

Vergelijking van de eco-efficiëntie van supermarkten

ARTIKEL HONEYWELL KOELMIDDEL, UITGEGEVEN IN JULI 2017 DOOR NACER ACHAICHA – TECHNOLOGY LEADER EMEA / PAVEL WISNIK SENIOR APPLICATION ENGINEER.

De sector van de commerciële koeling wordt bewaakt door politici en wetgevers over de hele wereld, als gevolg van het gebruik van koudemiddelen met een hoog GWP (broeikasfactor), zoals R-404A en vanwege de hoge lekpercentages. In Europa verbodt de F-gas verordening koudemiddelen met een hoog GWP, het vermindert ook het gebruik van HFC op basis van hun CO₂-equivalent. Koelmiddelen met een laag GWP zijn de toekomst. Om aan de uitdagingen van de F-gas verordening te voldoen en het energieverbruik in de sector van commerciële koeling te verminderen, worden er verschillende moderne architecturen onderzocht en ontwikkeld.

Er zijn momenteel twee oplossingen die kunnen worden gebruikt om de commerciële sector te helpen om de doelstellingen van de F-Gas verordening te halen. Voor bestaande systemen met R-404A is de conversie naar een koelmiddel met een lagere GWP de snelste, zuinigste en milieuvriendelijkste oplossing. Voor nieuwe systemen worden verschillende architecturen bestudeerd. De combinatie R-744 / HFO of HFO-mengsels die onlangs werden ontwikkeld, bieden andere voordelen op het vlak van veiligheid en prestaties.

Eco-efficiëntie is een van de beste basissen om verschillende architecturen te vergelijken, niet alleen in termen van milieu-impact, maar ook op vlak van economische impact.

Het concept van eco-efficiëntie

Er werden verschillende meetsystemen ontwikkeld om de ecologische voetafdruk van koelsystemen te kwantificeren.

GWP wordt vanwege zijn eenvoud door verschillende wetgevers gebruikt, het meet de directe impact van emissies op het milieu. Afhankelijk van het lekpercentage van het systeem kan GWP slechts 10 tot 35% van de totale impact op het milieu vastleggen. TEWI (totale impact op de opwarming van de aarde) is de maat voor de directe en indirecte impact, dat wil zeggen het indirecte gebruik van de vereiste energie om het koelsysteem te laten werken. In tegenstelling tot GWP kan TEWI tot 95% van de milieu-impact vertegenwoordigen. De resterende impact kan alleen worden bepaald door middel van een complete LCCP-analyse (ecologische impact tijdens levenscyclus). Maar dit impliceert verschillende hypothesen, waaronder de vereiste energie voor de productie van de onderdelen en koudemiddelen, het transport en de montage van de apparatuur, onderhoud, verwijdering, enz., waardoor het berekenen moeilijk wordt en niet altijd nauwkeurig is.

Het falen van deze meetsystemen is te wijten aan hun eendimensionale karakter. Het is altijd mogelijk om de milieubelasting van elk systeem te verminderen door efficiëntere componenten, grotere condensatoren, uitstoters enz. te gebruiken. Met andere woorden, het is altijd mogelijk om de impact op het milieu te verbeteren door meer aan een bepaald systeem uit te geven. De totale kost van het systeem is bijgevolg een belangrijke parameter die in beschouwing moet worden genomen bij het vergelijken van de milieuprestaties van de systemen.

De eco-efficiëntie is een tweedimensionale meting die rekening houdt met de milieubelasting van een systeem en de totale gebruikskosten.



Hypothesen

De vergelijking is gebaseerd op een supermarkt van 2000 m², met vermogens van 68 kW positief (MT) en 18 kW negatief (BT). Er werden twee Europese regio's onderzocht: een koudere regio, Hamburg (Duitsland) en een warmere regio, Sevilla (Spanje). De gegevens m.b.t. het verschil in temperatuur zijn afkomstig van de meteorologische database van 2016. Voor elke regio werden de maandelijkse temperaturen overdag en 's nachts geïdentificeerd. De nominale belasting van supermarkten werd geassocieerd met de temperatuur overdag. De koellasten 's nachts werden aan de helft van de nominale belasting verrekend om rekening te houden met het energieverlies buiten de openingstijden.

Voor het stroomverbruik werd rekening gehouden met de volgende elementen: de compressors, de ventilators van de condensor, de ventilators van de verdampers, de ventilators van de koelmeubels alsook hun verlichting, de weerstand van ontdooiing (alleen in de units bij BT), wetende dat we aannemen dat ze slechts 4 keer per 24 uur werken en elke ontdooicyclus 30 minuten duurt. Elektriciteit kost € 0,097 / kWh en de CO₂-uitstoot van de centrale bedraagt 0,43 kg/kWh.

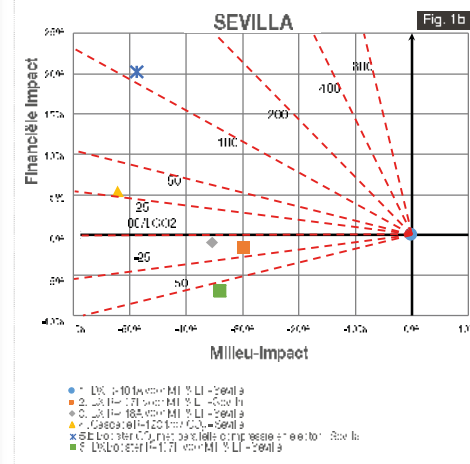
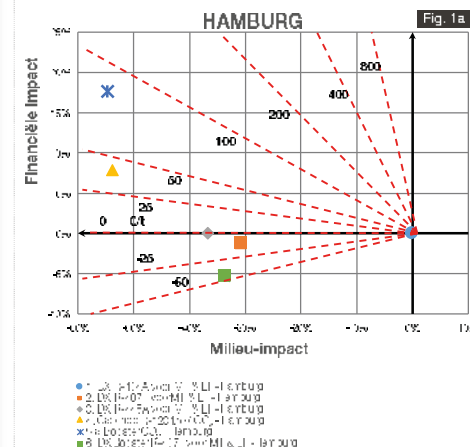
De investeringskost, dat wil zeggen de initiële kost van het systeem, is een belangrijke parameter in deze studie. Een gedetailleerde nomenclatuur werd voor elk systeem opgesteld om de centrales van compressors, warmtewisselaars, systeemcomponenten te omvatten (leidingen, ventielen, isolatie, koudemiddel, soldeer- en bevestigingsmiddelen). De installatiekosten zijn ook opgenomen, op basis van de uren die vereist zijn voor het monteren van de standaard onderdelen van het koelsysteem (warmtewisselaars, compressiecentrales, leidingen, isolatie, kabelgoten, inbedrijfstelling van het systeem, enz.). Een ander onderdeel van de totale kosten is OPEX (exploitatiekosten), op basis van regelmatige onderhoudswerken (olie, filters vervangen, kleine reparaties). De analyse werd uitgevoerd op 15 jaar, de levensduur van de unit, en een jaarlijks lekpercentage van 15%.

Resultaten

Alle architecturen werden intern gesimuleerd (R&D Honeywell) en de selectie van compressoren en kalibratie van warmtewisselaars werd door software van derden uitgevoerd.

De resultaten worden op het schema Eco-efficiëntie weergegeven, afbeelding 1a voor Hamburg en 1b voor Sevilla, in percentage van de referentie van het systeem voor R-404A.

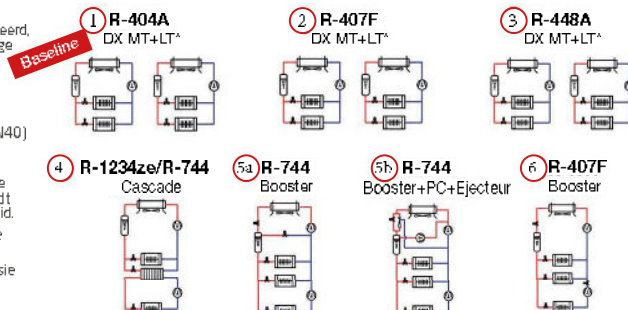
SCHEMA ECO-EFFICIËNTIE VOOR HAMBURG EN SEVILLA



Architectuur van commerciële koeling

De motivatie achter de ontwikkeling van nieuwe architecturen is om de ecologische voetafdruk van de supermarkten te verminderen en het naleven van de regelgeving te waarborgen. Er werden zes architecturen geselecteerd die enkele van de belangrijkste hedendaagse systemen vertegenwoordigen en nieuwe systemen op basis van koudemiddelen met een laag GWP.

- 1 DX (direct expansiesysteem), gecentraliseerd, met R-404A bij zowel lage (LT) en middelhoge temperaturen (MT)
- 2 DX gecentraliseerd, vergelijkbaar met systeem 1, maar gebruikt R-407F
- 3 DX gecentraliseerd, vergelijkbaar met systeem 1, maar gebruikt R-448A (Solstice® N40)
- 4 Cascadestelsel dat een DX R-1234ze architectuur aan MT gebruikt en een DX CO₂ architectuur subkritisch aan LT. De warmte die aan de CO₂ LT-zijde wordt geproduceerd, wordt in cascade naar het systeem HFO MT verspreid.
- 5 a) Booster transkritisch CO₂ voor koudere gebieden
b) Booster transkritisch CO₂ met compressie in parallel en ejector voor warmere gebieden
- 6 Booster R-407F



*De afbeelding toont het opzet van de apparatuur en de koelmiddelen, niet de elektrische aansluiting.



Alle alternatieven tonen een verbetering van de milieu-impact in vergelijking met de referentie met R-404A, maar hebben andere financiële gevolgen.

De architecturen 2 en 3 zijn zeer vergelijkbaar met de referentie, alleen de koudemiddelen zijn anders (uniek geval van een retrofit). De impact van een koudemiddel op het milieu wordt als aanzienlijk beschouwd. R-407F en Solstice® N40 worden reeds door veel supermarkten gebruikt wegens hun laag GWP, maar ook wegens hun energiebesparing in verschillende toepassingen, zowel MT als BT; beide tonen een daling van de milieu-impact, met vergelijkbare of lagere kosten.

De systemen met CO₂ en HFO/CO₂ in cascade hebben de minste impact op het milieu. Dit is voornamelijk te wijten aan de lagere directe impact van de gebruikte koudemiddelen die een zeer laag GWP hebben. Het cascadesysteem toont veelbelovende prestaties, zowel op het vlak van milieu als besparing.

De rode stippellijnen tonen de constante hoeveelheid in €/ton verwijderde CO₂. De architecturen met R-744 (5a en 5b) tonen een significante vermindering van de impact op het milieu, maar dit gaat wel ten koste van

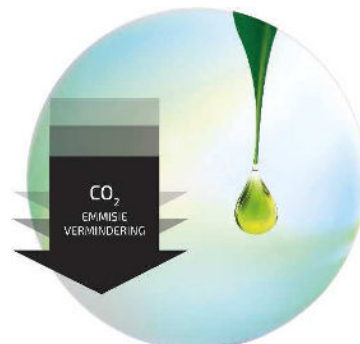
een aanzienlijke financiële impact tijdens de levensduur van de installatie. De twee systemen met R-744 verminderen de belasting op het milieu voor een extra investeringskost van € 80 tot 110 € per ton verwijderde CO₂.

Het cascadesysteem HFO / R-744 leidt ook tot een significante daling van de impact op het milieu, maar met een financiële impact van € 25 tot 40 per ton verwijderde CO₂. De HFC-oplossing die R-407F en R-448A gebruikt, zorgt dat de impact op het milieu tussen 30 en 40% kleiner is. Het extra voordeel is dat deze reductie wordt bereikt met een neutrale of kleine financiële impact. Doorte kiezen voor een dergelijke oplossing zou een supermarkten echt haar milieudoelstellingen kunnen bereiken, met een economisch gewin op langere termijn.

Architectuur 4 is gebaseerd op R-1234ze, een A2L-koudemiddel in een DX-systeem. De normen laten al een aanzienlijke vulling met dergelijk koudemiddel toe maar er wordt gewerkt om de beperkingen te verwijderen, zodat er in de toekomst een grotere hoeveelheid A2L-koudemiddelen kan worden geladen. Solstice® ze is volgens GHS (Global Harmonised Standard) en de Europese regelgeving inzake ontvlambaarheid niet brandbaar.

Uit de resultaten blijkt dat het gebruik van koudemiddelen zoals Solstice® ze in grotere hoeveelheden zou moeten worden toegelaten (op veilige wijze), gezien hun milieuprestaties.

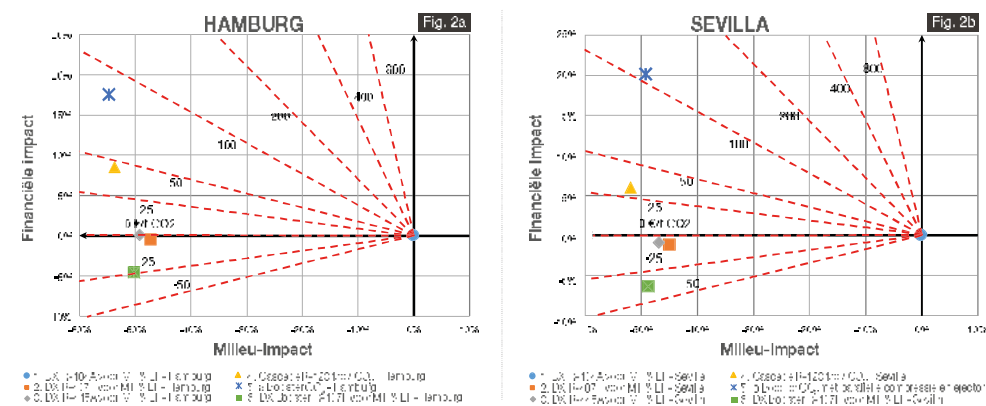
De systemen op basis van R-407F en Solstice® N40 hebben niet alleen de laagste investeringskosten, maar ook de beste energieprestaties in alle klimaten (zowel koud als warm). De gevolgen voor het milieu kunnen nog steeds eenvoudig worden verbeterd door het lekpercentage te verminderen.



De voordelen van het verminderen van het lekpercentage

Een lekpercentage verlaagd tot 5% voor zowel de systemen met R-407F of Solstice® N40 (R-448a) werd bestudeerd. Een toename van 10% van de onderhoudskosten voor deze systemen werd eveneens toegevoegd, om rekening te houden met de kosten in verband met dergelijke vermindering van het lekpercentage. De resultaten kunt u vinden op de afbeeldingen 2a en 2b. Zoals verwacht heeft het verlagen van het lekpercentage geleid tot de vermindering van de impact op het milieu van deze systemen, met weinig of geen impact op de financiële gegevens.

SCHEMA VAN ECO-EFFICIËNTIE MET EEN LEKPERCENTAGE VAN 5%



Conclusies

Eco-efficiëntie is een tweedimensionale meting die bijna 100% van de milieu-impact en financiële impact dekt, wat leidt tot een betere assessment-tool om verschillende nieuwe systemen te vergelijken.

Vergelijkende tabel ten opzichte van R-404A. De laagste waarden komen overeen met de beste impact.

	Systeem	Milieu-impact	Financiële impact	Kost/ton verwijderde CO ₂
Lek percentage 15%	R-407F en R-448A	-30 naar -37%	0 naar -7 %	0 naar -50 €
	Cascade R-1234ze/R-744	-53%	5 naar 7%	25 naar 30 €
Lek percentage 5%	R-744	-49 naar -54%	17 naar 20%	80 naar 100 €
	R-407F en R-448A	-45 naar -51%	0 naar -7 %	0 naar -35 €
	Cascade R-1234ze/R-744	-53%	5 naar 7%	25 naar 30 €
	R-744	-49 naar -54%	17 naar 20%	80 naar 100 €

Hoewel systemen met R-744 een goede milieu-impact hebben, wordt dit in hoofdzaak bereikt door het zeer lage GWP van het koudemiddel, maar leiden anderzijds tot een aanzienlijke hogere exploitatiekosten.

De DX-systemen met standaard HFC kunnen ook leiden tot een aanzienlijke vermindering

van de impact op het milieu, maar met financiële voordelen. De lekpercentages verminderen van 15 tot 5% heeft het meeste voordeel voor systemen met een HFC/HFO-mengsel, met betrekking tot milieu-impact en financiële impact. Deze systemen kunnen tot 2022 worden geïnstalleerd en hebben geen deadline voor service en onderhoud.

De cascadesystemen die Solstice® ze / R-744 gebruiken, zijn een evenwichtig alternatief voor nieuwe installaties.

Zodra de beperkingen worden opgeheven voor A2L-koudemiddelen verwacht men een toenemend gebruik.

Een praktisch voorbeeld onze sector

Volgens Gapometer van EPEE (European Partnership for Energy and the Environment) is het nodig om 51 miljoen ton equivalent CO₂ te verminderen om de doelstellingen van de F-gas verordening te halen, namelijk 60 %

minder uitstoot vanaf nu tot 2021. Daarnaast moeten nieuwe installaties 52% aan deze daling bijdragen (26 miljoen ton eq. CO₂).

• Alleen systemen met R-744 gebruiken kan de sector tot € 2,1 - 2,6 miljard KOSTEN (26 miljoen ton eq. CO₂ * € 80 tot 100 / ton eq. CO₂ = 2.123 tot 2.654 miljoen euro).

• Systemen met HFC/HFO gebruiken (tot 2022) kan de sector tot 910 miljoen euro laten BES-PAREN (26 miljoen ton eq. CO₂ * € 0 tot 35 ton eq. CO₂ = 0 tot 910 miljoen euro).

Met behulp van het eco-efficiëntie tool kan de sector mogelijk de kost van 2,1 tot 2,6 miljard euro vermijden.

NE: Deze studie heeft nog. Andere architecturen zoals gepresenteerd in een workshopgroep, de kosters R-455A of het cascadesysteem ze / R-455A... worden bestudeerd. De gelijkheid voor de vergelijkingen (elektrische kosten, kosten van de droogstoffen of belasting) wordt ook genomen.