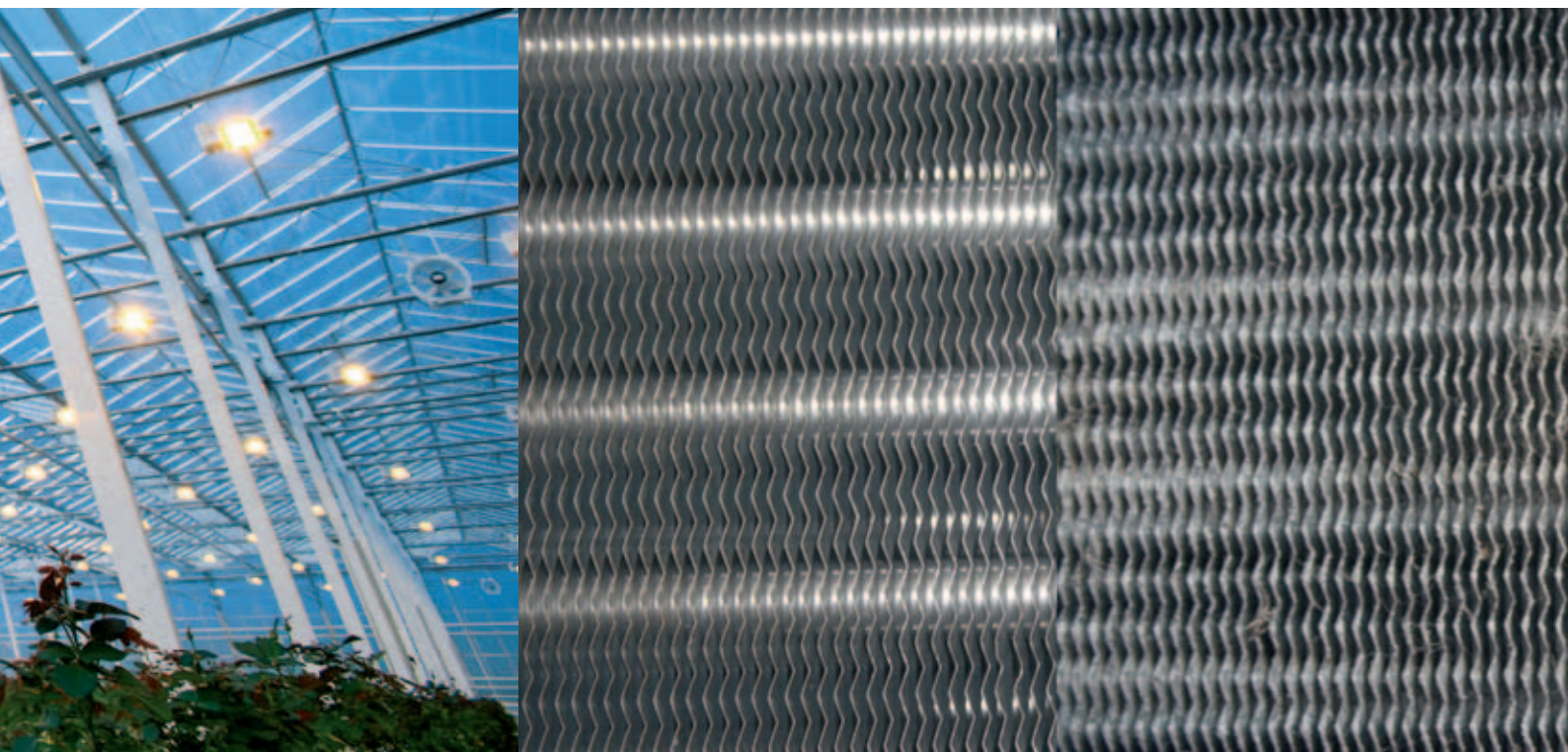




WAGENINGENUR
For quality of life

Veroudering van warmtewisselaars in gekoelde kassen

H.F. de Zwart



© 2011 Wageningen, Wageningen UR Glastuinbouw

Wageningen UR Glastuinbouw

Adres : Droevendaalsesteeg 1, 6708 PB Wageningen
: Postbus 16, 6700 AA Wageningen
Tel. : 0317 - 48 60 01
Fax : 0317 - 41 80 94
E-mail : glastuinbouw@wur.nl
Internet : www.glastuinbouw.wur.nl

Inhoudsopgave

1	Abstract	5
2	Samenvatting	7
3	Inleiding	9
4	Conditie warmtewisselaars in de praktijk	11
4.1	Koelblok-condities in de gekoelde tomatenteelten	12
4.2	Koelblok-condities op twee phalaenopsysbedrijven	15
4.3	Koelblok-conditie op een koelend rozenbedrijf	16
5	Conclusie	17

Abstract

The development and realisation of semi-closed greenhouses is one of the goals of the energy research programme Kas als Energiebron (Greenhouse as source of Energy) financed by the Horticultural Product Board and the Ministry of Economic Affairs, Agriculture and Innovation. To realise semi-closed greenhouses, new technical installations such as heat exchangers used for cooling and/or heating are used. Since technical installations in horticulture are subject to deterioration, the goal of the inventory presented in this document is to evaluate the expected resistance to corrosion of a new heat exchanger for horticulture, the OPAC106.

The combination of condensate (when cooling), dust (when heating) and chemicals that are used for crop protection may corrode the vulnerable parts of the heat exchanger. In order to give an indication of the rate of deterioration one would preferably test the corrosive resistance of this device in predefined conditions. However, currently there is no definition of standard conditions. Therefore, an alternative way of judging the perspective was chosen. Since the OPAC106 is constructed from the same type of materials as most other cooling devices in horticulture (copper pipes tightly stretched onto aluminium plates) it was agreed that the judgement could be based on an evaluation of the conditions in which comparable coolers can be found after a number of years in operation in horticulture. For this evaluation, 8 greenhouses were visited. The majority of the greenhouses visited grow tomato. Two of the sites visited grow Phalaenopsis and one rose production facility was visited.

In none of the sites the deterioration was that severe that cooling capacity has dropped noticeably. In all cases the aluminium plates were still tightly attached to the copper pipes. However, coolers with the smallest plate thickness (± 0.15 mm), which are used by some of the tomato growers showed that the aluminium had become much more brittle. When pressed upon, the plates do not longer bend, but they tend to tear. These coolers were 4 years in operation and it can be expected that after another 4 years they have reached the end of their life. At other greenhouses growing tomatoes, but with coolers made from somewhat thicker aluminium (± 0.3 mm), such deterioration could not be discovered. These coolers were only 3 years in operation but in good shape. At the two Phalaenopsis greenhouses, the heat exchangers looked almost new, even after 4 years of operation. This was attributed to the less corrosive environment (potential corrosive cocktails are flushed away during the watering cycles with the overhead spraying boom, typical for Phalaenopsis) and to the thickness of the aluminium plates (± 0.9 mm). Also a greenhouse growing roses was visited. It was using coolers for 5 years and the devices were in a surprisingly good shape.

The most important conclusion of the evaluation amongst growers using coolers in horticulture is that the most vulnerable coolers with the thin aluminium plates in a narrow packing are likely to have a lifetime of at least 8 years. In mild conditions, the lifetime can be expected to exceed 10 years. The OPAC106 is comparable to the thin plated, narrow packed, examples (because it focuses on greenhouses where the cooling devices are placed overhead and therefore have to be compact). However, the plates of the OPAC106 are coated with a corrosion resistive blue fin coating to prolong the lifetime. The final conclusion of this evaluation is that it is reasonable to expect a lifetime of 10 years for this novel heat exchanger design.

Samenvatting

De ontwikkeling en realisatie van semi-gesloten kassen in de glastuinbouw is één van de doelstellingen in het energieonderzoeksprogramma Kas als Energiebron gefinancierd door Productschap Tuinbouw en het Ministerie van Economie, Landbouw en Innovatie. Voor de realisatie van semi-gesloten kassen zijn nieuwe technische installaties nodig zoals bijvoorbeeld warmtewisselaars. Het doel van het voorliggende onderzoek is om de onderhoudsrisico's van nieuw ontwikkelde koelers van het type OPAC106 in kaart te brengen.

Warmtewisselaars in de tuinbouw staan bloot aan chemische belasting doordat er af en toe met chemicaliën gespoten wordt in verband met de bestrijding van ziekten en plagen. Daarnaast wordt er op veel bedrijven gebruik gemaakt van de verdamping van zwavel voor de beheersing van schimmelaantastingen. Deze chemische belasting zal een invloed hebben op de technische levensduur van warmtewisselaars die in de kas geplaatst worden voor het koelen, ontvochtigen of verwarmen van de kaslucht.

Het is erg moeilijk om omstandigheden te definiëren die zouden kunnen gelden voor 'het gemiddelde tuinbouwbedrijf'. Er is dan ook geen standaard procedure om met behulp van vastomlijnde experimenten een uitspraak te doen over de corrosiebestendigheid van nieuwe warmtewisselaars onder tuinbouwomstandigheden in het algemeen en de OPAC106 in het bijzonder.

Om toch een indicatie te hebben van de levensduur die van deze warmtewisselaar verwacht mag worden is een inventarisatie gedaan onder tuinbouwbedrijven die al een aantal jaren gebruik maken van kaskoeling en die daarbij koelers gebruiken van soortgelijke materialen als de OPAC106.

Het belangrijkste verschil tussen de koelers die bij de 8 bedrijven werd aangetroffen was de dikte van het aluminium waarvan de lamellen waren gemaakt. De lamellen van de koelers die uit de dikste plaatmaterialen (± 0.9 mm) waren gemaakt vertoonden totaal geen verouderingsverschijnselen en ook de koelers met de wat dunnere lamellen (± 0.3 mm) waren na 4 gebruiksjaren nog in uitstekende staat. Twee koelende tomatenbedrijven hadden koelers met erg dunne lamellen (± 0.15 mm). Op beide bedrijven was de installatie nu 4 jaar in gebruik. Er werd geen vermindering van de koelcapaciteit ervaren, maar de lamellen waren duidelijk brosser en kwetsbaarder geworden. De koelers zullen zeker nog een aantal jaren goed blijven functioneren, maar het schoonmaken zal wel met meer omzichtigheid moeten gebeuren.

Omdat een compacte inbouwmaat één van de ontwerpeisen voor de OPAC106 warmtewisselaar was, is gekozen voor een koelblok met dunne lamellen. De OPAC106 is dus qua materiaalgebruik het best te vergelijken met de koelers op de twee genoemde tomatenbedrijven. De OPAC106 maakt echter gebruik van een zogenoemde blue fin coating om de levensduur van de lamellen te verlengen. Bovendien wordt voor de koppelstukken gebruik gemaakt van soldeer met een extra hoog zilveragehalte en tenslotte kunnen de blokken na verloop van tijd ook andersom in de koeler worden geplaatst om een eventueel aangetast gedeelte (het voorste gedeelte) in de tweede helft van het leven te kunnen ontzien.

Op grond hiervan mag verwacht worden dat het warmtewisselaar-blok 10 jaar in goede orde zal blijven functioneren.

1 Inleiding

De ontwikkeling en realisatie van semi-gesloten kassen in de glastuinbouw is één van de doelstellingen in het energieonderzoeksprogramma Kas als Energiebron gefinancierd door Productschap Tuinbouw en het Ministerie van Economie, Landbouw en Innovatie. Voor de realisatie van semi-gesloten kassen zijn nieuwe technische installaties nodig zoals bijvoorbeeld warmtewisselaars. Het doel van het voorliggende onderzoek is om de onderhoudsrisico's van nieuw ontwikkelde koelers van het type OPAC106 in kaart te brengen.

Technische installaties in de glastuinbouw zijn aan veroudering en slijtage onderhevig zodat bij plaatsing in een kas reserveringen voor onderhoud en/of vervanging gemaakt moeten worden. Bij nieuw ontwikkelde apparaten, zoals de OPAC106 warmtewisselaar, is er echter op voorhand nog geen ervaring op grond waarvan deze 'slijtagekosten' ingeschat kunnen worden.

Gelukkig is er wel ruime ervaring met warmtewisselaars in de tuinbouw die uit vergelijkbare componenten zijn opgebouwd. De omkasting van de OPAC106 is van een UV-bestendige kunststof waarvoor de fabrikant zeer lange levensverwachtingen geeft (hetzelfde materiaal wordt gebruikt voor stadionstoeltjes en omkastingen van ventilatoren op kantoorgebouwen). De ventilator is een 'schoepenkooi' van gegalvaniseerd plaatstaal die aangedreven wordt door een elektromotor van industriële kwaliteit. De ventilator bevindt zich in de droge sectie van de warmtewisselaar zodat de levensduur-garanties van de fabrikant op deze ventilator van toepassing kunnen blijven. Het onderdeel waarover de grootste onzekerheid bestaat is het warmtewisselaarblok. Dit blok bestaat uit dunne aluminium plaatjes die strak op koperen buizen zijn geklemd. Met dit specifieke blok zijn nog geen langdurige ervaringen opgedaan maar er zijn in de tuinbouw wel een aantal bedrijven waar inmiddels meerdere jaren koelsystemen gebruiken die uit dezelfde materialen zijn opgebouwd. Er zijn bedrijven die al 10 jaar kaskoeling toepassen (phalaenopsis) met koelblokken die anders gedimensioneerd zijn, maar die net zo goed uit koper/aluminium combinaties zijn opgebouwd.

Om een inschatting te kunnen maken van de mate waarin de koelblokken in de nieuwe OPAC106 zullen verouderen is een inventarisatie gedaan naar de conditie van de warmtewisselaars op een 8-tal bedrijven met een semi-gesloten kas. Het betrof Phalaenopsis- en tomatenbedrijven en een enkel rozenbedrijf. In dit rapport worden de constatering beschreven en wordt de conclusie uit deze consultatieronde getrokken en daarmee een inschatting van het onderhoudsrisico van de nieuwe OPAC106 warmtewisselaar gegeven.

2 Conditie warmtewisselaars in de praktijk

Met de opkomst van het semigesloten telen zijn in de afgelopen jaren een aantal tuinbouwbedrijven begonnen met het gebruik van koelsystemen. Vanuit deze verzameling zijn een tiental bedrijven aangeschreven, waarvan bekend was dat zij gebruik maken van koelers met koper/aluminium wisselaars. Bij een 8-tal kon vervolgens een inventarisatie worden gemaakt van de toestand waarin de koelers verkeren.

Er is vooral gekeken naar de conditie van de aluminium lamellen omdat dit het dunste en kwetsbaarste onderdeel van de koelblokken is. Ook is er gekeken naar het eventuele loskomen van de knelling waarmee de aluminium platen op de koperen buizen vast zitten. Immers; als het aluminium los komt van het koper zal de warmte-overdracht - waar het allemaal om te doen is - verslechteren.

Gemiddeld verkeerden de koelers waarin relatief dikke lamellen zijn gebruikt in de beste staat. Deze koelers werden aangetroffen bij twee phalaenopsysbedrijven en bij een rozenbedrijf. Bij het phalaenopsysbedrijf met twee gebruiksjaren waren de koelblokken nog als nieuw. Een ander bedrijf, dat nu 4 jaar gebruik heeft gemaakt van de koeling, was er wat aanslag op de aluminium lamellen te zien. Deze aanslag is afkomstig uit de voedingsmiddelen die met het besproeien van de planten worden meegegeven. Immers, de phalaenopsys krijgt bovenover water en voeding. De aanslag was echter zeer oppervlakkig. Het kon er gemakkelijk afgeveegd worden en het onderliggende materiaal was niet aangevreten. Op het bezochte rozenbedrijf wordt zeer intensief geteeld, waardoor er relatief veel gebruik gemaakt wordt van chemische bestrijdingsmiddelen (gemiddeld 1 keer per week). Daarnaast wordt er elke avond gezwaveld. Desalniettemin zal de chemische belasting op de koelers op dit bedrijf laag zijn omdat de koelers bijna altijd uit staan op de momenten dat er chemische middelen worden ingezet. Het kan dus op grond van de bevindingen niet gesteld worden dat het hier gebruikte koelblok een grote resistentie tegen corrosie heeft of dat dit komt doordat de koelelementen gewoon erg weinig aan chemische belasting zijn blootgesteld.

Bij de tomatenkassen werden er geen problemen met een teruglopende capaciteit gemeld, maar kon bij de meeste bedrijven wel een degradatie van de kwaliteit van de lamellen worden waargenomen. De lamellen zaten nog steeds strak op de koperen buizen, maar het aluminium was duidelijk bros geworden (één van deze bedrijven had reserve warmtewisselaars op voorraad zodat het verschil tussen gebruikt en ongebruikt goed te zien was). De foto van Figuur 1. laat zien wat er gebeurt als zo'n bros geworden lamel wordt ingedrukt. Waar een nieuwe lamel onder zo'n belasting verbuigt was bij deze oudere lamellen goed merkbaar dat de lamel ging scheuren.



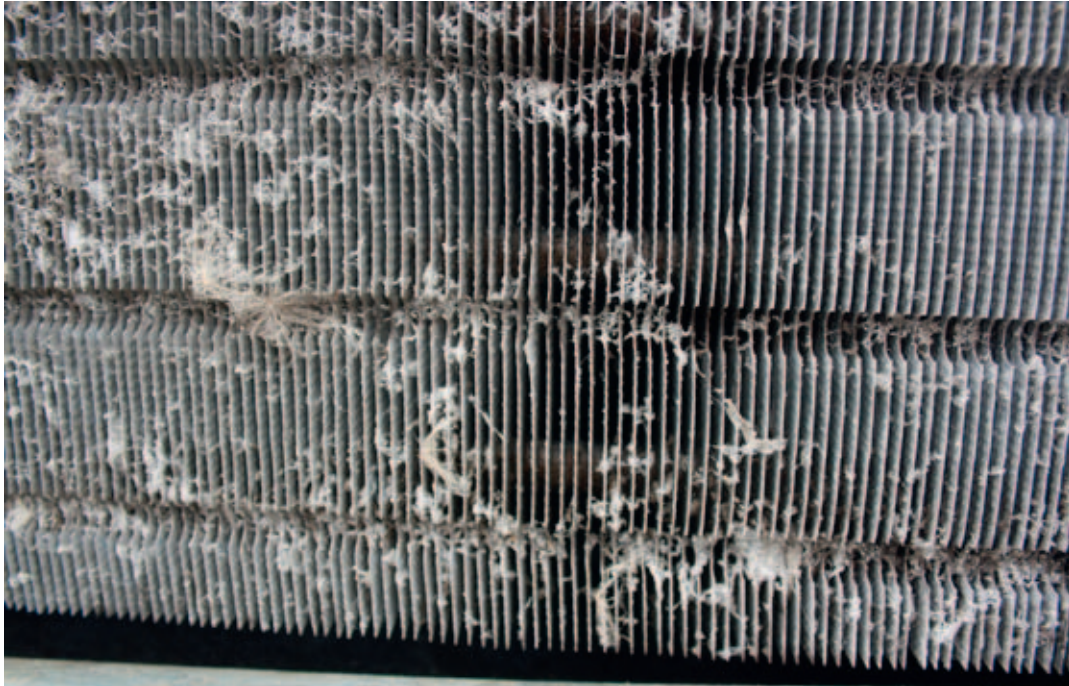
Figuur 1. Als het aluminium brosser wordt scheurt het gemakkelijk als er op gedrukt wordt.

Op de korte termijn zal deze verbrossing nauwelijks een probleem geven. Alleen bij het schoonmaken van de warmte-wisselaars moet steeds voorzichtiger worden gewerkt. De noodzaak om de wisselaars schoon te maken verschilt overigens sterk van bedrijf tot bedrijf. Een bedrijf dat in de grond teelt heeft meer last van vervuiling van de wisselaars en ook de mate van geslotenheid maakt uit. Bij een beperkte koelcapaciteit lopen de ramen vaker open en komt er meer stof de kas binnen.

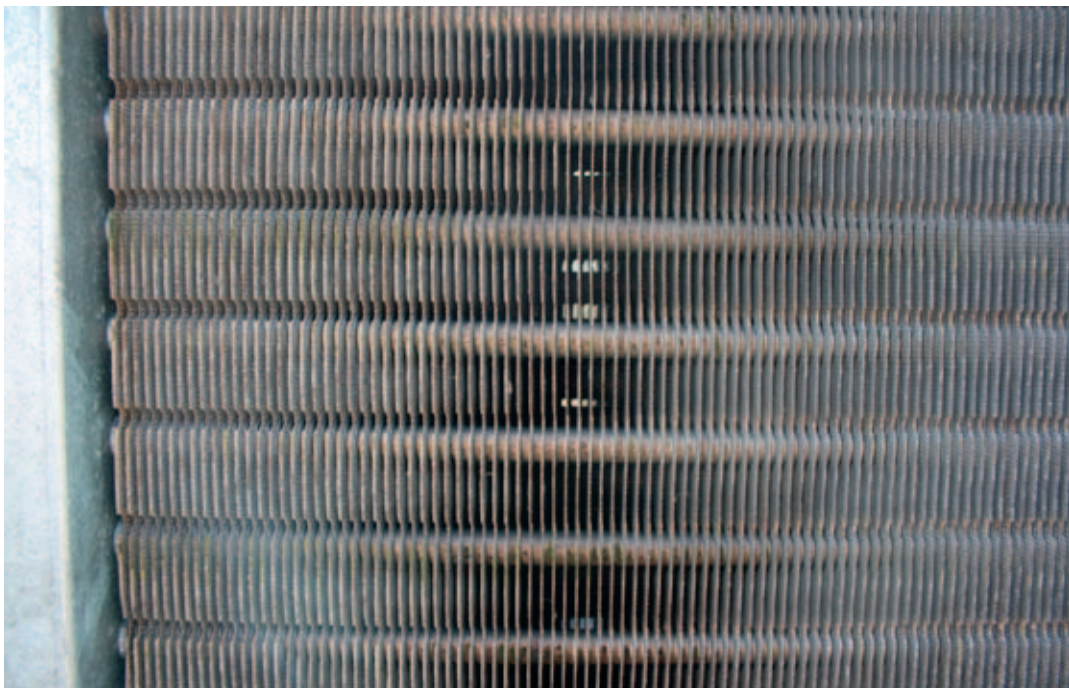
Op termijn zal deze verbrossing er echter toe kunnen leiden dat de lamellen losser op de pijpen komen te zitten en de warmteoverdracht zal gaan teruglopen. Zoals gezegd was dit echter bij de bedrijven die al 4 jaar van het systeem gebruik maakten nog niet aan de orde.



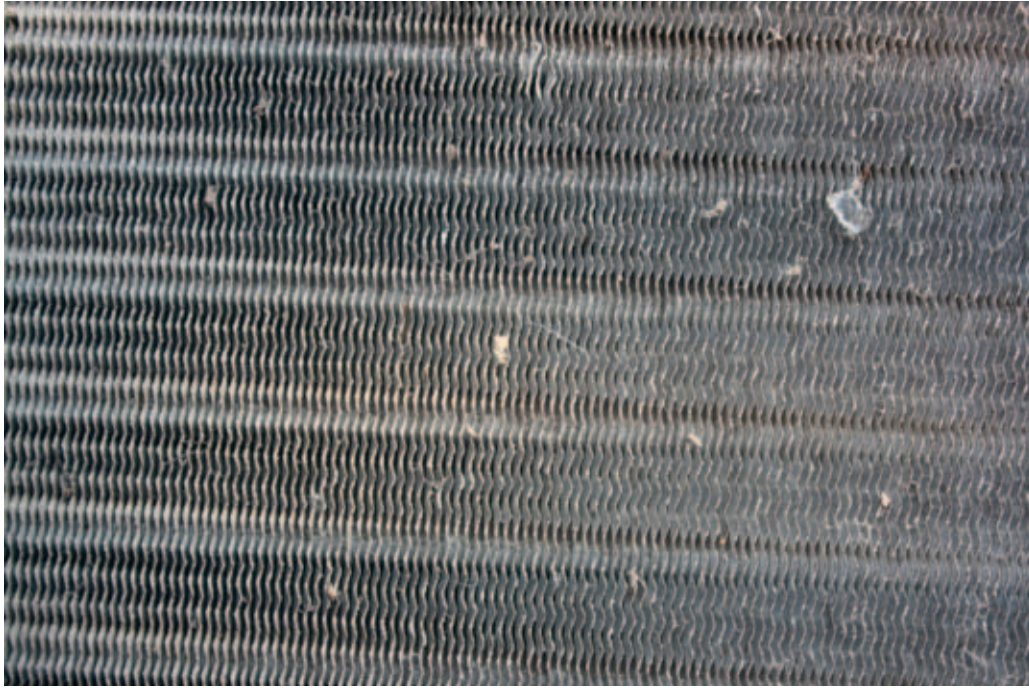
Figuur 2. De koeler op dit bedrijf was ten tijde van de foto 2 jaar in gebruik. Op dit bedrijf is het opvallend dat de lamellen horizontaal liggen. De condenswaterafvoer wordt hierdoor bemoeilijkt wat terug te zien is in de algengroei op (het koudste deel van) het koelblok. De lamellen waren na twee jaar nog in prima conditie (geen verbrossing).



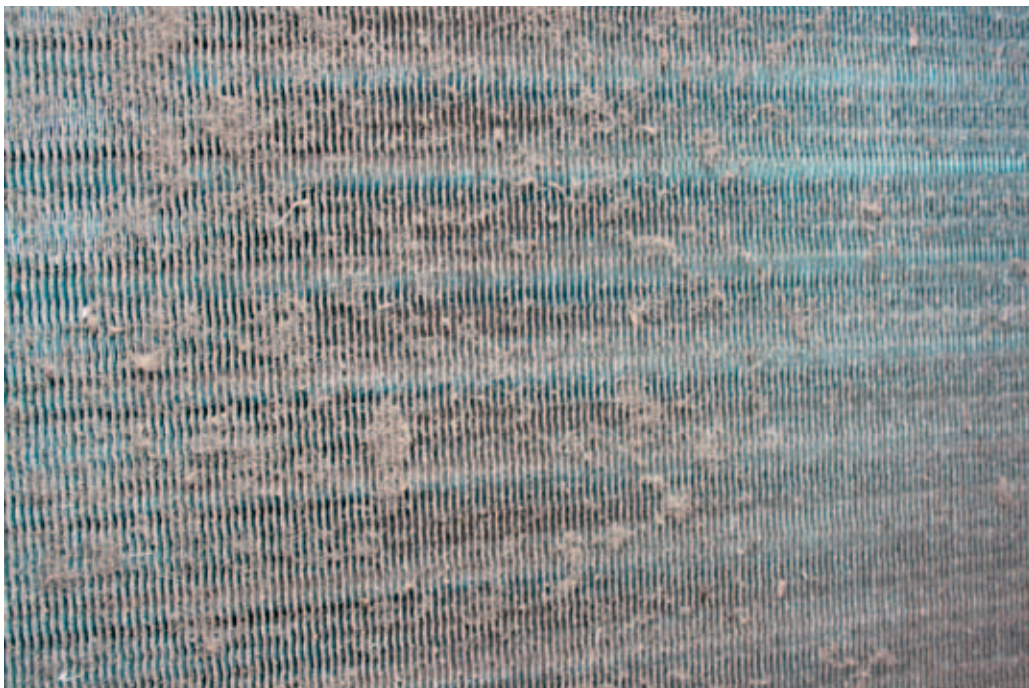
Figuur 3. 3 jaar in gebruik. Dit bedrijf heeft slechts een klein koelvermogen waardoor de ramen vaak ver open moeten. Er komt daardoor nogal wat stof in de lucht. De koelers worden elk jaar tijdens de teeltwisseling (dus zo'n twee maanden na het tijdstip van deze foto) met een borstel en stofzuiger schoongemaakt. De lamellen waren nog in goede conditie. Overigens waren de hier gebruikte lamellen wat dikker dan de lamellen van de koeler in Figuur 2.



Figuur 4. 3 jaar in gebruik. De hier getoonde lamellen waren in zeer goede conditie en de koelers waren opvallend schoon. De lameldikte was bij deze koeler vergelijkbaar met die in Figuur 3.



Figuur 5. 4 jaar in gebruik. Op dit bedrijf, waar een gegolfde, dunne lamel is gebruikt, waren de lamellen duidelijk verbrost. Zolang ze niet mechanisch belast worden zal dit geen probleem geven, maar het schoonmaken moet met extra aandacht plaatsvinden. De aansluiting van de lamellen op de koperen buis was goed.



Figuur 6. 4 jaar in gebruik. Op dit bedrijf zaten de lamellen nog steeds goed strak op de koperen leidingen, maar was het aluminium wel bros geworden. De lamellen waren qua dikte vergelijkbaar met die in Figuur 5.

2.2 Koelblok-condities op twee phalaenopsysbedrijven

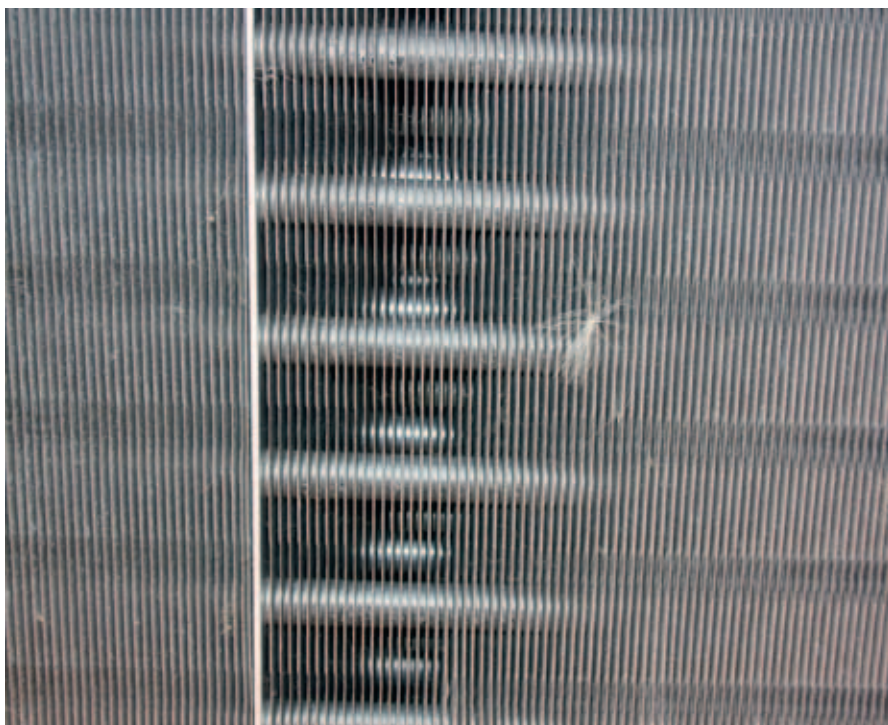


Figuur 7. 4 jaar in gebruik (horizontaal geplaatste wisselaar). Er is wat oppervlakkige aanslag op de lamellen te zien. Deze aanslag was er gemakkelijk af te vegen en had het aluminium niet aangevreten. De lamellen waren relatief dik



Figuur 8. 2 jaar in gebruik (horizontaal geplaatste wisselaar). Op dit bedrijf leken de wisselaars na 2 jaar gebruik nog als nieuw. Ook hier was wel wat aanslag zichtbaar vanwege het voor de phalaenopsys gangbare watergeefstelsel, maar de aanslag was heel gemakkelijk verwijderbaar en liet geen schade achter. Ook hier waren relatief dikke lamellen gebruikt.

2.3 Koelblok-conditie op een koelend rozenbedrijf



Figuur 9. Op dit bedrijf waren de koelers 5 jaar in gebruik. Het viel op dat de koelers volumineus waren. Mede hierdoor zijn de lamellen van relatief dik aluminium gemaakt, vergelijkbaar met de dikte van de lamellen die in de beide phalaenopsis bedrijven zijn gebruikt. De lamellen waren niet verbrost en niet aangevreten. Ze verkeerden dus in uitstekende conditie en zaten ook helemaal strak op de watervoerende buizen.

3 Conclusie

Afgaand op de bevindingen bij de 8 bezochte bedrijven is het reëel om te stellen dat aluminium/koperen warmtewisselaars met hele dunne lamellen tenminste 8 jaar zonder problemen zullen kunnen functioneren in een glastuinbouwbedrijf. Wanneer er een wat dikkere lamel wordt gekozen zal de warmtewisselaar duidelijk langer meegaan. Factoren die de verwachte levensduur negatief beïnvloeden zijn de mate waarin de kaslucht agressief is voor aluminium, in relatie tot de gebruikte plaatdikten. De phalaenopsysteelt is in dit verband een hele milde teelt omdat het milieu weinig agressief is en ook omdat het teeltsysteem veel ruimte biedt om warmtewisselaars te plaatsen. In dat geval hoeven de wisselaars minder compact te worden gemaakt en kunnen de lamellen dikker zijn en de lamelafstand groter.

Vanwege de behoefte aan een grote warmtewisselingscapaciteit per eenheid inbouwwolume zijn de warmtewisselaars in de gekoelde groenteteelt compacter gebouwd. Dit betekent in de regel dunnere lamellen en die bleken in de consultatieronde gevoeliger voor verbrossing.

Bij aanvang van de inventarisatieronde was er het vermoeden dat warmtewisselaars in rozenkassen bovengemiddeld snel zouden verouderen omdat in deze teelt meer gebruik wordt gemaakt van chemicaliën om de gewenste kwaliteit te kunnen garanderen. In de bezochte rozenkas werd dit echter in het geheel niet geconstateerd. De koeler die daar werd aangetroffen werd na 5 gebruiksjaren in een bovengemiddeld goede conditie aangetroffen. Hierbij moet echter wel vermeld worden dat de daar gebruikte lamellen niet tot de categorie dunne lamellen behoorde en die bleken alleen daardoor al minder gevoelig. Bovendien is de eventuele chemische belasting op de koelers in deze rozenkas niet groot omdat de koelers bijna altijd uit staan tijdens bespuitingen en beslist altijd uit staan tijdens het zwavelen. De eventuele chemische belasting beperkt zich dus tot het residu dat na een aantal uren nog in de lucht zit.

De OPAC106 warmtewisselaar is qua materiaaldikte van de lamellen het best vergelijkbaar met de wisselaars die in Figuur 5. en Figuur 6. zijn getoond. De lamellen van de OPAC106 zijn evenwel gecoat met een beschermende laag waarmee een extra barrière voor de inwerking van chemicaliën is aangebracht.

Daar komt bij dat in de gebruikelijke werkwijze in kassen de inzet van chemicaliën voor de gewasbescherming meestal niet samenvalt met het gebruik van koelers.

Op grond van de beoordeling van de condities waarin de meest gevoelige warmtewisselaars onder gemiddelde gebruiksomstandigheden in de tuinbouw na 4 jaar verkeren, mag worden verwacht dat de wisselaar die in de OPAC106 wordt gebruikt tenminste 8 jaar goed blijft werken. Door het aanbrengen van een zogenoemde blue fin coating zal de weerstand tegen corrosie nog wat vergroot worden. Ook de keuze voor soldeermateriaal met een hoog zilverpercentage draagt bij aan een hoge duurzaamheid en tenslotte kunnen de warmtewisselaar blokken worden omgedraaid bij overmatige slijtage aan de voorkant zodat het meest kwetsbare stuk in het minder agressieve gedeelte van de koeler komt te zitten. Daarom mag wordt verwacht dat een levensduur van 10 jaar voor de warmtewisselaar in de OPAC106 onder gemiddelde tuinbouwomstandigheden reëel is.

