

# MAATWERK-AGGREGAAT VOOR EEN OPTIMAAL KOELSYSTEEM

Met de toenemende urgentie van energiebesparing wordt het steeds belangrijker dat koelsystemen efficiënt functioneren. Alle onderdelen moeten daarom goed op elkaar zijn afgestemd. Dat is het uitgangspunt bij het ontwerp van een nieuw koelaggregaat dat flexibel kan worden samengesteld op basis van de bedrijfscondities.

**E**en koelaggregaat bestaat uit een compressor, condensor en vloeistoftank voor het koudemiddel. Als je hier een verdamper en stroomvoorziening op aansluit, kan het koelen beginnen. Heel gemakkelijk, zo lijkt het. Maar als gebruik wordt gemaakt van standaard-koelaggregaten, kleven daar nadelen aan. Standaardaggregaten sluiten lang niet altijd aan op de variabele bedrijfscondities die in de praktijk voorkomen. Het gevolg is dat koelsystemen vaak niet optimaal functioneren. Om een voorbeeld te geven: als je uitgaat van  $t_0 = -5 \text{ }^\circ\text{C}$ , is de condensorbelasting met koudemiddel R407F veel groter dan met R134a. Ook de koelcapaciteit is met R407F groter dan met R134a. De tankinhoud is vaak te klein om de volledige koudemiddelvulling van het systeem op te kunnen slaan.

## Capaciteit afstemmen

Om met een koelaggregaat tot een optimaal systeem te komen, moet de capaciteit van de verschillende componenten goed op elkaar en op de gevraagde condities zijn afgestemd. Een oplossing hiervoor wordt geboden met het GeAn Bock-aggregaat dat onlangs door Euro-Cold op de markt is gebracht. De merknaam is een samenvoeging van de voornaam André (Dunnebier) en Gea Bock. Gea Bock is de fabrikant van de semi-hermetische compressoren die in het koelaggregaat worden toegepast. De condensoren worden in opdracht van Euro-Cold gemaakt, en zijn op dit moment beschikbaar in vijf luchtgekoelde types. De compressor/condensor-combinatie (al dan niet frequentieregeld) wordt mede afhankelijk van onder andere de verdampingstemperatuur



Verschillende versies van het maatwerk-koelaggregaat van GeAn Bock.



en het koudemiddel geselecteerd. Er is een keuze uit diverse vloeistoftanks.

Het GeAn Bock-concept kan worden toegepast met alle HFK/HFO-koudemiddelen, en het is ook klaar voor gebruik met R290 (propan). Daarvoor wordt een gecertificeerde vloeistoftank in het ontwerp opgenomen, samen met de nieuwste speciaal door Gea Bock ontworpen HC-compressoren. In de loop van 2017 zal de aggregaten-range worden uitgebreid.

Bij het ontwerp van de aggregaten is Euro-Cold uitgegaan van een aantal hieronder toegelichte basisprincipes die belangrijk zijn met betrekking tot een energiezuinige uitvoering.

### 1. Goede luchtverdeling door een ruime afstand tussen fanblad en condensorblok

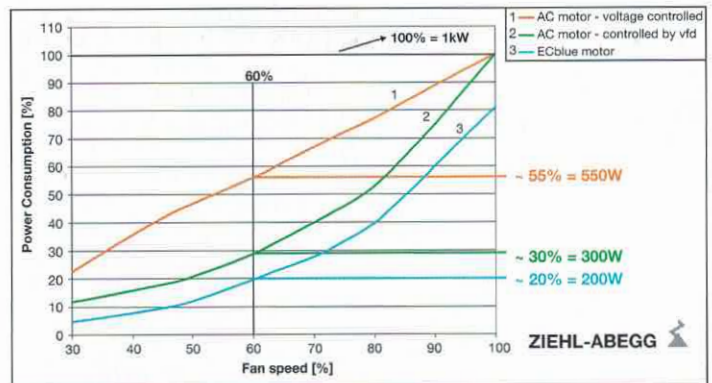
Bij standaardaggregaten is de afstand tussen het fanblad en het condensorblok vaak erg klein. Dit heeft een slechte luchtverdeling door het condensorblok tot gevolg: weinig lucht ter plaatse van de hoekpunten en het hart van de ventilator, en veel lucht door de andere delen van de condensor. De  $\alpha_u$  is van veel grotere invloed op de condensorcapaciteit dan de  $\alpha_f$ . Juist daarom is een goede luchtverdeling van cruciaal belang.

### 2. Laag luchtzijdig drukverlies ter beperking van het opgenomen ventilatorvermogen

Dit wordt bereikt door een groot aanstroomoppervlak, waardoor de luchtsnelheid lager wordt. Het is duidelijk dat daardoor ook de  $\alpha_u$  afneemt. Met andere woorden: dat voor een bepaalde condensorcapaciteit uiteindelijk een groter warmtewisselend oppervlak nodig is. Dankzij het lage luchtzijdige drukverlies is het door de ventilator opgenomen vermogen, ook bij het maximale toerental, beduidend lager dan het nominale vermogen zoals dat is vermeld op het typeplaatje van de ventilator.

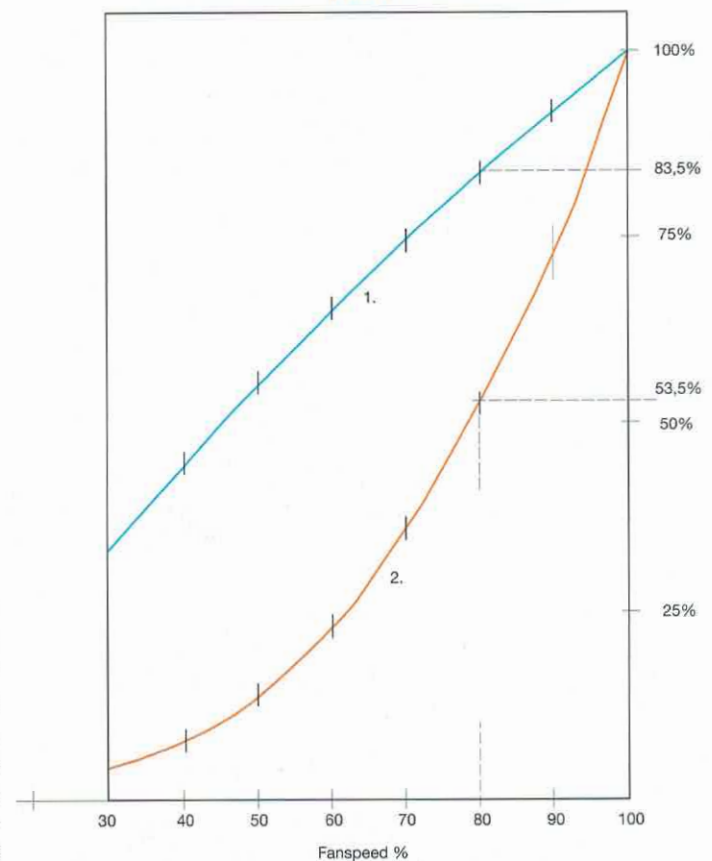
### 3. Toepassing van energiezuinige ventilatoren

Voor de hoogst mogelijke efficiëntie worden op de condensoren van de GeAn-Bock luchtgekoelde aggregaten uitsluitend Ziehl-Abegg-ventilatoren in 'Volldüse'-uitvoering toegepast. Hierbij valt het fanblad niet gedeeltelijk buiten een kleine omgezette kraag van de fanplaat, en ook niet gedeeltelijk in de omkasting. Bij 'Volldüse'-uitvoering is het fanblad volledig omsloten door een straalbuis die zich aan de buitenzijde van de fanplaat bevindt. Bij de toegepaste Ziehl-Abegg-types wordt door geleideschoepen aan de luchtuittredezijde ook de efficiëntie van de luchtstroom verhoogd. EC-motoren hebben een



Bij fanspeedcontrol op AC-ventilatoren door middel van spanningsregeling (lijn 1) is de afname van het opgenomen vermogen veel kleiner dan bij EC-ventilatoren (lijn 3). Met frequentieregeling (lijn 2) is het resultaat beduidend gunstiger ten opzichte van spanningsregeling, maar weer minder gunstig dan bij gebruik van EC-ventilatoren. De bovenstaande grafiek van Ziehl-Abegg geeft hier een duidelijk beeld van.

Verloop van condensorcapaciteit (grafiek 1) en het opgenomen vermogen van de condensorventilatoren (grafiek 2) van een GeAn condensor



Verloop van de condensorcapaciteit (blauwe lijn, 1) en het opgenomen vermogen van de condensorventilatoren (rode lijn, 2) van een GeAn Bock-condensor. Ten opzichte van vollast neemt bij 80 procent fanspeed de condensorcapaciteit af tot 83,5 procent, en het opgenomen vermogen van de ventilatoren tot 53,5 procent. Bij gelijkblijvende condensorbelasting neemt in dit voorbeeld  $dT_c$  toe met een factor 1,2. Aangezien in het grootste deel van het jaar de buitentemperaturen relatief laag zijn, is de besparing op het energiegebruik van de ventilatoren een belangrijke factor.





André Dunnebie voert metingen uit aan een GeAn-condensator.

beter rendement dan AC-motoren. Bij AC-motoren (inductie) is een bepaalde rotorslip nodig, waardoor het statordraaiveld een spanning op de rotorwikkeling induceert en er vervolgens een stroom gaat vloeien door deze rotorwikkeling. Een stroomvoerende geleider ondervindt in een magnetisch veld een kracht (de Lorentzkracht), en deze kracht laat de rotor draaien. Zou er geen slip zijn en de rotor dus theoretisch even snel draaien als het statordraaiveld, dan is de relatieve snelheid van dit draaiveld ten opzichte van de rotor gelijk aan nul. Dan wordt er ook geen spanning over de rotorwikkeling geïnduceerd, vloeit er geen rotorstroom en is de Lorentzkracht gelijk aan nul geworden.

Bij AC-motoren heb je behalve koperverlies, ijzerverlies en mechanisch verlies (bijvoorbeeld wrijving in lagers) dus ook nog slipverlies (rotorverlies). Bij EC-motoren is de rotor voorzien van permanente magneten en heb je geen slipverlies. Uiteraard is het motorrendement maar een deel van het totale ventilatorrendement, en is het opgenomen vermogen - zoals in punt 2 genoemd - ook weer afhankelijk van de luchtzijdige weerstand.

#### 4. Fanspeedcontrol zorgt voor reductie van het opgenomen ventilatorvermogen bij condensordrukregeling

De op voorhand gemaakte berekeningen zijn bevestigd door eigen metingen. Daarbij is duidelijk geworden dat dit bij de op de GeAn-condensators toegepaste EC-ventilatoren van Ziehl-Abegg inderdaad praktisch een derdemachtsfunctie is.

*Voorbeeld van een meting door Euro-Cold: twee ventilatoren à nomimaal 360 watt, nemen gemonteerd op een bepaalde condensator, bij een vollast-toerental van 1.120 rpm, samen 645 watt op. Bij 900 rpm is dat 338 watt. De condensorcapaciteit neemt in dat geval af met 18 procent.*

#### 5. Laag koudemiddelzijdig drukverlies

De condensator moet over voldoende parallelle circuits beschikken voor een laag drukverlies aan de koudemiddelzijde. Bij het bepalen daarvan is Euro-Cold uitgegaan van de nominale capaciteit ( $dT = 15 \text{ K}$ ) bij een condensatietemperatuur van  $40 \text{ °C}$  en toepassing van lagedruk-koudemiddelen (R134a c.q. R513A), dus een relatief grote volumestroom van de persgassen. Dan is het drukverlies bij koudemiddelen met hogere drukken (dus een kleinere volumeflow van de persgassen) - uitgaande van dezelfde condensatorbelasting - alleen maar lager. Analyse van een aantal condensators van standaardaggregaten heeft duidelijk gemaakt dat bij toepassing van R134a het equivalente drukverlies in sommige gevallen groter is dan  $4 \text{ K}$ .

#### 6. Toepassing van compressoren met hoge COP

Vanwege de hoge COP worden compressoren van GEA Bock op de aggregaten toegepast. De afgelopen jaren zijn door GEA Bock nieuwe compressoren op de markt gebracht waarbij veel aandacht is besteed aan dit aspect, en veel COP-testen zijn uitgevoerd.

#### 7. Keuze uit verschillende vloeistoftanks

Het is mogelijk om te kiezen uit meerdere vloeistoftanks, met op dit moment een maximumvolume van 63 liter. De vloeistoftanks van de meeste luchtgekoelde standaardaggregaten zijn erg klein. Met het oog op verdere ontwikkelingen met betrekking tot diverse koudemiddelen is er tevens voor gekozen om de condensator en tanks al te laten uitvoeren voor een hoge PS (42 bar), waardoor ze nu al geschikt zijn voor onder andere R454B en R452B. Deze HFO-koudemiddelen worden door de fabrikant gepresenteerd als vervangers voor R410A. Euro-Cold heeft deze koudemiddelen reeds uitgebreid geanalyseerd, en kan ook op dat gebied in advies voorzien. ■

#### Over de auteur

André Dunnebie is directeur van Euro-Cold.

#### Meer informatie

Euro-Cold

T: 010-2380540

E [info@eurocold.nl](mailto:info@eurocold.nl)

I: [www.eurocold.nl](http://www.eurocold.nl)