

HEAT – Beter inzicht in warmtetransport in de ruimte

*Drs. G. Grommers
Dutch Space*

Het HEAT experiment heeft tot doel meer inzicht te krijgen in het meer efficiënt koelen van instrumenten in de ruimte met nieuwe generatie warmtepijpen, waarbij men erg is geïnteresseerd in de effectiviteit onder gewichtloze omstandigheden. Door de resultaten van het DELTA onderzoek kunnen systemen met deze warmtepijpen in satellieten hopelijk beter worden ontworpen.

Inleiding

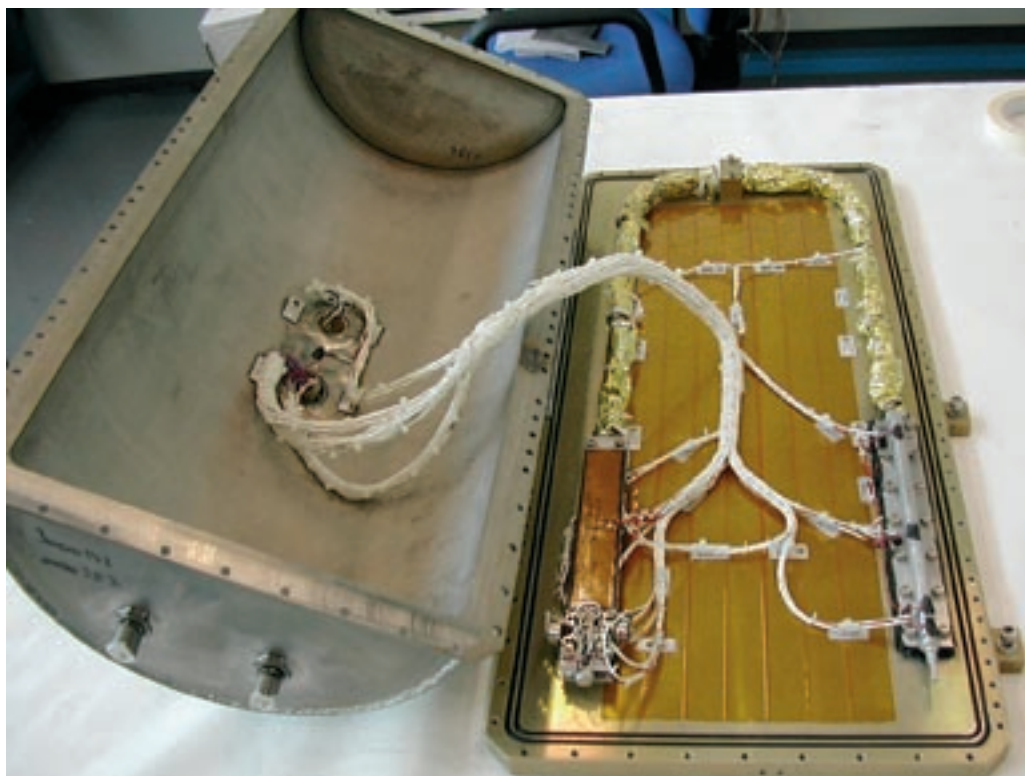
Dutch Space werkt samen met het Belgische bedrijf Euro Heat Pipes (EHP), dat tevens gelieerd is aan het *Microgravity Research Center* van de Universiteit Leuven, aan een nieuwe generatie warmtepijpen, *heat pipes*, en radiatoren. Hierbij is men vooral geïnteresseerd in de precieze effectiviteit daarvan in de ruimte. Net als op aarde moet ook in de ruimte apparatuur gekoeld worden. In de ruimte gebeurt dat vaak met zogenaamde *heat pipes*. Dat zijn buizen die door capillaire werking koelvloeistof langs bijvoorbeeld elektronische schakelingen of door de zon opgewarmde plek-

ken in de satelliet leiden. De koelvloeistof verdampt hierdoor en condenseert op een plek waar de warmte weer afgegeven wordt. De gecondenseerde vloeistof stroomt weer terug naar de te koelen plaats.

Volgens de verwachting heeft gewichtloosheid invloed op die effectiviteit, maar het is nog onduidelijk hoe groot die invloed is. Dit experiment moet daar meer inzicht in geven en ontwerpers in staat stellen de prestaties van *heat pipes* en radiatoren beter te voorspellen en te optimaliseren. Een betere afstemming van bijvoorbeeld de hoeveelheid *heat pipes* (soms vele tientallen) op het gewenste



HEAT experiment geïnstalleerd in de MSG faciliteit. [Dutch Space]



U-vormige heat pipe met elektronica binnin de container.
[Dutch Space]

koeleffect, zal uiteindelijk de gewicht/prestatie ratio van toekomstige satellieten kunnen verbeteren. Daarmee kan veel geld worden bespaard en plaats worden gemaakt voor meer nuttige lading (bijvoorbeeld meet-instrumenten voor de wetenschap).

HEAT experiment hardware

De Soyuz missie voorziet in een unieke gelegenheid om een experiment te laten vliegen in de *Microgravity Science Glovebox*, MSG, faciliteit van het Amerikaans laboratorium aan boord van ISS. De experiment hardware van HEAT bestaat uit een U-vormige heat pipe die geïnstrumenteerd is met thermische sensoren. De verdamper kant van het systeem (daar waar de hitte wordt opgenomen en vloeistof in de heat pipes wordt omgezet in dampvorm) is uitgerust met kapton folie verwarmingselementen (*heaters*). De condensor kant van het systeem (daar waar het zijn warmte weer afgeeft en damp overgaat in vloeistof dat weer terugvloeit naar de verdamper) is thermisch aangesloten op het zogenaamde *MSG Cold Plate System* (een gekoelde plaat dus). De heat pipe, gevuld met pure ammoniak, is volledig geïntegreerd in een gesloten container. Deze container kent drie niveaus van opsluiting vanwege allerlei

veiligheidsaspecten. Bij het eventueel misgaan van het experiment (vooral breuk van de heat pipe) mag er namelijk absoluut geen ammoniak in de ISS atmosfeer terecht komen. Naast de drievoudige opsluiting zijn er dan ook drie onafhankelijke controle systemen in het HEAT elektronisch systeem geïntegreerd. De elektronica is speciaal door Dutch Space ontworpen en gebouwd. De doos waar het allemaal in zit, fungeert ook als *man-machine interface* voor de DELTA bemanning om het experiment aan te sturen.

Voornaamste wetenschappelijke doelstellingen

De wetenschappelijke doelstellingen die met HEAT kunnen worden ingevuld zijn tweeledig. Allereerst gaat het om volledige karakterisering van de warmte transport prestaties van een gegroefde aluminium heat pipe onder microgewicht condities, afgeleid van de maximaal mogelijk te doorstane warmtestroom (*heat pipe burn-out limit*) voor zes specifieke operationele situaties. Het tweede doel is om het bestaande mathematisch hydraulische model te valideren. Dit model wordt gebruikt om de prestaties van een nieuwe generatie high performance heat pipes te evalueren.