



*Selectie verwarmingselementen*  
**Verwarmingsinstallaties**





## COLOFON

©2015 Kenteq, Hilversum

Alle rechten voorbehouden. Niets uit deze uitgave mag worden verveelvoudigd, opgeslagen in een geautomatiseerd gegevensbestand dan wel openbaar gemaakt in enige vorm of op enige wijze, hetzij elektronisch, mechanisch, door fotokopieën, opname, of enige andere wijze, zonder voorafgaande toestemming van de uitgever.

Ondanks alle zorg die aan dit lesmateriaal is besteed kunnen auteurs, redacteurs en uitgever geen aansprakelijkheid aanvaarden voor eventuele schade, die zou kunnen voortvloeien uit enige fout, die in dit leermiddel zou kunnen voorkomen.

Overal waar u in dit leermiddel de mannelijke vorm hij aantreft, wordt ook de vrouwelijke vorm zij bedoeld.

Kenteq  
Postbus 81  
1200 AB Hilversum  
088 - 444 99 00  
serviceteam@kenteq.nl  
www.kenteq.nl

## Voorwoord

In de reeks leermiddelen voor verwarmingsinstallaties is dit de 2<sup>e</sup> druk van het boek *Selectie verwarmingselementen* en is bestemd voor studenten van werktuigbouwkundige en installatietechnische opleidingen op MBO- en HBO-niveau en voor ontwerpers en servicetechnici van klimaatinstallaties voor gebouwen. Het boek is gerelateerd aan ISSO-publicatie 66 Vermogen van radiatoren en convectoren in praktijksituaties.

Deze herziene druk is aangepast aan de actualiteit.

De indeling van de eerdere uitgave is gehandhaafd.

Het wordt aanbevolen om na het bestuderen van een hoofdstuk de vragen te maken, die aan het eind van het boek zijn opgenomen, om te testen of de theorie wordt beheerst.

Voor opmerkingen ter verbetering van de lesstof houden wij ons van harte aanbevolen.

De uitgever.



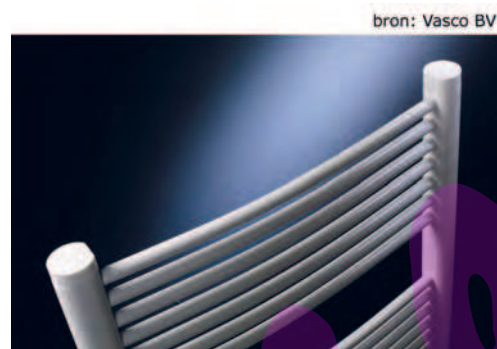
## Inhoudsopgave

<b>1</b>	<b>Inleiding</b>	<b>7</b>
<b>2</b>	<b>Typen verwarmingselementen</b>	<b>9</b>
2.1	Radiatoren	9
2.2	Convectoren	12
2.3	Bijzondere uitvoeringen	13
2.4	Wand- en vloerverwarming	14
<b>3</b>	<b>Warmteafgifte verwarmingselementen</b>	<b>19</b>
3.1	Radiatoren	19
3.2	Convectoren	20
3.3	Vloerverwarming	21
<b>4</b>	<b>Aansluiten verwarmingselementen</b>	<b>23</b>
4.1	Algemeen	23
4.2	Aansluitmogelijkheden	23
<b>5</b>	<b>Opstelling verwarmingselementen</b>	<b>27</b>
5.1	Coanda-effect	27
5.2	Opstellingsmogelijkheden	28
<b>6</b>	<b>Bevestiging verwarmingselementen</b>	<b>33</b>
6.1	Radiatoren en convectoren	33
6.2	Wand- en vloerverwarming	34
<b>7</b>	<b>Vermogen verwarmingselementen</b>	<b>37</b>
7.1	Selectie radiatoren en convectoren	37
7.2	HTV en LTV	38
7.3	Genormeerd vermogen	39
7.4	Selectie radiatoren en convectoren in genormeerde situaties	40
7.5	Bepaling vermogen in niet-genormeerde situaties	43
7.6	Vermogen buizen, vloeren en wanden	46
7.7	Verdeling vermogen over ruimte	49
<b>8</b>	<b>Vragen</b>	<b>51</b>
8.1	Vragen Typen verwarmingselementen	51
8.2	Vragen Warmteafgifte verwarmingselementen	52
8.3	Vragen Aansluiten verwarmingselementen	53
8.4	Vragen Opstelling verwarmingselementen	54
8.5	Vragen Bevestiging verwarmingselementen	55
8.6	Vragen Vermogen verwarmingselementen	56



# 1 Inleiding

In de ruimte van een woning of bedrijf functioneren we het beste bij een aangename temperatuur. Verwarmingselementen als radiatoren en convectoren dragen hiertoe bij. Ze zorgen voor een doorgaans constante temperatuur door hun warmteafgevend vermogen. Dit vermogen wordt bepaald door factoren als water- en luchttemperatuur, massastroom van het water, maar ook door type, grootte en plaats van het verwarmingselement. Ook de bouwkundige staat van een gebouw - oud of nieuw - speelt een rol.



*Designradiator*

Als ontwerper van een centrale-verwarminginstallatie is het van belang een goede keus te maken, dus de juiste verwarmingselementen te selecteren.

In dit boek raak je bekend met de soorten verwarmingselementen, de selectie daarvan en de begrippen en berekeningen die daarmee samenhangen.

## Doelgroep

Dit boek is bedoeld voor deelnemers aan werktuigbouwkundige en installatietechnische opleidingen op MBO- en HBO-niveau en voor ontwerpers en servicetechnici van klimaatregelinstallaties voor gebouwen.

## Wat weet je al?

Om deze leerstof met succes te kunnen volgen, is het van belang dat je voldoende kennis hebt van:

- wis- en natuurkunde
- tekening lezen

## Wat leer je?

Je leert een juiste selectie te maken uit de veelheid van verwarmingselementen rekening houdend met alle relevante factoren.

Afhankelijk van de toepassing van het te ontwerpen gebouw zul je in de praktijk relevante normen moeten raadplegen. Het is handig ISSO-publicatie 66 naast dit boek beschikbaar te hebben.

Aan het eind van deze leerstof ben je bekend met:

- de soorten verwarmingselementen;
- de aansluit-, opstellings- en bevestigingsmogelijkheden van verwarmingselementen;
- het begrip vermogen in relatie tot de verwarmingselementen en de verdeling daarvan;
- de selectie van de verwarmingselementen.

*Hoe is de lesstof opgebouwd?*

Dit boek is opgebouwd uit hoofdstukken die je onafhankelijk van elkaar kunt raadplegen.

Per hoofdstuk is onderscheid gemaakt naar:

- Radiatoren
- Convectoren
- Vloer- en wandverwarming





## 2 Typen verwarmingselementen

Er zijn vele typen verwarmingselementen. Een opsomming van de elementen, die het meest voorkomen:

- radiatoren
- convectoren
- vloerverwarming via verwarmingsbuizen
- wandverwarming via verwarmingsbuizen

In dit hoofdstuk behandelen we kort al deze verwarmingselementen, die je als ontwerper kunt selecteren.

### 2.1 Radiatoren

Een cv-ketel verwarmt het cv-water tot een gemiddelde temperatuur van zo'n 70 °C. Steeds gebruikelijker zijn installaties met een lagere cv-watertemperatuur van maximaal zo'n 55 °C.

Een dergelijk systeem noem je een lage-temperatuurverwarming, afgekort LTV. De radiatoren die je gebruikt voor een LTV-systeem zijn hetzelfde als gewone radiatoren. Ze zijn alleen vaak een stuk groter. Ondanks de lagere cv-wateraanvoertemperatuur bij LTV blijft de warmtebehoefte hetzelfde, dus is een groter radiatoroppervlak nodig.

Radiatoren zijn verwarmingselementen, die warmte afgeven in de vorm van een combinatie van straling (radiatie) en convectie.

De verhouding tussen de warmteafgifte door straling en door convectie kan per type radiator en uitvoeringsvorm aanzienlijk verschillen.

Radiatoren kun je onderverdelen in:

- paneelradiatoren
- ledenradiatoren
- buisradiatoren

#### Paneelradiator

Een paneelradiator - ook wel plaatradiator genoemd - bestaat in zijn eenvoudigste vorm uit twee op elkaar gelaste stalen gegolfde geprofileerde platen.

Om het warmteafgevend vermogen bij gelijke lengte- en hoogtematen te vergroten, kunnen twee-, drie- en vierplaats paneelradiatoren worden toegepast. Het relatieve stralingsaandeel in de warmteafgifte neemt hierdoor sterk af.

bron: Brugman Radiatorenfabriek B.V.



Paneelradiator

### *Paneelconvector*

Een paneelconvector is een paneelradiator waarbij het convectieve verwarmingsoppervlak (V.O.) is vergroot doordat een geprofileerde plaat is aangebracht aan de achterzijde van of tussen de panelen. Paneelradiatoren en -convectoren zijn meestal van staal.

### *Aluminium radiator*

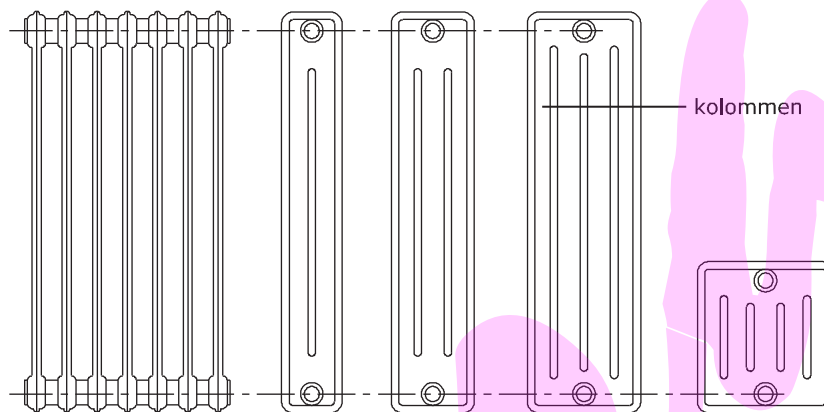
De aluminium radiator komt voor in de vorm van een paneelconvector. Voordelen: het lage gewicht en de geringe corrosiegevoeligheid.

### **Ledenradiator**

De leden- of kolomradiator bestaat uit een aantal aan elkaar gelaste, plaatstalen leden waardoor het water stroomt. De leden zijn opgebouwd uit kolommen, variërend van 2 tot 5 kolommen per lid.

De lidafstand bedraagt bij de meeste uitvoeringen 40 mm.

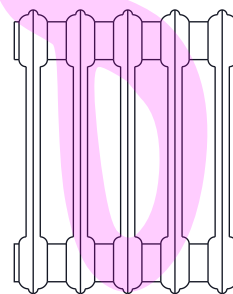
De warmteafgifte van dit type radiator is voornamelijk convectief.



### *Ledenradiator*

### *Doorkijk radiator*

Een speciale uitvoering van een ledenradiator is de doorkijk- of hospitaalradiator. Hierbij is de onderlinge lidafstand groter, waardoor het reinigen wordt vergemakkelijkt. Bij opstelling voor een glaspaneel verbetert ook het zicht naar buiten: de uitvoering is 'transpananter'.



*Doorkijk radiator*

### **Buisradiator**

De buisradiator bestaat uit een aanvoerverdeelbuis en een retourverzamelaar die verbonden worden door een aantal rechte buizen.

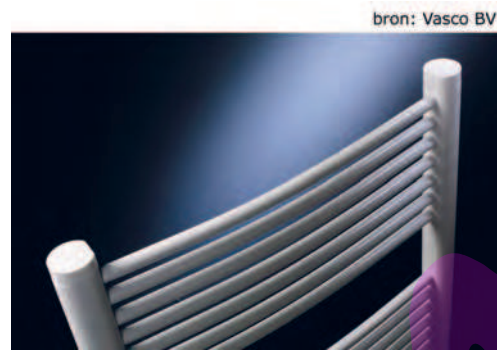
Dit type radiator vindt veel toepassing als designradiator.

### Designradiator

Radiatoren kunnen in principe in elke vorm die de klant wenst, worden geleverd. Aan bijzondere uitvoeringen hangen echter ook speciale prijskaartjes.

In de woning zijn de designradiator ('handdoekradiator') in de badkamer en steeds vaker esthetisch verantwoorde radiatoren in de woonkamer gebruikelijk.

In winkels, ontvangstruimten en dergelijke worden in het interieur regelmatig designradiatoren toegepast.



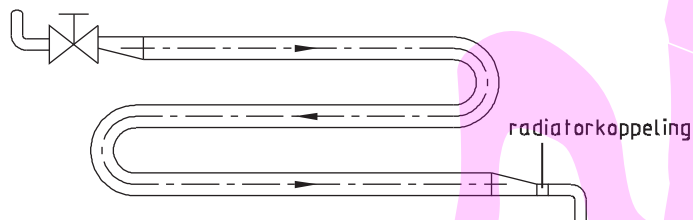
Designradiator

### Gladde buisradiator

De gladde buisradiator is de meest eenvoudige uitvoering van een radiator. Voor kleine vermogens kan de gladde buis bestaan uit een buis van een beperkte lengte. Bij een wat groter vermogen kan een zig-zag gebogen buis worden toegepast. Is een nog groter verwarmingsoppervlak nodig, dan worden de buizen samengevoegd tot een buizenregister.

Dit type systeem vindt toepassing bij:

- vorst beveiliging van kleine ruimtes
- plaatselijke verwarming (bijvoorbeeld voetverwarming recepties)
- een design omgeving (bijvoorbeeld 2" leiding voor een glazen pui)



### Gladde buisradiator

### Handelsvormen

#### PCCP

P staat voor Plaat en C staat voor convectielamellen. Met de radiatoraanduiding PCCP wordt dus een radiator bedoeld, die is opgebouwd uit de volgende elementen: plaat-convectielamellen-convectielamellen-plaat.

#### Cijfernotatie

Een andere methode om een radiator te specificeren is als volgt: het eerste cijfer staat voor aantal platen en het tweede cijfer staat voor het aantal convectielamellen. Met de radiatoraanduiding 21 wordt dus een radiator bedoeld, die is opgebouwd uit de elementen: plaat-convectielamel-plaat.

## 2.2 Convectoren

Convectoren zijn verwarmingselementen, die vrijwel uitsluitend warmte afgeven in de vorm van convectie. Hiermee is het dus niet mogelijk om de gemiddelde stralingstemperatuur van 'koude vlakken' te verhogen.

Omdat convectoren een 'schacht' nodig hebben voor de goede werking, zijn de convectorelementen altijd aan het zicht onttrokken.

Bovendien zijn convectoren door de hoge convectieve warmteafgifte beter in staat om een goede luchtcirculatie in het vertrek te verwezenlijken dan radiatoren.

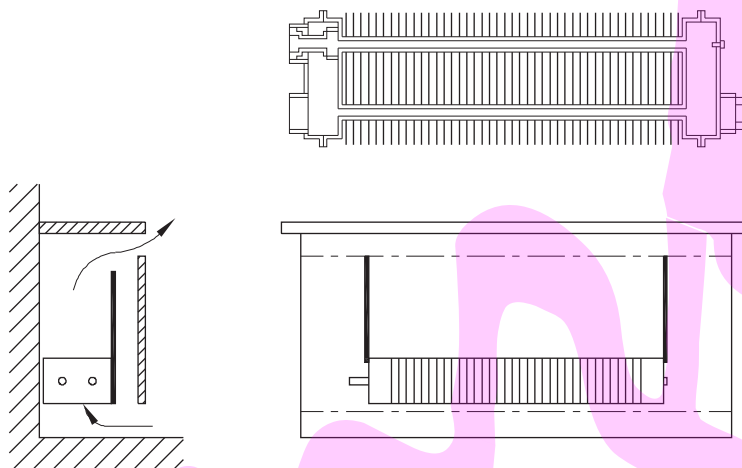
De hoogte van de schacht beïnvloedt het vermogen, de volumestroom van de lucht en derhalve ook de lichtsnelheid.

Convectoren kun je ook toepassen bij LTV. De grootte van een LTV-convector bepaal je op dezelfde manier als die van een LTV-radiator.

### Lamellenconvector

Als het verwarmingselement bestaat uit één of meer evenwijdige buizen waarop lamellen zijn geperst, heet dit een lamellenconvector. Voor de buis en de lamellen worden de materiaalcombinaties koper/aluminium of staal/staal toegepast.

De constructie is licht en de waterinhoud zeer gering. De opwarmtijd is aanzienlijk korter dan bij een radiator en er kan worden volstaan met een kleiner expansievat.



*Lamellenconvector in wanduitvoering*

Het verwarmingselement kan worden ingebouwd in een vloerput, een omkasting of simpelweg achter een paneel.

In de omkasting of de put, waarin het convectorelement is ondergebracht, moet een schacht zijn gevormd. Dit in verband met de relatie vermogen/schoorsteenwerking.

Deze schacht moet direct aansluiten op de zijkanten van het element. Het element mag dus niet 'zwemmen' in de omkasting of de put.

Een putconvector wordt bijvoorbeeld toegepast voor een schuifpui of voor een tot aan de vloer doorlopende vaste glaswand.



*Putconvector*

## 2.3 Bijzondere uitvoeringen

### Radiatoren voor hogere werkdrukken

In hoge gebouwen of bij heetwaterverwarming kunnen hogere drukken voorkomen dan gebruikelijk.

Gewoonlijk zijn radiatoren geschikt voor een maximale werkdruk van 6 bar. Tegen een meerprijs kunnen radiatoren worden geleverd, die geschikt zijn voor hogere werkdrukken.

### *Spirobuisconvector*

De spirobuisconvector bestaat uit koperen buis waardoor het water stroomt en waarop spiraalsgewijs een koperen bedrading is bevestigd. Dit geeft een lichte constructie bij een relatief groot V.O. en bovendien een lage luchtweerstand ten opzichte van een lamellenconvector.

De spirobuis wordt geïntegreerd aangebracht in een omkasting, waarmee de eigenlijke convector ontstaat.

### *Plintconvector*

Een plintconvector is in principe een paneelconvector met een zeer kleine hoogte. Tussen twee wat verder uit elkaar gelegen platen, waardoor het water stroomt, is geprofileerd plaatwerk aangebracht. Daarmee wordt het convectieve V.O. heel hoog. Er is echter nauwelijks sprake van een schachthoogte en het vermogen is dan ook beperkt. Dit type radiator is mede daardoor relatief duur.

bron: Brugman Radiatorenfabriek B.V.



*Plintconvector*

## 2.4 Wand- en vloerverwarming

Wand- en vloerverwarming zijn verwarmingssystemen, waarbij de warmteafgeevende elementen (verwarmingsbuizen) zijn opgenomen in de bouwdelen. Deze bouwdelen worden op een hogere temperatuur dan hun omgeving gebracht. De stralingswarmte zorgt voor een heel behaaglijk binnenklimaat.

Correcties of wijzigingen van wand- en vloerverwarmingssystemen na de bouw zijn vaak niet te realiseren zonder ingrijpende kosten. Deze systemen hebben in het algemeen een langere levensduur. Vanwege de genoemde aspecten is het van belang zorgvuldig te ontwerpen en uit te voeren.

Er zijn twee systemen van wand- en vloerverwarming:

### **Droogbouwstelsel**

Een vloer- of wandverwarmingssysteem waarbij de verwarmingsbuizen niet ingebed zijn in een mortel maar de warmte afgeeft via warmtespreidende elementen aan de bovenlaag.

bron: Nathan BV



*Droogbouwvloerverwarming*

## Natbouwsysteem

Een vloer- of wandverwarmingssysteem waarbij de verwarmingsbuizen ingebed zijn in een mortel.



*Natbouwvloerverwarming in verschillende uitvoeringen*

## Wandverwarming

Wandverwarming = stralingswarmte via de verwarmde wand van een vertrek.

De meest gangbare systemen voor wandverwarming bestaan uit kunststof leidingen die je in speciaal voorbereide, gesleufde wanden legt, waarna je de wand afstuct. Op de markt zijn diverse vormstenen verkrijgbaar, waarin de sleuven al zijn aangebracht. De kunststofleidingen kunnen ook op de wand aangebracht worden, waarna de wand afwerkt wordt.



*Enkele voorbeelden van wandverwarming*

De buizen kunnen ook op de constructiewand worden bevestigd.

De maximaal toelaatbare oppervlaktetemperatuur van de wand is circa 40 °C. Direct doorstroomde systemen hebben de voorkeur boven indirect doorstroomde systemen, omdat ze energievriendelijker zijn.

De plaatsing van meubels voor warmte wanden vormt normaal gesproken geen probleem. Wel moet je hiermee bij de dimensionering rekening houden. Ook mogen er aan de muur schilderijen, schemerlampen en dergelijke worden bevestigd. Bij het boren moet natuurlijk wel rekening worden gehouden met de rasterafstand tussen de wandverwarmingsbuizen.