

# Centrale installaties – Koeling - Vuistregels

Kennisbank Bouwfysica

Auteurs: dr.ir. Peter van den Engel, Martine Verhoeven, ir. Leo de Ruijsscher, ir. John van der Vliet

## 1 Algemeen

### 1.1 Inleiding

Mechanische koeling is nodig als koeling met ongekoelde buitenlucht niet toereikend is. Het kan ook voorkomen dat in een gebouw slechts enkele ruimten mechanisch moeten worden gekoeld.

Eerst wordt kort ingegaan op de noodzaak tot koelen, achtereenvolgens worden kleine en grote koeleenheden besproken met bijbehorende methoden om warmte af te voeren (condensors, droge en natte koelers). Tenslotte wordt ingegaan op de ruimtelijke en bouwkundige eisen voor centrale koelinstallaties.

### 1.2 Natuurlijke koeling

Omdat de buitentemperatuur in Nederland gemiddeld 10 °C is, kunnen gebouwen een groot deel van de tijd op natuurlijke wijze met buitenlucht worden gekoeld.

Bij buitentemperaturen boven 15 - 18 °C kunnen verblijfruimten via te openen ramen op natuurlijke wijze worden geventileerd en dus ook op natuurlijke wijze worden gekoeld. Bij natuurlijke ventilatie via te openen ramen kan tot ca. 10-voudig worden geventileerd. Als vuistregel voor verblijfruimten geldt dat natuurlijke koeling kan volstaan als de binnentemperatuur niet meer dan 3°C hoger wordt dan de buitentemperatuur en hun koelbehoefte niet meer is dan **25 à 30 W/m<sup>2</sup>** vloeroppervlakte. Bij ruimten voor kortdurend verblijf, zoals sportzalen en verkeersruimten, zijn grotere ventilatievouden mogelijk en worden grotere temperatuurverschillen toegestaan. Bij dergelijke ruimten kan met natuurlijke ventilatie aan grotere koelbehoeften worden voldaan.

### 1.3 Mechanische koeling, noodzaak van toepassing

Als natuurlijke koeling via ramen onvoldoende effect heeft is mechanische ventilatie het eerste waaraan moet worden gedacht omdat hiermee beter gebruik is te maken van het warmteaccumulerende vermogen van gebouwen en ventilatie doelgerichter kan plaatsvinden. Mechanische ventilatie met ongekoelde buitenlucht kan voor ruimtkoeling volstaan als de interne warmtebelasting beperkt is en effectief gebruik is te maken van de bouwmasa voor  *korte termijn*  warmteopslag. De massa moet toegankelijk zijn door zo weinig mogelijk afscherming zoals door verhoogde vloeren, lambriseringen en verlaagde plafonds.

Bij  *lange termijn*  opslag wordt het warmteaccumulerende vermogen van de bodem gebruikt. Doordat de temperatuurverschillen tussen de seizoenen veel groter zijn dan tussen dag en nacht en het accumulerend vermogen van de bodem bovendien veel groter is dan die van een gebouw zijn met lange termijn warmteopslag zeer lichte en transparante gebouwen te realiseren zonder dat omvangrijke mechanische koeling nodig is terwijl aan strenge wettelijke energieprestatie-eisen is te voldoen.

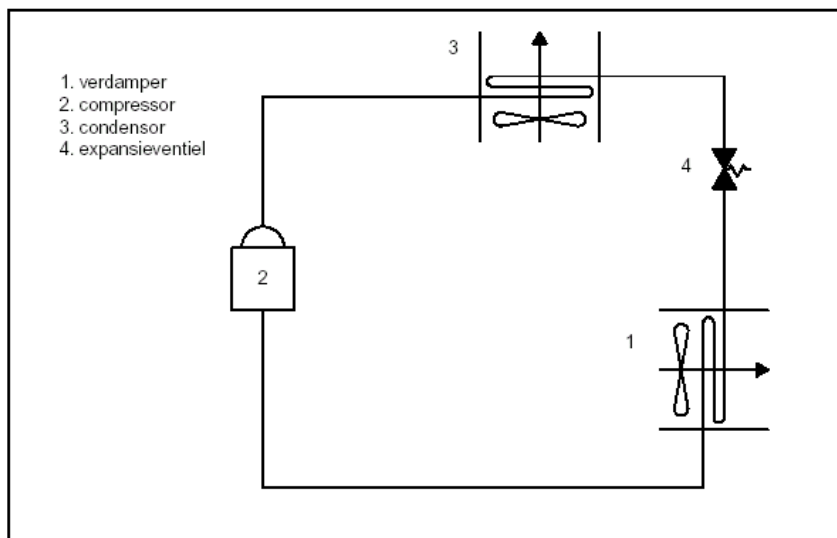
Andere methoden die kunnen voorkomen dat omvangrijke mechanische koeling met koelmachines nodig is zijn adiabatische koeling en koeling met koeltorens. Beide systemen maken gebruik van het koelend effect van verdampend water. Ze hebben om die reden - en omdat ze vaak minder energie vragen - een “natuurlijk” imago.

## 2 Werkingsprincipes

### 2.1 Werkingsprincipes koelmachines

Met een koelmachine wordt warmte verplaatst van een laag naar een hoog temperatuurniveau. Hiervoor bestaan verschillende systemen.

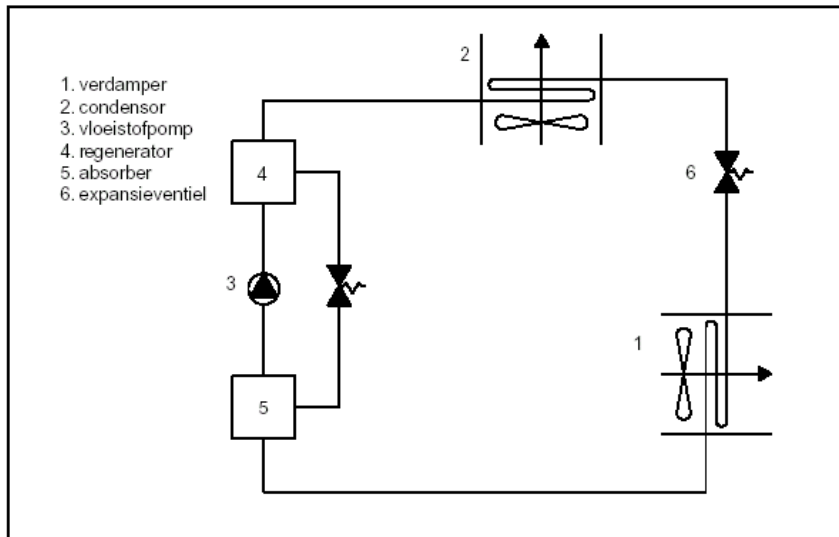
Het **compressie** systeem maakt gebruik van het principe dat bij verdamping van vloeistoffen warmte wordt opgenomen en bij condensatie van dampen warmte wordt afgegeven. Bij dit proces circuleert in een gesloten systeem een koelmiddel dat onder atmosferische druk dampvormig is en onder iets hogere druk vloeibaar. Figuur 1 geeft dit proces schematisch weer. De compressor zuigt het dampvormige koelmiddel aan, verhoogt de druk en perst het in de richting van de condensor. In de condensor geeft het middel warmte af en wordt vloeibaar. Na het expansieventiel is de druk lager en kan het koelmiddel in de verdamper, door onttrekking van warmte aan de - te koelen - omgeving, weer in dampvorm overgaan. Bij kleinere vermogens (tot 500 kW) past men bij dit koelproces meestal zuigercompressoren toe, bij grotere vermogens (vanaf 400 kW) centrifugaalcompressoren.



figuur 1 compressiekoelproces

Bij het compressiekoelproces kan de verdamper zich in een te koelen luchtstroom bevinden. Dit wordt “directe expansie” genoemd en wordt toegepast bij kleinere decentrale koelsystemen. Bij grotere systemen bevindt de verdamper zich in een waterstroom en produceert “gekoeld water” (6 °C). Dit water wordt via leidingen naar eindapparaten gevoerd en na warmteopname (tot 12 °C) naar de koelmachine teruggevoerd. Vaak mengt men bij de eindapparaten het gekoelde water met retourwater uit het apparaat. Dit wordt gedaan voor een betere regelbaarheid, een gelijkmatiger temperatuur in het eindapparaat of om condensatie tegen te gaan.

Het **absorptie**stelsel maakt gebruik van het natuurkundige principe dat warmte vrijkomt bij absorptie en warmte wordt opgenomen bij resorptie van water in hygroscopisch zout. Dit principe, opgenomen in een werkend koelproces, is in figuur 2 schematisch weergegeven. Toepassing van het absorptie koelproces is aantrekkelijk als "gratis" warmte beschikbaar is, zoals zonnewarmte of afvalwarmte van elektriciteitscentrales.



figuur 2 schema absorptiekoelproces

## 2.2 Werkingsprincipes condensors

In de condensor van een compressorkoelinstallatie wordt het gecomprimeerde dampvormige koelmiddel met lucht of water gekoeld. Bij **luchtgekoelde** condensors wordt het koelmiddel direct met lucht gekoeld. De condensor wordt buiten en bij voorkeur op het dak geplaatst.



figuur 3 voorbeeld van condensors of droge koelers

Bij **watergekoelde** condensors wordt het koelmiddel met water i.p.v. lucht gekoeld. Het koelmiddel is meestal gescheiden van de plek waar deze zijn warmte aan de omgeving afstaat. Hierdoor kan de lengte van het koelmiddel traject klein blijven en is er minder risico van lekkage. Normaliter wordt de warmte door een droge koeler aan de lucht afgestaan (zie figuur 3). In deze koeler bevindt zich meestal een water-glycolvloeistof om bevriezing te voorkomen.

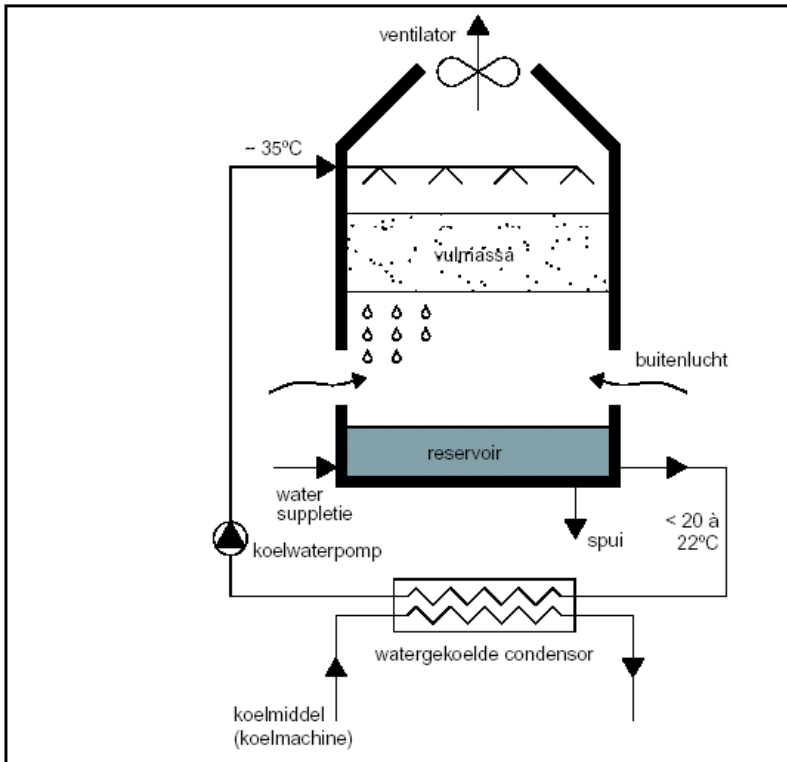
- Als koelwater kan daarnaast leidingwater, grondwater, oppervlaktewater of koeltorenwater dienen. Leidingwater is uit milieu-overwegingen ongewenst en bovendien kostbaar.
- Toepassing van grondwater neemt af omdat voor lozen op de riolering of op het oppervlaktewater nauwelijks nog vergunningen worden gegeven.
- In toenemende mate wordt bronwater toegepast dat na gebruik wordt teruggepompt (aquifers).
- Grote industriële installaties en elektriciteitscentrales gebruiken vaak oppervlaktewater. Bij utiliteitsgebouwen kan dit ook als het gebouw bij een rivier staat, maar het is niet populair vanwege de snel vervuilende condensoren. Bovendien wordt thermische opwarming van oppervlaktewater door de overheid beperkt (o.a. om botulisme tegen te gaan).
- Bij grote benodigde koelcapaciteiten worden vaak koeltorens toegepast.

### 2.3 Werkingsprincipes koeltorens

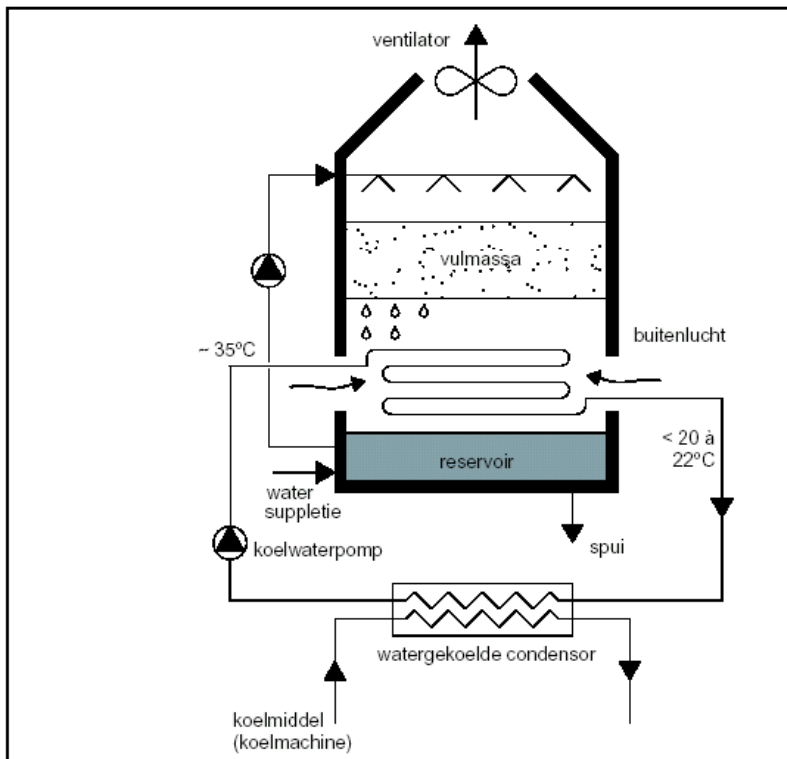
Het in watergekoelde condensoren opgewarmde koelwater is te koelen door het boven in een koeltoren te sproeien. Tijdens het vallen van de druppels verdampen ze een beetje waardoor warmte aan de druppels wordt onttrokken. Onderin de koeltoren wordt het water opgevangen en naar de condensor teruggevoerd (figuur 4). Er zijn ook “hybride” of gesloten koeltorens waarbij het koelwatercircuit waarin de condensor is opgenomen is gescheiden van het koeltorenwater (figuur 5). In koeltorens kan het water een temperatuur krijgen die de psychrometrische natte luchttemperatuur van de buitenlucht benadert. In Nederland is deze temperatuur meestal lager dan 20°C en zelden hoger dan 22°C. Daarom worden koeltorens ook wel in combinatie met koel-plafonds gebruikt, dus zonder koelmachine. Bij koeltorens verdampt water en wordt water gespuid om te voorkomen dat in het koelwater te hoge concentraties kalk en zout ontstaan. Het koelwater wordt aangevuld met onthard leidingwater. Het totale watergebruik van koeltorens is maar een fractie van de hoeveelheid die wordt gebruikt bij toepassing van grond- of oppervlaktewater als koelwater. Enkele aandachtspunten voor koeltorens zijn:

- Het voorkomen van de ontwikkeling van legionellabacteriën in koeltorens vanwege de productie van waterdruppels (aërosolen). Met waterbehandeling kan dit worden tegengegaan.
- De meestal hoge geluidproductie.

Koeltorens worden om deze reden bijna altijd op het dak geplaatst.



figuur 4 schema werking open koeltoren of natte koeler



figuur 5 schema werking hybride koeltoren met gesloten koelwatersysteem



figuur 6 koeltoren