



Optimalisering Ventilationjet systeem

Peter van Weel

Rapport GTB-1376

Referaat

Ventilationjets worden ingezet om in de nacht een (energie)scherf volledig te kunnen sluiten en toch te kunnen ontvochtigen. Op het gerbera bedrijf van Zuiderwijk en Witzier in Bergschenhoek heeft men al enige tijd ervaring met dit systeem. Tijdens het gebruik viel op dat de vochtafvoer zodanig klein was dat de RV naar ongewenste hoogte steeg bij een 100% sluiting van het verduisteringsscherf. Door het trekken van een kier kon dat probleem weliswaar opgelost worden, maar daardoor ontstaat lokale kouval waardoor de kans op botrytis toeneemt. In dit onderzoek is getracht de oorzaken te achterhalen van de te lage capaciteit, dit op te lossen en vervolgens te testen welke invloed een aangepast systeem heeft op het klimaat en de energiebehoefte van de kas. Gebleken is dat de oorzaak van de lage capaciteit gezocht moet worden in een combinatie van een te lage inblaascapaciteit door turbulentie en luchtweerstand aan de blaaszijde van de ventilator en door extra verdamping vanuit de kasbodem. Vervolgens is een verbeterd ontwerp van de ventilator gemaakt, maar ook deze bleek teveel luchtweerstand te ondervinden van het gat in de schermen. Uiteindelijk is het gat in het scherm vervangen door een koker die aan de tralie wordt bevestigd. Ook is het toerental van de motor van de inblaasventilator variabel gemaakt en is er boven het middenpad een opening in het scherm gemaakt waarlangs vochtige kaslucht zodanig uit de kas kan worden afgevoerd dat de aangezogen lucht boven het scherm zo droog en zo koud mogelijk blijft. Na deze aanpassingen bleek het goed mogelijk om de RV in de kas te beheersen met 100% gesloten scherm. Na aftrek van de stroom van de ventilatoren resteerde een energiebesparing van 15% ten opzichte van een systeem waarbij via kieren wordt gelucht.

Abstract

The Ventilationjet system is used to dehumidify a greenhouse with a fully closed blackout screen during the night. Gerbera producer Zuiderwijk and Witzier in the Netherlands uses this equipment but was not satisfied with the dehumidification capacity since the RH was rising to unwanted levels. That forced him to pull a gap in the screens but that resulted in local temperature drops and botrytis. In this research project the cause of the high humidity was found to be the result of a combination of unwanted transpiration from the floor area and a limited air supply through the screens as a result of a turbulent flow in the outlet of the fans. The problem was fixed by developing a new version of the Ventilationjet where the air was supplied through a vertical duct instead of a simple round opening in the screens. Also the air supply capacity was increased from 3 m³/m².hr to 14 m³/m².hr with a speed controllable fan. In addition, measures were taken to prevent humid, warm air to reach the area above the blackout screen by guiding this air to a central opening in the screen above the concrete path in the middle of the greenhouse. The ventilation windows above this ventilation gap in the screen release this humid air to the outside world, without causing a temperature drop since the fans create an overpressure.

Rapportgegevens

Rapport GTB-1376

Projectnummer: 3742186800

PT nummer: 15041

Disclaimer

© 2015 Wageningen UR Glastuinbouw (instituut binnen de rechtspersoon Stichting Dienst Landbouwkundig Onderzoek), Postbus 20, 2665 MV Bleiswijk, Violierenweg 1, 2665 MV Bleiswijk, T 0317 48 56 06, F 010 522 51 93, E glastuinbouw@wur.nl, www.wageningenUR.nl/glastuinbouw. Wageningen UR Glastuinbouw.

Wageningen UR Glastuinbouw aanvaardt geen aansprakelijkheid voor eventuele schade voortvloeiend uit het gebruik van de resultaten van dit onderzoek of de toepassing van de adviezen.

Adresgegevens

Wageningen UR Glastuinbouw

Postbus 20, 2665 ZG Bleiswijk

Violierenweg 1, 2665 MV Bleiswijk

T +31 (0)317 48 56 06

F +31 (0)10 522 51 93

Inhoud

	Samenvatting	5
1	Aanleiding van het onderzoek	7
2	Doelstelling van het onderzoek	9
3	Aanpak	11
4	Resultaten ontwerpfase	13
	4.1 Metingen aan de Ventilationjet 1 st generatie	13
	4.2 Ontwerp en metingen Ventilationjet 2 nd generatie	14
	4.2.1 Kasproef	15
	4.3 Ventilationjet 3 rd generatie	16
5	Resultaten kasproef	19
	5.1 Periode 1 Augustus 2014 tot 28 Februari 2015	19
	5.1.1 Energieverbruik en schermuren	19
	5.1.2 Vocht en ontvochtiging	20
	5.1.3 De rol van de luchtramen	22
	5.1.4 Kastemperaturen en koeling	25
	5.1.5 Verdamping	27
	5.2 Periode 1 Maart tot 30 April 2015	28
	5.2.1 Energieverbruik en schermuren	28
	5.2.2 Vocht en ontvochtiging	30
	5.2.3 De rol van de luchtramen	31
	5.3 Aanpassing aan de luchtafvoer	32
6	Conclusies en aanbevelingen	35

Samenvatting

Het telen van gerbera onder een volledig gesloten scherm levert naast energiebesparing ook een verminderd risico op botrytis op. Om de schermen te kunnen sluiten moet er wel een systeem bestaan om het verdampte vocht uit de kas af te voeren. Veel kan al worden bereikt door ruim te luchten boven het scherm, bij voorkeur ook aan de windzijde. Wanneer dat niet voldoende vocht afvoert kan gebruik worden gemaakt van het Ventilationjet systeem. Daarmee wordt door een gat in het scherm met een ventilator droge en koude lucht van boven het scherm aangevoerd en onder het scherm door een tweede ventilator gemengd met kaslucht en richting gewas gestuwd. Eventueel kan dit systeem ook worden gebruikt om tijdens belichting lichtuitstoot te voorkomen door een lichtdicht scherm te sluiten en voldoende koude lucht onder het scherm te brengen. De onderste ventilator kan de lampwarmte omlaag sturen en ervoor zorgen dat de buizen onderin het gewas een lagere temperatuur kunnen krijgen. Ook dat spaart energie. Het bedrijf Zuiderwijk en Witzier heeft in een afdeling Ventilationjets aangebracht maar had de ervaring dat er regelmatig toch een kier in het scherm getrokken moest worden om de RV voldoende laag te houden. Door de kieren ontstond lokale kouval en gevaar voor botrytis. In dit project is uitgezocht hoe dat kon worden verbeterd.

Daaruit bleek dat de hoeveelheid toegestroomde lucht veel te laag was door allerlei oorzaken. Daarvan was het belangrijkste dat het gat in het doek veel turbulentie en daarmee teveel luchtweerstand veroorzaakte. Ook bleek de lucht boven het scherm vaak vochtiger en warmer te zijn dan de buitenlucht. Daarop is het ontwerp van de Ventilationjet en het gat in het doek aangepast en is er ook ruimer gelucht op basis van een meetbox boven het scherm. Maar ook na deze aanpassingen bleek de RV nog steeds te hoog op te lopen. De oorzaak daarvan wordt gezocht in de verdamping van water vanaf de kasbodem. Via weegschalen werd geconstateerd dat de gewasverdamping in de nacht ongeveer 20 gram/m².uur bedroeg en die hoeveelheid had de Ventilationjet zonder de extra verdamping vanaf de kasbodem kunnen afvoeren. Vervolgens is de hoeveelheid lucht die kon worden aangevoerd drastisch verhoogd van 3 m³/m².uur naar 14 m³/m².uur door het gat in het scherm te vervangen door een koker en de motor van de ventilator een variabel toerental te geven. Dat bleek uitstekend te werken. Vanaf dat moment konden twee schermen volledig gesloten blijven en daalde de RV naar 90%. Dankzij het volledig gesloten kunnen houden van 2 schermen wordt er 23% extra energie bespaard ten opzichte van de oorspronkelijke versie van de Ventilationjet, die op zich al 9% zuiniger omging met energie omdat de schermen daar al veel meer uren (deels) gesloten waren dan in de situatie zonder systeem voor ontvochtiging. Inclusief het stroomverbruik van de ventilatoren kan er in de periode augustus tot mei zo potentieel 3,5 m³/m² aardgas worden bespaard door de inzet van het nieuwste type Ventilationjet met hoog debiet van 14 m³/m².uur, koker en variabel toerental.

1 Aanleiding van het onderzoek

De Ventilationjet is een systeem waarbij buitenlucht door een schermdoek heen wordt geblazen en vervolgens intensief gemengd met kaslucht. Op deze wijze kan bij één of meer volledig gesloten schermen worden ontvochtigd en eventueel overtollige lampwarmte worden afgevoerd. Op het gerbera bedrijf van Zuijderwijk en Witzier in Bergschenhoek is een eerste prototype van dat systeem aangebracht in een afdeling van 6000 m² en vergeleken met de standaard teeltwijze met schermkieren. Daaruit bleek dat het principe werkte maar nog de nodige onvolkomenheden kende. De belangrijkste daarvan was een te lage capaciteit waardoor zowel de temperatuur als de RV te hoog opliepen. Daardoor moest er toch vaak een schermkier gezet worden. Ook bleek het boven het scherm vaak vochtiger en warmer te zijn dan buiten. Dat was deels het gevolg van het trekken van de kieren, maar ook van onjuist raamgebruik. De fabrikant van de Ventilationjet heeft op basis van de resultaten uit de proef aanpassingen gemaakt aan dit systeem en de leverancier van de computerregeling heeft de nodige aanpassingen voorgesteld aan de regeling van de ramen, de schermen en de ventilatoren. Vervolgens heeft Zuijderwijk en Witzier besloten om een tweede afdeling in te richten volgens de nieuwe inzichten waardoor de gelegenheid ontstond om dit nieuwe geoptimaliseerde systeem te vergelijken met zowel de afdelingen zonder Ventilationjets als de afdeling met de eerste versie van de Ventilationjets. Uiteindelijk bleken ook deze aanpassingen nog niet optimaal en deed zich de kans voor om nog twee afdelingen in te richten met een derde ontwerp. Ook dat systeem is in de vergelijking meegenomen.

2 Doelstelling van het onderzoek

Technische Doelstelling:

Beproeven of een Ventilationjet met een groter debiet aan toegevoerde lucht van boven het scherm in staat is een goed klimaat te realiseren zonder schermkier en minimum buis.

Energie doelstelling:

Het in de nacht permanent gesloten houden van twee schermen zonder minimum buis voor het voorkomen van botrytis levert 20% energiebesparing op ten opzichte van de situatie met vochtkier in de verduistering en minimum buis.

Nevendoelstelling:

Voorkomen van botrytis door de schermen in de nacht altijd gesloten te houden. Daarmee ontstaat er geen koude tocht en wordt het onderste scherm zoveel warmer dat condensatie door koudestraling wordt voorkomen.

3 Aanpak

Om de bovengenoemde doelstellingen te kunnen halen moest er eerst een ontwerp komen voor een verbeterde versie van de Ventilationjet. Daarbij is de volgende aanpak gevolgd:

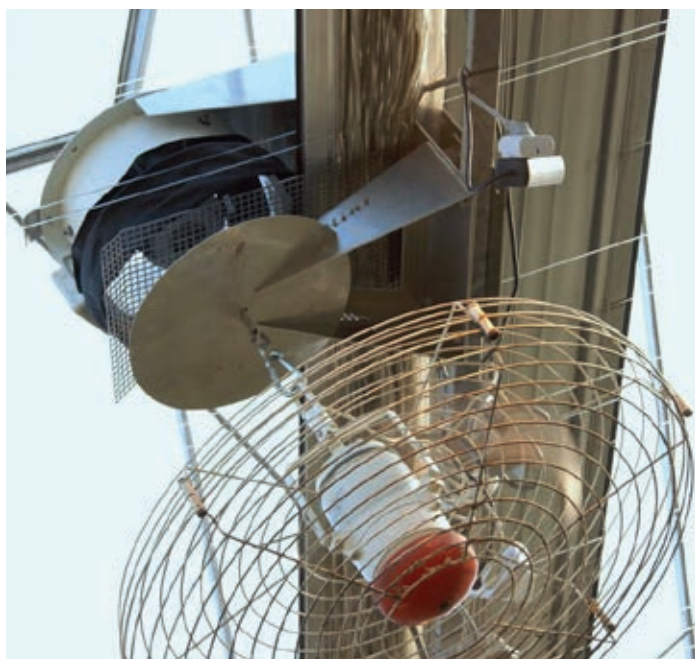
1. Optimaliseren van de bestaande Ventilationjet aan de hand van metingen aan drukverliezen en debieten.
2. Bouwen en testen van een nieuw model.
3. Vergelijken van het klimaat en het energieverbruik in 3 afdelingen van 6000 m² elk voorzien van een ander systeem voor ontvochtiging: Referentie met schermkieren, Ventilationjet 1st generatie, Ventilationjet 2nd generatie. Elk met een aangepaste klimaatsturing.

In de gerbera kas van Zuiderwijk en Witzier is gestart met een debietmeting aan de Ventilationjets 1st generatie. Aan de hand daarvan bleek het debiet veel lager dan theoretisch verwacht. Geen 10 m³/m².uur, maar slechts 3. Vervolgens is gezocht naar de potentiële veroorzakers daarvan. Dat bleken een aantal zaken te zijn die gelijktijdig aangepakt moesten worden. In eerste instantie was voorzien om de bestaande ventilatoren om te bouwen, maar dat bleek dermate complex dat besloten is een nieuwe afdeling in te richten. Daarmee ontstond ook de optie om zonder meerkosten de twee systemen met elkaar te gaan vergelijken. Op basis van de bevindingen is een nieuw ontwerp gemaakt en gebouwd. Dat prototype is getest in de werkplaats. Daaruit bleek dat er nog wat andere aanpassingen gemaakt konden worden om het resultaat nog verder te verbeteren. 30 stuks Ventilationjets van dat ontwerp (VJ 2nd) zijn geïnstalleerd in een afdeling van 6000 m² waarvan de ramen, schermen en de 2 verwarmingsnetten apart regelbaar zijn. Over de lengte van het middenpad is een rolscherm aangebracht om in de nacht de afdelingen fysiek te scheiden. Via Letsgrow zijn de metingen binnen het bedrijf vastgelegd. Naast de gewone meetboxen is in iedere afdeling een meetpaal aanwezig met meetboxen voor temperatuur en RV op 3 hoogten. Ook is er een meetbox boven het doek aangebracht. Aanvullend zijn met een set draadloze sensoren temperatuur en RV metingen gedaan tussen het gewas. Aan de hand van de gemeten buistemperaturen is het energieverbruik van de verschillende afdelingen uitgerekend. Het stroomverbruik is bepaald aan de hand van de draaiuren en het toerental van de motor. Uiteindelijk bleek dat ook de nieuwe uitvoering van de Ventilationjet nog veel te weinig lucht aanvoerde van boven het scherm. Er is toen een derde systeem (VJ 3rd) ontwikkeld en getest en vervolgens opgehangen in de referentiekas. Ook is er een voorziening boven het middenpad gemaakt om de toegevoerde lucht niet weer terug boven het scherm te laten stromen maar zo direct mogelijk naar buiten.

4 Resultaten ontwerpfase

4.1 Metingen aan de Ventilationjet 1st generatie

Deze Ventilationjet bestaat uit een ronde koker van 32cm die is voorzien van een TWIF315/4 ventilator van Vostermans. Deze levert bij 20 Pa drukverschil een debiet van 2000 m³/uur. In de afdeling zijn twee schermen aanwezig. Het bovenste doek is een verduisteringsscherm, het onderste een zonweringsscherm. De koker zit tussen beide schermen gemonteerd en in de schermen zit een rond gat onder en boven de koker om lucht door te laten. Het bovenste doek ligt op de koker, de onderkant van de koker is door middel van een ring van zwart schermdoek luchtdicht aangesloten op het onderste scherm. In beide schermen is ter versteviging van het gat gaasdoek geplakt, met een maaswijdte van 2mm. Onder de bovenventilator hangt een Nivolator. En tussen de twee ventilatoren in zorgt een vlakke plaat van 35cm voor het horizontaal uitstromen van de koude lucht van boven het scherm, waarna deze lucht door de Nivolator goed gemengd kan worden met kaslucht.



Op de rechter foto is de Ventilationjet in actie met twee schermen dicht en is één van de problemen goed waar te nemen: het gaas in het gat vormt een grote weerstand voor de langsstromende lucht waardoor het doek omlaag wordt gedrukt. Deels lekt daardoor lucht langs de bovenrand van de koker naar de zone tussen de twee schermen in. Maar wat nog belangrijker is, het gaas beperkt de hoeveelheid lucht die wordt aangevoerd. Dat het gaas omlaag wordt gedrukt komt niet alleen door de weerstand van het gaas, maar meer nog doordat het gat in het doek 1cm kleiner was dan de koker. Dat was nodig voor een lichtdichte afsluiting, maar ook ter voorkoming van beschadiging van het doek. Een ventilator van dit type levert de grootste luchtstroom aan de randen van de koker en daar zit dus nu aan het einde ineens een weerstand in de vorm van een gatrand. Dat maakt de luchtstroming heel erg turbulent waardoor de stromingsrichting onduidelijk gaat worden, maar vooral ook het debiet heel erg beperkt. Die turbulentie werd nog verder vergroot door de vlakke plaat onder de ventilator. Uit luchtsnelheidsmetingen op verschillende plekken in de uitlaatopening bleek dat het effectieve debiet geen 2000, maar slechts 600 m³/uur was. Er hangt één VJ op elke 200 m², dus dat betekent effectief 3 m³/m².uur luchttoevoer. Dat verklaart dat het onmogelijk leek om zonder kieren de gewenste RV (<92%) te handhaven tijdens donker of de gewenste temperatuur te handhaven (15 °C) tijdens belichting (78 µmol/m²s). Na deze vaststelling is in de werkplaats een Ventilationjet opgehangen en zijn een aantal zaken gevarieerd:

1. Gaas deels weggesneden.
2. Grover gaas of geen gaas.
3. Een deel van het ophangstelsel ("taartpunt") dat in de uitstroom hangt minder luchtweerstand geven.
4. De afstand en de diameter van de verdeelplaat.
5. Op de verdeelplaat een kegel plaatsen die de luchtstroming verbetert.

In alle metingen was het gat in het doek 1cm groter dan de koker omdat vooraf al beslist was om deze aanpassing in ieder geval aan te brengen.

Gaas	Console	Ventilator	doorlaat	druk zuigzijde	snelheid min	snelheid max	gem snelheid	debiet	debiet	
			m2	Pa	m/sec	m/sec	m/sec	m3/uur	m3/m2/uur	
gaas met kruis 30mm breed	plaat 33cm + taartpunt in ophanging dicht	TWIF 315	0.0614		74	5.6	7.2	6.4	1415	71
gaas met strook 135 mm breed	plaat 33cm + taartpunt in ophanging dicht	TWIF 315	0.0614			5.2	6.2	5.7	1260	61
gaas met 2 stroken 30mm + middenvlak 80*135 m	plaat 33cm + taartpunt in ophanging dicht	TWIF 315	0.0614			5.2	6.2	5.7	1260	61
gaas met 2 stroken 30mm	plaat 35cm + taartpunt in ophanging dicht	TWIF 315	0.0614			5.4	7.2	6.3	1393	71
standaard gaas	plaat 33cm + taartpunt in ophanging dicht	TWIF 315	0.0614		47	4.6	5.2	4.9	1083	51
standaard gaas	flens ventilatorhuis afgeslepen, taartpunt open	TWIF 315	0.0614		52	5.3	6.3	5.8	1282	61
open gaas	plaat 33cm	TWIF 315	0.0614			4.2	9.2	6.7	1481	71
geen gaas	onderplaat weg	TWIF 315	0.0614		90	6.5	7.4	6.95	1536	81
geen gaas	plaat 45 cm op 8cm afstand	TWIF 315	0.0614		75	5.8	7.2	6.5	1437	71
geen gaas	kegel 45*8cm op 8 cm afstand	TWIF 315	0.0614			6.9	6.9	6.9	1525	81
geen gaas	kegel 45*8cm op 30 cm afstand	TWIF 315	0.0614			7.6	7.6	7.6	1680	81
geen gaas	vlakke plaat 33 cm op 30 cm afstand	TWIF 315	0.0614			7.2	7.2	7.2	1591	81
geen gaas	kegel 35*15cm op 8 cm afstand	TWIF 315	0.0614			8.3	8.3	8.3	1835	91
geen gaas	kegel 35*15cm + plaat 450mm op 8 cm afstand	TWIF 315	0.0614			8.1	8.1	8.1	1790	91
geen gaas	zonder kegel of plaat	TWIF 315	0.0614			8.8	8.8	8.8	1945	101

Uit de bovenstaande debietmetingen blijkt dat alle genoemde onderdelen een wezenlijk effect hebben en dus gelijktijdig moeten worden aangepakt. Het beste ontwerp heeft geen gaas, een open ophangbeugel en een vlakke plaat van 45 cm op 30 cm afstand, voorzien van een stromingskegel. Maar zelfs dan mag niet meer dan 1680 m³/uur aan debiet verwacht worden.

Daarom is ook gekeken naar het effect van een grotere ventilator, de TWIF355/4 van Vostermans met een theoretisch debiet van 3000 m³/uur bij 20 Pa. Dat leverde de volgende metingen op:

Gaas	Console	Ventilator	doorlaat	druk zuigzijde	snelheid min	snelheid max	gem snelheid	debiet	debiet	
			m2	Pa	m/sec	m/sec	m/sec	m3/uur	m3/m2/uur	
geen gaas	plaat 45 cm op 8cm afstand	TWIF 355	0.07846		33	5.2	5.2	5.2	1469	71
geen gaas	geen plaat	TWIF 355	0.07846		108	8.6	10	9.3	2627	131
geen gaas	plaat 24 cm op 14cm afstand	TWIF 355	0.07846		86	8.8	9.7	9.25	2613	131
geen gaas	plaat 45cm op 17cm afstand	TWIF 355	0.07846		60	6.3	8.5	7.4	2090	101
standaard gaas zonder rand bovenop	plaat 45cm op 19cm afstand	TWIF 355	0.07846		66	5.8	8.6	7.2	2034	101
standaard gaas zonder rand onder en boven	plaat 45cm op 19cm afstand	TWIF 355	0.07846		60	5.4	7.8	6.6	1864	91
standaard gaas zonder rand onder en boven	plaat 45cm op 9cm afstand	TWIF 355	0.07846		45	4.8	5.8	5.3	1497	71

Omdat deze koker 35 cm was en het gevaar bestond dat de lucht langs de verdeelplaat onder de ventilator zou stromen is deze verdeelplaat vrij dicht onder de uitstroomopening gehangen, maar dat bleek geen succes. Omdat de beste prestatie met gaas en plaat slechts een geringe verhoging van het debiet opleverde terwijl wel alle Ventilationjets daarvoor in zijn geheel vervangen moesten worden is gezocht naar een beter ontwerp. Een andere reden voor dit besluit was dat deze zwaardere ventilator ook meer stroom zou verbruiken, ook op momenten dat er geen groot debiet nodig is. De TWIF315/4 verbruikt 85 Watt, de TWIF355/4 verbruikt 120 Watt. Bovendien zou de lampcapaciteit worden verhoogd naar 104 µmol/m²s waardoor het luchtdebiet nog verder omhoog zou moeten dan nu geleverd kon worden.

4.2 Ontwerp en metingen Ventilationjet 2nd generatie

Zoals gezegd moest het debiet verder omhoog door het toegenomen lampvermogen. De lampen leveren bij 104 µmol/m²s nu ongeveer 60 W/m² aan warmte. Als daarvan 30% door het doek verdwijnt moeten de Ventilationjets 40 W/m² afvoeren. In de kas wil men 18 °C handhaven bij 90% RV. Om dat te kunnen realiseren bij een buitentemperatuur van bijvoorbeeld 15 °C bij 90% RV moet er een vrij grote luchtstroom worden ingezet. De kaslucht heeft een warmte-inhoud van 56,7 kJ/m³ en de buitenlucht 47,5 kJ/m³. Per m³ uitgewisselde lucht wordt er dus 9,2 kJ afgevoerd. Dat komt overeen met 2,55 W. Er moet dus 40/2,55= 15,7 m³/m².uur buitenlucht worden toegevoerd om de lampwarmte effectief af te kunnen voeren. In de praktijk komt daar ook meestal nog buiswarmte bij waardoor 20 m³/m².uur een realistisch debiet lijkt als tot 15 °C buitentemperatuur de schermen 100% gesloten moeten blijven. Dat debiet is echter maar een klein deel van het jaar nodig. Meestal moet het debiet zijn afgestemd op het in stand houden van een gewenste verdamping. In de praktijk blijkt deze tussen 10-20 gram/m².uur te liggen. Daarom nog een voorbeeld. Zonder lampen ligt de kastemperatuur op 15 °C, weer bij 90% RV. Deze lucht bevat 11,5 g/m³ vocht. Buitenlucht van 10 °C en 90% RV bevat 8,4 g/m³. Om 15 g/m².uur vocht af te voeren moet dan 15/(11,5-8,4)= 4,8 m³/m².uur lucht worden uitgewisseld om dat vocht af te voeren. Zo kan voor iedere conditie van de buitenlucht berekend worden hoeveel luchtaanvoer gewenst zal zijn en die zal sterk fluctueren. Daarbij zijn er helaas nog een tweetal onzekere factoren:

1. Ook de bodem kan vocht produceren en dat verschilt per seizoen maar ook per afdeling.
2. Het scherm laat ook een hoeveelheid vocht door, maar hoeveel precies is onduidelijk en zal ook variëren onder invloed van de buitencondities en het feit of het doek al of niet nat is.

Feitelijk betekent dit dat het debiet traploos regelbaar zou moeten zijn en liefst zo hoog mogelijk om zeer uiteenlopende situaties aan te kunnen. De eisen aan de nieuwe Ventilationjet waren daarmee bekend:

- Geen gaas in het gat en het gat groter dan de koker.
- Nog beter zou een koker zijn in plaats van een gat in het doek, maar dat levert extra complicaties op bij het lichtdicht laten aansluiten van het verduisteringsdoek.
- Zo groot mogelijke verdeelplaat die minimaal 30cm van het gat moet zitten en voorzien is van een stromingskegel.
- Een instelbaar debiet tussen 0-20 m³/m².uur.
- De ventilator en zijn ophanging moeten zo min mogelijk turbulente stroming veroorzaken. Daarvoor zou het beter zijn om de ventilator onder het gat te hangen omdat ventilatoren aan de zuigzijde vooral laminaire stroming veroorzaken. Op dit bedrijf kon dat echter niet vanwege het moeten passeren van een onderhoudskar. Op basis van deze eisen is een andere ventilator gezocht en een nieuw model gemaakt. Gekozen is voor een ventilator met een traploze toerenregeling met een maximale capaciteit van 4500 m³/uur bij 20 Pa. De vlakke verdeelplaat van 35 cm is vervangen door een transparante plaat van 60 cm met een geïntegreerde stromingskegel.



4.2.1 Kasproef

Van het nieuwe model zijn 30 stuks gemaakt en opgehangen in een afdeling van 6000 m². Vervolgens is een vergelijkende proef uitgevoerd in de volgende 3 afdelingen van elk 6000 m²:

1. Referentie. Afdeling met 2 schermen met daaronder verticale ventilatoren van het type Nivolator. Vochtregeling met behulp van een schermkier.
2. Nivolator 1st generatie. Zelfde uitrusting als referentie, aangevuld met een bovenventilator met een theoretisch vast debiet van 2000 m³/uur. Vochtregeling met behulp van de bovenventilator, eventueel gecombineerd met een kleine schermkier.
3. Nivolator 2nd generatie. Zelfde uitrusting als referentie, aangevuld met een bovenventilator met een theoretisch instelbaar debiet tussen 0-4500 m³/uur. De luchtweerstand van de doorlaat en de verdeelplaat zijn verminderd. Vochtregeling met behulp van de bovenventilator, zonder schermkieren. Helaas is er wel gaas in de gaten aangebracht omdat de installateur bang was dat het doek zou uitscheuren. En zelfs met gaas is het uitscheuren gebeurd.

Deze proef is uitgevoerd in de periode 1 augustus 2014 tot 1 maart 2015. In de afdelingen werden gerbera's geteeld op substraatbedden onder een lichtniveau van 104 μmol/m²s.

Tijdens het gebruik van de Ventilationjets 2nd generatie viel op dat het veel moeilijker was om de RV laag te houden dan verwacht. Vermoed werd dat het debiet toch niet gelijk was aan datgene wat in de werkplaats was gemeten. Daarom is er met gesloten schermen gemeten was het echte debiet was bij verschillende toerentallen van de bovenventilator.

Geconstateerd is dat het gaas in het doek het debiet zeer heeft beperkt:

Stand van de bovenventilator (op de computer)	Met gaas		Zonder gaas	
	m ³ /uur	m ³ /m ² .uur	m ³ /uur	m ³ /m ² .uur
50%	468	2,13	--	--
70%	760	3,4	1260	5,7
100%	870	3,9	1870	8,5

Dat is heel weinig luchttoevoer, zelfs bij volle toeren. Dus is het niet vreemd dat er zo weinig effect gezien wordt op de RV. Dat gaas moest er dus uit. Ook in het bovenste doek zat nog gaas. Hoewel gaas aan de zuigzijde minder effect heeft dan aan de blaaszijde, zal ook het verwijderen van dit gaas het debiet nog wat groter maken. Vanaf dat moment is gewerkt aan een oplossing om van het gaas af te komen. Op 1 april is het gaas uit de doeken verwijderd hetgeen resulteerde in een maximum debiet van 7,8 m³/m².uur.

4.3 Ventilationjet 3rd generatie

Na 1 maart zijn in de referentiekas Ventilationjets aangebracht waarin de ervaringen met de VJ 2nd generatie zijn verwerkt. De aanpassing bestaat uit het vervangen van het gat in het doek door een koker van 0,6*0,07 m die over de tralie is gehangen. Dat nu toch voor de koker kon worden gekozen kwam omdat er toch een oplossing is gevonden voor het lichtdicht laten aansluiten van de verduistering aan de koker. In het schuifprofiel van de verduistering is een U-vormige uitsparing gemaakt die om de koker aansluit. De verdeelplaat onder de koker is rechthoekig gemaakt om aan te sluiten op de rechthoekige uitblaas. Uit metingen in de kas bleek dat de koker een positief effect had op het debiet. Dat was gestegen naar 14 m³/m².uur. Deze versie heet in dit rapport VJ 3rd.



Vervolgens is de proef nog voortgezet tot 28 april, waarbij de referentie dus niet meer bestond en vervangen was door de VJ 3rd generatie.

In de kas zijn de temperaturen en RV's gemeten met behulp van geventileerde bedrade meetboxen. Gemeten is op 4 hoogtes: onder het bed, binnen het bladpakket, op bloemhoogte en boven het doek. Daarnaast zijn er draadloze ongeventileerde meetboxjes geplaatst tussen het bladpakket om daar temperatuur en RV te bepalen. Boven het gewas was een PAR meter aanwezig. Verder waren er gegevens beschikbaar over schermgebruik, raamstanden, buistemperaturen en buitenomstandigheden. Alle data zijn via Letsgrow verzameld en geanalyseerd.

5 Resultaten kasproef

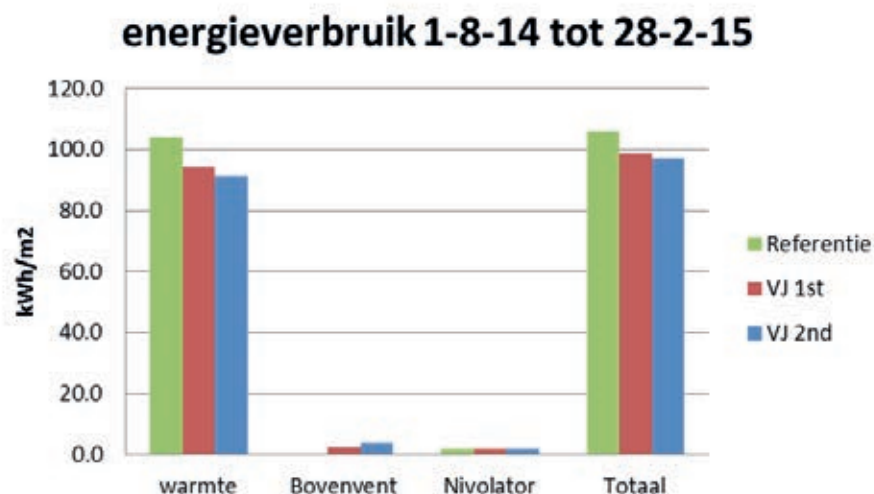
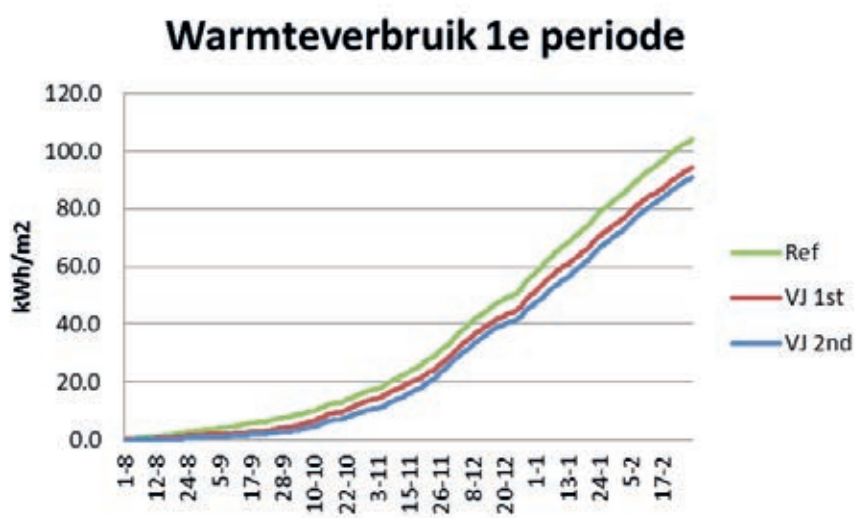
Omdat er sprake is van twee perioden zijn de resultaten opgesplitst.

5.1 Periode 1 Augustus 2014 tot 28 Februari 2015

In deze periode was er sprake van een referentiekas en twee kassen met de VJ 1st generatie en de VJ 2nd generatie.

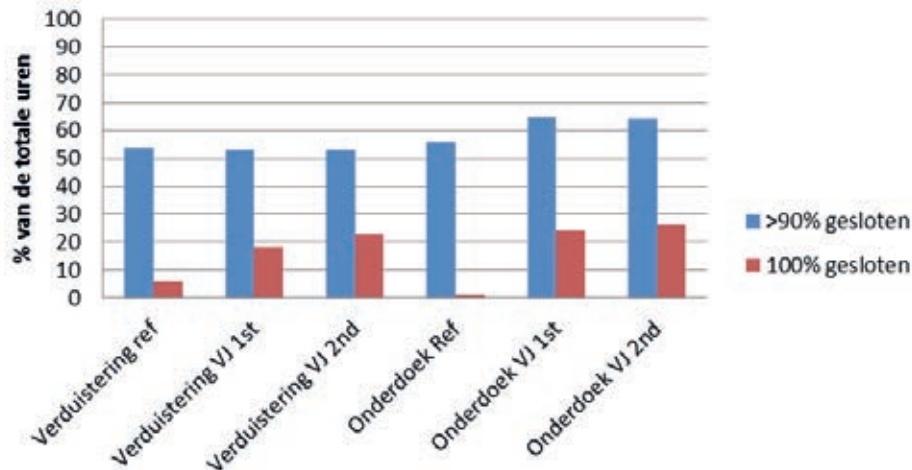
5.1.1 Energieverbruik en schermuren

Het cumulatieve warmteverbruik in deze periode kende het volgende verloop:



In de onderste grafiek is weergegeven het totale energieverbruik over de eerste periode, inclusief het stroomverbruik van de Nivolator en de Bovenventilator. Daarin valt op dat de beide afdelingen met een VJ systeem minder energie hebben gebruikt dan de referentie. Het gasverbruik is voor de referentie 12,5 m³/m² en voor de VJ 2nd: 11,4 m³/m², ofwel 8,8 % verschil. De oorzaak zit vooral in het schermgebruik zoals uit de volgende grafiek blijkt.

% uren gesloten 1 aug tot 28 febr

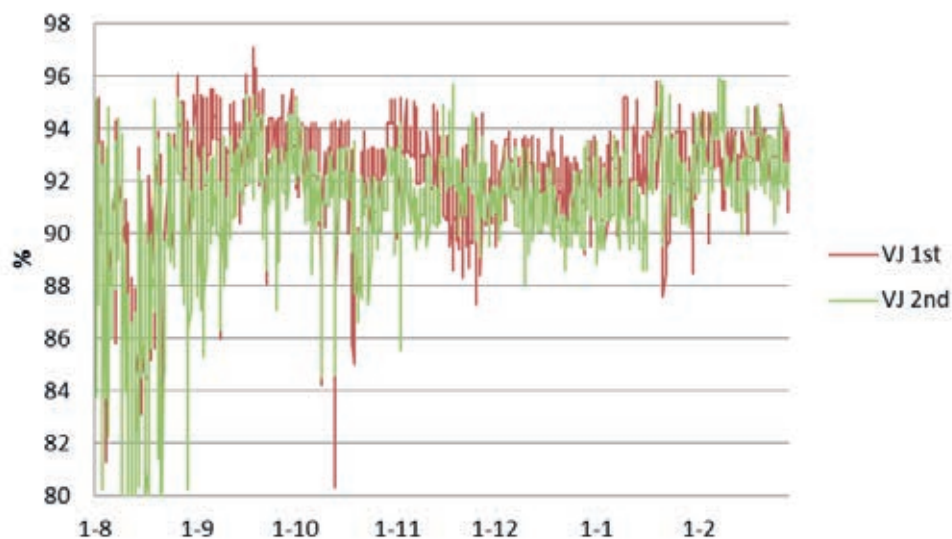


Het aantal schermuren dat in deze periode is gemaakt verschilt tussen de twee VJ systemen. Daarbij telt de verduistering het zwaarst omdat dit goed isoleert. Het totaal aantal uren binnen deze periode bedroeg 5087 uur. Uit dit overzicht blijkt dat beide VJ systemen nauwelijks meer schermuren hebben gehad dan de referentie, maar dat het aantal uren dat de verduistering en het onderzoek 100% gesloten waren beduidend hoger liggen bij de VJ afdelingen. Vooral dat verklaart het verschil in energieverbruik met de referentie. En omdat bij de VJ 2nd afdeling de schermen net iets vaker 100% gesloten waren is daarvan het energieverbruik weer iets lager dan van de VJ 1st, ondanks dat de bovenventilator van de VJ 2nd meer stroom heeft verbruikt. Daarnaast is er meer gebruik gemaakt van de VJ 2nd om tijdens belichting de kasttemperatuur bij gesloten doek te verlagen om op die manier de lichtuitstoot te verminderen. Dat betekende ook dat de lampwarmte meer onder het doek werd opgesloten waardoor de onderventilatoren deze warmte het gewas in konden stuwen en de groeibuizen een lagere temperatuur konden krijgen.

5.1.2 Vocht en ontvochtiging

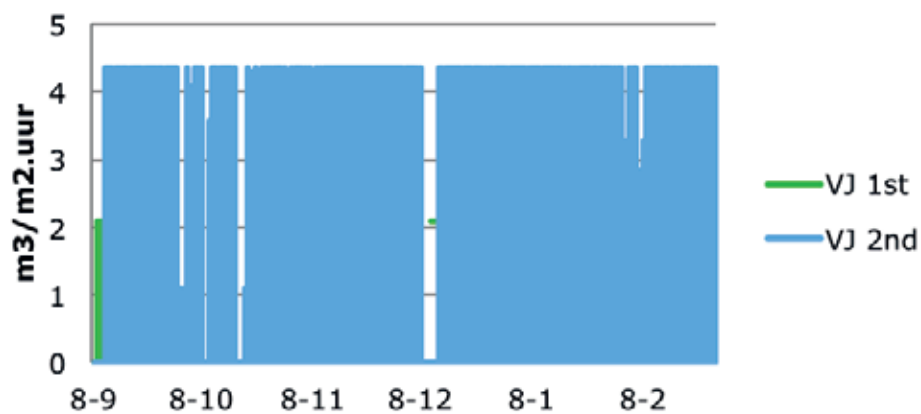
Dat de bovenventilator van de VJ 2nd meer stroom heeft verbruikt kan worden verklaard door de gerealiseerde RV's. Bij de VJ 2nd is die lager omdat er meer ontvochtigingscapaciteit beschikbaar was. Vanuit die optiek zou gesteld kunnen worden dat de VJ 1st afdeling een te hoge RV heeft gekend, maar dat is nooit tot uitdrukking gekomen in een slechtere bloemkwaliteit of meer botrytis in die afdeling. Met andere woorden wellicht had er meer energie bespaard kunnen worden door in de VJ 2nd afdeling minder te ontvochtigen.

RV in de nacht van 23-5 uur



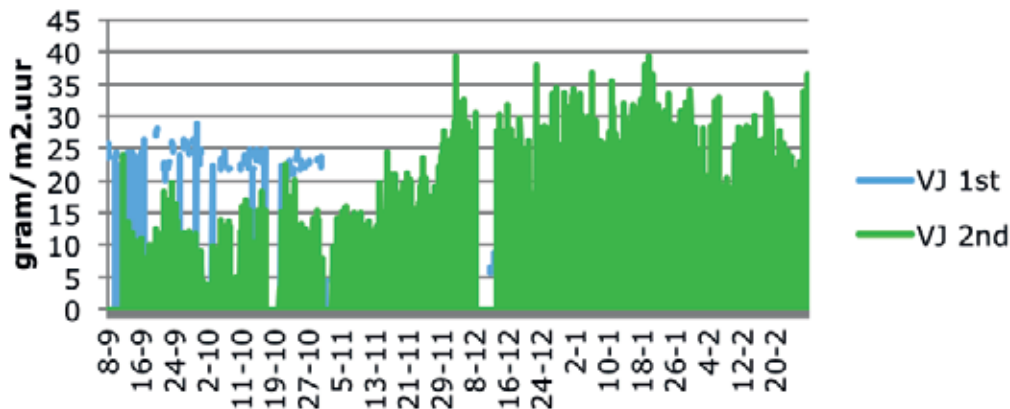
Het verschil in RV ligt niet aan een verschil in draaiuren omdat die ongeveer gelijk lagen. Maar door het grotere debiet van VJ 2nd is er tweemaal zoveel lucht toegevoerd.

debiet VJ in de nacht 23-5 uur



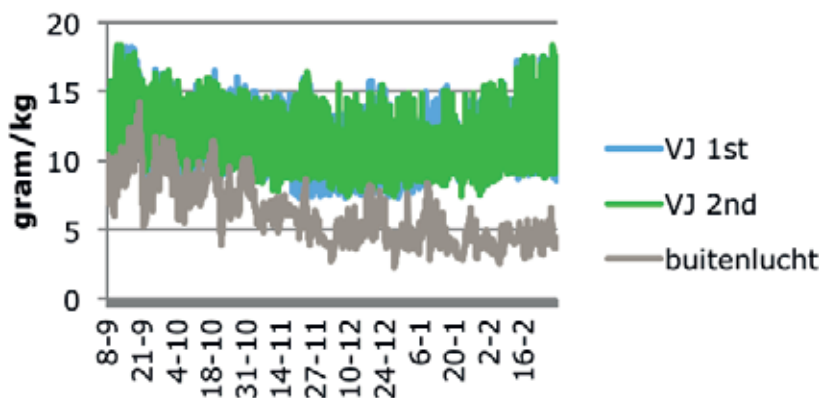
Dat leidde tot de volgende vochtafvoer uit de beide kassen:

vochtafvoer beide VJ's tussen 23 en 5 uur



Dus met name vanaf 1 november is er behoorlijk veel meer ontvochtigd bij de VJ 2nd. Dat kon ook omdat het verschil tussen het AV in de kas en buiten vanaf die datum groter werd. Dankzij het grotere debiet en het feit dat er ook veel boven het scherm gelucht werd nam de vochtafvoer extra toe bij de VJ 2nd. Vreemd genoeg leidde de grotere vochtafvoer in de VJ 2nd afdeling niet tot een lager AV in de nacht:

Absoluut Vocht tussen 23 en 5 uur

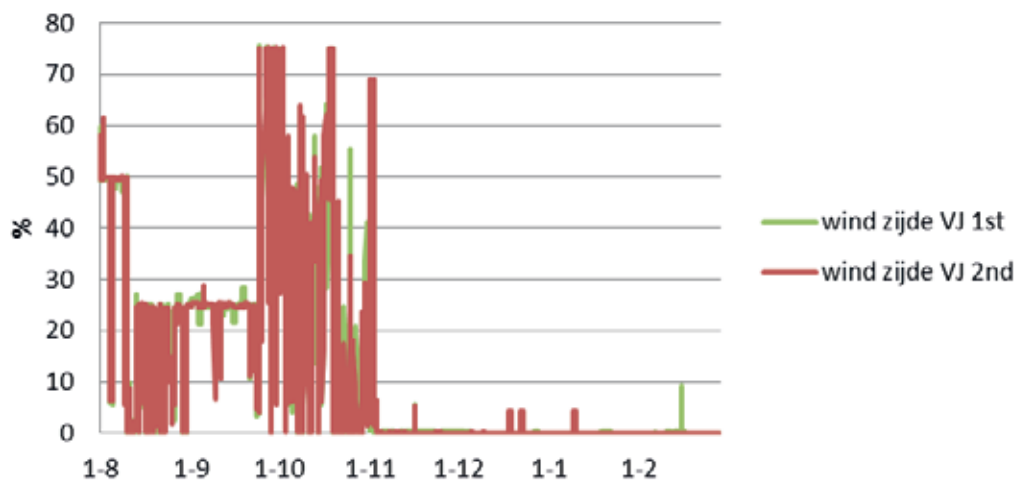


In deze grafiek is wel duidelijk het patroon van het AV buiten terug te vinden in de beide kas AV's. Het is ook met een VJ dus niet mogelijk om het AV in de kas geheel onafhankelijk te regelen. Overigens zijn de betreffende AV's relatief hoog voor de lage teelttemperatuur rond de 15 °C. De oorzaak lijkt te liggen in een relatief grote extra vochtaanvoer door verdamping vanuit of vanaf de kasbodem. Een bewijs daarvoor is het feit dat oud blad in het looppad nooit opdroogt. Hoewel de bodem bedekt is met antiworteldoek trekt die bladlaag mogelijk vocht uit de bodem aan. Ook is het mogelijk dat dit vocht afkomstig is van druip vanaf scherm of kasdek. Extra vochtafvoer kost extra energie en extra grote systemen en zou dus voorkomen moeten worden.

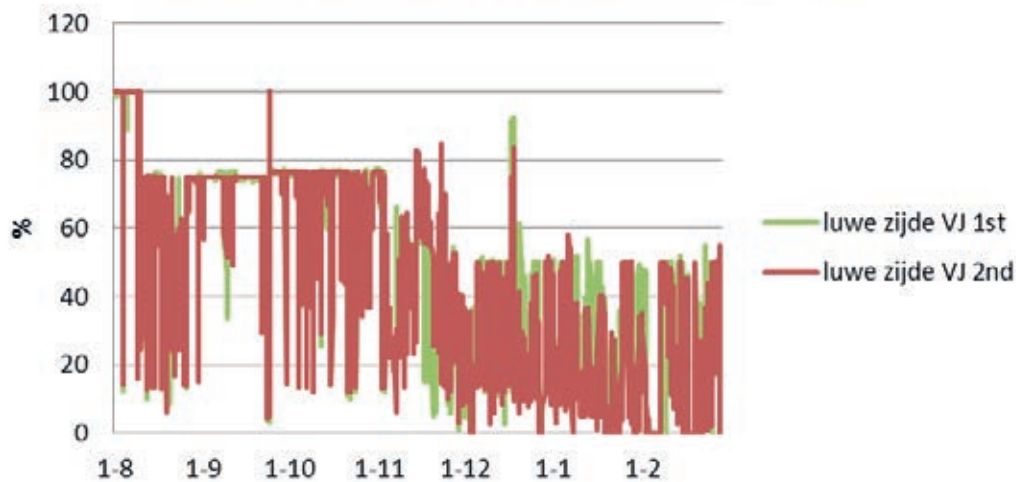
5.1.3 De rol van de luchtramen

De vochtafvoer is bij het VJ systeem mede afhankelijk van de stand van de luchtramen. Die zag er als volgt uit voor beide zijden van de luchtramen:

luchten boven het scherm van 23-5 uur



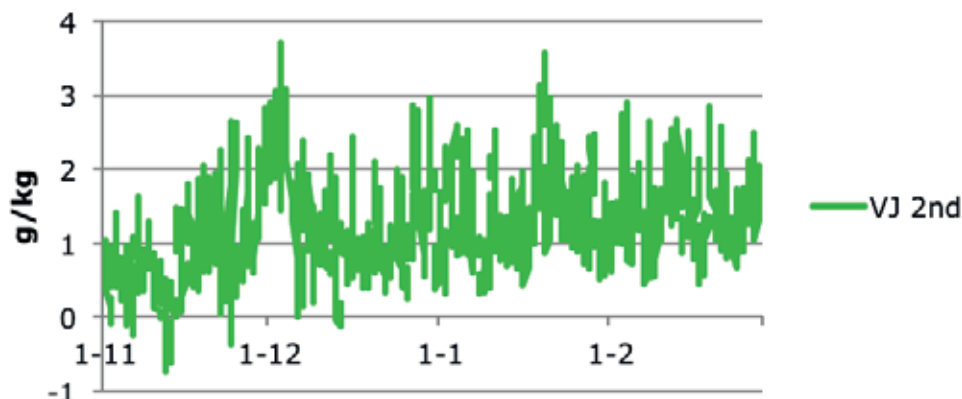
luchten boven het scherm van 23-5 uur



Tot 1 november is er ook windzijdig dus ruim gelucht. Dat is gedaan omdat boven een geheel gesloten verduistering de luchtuitwisseling met buiten geheel afhankelijk is van een goede horizontale stroming over het doek heen. Na 1 november is dat wat minder gedaan omdat er door de lage buitentemperaturen meer condensatie tegen het kasdek plaats vindt en het AV buiten ook lager is. Dan wordt het ook met meer gesloten ramen toch droger boven het scherm. De raamstanden waren in beide afdelingen nagenoeg gelijk, dus de hoeveelheid vocht die direct door de poriën van het scherm verdwijnt lijkt gelijk. De afvoer door de VJ komt daar bovenop en is dus voor de VJ 2nd na 1 november twee tot driemaal zo groot. En hoewel meer ventilatie extra energieverlies betekent is dat ruimschoots gecompenseerd door het meer dicht houden van de schermen. Omdat vanaf 1 november vaak 2 schermen gesloten zijn is het energieverlies door de schermen heen relatief klein ten opzichte van het energieverlies door (extra) vochtafvoer.

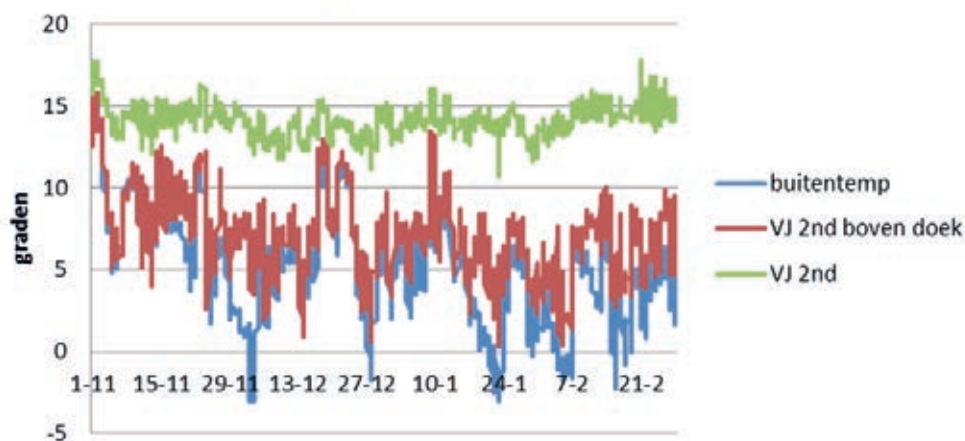
De vraag is nog wel of er voldoende gelucht is boven het scherm. Dat valt op te maken uit het verschil tussen het AV boven het scherm en het AV buiten.

verschil AV boven doek- buiten 23-5 uur



Uit deze grafiek blijkt dat het AV buiten vaak 1-3 g/kg lager was dan boven het scherm. Was dit verschil kleiner geweest dan had nog zuiniger ontvochtigd kunnen worden. De vochtafvoer door het scherm verloopt dan immers nog beter en omdat er daarbij geen lucht wordt uitgewisseld is er geen verlies aan voelbare warmte, alleen latente warmte. Bovendien hadden de ventilatoren minder hard hoeven draaien om dezelfde vochtafvoer te realiseren. Dat er soms te weinig gelucht is boven het doek valt ook op te maken uit het temperatuurverloop boven het doek in relatie tot de buitentemperatuur.

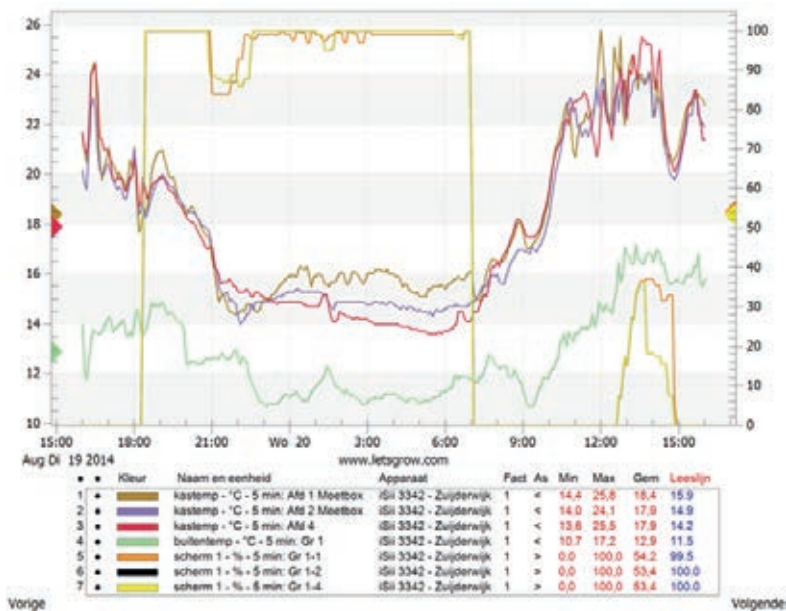
Temperaturen 23-5 uur



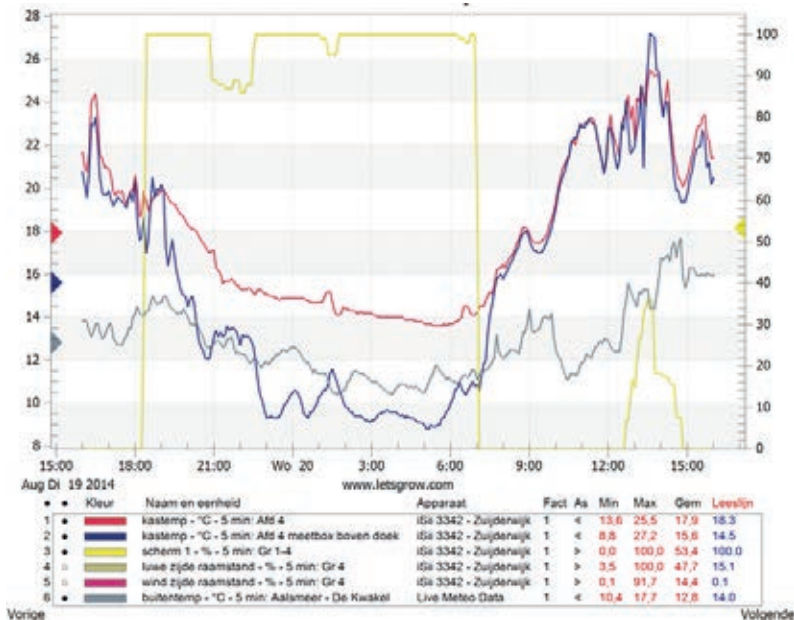
Het komt regelmatig voor dat de temperatuur boven het doek hoger is dan de buitentemperatuur. Daarmee wordt niet alleen de ontvochtigingscapaciteit nadelig beïnvloedt, maar ook de koelcapaciteit. Dat laatste heeft invloed op twee zaken. Bij gerbera wil men na het sluiten van de verduistering liefst zo snel mogelijk naar een lage nachttemperatuur om daarmee een generatieve actie uit te voeren en om te voorkomen dat de stelen rekken. En in de ochtend wordt vaak belicht met gesloten scherm en is het ongewenst dat de kasttemperatuur te hoog oploopt. In beide perioden heeft het zin om de schermen 100% gesloten te houden. In de avond om te voorkomen dat de bloemen extra afkoelen door uitstraling waardoor ze nat slaan en botrytis ontstaat. En bij belichting om met de Nivolatoren lampwarmte omlaag te kunnen stuwen zodat een te groot verticaal temperatuurverschil binnen het gewas wordt voorkomen zonder een minimum buis aan te zetten. Als er bij belichting een kier in het scherm wordt gezet zal de Nivolator geen warme, maar koude lucht omlaag stuwen, dus juist het ontstaan van botrytis stimuleren.

5.1.4 Kasttemperaturen en koeling

Met de twee versies van de VJ's bleek het niet mogelijk om de kasttemperatuur in de avond sneller te laten dalen dan in de referentie afdeling zoals in de volgende grafiek te zien is. Daarin is afd 1 de referentie, afd 2= VJ 1st en afd 4= VJ 2nd. Pas na het trekken van een kier in de verduistering daalt de temperatuur snel, of zoals de teler opmerkte: "Als we snel naar een lage voornacht willen is een kier trekken tot temp bereikt is een must".



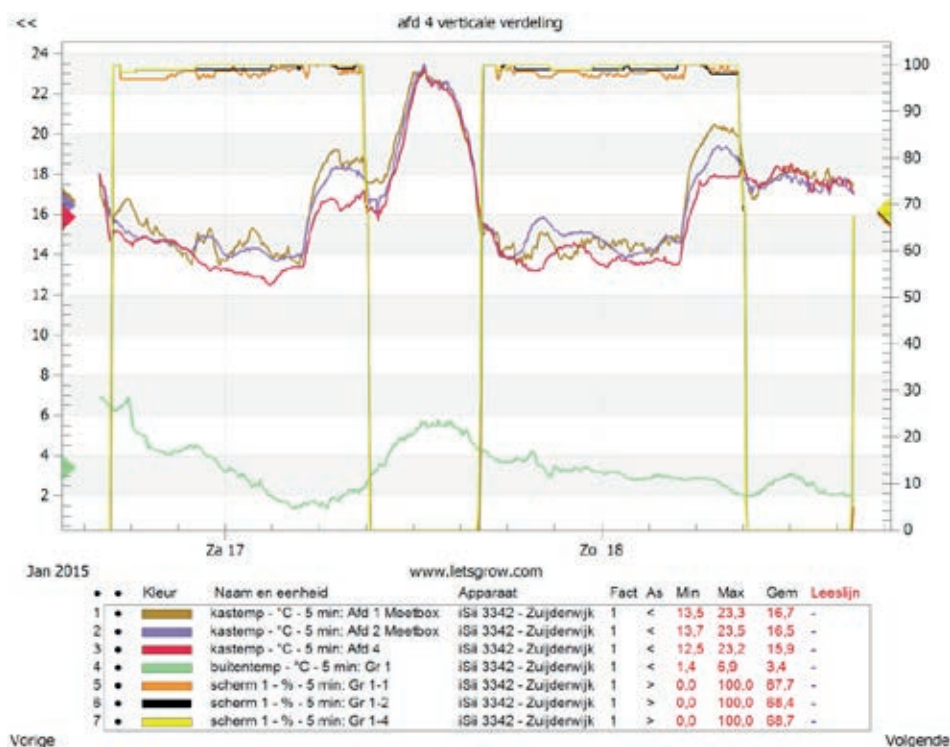
Op zich lijkt dat niet in overeenstemming met de lagere temperatuur boven het scherm die ontstaat door het scherm stijf dicht te houden zoals in de volgende grafiek te zien is.



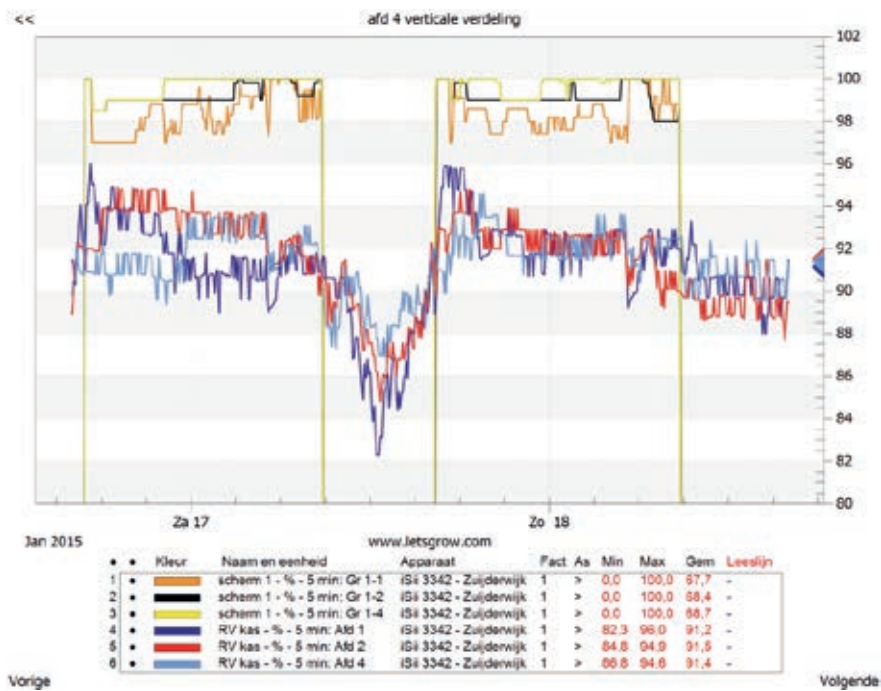
De blauwe lijn daalt nadat de verduistering sluit snel naar de buitentemperatuur en door uitstraling zelfs eronder, maar de kasttemperatuur niet. Er is blijkbaar te weinig luchtuitwisseling om snel te koelen omdat na het opentrekken van het scherm wel daling volgt. Dat debiet kan worden vergroot, hetgeen bij de VJ 3rd ook gebeurd is, maar het is goed om een aantal overwegingen mee te nemen bij het besluit om die afkoeling ook daadwerkelijk te versnellen door meer ventilatie.

1. Een groot deel van de warmte komt uit de kasbodem. Proeven met het isoleren van de kasbodem bij Aardbei heeft laten zien dat daarmee de kastemperatuur zonder ventilatie heel snel daalt. Ook zal droge grond beter isoleren dan natte grond.
2. Een ander deel van de warmte komt uit warme buizen die tegen de avond omhoog zijn gegaan in temperatuur. Die warmte had voorkomen kunnen worden.
3. Het laten dalen van de kastemperatuur richting buitentemperatuur maakt het onmogelijk of in ieder geval veel moeilijker om nog langer door ventilatie vocht af te voeren omdat het verschil in Absoluut Vocht met buiten heel klein wordt gemaakt. De kans op een hoge RV en daarmee botrytis neemt daardoor toe.
4. Door een kier neemt de kans op lokale uitstraling van bloemen naar een koude hemel toe en ook dit vergroot de kans op botrytis omdat er vocht tussen de bloemblaadjes zal condenseren. Omdat er tussen die blaadjes geen luchtbeweging is zal dat vocht daar langdurig blijven zitten.
5. Het tijdelijk stagneren van de verdamping kan leiden tot calciumgebrek in de cellen of zelfs beschadiging van plantencellen. Die situatie treedt met name op wanneer de kastemperatuur sterk daalt terwijl de worteltemperatuur nog hoog is.

In Januari, bij lagere buitentemperaturen, ontstaat het volgende beeld:



Nu haalt afdeling 4 (VJ 2nd) ruimschoots de lage kastemperatuur ondanks het volledig gesloten zijn van 2 schermen. Afdeling 2 met een beperkte capaciteit VJ 1st blijft iets achter wanneer het scherm gesloten is. Soms is de referentie zelfs het warmst. Vanaf 6 uur stijgt de temperatuur snel als gevolg van het starten van de belichting. De beide VJ systemen kunnen nu de temperatuur iets lager houden dan in de referentie afdeling. En dankzij de hogere capaciteit van de VJ 2nd blijft de temperatuur hier het laagst. Een goede aanzet voor lichtafscherming in de nacht. Aan het variëren van de schermkieren is wel duidelijk af te lezen dat er steeds een balans wordt gezocht tussen kieren voor vocht en kieren voor temperatuur. Dat is niet altijd eenvoudig. In dat opzicht zou het eenvoudiger zijn wanneer het scherm altijd 100% dicht kan en de VJ voldoende capaciteit heeft voor de beheersing van zowel temperatuur als vocht. Dat is duidelijker te zien in de volgende grafiek:



Als het verduisteringsscherm volledig gesloten blijft in afdelingen 2 en 4 daalt de RV aanvankelijk naar lagere waarden dan in de referentie afdeling. Maar als de kastemperatuur verderop in de nacht verder weg zakt stijgt de RV in de twee afdelingen met Ventilationjets juist hoger dan in de referentie. In de tweede nacht is er meer gespeeld met de kier in het doek en blijven de RV's in alle afdelingen gelijk.

5.1.5 Verdamping

Met behulp van weegschalen is de gemiddelde verdamping over een nacht bepaald. Die bleek in eerste instantie in de referentie afdeling (afd 1) lager te zijn dan in de VJ 2nd afdeling (IPC afdeling).



Met behulp van een rookproef bleek dat de Nivolatoren in de referentie afdeling de kaslucht zo vlak uitbliezen dat de lucht niet bij het gewas kwam. Na het verstellen van de schoephoek bleek dit wel het geval te zijn en werd de nachtverdamping in de referentie afdeling juist hoger. Een belangrijk signaal dat de subtiele, nauwelijks voelbare luchtbeweging van de verticale ventilatoren grote invloed heeft.



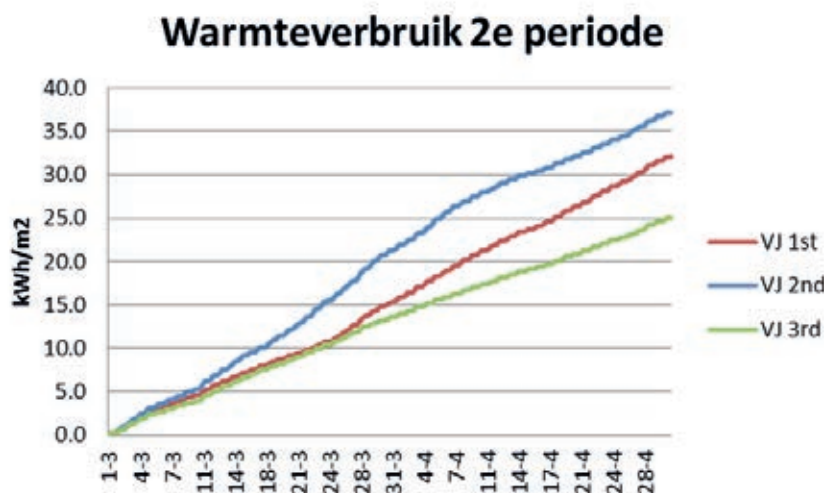
Wat ook opvalt is dat de nachtelijke verdamping vrij stabiel op 18-20 gram/m².uur ligt. Als dat wordt vergeleken met de gerealiseerde vochtafvoer berekend uit de stand van de bovenventilatoren vermenigvuldigd met het verschil in Absoluut vocht onder en boven het scherm dan komt dat aardig overeen. Maar de werkelijke vochtafvoer (en daarmee de vochtproductie) zal hoger zijn omdat er ook nog waterdamp zal verdwijnen via luchtlekkage door en langs de schermen en door condensafvoer. Als er zoals eerder in dit rapport aangegeven ook nog vocht uit de bodem verdampt of condenswater vanaf het kasdek dat door het doek heen druipt weer opnieuw verdampt, zal de daadwerkelijke vochtproductie groter zijn dan strikt noodzakelijk. Maatregelen om druipt of verdamping vanuit de kasbodem te voorkomen zou de effectiviteit van de ontvochtigingssystemen sterk verbeteren en het energieverbruik verder verlagen.

5.2 Periode 1 Maart tot 30 April 2015

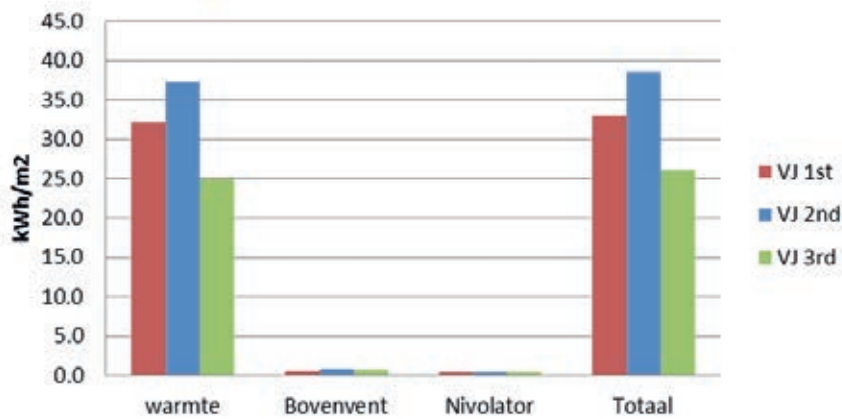
In deze periode waren in de referentiekas Ventilationjets 3rd generatie aangebracht.

5.2.1 Energieverbruik en schermuren

Het cumulatieve warmteverbruik en het totale energieverbruik incl. stroom was als volgt:



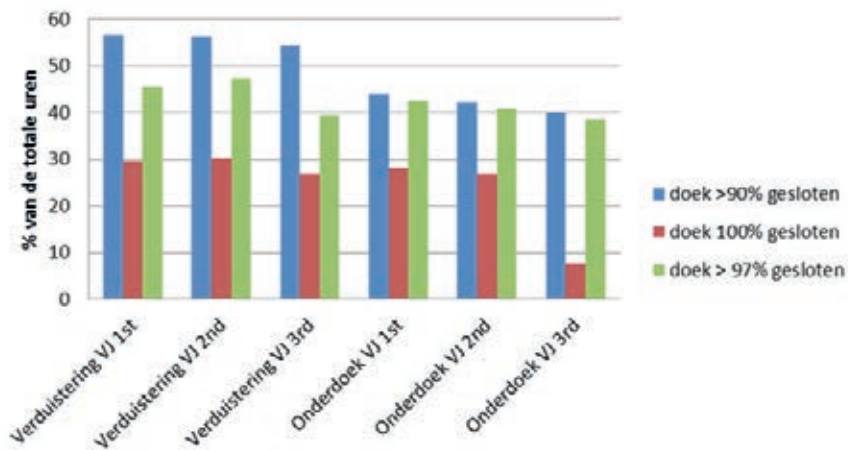
energieverbruik 1-3 tot 30-4 2015



Dat betekent een gasverbruik van $4,5 \text{ m}^3/\text{m}^2$ voor de VJ 2nd, van $3,9 \text{ m}^3/\text{m}^2$ voor de VJ 1st en $3,0 \text{ m}^3/\text{m}^2$ voor de VJ 3rd, ofwel een verschil van respectievelijk 50% en 23%.

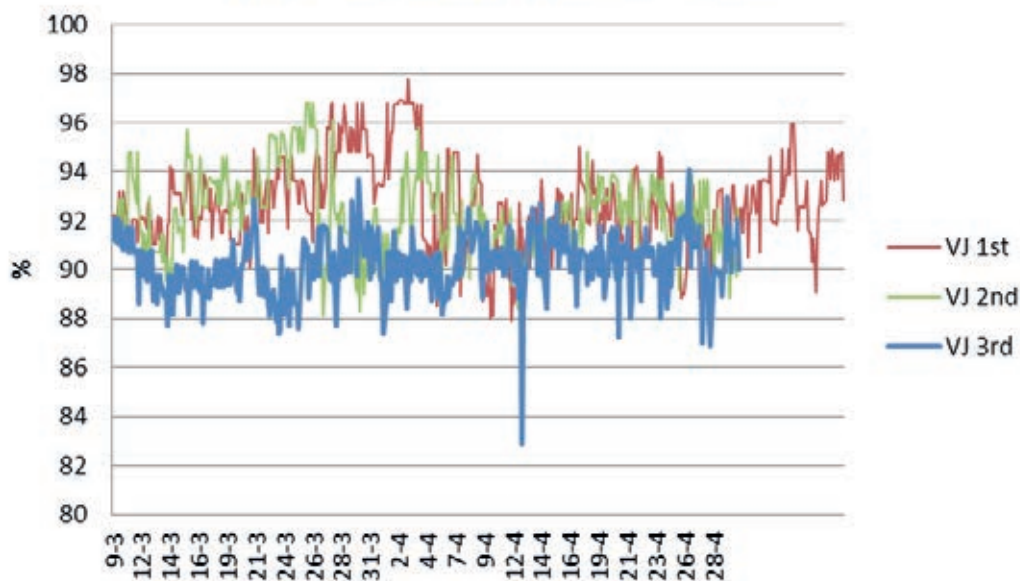
Het schermgebruik:

% uren gesloten 1 mrt tot 30 april



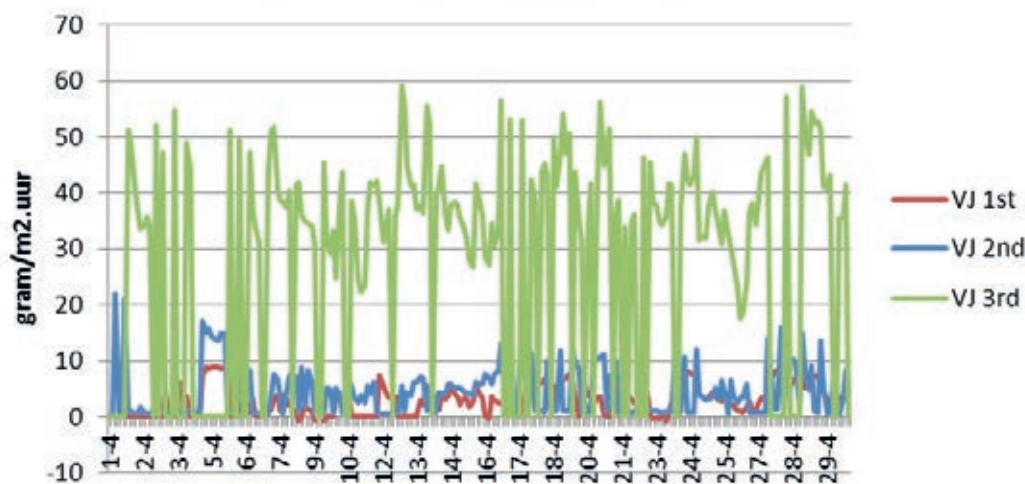
5.2.2 Vocht en ontvochtiging

RV in de nacht van 23-5 uur



Duidelijk is dat de VJ 3rd goed presteert op alle vlakken. De doeken zijn vaak 100% gesloten, de RV is lager dan bij de andere systemen en toch is het energieverbruik het laagst. In vergelijking met de VJ 2nd scheelt dat zelfs 23% en ten opzichte van de VJ 1st 15%. De oorzaak ligt voor de hand. Dankzij het grote luchtdebiet van de VJ 3rd van 14 m³/m².uur is ontvochtiging door een warme buis grotendeels vervangen door vochtafvoer door ventilatie. Wat wel opvalt is dat het onderscherm minder vaak 100% gesloten is. Dat betekent niet dat dit scherm minder intensief gebruikt is, maar er is in deze afdeling een andere schermstrategie toegepast om de vochtafvoer te vergroten door in het onderste doek een kleine kier te trekken terwijl de verduistering 100% gesloten was. Bij hogere buitentemperaturen levert dat een hogere vochtafvoer op zonder gevaar op kouval. Die andere strategie valt af te lezen uit het aantal uren dat het onderzoek >97% gesloten is geweest. Op zich is die strategie voor alle afdelingen toegepast maar dankzij de hogere ventilatie capaciteit van de VJ 3rd heeft die combinatie de laagste RV opgeleverd in deze afdeling. Dat is ook af te lezen uit de verschillen in ontvochtigingscapaciteit van de drie VJ systemen.

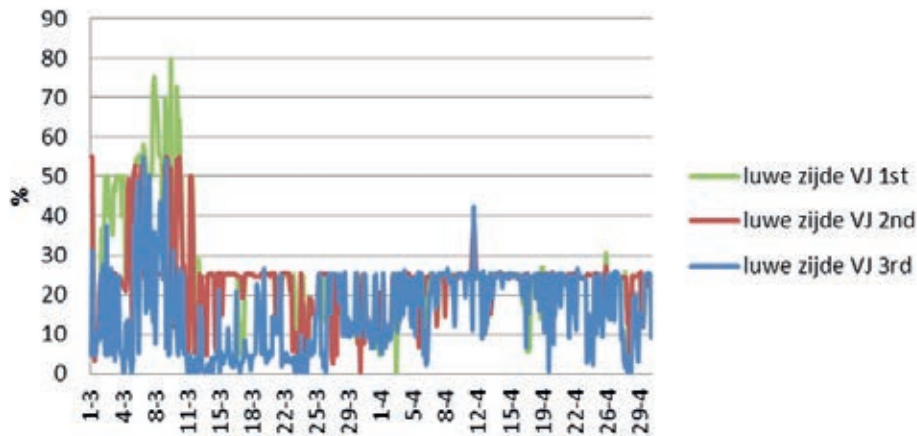
vochtafvoer VJ's tussen 23 en 5 uur



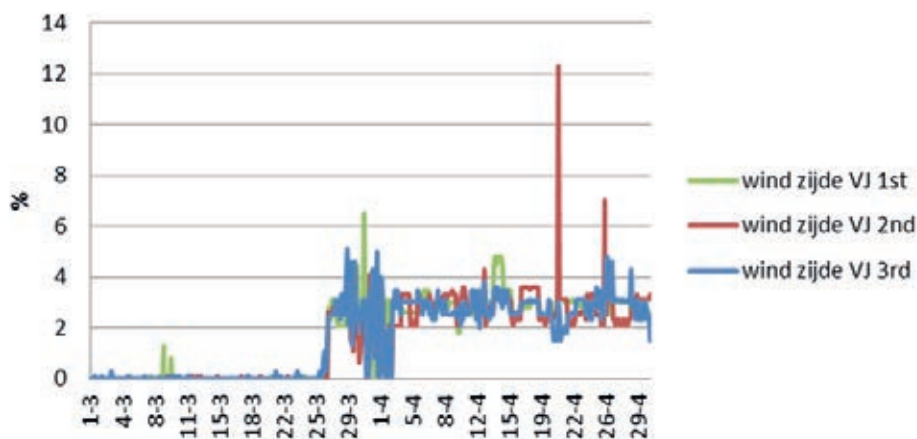
5.2.3 De rol van de luchtramen

De strategie van luchten boven het scherm is in alle drie afdelingen in gelijke mate toegepast. Na 1 april is er ook weer meer windzijdig gelucht dankzij de hogere buitentemperaturen.

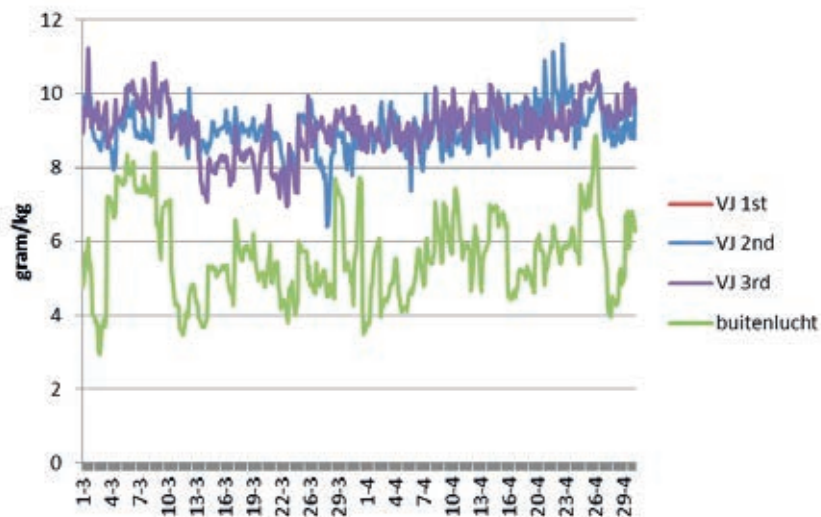
luchten boven het scherm van 23-5 uur



luchten boven het scherm van 23-5 uur



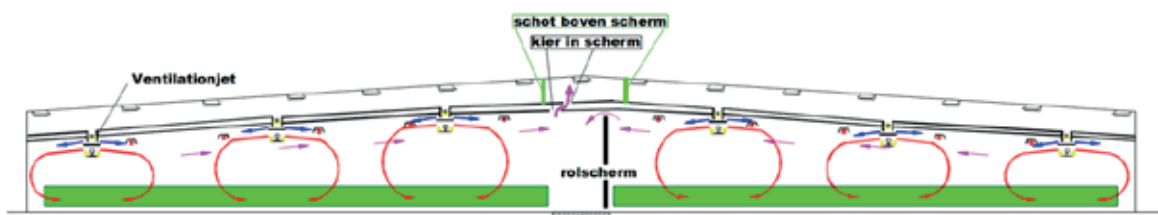
Absoluut Vocht tussen 23 en 5 uur



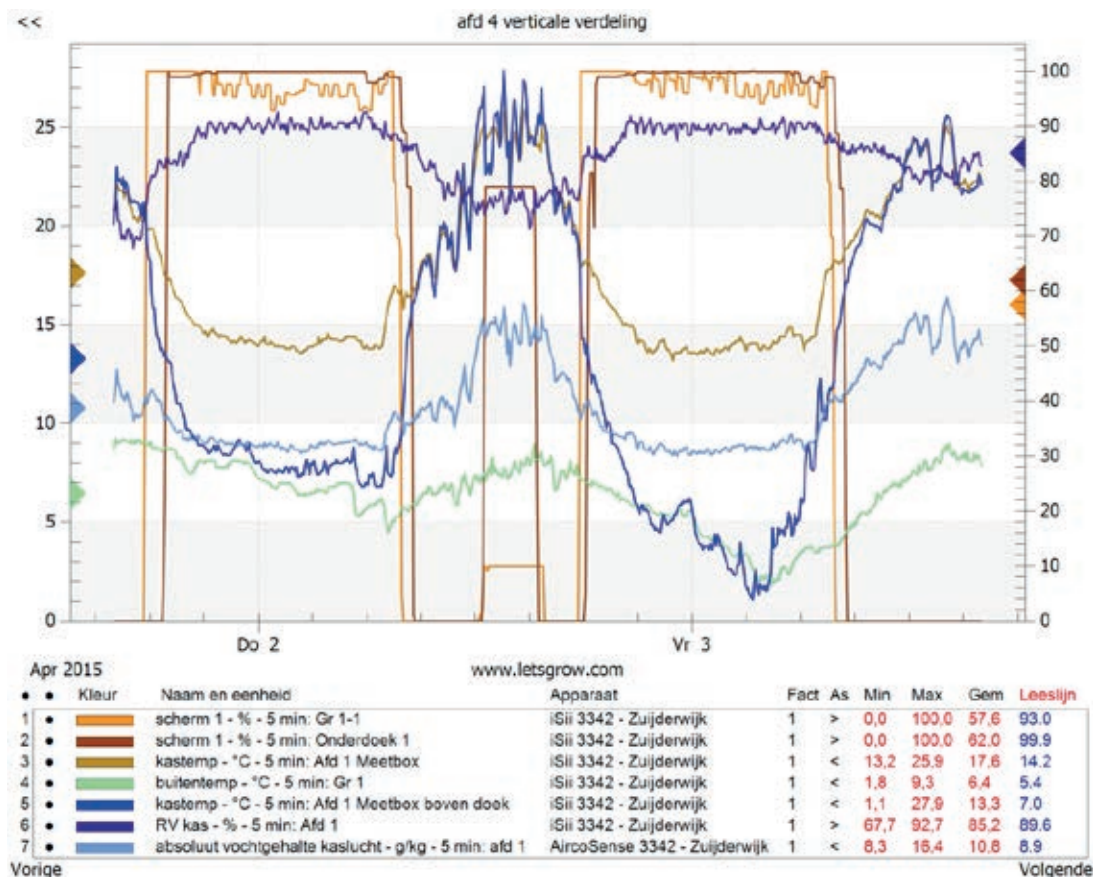
Het verloop van het AV is in de drie afdelingen vergelijkbaar. Opvallend is wel dat ondanks een hoger buiten AV tussen 4 en 10 maart het AV in de kas redelijk beheersbaar bleek. Ook een teken dat de gecombineerde strategie van het toerental van de VJ's aansturen op basis van AV verschil, kieren in het onderzoek trekken en meer luchten boven het scherm goed werkt.

5.3 Aanpassing aan de luchtafvoer

Behalve de hogere capaciteit van de VJ was er nog iets aangepast aan alle afdelingen. Omdat het duidelijk was dat de VJ's een deel van de kaslucht door het scherm heen persen door overdruk was het AV en de temperatuur boven het scherm alleen gelijk aan de buitenomstandigheden als er flink gelucht werd. Daarin kon verbetering worden gebracht door de luchtafvoer centraal te maken. Daarvoor is boven het middenpad een permanente kier van 5 cm in beide schermen aangebracht.



Daarmee werd bereikt dat het grootste deel van de lucht nu via die kier en de luchtramen recht daarboven uit de kas werd afgevoerd. Dat is met een rookproef bevestigd. Dat had een zeer positief effect op de werking van de VJ's omdat de lucht boven het scherm nu droger en kouder werd, zoals te zien is in de volgende grafiek:



In de VJ 3rd afdeling is de RV in de nacht goed regelbaar. Omdat de lijn van het AV in de kas vrijwel vlak loopt is de verdamping steeds mooi in evenwicht met de vochtafvoer. De temperatuur boven het scherm is vrijwel gelijk aan de buitentemperatuur, dus de condities boven het scherm zijn optimaal voor zowel vochtafvoer als temperatuur verlaging in de kas.

Ook nu is de nachtverdamping gemeten en dat leverde de volgende waarden in gram/m².uur op:

	Nacht 1-2 April	Nacht 2-3 April
VJ 2 nd	16,1	19,7
VJ 3 rd	19,7	25,0

Ook in dit opzicht doet de combinatie van VJ 3rd met kier boven het middenpad het dus beter.

6 Conclusies en aanbevelingen

Het is mogelijk gebleken om door de inzet van Ventilationjets de schermen op een gerbera bedrijf meer gesloten te houden en de vochtafvoer nauwkeuriger te regelen dan met een schermkier.

Maar daarvoor was het wel nodig om een aantal verbeteringen aan te brengen in het oorspronkelijke ontwerp van de Ventilationjet en de manier waarop daarmee om wordt gegaan. De belangrijkste zaken daarvan zijn:

1. Het optimale debiet aan aangevoerde lucht kan niet worden gehaald met een ventilator die aansluit op een gat in het scherm. Het gat, eventueel gaas daarin en lekkage langs de aansluitingen op het doek hebben de werkelijke opbrengst aan lucht 75% lager gemaakt dan de ventilator theoretisch kon leveren. Een koker die over de tralie is gehangen en met een U-vormig profiel in de schuifbalk van het schermdoek lichtdicht kan worden afgedicht biedt veel meer zekerheid op een hoog debiet tegen lage stroomkosten.
2. Verhoging van het debiet van $3 \text{ m}^3/\text{m}^2.\text{uur}$ naar maximaal $14 \text{ m}^3/\text{m}^2.\text{uur}$ heeft de regelbaarheid in alle seizoenen verbeterd en het volledig gesloten houden van minimaal 1 doek, met of zonder belichting van $104 \mu\text{mol}/\text{m}^2\text{s}$, mogelijk gemaakt.
3. Door meer raamopening boven een gesloten doek was het mogelijk om de vochtafvoer zonder kouval te vergroten. Meer windzijdig luchten helpt daarbij positief.
4. Het besturen van het toerental van de bovenventilatoren van de Ventilationjet verloopt goed als het verschil in Absoluut Vocht onder en boven het scherm gemeten wordt en gebruikt om een bepaalde vochtafvoer en daarmee een bepaalde gewasverdamping te realiseren. De RV meting in de kas wordt dan gebruikt voor controle om schimmelziekten te voorkomen.
5. Het aanbrengen van een vaste kier in de schermen boven het middenpad heeft de afvoer van kaslucht verbeterd en gezorgd voor een lagere vochtinhoud en temperatuur van de lucht boven het doek.

Op dit bedrijf was al een redelijke energiebesparing van ongeveer 20% behaald door met Nivolatoren de lucht onder de schermen verticaal te circuleren en de schermen meer te sluiten. Dankzij de betere temperatuurverdeling kon bij een hogere RV dan normaal geteeld worden zonder de kans op condens op de bloemen en daarmee botrytis te vergroten. Door de inzet van de ontvochtiging binnen dit project kon in de periode augustus tot maart het energieverbruik met $1,1 \text{ m}^3/\text{m}^2$ ofwel 9% worden verlaagd ten opzichte van de referentie met kier en zonder apparatuur voor ontvochtiging doordat de schermen vaker gesloten konden worden. En dat terwijl de verdamping van het gewas goed op peil kan worden gehouden en de kans op condens en botrytis niet is toegenomen.

Met behulp van de VJ 3rd generatie is het mogelijk om verder te gaan op het pad om de schermdoeken meer uren en vaker voor 100% te sluiten. Ook is de toepassing van een tweede scherm eenvoudiger geworden, ook overdag. In de periode maart en april nam het energieverbruik nog eens met 23% af ofwel $0,9 \text{ m}^3/\text{m}^2$ ten opzichte van de situatie met de oorspronkelijke Ventilationjet. Op een totaal gasverbruik over de periode augustus tot mei van $15,4 \text{ m}^3/\text{m}^2$ wordt er potentieel door de inzet van de verbeterde VJ 3rd ongeveer $3,5 \text{ m}^3/\text{m}^2$ aan gas bespaard als het stroomverbruik van de ventilatoren wordt bijgeteld.

In potentie kan de isolatiewaarde nu verder omhoog omdat de schermen zelf geen vocht meer hoeven door te laten en toepassing van meerdere lagen scherm niet meer op bezwaren stuit. Een eerste stap daarin kan zijn om de twee doeken waaruit een verduisteringsdoek is opgebouwd op twee aparte dradenbedden te leggen waardoor er tussen die doeken een laagje stilstaande lucht ontstaat. Nog mooier zou zijn als de onderste laag dan ook nog gealuminiseerd is waardoor warmtestraling reflecteert. De bloemen zullen dan optimaal beschermd zijn tegen uitstraling waardoor botrytis verder zal worden teruggedrongen. Ten tweede kan een dagscherm worden toegepast dat bestaat uit hoogtransparant folie dat zoveel mogelijk PAR doorlaat, maar warmtestraling zoveel mogelijk reflecteert. Daarmee kan kouval voor of na het openen van de hoog isolerende nachtschermen worden voorkomen zonder dat dit ten koste gaat van de productie.

De ontvochtigingscapaciteit van de VJ is lineair afhankelijk van het verschil in AV binnen / buiten. De capaciteit gaat dus met sprongen vooruit als de kastemp onder het gesloten scherm iets hoger mag zijn. In kritische situaties maakt 1 tot 2 graden hogere kastemp dat er 2 tot 3 keer zoveel vocht kan worden afgevoerd met hetzelfde systeem. Dit betekent dat een lagere RV kan worden bereikt, danwel dat hetzelfde met aanzienlijke lagere investering en stroomkosten kan worden bereikt. Bovenstaande geldt ook voor de situaties waarin de VJ wordt ingezet voor koeling met belichting onder een gesloten scherm.

To explore
the potential
of nature to
improve the
quality of life



Wageningen UR Glastuinbouw
Postbus 20
2665 ZG Bleiswijk
Violierenweg 1
2665 MV Bleiswijk
T +31 (0)317 48 56 06
F +31 (0) 10 522 51 93
www.wageningenur.nl/glastuinbouw

Glastuinbouw Rapport GTB-1376

Wageningen UR Glastuinbouw initieert en stimuleert de ontwikkeling van innovaties gericht op een duurzame glastuinbouw en de kwaliteit van leven. Dat doen wij door toepassingsgericht onderzoek, samen met partners uit de glastuinbouw, toeleverende industrie, veredeling, wetenschap en de overheid.

De missie van Wageningen UR (University & Research centre) is 'To explore the potential of nature to improve the quality of life'. Binnen Wageningen UR bundelen 9 gespecialiseerde onderzoeksinstituten van stichting DLO en Wageningen University hun krachten om bij te dragen aan de oplossing van belangrijke vragen in het domein van gezonde voeding en leefomgeving. Met ongeveer 30 vestigingen, 6.000 medewerkers en 9.000 studenten behoort Wageningen UR wereldwijd tot de aansprekende kennisinstellingen binnen haar domein. De integrale benadering van de vraagstukken en de samenwerking tussen verschillende disciplines vormen het hart van de unieke Wageningen aanpak.