

Verwarmingstechniek 9

978 90 5636 443 4



verdiep | verbreed | verander

ISBN 978-90-5636-443-4



9 789056 364434 >



Verwarmingstechniek 9

Stralingsverwarming, deel 1
Algemeen en overzicht

Vloerverwarming, deel 1
Algemeen en overzicht






Overal waar in dit boek de mannelijke vorm wordt aangetroffen, wordt ook de vrouwelijke vorm bedoeld.

© Kenteq

Niets uit deze uitgave mag worden verveelvoudigd en/of openbaar gemaakt door middel van druk, fotokopie, microfilm of op andere wijze ook, zonder voorafgaande schriftelijke toestemming van de uitgever.

De uitgever kan niet aansprakelijk worden gesteld voor persoonlijke of materiële schade, veroorzaakt door onjuistheden in deze uitgave



Stralingsverwarming, deel 1
Algemeen en overzicht

Samengesteld door:
W. Atsma

Eindredactie:
Ing. O.W.W. Nuijten

Samenstelling van de
begeleidingscommissie:

Ing. P. van Berkel (Technisch
Lyceum Eindhoven),

Ing. P.W. van Herk (Nationale
woningraad),

Ing. D.H. van Krimpen (Van Buuren
Van Swaay),

Ing. O.W.W. Nuijten (Intechnium),

Ing. H. Sloots (AKZO Engineering)

Overal waar in dit boek de mannelijke vorm wordt
aangetroffen, wordt ook de vrouwelijke vorm bedoeld.

© Kenteq

Niets uit deze uitgave mag worden verveelvoudigd
en/of openbaar gemaakt door middel van druk, foto-
kobie, microfilm of op andere wijze ook, zonder voor-
afgaande schriftelijke toestemming van de uitgever.

De uitgever kan niet aansprakelijk worden gesteld
voor persoonlijke of materiële schade, veroorzaakt
door onjuistheden in deze uitgave

INHOUDSOPGAVE

1.	Symbolenlijst	3
2.	Literatuurlijst	5
3.	Inleiding	7
4.	Algemeen	9
4.1.	Straling en convectie	9
4.2.	Behaaglijke aspecten	10
4.3.	De uitvoering van bouwkundige constructie	12
4.4.	Energiegebruik	13
4.5.	Berekeningsgrondslagen	14
4.6.	Regeling	15
5.	Systemen	17
5.1.	Metalen stralingsplafonds	17
5.1.1.	Uitvoering en werking	17
5.1.2.	Toepassing	17
5.1.3.	Ontwerp	18
5.1.4.	Installatie	19
5.1.5.	Regeling	21
5.2.	Steenachtige stralingsplafonds	21
5.2.1.	Uitvoering en werking	21
5.2.2.	Toepassing	21
5.2.3.	Ontwerp	21
5.2.4.	Installatie	21
5.2.5.	Regeling	21
5.3.	Stralingspanelen	22
5.3.1.	Uitvoering en werking	22
5.3.2.	Toepassing	23
5.3.3.	Ontwerp	23
5.3.4.	Installatie	26
5.3.5.	Regeling	26
5.4.	Buisstralers	26
5.4.1.	Uitvoering en werking	26
5.4.2.	Toepassing	30
5.4.3.	Ontwerp	30
5.4.4.	Installatie	31
5.4.5.	Regeling	31
5.5.	Gasgestookte infraroodstralers	31
5.5.1.	Uitvoering en werking	31
5.5.2.	Toepassing	33
5.5.3.	Ontwerp	33
5.5.4.	Installatie	37
5.5.5.	Regeling en beveiliging	37
6.	Exploitatiekosten	41
6.1.	Algemeen	41
6.2.	Metalen plafonds tegenover radiatorenverwarming	41
6.3.	Stralingspanelen tegenover radiatorenverwarming	41
6.4.	Stralingspanelen tegenover luchtverwarming	42
6.5.	Infraroodstralers tegenover stralingspanelen	43
7.	Oefenvraagstukken	45



1 SYMBOLENLIJST

Symbol	Omschrijving	Eenheid
a	factor voor verhouding invloed lucht- en stralingstemperatuur op de behaaglijkheid	-
A	oppervlakte	m^2
B	belasting van de brander	kW
F'	vinfactor van een stralingspaneel	-
h	hoogte	m
P	vermogen	W
q_m	massastroom	kg/s
q_v	volumestroom	m^3/s
T_{av}	gemiddelde temperatuur van de aangestraalde vlakken	K
T_e	buitentemperatuur	$^{\circ}C$
T_i	gemiddelde van de stralings- en luchttemperatuur	$^{\circ}C$
T_1	luchttemperatuur in de ruimte	$^{\circ}C (K)$
T_{mrt}	gemiddelde stralingstemperatuur	$^{\circ}C (K)$
T_{pan}	gemiddelde oppervlaktetemperatuur van het stralingspaneel	$^{\circ}C (K)$
T_{res}	resulterende temperatuur in de ruimte	$^{\circ}C$
T_{sc}	temperatuur van een stralingselement	K
T_w	de gemiddelde temperatuur van het verwarmingsmedium	$^{\circ}C$
$V.O.$	verwarmend oppervlak	m^2
x	absolute vochtigheid van de lucht	g/kg
ρ	soortelijke massa	kg/m^3
Φ	warmtestroom	W



2 Literatuurlijst

- Bernd Glück, Stralungsheizung - Theorie und Praxis
- ISSO-publicatie nr. 29, Stralingsverwarming in hoge ruimten, indirecte systemen
- Jellema, Bouwkunde deel 7b
- Kollmar, Wärmephysiologische Berechnungen bei Heizdecken, Strahlplatten und Infrarotstrahler
- Recknagel-Sprenger, Taschenbuch für Heizung und Klimatechnik
- Diverse artikelen uit Verwarming en Ventilatie
- Documentatie van Alke, Alstra, Baufa, Blackheat, Frenger, GoGas, Hoaf Ray-oterm, Ray-flat en Schwank



3 INLEIDING

In het leerstofblok worden de behaaglijke aspecten, de uitvoering, de toepassing, het ontwerp en de berekening van de verschillende soorten stralingsverwarming behandeld.

Daarnaast wordt enige aandacht besteed aan de installatie, het principe van de temperatuurregeling, het energiegebruik en de exploitatiekosten bij toepassing van stralingsverwarming.

Bij de berekening wordt veel aandacht besteed aan het realiseren van een bepaalde combinatie van lucht- en gemiddelde stralingstemperatuur. Deze bepaald namelijk in grote mate de behaaglijkheid.

Na bestudering van dit leerstofblok wordt de cursist in staat geacht om:

- aan te geven hoe de warmteoverdracht bij stralingsverwarming plaatsvindt;
- aan te geven welke invloed deze heeft op de luchttemperatuur, de stralingstemperatuur en de verticale en horizontale temperatuurverdeling in een vertrek;
- de invloed van de thermische kwaliteit van het gebouw op het temperatuurverloop en het warmteverlies aan te geven;
- de uitvoering, projectering, werking en regeling van de verschillende soorten stralingsverwarming te beschrijven;
- de grootte van het totale paneeloppervlak te bepalen aan de hand van een grafiek en de resultaten van de warmteverliesberekening;
- de grootte van de te installeren belasting te berekenen aan de hand van het rendement van de direct gestookte stralingstoestellen en de resultaten van de warmteverliesberekening;
- de invloed op het energiegebruik aan te geven door het toepassen van stralingsverwarming in relatie tot de thermische kwaliteit van het gebouw en andere soorten verwarming;
- een globaal inzicht te hebben in de factoren die de exploitatiekosten bepalen.

Tot slot danken de auteur en de uitgever, de fabrikanten en de stichting ISSO voor het ter beschikking stellen van informatie en afbeeldingen ten behoeve van dit leerstofblok.



4 ALGEMEEN

Stralingsverwarming wordt als een enigszins bijzonder verwarmingssysteem beschouwd, terwijl het dat eigenlijk niet is.

Het houtvuur, de open haard, de kolenkachel, de elektrische straalkachel zijn alle voorbeelden van eenvoudige toepassingen van stralingsverwarming. Wel enigszins bijzonder is een systeem dat de Romeinen toepasten. Zij verwarmden hun huizen door onder de vloer hout te verbranden en het sterk met lucht verdunde verbrandingsgas door kanalen in de wanden af te voeren.

Hiermee werd een zeer gelijkmatige verdeling van de warmte verkregen.

Een van de redenen dat stralingsverwarming door de technicus als een wat bijzonder verwarmingssysteem wordt aangemerkt, is het feit dat het ontwerp en de berekening niet eenvoudig zijn.

Vooraf het verkrijgen van de juiste combinatie van luchttemperatuur en gemiddelde stralingstemperatuur in de verblijfszones en het voorkomen van een te grote stralings-asymmetrie vereist nogal wat complex rekenwerk.

Aan deze facetten zou echter bij andere verwarmingssystemen ook de nodige aandacht moeten worden besteed, vooral bij grote vrijstaande ruimten.

In dit hoofdstuk zullen de warmteoverdracht door convectie en straling, de behaaglijke aspecten, het energiegebruik en de grondslagen voor de berekening bij stralingsverwarming globaal worden toegelicht.

4.1 Straling en convectie

Bij veel verwarmingssystemen vindt warmteoverdracht door straling en convectie plaats. Stralingsverwarming kenmerkt zich door een groter aandeel dan 50% in de warmteafgifte door straling.

Stralingspanelen en infraroodstralers aan een plafond leveren in het algemeen 60% a 70% stralingswarmte. De hoeveelheid convectiewarmte is dus zeker niet te verwaarlozen.

In ruimten met stralingsverwarming vindt de verwarming van de lucht op indirecte wijze plaats. Door de warmtestraling krijgen de vloer, alles wat daarop is geplaatst en ook de wanden een hogere temperatuur dan die van de lucht in de ruimte. Door het (kleine) temperatuurverschil ontstaat *indirect* warmteafgifte door convectie aan de lucht. Het aangestraalde oppervlak is zo groot dat ondanks het kleine temperatuurverschil een goede warmteoverdracht door convectie wordt bereikt.

Bovendien is de warmteoverdracht zo gelijkmatig dat er in verticale zin slechts kleine temperatuurverschillen ontstaan.

De verticale temperatuurgradient bij stralingsverwarming is dus klein.

De 30 à 40% convectiewarmte, die *direct* wordt afgegeven door de stralingselementen, komt hoofdzakelijk terecht in de ruimte boven de stralingselementen. Dit is een vervelende bijkomstigheid.

Vooraf bij een goed geïsoleerde en luchtdichte dak- of plafondconstructie zal er een 'warmtekussen' ontstaan. Hierdoor zal de onderzijde van het dak of plafond in temperatuur worden verhoogd. Dit heeft twee effecten. Ten eerste zal het warmteverlies via het dak door de grotere ΔT groter zijn.

Ten tweede zal de onderzijde van het dak een positieve bijdrage gaan leveren aan de totale straling naar onder.