



Effecten van luchtbehandeling bij de teelt van Basilicum in pot op een betonvloer



Ing. P.A. van Weel

Wageningen UR Glastuinbouw, Wageningen

Mei 2012

© 2012 Wageningen, Wageningen UR Glastuinbouw

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 Wageningen UR Glastuinbouw

Wageningen UR Glastuinbouw

Adres : Violierenweg 1, 2665 MV Bleiswijk

: Postbus 20, 2665 ZG Bleiswijk

Tel. : 0317 - 48 56 06

Fax : 010 - 522 51 93

E-mail : glastuinbouw@wur.nl

Internet : www.glastuinbouw.wur.nl

Onderzoek uitgevoerd in samenwerking met:

Gipmans Planten, Venlo

Vostermans Ventilation, Venlo

ITB, installatietechniek, Boxmeer

Inhoudsopgave

	pagina
Samenvatting	1
1. Inleiding	2
2. Doelstelling	2
3. Aanpak	2
3.3.1 Systemen	3
3.3.2 Teelten en metingen	5
4. Resultaten metingen	6
4.1 Inregelteelt	6
4.2 Nivolators met 1 slurf per kap en de Basketfan op stand 3	6
4.2.1 Meetplan	6
4.2.2 Resultaten Nivulator	7
4.2.3 Resultaten Basketfan	7
4.2.4 Verschil met referentie	9
4.2.5 Conclusies 2 ^e teelt	9
4.3 Nivolators met 1 slurf per 2 kappen en de Basketfan op stand 4	10
4.3.1 Meetplan	10
4.3.2 Resultaten Nivulator	10
4.3.3 Resultaten Basketfan	12
4.3.4 Vergelijk met Referentie	13
4.3.5 Conclusies 3 ^e teelt	14
4.4 VFlo met 1 slurf per 2 tralies, Basketfan stand 3	15
4.4.1 Resultaten VFlo	15

4.4.2 Resultaten Basketfan	16
4.4.3 Vergelijking met de Referentie	18
4.4.4 Conclusies 4 ^e teelt	19
5. Plantmetingen	20
5.1 Resultaten metingen	20
5.2 Conclusies	21
6. Conclusies en aanbevelingen	22
6.1 Conclusies	22
6.2 Aanbevelingen	22

Samenvatting

Het Nieuwe Telen is een teeltwijze waarbij het energieverbruik voor verwarming zoveel mogelijk wordt teruggedrongen door energieschermen zo dicht en zo lang mogelijk te sluiten. De oplopende vochtigheid wordt beheerst door buitenlucht toe te voeren. Op het potplanten bedrijf van Gipmans Planten in Venlo hebben proeven plaats gevonden om die buitenlucht zo goed mogelijk over en tussen de planten te verdelen. Omdat de planten volvelds dicht bij elkaar staan op een betonvloer kunnen er geen slurven tussen de rijen potten worden gelegd. Daarom zijn in samenwerking met Vostermans Ventilation uit Venlo een aantal alternatieve distributiesystemen bedacht, door ITB uit Boxmeer aangelegd en door WUR Glastuinbouw getest in najaar en winter 2011. Er zijn twee hoofdsystemen getest, met daarbinnen wat varianten. Ten eerste een systeem met luchtslurven bovenin de kas met daaronder de bestaande circulatieventilatoren van Nivola, later gevolgd door een nieuw ontwikkelde circulatiefan van Vostermans, de VFlo. Ook het aantal slurven is gevarieerd, één of twee per 16m breedte. Het tweede systeem bestond uit een ventilator die voor de uitblaasopening van de buitenluchtoevoer stond, de Basketfan van Vostermans. Deze mengde per uur tot 16.800 m³ kaslucht met 1.200 m³ buitenlucht en blies die vervolgens over de planten heen richting middenpad. Deze ventilator is bij 2 toerentallen getest.

Beide systemen waren in staat om de RV tussen het gewas voldoende te verlagen bij volledig gesloten scherm. De Basketfan verlaagde in de laatste week van de teelt, dus bij zeer gesloten gewas, de eerste 50m de RV zelfs meer dan de slurf met Nivolator of VFlo. Ook was dit systeem minder gevoelig voor een te lage temperatuur van de ingeblazen buitenlucht. Maar na 50 m begon de RV boven en tussen het gewas sterk op te lopen, overigens zonder gewasschade. De hoogste ventilatorstand leverde de grootste verlaging van de RV tussen de planten op.

De VFlo verlaagde de RV tussen het gewas iets beter dan de Nivolator. Beide leverden een gelijkmatige verdeling van temperatuur en RV binnen het werkingsgebied van de ventilator op. Maar bij een te lage inblaastemperatuur ontstonden bij beide systemen lokale koude plekken met een hogere RV. Dat stelt dus iets hogere eisen aan de temperatuurbeheersing van de lucht die uit de luchtbehandelingskast komt. Daarbij moet wel worden aangetekend dat het ook zou helpen als de lucht die uit de gaten in de slurf komt gericht in de luchtstroom van de ventilator zou zijn geblazen. Er was nauwelijks verschil in effect van één grote slurf per 16m breedte of twee kleinere slurven op diezelfde breedte.

1. Inleiding

In het kader van “Het Nieuwe Telen” is een proef uitgevoerd op het bedrijf van Gipmans in Venlo met diverse systemen om tot kasttemperatuur opgewarmde buitenlucht zo dicht mogelijk bij of tussen een Basilicum gewas te krijgen. De doelstelling van het “Nieuwe Telen” is om energieschermen zoveel mogelijk te sluiten en vochtafvoer niet meer te laten verlopen via een kier in het scherm in combinatie met een warme buis, maar via het gecontroleerd toevoeren van buitenlucht. Basilicum planten in pot staan zeer aaneengesloten op een eb-vloed betonvloer waardoor het onmogelijk is om droge lucht via slurven tussen de rijen potten te distribueren. Daarnaast maakt ook de mechanisatie met opraapvorken op heftrucks een dergelijke oplossing onmogelijk. Daarom is gezocht naar alternatieven die de RV tussen het gewas kunnen verlagen en zelf geen hoog energieverbruik of hoge investeringen met zich mee brengen. In een workshop met limburgse ondernemers uit het INES netwerk (Limburgs netwerk van tuinders gericht op energiebesparing) zijn de mogelijkheden daarvoor op een rijtje gezet. De gekozen oplossingsrichtingen zijn voorgelegd aan de firma Vostermans uit Venlo die een tweetal systemen heeft voorgesteld en nader uitgewerkt. Daarnaast is gekozen voor een bestaand systeem dat in een andere teelt al met succes was toegepast. De firma ITB uit Boxmeer heeft vervolgens drie systemen gerealiseerd om daarmee vergelijkende proeven uit te kunnen voeren.

2. Doelstelling

1. 20% besparen op de inzet van warmte door de schermdoeken meer te sluiten en de vochtregeling uit te voeren door gecontroleerde toevoer van buitenlucht.
2. De droge lucht zo dicht mogelijk bij of tussen het gewas te brengen zonder gebruik te maken van slurven tussen de planten, met als doel botrytis of andere schimmelziekten te voorkomen.
3. Universele oplossing bereiken voor potplantenbedrijven die op de grond of op betonvloeren telen.
4. Betaalbaar systeem dat de geschatte investeringsruimte van €10/m² kas niet overschrijdt.

Naast deze algemene doelstellingen zijn er een aantal randvoorwaarden:

1. Geen hinder voor de logistiek die plaatsvindt met heftrucks en opraapvorken.
2. Zo min mogelijk lichtwegname.
3. Een goede horizontale verdeling van temperatuur en RV.
4. In te bouwen in bestaande kassen.
5. Zo mogelijk betere kwaliteit of meer groei (verhoogt de investeringsruimte van maximaal €10/m²)

3. Aanpak

In een afdeling van 7000 m² is een systeem voor buitenluchttoevoer aangelegd met daaraan gekoppeld drie verschillende systemen om de opgewarmde buitenlucht over de planten te distribueren. Vanaf oktober 2011 hebben 4 teelten Basilicum in 13cm pot plaatsgevonden. Met meetapparatuur is de invloed op het klimaat gemeten en vergeleken met een referentiepartij in dezelfde afdeling.

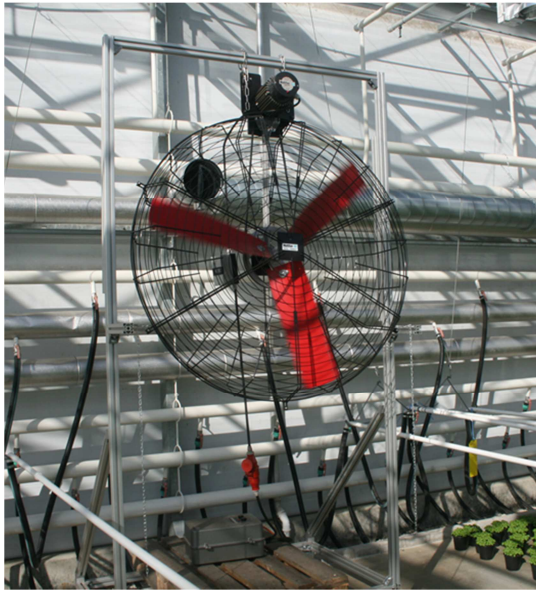
3.3.1 Systemen

In een bestaande afdeling met 7 kappen van 9,6 bij 100m zijn 3 kappen uitgerust met een systeem voor het inblazen van buitenlucht. Deze lucht werd aan de gevel opgewarmd tot kaslucht temperatuur en daarna via een metalen verdeelleiding met handafsluiters naar 3 verschillende systemen getransporteerd.

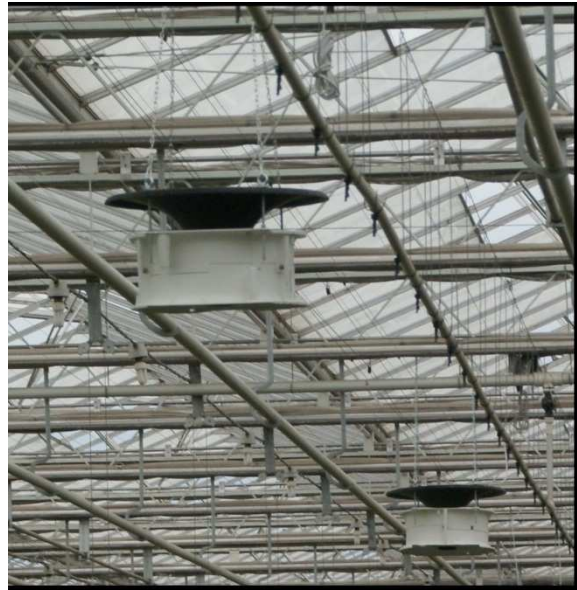
1. 10cm slurven die vlak boven het gewas hingen. De slurven hangen 1,6 m uit elkaar.
2. Op elke 220 m² een Nivolator ventilator van Nivola BV die in gebied met een diameter van 16m, 4.000 m³/uur lucht verticaal circuleert. Per uur werd over een lengte van 25m per kap 1.200 m³ buitenlucht net onder de tralie toegevoerd met naar keuze 1 slurf van 25cm per kap of met 1 slurf van 40cm per twee kappen. Dat is een debiet van 5 m³/m²/uur. Vanaf teelt 4 is de Nivolator vervangen door een VFlo ventilator van Vostermans BV. Dit is eveneens een verticaal blazende ventilator, maar met een iets groter debiet en worp.
3. Een Basketfan van Vostermans BV met een schoependiameter van 1,3m en een 5-standen toerenregeling. Bij stand 3 ongeveer 12.000 m³/uur en bij stand 4 ongeveer 18.000 m³/uur. Op 0,5m afstand van de aanzuigopening van deze ventilator werd per uur 1.200 m³ buitenlucht toegevoerd.



Naar keuze 1 of 2 slurven in combinatie met een Nivolator

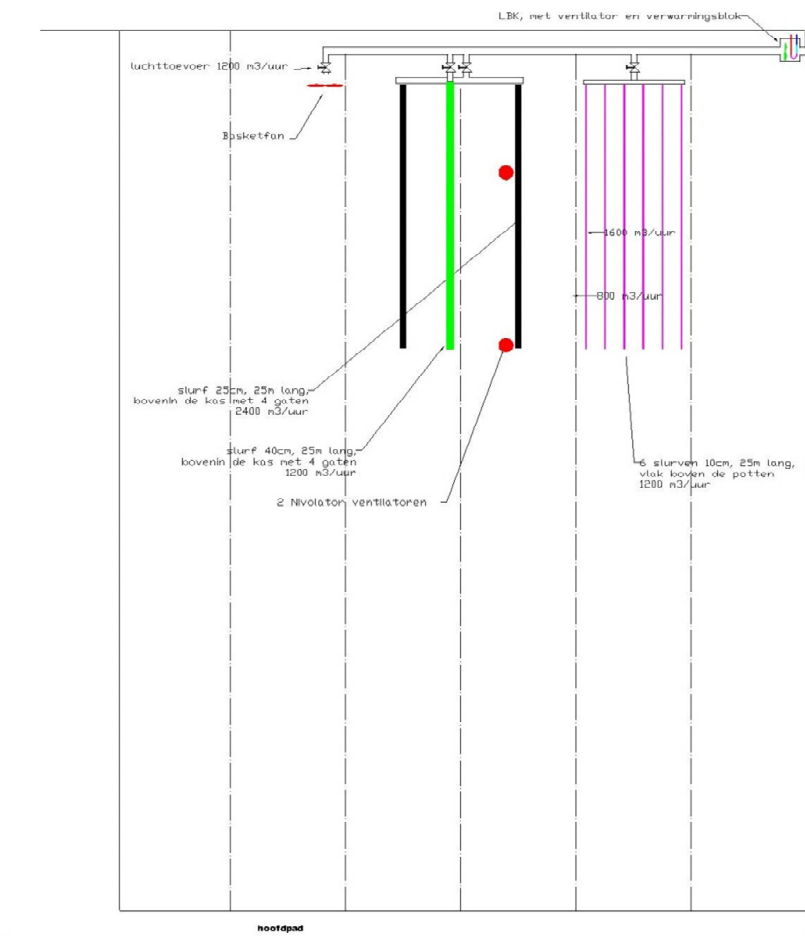


Basketfan met erachter luchttoevoer



VFlo

plattegrond proef gipmans



3.3.2 Teelten en metingen

Op deze vloeren zijn 4 teelten *Basilicum* in 13cm pot gevolgd, waarbij met name naar de laatste week van de teelt is gekeken omdat de planten dan heel dicht op elkaar staan en er dan vaak problemen optreden met een te hoge RV tussen het gewas met als gevolg schimmelaantasting.

Per teelt was een meetnet aanwezig waarmee via niet geventileerde draadloze meetboxjes die tussen en boven het gewas gehangen kunnen worden RV en temperatuur continu gemeten werden. Per teelt is de nadruk gelegd op een ander systeem, waardoor het meetschema ook per teelt wisselde. De opzet van het meetplan wordt bij de individuele teelten verder weergegeven.

Met het systeem is continu op vol vermogen geblazen, dus ook overdag.

Tussen de behandelingen zaten geen scheidingswanden, dus enige overlap valt niet uit te sluiten, inherent aan een praktijkproef. Maar omdat de proefvakken maar 720 m² van de totale 7000 m² besloegen zal de verstoring op de RV van de gehele kas niet groot zijn. Bovendien komt dat met name de referentie ten goede. En de systemen die gekozen zijn hebben vooral een lokaal effect.



Draadloze sensor meet temperatuur en RV

4. Resultaten metingen

4.1 Inregelteelt

Tijdens deze teelt zijn de sensoren getest en is gekeken hoe het gewas globaal reageert op het blazen. De 10cm slurven bleken geen goede luchtverdeling op te leveren door te grote gaten in de slurven. Deze slurven zijn verwijderd. Omdat er bij de andere systemen geen vreemde plantreacties optraden is besloten om verder te gaan met teelt 2.

4.2 Nivolators met 1 slurf per kap en de Basketfan op stand 3

Teelt 2 (6-28 Oktober).

4.2.1 Meetplan

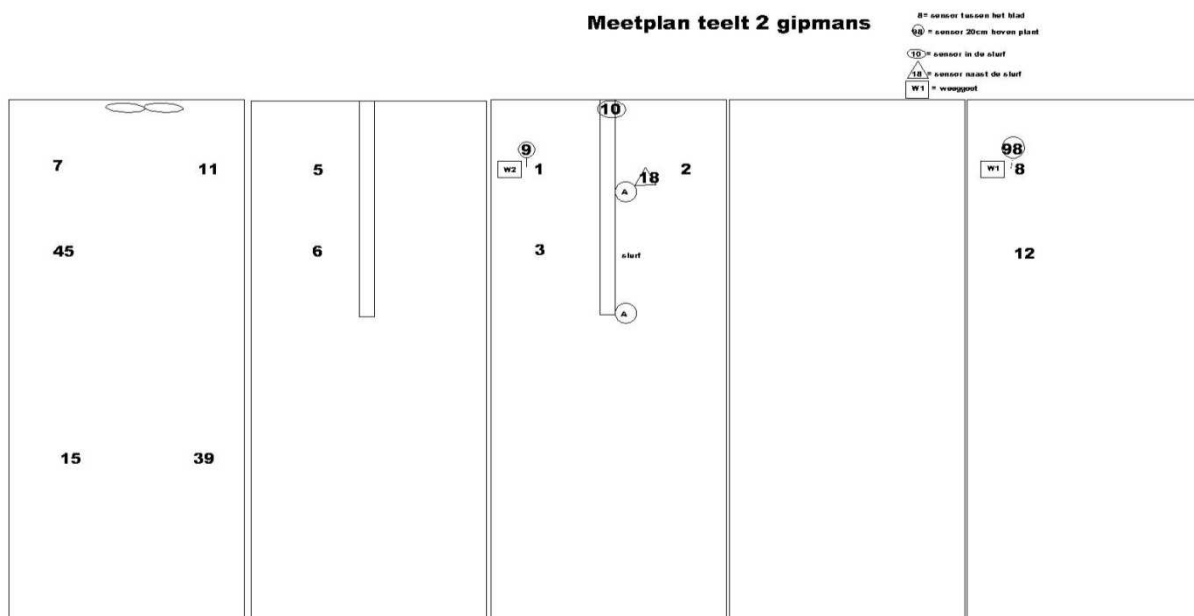
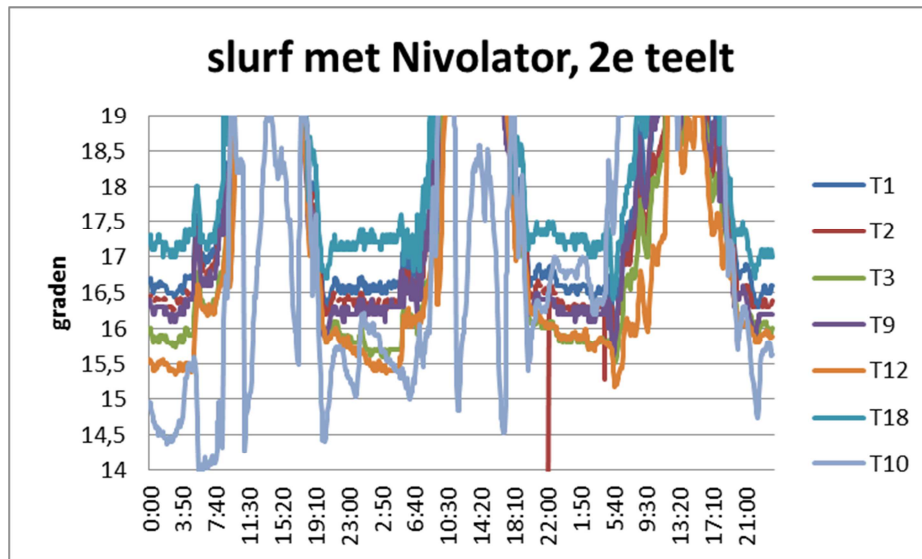


Figure 4-1: meetplan voor de draadloze sensoren voor teelt 2

4.2.2 Resultaten Nivolator



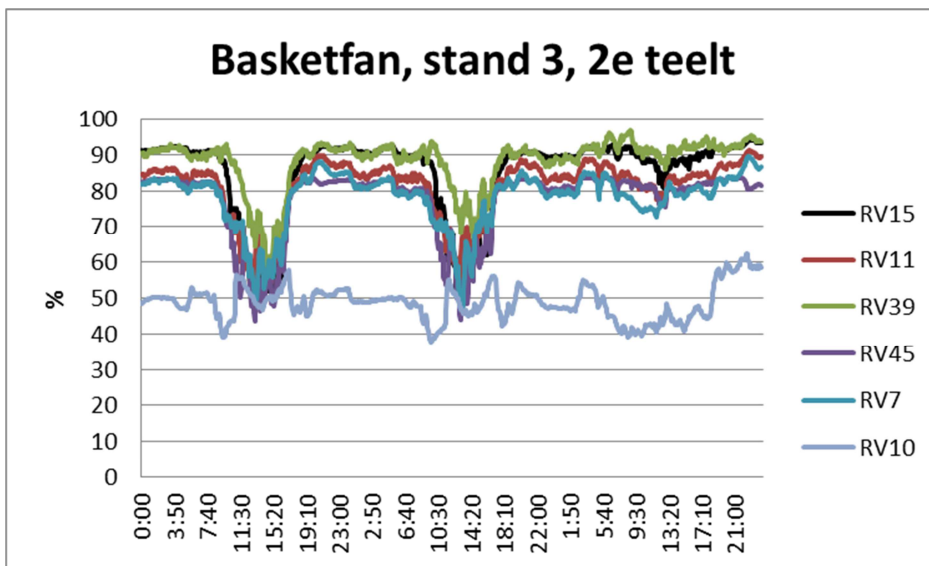
Weergegeven zijn temperatuur en RV tijdens de laatste week van de teelt wanneer de planten hun grootste dichtheid hebben bereikt.

In vergelijking met de referentie waar geen buitenlucht wordt ingeblazen is de RV tussen het gewas overal duidelijk lager. De meeste sensoren zijn nagenoeg gelijk, alleen sensor 3 blijft vochtiger. De sensoren 9 en 18 die zich boven de planten bevinden zijn het droogst, maar het verschil met de vochtigheid tussen de planten is erg klein. Dat duidt op een goede horizontale en verticale verdeling van de droge lucht.

Ook het temperatuurbeeld ziet er goed uit. Wat wel opvalt is dat de sensor 3 een lagere temperatuur aangeeft, wat overigens een verklaring is voor de hogere RV op die plek. T18 is het hoogst, maar die zit bovenin de kas en naast een buis. Het feit dat de buitenlucht te koud wordt aangevoerd is in T18 niet terug te vinden wat duidt op een goede menging. Dat is te danken aan twee zaken: het feit dat de slurf horizontaal uitblaast, richting Nivolator en door het grote debiet van de Nivolator. Deze verplaatst ongeveer $18 \text{ m}^3/\text{m}^2/\text{uur}$ bij een aanvoer van buitenlucht van $5 \text{ m}^3/\text{m}^2/\text{uur}$.

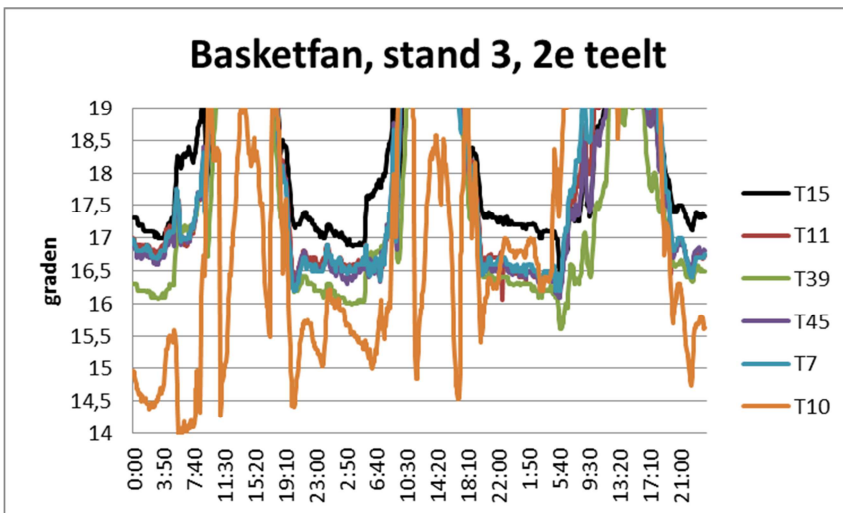
4.2.3 Resultaten Basketfan

Deze grote ventilator stond op stand 3, een stand waarbij de planten nog net niet bewegen. Dat komt overeen met een debiet van ongeveer $12000 \text{ m}^3/\text{uur}$, ofwel $12.000/9,6*70 = 17,8 \text{ m}^3/\text{m}^2/\text{uur}$.



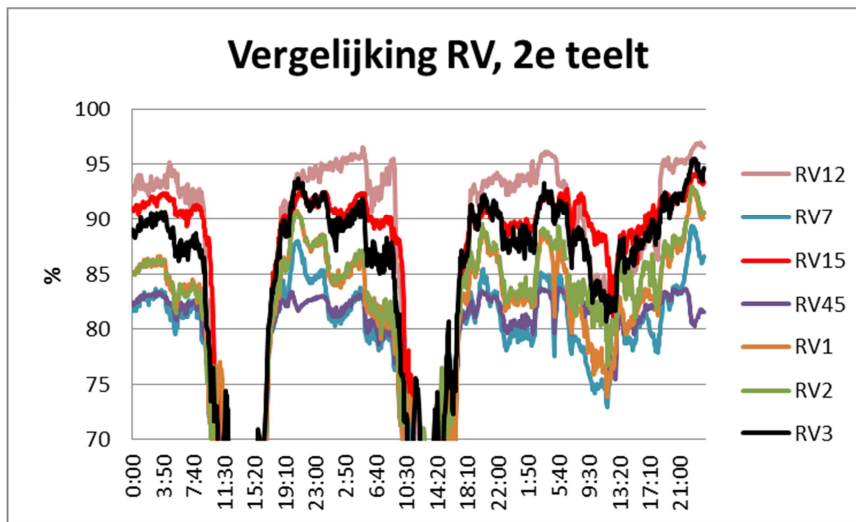
De RV tussen de planten is niet heel gelijkmatig verdeeld. Tussen de verschillende posities zit meer dan 10% verschil. RV7 en RV11 zijn het laagst, terwijl RV15 en RV39 juist beide hoger zijn.

Deels heeft dat te maken met het feit dat maar voor 25m lengte buitenlucht is toegevoerd en deels omdat onderweg vocht wordt opgenomen in de langsstromende lucht. Dat kan mogelijk nog verbeterd worden door een hoger debiet (toerental) van de ventilator.



In de temperaturen zitten weinig verschillen. Ondanks het feit dat de buitenlucht T10 soms te koud wordt ingeblazen is dat effect in of boven het gewas niet terug te vinden. Er vindt dus bij de gevel een goede menging plaats. Dat is ook logisch want er wordt 1200 m³/uur buitenlucht gemengd met 12.000 m³/uur kaslucht. Bovendien zit de toevoer van buitenlucht op ruim 2 meter boven de planten.

4.2.4 Verschil met referentie



De RV tussen het gewas is het hoogst bij de referentie en het laagst bij de Basketfan. Het ontvochtigen werkt dus goed. Als 93% RV als toelaatbare grens wordt beschouwd scoort de referentie negatief, de Basketfan tot 50m afstand van de ventilator (RV7 en RV45) positief en de Nivolator ook positief, behalve voor RV3 die duidelijk te hoog is. De verschillen in RV bij de Basketfan nemen vanaf 50 m afstand van de ventilator (RV15) teveel toe. Mogelijk kan dit worden verbeterd door de ventilator harder te laten draaien. De Nivolator levert een gemiddeld hogere RV op. Dat heeft waarschijnlijk te maken met de slechtere indringing tussen het gewas omdat de lucht met een lage snelheid van 5cm/sec over het gewas stroomt. Bij de Basketfan ligt die snelheid hoger, naar schatting 1m/sec, zeker in het eerste traject van 25m.

4.2.5 Conclusies 2^e teelt

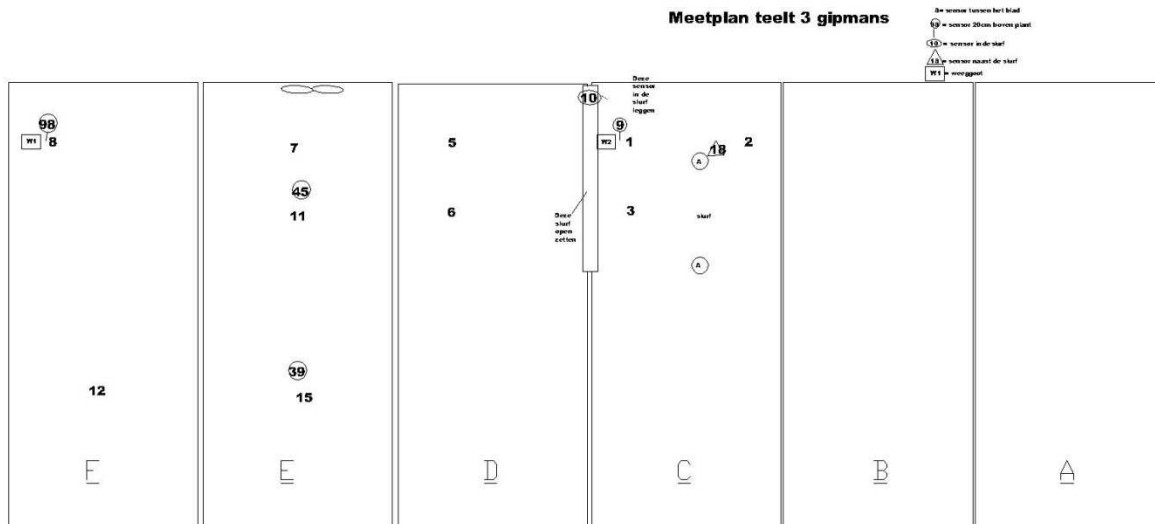
Zowel de slurf met Nivolator als de Basketfan leveren een lagere RV tussen de planten op. De nivolator dringt minder goed tussen de planten in, waardoor de RV bij dit systeem iets hoge ris dan bij de Basketfan. De ruimtelijke verdeling laat bij de Basketfan te wensen over. Na 50m is de RV 10% hoger dan vlak achter de Basketfan. Dat komt doordat boven de planten de RV langzaam oploopt omdat in de langstromende lucht onderweg extra vocht wordt opgenomen. De ruimtelijke temperatuurverdeling is bij de Basketfan daarentegen heel erg goed, zelfs een te lage inblaasttemperatuur van de buitenlucht is niet terug te vinden tussen het gewas. Ook bij de Nivolator is de ruimtelijke temperatuurverdeling goed.

4.3 Nivolators met 1 slurf per 2 kappen en de Basketfan op stand 4

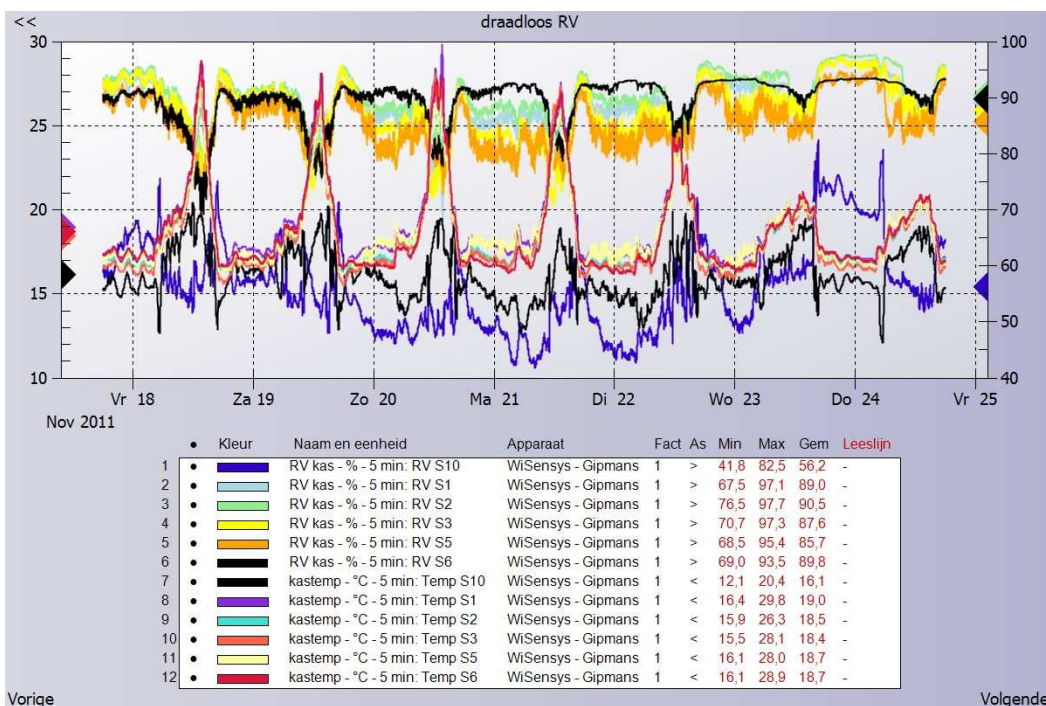
Teelt 3 (7 -28 nov).

Er zijn wijzigingen aangebracht ten opzichte van teelt 2. In plaats van de twee slurven van 25 cm is de dikkere slurf van 40cm gebruikt. De Basketfan heeft een hoger toerental gekregen en staat nu op stand 4, hetgeen overeenkomt met ongeveer 18.000 m³/uur. De referentie is verplaatst van de kap naast de buitengevel naar een kap langs de binnengevel. De reden daarvoor is de extra drogende invloed van de buitengevel. Ook hier weer de resultaten van de laatste teeltweek.

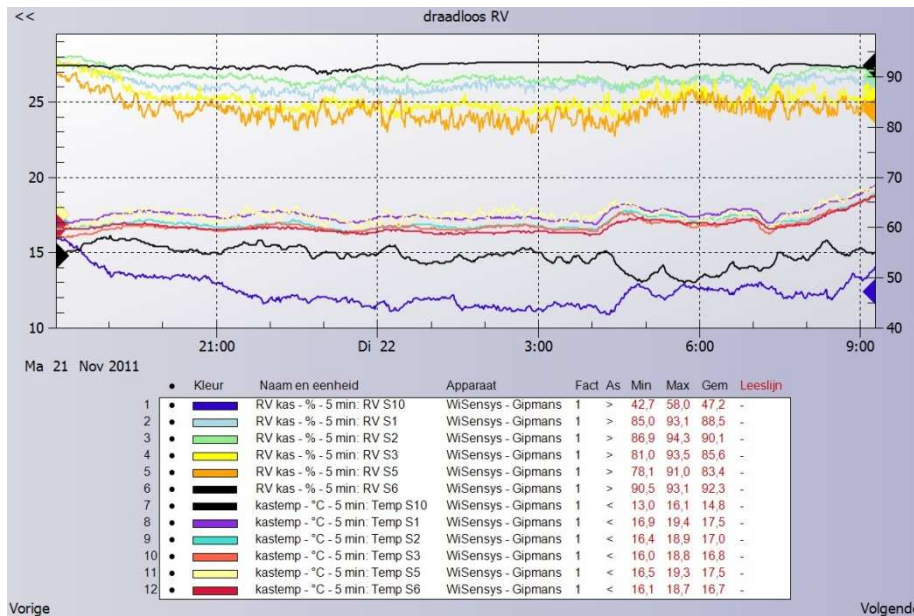
4.3.1 Meetplan



4.3.2 Resultaten Nivolor

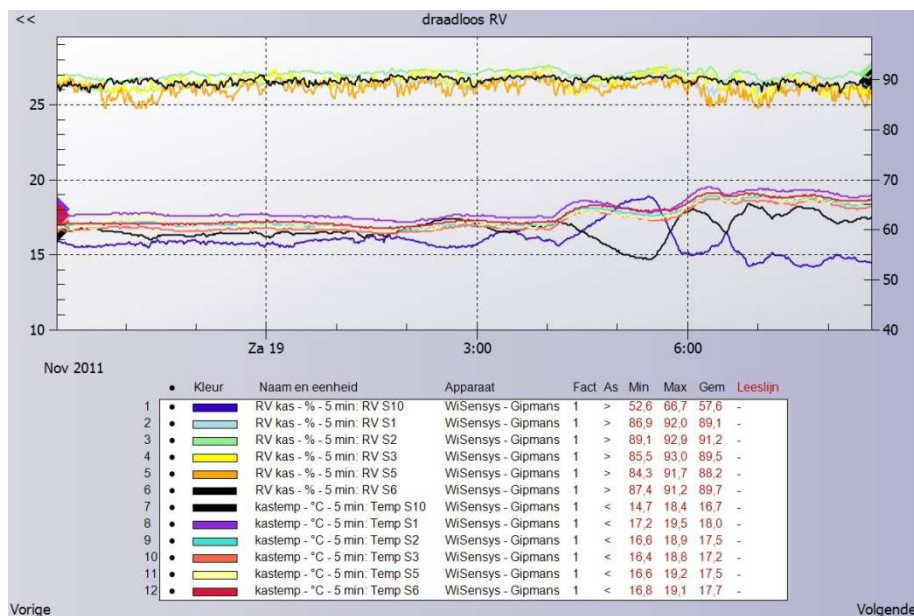


De RV is tussen de potten opvallend hoog, terwijl er toch relatief droge lucht naar binnen werd gebracht. RV5 en RV6 gaan in de nacht zelfs nog verder omhoog dan de rest van de sensoren. Dat duidt erop dat de doordringing tussen het gewas te wensen over laat en ook afhankelijk is van de positie. Omdat de Nivolator een bereik heeft van ongeveer 7m en de sensoren 5 en 6 meer dan 13 m verwijderd zijn van de ventilator lijkt het er op dat de droge lucht niet ver genoeg getransporteerd is. In dat verband had de rij ventilatoren beter recht onder de slurf kunnen hangen.

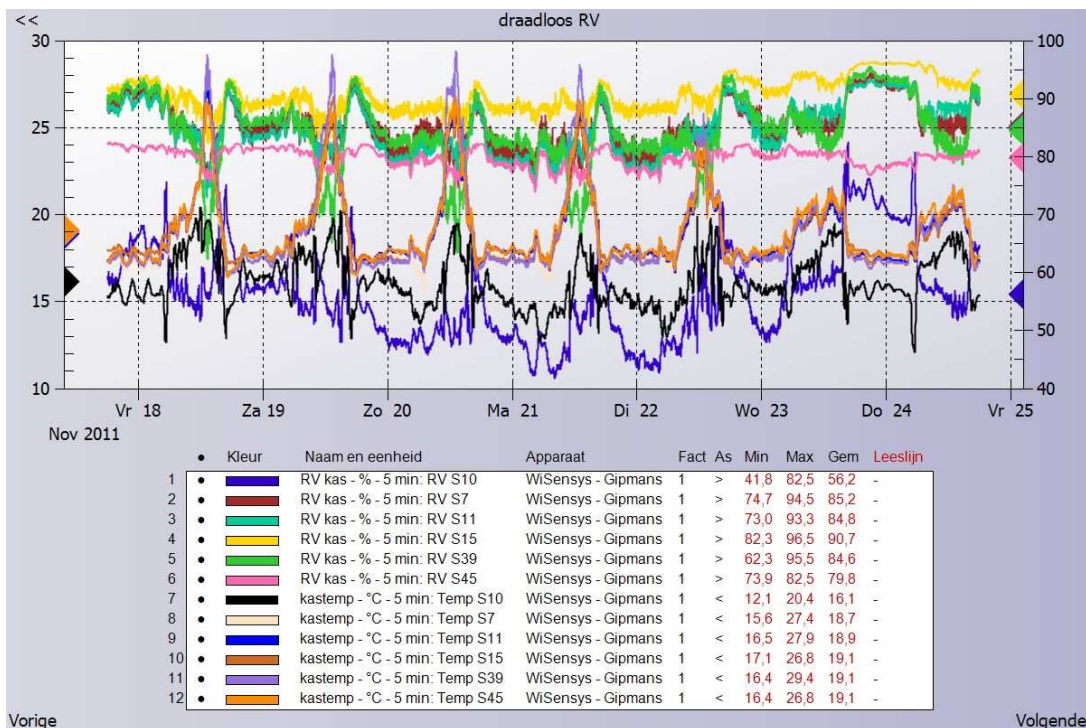


Als we de temperaturen erbij betrekken dan wordt duidelijk dat de buitenluchtoevoer ook een oorzaak is van de verschillen. Deze lucht is soms beduidend kouder dan de kaslucht en veroorzaakt dan de grote verschillen in RV, omdat de koudere lucht uit zichzelf omlaag zakt. Dat treedt met name op aan de kant waar sensor 5 en 6 zitten. Daar heersen ook gemiddeld de laagste temperaturen tussen het gewas.

In het volgende plaatje is de uitblaasttemperatuur wel gelijk aan de kaslucht en dan zijn ook de verschillen in zowel temperatuur als RV tussen de potten klein.



Over een hele week bezien zijn de temperatuurverschillen tussen de sensoren klein. De Nivolator zorgt dus qua temperatuur wel voor een egale verdeling, maar niet op het gebied van vocht. Gewasontwikkeling hangt meer van temperatuursommen af dan van tijdelijke (lage) temperaturen.

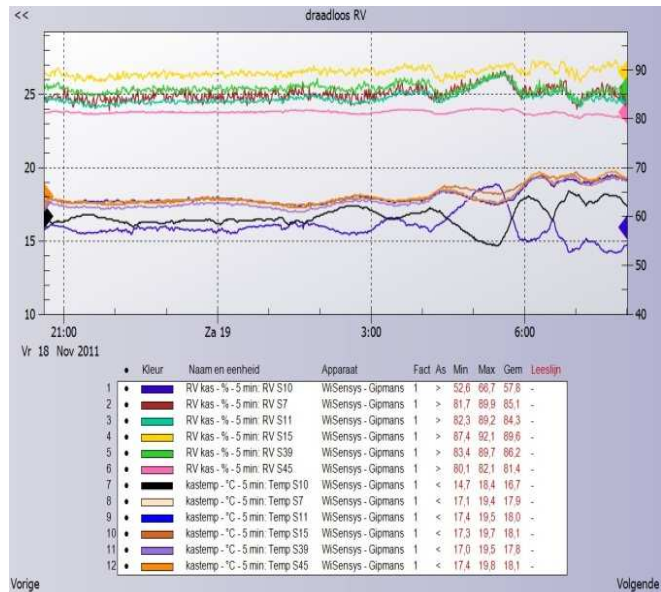
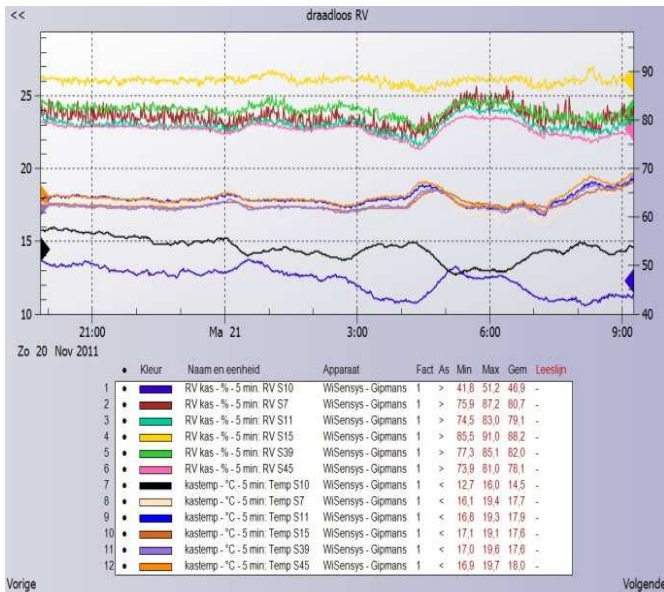


4.3.3 Resultaten Basketfan

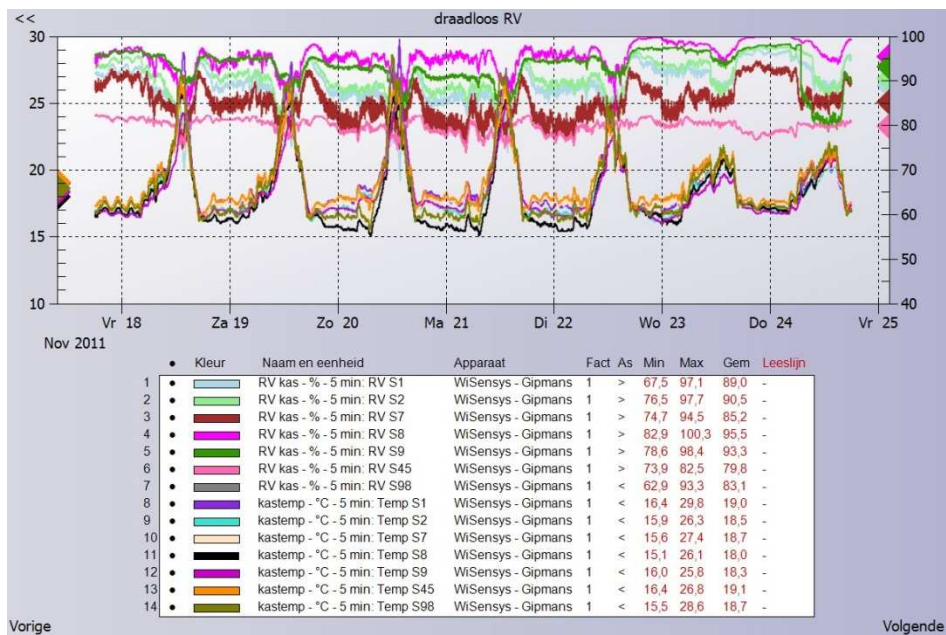
Het RV beeld ziet er voor dit systeem redelijk egaal uit. Alleen RV15 blijft wat achter. Dat lijkt ook wel logisch omdat er immers in de luchtstroom onderweg vocht wordt opgenomen, dat valt ook waar te nemen aan de RV van de boven de planten langs stromende luchtstroom: RV39 is hoger dan RV45. Door het grotere debiet is het verschil in RV tussen de potten niet veel kleiner geworden. Tussen RV15 en RV11 zit nog steeds 6% verschil. Maar RV7 en RV11 zijn wel nagenoeg gelijk en mooi laag, dus de eerste 50m na de ventilator is het resultaat erg goed.

Wat betreft temperatuurvereffening werkt deze stand van de ventilator wel verbeterend voor de verder weg gelegen T15. Over de hele lengte van de kap gemeten zijn de horizontale verschillen zowel tussen als boven de planten in de nacht minder dan 0,5 graden. Ook over de hele week bezien valt op dat de temperaturen net als bij de Nivolator zeer egaal zijn. Dat is zeker een groot voordeel. De "te koude" inblaas wordt door dit systeem beter gecompenseerd dan door de Nivolator.

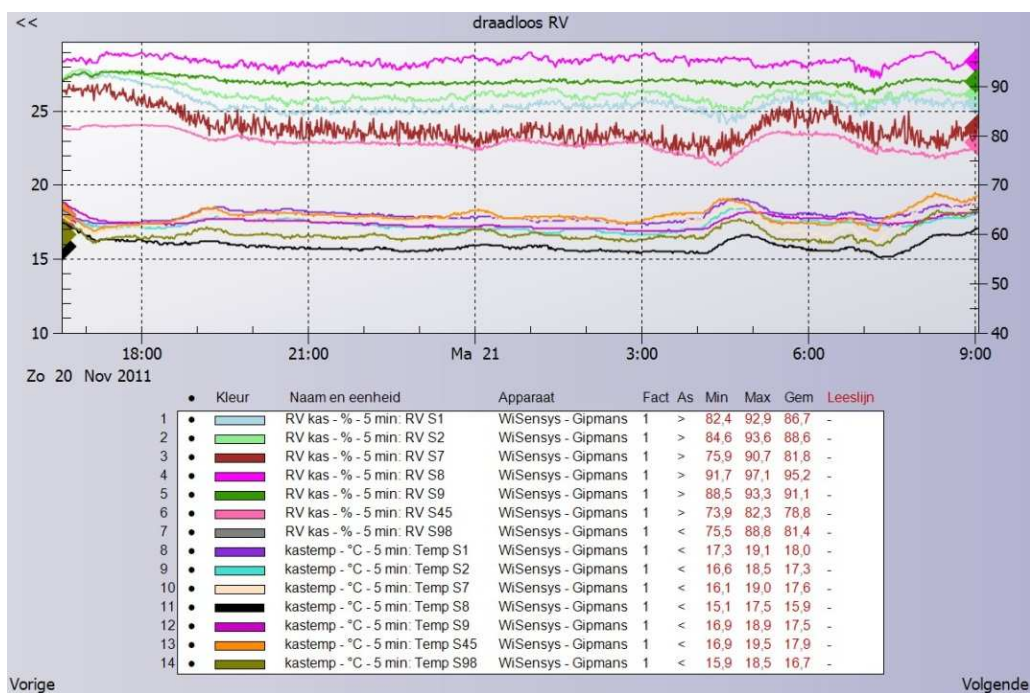
De verschillen in zowel temperatuur als RV zijn behalve voor sensor 15 zowel boven als tussen de planten nagenoeg nihil, zoals blijkt uit de volgende 2 grafieken. In het linker detailplaatje een nacht met koude inblaas, het rechter een nacht met warme inblaas.



4.3.4 Vergelijk met Referentie



Bij de referentie is de RV tussen het gewas steeds het hoogst. Het ontvochtigen werkt dus goed. De Basketfan (S7) levert de grootste prestatie op het punt van ontvochtigen, daar is de RV tussen de planten het laagst. De Nivolator (S1 en S2) zit tussen beide in.



Meer in detail zien de verschillen er gedurende een nacht als volgt uit:

De RV van de referentie (RV8) zit boven de gevaarlijke waarde. Bij een RV van 95,2% en een temperatuur van 15,9 graden mag de temperatuur maar 0,6 graden afwijken voor condensatie optreedt. Door lokale verschillen in uitstraling of door luchtstromen is dat zo bereikt. Bij 88% RV zou de temperatuur 1,9 graden mogen zakken zonder condensatie en bij 85% zelfs 2,4 graden. Omdat de gerealiseerde temperaturen bij Nivolator en bij Basketfan hoger liggen dan bij de referentie wordt de marge nog groter. Bijvoorbeeld bij het moeilijkste moment in deze grafiek voor sensor 7 is de temperatuur 16,7 graden en is de RV 83,3% dan mag de temperatuur tot 2,7 graden lager zijn voordat condensatie optreedt.

4.3.5 Conclusies 3^e teelt

Beide systemen functioneren goed, maken de RV tussen het gewas lager en zorgen voor een goede temperatuurverdeling tussen het gewas. Er kan gewerkt worden met één slurf per twee tralies in combinatie met de Nivolator, maar dan moet de uitblaas temperatuur wel echt gelijk liggen aan de kastemperatuur. Bij de Basketfan geldt deze beperking niet. Mede dankzij het hogere toerental/debiet in deze teelt verdeelt deze de lucht zodanig goed dat over de hele lengte van de kap een egale temperatuur ontstaat, zelfs bij te lage inblaas temperaturen. Een punt van zorg bij de Basketfan is wel dat de RV over de lengte van de worp toeneemt. Wellicht verbetert dat wanneer in de naastgelegen kap een tegengesteld blazende ventilator aanwezig zou zijn.

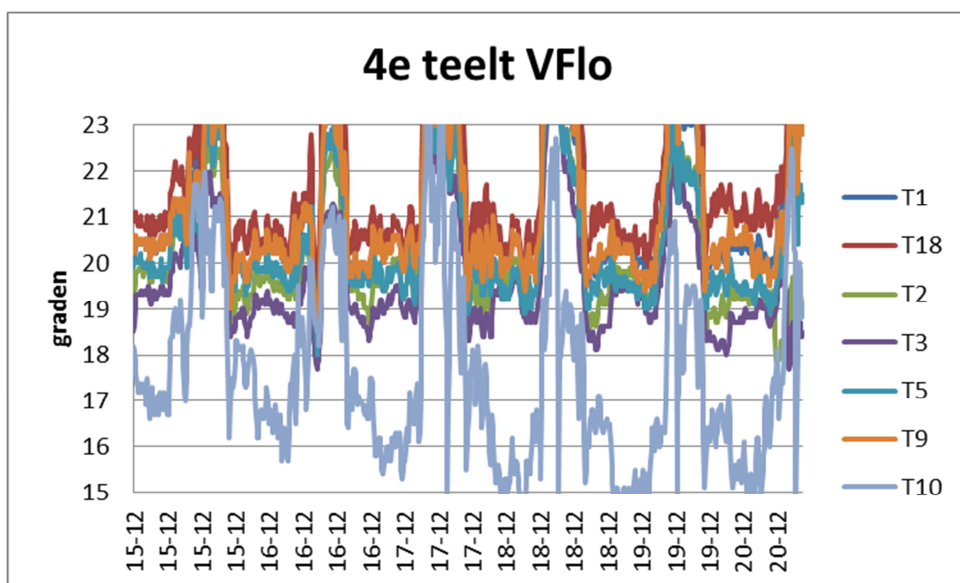
4.4 VFlo met 1 slurf per 2 tralies, Basketfan stand 3

Teelt 4 (1-20 dec)

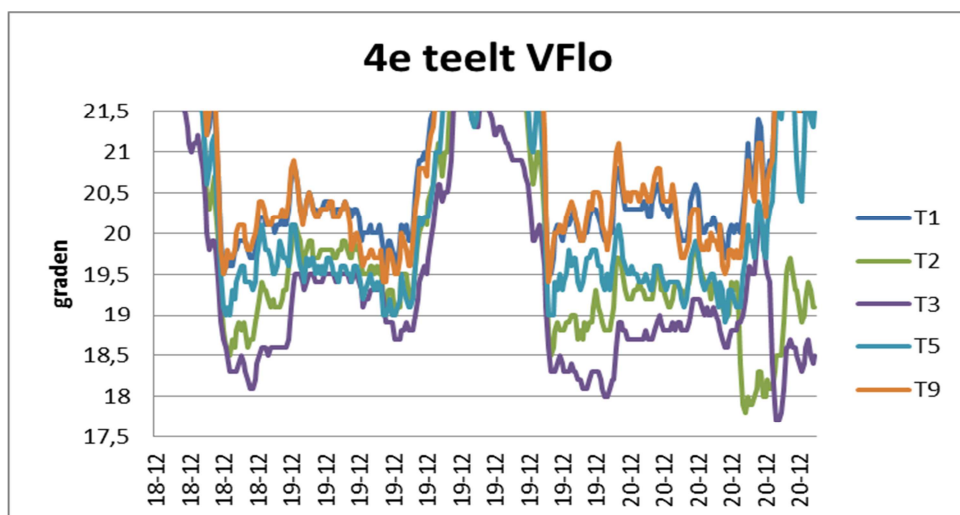
De 2 Nivolator ventilatoren zijn vervangen door 2 VFlo ventilatoren. Deze werken samen met 1 grote slurf van 40cm per 2 kappen. Het meetplan is hetzelfde als bij teelt 3.

4.4.1 Resultaten VFlo

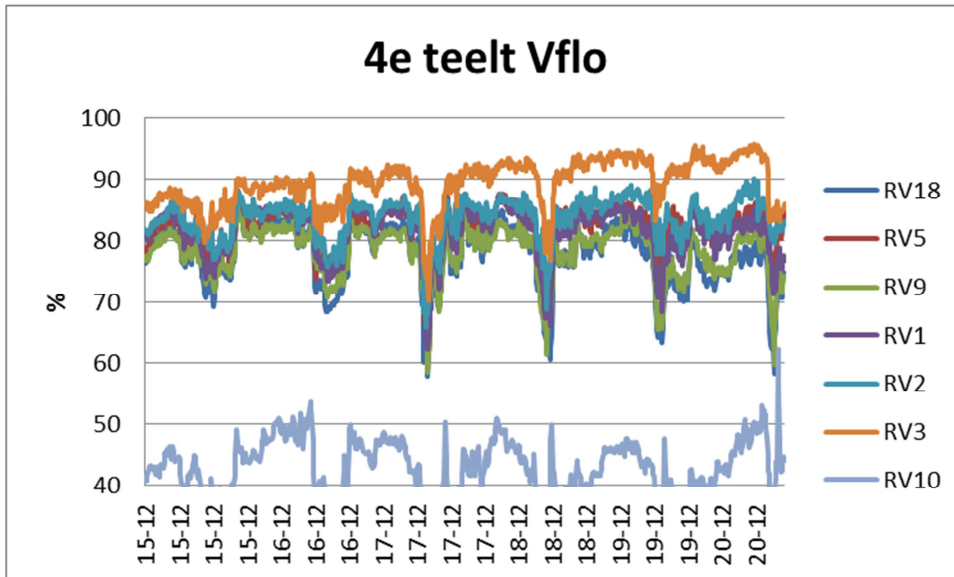
Aan de temperaturen in de laatste teeltweek valt op dat de inblaas (T10) ook nu weer 4 graden kouder was dan de kaslucht, maar geen effect lijkt te hebben op T5. De VFlo heeft een bredere worp en werkt daardoor de temperatuurverschillen beter weg.



Meer in detail valt wel op dat in de nacht T1 nu relatief warm blijft. Laten we T1 buiten beschouwing, dan zijn de verschillen minder dan 0,5 graad. Dergelijke kleine temperatuur verschillen maken de kans op condensatie binnen het gewas en daarmee op schimmelproblemen klein, zelfs bij luchtvochtigheden boven 93%. Waarom T1 warmer is valt niet goed te verklaren.



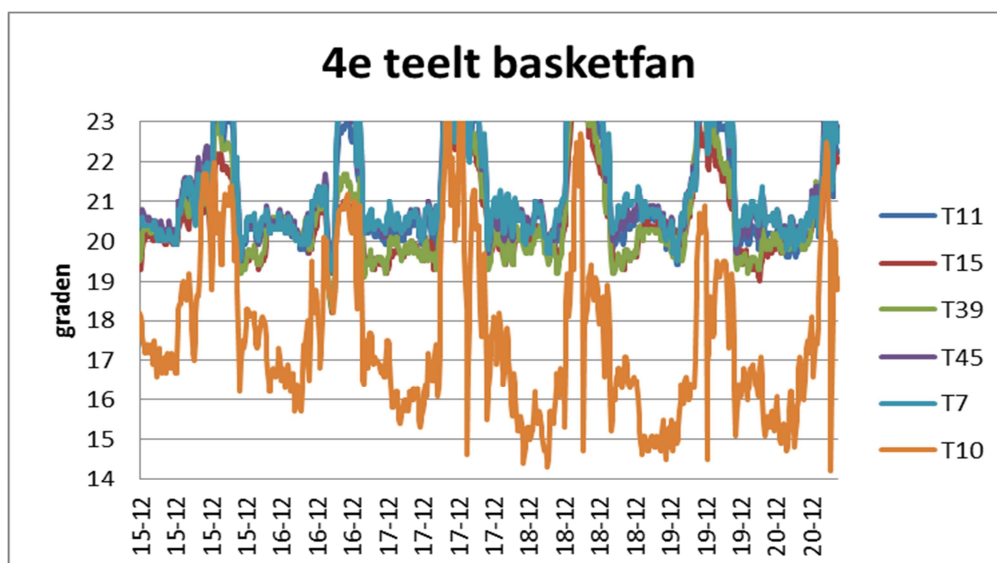
De ingeblazen buitenlucht had een hele lage RV van ongeveer 40%. Tussen de planten was de RV mooi egaal behalve bij sensor 3. Een sluitende verklaring daarvoor ontbreekt, hoewel T3 wel net de laagste temperatuur had in het veld. Kijken we naar een willekeurig tijdstip dan zien we dat T1= 20,1°C en RV1= 86,4%, terwijl T3= 19,4 °C en RV3= 92,7%. In termen van absoluut vocht bevat de lucht op positie RV1 dan 12,75 g/kg en op positie RV3: 13,09 g/kg. Mogelijk kan dat verschil worden verklaard door een plas of een druipplek.



De lucht boven het gewas was iets lager in RV dan tussen de planten, wat duidt op een minder goede doordringing tussen de planten. Overigens is dit een normaal beeld voor andere systemen van luchtcirculatie en gewoonlijk geen probleem wanneer de RV tussen de planten niet hoger komt dan ongeveer 93%.

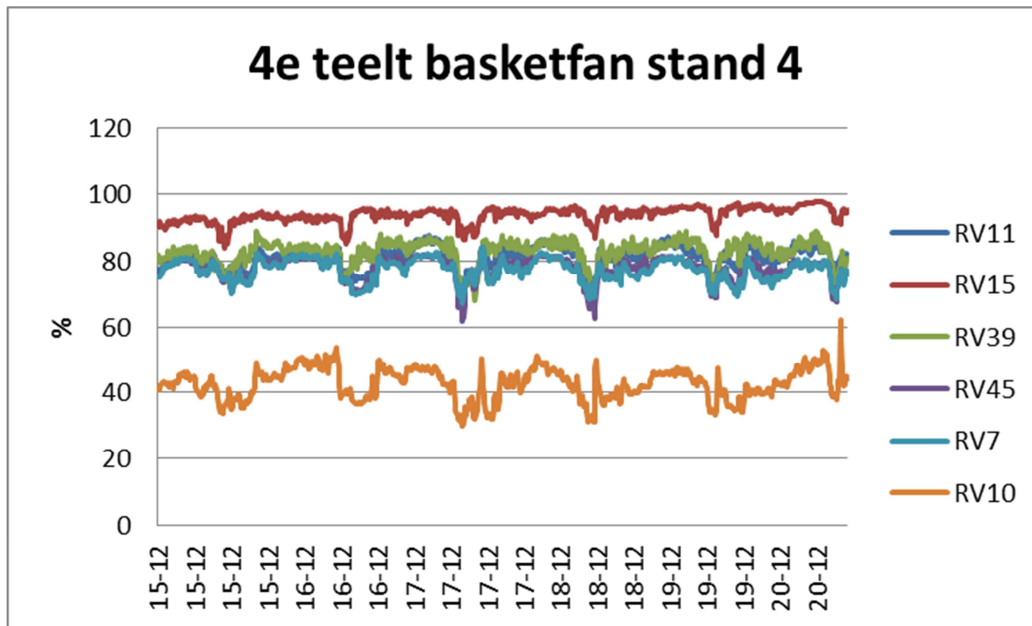
4.4.2 Resultaten Basketfan

De temperaturen waren weer uniform. Alleen T39 en T15 bleven lager. De koude inblaas van de buitenlucht toevoer was niet terug te vinden tussen het gewas. Deze ventilator mengt de lucht dus heel goed.

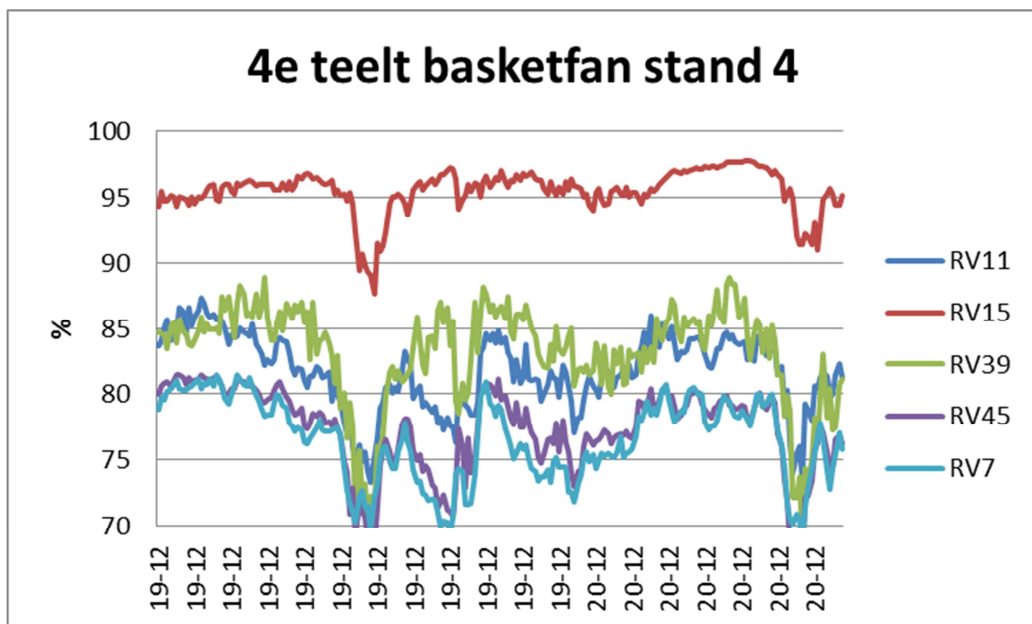


Wat betreft RV was het resultaat minder gelijkmatig. Met name verderop in de kap loopt de RV zowel boven het gewas als er tussen hoger op. Tussen het gewas wordt daar de 93% RV regelmatig

overschreden. In het eerste traject daarentegen bleef de RV tussen het gewas ruim onder de kritische grens (RV7 en RV11).



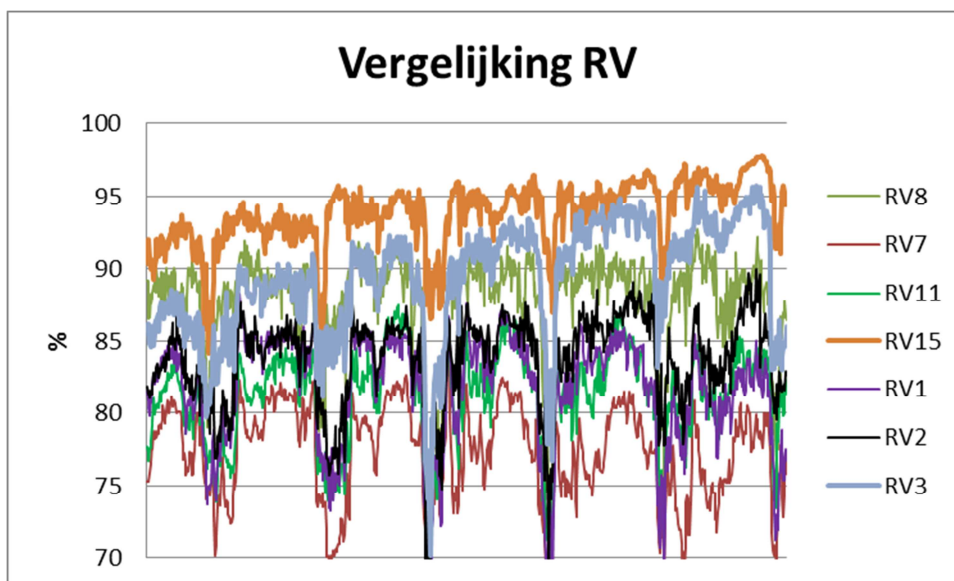
In de detailgrafiek valt op dat de RV boven het gewas (RV45) hoger is dan tussen het gewas (RV11).



Dat is toch wel een bijzonder fenomeen dat bij andere systemen zeker in de nacht niet vaak aangetroffen wordt. Dat dit bij RV15 net omgekeerd is valt alleen te verklaren door de lagere luchtsnelheid ter plaatse en de opname van vocht in de langstromende lucht. RV39 is in de nacht zo'n 5% hoger dan RV45.

Tussen RV7 en RV11 die ongeveer 15m uit elkaar zitten, zit overigens ook al 5% verschil in RV. maar dat is acceptabel omdat beide ruim onder de 93% blijven. Dit resultaat laat zien dat het egaal maken van de vochtsituatie erbij gebaat zou zijn wanneer er op meer punten droge buitenlucht zou worden toegevoerd aan de langstromende kaslucht.

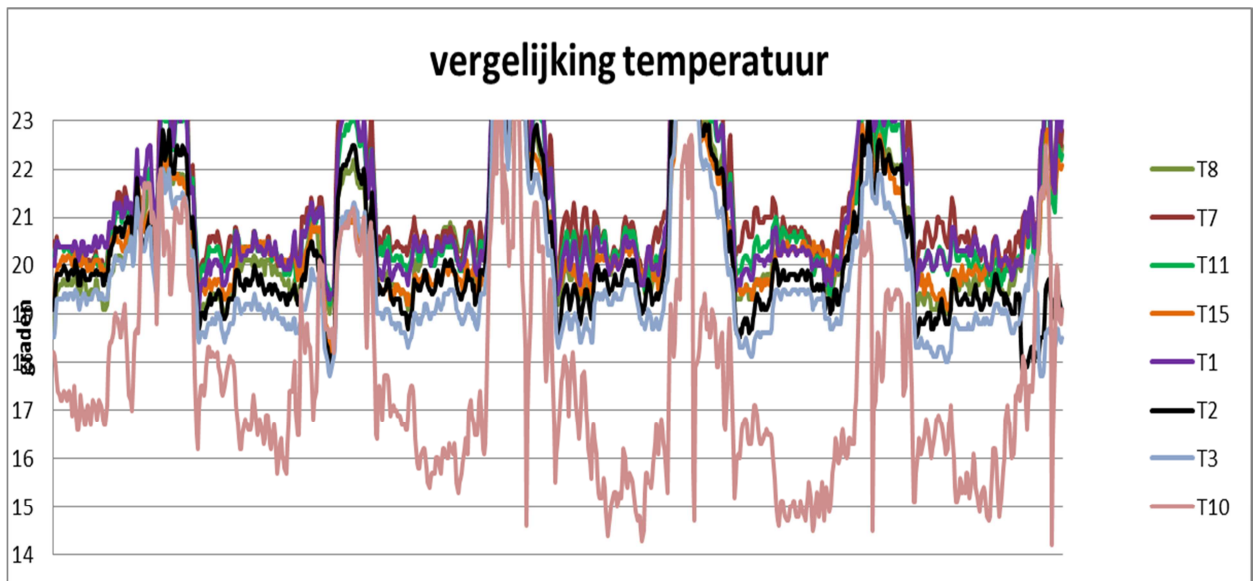
4.4.3 Vergelijking met de Referentie



Beide blaassystemen scoren een lagere RV tussen de planten dan de referentie (RV8). Uiteraard is dat mede het effect van de toevoer van buitenlucht.

De Basketfan (RV 7, 11 en 15) presteert het beste, als we RV15 die verder van de ventilator af is buiten beschouwing laten. Opvallend is wel dat met name RV7 extra laag is in vergelijking met de tweede teelt. Eigenlijk is dat gek omdat de hoeveelheid toegevoerde droge buitenlucht gelijk is gebleven, terwijl het luchtdebiet groter is geworden. Dat duidt erop dat het juist de hogere lichtsnelheid boven en tussen het gewas is die lokaal voor extra lage RV tussen het gewas zorgt. Na 50m neemt de RV tussen het gewas bij de Basketfan zorgwekkend hoog toe. Daar waaiert de lucht uit de Basketfan uit, dus is de lichtsnelheid daar lager. Een tweede tegenovergesteld geplaatste ventilator zou dit probleem mogelijk kunnen voorkomen, omdat er dan een meer eenduidige kokervormige luchtstroom richting betonpad ontstaat. Het is echter ook niet denkbeeldig dat er dan juist wervelingen in het midden van de kap ontstaan omdat daar twee breed uitwaaiende stromen elkaar tegenkomen. In dat geval kan waarschijnlijk beter voor een tweede ventilator op 50m afstand van de eerste worden genomen, waarbij beide mogelijk een lager debiet kunnen hebben. Naast of in plaats van een tweede ventilator kan het mogelijk zinvol zijn om de toevoer van droge buitenlucht beter over de ruimte te spreiden, bijvoorbeeld door om de 30m een koker in het schermdoek te maken waarmee droge lucht van boven het scherm kan worden aangevoerd.

De VFlo (RV 1, 2, 3) presteert goed. De totale prestatie op het gebied van vochtbeheersing ligt dichterbij de Basketfan en is daarmee beter dan bij de Nivolator. Alleen is wel de vraag waarom RV3 zo hoog ligt. Waarschijnlijk toch een gevolg van een lagere lokale temperatuur. Dat komt op zijn beurt weer door een te lage uitblaastemperatuur. Waarschijnlijk is het toch beter om de VFlo direct onder de uitblaasopening van de slurf te plaatsen en van boven aan te laten zuigen of beter in de uitgaande luchtstroom te injecteren. Het lijkt er nu op dat de koude lucht naast de slurf door de stroming van de VFlo heen in het gewas valt. Aan de andere kant was dit temperatuurverschil waarschijnlijk niet opgetreden wanneer er niet te koude lucht uit de buitenluchttoevoer was gekomen. Dar zou ook de prioriteit van verbetering kunnen liggen.



De temperatuur vertoont tussen en binnen de systemen wel wat verschillen, waarbij de Basketfan de beste prestaties levert. T3 is te laag door een te lage inblaastemperatuur.

4.4.4 Conclusies 4^e teelt

Ook in deze teelt heeft het hogere toerental van de Basketfan de uniformiteit in temperatuur verbeterd. In de eerste 50 meter achter de Basketfan is ook de RV tussen en boven de planten uniform. Door de combinatie van het mengen van droge buitenlucht aan de gevel en een relatief hoge luchtsnelheid vlak boven de planten is de RV tussen de planten lager dan erboven, hetgeen op zich een weinig voorkomend en veelbelovend fenomeen is. Omdat het drogende effect na 50m voorbij is, kan worden overwogen om op bijvoorbeeld 30 á 40m nieuwe droge lucht toe te voeren, bijvoorbeeld door het schermdoek heen.

De VFlo presteert iets beter dan de Nivolator: een goede ruimtelijke verdeling van zowel temperatuur als RV boven het gewas. Maar net als bij de Nivolator een slechtere doordringing tussen het gewas, waardoor de RV daar iets hoger is dan bij de Basketfan. Dat hoeft niet erg te zijn als de lucht boven het gewas maar droog genoeg kan worden gemaakt. Met beide systemen is het mogelijk om tot 5 graden koudere buitenlucht de kas in te brengen zonder gevolgen voor de ruimtelijke temperatuurverdeling. Maar dan moet de toevoer van koude lucht bij de VFlo wel meer gericht worden op de inlaat van de ventilator, of vlak bij de uitblaas. Dat opent perspectieven voor goedkope methoden van buitenluchttoevoer door bijvoorbeeld niet met een warmtewisselaar aan de gevel buitenlucht toe te voeren, maar door via een opening in het schermdoek lucht uit de nok van de kas te halen. Deze lucht is dankzij de lage temperatuur boven een volledig gesloten scherm en door het openzetten van de ramen meestal voldoende droog.

5. Plantmetingen

5.1 Resultaten metingen

Van een aantal teelten zijn van 10 planten per behandeling planten verzameld en aan het einde van de teelt gemeten. De resultaten zijn als volgt:

teelt 1							
behandeling	zaaidatum	uitzetdatum	plantnummer	lengte (cm)	versgewicht (g)	drooggewicht (g)	% droge stof
referentie 1	6-sep	15-sep	Gemiddeld 10pl	23,80	40,74	2,34	5,73
			spreiding	1,77	2,89	0,20	0,16
referentie 2	6-sep	17-sep	Gemiddeld 10pl	21,55	37,82	2,13	5,63
			spreiding	1,38	2,25	0,16	0,17
slurf en nivolator	6-sep	15-sep	Gemiddeld 10pl	23,05	39,68	2,33	5,86
			spreiding	1,55	4,19	0,29	0,21
referentie 3 met weegschaal	1-sep	15-sep	Gemiddeld 10pl	30,20	53,30	3,08	5,77
			spreiding	2,52	2,30	0,22	0,33
teelt 3							
behandeling		uitzetdatum	plantnummer	lengte (cm)	versgewicht (g)	drooggewicht (g)	% droge stof
slurf op weegschaal		7-nov	Gemiddeld 10pl	25,75	40,30	2,63	6,54
			spreiding	1,06	1,77	0,13	0,37
slurf naast weegschaal		7-nov	Gemiddeld 10pl	32,65	54,19	3,20	5,89
			spreiding	2,63	4,25	0,33	0,20
Basketfan		7-nov	Gemiddeld 10pl	25,15	37,87	2,10	5,54
			spreiding	1,53	1,17	0,08	0,11
referentie op weegschaal		7-nov	Gemiddeld 10pl	27,30	41,50	2,66	6,45
			spreiding	2,00	4,32	0,22	0,54
referentie naast weegschaal		7-nov	Gemiddeld 10pl	27,80	43,05	2,88	6,70
			spreiding	2,10	2,19	0,25	0,61
teelt 4							
behandeling		uitzetdatum	plantnummer	lengte (cm)	versgewicht (g)	drooggewicht (g)	% droge stof
Slurf + Vflo in weegschaal		3-dec	Gemiddeld 10pl	24,35	36,04	1,94	5,38
			spreiding	0,88	2,57	0,14	0,17
Slurf + Vflo naast weegschaal		3-dec	Gemiddeld 10pl	23,60	36,33	1,90	5,23
			spreiding	1,15	1,74	0,17	0,28
referentie in weegschaal		3-dec	Gemiddeld 10pl	24,20	38,25	1,97	5,13
			spreiding	1,23	2,51	0,19	0,25
referentie naast weegschaal		3-dec	Gemiddeld 10pl	23,35	37,57	2,01	5,36
			spreiding	0,85	2,24	0,14	0,12

In teelt 1 zijn een aantal verschillende referenties met verschillen in uitzetdatum en zaaidatum. De planten van referentie 1 en 2 stonden op de vloer, van referentie 3 op de weegschaal. Door het verschil in zaaidatum is er geen eenduidige vergelijking te maken tussen wel of niet op de weegschaal staan, maar gezien het grote eindgewicht van de planten op de weegschaal en het normale droge stof percentage lijkt een verschil niet aannemelijk. De planten onder de slurven zijn iets lichter dan referentie1. Waarschijnlijk toch een gevolg van een te lage watergift in relatie tot een hogere verdamping.

In teelt 3 valt op dat bij de slurf de planten die op de weegschaal hebben gestaan beduidend lichter waren dan de planten die naast de weegschaal stonden. Dit is het effect van extra uitdroging plus het feit dat de planten op de weegschaal ongeveer 5 mm hoger boven de vloer staan en op het hoogste punt van de vloer. De zijkanten van de vloer krijgen later water, het water komt minder hoog door het afschot en het water is ook weer eerder weg. Daarentegen is ook

weer opvallend dat de planten onder de slurf het zwaarste zijn van alle behandelingen. Dat zou er op kunnen duiden dat daar extra groei is gerealiseerd door de extra verdamping en minder stress.

De basketfan daarentegen vertoont het laagste gewicht. Omdat de planten hier vlak achter de ventilator zijn verzameld kan dit duiden op een te hoge verdamping, hoewel dat in het % droge stof niet tot uitdrukking komt. Bij de referentie valt op dat de planten op de weegschaal nagenoeg gelijk zijn aan de planten op de vloer. Waarschijnlijk als gevolg van een lagere verdamping blijven de verschillen hier uit. Deze weegschaal stond op dezelfde positie als de weegschaal onder de slurf.

Bij teelt 4 zijn de weegschalen naar en lager punt op de vloer verplaatst. De verschillen tussen een pot op de weegschaal of op de vloer zijn nu verdwenen. De verschillen tussen de behandelingen zijn ook verdwenen. Deze planten zijn in verband met de kers t wel wat eerder en daardoor kleiner geleverd.

5.2 Conclusies

De verschillen in plantdatum en uitzetdatum maken een goed vergelijk niet eenvoudig. Door de wijze van mechanisatie met opraapvorken en het leveren van batches kon dat niet anders geregeld worden. Wel is duidelijk geworden dat de watergift een belangrijke rol speelt in de behaalde resultaten. Buitenlucht toevoeren betekent extra verdamping en dat moet gecompenseerd worden met extra watergift, wat voor deze partijen die uit het zicht achterin de kap stonden niet eenvoudig te regelen was. Met de weegschaal moet op een betonvloer opgepast worden dat de planten niet dorger komen te staan door de iets grotere afstand tot de vloer. De basketfan heeft dankzij de lager RV tussen de planten voor de grootste verdamping gezorgd, hetgeen helaas niet door een hogere watergift is gecompenseerd, maar dat probleem lijkt eenvoudig oplosbaar wanneer een hele afdeling met dit systeem zou zijn uitgerust.

6. Conclusies en aanbevelingen

6.1 Conclusies

1. De VFlo levert een goede ruimtelijke verdeling van temperatuur en RV. Het verlaagt in combinatie met buitenluchttoevoer de RV tussen de planten ook in de laatste week van de teelt.
2. De Nivolator levert ook een goede ruimtelijke verdeling, maar verlaagt de RV tussen de planten iets minder goed.
3. Het maakt voor de beheersing van de RV tussen de planten en voor de ruimtelijke verdeling van RV en temperatuur niet veel uit of er 1 slurf per kap of 1 grotere slurf per 2 kappen wordt ingezet. Alleen bij lagere inblaastemperaturen van de buitenluchttoevoer dan de kaslucht temperatuur moet extra zorg worden besteed aan het afstemmen van de uitblaasopening in de slurf met de luchtstroom van de ventilator.
4. De Basketfan leverde de laagste RV tussen de planten op, waarbij het hogere toerental (4) nog iets beter scoorde dan de lagere stand (3). Na 50 meter worp nemen de droogprestaties sterk af doordat onderweg vocht is opgenomen. De temperatuur was over de hele lengte van de kap bij deze ventilator zeer uniform, zeker bij stand 4, ook tussen de planten.
5. De buitenluchttoevoer heeft regelmatig te koud ingeblazen. De regeling daarvan moet beter, tenzij er een hoog debiet aan kaslucht circulatie wordt toegepast.
6. De watergift moet beter worden afgestemd op de hogere verdamping bij buitenlucht toevoer.

6.2 Aanbevelingen

1. De drogende prestaties van de VFlo kunnen verder worden verbeterd door de toevoer van droge buitenlucht beter af te stemmen op de ventilator. Bij gebruik van een slurf door de uitblaasopeningen beter te matchen met de aanzuig of met de uitblaas van de ventilator. Nog interessanter is wellicht de combinatie met een koker door het schermdoek waarmee onverwarmde lucht van boven het scherm in de aanzuig of de uitblaas van de VFlo wordt gemengd met warme kaslucht.
2. De betere drogende werking van de Basketfan t.o.v. de VFlo is te danken aan de grotere lichtsnelheid vlak boven het gewas. Wellicht kan de VFlo beter omgekeerd worden waarbij hij vlak over het gewas uitblaast en van boven af aanzuigt. De snelheid over het gewas heen is dan wellicht groter. Bovendien is een combinatie met droge buitenlucht aanvoer van boven af ook makkelijker te realiseren.
3. Voor de Basketfan moet uit andere proeven worden afgewacht wat het effect zal zijn van een tegengesteld blazende ventilator in de naastgelegen kap. Maar wellicht is een andere configuratie ook interessant, namelijk het achter elkaar plaatsen van twee kleinere Basketfans, gecombineerd met tussentijdse aanvoer van droge lucht, bijvoorbeeld om de 30m door het scherm heen.