is overdag de warmtevraag afwezig of te gering om voldoende CO2 te produceren.

De produktie van de bedrijven van situatie 1 en 2 kan door het ontbreken van rookgas CO2 veel lager zijn (ca. 20 %) dan op bedrijven met rookgasdosering. Daarom wordt op deze bedrijven soms zuivere CO2 (vloeibaar) gedoseerd. Ook is het mogelijk dat door een speciale CO2-brander CO2 wordt aangemaakt waarbij de geproduceerde warmte aan de rest- of afvalwarmte of aan de warmte van de TE-installatie wordt toegevoegd.

Op de bedrijven met verwarmingsketel (situatie 3) wordt soms ook aanvullend zuiver CO2 gedoseerd. Gangbaarder is echter het gebruik van een warmteopslagtank. Met deze tank is het mogelijk de warmteproduktie en het warmteverbruik in tijd van elkaar te scheiden. Daardoor kan overdag bij CO2-behoefte aardgas worden verbrand, waarbij de vrijkomende warmte in de tank opgeslagen kan worden. 's Nachts kan de opgeslagen warmte worden gebruikt voor de verwarming van de kas.

1.2. Probleemstelling

Bij investeringsvraagstukken rondom warmte- en CO2-installaties is het van belang te weten hoe groot de aardgas- of warmtebehoefte, de CO2-behoefte (bij zuiver CO2) en de opbrengsten (kg-oogstbare produktie) zijn. De berekening van deze kengetallen is complex omdat:

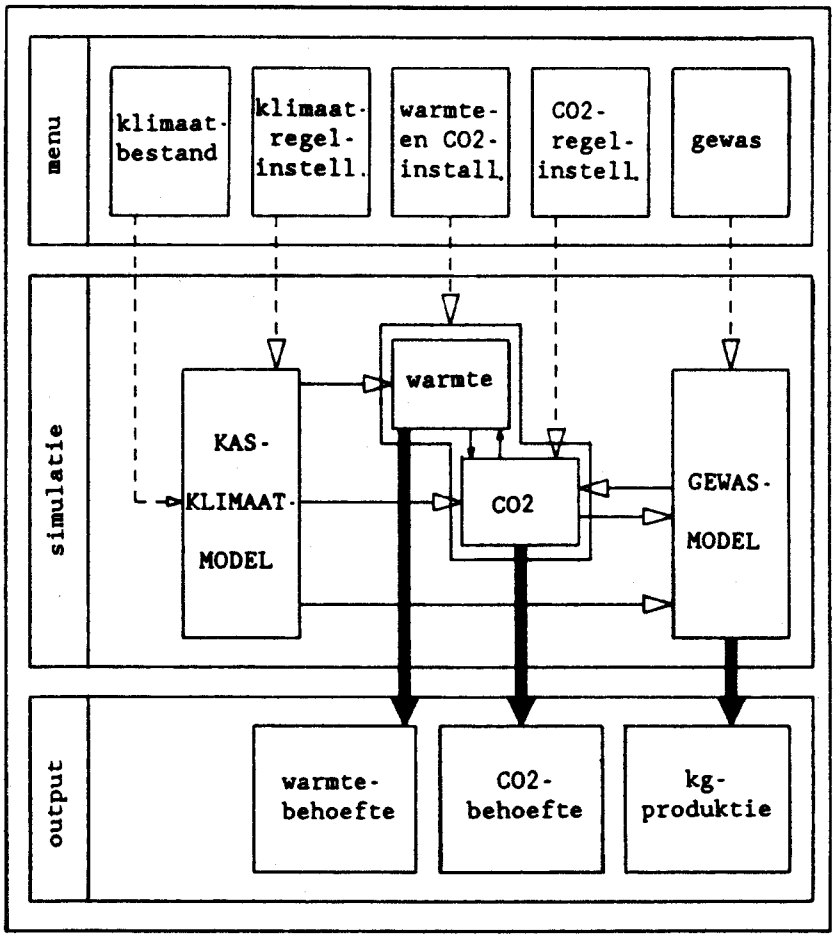
- warmtebehoefte afhankelijk is van:
  - -- kaseigenschappen
  - -- klimaatregelinstellingen (gewenst klimaat in kas)
  - -- buitencondities
- CO2-behoefte afhankelijk is van:
  - -- ventilatieverlies bepaald door vent.snelheid en CO2-concentratie
  - -- gewasfotosynthese
  - -- warmteproduktie indien CO2-behoefte betrekking heeft op aanvullende zuivere CO2 dosering op beschikbare rookgas CO2
- kg-opbrengst afhankelijk is van gewasfotosynthese die bepaald wordt door:
  - -- gewaseigenschappen
  - -- conditie en grootte van het gewas
  - -- condities in kas waaronder de CO2-concentratie

Bij de berekeningen voor investeringen in warmteopslagtanks is tot nu toe gewerkt met verschillende onzekere aannames voor dagelijkse gemiddelden van CO2-verliezen, warmtevraag en gerealiseerde CO2-concentratie (Vermeulen, 1988). Voor nauwkeuriger berekeningen is het niet mogelijk om met dagelijkse gemiddelden te werken, maar moeten gedetailleerdere berekeningen worden uitgevoerd. Voor dit doel is een simulatiemodel bij uitstek geschikt.
Daarom is een simulatiemodel samengesteld waarmee warmteverbruik, CO2-verbruik en kg-produktie van verschillende warmte- en CO2-installaties kunnen worden berekend. Met dit model kunnen verschillende aspecten van investeringsbeslissingen t.a.v. CO2 worden onderbouwd. Het model wordt met "CO2-model" aangeduid.

In vervolg onderzoek zal het CO2-model gebruikt worden in een beslissingsondersteunend systeem, waarmee de financiele consequenties van diverse investeringsbeslissingen rondom verwarming en CO2 kunnen worden berekend.
Als bewezen is dat het model ook binnen een dag een goed beeld van de werkelijkheid geeft, kunnen met de resultaten van het model bijvoorbeeld ook dagverlopen en jaarbelastingsduurkrommen van warmte- en CO2-behoefte worden geproduceerd.

1.3. Opbouw CO2-model

Het ontwikkelde CO2-model is schematisch op te splitsen in 3 gedeelten, namelijk in menu-, simulatie- en outputgedeelte. Figuur 1 geeft hiervan een overzicht.



Figuur 1. Structuur van CO2-model

In het menu-gedeelte van het model kan de gebruiker d.m.v. keuzemenu's de uitgangssituatie voor de simulatie opgeven. Hierbij kan de gebruiker kiezen uit verschillende klimaatbestanden met buitencondities, verwarmingsuitrustingen (verwarmingsketel, warmteopslagtank, restwarmte, hetelucht), CO2-uitrustingen (rookgas of zuiver CO2) en gewassen (komkommer of tomaat). Verder kan de klimaat- en CO2-regeling worden opgegeven. Voor een overzicht van alle keuzemogelijkheden wordt verwezen naar verslag 2 "Gebruikershandleiding".

In het simulatiegedeelte zijn 2 submodellen te onderscheiden, namelijk een kasklimaatmodel en een gewasmodel. Het kasklimaatmodel is gebaseerd op het onderzoek van Bot (1983) en De Jong (1985) en het gewasmodel op Goudriaan (1986), Spitters et al. (1989) en het onderzoek van Gijzen (CABO, Wageningen).
Het kasklimaatmodel berekent aan de hand van uurlijkse data van de buitencondities en de opgegeven klimaatregelinstellingen het kasklimaat (temperatuur, luchtvochtigheid en straling). Verder berekent het kasklimaatmodel de warmtebehoefte voor het aanhouden van de gewenste kasluchttemperatuur en minimum buistemperatuur en de noodzakelijke ventilatiesnelheid.

Het gewasmodel simuleert de gewasfotosynthese en vandaaruit de oogstbare kg-produktie. Dit tweede submodel heeft als input de condities in de kas (temperatuur, straling en CO2-concentratie) en enkele gewasgegevens.

In figuur 1 zijn tussen het kasklimaatmodel en gewasmodel 2 blokjes weergegeven met "warmte" en "CO2". In deze twee blokjes wordt resp. het warmte- en CO2-verbruik berekend. Bij een verwarmingsketel wordt bij warmtevraag CO2 geproduceerd (pijl van "warmte" naar "CO2"). Bij CO2-behoefte wordt warmte aangemaakt die eventueel in een warmteopslag-tank opgeslagen wordt (pijl van "CO2" naar "warmte"). Verder wordt de CO2-concentratie beïnvloed door de gewasfotosynthese (pijp van "gewas-model" naar "CO2") en de ventilatiesnelheid (pijl van "kasklimaatmodel" naar "CO2").

De resultaten van het CO2-model zijn warmte- en CO2-behoefte en kg-produktie. Dit zijn de 3 belangrijkste kengetallen die nodig zijn voor de berekening van de financiele consequenties van een bepaalde investeringsbeslissing rondom CO2.

In werkelijkheid zijn de 2 submodellen en de blokjes "CO2" en "warmte" in het simulatiegedeelte geïntegreerd. Hierin is tevens de output-verzorging opgenomen. Het interactieve gedeelte met de keuzemenu's vormt een ander gedeelte. Het model is geschreven in Fortran en is modulair van opbouw.

1.4. Verslaglegging

Behalve dit verslag (verslag 1 "Aanleiding, aanpak, resultaten en evaluatie") zijn nog 5 andere verslagen over dit CO2-project geschreven, namelijk:
- verslag 2: "Gebruikershandleiding";
- verslag 3: "Opbouw van simulatiegedeelte" met beschrijving van de structuur in modules van het simulatiegedeelte;
- verslag 4: "Modelbeschrijving" met gedetailleerde beschrijving en verantwoording van de gebruikte rekenregels in het simulatiegedeelte;
- verslag 5: "Documentatie interactief gedeelte" met gedetailleerde beschrijving van het interactieve gedeelte van het model;
- verslag 6: "Listing" met de listing van het gehele CO2-model.

In het vervolg van dit verslag (verslag 1 "Aanleiding, aanpak, resultaten en evaluatie") worden de resultaten van een globale validatie van het CO2-model besproken (hoofdstuk 2). Verder worden aspecten voor vervolgonderzoek aangedragen (hoofdstuk 3).

2. GLOBALE VALIDATIE

2.1. Algemeen

Een model krijgt pas waarde als aangetoond is dat het goed de werkelijkheid nabootst. Daartoe is een test (validatie) nodig.

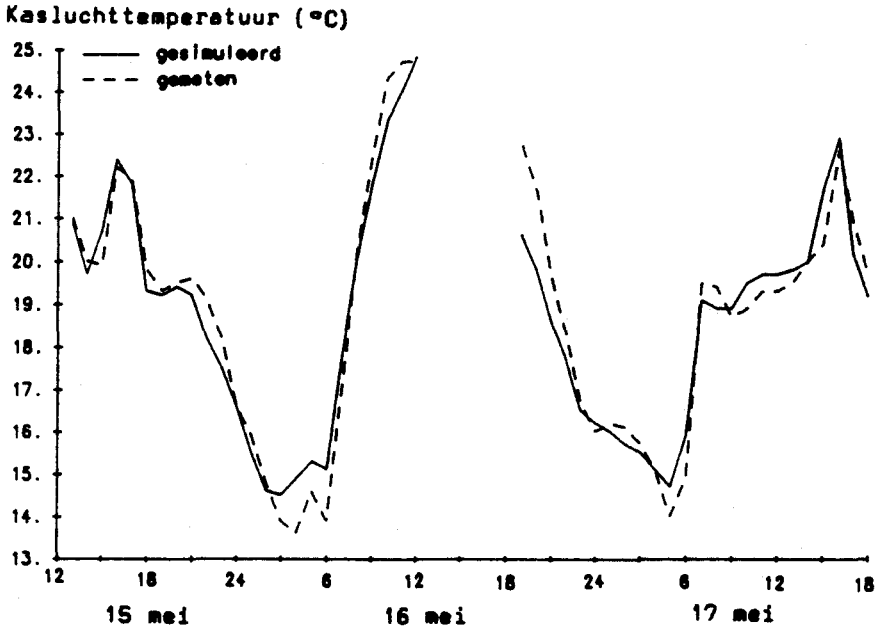
Het submodel "kasklimaat" van het CO2-model is al in een eerder stadium getest. Deze korte validatie wordt allereerst in de volgende paragraaf besproken. Het gewasmodel wordt momenteel fragmentarisch getest voor verschillende kasgewassen door Gijzen (CABO - Wageningen). De resultaten van deze validaties zijn voor een deel beschreven in Nederhoff et al. (1988 en 1989).

Voor een validatie van het totale CO2-model waren geen datafiles beschikbaar met gedetailleerde gegevens over warmte- en CO2-verbruik en kg-produktie. Om het CO2-model toch enigszins te testen is gebruik gemaakt van geregistreerde gegevens door twee tuinders (met resp. komkommer en tomaat). De resultaten van deze validatie staan beschreven in paragraaf 2.3. Het hoofdstuk wordt afgesloten met een discussie (paragraaf 2.4) en enkele conclusies (paragraaf 2.5).

2.2. Validatie submodel "kasklimaat"

Het submodel "kasklimaat" (fysische gedeelte van het CO2-model) is gebaseerd op het dynamische kasklimaatmodel van De Jong (1985). Aangezien in het fysische gedeelte van het CO2-model het kasklimaat op elk moment (bij elke dataset) in evenwicht met zijn omgeving wordt verondersteld (steady state benadering, zie verslagen "Opbouw van simulatiegedeelte" en "Modelbeschrijving"), wijkt het rekenalgoritme af van de dynamische benadering van De Jong (1985). Daarom is in een vroeg stadium bij het samenstellen van het CO2-model het fysische gedeelte gecontroleerd met de meetgegevens waarmee De Jong ook zijn model heeft gevalideerd.

Hiertoe zijn van de 3 beschikbare meetdagen de 3-minuten waarden gemiddeld tot uurwaarden van buiten- en binnenklimaat, temperatuur van verwarmingsbuizen en raamopening. Met deze gegevens is de temperatuur van de kaslucht gesimuleerd. Voor een juiste vergelijking van de gesimuleerde en de gemeten temperatuur is het noodzakelijk dat van dezelfde klimaatregelinstellingen wordt uitgegaan. Omdat deze niet bekend waren, zijn de gemeten buistemperatuur en raamopening ook als invoergegevens gebruikt i.p.v. de setpoints voor de klimaatregeling (dus geen setpointberekening door CO2-model).



Figuur 2. Gemeten en gesimuleerde kasluchttemperatuur op 3 opeenvolgende dagen in 1984.

Figuur 2 laat de gesimuleerde en gemeten kasluchttemperatuur van 2 opeenvolgende periode van 24 uur zien (van 15 tot 17 mei 1984). Uit deze figuur volgt dat het submodel "kasklimaat" de kasluchttemperatuur goed kan simuleren en dat de steady state benadering tot dezelfde resultaten komt als de dynamische methode (bij de vermelde aannames en werkwijze).

2.3. Globale validatie van gehele CO2-model

2.3.1. Inputgegevens

De gegevensbestanden geregistreerd door de 2 tuinders bestonden uit weekwaarden van:
- aardgasverbruik;
- ingestelde dagtemperatuur van kaslucht;
- ingestelde nachttemperatuur van kaslucht;
- gerealiseerde gemiddelde dagtemperatuur van kaslucht;
- gerealiseerde gemiddelde nachttemperatuur van kaslucht;
- geoogste produktie.

De gegevens van het buitenklimaat zijn waargenomen op het PTG.

De validatie bestaat uit het vergelijken van gesimuleerde en gemeten weekwaarden van:
- aardgasverbruik;
- gemiddelde dagtemperatuur van kaslucht;
- gemiddelde nachttemperatuur van kaslucht;
- gemiddelde etmaaltemperatuur van kaslucht;
- geoogste kg-produktie.

Er kan slechts sprake zijn van een globale validatie, aangezien geen gegevens beschikbaar waren van ingestelde waarden van bijvoorbeeld minimum buistemperatuur en ventilatietemperatuur, evenmin als er data waren van bijvoorbeeld gerealiseerde CO2-concentratie, buistemperatuur en raamstand.

De voor de validatie gebruikte gegevens zijn van het teeltseizoen 1988. De beide teelten waren reeds begonnen in december 1987. De simulaties zijn uitgevoerd voor de periode vanaf het begin van het teeltseizoen t/m week 36. Hierbij zijn voor de klimaatregeling dezelfde temperaturen ingesteld als geregistreerd door de tuinders. Voor de gewaskengetallen zijn standaardwaarden ingevuld.

Voor gedetailleerd overzicht van de ingestelde parameters voor de klimaatregeling, warmte- en CO2-uitrusting, etc. wordt verwezen naar bijlage I. In bijlage II zijn de meet- en simulatieresultaten weergegeven die gebruikt zijn voor de figuren van paragraaf 2.3.2 en 2.3.3. In bijlage III zijn de standaardoutputfiles met 4-weekse waarden van de simulatie van de twee bedrijven opgenomen.

2.3.2. Bedrijf 1 - komkommer

Beschrijving van bedrijf en teelt

naam: P. Schenkeveld, Lookwatering 18, Den Hoorn

gewas: komkommer, 3/4 Carona en 1/4 Ventura, 1.35 - 1.40 planten.m-2
op steenwol

kas: 2 afdelingen, 1/2 met 0.73 m glas, 1/2 met 1.00 m glas
gemiddelde kashoogte 3.60 m
2.65 ha

verwarmingssysteeem: 4 buizen (51 mm) onder gewas in 2 netten
1 buis (51 mm) boven gewas
condensor

warmteopslagtank: 185 m3 ofwel 75 m3.ha-1

scherm: eerste 2 weken vast folie + 's nachts LS-10
volgende 8 weken LS-10 (voornamelijk 's nachts)

teelt:

		dag	week
teelt 1:	geplant:	361	53
	start oogst:	38	6
	einde teelt:	170	24
teelt 2:	geplant:	178	26
	start oogst:	199	29
	einde simulatie:	254	36

Aanvullende gegevens:
- eerste teelt vond in beide afdelingen plaats; de tweede teelt vond slechts in één afdeling plaats terwijl in de andere afdeling een poinsettia-teelt stond;
- minimum buistemperatuur aangehouden met 2 buizen van onderste net;
- vullen van warmteopslagtank d.m.v. vaste branderstand (dagelijks handmatig instellen);
- warmte uit tank meteen naar kas (niet via ketel);
- ervaring: zomers warmteopslagtank 's morgens vroeg nog voor helft gevuld, maar om 9 uur alle warmte uit tank;
- bereikte CO2-concentratie in het algemeen 500 ppm; pas als erg veel gelucht werd, daalde concentratie naar 400 ppm;
- aan einde van eerste teelt veel trips in gewas. Dit is ten koste gegaan van de produktie.

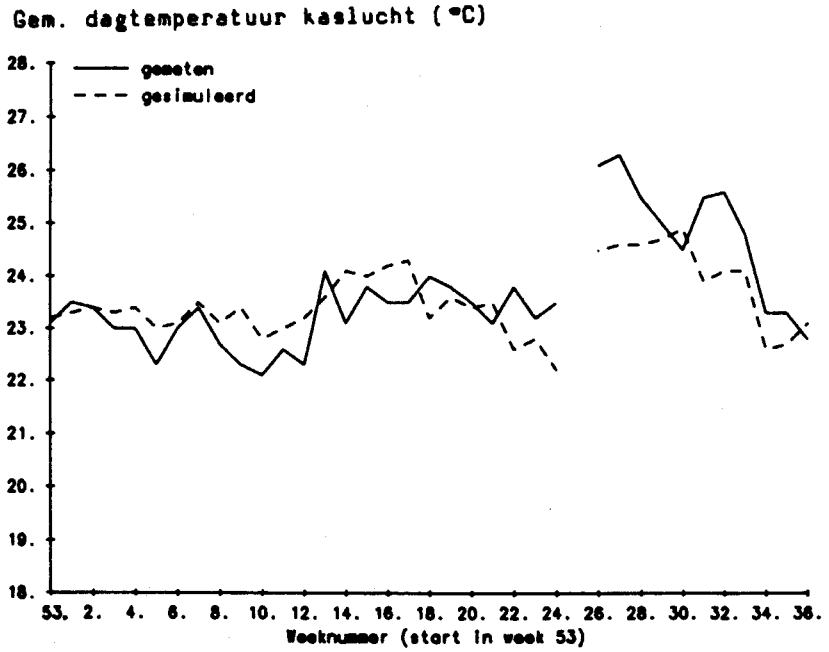
Simulatie

Voor de simulatie zijn de volgende uitgangspunten genomen:
- transmissie kasdek gesteld op 65 %;
- alleen LS-10 schermdoek voor periode dat geschermd is;
- voor minimum buistemperatuur is een lagere waarde ingevuld dan door de tuinder is ingesteld, omdat het CO2-model uitgaat van 4 buizen terwijl de tuinder op 2 buizen een minimum buistemperatuur aanhield;
- voor de beschikbare rookgas CO2 voor de tweede teelt wordt aangenomen dat die alleen wordt bepaald door de warmtevraag van die afdeling en dat die niet beïnvloed wordt door de teelt in de andere afdeling;

- minimum branderstand voor CO2-produktie en vullen van warmteopslagtank gesteld op 75 m3_aardgas.ha-1.uur-1 (streven om tank in 8 uur te vullen, zie "Gebruikershandleiding" paragraaf 3.4); exacte instelling niet bekend doordat instelling dagelijks handmatig werd gewijzigd.

Simulatieresultaten

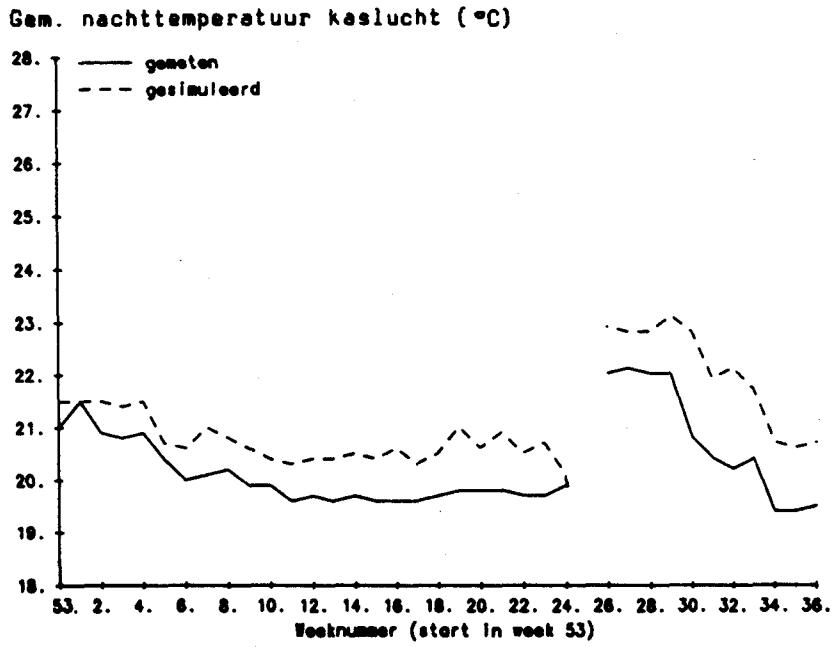
- gemiddelde dagtemperatuur van kaslucht



Figuur 3. Gemeten en gesimuleerde gemiddelde dagtemperatuur van kaslucht van komkommerbedrijf.

Aan de hand van de ingestelde kasluchttemperatuur kan de temperatuur van de kaslucht overdag (lichtperiode) goed gesimuleerd worden (figuur 3). De onderbreking van de curven tussen week 24 en 26 is het gevolg van de teeltwisseling. Aan het begin van de tweede teelt wordt de kasluchttemperatuur enigszins onderschat.

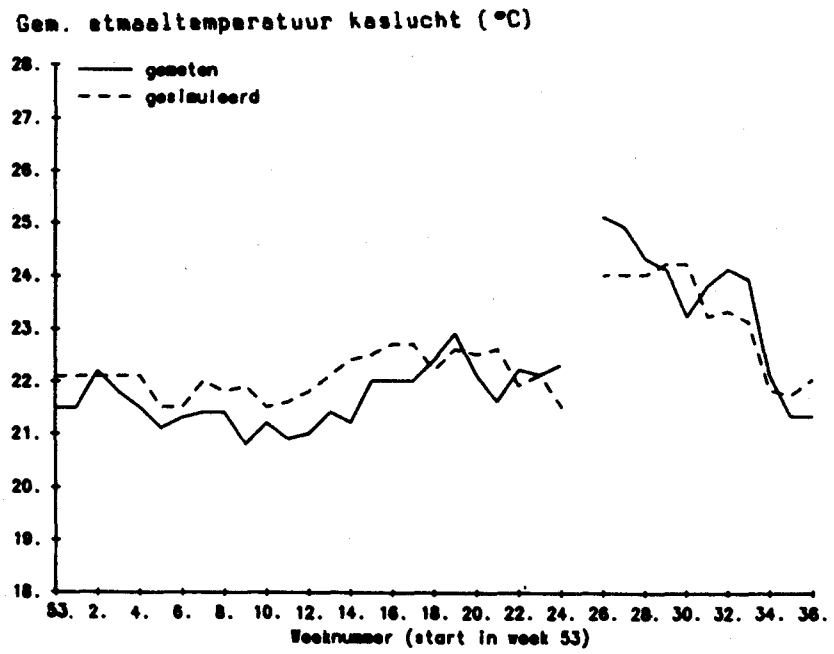
- gemiddelde nachttemperatuur van kaslucht



Figuur 4. Gemeten en gesimuleerde gemiddelde nachttemperatuur van kaslucht van komkommerbedrijf.

De temperatuur van de kaslucht 's nachts (donkerperiode) wordt over de gehele simulatieperiode met 1 tot 2 C overschat (figuur 4).

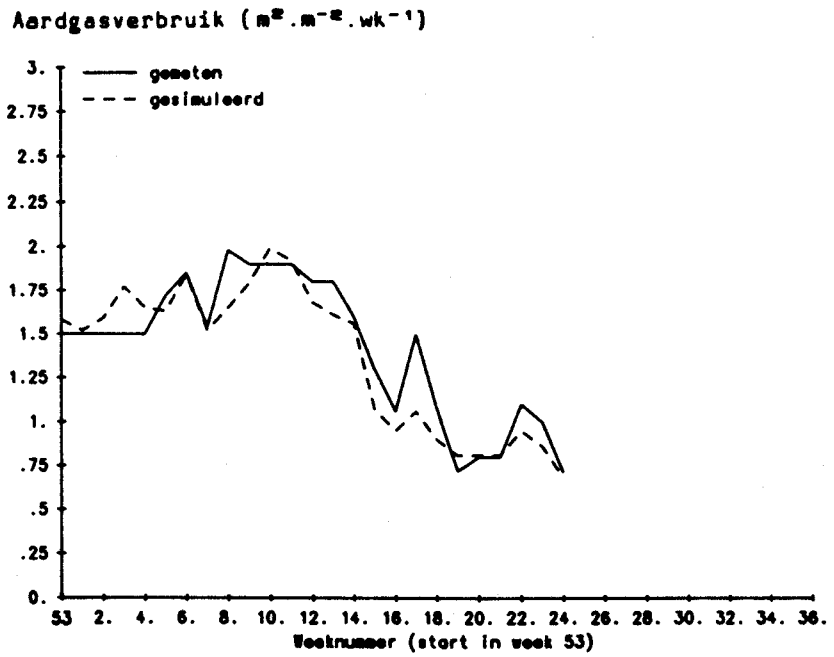
- gemiddelde etmaaltemperatuur van kaslucht



Figuur 5. Gemeten en gesimuleerde gemiddelde etmaaltemperatuur van kaslucht van komkommerbedrijf.

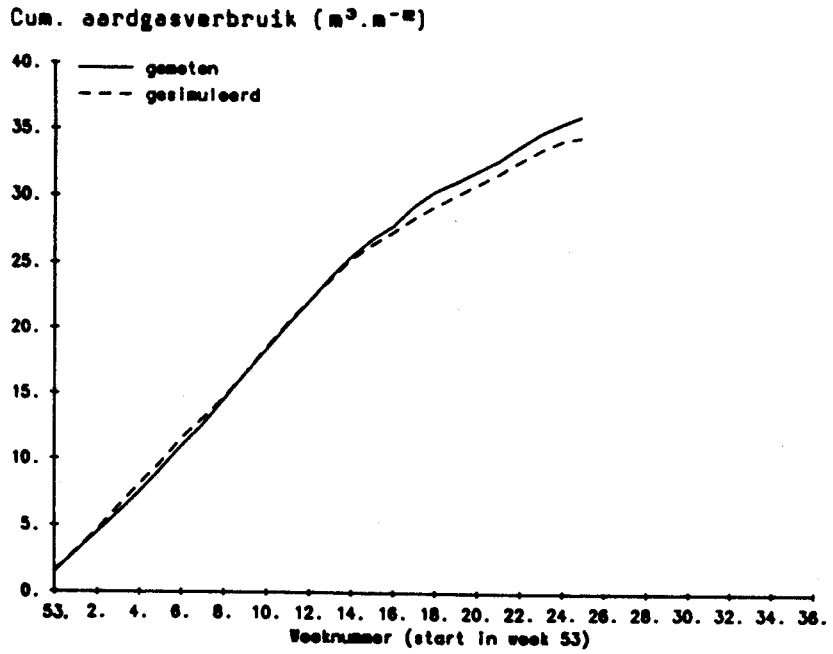
De gemiddelde etmaaltemperatuur van de kaslucht wordt in het algemeen binnen een afwijking van 1 C gesimuleerd (figuur 5).

- aardgasverbruik



Figuur 6. Gemeten en gesimuleerde wekelijkse aardgasverbruik van komkommerbedrijf.

Het gesimuleerde en gemeten wekelijkse aardgasverbruik staat weergegeven in figuur 6. Doordat er een fout in het geregistreerde aardgasverbruik van de eerste 5 weken van de eerste teelt zat, is uit het gemeten cumulatieve verbruik over de eerste 5 weken een constant verbruik berekend. Voor de tweede teelt kon het gemeten aardgasverbruik niet toegerekend worden aan de ene afdeling met het komkommergewas, omdat in de andere afdeling een andere kasklimaat werd aangehouden. Daarom zijn geen resultaten van het aardgasverbruik van de tweede teelt in figuur 6 opgenomen.

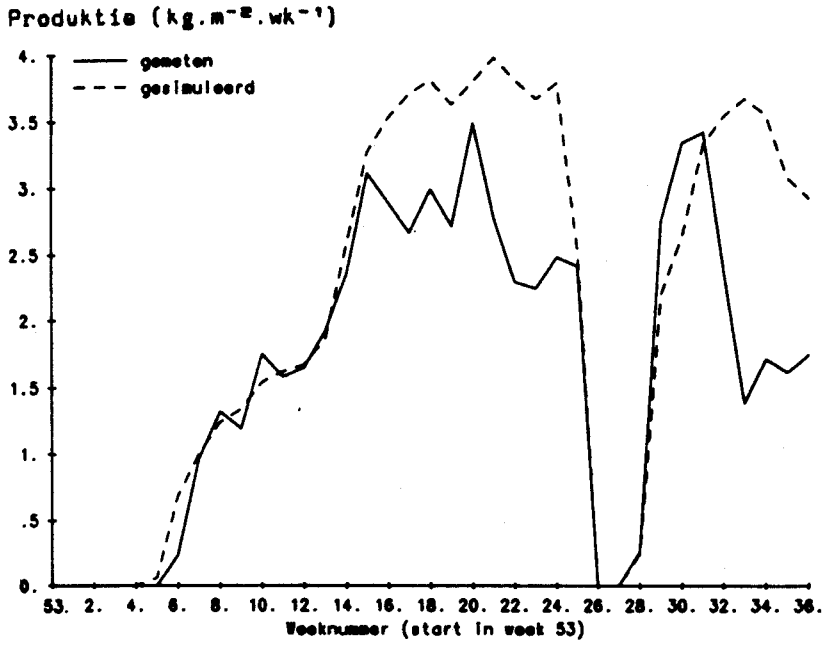


Figuur 7. Gemeten en gesimuleerde cumulatieve aardgasverbruik van komkommerbedrijf.

In het algemeen wordt het wekelijkse aardgasverbruik van de eerste teelt goed gesimuleerd. Ook het cumulatieve verbruik wordt door het CO2-model goed benaderd (figuur 7).

- oogstbare kg-produktie

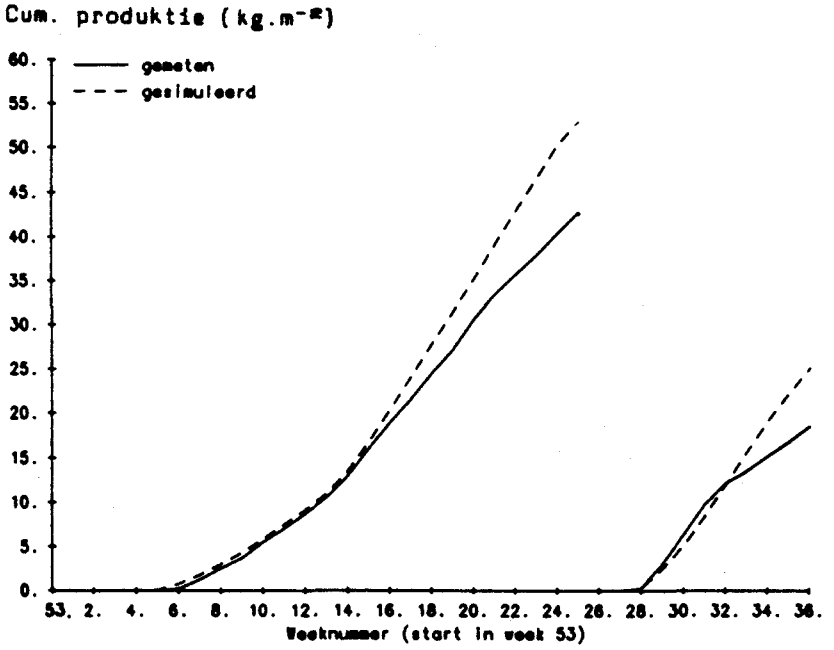
De gemeten produktie was deels geregistreerd in stuks en deels in kg. Omdat het CO2-model een kg-produktie berekent, is de geregistreerde produktie in stuks hiernaar omgerekend. Hierbij is aangenomen dat het gemiddelde vruchtgewicht in januari 330 g bedraagt, en vervolgens toeneemt tot een constante waarde van 530 g in april (gebaseerd op meetgegevens van Vegter, 1989).



Figuur 8. Gemeten en gesimuleerde wekelijkse kg-produktie van komkommerbedrijf.

Figuur 8 laat zien dat de start van de produktie van de eerste teelt zeer goed door het CO2-model wordt gesimuleerd. Maar in de tweede helft van de eerste teelt wordt de produktie duidelijk overschat (figuur 8). Bij de gemeten produktie moet worden opgemerkt dat het gewas aan het einde van de eerste teelt flink last had van trips.

Bij de simulatie van de produktie van de tweede teelt is aangenomen dat de CO2-produktie niet beïnvloed werd door het aangehouden kasklimaat in de andere afdeling (ander stook- en CO2-doseerregime). De start van de tweede teelt wordt net als de eerste teelt goed gesimuleerd. Maar kort daarna wordt ook hier de produktie sterk overschat.



Figuur 9. Gemeten en gesimuleerde cumulatieve kg-produktie van twee teelten van komkommerbedrijf.

Figuur 9 geeft de cumulatieve kg-produktie weer. Bij beide teelten lopen de gemeten en gesimuleerde cumulatieve produktie gedurende het begin van de teelt gelijk, maar daarna wijken ze steeds meer van elkaar af.

2.3.3. Bedrijf 2 - tomaat

Beschrijving van bedrijf en teelt

naam: J. Kouwenhoven, Bagijneland 16, 's Gravenzande

gewas: tomaat, Calypso, start met 4-weekse plant
verhoogde plantdichtheid: plantafstand 49 cm (standaard = 67 cm)
op steenwol, hogedraad

kas: 1 afdeling 1.12 m glas, bouwjaar 1986
gemiddelde kashoogte 4.35 m
1.93 ha

verwarmingssysteeem: 4 buizen (45 mm) onder gewas
2 buizen (27 mm) boven gewas (groeibuisjes)
enkele condensor

warmteopslagtank: 140 m3 ofwel 72 m3.ha-1

scherm: geen

teelt:

	dag	week
geplant:	333	49
start oogst:	59	9
einde simulatie:	254	36

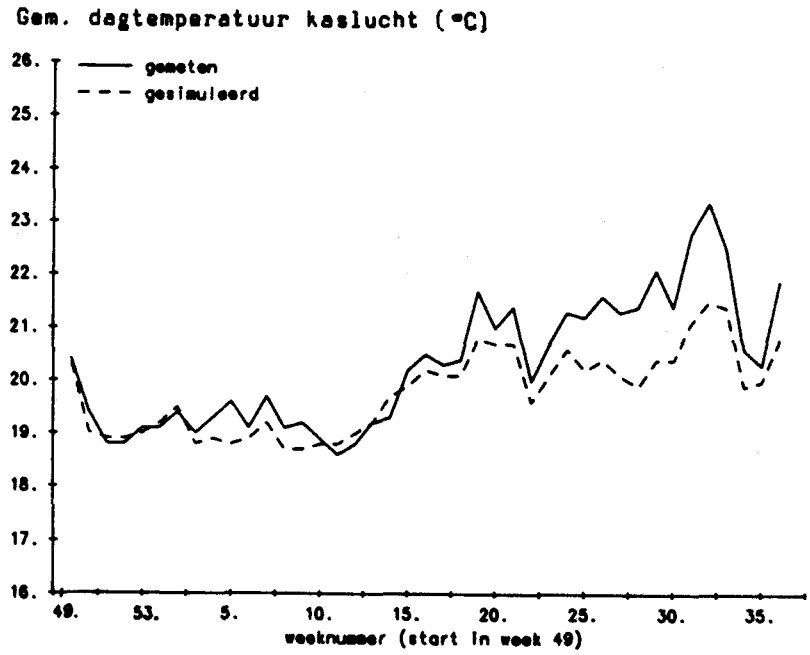
Aanvullende gegevens:
- vullen van warmteopslagtank d.m.v. vaste branderstand (dagelijks handmatig instellen);
- warmte uit tank meteen naar kas (niet via ketel);
- ervaring: zomers was 's morgens bijna altijd alle warmte uit tank;
- bereikte CO2-concentratie in het algemeen 500 ppm;
- in nazomer was een schraal gewas ontstaan door een te zware belasting van gewas eerder in de zomer.

Simulatie

Voor de simulatie zijn de volgende uitgangspunten gekozen:
- normaal verwarmingssysteem met 4 buizen onder het gewas van 51 mm;
- transmissie kasdek van 72 %;
- verhoogde LAI ingesteld voor verhoogde plantdichtheid;
- minimum branderstand voor CO2-produktie en vullen van warmteopslagtank gesteld op 72 m3_aardgas.ha-1.uur-1 (streven om tank in 8 uur te vullen, zie "Gebruikershandleiding" paragraaf 3.4). Exacte instelling niet bekend doordat dagelijks de instelling handmatig werd gewijzigd.

Simulatieresultaten

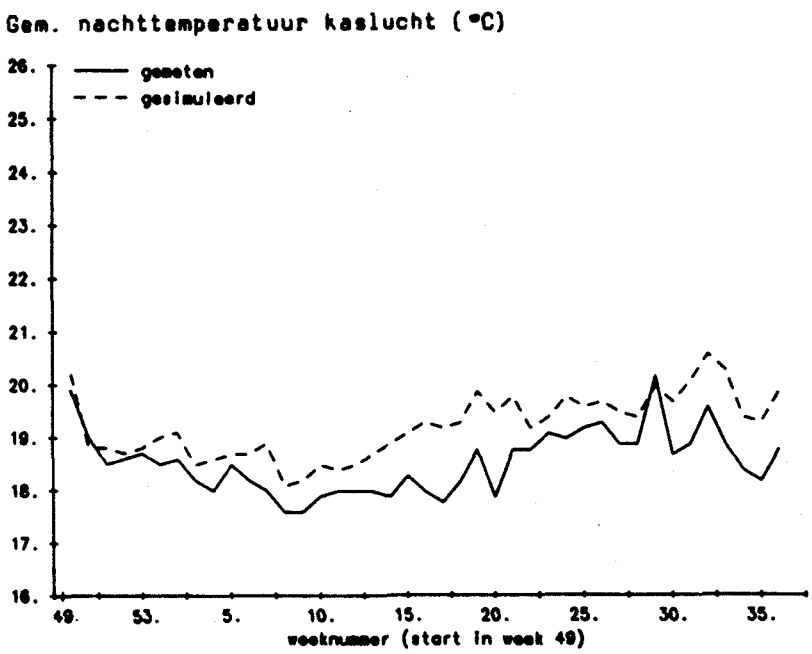
- gemiddelde dagtemperatuur van kaslucht



Figuur 10. Gemeten en gesimuleerde gemiddelde dagtemperatuur van kaslucht van tomatenbedrijf.

De gemiddelde dagtemperatuur van de kaslucht (periode van 7 t/m 18 uur) in de winter en het voorjaar wordt door het CO2-model goed gesimuleerd (figuur 10). In de zomer wordt deze temperatuur met maximaal 2 C onderschat.

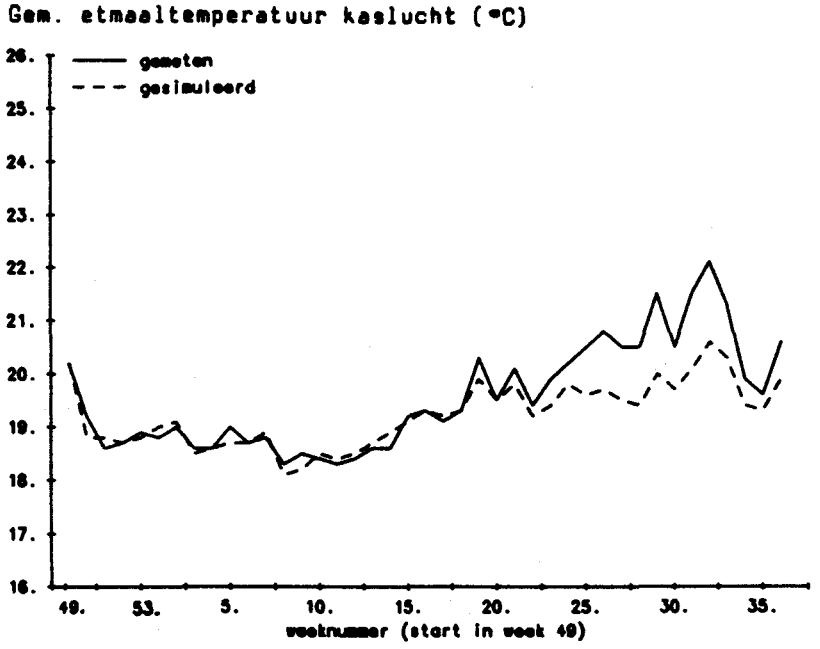
- gemiddelde nachttemperatuur van kaslucht



Figuur 11. Gemeten en gesimuleerde gemiddelde nachttemperatuur van kaslucht van tomatenbedrijf.

De gemiddelde nachttemperatuur van de kaslucht (periode van 19 t/m 6 uur) wordt over de gehele periode met 1 tot 2 C overschat (figuur 11).

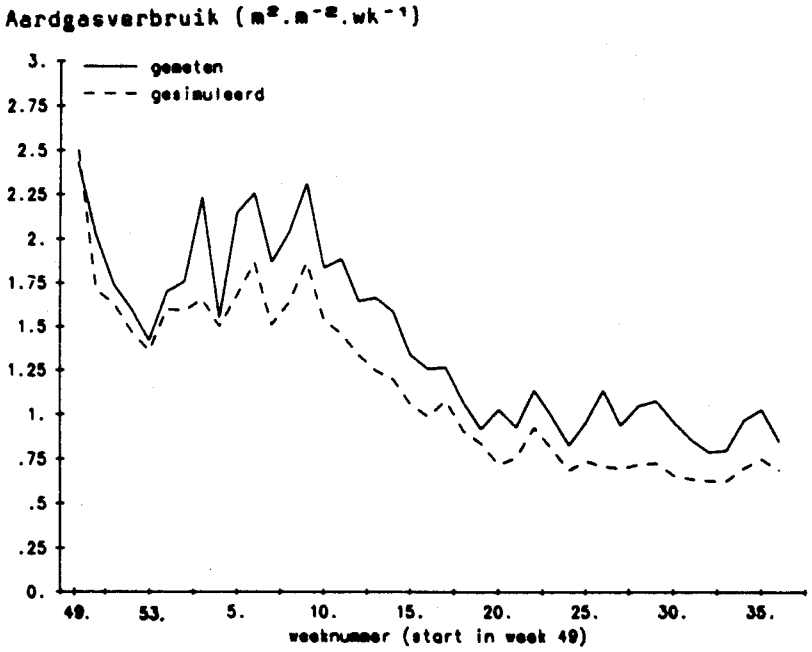
- gemiddelde etmaaltemperatuur van kaslucht



Figuur 12. Gemeten en gesimuleerde gemiddelde etmaaltemperatuur van kaslucht van tomatenbedrijf.

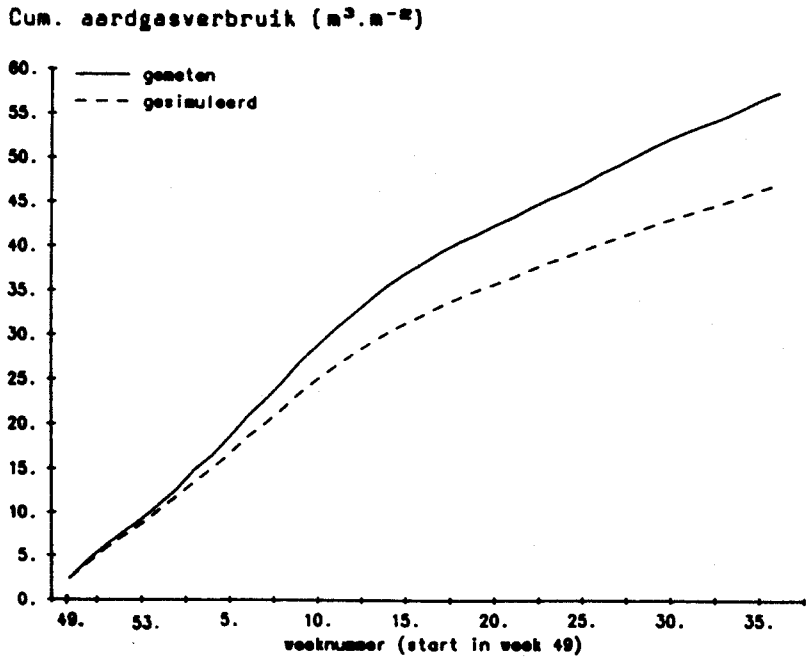
De gemiddelde etmaaltemperatuur van de kaslucht wordt in het algemeen goed gesimuleerd. In de zomer wordt deze temperatuur met maximaal 1 C onderschat (figuur 12).

- aardgasverbruik



Figuur 13. Gemeten en gesimuleerde wekelijkse aardgasverbruik van tomatenbedrijf.

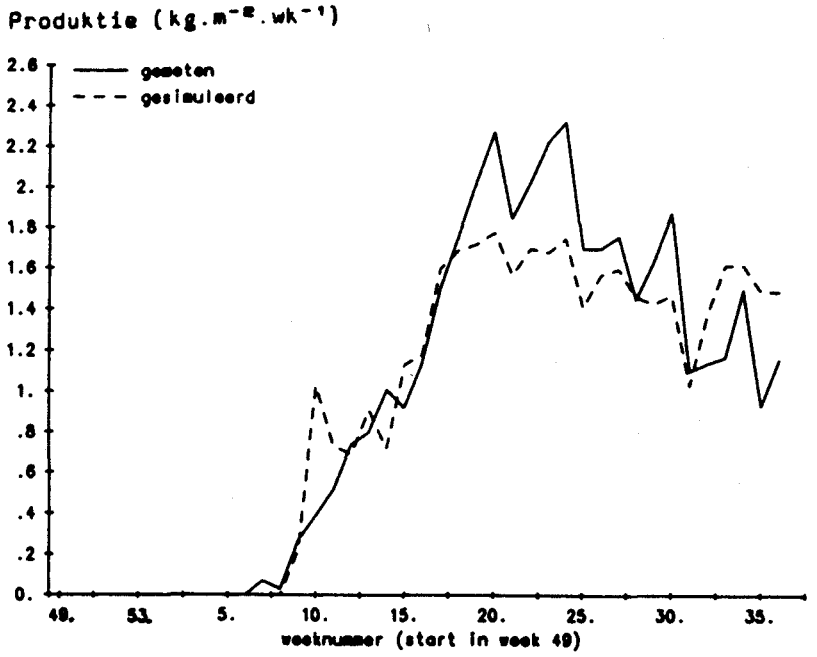
Het wekelijkse aardgasverbruik wordt over het gehele jaar duidelijk onderschat (figuur 13).



Figuur 14. Gemeten en gesimuleerde cumulatieve aardgasverbruik van tomatenbedrijf.

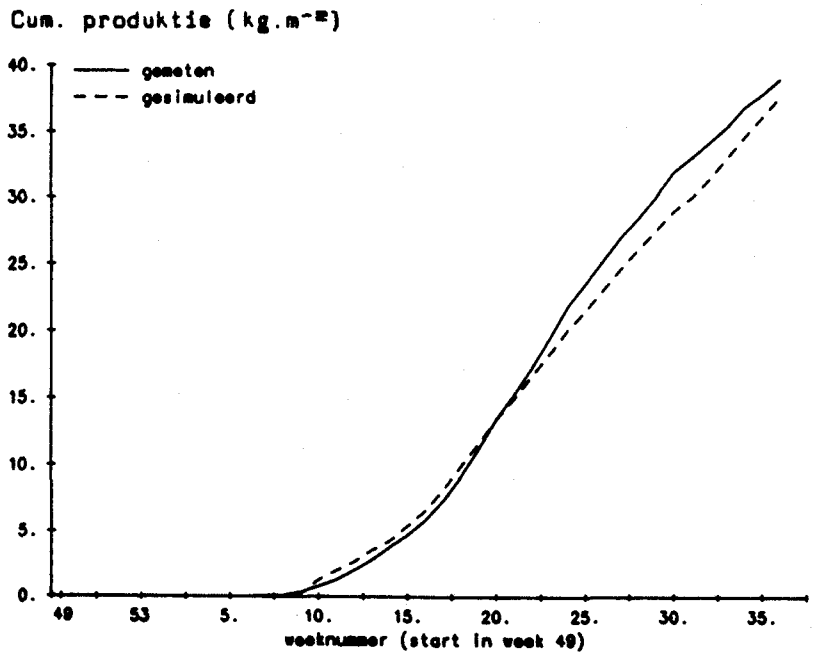
Het cumulatieve aardgasverbruik wordt met ca. 18 % onderschat (figuur 14).

- oogstbare kg-produktie



Figuur 15. Gemeten en gesimuleerde wekelijkse kg-produktie van tomatenbedrijf.

De gesimuleerde wekelijkse kg-produktie volgt in de eerste 10 weken van de oogst in het algemeen goed het stijgende verloop van de geregistreerde produktie (figuur 15). De piek in de gesimuleerde produktie in week 10 is het gevolg van de benadering waarmee de aangemaakte drogestof over de groeiperiode van de vruchten wordt verdeeld. In de zomerperiode blijft de gesimuleerde produktie achter op de gemeten produktie. In het najaar wordt het omgekeerde gevonden (figuur 15).



Figuur 16. Gemeten en gesimuleerde cumulatieve kg-produktie van tomatenbedrijf.

De gesimuleerde cumulatieve produktie wijkt maximaal 10 % af van de gemeten cumulatieve produktie. Doordat de produktie zomers eerst onderschat en later overschat wordt, is aan het einde van de simulatieperiode het verschil tussen gecumuleerde gesimuleerde en gecumuleerde gemeten produktie slechts ca. 3.5 % (figuur 16).

2.4. Discussie

Kasluchttemperatuur

Bij de globale validatie van het CO2-model met gegevens van de twee bedrijven wordt de gemiddelde dagtemperatuur van de kaslucht in winter en voorjaar goed gesimuleerd; in de zomer wordt die temperatuur onderschat (figuur 3 en 10). De gemiddelde nachttemperatuur wordt daarentegen in het algemeen met 1 tot 2 C overschat (figuur 4 en 11). Deze afwijkingen kunnen door verschillende oorzaken worden verklaard.

Ten eerste kunnen de klimaatinstellingen verkeerd zijn gekozen. Indien het setpoint voor de verwarmingstemperatuur goed is ingesteld, kan toch een te hoge kasluchttemperatuur worden gesimuleerd door een te hoge minimum buistemperatuur, een te hoge ventilatietemperatuur of een te brede P-band voor ventilatie dan op het bedrijf in werkelijk was ingesteld. Indien een te lage minimum buistemperatuur, een te lage ventilatietemperatuur of een te smalle P-band voor ventilatie wordt ingesteld, wordt de kasluchttemperatuur onderschat.

Ten tweede kan de gemeten temperatuur van de kaslucht in de meetbox afwijken van de gemiddelde kasluchttemperatuur. Deze afwijking kan het gevolg zijn van 2 oorzaken. Allereerst kan de gemeten temperatuur fout zijn doordat de sensor afwijkt. Hierbij zijn afwijkingen geconstateerd tot soms 1 C (Van Holsteijn en Zuidgeest, 1988). Verder kan de gemeten temperatuur afwijken van de gemiddelde temperatuur door een vertikale temperatuurgradient in de kas. Volgens Van Holsteijn (PTG, pers. med.) kunnen in een kas vertikale temperatuurgradienten voorkomen van 0.5 C.m-1. Bij hogedraad tomatenteelt is het gebruikelijk dat de meetbox met het gewas mee naar boven gaat. Daardoor kan bij zo'n teelt in een kas van 4 meter hoog de gemeten kasluchttemperatuur al 1 C afwijken van de gemiddelde temperatuur. Bij een hoog opgehangen meetbox zal 's nachts de gemeten temperatuur lager zijn dan de gemiddelde temperatuur en overdag juist hoger. Dit kan een verklaring vormen voor de gevonden afwijking tussen gesimuleerde en gemeten kasluchttemperatuur bij de globale validatie met de gegevens van de twee bedrijven.

Ten derde kunnen de afwijkingen tussen gesimuleerde en gemeten kasluchttemperatuur veroorzaakt zijn door fouten in het model. Dit kan pas geconcludeerd worden indien de twee hiervoor genoemde mogelijke oorzaken zijn uitgesloten. Vooralsnog wordt hier niet van uitgegaan, omdat bij de validatie van alleen het fysische gedeelte van het CO2-model de kasluchttemperatuur zeer behoorlijk werd gesimuleerd (figuur 2).

Aardgasverbruik

Het aardgasverbruik wordt op het eerste bedrijf zeer goed gesimuleerd (figuur 6). Op het tweede bedrijf wordt het verbruik daarentegen sterk onderschat (figuur 13). Een verklaring voor deze afwijking is op dit moment niet te geven. Wel zijn enkele oorzaken aan te voeren, die het gasverbruik kunnen beïnvloeden.

Ten eerste kan het zijn dat het op het PTG geregistreerde buitenklimaat afweek van de buitencondities bij het tweede bedrijf, omdat dit bedrijf dichtbij de kust is gelegen (ca. 2.5 km). Het PTG en het eerste bedrijf zijn resp. op ca. 5 en 10 km van kust gesitueerd.
Uit verlopige resultaten van een onderzoek naar de invloed van de kust op het klimaat en de teelt in kassen ("Kustlocatie onderzoek") kan opgemaakt worden dat dichtbij de kust een hogere windsnelheid en minder bewolking voorkomt dan op grotere afstand van de kust. Bij minder bewolking is de gemiddelde hemeltemperatuur lager, waardoor de warmte-stralingsverliezen van de kas toenemen. Bij een hogere windsnelheid neemt het warmteverlies door ventilatie toe.
Overigens is de hemeltemperatuur op het PTG niet gemeten maar is geschat. Uit een globale gevoeligheidsanalyse volgde dat de wijze waarop de hemeltemperatuur wordt bepaald in sterke mate het aardgasverbruik beïnvloedt.
Naar aanleiding van het genoemde "Kustlocatie onderzoek" wordt door het KNMI gewerkt aan een betrouwbare relatie tussen de hemeltemperatuur en andere klimaatfactoren.

Ten tweede kan het aardgasverbruik worden beïnvloed voor het warmte-verlies door de gevels. Bij een kas van 100 bij 200 m met een gemiddelde kashoogte van 3 m is het geveloppervlak ongeveer 12 % van het kasoppervlak. Hierbij is ook de mate van bebouwing om de kas van belang. In het CO2-model wordt met beide punten geen rekening gehouden.

Bij het eerste bedrijf is de eerste 10 weken van de teelt het gebruik van een scherm ook gesimuleerd. Hierbij zijn veel aannames gedaan over de ventilatie door het scherm en over de fysische stralingseigen-schappen van het scherm. Doordat van de eerste 5 weken van de teelt geen betrouwbare gegevens over het wekelijkse aardgasverbruik beschikbaar zijn, kan geen oordeel gegeven worden over het scherm-gedeelte van het model.

Kg-produktie

De gewasfotosynthese vormt de basis voor de kg-produktie. De gewasfotosynthese wordt berekend met een gewasfotosynthesemodel dat momenteel voor verschillende gewassen wordt gevalideerd (onderzoek van Vegter en Nederhoff, PTG; Gijzen, CABO - Wageningen). Uit voorlopige resultaten blijkt dat het gewasfotosynthesemodel voor komkommer goed de gemeten fotosynthese kan simuleren (Nederhoff et al., 1988 en 1989). Resultaten van de validatie voor tomaat komen binnenkort beschikbaar (Gijzen, CABO - Wageningen, pers. med.).
De belangrijkste invoerparameters voor het gewasfotosynthesemodel zijn CO2-concentratie, stralingsniveau in kas en gewasomvang (LAI). Voor de globale validatie van het CO2-model waren geen van deze 3 parameters beschikbaar.
Volgens de twee tuinders kon zomers meestal een CO2-concentratie van 500 ppm worden gehaald. Pas als er veel gelucht werd, daalde de concentratie tot ca. 400 ppm. Bij de validatie zijn overeenkomstige waarden berekend. In het algemeen worden voor het komkommerbedrijf hogere waarden berekend dan voor het tomatenbedrijf (zie bijlage III).

Hoewel bij de simulaties overeenkomstige CO2-concentraties worden berekend als gemeten door de tuinders, wordt bij de simulaties niet optimaal van de warmteopslagtank gebruik gemaakt. In de praktijk stelt de tuinder de minimum branderstand in afhankelijk van de warmtevraag uit de kas. Dit gebeurt zo, dat steeds voldoende extra warmte wordt aangemaakt om de tank aan het einde van de dag vol te hebben. In het CO2-model is het alleen mogelijk om voor het hele jaar dezelfde minimum brandstand in te stellen.

Het stralingsniveau in de kas wordt door het fysische model berekend, waarvoor o.a. de transmissiecoefficient voor diffuse straling nodig is. Deze waarde is voor de beide bedrijven geschat.

De LAI is uit resultaten van andere onderzoeken afgeleid. Hierbij kan een fout gemaakt zijn, omdat proeven vaak minder lang worden aangehouden en er soms een ander teeltsysteem wordt toegepast (bijvoorbeeld bij proeven met tomaat op-en-neer-systeem, terwijl in praktijk hogedraad). Dit kan de LAI beïnvloeden.

De berekende aangemaakte drogestof komt vervolgens voor een deel in de vruchten terecht. De simulatie van deze kg-produktie is nog niet eerder voldoende gevalideerd. Voor deze berekeningen zijn kengetallen van andere onderzoeken gebruikt. Ook hiervoor geldt dat in onderzoek de teelt nooit zo lang wordt aangehouden als in de praktijk en dat het teeltsysteem soms afwijkt. Voor sommige kengetallen van een gewas is de spreiding in gegevens uit literatuur en onderzoek groot. Bijvoorbeeld voor het drogestofgehalte van komkommer wordt in het ene onderzoek 2.7 % gevonden en in een ander 3.0 %. Daardoor kunnen al produktie-verschillen van 10 % worden gecreëerd! Ook het percentage drogestof dat naar de vruchten gaat is onduidelijk. Bij tomaat worden waarden gevonden van 67 tot 80 % (Mulders, 1986). Ook het verloop van de verdeling van de drogestof naar de vruchten is nog onvoldoende in kaart gebracht.

Ondanks de zwakke basis waarop de simulatie van de kg-produktie is gebaseerd, zijn de resultaten van de beide validaties zeer behoorlijk (resp. figuur 8 en 9 en figuur 15 en 16). De produktie van de beide komkommerteelten komt in de eerste weken goed overeen met de werkelijkheid. Halverwege de eerste komkommerteelt wordt de produktie door het CO2-model duidelijk overschat. In hoeverre de ernstige tripsaantasting aan het einde van de eerste teelt hier debet aan is, valt moeilijk te zeggen. Volgens de tuinder heeft het bij hem produktie gekost. Een aspect dat het CO2-model niet simuleert, is de vorming van stek. Dit zijn vruchten die in een jong stadium worden verwijderd, omdat hun kwaliteit uiteindelijk slecht zal zijn. Jonge vruchten hebben een hoog drogestofgehalte. De drogestof die in de stekvruchten zit, wordt dus niet in de oogst meegerekend, terwijl dit wel in het model wordt verondersteld. De produktie van stek neemt toe naar het einde van de teelt. Hiervoor zou eigenlijk gecorrigeerd moeten worden. De geregistreerde produktie in de tweede komkommerteelt vertoont een zeer sterke daling ca. 4 tot 6 weken na het begin van de oogst. Het model simuleert deze daling niet. Het verschil tussen realiteit en simulatie is te groot om alleen aan de stekproduktie toe te kunnen schrijven.

De simulatie van de start van de produktie van tomaat komt goed overeen met de realiteit. De piek in de gesimuleerde produktie bij week 10 (figuur 15) is het gevolg van de gekozen drogestofverdeling voor de groeiperiode van de vruchten. In de toekomst moet dit nog verbeterd worden. Het CO2- model simuleert ook voor de zomer een produktieniveau dat niet de 2 kg.m-2 per week bereikt. De gesimuleerde produktie blijft daarmee onder de gemeten produktie. Aan het einde van de zomer daalt de gemeten produktie sterker dan de gesimuleerde produktie. Daardoor komt de gesimuleerde produktie dan boven de gemeten produktie te liggen. Volgens de tuinder was het gewas aan het begin van de zomer te zwaar belast. Dit had het gevolg dat de produktie in een latere fase van de teelt tegenviel. Ook is het mogelijk dat bij de simulatie verkeerde waarden zijn ingesteld of zijn berekend. Een te lage LAI, te hoog drogestofgehalte van de vruchten, te lage fractie drogestof naar de vruchten of te lage CO2-concentratie leiden allemaal tot een geringere oogstbare kg-produktie.

2.5. Conclusies

De eerste resultaten van de globale validatie van het CO2-model zijn behoorlijk. De gesimuleerde temperatuur komt in het algemeen goed met de werkelijkheid overeen. Het aardgasverbruik wordt matig tot goed gesimuleerd. De kg-produktie wordt aan het begin van de teelten goed gesimuleerd, maar in de tweede helft van de teelten van komkommer overschat en bij tomaat onderschat. Vervolgonderzoek naar verbetering van de simulatie van de kg-produktie is daarom noodzakelijk.
Voor het reëel kunnen beoordelen van de kwaliteit van het model is het gewenst dat het model met betrouwbare gedetailleerde gegevens gevalideerd wordt. In een vervolgonderzoek zal hieraan ruimschoots aandacht worden besteed. Vooralsnog mogen daarom nog geen harde conclusie uit de simulatieresultaten worden getrokken. Hierbij geldt dat gesimuleerde relatieve verschillen betrouwbaarder zijn dan gesimuleerde absolute waarden of verschillen.

3. ASPECTEN VOOR VERVOLGONDERZOEK

3.1. Grondige validatie van CO2-model

In vervolgonderzoek zal het CO2-model uitgebreid gevalideerd worden met gegevens van meer bedrijven. Voor een goede validatie van het CO2-model zijn gedetailleerde gegevens nodig van het ingestelde en gemeten kasklimaat en van het gasverbruik. Hiervoor is het noodzakelijk dat van enkele bedrijven uurgegevens van kasluchttemperatuur en -luchtvochtigheid en CO2-concentratie beschikbaar zijn, waardoor het gesimuleerde verloop over de dag vergeleken kan worden met meetresultaten. Indien daarbij ook gegevens van raamstand en buistemperatuur geregistreerd worden, kan de klimaatregeling van het CO2-model ook gecontroleerd worden. Pas dan is het mogelijk om oorzaken van afwijkingen tussen simulatie en werkelijkheid te achterhalen.

Bij de selectie van de bedrijven voor de validatie moet rekening gehouden worden met de afstand van bedrijf tot PTG, omdat op het PTG de buitencondities worden geregistreerd. Met de invloed van de kust moet zeker rekening worden gehouden. Tot slot is het gewenst dat op het PTG de hemeltemperatuur wordt bepaald, zodat daarmee het stralingswarmteverlies van de kas nauwkeuriger kan worden bepaald.

Voor de simulaties van bedrijven met een warmteopslagtank moet worden vastgesteld wat het rendement van warmteopslagtank is. Hiervoor is het noodzakelijk dat de warmtestromen van en naar warmteopslagtank gemeten worden. Waarschijnlijk is het noodzakelijk om niet met een constant warmteverlies van tank te werken (als % van opgeslagen warmte), maar het warmteverlies afhankelijk te stellen van de temperatuur van het water in de tank en de buitencondities.

Bij het gebruik van door de tuinders geregistreerde gegevens voor de validatie is het belangrijk te weten wat de klimaatinstellingen zijn geweest. Verder moet gelet worden op:
- de meting en registratie van alle benodigde factoren;
- de ijking en nauwkeurigheid van de sensoren;
- de plaats van de meetbox. Voor de validatie is het van belang dat de sensoren een goed beeld geven van het gemiddelde kasklimaat;
- de periode waarover gemiddelden worden berekend. Bijvoorbeeld de dagtemperatuur kan berekend zijn over de periode tussen 7 en 19 uur, maar ook over de lichtperiode. Hetzelfde geldt voor de nachttemperatuur. De etmaaltemperatuur wordt soms door tuinders foutief berekend;
- het tijdstip waarop aardgasverbruik wordt afgelezen. Dit dient wekelijks een vast tijdstip te zijn. Het beste kan daarvoor het einde van de registratieweek worden genomen;
- de wijziging in de klimaatregelinstellingen;
- de dag waarop klimaatregelinstellingen worden gewijzigd. Voor de validatie is het van belang te weten op welke dag van de registratieweek de instellingen zijn veranderd;
- het aantal, het type en de ligging van de verwarmingsbuizen in de kas. Hierbij is het belangrijk te weten welke buizen een minimum buistemperatuur hebben.

Voor het kunnen vergelijken van gemeten en gesimuleerd aardgasverbruik en CO2-concentratie, is het noodzakelijk dat het bedrijf een geheel vormt (één warenhuis) of dat het klimaat- en CO2-niveau in alle afdelingen hetzelfde is. Het gewas dient in alle afdelingen ook hetzelfde te zijn.

Tenslotte dient de transmissie van het kasdek voor diffuse globale straling bepaald te worden.

3.2. Verbeteringen aan CO2-model

Het CO2-model dat tot nu toe ontwikkeld is, zal in vervolgonderzoek aan een uitgebreide gevoeligheidsanalyse worden onderworpen. Hieruit zou kunnen volgen welke aspecten van het model grote invloed hebben op de eindresultaten van de simulatie en eventueel nauwkeuriger berekend of ingesteld moeten worden. Zo is al eerder opgemerkt dat de hemeltemperatuur in sterke mate het warmteverlies van de kas beïnvloedt. Omdat in de bestaande referentiefiles met buitenklimaatdata de hemeltemperatuur niet is opgenomen, dient de schatting van de hemeltemperatuur zo goed mogelijk te zijn.
Een ander aspect wat bij de gevoeligheidsanalyses moet worden meegenomen is de invloed van de buiten CO2-concentratie. Momenteel wordt van een constante buiten CO2-concentratie uitgegaan, terwijl uit metingen bekend is dat de concentratie over de dag en over het jaar fluctueert (dit zal in validatie-onderzoek worden gemeten).

De betrouwbaarheid van de simulatieresultaten van het model kan worden verhoogd door:

- validatie van vochthuishouding
De vochthuishouding vormt een belangrijk onderdeel in de berekening van de warmtehuishouding van een kas. Bijvoorbeeld de transpiratie kost warmte en bij condensvorming komt warmte vrij. De simulatie van de vochthuishouding van een kas is nog onvoldoende gevalideerd. Daardoor zijn de berekende transpiratie en de luchtvochtigheid (dampdruk) onbetrouwbaar.

- verbetering van simulatie van kg-produktie
De simulatie van de kg-produktie van komkommer en tomaat in de stationaire produktiefase kan nog verbeterd worden. Misschien is het mogelijk om meetresultaten van fotosynthese, gewasgroei, kg-produktie en kasklimaat verzameld door Vegter (PTG) hiervoor te gebruiken. Verder is het van belang te weten hoe bijvoorbeeld het drogestofgehalte van vruchten gedurende de gehele teelt in de praktijk verloopt.

- correctie voor stekproduktie bij komkommer
Bij komkommer neemt in de loop van de teelt de stekproduktie toe. Hiervoor moet gecorrigeerd worden, omdat in deze vruchtjes wel drogestof wordt vastgelegd dat uiteindelijk niet geoogst wordt.

- simulatie van drogestofverdeling over groeiperiode bij tomaat
In de aanvangsperiode van de produktie wordt een plotselinge oogstpiek gesimuleerd. Deze piek is het gevolg van het toegepaste berekeningsmethode. Door aanpassing van de berekeningsmethode moet deze irreële produktiegolf worden voorkomen.

- correctie voor aanwezigheid van hoofdpaden in kas
In het CO2-model wordt op dit moment niet gecorrigeerd voor de aanwezigheid van hoofdpaden in de kas. Bij een gunstige lengte - breedte verhouding van de kas bestaat slechts 2 tot 3 % van kasoppervlak uit hoofdpaden; in een ongunstige situatie kan dit meer dan 10 % zijn. De correctie is alleen van belang voor de CO2-balans en de kg-produktie.

- validatie schermgedeelte van model
Het gebruik van een scherm zoals dat momenteel in het model is opgenomen, is nog niet gevalideerd. De invloed van een scherm op de ventilatieverliezen en de vochthuishouding van de kas is nog onvoldoende met meetgegevens onderbouwd.
Waarschijnlijk zal komend najaar in een ander onderzoek de fysische eigenschappen van verschillende schermtypen worden bepaald. Verder vindt momenteel in Belgie door Balemans onderzoek plaats naar onder andere de ventilatie door schermmaterialen. Met de gegevens van deze twee onderzoeken kunnen in de toekomst de energiebesparings-mogelijkheden van schermen berekend door het CO2-model, worden vergeleken met praktijkwaarnemingen. Dit kan een indicatie geven voor de kwaliteit van het schermgedeelte van het CO2-model.

Daarnaast kan het CO2-model op een aantal punten worden uitgebreid. Hierdoor zullen de gebruiksmogelijkheden van het model toenemen. Als voorbeeld zijn te noemen:

- berekening fysisch gedeelte
In het fysische gedeelte van het model wordt ervan uitgegaan dat het gewas ondoorlatend is voor warmtestraling. Voor een gesloten gewas wordt daarbij geen grote fout gemaakt. Maar voor een jong gewas is dit zeker niet het geval. Indien de warmtestralingsuitwisseling tussen objecten onder en boven het gewas afhankelijk wordt gemaakt van de gewasomvang (LAI), kan bijvoorbeeld met een verwarmingssysteem boven het gewas worden gewerkt.

- verwarmingssysteem
In het model wordt nu uitgegaan van 4 verwarmingsbuizen van 51 mm onder het gewas. In de praktijk worden ook andere buizen toegepast met een andere diameter en worden buizen op andere plaatsen in de kas opgehangen. Voor een goede benadering van de praktijksituatie is het gewenst dat ook deze situaties in het model worden ingebracht. Ook hiervoor is het noodzakelijk dat het fysische gedeelte van het model zo wordt aangepast dat er warmtestralingsuitwisseling plaats kan vinden tussen objecten onder en boven het gewas.

- gewaskeuze
Indien het gewasmodel ook voor andere gewassen gevalideerd is, kan het CO2-model met deze gewassen worden uitgebreid. Hiervoor is het wel noodzakelijk dat van deze gewassen gewaskengetallen beschikbaar zijn van LAI, drogestofgehalten, drogestofverdeling en groeiperiode van vruchten of bloemen (van snijbloemen). Momenteel wordt het foto-synthesemodel voor paprika en tomaat gevalideerd, zodat in de toekomst het CO2-model in ieder geval met paprika zal worden uitgebreid.

- CO2-optimalisatie
Het CO2-model heeft een optie voor CO2-dosering volgens economische optimalisatie. De subroutines die hiervoor worden gebruikt, hebben betrekking op een komkommergewas in een kas met diffuse transmissie van 63 %. Voor toepassen van de CO2-optimalisatie voor een ander gewas, een andere kas of andere kg-prijzen moet het CO2-model uitgebreid worden met aanvullende instelmogelijkheden.

- instellen van minimum branderstand
In het CO2-model kan een minimum branderstand worden ingesteld voor een minimale constante CO2-doseerflux. De warmte die niet nodig is voor de verwarming van de kas wordt daarbij opgeslagen in de warmteopslagtank. Indien overdag zomers een geringe warmtevraag is voor het aanhouden van een minimum buistemperatuur is de minimum branderstand veelal te laag om de warmtetank volledig te kunnen vullen. Daardoor wordt bij de simulaties de warmteopslagtank onvoldoende benut. In de praktijk stelt de tuinder op zo'n dag de minimum branderstand bij. In het CO2-model zou dit opgelost kunnen worden door de warmtevraag voor het aanhouden van de minimum buistemperatuur te verhogen met de ingestelde minimum branderstand. Doordoor kan de warmteopslagtank elke dag wel volledig gevuld worden. In het winterhalfjaar moet deze optie uitgeschakeld worden om warmteverlies uit de warmteopslagtank te voorkomen.

4. BRONVERMELDING

Anonymus, 1988. CO2 in de kas. Proefstation voor Tuinbouw onder Glas en Consulentschappen voor de tuinbouw, Informatiereeks no. 85, 56 pp.

Bot, G.P.A., 1983. Greenhouse climate: from physical processes to a dymamic model. Proefschrift, Landbouwhogeschool, Wageningen, 239 pp.

Goudriaan, J., 1986. Collegedictaat Simulatie van gewasgroei. Vakgroep Theoretische Teeltkunde, Landbouwhogeschool, Wageningen, 62 pp.

Holsteijn, G.P.A. van en C.P.G. Zuidgeest, 1988. Meetnauwkeurigheid computers moet en kan beter. Weekblad Groenten en Fruit, 9 december, 30-31.

Jong, T. de, 1985. Metingen aan en simulatie van het kasklimaat. Deel 1 en 2. Doctoraalverslag Natuur- en Weerkunde, Landbouwhogeschool, Wageningen, 53 pp.

Mulders, J., 1986. Potentiele produktiesnelheid van diverse kasgewassen onder Nederlandse omstandigheden. Doctoraalverslag Theoretische Teeltkunde, Landbouwhogeschool, Wageningen, 46 pp.

Nederhoff, E.M., J.G. Gijzen en J. Vegter, 1988. Measurement and simulation of crop photosynthesis of cucumber (Cucumis sativus L.) in greenhouses. Netherlands Journal of Agricultural Science 36: 253-264.

Nederhoff, E.M., H. Gijzen en J. Vegter, 1989. A dynamic simulation model for greenhouse cucumber (Cucumis sativus L.); validation of the submodel for crop photosynthesis. Acta Horticulturae (in press).

Spitters, C.T.J., H. van Keulen en D.W.G. van Kraalingen, 1989. A simple and universal crop growth simulator: SUCROS87. In: R. Rabbinge, S.A. Ward en H.H. van Laar (eds.). Simulation and systems management in crop protection. PUDOC, Wageningen (in press).

Vegter, J., 1989. Fotosynthesemetingen 1987-89. Teeltverslag, productie- en gewaswaarnemingen. Intern verslag 26, Proefstation voor Tuinbouw onder Glas, Naaldwijk, 48 pp.

Vermeulen, P.C.M., 1988. Kosten en baten berekening van CO2-dosering en handhaven minimum CO2-gehalte. Intern verslag 20, Proefstation voor Tuinbouw onder Glas, Naaldwijk, 36 pp.

BIJLAGE I. INPUTFILES VOOR GLOBALE VALIDATIE

1. inputfiles voor globale validatie van komkommerteelt (bedrijf 1)

- overzichtfile:

```
-----------------------------------------------------------------------
 Gebruiker:     GLOBVAL        ; Oude gebruiker:     STANDAAR
 Overzichtfile: VALKOM.G04     ; Oude overzichtfile: KOMSTAND.G01
-----------------------------------------------------------------------
 PTG-BESTAND          Naam klimaatbestand
 PTG.WR               Filenaam met klimaatbestandgegevens
 PTGNW.BES            File met klimaatbestand
     29               Dagnummer eerste simulatiedag
    287               Dagnummer laatste simulatiedag
-----------------------------------------------------------------------
     1    Verwarmingsinst. (1=ketel/rest; 2=hetelucht)
  82.0    Rendement ketel (%-bovenwaarde)
   5.0    Rendementcondensor (%-bovenwaarde)
 .TRUE    Rookgas dosering (T/F)
 .TRUE    Warmteopslagtank (T/F)
  75.0    Capaciteit warmteopslagtank (m3.ha-1)
  90.0    Rendementwarmteopslagtank (%)
 .FALSE   Zuiver CO2-dosering (T/F)
-----------------------------------------------------------------------
  3.60    Gemiddelde kashoogte (m)
 65.00    Transmissie kasdek (%)
  .125    Fractie kasopp. met luchtramen
 40.00    Maximum opening luchtramen (graden)
 55.00    Reflectiecoeff. folie (%)
    0.    Orientatie kas tov. N-Z
-----------------------------------------------------------------------
 KOMKOMMER            Naam van gewas
 KOMKOM.GEW           Filenaam bij gewas (teeltenfile)
 VALID-KOMK           Naam van teelt
 VALID.KOM            Filenaam bij teelt (teeltgegevensfile)
-----------------------------------------------------------------------
   .00    Begin CO2-dos. tov. zonsopk.
   .00    Einde CO2-dos. tov. zonsond.
 200.0    Max. doseerflux (kg.ha-1.u-1)
  800.    Max. CO2-concentratie (ppm)
   2.     Vulwijze tank (1=CO2-streefwaarde; 2=branderstand)
  75.0    Grootte branderstand (m3.ha-1.u-1)
    -     CO2-doseerstrategie: 1=vast;2=wind;3=ventv.;4=opt.
    -     CO2-streefwaarde (ppm)
    -     Prijs CO2 (ct)
-----------------------------------------------------------------------
 LS-10                Naam van scherm
 LS10.SCH             Filenaam met schermgegevens
-----------------------------------------------------------------------
    7.    Periode waarover gem. berekening - P-outputfile
  1  2  3  4  5  6  7  8  9 10 11 12   Nummer van file
  1. 1. 1. 1. 1. 1. 1. 1. 1. 1. 0. 0.   1=Ja; 0=Nee
-----------------------------------------------------------------------
```

(wordt vervolgd)

vervolg van overzichtfile van globale validatie (bedrijf 1):

FACT\PERIOD	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1 dagnr	1.000	10.00	17.00	31.00	38.00	66.00	101.0	122.0	150.0	170.0
2 gewas	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	.00
3 Tw n	21.00	21.00	21.00	20.00	20.00	20.00	19.70	19.50	19.50	10.00
4 Tw d	23.00	23.00	23.00	22.50	22.50	22.00	22.00	22.00	22.00	10.00
5 Tw d+	23.70	23.70	23.70	22.90	22.90	22.00	22.00	22.00	22.00	10.00
6 t+ van	10.00	10.00	10.00	10.00	10.00	24.00	24.00	24.00	24.00	24.00
7 t+ tot	24.00	24.00	24.00	24.00	24.00	24.00	24.00	24.00	24.00	24.00
8 R+ min	50.00	50.00	50.00	50.00	50.00	2000.	2000.	2000.	2000.	2000.
9 R+ max	.700	.700	.700	.700	.700	2000.	2000.	2000.	2000.	2000.
10 Tp n	50.00	50.00	50.00	50.00	50.00	50.00	45.00	45.00	45.00	25.00
11 Tp d	50.00	50.00	50.00	50.00	50.00	50.00	40.00	40.00	40.00	25.00
12 Tp d+	50.00	50.00	50.00	50.00	50.00	50.00	25.00	25.00	25.00	25.00
13 t+ van	24.00	24.00	24.00	24.00	24.00	24.00	1.000	1.000	1.000	24.00
14 t+ tot	24.00	24.00	24.00	24.00	24.00	24.00	24.00	24.00	24.00	24.00
15 R+ min	2000.	2000.	2000.	2000.	2000.	2000.	50.00	50.00	50.00	2000.
16 R+ max	2000.	2000.	2000.	2000.	2000.	2000.	.500	.500	.500	2000.
17 Tv n	22.00	22.00	22.00	21.00	21.00	21.00	20.50	20.00	20.00	15.00
18 Tv d	27.50	27.50	27.50	25.50	25.50	24.50	24.50	23.00	22.50	15.00
19 Tv d+	27.50	27.50	27.50	25.50	25.50	24.50	24.50	23.00	22.50	15.00
20 Pband n	6.000	6.000	6.000	6.000	6.000	5.000	5.000	4.000	4.000	4.000
21 Pband d	8.000	8.000	8.000	8.000	8.000	7.000	6.000	5.000	4.000	3.000
22 t+ van	24.00	24.00	24.00	24.00	24.00	24.00	24.00	24.00	24.00	24.00
23 t+ tot	24.00	24.00	24.00	24.00	24.00	24.00	24.00	24.00	24.00	24.00
24 R+ min	2000.	2000.	2000.	2000.	2000.	2000.	2000.	2000.	2000.	2000.
25 R+ max	2000.	2000.	2000.	2000.	2000.	2000.	2000.	2000.	2000.	2000.
26 RMmin n	.00	.00	.00	.00	.00	.00	.00	.00	.00	.00
27 To min	.00	.00	.00	.00	.00	.00	.00	.00	.00	.00
28 To max	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0
29 Wi min	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0
30 Wi max	.00	.00	.00	.00	.00	.00	.00	.00	.00	.00
31 RMmin d	10.00	10.00	10.00	10.00	10.00	10.00	10.00	10.00	10.00	10.00
32 To min	12.00	12.00	12.00	12.00	12.00	12.00	12.00	12.00	12.00	12.00
33 To max	16.00	16.00	16.00	16.00	16.00	16.00	16.00	16.00	16.00	16.00
34 Wi min	10.00	10.00	10.00	10.00	10.00	10.00	10.00	10.00	10.00	10.00
35 Wi max	2.000	2.000	2.000	2.000	2.000	2.000	2.000	2.000	2.000	2.000
36 NDw 0/1	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000
37 begin	-2.00	-2.00	-2.00	-2.00	-2.00	-2.00	-2.00	-2.00	-2.00	-2.00
38 duur	2.000	2.000	2.000	2.000	2.000	2.000	2.000	2.000	2.000	2.000
39 DNw 0/1	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000
40 begin	-.50	-.50	-.50	-.50	-.50	-.50	-.50	-.50	-.50	-.50
41 duur	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000
42 NDv 0/1	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000
43 begin	-2.00	-2.00	-2.00	-2.00	-2.00	-2.00	-2.00	-2.00	-2.00	-2.00
44 duur	2.000	2.000	2.000	2.000	2.000	2.000	2.000	2.000	2.000	2.000
45 DNv 0/1	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000
46 begin	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000
47 duur	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000
48 SCH 0/1	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	.00	.00	.00	.00	.00
49 open	12.00	3.000	2.000	2.000	1.000	.00	.00	.00	.00	.00
50 dicht	-12.0	-3.00	-2.00	-2.00	-1.00	.00	.00	.00	.00	.00

(wordt vervolgd)

vervolg van overzichtfile van globale validatie (bedrijf 1):

FACT\PERIOD	11	12	13	14	15	16
1 dagnr	178.0	213.0	234.0	262.0	276.0	361.0
2 gewas	1.000	1.000	1.000	1.000	.00	1.000
3 Tw n	22.00	20.00	18.80	18.60	10.00	21.00
4 Tw d	24.00	23.00	22.00	21.50	10.00	23.00
5 Tw d+	24.00	23.00	22.00	21.50	10.00	23.70
6 t+ van	24.00	24.00	24.00	24.00	24.00	10.00
7 t+ tot	24.00	24.00	24.00	24.00	24.00	24.00
8 R+ min	2000.	2000.	2000.	2000.	2000.	50.00
9 R+ max	2000.	2000.	2000.	2000.	2000.	.700
10 Tp n	45.00	45.00	45.00	45.00	25.00	50.00
11 Tp d	40.00	40.00	40.00	40.00	25.00	50.00
12 Tp d+	25.00	25.00	25.00	25.00	25.00	50.00
13 t+ van	1.000	1.000	1.000	1.000	24.00	24.00
14 t+ tot	24.00	24.00	24.00	24.00	24.00	24.00
15 R+ min	50.00	50.00	50.00	50.00	2000.	2000.
16 R+ max	.500	.500	.500	.500	2000.	2000.
17 Tv n	22.50	21.00	20.00	19.50	15.00	22.00
18 Tv d	25.00	23.50	22.50	22.00	15.00	27.50
19 Tv d+	25.00	23.50	22.50	22.00	15.00	27.50
20 Pband n	4.000	4.000	4.000	5.000	4.000	6.000
21 Pband d	3.000	3.000	3.000	3.000	3.000	8.000
22 t+ van	24.00	24.00	24.00	24.00	24.00	24.00
23 t+ tot	24.00	24.00	24.00	24.00	24.00	24.00
24 R+ min	2000.	2000.	2000.	2000.	2000.	2000.
25 R+ max	2000.	2000.	2000.	2000.	2000.	2000.
26 RMmin n	.00	.00	.00	.00	.00	.00
27 To min	.00	.00	.00	.00	.00	.00
28 To max	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0
29 Wi min	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0
30 Wi max	.00	.00	.00	.00	.00	.00
31 RMmin d	10.00	10.00	10.00	10.00	10.00	10.00
32 To min	12.00	12.00	12.00	12.00	12.00	12.00
33 To max	16.00	16.00	16.00	16.00	16.00	16.00
34 Wi min	10.00	10.00	10.00	10.00	10.00	10.00
35 Wi max	2.000	2.000	2.000	2.000	2.000	2.000
36 NDw 0/1	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000
37 begin	-2.00	-2.00	-2.00	-2.00	-2.00	-2.00
38 duur	2.000	2.000	2.000	2.000	2.000	2.000
39 DNw 0/1	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000
40 begin	-.50	-.50	-.50	-.50	-.50	-.50
41 duur	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000
42 NDv 0/1	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000
43 begin	-2.00	-2.00	-2.00	-2.00	-2.00	-2.00
44 duur	2.000	2.000	2.000	2.000	2.000	2.000
45 DNv 0/1	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000
46 begin	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000
47 duur	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000
48 SCH 0/1	.00	.00	.00	.00	.00	1.000
49 open	.00	.00	.00	.00	.00	12.00
50 dicht	.00	.00	.00	.00	.00	-12.0

- teeltgegevensfile:

```
VALID.KOM: overzicht van komkommerteelt van globale validatie 1988.
Opbouw: korte samenvatting bij teelt t.b.v. interactief gedeelte
        teeltgegevens
(lege regel is scheidingsregel)

Komkommerteelt van globale validatie 1988.
Teeltnr      Plantdatum        Start oogst       Einde teelt
   1            361                38               170
   2            178               199               254
Opgeven voor dag 361 van PTG-weerfile: 29

  ASSIMILATEN VERDELING
  1                    verdeling (0=geen; 1=volgens onderstaande verdeling)
  4                    aantal weken verdeling (maximum)
  2  3  1  1           verdeling over weken

  TEELTEN
    2                  aantal teelten
   361  38   170       plantdatum, begin oogst, einde oogst
   178  199  254

   DAG  LAI
   20   2.0
   130  2.5
   170  3.1
   171   0
   177   0
   178   .1
   200  2.0
   250  3.2
   300  3.0
   301   0
   360   0
   361   .1
    0    0             einde

   DAG    GROEIDUUR (in weken)
   5       4
   19      4
   20      3
   300     3
   0       0           einde

   DAG  DS% NAAR VRUCHT
   1      75.0
   0       0           einde

   DAG   DS% VRUCHT
   1       2.8
   175     3.0
   300     3.0
   0       0           einde
```

2. inputfiles voor globale validatie van tomatenteelt (bedrijf 2)

- overzichtfile:

```
-----------------------------------------------------------------------
 Gebruiker:      GLOBVAL        ; Oude gebruiker:      STANDAAR
 Overzichtfile: VALTOM.G04      ; Oude overzichtfile: TOMSTAND.G01
-----------------------------------------------------------------------
 PTG-BESTAND            Naam klimaatbestand
 PTG.WR                 Filenaam met klimaatbestandgegevens
 PTGNW.BES              File met klimaatbestand
      1                 Dagnummer eerste simulatiedag
    287                 Dagnummer laatste simulatiedag
-----------------------------------------------------------------------
     1    Verwarmingsinst. (1=ketel/rest; 2=hetelucht)
  82.0    Rendement ketel (%-bovenwaarde)
   5.0    Rendementcondensor (%-bovenwaarde)
 .TRUE    Rookgas dosering (T/F)
 .TRUE    Warmteopslagtank (T/F)
  72.0    Capaciteit warmteopslagtank (m3.ha-1)
  90.0    Rendementwarmteopslagtank (%)
 .FALSE   Zuiver CO2-dosering (T/F)
-----------------------------------------------------------------------
  4.35    Gemiddelde kashoogte (m)
 72.00    Transmissie kasdek (%)
  .125    Fractie kasopp. met luchtramen
 40.00    Maximum opening luchtramen (graden)
 55.00    Reflectiecoeff. folie (%)
    0.    Orientatie kas tov. N-Z
-----------------------------------------------------------------------
 TOMAAT                 Naam van gewas
 TOMAAT.GEW             Filenaam bij gewas (teeltenfile)
 VALID-TOM              Naam van teelt
 VALID.TOM              Filenaam bij teelt (teeltgegevensfile)
-----------------------------------------------------------------------
   .00    Begin CO2-dos. tov. zonsopk.
   .00    Einde CO2-dos. tov. zonsond.
 200.0    Max. doseerflux (kg.ha-1.u-1)
  800.    Max. CO2-concentratie (ppm)
   2.     Vulwijze tank (1=CO2-streefwaarde; 2=branderstand)
  72.0    Grootte branderstand (m3.ha-1.u-1)
    -     CO2-doseerstrategie: 1=vast;2=wind;3=ventv.;4=opt.
    -     CO2-streefwaarde (ppm)
    -     Prijs CO2 (ct)
-----------------------------------------------------------------------
 GEEN SCHERM            Naam van scherm
 GEEN.SCH               Filenaam met schermgegevens
-----------------------------------------------------------------------
    7.    Periode waarover gem. berekening - P-outputfile
  1  2  3  4  5  6  7  8  9 10 11 12   Nummer van file
  1. 1. 1. 1. 1. 1. 1. 1. 1. 1. 0. 0.   1=Ja; 0=Nee
-----------------------------------------------------------------------
```

(wordt vervolgd)

vervolg van overzichtfile van globale validatie (bedrijf 2):

FACT\PERIOD	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1 dagnr	1.000	17.00	31.00	52.00	66.00	136.0	143.0	150.0	178.0	192.0
2 gewas	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000
3 Tw n	18.50	18.00	18.50	17.50	18.00	17.50	18.50	19.00	18.50	18.00
4 Tw d	19.00	18.50	18.50	18.50	18.00	18.00	18.00	18.00	18.00	18.00
5 Tw d+	21.00	20.50	18.50	18.50	18.00	18.00	18.00	18.00	18.00	18.00
6 t+ van	.00	.00	.00	.00	.00	.00	.00	.00	.00	.00
7 t+ tot	24.00	24.00	24.00	24.00	24.00	24.00	24.00	24.00	24.00	24.00
8 R+ min	50.00	50.00	50.00	50.00	50.00	50.00	50.00	50.00	50.00	50.00
9 R+ max	.500	.500	.500	.500	300.0	300.0	300.0	300.0	300.0	300.0
10 Tp n	50.00	50.00	45.00	45.00	45.00	40.00	40.00	40.00	40.00	40.00
11 Tp d	50.00	50.00	45.00	45.00	45.00	40.00	40.00	40.00	40.00	40.00
12 Tp d+	50.00	40.00	35.00	35.00	25.00	25.00	25.00	25.00	25.00	25.00
13 t+ van	24.00	10.00	10.00	10.00	10.00	10.00	10.00	10.00	10.00	10.00
14 t+ tot	24.00	24.00	24.00	24.00	24.00	24.00	24.00	24.00	24.00	24.00
15 R+ min	2000.	50.00	50.00	50.00	50.00	50.00	50.00	50.00	50.00	50.00
16 R+ max	2000.	.500	.500	.500	250.0	250.0	250.0	250.0	250.0	250.0
17 Tv n	19.50	19.00	19.00	18.00	18.50	18.00	19.00	19.00	19.00	18.50
18 Tv d	20.00	20.00	19.50	19.00	18.50	18.50	18.50	18.50	18.50	18.50
19 Tv d+	21.50	21.50	19.50	19.00	20.00	20.00	20.00	20.00	20.00	20.00
20 Pband n	8.000	7.000	5.000	4.000	3.000	3.000	3.000	3.000	3.000	3.000
21 Pband d	8.000	7.000	5.000	4.000	3.000	3.000	3.000	3.000	3.000	3.000
22 t+ van	.00	.00	.00	.00	10.00	10.00	10.00	10.00	10.00	10.00
23 t+ tot	24.00	24.00	24.00	24.00	24.00	24.00	24.00	24.00	24.00	24.00
24 R+ min	50.00	50.00	50.00	50.00	50.00	50.00	50.00	50.00	50.00	50.00
25 R+ max	.500	.500	.500	.500	.500	.500	.500	.500	.500	.500
26 RMmin n	.00	.00	.00	.00	4.000	4.000	4.000	4.000	4.000	4.000
27 To min	.00	.00	.00	.00	5.000	5.000	5.000	5.000	5.000	5.000
28 To max	100.0	100.0	100.0	100.0	10.00	10.00	10.00	10.00	10.00	10.00
29 Wi min	100.0	100.0	100.0	100.0	10.00	10.00	10.00	10.00	10.00	10.00
30 Wi max	.00	.00	.00	.00	2.000	2.000	2.000	2.000	2.000	2.000
31 RMmin d	10.00	10.00	10.00	10.00	10.00	10.00	10.00	10.00	10.00	10.00
32 To min	8.000	8.000	8.000	8.000	8.000	8.000	8.000	8.000	8.000	8.000
33 To max	12.00	12.00	12.00	12.00	12.00	12.00	12.00	12.00	12.00	12.00
34 Wi min	10.00	10.00	10.00	10.00	10.00	10.00	10.00	10.00	10.00	10.00
35 Wi max	2.000	2.000	2.000	2.000	2.000	2.000	2.000	2.000	2.000	2.000
36 NDw 0/1	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000
37 begin	-2.00	-2.00	-2.00	-2.00	-2.00	-2.00	-2.00	-2.00	-2.00	-2.00
38 duur	2.000	2.000	2.000	2.000	2.000	2.000	2.000	2.000	2.000	2.000
39 DNw 0/1	.00	.00	.00	.00	.00	.00	.00	.00	.00	.00
40 begin	16.00	16.00	16.00	16.00	16.00	16.00	16.00	16.00	16.00	16.00
41 duur	2.000	2.000	2.000	2.000	2.000	2.000	2.000	2.000	2.000	2.000
42 NDv 0/1	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000
43 begin	-2.00	-2.00	-2.00	-2.00	-2.00	-2.00	-2.00	-2.00	-2.00	-2.00
44 duur	2.000	2.000	2.000	2.000	2.000	2.000	2.000	2.000	2.000	2.000
45 DNv 0/1	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000
46 begin	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000
47 duur	2.000	2.000	2.000	2.000	2.000	2.000	2.000	2.000	2.000	2.000
48 SCH 0/1	.00	.00	.00	.00	.00	.00	.00	.00	.00	.00
49 open	.00	.00	.00	.00	.00	.00	.00	.00	.00	.00
50 dicht	.00	.00	.00	.00	.00	.00	.00	.00	.00	.00

(wordt vervolgd)

vervolg van overzichtfile van globale validatie (bedrijf 2):

FACT\PERIOD	11	12	13
1 dagnr	329.0	333.0	340.0
2 gewas	.00	1.000	1.000
3 Tw n	10.00	20.00	18.50
4 Tw d	10.00	20.00	18.50
5 Tw d+	10.00	21.50	20.50
6 t+ van	24.00	.00	.00
7 t+ tot	24.00	24.00	24.00
8 R+ min	2000.	50.00	50.00
9 R+ max	2000.	.500	.500
10 Tp n	20.00	45.00	45.00
11 Tp d	20.00	45.00	45.00
12 Tp d+	20.00	45.00	45.00
13 t+ van	24.00	24.00	24.00
14 t+ tot	24.00	24.00	24.00
15 R+ min	2000.	2000.	2000.
16 R+ max	2000.	2000.	2000.
17 Tv n	11.00	21.00	21.00
18 Tv d	11.00	20.50	20.50
19 Tv d+	15.00	20.50	20.50
20 Pband n	5.000	10.00	9.000
21 Pband d	5.000	10.00	9.000
22 t+ van	.00	.00	.00
23 t+ tot	24.00	24.00	24.00
24 R+ min	50.00	50.00	50.00
25 R+ max	.500	.500	.500
26 RMmin n	.00	.00	.00
27 To min	.00	.00	.00
28 To max	100.0	100.0	100.0
29 Wi min	100.0	100.0	100.0
30 Wi max	.00	.00	.00
31 RMmin d	10.00	10.00	10.00
32 To min	8.000	8.000	8.000
33 To max	12.00	12.00	12.00
34 Wi min	10.00	10.00	10.00
35 Wi max	2.000	2.000	2.000
36 NDw 0/1	1.000	1.000	1.000
37 begin	-2.00	-2.00	-2.00
38 duur	2.000	2.000	2.000
39 DNw 0/1	.00	.00	.00
40 begin	16.00	16.00	16.00
41 duur	2.000	2.000	2.000
42 NDv 0/1	1.000	1.000	1.000
43 begin	-2.00	-2.00	-2.00
44 duur	2.000	2.000	2.000
45 DNv 0/1	1.000	1.000	1.000
46 begin	1.000	1.000	1.000
47 duur	2.000	2.000	2.000
48 SCH 0/1	.00	.00	.00
49 open	.00	.00	.00
50 dicht	.00	.00	.00

- teeltgegevensfile:

```
VALID.TOM: overzicht van tomatenteelt van globale validatie 1988
Opbouw: korte samenvatting bij teelt t.b.v. interactief gedeelte
        teeltgegevens
(lege regel is scheidingsregel)

Tomatenteelt van globale validatie 1988          PTG-weerfile
Plantdatum:  29 november = dag 333                  dag 1
Start van oogst:           dag  59
Einde teelt: 10 september = dag 300                 dag 287
Verhoogde plantdichtheid

  ASSIMILATEN VERDELING
  0                    verdeling (0=geen; 1=volgens onderstaande verdeling)
  8                    aantal weken verdeling (ivm. output)
                       extra lege regel

  TEELTEN
  1                    aantal teelten
  333  59  287         plantdatum, begin oogst, einde oogst

   DAG  LAI
   1    0.375
   30   0.8
   60   2.4
   70   2.8
   80   3.2
   90   3.4
   130  3.5
   322  3.0
   323   0
   332   0
   333  0.1
    0    0             einde

   dag  groeiduur (in dagen)
   1     60
   15    60
   50    25
   322   25
   0     0             einde

   DAG  DS% NAAR VRUCHT
   1       0
   60      72
   322     72
   323     0
   0       0           einde

   DAG   DS% VRUCHT
   60     5.5
   105    5.8
   180    6.4
   322    6.2
   0       0           einde
```

BIJLAGE II. MEET- EN SIMULATIERESULTATEN VAN GLOBALE VALIDATIE

Hieronder volgt overzicht van de meetgegevens en de simuatieresultaten van de twee bedrijven van de globale validatie.

Verklaring van afkortingen:

wknr	weeknummer
mGAS	gemeten aardgasverbruik (m3.m-2.week-1)
mGASc	gecumuleerd gemeten aardgasverbruik (m3.m-2)
mKG	geoogste kg-produktie (kg.m-2.week-1)
mKGc	gecumuleerd geoogste kg-produktie (kg.m-2)
mT-d	gemiddeld gemeten dagtemperatuur van kaslucht (C)
mT-n	gemiddeld gemeten nachttemperatuur van kaslucht (C)
mT-e	gemiddeld gemeten etmaaltemperatuur van kaslucht (C)
sGAS	gesimuleerd aardgasverbruik (m3.m-2.week-1)
sGASc	gecumuleerd gesimuleerd aardgasverbruik (m3.m-2)
sKG	gesimuleerde kg-produktie (kg.m-2.week-1)
sKGc	gecumuleerd gesimuleerde kg-produktie (kg.m-2)
sT-d	gemiddeld gesimuleerde dagtemperatuur van kaslucht (C)
sT-n	gemiddeld gesimuleerde nachttemperatuur van kaslucht (C)
sT-e	gemiddeld gesimuleerde etmaaltemperatuur van kaslucht (C)

Komkommer - bedrijf 1 van globale validatie 1988
Weeknummer (start in week 53); aantal weken 37

Meetgegevens:								Simulatieresultaten:						
wknr;	mGAS;	mGASc;	mKG;	mKGc;	mT-d;	mT-n;	mT-e;	sGAS;	sGASc;	sKG;	sKGc;	sT-d;	sT-n;	sT-e;
53.	1.50	1.50	.00	.00	23.10	21.00	21.50	1.58	1.58	.00	.00	23.20	21.50	22.10
1.	1.50	3.00	.00	.00	23.50	21.50	21.50	1.52	3.10	.00	.00	23.30	21.50	22.10
2.	1.50	4.50	.00	.00	23.40	20.90	22.20	1.59	4.69	.00	.00	23.40	21.50	22.10
3.	1.50	6.00	.00	.00	23.00	20.80	21.80	1.77	6.46	.00	.00	23.30	21.40	22.10
4.	1.50	7.50	.00	.00	23.00	20.90	21.50	1.65	8.11	.00	.00	23.40	21.50	22.10
5.	1.72	9.20	.00	.00	22.30	20.40	21.10	1.63	9.74	.06	.06	23.00	20.70	21.50
6.	1.85	11.00	.23	.20	23.00	20.00	21.30	1.84	11.58	.68	.74	23.10	20.60	21.50
7.	1.54	12.60	.96	1.20	23.40	20.10	21.40	1.52	13.10	1.00	1.74	23.50	21.00	22.00
8.	1.98	14.60	1.32	2.50	22.70	20.20	21.40	1.65	14.75	1.24	2.98	23.10	20.80	21.80
9.	1.90	16.50	1.19	3.70	22.30	19.90	20.80	1.79	16.54	1.34	4.32	23.40	20.60	21.90
10.	1.90	18.40	1.75	5.50	22.10	19.90	21.20	1.99	18.53	1.54	5.86	22.80	20.40	21.50
11.	1.90	20.30	1.58	7.00	22.60	19.60	20.90	1.92	20.45	1.62	7.48	23.00	20.30	21.60
12.	1.80	22.10	1.65	8.70	22.30	19.70	21.00	1.68	22.14	1.67	9.14	23.20	20.40	21.80
13.	1.80	23.90	1.92	10.60	24.10	19.60	21.40	1.61	23.74	1.86	11.01	23.60	20.40	22.10
14.	1.60	25.50	2.35	13.00	23.10	19.70	21.20	1.56	25.30	2.58	13.59	24.10	20.50	22.40
15.	1.30	26.80	3.11	16.10	23.80	19.60	22.00	1.07	26.37	3.27	16.86	24.00	20.40	22.50
16.	1.06	27.80	2.89	19.00	23.50	19.60	22.00	.95	27.32	3.53	20.39	24.20	20.60	22.70
17.	1.50	29.30	2.66	21.60	23.50	19.60	22.00	1.06	28.38	3.71	24.10	24.30	20.30	22.70
18.	1.08	30.40	2.99	24.60	24.00	19.70	22.40	.90	29.28	3.81	27.91	23.20	20.50	22.20
19.	.72	31.10	2.71	27.30	23.80	19.80	22.90	.81	30.09	3.63	31.54	23.60	21.00	22.60
20.	.80	31.90	3.49	30.80	23.50	19.80	22.10	.81	30.90	3.80	35.34	23.40	20.60	22.50
21.	.80	32.70	2.77	33.60	23.10	19.80	21.60	.81	31.71	3.98	39.32	23.50	20.90	22.60
22.	1.10	33.80	2.29	35.90	23.80	19.70	22.20	.95	32.65	3.81	43.13	22.60	20.50	21.90
23.	1.00	34.80	2.24	38.10	23.20	19.70	22.10	.86	33.52	3.67	46.80	22.80	20.70	22.10
24.	.71	35.50	2.48	40.60	23.50	19.90	22.30	.68	34.20	3.79	50.59	22.20	20.10	21.50
25.	.60	36.10	2.41	43.00	23.50	19.90	22.50	.31	34.51	2.53	53.12	16.10	15.90	16.10
26.	.00	00.00	.00	0.	26.10	22.00	25.10	.00	.00	.00	.00	24.50	22.90	24.00
27.	.00	00.00	.00	0.	26.30	22.10	24.90	.00	.00	.00	.00	24.60	22.80	24.00
28.	.00	00.00	.26	0.26	25.50	22.00	24.30	.00	.00	.24	.24	24.60	22.80	24.00
29.	0.00	00.00	2.75	3.01	25.00	22.00	24.10	.00	.00	2.19	2.43	24.70	23.10	24.20
30.	.00	00.00	3.34	6.35	24.50	20.80	23.20	.00	.00	2.64	5.07	24.90	22.80	24.20
31.	.00	00.00	3.42	9.77	25.50	20.40	23.80	.00	.00	3.33	8.40	23.90	21.90	23.20
32.	.00	00.00	2.37	12.14	25.60	20.20	24.10	.00	.00	3.54	11.94	24.10	22.10	23.30
33.	.00	00.00	1.38	13.52	24.80	20.40	23.90	.00	.00	3.67	15.61	24.10	21.70	23.10
34.	.00	00.00	1.71	15.23	23.30	19.40	22.10	.00	.00	3.55	19.16	22.60	20.70	21.80
35.	.00	00.00	1.61	16.84	23.30	19.40	21.30	.00	.00	3.07	22.23	22.70	20.60	21.70
36.	.00	00.00	1.74	18.58	22.80	19.50	21.30	.00	.00	2.92	25.15	23.10	20.70	22.00

Tomaat - bedrijf 2 van globale validatie 1988
weeknummer (start in week 49); aantal weken 41

Meetgegevens:								Simulatieresultaten:						
wknr;	mGAS;	mGASc;	mKG;	mKGc;	mT-d;	mT-n;	mT-e;	sGAS;	sGASc;	sKG;	sKGc;	sT-d;	sT-n;	sT-e;
49.	2.43	2.43	.00	.00	20.40	19.90	20.20	2.50	2.50	.00	.00	20.30	20.20	20.20
50.	2.02	4.45	.00	.00	19.40	19.00	19.20	1.71	4.21	.00	.00	19.00	18.80	18.80
51.	1.74	6.19	.00	.00	18.80	18.50	18.60	1.63	5.84	.00	.00	18.90	18.80	18.80
52.	1.60	7.79	.00	.00	18.80	18.60	18.70	1.47	7.31	.00	.00	18.90	18.70	18.70
53.	1.42	9.21	.00	.00	19.10	18.70	18.90	1.36	8.66	.00	.00	19.00	18.80	18.80
1.	1.70	10.91	.00	.00	19.10	18.50	18.80	1.60	10.26	.00	.00	19.20	19.00	19.00
2.	1.76	12.67	.00	.00	19.40	18.60	19.00	1.59	11.86	.00	.00	19.50	19.10	19.10
3.	2.24	14.91	.00	.00	19.00	18.20	18.60	1.66	13.52	.00	.00	18.80	18.50	18.50
4.	1.55	16.46	.00	.00	19.30	18.00	18.60	1.50	15.02	.00	.00	18.90	18.60	18.60
5.	2.15	18.61	.00	.00	19.60	18.50	19.00	1.68	16.70	.00	.00	18.80	18.70	18.70
6.	2.26	20.87	.00	.00	19.10	18.20	18.70	1.87	18.58	.00	.00	18.90	18.70	18.70
7.	1.87	22.74	.07	.07	19.70	18.00	18.80	1.51	20.08	.00	.00	19.20	18.90	18.90
8.	2.04	24.78	.03	.10	19.10	17.60	18.30	1.64	21.72	.00	.00	18.70	18.10	18.10
9.	2.32	27.10	.27	.37	19.20	17.60	18.50	1.87	23.59	.22	.23	18.70	18.20	18.20
10.	1.84	28.94	.39	.76	18.90	17.90	18.40	1.54	25.13	1.03	1.26	18.80	18.50	18.50
11.	1.89	30.83	.52	1.28	18.60	18.00	18.30	1.46	26.59	.73	1.99	18.80	18.40	18.40
12.	1.65	32.48	.74	2.02	18.80	18.00	18.40	1.34	27.93	.69	2.68	19.00	18.50	18.50
13.	1.67	34.15	.80	2.82	19.20	18.00	18.60	1.25	29.18	.91	3.59	19.20	18.70	18.70
14.	1.59	35.74	1.01	3.83	19.30	17.90	18.60	1.20	30.38	.72	4.32	19.70	18.90	18.90
15.	1.34	37.08	.92	4.75	20.20	18.30	19.20	1.06	31.45	1.13	5.45	19.90	19.10	19.10
16.	1.26	38.34	1.14	5.89	20.50	18.00	19.30	.99	32.43	1.18	6.63	20.20	19.30	19.30
17.	1.27	39.61	1.50	7.39	20.30	17.80	19.10	1.08	33.51	1.60	8.23	20.10	19.20	19.20
18.	1.07	40.68	1.76	9.15	20.40	18.20	19.30	.91	34.42	1.69	9.92	20.10	19.30	19.30
19.	.92	41.60	2.03	11.18	21.70	18.80	20.30	.84	35.26	1.72	11.64	20.80	19.90	19.90
20.	1.03	42.63	2.28	13.46	21.00	17.90	19.50	.72	35.98	1.78	13.42	20.70	19.50	19.50
21.	.93	43.56	1.85	15.31	21.40	18.80	20.10	.76	36.74	1.57	14.99	20.70	19.80	19.80
22.	1.14	44.70	2.03	17.34	20.00	18.80	19.40	.93	37.67	1.70	16.70	19.60	19.20	19.20
23.	.99	45.69	2.23	19.57	20.70	19.10	19.90	.81	38.49	1.68	18.37	20.10	19.40	19.40
24.	.83	46.52	2.33	21.90	21.30	19.00	20.20	.69	39.18	1.75	20.12	20.60	19.80	19.80
25.	.96	47.48	1.70	23.60	21.20	19.20	20.50	.74	39.92	1.41	21.53	20.20	19.60	19.60
26.	1.14	48.62	1.70	25.30	21.60	19.30	20.80	.71	40.63	1.57	23.09	20.40	19.70	19.70
27.	.94	49.56	1.76	27.06	21.30	18.90	20.50	.70	41.33	1.60	24.70	20.10	19.50	19.50
28.	1.05	50.61	1.45	28.51	21.40	18.90	20.50	.72	42.05	1.46	26.16	19.90	19.40	19.40
29.	1.08	51.69	1.64	30.15	22.10	20.20	21.50	.73	42.78	1.43	27.59	20.40	20.00	20.00
30.	.96	52.65	1.88	32.03	21.40	18.70	20.50	.66	43.44	1.47	29.06	20.40	19.70	19.70
31.	.86	53.51	1.10	33.13	22.80	18.90	21.50	.64	44.08	1.03	30.09	21.10	20.10	20.10
32.	.79	54.30	1.14	34.27	23.40	19.60	22.10	.63	44.71	1.38	31.47	21.50	20.60	20.60
33.	.80	55.10	1.17	35.44	22.50	18.90	21.30	.63	45.33	1.62	33.09	21.40	20.30	20.30
34.	.97	56.07	1.50	36.94	20.60	18.40	19.90	.70	46.03	1.62	34.70	19.90	19.40	19.40
35.	1.03	57.10	.93	37.87	20.30	18.20	19.60	.75	46.78	1.49	36.19	20.00	19.30	19.30
36.	.85	57.95	1.16	39.03	21.90	18.80	20.60	.69	47.46	1.49	37.69	20.80	19.90	19.90

BIJLAGE III. OUTPUTFILES VAN GLOBALE VALIDATIE

Hieronder volgt een overzicht van de outputfiles die door het CO2-model zijn aangemaakt bij de simulaties voor de globale validatie.

Simulatieresultaten van komkommerbedrijf (bedrijf 1)

P01.S08

per - periode
TIN-d - gem. temperatuur kasinhoud - dag (C)
TIN-n - gem. temperatuur kasinhoud - nacht (C)
TIN-e - gem. temperatuur kasinhoud - etmaal (C)
TIN-1 - gem. temperatuur kasinhoud - dagdeel 1 (C)
TIN-2 - gem. temperatuur kasinhoud - dagdeel 2 (C)
CO2-d - gem. CO2-concentratie - dag (ppm)
CO2-3 - gem. CO2-concentratie - dagdeel 3 (ppm)
CO2-4 - gem. CO2-concentratie - dagdeel 4 (ppm)
CO2-5 - gem. CO2-concentratie - dagdeel 5 (ppm)

per	TIN-d	TIN-n	TIN-e	TIN-1	TIN-2	CO2-d	CO2-3	CO2-4	CO2-5
1	23.3	21.5	22.1	22.9	22.1	800.	685.	800.	741.
2	23.2	20.9	21.8	23.0	21.8	800.	724.	800.	776.
3	23.1	20.5	21.7	23.0	21.7	800.	800.	800.	794.
4	23.7	20.4	22.2	23.8	22.2	765.	800.	745.	741.
5	23.8	20.6	22.5	24.1	22.5	681.	777.	604.	554.
6	23.1	20.7	22.3	23.3	22.3	677.	743.	585.	551.
7	21.9	20.4	21.4	22.0	21.4	611.	649.	583.	533.
8	24.5	22.6	23.9	24.7	23.9	687.	764.	617.	557.
9	23.4	21.2	22.5	23.5	22.5	671.	752.	587.	593.
10	23.1	20.7	22.0	23.2	22.0	664.	773.	575.	582.
---	---	---	---	---	---	---	---	---	---
	23.3	21.0	22.3	23.4	22.3	707.	745.	677.	647.

P02.S08

per - periode
VV-d - gem. ventilatievoud - dag (uur-1)
VV-6 - gem. ventilatievoud - dagdeel 6 (uur-1)
VV-7 - gem. ventilatievoud - dagdeel 7 (uur-1)
VV-8 - gem. ventilatievoud - dagdeel 8 (uur-1)
LUW-d - gem. luchtuitwisselingssnelheid - dag (m3.m-2.s-1)
LUW-6 - gem. luchtuitwisselingssnelheid - dagdeel 6 (m3.m-2.s-1)
LUW-7 - gem. luchtuitwisselingssnelheid - dagdeel 7 (m3.m-2.s-1)
LUW-8 - gem. luchtuitwisselingssnelheid - dagdeel 8 (m3.m-2.s-1)

per	VV-d	VV-6	VV-7	VV-8	LUW-d	LUW-6	LUW-7	LUW-8
1	.27	.24	.27	.27	1.0	.9	1.0	1.0
2	.32	.28	.35	.30	1.2	1.0	1.3	1.1
3	.39	.23	.52	.42	1.4	.8	1.9	1.5
4	1.36	.44	2.45	1.52	4.9	1.6	8.8	5.5
5	3.11	1.61	5.64	4.02	11.2	5.8	20.3	14.5
6	3.62	2.69	6.65	4.93	13.0	9.7	24.0	17.8
7	5.74	3.71	8.25	8.72	20.7	13.3	29.7	31.4
8	3.69	2.65	6.12	4.96	13.3	9.5	22.0	17.9
9	5.59	3.12	9.44	6.84	20.1	11.2	34.0	24.6
10	4.89	2.11	8.08	6.26	17.6	7.6	29.1	22.5
---	---	---	---	---	---	---	---	---
	3.10	1.67	4.51	3.63	11.2	6.0	16.2	13.1

P03.S08

per = periode
TPg-d = gem. buistemperatuur (gem. aanvoer + retour) - dag (C)
TPg-n = gem. buistemperatuur (gem. aanvoer + retour) - nacht (C)
TPg-e = gem. buistemperatuur (gem. aanvoer + retour) - etmaal (C)
TPa-d = gem. buistemperatuur (aanvoer) - dag (C)
TPa-n = gem. buistemperatuur (aanvoer) - nacht (C)
TPa-e = gem. buistemperatuur (aanvoer) - etmaal (C)
Qst = stookbehoefte (MJ.m-2.periode-1)
Qvr = warmtebehoefte (MJ.m-2.periode-1)
Qgas = warmteaanmaak (MJ.m-2.periode-1)

per	TPg-d	TPg-n	TPg-e	TPa-d	TPa-n	TPa-e	Qst	Qvr	Qgas
1	55.3	50.2	51.7	58.0	52.2	54.1	195.4	14.9	197.3
2	55.7	47.9	52.2	58.4	52.3	54.7	200.9	15.7	202.6
3	55.2	47.9	53.9	57.9	55.3	56.5	222.8	22.4	224.6
4	46.3	43.2	49.1	48.3	54.8	51.3	177.9	13.3	180.7
5	33.4	43.2	38.9	34.4	49.5	40.3	109.1	7.7	113.5
6	34.7	43.2	37.9	35.8	46.3	39.3	100.6	6.0	104.8
7	34.2	43.2	36.0	35.3	41.2	37.2	100.0	11.3	102.8
8	37.3	43.2	39.9	38.6	46.8	41.4	112.8	12.3	117.0
9	34.0	43.2	38.1	35.1	45.7	39.5	98.3	4.8	101.8
10	31.7	43.2	37.5	32.6	46.2	38.8	23.8	.9	24.9
---	---	---	---	---	---	---	---	---	---
	40.7	45.5	44.0	42.3	50.1	45.8	1341.6	109.4	1370.1

P04.S08

per = periode
VP-d = gem. dampdruk kaslucht - dag (N.m-2)
VP-n = gem. dampdruk kaslucht - nacht (N.m-2)
VP-e = gem. dampdruk kaslucht - etmaal (N.m-2)
TRF-d = gem. temperatuur kasdek - dag (C)
TRF-n = gem. temperatuur kasdek - nacht (C)
TRF-e = gem. temperatuur kasdek - etmaal (C)
TSO-d = gem. temperatuur bodemopp. - dag (C)
TSO-n = gem. temperatuur bodemopp. - nacht (C)
TSO-e = gem. temperatuur bodemopp. - etmaal (C)

per	VP-d	VP-n	VP-e	TRF-d	TRF-n	TRF-e	TSO-d	TSO-n	TSO-e
1	2096.	1734.	1854.	12.1	10.8	11.2	24.4	23.3	23.7
2	2450.	1864.	2088.	12.9	9.9	11.1	25.4	23.9	24.4
3	2465.	1823.	2114.	12.9	9.9	11.3	25.5	23.9	24.6
4	2591.	1930.	2283.	15.0	12.7	13.9	26.2	24.1	25.2
5	2588.	2017.	2363.	17.2	14.5	16.1	26.4	24.2	25.5
6	2498.	2091.	2362.	17.3	15.6	16.8	25.7	24.0	25.1
7	2429.	2133.	2330.	17.5	16.3	17.1	26.0	23.8	25.3
8	2774.	2421.	2651.	19.5	18.1	19.0	27.7	25.9	27.1
9	2573.	2222.	2427.	19.0	17.1	18.2	25.8	24.3	25.2
10	2533.	2167.	2365.	18.9	16.5	17.8	24.8	23.5	24.2
---	---	---	---	---	---	---	---	---	---
	2522.	1988.	2277.	16.5	13.3	15.0	26.0	24.0	25.1

P05.S08

per = periode
RM-d = gem. raamstand (gem. lij en loef, 0 - 100 %) - dag (%)
RM-n = gem. raamstand (gem. lij en loef, 0 - 100 %) - nacht (%)
RM-e = gem. raamstand (gem. lij en loef, 0 - 100 %) - etmaal (%)
TR-d = transpiratie - dag (kg.m-2.periode-1)
TR-n = transpiratie - nacht (kg.m-2.periode-1)
TR-e = transpiratie - etmaal (kg.m-2.periode-1)
cTR-d = cumulatieve transpiratie - dag (kg.m-2)
cTR-n = cumulatieve transpiratie - nacht (kg.m-2)
cTR-e = cumulatieve transpiratie - etmaal (kg.m-2)

per	RM-d	RM-n	RM-e	TR-d	TR-n	TR-e	cTR-d	cTR-n	cTR-e
1	.0	.1	.1	12.15	13.20	25.34	12.1	13.2	25.3
2	.0	.1	.1	21.99	18.30	40.29	34.1	31.5	65.6
3	.4	.0	.2	27.82	16.70	44.52	62.0	48.2	110.2
4	2.8	.2	1.6	42.13	11.89	54.02	104.1	60.1	164.2
5	10.7	3.1	7.7	58.40	9.29	67.69	162.5	69.4	231.9
6	11.5	3.8	8.9	62.16	7.45	69.61	224.7	76.8	301.5
7	18.3	10.2	15.6	50.72	7.29	58.01	275.4	84.1	359.5
8	10.2	4.7	8.3	60.82	8.30	69.13	336.2	92.4	428.6
9	16.4	9.3	13.5	58.43	9.17	67.61	394.6	101.6	496.2
10	24.8	8.2	17.2	14.17	2.40	16.57	408.8	104.0	512.8
---	---	---	---	---	---	---	---	---	---
	9.5	3.0	6.5	408.80	103.99	512.79	408.8	104.0	512.8

P06.S08

per - periode
CVEN - CO2-verliezen door ventilatie - dag (kg.m-2.periode-1)
CRK - beschikbare CO2 in rookgas - dag (kg.m-2.periode-1)
CDOS - gedoseerde CO2 in rookgas - dag (kg.m-2.periode-1)
CZV - gedoseerde zuiver CO2 - dag (kg.m-2.periode-1)
CFOT - netto fotosynthese - dag (kg_CO2.m-2.periode-1)
GR - drogestoftoename gewas (groei) - etmaal (kg.m-2.periode-1)
GAS - aardgasverbruik - etmaal (m3.m-2.periode-1)
VR - oogstbare produktie (vruchten) - etmaal (kg.m-2.periode-1)

per	CVEN	CRK	CDOS	CZV	CFOT	GR	GAS	VR
1	.18	3.90	.24	.00	.06	.02	6.46	.00
2	.25	4.30	.52	.00	.26	.12	6.64	1.74
3	.36	5.02	.80	.00	.43	.21	7.35	5.74
4	1.16	5.27	2.00	.00	.84	.41	5.92	9.39
5	1.55	4.91	2.61	.00	1.05	.51	3.72	14.68
6	1.89	5.60	2.96	.00	1.07	.53	3.43	15.26
7	1.37	4.22	1.90	.00	.54	.27	3.37	6.32
8	2.26	5.69	3.15	.00	.89	.43	3.83	8.40
9	2.69	5.22	3.60	.00	.91	.44	3.33	13.83
10	.59	1.18	.82	.00	.22	.11	.81	2.92
---	---	---	---	---	---	---	---	---
	12.30	45.32	18.59	.00	6.27	3.04	44.87	78.27

P07.S08

per - periode
cCVEN - gecum. CO2-verliezen door ventilatie - dag (kg.m-2)
cCRK - gecum. beschikbare CO2 in rookgas - dag (kg.m-2)
cCDOS - gecum. gedoseerde CO2 in rookgas - dag (kg.m-2)
cCZV - gecum. gedoseerde zuiver CO2 - dag (kg.m-2)
cCFOT - gecum. netto fotosynthese - dag (kg.m-2)
cGR - gecum. drogestoftoename gewas (groei) - etmaal (kg.m-2)
cGAS - gecum. aardgasverbruik - etmaal (m3.m-2)
cVR - gecum. oogstbare produktie (vruchten) - etmaal (kg.m-2)

per	cCVEN	cCRK	cCDOS	cCZV	cCFOT	cGR	cGAS	cVR
1	.18	3.90	.24	.00	.06	.02	6.46	.00
2	.43	8.20	.76	.00	.32	.14	13.10	1.74
3	.79	13.21	1.55	.00	.76	.35	20.45	7.48
4	1.95	18.49	3.55	.00	1.60	.75	26.37	16.86
5	3.51	23.40	6.16	.00	2.65	1.27	30.09	31.54
6	5.40	29.00	9.12	.00	3.72	1.79	33.52	46.80
7	6.76	33.23	11.02	.00	4.26	2.06	36.89	53.12
8	9.02	38.92	14.17	.00	5.15	2.49	40.72	61.52
9	11.71	44.14	17.77	.00	6.05	2.93	44.05	75.35
10	12.30	45.32	18.59	.00	6.27	3.04	44.87	78.27
---	---	---	---	---	---	---	---	---
	12.30	45.32	18.59	.00	6.27	3.04	44.87	78.27

P08.S08

per - periode
LEK - warmteverlies opslagtank (MJ.m-2.periode-1)
QNET - netto warmteopslag (MJ.m-2.periode-1)
QIN - warmteflux in opslagtank (MJ.m-2.periode-1)
QUIT - warmteflux uit opslagtank (MJ.m-2.periode-1)
RENTK - rendement warmteopslagtank (%)
uTKMN - uren tanktemperatuur lager dan aanvoertemperatuur buis (u/d)
uTKMX - uren max. tanktemperatuur (u)
uTK-i - uren warmteflux in opslagtank (u)
uTK-u - uren warmteflux uit opslagtank (u)

per	LEK	QNET	QIN	QUIT	RENTK	uTKMN	uTKMX	uTK-i	uTK-u
1	1.44	1.89	2.33	.44	38.3	22.71	.00	3.46	.64
2	1.73	1.74	3.74	2.00	53.7	20.04	.00	5.14	1.04
3	1.79	1.79	4.77	2.97	62.5	18.75	.00	6.54	1.18
4	2.39	2.86	17.96	15.10	86.7	12.32	.89	10.46	3.18
5	4.26	4.46	43.83	39.37	90.3	3.68	4.71	13.18	7.71
6	4.40	4.26	43.37	39.12	89.8	2.57	4.50	13.64	8.32
7	2.84	2.82	30.15	27.33	90.6	3.25	2.43	8.64	6.61
8	3.97	4.15	41.96	37.81	90.5	4.07	3.64	12.00	9.00
9	3.82	3.47	45.09	41.62	91.5	3.43	2.75	12.39	9.25
10	.93	1.04	11.58	10.55	92.0	4.00	3.14	12.43	9.43
---	---	---	---	---	---	---	---	---	---
	27.58	28.47	244.77	216.31	88.7	9.93	2.13	9.58	5.33

P09.S08

per - periode
uDAG - uren dag (u)
uCDOS - uren CO2-dosering (u)
uCRK - uren rookgasdosering (u)
uCZV - uren zuiver CO2-dosering (u)
uCMIN - uren beneden CO2-streefwaarde (u)
uCMAX - uren max. CO2-concentratie (u)
uSC-d - uren gesloten scherm - dag (u)
uSC-n - uren gesloten scherm - nacht (u)
uSC-e - uren gesloten scherm - etmaal (u)

per	uDAG	uCDOS	uCRK	uCZV	uCMIN	uCMAX	uSC-d	uSC-n	uSC-e
1	8.00	8.00	7.93	.00	.00	8.00	6.50	16.00	22.50
2	9.18	9.18	9.18	.00	.00	9.18	3.00	14.82	17.82
3	10.89	10.89	10.75	.00	.00	10.89	1.00	6.82	7.82
4	12.82	12.82	12.79	.00	.00	10.18	.00	.00	.00
5	14.57	14.57	14.46	.00	.00	8.54	.00	.00	.00
6	16.00	16.00	15.89	.00	.00	9.54	.00	.00	.00
7	16.00	11.43	11.43	.00	.00	8.43	.00	.00	.00
8	15.64	15.64	15.64	.00	.00	9.64	.00	.00	.00
9	14.04	14.04	14.00	.00	.00	7.00	.00	.00	.00
10	13.00	13.00	13.00	.00	.00	6.43	.00	.00	.00
---	---	---	---	---	---	---	---	---	---
	13.02	12.52	12.47	.00	.00	8.97	1.14	4.07	5.20

P10.S08

per - periode
CDOS - gedoseerde CO2 in rookgas - dag (kg.m-2.periode-1)
cCDOS - gecum. gedoseerde CO2 in rookgas - dag (kg.m-2)
CZV - gedoseerde zuiver CO2 - dag (kg.m-2.periode-1)
cCZV - gecum. gedoseerde zuiver CO2 - dag (kg.m-2)
GAS - aardgasverbruik - etmaal (m3.m-2.periode-1)
cGAS - gecum. aardgasverbruik - etmaal (m3.m-2)
VR - oogstbare produktie (vruchten) - etmaal (kg.m-2.periode-1)
cVR - gecum. oogstbare produktie (vruchten) - etmaal (kg.m-2)

per	CDOS	cDOS	CZV	cCZV	GAS	cGAS	VR	cVR
1	.24	.24	.00	.00	6.46	6.46	.00	.00
2	.52	.76	.00	.00	6.64	13.10	1.74	1.74
3	.80	1.55	.00	.00	7.35	20.45	5.74	7.48
4	2.00	3.55	.00	.00	5.92	26.37	9.39	16.86
5	2.61	6.16	.00	.00	3.72	30.09	14.68	31.54
6	2.96	9.12	.00	.00	3.43	33.52	15.26	46.80
7	1.90	11.02	.00	.00	3.37	36.89	6.32	53.12
8	3.15	14.17	.00	.00	3.83	40.72	8.40	61.52
9	3.60	17.77	.00	.00	3.33	44.05	13.83	75.35
10	.82	18.59	.00	.00	.81	44.87	2.92	78.27
---	---	---	---	---	---	---	---	---
	18.59	18.59	.00	.00	44.87	44.87	78.27	78.27

Periode 1 t/m 9 zijn 4-weekse waarden. De waarden van periode 10 zijn 1 weekse waarden van 37-ste periode bij 1-weekse output.
De eindwaarden zijn waarden over de gehele simulatieperiode (37 weken).

Simulatieresultaten van tomatenbedrijf

P01.S07

per - periode
TIN-d - gem. temperatuur kasinhoud - dag (C)
TIN-n - gem. temperatuur kasinhoud - nacht (C)
TIN-e - gem. temperatuur kasinhoud - etmaal (C)
TIN-1 - gem. temperatuur kasinhoud - dagdeel 1 (C)
TIN-2 - gem. temperatuur kasinhoud - dagdeel 2 (C)
CO2-d - gem. CO2-concentratie - dag (ppm)
CO2-3 - gem. CO2-concentratie - dagdeel 3 (ppm)
CO2-4 - gem. CO2-concentratie - dagdeel 4 (ppm)
CO2-5 - gem. CO2-concentratie - dagdeel 5 (ppm)

per	TIN-d	TIN-n	TIN-e	TIN-1	TIN-2	CO2-d	CO2-3	CO2-4	CO2-5
1	19.4	19.0	19.1	19.3	19.1	800.	677.	800.	740.
2	19.3	18.6	18.9	19.1	18.9	800.	667.	800.	715.
3	19.1	18.5	18.7	19.0	18.7	799.	710.	798.	769.
4	18.8	17.9	18.3	18.7	18.3	794.	800.	787.	789.
5	19.4	18.1	18.8	19.5	18.8	707.	769.	626.	695.
6	20.1	18.4	19.4	20.3	19.4	609.	666.	507.	530.
7	19.9	18.7	19.5	20.3	19.5	606.	631.	511.	485.
8	20.0	18.9	19.6	20.3	19.6	576.	614.	477.	443.
9	20.2	19.1	19.8	20.5	19.8	553.	562.	470.	458.
10	20.5	19.1	19.9	20.7	19.9	538.	580.	458.	451.
11	20.7	18.8	19.9	20.8	19.9	568.	681.	481.	469.
---	---	---	---	---	---	---	---	---	---
	19.8	18.6	19.2	19.8	19.2	652.	668.	620.	604.

P02.S07

per - periode
VV-d - gem. ventilatievoud - dag (uur-1)
VV-6 - gem. ventilatievoud - dagdeel 6 (uur-1)
VV-7 - gem. ventilatievoud - dagdeel 7 (uur-1)
VV-8 - gem. ventilatievoud - dagdeel 8 (uur-1)
LUW-d - gem. luchtuitwisselingssnelheid - dag (m3.m-2.s-1)
LUW-6 - gem. luchtuitwisselingssnelheid - dagdeel 6 (m3.m-2.s-1)
LUW-7 - gem. luchtuitwisselingssnelheid - dagdeel 7 (m3.m-2.s-1)
LUW-8 - gem. luchtuitwisselingssnelheid - dagdeel 8 (m3.m-2.s-1)

per	VV-d	VV-6	VV-7	VV-8	LUW-d	LUW-6	LUW-7	LUW-8
1	.40	.21	.49	.31	1.7	.9	2.1	1.3
2	.38	.32	.38	.41	1.6	1.4	1.7	1.8
3	.60	.28	.82	.47	2.6	1.2	3.6	2.0
4	.81	.40	1.27	.71	3.5	1.8	5.5	3.1
5	2.86	1.57	4.73	3.06	12.4	6.8	20.6	13.3
6	6.66	4.76	10.37	8.52	29.0	20.7	45.1	37.1
7	6.63	6.02	10.47	8.86	28.8	26.2	45.6	38.6
8	7.65	6.93	11.92	10.35	33.3	30.1	51.9	45.0
9	9.73	9.13	14.26	12.24	42.3	39.7	62.0	53.2
10	10.32	8.17	14.64	12.73	44.9	35.6	63.7	55.4
11	7.96	4.46	11.21	10.64	34.6	19.4	48.8	46.3
---	---	---	---	---	---	---	---	---
	5.50	3.80	7.04	5.88	23.9	16.5	30.6	25.6

P03.S07

per - periode
TPg-d - gem. buistemperatuur (gem. aanvoer + retour) - dag (C)
TPg-n - gem. buistemperatuur (gem. aanvoer + retour) - nacht (C)
TPg-e - gem. buistemperatuur (gem. aanvoer + retour) - etmaal (C)
TPa-d - gem. buistemperatuur (aanvoer) - dag (C)
TPa-n - gem. buistemperatuur (aanvoer) - nacht (C)
TPa-e - gem. buistemperatuur (aanvoer) - etmaal (C)
Qst - stookbehoefte (MJ.m-2.periode-1)
Qvr - warmtebehoefte (MJ.m-2.periode-1)
Qgas - warmteaanmaak (MJ.m-2.periode-1)

per	TPg-d	TPg-n	TPg-e	TPa-d	TPa-n	TPa-e	Qst	Qvr	Qgas
1	50.9	46.3	50.1	53.3	51.9	52.4	221.8	28.5	223.1
2	49.9	49.4	49.3	52.2	51.3	51.6	189.3	8.7	189.7
3	43.8	43.2	47.9	45.6	52.8	50.0	199.0	20.1	200.4
4	40.4	43.2	46.3	42.0	53.5	48.3	197.1	22.5	198.9
5	33.7	43.2	40.5	34.7	50.5	42.1	145.4	11.7	148.2
6	32.7	43.2	37.7	33.7	47.4	39.1	112.7	3.7	116.5
7	31.8	40.6	34.9	32.7	42.7	36.1	94.9	5.2	98.6
8	31.3	38.6	34.0	32.2	40.9	35.1	82.4	1.2	86.7
9	31.7	38.6	34.1	32.6	40.0	35.2	79.6	.0	83.9
10	30.8	38.6	34.0	31.6	40.1	35.1	79.2	.1	82.4
11	30.2	38.6	34.1	31.0	40.2	35.2	20.1	.1	21.1
---	---	---	---	---	---	---	---	---	---
	35.8	45.0	40.7	37.0	48.1	40.3	1421.5	101.8	1440.4

P04.S07

per = periode
VP-d = gem. dampdruk kaslucht - dag (N.m-2)
VP-n = gem. dampdruk kaslucht - nacht (N.m-2)
VP-e = gem. dampdruk kaslucht - etmaal (N.m-2)
TRF-d = gem. temperatuur kasdek - dag (C)
TRF-n = gem. temperatuur kasdek - nacht (C)
TRF-e = gem. temperatuur kasdek - etmaal (C)
TSO-d = gem. temperatuur bodemopp. - dag (C)
TSO-n = gem. temperatuur bodemopp. - nacht (C)
TSO-e = gem. temperatuur bodemopp. - etmaal (C)

per	VP-d	VP-n	VP-e	TRF-d	TRF-n	TRF-e	TSO-d	TSO-n	TSO-e
1	1375.	1261.	1299.	9.9	9.6	9.7	22.5	21.8	22.0
2	1634.	1433.	1500.	11.4	10.9	11.1	22.0	21.3	21.5
3	1836.	1523.	1643.	11.0	10.2	10.5	22.0	21.4	21.6
4	1943.	1634.	1774.	10.6	9.7	10.1	21.4	20.9	21.1
5	2007.	1761.	1892.	12.5	11.5	12.0	21.7	21.0	21.4
6	2020.	1812.	1938.	15.0	13.3	14.3	22.5	21.3	22.0
7	2021.	1866.	1969.	15.5	14.5	15.2	22.4	21.5	22.1
8	2055.	1952.	2020.	16.3	15.4	16.0	22.4	21.5	22.1
9	2074.	1981.	2042.	17.1	16.1	16.7	22.5	21.5	22.1
10	2114.	1974.	2056.	17.5	16.0	16.8	22.7	21.7	22.3
11	2136.	1955.	2053.	17.5	15.3	16.5	22.4	21.3	21.9
---	---	---	---	---	---	---	---	---	---
	1959.	1667.	1819.	14.4	12.2	13.3	22.2	21.4	21.8

P05.S07

per = periode
RM-d = gem. raamstand (gem. lij en loef, 0 - 100 %) - dag (%)
RM-n = gem. raamstand (gem. lij en loef, 0 - 100 %) - nacht (%)
RM-e = gem. raamstand (gem. lij en loef, 0 - 100 %) - etmaal (%)
TR-d = transpiratie - dag (kg.m-2.periode-1)
TR-n = transpiratie - nacht (kg.m-2.periode-1)
TR-e = transpiratie - etmaal (kg.m-2.periode-1)
cTR-d = cumulatieve transpiratie - dag (kg.m-2)
cTR-n = cumulatieve transpiratie - nacht (kg.m-2)
cTR-e = cumulatieve transpiratie - etmaal (kg.m-2)

per	RM-d	RM-n	RM-e	TR-d	TR-n	TR-e	cTR-d	cTR-n	cTR-e
1	.6	.1	.2	3.82	2.91	6.73	3.8	2.9	6.7
2	.3	.1	.2	6.19	5.55	11.74	10.0	8.5	18.5
3	.9	.0	.3	13.79	10.27	24.07	23.8	18.7	42.5
4	2.1	.1	1.0	22.95	13.36	36.31	46.8	32.1	78.9
5	10.1	1.1	5.9	45.89	11.62	57.51	92.6	43.7	136.4
6	30.7	8.0	21.8	77.34	9.84	87.18	170.0	53.6	223.5
7	28.1	6.7	21.0	76.53	7.82	84.36	246.5	61.4	307.9
8	32.4	5.9	23.6	72.80	6.43	79.23	319.3	67.8	387.1
9	38.2	18.7	31.4	72.93	6.37	79.30	392.2	74.2	466.4
10	41.7	19.3	32.4	70.32	7.99	78.30	462.6	82.2	544.7
11	50.7	13.7	33.7	16.99	2.03	19.03	479.6	84.2	563.8
---	---	---	---	---	---	---	---	---	---
	22.8	4.9	14.3	479.56	84.21	563.77	479.6	84.2	563.8

P06.S07

per = periode
CVEN = CO2-verliezen door ventilatie - dag (kg.m-2.periode-1)
CRK = beschikbare CO2 in rookgas - dag (kg.m-2.periode-1)
CDOS = gedoseerde CO2 in rookgas - dag (kg.m-2.periode-1)
CZV = gedoseerde zuiver CO2 - dag (kg.m-2.periode-1)
CFOT = netto fotosynthese - dag (kg_CO2.m-2.periode-1)
GR = drogestoftoename gewas (groei) - etmaal (kg.m-2.periode-1)
GAS = aardgasverbruik - etmaal (m3.m-2.periode-1)
VR = oogstbare produktie (vruchten) - etmaal (kg.m-2.periode-1)

per	CVEN	CRK	CDOS	CZV	CFOT	GR	GAS	VR
1	.32	3.68	.36	.00	.03	.01	7.31	.00
2	.31	3.72	.38	.00	.07	.03	6.21	.00
3	.56	3.95	.83	.00	.27	.13	6.56	.00
4	.86	4.49	1.34	.00	.49	.24	6.51	1.99
5	2.03	5.01	2.93	.00	.90	.44	4.85	3.46
6	3.07	5.40	4.23	.00	1.15	.57	3.82	6.19
7	3.25	5.52	4.39	.00	1.14	.57	3.23	6.73
8	3.43	5.30	4.53	.00	1.08	.54	2.84	6.32
9	3.63	5.20	4.66	.00	.98	.49	2.75	5.39
10	3.62	4.93	4.58	.00	.94	.46	2.70	6.11
11	.86	1.19	1.08	.00	.23	.11	.69	1.49
---	---	---	---	---	---	---	---	---
	21.93	48.40	29.30	.00	7.29	3.59	47.46	37.69

P07.S07

per - periode
cCVEN - gecum. CO2-verliezen door ventilatie - dag (kg.m-2)
cCRK - gecum. beschikbare CO2 in rookgas - dag (kg.m-2)
cCDOS - gecum. gedoseerde CO2 in rookgas - dag (kg.m-2)
cCZV - gecum. gedoseerde zuiver CO2 - dag (kg.m-2)
cCFOT - gecum. netto fotosynthese - dag (kg.m-2)
cGR - gecum. drogestoftoename gewas (groei) - etmaal (kg.m-2)
cGAS - gecum. aardgasverbruik - etmaal (m3.m-2)
cVR - gecum. oogstbare produktie (vruchten) - etmaal (kg.m-2)

per	cCVEN	cCRK	cCDOS	cCZV	cCFOT	cGR	cGAS	cVR
1	.32	3.68	.36	.00	.03	.01	7.31	.00
2	.63	7.40	.73	.00	.10	.04	13.52	.00
3	1.19	11.35	1.56	.00	.37	.17	20.08	.00
4	2.05	15.85	2.90	.00	.86	.41	26.59	1.99
5	4.08	20.85	5.83	.00	1.75	.85	31.45	5.45
6	7.15	26.25	10.06	.00	2.91	1.41	35.26	11.64
7	10.40	31.77	14.45	.00	4.05	1.98	38.49	18.37
8	13.82	37.08	18.98	.00	5.14	2.53	41.33	24.70
9	17.45	42.28	23.63	.00	6.12	3.02	44.08	30.09
10	21.07	47.21	28.21	.00	7.06	3.48	46.77	36.19
11	21.93	48.40	29.30	.00	7.29	3.59	47.46	37.69
---	---	---	---	---	---	---	---	---
	21.93	48.40	29.30	.00	7.29	3.59	47.46	37.69

P08.S07

per - periode
LEK - warmteverlies opslagtank (MJ.m-2.periode-1)
QNET - netto warmteopslag (MJ.m-2.periode-1)
QIN - warmteflux in opslagtank (MJ.m-2.periode-1)
QUIT - warmteflux uit opslagtank (MJ.m-2.periode-1)
RENTK - rendement warmteopslagtank (%)
uTKMN - uren tanktemperatuur lager dan aanvoertemperatuur buis (u/d)
uTKMX - uren max. tanktemperatuur (u)
uTK-i - uren warmteflux in opslagtank (u)
uTK-u - uren warmteflux uit opslagtank (u)

per	LEK	QNET	QIN	QUIT	RENTK	uTKMN	uTKMX	uTK-i	uTK-u
1	1.06	1.36	2.83	1.47	62.5	21.04	.00	3.96	1.04
2	.54	.46	.69	.23	21.1	23.32	.00	1.00	.21
3	1.35	1.43	9.11	7.68	85.2	18.11	.00	5.21	2.29
4	1.72	1.72	17.60	15.88	90.2	14.32	.00	7.79	3.68
5	2.63	2.74	36.22	33.48	92.7	8.86	.64	10.21	6.61
6	3.24	3.78	42.08	38.30	92.3	5.04	1.54	12.57	7.86
7	3.73	3.65	44.06	40.41	91.5	1.89	2.89	14.57	8.46
8	4.12	4.35	42.75	38.40	90.4	.43	3.86	15.29	8.57
9	4.18	4.23	40.96	36.72	89.8	.11	3.50	15.04	8.93
10	3.61	3.20	44.46	41.26	91.9	.96	2.14	13.57	9.93
11	.85	.98	11.63	10.65	92.7	2.00	1.57	12.43	10.57
---	---	---	---	---	---	---	---	---	---
	27.03	27.90	292.38	264.48	90.8	9.23	1.46	9.98	5.87

P09.S07

per - periode
uDAG - uren dag (u)
uCDOS - uren CO2-dosering (u)
uCRK - uren rookgasdosering (u)
uCZV - uren zuiver CO2-dosering (u)
uCMIN - uren beneden CO2-streefwaarde (u)
uCMAX - uren max. CO2-concentratie (u)
uSC-d - uren gesloten scherm - dag (u)
uSC-n - uren gesloten scherm - nacht (u)
uSC-e - uren gesloten scherm - etmaal (u)

per	uDAG	uCDOS	uCRK	uCZV	uCMIN	uCMAX	uSC-d	uSC-n	uSC-e
1	8.00	8.00	8.00	.00	.00	8.00	.00	.00	.00
2	8.00	8.00	8.00	.00	.00	8.00	.00	.00	.00
3	9.18	9.18	9.18	.00	.00	9.04	.00	.00	.00
4	10.89	10.89	10.75	.00	.00	10.21	.00	.00	.00
5	12.82	12.82	12.75	.00	.00	7.75	.00	.00	.00
6	14.57	14.57	14.54	.00	.00	4.86	.00	.00	.00
7	16.00	16.00	15.93	.00	.00	5.57	.00	.00	.00
8	16.00	16.00	16.00	.00	.00	4.54	.00	.00	.00
9	15.64	15.64	15.64	.00	.00	3.50	.00	.00	.00
10	14.04	14.04	14.04	.00	.00	2.11	.00	.00	.00
11	13.00	13.00	13.00	.00	.00	2.29	.00	.00	.00
---	---	---	---	---	---	---	---	---	---
	12.53	12.53	12.49	.00	.00	6.26	.00	.00	.00

P10.S07

per - periode
CDOS - gedoseerde CO2 in rookgas - dag (kg.m-2.periode-1)
cCDOS - gecum. gedoseerde CO2 in rookgas - dag (kg.m-2)
CZV - gedoseerde zuiver CO2 - dag (kg.m-2.periode-1)
cCZV - gecum. gedoseerde zuiver CO2 - dag (kg.m-2)
GAS - aardgasverbruik - etmaal (m3.m-2.periode-1)
cGAS - gecum. aardgasverbruik - etmaal (m3.m-2)
VR - oogstbare produktie (vruchten) - etmaal (kg.m-2.periode-1)
cVR - gecum. oogstbare produktie (vruchten) - etmaal (kg.m-2)

per	CDOS	cDOS	CZV	cCZV	GAS	cGAS	VR	cVR
1	.36	.36	.00	.00	7.31	7.31	.00	.00
2	.38	.73	.00	.00	6.21	13.52	.00	.00
3	.83	1.56	.00	.00	6.56	20.08	.00	.00
4	1.34	2.90	.00	.00	6.51	26.59	1.99	1.99
5	2.93	5.83	.00	.00	4.85	31.45	3.46	5.45
6	4.23	10.06	.00	.00	3.82	35.26	6.19	11.64
7	4.39	14.45	.00	.00	3.23	38.49	6.73	18.37
8	4.53	18.98	.00	.00	2.84	41.33	6.32	24.70
9	4.66	23.63	.00	.00	2.75	44.08	5.39	30.09
10	4.58	28.21	.00	.00	2.70	46.77	6.11	36.19
11	1.08	29.30	.00	.00	.69	47.46	1.49	37.69
---	---	---	---	---	---	---	---	---
	29.30	29.30	.00	.00	47.46	47.46	37.69	37.69

Periode 1 t/m 10 zijn 4-weekse waarden. De waarden van periode 11 zijn 1 weekse waarden van 41-ste periode bij 1-weekse output.
De eindwaarden zijn waarden over de gehele simulatieperiode (41 weken).

De datafile TIJDOUT.DAT met een overzicht van de perioden waarover gemiddelden van Tin, CO2-in, Ventilatievoud en luchtuitwisselingssnelheid moeten worden berekend was bij bovenstaande output als volgt:

TIJDOUT.DAT: Datafile met overzicht van tijden waarover gemiddelden moeten worden berekend t.b.v. outputfiles van type OUTP.xxx (zgn. dagdelen).
Deze inputfile kan alleen buiten het CO2-model om gewijzigd worden.
TIJDOUT.DAT wordt ingelezen door subroutine INOUTP (2.7).
Geef 2 tijdstippen op (reals) waarover gem. gerekend moet worden (incl. grenzen). Lege regel geeft scheiding aan.

7. 18. dagdeel 1: Tin - temperatuur kasinhoud
19. 6. dagdeel 2: Tin - temperatuur kasinhoud
8. 10. dagdeel 3: CO2in - CO2-concentratie
11 15. dagdeel 4: CO2in - CO2-concentratie
15. 18. dagdeel 5: CO2in - CO2-concentratie
8. 10. dagdeel 6: vent.voud en luchtuitwisselingssnelheid
11. 15. dagdeel 7: vent.voud en luchtuitwisselingssnelheid
15. 18. dagdeel 8: vent.voud en luchtuitwisselingssnelheid