

Schermkieren in de praktijk

Onderzoek naar verbeterde regeling, temperatuurverschillen
en gewasontwikkeling

F.L.K. Kempkes (IMAG)
N.J. van de Braak (IMAG)
G. Houter (PRIVA Hortimation b.v.)
A.T.M. Zwinkels (PBG)

april 2000

Nota P 2000-30



IMAG



PBG



PRIVA

GLASTUINBOUW
en MILIEU



Energiescore

in
Hw
P 2000-30

Schermkieren in de praktijk

Onderzoek naar verbeterde regeling, temperatuurverschillen
en gewasontwikkeling

F.L.K. Kempkes (IMAG)
N.J. van de Braak (IMAG)
G. Houter (PRIVA Hortimation b.v.)
A.T.M. Zwinkels (PBG)

april 2000

Nota P 2000-30

© 2000

Instituut voor Milieu- en Agritechniek (IMAG)
Mansholtlaan 10-12
Postbus 43, 6700 AA Wageningen
Telefoon 0317 - 476300
Telefax 0317 - 425670
www.imag.wageningen-ur.nl

*Interne mededeling IMAG. Niets uit deze nota mag elders worden vermeld, of worden vermenigvuldigd op welke wijze dan ook, zonder voorafgaande schriftelijke toestemming van IMAG.
Bronvermelding zonder weergave van de feitelijke inhoud is evenwel toegestaan, op voorwaarde van de volledige vermelding van: auteursnaam, jaartal, titel, instituut en notanummer en de toevoeging: 'niet gepubliceerd'.*

All rights reserved. No part of this publication may be reproduced, stored in a retrieval system of any nature, in any form of by any means, electronic, mechanical, photocopying, recording or otherwise, without the prior written permission of IMAG.



2245345

Schermkieren in de praktijk**Samenvatting**

Om temperatuur en relatieve vochtigheid in kassen te beheersen en toch een hoge energiebesparing bij gebruik van (energie)schermen te bereiken, is het gebruik van schermkieren een efficiënte methode. Veel tuinders vinden de gebruikelijke schermkierregeling niet goed werken. De meest gehoorde punten van kritiek zijn een onrustige regeling en optredende koudeval.

Onderzoek in Naaldwijk uitgevoerd door IMAG in samenwerking met PBG naar verschillende regelingen van een scherm, is begin 1998 afgerond met de formulering van een verbeterde schermkierregeling.

Priva Hortimation B.V. heeft deze verbeterde schermkierregeling als optie in de regelprogrammatuur voor de Intégro klimaatcomputer opgenomen en bij zes geselecteerde paprikabedrijven geïnstalleerd.

De belangrijkste uitgangspunten van de verbeterde schermkierregeling zijn:

- Aanpassing van de vochtkierregeling en handhaving van de bestaande temperatuurkierregeling.
- De kleinste stap in de vochtkierregeling bedraagt 0,3%
- Naast regelen op RV is het regelen op basis van vochtdeficit ook mogelijk.
- Als de maximale vochtkier bereikt is, worden de ramen ingezet om vocht af te voeren.
- Indien de ramen zijn ingezet voor het afvoeren van vocht tijdens schermkieren, behoeven deze niet volledig gesloten te zijn alvorens de schermkier weer wordt verkleind.

De deelnemende tuinders is gevraagd om in minimaal één afdeling de oude regeling en in minimaal één afdeling de nieuwe regeling te gebruiken. Gedurende het deel van teeltseizoen 1998-1999 waarin geschermd werd, volgde PBG de gewasontwikkeling en -productie en IMAG volgde scherm(kier)gebruik, energiegebruik en vochthuishouding.

Van de zes bedrijven waren vier bedrijven in het Westland en twee in de Kring gesitueerd. Twee bedrijven waren uitgerust met een folie en vier bedrijven met een doek.

De lucht- en buistemperaturen, die door de klimaatregeling werden gemeten, de setpoints zoals kaslucht-, maximum- en minimumbuiSTEMPERatuur die door de tuinder werden ingesteld, en de regelstappen die door de klimaatcomputer werden berekend, zoals scherm opensturen en raamstandveranderingen, zijn uit de klimaatcomputer uitgelezen. Voor meting van temperatuurverschillen, luchtvochtigheid en energiegebruiken zijn in de twee proefafdelingen extra sensoren geplaatst.

Vanaf 27 maart 1999 was op alle bedrijven de nieuwe verbeterde schermkierregeling operationeel.

Het aantal gerealiseerde scherm-uren verschilt sterk tussen de deelnemende bedrijven. De bedrijven met een folie hebben de minste scherm-uren. Tussen de afdelingen (nieuwe en oude regeling) zijn de verschillen in het aantal scherm-uren klein maar bij de nieuwe regeling is het aantal uren met geheel gesloten scherm groter dan bij de oude regeling.

Een maatgevende parameter voor het regelgedrag is het aantal schermbewegingen of stappen dat het scherm tijdens het kieren op vocht maakt. Bij alle deelnemers is het aantal schermbewegingen in de afdeling met de nieuwe regeling over het algemeen meer dan gehalveerd, al zijn de verschillen in de herfst kleiner dan in de winter- / voorjaarsperiode. De totaal afgelegde weg van de schermrand tijdens het vochtkieren blijft op sommige bedrijven gelijk, terwijl deze op andere meer dan halveert.

Bij het gebruik van schermen zijn er twee mogelijke temperatuureffecten. Enerzijds een warmteoverschot, dat vaak ontstaat bij het sluiten van het scherm, als de buizen nog warm zijn. Anderzijds, bij het gebruik van schermkieren, een lokale temperatuurdaling (koudeval). Tussen de oude en nieuwe regeling zijn geen noemenswaardige verschillen in temperatuur tijdens de schermperiode voorgekomen. De verschillen tussen de beide regelingen zijn in absolute zin in de herfst groter dan in de winter- / voorjaarsperiode. In de herfst, na de laatste zetting zijn de klimaatinstellingen van de tuinders minder gericht op het realiseren van optimale groeiomstandigheden voor de plant en meer op kostenefficiëntie. Dit komt tot uiting bij het kieren op warmteoverschot (temperatuurkier), dat door enkele deelnemers zelfs volledig is uitgeschakeld.

Vermeende problemen met koudeval is één van de struikelpunten als het gaat om het gebruik van schermen. De temperaturen onder de kieren blijken gemiddeld niet significant lager dan in de rest van de kas wanneer het scherm op een kier wordt gezet. Momentane koudeval tijdens het kieren is in dit onderzoek gedefinieerd als een temperatuurdaling van tenminste 0,5 °C binnen 10 minuten na een vochtkierverschelling.

Schermkieren in de praktijk

Het aantal malen dat momentane koudeval optreedt varieert op de verschillende bedrijven van nul tot tien maal in de winter- / voorjaarsperiode en van nul tot twee maal in de herfst. Door de (relatief) warme nachten in de herfstperiode is er vaak al een schermkier, waardoor er minder momenten zijn dat er momentane koudeval ten gevolge van een schermkierverschelling optreedt. De grootte van de momentane koudeval varieerde tussen de 0,6 en 1,4 °C.

De gemiddelde RV's in de meetboxen op een bedrijf geven geen duidelijk verschil te zien (in de herfst wel groter dan in de winter- / voorjaarsperiode). Er zijn wel duidelijk verschillen tussen de bedrijven onderling, maar die zijn het gevolg van verschillende setpoints. De grootste verschillen in vochniveau tussen de afdelingen komen voor tijdens de dagperiode, de kleinste tijdens de periode dat een schermkier wordt gebruikt. Dit is verklaarbaar omdat tijdens de kierperiode actief op het vochniveau geregeld wordt en in deze periode ook goed regelbaar is.

Het energiegebruik is bepaald met een berekening uit het temperatuurverschil tussen de buis- en luchttemperatuur. Tijdens het gebruik van schermen varieert het energiegebruik in de afdelingen met de nieuwe ten opzichte van de oude regeling tussen de 88 en 103%. Een probleem bij de analyse van deze resultaten is dat er geen rekening gehouden kan worden met verschillen tussen afdelingen onafhankelijk van de regeling, ondanks dat bij de keuze van afdelingen zo representatief mogelijke afdelingen gekozen zijn. De gerealiseerde besparing is bovendien sterk afhankelijk van de gebruikte setpoints. Bij goed gekozen instellingen is over de periode van het schermgebruik een besparing van circa 8% haalbaar. Op jaarbasis is dit naar schatting 2 à 3%. Dit is weliswaar minder dan de 6% die Van de Braak et al. (1998) vonden in eerder onderzoek, maar in dat geval werd vergeleken met een oude schermregeling waarbij het scherm geheel werd opengetrokken als de RV te hoog bleef.

Op elk van de bedrijven is per behandeling een proefveld aangelegd. Er is uit praktische overwegingen gekozen voor een relatief hoog aantal planten per proefveld en een minimaal aantal proefvelden per behandeling. De stengelpositie ten opzichte van de schermkier werd vastgelegd om de invloed van de schermkier op de gewasontwikkeling te onderzoeken. De plantwaarnemingen vallen uiteen in vijf categorieën: plantlengte, aantal internodiën per plant, aantal vruchten per m², aantal geoogste vruchten per plant en gewicht van elke geoogste vrucht.

De oogstwaarnemingen zijn slechts op drie bedrijven volledig tot het eind van voorjaarsperiode (eind mei) verricht. Door de late herstart van het schermseizoen, was er in het najaar geen reden meer om nog gewaswaarnemingen te verrichten. Op het moment dat er in het najaar tijdens de nacht weer geschermd werd, waren de laatste vruchten die nog geoogst konden worden al gezet, zodat er geen verschillen in zetting ten gevolge van het schermkieren meer kon ontstaan.

In geen der twaalf proefveldjes is een correlatie tussen afstand tot de schermkier en plantlengte gevonden. Op 3 bedrijven is een betrouwbaar verschil in lengteontwikkeling gevonden tussen de twee behandelingen; op de andere bedrijven is het verschil nihil tot zeer beperkt. De richting van het eventuele verschil is echter niet constant; en over alle bedrijven genomen nivelleren de verschillen volledig. De nieuwe regeling leidt niet tot een andere lengteontwikkeling dan de oude.

Op twee bedrijven vormden de planten midden tussen twee schermkieren 0,8 internodiën minder dan de planten direct onder de kier op een gemiddelde van 25 internodiën. Gezien de plantvariëaties en de resultaten op de andere vier bedrijven is er geen betrouwbaar verband tussen plaats en aantal internodiën. Op geen van de bedrijven is gevonden dat de plantbelasting varieerde met de positie van de plant ten opzichte van de schermkier, noch dat de nieuwe regeling tot een andere plantbelasting heeft geleid dan de oude regeling.

Op elk van de bedrijven is het gemiddeld vruchtgewicht onder de nieuwe regeling aanvankelijk iets hoger, maar in de loop van de tijd keert dat op één bedrijf om en op de andere bedrijven neemt het verschil af. Aangezien het gemiddeld vruchtgewicht slechts langzaam varieert met de tijd is er een nauw verband tussen het aantal geoogste vruchten en het geoogste gewicht. Samenvattend kunnen we concluderen dat op de bedrijven geen productieve verschillen zijn gemeten die hun oorsprong hebben in de gewijzigde schermkierregeling.

Schermkieren in de praktijk

Samengevat leidt het uitgevoerde onderzoek tot de volgende conclusies:

- De tuinders ervaren de nieuwe regeling als rustiger.
- De nieuwe regeling houdt het scherm langer gesloten zonder dat er nadelige gevolgen zijn voor temperatuur of RV.
- Er treden geen horizontale temperatuurverschillen op als gevolg van het kieren op vocht.
- Er treedt zelden of nooit waarneembare koudeval op als gevolg van de vochtkierregeling.
- Met de nieuwe regeling is een energiebesparing van 8% tijdens schermen haalbaar. Dat is 2 à 3% op jaarbasis ten opzichte van een proportionele kierregeling. Ten opzichte van een regeling waarbij het scherm geheel wordt geopend bij te hoge RV kan 6% op jaarbasis worden bespaard.
- De nieuwe regeling heeft geen significante invloed op de gewasontwikkeling noch op de productie.
- De locatie van het gewas ten opzichte van de kier is niet van invloed op het gewas.

Op basis van het onderzoek worden de volgende aanbevelingen gedaan:

- De energiebesparing kan vergroot worden door bij de nieuwe regeling een iets hogere vochtstreefwaarde voor de kierregeling in te vullen. Bij de oude regeling wordt de kier proportioneel over een vochttraject geregeld. Bij de nieuwe regeling wordt op een vochtstreefwaarde geregeld. Deze streefwaarde zou binnen het vochttraject van de oude regeling moeten liggen en niet gelijk zijn aan het begin van het vochttraject, anders wordt bij de nieuwe regeling verhoudingsgewijs meer gekierd.
- Een tuinder moet vertrouwen hebben in een vochtkierregeling. Een grote angst bij het schermgebruik is koudeval. Bij de oude en de nieuwe schermkierregeling is (vrijwel) geen koudeval geconstateerd, echter bij het openen van het scherm, voor de overgang van de nacht- naar de dagsituatie, komt wel geregeld koudeval voor. Een oplossing van dit probleem zal de acceptatie van schermen kunnen vergroten en (mogelijke) pieken in gasafname van de ketel kunnen voorkomen.



Inhoudsopgave

Samenvatting	2
1 Inleiding	6
2 Onderzoek regeling en klimaat	7
2.1 Opzet.....	7
2.1.1 Deelnemers.....	7
2.1.2 Schermregeling	7
2.1.3 Klimaatmetingen.....	8
2.2 Resultaten	9
2.2.1 Gebruikerservaring	9
2.2.2 Geschermd uren	10
2.2.3 Schermbewegingen	13
2.2.4 Temperatuur	16
2.2.5 Koudeval.....	18
2.2.6 Vocht.....	20
2.2.7 Energie	22
3 Gewasonderzoek	25
3.1 Opzet.....	25
3.1.1 Beschrijving van de proefvelden en het teeltsysteem	25
3.1.2 Gradaties van gelijkheid.....	26
3.1.3 Voorgenomen en verrichte plantwaarnemingen	26
3.2 Resultaten	27
3.2.1 Lengtegroei.....	28
3.2.2 Aanmaak van internodiën.....	31
3.2.3 Plantbelasting.....	31
3.2.4 Productie per plant	32
4 Conclusies en aanbevelingen	35
Kennisoverdracht.....	37
Literatuur	37
Bijlage 1 Plattegronden bedrijven	38
Bijlage 2 Overzicht gelogde parameters van bedrijf Du	41
Bijlage 3 Kasgegevens van de deelnemende bedrijven	44
Bijlage 4 Algemene teeltgegevens per bedrijf.....	44

1 Inleiding

Beweegbare schermen kunnen een goede bijdrage leveren aan een verlaging van het energiegebruik in tuinbouwkassen. In potentie zijn bij verschillende gewassen besparingen haalbaar tot ruim 20 % op jaarbasis (Van de Braak, 1998). Om temperatuur en relatieve vochtigheid te beheersen en toch een hoge energiebesparing te bereiken, is het gebruik van schermkieren een efficiënte methode. Veel tuinders zijn niet tevreden over de aanwezige schermregelingen in hun klimaatcomputer. De meest gehoorde punten van kritiek zijn een onrustige regeling en optredende koudeval. Hierdoor wordt er in de praktijk vaak niet meer geschermd onder omstandigheden dat er nog wel energiebesparing mogelijk is.

Onderzoek naar het optredende klimaat en de energiebesparing bij verschillende regelingen van een scherm, dat is uitgevoerd door het IMAG in samenwerking met het PBG in Naaldwijk, is begin 1998 afgerond met de formulering van richtlijnen voor een energiezuinige regelstrategie. In dat onderzoek is een verbeterde schermkierregeling ontwikkeld, waarmee in potentie 6% energiewinst boven normaal haalbare energiewinst door toepassing van schermen is te behalen, zonder negatieve consequenties voor productie en kwaliteit.

Priva Hortimation B.V. heeft deze verbeterde schermkierregeling als optie in de regelprogrammatuur van de Intégro klimaatcomputer opgenomen en bij zes geselecteerde paprikabedrijven geïnstalleerd. De deelnemende tuinders is gevraagd om in minimaal 1 afdeling de oude regeling en in minimaal 1 afdeling de nieuwe regeling te gebruiken. Gedurende de teeltperiode waarbij gebruik gemaakt werd van de aanwezige schermen volgde het PBG de gewasontwikkeling (lengte en bloei) en de productie (aantal en gewicht) en IMAG volgde gedurende deze tijd de mate van scherm(kier)gebruik, energiegebruik en temperaturen en luchtvochtigheid in twee afdelingen (één met de tot dan toe gebruikelijke en één met de nieuwe regeling). Deze rapportage geeft een beschrijving van de opzet van het onderzoek en geeft de resultaten en conclusies weer.

2 Onderzoek regeling en klimaat

2.1 Opzet

Op een zestal bedrijven is een nieuw ontwikkelde schermregeling in de klimaatcomputer geïmplementeerd. Het gedrag van de regeling, eventueel optredende temperatuur- en vochtverschillen en koudeval onder de schermkier zijn in het teeltseizoen 1998-1999 gevolgd. Voor de metingen is gebruik gemaakt van de aanwezige infrastructuur op de bedrijven, zoals de klimaatcomputer, aangevuld met bijgeplaatste randapparatuur om additionele metingen te kunnen verrichten.

2.1.1 Deelnemers

De deelnemende bedrijven zijn geselecteerd op de volgende gronden:

- Er is een scherminstallatie aanwezig.
- Er is één (regel)meetbox per afdeling.
- Het aantal schermafdelingen en het aantal verwarmingsafdelingen is gelijk. De schermregeling mag dus niet autonoom zijn. Er mag eventueel wel een aanvullend autonoom verwarmingsnet zijn, maar dan wel voor de gehele kas zoals bijvoorbeeld een (slangen)condensornet.
- Er zijn twee vergelijkbare afdelingen.
- De deelnemers moeten een PRIVA Intégro klimaatcomputer met serviceabonnement hebben.

Bovendien moesten alle deelnemers hetzelfde gewas (tomaat, komkommer of paprika) hebben. Dit omdat er bij deze groenteteelten een groot besparingspotentieel is, er kritischer naar vochtregulatie wordt gekeken, en er gezien het areaal eenvoudiger gelijkwaardige te vinden zijn.

Uit een inventarisatie van mogelijke deelnemers onder de klantenkring van PRIVA is naar voren gekomen, dat het niet mogelijk was om 6 gelijkwaardige bedrijven te vinden met komkommer of tomat. Bij komkommer wordt met name in de startfase nog wel veel geschermd, maar de meeste bedrijven werken met een vast foliescherm. Daar is dan ook geen sprake van een kierregeling. Bij tomat waren er te weinig moderne bedrijven te vinden met een scherminstallatie, om een representatief onderzoek uit te voeren. Als toetsgewas is dan ook paprika overgebleven.

Van de zes bedrijven waren vier bedrijven in het Westland en twee in de Kring gesitueerd. Twee bedrijven waren uitgerust met een folie en vier bedrijven met een doek. Bij een folie zullen eerder vochtproblemen ontstaan dan bij een doek. De verwachting was dan ook dat bij de bedrijven met een folie eerder en meer van een schermkier gebruikgemaakt zou worden. In Bijlage 1 is van de deelnemende bedrijven een plattegrond opgenomen. Hierbij is aangegeven in welke afdelingen de oude, dan wel nieuwe regeling is ingesteld, met een beschrijving van het aanwezige verwarmingssysteem en het soort schermdoek dat op die bedrijven aanwezig is. De bedrijven zijn benoemd met twee letters. Deze benaming zal in de rest van dit rapport worden aangehouden.

2.1.2 Schermregeling

De verbeterde schermkierregeling die door IMAG en PBG is ontwikkeld, is door Priva Hortimation b.v., in aangepaste vorm als uitbreiding (speciale extra schermkierregeling) in versie V718 van hun klimaatregelprogramma voor de Intégro-lijn geïmplementeerd. Daarbij zijn de volgende uitgangspunten gehanteerd:

- De regeling is alleen aangepast voor de vochtkierregeling; de temperatuurkier blijft ernaast op de traditionele manier werken.
- Indien er naast de vochtkier tegelijk een temperatuurkier wordt berekend, geldt altijd de grootste berekende kier.
- De kleinste stap die moet kunnen worden gerealiseerd bedraagt 0,3% (Omdat een sturing kleiner dan 1 seconde niet wordt uitgevoerd, kunnen alleen doeken met een minimale looptijd van 330 seconden van 0 tot 100% dicht daaraan voldoen). In de uitvoering van de regeling is het mogelijk

Schermkieren in de praktijk

dat er kleinere stappen worden gemaakt (tot 0,1%). Dit komt voor als na een combinatie van stappen de laatste stap tot een instelpunt, zoals bijvoorbeeld dicht of een maximum schermkierstand, kleiner dan 0,3 % is. De regeling voert deze kleinere stap wel uit.

- Naast regelen op RV is het regelen op basis van vochtdeficit ook mogelijk.
- Als de maximale vochtkier bereikt is, worden de ramen ingezet om vocht af te voeren. Indien de buitenomstandigheden het niet toelaten om een minimum raamstand te realiseren op basis van vocht, worden er geen andere acties ondernomen.
- Indien de ramen zijn ingezet voor het afvoeren van vocht tijdens schermkieren, hoeven deze niet volledig gesloten te zijn alvorens de schermkier weer wordt verkleind.
- De tuinder heeft als zekerheid de mogelijkheid terug te kunnen schakelen op de traditionele (oude) vochtkierregeling zonder daarbij veel instellingen aan te passen indien de nieuwe regeling niet blijkt te voldoen.
- Indien uit de praktijktest blijkt dat de verbeterde regeling voldoet, kan de nieuwe kierregeling in aangepaste vorm eenvoudig als standaardfunctionaliteit in programmatuurversie V719 worden opgenomen.

2.1.3 Klimaatmetingen

De metingen die nodig zijn voor het monitoren van de regeling en het verkrijgen van extra informatie zoals koudeval en temperatuurverschillen kunnen in twee groepen worden opgesplitst. Een groot deel van de benodigde parameters wordt al gemeten ten behoeve van de klimaatregeling. Daarnaast zijn extra sensoren geplaatst om de ontbrekende gegevens te verzamelen.

Klimaatcomputermetingen

Ten behoeve van de klimaatregeling is een groot aantal metingen verricht, zoals lucht- en buistemperaturen. Deze meetgegevens worden in de klimaatcomputer opgeslagen. Bij de Intégro is het mogelijk om deze gegevens uit te lezen (routine ITLOG) en middels een RS232- of Ethernet-verbinding in een additionele PC (personal computer) op te slaan. Daarnaast kunnen uit de klimaatcomputer de setpoints zoals kaslucht-, maximum- en minimumbuistemperatuur die door de tuinder zijn ingesteld en de regelstappen zoals scherm opensturen en raamstandveranderingen die door de klimaatcomputer zijn berekend, worden gelezen. Hiermee is het mogelijk om achteraf het regelgedrag te reconstrueren. In Bijlage 2 is voor één van de deelnemende bedrijven (Du) een overzicht met een korte omschrijving opgenomen van de door de klimaatcomputer verzamelde gegevens. (De omschrijving van deze meetnummers geldt alleen voor programmaversie V718, bij andere versies kunnen afwijkende codes voorkomen.)

Additionele metingen

Voor de metingen aan de temperatuurverschillen, luchtvochtigheid en energiegebruiken zijn in de twee proefafdelingen extra sensoren geplaatst. In de afdeling met de oude regeling zijn dit twee en bij bedrijven Bo en Du vier geventileerde Priva-meetboxen (uitvoering vogelkooi met droge- en natte-boltemperatuur), twee temperatuurmetingen op de buisrail, waarvan één reservemeting is, een temperatuurmeting op de groeibuis of het slangennet (indien aanwezig) en een meting van de grootte van de schermkier. De metingen in de afdelingen met nieuwe regeling zijn identiek aan de metingen in de afdelingen met de oude regeling, met dien verstande dat op alle bedrijven vier meetboxen zijn geplaatst. Deze meetboxen zijn in één lijn respectievelijk onder de schermkier, midden van het vak, volgende schermkier en midden van het volgende vak geplaatst. In de afdelingen met de oude regeling wordt op de bedrijven met twee meetboxen onder de kier en in het midden van het vak gemeten. De sensoren in de meetboxen zijn NTC's (Negative Temperature Coefficient van 3k Ω bij 25°C). De meetboxen zijn in de kop van het gewas aan kettingen opgehangen en daarna met het gewas mee omhoog gegaan.

Voor de buistemperatuurmeting zijn druppelvormige NTC's (10 k Ω) gebruikt die in het midden van de spiraal onder de buis zijn bevestigd en geïsoleerd. De reservemeting van de buisrailtemperatuur is gemonteerd op de retourzijde van de spiraal in het meetvlak waar ook de meetboxen hangen.

Door het mogelijk grote aantal schermverstellingen en de (vaak) elastische scherminstallatie, is het mogelijk dat de werkelijke schermkier een andere is dan de klimaatcomputer aangeeft. Daarom zijn er in iedere

Schermkieren in de praktijk

meetafdeling gemodificeerde raamstandmelders (Priva raamstandmelder 60°) gekanteld in de kieropening geplaatst. Deze kunnen een kier tot 35 cm meten, hetgeen overeenkomt met ruim 7% kier op een vakmaat van 4,5 meter. Alle sensoren, uitgezonderd die voor de reserve buisrailtemperatuur, zijn gekoppeld aan Datataker-500 dataloggers. De meting van de reserve buisrailtemperatuur is gekoppeld aan een Grant Squirrel 801 datalogger. De Datataker-500 is aan een PC gekoppeld, waarmee middels voor dit doel geschreven programmatuur, dagelijks de door de Datataker verzamelde gegevens op de harddisk worden opgeslagen. Het log-interval van de Datatakers is ingesteld op 1 minuut omdat de regelcomputer ook per minuut logt en er zodoende een goede vergelijking te maken is tussen de door de klimaatcomputer doorgegeven schermverstellingen en temperatuurverlopen en de door de Datatakers gelogde temperaturen en schermstanden. De reserve buisrailtemperatuur wordt als een kwartiergemiddelde opgeslagen. Op de bedrijven met een uitgebreid meetnet (Bo en Du) zijn twee Datatakers geïnstalleerd, op de overige één.

2.2 Resultaten

Het onderzoek was gericht op de gevolgen voor het kasklimaat tijdens het gebruik van schermkieren. Schermkieren worden echter voornamelijk in het voor- en najaar gebruikt. Omdat het buitenklimaat en de gewasomstandigheden in deze twee perioden sterk verschillen, worden in de volgende paragrafen de resultaten betreffende de regeling, het energiegebruik in twee delen (winter/voorjaar en herfst) gepresenteerd. Immers in de herfst zijn de nachten over het algemeen warmer en vochtiger dan in het voorjaar en heeft het gewas meer blad en dus in het algemeen meer vochtproductie, waardoor andere klimaatomstandigheden ontstaan.

Eind januari is de software met schermkierregeling bij 5 van de 6 geselecteerde bedrijven geïnstalleerd. Al spoedig bleek dat op bedrijf Va, in situaties met kleine raamstand, de nieuwe schermkierregeling te traag dichtliep. Omdat het op dit bedrijf op dat moment niet verantwoord was langer van de verbeterde kierregeling gebruik te maken is overgeschakeld op de oude regeling. Op de 4 andere bedrijven werd een hoger niveau van luchtvochtigheid getolereerd, waardoor dit probleem niet of nauwelijks naar voren kwam. Vervolgens is de kierenspecial aangepast en opnieuw bij bedrijf Va geïnstalleerd. Daarbij bleek de regeling in bepaalde situaties onvoldoende kier te trekken. Ook dit is in de software gecorrigeerd en half maart is de derde versie wederom bij bedrijf Va geïnstalleerd en het regelgedrag gedurende een week intensief gevolgd. Hierna is op de andere vier bedrijven deze derde versie eveneens geïnstalleerd. Op het zesde en laatste bedrijf is gewacht met het installeren van de kierenspecial tot het moment dat deze stabiele goed functionerende versie beschikbaar was. Door deze aanloopproblemen werd vanaf 27 maart een goede vergelijking tussen de nieuwe (definitieve) en oude schermkierregeling mogelijk. De winter/voorjaarsperiode loopt dan ook van 27-maart tot 15 mei. De herfstperiode loopt van 1 oktober tot het eind van de teelt. Eén deelnemer met folie installeert de folie bij de teeltwisseling en verwijdt dat na het voorjaar, zodat hier in de herfstperiode geen gegevens zijn verzameld. Door de warme nazomer is er door geen van de deelnemers vóór de maand oktober geschermd voor energiebesparing.

2.2.1 Gebruikerservaring

De schermregeling maakt deel uit van de klimaatcomputer. Tuinders zullen met name die onderdelen van de klimaatcomputer gebruiken waar ze gemak van hebben en waar ze vertrouwen in hebben. Bij de inventarisatie en selectie is gebleken dat veel tuinders de gebruikelijke schermkierregeling niet goed vonden werken en dus vaak ook niet meer gebruikten op momenten dat er nog wel energiebesparing mogelijk is. Goede ervaringen zijn dus van groot belang om acceptatie en gebruik van schermkieren te verbeteren. Als afsluiting van het schermseizoen in het voorjaar zijn de deelnemende bedrijven in de periode van eind april tot begin juni door PRIVA bezocht om de ervaringen van de tuinders vast te leggen. Per deelnemer zijn de belangrijkste opmerkingen en ervaringen met betrekking tot het kieren weergegeven.

Schermkieren in de praktijk

Bedrijf Ba:

- Vindt dat de kierregeling rustiger is geworden.
- Heeft geen invloed op klimaat gezien.
- Durft teelttechnisch niet te veel te schermen, want is bang dat vocht dan te hoog oploopt.

Bedrijf Bo:

- Vindt de nieuwe regeling rustiger. Daardoor zal er minder slijtage aan doekmechaniek optreden.
- De afdeling met de oude regeling is altijd wat natter.
- Beperkt de kier tot 1 á 1,5 %.
- Regelt overige 4 afdelingen al met nieuwe regeling.
- Houdt als vochtstreefwaarde voor de nieuwe regeling een waarde aan die ongeveer halverwege het vochttraject van de oude (proportionele) regeling ligt.

Bedrijf Du:

- Heeft weinig van de regeling gemerkt. Waarschijnlijk is de regeling rustiger, want anders had de tuinder dit zeker gezien.
- Heeft de regeling weinig ruimte gegeven (maximum kier van 1 á 2 %).
- De regeling moet zich in het najaar bewijzen, want dan zijn de problemen groter.

Bedrijf Ja:

- Is tevreden over nieuwe regeling.
- Wil graag aan het begin van nieuwe teeltseizoen 1999/2000 gebruik maken van nieuwe regeling.
- Vindt het opvallend dat de afdeling met de nieuwe regeling in het algemeen wat droger is.

Bedrijf Pa:

- Vindt de nieuwe regeling trager reageren; de oude regeling was onrustig (te veel kier, waardoor temperatuurval, waardoor buizen opstoken waarna kier weer dicht loopt).
- Denkt dat vochniveau in afdeling met nieuwe regeling hoger is.

Bedrijf Va:

- Vindt nieuwe kierregeling rustiger. Heeft er vertrouwen in dat met een kier goed het vocht geregeld kan worden.
- Verwacht geen energiebesparing.
- Heeft de indruk dat bij de nieuwe regeling minder condens op het folie ontstond. Dit heeft als voordeel dat bij het openlopen van het foliescherm het gewas en daardoor de personen droog blijven.
- Had niet verwacht dat zo'n kleine kier al zoveel effect op het klimaat kon hebben.

2.2.2 Geschermden uren

Vanaf 27 maart was op alle zes bedrijven de nieuwe verbeterde schermkierregeling operationeel, zodat vanaf dat moment een directe vergelijking tussen de bedrijven gemaakt kon worden en de resultaten toe te schrijven zijn aan deze softwareregeling.

winter /voorjaar

Om een indruk te krijgen van het aantal uren dat er geschermd wordt en dat een schermkier gebruikt wordt, is in Tabel 1 voor het tijdvak 12 februari – 27 maart het aantal uren schermdicht en uren schermkier weergegeven. In deze periode zijn wel metingen verricht, maar is, zoals eerder in deze paragraaf is aangegeven, niet op alle bedrijven de zelfde regeling (software) aanwezig geweest. De software op de bedrijven Ba, Bo, Du en Ja was gelijk.



Schermkieren in de praktijk

Tabel 1 Aantal uren scherm dicht en schermkier voor het tijdvak 12 februari – 27 maart.

bedrijf	Ba		Bo		Du		Ja		Pa ¹⁾		Va ²⁾	
regeling	nieuw	oud	nieuw	oud	nieuw	oud	nieuw	oud	nieuw	oud	nieuw	oud
uren vochtkier	130,4	137,7	238,4	313,7	22,1	40,1	292,0	379,5	–	–	393,4	384,5
uren dicht	350,3	350,7	258,4	183,2	510,3	491,9	172,0	101,5	–	–	37,3	2,9

¹⁾ Op dit bedrijf was in genoemde periode geen software geïnstalleerd voor de nieuwe regeling

²⁾ Op dit bedrijf was in genoemde periode afwijkende software geïnstalleerd voor de nieuwe regeling

Uit Tabel 1 blijkt een groot verschil tussen de bedrijven onderling. Dit wordt enerzijds veroorzaakt door de verschillende schermmaterialen en vochtinstellingen op de bedrijven en anderzijds door verschillen tussen afdelingen. Deze verschillen kunnen veroorzaakt worden door kasgeometrie, windrichting en bodemgesteldheid zoals bij Va het geval is. Ten slotte moet niet worden vergeten dat er meer dan een maand verschil zit tussen de plantdata van de bedrijven waardoor er verschillen in gewasomvang en vochtproductie ontstaan.

Voor het tijdvak 27 maart - 15 mei 1999 is in Tabel 2 een overzicht weergegeven van het gerealiseerde aantal scherm-uren, de maximale ingestelde vochtkier (max kier) en het gebruikte schermmateriaal. Hierbij zijn alleen de scherm-uren meegeteld die tijdens het gebruik van de schermfunctie "energie" in de klimaatregeling, (parameter M160N?R16V1 = 3, zie ook Bijlage 2) voorkwamen.

Het aantal scherm-uren is opgesplitst in uren scherm dicht en uren vochtkier. De uren vochtkier is de tijd dat de schermstand tussen dicht en de maximale vochtkier varieert en KIER als functie is ingesteld.

Tabel 2 Soort schermdoek, ingestelde maximum schermkier en de tijd in uren tijdens het kieren en het dicht zijn van het scherm in het tijdvak 27 maart - 15 mei 1999

bedrijf	Ba		Bo		Du		Ja		Pa		Va	
schermdoek	phormalux		phormalux		phormalux		AC folie		phormalux		AC folie	
max kier (%)	3		1,5		2		4		4		4	
regeling	nieuw	oud	nieuw	oud	nieuw	oud	nieuw	oud	nieuw	oud	nieuw	oud
uren dicht	141,9	142,3	106,1	39,4	228,4	212,4	44,3	13,4	153,8	140,2	6,6	0,6
uren vochtkier	48,9	51,2	50,4	116,2	47,5	66,1	58,7	88,3	97,1	110,8	82,0	88,1
totaal	190,8	193,5	156,4	155,7	275,9	278,6	103,0	101,7	250,9	251,0	88,7	88,6

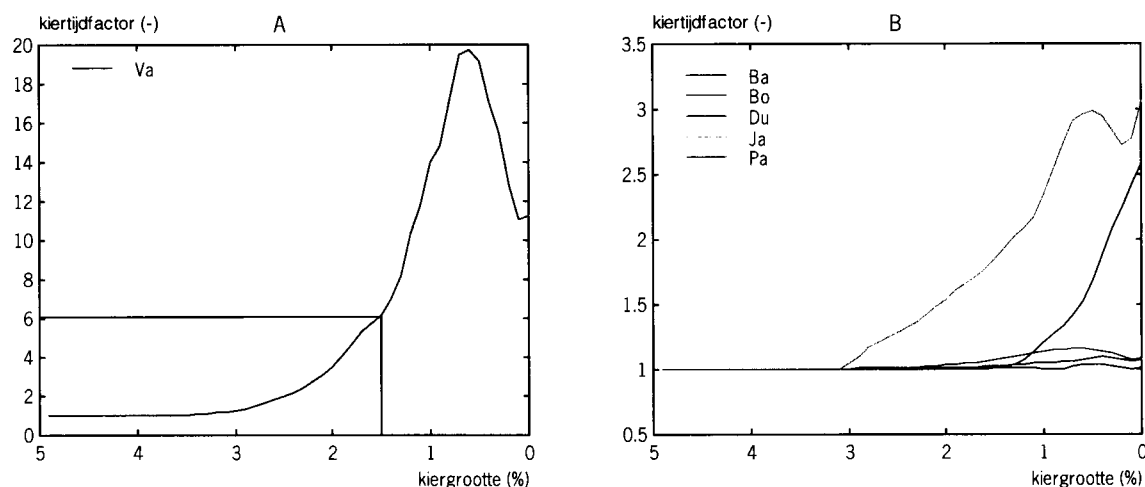
Uit Tabel 2 blijkt dat er tussen de deelnemende bedrijven grote verschillen zijn. De bedrijven met een folie hebben de minste scherm-uren. Dit is enerzijds het gevolg van een vroege plantdatum (Ja) en lage setpoint-RV instelling (Va) en anderzijds de kleine vochtafvoer door het folie zodat er eerder vochtproblemen zullen ontstaan. Tussen de afdelingen (nieuwe en oude regeling) komen ook grote verschillen voor bij de deelnemers. Zo is het grote verschil tussen de nieuwe en oude afdeling bij Va het gevolg van vochtproblemen van de bodem als gevolg van de wateroverlast in september 1998. In de afdeling met de oude regeling is daarom tijdens de teelt het loopfolie grotendeels verwijderd om de bodem te laten opdrogen. In de afdeling met de nieuwe regeling is dit blijven liggen omdat hier minder problemen waren. Het gevolg hiervan is echter wel dat er in de afdeling met de oude regeling meer vocht is vrijgekomen (opdrogen van de bodem) waardoor er meer en grotere kieren nodig zijn geweest om het setpoint RV te halen.

De gemeten schermkieren in het tijdvak 27 maart tot 15 mei zijn in Figuur 1 weergegeven.

In deze figuur kan worden afgelezen hoeveel keer langer (Y-as: kiertijdfactor) de schermkier kleiner is geweest dan een gegeven waarde (X-as) in de nieuwe regeling ten opzichte van de oude regeling. Bij Va is bijvoorbeeld het scherm in de nieuwe regeling 6 maal zo lang kleiner geweest dan 1,5% dan bij de oude regeling, zie de twee hulplijnen weergegeven in Figuur 1A.

Schermkieren in de praktijk

Als de verhouding 1 is, is er geen verschil tussen de nieuwe en oude regeling, met andere woorden beide behandelingen hebben even lang een gelijke kierstand gehad. Een deel van de verschillen tussen de bedrijven wordt veroorzaakt door verschillende instellingen van de maximale kierstand, die varieert tussen 1,5 en 4 %. Bij een kiergrootte van 0% is het scherm gesloten. Omdat bedrijf Va sterk afwijkt ten opzichte van de andere deelnemers is Va weergegeven in Figuur 1A en de overige deelnemers in Figuur 1B. Bij alle deelnemers is bij de nieuwe regeling vaker een kleinere kierstand voorgekomen dan bij de oude regeling. Uit deze figuren kan geconcludeerd worden dat bijvoorbeeld bij Ja het scherm in de afdeling met de nieuwe regeling 3 maal zo vaak helemaal gesloten is geweest dan in de afdeling met de oude regeling (Figuur 1B).



Figuur 1 De relatieve cumulatieve kiertijd van de nieuwe ten opzichte van de oude regeling in het tijdvak 27 maart tot 15 mei 1999 voor Va (A) en voor de overige deelnemers (B).

herfst

Het moment van herstart en beëindiging van de teelt varieerde op de deelnemende bedrijven sterk. Bedrijf Ja heeft in de herfst geen folie geïnstalleerd en bedrijf Va heeft pas in de tweede helft van oktober nieuw doek (Phormalux) geïnstalleerd. In Tabel 3 is de begindatum van eerste keer schermen voor energiebesparing, einddatum teelt en het aantal schermuren voor beide regelingen weergegeven van de deelnemers die in de herfst schermde.

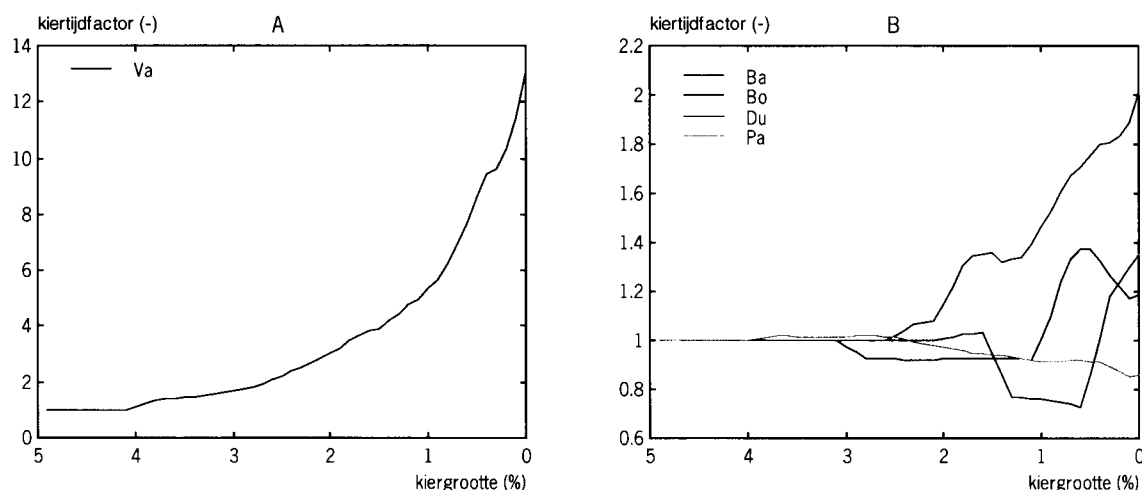
Tabel 3 Scherm-uren tijdens kieren en scherm dicht, ingestelde maximum schermkier, soort schermmateriaal en gebruikperiode in het tijdvak 1 oktober tot 15 november 1999

bedrijf	Ba		Bo		Du		Pa		Va	
schermdoek	phormalux		phormalux		phormalux		phormalux		phormalux	
herstart	13-10-99		05-10-99		04-10-99		11-10-99 ¹⁾		28-10-99	
eind teelt	12-11-99		04-11-99		04-11-99		04-11-99		16-11-99	
max kier (%)	3		2		2		4		4	
regeling	nieuw	oud	nieuw	oud	nieuw	oud	nieuw	oud	nieuw	oud
uren dicht	56,0	46,9	112,8	54,9	99,0	71,3	99,8	116,1	27,5	2,0
uren vocht kier	241,8	246,9	193,7	254,8	230,7	256,8	215,3	199,0	255,9	279,4
totaal	297,8	293,8	306,5	309,7	329,7	328,1	315,1	315,1	283,4	281,4

¹⁾ In verband met defecte ethernetkaart op klimaatcomputer geen eerdere gegevens

In tegenstelling tot de winter- / voorjaarsperiode is het aantal uren met scherm dicht in de herfst kleiner dan het aantal uren met schermkier. Dat is het gevolg van een vochtiger klimaat zoals dat in de herfst ontstaat.

Schermkieren in de praktijk



Figuur 2 De relatieve cumulatieve kiertijd van de nieuwe ten opzichte van de oude regeling in het tijdvak 1 oktober tot 15 november 1999 voor Va (A) en voor de andere deelnemers (B).

In de herfstperiode heeft bij Pa het scherm in de afdeling met de nieuwe regeling vaker op een kier gestaan dan dat het dicht is geweest. De overige deelnemers hebben uiteindelijk meer tijd het scherm dicht gehad. In Figuur 2 is dezelfde verhouding weergegeven als in Figuur 1 maar dan voor de herfstperiode. De sterke "dip" bij Du bij een kiergrootte van ongeveer 1% is het gevolg van veel uren een schermkier van ongeveer 1% bij de oude regeling, terwijl in de afdeling met de nieuwe regeling het scherm dicht lag.

Ook in deze periode zijn er wederom grote verschillen tussen afdelingen.

Het grote verschil bij Va is zeer waarschijnlijk het gevolg van een slecht ingeregeld scherm in de afdeling met de oude regeling na installatie in het najaar. Bij controle van de schermstand met behulp van de raamstandmelder in de schermopening en een visuele controle bleek de computer een maximale schermkier van 4 % (20 cm) aan te geven, maar in meer dan de helft van de vakken was de werkelijk gerealiseerde maximale kier tussen de 8 en 12 centimeter. In de afdeling met de nieuwe regeling was er nauwelijks een afwijking tussen de klimaatcomputer weergave en de werkelijke kier. Twee mogelijke oorzaken voor deze grote afwijking zijn:

- De afdeling met de oude regeling is groter (zie ook Bijlage 1 plattegronden van de bedrijven), waardoor er meer rek in de kabels zit waardoor er grote verschillen tussen vakken ontstaan.
- Bij het verwijderen van het folie en/of de montage van het doek is niet nauwkeurig gewerkt, waarna het scherm niet opnieuw is afgesteld.

2.2.3 Schermbewegingen

Eén van de maatgevende parameters voor het regelgedrag is het aantal schermbewegingen of stappen dat het scherm tijdens het vochtkieren maakt. Het aantal schermbewegingen tijdens het vochtkieren in de meetperioden is opgedeeld in dicht- en opensturen en in klassen ingedeeld. Bij de nieuwe regeling is voor de deelnemende bedrijven het aantal schermbewegingen per klasse weergegeven. Hierbij moet de schermfunctie in de klimaatregeling op "energie" (parameter M160N?R16V1 = 3, zie ook Bijlage 2) zijn ingesteld. Daarnaast wordt rekening gehouden met de maximaal ingestelde vochtkier.

winter/voorjaar

Tabel 4 geeft alle stappen weer die in het tijdvak 27 maart tot 15 mei tijdens het vochtkieren zijn uitgevoerd door de klimaatregelaar met de nieuwe regeling. Hierbij zijn de stappen in grootteklassen met een breedte van 0,3% ingedeeld.

Schermkieren in de praktijk**Tabel 4** *Het aantal schermbewegingen per klasse voor de nieuwe regeling, het totaal aantal stappen en de maximale stapgrootte in het tijdvak 27 maart tot 15 mei 1999*

bedrijf	Ba		Bo		Du		Ja		Pa		va	
max. vochtlier	3		1,5		2		4		4		4	
regelrichting	dicht	open	dicht	open	dicht	open	dicht	open	dicht	open	dicht	open
max. stapgrootte	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0
klasse <0,3	0	13	4	4	0	5	4	0	12	9	3	1
0,3 – 0,6	13	95	68	99	43	82	91	169	109	269	191	260
0,6 – 0,9		13	8	3	1	30	1	2	3	20		15
>0,9	56	34	4	1	97	43	19	1	54	4		
totaal stappen	69	155	84	107	141	160	115	172	178	302	194	276

De meeste schermbewegingen vallen in de stapgrootteklasse van 0,3 tot 0,6%, wat ook te verwachten is omdat de basisinstellingen bij aflevering en installatie van de software op een minimum van 0,3 % is gezet. Dat er toch schermverstellingen voorkomen die kleiner zijn dan 0,3% kan op twee manieren worden veroorzaakt. Als de vochtlierregeling wordt ingezet kan de eerste stap groter zijn dan 0,3 % (bijvoorbeeld 0,5%) als de vochtoverschrijding te groot is. Wordt de bewegingsrichting weer omgedraaid dan zal na een stap van 0,3% een tweede stap van 0,2% noodzakelijk zijn om het scherm te sluiten. Hetzelfde kan gebeuren bij het openlopen naar de maximale vochtlier. Is deze bijvoorbeeld ingesteld op 1%, dan zal de regeling als laatste stap 0,1% doorvoeren om toch op de maximum ingestelde vochtlier te komen. Omdat het scherm versneld (met grotere stappen) dicht kan lopen komen de grootste stappen met name bij het dichtlopen voor.

Tabel 5 geeft alle stappen weer die in het tijdvak 27 maart tot 15 mei tijdens het vochtlieren zijn uitgevoerd door de klimaatregelaar met de oude regeling. Tevens is de maximale vochtlier zoals deze is ingesteld in deze periode en de maximale stapgrootte zoals deze is gemeten tussen twee schermstanden weergegeven.

Tabel 5 *Het aantal schermbewegingen per klasse voor de oude regeling, het totaal aantal stappen en de maximale stapgrootte in het tijdvak 27 maart tot 15 mei 1999*

bedrijf	Ba		Bo		Du		Ja		Pa		Va	
max. vochtlier	3		1,2		2		3		4		4	
regelrichting	dicht	open	dicht	open	dicht	open	dicht	open	dicht	open	dicht	open
max. stapgrootte	3	3	1,2	1,5	2	1,6	2,9	3	3,1	3	1,7	1,6
klasse <0,3	1	5	3	10	89	128	9	5	29	30	6	7
0,3 – 0,6	4	22	48	42	229	298	10	7	96	84	21	15
0,6 – 0,9	11	21	38	61	110	164	20	29	80	80	29	31
0,9 – 1,2	63	34	17	22	122	53	60	38	109	96	30	35
1,2 – 1,5	7	9	16	6	19	9	29	39	63	72	18	23
1,5 – 1,8	9	2			0	18	33	43	42	60	13	14
1,8 – 2,1	5	2			0	0	25	25	23	25		
2,1 – 2,4	6	13					18	17	18	21		
2,4 – 2,7	0	5					15	18	12	10		
2,7 – 3,0	0	3					7	5	8	3		
3,0 – 3,3	1	1					6	4	9	1		
3,3 – 3,6												
3,6 – 3,9												
>3,9												
totaal stappen	107	117	122	141	569	670	232	230	489	482	117	125

Het verschil in aantal stappen tussen de oude en nieuwe regeling bij Va is het gevolg van het minder regelen van de kier in de afdeling met de oude regeling, omdat in de afdeling met de oude regeling de schermkier snel naar de maximum instelling loopt, zie ook paragrafen 2.2.2. en 2.2.3. Bij alle deelnemers is het aantal schermbewegingen in de afdeling met de nieuwe regeling over het algemeen meer dan gehalveerd. Omdat

Schermkieren in de praktijk

de oude regeling proportioneel is, zal het aantal stappen open vrijwel gelijk zijn aan het aantal stappen dicht, hetgeen ook uit Tabel 5 blijkt. Bij de nieuwe regeling die de mogelijkheid heeft om versneld (met grotere stappen) dicht te lopen, zal het aantal stappen open groter zijn dan het aantal stappen dicht. Voor beide regelingen is ook de totale afgelegde weg van de schermrand tijdens het vochtkieren in procenten berekend. Bij 100% heeft de schermrand een afstand gelijk aan de vakmaat afgelegd. Dit is in Tabel 6 weergegeven. Hieruit blijkt dat de afgelegde weg bij de nieuwe regeling sterk terug loopt.

Tabel 6 *Totale afgelegde weg van de schermrand tijdens het vochtkieren in procenten van de vakmaat.*

bedrijf	Ba	Bo	Du	Ja	Pa	Va
nieuwe regeling	155	98	249	106	282	181
oude regeling	236	182	580	626	977	295

herfst

Tabel 7 geeft alle stappen weer die in het tijdvak 1 oktober tot 15 november tijdens het vochtkieren zijn uitgevoerd door de klimaatregelaar met de nieuwe regeling.

Tabel 7 *Het aantal schermbewegingen per klasse voor de nieuwe regeling, het totaal aantal stappen en de maximale stapgrootte in het tijdvak 1 oktober tot 15 november 1999.*

bedrijf	Ba		Bo		Du		Pa		Va		
max. vochtlier	3		2		2		4		4		
regelrichting	dicht	open	dicht	open	dicht	open	dicht	open	dicht	open	
max. stapgrootte	1,0	0,4	1,0	1,0	1,0	0,3	0,9	0,6	1,0	0,5	
klasse	<0,3	8	30	6	6	2	4	7	4	3	6
	0,3 – 0,6	70	194	223	276	142	191	357	416	419	452
	0,6 – 0,9	2	51	15	22	13	33	5	34	9	40
	>0,9	51	41	5	13	46	14	23	2	8	19
totaal stappen	131	316	249	317	203	242	392	456	439	517	

Tabel 8 geeft alle stappen weer die in het tijdvak 1 oktober tot 15 november tijdens het vochtkieren zijn uitgevoerd door de klimaatregelaar met de oude regeling. Tevens is de maximale vochtlier weergegeven.

**Schermkieren in de praktijk****Tabel 8** *Het aantal schermbewegingen per klasse voor de oude regeling, het totaal aantal stappen en de maximale stapgrootte in het tijdvak 1 oktober tot 15 november 1999.*

bedrijf	Ba		Bo		Du		Pa		Va	
max. vochtlier	3		2,5		2		4		4	
regelrichting	dicht	open	dicht	open	dicht	open	dicht	open	dicht	open
max. stapgrootte	2,5	3	1,7	2	1,7	1,8	2,6	4	2,5	4
klasse <0,3	4	8	10	9	87	98	6	38	7	13
0,3 – 0,6	30	32	68	78	87	122	118	175	41	68
0,6 – 0,9	13	17	95	102	59	77	84	100	83	57
0,9 – 1,2	58	69	43	46	58	34	106	110	60	75
1,2 – 1,5	7	2	31	30	7	5	112	118	59	65
1,5 – 1,8	1	1	10	8	3	13	89	73	27	46
1,8 – 2,1	5	4		7		1	30	37	23	19
2,1 – 2,4	15	11					28	18	12	7
2,4 – 2,7	1	0					4	8	3	4
2,7 – 3,0		0						3		2
3,0 – 3,3		1						1		1
3,3 – 3,6								2		0
3,6 – 3,9								1		0
>3,9								4		1
totaal stappen	134	145	257	280	301	350	577	688	315	358

Bij alle deelnemers is het aantal schermbewegingen in de afdeling met de nieuwe regeling over het algemeen sterk verminderd, al zijn de verschillen kleiner dan in de winter- / voorjaarsperiode. Voor beide regelingen is ook de totale afgelegde weg van de schermrand tijdens het vochtlieren in procenten berekend. Bij 100% heeft de schermrand een afstand gelijk aan de vakmaat afgelegd. De totale afgelegde weg van de schermrand tijdens het vochtlieren is in Tabel 9 weergegeven.

Tabel 9 *Totale afgelegde weg van de schermrand tijdens het vochtlieren in procenten in het tijdvak 1 oktober tot 15 november 1999.*

bedrijf	Ba	Bo	Du	Pa	Va
nieuwe regeling	269	232	252	381	367
oude regeling	251	396	311	1259	673

2.2.4 Temperatuur

In verband met de verschillende groeistadia op de bedrijven (plantdatum varieerde van 10 november tot 23 december) en de verschillende soorten doeken en folies, is er op enkele bedrijven na 1 mei niet meer geschermd, terwijl op andere bedrijven in mei nog geschermd is. De voor de klimaateffecten beschouwde winter- / voorjaarsperiode (van 27 maart tot 15 mei) is daarom, indien noodzakelijk, voor enkele waarnemingen ingekort.

Bij het gebruik van schermen zijn er twee mogelijke temperatuureffecten. Enerzijds is het mogelijk dat er een temperatuurstijging optreedt en het te warm wordt onder het scherm. Hierbij kan gedacht worden aan het warmteoverschot dat vaak ontstaat bij het sluiten van het scherm en de buizen nog warm zijn. Anderzijds kan bij het gebruik van schermkieren een locale temperatuurdaling (temperatuurval) ontstaan.

Winter/voorjaar

Voor het tijdvak 27 maart 1999 tot 15 mei 1999 zijn in Tabel 10 de gemiddelde temperatuurverschillen weergegeven tussen de gemeten luchttemperatuur in de klimaatregel-meetbox en het berekende setpoint verwarmen voor de perioden met scherm dicht en scherm op een kier. Een negatief getal betekent dat de gerealiseerde kasluchttemperatuur in de genoemde perioden onder het setpoint verwarmen lag. Bij het

Schermkieren in de praktijk

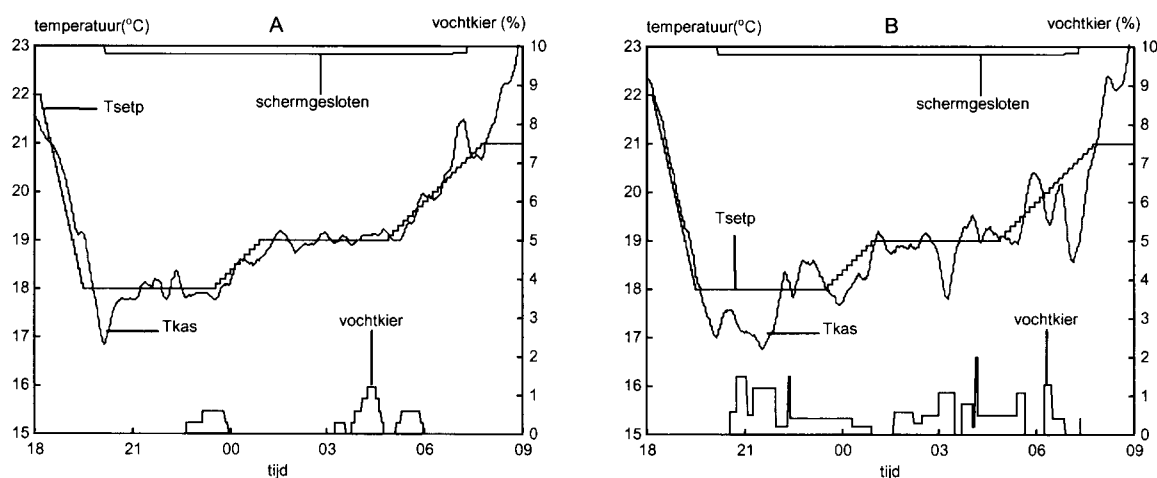
berekende setpoint verwarmen wordt rekening gehouden met een geleidelijke temperatuur op- en afbouw bij een setpointverandering.

Tabel 10 Gemiddelde temperatuurverschillen in het tijdvak 27 maart - 15 mei tussen de gemeten luchttemperatuur in de klimaatregel-meetbox en het setpoint verwarmen tijdens scherm-gesloten en –kier.

bedrijf	Ba		Bo		Du		Ja		Pa		Va	
regeling	nieuw	oud	nieuw	oud	nieuw	oud	nieuw	oud	nieuw	oud	nieuw	oud
periode												
met kier	-0,1	-0,1	0,0	-0,1	0,1	-0,1	-0,5	-0,4	-0,2	-0,2	-0,1	-0,1
gesloten	0,0	0,0	0,0	0,0	-0,1	-0,2	-0,4	-0,4	0,0	0,0	0,0	0,4

Zoals uit Tabel 10 blijkt, zijn er tussen de onderlinge behandelingen (afdelingen) op de bedrijven geen noemenswaardige verschillen in temperatuur, althans niet groter dan de meetfout die in de orde van 0,5°C kan zijn (van den Berg 1998). Tijdens de perioden met een kier is de trend een kleine temperatuur-onderschijding. Dat is het gevolg het tijdverloop tussen het te koud worden in de afdeling en het reageren van de verwarming hierop.

In Figuur 3 is voor bedrijf Bo een dagverloop van berekend setpoint-, kaslucht-temperatuur en vochtkier van het scherm weergegeven voor het tijdvak 27 maart 18:00 tot 28 maart 9:00 voor de nieuwe en oude regeling.



Figuur 3 Dagverloop van setpoint, kasluchttemperatuur, vochtkier van het scherm en scherm gesloten voor de nieuwe (A) en oude (B) regeling voor het tijdvak 27 maart 18:00 tot 28 maart 9:00 op het bedrijf Bo.

Het verschil tussen de twee regelingen is goed te zien. De vochtkier wordt bij de nieuwe regeling (Figuur 3A) duidelijk in stappen geregeld. De kasluchttemperatuur reageert nauwelijks op een vochtkierverschijning. In Figuur 3B (oude regeling) is te zien dat er vaker grotere verstellingen van de vochtkier zijn. Hierbij is enkele malen een vrij sterke daling van de kasluchttemperatuur te zien na een vochtkierverschijning. De kasluchttemperatuur varieert in de afdeling met de oude regeling sterker dan in de afdeling met de nieuwe regeling. Omstreeks 7:30 uur is in de lijn 'scherm gesloten' een kleine sprong waarneembaar, waarna de kasluchttemperatuur in beide afdelingen vrij sterk daalt (ongeveer 1°C in de afdeling met de nieuwe regeling (Figuur 3 A en ongeveer 1,5°C in de afdeling met de oude regeling Figuur 3 B). Op dat moment wordt een kier getrokken (met wachttijd) om het scherm voor de dag te openen.

Herfst

In de herfst worden andere criteria voor het klimaat aangehouden. Lange termijn gewasontwikkeling staat niet meer op de eerste plaats, maar het korte termijn teeltresultaat. Dit komt goed tot uiting bij het kieren op temperatuur. In Tabel 11 is een overzicht gegeven van de gemiddelde temperatuurverschillen in het tijdvak 1 oktober - 15 november tussen de gemeten luchttemperatuur in de klimaatregel-meetbox en het

Schermkieren in de praktijk

setpoint verwarmen voor de perioden met scherm gesloten en met scherm op een kier. Enkele deelnemers geven de regelaar veel ruimte om op een temperatuuroverschrijding een schermkier in te stellen, terwijl anderen een maximum temperatuurkier van 0% instellen. Dit resulteert in grote verschillen tussen de deelnemende bedrijven in de gemiddeld gerealiseerde temperatuurverschillen tussen setpoint verwarmen en kasluchttemperatuur. De temperatuurverschillen tussen de beide regelingen zijn in absolute zin groter dan in de winter- / voorjaarsperiode. De verschillen tussen kieren en gesloten kunnen veroorzaakt worden doordat de meetboxen in het najaar dicht bij de kier hangen omdat deze in de kop van het gewas hangen.

Tabel 11 Gemiddelde temperatuurverschillen in het tijdvak 1 oktober - 15 november tussen de gemeten luchttemperatuur in de regel-meetbox en het setpoint verwarmen voor de perioden schermgesloten en kier.

bedrijf	Ba		Bo		Du		Pa		Va	
max temp kier (%)	0		1,5		1,0		0		5	
regeling	nieuw	oud	nieuw	oud	nieuw	oud	nieuw	oud	nieuw	oud
periode										
met kier	1,5	1,0	0,0	0,0	0,2	0,0	2,1	1,5	0,9	0,8
gesloten	0,4	0,5	0,0	-0,1	1,0	0,5	1,5	1,2	-0,5	-0,1

2.2.5 Koudeval

Vermeende problemen met koudeval is één van de struikelpunten als het gaat om het gebruik van schermen. Een duidelijke definitie van koudeval is er niet. Het is vaak een omschrijving van een gevoel dat er bij / onder een schermkier een duidelijke temperatuurdaling merkbaar is. Zoals in paragraaf 2.1.3 is uitgelegd, zijn er extra meetboxen onder de kieren en in de middens van het schermvak tussen de kop van het gewas geplaatst. Tabel 8 laat het gemiddelde temperatuurverschil zien dat is gevonden over de periode van 27 maart tot 15 mei.

Tabel 12 Gemiddeld verschil in °C van de luchttemperatuur onder de kier minus de temperatuur tussen de kieren in the periode 27 maart tot 15 mei 1999 met de nieuwe en oude regeling als het scherm is geopend, gesloten of op een kier.

	1		2		3		4		5		6	
	nieuw	oud	nieuw	oud	nieuw	oud	nieuw	oud	nieuw	oud	nieuw	oud
open	-0,0	0,1	0,0	-0,1	0,1	0,0	-0,1	0,1	-0,1	0,0	0,1	0,0
dicht	-0,1	0,0	0,0	-0,1	0,2	0,1	0,1	0,1	-0,1	0,1	0,1	0,1
kier	-0,1	0,0	0,0	-0,2	0,3	0,1	0,1	0,1	-0,1	-0,1	0,0	0,0

Het is duidelijk dat wanneer het scherm op een kier wordt gezet, de temperaturen onder de kieren niet significant lager zijn dan in de rest van de kas. In de herfst werd een soortgelijk patroon gevonden. Bakker en Van Holsteijn (1989) rapporteerden grotere gemiddelde temperatuurverschillen onder energieschermen (tot 3°C) maar deze werden toegeschreven aan (permanente) imperfecties in het scherm en ongelijke warmte inbreng van het verwarmingssysteem.

In de verzamelde gegevens is verder gezocht naar momentane koudeval. Hierbij is koudeval gedefinieerd als:

- Het scherm is meer dan 95 % dicht.
- Er is een vochtkierstap gemaakt, waarna gedurende 10 minuten geen schermverstelling heeft plaatsgevonden om de gevolgen van deze ene schermstap waar te kunnen nemen.
- De temperatuurdaling onder de kier in deze periode van 10 minuten is ten minste 0,5°C (de maximum temperatuur in deze periode van 10 minuten minus de minimum temperatuur in dit tijdsinterval moet groter zijn dan 0,5°C en de maximum temperatuur moet vóór de minimum temperatuur liggen).

Schermkieren in de praktijk

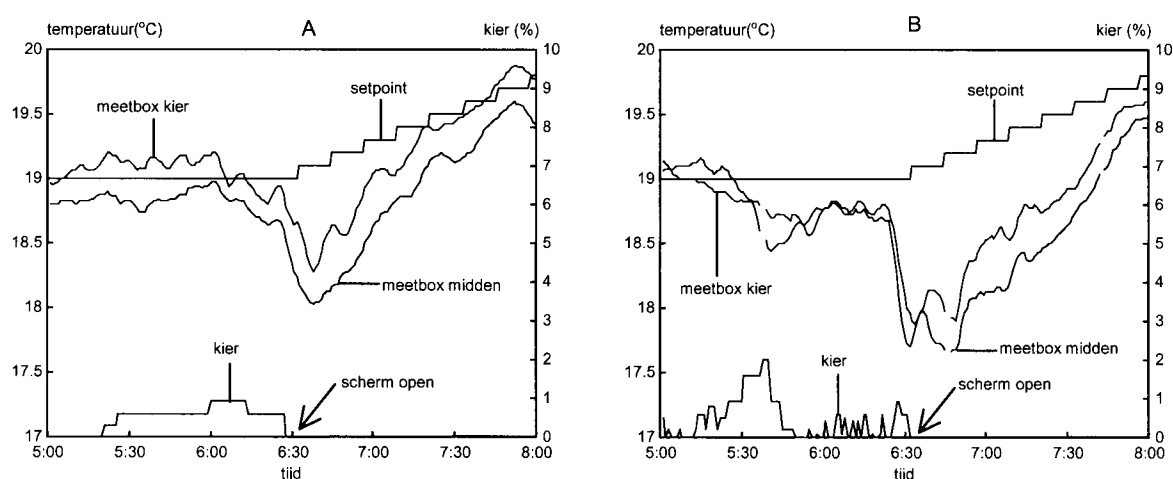
Winter/voorjaar

In Tabel 13 is voor de deelnemende bedrijven voor beide regelingen het aantal malen koudeval volgens bovenstaande definitie in het tijdvak 27 maart tot 15 mei opgenomen. Het aantal malen dat het voorkomt, is zeer beperkt en de temperatuurdaling die dan optreedt varieert tussen de 0,6 en 1,4 °C. Koudeval komt ook op andere momenten voor, maar is dan geen gevolg van een schermkierversstelling ten behoeve van de vochtregulatie. Hierbij moet gedacht worden aan buig weer in het voorjaar en het te snel openen van het scherm bij de overgang van de nacht naar dag. Met andere woorden dit soort temperatuurdalingen heeft meestal niets met het schermkieren ten behoeve van de vochtregulatie te maken. Het grote verschil tussen de afdelingen bij Va kan het gevolg zijn van de eerder genoemde problemen in de afdeling met de oude regeling. De in Tabel 13 weergegeven aantallen malen dat koudeval optreedt omvatten niet de koudeval ten gevolge van het openen van het scherm.

Tabel 13 Aantal malen koudeval bij beide regelingen in het tijdvak 27-maart 15 mei.

bedrijf	Ba		Bo		Du		Ja		Pa		Va	
regeling	nieuw	oud	nieuw	oud	nieuw	oud	nieuw	oud	nieuw	oud	nieuw	oud
koudeval	5	1	0	0	3	9	1	0	7	4	11	2

In Figuur 4 is voor het bedrijf Du de koudeval weergegeven die optrad op 22 april om 6:20 uur. De temperatuurdaling wordt hierbij voornamelijk veroorzaakt door een regenbui (omstreeks 6:15 uur), in combinatie met het kieren. Het scherm wordt vervolgens om 6:30 uur geheel geopend. In Figuur 4 is ook duidelijk het verschil in regelgedrag tussen de beide afdelingen te zien.



Figuur 4 Koudeval op 22 april 6:30 uur in de afdeling met de nieuwe regeling (A) en oude regeling (B), de kierenstand en het temperatuurverloop van een meetbox onder de kieren en een meetbox in het midden van het schermvak bij bedrijf Du.

Tussen de meetboxen (kieren of midden) is vrijwel geen verschil (enkele tienden). Daarnaast is het temperatuurverloop van beide meetboxen redelijk gelijk. Over langere termijn (dag) gerekend is de gemiddelde temperatuur van deze meetboxen gelijk. De buitentemperatuur is 11°C en de buistemperatuur 39°C als het scherm wordt open gestuurd. De in Figuur 4 weergegeven koudeval is dan ook niet direct het gevolg van het (vocht)kieren maar meer van het scherm openen.

Herfst

In Tabel 14 is voor de deelnemende bedrijven voor beide regelingen het aantal malen koudeval volgens de eerder in deze paragraaf besproken definitie in het tijdvak 1 oktober – 15 november opgenomen.

Schermkieren in de praktijk

Tabel 14 Aantal malen koudeval bij beide regelingen in het tijdvak 1 oktober - 15 november

bedrijf	Ba		Bo		Du		Ja		Pa		Va	
regeling	nieuw	oud	nieuw	oud	nieuw	oud	nieuw	oud	nieuw	oud	nieuw	oud
koudeval	1	1	1	-	-	-	-	-	-	1	-	-

Het aantal malen dat koudeval optreedt in de herfstperiode nog kleiner dan in het voorjaar. Door de (relatief) warme nachten in deze periode en het vaak al aanwezig zijn van een schermkier, is dit ook te verwachten.

2.2.6 Vocht

Behalve met de meetboxen waarop het klimaat geregeld wordt, is met behulp van de extra geplaatste meetboxen, ook het vochtniveau gemeten. Enkele deelnemers maken voor de vochtinstellingen en regeling gebruik van vochtdeficit, terwijl anderen met de relatieve luchtvochtigheid werken. Om een eenduidige vergelijking tussen de bedrijven te kunnen maken is in deze paragraaf verder met de relatieve luchtvochtigheid gewerkt.

Winter/voorjaar

Uit de meetwaarden van de extra meetboxen zijn de gemiddelde RV's berekend in de perioden dat er een schermkier wordt gebruikt, het scherm dicht is, delen van de nachtperioden dat er niet geschermd is en de dagperiode. De resultaten zijn in Tabel 15 weergegeven. Tussen de meetboxen op hetzelfde bedrijf is geen duidelijk verschil waarneembaar. Deze verschillen vallen over het algemeen binnen de meetfout (Van den Berg, 1998). Tussen de bedrijven onderling zijn de verschillen wel duidelijk. De lage RV's bij Va zijn een gevolg van een laag ingesteld setpoint RV, daardoor wordt hier meer gekierd. Het verschil bij Va tussen de oude en nieuwe regeling bij scherm open wordt zeer waarschijnlijk veroorzaakt door de eerder genoemde natte kasgrond. Voor het verschil bij Ja tussen de oude en nieuwe regeling als het scherm dicht ligt is geen goede verklaring te geven.

Behalve bij bedrijf Du wordt regelmatig gebruik gemaakt van ventilatoren tijdens de periode dat het scherm gesloten is geweest. Er is echter geen verband gevonden tussen wel of niet gebruik van de ventilatoren en de verschillen in RV.

Schermkieren in de praktijk

Tabel 15 Gemiddelde RV's (%) in het tijdvak 27-maart tot 15 mei berekend in de perioden dat er een schermkier staat, het scherm dicht is, delen van de nachtperioden dat er niet geschermd is en de dagperiode (k = onder kier, m = midden schermvak; de index geeft vak 1 of 2 aan)

		Ba				Bo				Du			
		k ₁	m ₁	k ₂	m ₂	k ₁	m ₁	k ₂	m ₂	k ₁	m ₁	k ₂	m ₂
nieuw	kier	82	83	84	83	82	83	80	83	85	87	86	87
	dicht	80	81	82	81	81	81	79	81	83	84	84	84
	open	76	76	78	77	78	78	77	79	79	81	80	80
	dag	73	74	74	74	75	75	74	76	72	72	72	73
oud	kier	83	83			80	80	80	80	86	85	87	88
	dicht	81	80			80	80	80	80	83	82	83	84
	open	78	78			78	78	77	78	79	78	79	80
	dag	76	75			76	76	76	76	71	71	71	72

		Ja				Pa				Va			
		k ₁	m ₁	k ₂	m ₂	k ₁	m ₁	k ₂	m ₂	k ₁	m ₁	k ₂	m ₂
nieuw	kier	89	89	88	88	87	87	87	87	80	81	80	80
	dicht	90	90	90	90	86	86	86	86	80	80	80	80
	open	80	80	80	80	85	85	85	84	80	80	81	81
	dag	79	79	79	79	83	83	83	83	79	79	79	79
oud	kier	89	90			88	88			80	80		
	dicht	86	86			87	87			81	81		
	open	79	79			85	86			83	83		
	dag	79	79			84	84			79	79		

herfst

In Tabel 16 zijn de gemiddelde RV's voor de herfstperiode weergegeven. Bij vergelijking van de winter/voorjaars- met de herfstperiode (respectievelijk Tabel 15 en Tabel 16) blijkt dat bij alle deelnemers, zoals verwacht, in de herfstperiode hogere RV's zijn opgetreden. Dit komt enerzijds doordat het grotere gewas meer verdampt en anderzijds wordt er minder eenvoudig vocht afgevoerd. Immers door de gemiddeld genomen hogere temperaturen in de herfst zal er minder vocht tegen het kasdek condenseren en is het buiten vochtiger, waardoor er bij ventilatie minder vocht wordt afgevoerd. De grootste verschillen komen voor tijdens de dagperiode, de kleinste tijdens de kierperiode. Dit is verklaarbaar omdat tijdens de kierperiode actief op het vochniveau geregeld wordt, en er maar kleine verschillen in setpointinstellingen voorkomen.

De verschillen tussen de oude en nieuwe regeling op de bedrijven zijn klein, maar wel groter dan in de winter- / voorjaarsperiode. Tijdens het kieren zijn bij Bo en Va de verschillen groot, bij de nieuwe regeling is het vochniveau lager. Ook de verschillen tussen de oude en nieuwe regeling tijdens de dagperiode zijn bij Bo, Du en Va opvallend groot, in vergelijking met de winter- / voorjaarsperiode. De oorzaak hiervan moet in de afdeling zelf en niet in de regeling worden gezocht, want op momenten met gesloten scherm zijn de afdelingen met de beide regelingen vergelijkbaar. De verschillen in absoluut niveau tussen de winter/voorjaar en herfst periode zijn bij Bo en Pa in vergelijking met de andere deelnemers opvallend laag.

Schermkieren in de praktijk

Tabel 16 Gemiddelde RV's in het tijdvak 1 oktober 15 november berekend in de perioden dat er een schermkier staat, het scherm dicht is, delen van de nachtperioden dat er niet geschermd is en de dagperiode (k = onder kier, m = midden schermvak; de index geeft vak 1 of 2 aan)

		Ba				Bo				Du			
		k ₁	m ₁	k ₂	m ₂	k ₁	m ₁	k ₂	m ₂	k ₁	m ₁	k ₂	m ₂
nieuw	kier	86	87	88	88	82	82	81	83	88	89	88	89
	dicht	84	86	86	86	81	81	80	82	88	89	88	89
	open	83	85	86	86	82	82	80	83	86	87	85	86
	dag	82	83	83	83	76	77	75	77	82	82	82	82
oud	kier	88	88			85	85	83	85	89	88	89	91
	dicht	88	88			82	83	82	83	90	89	90	92
	open	85	86			85	85	84	86	86	85	86	88
	dag	84	84			80	80	79	80	85	84	85	87
		Pa				Va							
		k ₁	m ₁	k ₂	m ₂	k ₁	m ₁	k ₂	m ₂				
nieuw	kier	89	90	89	89	83	83	83	84				
	dicht	86	86	86	86	82	82	83	83				
	open	90	91	91	90	87	86	87	88				
	dag	83	83	84	83	81	82	82	82				
oud	kier	89	90			85	86						
	dicht	86	87			79	80						
	open	90	91			87	88						
	dag	83	85			89	90						

2.2.7 Energie

Het energiegebruik is in dit project een belangrijke maar tegelijkertijd een moeilijk meetbare grootte. Op praktijkbedrijven is met behulp van het gasverbruik niets te zeggen over het energiegebruik in de verschillende afdelingen omdat er (vrijwel) altijd een centrale warmteproductiebron (meestal ketel) is, die de warmte voor alle afdelingen produceert. Met een centrale gasmeter kan dus niets over het individuele energiegebruik van afzonderlijke afdelingen worden gezegd. Het gebruik van warmtemeters is niet alleen duur in aanschaf maar is ook nog ingrijpend in de bedrijfsvoering bij montage en demontage.

Om een goede uitspraak te kunnen doen over het energiegebruik is in dit project gekozen voor een energiegebruiksrekening. Hierbij wordt met behulp van het temperatuurverschil tussen de buis- en luchttemperatuur het energiegebruik berekend. De voor deze energieberekeningsmethode benodigde parameters zijn op meerdere plaatsen en manieren gemeten. Zo is de buistemperatuur gemeten in het ketelhuis ten behoeve van de regeling in de klimaatcomputer, op het midden van een verwarmingsspiraal (geeft een 'gemiddelde' buistemperatuur over de verwarmingsspiraal) en op ongeveer een kwart (in verband met bekabelingslogistiek in de kas) van een verwarmingsspiraal, de reserve meting. De luchttemperatuur is zowel gemeten met de meetbox waarop het klimaat geregeld wordt als met de meetboxen ten behoeve van de aanvullende metingen onder de schermkier en in het midden van het schermvak. Het gebruik van de buistemperatuurmeting in het ketelhuis heeft enkele nadelen. De sensor zit op grote afstand van de afdeling, er is op de deelnemende bedrijven geen retourtemperatuurmeting en er bestaat kans op beïnvloeding van de gemeten temperatuur als gevolg van doorwarmen, indien de sensor dicht bij de mengklep is gemonteerd en de pomp uitstaat. Gezien de kleine verschillen tussen de kasluchttemperatuur gemeten in de regelmeetbox en in de aanvullende meetboxen, is er geen of een zeer kleine invloed van deze sensoren op het berekende energiegebruik. Uiteindelijk is gebruik gemaakt van de temperatuurvoelers op het midden van de verwarmingsspiraal in de afdeling en de luchttemperatuur in de meetbox voor de klimaatregeling. Aan de hand van het temperatuurverschil en de buisdiameter is de warmteafgifte berekend (Verveer, 1995). Deze methode geeft een goed resultaat (nauwkeurigheid ca. 5%; Knies, 1999).

Schermkieren in de praktijk

Het energiegebruik is in twee delen opgesplitst. Ten eerste de periode dat er daadwerkelijk schermkieren werden gebruikt en ten tweede de periode dat er geschermd is. Voor de energiegebruiksberekening van deze perioden moeten de parameters in de klimaatregelaar van beide afdelingen (oude en nieuwe regeling) aan een aantal voorwaarden voldoen:

- circulatiepomp hoofdnet¹⁾ moet lopen
- gerealiseerde doekfunctie: energie / vocht
- mag vochtkier worden ingezet: ja
- gemeten schermkier:
 - tijdens kieren: groter dan (100%–maximale vochtkier) en kleiner dan 100%
 - tijdens schermen: groter dan (100%–maximale vochtkier)

¹⁾ het secundaire net kan een substantiële bijdrage leveren, maar de opbouw van deze netten (zie Bijlage 3) is op de deelnemende bedrijven voor alle meetafdelingen uitgevoerd als 1 net.

In Tabel 17 zijn de resultaten voor de winter-/voorjaarsperiode opgenomen. De bedrijven kunnen niet onderling vergeleken worden omdat er grote verschillen in het aantal gerealiseerde uren schermen en kieren voorkomen. Voor de vergelijking tussen de nieuwe en oude regeling is het energiegebruik van de oude regeling op 100% gesteld.

Tabel 17 *Procentuele energiegebruik van de nieuwe ten opzichte van de oude regeling en het aantal uren waarover dit is berekend voor de periode dat er een schermkier is ingezet en tijdens de periode dat er geschermd is voor het tijdvak 27 maart –15 mei.*

		Ba	Bo	Du	Ja	Pa	Va
tijdens kieren	uren	40	42	35	55	87	82
	gebruik	92	99	98	88	104	88
tijdens schermen	uren	180	141	245	94	237	88
	gebruik	91	97	95	85	103	88

Uit Tabel 17 blijkt dat er grote verschillen zijn in de besparing die door de nieuwe regeling is gerealiseerd. Een van de grootste problemen bij de interpretatie van deze resultaten is, dat er in de berekening geen rekening gehouden kan worden met de reeds aanwezige verschillen tussen de afdelingen. Deze verschillen zullen, ondanks nauwkeurige selectie, altijd voorkomen.

Tabel 18 geeft de relatieve energiegebruiken en het aantal uren waarover het energiegebruik is berekend voor de periode 1 oktober –15 november.

Tabel 18 *Relatieve energiegebruiken van de nieuwe ten opzichte van de oude regeling in % en het aantal uren waarover het energiegebruik is berekend voor de periode dat er een schermkier is ingezet en tijdens de periode dat er geschermd is in het tijdvak 1 oktober –15 november.*

		Ba	Bo	Du	Pa	Va
tijdens kieren	uren	229	157	207	142	241
	gebruik	93	97	100	102	75
tijdens schermen	uren	268	279	262	272	232
	gebruik	92	96	99	102	75

De resultaten zijn vergelijkbaar met de winter- / voorjaarsperiode (Tabel 17). Berekeningen met de meetwaarden van de andere sensoren, zoals eerder in deze paragraaf beschreven, laten vergelijkbare verschillen zien. Bij Va is het verschil tussen oude en nieuwe regeling sterk toegenomen. Waardoor dit grote verschil precies veroorzaakt wordt is niet geheel duidelijk. Bij controle van de buistemperatuur met behulp van een infraroodmeter bleek vrijwel geen temperatuurverschil tussen verschillende verwarmingsspiralen in de zelfde afdeling voor te komen. Wel bleek dat ook op momenten dat er helemaal niet geschermd wordt (overdag), het verschil tussen beide afdelingen op dit bedrijf groot was en het schermdoek dat voor de herfst nieuw was geïnstalleerd, in de afdeling met de oude regeling niet goed afgesteld was.

3 Gewasonderzoek

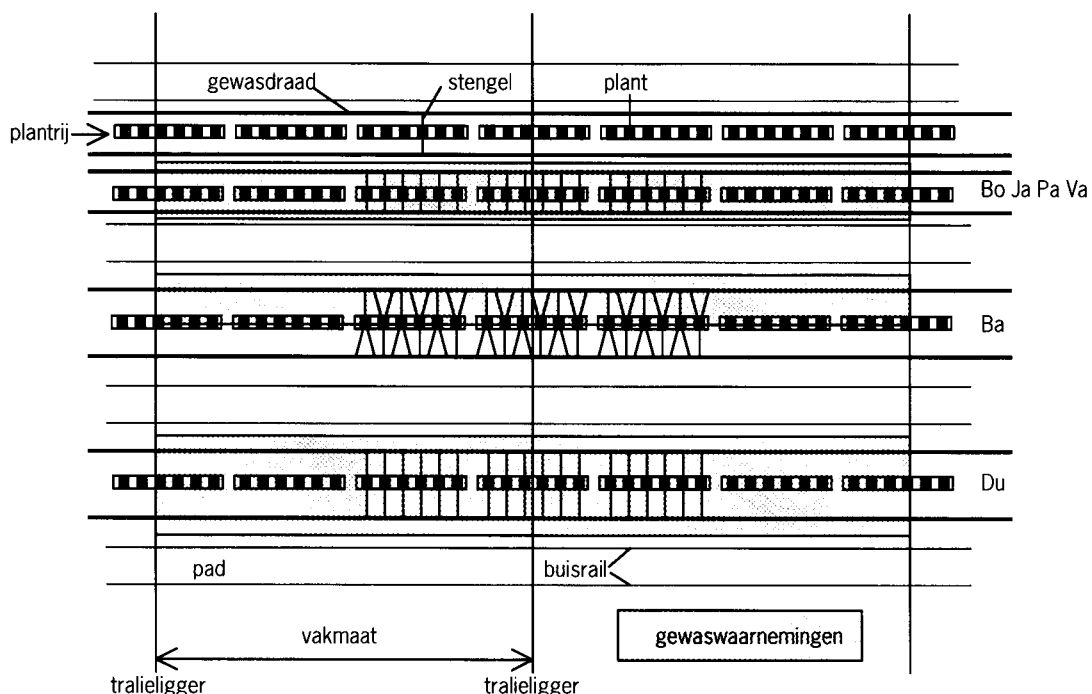
3.1 Opzet

3.1.1 Beschrijving van de proefvelden en het teeltsysteem

Op elk van de bedrijven is per behandeling een proefveld aangelegd. Er is gekozen voor een relatief hoog aantal planten per proefveld en een minimaal aantal proefvelden per behandeling uit praktische overwegingen: inzet van traag rollend materieel (elektrische buisrailkar) was voor enkele gewaswaarnemingen noodzakelijk.

Op alle bedrijven gaat het om één aaneengesloten plantrij die voor beide behandelingen dezelfde oriëntatie ten opzichte van de kas en de omgeving heeft. Bij bedrijf Du is het plantsysteem zodanig dat stengels die tot dezelfde plant behoren over twee paadjes zijn verdeeld. Omdat het aannemelijk is dat dergelijke stengels elkaar merkbaar kunnen beïnvloeden, is er op dit bedrijf voor gekozen alle stengels van elke proefveldplant te laten meetellen. Daarom bestaan de proefvelden op bedrijf Du uit twee stengelrijen die zich bevinden in twee aangrenzende paadjes.

Op bedrijf Ba splitst elke plant zich in drie stengels die zich evenals bij Du over twee paadjes verdelen: beurtelings twee stengels naar het linkerpad en één stengel naar het rechterpad, en omgekeerd. Omdat de paadjes op dit bedrijf relatief lang zijn hebben we hier praktische uitvoerbaarheid laten prevaleren boven de meting van alle stengels per plant door te kiezen voor één aaneengesloten stengelrij in één padje. De proefveldconfiguraties van de verschillende bedrijven zijn in Figuur 5 schematisch weergegeven.



Figuur 5 Schematische weergave van bovenaanzicht van de proefveldconfiguraties

De gebruikte teeltsystemen hebben bepaalde kenmerken in zich die leiden tot een zekere mate van ongelijkheid tussen de planten onderling. Die kenmerken worden besproken in paragraaf 3.1.2.

Gedetailleerde teeltgegevens zijn weergegeven in 0.

¹ Het woord kortste is gebruikt omdat zowel voor als voorbij een stengel zich een schermkier kan bevinden.



Schermkieren in de praktijk

Het was ook mogelijk geweest om de tuinder zelf de oogstwaarnemingen te laten verrichten (eventueel over een grotere oppervlakte dan het proefveld zelf) ter vervanging van de bewerkelijke wijze waarvoor we in werkelijkheid hebben gekozen. We zijn echter op zoek naar mogelijke plantverschillen die veroorzaakt worden door een vernieuwde schermkierregeling. Het scherm is maar een deel van de dag gesloten. De totale tijd dat er een schermkier staat is beperkt, en dan is er tussen de twee regelingen ook nog een beperkt verschil. Hierdoor zijn de te verwachten effecten van de schermkierregeling klein. Kortom: het mogelijke effect van de regeling op het gewas is moeilijk meetbaar. Door onze keuze voor de zojuist beschreven aanpak kregen we gedetailleerde oogstdata van de helft van de bedrijven in plaats van beperkte oogstdata van alle bedrijven.

De plantlengte is gemeten ten opzichte van het grondniveau waarop de steenwolmatten waarin de planten wortelen, zich bevinden. De gewasdraden waaraan de planten met verbindingstouwjes zijn geknoopt, zijn zelf qua hoogte, op relatief geringe afstand van de schermkier aan de kasconstructie bevestigd. Onder het gewicht van de planten zal deze draad verder doorzakken naarmate de (horizontale) afstand tot de schermkier groter is. Vanaf het begin van de teelt neemt de plantmassa en daarmee het doorzakken geleidelijk toe. Bij het doen van de metingen is voor dat effect bij geen der bedrijven en geen der behandelingen gecorrigeerd.

Het aantal vruchten per stengel is geteld als maat voor de plantbelasting. Het was niet praktisch uitvoerbaar om de getelde vruchtjes in te delen naar grootteklasse. Daarom zijn telkens al die vruchtjes geteld waarvan de grootte liet aanzien dat de vrucht zou uitgroeien tot een oogstbaar product. Natuurlijk maakt het voor de plantbelasting veel uit of die vruchtjes relatief klein zijn of juist groot maar de methode is voor alle bedrijven en behandelingen gelijk geweest zodat –aannemende dat de uitgroeiduur per behandeling niet varieerde– de berekende plantbelastingen binnen één bedrijf vergelijkbaar moeten zijn. Aangezien de uitgroeiduur tussen de bedrijven (groen oogsten vs. rood oogsten, etc.) onderling sterk kan verschillen zijn de aldus berekende plantbelastingen niet vergelijkbaar van bedrijf tot bedrijf.

Het getelde aantal vruchten per stengel is steeds geschaald naar een aantal per m² om verschillen in stengeldichtheid (zie 0) te ondervangen.

3.2 Resultaten

Door de late herstart van het schermseizoen was er geen reden om in de herfstperiode gewaswaarnemingen te verrichten. Op het moment dat er in de nacht weer geschermd werd was het laatste zetsel al een feit zodat er geen verschillen in zetting ten gevolge van het schermkieren meer konden ontstaan. Als gevolg van donker en slecht weer rond de laatste zetting hebben twee deelnemers besloten om de teelt 3 à 4 weken eerder te beëindigen.

Enkele algemene gegevens per bedrijf over kastype en teelt zijn weergegeven in Bijlage 3 en 0. De waarnemingen zijn op wekelijkse basis verricht over de periode van 24 februari tot en met 25 mei 1999. Ze zijn steeds door dezelfde persoon uitgevoerd zodat er geen interpretatieverschillen over de definitie van de gemeten grootheden tussen de opeenvolgende waarnemingsrondes zijn.

Vooraf wordt nogmaals gewezen op de kanttekening over bedrijf Va die in paragraaf 2.2.2 en 3.1.3 is gemaakt. Afgezien van de voorzichtige fingerwijzingen uit eerstgenoemde paragraaf is niet onderzocht hoe de variatie in interne klimaatsomstandigheden heeft geleid tot meetverschillen tussen de behandelingen. Het is onwaarschijnlijk dat de proef zelf een belangrijke oorzaak is geweest omdat de verschillen groter dan gemiddeld zijn terwijl de schermkierregeling minder vaak dan gemiddeld actief is geweest (zie paragraaf 2.2.2).

Op 7 maart zijn de proef- en controlebehandeling bij deelnemer Bo verwisseld. Dit was voor het regeltechnische aspect van dit onderzoek wenselijk om eventuele klimaatverschillen die voortkomen uit afdelingsverschillen te onderkennen. Voor het volgen van de gewasontwikkeling werkte deze verwisseling uiteraard verstoring. Dit is opgelost door de waarnemingen van vóór 10 maart op dit bedrijf niet te gebruiken.

Schermkieren in de praktijk***3.2.1 Lengtegroei***Verband met de afstand van de stengelpositie tot de schermkier

Indien de gemeten plantlengte wordt gecorrigeerd voor het doorzakken van de gewasdraad bestaat in geen der twaalf proefveldjes een correlatie tussen afstand tot de schermkier en plantlengte. Uit het onderzoek is derhalve niet gebleken dat variatie in plantpositie ten opzichte van de kasconstructie leidt tot variatie in de lengtegroei van het gewas. (Genoemde correctie is niet tijdens de meetrondes zelf uitgevoerd maar pas achteraf. Daartoe is op enkele bedrijven het doorzakken van de gewasdraad gemeten en vergeleken met het verloop in plantlengte.)

Verband met de schermkierregeling

In elke meetronde is de lengte gemeten van alle planten. Per proefveld bestaande uit n planten, is dit samengevat tot twee getallen:

1. mediane plantlengte: mediaan van de n plantlengtes in het proefveld¹
2. natuurlijke variatie in plantlengte: stdm van het gemiddelde van de n plantlengtes in het proefveld²

Een verschil in mediane plantlengte groter dan tweemaal de natuurlijke variatie noemen we betrouwbaar³. Op de bedrijven Ba, Bo en Va is een betrouwbaar verschil in lengteontwikkeling gevonden tussen de twee behandelingen; op de bedrijven Ja en Pa is het verschil nihil; op bedrijf Du zit het verschil op de grens. De richting die het eventuele verschil aangeeft is echter niet constant; en over alle bedrijven genomen nivelleren de verschillen volledig.

De resultaten zijn weergegeven in grafieken (Figuur 6). De grafieken zijn tot stand gekomen door wekelijks de lengte van elke plant te meten, daarvan de mediaan te bepalen en die mediane lengte uit te zetten tegen de tijd. Vervolgens is een trendlijn toegevoegd. De lengtegroeisnelheid, die volgt uit de richtingscoëfficiënt van die lijn, hebben we uitgedrukt in mm per dag en als extra informatie in de grafiek opgenomen.

Hoewel de nieuwe regeling niet tot een andere lengteontwikkeling leidt dan de oude, zijn drie aspecten opvallend genoeg om hier apart te vermelden:

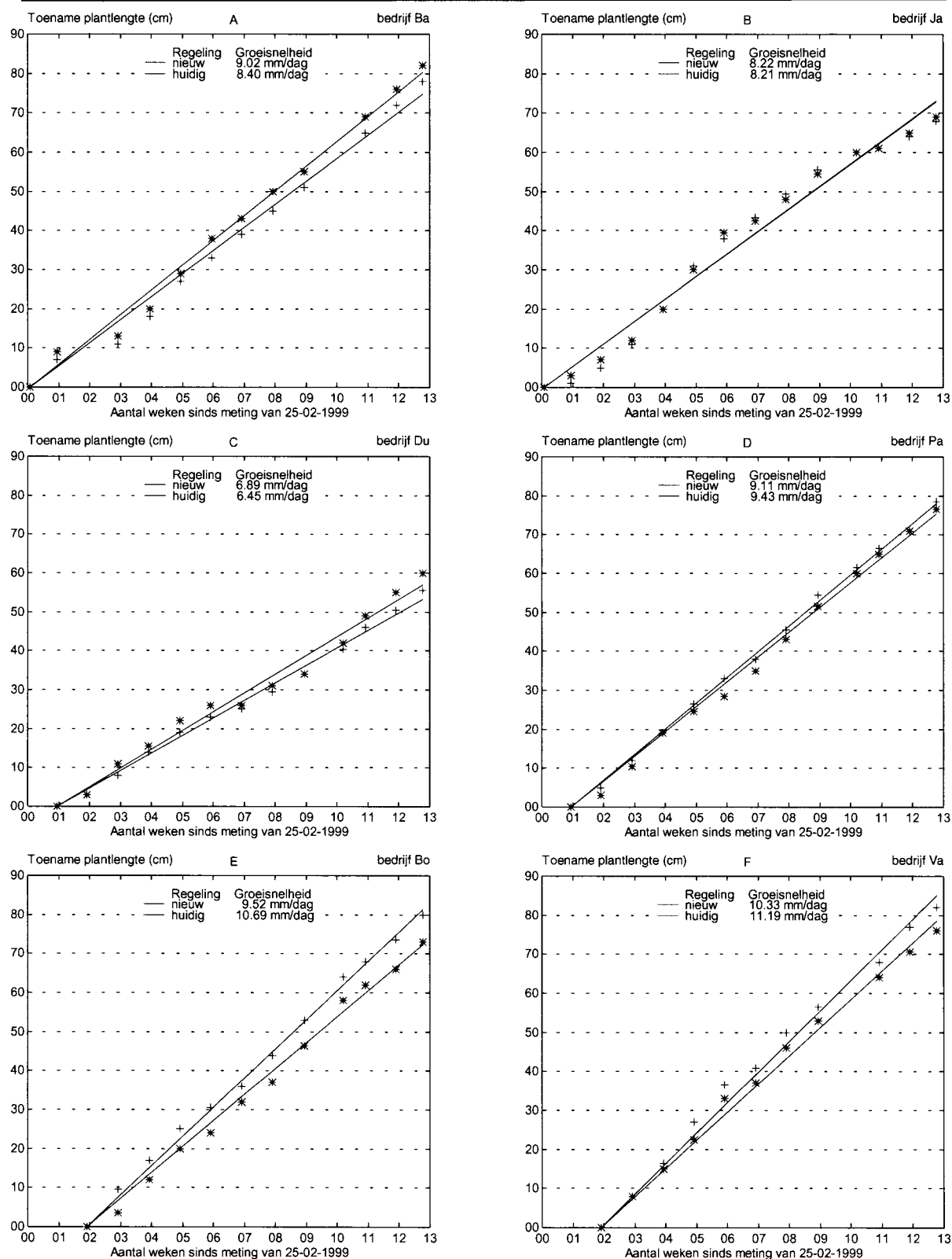
- De lengteontwikkeling over de beschouwde periode (vooral indien vanaf 3 à 10 maart wordt waargenomen) is in goede benadering lineair.
- Binnen één en dezelfde kas heersen op sommige bedrijven tussen de afdelingen blijkbaar dermate grote klimaatverschillen dat de lengteontwikkeling van de plant, vergeleken met de natuurlijke variatie tussen planten, er merkbaar door wordt beïnvloed.
- De eventuele verschillen in lengteontwikkeling binnen één bedrijf zijn klein vergeleken met de verschillen tussen de bedrijven onderling. Met name geldt dit voor de bedrijven Bo en Du waar dezelfde cultivar (zie bijlage 2) wordt geteeld.

¹ De plantlengte kan ook als proefveldgemiddelde berekend worden. Als de plantlengtes echter normaal zijn verdeeld (en dat veronderstellen we) zijn het gemiddelde en de mediaan aan elkaar gelijk. Daar de mediaan niet gevoelig is voor uitbijters levert deze in de praktijk een betere (in theorie zelfs de beste) schatter op van het populatiegemiddelde dan het proefveldgemiddelde. Een paprikagewas heeft veel uitbijters, vandaar de keuze voor de mediaan.

² Deze standaarddeviatie, aangeduid met stdm, is het quotiënt van de standaarddeviatie van een enkele waarneming (plantlengte) en de wortel van het aantal proefveldplanten (n)

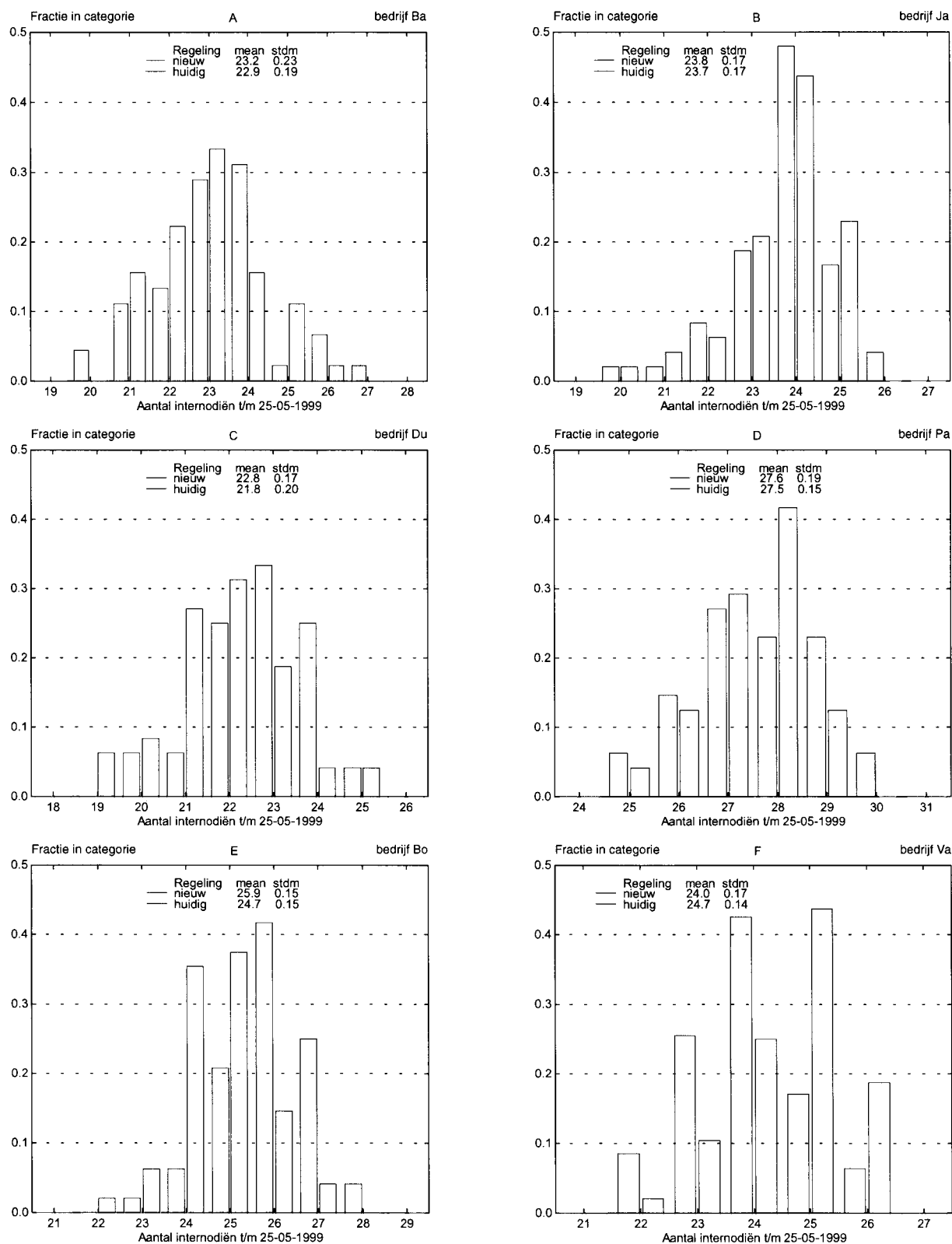
³ Dit betekent dat uitspraken een betrouwbaarheid hebben van 95,4% als we ervan uitgaan dat de mediane plantlengte normaal is verdeeld (indien in één afdeling een groot aantal identieke proefveldjes was gemeten).

Schermkieren in de praktijk



Figuur 6 Ontwikkeling van de toename in mediane plantlengte per bedrijf en behandeling vanaf een gegeven startdatum

Schermkieren in de praktijk



Figuur 7 Verdeling van het totaal aantal per individuele stengel gevormde internodiën per bedrijf en behandeling gedurende de waarnemingsperiode van 25 februari tot 25 mei.

Schermkieren in de praktijk

3.2.2 Aanmaak van internodiën

Verband met de afstand van de stengelpositie tot de schermkier

Alleen op de bedrijven Du en Pa is een correlatie gevonden tussen het aantal internodiën per plant en de afstand van de plant tot de schermkier. Op die bedrijven vormden de planten midden tussen twee schermkieren 0,8 internodiën minder dan de planten direct onder de kier op een gemiddelde van 25 internodiën. Gezien echter de plantvariëaties en de resultaten op de andere vier bedrijven is het verband niet betrouwbaar.

Verband met de schermkierregeling

Het totaal aantal per plant gevormde internodiën tijdens de gehele meetperiode is per bedrijf en per behandeling gecategoriseerd in klassen ter breedte van 1 internodium. De resulterende histogrammen vormen Figuur 7. Als extra informatie is telkens het gemiddeld aantal gevormde internodiën aangegeven (de mediaan voldoet hier niet vanwege de minimale stapgrootte van één internodium) samen met de standaardafwijking van dat gemiddelde. Zoals ook bij de lengtegroei kan worden vastgesteld dat de behandelingsverschillen op sommige bedrijven betrouwbaar zijn (zie ook Figuur 7):

- Du: $(22,8 - 21,8) / 0,20 \cong 5 > 2$
- Bo: $(25,9 - 24,7) / 0,15 \cong 8 > 2$
- Va: $(24,7 - 24,0) / 0,17 \cong 4 > 2$

Dat de richting van het verschil opnieuw varieert, onderstreept de tweede opmerkingen uit de vorige paragraaf. Ook de derde opmerking is hier van toepassing met betrekking tot de aanmaak van internodiën.

3.2.3 Plantbelasting¹

Verband met de afstand van de stengelpositie tot de schermkier

Op geen van de bedrijven is gevonden dat de plantbelasting varieerde met de positie van de plant ten opzichte van de schermkier.

Verband met de schermkierregeling

Tabel 19 geeft per bedrijf de plantbelasting weer onder de nieuwe en oude schermkierregeling. Op grond van deze resultaten concluderen we dat op geen der bedrijven de nieuwe regeling tot een andere plantbelasting heeft geleid dan de oude regeling. Het grootste verschil treedt op bij bedrijf Bo alwaar de plantbelasting vanaf half maart over een periode van 7 weken voortdurend iets hoger is geweest onder de oude regeling dan onder de nieuwe. Een verklaring hiervoor is niet gevonden maar zal zeker niet in het verschil van regeling liggen. Het verschil is immers maar voor één bedrijf significant terwijl bovendien het teken van de verschillen over de diverse bedrijven wisselt.

¹ Zie paragraaf 3.1.3. voor een omschrijving van plantbelasting. In de beginfase van een paprikateelt wordt de plantbelasting eigenlijk volledig bepaald door het snoeigedrag op het bedrijf. Pas bij latere zetsels mag de plant meebepalen.

Schermkieren in de praktijk

Tabel 19 Gemiddeld aantal vruchten en standaarddeviatie van dat gemiddelde (stuks per m²) tijdens de meetperiode

Bedrijf	Nieuwe regeling	Oude regeling
Va	17,0 ± 0,7	16,0 ± 0,7
Du	19,9 ± 0,8	19,7 ± 0,8
Pa	20,5 ± 0,8	20,4 ± 0,8
Ba	21,6 ± 1,1	22,2 ± 1,1
Bo	21,8 ± 0,9	23,6 ± 0,9
Ja	25,9 ± 1,0	25,9 ± 1,0

Verband met het bedrijf

Tabel 19 laat zien dat de verschillen in plantbelasting tussen de bedrijven veel groter zijn dan binnen één bedrijf.

Het gewas op bedrijf Ja was zeer groeikrchtig waardoor het de vruchten lang kon vasthouden en er sprake was van een hoge plantbelasting.

Op bedrijf Va wordt groen geoogst zodat de uitgroeiduur, en daarmee de plantbelasting, relatief gering is¹.

Op de overige vier bedrijven is de plantbelasting ongeveer gelijk.

3.2.4 Productie per plant

Verband met de afstand van de stengelpositie tot de schermkier

Voor de drie bedrijven waarop oogstwaarnemingen zijn gedaan is bepaald hoe het aantal geoogste vruchten, het totaal geoogste gewicht en het gemiddeld vruchtgewicht afhangen van de afstand van de plant tot de schermkier. Het resultaat is weergegeven in Tabel 20.

Tabel 20 Verband tussen plantproductie en afstand tot schermkier x (in m)

bedrijf	aantal vruchten (stuks.m ²)	totaal geoogst (kg.m ²)	gemiddeld vruchtgewicht (g)
Bo	37,4 + 1,6x	6,59 + 0,17x	176 - 3x
Du	32,6 + 1,2x	5,84 + 0,34x	179 + 4x
Pa	31,7 - 0,3x	7,38 - 0,42x	231 - 10x

De correlatiecoëfficiënten waren over het algemeen laag (maximumwaarde voor R² van 0,45), maar dat is niet verwonderlijk gezien de geringe richtingscoëfficiënten. Dit in acht nemend zou alleen het verband tussen gemiddeld vruchtgewicht en afstand tot de schermkier op bedrijf Pa betrouwbaar kunnen zijn: het gemiddeld vruchtgewicht midden tussen twee schermkieren is ca 10% lager dan recht onder de schermkier. Beschouwen we echter de drie bedrijven tezamen dan is er voor geen van de drie onderzochte factoren een betrouwbaar verband met de plantafstand tot de schermkier².

Verband met de schermkierregeling

Het tijdsverloop van de drie onderzochte productieaspecten (aantal vruchten, totaalgewicht en gemiddeld vruchtgewicht) is weergegeven in Figuur 8. De linkerkolom met figuren laat per bedrijf het absolute verloop van deze aspecten zien onder de nieuwe en onder de oude regeling. In de rechterkolom wordt telkens de verhouding tussen elk van deze aspecten onder de nieuwe en de oude regeling getoond.

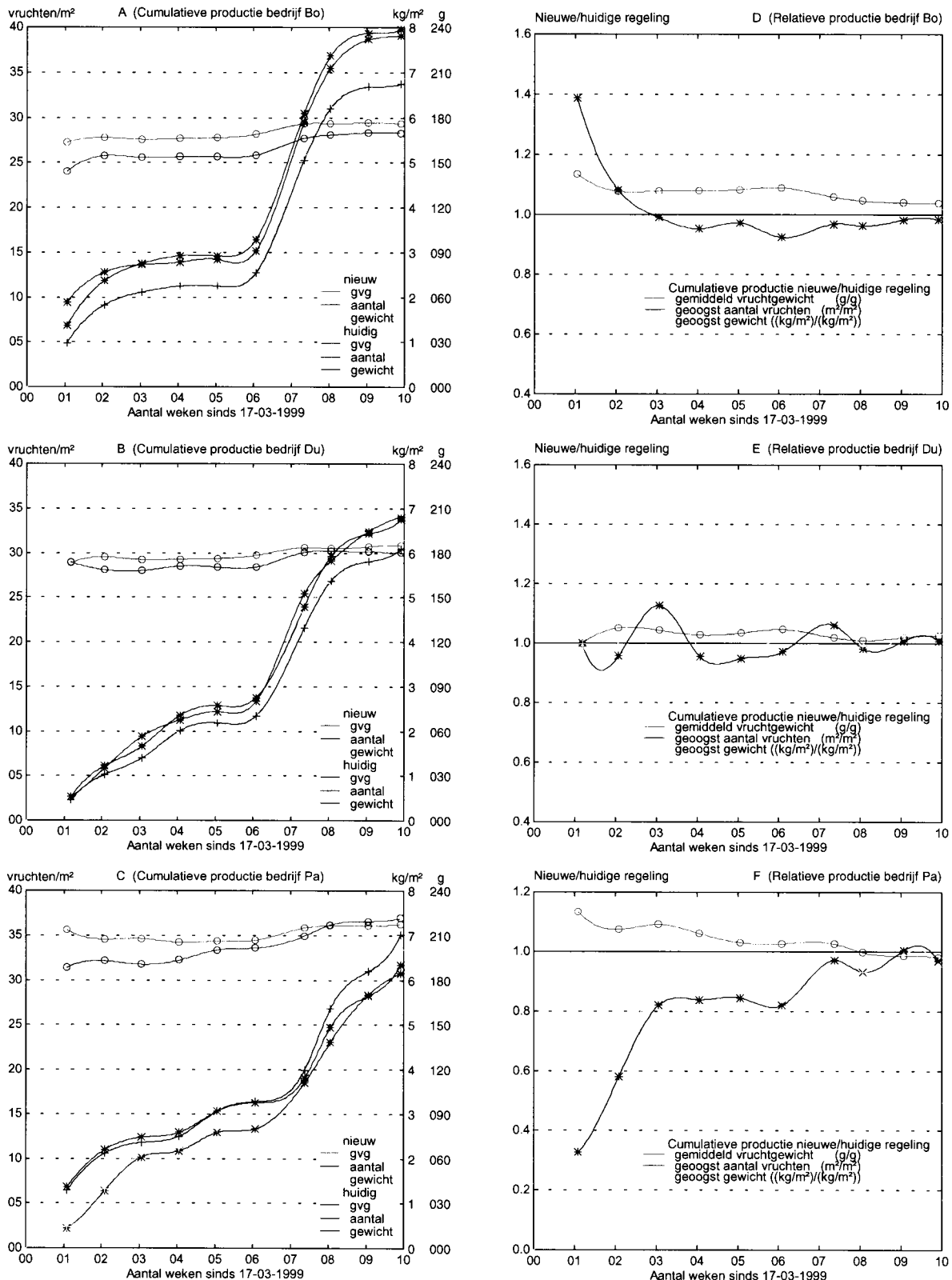
¹ Het aantal vruchten per zetsel blijft immers ongeveer gelijk (de plant weet dan nog niet dat er groen geoogst gaat worden) maar de uitgroeiduur is korter en daarmee het aantal zetsels groter zodat een grotere fractie van de tijd het gewas vruchten draagt die nog niet meetellen in de berekening van de plantbelasting

² Een verklaring hiervoor valt binnen dit onderzoek niet te geven aangezien (1) er geen klimatologische verschillen gemeten zijn die samenhangen met de positie ten opzichte van de schermkier en (2) een mogelijke invloed van de kasconstructie een tegenovergestelde trend zou opleveren (minder licht onder de schermkier geeft minder productie aldaar)

Schermkieren in de praktijk

We zien dat op elk van de bedrijven het gemiddeld vruchtgewicht onder de nieuwe regeling aanvankelijk iets hoger is maar dat op bedrijf Pa de rollen omgekeerd raken en dat op de andere bedrijven het verschil afneemt. Hoewel het gemiddeld vruchtgewicht tussen de bedrijven Bo en Du enerzijds (ca. 180 gram) en Pa anderzijds (ca. 220 gram) sterk verschilt (typisch een cultivareffect) zijn de verschillen binnen één bedrijf gering. In het schoksgewijze verloop van de cumulatieve productie in gewicht (linkerkolom, gele lijn) herkennen we het zetselgewijze productiepatroon van paprika. Overigens valt ook hier weer het cultivareffect op: het verloop op bedrijf Pa is veel gelijkmatiger (Bossanova) dan op de andere twee (Fiësta). Tussen beide behandelingen komen aanvankelijk fikse verschillen voor. Het beginverschil wijst echter niet in een constante richting: op bedrijf Bo start de productie in de afdeling met de nieuwe regeling sneller, op bedrijf Pa is dat omgekeerd en op bedrijf Du is het ongeveer gelijk. Verder zien we ook hier dat het cumulatieve verschil afneemt met de tijd (alle lijnen in de rechterkolom naderen tot 1). De cumulatieve productie aan het eind van de meetperiode valt op bedrijf Du ongeveer 10% lager uit dan op de andere bedrijven. Dit komt door de latere plantdatum (zie bijlage 2). Aangezien het gemiddeld vruchtgewicht slechts langzaam varieert met de tijd is er een nauw verband tussen het aantal geoogste vruchten en het geoogste gewicht.

Samenvattend kunnen we stellen dat op de bedrijven geen productieverschillen zijn gemeten die hun oorsprong hebben in de gewijzigde schermkierregeling.

**Schermkieren in de praktijk**

Figuur 8 Ontwikkeling van de absolute en relatieve productie per bedrijf (en behandeling) gerekend vanaf een gegeven startdatum.

4 Conclusies en aanbevelingen

Betreffende het kasklimaat en de regeling zijn uit het praktijkonderzoek aan de verbeterde schermkierregeling de volgende conclusies te trekken:

- De deelnemende tuinders zijn over één aspect unaniem in hun oordeel over de nieuwe regeling: “De nieuwe regeling is rustiger dan de oude”. Verder zijn ze in het algemeen tevreden over het klimaat dat onder de nieuwe regeling ontstaat.
- In de voorjaarsperiode zijn er tussen de deelnemende bedrijven grote verschillen in het aantal uren dat geschermd wordt (variërend van 89 tot 279 uur). In het najaar zijn de verschillen kleiner (variërend van 281 tot 330 uur), hoewel het beeld daar enigszins vertroebeld wordt door verschillen in gebruikperiode. De bedrijven met een folieschermbeweging hebben door de lagere vochttafvoer via het folie de minste scherm-uren.
- Verschillen in het aantal geschermd uren bij de nieuwe en oude regeling zijn per bedrijf klein (ca. 1%), waaruit blijkt dat de instellingen in de afdeling met de oude en nieuwe regeling vergelijkbaar zijn.
- In de voorjaarsperiode is het aantal uren met het scherm geheel dicht groter dan het aantal uren met een kier. In de herfst is dat omgekeerd, wat geheel volgens de verwachtingen is, immers in de winter/voorjaar is het koud en staat er een kleine plant die weinig verdampt terwijl er in de herfst een grote plant staat die veel kan verdampen en de nachten warm zijn.
- Bij de meeste bedrijven is het aantal uren dat het scherm geheel dicht blijft tijdens schermgebruik met de nieuwe regeling sterk toegenomen ten koste van het aantal uren dat het scherm op een kier staat.
- Bij alle deelnemers is het aantal schermbewegingen in de afdeling met de nieuwe regeling over het algemeen meer dan gehalveerd. Met de oude regeling is het aantal stappen open vrijwel gelijk aan het aantal stappen dicht. Bij de nieuwe regeling is door de mogelijkheid om met grotere stappen dicht te lopen, het aantal stappen open groter dan het aantal stappen dicht.
- De totale afgelegde weg van de schermrand loopt in het voorjaar bij alle deelnemers sterk terug met de nieuwe regeling (34 tot 83% minder). In het najaar is dat effect minder groot (-7 tot 70%). Dit zal leiden tot minder slijtage van het doek en tevens een geringe elektriciteitsbesparing opleveren.
- Er zijn tijdens het schermgebruik in de voorjaarsperiode geen noemenswaardige verschillen in temperatuur tussen de afdelingen met de oude en de nieuwe regeling. Tijdens de perioden met kieren in het scherm blijft de gerealiseerde temperatuur bij een aantal bedrijven, zowel bij de oude als de nieuwe regeling, soms iets onder het setpoint (tot 0,5 °C). In het najaar zijn de verschillen tussen oude en nieuwe regeling wat groter, waarbij over het algemeen de gerealiseerde temperatuur hoger is dan het setpoint (tot 2,1 °C), doordat de tuinders een minder strak temperatuurregime volgen.
- Koudeval als gevolg van schermkieren treedt slechts een beperkt aantal malen op (tot 11 maal in de voorjaarsperiode met een maximum van 1,6°C en slechts 1 maal in de herfstperiode). Verandering in horizontale temperatuurverschillen tussen twee schermkieren als gevolg van een vocht kier trekken is niet geconstateerd.
- De gemiddelde RV's verschillen in de vergelijking tussen de oude en de nieuwe regeling vrijwel niet (maximaal 2%) en zijn niet groter dan de verschillen binnen één afdeling. In de herfst ligt het RV-niveau bij alle bedrijven hoger dan in het voorjaar. De verschillen tussen oude en nieuwe regeling zijn dan wat groter (maximaal 4%), maar dit is het geval in de perioden dat het scherm niet wordt gebruikt.
- De uit de temperaturen berekende energiebesparing die met de nieuwe regeling ten opzichte van de oude is gerealiseerd in de voorjaarsperiode, varieert sterk tussen de bedrijven (tussen -4 en +12% tijdens het gebruik van de kieren en tussen -3 en +15% tijdens alle geschermd uren). In de najaarsperiode is dat verschil ook groot (tussen -2 en +15% zowel tijdens het kieren als tijdens alle geschermd uren).
- De uit de temperaturen berekende energiebesparing houdt geen rekening met de verschillen in energieverlies tussen de afdelingen onafhankelijk van de kierregeling. Bovendien is de gerealiseerde besparing met de nieuwe regeling sterk afhankelijk de gebruikte setpoints. Bij goed gekozen

Schermkieren in de praktijk

instellingen is over de totale meetperiode van het schermgebruik een besparing van circa 8% haalbaar ten opzichte van de oude regeling. Op jaarbasis zal dat naar schatting 2 à 3% zijn.

Betreffende de gewasgroei en -ontwikkeling zijn uit het praktijkonderzoek aan een verbeterde schermkierregeling de volgende conclusies te trekken:

- De ontwikkeling van de plantlengte is in geen van de proefvelden gecorreleerd met de afstand tot de schermkier.
- Op drie van de zes bedrijven is een betrouwbaar verschil in lengteontwikkeling gevonden tussen de twee behandelingen. De richting van het verschil is niet constant en over alle bedrijven genomen nivelleren de verschillen volledig.
- Op twee bedrijven vormden de planten midden tussen twee schermkieren 0,8 internodiën minder dan de planten direct onder de kier op een gemiddelde van 25 internodiën. Gezien de plantvariëaties en de resultaten op de andere vier bedrijven is er echter geen betrouwbaar verband.
- Het verschil in aantal internodiën tussen de twee behandelingen is op sommige bedrijven betrouwbaar, maar evenals bij de lengtegroei varieert de richting van het verschil en is er over alle bedrijven gerekend geen significant verschil.
- Op geen van de bedrijven is een verband gevonden tussen de plantbelasting en de positie van de plant ten opzichte van de schermkier. Evenmin heeft de nieuwe regeling tot een andere plantbelasting geleid dan de oude regeling.
- Het aantal geoogste vruchten, het totaal geoogste gewicht en het gemiddeld vruchtgewicht is op drie bedrijven bepaald. Er is voor geen van deze factoren een betrouwbaar verband met de plantafstand tot de schermkier gevonden. Evenmin zijn productieve verschillen gemeten die hun oorsprong hebben in de gewijzigde schermkierregeling.

Kort samengevat zijn de conclusies uit het onderzoek:

- De tuinders ervaren de nieuwe regeling als rustiger en prettiger in gebruik.
- De nieuwe regeling houdt het scherm langer gesloten en de kieren zijn kleiner zonder nadelige gevolgen voor temperatuur of RV.
- Er treedt zelden of nooit waarneembare koudeval op als gevolg van de vochtkierregeling.
- Met de nieuwe regeling is een energiebesparing van 8% tijdens schermen haalbaar. Dat is 2 à 3% op jaarbasis ten opzichte van een proportionele kierregeling. Ten opzichte van een regeling waarbij het scherm geheel wordt geopend bij te hoge RV kan 6% op jaarbasis worden bespaard.
- Keuze voor toepassing van de nieuwe of de oude regeling heeft geen gevolgen voor de gewasontwikkeling noch op de productie.
- De locatie van het gewas ten opzichte van de kier is niet van invloed op het gewas.

Het onderzoek leidt tot de volgende aanbevelingen:

- De energiebesparing kan vergroot worden door bij de nieuwe regeling een iets hogere vochtstreefwaarde voor de kierregeling in te vullen. Bij de oude regeling wordt de kier proportioneel over een vochttraject geregeld. Bij de nieuwe regeling wordt op een vochtstreefwaarde geregeld. Deze streefwaarde zou binnen het vochttraject van de oude regeling moeten liggen en niet gelijk zijn aan het begin van het vochttraject, anders wordt bij de nieuwe regeling verhoudingsgewijs meer gekierd.
- Een tuinder moet vertrouwen hebben in een vochtkierregeling. Een grote angst bij het schermgebruik is koudeval. Bij de oude en de nieuwe schermkierregeling is (vrijwel) geen koudeval geconstateerd, echter bij het openen van het scherm bij de overgang van de nacht- naar de dagsituatie komt wel geregeld koudeval voor. Een oplossing van dit probleem zal de acceptatie van schermen kunnen vergroten en (mogelijke) pieken in gasafname van de ketel kunnen voorkomen.
- Een oplossing voor het optreden van warmtesprong bij het dichtsturen van het scherm zal eveneens de acceptatie vergroten.
- Demonstratieprojecten bij tuinders met andere groentegewassen zullen de toepassing van schermen in de glasgroenteteelt bevorderen.
- Een maximumkier van 4% is voldoende om het vocht te regelen.

Kennisoverdracht

Tijdens de looptijd van dit project hebben de volgende activiteiten plaatsgevonden met betrekking tot kennisoverdracht:

Posterpresentatie tijdens open dag proefstation 100 jaar, 5 juni 1999, PBG Naaldwijk.

Artikel: Groenten en fruit, 3 december 1999, p. 10-11. Besparing door met rust te schermen.

Literatuur

Priva Hortimation BV. Gebruikershandleiding procesautomatisering Priva Integro, Programmaversie 717, November 1997.

Verveer, J.B. e.a., 1995, Handboek verwarming glastuinbouw. Nutsbedrijf Westland N.V., Misset B.V., 192pp.

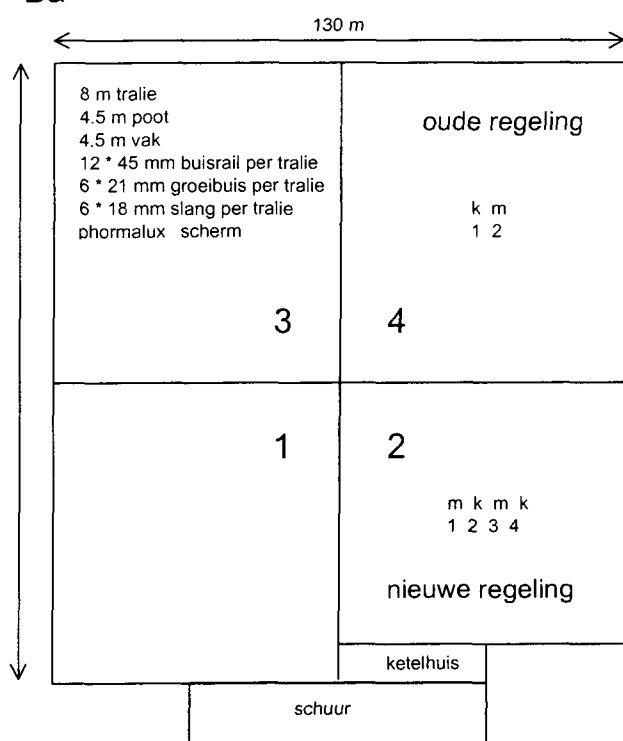
Knies, P., Braak, N.J. van de, Kempkes F.L.K., 1999, Energieonderzoek in kasexperimenten, onderzoek naar de nauwkeurigheid van verschillende methoden. IMAG Nota P99-107, Wageningen.

Van de Braak, N.J., Breuer J.J.G., Kempkes F.L.K., Swinkels G.L.A.M en Bloemhard C.M.J., 1998, Optimaal schermgebruik in kassen, evaluatie regelstrategieën IMAG Nota P98-02, Wageningen.

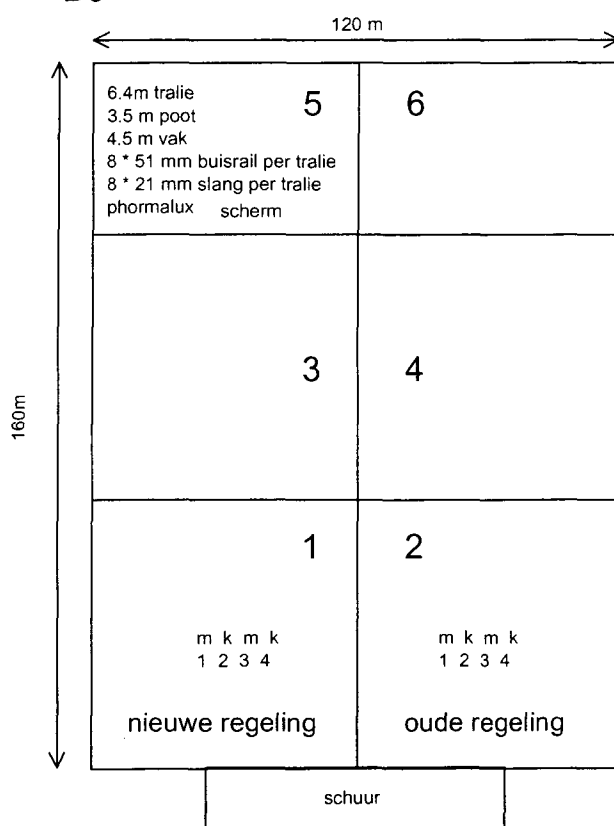
Van den Berg, G.A., De Ruiter, H.W., 1998, Normering van meetnauwkeurigheden van klimaatmetingen in praktijkkassen. Proefstation voor Bloemisterij en Glasgroente, Rapport 146.

Bijlage 1 Plattegronden be drijven

Ba

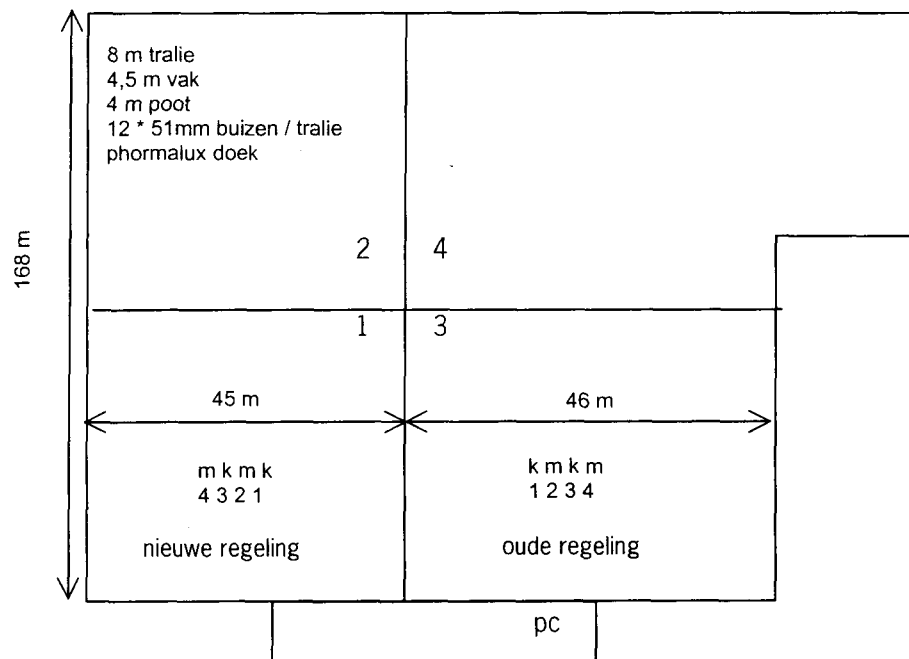


Bo

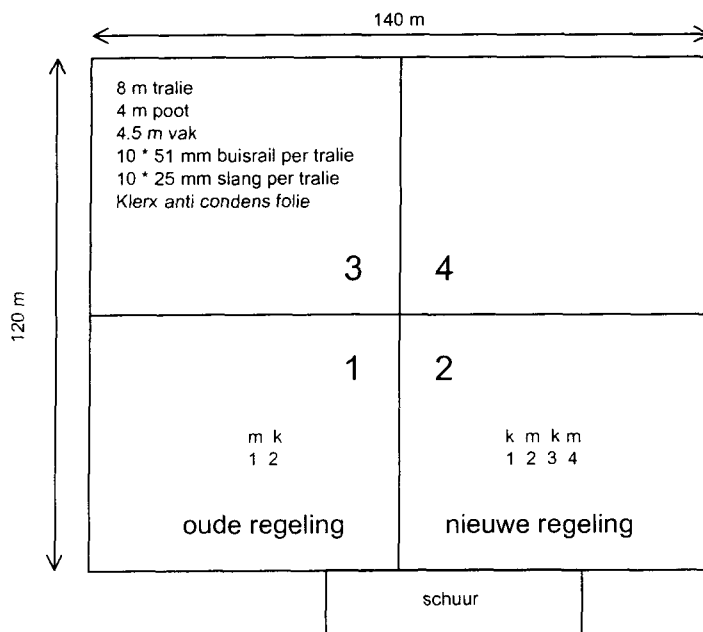


Schermkieren in de praktijk

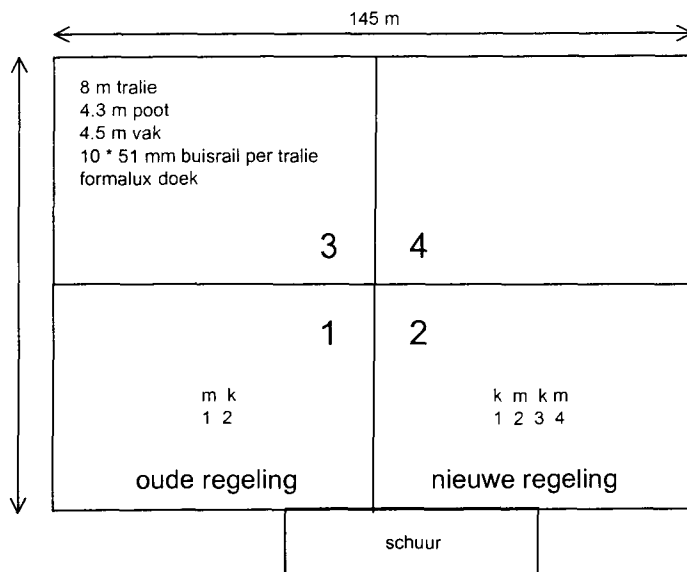
Du



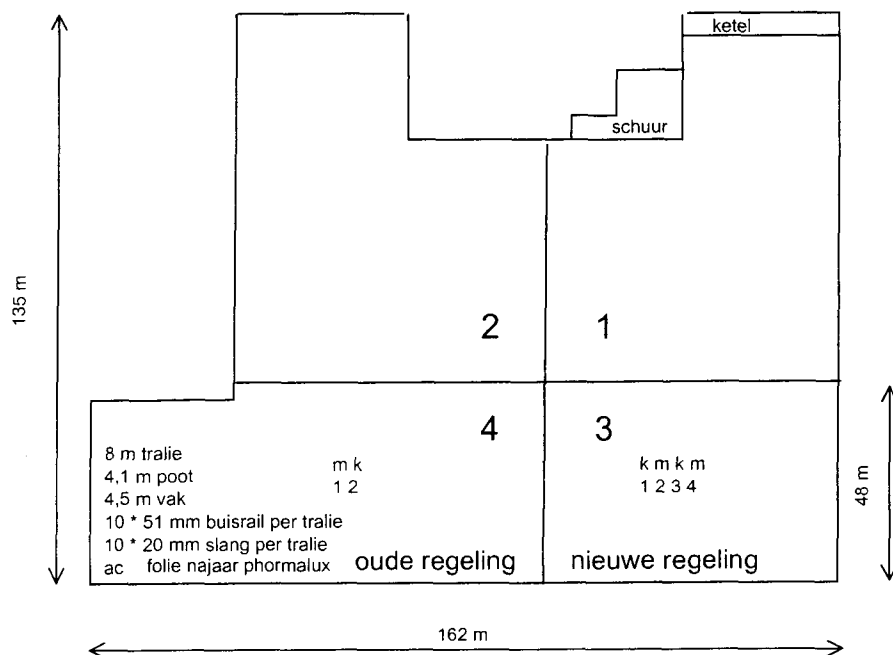
Ja



Pa



Va



Bijlage 2 Overzicht gelogde parameters van bedrijf Du

De opbouw van de meetnummers is synchroon met de rubrieken van de klimaatcomputer. De volgende algemene regels gelden hierbij:

M meting
I instelling
R regel
N afdeling
V veld
— subrubriek

De getallen geven de bijbehorende nummers aan.

De hieronder weergegeven meetnummers behoren bij programmaversie 718. Bij een andere programmaversie kunnen de meetnummers bij een andere dan hieronder beschreven parameter horen.

Weerbestanden:

Meetnummer	omschrijving
M4R1V1	Buitemtemperatuur
M4R2V1	Windsnelheid
M4R6V1	Globale straling
M4R3V1	Windrichting
M4R10V1	Regen
M4R10V2	Storm
M4R10V3	Vorst

Afdelingsinstellingen:

Meetnummer afd. 1	Meetnummer afd. 3	Omschrijving
M110N1R1V1	M110N3R1V1	Setpoint verwarming
M110N1R2V1	M110N3R2V1	Invloed straling op Setpoint verwarming
M110N1R3V1	M110N3R3V1	Invloed stralingssom op Setpoint verwarming
M110N1R4V1	M110N3R4V1	Invloed afkoeling en opwarming op Setpoint verwarming
M110N1R5V1	M110N3R5V1	Invloed temperatuur integratie op Setpoint verwarming
M110N1R6V1	M110N3R6V1	Berekende verwarming
M106N1R1V2	M106N3R1V2	Gemeten kaslucht
M115N1R2V1	M115N3R2V1	Instelling minimumbuis
M115N1R3V1	M115N3R3V1	Invloed straling op minimumbuis
M115N1R4V1	M115N3R4V1	Afwijking afkoelen opwarmen op minimumbuis
M115N1R5V1	M115N3R5V1	Invloed vocht op verwarming
M115N1R6V1	M115N3R6V1	Invloed warmteoverschot op minimumbuis
M115N1R7V1	M115N3R7V1	Invloed buffer legen op minimumbuis
M115N1R8V1	M115N3R8V1	Berekende minimumbuis
M115N1R13V1	M115N3R13V1	Berekende maximumbuis
M115N1R15V1	M115N3R15V1	Berekende buis
M115N1R16V1	M115N3R16V1	Gemeten buis
M115N1R18V1	M115N3R18V1	Totale afname vrijgifte
M115N1R23V1	M115N3R23V1	Pomp draait
M120N1R1V1	M120N3R1V1	Ventilatie temperatuur
M120N1R2V1	M120N3R2V1	Invloed straling op Ventilatie temperatuur
M120N1R3V1	M120N3R3V1	invloed stralingssom op Ventilatie temperatuur
M120N1R4V1	M120N3R4V1	Invloed afkoeling en opwarming op Ventilatie temperatuur
M120N1R5V1	M120N3R5V1	Invloed temperatuur integratie op Ventilatie temperatuur
M120N1R7V1	M120N3R7V1	Invloed vocht op Ventilatie temperatuur
M120N1R8V1	M120N3R8V1	Invloed Ventilatie temperatuur op doek
M120N1R9V1	M120N3R9V1	Berekende ventilatie temperatuur
M120N1R10V1	M120N3R10V1	Berekende naloop
M120N1R11V1	M120N3R11V1	Berekende ventilatietemperatuur windzijde

**Schermkieren in de praktijk**

M125N1R3V1	M125N3R3V1	Minraam beperking luwzijde
M125N1R4V1	M125N3R4V1	Maxraam beperking luwzijde
M125_2N1R5V1	M125_2N3R5V1	Keuze weersinvloed minraam luwzijde
M125N1R5V1	M125N3R5V1	Berekende minraam luwzijde
M125N1R6V1	M125N3R6V1	Berekende maxraam luwzijde
M125_2N1R2V1	M125_2N3R2V1	Factor temperatuur minraam luwzijde
M125_2N1R3V1	M125_2N3R3V1	Factor windsnelheid minraam luwzijde
M125_2N1R4V1	M125_2N3R4V1	Factor weersinvloed minraam luwzijde
M125_2N1R6V1	M125_2N3R6V1	Ingestelde minraam luwzijde
M125_2N1R7V1	M125_2N3R7V1	Invloed weer op ingestelde minraam luwzijde
M125_2N1R8V1	M125_2N3R8V1	Invloed vocht op ingestelde minraam luwzijde
M125_2N1R9V1	M125_2N3R9V1	Invloed weer op vocht instelling minraam luwzijde
M125_2N1R10V1	M125_2N3R10V1	Berekende minimum regeling luwzijde
M125N1R7V1	M125N3R7V1	Berekend raam luwzijde
M125N1R8V1	M125N3R8V1	Gemeten raam luwzijde
M125N1R11V1	M125N3R11V1	Minraam beperking windzijde
M125N1R12V1	M125N3R12V1	Maxraam beperking windzijde
M125_2N1R15V1	M125_2N3R15V1	Keuze weersinvloed minraam windzijde
M125N1R13V1	M125N3R13V1	Berekende minraam windzijde
M125N1R14V1	M125N3R14V1	Berekende maxraam windzijde
M125_2N1R12V1	M125_2N3R12V1	Factor temperatuur minraam windzijde
M125_2N1R13V1	M125_2N3R13V1	Factor windsnelheid minraam windzijde
M125_2N1R14V1	M125_2N3R14V1	Factor weersinvloed minraam windzijde
M125_2N1R16V1	M125_2N3R16V1	Ingestelde minraam windzijde
M125_2N1R17V1	M125_2N3R17V1	Invloed weer op ingestelde minraam windzijde
M125_2N1R18V1	M125_2N3R18V1	Invloed vocht op ingestelde minraam windzijde
M125_2N1R19V1	M125_2N3R19V1	Invloed weer op vocht instelling minraam windzijde
M125_2N1R20V1	M125_2N3R20V1	Berekende minimum regeling windzijde
M125N1R15V1	M125N3R15V1	Berekend raam windzijde
M125N1R16V1	M125N3R16V1	Gemeten raam windzijde
M100R2_1V2	M100R2_3V2	Gemeten Relatieve vochtigheid
M100R2_1V3	M100R2_3V3	Gemeten vocht deficit
I125_2N1R8V1	I125_2N3R8V1	Keuze vochtinvloed op minimumraam luwzijde
I125_2N1R16V1	I125_2N3R16V1	Keuze vochtinvloed op minimumraam windzijde
I112_5N1R13V1	I112_5N3R13V1	Dt verwarming
I112_5N1R14V1	I112_5N3R14V1	P actie verwing
I112_5N1R15V1	I112_5N3R15V1	I actie verwing
I112_5N1R16V1	I112_5N3R16V1	Compensatie vermogen
I112_5N1R17V1	I112_5N3R17V1	Gewenste vermogens regeeling
M100_2R3_1V1	M100_2R3_3V1	Vermogen buis
I168_1N1R6V1	I168_1N3R6V1	Berkende energie besparing doek
I168_1N1R7V1	I168_1N3R7V1	Berekende stralings beperking doek
M100R2_1V6	M100R2_3V6	Berekende straling in kas

Instellingen afdeling

Meetnummer afd. 1	Meetnummer afd. 3	Omschrijving
I165_3N1R2V1	I165_3N3R2V1	Vochtkier Geactiveerd periode 1
I165_3N1R6V1	I165_3N3R6V1	Instelling maximale vochtkier periode 1
I165_3N1R7V1	I165_3N3R7V1	Vochtniveau kier periode 1
I165_3N1R8V1X1	I165_3N3R8V1X1	Vochtafwijking min vocht periode 1
I165_3N1R8V1Y1	I165_3N3R8V1Y1	Vochtafwijking min kier periode 1
I165_3N1R8V1X2	I165_3N3R8V1X2	Vochtafwijking max vocht periode 1
I165_3N1R8V1Y2	I165_3N3R8V1Y2	Vochtafwijking max kier periode 1
I165_3N1R2V2	I165_3N3R2V2	Vochtkier Geactiveerd periode 2
I165_3N1R6V2	I165_3N3R6V2	Instelling maximale vochtkier periode 2
I165_3N1R7V2	I165_3N3R7V2	Vochtniveau kier periode 2
I165_3N1R8V2X1	I165_3N3R8V2X1	Vochtafwijking begin vocht periode 2
I165_3N1R8V2Y1	I165_3N3R8V2Y1	Vochtafwijking begin kier periode 2
I165_3N1R8V2X2	I165_3N3R8V2X2	Vochtafwijking eindvocht periode 2

**Schermkieren in de praktijk**

I165_3N1R8V2Y2	I165_3N3R8V2Y2	Vochtafwijking eind kier periode 2
I165_3N1R10V1	I165_3N3R10V1	Demping vochtmeting
I165_3N1R11V1	I165_3N3R11V1	Minimum wachttijd stap open
I165_3N1R12V1	I165_3N3R12V1	Minimum wachttijd stap dicht
I165N1R17V1	I165N3R17V1	Maximum vocht kier periode 1
I165N1R18V1	I165N3R18V1	Traject vocht kier begin periode 1
I165N1R19V1	I165N3R19V1	Traject vocht kier eind periode 1
I165N1R17V2	I165N3R17V2	Maximum vocht kier periode 2
I165N1R18V2	I165N3R18V2	Traject vocht kier begin periode 2
I165N1R19V2	I165N3R19V2	Traject vocht kier eind periode 2
I165_6N1R1V1	I165_6N3R1V1	Dodezone relatieve vocht afwijking
I165_6N1R2V1	I165_6N3R2V1	Dodezone vocht deficit afwijking
I165_6N1R3V1	I165_6N3R3V1	Minimum afwijking absoluut vocht trend dicht

Instellingen doek

Meetnummer afd. 1	Meetnummer afd. 3	Omschrijving
M160N1R2V1	M160N3R2V1	Gewenste doekfunctie
M160N1R3V1	M160N3R3V1	Maximum doekstand
M160N1R4V1	M160N3R4V1	Mag vocht kier
M160N1R5V1	M160N3R5V1	Mag temperatuurkier
M160N1R6V1	M160N3R6V1	Berekende kier
M160N1R7V1	M160N3R7V1	Beperking kierstand
M160N1R8V1	M160N3R8V1	Onbegrensde eindstand
M160N1R11V1	M160N3R11V1	Berekend doek
M160N1R12V1	M160N3R12V1	Gemeten doek
M160N1R13V1	M160N3R13V1	Beperking doekstand
M160N1R14V1	M160N3R14V1	Begrensde eindstand
M160N1R16V1	M160N3R16V1	Gerealiseerde doekfunctie
I165N1R20V1	I165N3R20V1	Maximum tempkier
I165N1R20V2	I165N3R20V2	Berekende tempkier
I165N1R21V1	I165N3R21V1	Maximum vocht kier
I165N1R21V2	I165N3R21V2	Berekende vocht kier
I165_3N1R9V1	I165_3N3R9V1	Kierregeling actief
I165_3N1R14V1	I165_3N3R14V1	Restterende wachttijd
I165_3N1R15V1	I165_3N3R15V1	Berekende stap
I165_3N1R16V1	I165_3N3R16V1	Voorkeur kierstand
I165_3N1R17V1	I165_3N3R17V1	Maximum vocht kier bereikt
I126N1R15V1	I126N3R15V1	Raam correctie actief
I165_3N1R18V1	I165_3N3R18V1	Gedempte relatieve vochtigheid
I165_3N1R51V1	I165_3N3R51V1	Gedempt vocht deficit
M110N1R6V1	M110N3R6V1	Berekende verwarmingstemperatuur
M106N1R1V2	M106N3R1V2	Gemeten kasttemperatuur
M120N1R9V1	M120N3R9V1	Berekende ventilatie temperatuur luwzijde
M100R2_1V2	M100R2_3V2	Gemeten RV
M100R2_1V3	M100R2_3V3	Gemeten VD
M115N1R15V1	M115N3R15V1	Berekende buistemperatuur
M115N1R16V1	M115N3R16V1	Gemeten buistemperatuur
M125N1R7V1	M125N3R7V1	Berende raamstand luwzijde
M125N1R8V1	M125N3R8V1	Gemeten raamstand luwzijde
M125N1R15V1	M125N3R15V1	Berende raamstand windzijde
M125N1R16V1	M125N3R16V1	Gemeten raamstand windzijde
M125N1R5V1	M125N3R5V1	Berekende minraam luwzijde
M125N1R13V1	M125N3R13V1	Berekende minraam windzijde
I190N1R15V1	I190N3R15V1	Ventilatoren
M105N1R1_1V4	M105N1R1_3V4	Absoluut vocht
I165_3N1R19V1	I165_3N3R19V1	Gedempt absoluut vocht kierregeling
I165_3N1R20V1	I165_3N3R20V1	Gedempt absoluut vocht laatste kierstand

Bijlage 3 Kasgegevens van de deelnemende bedrijven

bedrijf	Behandeling	Ba		Bo		Du		Ja		Pa		Va	
		nieuw	oud	nieuw	oud	nieuw	oud	nieuw	oud	nieuw	oud	nieuw	oud
Aantaltralies	-	8	9	10	10	10	10	15	15	7,25	7,25	6	6
Traliebreedte	m	8,0	8,0	6,4	6,4	8,0	8,0	8,0	8,0	8,0	8,0	8,0	8,0
Paden/tralie	-	6	6	4	4	6	6	5	5	5	5	5	5
Padlengte	m	64,0	64,0	59,5	59,5	45,3	46,3	70,0	70,0	71,0	71,0	66,0	96,5
Poothoogte	m	4,15	4,15	3,50	3,50	4,00	4,00	4,00	4,00	4,00	4,00	4,10	4,10
Ventilatoren	ha ⁻¹	13	13	8	8	0	0	5	5	10	10	12	4
Hoofdnnet													
buis/pad	-	2		2		2		2		2		2	
buismaat	mm	45		51		51		51		51		51	
groeinet													
buis/pad	-	1											
buismaat	mm	28											
matnet													
buis/pad	-	1		2				2				2	
buismaat	mm	25		25				25				25	

Bijlage 4 Algemene teeltgegevens per bedrijf

bedrijf		Ba	Bo	Du	Ja	Pa	Va
Cultivar	-	Nassau	Fiësta	Fiësta	Mandy	Bossanova	Prego
Zaadbedrijf	-	Rijk Zwaan	Enza Zaden	Enza Zaden	Rijk Zwaan	Rijk Zwaan	De Ruiter
Kleur bij oogst	-	oranje	geel	geel	rood	geel	groen
zaaidatum	-	14-10-1998	16-10-1998	05-11-1998	09-10-1998	18-10-1998	01-11-1998
plantdatum	-	24-11-1998	24-11-1998	29-12-1998	18-11-1998	06-12-1998	23-12-1998
Leeftijd bij planten	dg	41	39	54	40	49	52
gewasdraden/rij	-	1	2	1	2	2	2
stengels per plant	-	3	2	2	2	2	2
stengelafstand	cm	21,43	18,75	23,68	19,57	18,75	17,65
padbreedte	cm	133	160	133	160	160	160
stengeldichtheid	m ²	7,02	6,67	6,35	6,39	6,67	7,08
Ventilatoren aan als		Schermer>70%	Schermer>0%	n.v.t.	Schermer>0%	Schermer>0%	Vóór ½ april
		of				of	en
		RV>84%				VD<1,3g.cm ⁻³	(ramendicht
						of	of
						dT _{max.afdn} >1°C	tijdens nacht)