

# Isolatie op basis van reflectie – hoe werkt dat? (2)

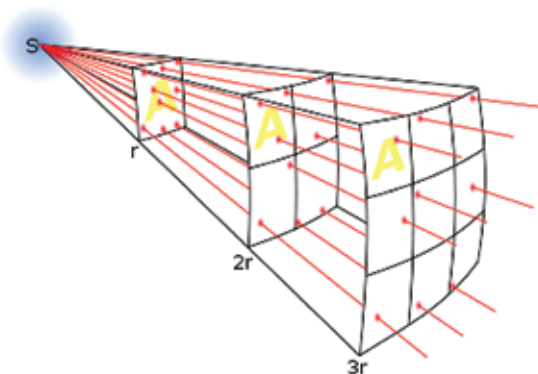
In een serie van drie artikelen zet Léon Tummers van Isobooster de werking van reflecterende folies uiteen. In de eerste aflevering werden de verschillende manieren van warmtetransport beschreven en de manieren om deze tegen te houden. In dit tweede deel zullen enkele rekenkundige begrippen uiteen worden gezet.

*Léon Tummers, Isobooster*

In het vorige artikel hebben we gezien dat warmte zich voortbeweegt via conductie (warmtegeleiding door direct contact), convection (via luchtstroming) en straling. Dit laatste fenomeen is de verplaatsing van energie door een ruimte middels elektromagnetische straling. In dit artikel ga ik wat verder in op het fenomeen 'straling' en enkele rekenkundige begrippen m.b.t. dit fenomeen.

## Inverse Square Law

De bekendste, en belangrijkste, bron die warmte verspreidt middels straling is de zon. Het is ons geluk dat er twee factoren zijn die ervoor zorgen dat we niet het volle pond aan zonnestraling te verhapstukken krijgen en de absorptie van alle infrarood. Deze factoren voorkomen dat we levend zouden verbranden door de



warmtestraling. Enerzijds zorgt de atmosfeer ervoor dat 1/3 van alle stralen wordt opgevangen. Anderzijds beschrijft de 'Inverse Square Law' hoe de intensiteit van straling afneemt bij het reizen door de ruimte.

Het is niet zo dat de intensiteit per straal afneemt, maar het aantal stralen dat per oppervlakte eenheid wordt geraakt vermindert.

Dit komt doordat vanuit elk punt van een bron de stralen vertrekken in alle mogelijke richtingen. Hoe verder weg van een stralingsbron, hoe minder straling een beperkt oppervlak ontvangt van deze bron. De stralen zelf reizen met onverminderde energie (!), onafhankelijk van tijd en ruimte. Ditzelfde fenomeen zie je ook als je voor een schijnende lamp gaat staan. Sta je dichtbij, dan heb je een grote schaduw. Sta je verder weg, dan heb je een kleinere schaduw. Dit fenomeen is overigens voor warmtetransport in gebouwen van zeer ondergeschikt belang, meestal staan spouwen dicht op elkaar en de oppervlakken parallel aan elkaar – maar het is wel belangrijk om de principes van straling te doorgronden.

Een rekenkundig fenomeen die in de zogeheten Stefan-Boltzmann Wet wordt genoemd, heeft te maken met het verschil in geëmitteerd vermogen. Dit vermogen stijgt met de vierde macht van de absolute temperatuur (uitgedrukt in Kelvin K) van de straler. Dus: hoe warmer een materiaal is, hoe slechter het isoleert. Andere rekenkundige begrippen zijn gebaseerd op de verschuivingswet van Wien en de Wet van Kirchhoff.

Zonnestralen zelf hebben géén temperatuur op hun reis door het universum. De absorptie door de oppervlakte van de aarde zou zorgen voor opwarming in de aarde alleen. Het zijn vooral de stofdeeltjes rond de aarde (in de dampkring) die de stralen absorberen en omzetten in warmte en er dus voor zorgen dat het leven in aangename temperaturen mogelijk is. Natuurlijk is er (in de warmere regionen van de aarde) ook straling vanuit de aarde naar de stofdeeltjes naar de mens. Omgekeerd is er in koude streken conductie (warmtegeleiding) van de voeten naar de aarde of de vloer. Hiervoor hebben we bijvoorbeeld vloerverwarming uitgevonden. Beschikken we over een kruipruimte, dan is het plaatsen van één of meer aluminium folies onder een vloer zeker aan te bevelen.

## Temperatuurverschillen

Naast de emissiviteit van oppervlakken speelt ook het temperatuurverschil tussen twee oppervlakken met een luchtlaag ertussen (een spouw) een zeer belangrijke rol bij warmtetransport

door straling. Evenals de gemiddelde temperatuur, alleen niet in het geval van isolatie op basis van reflectie. Een verhoging in temperatuur leidt tot meer stralen vanuit elk punt op een oppervlakte en tot meer stralen met een hogere frequentie en meer energie dan stralen bij een lagere temperatuur.

Temperatuursverschil en gemiddelde temperatuur zijn termen die veel voorkomen bij luchtsponwen en isolatievraagstukken. Voorbeeld: in een spouwconstructie is één kant 10 graden en de andere kant 50 graden. Het temperatuursverschil bedraagt  $50-10=40$  graden. We spreken dan van een gemiddelde temperatuur van  $(10+50)/2=30$  graden. Voor de meeste isolatiematerialen geldt dat de conductiefactor stijgt met de gemiddelde temperatuur. Dat is niet het geval bij reflecterende folies.

Hoe groter dus het temperatuursverschil tussen twee parallelle oppervlakken, hoe groter de netto warmtestroom tussen het warme en het koude oppervlak. Zeker gezien het feit dat uitgestraald vermogen stijgt met de vierde macht van de absolute temperatuur Kelvin (Wet Stefan-Boltzmann).

Het transport van warmte d.m.v. straling in een spouwruimte zal toenemen als de gemiddelde temperatuur in die spouwruimte stijgt; ook al blijft het absolute temperatuurverschil gelijk. Zoals eerder uitgelegd is dit het gevolg van het feit dat warmere oppervlakken méér stralen per tijdseenheid uitstralen vanaf eenzelfde punt op die oppervlakken. De toename van het stralingsvermogen (geëmitteerd vermogen) is niet recht evenredig met de toename van de temperatuur maar groeit met de vierde macht van de absolute temperatuur Kelvin. Een voorbeeld hiervan heb ik opgenomen in onderstaand rekenmodel. Hier is duidelijk te zien dat bij eenzelfde temperatuursverschil, maar bij hogere temperaturen, het uitgestraalde vermogen toeneemt.

<i>Temp. 1</i>	<i>Temp. 2</i>	<i>Temp. verschil</i>	<i>Geëmitteerd vermogen in W/m<sup>2</sup></i>
10	60	50	286
-30	20	50	189
-50	0	50	150

Tabel met berekening conform Wet Stefan-Boltzmann

### Reflectie

Het werken met reflectie is dan wel ontstaan in de ruimtevaart, maar de natuurkundige principes werken op aarde hetzelfde als in de ruimte. Reflectie heeft ruimte nodig om te functioneren. Ruimte betekent in dit geval een luchtlaag, een vacuüm of een afstand tussen twee objecten. Zonder afstand zou er immers alleen sprake zijn van contact en zou alleen geleiding (conductie) een rol bij warmtetransport spelen.

Wanneer een reflecterend oppervlak contact maakt op enig punt met een plafond, wand of vloerdeel, dan zal op dat contactpunt het reflecterend vermogen volledig verdwijnen en leiden tot een deel extra warmtegeleiding (conductie). Tegenwoordig beschik-



Met een reflectiefolie achter de verwarming kan een aanzienlijke besparing worden bereikt.

ken we over mooie infrarood transparante kunststoffen, die bij een juiste toepassing uitstekend geschikt zijn om als luchtlaag te dienen tussen reflecterende folies. Hierbij dient te worden opgemerkt dat deze niet gelamineerd of geplakt mogen zijn, omdat er anders sprake is van contactoppervlakken die leiden tot conductie. Dit principe wordt door veel fabrikanten onderschat, waardoor de isolerende werking van hun multireflecterende folies niet altijd optimaal is.

Het is een misvatting dat bij warmtedoorgifte via straling in een (spouw)ruimte dat een reflecterende folie altijd aan één bepaalde zijde zou moeten zitten. Voor zover het warmtetransport door straling betreft, maakt het niets uit of een folie aan de warme of koude zijde van een spouwconstructie zit. Het kan wel van invloed zijn op de vochthuishouding (!) in een spouw, maar dat is een ander, niet onbelangrijk, onderwerp. ●

**In het derde en laatste deel:  
warmtetransport door muur en dak.**