

Selectie van een koelaggregaat

efficiënt afvoeren van warmte

White Paper

Door: Edgar Hoogakker
Product Manager Klimatisering

Itsme is een bedrijvengroep die innovatieve techniek en distributie biedt aan industrie, machinebouw, modulebouw en industrieel installateurs. Zij ondersteunen hun klanten in het managen van hun (lean) processen en zoeken naar verbetering van hun concurrentiepositie door innovatie in techniek. Al jaren werken Rittal en itsme samen als groothandel en leverancier. Hierbij staat het ondersteunen van de gezamenlijke klant altijd centraal.

Koeling is soms een bijzaak bij het ontwerp van een behuizing. Maar het juiste IT-koelaggregaat kiezen is cruciaal voor een maximale efficiency, prestatie en rendement op een investering. Deze White Paper licht het maken van de juiste keuzes hiervoor toe.

itsme
MAKING YOU SUCCEED



Inhoudsopgave

- Inleiding 2
- Doel van een koelaggregaat 2
- Werking van het koelaggregaat 2
- Interne warmtelast 3
- Berekenen van een koelaggregaat. 3
- Ontvochtigen 4
- Koelvermogen 5
- Energie-efficiëntie. 6
- Conclusie. 6

Inleiding

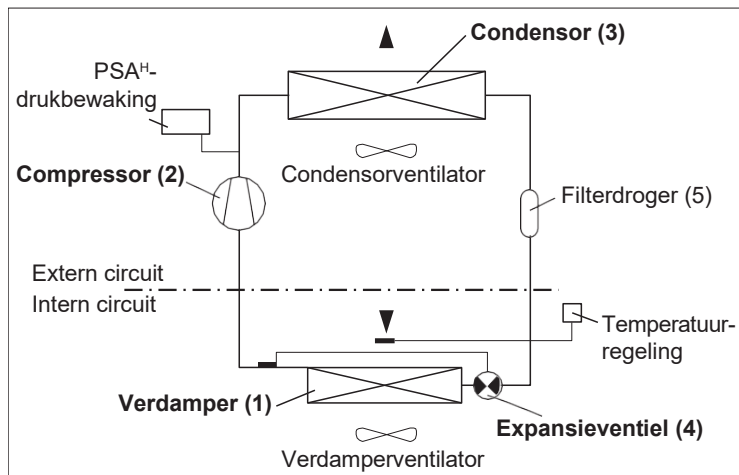
Het kiezen van het juiste koelaggregaat voor een industriële schakelkast heeft veel impact op de prestatie en efficiëntie van het totale industriële proces. Juiste en efficiënte koelaggregaten zorgen voor een aanzienlijke verlenging van de levensduur van de geïnstalleerde componenten, zijn energie-efficiënt, en beschermen tegen ongeplande downtime. Hoewel koeling soms een bijzaak is bij het ontwerp van de behuizing, kan met de juiste informatie en afwegingen een koelaggregaat uitgroeien tot een aanwinst voor een hogere productiviteit en winstgevendheid. In dit Whitepaper behandelen we alle factoren die bepalend zijn bij het kiezen van een koelaggregaat voor een industriële behuizing zoals; de werking, interne warmtelast, het berekenen van de benodigde capaciteit, de invloed van vocht en andere omgevingsomstandigheden en natuurlijk de energie-efficiëntie.

Doel van een koelaggregaat

Het koelaggregaat dient voor het zo efficiënt mogelijk afvoeren van de in de kast vrijgekomen warmte resp. het koelen van de lucht in de kast om zo temperatuurgevoelige componenten te beschermen. Het aggregaat wordt in de zij-, achterwand of deur van een behuizing ingebouwd.

Werking van het koelaggregaat

Het koelaggregaat (compressiegeregelde koelinstallatie) bestaat uit vier hoofdcomponenten (zie afb. 2): verdamper (1), compressor (2), condensor (3) en regel- resp. expansieventiel (4), die via leidingen met elkaar zijn verbonden. Dit circuit is gevuld met een stof met een laag kookpunt, het koudemiddel. Het koudemiddel R134a (CH₂FCF₃) is chloorvrij. Het ozonbeschadigingspotentieel bedraagt 0. Dit koudemiddel is daarom milieuvriendelijk. De in het gesloten koudemiddelcircuit geïntegreerde filterdroger (5) biedt een effectieve bescherming tegen het binnendringen van vocht, zuren, vuildeeltjes en vreemde voorwerpen in het koudemiddelcircuit.



Koudemiddelcircuit

Interne warmtelast

In de verdampert (1) gaat het vloeibare koudemiddel over in gasvormige toestand. De hiervoor benodigde energie wordt als warmte aan de lucht in de kast onttrokken en realiseert hiermee de koeling. In de compressor (2) wordt het koudemiddel gecompriëerd, zodat dit in de condensor (3) een hoger temperatuurniveau bereikt dan de omgevingslucht. Hierdoor kan de overtollige warmte via het oppervlak van de condensor aan de omgevingslucht worden afgegeven, waardoor het koudemiddel afkoelt en weer vloeibaar wordt. Via een thermostatisch expansieventiel (4) wordt het koudemiddel opnieuw in de verdampert gespoten, waardoor het verder afkoelt en weer energie uit de lucht in de kast kan opnemen. De kringloop begint weer van voren af aan.

De interne warmtelast is de hoeveelheid warmte die door de componenten in de schakelkast wordt afgegeven. Dit verschilt per component en zal door de leverancier worden opgegeven in de specificatie van het product. De warmtelast is ook wel bekend als dissipatie. Om dus de totale warmtelast van een schakelkast te bepalen moeten alle afzonderlijke warmtelasten van alle componenten bij elkaar worden opgeteld. In de wereld van de elektronica wordt de warmtelast meestal aangeduid in Watt, maar in Amerika en sporadisch in het Verenigd Koninkrijk kom je ook BTU/hr (British Thermal Unit) tegen, waarbij 1 BTU/hr gelijk is aan 0.29307107 Watt.

Berekenen van een koelaggregaat

Voordat we de benodigde koelcapaciteit kunnen berekenen moeten we een aantal zaken weten:

- Maximale omgevingstemperatuur
- Gewenste interne temperatuur
- Afmeting van de kast
- Opstelling van de kast

Als we deze gegevens hebben kunnen we de convectie uitrekenen door middel van de formule: $P_c = k \times A \times \Delta T$

De convectie kan positief zijn waarbij we spreken van uitstraling. Dit geldt wanneer de omgevingstemperatuur lager is dan de gewenste kasttemperatuur. De convectie kan ook negatief zijn, en dan spreken we van instraling. Dit geldt wanneer de omgevingstemperatuur hoger is dan de gewenste kasttemperatuur.

Nu we weten wat de convectie is kunnen we samen met de totale warmtelast (dissipatie) berekenen wat de capaciteit van het aggregaat moet zijn. Dit doen we met de volgende formule:

$$P_n = P_t - P_c \text{ (Capaciteit koelaggregaat = Totale warmtelast - Convectie)}$$

Let op!: convectie kan ook negatief zijn

Rekenvoorbeeld

Een plaatstalen schakelkast met afmeting: 800x2000x800mm (bxhxd) staat opgesteld tegen de muur, maar is aan de linker en rechterzijde vrij. De behuizing bevat een besturing die totaal 750 Watt aan warmte genereert. De behuizing is opgesteld in een ruimte waar het in de zomer wel +30°C kan worden. De componenten in de behuizing hebben een bedrijfstemperatuur van ca. +40°C.

Ontvochtigen

Stap 1 (bepalen van de eigen convectie)

$$P_c = k \times A \times \Delta T \rightarrow P_c = 5,5 \times 6 \times 10 = 330 \text{ Watt.}$$

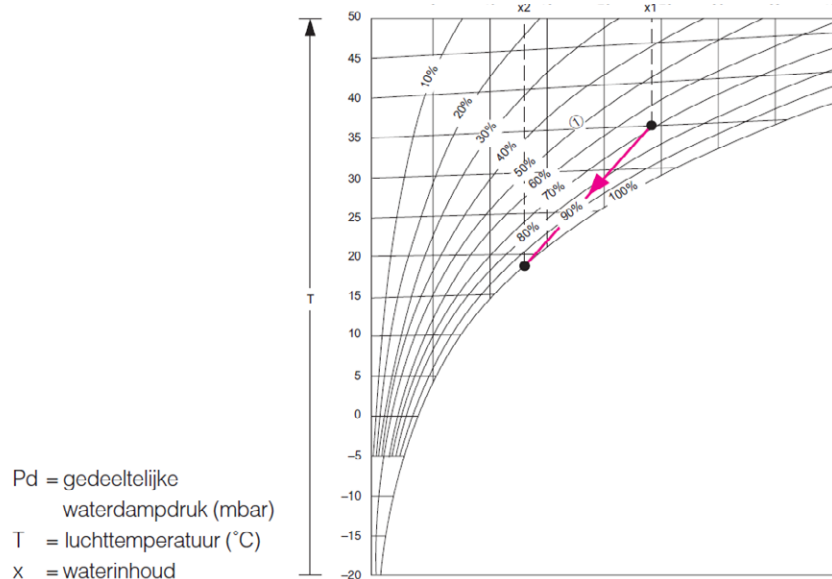
Stap 2 (bepalen van het af te voeren vermogen)

$$P_n = P_t - P_c \rightarrow P_n = 750 - 330 = 420 \text{ Watt.}$$

Dus in dit voorbeeld dient er een koelaggregaat van minimaal 420 Watt te worden geselecteerd om de behuizing op de bedrijfstemperatuur te behouden van +40°C.

Het toepassen van een koelaggregaat heeft een bijkomstig voordeel dat het naast het koelen ook voor luchtontvochtiging in de behuizing zorgt. Maar hoeveel vocht wordt er dan precies uit de lucht in de behuizing onttrokken? Dit kan worden bepaald met behulp van het Mollier h-x-diagram (zie figuur). Het koelaggregaat wordt bij een luchttemperatuur van $T_i = +35^\circ\text{C}$ en een relatieve luchtvochtigheid van 70% in bedrijf genomen. Stroomt de lucht van +35°C over de verdampers met een gemiddelde verdampingstemperatuur van ca. +18°C zal deze in aanraking komen met de het koude oppervlak en koelt af tot onder het dauwpunt, zodat er condens ontstaat. Het verschil $\Delta x = x_1 - x_2$ geeft aan hoeveel condens er ontstaat per kg lucht bij volledige ontvochtiging. De hoeveelheid condenswater berekent men met de vergelijking: $W = V \times \rho \times \Delta x$

Mollier h-x-diagram



W = condenswaterhoeveelheid

V = volume ($B \times H \times D$)

ρ = dichtheid van de lucht = 1,2 kg/m³

Δx = verschil in watergehalte in g/kg droge lucht (Mollier h-x-diagram)

Hoeveel condens wordt er dan in het voorbeeld onttrokken:

$$V = 0,8 \times 2 \times 0,8 = 1,28 \text{ m}^3$$

$$W = 1,28 \times 1,2 \times 11 \text{ g/kg}$$

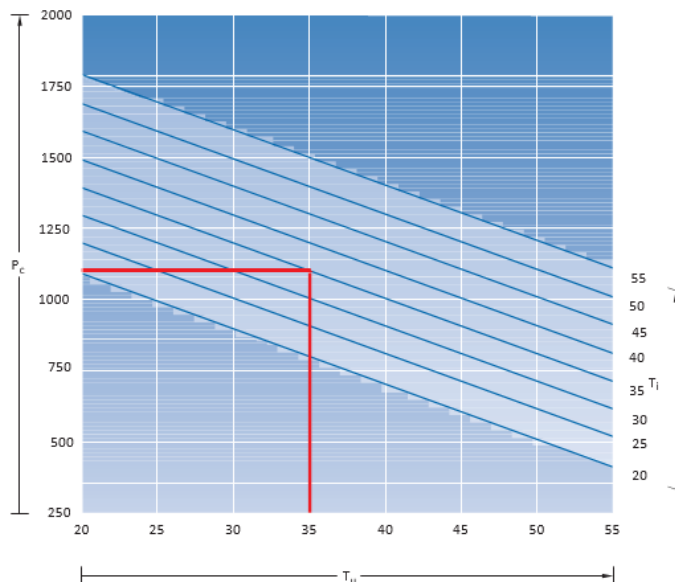
$$W = 16,90 \text{ g} \approx 17 \text{ ml.}$$

Koelvermogen

Bij de keuze van het koelaggregaat moet je op een aantal zaken letten zoals: omgevingstemperatuur, interne kasttemperatuur maar natuurlijk ook de spanning en frequentie. De omgevingstemperatuur is zeer belangrijk voor de capaciteit van een koelaggregaat. Door het stijgen van de omgevingstemperatuur zal de koelcapaciteit afnemen terwijl het energieverbruik toeneemt. In het vermogensdiagram is goed af te lezen dat de capaciteit bij $T_u=35^\circ\text{C}$ en een gewenste kasttemperatuur $T_i=35^\circ\text{C}$ ca. 1100Watt bedraagt. Stijgt nu de omgevingstemperatuur $T_u=50^\circ\text{C}$ dan zie je dat de capaciteit afneemt tot 910Watt. Ook de gewenste kasttemperatuur heeft invloed op de capaciteit, zo zal bij een hogere gewenste kasttemperatuur T_i de capaciteit van het koelaggregaat toenemen, en bij een verlaging van de gewenste temperatuur T_i de capaciteit afnemen.

50 Hz

SK 3304.500, .510, .600, .504



T_u = Omgevingstemperatuur ($^\circ\text{C}$)

P_c = Totaal koelvermogen (W)

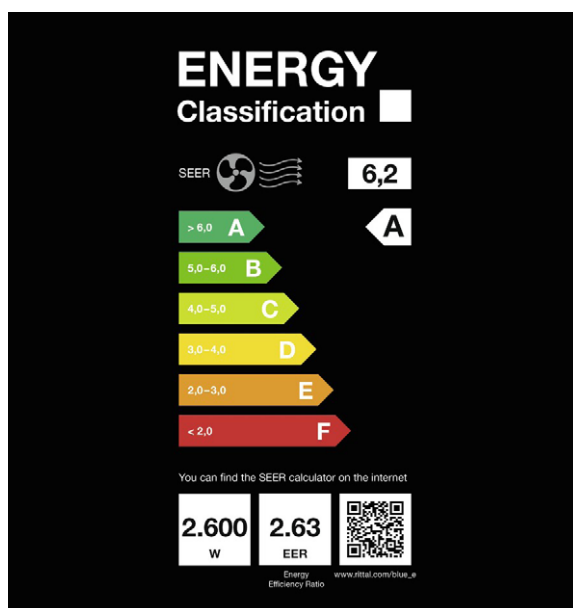
T_i = Kastbinnentemperatuur ($^\circ\text{C}$)

Vermogensdiagram

In de meeste landen hebben we te maken met een frequentie van 50Hz, maar er is toch een aantal landen waar we te maken krijgen met 60Hz. Dit is meestal voor een koelaggregaat geen probleem, maar controleer of de geselecteerde unit hiervoor geschikt is. De frequentie heeft ook invloed op de capaciteit van het aggregaat. Bij een frequentie van 60Hz zullen de compressor en ventilatoren sneller draaien, en zal hierdoor de capaciteit toenemen. Dit staat meestal in de specificaties vermeld. Dit geldt echter niet voor koelaggregaten met inverter-techniek aangezien de snelheid van de compressor en ventilatoren door de inverter-regeling bepaald wordt.

Energie-efficiënte

Tegenwoordig zijn er diverse ontwikkelingen die het toepassen van een koelaggregaat aantrekkelijk maken omdat deze het energieverbruik van het aggregaat verminderen. Zo zien we de intrede van de inverter regeling waarbij het toerental van de compressor en de ventilatoren wordt geregeld aan de hand van de warmtelast in de behuizing. Een ander voordeel van de invertertechniek is dat de temperatuur in de behuizing zeer constant is wat zorgt voor een "stressvrije" werking van de componenten en resulteert in een langere levensduur. Een andere techniek die we zien is de heatpipe. Dit is een passieve methode om warmte af te voeren vanuit de behuizing naar de omgeving. Voorwaarde is dan wel dat de temperatuur in de omgeving lager is dan in de behuizing. De efficiëntie van een koelaggregaat wordt aangegeven door middel van een getal; de EER (voorheen COP), welke terug te vinden is in de specificatie van het aggregaat. De Energy Efficiency Ratio. Deze waarde geeft de verhouding weer tussen de koelcapaciteit en de elektrische energie die nodig is om te koelen. Hoe hoger deze waarde, hoe energiezuiniger het aggregaat.



Conclusie

Om de betrouwbaarheid en levensduur van uw installatie te kunnen garanderen, moet de ontwikkelde warmte in de behuizing zo efficiënt mogelijk worden afgevoerd. Een koelaggregaat is hiervoor de perfecte oplossing. Belangrijk is dan wel dat dit koelaggregaat energie-efficiënt is. Ofwel een zo hoog mogelijke EER heeft. Dit resulteert niet alleen in een lager energieverbruik en lagere CO2 uitstoot, maar het bespaart ook in uw portemonnee.

Bron

Rittal Techniekbibliotheek "Kast- en proceskoeling".

Rittal B.V.
Hengelder 56 · Postbus 246 · 6900 AE ZEVENAAR
Tel.: (0316) 59 16 60 · Fax: (0316) 52 51 45
E-mail: sales@rittal.nl · www.rittal.nl

Itsme
Steurweg 2 · 4941 VR Raamsdonksveer · Postbus 128 · 4940 AC Raamsdonksveer
Telefoon: +31 162 - 484 200 · E-mail hoofdkantoor: info@itsme.eu

Voor meer informatie met betrekking tot dit onderwerp:
Edgar Hoogakker · Product Manager Klimatisering · E-mail: ehoogakker@rittal.nl

itsme
MAKING YOU SUCCEED

