



# Effect maatregelen ter voorkoming van temperatuurverschillen in de kas bij gebruik van energieschermen met open bandjes

J.B. Campen







# Effect maatregelen ter voorkoming van temperatuurverschillen in de kas bij gebruik van energieschermen met open bandjes

J.B. Campen

© 2006 Wageningen, Plant Research International B.V.

Alle rechten voorbehouden. Niets uit deze uitgave mag worden verveelvoudigd, opgeslagen in een geautomatiseerd gegevensbestand, of openbaar gemaakt, in enige vorm of op enige wijze, hetzij elektronisch, mechanisch, door fotokopieën, opnamen of enige andere manier zonder voorafgaande schriftelijke toestemming van Plant Research International B.V.

Dit onderzoek werd gefinancierd door Productschap Tuinbouw middels een subsidie.

(PT projectnummer 1250009)



## **Plant Research International B.V.**

Adres : Droeendaalsesteeg 1, Wageningen  
: Postbus 16, 6700 AA Wageningen  
Tel. : 0317 - 47 70 00  
Fax : 0317 - 41 80 94  
E-mail : [info.pri@wur.nl](mailto:info.pri@wur.nl)  
Internet : [www.pri.wur.nl](http://www.pri.wur.nl)

# Inhoudsopgave

	pagina
Samenvatting	1
1. Inleiding	3
2. Randvoorwaarden CFD berekeningen	5
3. Resultaten	7
3.1 Huidige situatie	7
3.2 Oplossing met verwarmingsbuis	8
3.3 Oplossing met 1:20 scherm	9
3.4 Oplossing scheidswand boven scherm	10
3.5 Oplossing verschillende schermen	11
4. Conclusies	13
Bijlage I. Brief tuinders	2 pp.



# Samenvatting

Afgelopen winters hebben wij als een groep tomaten kweker geconstateerd dat verschillende bedrijven een probleem hebben met de temperatuursverdeling in de kas. Bij de gevel is het tot 4°C kouder dan in het midden van de kas. Na inventarisatie van de problemen is gebleken dat al deze bedrijven een zogenaamd open schermdoek van Ludvig Svensson (LS) hebben geïnstalleerd. Een open schermdoek betekent dat er een half open bandje zit in het doek. Deze doeken worden ongeveer sinds 2003 verkocht en zijn bedoeld om meer vocht af te voeren via dat half open bandje. Voor het afvoeren van vocht zijn de doeken een verbetering, vooral voor de tomatenteelt. Helaas is er een neveneffect, de temperatuursverdeling in een kas met een open schermdoek wordt negatief beïnvloed. In samenwerking met Ludvig Svensson zijn verschillende oplossingen in de kas geprobeerd. Geen van deze oplossingen zorgde voor een drastische vermindering van de temperatuurverschillen. Er zijn drie alternatieve oplossingen opgesteld die mogelijk wel de temperatuurverschillen zouden opheffen, echter de potentie van deze oplossingen testen in een praktijkexperiment is te kostbaar. Daarom zijn deze oplossingen met een simulatiemodel doorge-rekend.

Het simulatiemodel berekent de temperatuur en luchtbeweging in de kas afhankelijk van de randvoorwaarden. Eerst is gekeken naar de bestaande situatie om de betrouwbaarheid van de simulatie aan te tonen. Vervolgens zijn de voorgestelde oplossingen bekeken.

Geen van de voorgestelde oplossingen bleek het temperatuurverschil te verkleinen. Er kan worden geconcludeerd dat openingen in het scherm zorgen voor horizontale temperatuurverschillen en dat deze zoveel mogelijk vermeden moeten worden.





# 1. Inleiding

Een groep van 7 tomaten kwekers ondervindt een grote horizontale temperatuurvariatie in hun kas. Alle tuinders hebben een zogenaamd open scherm doek in hun kas geïnstalleerd. Dit scherm is open voor de lucht omdat er om de zoveel bandjes in het scherm een bandje is weggehaald en vervangen door een bandje met de halve breedte. Dit scherm is ontwikkeld om het vochttransport door het scherm te vergroten zodat de kans op condensatie op het gewas onder het scherm kleiner wordt. De vochtafvoer blijkt in de praktijk hoger door dit scherm maar de temperatuurverschillen zijn ook aanzienlijk groter. De tuinders hebben in samenwerking met de leverancier van de het schermdoek verschillende oplossingen voor de temperatuurverschillen geprobeerd welke zijn verwoord in de brief in de bijlage. Geen van deze oplossingen bleek succesvol. Een aantal alternatieve oplossingen door de tuinders bedacht bleken te kostbaar om in de praktijk te testen daarom is PRI gevraagd de potentie van deze oplossingen modelmatig te bepalen.

In dit rapport wordt de potentie van de door de tuinders voorgestelde oplossingen gegeven op basis van een simulatiemodel.



## 2. Randvoorwaarden CFD berekeningen

Het klimaat in de kas wordt met computational fluid dynamics (CFD) gesimuleerd. Dit is een rekenmethode waarmee de luchtstroming en de temperatuurverschillen in een ruimte kunnen worden bepaald op basis van de ingegeven randvoorwaarden. Er zijn reeds verschillende projecten uitgevoerd waarbij gebruik wordt gemaakt van deze techniek (bijv. betere temperatuurverdeling door regelbare gevelverwarming PT11456 te downloaden op [www.tuinbouw.nl](http://www.tuinbouw.nl)). Doel van de berekeningen in het voorgestelde project is om maatregelen t.v.v. temperatuurverschillen door tuinders voorgesteld te analyseren op basis van effectiviteit. Voordeel van deze aanpak is dat de maatregelen niet eerst in de praktijk hoeven te worden getest, wat tijd en geld bespaart. Eerst wordt de bestaande situatie berekend zodat de simulatie goed overeenkomt met de waarnemingen in de praktijk. Onderstaande berekeningen worden uitgevoerd.

1. Standaard situatie  
Een kas van 6 meter hoog, 1 half bandje op per 15 bandjes dicht, 3 dichte banen langs de gevel en 3 banen boven het betonpad, afschot kas van 18 cm/100 mtr en 100 mtr gootlengte.
2. Extra verwarming bij de gevel  
Zelfde kas als bij de standaard situatie, behalve dat er 3 poten vanaf de gevel (dus op de scheiding van het open en het dichte schermdoek) een verwarmingsbuis geïnstalleerd is.
3. Gefaseerde overgang van dicht naar open schermdoek  
Zelfde kas als bij de standaard situatie. Alleen nu 6 banen dicht vanaf de gevel, dan 6 banen met 1 half open bandje op de 20 bandjes en de rest naar het betonpad toe met 1 op de 15 bandjes open.
4. Twee typen schermen  
Er worden 3 banen langs de gevel dicht en 3 banen bij het betonpad. De rest wordt voor de helft 1% open (bij de gevel) en de andere helft 1.8% open.

Overige randvoorwaarden die nodig zijn voor de berekening:

- De buitentemperatuur wordt 10°C verondersteld met een hemeltemperatuur van 0°C.
- De warmteoverdracht aan de buitenzijde door convectie wordt op 10 W/m<sup>2</sup>K ingesteld.
- De verwarming zorgt ervoor dat de gemiddelde luchttemperatuur op gewasniveau 20°C is.

Eigenschappen van het SLS 10 Ultra Plus 1:15

- 0.4125 cm per bandje.
- Per 15 bandjes is er een half bandje.

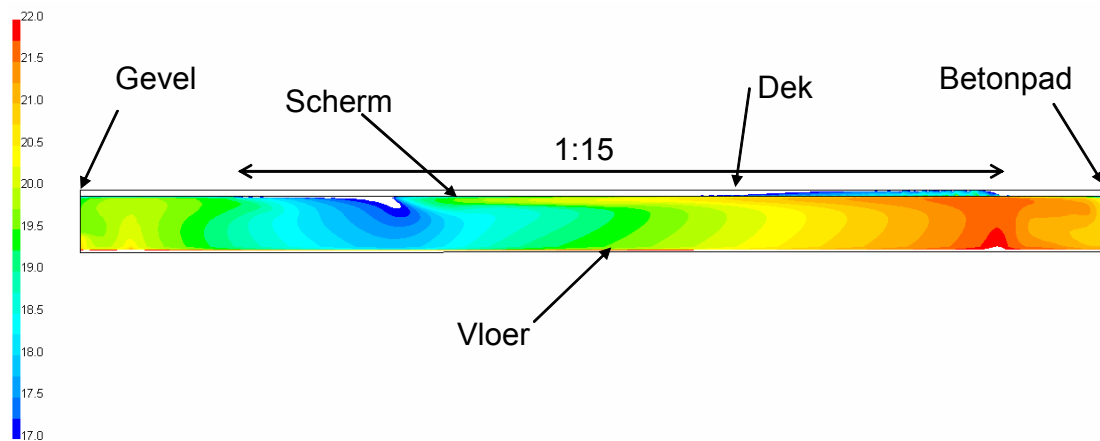


### 3. Resultaten

De resultaten worden weergegeven als temperatuurverdeling in de kas zoals deze uit de berekeningen volgen. De temperatuurverdeling is in het verticale vlak parallel aan de gootrichting. Aan de linkerzijde van de figuur staat de schaal van de temperatuurverdeling. Deze schaal wordt zo ingesteld dat het temperatuurgebied in de kas duidelijk zichtbaar is. Indien de temperatuur zich niet binnen de schaal bevindt wordt deze niet weergegeven maar is deze wit van kleur. LET OP: SCHAAL VERSCHILT PER BEREKENING!

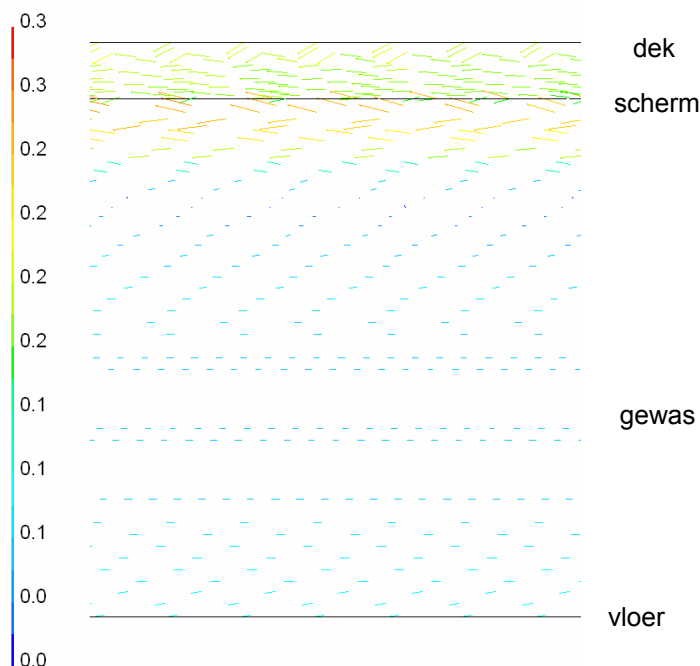
#### 3.1 Huidige situatie

Eerst wordt de huidige situatie berekend om te zien of het model ook de temperatuurverschillen waargenomen in de kas beschrijft.



*Figuur 1. Temperatuurverdeling in de kas.*

De temperatuurverschillen komen overeen met de verschillen die in de kas worden gevonden. De lage temperatuur in de kas, waar de lucht van boven het scherm naar beneden komt, ligt niet exact bij de overgang van het gesloten scherm naar het open scherm maar verder richting het betonpad.

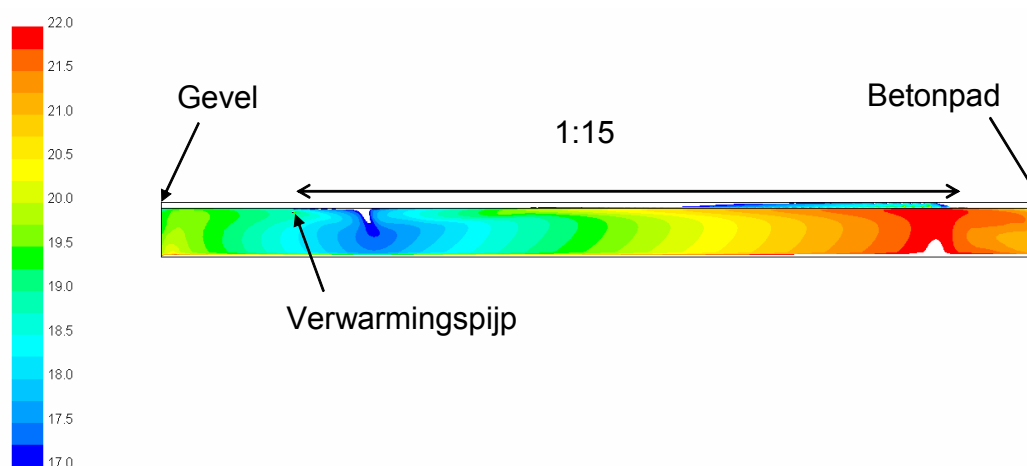


*Figuur 2. Snelheidsvectoren boven en onder het scherm 50 m van de gevel.*

De snelheidsvectoren in het midden van de kas laten zien dat de lucht boven het scherm naar de gevel stroomt en dat er als gevolg hiervan ook lucht direct onder het scherm richting de gevel stroomt. De luchtsnelheid boven het scherm is vele malen groter dan onder het scherm nabij het gewas.

## 3.2 Oplossing met verwarmingsbuis

Bij deze berekening wordt een verwarmingsbuis van 80°C, 50 cm onder het scherm, 3 banen uit de gevel geplaatst. De diameter van de buis is 51 cm.

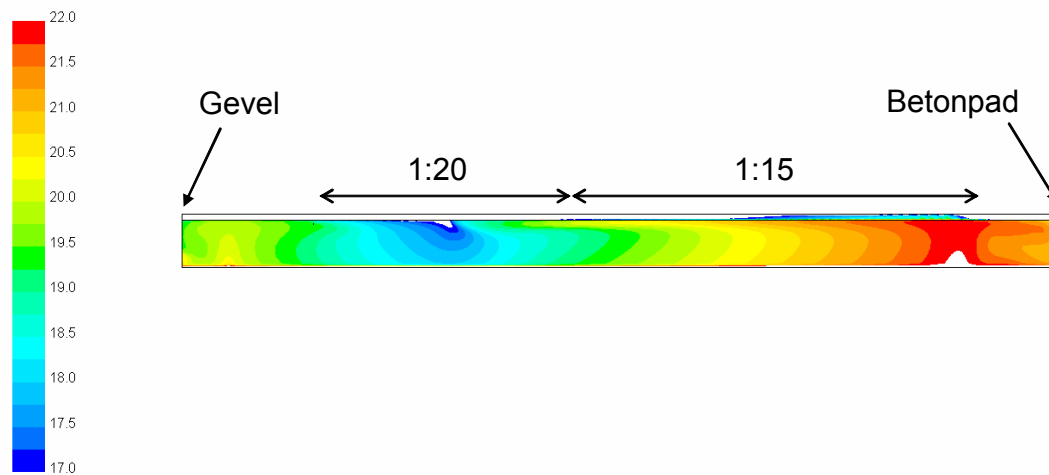


*Figuur 3. Temperatuurverdeling in de kas als er een verwarmingsbuis met een temperatuur van 80 °C wordt gebruikt.*

De verwarmingspijp zorgt er niet voor dat de temperatuurverschillen kleiner worden. De capaciteit van de buis is niet voldoende. Gezien de temperatuurverdeling moet worden aangenomen dat er een groot aantal verwarmingsbuizen nodig zijn wil dit effect hebben. Dit is niet wenselijk aangezien deze zich dan boven het gewas bevinden en daarmee licht wegnemen. De positie van de verwarmingsbuis is niet optimaal op deze locatie maar als deze op de koudste plek was geplaatst zou het effect waarschijnlijk ook minimaal zijn of de koudste plek zou verplaatsen naar het midden van de kas.

### 3.3 Oplossing met 1:20 scherm

Baan 4 tot en met 18 worden vervangen door een dichter scherm waarbij er een half bandje wordt gebruikt per 20 schermbandjes.

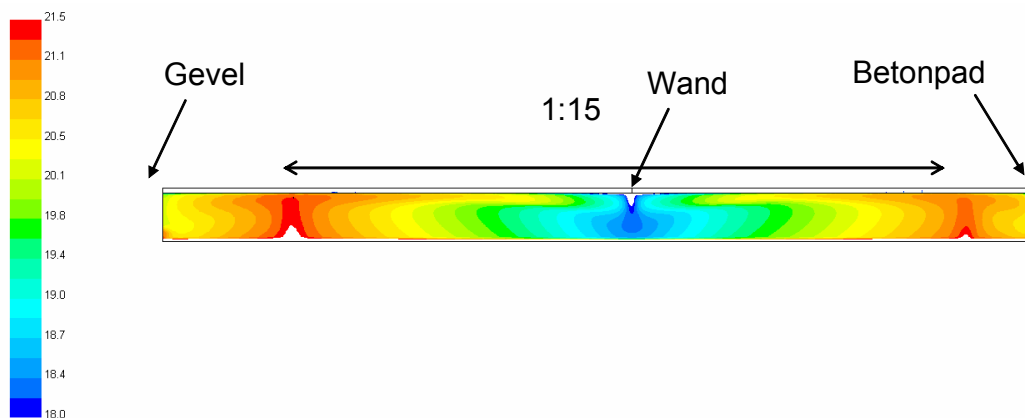


*Figuur 4. Temperatuurverdeling.*

De temperatuurverdeling is gelijk aan de huidige situatie. Deze oplossing lijkt ook niet succesvol. De lucht ondervindt niet voldoende weerstand door het scherm waardoor de recirculatie van lucht nog steeds kan optreden.

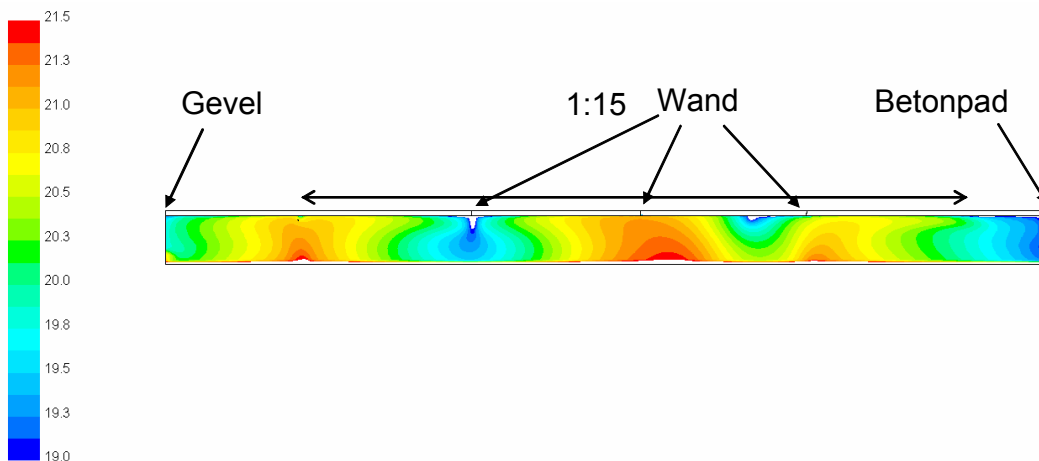
### 3.4 Oplossing scheidswand boven scherm

De grote temperatuurverschil worden veroorzaakt door de luchtstroming boven en onder het scherm. Door scheidingswanden aan te brengen boven het scherm kan deze stroming mogelijk worden verminderd en daarmee de temperatuurverschillen.



Figuur 5. *Temperatuurverdeling.*

Door een scheidingswand boven het scherm te plaatsen neemt het temperatuurverschil af met meer dan anderhalve graad. De gemiddelde temperatuur gaat ook iets omhoog in de kas omdat er minder stroming is langs het dek wat zorgt voor minder warmte-uitwisseling.



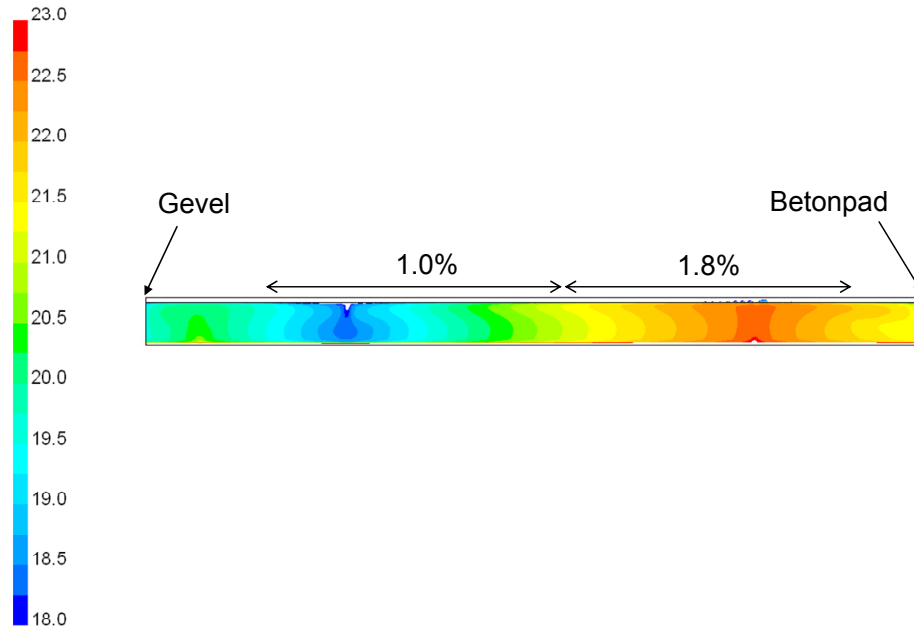
Figuur 6. *Temperatuurverdeling.*

Indien het aantal scheidingswanden wordt vergroot neemt het temperatuurverschil iets af. Plaatsen van scheidingswanden boven het scherm heeft dus een positief effect op het klimaat in de kas maar gezien het feit dat deze wanden licht zullen wegnemen zal een degelijke oplossing in de praktijk niet wenselijk zijn.



### 3.5 Oplossing verschillende schermen

Ten slotte is nog gekeken naar het effect als de openingen in het scherm nog kleiner worden gemaakt dan nu met de huidige schermen het geval is.



*Figuur 7. Temperatuurverdeling.*

Een scherm met een kleiner scherm opening dan voorgaande berekening geeft nog steeds aanleiding tot horizontale temperatuurverschillen.



## 4. Conclusies

- Eén verwarmingsbuis met een diameter van 50 cm plaatsen onder het scherm op de overgang van gesloten naar open heeft geen effect.
- Schermen met een minder grote opening gebruiken voor een deel van het scherm geeft geen verbetering.
- Compartimenten maken boven het scherm dat open is zorgt voor een verlaging van de temperatuurverschillen in de kas.
- Horizontale temperatuurverschillen treden ook op bij een scherm met een openingspercentage van 1%.

De overall conclusie is dat openingen in het scherm zorgen voor horizontale temperatuurverschillen in de kas. Openingen moeten dan ook zoveel mogelijk worden voorkomen. Permanente openingen zoals bij de beschreven schermdoeken zijn daarmee niet de oplossing voor de vochttafvoer als temperatuurverschillen niet mogen optreden. Schermen waarbij wel het vocht door het scherm wordt gelaten maar geen lucht zijn verkrijgbaar maar de hoeveelheid vochttransport is niet zo groot als bij de open schermen. Ontvochtiging door mechanische luchtbehandeling is een mogelijke oplossing, zie hiervoor het rapport 'Gecontroleerde vochttafvoer bij schermen' op de website van het PT [www.tuinbouw.nl](http://www.tuinbouw.nl).



## Bijlage I.

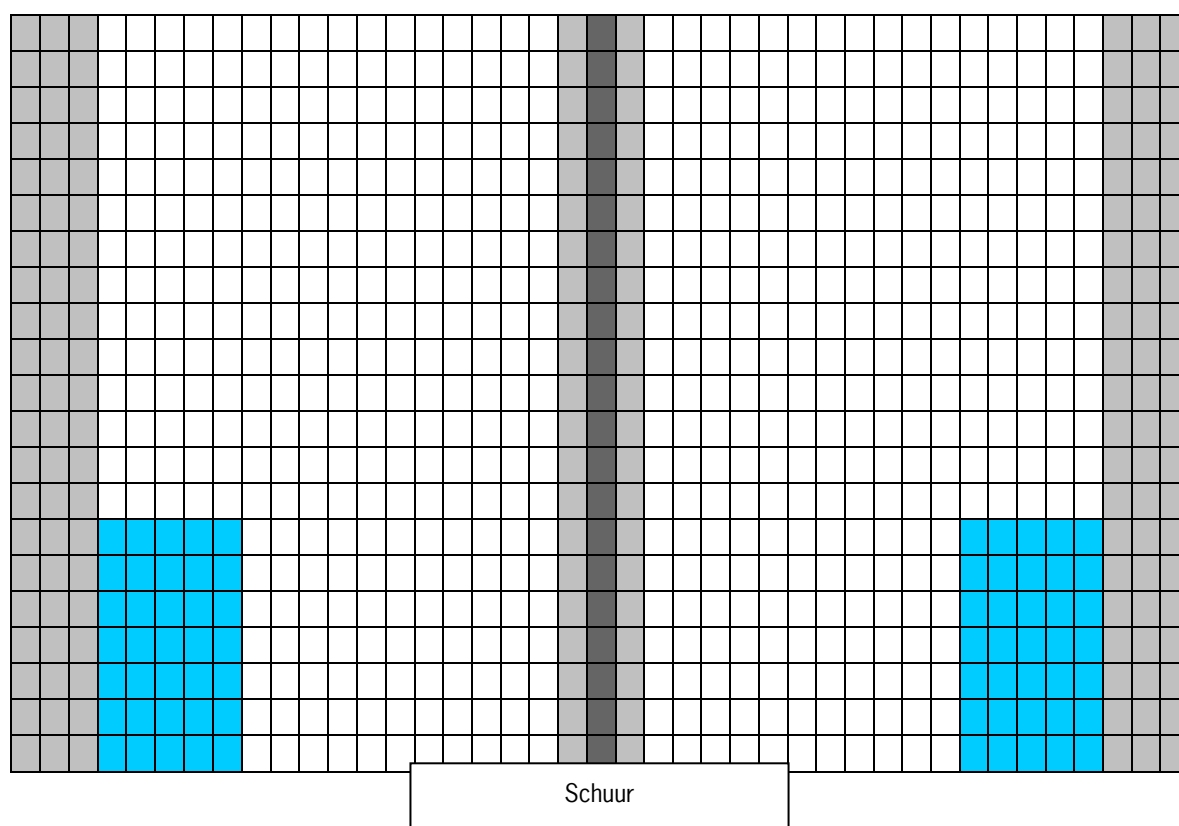
### Brief tuinders

Afgelopen winters hebben wij als een groep tomaten kweker geconstateerd dat verschillende bedrijven een probleem hebben met de temperatuursverdeling in de kas. Bij de gevel is het tot 4°C kouder dan in het midden van de kas.

Na inventarisatie van de problemen is gebleken dat al deze bedrijven een zogenaamd open schermdoek van Ludvig Svensson (LS) hebben geïnstalleerd. Een open schermdoek betekent dat er een half open bandje zit in het doek. Dit kan zijn per 5, 10, 15 of 20 bandjes. Deze doeken worden ongeveer sinds 2003 verkocht en zijn bedoeld om meer vocht af te voeren via dat half open bandje. Voor het afvoeren van vocht zijn de doeken een verbetering, vooral voor de tomatenteelt. Helaas is er een neveneffect, de temperatuursverdeling in een kas met een open schermdoek wordt negatief beïnvloed.

In samenwerking met Ludvig Svensson zijn er afgelopen winter verschillende proeven op het bedrijf van Kwekerij Arkse. Hier is geprobeerd met ventilatoren de verschillen te beperken door ze onder de goot te hangen en verschillende blaasrichtingen te proberen. Ook is er geprobeerd met dichte doeken langs de gevel de kouval meer te verdelen over de kas. Maar geen van deze proeven heeft geleid tot een bevredigende oplossing.

De situatie is als volgt bij de tomatenteler waar we diverse proeven hebben gedaan om het horizontale temperatuurverschil op te heffen.



- Lengterichting van de goot (teelt- en hemelwatergoot).
- De luchtstromingen in de kas lopen gelijk aan de gootrichting.
- Oppervlakte van de afdeling 200 x 200 m.



- De kas heeft een poothoogte van 6 m.
- Scherm loopt dicht in de richting van de teeltgoot.
- Het betonpad bevindt zich in de meest donkergrijze kolom. Al de grijs gearceerde banen hebben gesloten schermen. De blanco kolommen hebben open schermen (SLS 10 Ultra Plus 1:15). De blauw gearceerde kolommen zijn onderdeel van de proef, en zijn eveneens gesloten schermбанen.
- In eerste instantie zijn aan de gevels en boven het middenpad 3 banen met gesloten doeken geplaatst. Dit om de kouval te blokkeren. Het afschot van de kas loopt van het middenpad naar de gevels, de warme lucht wil in principe boven het middenpad omhoog (hoogste punt) en de koude lucht wil bij de gevels (laagste punt) naar beneden. Door hier gesloten banen te plaatsen wordt dit verhinderd.
- Helaas ontstonden er temperatuursverschillen van 3-4°C. De volgende stappen hebben we genomen om dit te verminderen:
  - Ventilatoren naar beneden gehaald (van onder het scherm, naar onder de teeltgoot) en naar de gevels laten blazen. Tegen de geconstateerde luchtstroomrichting die warmte naar het middenpad blaast. In een klein gedeelte van de kas gaf dit een redelijk resultaat. Vervolgens toegepast in de gehele afdeling, met als resultaat dat de temp verschillen weer op het oude niveau waren.
  - Extra gesloten banen gecreëerd langs de gevels (blauwe kolommen), voor ongeveer 1/3 van de lengte van de kas (64 meter van de 200 meter). Ons inziens een representatieve proef. Het idee hier achter is dat we de koude luchtstroom, die door het open schermdoek naar beneden komt, willen afvlakken. Het oppervlak met gesloten schermdoek neemt immers toe, en oppervlak met open schermdoek neemt af. Helaas geen gewenste resultaten. Aan de linkerkant van het middenpad is het koud aan de gevels en warm bij het middenpad. Aan de rechterkant van het middenpad is het warm bij de gevel en langs het middenpad, en koud in het midden (scheiding open – gesloten schermdoeken).
  - Ophangen van ventilatoren op de grens open – gesloten schermdoeken. Met het idee om de koude stroom die door de open schermdoeken naar beneden komt en langs het scherm naar de gevels stroomt te doorbreken en te verstoren. We dachten hiermee een meer gelijkmatige temp verdeling te krijgen. Helaas niet het gewenste resultaat.

Deze intensieve proeven konden allemaal plaatsvinden omdat het afgelopen winter vrij lang koud bleef. Maar toen de buitentemperaturen opliepen en het schermdoek niet meer werd gebruikt, konden er geen nieuwe proeven gedaan worden. Toen kwamen we via LS in contact met de heer Campen van PPO. Deze man heeft een computerprogramma waarmee temperatuursverschillen berekend kunnen worden. Na het invoeren van de huidige situatie in het programma kwamen er dezelfde resultaten uit als in de praktijk.

Na alle problemen door de temperatuursverschillen zijn de kwekers in onze groep ervan overtuigd dat we de komende winter niet de zelfde problemen willen ondervinden als afgelopen paar winters, 1 teler heeft vorig jaar zijn schermdoek al verwisseld omdat hij niet nog een jaar met hetzelfde probleem wilde doortelen. En omdat we nu geen proeven meer kunnen doen in de praktijk, zijn we aangewezen op het programma van de heer Campen. Wij willen daarom graag in aanmerking komen voor subsidie op deze proeven. Ook omdat wij als groep niet de enige zijn die deze problemen hebben.