



MINIMALE VULLING

LAAG GWP

Minimaliseren
koudemiddelinhoud
van koelinstallaties

Inleiding | Momenteel wordt mondiaal actief beleid gevoerd om koudemiddelen met een hoog broeikaseffect (Global Warming Potential) uit te bannen, zoals de HFK-koudemiddelen. De Europese Unie pakt dat voortvarend aan met de F-gassenverordening die vanaf 2015 de toegang van koudemiddelen met een hoog GWP tot de Europese markt reduceert. We bevinden ons nu in een fase dat nog maar 63% van de CO₂-equivalenten (GWP x kg koudemiddel) de Europese markt mag betreden ten opzichte van 2015. Vanaf 2021 is dit zelfs 45% en dit aantal daalt verder tot 21% in 2030. Er zijn signalen dat de Europese Unie het HFK-beleid verder wil aanscherpen, met prijsstijgingen van koudemiddelen tot gevolg (> € 100,- /kg).

Wegwijzer Minimaliseren koudemiddelinhoud van koelinstallaties

Dit beleid zal in de steeds krappere wordende markt voor koudemiddelen onmiskenbaar de druk op fabrikanten verhogen om hun koelunits en warmtepompen op lagere CO₂-equivalenten te dimensioneren. Behalve omschakelen naar koudemiddelen met een laag GWP, ziet men installateurs en fabrikanten ook steeds vaker kiezen voor installatie-ontwerpen met een zo laag mogelijke koudemiddelinhoud. Voor de natuurlijke koudemiddelen ziet men dezelfde trend, mede ingegeven door de reductie van risico's zoals brandgevaar of toxiciteit. Deze koudemiddelreductie is enerzijds mogelijk door indirecte systemen te ontwerpen met een koudedragers (water, glycol/water, vloeibare zouten, CO₂). Anderzijds past men platenwarmtewisselaars of microchannel warmtewisselaars toe, waardoor de hoeveelheid koudemiddel per kW koelvermogen daalt.

Wat bepaalt de koudemiddelinhoud van een installatie?

- Het maakt veel verschil of je zowel de verdamper, condensor als platenwarmtewisselaar (klein volume) uitvoert, of dat je kiest voor een pijpenbundel warmtewisselaar als verdamper en een luchtgekoelde warmtewisselaar als condensor.
- Je kunt kiezen voor een indirect werkend systeem met een koudedragers aan de verdamper- of aan de condensorzijde.
- De vraag is hoe de verdamper zijn vloeistof toegevoerd krijgt. Een platenverdamer kun je uitvoeren met de vloeistoftoevoer middels zwaartekrachtcirculatie vanuit een bovenliggend vloeistofvat. Voor de grotere (industriële) vriessystemen wordt dit gedaan met pompen vanuit een vloeistofafscheider. Een laag circulatievoud reduceert hierbij de benodigde hoeveelheid koudemiddel. Een andere wijze van voeding van de verdamper is het directe expansiesysteem (DX), waarbij een hogedruk vloeistof direct in de verdamper wordt ingespoten via een expansieklep.
- Het is bekend dat luchtgekoelde condensoren of verdampingscondensoren veel koudemiddel bevatten tijdens bedrijf. Bij luchtgekoelde condensoren zijn uitvoeringen met microchannel warmtewisselaars in de markt.

De Energie-Investerings-Aftrek (EIA) schrijft condensoren voor met meer oppervlak (kleine delta T), waarbij de benodigde hoeveelheid koudemiddel juist toeneemt.

- Een chiller of koelaggregaat samengebouwd op een frame met verdamper en condensor heeft een lagere koudemiddelinhoud, omdat lange koudemiddeleidingen naar verdampers of condensoren ontbreken.
- Bij pijpenbundel verdampers in chillers voor grote vermogens kookt het koudemiddel rondom de pijpen (badverdamer), wat een grote koudemiddelinhoud betekent. Echter, door "spray"-systemen op de pijpen kun je de koudemiddelhoeveelheid weer beperken.
- Voor de industriële vriessystemen worden vaak meer vloeistofvaten toegepast vanwege tweetrapsbedrijf, economisers of koudemiddelkoeling op de schroefcompressoren. Dit kan de koudemiddelhoeveelheid doen toenemen.
- Leidinglengte en leidingloop is mede bepalend.

Een studie van KWA Bedrijfsadviseurs uit 2010 schetst in onderstaande tabel een globaal beeld van de praktijkwaarden van het kengetal "kg koudemiddel per kW koelvermogen" bij (oudere) koelinstallaties.

Tabel 1: "Oudere" praktijkwaarden koudemiddelvulling in kg per kW koelvermogen voor diverse toepassingen

Toepassing		kg koudemiddel/ kW koelvermogen
Koel- en vrieshuizen	Koel- en vriesbewaren	0,7 - 2
	Inkoelen, invriezen	Tot 3
Voedingsmiddelenindustrie		Tot 2
Proceskoeling		0,1 - 0,5
Supermarkten, horeca		0,3 - 1
Comfortinstallaties	Kantoren, zorgcentra	0,2 - 0,8
	Kleinere airco's	0,4

Bron: KWA installaties van voor 2010

Wegwijzer Minimaliseren koudemiddelinhoud van koelinstallaties

In grote lijnen wordt het kengetal “kg koudemiddel per kW koelvermogen” bepaald door de volgende systeemontwerpen:

- koelsysteem met directe expansie (ordegrootte: 0,3 kg/kW);
- systeem met badverdamer of “flooded” verdamer en koudedragers (ordegrootte: 0,6 kg/kW);
- pompcirculatiesysteem en afscheidervat met koudemiddel via een uitgebreid leidingnet door alle verdampers circulerend (ordegrootte: 1 tot 2 kg/kW);
- zwaartekrachtcirculatie met afscheidervat met koudedragers (ordegrootte: 0,2 kg/kW).

Noot: de keuze van de condensor kan bovengaande factoren met 30% tot 50% verhogen, met name bij luchtgekoelde condensoren.

Momenteel kom je in koelsystemen sterk gereduceerde waarden tegen.

Voor natuurlijke koudemiddelen en platenwarmtewisselaars ligt de waarde tussen de 0,06 tot 0,1 kg koudemiddel/kW koelvermogen. Bij HFK-systemen met luchtgekoelde condensoren ligt deze factor tussen de 0,1 tot 0,3 kg/kW. Een recente analyse uit praktijkwaarden geeft onderstaande tabel als resultaat.

In vergelijking met de cijfers uit tabel 1 is met de toepassing van koelinstallaties uitgevoerd als chillers een beduidend lagere koudemiddelinhoud bereikt. Deze analyse beoogt niet aan te geven wat goed of fout is bij het ontwerp van koelinstallaties, maar wil aangeven wat op dit moment de mogelijkheden zijn om koudemiddelinhoud in een installatie te reduceren. Ook is het overzicht te gebruiken als een “benchmark”. Zo is te zien of het installatie-ontwerp hoort bij de lagere categorie van koudemiddelinhoud ten opzichte van het koelvermogen.

Tabel 2: Praktijkwaarden koudemiddelvulling in kg per kW koelvermogen bij chillers voor proceskoeling en AC

	Koelvermogen kW range	Verdamper type	Condensor type	Kg koudemiddel/kW koelvermogen
NH3-chillers schroef/zuiger	>300	Platen	Platen, watergekoeld	0,06 - 0,1
NH3-chillers schroef/zuiger	>300	Platen	Luchtgekoeld	0,25 - 0,35
Propaan-chiller zuiger	60 tot 700	Platen	Luchtgekoeld microchannel	0,05 - 0,1
HFK-chiller scroll	20 tot 40	DX-platen	Luchtgekoeld	0,2 - 0,3
HFK-chiller scroll	40 tot 200	DX-platen/shell&tube	Luchtgekoeld microchannel	0,1 - 0,15
HFK-chiller schroef	200 tot 1700	DX-shell&tube	Luchtgekoeld	0,15 - 0,3
HFK-chiller schroef	>300	DX shell&tube	Shell&tube watergekoeld	0,15 - 0,3
HFK-chiller centrifugaal	>1000	Sprayed shell&tube	Shell&tube watergekoeld	0,2 - 0,25
HFK-chiller centrifugaal	>1000	Flooded shell&tube	Shell&tube watergekoeld	0,5 - 0,6

Meer informatie | Voor nadere informatie kunt u contact opnemen met de projectgroep KANS via innovatie@nvkl.nl.



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

