

Sinds enige tijd, mede gestimuleerd door de wens om “van het gas af te gaan”, staat elektrische stralingsverwarming in de belangstelling. Vaak wordt dit ook aangeduid met “Infrarood verwarming”. Ten onrechte wordt hiermee de suggestie gewekt dat deze manier van verwarmen iets anders is dan verwarmen met gewone warmwaterpanelen (radiatoren). In alle gevallen gaat het om door warme oppervlakken afgegeven warmtestraling, zie ook de bijgevoegde notitie “Hoe zit het nu echt met stralingsverwarming”. Het enige verschil is dat het oppervlak verwarmd wordt door een elektrisch weerstandselement en niet door warm water.

Behalve door warmtestraling wordt ook warmte afgegeven door convectie (stroming). Lucht wordt opgewarmd aan het oppervlak van het paneel en stroomt verder de kamer in.

De verhouding tussen de door straling en convectie afgegeven warmte hangt af van de uitvoering van de panelen c.q. de radiatoren en de plaatsing in het vertrek.

In matig geïsoleerde huizen kom je radiatoren tegen met meerdere platen en daartussen ook “convectieribben”. Daarbij kan de verhouding straling/convectie terug lopen tot 20/80 en kan je zoiets dus beter een convector noemen in plaats van een radiator.

Maar bij een enkelplaats (warm water) radiator die aan de achterzijde goed is geïsoleerd, zoals in het plaatje hiernaast, wordt die verhouding, net als bij een aan de wand gemonteerd elektrisch stralingspaneel ca 60/40.



Bij montage aan het plafond, wat veel gebeurt met elektrische stralingspanelen kan de verhouding straling/convectie oplopen tot 80/20.

Bij echte infraroodstralers, elektrisch of op gas, zoals terrasverwarming, die met een veel hogere temperatuur werken kan het stralingsaandeel oplopen tot 90-95%.

Stralingsverwarming versus luchtverwarming

Zoals in “Hoe zit het nu echt met stralingsverwarming” aangegeven heeft verwarming via straling voordelen ten opzichte van luchtverwarming. Wat je als mens ervaart is een soort combinatie (gemiddelde) van de temperatuur van de lucht in het vertrek en de stralingstemperatuur.

Die stralingstemperatuur op zijn beurt is weer een soort gemiddelde van de temperatuur van alle oppervlakken in het vertrek, wanden, ramen, vloer, plafond én verwarmingslichamen.

Bij stralingsverwarming, radiatoren of elektrische stralingspanelen, is de stralingstemperatuur relatief hoog, doorgaans hoger dan de luchttemperatuur. Bij luchtverwarming is dat andersom, dan is de luchttemperatuur hoger dan de stralingstemperatuur. Grotere verschillen dan 2 - 4 °C worden zelden aangetroffen omdat alle vlakken onderling straling uitwisselen en ook de lucht opwarmen, c.q. door de lucht opgewarmd worden, zodat lucht en stralingstemperatuur na verloop van tijd naar elkaar toe kruipen.

Als de stralingstemperatuur hoger is dan de luchttemperatuur en daardoor de luchttemperatuur relatief laag, is de relatieve vochtigheid van de binnenlucht wat hoger. Dat geeft minder stof in de lucht en mede daardoor minder irritatie van slijmvliezen.

Als de luchttemperatuur lager is, is er ook minder warmte nodig om de ventilatielucht op te warmen. Maar het warmteverlies door de gevel (ramen), vloer en dak vindt net zo goed plaats door warmtestraling. Dus dat is maar een beperkt voordeel. Zeker in situaties waar bijvoorbeeld al warmteterugwinning uit de ventilatielucht plaatsvindt.

Voordelen elektrische stralingspanelen

Elektrische stralingspanelen kunnen eenvoudig worden aangebracht en zijn ook eenvoudig te regelen. Dat betekent dat je warmte wat preciezer kunt brengen op de plaats waar je het hebben wilt. Bij uitstek geschikt zijn dit soort panelen voor plaatsen die maar incidenteel worden gebruikt en waar je “even” warmte nodig hebt, zoals in een badkamer waar je maar twee keer per dag even bent.

Ook in voor- en naseizoen, als de temperaturen buiten wat lager worden, kun je met een elektrisch stralingspaneel bijvoorbeeld een wat kille zithoek even verwarmen. Daarmee voorkom je dat de hele verwarmingsinstallatie moet worden ingeschakeld om ergens op één plaats in huis even wat warmte te brengen.

Vaak wordt ook de “warmtestraling die je voelt” in zo’n geval extra gewaardeerd.

Bij volledige verwarming van een woning met elektrische stralingspanelen wordt als voordeel aangegeven dat er veel beter per vertrek verwarmd kan worden omdat de regeling eenvoudig is. Dat is echter een drogreden omdat dat met warmwaterverwarming net zo goed kan. En bij moderne installaties gebeurt dat ook. Bij oudere installaties is vaak alleen in de woonkamer een thermostaat aanwezig en in de andere vertrekken op zijn best thermostatische radiatorcrans. Maar dat kan vrij eenvoudig worden verbeterd en ook op afstand bedienbaar gemaakt.

Voorzichtiger omgaan met verwarmen van niet gebruikte vertrekken, alleen verwarmen als je er gebruik van maakt, kan in een woning zo’n 20 tot maximaal 30% besparing opleveren.

Energiegebruik van elektrische stralingspanelen t.o.v. andere systemen

Onder andere in een notitie van DWA wordt het energiegebruik van verschillende aardgasvrije warmteconcepten vergeleken, zie de link voor het rapport: <https://www.lente-akkoord.nl/wp-content/uploads/2018/09/DWA-notitie-Aardgasvrije-warmteconcepten-en-IR-panelen-1.pdf>.

Hieronder wordt met een beknopte berekening inzicht gegeven in waar het om gaat en hoe megajoules, m³s gas en kWh samen hangen bij het energiegebruik van elektrische stralingsverwarming in vergelijking tot andere manieren van warmte opwekken.

Waar het om gaat is het toevoeren van warmte aan vertrekken om het warmteverlies door transmissie (door muren, ramen, dak en vloer) en ventilatie te compenseren.

Warmte is gewoon een vorm van energie. Officieel uitgedrukt in joule (vroeger in kcal).

Ook een hoeveelheid elektrische energie kan worden uitgedrukt in joule.

En 1 kWh is gelijk aan 3,6 miljoen joule [1 kW = 1000 W = 1000 joule/seconde; 1 uur is 3600 seconden; 1 kWh = 1000 x 3600 = 3.600.000 joule].

Omdat de getallen zo groot worden wordt ook vaak gebruik gemaakt van megajoule (MJ):

1 MJ = 1 miljoen joule = 1.000.000 joule.

Een m³ gas bevat ca 35 MJ energie. In een verwarmingsinstallatie kan daar ca 30 MJ effectief van worden gebruikt. De rest gaat verloren door leidingverliezen en met de rookgasafvoer. Het rendement is dus ca 85%.

Stel: voor de verwarming van een (gedeelte van) een huis is per jaar 18.000 MJ nodig.

Dat komt overeen met $18.000 / 3,6 = 5.000$ kWh.

En als deze energie moet worden geleverd door aardgas is daar $18.000 / 30 = 600$ m³ van nodig.

Deze drie getallen: 18.000 MJ, 5.000 kWh en 600 m³ gas vertegenwoordigen dus alle drie dezelfde hoeveelheid energie, nodig is om het warmteverlies van de woning te dekken.

Hoeveel moet je nu inkopen, gas of elektriciteit om dit huis te verwarmen, en wat kost dat.

Gas: $600 \times \text{€ } 0,76 = \text{€ } 456$ (gemiddelde gasprijs incl. vastrecht enz. $\text{€ } 0,76^*$ per m³).

Het gas bevatte $600 \times 35 = 21.000$ MJ aan energie, daarvan wordt ca 85%, 18.000 MJ gebruikt voor de verwarming. Er is ongeveer 15% van de energie verloren gegaan.

Bij elektrische stralingspanelen (20% zuiniger**) wordt 100% van de toevoerde elektriciteit omgezet in warmte. Dus is er 80% van 5.000 kWh elektriciteit nodig. Kosten $4.000 \times \text{€ } 0,23^* = \text{€ } 920$.

Om deze elektriciteit op te wekken is ongeveer twee maal zoveel primaire energie (aardgas, kolen, enz.) nodig geweest. De rest is voornamelijk afvalwarmte van de centrales die (nog) niet allemaal wordt benut. Er is 50% van de energie verloren gegaan.

Bij verkrijgen van de benodigde warmte via een warmtepomp (omgekeerde koelkast), zie bijlage, is er veel minder energie nodig. Bij een warmtepomp wordt er geen nieuwe energie vrijgemaakt (zoals bij aardgas en bij elektriciteitsproductie) maar wordt warmte van een laag temperatuurniveau "opgepompt" naar een hoger temperatuurniveau. Met 1 eenheid elektrische energie (kWh) kun je makkelijk 4 - 5 eenheden (kWh) warmte beschikbaar krijgen. Hoeveel het precies is hangt af van de situatie en het specifieke gebruik van de warmtepomp. Voor dit voorbeeld doen we even rustig aan en houden we het op 3. Dat betekent een rendement van 300%.

Benodigde elektrische energie bij gebruik warmtepomp: $5.000 / 3 = 1667$ kWh, kosten $\text{€ } 383$.

Per saldo is hier anderhalf maal zoveel energie beschikbaar gekomen als er in de centrale nodig was om de elektriciteit op te wekken.

Inzet elektriciteit via PV-panelen bij toepassing elektrische stralingsverwarming

Nu lijkt het misschien geen probleem om (veel) elektriciteit te gebruiken als deze duurzaam wordt opgewekt, bijvoorbeeld via zonnepanelen (PV). Maar bij toepassing van elektrische stralingspanelen is er wel ca 3 x zoveel m² paneel nodig als bij toepassing van een warmtepomp. De kosten daarvan moeten wel bij de aanschafkosten van de installatie worden meegenomen. En wat doe je met de opgewekte elektriciteit als er geen verwarming nodig is. Op dit moment is teruglevering aan het net via een salderingsregeling nog een interessante optie. Maar kan dat zo blijven als er steeds meer PV komt? Én, die extra panelen moeten ook nog worden gemaakt en dat kost behalve geld ook nog heel wat milieugebruiksruimte.

* De gebruikte rendementen en prijzen verschillen van geval tot geval en veranderen met de tijd. Niettemin geeft bovenstaande voldoende informatie voor wat voorzichtige conclusies.

** Gezien het uitgangspunt dat er met elektrische stralingspanelen zo'n 20-30% zuiniger verwarmd moet kunnen worden, wordt hier met 20% besparing gerekend. Door het optimaliseren van andere (radiatoren, wand- of vloerverwarming) systemen moeten echter net zo goed dit soort besparingen gerealiseerd kunnen worden.

Verder is er gemiddeld voor de centrale de elektriciteitsproductie op dit moment nog ca 2 x zoveel primaire energie nodig. Pas in 2050 zijn we volgens planning over op 100% vernieuwbare energie. Aangezien alle opgewekte elektriciteit via het net gaat (uitwisselen tussen opwekkers en gebruikers) betekent dat dus dat we met overgaan op elektriciteit vooralsnog niet echt duurzaam zijn. Behalve als we via een warmtepomp niet rechtstreeks gas of elektriciteit omzetten in warmte, maar met behulp van elektriciteit warmte alleen maar “oppompen” naar een hoger temperatuurniveau bereiken we een echte besparing.

Voorlopige conclusies

Overstappen op elektrische stralingsverwarming geeft bij het huidige rendement van de centrale opwekking van elektriciteit op dit moment nog geen vermindering van de CO₂ productie, pas tegen 2050 is dat het geval. Verder blijven deze systemen altijd meer energie vergen dan de andere. Alleen het gebruik van warmtepompen levert een echte verbetering. De relatief hoge kosten vormen echter wel een drempel. Kostenverlaging en ook nog technische optimalisatie om de toepassing te vergemakkelijken zijn noodzakelijk.

Opwekken van elektrische energie via PV panelen lijkt interessant, maar daarvan is voor elektrische stralingsverwarming drie maal zoveel nodig als bij systemen met warmtepompen. Hoe gaat het met het terugleveren van energie aan het net als dit op grote schaal aan de orde komt. Daarnaast kost het vervaardigen van de extra panelen ook extra milieugebruiksruimte.

Niettemin zijn er zeker goede toepassingsmogelijkheden voor elektrische stralingspanelen.

Deze beperken zich echter tot vertrekken die maar incidenteel gebruikt worden, of voor plaatselijke verwarming van “koude hoeken” in voor- en naseizoen.

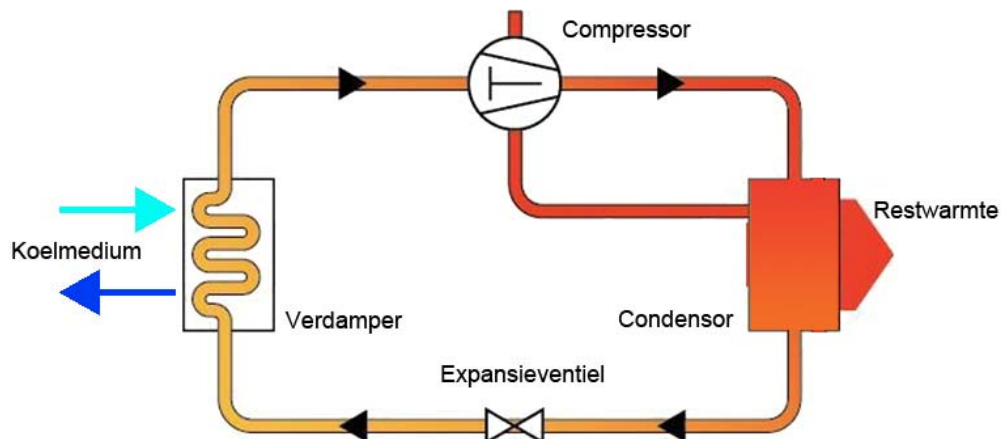
Daarnaast kan toepassing bij zeer energiezuinige woningen mogelijk zinvol zijn, omdat daar maar heel weinig warmte nodig is. Een wat uitgebreidere installatie (warmtepomp of dergelijke) is dan misschien wat overdone. Hoewel ook daarbij nog veel geoptimaliseerd kan worden.

Delft, 24 november 2019

Kees (ir. A.C.) van der Linden.

Kort samengevat komt het voorgaande hierop neer:

1. Infraroodverwarming is iets innovatiefs
→Nee, alle verwarming is deels infraroodverwarming
2. Elektrische infraroodverwarming is goedkoper in aanleg dan andere verwarmingssystemen en vrijwel overal toepasbaar
→Ja, geen discussiepunt
3. Elektrische infraroodverwarming is veel efficiënter
→Ja, want reageert sneller, biedt de mogelijkheid om lokaal en tijdelijk te verwarmen, luchttemperatuur kan lager worden ingesteld. Dit alles levert een besparing op de *warmtebehoefte* van 20 to 30% ten opzichte van conventionele CV. Percentages staan wel ter discussie.
4. Elektrische infraroodverwarming bespaart energiekosten en CO₂-uitstoot
→Nee, want de 20/30% reductie van de warmtebehoefte weegt niet op tegen het rendement van 50% van de nationale elektriciteitsopwekking op dit moment
5. Als de elektriciteit wordt opgewekt met PV panelen of als in de toekomst de hele elektriciteitsvoorziening duurzaam is, vervalt dit bezwaar
→Nee, want de elektriciteit die wordt opgewekt zou veel effectiever kunnen worden ingezet, door bijvoorbeeld een warmtepomp aan te drijven. De productie van PV-panelen en windmolens gaat ook niet zonder milieukosten.
6. Elektrische infraroodverwarming is in zijn algemeenheid een slecht idee
→Nee, er zijn zeker toepassingen waar elektrische infraroodverwarming een rationele en duurzame oplossing is



Een warmtepomp verplaatst warmte van een laag naar een hoger temperatuurniveau. Het thermodynamische proces dat hierbij plaats vindt is weergegeven in de bovenstaande tekening.

In een koelkast zit de verdamer (links) ingebouwd in de achter- en zijwanden aan de binnenkant van de kast. Die verdamer bestaat in de koelkast gewoon uit kanaaltjes in de wand. De koelvloeistof komt door een kleine opening (expansieventiel) in de verdamperruimte. Door de expansie verdampt de vloeistof. Voor verdampen is warmte nodig en die warmte wordt onttrokken aan de binnenruimte van de kast. Aan de buitenkant is de wand uiteraard goed geïsoleerd.

Bij een warmtepomp die wordt gebruikt om warmte te winnen voor verwarmingsdoeleinden is de verdamer een warmtewisselaar waar enerzijds de koelvloeistof doorheen loopt en anderzijds het koelmedium. Het koelmedium kan buitenlucht zijn, maar ook water (of andere vloeistof) die op zijn beurt weer warmte onttrekt aan de bodem. En zo zijn er allerlei mogelijkheden.

De damp wordt aangezogen door een compressor die de damp aanperst tegen het expansie ventiel. Gewoon een doorlaat met een heel klein gaatje (veel weerstand dus). Door het samenpersen wordt de damp warmer. Op weg naar het expansie ventiel gaat de damp door de condensor. Bij de koelkast thuis is dat het rek met kleine buisjes aan de achterzijde (bij moderne koelkasten soms ook weggewerkt achter een staalplaat). Bij een koelmachine in een gebouw is dat weer een warmtewisselaar waar de vloeistof condenseert en zijn condensatiewarmte afgeeft aan een medium (water of lucht). Deze warmte wordt benut om bijvoorbeeld het verwarmingswater voor de radiatoren van een gebouw of de verwarmingsunit in de luchtbehandelingskast op te warmen.

Dan begint e.e.a. weer van voor af aan. De afgekoelde vloeistof ontsnapt door het kleine gaatje in het expansieventiel in een ruimte waar een veel lagere druk heerst en zal daardoor weer verdampen waar ook weer warmte (de verdampingswarmte) voor nodig is, die onttrokken wordt aan de omgeving/het koelmedium.

Als er sprake is van een koelsituatie bij een gebouw wordt de warmte afgevoerd (weg gegooid), bijvoorbeeld m.b.v. een luchtgekoelde condensor (zie A4-36). In steeds meer gevallen wordt de afvalwarmte echter bewaard tot een later tijdstip, bijvoorbeeld in een bodemwarmte opslag.