



Agentschap NL
Ministerie van Economische Zaken,
Landbouw en Innovatie

Koelen met dauwpuntkoeling

>> Als het gaat om energie en klimaat

Dauwpuntkoeling, ook wel diabatische koeling genoemd, is een nieuwe technologie voor het koelen van gebouwen zoals sporthallen en kleinere kantoorgebouwen. Het is een buitengewoon energiezuinige en milieuvriendelijke techniek, die gebruik maakt van water als koelmedium. Aanvulling met een nieuw type droger maakt dauwpuntkoeling efficiënter en op veel meer plaatsen toepasbaar.

Twee koudetechnieken

Conventionele koeling

De gebruikelijke manier om een (kantoor)gebouw te koelen is met airconditioning met behulp van een compressiekoelmachine. Hierbij brengt de compressor een gasvormig koudemiddel onder druk, doorgaans een waterstoffluorkoolstofverbinding (HFK). Bij het onder druk brengen van het gas, stijgt de temperatuur. Het koudemiddel stroomt vervolgens door een condensor, waar het warmte afgeeft aan de omgeving. Nu wordt het gas vloeibaar. Vervolgens stroomt het koudemiddel door een expansieventiel. Dat heeft twee effecten: het koudemiddel wordt een gas-vloeistofmengsel en de temperatuur daalt zover dat het koudemiddel warmte kan onttrekken aan de ventilatielucht. Dit gebeurt in een verdampers, waarin het middel weer volledig gasvormig wordt. Al met al produceert een compressiekoelmachine dus geen koude. Hij verplaatst alleen warmte van binnen een gebouw naar buiten. Dit gaat gepaard met een hoog energiegebruik (m.n. van de compressor).

Verdampingskoeling met water als koudemiddel

Een alternatief voor compressiekoeling is verdampingskoeling met water als koudemiddel. Hierbij wordt gebruik gemaakt van het principe dat water verdampt als langs het oppervlakte lucht wordt geblazen, zoals kleren aan de waslijn drogen. Net als bij de compressorkoelmachine geldt dat voor verdamping warmte nodig is, die – direct of indirect – wordt onttrokken aan de ventilatielucht. Deze koelt hierdoor af.

Er zijn twee vormen van verdampingskoeling: adiabatisc ofwel nattebolkoeling en diabatische ofwel dauwpuntkoeling¹. Daarnaast is er onderscheid tussen direct en indirect werkende systemen.

Nattebolkoeling betreft een adiabatisch proces, waarbij de aangezogen lucht wordt gekoeld. De mate van temperatuurverlaging is daarbij afhankelijk van de temperatuur en de relatieve vochtigheid (% RV), ook wel de ‘natte bol’ genoemd van de aangezogen lucht². Nattebolkoeling wordt als direct of indirect systeem geleverd.

Dauwpuntkoeling is een diabatisch proces. De mate van koeling is hierbij afhankelijk van het dauwpunt (het punt waarbij condensatie optreedt). In de praktijk ligt bij gelijke omstandigheden (gelijke temperatuur en vochtigheid van de lucht) het dauwpunt, en daarmee de uitgaande luchttemperatuur, 3 tot 4 °C lager dan bij nattebolkoeling. Dauwpuntkoeling wordt uitsluitend als indirect werkend systeem geleverd.

Directe of indirecte koelsystemen

Direct of indirect koelen heeft te maken met het rechtstreeks of het via een tweede luchtstroom benutten van de gekoelde lucht. De keuze voor één van de twee systemen heeft een groot effect op de relatieve vochtigheid van de ventilatielucht. Bij directe koeling is de RV hoog, wat bij hogere temperaturen het comfort verlaagt. Bij directe koeling, waarbij het tijdens het koelproces vrijkomend vocht in de te koelen ruimte wordt afgevoerd, zal de RV sterk oplopen. Ondanks voldoende koeling is er dan toch sprake van een minder aangenaam en soms zelfs benauwd aandoend klimaat. Personen die leiden aan astma hebben hiervan extra last. Concluderend betekent dit dat directe systemen minder geschikt zijn indien voor comfortdoeleinden wordt gekoeld.

Dauwpuntkoeling

Van de verschillende vormen van verdampingskoeling met water is indirecte dauwpuntkoeling het meest voor de hand liggende systeem voor toepassingen in de gebouwde omgeving. Tot enkele jaren geleden bevatten systemen gebaseerd op nattebolkoeling relatief dure voorzieningen, zoals warmtewisselaars, sproeikamers, pompen en complexe regeltechniek. Met de ontwikkeling van de indirect werkende dauwpuntkoeler kwamen eenvoudiger en daardoor ook goedkopere, systemen op de markt. Deze bestaan uit een tegenstroomwarmtewisselaar, die aan de buitenzijde een hygroscopische en vochtopnemende laag heeft die wordt bevochtigd. Proceslucht stroomt langs deze laag, die hierbij vocht afstaat door warmte te onttrekken aan ventilatielucht (die aan de binnenzijde van de warmtewisselaar stroomt). Op deze manier kan warme lucht van bijvoorbeeld 28 °C worden gekoeld naar 19 °C.

Voor- en nadelen

In het volgende bespreken we een aantal voor- en nadelen van indirecte dauwpuntkoeling. De nadelen zijn allemaal weg te nemen door aangevoerde lucht eerst te drogen. Die optie behandelen we na dit overzicht.

Milieuwinst

Water als koudemiddel is volledig milieuvriendelijk en veilig. Nu nog worden vooral HFK's en ook nog wel HCFK's (zoals R22) gebruikt. Die laatste groep koudemiddelen wordt vanaf 2015 geheel verboden, vanwege aantasting van de ozonlaag. HFK's blijven wel toegestaan, maar gelden als ‘superbroeikasgassen’. Overheden stimuleren daarom het gebruik van natuurlijke koudemiddelen, zoals ammoniak, CO₂ en koolwaterstoffen (propaan/butaanmengsels). Het gebruik daarvan brengt wel veiligheidsrisico's met zich mee. Water kent dat nadeel niet.

¹ Voor een nadere uitleg van deze begrippen verwijzen we naar de wikipedia-pagina over Indirect werkende Statische Dauwpuntkoeling

² Deze volgt uit de zogeheten Mollier-diagram. Ook hiervoor verwijzen we naar wikipedia

Energiebesparing

Dauwpuntkoeling levert 70 tot 80 procent energiebesparing op. De energetische prestatie van een koelmachine wordt weergegeven in een COP-waarde, de Coëfficiënt Of Performance. Deze geeft de verhouding weer tussen de hoeveelheid koude die wordt geproduceerd en het aandrijfvermogen. Hoe hoger de COP-waarde, hoe beter het rendement. De COP van de meeste compressiekoelmachines ligt tussen 2,3 en 3 en als warmtepomp bij circa 4. De COP van dauwpuntkoeling ligt tussen 10 en 20.

Comfortbeleving

Mensen ervaren dauwpuntkoeling als plezierig. Door de hogere inblaastemperatuur ontstaat nauwelijks tocht, dit in tegenstelling tot airco's. Dauwpuntkoeling levert voortdurend 100 procent verse lucht.

Minder onderhoud

Ten opzichte van een compressorkoelmachine heeft een dauwpuntkoeler minder onderhoud nodig, vanwege het beperkte aantal bewegende delen (alleen de ventilator).

Geen legionellarisico

Bij een dauwpuntkoeler blijven lucht en water altijd strikt gescheiden van elkaar. Er is dan ook geen legionellarisico. Testen door TNO hebben dit aangetoond. Het is wel zo dat het bevochtigingspakket van een dauwpuntkoeler een vochtig milieu heeft. Om te voorkomen dat zich hierin micro-organismen ontwikkelen, moet het pakket volledig worden uitgevoerd van kunststof of bijvoorbeeld aluminium dat is voorzien van een coating.

Soms meer, soms minder koelvermogen

Een voordeel van dauwpuntkoeling is dat het koelvermogen toeneemt naarmate de temperatuur van de buitenlucht stijgt. Bij conventionele compressorkoelmachines daalt het koelvermogen dan juist. Een nadeel is dat indirecte dauwpuntkoeling niet goed werkt bij een hoge luchtvochtigheid van de buitenlucht. Dan valt er immers weinig water meer te verdampen.

Omvang installatie

Bij het ontwerp van een indirecte dauwpuntkoeler moet rekening worden gehouden met het gegeven dat, bij een zelfde koeler, het gebruik van meer lucht een iets hogere uitgaande temperatuur en een veel grotere koelcapaciteit oplevert. Omgekeerd levert wat minder lucht een lagere uitgaande temperatuur en een veel lagere koelcapaciteit op. Dit betekent dat dauwpuntkoelinstallaties en bijbehorende airconditioningsystemen ruimer zouden moeten worden

bemeten. Echter, omdat een dauwpuntkoeler gebruik maakt van 100% verse buitenlucht, kan de koeling zich beperken tot op leefniveau (ca. 0 – 2,5 m hoog). Hierdoor hoeft minder m³ lucht te worden gekoeld. De warmte van verlichting, machines en een plat dak kan direct naar buiten worden afgevoerd. Dit beperkt de omvang van een dauwpuntkoeler weer.

Dauwpuntkoeling 2.0: eerst droging, dan dauwpuntkoeling

Een grote verbetering van dauwpuntkoeling is te realiseren door de buitenlucht eerst te drogen. Hierdoor kan dieper en ook bij een hoge relatieve luchtvochtigheid van de buitenlucht worden gekoeld. Het grootste bezwaar tegen dauwpuntkoeling wordt hiermee weggenomen. Dit vergroot de gebruiksmogelijkheden. Dieper koelen maakt bovendien kleinere installaties en diameters van ventilatiekanalen mogelijk. Zo komt ook de vervangingsmarkt volop in beeld. Een nevenvoordeel van vooraf drogen bij dauwpuntkoeling is dat hiermee altijd een stabiele eindtemperatuur kan worden behaald.

Voor het drogen van ventilatielucht bestaat al langer een systeem, een drogingswiel. Het nadeel hiervan is dat de energieconsumptie buitensporig toeneemt. Sinds de zomer van 2011 is er echter een nieuwe oplossing: de D2C, Dry to Cool-luchtdroger van het Nederlandse bedrijf Optimair. Deze installatie droogt de buitenlucht met een gepatenteerd vochtopnemend materiaal. Het lijkt op silicagel, maar is op een veel lagere temperatuur (ca. 70 °C) te regenereren. De ontwikkeling van dit materiaal en het systeem waarin het wordt toegepast, kreeg ondersteuning van het EOS-programma van Agentschap NL. Het systeem is ontwikkeld in nauwe samenwerking met installatiebedrijf Van Dam. Het is extra interessant in situaties waarin restwarmte – bijvoorbeeld uit een stadsverwarmingssysteem – beschikbaar is voor het drogen. Het ook goed mogelijk om hiervoor een zonneboiler in te zetten. Deze hoeft maar een beperkte capaciteit te hebben, omdat het vermogen van een zonneboiler in de zomer het hoogst is.

Optimair heeft het vochtopnemende systeem op de markt gebracht in aanvulling op statische dauwpuntkoelers, maar op termijn kan het wellicht ook worden ingezet als aanvulling op andere koelers. Vooraf drogen verhoogt de effectiviteit van koelen in alle gevallen aanzienlijk. De COP van een totaalstelsel van dauwpuntkoeling met Dry to Cool-luchtdroger ligt tussen 8 en 20.

Toepassingsgebieden dauwpuntkoeling

Dauwpuntkoelers zijn te gebruiken voor verschillende toepassingen in de gebouwde omgeving:

- Als zelfstandige koeler in een airconditioningsysteem in nieuwe gebouwen. Soms kunnen ze koelers in een bestaand systeem vervangen (afhankelijk van de beschikbare installatieruimte en de diameters van de ventilatiekanalen).
- Als toevoeging op een reeds bestaand ventilatiesysteem (topkoeling).
- Als voorcoeler in een bestaand luchtbehandelingsysteem, ter reductie van het energiegebruik of voor vergroting van de koelcapaciteit.
- In combinatie met warmteterugwinning voor wintergebruik.

Gebouwen die in aanmerking komen zijn vooral sporthallen en -centra, kantoren, onderwijsgebouwen, verzorgingshuizen en winkelcentra. In principe gaat het om relatief kleine gebouwen. Op de markt verkrijgbare luchtbehandelingskasten met dauwpuntkoelers hebben ventilatiecapaciteiten die variëren van circa 1.000 tot 14.500 m³/h. gekoelde lucht. Grotere capaciteiten zijn haalbaar indien het mogelijk is een gebouw te compartimenteren.

Leveranciers

In Nederland zijn verschillende leveranciers van dauwpuntkoeling:

- Coolerado (Kristal Air), www.coolerado.nl
- Thermoair, www.thermoair.com
- Kampmann, www.kampmann.nl
- Optimair, www.optimair.nl
- StatiqCooling, www.statiqcooling.nl

Deze bedrijven kunnen voorbeeldprojecten en testrapporten overleggen.

Deze brochure is een uitgave van:

Agentschap NL
NL Energie en Klimaat
Croeselaan 15
Postbus 15 | 3521 BJ Utrecht
T +31 (0)88 602 70 00
E info@agentschapnl.nl
www.agentschapnl.nl

Agentschap NL | november 2011
2EOSA1105