

SULPU 20v!

**Kylmäainetilanne lämpöpumpuissa
2019**

GWB/COP/FL

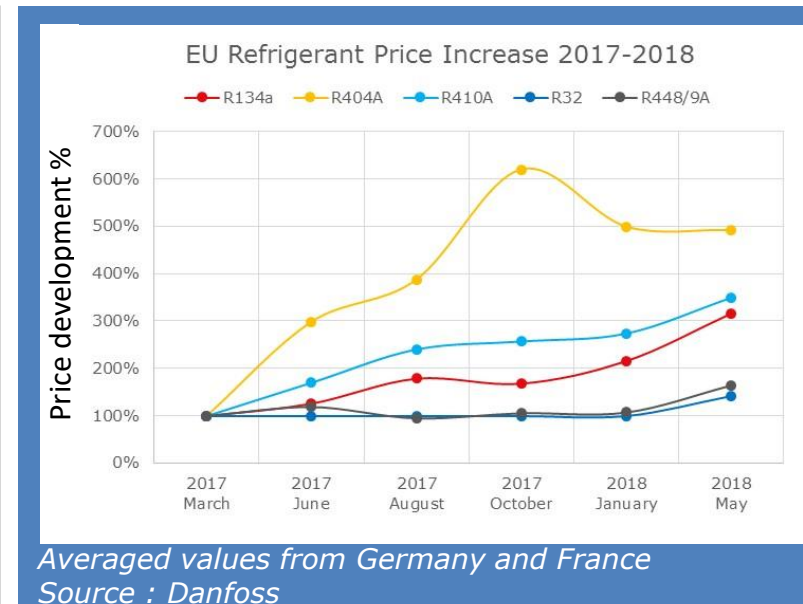
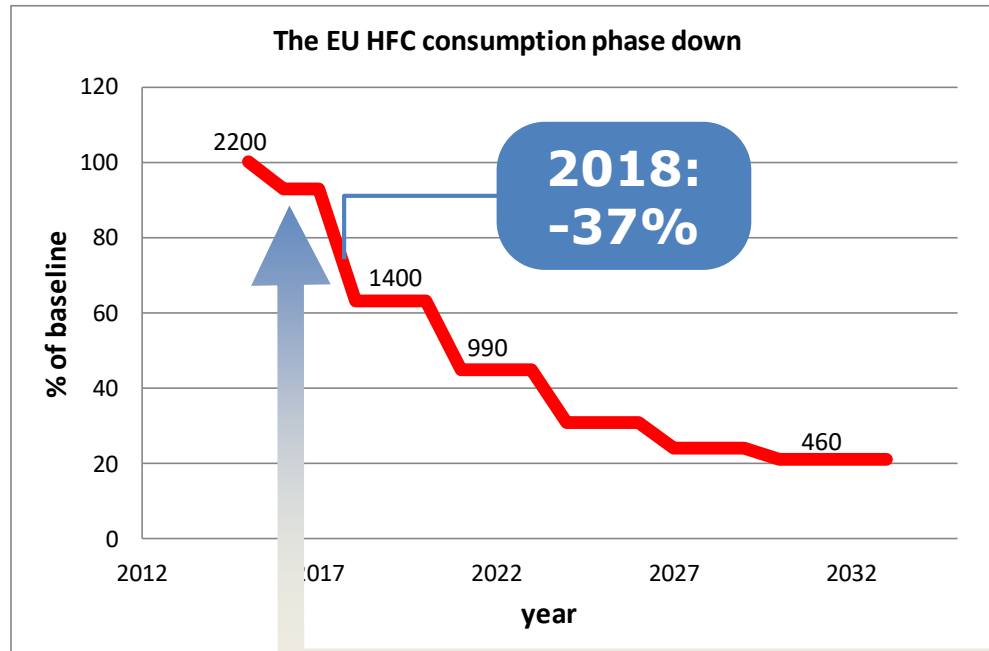
Tuure Stenberg



Impact of phase down – real life

EU - F-gas regulation

> Cutting down greenhouse gas emissions



Averaged values from Germany and France
Source : Danfoss

2017:
-7%

Baseline % in CO2 equivalent tons

Baseline 2015: 183 Mio tons CO2 equiv, approx. 83.000 tons HFC => average GWP: 2200
Average GWP are based on constant mass of refrigerant in the market

EU - F-gas regulation

Ban on new equipment:	Conditions/ GWP limit	From: 1 st of Jan	Main consequences
Domestic Refrigerator and Freezers	≥ 150	2015	Banned R134a. => R 600a in use today
Commercial Refrigerator and Freezers, hermetically sealed	≥ 2500	2020	Bans R404A/507. Alternatives R448A, R449A, R134a, R450A, R513A, HFO / HC
	≥ 150	2022	Bans R448A, R449A, R134a, R450A, R513A, R134a. Alternatives : HFO and HC (R290)
Stationary refrigeration equipment for temperatures above -50° C	≥ 2500	2020	Bans R404A/507. Alternatives R448A, R449A, R134a, R450A, R513A, HFO, HC (R290), CO2
Multipack centralised refr. systems for commercial use with a capacity ≥ 40kW	≥ 150 and ≥ 1500 for prim.circ. of cascades	2022	Bans traditional HFC, except R134a in cascades. Alternatives : HFO, HC, CO2
Movable room AC, hermetically sealed	≥ 150	2020	Bans traditional HFCs. Alternatives HFO, HC
Single split air-conditioning systems containing less than 3kg of HFC	≥ 750	2025	Bans R134a, R407C, R410A. Alternatives: R32, R452B, R454A, HFO / HC

Kylmälaitoksen aiheuttamista kasvihuonepäästöistä 80-90% syntyy laitoksen energiakulutuksen kautta, kylmäainevuotojen osuus on vain 10-20% !!!

TEWI = TOTAL EQUIVALENT WARMING IMPACT

$$TEWI = (GWP \times L \times n + (GWP \times m [1 - \alpha_{\text{recovery}}]) + (n \times E_{\text{annual}} \times \beta))$$

← Leakage → ← Recovery losses → ← Energy consumption →
 ← direct global warming potential → ← indirect global warming potential →

GWP = Global warming potential [CO₂-related acc. to IPCC IV]
 L = Leakage rate per year [kg]
 n = System operating time [Years]
 m = Refrigerant charge [kg]
 α_{recovery} = Recycling factor
 E_{annual} = Energy consumption per year [kWh]
 β = CO₂-Emission per kWh (Energy-Mix)

Fig. 2 Method for the calculation of TEWI figures

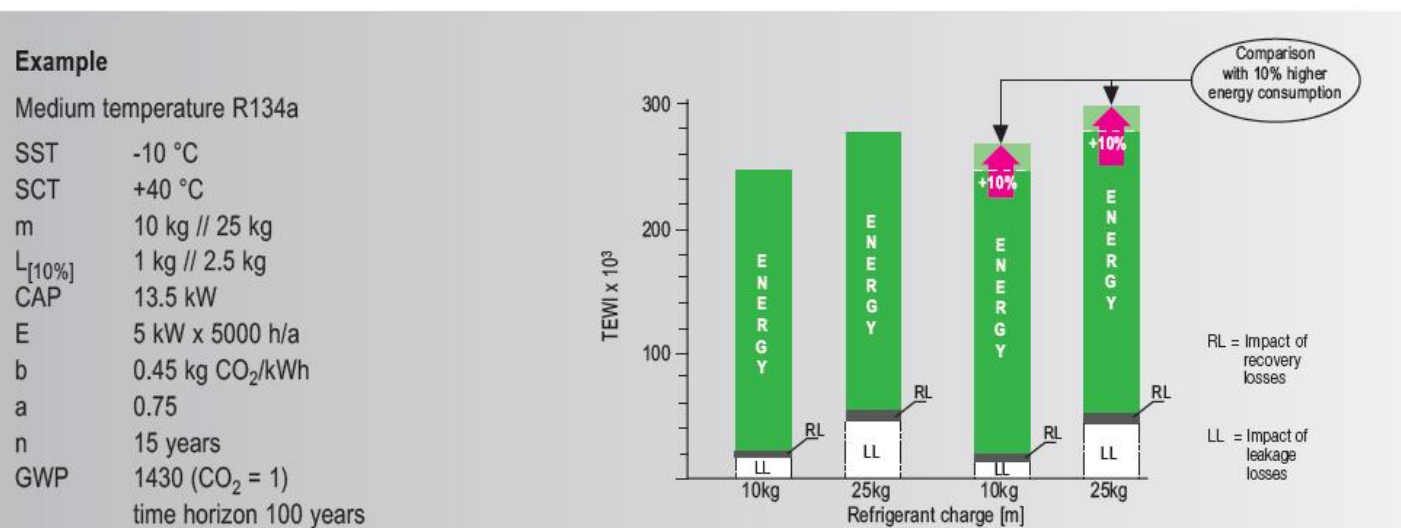


Fig. 3 Comparison of TEWI figures (example)

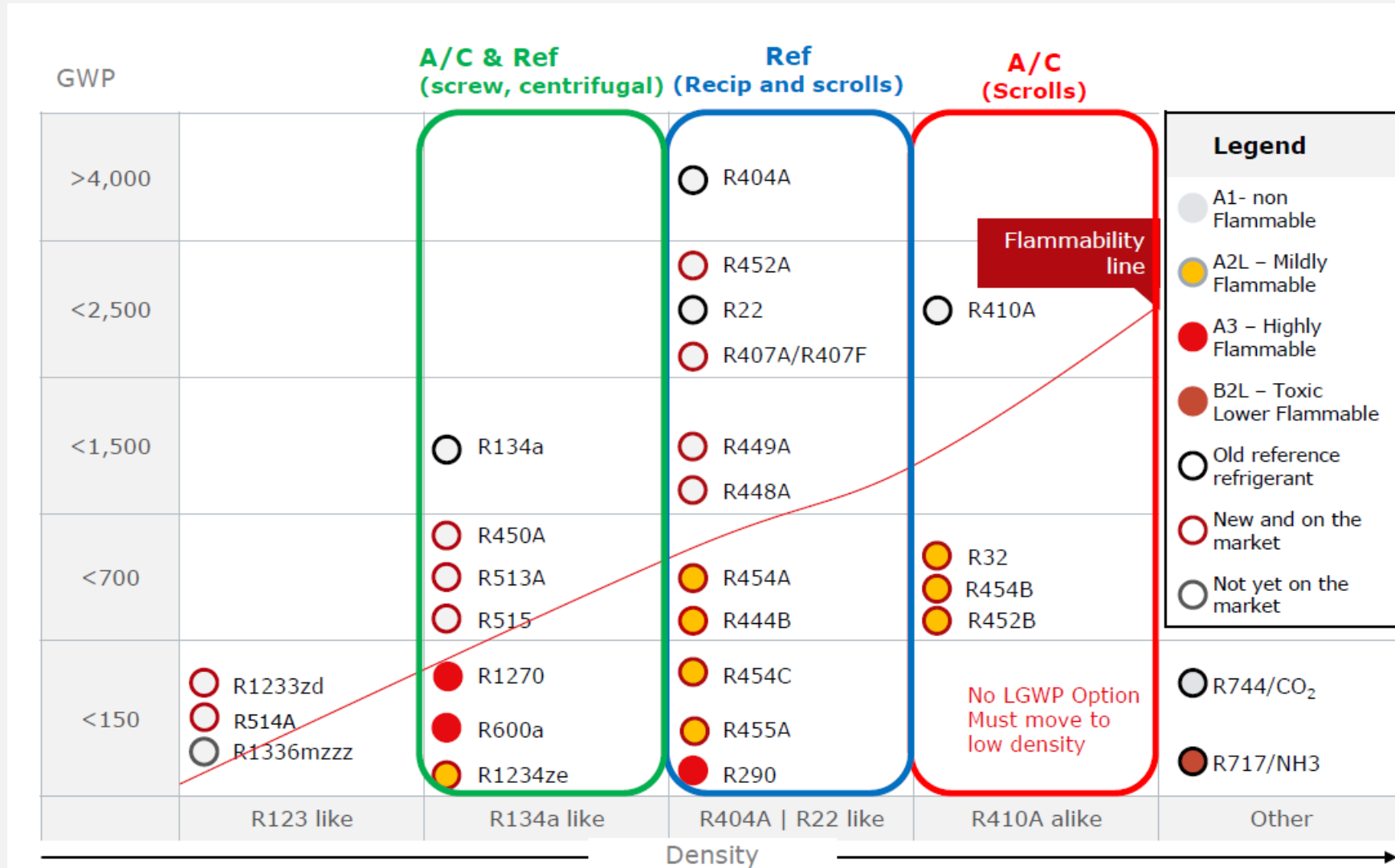
Kylmäaineiden saatavuus

11.9.2019 Pertti Hakala

Kylmäaine	Liukuma	GWP	Kiehumis- piste 1 bar	Turva- luokitus	Käyttö
Tällä hetkellä käytössä ja saatavilla olevat HFC- ja HFO-kylmäaineet					
R134a	-26 C	0 K	1430	A1	Laitoskylmiöt, isommat vedenjäähdytyskoneistot
R513A	-29 C	0 K	631	A1	Hyvä R134a:n korvaaja, teho ja hyötysuhde säilyy samana, ei liukumaa
R450A	-24 C	0,4 K	601	A1	R134a:n korvaaja, teho pienenee, hyvä korkeissa lauhtumislämpötilassa
R407C	-44 C	7,4 K	1774	A1	Ei vielä parempaa korvaajaa ilmastoinnin jäähdytyksessä
R448A	-45 C	6,1 K	1386	A1	R404A:n korvaaja, MT sama teho, LT teho pienenee n. 10%
R449A	-46 C	5 K	1397	A1	R404A:n korvaaja, MT sama teho, LT teho pienenee n. 10%
R452A	-47 C	3,8 K	2140	A1	R404A:n korvaaja, pienet kompressorilauhduttimet, Thermo King, Carrier
R410A	-51 C	0 K	2088	A1	Kaappikojeet, pienet vjk:t, VRF:t
R32	-52 C	0 K	675	A2L	Heikosti syttyvä. Korvannut R410A:n ilpeissä, mutta myöh. mahdollisesti myös VRF:ssä
R1234yf	-30 C	0 K	4	A2L	Heikosti syttyvä. Autoilmastointi; uudet autot
R1234ze	-18 C	0 K	7	A2L	Heikosti syttyvä. Ruuvivedenjäähdyttimet, korkealämpötilalämpöpumput
Saatavutta vielä jonkin aikaa:					
R422D:	-45 C	4,5 K	2729**	A1	Korvataan R448/9A:lla, öljy vaihtuu esteriksi, GWP yli 2500**
R404A:	-47 C	0,4 K	3920**	A1	Ei enää uusiin laitteisiin, GWP yli 2500**
R407F:	-46 C	6,4 K	1825	A1	Ei enää uusiin laitteisiin
Saatavuus loppunut:					
R407A	-46 C	6,6 K	2107	A1	Korvataan R448/9A:lla
R417A	-39 C	5,6 K	2346	A1	Korvataan R448/9A:lla, öljy vaihtuu esteriksi
R422A	-49 C	2,5 K	3143**	A1	Korvataan R448/9A:lla, öljy vaihtuu esteriksi, GWP yli 2500**
R437A	-33 C	3,6 K	1805	A1	Korvataan R134a:lla, öljy vaihtuu esteriksi, laitteen romutus huomioitava
R507	-47 C	0 K	3985**	A1	Korvataan R448/9A:lla. Märkähöyrysteisissä R507:lle ei ole korvaajaa, GWP yli 2500**

**=Yli 40 ekvivalenttitonin kylmä- ja lämpöpumppulaitokseen ei saa huollossa lisätä vuoden 2020 alusta yli 2500 GWP:n kylmäainetta.

Punaisen viivan yläpuolella olevat ovat palamattomia, alapuolella olevat ovat osittain palavia tai palavia



EN 378 : 2016

Flammable refrigerant
A2L

Charge limitations

➤ for other applications than human comfort
e.g. Commercial Refrigeration like Cold Rooms

	Compr & vessel indoors	Refrig equipment indoors Compr & vessel outdoors	Machinery room or open air	Ventilated enclosure
General access e.g. schools, hotel, hospitals, theaters	20% x LFL x room volume but not more than 1,5 x 26m ³ x LFL		No limit	Max 1,5 x 130m ³ x LFL
Supervised access e.g. professional offices, general manufacturing sites	not more than 11,3 kg R454C 11,3 kg R1234yf 12,0 kg R32 20,1 kg R455A	20% x LFL x room volume But not more than 25 kg		Max 56,4 kg R454C 59,4 kg R1234yf 59,9 kg R32 100,6 kg R455A
Authorised access e.g. production of chemicals, food, ... Refineries, non-public areas in supermarkets				

or

alternative risk management method
according to C.3 - see back up slides

EN 378 : 2016

Flammable refrigerant
A3

Charge limitations



for other applications than human comfort
e.g. Commercial Refrigeration like Cold Rooms

	Compr & vessel indoors	Refrig equipment indoors Compr & vessel outdoors	Machinery room or open air	Ventilated enclosure
General access e.g. schools, hotel, hospitals, theaters	Only sealed systems. 20% x LFL x room volume Below ground : not more than 1 kg Above ground : not more than 1,5 kg		5 kg	Max 130m ³ x LFL Max 5 kg R290 5 kg R1270 10,3 kg R610A 10,9 kg R430A
Supervised access e.g. profesional offices, general manufacturing sites	20% x LFL x room volume Below ground : not more than 1 kg Above ground : not more than 2,5 kg		10 kg	
Authorised access e.g. production of chemicals, food, ... Refineries, non-public areas in supermarkets	20% x LFL x room volume Below ground: not more than 1 kg Above ground not more than 10 kg	Above ground not more than 25 kg	No limit	

Palavien kylmäaineiden käyttöön liittyy omat riskinsä



Pakastevaraston propaanikylmäkoneiston konehuoneessa tapahtui huoltotyövirheen vuoksi räjähdys Saksassa 2017



Tukholmassa bussi syttyi palamaan, kun katolla oleva kaasusäiliö kävi kiinni matalaan tunneliin ja siinä muodostunut kipinä sytytti kaasun

Vertailu R404A, R407A, R407F, R448A, R449A LT

Compressor model	4PES-12Y																					
Refrigerant	R404A		R407A		Ero		R407F		Ero		R448A		N40		Ero		R449A		XP40		Ero	
GWP	3900		2107		R404A:han		1824		R404A:han		1386		R404A:han		1397		R404A:han		R404A:han		R404A:han	
Reference temperature	Mean temperature		Mean temperature				Mean temperature				Mean temperature				Mean temperature							
Evaporating SST	-35,00 °C		-35,00 °C				-35,00 °C				-35,00 °C				-35,00 °C							
Condensing SDT	40,0 °C		40,0 °C				40,0 °C				40,0 °C				40,0 °C							
Liquid subcooling	0 K		0 K				0 K				0 K				0 K							
Suction gas temperature	-10 °C		-10 °C				-10 °C				-10,00 °C				-10,00 °C							
Useful superheat	100 %		100 %				100 %				100 %				100 %							

Cooling capacity	6,17 kW		4,97 kW		-19 %		5,46 kW		-12 %		5,56 kW		-10 %		5,53 kW		-10 %					
Power input	4,77 kW		4,09 kW				4,32 kW				4,02 kW				4,01 kW							
Current (400V)	9,92 A		9,14 A				9,39 A				9,05 A				9,04 A							
Condenser Capacity	10,93 kW		9,07 kW				9,78 kW				9,58 kW				9,54 kW							
COP/EER	1,29		1,21		-6 %		1,26		-2 %		1,38		7 %		1,38		7 %					
Mass flow	207 kg/h		127,6 kg/h				122,5 kg/h				137,8 kg/h				140,1 kg/h							
Operating mode	Standard		CIC				CIC				Standard				Standard							
Discharge gas temp. w/o coolin	97 °C		133,2 °C				--				121,1 °C		7 °C		119,7 °C							

**Pakkasessa kylmäaineilla R448A ja R449A jäähdytysteho pienenee noin 7%,
kylmäkerroin paranee noin 7%**

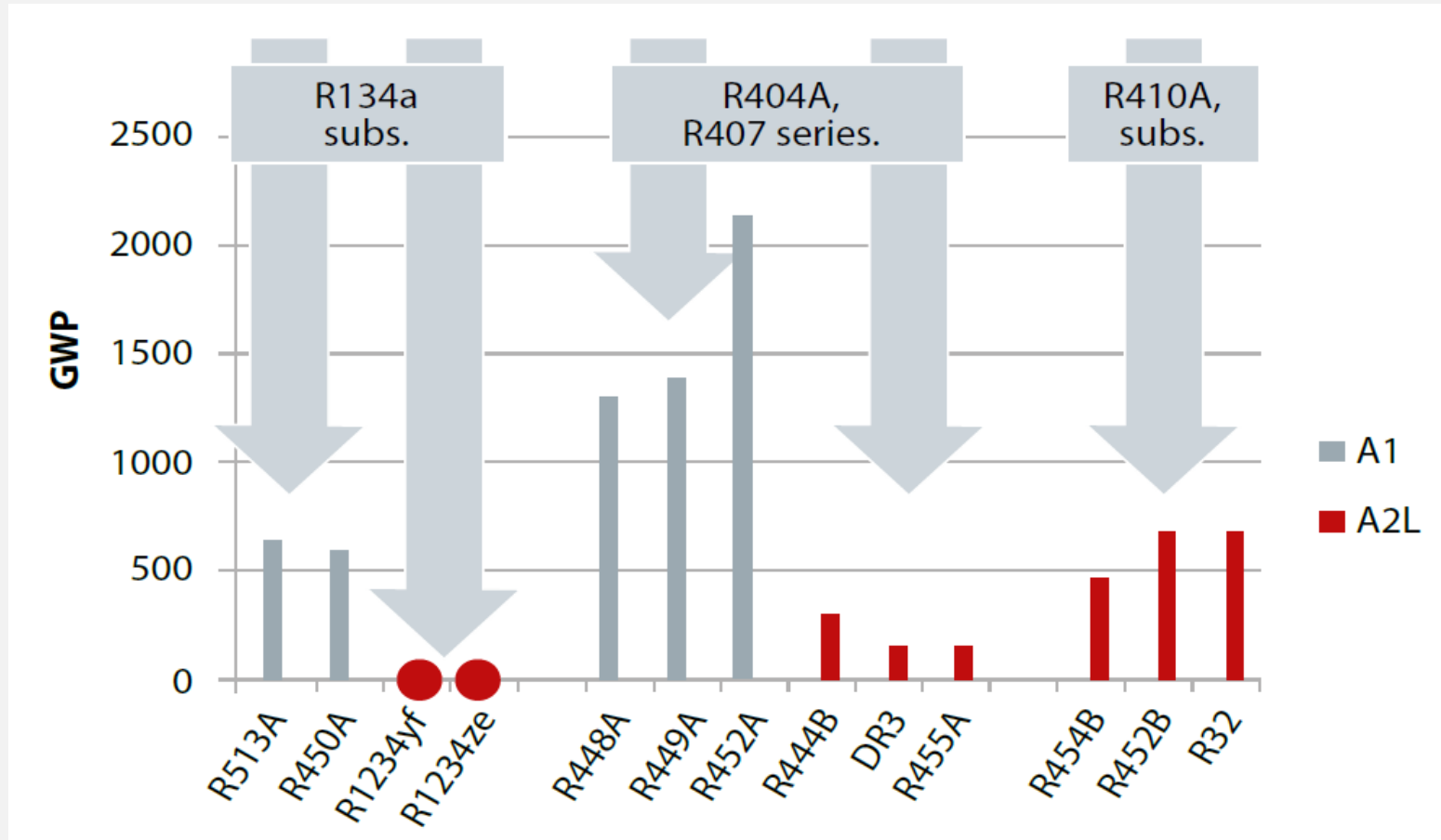
Vertailu R404A, R407A, R407F, R448A, R449A MT

Refrigerant	R404A	R407A	Ero	R407F	Ero	R448A	N40	Ero	R449A	XP40	Ero
GWP	3900	2107	R404A:han	1824	R404A:han	1386		R404A:han	1397		R404A:han
Reference temperature	Mean temperature	Mean temperature		Mean temperature		Mean temperature		Mean temperature	Mean temperature		
Evaporating SST	-10,00 °C	-10,00 °C		-10,00 °C		-10,00 °C		-10,00 °C	-10,00 °C		
Condensing SDT	40,0 °C	40,0 °C		40,0 °C		40,0 °C		40,0 °C	40,0 °C		
Liquid subcooling	0 K	0 K		0 K		0 K		0 K	0 K		
Power supply	400V-3-50Hz	400V-3-50Hz		400V-3-50Hz		400V-3-50Hz		400V-3-50Hz	10,00 °C		

Capacity steps	100 %	100 %		100 %		100 %		100 %	100 %		
Cooling capacity	25,4 kW	24,7 kW	-3 %	26,3 kW	4 %	25,4 kW	0 %	25,2 kW	-1 %		
Power input	9,8 kW	9,05 kW		9,54 kW		9,26 kW		9,25 kW			
Current (400V)	18,05 A	17,05 A		17,7 A		17,32 A		17,32 A			
Voltage range	380-420V	380-420V		380-420V		380-420V		380-420V			
Condenser Capacity	35,3 kW	33,8 kW		35,8 kW		34,6 kW		34,4 kW			
COP/EER	2,6	2,73	5 %	2,76	6 %	2,74	5 %	2,72	5 %		
Mass flow	770 kg/h	588 kg/h		555 kg/h		583 kg/h		591 kg/h			
Operating mode	Standard	Standard		Standard		Standard		Standard			
Discharge gas temp. w/o coolin	75,1 °C	87,4 °C		92,6 °C		87,9 °C		87,5 °C			

Plussassa kylmäaineilla R448A ja R449A jäähdytysteho pysyy koko lailla muuttumattomana, kylmäkerroin paranee noin 5%

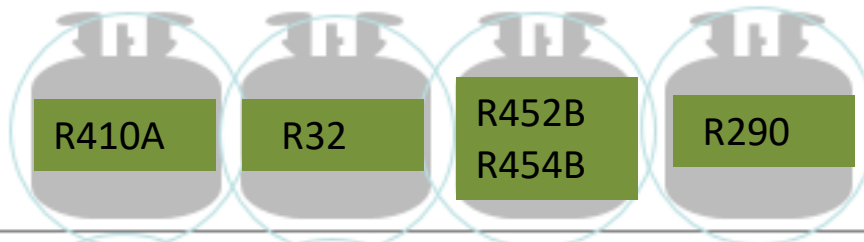
Seuraavan kehitysaskeleen R134a ja R404A korvaavat kylmäaineet tulevat olemaan osittain palavia A2L-aineita



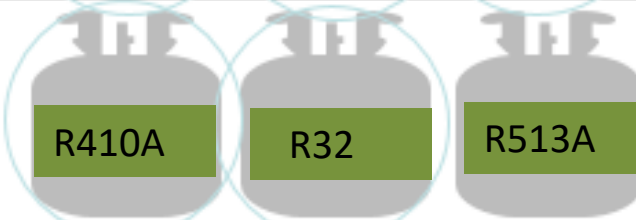
Sovellus

Lähiajan ratkaisut vuoteen 2022 asti

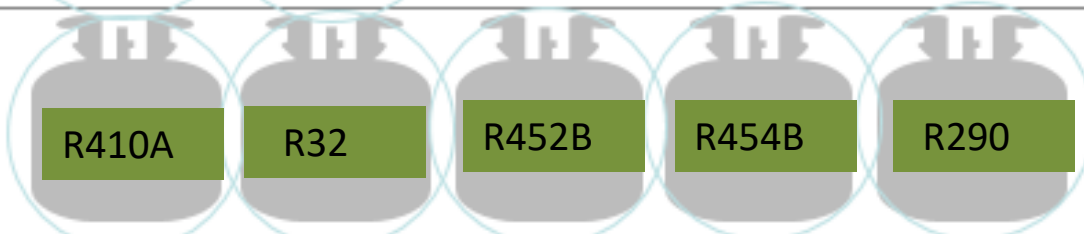
Ikkunakojeet ja pienet lämpöpumput



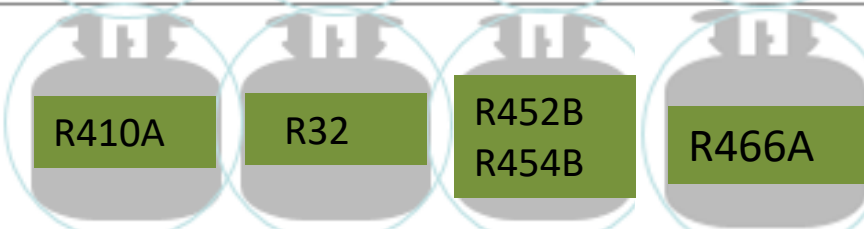
VRF



Scroll veden-
jäähdytyskoneistot



Rooftop Units
Air Handling Units



Turbo- ja ruuviveden-
jäähdytyskoneistot

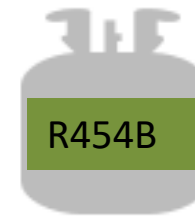
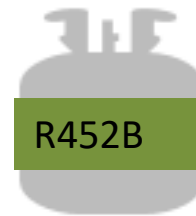


1920 A1	677 A2L	676/467 A2L	733 A1	GWP (AR5) Turvaluokka
------------	------------	----------------	-----------	--------------------------

Sovellus

Pitkän aikavälin ratkaisut 2022-2030

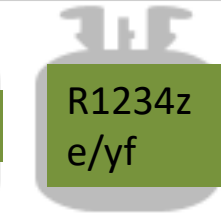
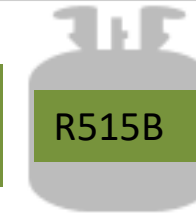
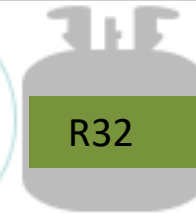
Ikkunakojeet ja pienet
lämpöpumput



VRF



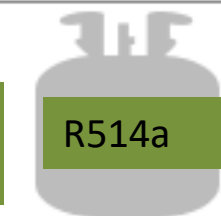
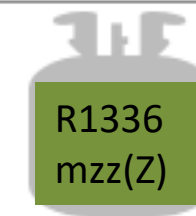
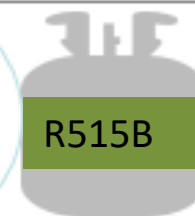
Scroll veden-
jäähdytyskoneistot



Rooftop Units
Air Handling Units



Turbo- ja ruuviveden-
jäähdytyskoneistot





Kiitos!

Gebwell Ltd.
Patruunapolku 5
FI-79100 Leppävirta, FINLAND

www.gebwell.com
Tel. +358 20 1230 800
info@gebwell.fi

