

# Laatste ontwikkelingen op gebied van vloeistofkoelers

Stefano Filippini

Dry&spray is de derde generatie vloeistofkoelers met sproeisysteem van de Italiaanse LU-VE Group. De systemen kunnen bij lage en hoge omgevingstemperaturen grote hoeveelheden warmte overdragen. De capaciteit varieert van circa 500 – 24.000 kW. De systemen belichamen de laatste ontwikkelingen en geavanceerdste technieken. Jarenlang intensief onderzoek ligt aan de systemen ten grondslag.

De doelstelling van het onderzoek van de LU-VE Group, in samenwerking met de Technische Universiteit van Milaan, naar vloeistofkoelers met sproeisysteem was een product te ontwikkelen dat een zo laag mogelijke belasting (beïnvloeding) van het milieu veroorzaakt. In principe komt het erop

neer dat er zoveel mogelijk warmte moet kunnen worden overdragen nabij de omgevingstemperatuur, in combinatie met een laag ventilatievermogen.

Hiertoe zijn de volgende doelstellingen voor de te ontwikkelen producten bepaald:

- reductie van de opgenomen energie;
- reductie van de waterafname;
- reductie van de totale systeemkosten in tijd (life cycle cost);
- reductie van het geluidsniveau;
- eliminatie van recirculerend water; waardoor legionellarisatie wordt voorkomen.

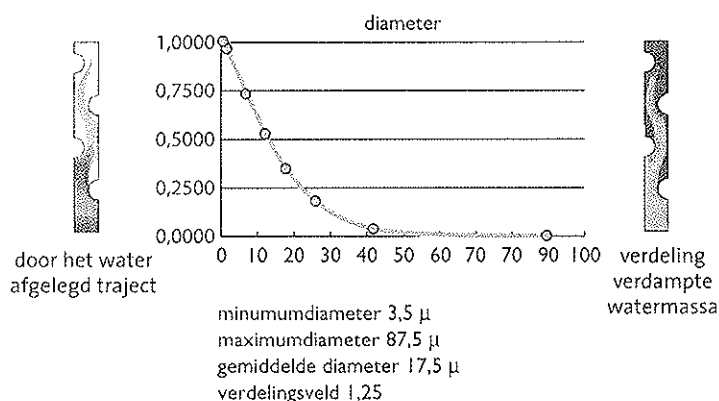
Het onderzoek berust op vier algemeen theoretische en experimentele principes. Gebruik is gemaakt van CFD-studie (computational fluid dynamics) over de thermodynamische processen in de warmtewisselaar, werkend in droge omstandigheden. Deze methode houdt onder andere in dat met computersimulaties vloeistofstromingen en warmtetransporten worden berekend.

Ook is gebruikgemaakt van het 'discrete phase'-model (analyse van de CFD-studie om het gedrag van vocht in de lucht te kunnen omzetten in een grafiek) in combinatie met de CFD-studie over de thermodynamische processen in de warmtewisselaar, werkend onder natte omstandigheden (met sproeisysteem).

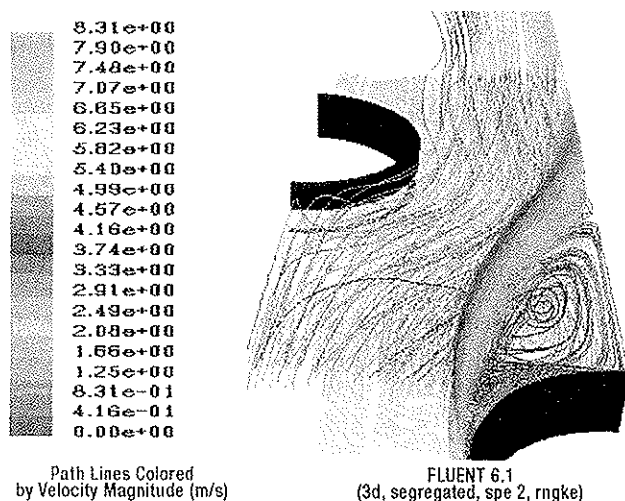
In het laboratorium van de Universiteit van Milaan is een experimentele analyse uitgevoerd betreffende de best mogelijke combinatie van de te gebruiken materialen voor de warmtewisselaar als functie van de kwaliteit van het te gebruiken sproeiwater.

De eventueel te gebruiken materialen voor de warmtewisselaar zijn getest in waterbaden met een verschillende waterkwaliteit. En er is een experimentele analyse gedaan van de hygiëneaspecten betreffende bacteriële verontreinigingen van het gesproeiende water.

Door het gebruik van CFD-codes (afbeelding 1 en 2) was het mogelijk een zeer efficiënte warmtewisselaar te ontwikkelen, die onder zowel droge als natte omstandigheden optimaal presteert. De Universiteit van Milaan heeft onderzoek



1. Traject van het gesproeiende en verdampte water op de lamellen.



2. Waterdruppelverdeling gecategoriseerd op basis van snelheid.

gedaan naar de optimale afmetingen van de waterdruppels tijdens het besproeien van de warmtewisselaar om de prestaties van de warmtewisselaar te optimaliseren. Hierbij is gebruikgemaakt van een laser-Doppler-anemometer, waarmee de snelheid en diameter van de vernevelde deeltjes in een micrometrisch veld zijn te meten. De waterdruk voor het vernevelen van het water is hierbij gevarieerd tussen 4 en 16 bar. Het bleek belangrijk te zijn de waterdruppels zo klein mogelijk te maken. De toe te passen waterdruk is afhankelijk van de omgevingstemperatuur en vochtigheid. De watersnelheid van het te sproeien water bleek in dit geval minder belangrijk te zijn.

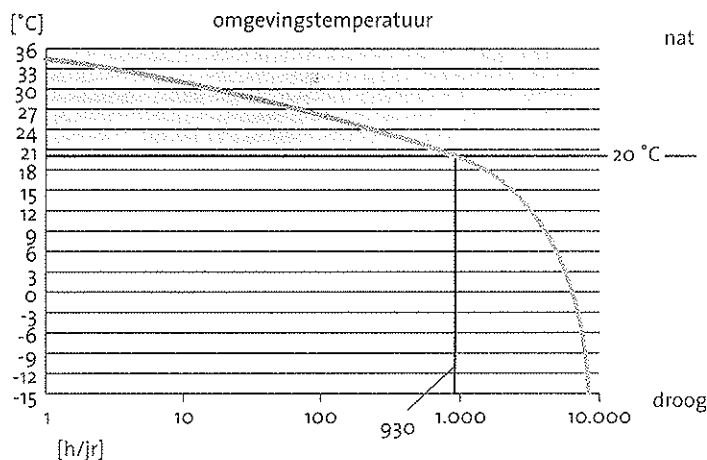
## WERKINGSPRINCIPE

De dry&spray-vloeistofkoelers werken als traditionele vloeistofkoelers met droge lamellen in perioden dat de omgevingstemperatuur laag genoeg is de vloeistoftemperatuur te kunnen koelen naar de vereiste temperatuur. Op het moment dat de omgevingstemperatuur te hoog wordt om de vloeistof in de vloeistofkoeler tot het gewenste niveau te kunnen koelen, start automatisch het dry&spray-systeem. Door de warmtewisselaar te besproeien met water, gaat de capaciteit ervan aanzienlijk omhoog. Hierdoor kan de vloeistof weer naar de gewenste temperatuur worden afgekoeld. Bij dit systeem kan ook de natteboltemperatuur van de omgeving worden benaderd. Hierdoor is het mogelijk de vloeistofuitredetemperatuur van het systeem dieper te koelen dan de drogeboltemperatuur van de omgeving.

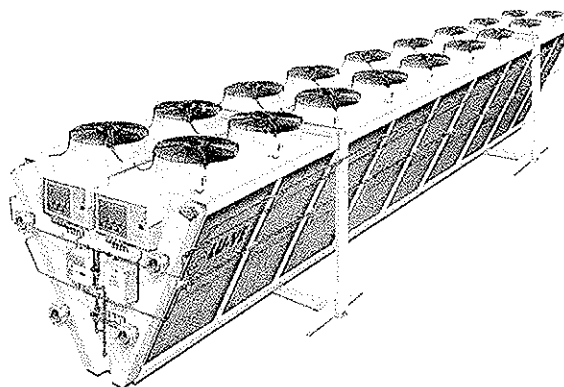
De omgevingstemperatuur waarbij het dry&spray-systeem omschakelt van een droge naar een natte werking, kan door de installateur zelf worden bepaald. De minimumomschakeltemperatuur ligt ongeveer bij 20 °C (afbeelding 3). Als de lamellen worden besproeid bij temperaturen onder 20 °C, is het rendement economisch gezien te laag. Tevens moet worden opgemerkt dat het niet nodig is een lekbak te plaatsen, omdat het grootste gedeelte van het gesproeide water verdampt.

## SAMENSTELLING

De dry&spray-systemen bestaan uit zes hoofdcomponenten. De vloeistofkoeler (afbeelding 4) heeft een hr-warmtewisselaar. De lamellen zijn voorzien van een epoxycoating die zeer geschikt is voor 'natte' omstandigheden. Het leidingwerk is voorzien van speciale verneveling-sproeinnozzles (afbeelding 5), die het water op de warmtewisselaar vernevelen. Tevens kan het leidingwerk worden voorzien van een automatisch wateraftapsysteem dat het water uit het lei-



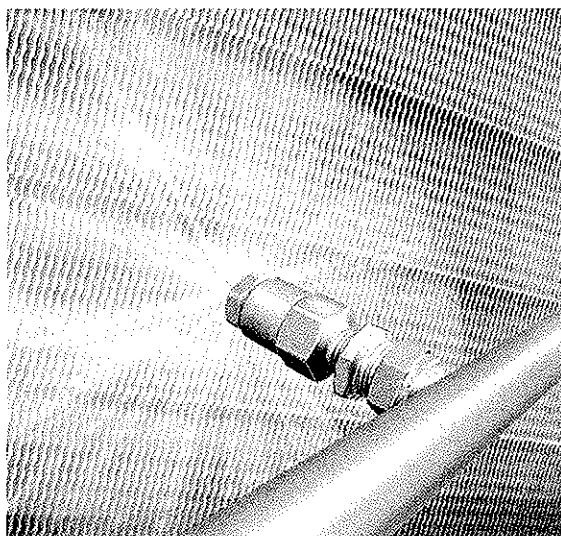
3. Verband tussen omgevingstemperatuur en droog of nat koelen.



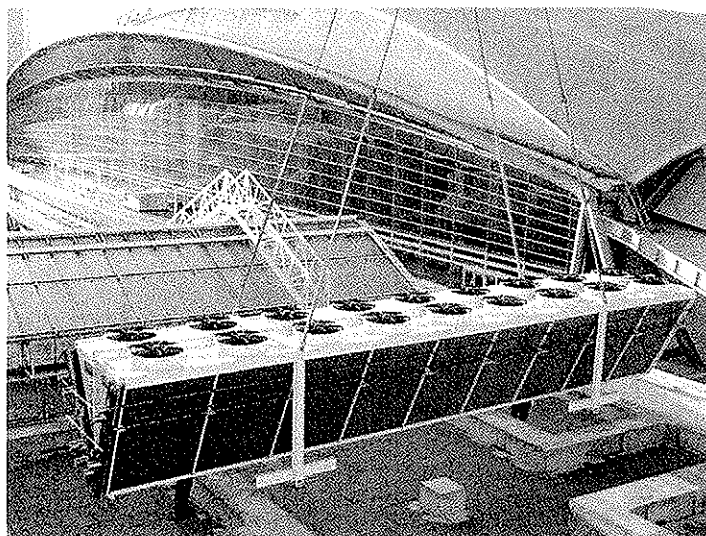
4. LU-VE-unit.

dingsysteem verwijderd, nadat het systeem gestopt is met sproeien. Het systeem heeft vloeistofkranen om het watersproeisysteem te openen en te sluiten. Deze kranen worden aangestuurd door het elektronisch controlesysteem. Afhankelijk van de belasting, de omgevingstemperatuur en de relatieve luchtvochtigheid worden de kranen bediend.

Met een geavanceerd elektronisch controlesysteem wordt de werking van het dry&spray-systeem geoptimaliseerd. Afhankelijk van de omgevingstemperatuur en de thermische belasting van de vloeistofkoeler regelt (optimaliseert) het elektronisch controlesysteem het toerental van de ventilatoren en de hoeveelheid te sproeien water. Het systeem zorgt ervoor dat het totale energiegebruik (opgenomen vermogen ventilatoren) en het totale waterverbruik wordt geminimaliseerd.



5. Sproeinnozzles.



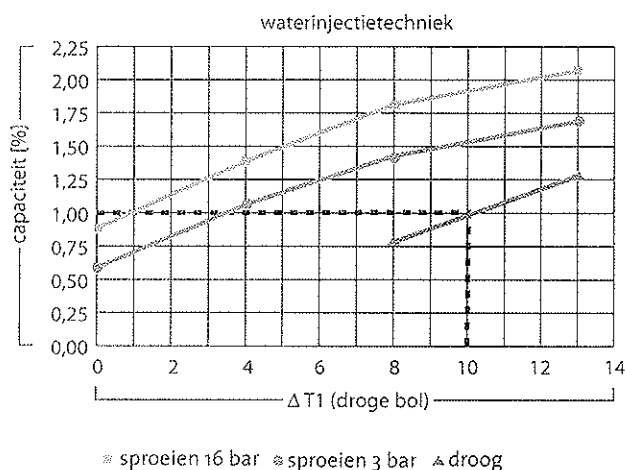
6. LU-VE-unit op locatie.

Dankzij de waterbehandelingsapparatuur veroorzaakt het op de lamellen vernevelde water geen schade aan de warmtewisselaar. Ten slotte zorgt de hogedrukpomp voor de distributie van het water door het leidingwerk naar de sproeinnozzles. Beide laatstgenoemde componenten moeten in een gesloten ruimte met een minimale temperatuur van +5 °C worden geplaatst.

## VOORDELEN

Het gebruik van een dry&spray-systeem als een alternatief voor koeltorens en verdampingscondensors heeft een aantal

belangrijke voordelen. Zo is het waterverbruik door het systeem beperkt tot een kleine periode per jaar en ligt daarvoor gemiddeld circa drie- tot tienmaal lager dan bij een traditionele koeltoren. Omdat het systeem geen lekkage nodig heeft, zal er ook geen stilstaand warm water zijn en wordt verontreiniging en/of gevaar voor legionella voorkomen. Er is sprake van een laag geluidsniveau, een laag energiegebruik tot eenderde van een traditionele unit en een lage luchthoeveelheid, eveneens tot eenderde van een traditionele unit. Er heeft geen verdamping (rookwolken) boven de unit plaats en er bestaat de mogelijkheid van extra hoge 'free cooling'-capaciteit. Ook kan de vloeistof in de koeler tot onder de omgevingstemperatuur worden gekoeld. De unit is tot eenderde kleiner dan een traditionele unit (afbeelding 6) waardoor deze minder ruimte nodig heeft. Ten slotte is de terugverdientijd van de installatie kort.

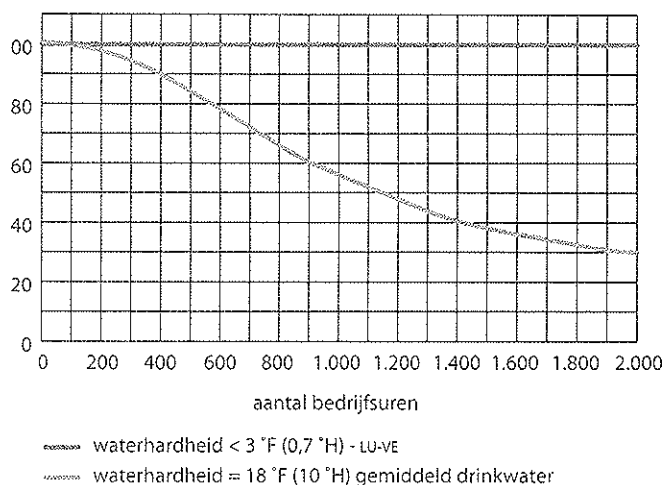


7. Verband tussen waterdruk bij nat of droog koelen en koelcapaciteit.

## VEILIGHEID

Tijdens de ontwikkeling is veel aandacht besteed aan de betrouwbaarheid van het systeem en de veiligheid en de kwaliteit van het sproeiwater.

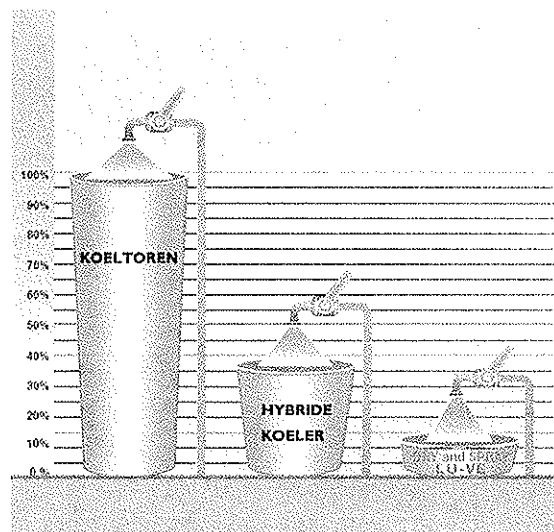
Het water dat wordt gebruikt voor het sproeien op de warmtewisselaar, is leidingwater. Hierdoor mag worden verondersteld dat het geen gevaarlijke verontreinigingen of bacteriën bevat die gevaarlijk kunnen zijn voor de gezondheid. Er is geen recirculerend water. Het op de warmtewisselaar gesproeiende water verdampt op de warmtewisselaar of vloeit via de lamellen ervan naar beneden. Daar vloeit het als regenwater weg of het verdampt. Het water is gezuiverd



band tussen waterhardheid en koelvermogen.

behandeld, waardoor geen afzetting van bacteriën kan staan. De units zijn leverbaar met een automatisch wainsysteem dat het water uit het leidingsysteem verwijlt, nadat de sproei-installatie stopt.

I aandacht is besteed aan het onderzoek betreffende de odigde waterkwaliteit voor het sproeien (vernevelen) water op de warmtewisselaar. In het laboratorium zijn icheidene zeer geavanceerde tests gedaan om te kunnen stateren wat de invloed van het vernevelde water is op <waliteit en het prestatievermogen van de warmtewisse-



9. Jaarlijks waterverbruik van diverse koelsystemen.

laar (afbeelding 7). De uitkomst van het onderzoek heeft tot de conclusie geleid dat het te vernevelen water aan de volgende specificaties moet voldoen:

- het moet in overeenstemming zijn met de Europese norm 98/83/EC;
- de pH-waarde moet liggen tussen 6 en 8;
- elektrische geleiding < 1.500  $\mu$  S/cm (maat voor de aanwezigheid van geleidende bestanddelen in het water);
- chloridegehalte < 200 mg/l (200 ppm).

Het water moet voordat het wordt verneveld een onthar-

## Verantwoordelijkheid

eigenaar van de leidingwaterinstallatie (meestal ook de gebouweigenaar), maar ook de werkgever zijn beiden verantwoordelijk voor het fig en gezond bedrijven van de inrichting. Voor de eigenaar van een collectief leidingnet geldt een zorgplicht ten aanzien van de deugdeheid van het leidingwater. Basis hiervoor is de Waterleidingwet en het Waterleidingbesluit, artikel 4.1. Op grond hiervan kan de eigenaar raatrechtelijk aansprakelijk worden gesteld voor de gevolgen van de aanwezigheid van te hoge concentraties legionellabacteriën.

rkwater dat wordt gebruikt voor verdampingskoeling, wordt als proceswater beschouwd. Hiervoor zijn de exploitant en de werkgever antwoordeijk. Als de toevoerleiding van het proceswater verloopt via warme leidingschachten, of langdurig stilstaat, is terugloop van de aliteit te verwachten, inclusief legionellagroei. Daarom moet de proceswaterleiding doelmatig worden beheerd, ook in perioden van stilrd van het proceswater. Isso-publicatie 55.3 geeft daarvoor aanwijzingen.

danks het feit dat de fabrikant van het beschreven systeem aangeeft dat geen verdampingswolken boven het apparaat zichtbaar zijn, be-at wel degelijk de kans dat een servicetechnicus bij onderhoud of inbedrijfstelling op korte afstand wordt blootgesteld aan met legionella mette aerosolen. De installatieontwerper en/of installateur moet daarom de voedende waterleiding vanaf het punt van aftakking van de vone leidingwaterinstallatie beveiligen met een EA-beveiligingseenheid.

isso-publicatie 55.3 (legionellapreventie klimaatinstallaties) is aangegeven hoe om te gaan met proceswaterinstallaties die water in aero-orming kunnen brengen. Uitgangspunt is dat de kwaliteit van het proceswater naar de apparatuur toe betrouwbaar moet zijn en blijven, i ook in perioden van stilstand.