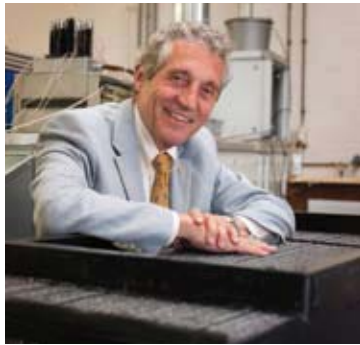


# Energetisch verantwoorde koeling van



P.G.H. Uges



M. Leistra

Veel industriële gebouwen, vergaderzalen, showrooms, winkels, sporthallen en scholen zijn voorzien van veel glas, een hoog verlichtingsniveau en lang niet altijd uitgevoerd met een goed geïsoleerd dak. Vaak ook is er sprake van onvoldoende luchtverversing. Het betreft ruimten waar zonder koeling de temperatuur op kan lopen tot soms tropische waarden. De in het nieuws zijnde problemen rond de ventilatie op veel scholen is hiervan een negatief voorbeeld. Koeling met conventionele koelinstallaties vraagt dan zo veel energie en zorgt voor zoveel CO<sub>2</sub>-uitstoot, dat dit in deze tijd als onverantwoord kan worden gekenmerkt.

Een oplossing voor het koelprobleem in grotere ruimten is het gebruik van indirect werkende dauwpuntkoeling, een HR-vorm van verdampingskoeling, met water als natuurlijk koudemiddel.

*Auterus: P.G.H. Uges en M. Leistra*

Conventionele systemen werken vaak met recirculatie, balansventilatie en in combinatie met warmterugwinning. Afhankelijk van het soort koelinstallatie (directe expansie of een koudwateraggregaat) wordt de lucht tijdens het koelproces droger. Ontvochtigen (latente warmte) verhoogt het energieverbruik aanzienlijk en kan soms zelfs resulteren in te droge lucht met gezondheidsklachten als resultaat. Voor iedere luchtgekoelde koelinstallatie geldt dat bij een stijgende buitentemperatuur de koelcapaciteit zal dalen (< kW), of met andere woorden op het moment dat de grootste koelcapaciteit wordt gevraagd, wordt deze kleiner en stijgt het energiegebruik exponentieel. Hoe los je dat op? Door of een hogere binnentemperatuur te accepteren of meer koelcapaciteit te installeren. Bij de keuze voor een grotere koelcapaciteit, zal de installatie een belangrijk deel van het jaar met een gereduceerde capaciteit draaien (part loading) en werkt

de installatie onder de meest voorkomende condities niet optimaal.

Recirculatie betekent dat de gehele inhoud van de te conditioneren ruimte moet worden gekoeld. Indien bijvoorbeeld een fabriekshal 4 m hoog is, wordt het gedeelte boven leefniveau (boven de ca. 2,2 m) ook gekoeld. Er is dan sprake van een mengconditie waarbij lucht moet worden ingeblazen met een lage temperatuur (ca 13°C). Deze lage inblaasttemperatuur betekent dat het energiegebruik van de koelinstallatie aanzienlijk stijgt. Om de benodigde koelcapaciteit en dus het energiegebruik en de CO<sub>2</sub>-uitstoot binnen de perken te houden, moeten deuren en ramen daarbij zo veel mogelijk gesloten blijven. Dit is tegendraads bij het gebruik van fabriekshallen, waar regelmatig grote toegangsdeuren worden geopend. Bij winkels en showrooms probeert men dit vaak op te vangen door het gebruik van

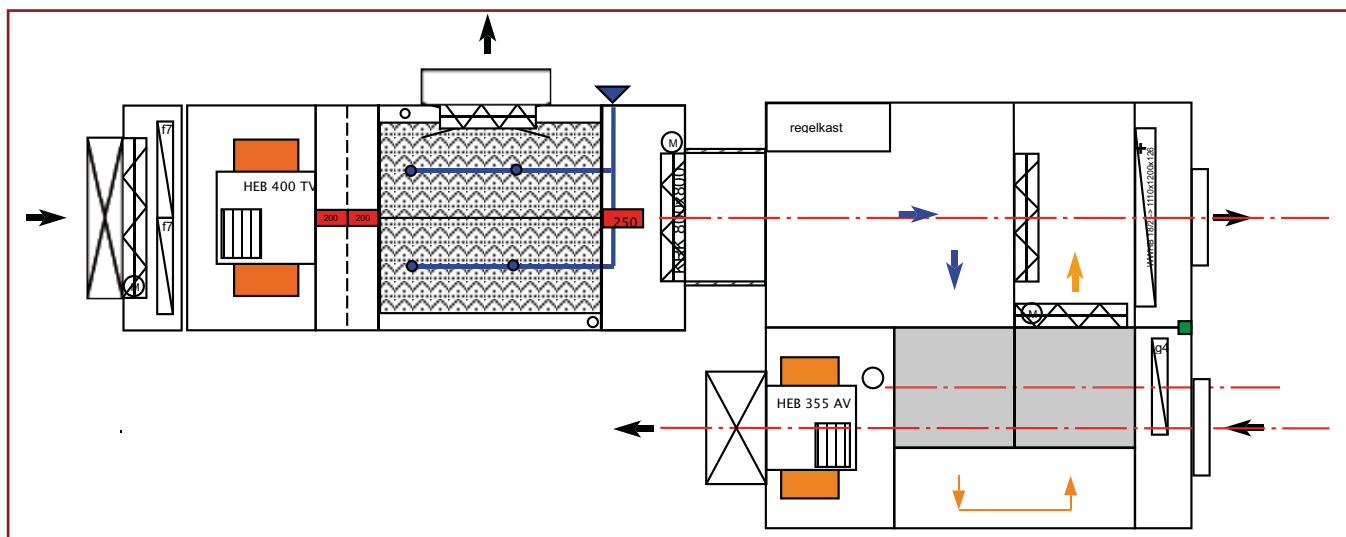
luchtgordijnen, maar ook die vragen extra energie.

Samenvattend is koeling in grote hallen en gebouwen met conventionele installaties, rekening houdend met de stijgende energieprijzen, toekomstige energietekorten en de doelstellingen voor het terugdringen van de CO<sub>2</sub>-emissie, niet langer verantwoord.

## **KOELING ZONDER MECHANISCHE KOELINSTALLATIE**

Onder de verzamelnaam adiabatische verdampingskoeling\*\* verstaat men een koelproces waarbij de temperatuur van de toe te voeren ventilatielucht wordt verlaagd door middel van verdampend water (R718). Het is een energetisch gunstig alternatief voor top-koeling, al of niet in combinatie met verdringingsventilatie, balansventilatie en ook hier met warmterugwinning. Water als koudemiddel is daarbij een natuurlijk, energiezuinig en duurzaam alternatief voor koelprocessen

# industriële en grote gebouwen



Tekening LBK voorzien van 2 x StatiqCooler en parallel geschakelde WTW van Thermo Air.

met de klassieke koudemiddelen. Indirecte systemen zijn nu leverbaar met als belangrijke kenmerken een laag energieverbruik en geringe onderhoudskosten. Ze kunnen worden onderscheiden in nattebolkoeling en dauwpuntkoeling; de laatste met als bijzondere variant de statische uitvoering.

## DIRECTE ADIABATISCHE VERDAMPINGSKOELING

Bij directe adiabatische verdampingskoeling wordt de tijdens het koelproces gevormde waterdamp naar de te conditioneren ruimte afgevoerd. Enerzijds wordt daarbij de ruimte gekoeld met een laag energiegebruik, anderzijds geldt als nadeel dat de relatieve vochtigheid sterk op zal lopen. Dit zorgt ervoor dat de aanwezige personen hun lichaamswarmte minder goed kunnen afvoeren, omdat de verhoogde RV het verdampen van lichaamsvocht (zweeten) bemoeilijkt. Het kan er zelfs toe leiden dat men zich benauwd gaat voelen.

## INDIRECTE VERDAMPINGSKOELING

Ook bij indirecte verdampingskoeling geldt een laag energiegebruik. Hier wordt echter de gevormde waterdamp niet naar de te koelen ruimte, maar naar buiten

afgevoerd. Hierdoor zal de RV in de ruimte niet stijgen en is sprake van een door de aanwezigen als uiterst aangenaam ervaren ruimtelijke conditie.

## NATTEBOLKOELING (DIRECT OF INDIRECT)

De mate van koeling is bij Nattebolkoeling afhankelijk van de zogenaamde natteboltemperatuur. Deze is afhankelijk van de temperatuur en de RV van de aangezogen lucht. Deze manier van koelen wordt daarom ook wel nattebolkoeling genoemd.

## DAUWPUNKKOELING (ALTIJD INDIRECT)

Dauwpuntkoeling wordt gekenmerkt door een zeer laag energieverbruik, waarbij de mate van koeling afhankelijk is van het dauwpunt. In de praktijk ligt bij gelijke omstandigheden (gelijke temperatuur en vochtigheid van de aangezogen lucht) het dauwpunt en daarmee de uitgaande luchttemperatuur bij dauwpuntkoeling 3 tot 4 K lager dan bij nattebolkoeling.

De mate van koeling is bij alle vormen van adiabatische verdampingskoeling afhankelijk van het vocht in de aangezogen lucht. Hoe droger hoe hoger de koelcapaciteit. Onder zomerse condities

in Nederland bij 28°C met de RV gemiddeld 50 procent (minimaal 40 procent tot maximaal 55 procent) kan, met de combinatie vrije koeling en indirect werkende dauwpuntkoeling, een inblaastemperatuur van < 23 °C worden bereikt. Dit blijft zo goed als het gehele jaar mogelijk. De nieuwste generatie dauwpuntkoeling is de statische dauwpuntkoeling\*, werkend met een minimum aan draaiende delen en een extreem laag energieverbruik dat ca. 80 procent lager is dan koeling met een vergelijkbare conventionele koelinstallatie.

Statische Dauwpuntkoeling heeft bovendien als bijzondere kenmerken:

- bij een overdag stijgende omgevingstemperatuur onder invloed van de zon, stijgt ook de koelcapaciteit (> kW), bij een gelijkblijvend energiegebruik;
- omdat gebruik wordt gemaakt van 100 procent buitenlucht, kunnen zonder enig bezwaar en zonder stijging van het energiegebruik, deuren en ramen worden opgezet.

## VERDRINGINGSVENTILATIE\*\*\*

Dank zij het gebruik van 100 procent buitenlucht bij statische dauwpunt-



*Luchtverdeelslangen in een productie hal bij SWB*

koeling is verdringingsventilatie, al of niet in combinatie met balansventilatie een uitstekende optie. Door de verse, gekoelde buitenlucht met roosters of met luchtverdeelslangen in de te koelen ruimte in te blazen en af te voeren door overdruk of met balansventilatie, is alleen het op temperatuur houden van het leefniveau (tot 2,2m hoogte) nodig. De toegevoerde luchttemperatuur hoeft dan met slechts een paar graden beneden de ruimtemtemperatuur te worden ingeblazen, daarbij de aanwezige warmte verdringend. Met andere woorden de aanwezige (warme) lucht wordt hiermee als het ware naar buiten gedrukt, wat ook stank, vocht, lasdampen en dergelijke uit de ruimte afvoert. Dat de temperatuur boven leefniveau daarbij oploopt speelt voor het bepalen van de koelcapaciteit en de daarvan afhankelijke hoeveelheid lucht geen rol. Gebruikers ervaren deze vorm van gekoeld ventileren als zeer aangenaam.

### **VOORBEELD DE SWB TE HENGELO**

Doelstelling voor de SWB Hengelo was een optimale ventilatie in de acht productiehallen, met een prettig binnenklimaat om in te werken. Een bijkomstig doel daarbij was een mogelijke verlaging van het ziekteverzuim en verhoging van de productiviteit.

Besloten werd om in alle productieruimtes het bestaande ventilatiesysteem te vervangen waarbij rekening moest worden gehouden met de ARBO, klimaatverandering, terugdringen van de CO<sup>2</sup>-uitstoot en een zo laag mogelijk energieverbruik, kortom 'het moest duurzaam'.

### **GEGEVENS INSTALLATIE SWB**

- luchtbehandeling in 8 hallen ieder met hun eigen LBK
- inbedrijfstelling: juli 2008
- fabrikant LBK: Thermo Air
- iedere LBK bestaande uit een toe- en afvoerventilator, statische dauwpuntkoeling, parallel geschakelde WTW incl. bypass, filters en naverwarmer
- luchtinbreng: verdringingsventilatie met behulp van luchtslangen
- koeling: 2 StatiqCoolers
- toevoerventilator: 2,7 kW
- luchthoeveelheden: aangezogen 8300 m<sup>3</sup>/h; geconditioneerd 5500 m<sup>3</sup>/h; proceslucht 2800 m<sup>3</sup>/h
- WTW: toevoer 5500 m<sup>3</sup>/h
- afvoerventilator: 0,92 kW met 5500 m<sup>3</sup>/h
- waterverbruik StatiqCooling: ca. 27 l/h
- 46 kW naverwarming (water 80-60 graden)

### **REGELING**

- de temperatuur wordt per vertrek geregeld
- tijd klok met een 7 dagen programma per ruimte

- naverwarmen om verwarmd te kunnen inblazen indien de ruimte in de winter te koud is
- afhankelijk van de gewenste ruimtemtemperatuur schakelt de unit afhankelijk van de buitencondities automatisch over naar de volgende status
- ventilatie met 90 procent warmteterugwinning
- zomernachtventilatie
- koelmodus: vrijekoeling - dauwpuntkoeling automatisch overschakelend
- luchthoeveelheid door frequentieregeling ventilator

\* StatiqCooling ontving in 2004 reeds de Asercom Energy Efficiency Award en dit jaar de tweede prijs met haar op dit principe gebaseerde luchtbehandelingssysteem tijdens de MKB Innovatie top 100.

\*\* Voor een nadere uitleg van verdampingskoeling zie: de ISSO-NVvK voorstudie:

'Indirect gekoeld ventileren met water als koudemiddel' sept.2007

\*\*\* Informatie betreffende Verdringingsventilatie: in 2002 verscheen de door ISSO en TVVL verzorgde vertaling van de Rehva handleiding nr. 1: 'Verdringingsventilatie voor niet-industriële toepassingen' (ISBN 090-5044-110-6). Ook voor industriële toepassingen kunnen hierin, met wat creativiteit, oplossingen worden gevonden.

### *Over de auteurs*

*De heer P.G.H. Uges is werkzaam bij StatiqCooling BV. De heer M. Leistra werkt voor Thermo Air*



*Luchtbehandelingsinstallatie bij SWB; voorzien van 2 StatiqCooling en WTW.*

**statiqcooling**

**THERMO AIR**