Adiabatische koeling bij comfortinstallaties [1]

Ing. B. Bronsema
Ketel raadgevende ingenieurs bv

Door de groter wordende aandacht voor arbeidsplaatsverbetering enerzijds en de stijgende thermische belasting in veel bedrijven anderzijds, neemt de behoefte aan koeling toe, meestal opgewekt in mechanische koelinstallaties. Deze koelinstallaties zijn kostbaar, gebruiken relatief veel elektrische energie, en bevatten bovendien de voor het koelproces benodigde chloor-fluor- koolwaterstoffen (CFK's) die bij vrijkomen in de lucht schadelijk zijn voor het milieu, vooral door de aantasting van de ozonlaag, maar ook door hun aandeel in het broeikaseffect. Terugdringing van het CFK-gebruik is daarom wereldwijd een belangrijke doelstelling. Volgens het protocol van Montreal moeten de zogenaamde harde CFK's voor het jaar 2000 geheel worden afgeschaft, maar verschillende landen hanteren een nog veel stringentere doelstelling. (Nederland: productiestop en invoerverbod per 1 juli 1997).

Water kan in de toekomst een grote rol spelen in de klimaatregeling van gebouwen, waarbij het gebruik van mechanische koeling wordt teruggedrongen en ook energiebesparingen kunnen worden bereikt.
Bij de bedoelde koelsystemen wordt gebruik gemaakt van waterverdamping, zogenaamde adiabatische koeling. De lucht wordt door een sproeibevochtiger gevoerd en neemt daarbij waterdamp op. De verdampingswarmte wordt aan de lucht onttrokken, en deze koelt daardoor af.

De verdampingswarmte van water is ca. 2400 kJ/kg bij 20°C en dit betekent dat 1 m3 water bij verdamping ca. 680 kWh koude levert. Als hiervoor een koelmachine zou worden toegepast, verbruikt deze ca. 200 kWh elektrische stroom. De kostenverhouding is ca. f 2,voor een m3 water tegenover ca. f 40,- voor de elektrische stroom. De waterverdamping is bovendien milieuvriendelijk en levert, in tegenstelling tot de koelmachine, geen bijdrage aan het broeikaseffect en de beschadiging van de ozonlaag.

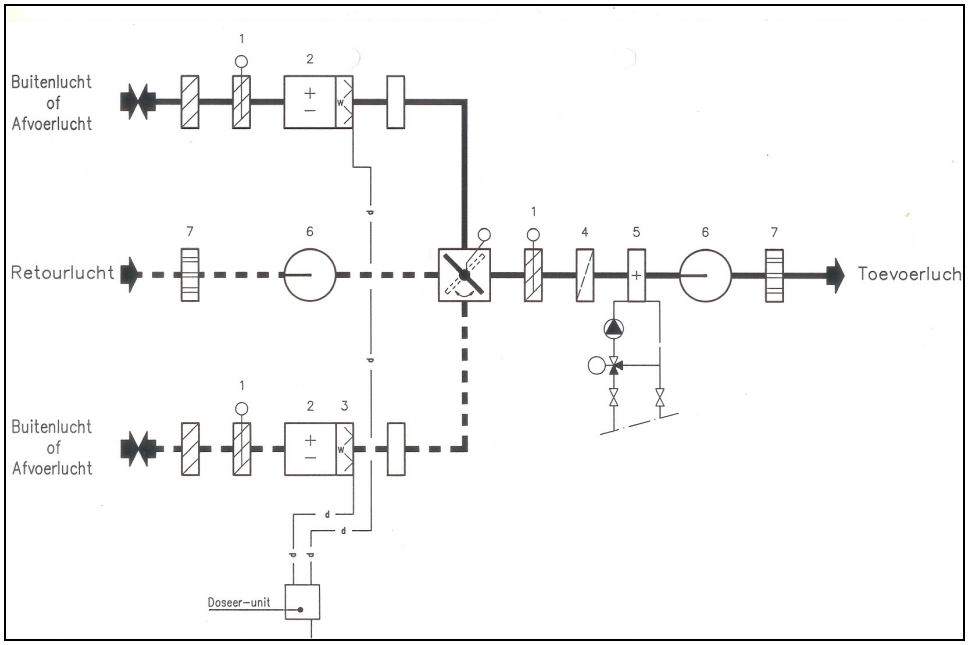
In het Nederlandse klimaat is een directe bevochtiging van de toevoerlucht niet aanvaardbaar omdat de relatieve vochtigheid in de ruimte te hoog zou worden met als resultaat een klam en onaangenaam binnen klimaat. Hierna worden enkele indirecte systemen omschreven die dit nadeel niet kennen.
Bij alle systemen wordt de gebruikte afvoerlucht adiabatisch gekoeld. Met behulp van een koudeterugwinsysteem wordt hiermee de warme, verse buitenlucht gekoeld. Om zoveel mogelijk koeling te verkrijgen moet het terugwinsysteem een hoog rendement hebben. In de winterperiode doet het tevens dienst als warmteterugwinningsysteem.

Afhankelijk van de thermische belasting en de eisen die aan het binnenklimaat worden gesteld, kan toepassing van deze technologie mechanische koeling geheel of gedeeltelijk vervangen. In het laatste geval wordt de ventilatielucht adiabatisch voorgekoeld en mechanisch nagekoeld.

Enkele systemen, die werken volgens het bovenstaande principe worden hierna kort omschreven. In een volgend artikel komen enkele systemen aan de orde waarbij de ventilatielucht door droging in combinatie met adiabatische koeling veel dieper kan worden gekoeld, waardoor mechanische koeling in principe geheel overbodig wordt.

Kantherm – Zie figuur 1

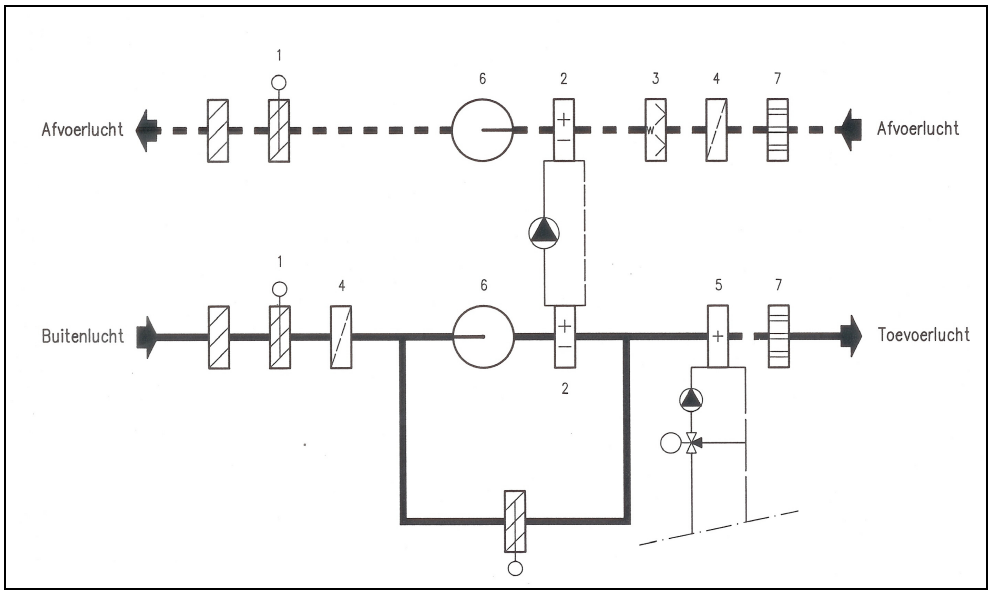
Het Kantherm systeem is uitgevoerd met twee koude/warmtebuffers, bestaande uit een groot aantal naast elkaar geplaatste aluminium platen. Met behulp van een wisselklep worden de buffers beurtelings gebruikt voor het aanzuigen van buitenlucht en voor het afvoeren van de gebruikte afvoerlucht. In de zomerperiode wordt de afvoerbuffer gekoeld door de adiabatisch gekoelde afvoerlucht. Na ca. 1 minuut wordt de wisselklep omgeschakeld en wordt via de aldus gekoelde buffer warme buitenlucht aangezogen. Deze wordt hierdoor gekoeld, terwijl de andere buffer op zijn beurt door de afvoerlucht wordt afgekoeld, etc. In de winterperiode is de adiabatische koeling niet in bedrijf, en wordt de koude buitenlucht opgewarmd door afkoeling van de warme afvoerlucht. Het temperatuurrendement van dit systeem is ca. 90%.



Figuur 1 - Kantherm systeem

SEW – Zie figuur 2.

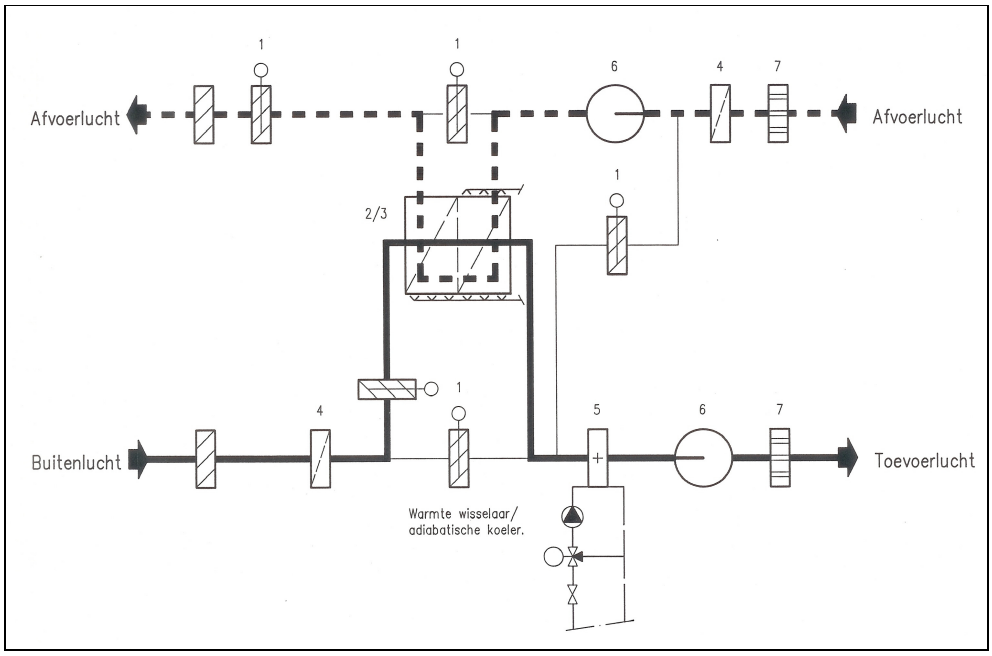
Het SEW-systeem is uitgevoerd met speciale tegenstroomwarmtewisselaars in de afvoerlucht en in de verse lucht. Koude en warmte worden overgedragen met behulp van een vloeistof die in het systeem wordt rondgepompt (twin-coils). Het temperatuurrendement van dit systeem is 80%-90%.



Figuur 2 – SEW systeem

Menerga systeem Dokupair – zie figuur 3.

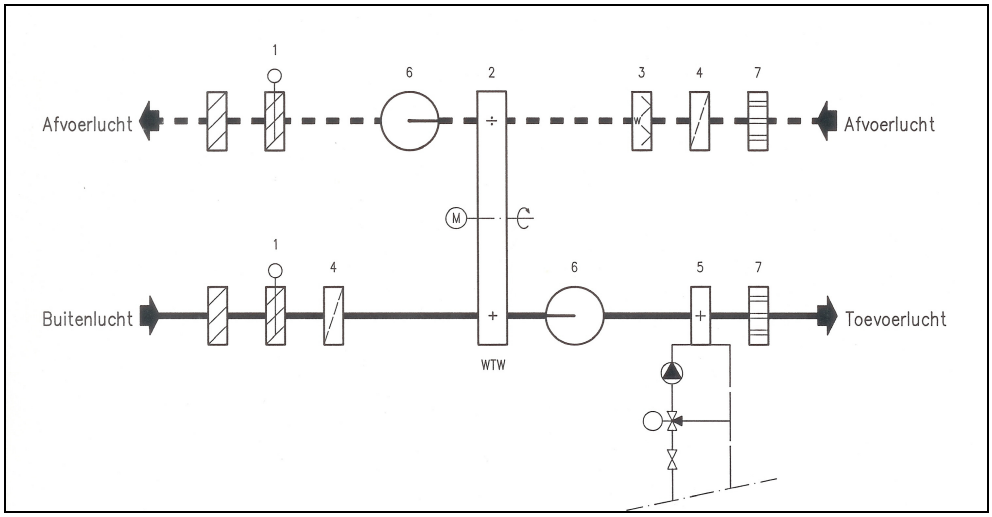
Dit systeem is uitgevoerd met twee in serie geplaatste platen warmtewisselaars, vervaardigd van kunststof. Tussen de platen vindt continue warmteoverdracht plaats. De temperatuur wordt hierbij geregeld door een stelsel van bypasskleppen. Adiabatische koeling vindt plaats door het versproeien van water in de afvoerluchtstroom direct op de warmtewisselaar. Het temperatuurrendement van dit systeem is 70%-80%.



Figuur 3 – Menerga Dokupair systeem

Warmtewiel - figuur 4.

Meerdere fabrikanten leveren zgn. warmtewielen waarin koude/warmte wordt uitgewisseld tussen 2 luchtstromen. Door langzame rotatie van het wiel vindt beurtelings warmteopname en warmteafgifte plaats in het betreffende wielsegment. De temperatuur wordt geregeld door de rotatiefrequentie van het wiel te variëren. Een temperatuurrendement van 80%90% is haalbaar.



Figuur 4 – Warmtewiel

In een volgend artikel wordt een verdere ontwikkeling van deze systematiek omschreven, waarbij de lucht eerst wordt gedroogd en vervolgens adiabatisch gekoeld. De koeling is hierbij uiteraard veel effectiever.

Verklaring van de nummers in de figuren:

1. Luchtklep met servomotor
2. Warmteterugwinning
3. Bevochtiger
4. Filter
5. Verwarmer
6. Ventilator
7. Geluiddemper
8. Elektrische verwarmer

Wordt vervolgd in deel 2