

Visiedocument Adiabatische koeling



ADIABATISCHE KOELING

Inleiding | Adiabatische koeling is een effectieve manier om te koelen en is gebaseerd op het koelen van lucht door het laten verdampen van water. Daarom wordt deze manier van koelen ook wel verdampingskoeling genoemd. De energie die nodig is voor het verdampen wordt onttrokken aan de lucht die daardoor afkoelt. Dit principe komt in de natuur veelvuldig voor en werd ook al in het verre verleden door de mens toegepast.

Adiabatische koeling staat de laatste jaren weer in de belangstelling omdat het een energiezuinige manier van koelen is zonder dat hierbij een koudemiddel wordt toegepast, en er kan een aangenaam klimaat worden gerealiseerd.

De reden dat dit visiedocument is gemaakt door de NVKL projectgroep KANS is dat adiabatische koeling van belang kan zijn voor iedereen die met warmte en koude te maken heeft en uitstekend kan bijdragen tot verlaging van primair energieverbruik. Dit document geeft een eerste inleiding in de werking en eigenschappen van adiabatische koeling. Laat u zich inspireren door de mogelijkheden.

Visiedocument Adiabatiscche koeling

Adiabatiscche koeling:

directe of indirecte koeling | Er zijn twee methoden van adiabatiscche koeling: de directe- en de indirecte adiabatiscche koeling. Bij beide methoden wordt lucht afgekoeld door het verdampen van water, uitgangspunt hierbij is dat er voor 0,7 kW koeling zo'n 1 liter water per uur nodig is. Deze manier van koelen werkt bovendien steeds efficiënter als de buitentemperatuur toeneemt.

Bij een buitentemperatuur van meer dan 30°C kan het binnenklimaat 10°C of meer worden afgekoeld. Voor het effectief koelen van lucht is het vochtgehalte in de lucht die geconditioneerd moet worden de enige beperkende factor.

Directe adiabatiscche koeling

Bij directe adiabatiscche koeling wordt de lucht die gekoeld moet worden (meestal buitenlucht) door een met water verzadigd pakket gezogen. Dit pakket is van een materiaal dat veel water kan bevatten zoals cellulose, hout of papier en wordt (maximaal) vochtig gehouden middels een leidingcircuit met daarin een circulatiepomp.

Op het pakket verdampt een deel van het water in de toevoerluchtstroom, deze wordt daardoor vochtiger en de temperatuur van de lucht daalt. De luchtweerstand van de directe adiabatiscche koelsectie is vrijwel nihil zodat er nauwelijks extra energie aan de toevoerventilator hoeft te worden toegevoegd. Bij dit principe is er maar één luchtstroom die volledig wordt afgekoeld. Hierdoor is het energieverbruik minimaal, er is om bijvoorbeeld 10.000 m³/h af te koelen maar 1kW energie nodig. Een nadeel van dit principe is dat de toevoerlucht absoluut en relatief vochtiger kan worden waardoor een (veel) minder comfortabel werkklimaat wordt gerealiseerd in de te koelen ruimte dan wanneer indirecte adiabatiscche koeling wordt toegepast. Daar de koele lucht in de ruimte snel weer op warmte zal relatieve vochtigheid in de ruimte navenant snel weer dalen.

Aangezien de luchttoevoer voor 100% uit buitenlucht bestaat zal er een goede luchtkwaliteit worden gehandhaafd. Door de toevoer van adiabatiscche gekoelde lucht zal ook afvoer van warme lucht nodig zijn, deze lucht kan door middel van natuurlijke ventilatie of indien noodzakelijk door mechanische ventilatie worden afgevoerd.

Indirecte adiabatiscche koeling

| Bij indirecte systemen komt de door verdamping gekoelde lucht niet rechtstreeks in de ruimte, maar de koude wordt via een warmtewisselaar overgebracht op een andere luchtstroom(meestal buitenlucht). Voor dit complexere principe wordt gekozen als de uiteindelijke relatieve vochtigheid van de ruimte die geconditioneerd moet worden kritisch is. Indirecte adiabatiscche koelsystemen werken met twee luchtstromen, namelijk de bevochtigde proceslucht en te koelen toevoerlucht. De proceslucht wordt bevochtigd en door de warmtewisselaar gevoerd, staat daar zijn koude af aan de warmtewisselaar en wordt vervolgens afgevoerd naar buiten. In de warmtewisselaar kan de toevoerlucht (buitenlucht) koude opnemen zonder zelf vochtig te worden en vervolgens naar de te conditioneren ruimte worden gevoerd. De koudeoverdracht gaat gepaard met (kleine) overdrachtsverliezen in de warmtewisselaar en ook de dubbele luchtstroom kost extra ventilatorenergie, de afvoerlucht moet immers altijd mechanisch worden verpompt. Het indirecte adiabatiscche koelsysteem werkt grotendeels op buitenlucht. Er is echter geen sprake van 100% recirculatie omdat de secundaire proceslucht, die deel uitmaakt van de primaire lucht, naar buiten wordt afgevoerd. Bij indirecte adiabatiscche systemen is het soms wenselijk om het proceswater te behandelen om te voorkomen dat de warmtewisselaar verstopt raakt door verkalking. Het grootste voordeel van indirecte adiabatiscche koeling is dat een temperatuur nabij het dauwpunt van de lucht kan worden bereikt zonder dat de lucht die gekoeld moet worden daardoor vochtiger wordt.

Toepassingsgebied

| Adiabatiscche koeling is zeer geschikt voor het economisch en comfortabel klimatiseren van grote of hoge ruimten en hallen. Ook kan de directe methode prima worden ingezet worden voor het vers houden van bepaalde soorten groente en fruit bij een temperatuur dicht rond 0°C en relatieve luchtvochtigheid van ca.100%. De vochtbijdrage vormt hier een bijkomend voordeel. Ook kan met behulp van directe adiabatiscche systemen in de wintermaanden en het voorjaar de luchtvochtigheid in een ruimte worden verhoogd. Wanneer het over het toepassen van adiabatiscche koeling gaat, nemen datacenters een aparte plaats in. Datacenters zijn over het algemeen grootverbruikers van energie. Aan de ene kant heeft de opgestelde apparatuur veel stroom nodig. Aan de andere kant moet ook de temperatuur en de luchtvochtigheid (zeker in de wintermaanden) in de ruimte voldoen aan

de hoge eisen om servers storingsvrij te laten functioneren. Dit kost veel stroom, niet alleen voor de koeling maar ook om te bevochtigen. Door nieuwe ontwikkelingen in de ICT-technologie zijn de eisen voor wat betreft de te handhaven temperatuur bijgesteld van tussen 18°C-25°C naar 28°C bij een relatieve luchtvochtigheid van 80%. Hierdoor is het toepassingsgebied wereldwijd behoorlijk uitgebreid. Voor toepassing in datacenters moet nadrukkelijk een kanttekening worden geplaatst: Aangezien de directe- en ook de meeste indirecte adiabatiscche systemen werken op buitenlucht, is een back-up systeem noodzakelijk. Bij calamiteiten zoals een brand met rookontwikkeling in de buurt kan namelijk de buitenlucht niet meer gebruikt worden en valt het systeem uit. Daarom zullen datacenters dus kiezen voor een back up systeem in de vorm van een koelmachine en een noodstroomaggregaat. De meerkosten hiervoor kunnen worden terugverdiend door de gunstige energie- en exploitatiekosten van adiabatiscche koeling. Een andere mogelijkheid voor back-up is het toepassen van PCM in plaats van mechanische koeling. Zie hiervoor ook het visiedocument PCM van de NVKL projectgroep KANS.

Adiabatiscche koeling maakt gebruik van de koelende werking van water om de temperatuur in datacenters te verlagen en gebruikt slechts weinig elektriciteit om de ventilatoren te laten werken die de lucht laten circuleren. Hoe hoger de buitentemperatuur, hoe efficiënter de werking van het systeem en hoe effectiever de warmtelast die de servers genereren wordt aangepakt. Tijdens de koudere wintermaanden, kan warme lucht gerecirculeerd worden in de toevoerlucht zodat de temperatuur in de ruimte op het gewenste niveau gehandhaafd blijft. Specifiek voor datacenters is het bijkomende voordeel dat in de wintermaanden een te lage luchtvochtigheid kan worden voorkomen.

Vooroordelen adiabatiscche koeling

| In Nederland wordt adiabatiscche koeling, in tegenstelling tot in andere landen, nog beperkt toegepast. Eén van de oorzaken hiervan is dat er vooroordelen zijn met betrekking tot de toepasbaarheid en werking. Hieronder zijn de belangrijkste vooroordelen opgesomd met daarbij de visie van KANS.

1. Adiabatiscche koeling werkt niet bij Nederlandse klimaatomstandigheden

| Uit ervaring met reeds gerealiseerde systemen blijkt dat het tegendeel waar is. Dit sluit prima aan bij het theoretische rekenmodel

NVKL Visie Adiabatiscche koeling

dat voor de berekening van deze systemen wordt toegepast. Dit rekenmodel is op basis van meteorologisch ontwikkeld. Hierbij wordt van een gebouw een realistische prognose gegenereerd over de te bereiken resultaten bij het toepassen van adiabatiscche koeling. Dit resultaat wordt uiteraard beïnvloed door het de weersomstandigheden. Bij vochtig weer zijn de te bereiken resultaten geringer dan bij warme weersomstandigheden. Hoe warmer het namelijk buiten is, hoe hoger het koeleffect. Dit in tegenstelling tot een compressie koelsysteem waar bij stijgende buitentemperaturen de prestaties teruglopen.

2. Werken in een kladde omgeving is niet comfortabel |

Uit ervaring met reeds gerealiseerde systemen blijkt dit door gebruikers niet zo wordt ervaren. Metingen in praktijksituaties en toetsing van deze metingen aan de ISO 7730 (norm voor behaaglijkheid) tonen aan dat het klimaat binnen de in de norm gestelde eisen blijft.

3. Het effect van adiabatiscche koeling is gering |

In geval van gematigde klimaatomstandigheden is het effect van adiabatiscche koeling inderdaad geringer dan dat van een compressie koelsysteem. Over het algemeen is bij gematigde klimaatomstandigheden de behoefte ook minder.

4. Het waterverbruik is enorm hoog |

Het waterverbruik van adiabatiscche koeling is een aandachtspunt. Aan de hand van onderstaand voorbeeld wordt aangetoond wat het waterverbruik en de kosten hiervan kunnen zijn.

Voor de opwekking van 1kW koude is, natuurkundig beschouwd, voor de verdampingswaarde 0,7l/h schoon water nodig. Aangezien zelfs drinkwater niet 100% schoon water is ontstaan er spuverliezen als gevolg van spoelacties. Legionellaregelingen doen hier nog een schepje bovenop. Als er afvalwater of grondwater wordt toegepast stijgen de exploitatiekosten als gevolg van waterbehandeling behoorlijk. In de praktijk betekent dit dat het waterverbruik tussen 1 en 2 liter schoon water per uur per kW koude uitkomt.

Rekenvoorbeeld:

Voor een luchtbehandelingskast met een luchtdebiet van 10.000m³/h met daarin opgenomen een adiabatiscche koeler geldt dat bij een temperatuurverschil van 10K een hoeveelheid schoonwater nodig is gelijk aan ca. 100 l/h.

$$10 K * (10000/3600) * 1,2 \text{ kg/m}^3 / 0,7 \text{ L} * 2 = 100 \text{ liter per uur}$$

Water kost ca. €2,-(aankoop + lozing + rioolkosten etc.) per m³. Dit betekent in dit voorbeeld dat de kosten voor water ca. €0,20 per uur zijn. De waterkosten zijn dan ook fors lager dan het equivalente stroomverbruik als er voor mechanische koeling (ca. € 1,10) wordt gekozen en zijn dan ook minder van invloed op de exploitatiekosten.

Dit betekent dat vanuit een MVO standpunt niet alleen de beperking van stroomverbruik maar ook de inherente stijging van waterverbruik moet worden meegewogen bij een keuze voor adiabatiscche koeling.

5. Adiabatiscche koeling is zo simpel, dit kan niet werken |

Door de eeuwen heen heeft de natuur ons de weg gewezen en ons oplossingen geboden die nagenoeg direct vertaald kunnen worden naar systemen waarmee we in een gebouw energie kunnen besparen. Zo laat de olifant ons een effectief staaltje van adiabatiscche koeling zien. Met zijn slurf zuigt hij tot wel 8 liter water op en spuit dit precies waar hij het hebben wil over zijn lichaam. Naast de directe koeling die dit oplevert, treedt een extra verkoelend effect op. Door de verdamping van het water op zijn huid, zakt de temperatuur namelijk. Simpel? Ja. Maar het toont tegelijkertijd ook aan dat met de inzet van de juiste middelen, hoe eenvoudig ook, een evenwichtige energie- en temperatuurhuishouding mogelijk zijn.

Voordelen | Adiabatiscche koeling biedt binnen een aantal specifieke toepassingsgebieden voordelen ten opzichte van compressie koelsystemen. Hieronder zijn deze voordelen opgesomd:

1. Duurzaam | Adiabatiscche koeling werkt energiezuinig: voor 10.000 m³ per uur gekoelde lucht is slechts 1 kW elektrisch vermogen nodig. Wordt adiabatiscche koeling toegepast in een natuurlijk ventilatieconcept dan kan het te installeren vermogen (de lucht-hoeveelheid) worden verlaagd om toch het zelfde resultaat te bereiken.

2. Geen koudemiddel |

Bij adiabatiscche koelsystemen wordt leidingwater gebruikt als koelmedium in plaats van de bekende koudemiddelen die in compressie koelsystemen worden toegepast.

3. Schone lucht | Adiabatiscche koelsystemen maken gebruik van verse (schone) buitenlucht. Dit zorgt voor een prettig binnenklimaat.

4. Eenvoud | Directe adiabatiscche koeling is een relatief eenvoudige techniek en heeft daardoor een hoge functionele betrouwbaarheid en is gemakkelijk te onderhouden.

5. Financieel voordeel | De Nederlandse overheid erkent adiabatiscche koeling als een duurzame techniek en heeft deze toegevoegd aan de Energielijst waardoor de techniek in aanmerking komt voor de EIA(-Energie InvesteringsAftrek). Hierbij mogen uw klanten 41,5% van de investeringskosten extra aftrekken van de fiscale winst. Afhankelijk van het belastingpercentage krijgt men uiteindelijk ca. 10% van de investering terug.

Adiabatiscche koeling en legionella |

De legionella-bacterie hecht zich aan druppeltjes waterdamp, mensen worden besmet door het inademen van deze druppeltjes. Hierop rijst de vraag of koeling gebaseerd op de verdamping van water veilig is. Het antwoord op die vraag is: ja, maar het is wel belangrijk te begrijpen hoe risico's voorkomen kunnen worden. Zoals iedere op water gebaseerde technologie is het ook voor adiabatiscche koeling noodzakelijk de juiste voorzorgsmaatregelen te nemen en zeer zeker ook te zorgen voor een goed onderhoudsprogramma. De belangrijkste risico's zijn ofwel water gerelateerd of lucht gerelateerd.

1. Water gerelateerd | De legionellabacterie vermenigvuldigt zich bij temperaturen van tussen de 25°C en 50°C. Water is hiermee een belangrijke factor in de controle over de groei van legionella in een systeem. De hoeveelheid legionella bacterieën in het watersysteem minimaliseren is de eerste stap in het onder controle houden van het risico op infecties. De waterkwaliteit is van cruciaal belang en moet dan ook goed gemonitord worden. Het adiabatiscche koelsysteem moet zo ontworpen zijn dat de watertemperatuur onder de 20°C blijft en het moet veiligheidsmechanismen in werking stellen op het moment dat de

Visiedocument Adiabatische koeling

watertemperatuur boven de 25°C komt. Om regelmatig onderhoud uit te voeren, moet het systeem zo ontworpen zijn dat inspectie eenvoudig uitgevoerd kan worden. Wanneer normaal leidingwater gebruikt wordt en bovendien het systeem dagelijks een droge cyclus uitvoert dat alle legionella bacteriën doodt, is de kans op besmetting al vrijwel uitgesloten.

2. Lucht gerelateerd | Het risico om de legionella bacterie in te ademen als het koelsysteem water bevat dat de bacterie draagt kan op drie manieren voorkomen worden. Allereerst door het systeem zo te ontwerpen dat het macro druppels produceert die groter dan 5µm zijn. Een riskante manier aangezien er ook altijd micro druppels gecreëerd zullen worden. Een tweede manier is door de vorming van druppels te voorkomen met behulp van een nat absorptie medium. Een gebruikelijke methode. Wel is hierbij het type ventilator dat gebruikt wordt van belang. Axiaal ventilatoren zorgen voor een gelijkmatige luchtverdeling over het natte absorptiemateriaal en leveren daarmee een effectievere bescherming in vergelijking met de grote centrifugaal ventilatoren. De derde manier is het accepteren van microdruppels, maar besmetting voorkomen door het desinfecteren van het water. Een goede oplossing die echter nogal hoge installatiekosten en operationele kosten met zich mee kan brengen.

Wat is een veilig systeem? |

Wie wil weten wat een veilig systeem is, kan als eerste controleren welke hygiëne tests een systeem succesvol heeft doorstaan en welke certificering het systeem heeft. Het Duitse VDI 6022 certificaat geeft bijvoorbeeld een breed beeld dat niet alleen legionella betreft, maar ook E.coli en andere hygiëne aspecten van luchtbehandelingssystemen. VDI certificaten worden uitgegeven door de Duitse Associatie van Ingenieurs dat internationaal erkend wordt als de standaard.

Adiabatische koeling en/of mechanische koeling? | Indien een adiabatische koeling met een compressie koelsysteem vergeleken wordt is er een essentieel

verschil, afhankelijk van het gekozen adiabatische principe, direct of indirect. Doordat de indirecte methode geen vochttoename in de primaire luchtstroom kent, is deze als voorschakeling in te zetten gecombineerd met een compressie koelsysteem. De indirecte adiabaat koelt eerst buitenlucht voor, het compressie koelsysteem kan dan geringer in capaciteit zijn, nakoelen en ook nog ontvochtigen. Samen leveren ze lagere exploitatiekosten maar wel een uitgebreidere en zeker een complexere installatie op. De directe methode wordt steeds vaker in plaats van een compressie koelsysteem gekozen. Hier kan het adiabatische koelsysteem een voorschakeling of een aanvulling zijn voor een al bestaande ventilatie-installatie en kan tegen nog lagere exploitatiekosten, vooral voor grote ruimten, de meest geschikte keuze zijn voor het beheersen van de ruimtetemperatuur, zeker onder zomerse omstandigheden. Deze methode kent de laagste investeringskosten met behoud van de eenvoud. Het directe adiabatische koelsysteem kan ook als voorschakeling voor condensoren van koelinstallaties worden ingezet.

Conclusie | Adiabatische koeling is een natuurlijke, veilige en energiebesparende methode van het moderne koelen. De techniek werkt met voornamelijk verse buitenlucht. De indirecte variant bevochtigt de primaire luchtstroom niet en kan als voorschakeling dienen voor een mechanische koeling. De directe variant kent een grote mate van eenvoud, zeer lage exploitatiekosten en wordt steeds vaker als alternatief voor een conventioneel compressie koelsysteem ingezet. De vooroordelen zijn omgezet in voordelen. Adiabatische koeling is ook in ons klimaat geschikt om prettige condities te waarborgen, voor vele toepassingen en ruimten. Met alleen water als koudemiddel en een goed, veilig ontwerp, is het een duurzame volwassen techniek geworden die door de EIA regeling ook financieel wordt gestimuleerd.

Meer informatie | Voor nadere informatie kunt u contact opnemen met de projectgroep KANS via Coen van de Sande.
coen.van.de.sande@nvkl.nl
tel. 079-35 31 149



Postbus 190, 2700 AD Zoetermeer
T 088 - 40 08 490
F 088 - 40 08 401
E info@nvkl.nl
www.nvkl.nl



