

BRODSKI POMOĆNI SUSTAVI

Cjevovodi opće službe

Rashladne tvari

RADNE TVARI

- Od XIX st.: etileter \Rightarrow dimetileter \Rightarrow NH_3 \Rightarrow CO_2 \Rightarrow SO_2 \Rightarrow N_2O \Rightarrow etan (etilen, propan, izobutan) \Rightarrow klorometan, brodski uređaji - CO_2 i NH_3 \Rightarrow FREONI
- freoni - derivati metana i etana (F, Cl, Br)
- R-12 i R22
- danas: R-12 \Rightarrow R-22, zeotropne i azeotropne smjese, R-134a, CO_2 i NH_3

MJERE PREDOSTROŽNOSTI

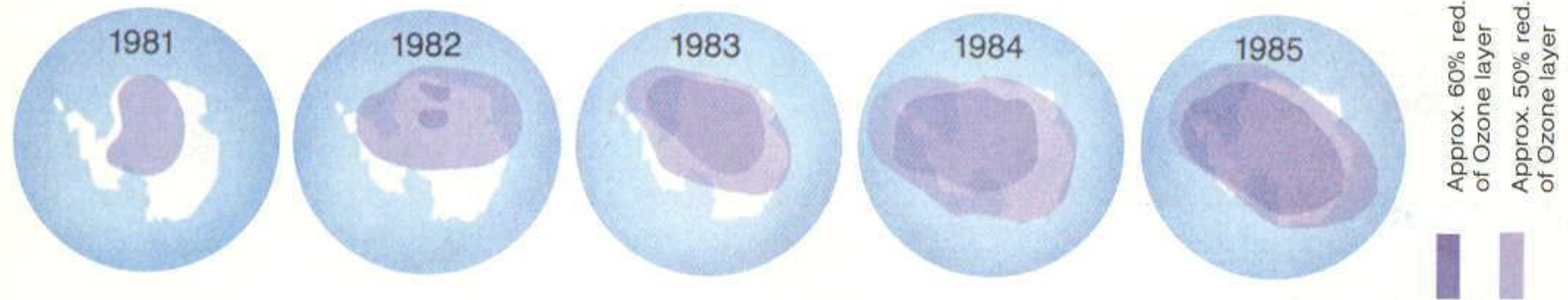
- TLAKOVI U SUSTAVU
- expandira na atm. tlak – niske temperature – smrzotine
- otežano disanje, pad krvnog tlaka, nesvjestica, drhtanje, oštećenja jetre, iritacija kože
- kemijske reakcije – otrovnost (opasan dodir s kožom, sluznicom, očima)
- osobna zaštita

OKOLIŠ

- ozonski omotač
- efekt staklenika - globalno zatopljenje
- zamjena R-12 s R-22
- R-22 ima 5%-tni štetni potencijal R-12
- prevladavajuće teorije prepoznaju atome klora (Cl) kao najštetnije po ozon

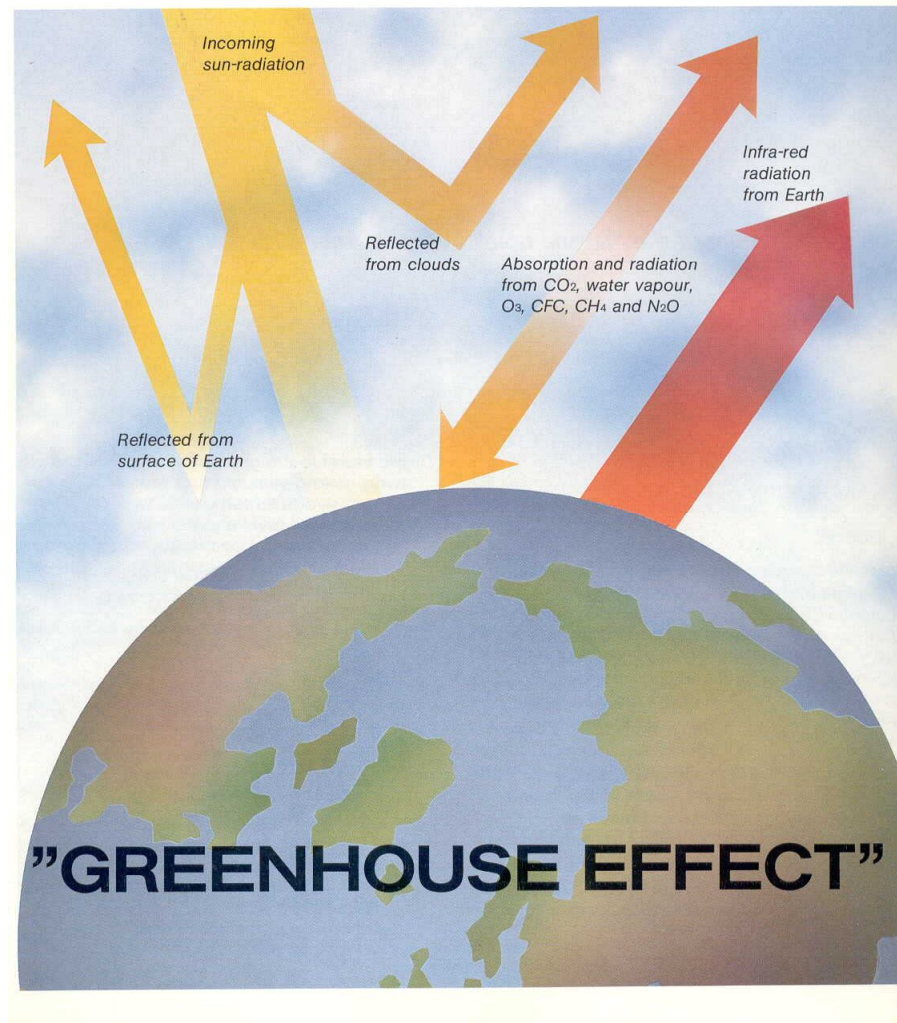
OKOLIŠ

The development of the "Ozone-hole" over the Antarctica



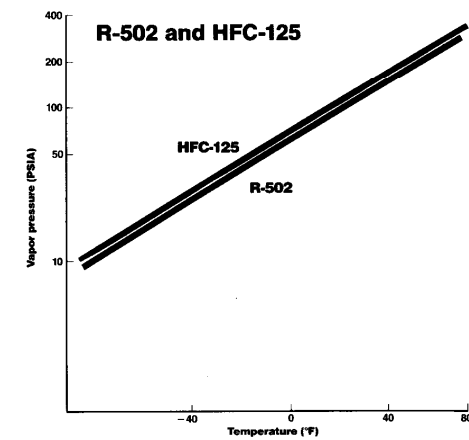
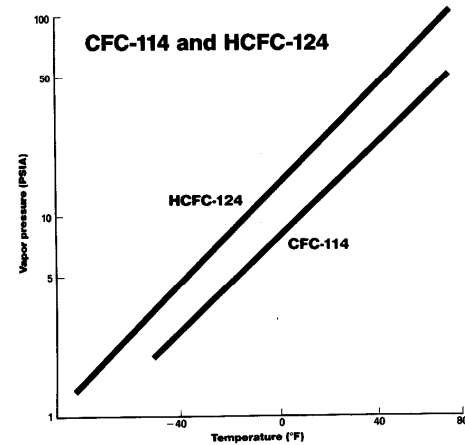
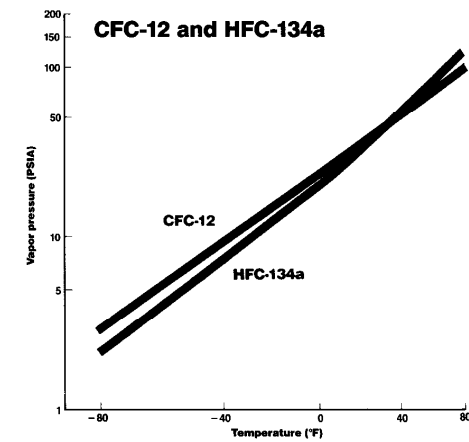
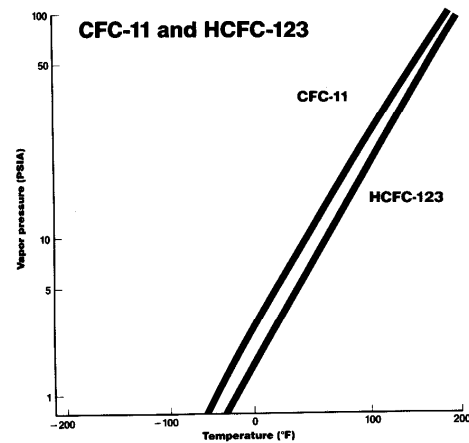
This development has continued after 1985 Source: New Scientist

OKOLIŠ

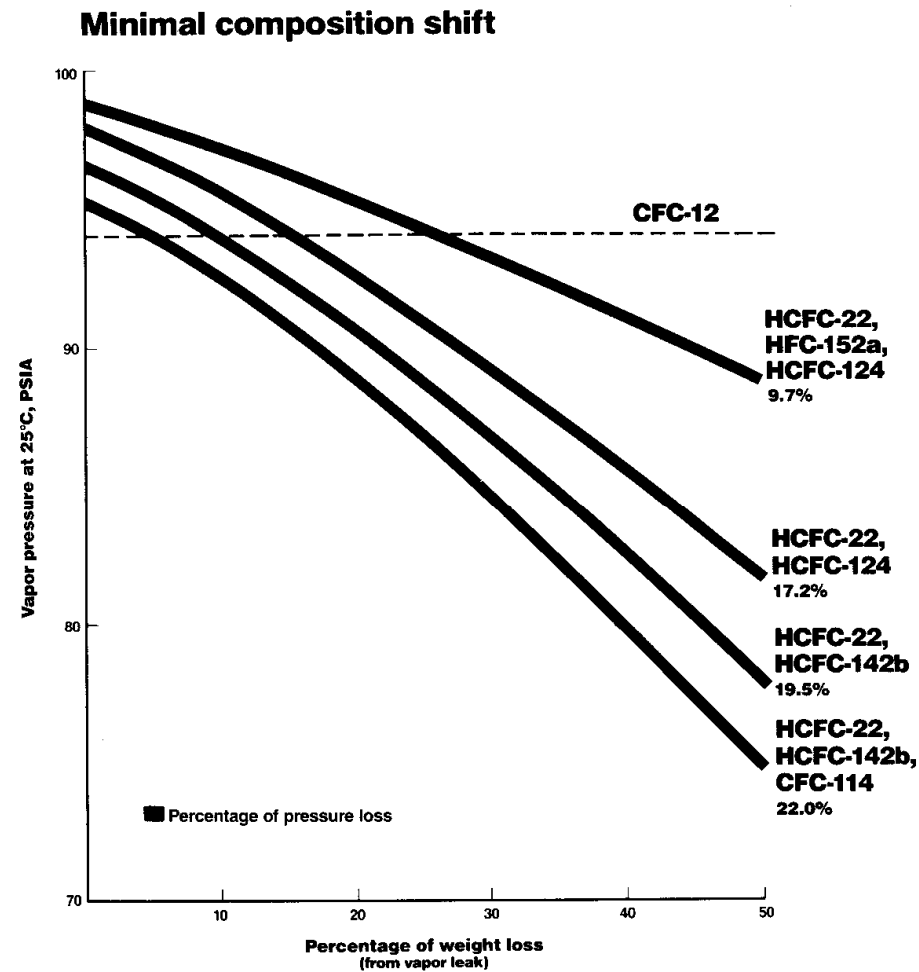


Zamjenska sredstva

Vapor pressure comparisons of existing refrigerants and alternatives



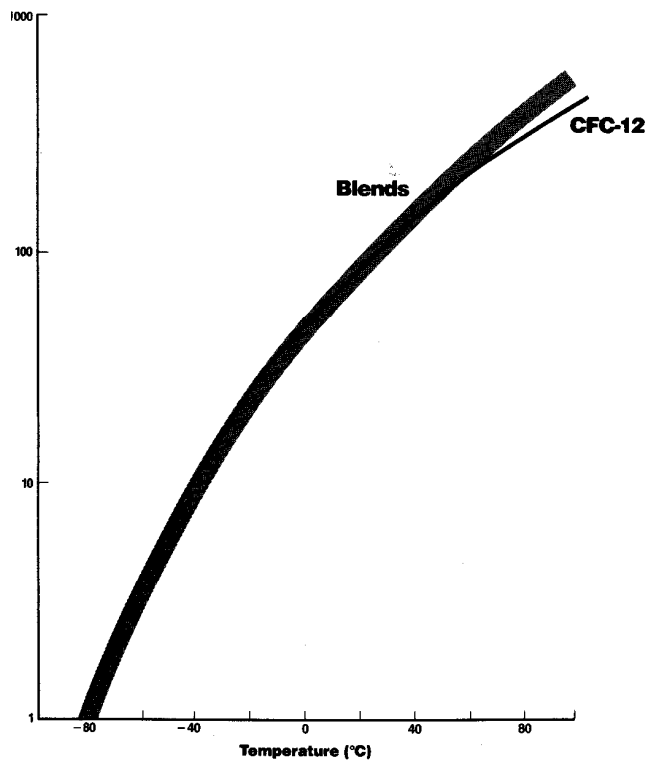
Zamjenska sredstva



Zamjenska sredstva

Blends for CFC-12 aftermarket

Vapor pressure comparisons



Theoretical cooling capacity and energy efficiency improvements

	CFC-12	Blend (range)
Cooling capacity (relative CFC-12)	1.0	0.95–1.05
Energy efficiency (COP)	2.10	2.16–2.17
Evaporator pressure (PSIA)	19	16–18
Compressor discharge pressure (PSIA)	196	195–215
Compressor discharge temperature (°F)	158	185–190

Test conditions: Condenser 130°F, Sub-cooling 0, Evaporator –10°F, Superheat 5°F

- Patented multi-component blends, can contain: HCFC-22, HFC-152a, CFC-114, HCFC-124 and others
- Soluble with commercial oils
- Minimal retrofit expected
- Applications may include medium temperature food cases, vending machines, auto a/c and appliances
- Possible OEM candidates

Zamjenska sredstva

Physical Data	METRIC UNITS	GRADES			
		11 Trichloro- fluoromethane	12 Dichlorodi- fluoromethane	22 Chlorodi- fluoromethane	502
Chemical Formula		CCl ₃ F	CCl ₂ F ₂	CHClF ₂	Azeotrope
Molecular Weight		137.38	120.93	86.48	111.6
Boiling Point at 1 atm	°C	23.8	-29.8	-40.8	-45.6
Freezing Point	°C	-111	-158	-160	
Critical Temperature	°C	198	112	96	90.1
Critical Pressure	atm	43.2	40.6	48.7	42.1
	kg/sq cm abs	44.98	42.0	50.3	43.5
Critical Volume	cc/mol	247	217	164	199.5
Critical Density	g/cc	0.554	0.558	0.525	0.529
Specific Heat of Liquid at 30°C	cal/g/°C	0.208	0.236	0.335	0.30
Specific Heat of Vapour at Constant Pressure (1 atm at 30°C)	cal/g/°C	0.137	0.148	0.152	0.168
Ratio of Specific Heats (Cp/Cv) at 1 atm and 30°C		1.136	1.136	1.184	1.133
Density of Liquid at 30°C	g/cc	1.464	1.292	1.175	1.218
Density of Saturated Vapour at boiling point	g/l	5.85	6.33	4.82	6.032
Latent Heat of Vaporisation at boiling point	cal/g	43.51	39.47	55.92	42.47
Thermal Conductivity of Liquid at 20°C	J/cm/sq cm/s/°C	0.000911*	0.000725*	0.000901*	0.000636
Thermal Conductivity of Vapour at 30°C (1 atm)	J/cm/sq cm/s/°C	0.000083	0.000102*	0.000117	0.000224
Surface Tension at 25°C	dynes/cm	19	9	9	8
Viscosity of Liquid at 30°C	Centipoise	0.405	0.251	0.229	0.24
Viscosity of Vapour at 1 atm and 30°C	Centipoise	0.0111	0.0127	0.0131	0.013
Solubility of Water in Refrigerant	wt % at 30°C	0.013	0.012	0.15	
	0°C	0.0036	0.0026	0.060	0.022
Solubility of Refrigerant in Water at 1 atm and 25°C	wt %	0.11	0.028	0.30	
Relative di-electric strength at 1 atm and 23°C (Nitrogen = Q)		3.1	2.4	1.3	2.34
Di-electric constant, liquid. Temperature in °C		2.28 ²⁹	2.13 ²⁹	6.11 ²⁴	
Di-electric constant, vapour (0.5 atm). Temperature in °C		1.00197 ²⁶	1.0016 ²⁹	1.0035 ²⁵ :4	

* Figures taken from a review of the existing data by R. W. Powell ("Modern Refrigeration" December, 1956).

Označavanje

- CFC – chlorofluorocarbons
- HCFC – hydrochlorofluorocarbons
- HFC – hydrofluorocarbons
- R-xx

Identifikacija čistih tvari

- $xx + 90 = XYZ$
- X – broj C atoma
- Y – broj H atoma
- Z – broj F atoma
- $2X - Y - Z + 2$ – broj Cl atoma
- ako je Cl=0 radi se o HFC spoju
- slovo označava različite izomere (isti broj atoma, ali različita struktura)

Primjeri

- R-12
- $12+90=102$
- $C=1; H=0; F=2; Cl=2 \Rightarrow C Cl_2 F_2$
- difluordiklormetan
- R-134a
- $134+90=224$
- $C=2; H=2; F=4; Cl=0 \Rightarrow C H_2F - CF_3$
- tetrafluoretan (HFC 134a)

Identifikacija smjesa

- ASHRAE standard 34 -2004 i ISO 817
- zeotropne smjese - serija brojeva 400...
- azeotropne smjese - serija brojeva 500...
- brojevi se dodjeljuju prema kronološkom redu odobravanja od strane ASHRAE
- velika slova označavaju iste sastojke, ali s različitim udjelima

Primjeri

- R-407A R32/125/134a (20.0/40.0/40.0)
- R-407B R32/125/134a (10.0/70.0/20.0)
- R-407C R32/125/134a (23.0/25.0/52.0)
- R-407D R32/125/134a (15.0/15.0/70.0)
- R-407E R32/125/134a (25.0/15.0/60.0)

Primjeri

- R-404A (skoro azeotropna smjesa sadrži R-125, R-143a i R-134a u masenim omjerima 44/52/4)
- R-407C (sadrži R-32, R-125 i R-134a u masenim omjerima 23/25/52)
- R-410A (skoro azeotropna smjesa sadrži R-32 i R-125 u masenim omjerima 50/50, zamjena za R-22)
- R-507 (azeotropna smjesa sadrži R-125 i R-143a u masenim omjerima 50/50)

Organske tvari

- sistem označavanja kao za fluorouglične spojeve
- $xx+90=XYZ$
- primjer: propan C_3H_8 (R-290)
- $290+90=380$; C=3, H=8, F=0

Anorganske tvari

- serija 700..., a broj se tvori tako da se znamenici 700 pribroji molekularna masa
- R-717 – amonijak mol. mase 17
- R-718 – voda mol. mase 18
- R-744 – CO₂ mol. mase 44

ASHRAE sigurnosna oznaka

- slovo označava otrovnost, a broj zapaljivost
- A – sredstva za koja nije utvrđena toksičnost u koncentracijama manjim od 400ppm
- B – postoje dokazi o toksičnosti pri tim koncentracijama
- 1 – sredstva ne pokazuju širenje plamena pri 21°C i 101 kPa
- 2 - sredstva imaju manju granicu zapaljivosti
- 3 – sredstva su jako zapaljiva

Sigurnosne oznake

JAKO ZAPALJIVO	A3	B3
SLABO ZAPALJIVO	A2	B2
NEZAPALJIVO	A1	B1
	NISKA OTROVNOST	VISOKA OTROVNOST

Oznaka	Naziv	Sastav ili kemijska formula	Sigurnosna oznaka
		(maseni udjeli)	
Anorganske tvari			
R-717	amonijak	NH ₃	B2
R-718	voda	H ₂ O	A1
R-744	uglični dioksid	CO ₂	A1
Organske tvari			
Hidrougljici			
R-290	propan	CH ₃ CH ₂ CH ₃	A3
R-600	butan	CH ₃ CH ₂ CH ₂ CH ₃	A3
R-600a	izobutan	CH(CH ₃) ₂ CH ₃	A3
R-1270	propilen	CH ₃ CH=CH ₂	A3
Hidrofluorouglijci (HFC)			
R-32	difluormetan	CH ₂ F ₂	A2
R-125	pentafluoretan	CHF ₂ CF ₃	A1
R-134a	1,1,1,2-tetrafluoroetan	CH ₂ FCF ₃	A1
R-143a	1,1,1-trifluoroetan	CH ₃ CF ₃	A2
R-152a	1,1-difluoroetan	CH ₃ CHF ₂	A2
Azeotropne smjese			
R-502		R22/R115 (48.8/51.2)	A1
R-507		R125/R143a (50/50)	A1
Zeotropne smjese			
R-404A		R125/R143a/R134a (44/52/4)	A1
R-407C		R32/R125/R134a (23/25/52)	A1
R-410A		R32/R125 (50/50)	A1

Zašto smjese?

- kako bi se postigla termodinamička svojstva slična postojećim sredstvima te bi se mogli koristiti postojeći sustavi s malim preinakama
- razvoj efikasnijih i ekonomičnijih rashladnih fluida – obično iziskuje i razvoj novog sustava

Smjese

- zeotropne <> azeotropne
- zeotropne:
 - dolazi do promjene sastava
 - temperaturni pomak
- generalno za smjese vrijedi:
 - slabiji učin od sredstava koje zamjenjuju
 - malo koja može direktno zamijeniti postojeće rashladno sredstvo – preinake
 - nekompatibilna ulja - zamjena

Sastojci

CFC	HCFC	HFC	HC and Others
R-11	R-22	R-32	R-50 (methane)
R-12	R-123	R-116	R-190 (ethane)
R-114	R-124	R-125	R-290 (Propane)
R-115	R-142b	R-134a	R-600 (butane)
		R-143a	R-600a (isobutane)
		R-152a	R-1150 (ethylene)
		R-218	R-1270 (propylene)
		R-236ef	R-717 (ammonia)
		R-245fa	R-744 (carbon dioxide)

Smjese s CFC ODS Klasa I	Smjese s HCFC ODS Klasa II	Ne-ODS smjese
R-400	R-401A, R-401B	R-404A
R-500	R-402A, R-402B	R-407A, R-407B, R-407C ,
R-501	R-403A, R-403B	R-407D, R-407E
R-502	R-405A*	R-410A , R-410B
R-503*	R-406A	R-413A
R-504*	R-408A, R-408B	R-417A
R-505*	R-409A, R-409B	R-419A
R-506*	R-411A, R-411B	R-421A, R-421B**
	R-412A	R-422A**
	R-414A, R414B	R-507A
	R-415A, R415B	R-508A, R-508B
	R-416A	R-509A
	R-418A	
	R-420A	

ODS – Ozone Depleting Substances

Primjene

- kućanstva:
 - R-12 >>> R-134a ili R-600a
- klimatizacija vozila
 - R-12 >>> R-134a
- centralizirani sustavi (komercijalni)
 - R-12 >>>R-134a
 - R-502 >> “R-22 blend”
 - R-22 >>> R-404A ili R-507A
- zamjena u novim uređajima za R-22 i R-502
 - veliki sustavi za niske i srednje temperature
 - R-404A ili R-507A
 - mali sustavi za srednje temperature
 - R-134a ili R-407C

Primjene

- industrijsko rashlađivanje, skladištenje te priprema hrane
 - R-717
 - R-744
 - R-12 >>> R-134a
 - R-502 >>> R-404A i R-507A
 - R-410A u novim sustavima
- hlađenje pri transportu
 - trgovački brodovi
 - R-12 >> R-22 ili R401A, R-409A
 - R-12 >>> R-134a
 - R-410A u novim sustavima
 - kontejneri
 - R-12 >>> R-407D ili R-413A

Primjene

- klimatizacija i toplinske pumpe
 - R-22 >>> R-407C, R-134a ili R-417A
 - R-410A u novim sustavima
- veći rashlađivači
 - R-11 >> R-123 >>> R-245fa
 - R-12 >>> R-134a
- centrifugalni i vijčani rashlađivači manji od 1400 kW
 - R-22 >>> R-134a
- manji pužni, vijčani i klipni rashlađivači
 - R-22 >>> R-134a, R-407C
 - R-410A u novim sustavima