

ENGINEERING
TOMORROW

Danfoss

Alhaisen GWP-arvon kylmäaineet

Nopeuta siirtymistä **uusiin kylmäaineisiin** ja vähennä ympäristövaikutusta

Danfossilla on kattava valikoima alhaisen GWP-arvon kylmäaineilla käytettäviä tuotteita, joista on helppo koota ympäristöystävällisiä ja kestävä kehityksen mukaisia ratkaisuja. Päivitetty helmikuussa 2020.



Kun haluat lisätietoja tuotteista,
coolselector.danfoss.fi

Yli

25

kylmäainetta, joiden
GWP on <2500, on
hyväksytty Danfoss
LVİK-sovelluksiin



refrigerants.danfoss.com

Danfoss ja alhaisen GWP-arvon kylmäaineet

Kestävät ratkaisut ovat kaikkien etu jäähdytys- ja ilmastointiteollisuudessa. Kestävillä ratkaisuilla taataan investointien tuotto pitkällä aikavälillä ja varmistetaan yrityksen yhteiskuntavastuullisuus. Danfossin kylmäaineisiin ja pitkän tähtäimen kestäväan kehitykseen liittyvissä tavoitteissa pyritään löytämään toimiva tasapaino: **kohtuuhintaisuus**,

turvallisuus ja ympäristöystävällisyys. Haluamme auttaa markkinoita saavuttamaan kestäväan kehityksen tavoitteet, esim. CO₂-päästörajoitukset. Siksi Danfoss kehittää aktiivisesti **vaihtoehtoisilla kylmäaineilla toimivia ratkaisuja** toimivuutta heikentämättä. Suunnitellamme ratkaisuja, jotka ovat sekä energia- ja kustannustehokkaita että turvallisia.

Danfossin **kattava valikoima sisältää useita jäähdytys- ja ilmastointisovelluksiin tarkoitettuja tuotteita ja ratkaisuja, joissa voidaan käyttää alhaisen GWP-arvon synteettisiä ja luonnollisia kylmäaineita.**

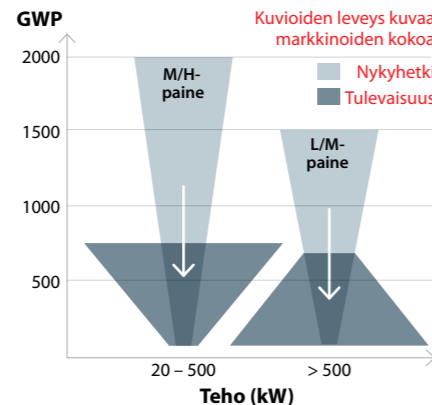


Tärkeimmät sovellukset ja kylmäainetyypit

Tulevaisuudessa GWP-arvot laskevat käyttörajoitusten ja energiatehokkuuden vähimmäisvaatimuksia koskevien MEPS-säädösten takia. LVik-asiantuntijat tulevat käyttämään komponentteja, joissa on mahdollisimman pieni kylmäainetäytös ja joiden teknologia takaa kylmäainetyypille parhaan kustannustehokkuuden ja suorituskyvyn. Kylmäaineen valinta ei ole yksinkertaista. Se riippuu alueellisten säännösten ajoituksesta sekä sovellettavista standardeista ja rakennusmääräyksistä. Tilanne on viimeisten vuosien aikana mutkistunut erittäin merkittävän hintojen nousun ja fluorattujen kylmäaineiden heikon tarjonnan takia. Mutta markkinoille on tulossa suuntaus siirtyä uusiin, tehokkaampiin ratkaisuihin.

Vedenjäähdytyskoneistot:

Riippuen tehosta ja kompressoriteknologiasta koneistot toimivat eri painetasoin kylmäaineilla. Matalan ja keskipainetasoin (L/M) kylmäaine R123 voidaan korvata eipalavalla HCFO aineella, kuten R1233zd (kuva 1). Mutta tämä kylmäaine on kielletty joissakin maissa, sillä vaikka ODP on hyvin alhainen, se on edelleen yli 0. R134a sovelluksille on A1 luokan alle 640 GWP arvon HFO aineita, kuten R513a ja R450A. A2L-luokiteltujen kylmäaineiden on oltava hyväksytyjä sovellettujen turvallisuusstandardien ja rakennuskoodien mukaisesti. GWP-taso voidaan saada hyvin lähelle nolaa käyttämällä puhdasta HFO R1234ze -kylmäainetta (kuva 1). On odotettavissa, että ammattilaiset ottavat nopeasti nämä kylmäaineet käyttöön. Keski- ja korkeapainetasoin (M/H) koneistoissa ei ole ideaalista eipalavaa kylmäainetta, kuten R410A. Sen sijaan pitää hyväksyä A2L tai jopa A3 luokan ratkaisut, kuten R290. A2L:n vaihtoehdot ovat välillä 500 – 700 GWP, esimerkiksi R32/R452B/R454B. Näiden käytön pitäisi olla hyväksyttävää koneistoissa, mitkä on asennettu ulos tai konehuoneisiin. Sijoituspaikan tulee kuitenkin noudattaa paikallisia turvallisuus- ja rakennusmääräyksiä. Markkinoilla tullaan todennäköisesti siirtymään matalan GWP-arvon vaihtoehtoihin, joilla järjestelmän kustannukset ja suorituskyky ovat sopivassa tasapainossa. Uskomme, että suuren tiheyden/paineen kylmäaineet jakautuvat kahteen ryhmään:



Kuva 1: Markkinarakenne ja GWP-arvo jäähdyttimen koon mukaan. Suurin osa M/H jäähdytyskoneistoista tulee käyttämään kylmäaineita, joiden GWP-arvo on noin 750. Suurimmissa osassa L/M jäähdytyskoneistoja tullaan käyttämään erittäin alhaisen GWP-arvon kylmäaineita.

enemmistö noin 500 – 750 GWP arvon kylmäaineisiin ja vähemmistö, mutta merkittävä ryhmä luokan A3 kylmäaineita, kuten R290. Pitkällä tähtäimellä voimme jopa kokea matalampia GWP-arvon tasoja päämarkkinoilla. Tämä riippuu kylmäaineiden saatavuudesta ja kustannuksista. F-kaasujen käytön vähentäminen on toistaiseksi aiheuttanut merkittäviä GWP: hen liittyvien hintojen nousuja.

VRF-järjestelmät:

Vaihtelevaan kylmäainevirtausteknologiaan perustuvissa VRF-järjestelmissä yksikkökohtainen kylmäainemäärä on suhteellisen suuri verrattuna kanavajärjestelmiin. Tämä johtuu siitä, että VRF-järjestelmissä höyrystimet on hajautettu ja putkia on enemmän. Pienemmissä putkissa on käytettävä

keskitiheyden tai suuren tiheyden kylmäaineita, joten R410A:n ainoiksi vaihtoehtoina jäävät A2L-kylmäaineet, kuten R32 tai R452B/R454B. Seuraamme R466A:n kehittämistä – kyseessä on uusi A1-R410A:n korvaava kylmäaine, joka käyttää jodipohjaista molekyyliä CF3I. Innovatiivisia, epäsuoria vaihtoehtoisia ratkaisuja kehitetään jatkuvasti. Vesipohjaiset järjestelmät ovat ilmeinen valinta ja jopa CO₂:ta on ehdotettu.

Teollinen kylmä:

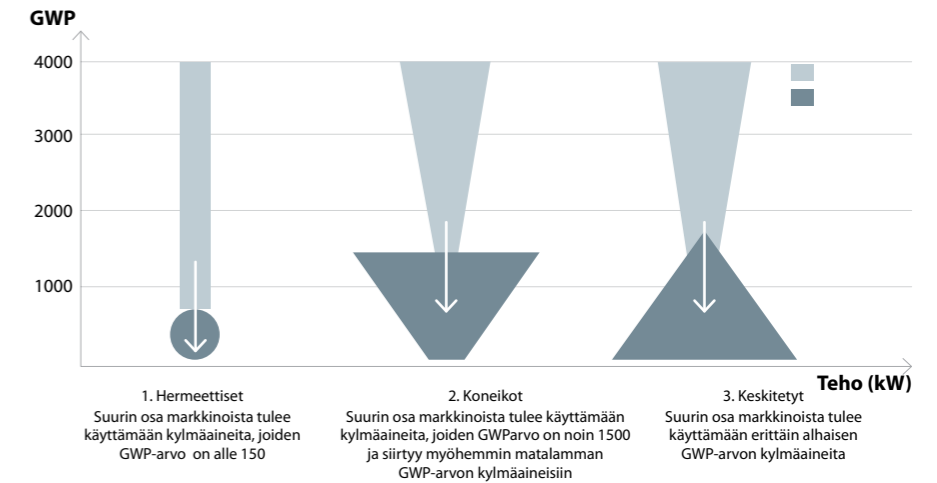
Alhaisen GWP-arvon kylmäaineet eivät näytä ensisilmäykseltä tuottavan vaikeuksia teollisen kylmän ratkaisussa. Tälläkin alalla on kuitenkin varottava potentiaalisia turvallisuusongelmia ja panostettava innovatiivisuuteen. Suosittu kylmäaine on ollut erinomaisen energiatehokas NH₃ (ammoniakki). Sitä tullaan käyttämään jatkossakin, kun kestäväan kehityksen mukaisiin kylmäaineisiin liittyvät vaatimukset tiukkenevat. Turvallisuuseikat voivat kuitenkin rajoittaa NH₃:n suosiota, sillä kyseessä on myrkykky, jonka käyttö edellyttää kattavia turvatoimia. Olemme oppineet pienentämään täytösmääriä ja organisoimaan suurempia laitoksia. Sen tuloksena olemme löytäneet uusia, innovatiivisia keinoja vähentää kylmäainemääriä. Hyödynnämme esimerkiksi NH₃:n ja CO₂:n yhdistelmää: ja valmistamme pienempiä lämmönvaihtajia. CO₂ toimii lämmönsiirtäjänä, ja sitä kierrätetään suuremmissa varastoissa.

Kaupalliset kylmäjärjestelmät:

Elintarvikkeiden vähittäiskaupassa käytetään hyvin monenlaisia järjestelmiä ja kylmäaineita. Elintarvikemyymälöissä on kylmähuoneita, -tiskejä, -kaappeja ja -altaita, jotka on kytketty keskuskooneistoon, varustettu omalla koneistolla tai kytketty koneikkoon. Elintarvikkeiden vähittäiskaupan sovellukset jaetaan kolmeen pääluokkaan.

1. Hermeettisesti suljetuissa järjestelmissä voi käyttää alhaisen GWP-arvon kylmäaineita. Ne ovat turvallisia, koska kylmäainetäytös on pieni. Useimmissa tällaisissa järjestelmissä käytetään jo hiilivetyjä (esim. R600a ja R290), ja EU:n käyttörajoitukset ovat jo vuodesta 2016 edellyttäneet alle 150:n GWP-arvoja. Uusi IEC 60335-2-89 -standardi sallii enintään 500 g A3-kylmäainetta ja enintään 1,2 kg A2L-kylmäainetta – huoneen koosta riippuen.

2. Koneikkojen kylmäainetäytös on 1 – 20 kg. Paloturvallisuus on ehdottomasti taattava, sillä nämä järjestelmät sijoitetaan usein julkisiin tiloihin. Korkean GWP arvon kylmäaineita, kuten R404A on käytetty useita vuosia. Uuden vaihtoehdoisen A1- luokan HFC kylmäaineen, kuten R452A GWP arvo on alle 60% R404A:n arvosta. Nekään eivät ole täysin ongelmattomia vaihtoehtoja. Kompressorien kuumakaasun lämpötilan kohoaminen ja lämpötilaliukuman vaikutus lämmönsiirtimien tehoon asettavat uusia haasteita. Uskomme, että markkinoilla siirrytään ensin



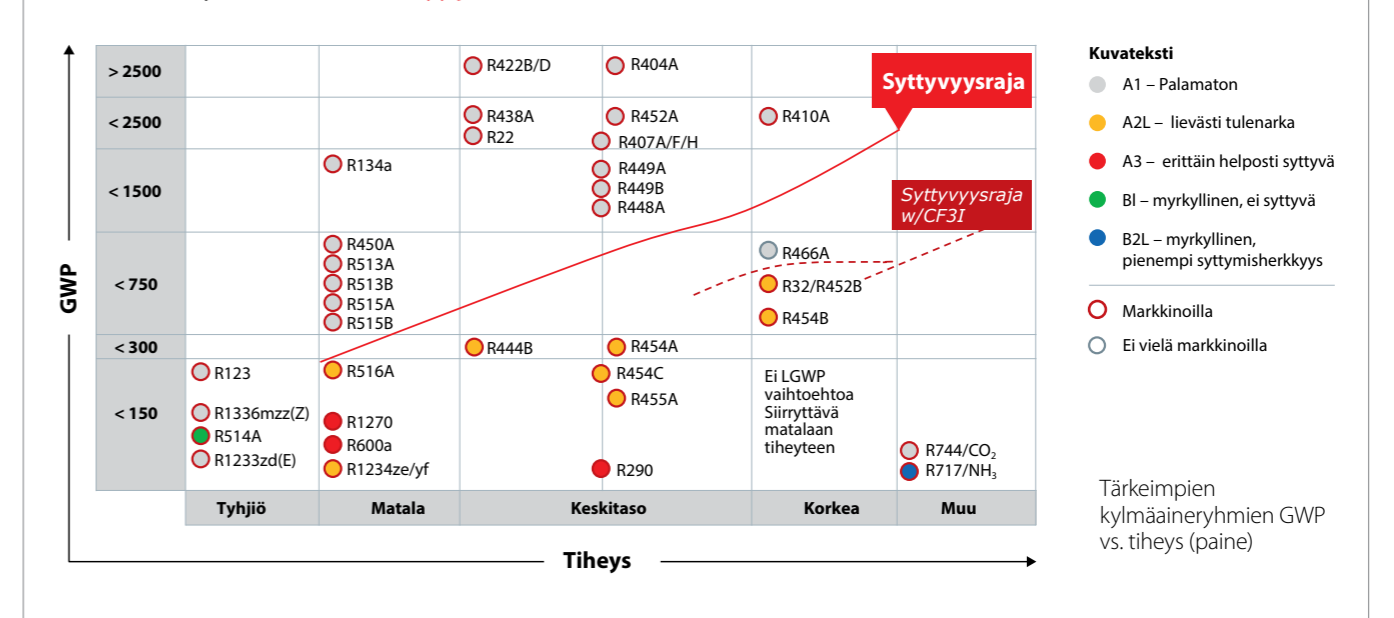
Kuva 2: Markkinarakenne ja GWP-arvot elintarvikkeiden vähittäiskaupan käyttösovelluksissa

nopeasti käyttämään keskitason eli noin 1500 GWP: n kylmäaineita. Sen jälkeen tutkitaan muita, ympäristöystävällisempiä ratkaisuja, kuten CO₂, R290 (hiilivedyt) tai HFO-seokset.

3. Keskitetyt DX-järjestelmät käyttävät ehdottomasti eniten kylmäaineita suuren kylmäainetäytöksensä ja korkeiden vuotomäärien takia. Arvioiden mukaan näissä järjestelmissä tullaan käyttämään yli 40% EU:n käyttörajoitusten sallimasta HFC/HFO kylmäainemäärästä. Kymmenessä vuodessa CO₂:sta on tullut käyttökelpoinen kylmäainevaihtoehto, jota voidaan käyttää monenlaisissa järjestelmissä. • Transkriittisissä järjestelmissä, joissa CO₂:ta käytetään kylmäaineena kaikissa piireissä (MT ja LT). Transkriittiset CO₂-järjestelmät ovat edistäneet myös integroitujen lämmitys- ja jäähdytysjärjestelmien kehitystä. Nyt kylmäaine valitaan järjestelmän tyyppin mukaan.

- Epäsuorissa järjestelmissä, joissa HFC- tai HC-kylmäaineilla tai NH₃:lla toimiva vedenjäähdytyskoneiston tapainen kylmäkoneisto jäähdyttää varaajassa olevan CO₂:n ja kierrättää sen jäähdytysaineeksi MT-piiriin. LT-järjestelmissä käytetään myös CO₂:ta, mikä lauhdutetaan joka em. kylmäkoneistolla CO₂:n MT-piiriin.
- Kaskadijärjestelmissä, joissa CO₂:ta käytetään vain LT-piirissä, siirretään lämpö HFC:ta käyttävään MT-piiriin. Tämäntyyppinen järjestelmä käyttää edelleen noin 80% HFC-kylmäainetta verrattuna tavalliseen järjestelmään. Käyttöpaikan maantieteellinen sijainti vaikuttaa järjestelmän energiatehokkuuteen, sillä se riippuu ulkolämpötilasta. Etenkin transkriittiset CO₂-järjestelmät ovat olleet herkkiä ulkolämpötiloille. Uusi ejektoriteknikka on parantanut CO₂-järjestelmien energiatehokkuutta valtavasti jopa erittäin lämpimissä ilmastoissa, ja nyt näemme markkinoilla läpimurron, joka voimistuu tulevina vuosina.

Pääasialliset kylmäaineet - Kehittyä jatkuvasti



Tuotteet, joissa voi käyttää kylmäaineita, joiden GWP <2 500

Tuoteryhmä	Tuote	Tuotekuvaus	Paine [bar]	R1233zd (E)	R1234yf	R1234ze (E)	R134a	R290, R600a	R32	R407A R407F
Elektroniset säätimet ⁽¹⁾	AK-PC 7XX	Edistykselliset koneikkosäätimet		●		●	●	●	●	●
	AK-PC 351/ 5XX/651	Koneikkosäätimet, perusmalli				●**	●	●	●	●
	AK-CC 550/750	Kalustesäädin elektroniselle paisuntaventtiilille				●**	●	●	●	●
	AK-CC 250/350/450	Kalustesäädin termostaattiselle paisuntaventtiilille					●	●	●	●
	EKC 326a	CO ₂ -kaasujäähdyttimen paineen säädin								
	MCX	Ohjelmoitavat säätimet		●	●	●	●	●	●	●
	EIM 336/365	Elektroniset tulistuksen säätimet		●	●	●	●	●	●	●
	EKE 1A, EKE 1B, EKE 1C (1V)	Elektroniset tulistuksen säätimet		●	●	●	●	●	●	●
	EKC 313	CO ₂ -kaskadisäädin		●		●		●	●	●
	EKC 315a	Tulistuksen säätimet					●	●	●	● ⁽¹³⁾
	EKC 361	Lämpötilan säätimet		● ⁽¹¹⁾	● ⁽¹¹⁾	● ⁽¹¹⁾	● ⁽¹¹⁾	● ⁽¹¹⁾	● ⁽¹¹⁾	● ⁽¹¹⁾
EKE 347	Nesteenpinnan säätimet		●		●		●	●	●	
EKE 400	Evaporator controller		●	●	●	●	●	●	●	
ERC Ilx / ETC, ERC (VSD)	Kaupalliseen kylmään		●	●	●	●	●	●	●	
Ilmastointijärjestelmien kompressorit	DSH / DCJ / DSF	Ilmastointijärjestelmien IDV-teknologialla varustetut scroll-kompressorit							● ⁽⁹⁾	
	HLJ / SH	Ilmastointijärjestelmien scroll-kompressorit								
	PSH	Lämmityssovelluksiin optimoidut scroll-kompressorit								
	SY / SZ	Ilmastointijärjestelmien scroll-kompressorit					●			
	VZH	Kierrossäädettävät ilmastointijärjestelmien scroll-kompressorit								
TT, TG, VTT	Öljyttömät Turbocor-keskipakokompressorit				●	●				
Jäähdytysjärjestelmien kompressorit	MTZ	Maneurop-mäntäkompressorit keskitason lämpötilan sovelluksiin					●			●
	NTZ	Maneurop-mäntäkompressorit matalan lämpötilan sovelluksiin								
	MLZ	Scroll-kompressorit keskitason lämpötilan sovelluksiin					●			●
	LLZ	Scroll-kompressorit matalan lämpötilan sovelluksiin								
	PL/TL/DL/FR/NL/SC/GS/B/U/L/P/X/S	Kevyet ilmastointijärjestelmien kompressorit kaupallisiin LBP/MBP-sovelluksiin			●		●	●		
	SLV, NLV, DLV	Kierrossäädettävät mäntäkompressorit LBP/MBP-sovelluksiin						●		
	BD	Kevyet ilmastointijärjestelmien kompressorit siirrettäviin jäähdytyskoneisiin			●		●	●		
Koneikot	Optyima™	Koneikot – jäähdytys keskilämpötilassa			●*		●	●		●
	Optyima™	Koneikot – jäähdytys alhaisessa lämpötilassa						●		
	Optyima™ Slim Pack, Optyima™ Plus	Koneikot – jäähdytys keskilämpötilassa					●			●
	Optyima™ Slim Pack, Optyima™ Plus	Koneikot – jäähdytys alhaisessa lämpötilassa								
	Optyima™ Plus INVERTER	Koneikot – jäähdytys keskilämpötilassa								●
Elektroniset paisuntaventtiilit	AKV 15/20		28 – 46				●			● ⁽⁵⁾
	AKVA		42				●			●
	AKVP		90	●	●	●	●	●	●	●
	ETS 5M - Mini EEV	Elektroniset paisuntaventtiilit								●
	ETS 6		47		●		●	● ⁽¹²⁾	●	●
	ETS C - Colibri®		50		●	●	●	●	●	●
	ETS C 250-400		34				●			●
ETS 500P - 800P	Elektroniset paisuntaventtiilit jakotukilla					●	●			
Elektroniset paineen- ja lämpötilan säätöventtiilit	CCM	Sähköiset säätöventtiilit	90				●			
	CCMT		140				●			
	CTM	Multiejektori	140							
	CTR	3-tieventtiili lämmön talteenottoon	140							
	KVS	Elektronisesti ohjatut höyrystinpaineen säätöventtiilit	45.5/34			●	●			●
	ICM	Servo-ohjatut säätöventtiilit teollisuussovelluksiin	52/65			●	●			●
ICMTS	Servo-ohjatut kuumakaasuventtiilit	140						●		
Anturit ja lähettimet	AKS	Painelähettimet 4 - 20 mA, ratiometriset ulostulot	100	●	●	●	●	●	●	●
	AKS 4100	Nestepinnan lähettimet	100							●
	MBS 8200	Painelähettimet, joissa on seuraavat lähtösignaalit: 4 – 20 mA ja ratiometriset lähtösignaalit	160	●	●	●	●	●	●	●
	AKS Temperature	Anturit, joissa on Pt1000-, Pt 1000- ja termistorielementit		●	●	●	●	●	●	●
	GD	Kaasuanturit				●		●		●
DST P110	Painelähtin ratiometrisellä ulostulolla ja diagnosointivalmius	50	●	●	●	●	●	●	●	

¹⁾ Voit määrittää itse muiden kylmäaineiden parametrin. Kylmäaineiden tiedot löytyvät ADAP-KOOL-järjestelmästä
 ●* Hyväksyttävänä --- ●** Vain säätimen ohjelmiston uusimmissa versioissa --- ●*** paitsi AKV20 jonka aineen lämpötila on jatkuvasti alle 0 °C
⁵⁾ Vain juotettavaan versioon - ⁷⁾ Rajoitukset mahdollisia - ota yhteyttä Danfossiin - ⁸⁾ Vain juotettavaan versioon - ⁹⁾ DSH vain R452:lle/454B:lle - DSF R32:lle

Kylmäaineet																				
R407C	R407H	R410A	R422B	R422D	R444B	R448A	R449A	R449B	R450A	R452A	R452B	R454A	R454B	R454C	R455A	R513A	R515B	R744 (CO ₂)	R717 (NH ₃)	
●		●		●		●**	●**			●**		●				●		●	●	
●		●		●		●**	●**			●**						●		●	●	
●		●		●		●**	●**			●**						●		●	●	
																		●	●	
●	●	●		●		●	●		●	●	●		●			●		●	●	
●	●	●		●		●	●	●	●	●	●		●			●		●	●	
●	●	●	● ⁽⁸⁾	●	● ⁽⁸⁾	●	●	●	●	●	●	● ⁽⁸⁾	●	● ⁽⁸⁾		●		●	●	
●		●		●		●				●	●							●	●	
● ⁽¹¹⁾	● ⁽¹¹⁾	● ⁽¹¹⁾	● ⁽¹¹⁾	● ⁽¹¹⁾	● ⁽¹¹⁾	● ⁽¹¹⁾	● ⁽¹¹⁾	● ⁽¹¹⁾	● ⁽¹¹⁾	● ⁽¹¹⁾	● ⁽¹¹⁾	● ⁽¹¹⁾	● ⁽¹¹⁾	● ⁽¹¹⁾	● ⁽¹¹⁾	● ⁽¹¹⁾	● ⁽¹¹⁾	● ⁽¹¹⁾	● ⁽¹¹⁾	
●	●	●	● ⁽⁸⁾	●	● ⁽⁸⁾	●	●	●	●	●	●	● ⁽⁸⁾	●	● ⁽⁸⁾		●		●	●	
						●	●	●		●	●				●	●	●	●	●	
		●									● ⁽⁹⁾		●							
		●																		
●		●														●				
		●									●*		●*							
●																●				
●																				
● ⁽⁵⁾		●	● ⁽⁵⁾	● ⁽⁵⁾		● ⁽⁵⁾	● ⁽⁵⁾	●	● ⁽⁵⁾	● ⁽⁵⁾					● ⁽⁵⁾			●***	●	
●		●	●	●		●	●	●	●	●	●		●	●	●	●	●	●	●	
●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	
●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	
●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	
●		●	●	●		●	●		●	●								●	●	
●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	
●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	
●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	
●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	

⁽¹¹⁾ EKC 361 ei ole kylmäaineesta riippuvainen säädin ja sitä voidaan käyttää kaikilla kylmäaineilla. Huomioi, että EKC 361 kanssa valittuja venttiileitä ei voi käyttää kaikkien kylmäaineiden kanssa. -⁽¹²⁾ Hyväksytty vain R290:lle -⁽¹³⁾ Hyväksytty vain R407:lle

Kylmäaineiden parhaat käyttökohteet LVK-järjestelmässäsi

Kylmälaitteet

Ilmastointi & Lämpöpumput

Kylmäaine	Teho	Kotitalouksien kylmälaitteet		Koneikot		Kaupan kylmä		Teolliset kylmäjärjestelmät		Kotitalouksien ilmastointi ja lämpöpumput		Kattoyksiköt Scroll		Ilmastointi Scroll		Vedenjäähdytyskoneet Ruuvi/Turbo		Lämpöpumput W/W		Teolliset lämpöpumput		
		Alue/vuosi	2023	2027	2023	2027	2023	2027	2023	2027	2023	2027	2023	2027	2023	2027	2023	2027	2023	2027	2023	2027
		50-300 W	0,15 - 5 kW		3-20 kW		20-500 kW		1-10 MW		1-10 kW		10-30 kW		30-400 kW		400 kW - 5 MW		1-10 MW		1-10 MW	
CO ₂ (R744)	P-Amerikka								**	**												
	Eurooppa								**	**												
	Kiina								**	**												
	Muu maailma								**	**												
NH ₃ (R717)	P-Amerikka								**	**												
	Eurooppa								**	**												
	Kiina								**	**												
	Muu maailma								**	**												
HC e.g. R290	P-Amerikka																					
	Eurooppa																					
	Kiina																					
	Muu maailma																					
HFC (A1) High-GWP*	P-Amerikka																					
	Eurooppa																					
	Kiina																					
	Muu maailma																					
HFC/HFO (A1 & A2L) Mid-GWP*	P-Amerikka																					
	Eurooppa																					
	Kiina																					
	Muu maailma																					
HFC/HFO (A1 & A2L) Low-GWP*	P-Amerikka																					
	Eurooppa																					
	Kiina																					
	Muu maailma																					
HFC/HFO (GWP < 150) (A2L)	P-Amerikka																					
	Eurooppa																					
	Kiina																					
	Muu maailma																					

* GWP-luokitus on jossain määrin riippuvainen nykyisestä ratkaisusta ja käyttöpaineen lähtötasosta.

Yleiset ohjeet: korkea > 1000, keskitaso 300-1000, matala < 300.

** Ammoniikki/CO₂-kaskadijärjestelmät tulevat valtaamaan teolliset kylmäjärjestelmät

Taulukko: Maailmanlaajuiset suuntaukset, jäähdytys, ilmastoinnin jäähdytys ja lämpöpumput. Tilanne tammikuuta 2020.

■ Pääasiallinen kylmäaine

■ Käytössä rajoitettuihin ja vain kapealla markkinasektorilla

■ Säännöllisessä käytössä

Ei käytettävissä tai tilanteen kartoitus kesken

Teollisuudessa ollaan nyt siirtymässä maailmanlaajuisesti käyttämään luonnollisia kylmäaineita aina, kun ne ovat teknologiansa puolesta turvallisia ja taloudellisesti kannattavia. Synteettiset kylmäaineet tulevat todennäköisesti edelleen pysymään laajalti käytössä kylmäjä ilmastointitekniikassa, mutta niidenkin kohdalla ollaan ottamassa käyttöön uusia, entistä ympäristöystävällisempiä kylmäaineita, joiden GWP-arvo on alhainen.

CO₂ (R744)

- CO₂: n GWP-arvo on 1.
- Soveltuu hyvin **elintarvikkeiden vähittäiskaupan sovelluksiin**, joissa ympäristövaikutukset rajoittuvat pelkkiin vuototilanteisiin. Termodynaamisten ominaisuuksiensa ansiosta CO₂ on erinomainen vaihtoehto lämmön talteenottoon.
- Ylikriittisissä CO₂-järjestelmäprosesseissa suuri osa prosessin lämmöstä poistetaan korkeissa lämpötiloissa, joten se soveltuu **lämpöpumppuihin**.
- Teollisissa kylmäjärjestelmissä** CO₂: n käytöllä voidaan vähentää ammoniakkin määrää, mikä parantaa tehokkuutta ja pienentää kylmälaitteiden hiilijalanjälkeä.
- Kylmäkuljetuksissa, kevyissä**

kaupallisissa sovelluksissa ja elektroniikan jäähdytysratkaisussa CO₂ on paloturvallinen ja ympäristöystävällinen vaihtoehto.

Ammoniikki (NH₃ - R717)

- Sekä GWP-arvo että otsonikatoon vaikuttamista kuvaava ODP-kerroin (Ozone Depletion Potential) ovat nollassa, kustannukset (kiloa kohti) huomattavasti edullisemmat kuin HFC-yhdisteiden.
- Ammoniikki kuuluu **energiatohokkaimpiin** kylmäaineisiin sekä korkean että matalan lämpötilan sovelluksissa. Nyt, kun energiankulutus on suurennuslasin alla, ammoniakki on paras kylmäaine kestävä kehityksen kannalta. Ammoniakilla on paremmat **lämmönsiirto-ominaisuudet** kuin useimmilla kemiallisilla kylmäaineilla, mikä säästää tuotantolaitoksen rakennus- ja käyttökustannuksissa.

Hiilivedyt (R290, R600)

- Erinomainen energiatehokkuus, hyvä volumetrinen jäähdytysteho ja HFC-yhdisteitä suurempi käyttöalue Tulenarkuus rajoittaa sen käytön **pieniin järjestelmiin** ja **vedenjäähdytyskoneistoihin** (esim. elintarvikemyymälän koneistoihin tai

rakennuksen ulkopuolelle asennettuihin ilmastointilaitteisiin).

- Sallii matalan höyrystymislämpötilan ilman kompressorin ylikuumentumista, kun käytetään **lämpöpumppuissa** (HFC-yhdisteitä käytettäessä kylminä päivinä on käytettävä lisäksi sähkölämmittintä tai kalliimpaa höyry-/ nesteruiskutusta).
- Keskitasoon GWP: n HFC/HFO -seoksia**
- Tätä vaihtoehtoa voidaan käyttää siirtymäaikana korkean GWP-arvon HFC-järjestelmissä. Palamattomia kylmäaineita, joiden GWP-arvo on keskitasoa eli alle 1 500 voidaan käyttää etenkin sisälle asennettavissa järjestelmissä, joissa kylmäainetäyttö voi aiheuttaa ongelmia, mutta toisenlainen järjestelmä rakenne olisi liian kallis.
- Lievästi tulenarat HFC & HFO**
- Nämä lievästi tulenarat, alhaisen GWP:n kylmäaineet soveltuvat **suhteellisen suurikokoisiin järjestelmiin**.
- Nämä kylmäaineet ovat mielenkiintoinen vaihtoehto etenkin **ilmastointijärjestelmiin**, joita varten ei ole saatavana palamattomia (A1) luonnollisia kylmäaineita..