

	Názov	Strana
Kapitola		
2	CHLADIVÁ	1
2.1	Rozdelenie	1
2.2	Chladivá v SR	2
2.3	Koncepcia TEWI	3
2.4	Ekonomická a ekologická efektívnosť (eco-efficiency)	3
2.5	Kľúčové fyzikálne, bezpečnostné a environmentálne údaje chladív	7
2.6	Účinnosť chladív	8
2.7	Bezpečnostné údaje	9
2.8	Environmentálne údaje	9
2.9	Teplonosné látky	11
Príloha	Chladivá	12

## 2 Chladivá

V legislatívnej práci Európskej únie je zreteľná, jasná tendencia od bezpečnostných aspektov k hľadiskám životného prostredia. To platí aj pre chladivá. Medzi najznámejšie Nariadenia Európskeho parlamentu a Rady patria 2037/2000 zameraná na chlórované chladivá a 842/2006 zameraná na fluórované chladivá z hľadiska priameho vplyvu na oteplenie zeme. Vplyv chladív na životné prostredie sa však prejavuje nielen:

- priamo pôsobením chladiva uniknutého zo zariadenia netesnosťami, pri poruche, opravách a na konci jeho životnosti pri likvidácii, ale tiež
- nepriamo prostredníctvom spotreby energie na výrobu chladu.

Rozdelenie, triedenie chladív ich hodnotenie z pohľadu aj životného prostredia je popísané v norme STN EN 378 1-4 z roku 2008 + A1+A2 z roku 2012.

### Chladivá

Chladivom je pracovná látka, pomocou ktorej sa v chladiacom zariadení alebo tepelnom čerpadle uskutočňuje tepelný obeh, behom neho sa prijíma teplo z chladenej látky pri nízkej teplote a nízkom tlaku a odovzdáva teplo do ohrievanej látky pri vyššej teplote a tlaku. Pri tomto procese chladivo mení svoje skupenstvo z kvapalného na plynné a naopak.

Ako chladivá sú dnes používané látky jednozložkové a tiež ich zmesi zeotropické, a azeotropické. Fázová zmena z kvapalnej na plynnú fázu a naopak prebieha u jednozložkového chladiva alebo azeotropickej zmesi chladív pri určitom tlaku za konštantnej teploty. Použitím zeotropickej zmesi chladív sa táto fázová zmena uskutočňuje pri premenlivej teplote, kedy napríklad na počiatku varu je iná teplota ako na jeho konci. Tento rozdiel teplôt je označovaný ako teplotný sklz.

Ideálne chladivo neexistuje. Výber je vždy kompromisom závisiacim od nasledovných vlastností chladiva pre konkrétne riešenie:

- Fyzikálne, termodynamické vlastnosti:
  - Vysokú (termodynamickú) energetickú účinnosť vyjadrenú COP
  - Veľký merný chladiaci výkon a objemovú chladivosť
  - Vysokú kritickú teplotu
  - Nízky tlakový pomer
  - Nízky teplotný sklz
  - Malú mernú hmotnosť pár a s tým súvisiacu malú tlakovú, teplotnú stratu
  - Dobrý koeficient tepelnej vodivosti

Environmentálne ODP, GWP, TEWI, LCCP a iné ekonomické, chemické parametre:

- Nízky skleníkový vplyv
- Nízka jedovatosť
- Nízka horľavosť
- Nízka výbušnosť
- Dobrá kompatibilita s materiálmi a olejmi

### 2.1 Rozdelenie a triedenie chladív

Chladivá sa dajú rozdeliť do nasledujúcich skupín:

- **Podľa pôvodu**
  - Prírodné látky, vyskytujúce sa vo voľnej prírode NH<sub>3</sub>, CO<sub>2</sub>, voda, ...
  - Čisté uhľovodíky, napríklad propán, izobután, ...
  - Halogenované uhľovodíky, CFC, HCFC, HFC a HFO chladivá

- **Podľa pôsobenia na životné prostredie**
  - a. Silne narušujúce ozónovú vrstvu Zeme a spôsobujúce globálne otepľovanie
  - b. Mierne narušujúce ozónovú vrstvu Zeme a spôsobujúce globálne otepľovanie
  - c. Spôsobujúcu globálne otepľovanie s GWP > 150
  - d. Spôsobujúcu globálne otepľovanie s GWP < 150
  - e. Bez priamych negatívnych vplyvov na životné prostredie
  
- **Podľa horľavosti**
  - Skupina 1: Chladivá, ktoré nie sú v plynnom stave horľavé pri akejkoľvek koncentrácii so vzduchom.
  - Skupina 2: Chladivá, ktorých dolná medza horľavosti je menšia ako 3,5 % objemové koncentrácie v zmesi so vzduchom.
  
- **Podľa jedovatosti**
  - a. Skupina A: Chladivá, ktoré nemajú nepriaznivé účinky na takmer všetkých pracovníkov, ktorí môžu byť každodenne vystavení po dobu normálneho 8 hodinového pracovného dňa a 40 hodinového pracovného týždňa časovo váženej priemernej koncentrácii väčšej ako 400 ml/m<sup>3</sup> (400 ppm obj.).
  - b. Skupina B: Chladivá, ktoré nemajú nepriaznivé účinky na takmer všetkých pracovníkov, ktorí môžu byť každodenne vystavení po dobu normálneho 8 hodinového pracovného dňa a 40 hodinového pracovného týždňa časovo váženej priemernej koncentrácii menšej ako 400 ml/m<sup>3</sup> (400 ppm obj.).
  
- **Triedenie chladív z hľadiska bezpečnosti (toto triedenie už sa nepoužíva)**
  - a. Skupina L1: Chladivá spĺňajúce podmienky pre začlenenie do skupiny A1 sú nejedovate a nehorľavé.
  - b. Skupina L2: Látky s kombináciou skupín A2, B1, B2, to znamená chladivá nebezpečnejšie v dôsledku ich horľavosti a jedovatosti.
  - c. Skupina L3: látky s kombináciou A3 a B3 nebezpečné chladivá s vysokou horľavosťou bez ohľadu na ich jedovatosť.

Roztriedenie týchto chladív do týchto skupín má priamy dopad na konštrukciu zariadení, ich umiestnenie a prevádzku.

- **Triedenie zmesí chladív z hľadiska bezpečnosti**

Zeotropické chladivá sa zatriedujú do dvoch bezpečnostných skupín pri zápise oddelených lomítkom. Ako prvý sa uvádza údaj pre deklarované zloženie zmesi. Za lomítkom je zatriedenie zodpovedajúce najnebezpečnejšej koncentrácii, ktorá by vzhľadom na rozdielne koncentrácie pri fázovej premene mohla z chladiva vzniknúť.

### Bezpečnostné aspekty a vplyvy na životné prostredie

V legislatívnej práci Európskej únie je zreteľná, jasná tendencia oddeliť bezpečnosť od životného prostredia. V súčasnosti prioritou majú normy vo vzťahu k životnému prostrediu. To platí aj pre halogenované chladivá. Medzi najznámejšie Nariadenia Európskeho parlamentu a Rady vo vzťahu ku životnému prostrediu patria 1005/2009/ES zamerané na CFC a HCFC chladivá z hľadiska poškodzovania ozónovej vrstvy Zeme a 842/2006/ES zamerané na HFC chladivá z hľadiska priameho vplyvu na otepľenie zeme.

### Rozdelenie, triedenie chladív ich hodnotenie

Z pohľadu bezpečnosti je popísané v norme STN EN 378 1-2 so zapracovanými zmenami A2 z roku 2012 a STN EN 378 3-4 so zapracovanými zmenami A1. Rozdelenie chladív na nebezpečné a ostatné je použité v Smernici Európskeho parlamentu a Rady č. 97/23/ES o tlakových zariadeniach (NV č. 576/2002 Z.z.). Nebezpečné chladivá ako napríklad amoniak sú registrované v REACH Nariadení č. 1907/2006/ES o registrácii, hodnotení, autorizácii a obmedzovaní chemických látok, predtým Smernica č. 67/548/EHS a klasifikovaný v CLP Nariadení č. 1272/2008/ES). V REACH a CLP halogenované HFC chladivá R134a, R404A, R407C, R410A, ... nie sú uvedené. To znamená, že patria medzi ostatné nie nebezpečné chemické látky.

### Halogenované chladivá sa vyrábajú viac ako 80 rokov

Na Slovensku sa používajú viac ako 50 rokov. Z nich skupina CFC (napr. CFC12) je už vyradená z používania, skupina HCFC (napr. HCFC22) chladív končí používanie v roku 2015 a spotreba HFC chladív sa začína postupne znižovať a z niektorých aplikácií vyradovať. Na používanie HFC (HFC134a, HFC404A, OHFC407C, HFC410A, ... ) chladív je prísny režim podľa Nar. 842/2006/ES a sú dané limity únikov zákonom č. 286/2009 Z.z.

**Rozdelenie a triedenie chladív**

Chladivá sa podľa STN EN 378-1+A2:2012 delia do nasledujúcich skupín :

- **Podľa horľavosti** (pre jednozložkové chladivá)
  - Skupina A1: Chladivá nejedovateľé, nehorľavé (napríklad HFC134a, HFC404A, HFCR407C, HFC410A, ...), ktoré nie sú v plynnom stave horľavé pri akejkoľvek koncentrácii so vzduchom, chladivo nepreukazuje šírenie plameňa, keď sa skúša vo vzduchu pri 60 °C a 101,3 kPa.
  - Skupina A2: Chladivá (napríklad HFC152a, ...), ktorých dolná medza horľavosti je  $LFL \geq 3,5$  objemových %; prejaví sa šírenie plameňa, keď sa skúša pri 60 °C a 101,3 kPa; má spaľovacie teplo  $< 19\,000$  kJ/kg.
  - Skupina A2L, B2L (v príprave): Chladivá (napríklad HFO1234yf, amoniak, ...), ktorých dolná medza horľavosti je  $LFL \geq 3,5$  objemových %; prejaví sa šírenie plameňa, keď sa skúša pri 60 °C a 101,3 kPa s rýchlosťou horenia nižšou ako  $< 10\text{cm/s}$ ; má spaľovacie teplo  $< 19\,000$  kJ/kg.
  - Skupina A3: Chladivá (napríklad propán, ...), ktorých dolná medza horľavosti je  $LFL \leq 3,5$  objemových %; prejaví sa šírenie plameňa, keď sa skúša pri 60 °C a 101,3 kPa; má spaľovacie teplo  $\geq 19\,000$  kJ/kg.
- **Podľa jedovatosti (toxicity)**
  - Skupina A (nižšia toxicita): Chladivá (napríklad HFC134a, HFC404A, HFC407C, HFCR410A, ...) s časovo váženou priemernou koncentráciou, ktorá nemá nepriaznivý vplyv na skoro všetkých pracovníkov, ktorí môžu byť vystavení chladivám deň čo deň zvyčajne 8-hodinového pracovného dňa a 40-hodinového pracovného týždňa, pričom hodnota koncentrácie sa rovná 400 ml/m<sup>3</sup> (400 × 10<sup>-6</sup> objemu) (400 ppm objemu) alebo je väčšia.
  - Skupina B (vyššia toxicita): Chladivá (napríklad amoniak, ...) s časovo váženou priemernou koncentráciou, ktorá nemá nepriaznivý vplyv na skoro všetkých pracovníkov, ktorí môžu byť vystavení chladivám deň čo deň zvyčajne 8-hodinového pracovného dňa a 40-hodinového pracovného týždňa, pričom hodnota koncentrácie je menšia ako 400 ml/m<sup>3</sup>.

Roztriedenie chladív do bezpečnostných skupín má priamy dopad na konštrukciu zariadení, výrobu, montáž a prevádzku chladiacich okruhov vo vzťahu k ich umiestneniu a pohybu ľudí.

**Hlavné riziko tlak**

Výrobca je povinný posudzovať riziko súvisiace s tlakom. Pri návrhu, realizácii, prevádzke sa musí zohľadniť posúdenie rizika tlaku podľa použitého chladiva. HFC chladivá sa klasifikujú ako ostatné, nie nebezpečné tekutiny. Smernica PED 97/23/ES nezahŕňa montáž tlakových zariadení, zostáv na stavenisku, za ktorú je zodpovedný užívateľ. Požiadavky na zaistenie bezpečnosti a zdravia osôb pri uvádzaní a počas prevádzky tlakového zariadenia alebo zostavy môžu upraviť osobitné predpisy. Tieto by mali zjednotiť postupy uvedené v PED určené veľkým výrobcom tak, aby sa požadovaná bezpečnosť dosiahla, pri znížení administratívnej a ekonomickej náročnosti pre malé, stredné podniky a zabezpečila tak ich konkurencieschopnosť na domácom i medzinárodnom trhu.

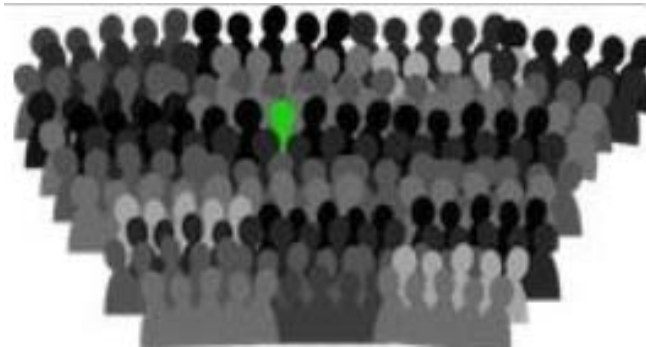
**Ako zistíme, či chladivá sú nebezpečné?**

Zákon č. 163/2001 Z. z. nahradený zákonom č. 67/2010 Z.z. o chemických látkach a chemických prípravkoch (CHLP) v znení neskorších predpisov ukladá povinnosti výrobcom alebo dovozcom chemických látok alebo prípravkov, medzi ktoré okrem iného patrí vypracovať k chladivám predpísanú sprievodnú dokumentáciu (*KBÚ Karty bezpečnostných údajov*). Chladivá sa dostávajú do použitia s klasifikáciou rizík ich výrobcom, alebo dodávateľom. Z pohľadu bezpečnosti a ochrany zdravia ide o riziká fyzikálne, zdravotné. KBÚ a STN EN 378-1:A2 sú navzájom previazané.

Chladivá HFC (HFC134a, HFC404A, HFC410A, ...) nie sú v bezpečnostnej karte klasifikované ako nebezpečné látky podľa zákona, ale keď môžu ohroziť život alebo zdravie akýmkoľvek spôsobom, napr. že môžu vytesniť z priestoru kyslík a spôsobiť udusenie, zamestnávateľ musí odstránením rizík preukázať, že zamestnanci ohrození nie sú. Hodnotenie rizík by mal pre zamestnávateľa spracovať projektant, dodávateľ v projektovej dokumentácii.

**Účelná medza (koncentrácia) chladiva**

Účelná medza pri chladive predstavuje najvyššiu hladinu koncentrácie v zaplnenom priestore, ktorá nebude mať za následok nijaké účinky škodlivého (napríklad kritického) úniku. Používa sa na určenie maximálnej veľkosti náplne pre také chladivo, ktoré má špecifické uplatnenie. Ak je chladiaci okruh posúdený v závislosti od jeho umiestnenia a pohybu ľudí tak, že neobsahuje vzhľadom k platným normám také množstvo plynu, ktoré by mohlo vytvoriť koncentrácie nebezpečné pre život a zdravie človeka, tak HFC chladivo, alebo napríklad vzduch, voda ako chladivá nie sú tekutinami, plynmi podľa definície prvej ani druhej časti §3i vyhlášky č. 508/2009 Z.z., ktoré môžu ohroziť život alebo zdravie ľudí.



Obecnosť v uzavretom priestore spotrebuje kyslík a okrem vydychovania oxidu uhličitého vydáva z tela teplo a tiež známy plyn, zmes CO<sub>2</sub> s metánom. Ak koncentrácia CO<sub>2</sub> s metánom prekročí prijateľnú medzu riešením je vetranie.

#### Ako to preukázať?

Projektant, dodávateľ musí postupovať podľa normy STN EN 378-1+A2:2012, v ktorej sú dané tzv. PL (*praktické limity – medzné koncentrácie*) pre kritickú koncentráciu chladív skupiny A1. PL sú *menšie ako polovica koncentrácie chladiva, ktorá môže viesť k uduseniu následkom vypudenia kyslíka, alebo ktorá má narkotické účinky (N), alebo účinky ovplyvňujúce srdečnú činnosť (CS) (80 % efektívnej hladiny) po krátkej dobe pôsobenia, podľa toho, ktorý účinok je kritickejší.*

*Nesprávnym postupom pri práci s chladivom, môže pri úniku chladiva prísť k omrznutiu pokožky. Prístup ku práci na chladiacom okruhu a práci s HFC chladivom je podľa Nariadenia č.842/2006/ES a zákona 286/2009 Z.z. povolený len osobám s osvedčením o odborných znalostiach podľa normy STN EN 13313 a Nariadenia č. 303/2008/ES zamestnaným v certifikovanej organizácii.*

Chladiaci okruh sa navrhuje tak, aby z danej náplne, množstva chladiva v chladiacom okruhu pri splnení ďalších opatrení podľa platných noriem nemohla vzniknúť koncentrácia, ktorá by mohla ohroziť život alebo zdravie ľudí.

#### Tabuľka

Praktické limity (*medzné koncentrácie*) podľa normy STN EN 378-1+A2:2012 pre umiestnenie v priestore zaplnenom ľuďmi, ktorý nie je strojovňou. Pohyb ľudí zaplnenosť A: priestor, v ktorom ľudia nie sú oboznámení s rizikami a bezpečnostnými opatreniami (hotel, nemocnice, ...)

Chladio	Bezp. Skup.	LFL horľavosť kg/m <sup>3</sup>	Praktický limit PL=kg/m <sup>3</sup>	Výpočet pre nevetrané priestory	
				Priame systémy	Nepriame systémy
R410A	A1	-	0.44	PL x objem miestnosti	Bez obmedzenia

\* *Medza straty kyslíka (ODL) má byť 140 000 ppm (140 000 × 10<sup>-6</sup>) (18 % O<sub>2</sub>) objemu chladiva vo vzduchu (podrobnejšie pozri STN EN 378-1+A2:2012)*

Výpočet max náplne chladiaceho okruhu s R410A pre hotelovú nevetranú izbu:

Príklad: 60 m<sup>3</sup> x 0,44 = 26.4 kg

To znamená, že maximálne množstvo chladiva (*kritický únik*) pre hotelovú nevetranú izbu s objemom 60 m<sup>3</sup> je 26.4 kg. Ak chladiaci okruh si vyžaduje viac chladiva, potom je potrebné ho rozdeliť na dva menšie samostatné chladiace okruhy. Ak potrubie vedie cez menšie miestnosti vedie sa rúrka v rúrke alebo sa miestnosť obide. Napríklad v strojovni, kde únik môže byť väčší ako PL, ďalšie opatrenia podľa STN EN 378-3+A1:2012 musia byť urobené. Umiestňujú sa detektory úniku chladiva na vhodnom mieste, ktoré po prekročení povolenej koncentrácie aktivujú vetranie, alarmy, uzatváracie ventily. Možné je tiež sledovanie objemového množstva kyslíka na 19,5 %, kedy napríklad EM ventily uzatvoria prívod chladiva. Uzatváracie EM ventily riešenie predražujú a sú aj ďalším potencionálnym poruchovým prvkom s potencionálnym zdrojom únikov. Vetranie je potrebné a požiadavky normy sú väčšinou havarijným vetraním splnené. Sledovanie poklesu obsahu kyslíka sa nesmie používať pre strojovne s chladivami amoniak a oxid uhličitý.

**Parameter medze straty kyslíka 19,5 % objemových  
Pre stanovenie medznej koncentrácie nemusí byť rozhodujúci**

Uvádza ho Nariadenie vlády č. 393/2006 Z. z. o minimálnych požiadavkách na zaistenie bezpečnosti a ochrany zdravia pri práci vo výbušnom prostredí. Je pre nás problematický, pretože medza straty kyslíka (ODL) má byť 140 000 ppm ( $140\,000 \times 10^{-6}$ ) (18 % O<sub>2</sub>) objemu chladiva vo vzduchu (*podrobnejšie pozri STN EN 378-1*). Parameter 19,5 % O<sub>2</sub> používala norma ASHRAE 34 do roku 2008. ASHRAE 34 bola v roku 2008 modifikovaná so súhlasom ANSI a ODL bol znížený na 18 %. Predmetné Nariadenie č. 393 je z roku 2006 a preto si vyžaduje úpravu.

Sú tri metódy na výpočet medznej koncentrácie RCL :

- ATEL – expozičný limit akútnej toxicity
- ODL – medza straty kyslíka
- LFL – dolná hranica horľavosti

Vyberie sa vždy najnižšia hodnota z uvedených troch.

ODL pre HFC chladivá nemusí byť rozhodujúci parameter. Vypočíta sa:

$$\text{ODL (ppm)} = 1,000,000 \times (F_{\text{O}_2 \text{ normal}} - F_{\text{O}_2 \text{ minimum}}) / F_{\text{O}_2 \text{ normal}}$$

$$\text{Pre 18\% O}_2: \text{ODL} = 1,000,000 \times (0.2095 - 0.18) / 0.2095 = 140,811 \text{ ppm}$$

$$\text{Pre 19.5\% O}_2: \text{ODL} = 1,000,000 \times (0.2095 - 0.195) / 0.2095 = 69,212 \text{ ppm}$$

Kde:

F<sub>O<sub>2</sub></sub> Podiel (frakcia) kyslíka vo vzduchu (minimálny a normálny)  
ODL Oxygen Deprivation Limit (medza straty kyslíka)

- ODL má byť 140811 ppm pre 18% podiel O<sub>2</sub> vo vzduchu.
- ODL má byť 69212 ppm pre 19.5% podiel O<sub>2</sub> vo vzduchu.
- ATEL (citlivosť srdca) pre R134a má byť 50000 ppm

*Kedže ATEL hodnota pre R134a je nižšia ako hodnota ODL, bude vzatá pre výpočet PL. PL medzné koncentrácie sú založené na skúsenostiach a ich hodnota môže byť nižšia aj vyššia ako RCL vypočítaný z ODL pre dané chladivo.*

Na prevod RCL z objemového vzťahu, ppm objemových na hmotnosť na jednotku objemu, g/m<sup>3</sup> sa má použiť vzorec (STN EN 378-1 strana 56 F.3.3):

$$\varphi = \gamma \text{ a } M$$

kde :

$\varphi$  je RCL vyjadrená ako g/m<sup>3</sup>;

$\gamma$  - RCL vyjadrená ako ppm objemových;

$a = 4,096 \times 10^{-5}$  mol/m<sup>3</sup>;

M - molová hmotnosť chladiva v g/mol.

RCL hodnoty sú najvyššie na hladine mora  
získame ich výpočtom

Chladivo	Jednotka	Výpočtom RCL	PL - medzná konc. STN EN 378-1
R134a	g/m <sup>3</sup>	584,9	250
R410A	g/m <sup>3</sup>	416.3	444
Záver	Vypočítaná hodnota RCL s hodnotou PL navzájom nesúhlasia. Do stanovenia konečnej PL – medznej koncentrácie vstupujú aj ďalšie vplyvy. ATEL R134a 50 000 ppm je daná citlivosťou srdca a je uvedená v ISO 817 strana 57. Preto je PL pre R134a iný ako RCL. PL medzné koncentrácie sú založené na skúsenostiach a ich hodnota môže byť nižšia aj vyššia ako RCL. To je hlavný rozdiel medzi vypočítanou hodnotou RCL a medznou koncentráciou PL.		

### Ako ďalej s chladivami:

Zodpovedný výber chladiva, minimalizácia náplne, hermeticky uzavreté systémy, správna montáž a uvedenie do prevádzky, správna prevádzková prax pri servise, vyradovaní z prevádzky, prevencii únikom, znižovaní spotreby energie, ...

Nezakazovať chladivá, ale postupne znižovať ich spotrebu.

Nestrácať čas hľadaním nových chladív. Je potrebné sa sústrediť na nahradenie energeticky neefektívnych zariadení, nahradení kotlov na fosílné palivá tepelnými čerpadlami. Tam je veľký priestor na znižovanie emisií.

Len málo chladív ostáva pre použitie. Nielen GWP, ale aj iné parametre ako životné prostredie, ekonomika, energetická efektívnosť a pod musia byť pri výbere chladiva zohľadnené. Nemalo by sa hodnotiť GWP samostatne. Vždy len TEWI alebo LCCP.

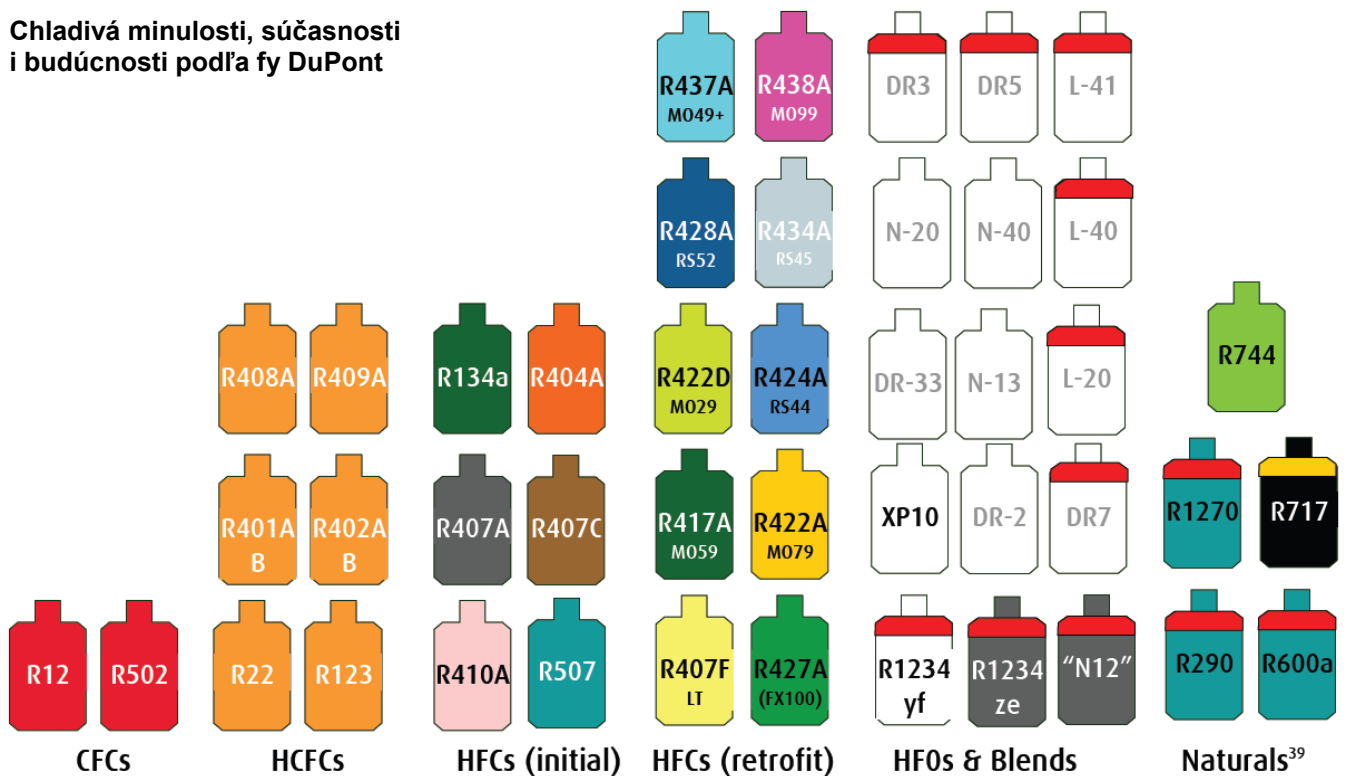
### Ktoré chladivá majú šance v budúcnosti?

Najväčšie zrejme tie, ktorých GWP je nižšie ako 150. Tie ostatné až do GWO 1500 je možné označiť ako dočasné, ktoré však zohrajú dôležitú úlohu v prechodnom období. Podľa nového, revidovaného Nariadenia 842/2006/ES je možné poradie chladív zatriediť podľa GWP nasledovne:

1. Do 150 - NH<sub>3</sub>, CO<sub>2</sub>, chladivá HFO, uhľovodíky
2. Do 750 - R32, viaceré zmesi OPTÉON, DR, L
3. Do 1500 - R134a (pre kaskádne okruhy áno, ale pre mobilnú klimatizáciu končia)
4. Do 2500 - R407C, A, F, R410A, ...
5. Nad 2500 – R404A, R507, ..

Chladivá s GWP nad 2500, kam patrí R404A, R507 už postupne končia podľa druhu použitia. Tie ostatné zrejme až po GWP 150 budú končiť síce neskôr, ale tiež, preto môžu byť označené ako dočasné, či prechodné aj keď zatiaľ bez časového obmedzenia.

### Chladivá minulosti, súčasnosti i budúcnosti podľa fy DuPont



Rozdelenie chladív podľa klasifikácie ich bezpečnosti :

HORĽAVOSŤ		TOXICITA	
		Nižšia	Vyššia
	Nijaké šírenie plameňa	A1	B1
	Horľavosť ≥ 10 cm/s	A2	B2
	<b>Nižšia horľavosť* &lt;10 cm/s</b>	<b>A2L</b>	<b>B2L</b>
	Vyššia horľavosť	A3	B3

*Vytvorenie bezpečnostnej skupiny A2L sa postupne realizuje v normách ISO, ASHRAE a EN*

Chladivá a ich rýchlosť horenia:

A2L R32 – 6,32cm/s, R1234yf – 1,5cm/s

A2 R152a – 23 cm/s

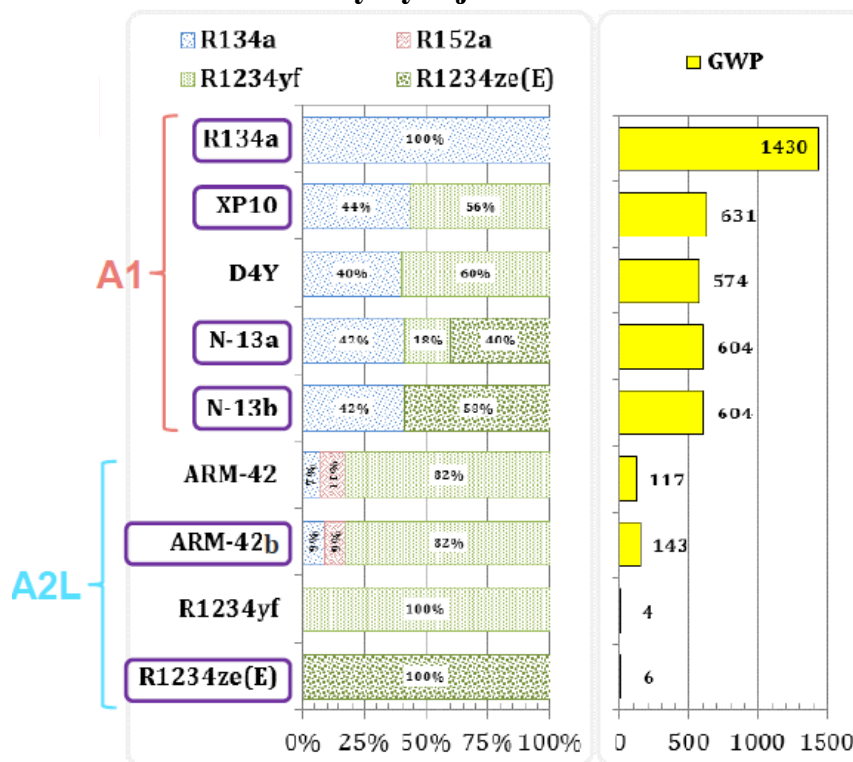
A3 R290 (propan) – 43 cm/s

B2L R 717 (amoniak) – 7,7 cm/s

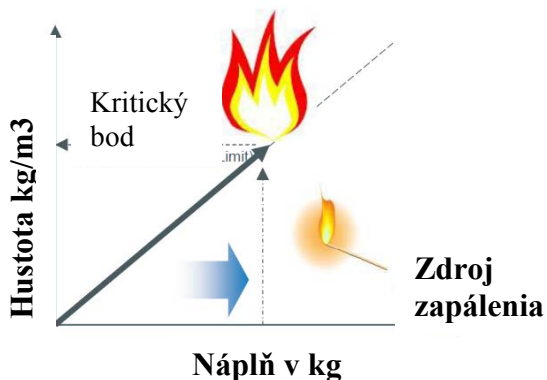
**Zaradenie chladív do bezpečnostných skupín**

	1	2L	2	3
A	11, 12, 13, 13B, 22,23,134a, 401A-B-C, 402A-B, 404a,407A,407B,407C,407F 410A-B, 417A,422A-D,437A 500,501,502,503,504,507A, 507B, ..... 744	32 1234yf 1234ze 143a	142b, 152a,406A, 415A,415A,439A, 439A,512A	50,170,290,1150, 1270,600a,601a,429A 430A,431A,432A 433A-C, 435A,436A,441A, 510A,511a E170
B	30,123, 245fa	717		

### Intenzívny vývoj v chladivách

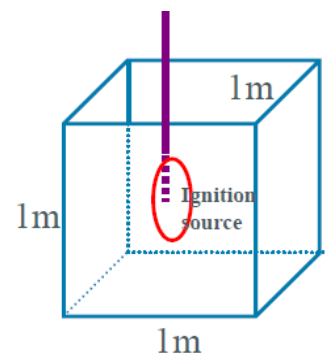


Obrázok dokumentuje množstvo chladiv testovaných ako náhrady za R134a. Časť z nich s vyšším GWP je zaradená do bezpečnostnej skupiny A1 (nehorľavé), časť do A2L (horľavé)



Kritický bod 300 g/m<sup>3</sup> zapálený otvoreným plameňom v boxe 1 m<sup>3</sup>

Poznámka: Pre TČ sa pripravujú HFO zmesi napr. XL41, ....



Horľavosť chladiv skupiny 2L (ISO817, ASHRAE 34) je nízka s rýchlosťou horenia menšou ako 10 cm/s, pričom sa netvorí tlaková vlna. Ku zapáleniu nestačí iskra. Potrebný je otvorený oheň

**Chlórované chladivá a životné prostredie**

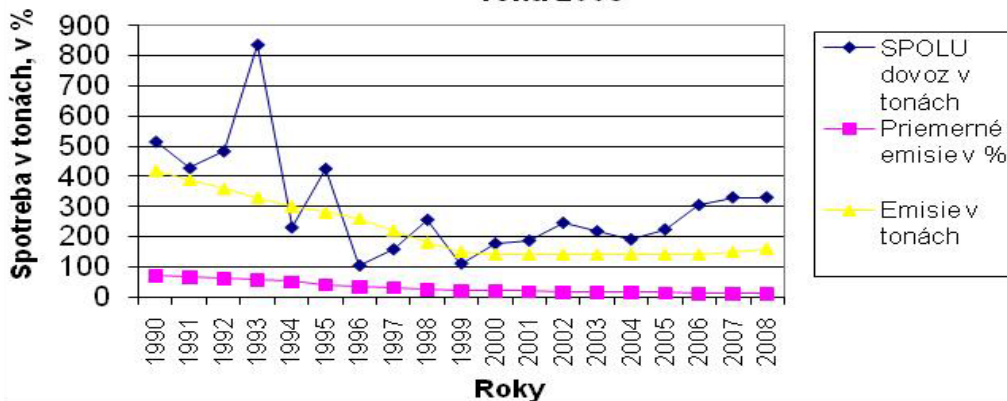
Na skutočnosť, že mnohé s chlórovaných chladív (CFC a HCFC) majú nepriaznivé dopady na životné prostredie, začalo byť poukazované už začiatkom 80. rokov minulého storočia. S konkrétnymi opatreniami prišla až v roku 1987 konferencia v Montreale, kde vznikol protokol, ktorý sa stal základom postupného vyradenia chladív narušujúcich ozónovú vrstvu Zeme. Jeho ďalšou úpravou a sprísnením v rámci konferencií v Londýne a Kodani a iniciatívou štátov Európskej únie sa dá prehlásiť, že v Európe bola problematika chladív vo väzbe na ozónovú vrstvu Zeme vyriešená.

Z ekologického hľadiska sa u chladív hodnotí vplyv na ozónovú vrstvu pomocou parametru ODP (základom je chladivo R11 s ODP = 1) a vplyv na globálne otepľovanie Zeme parametrom GWP vztiahnutým najskôr na chladivo R11 neskôr v súvislosti so zavedením ďalšieho parametra TEWI, na CO<sub>2</sub> pri časovom horizonte 100 rokov (pre CO<sub>2</sub> je GWP=1).

## 2.2 Chladivá v SR

Takzvané plnohalogenované chlórované chladivá (CFC) sú nebezpečným odpadom. Nesmie sa vykonávať s nimi servis a opravy. Neplnohalogenované chlórované chladivá (HCFC) postupne opúšťame. Do centra pozornosti sa dostávajú fluórovane chladivá bez obsahu chlóru (HFC), ktorých používanie bude podrobené pravidelným kontrolám na únik, evidencii kontrol v prevádzkových denníkoch zariadenia s chladiacim okruhom s obsahom chladiva vyšším ako 3 kg. Povinnosť zabezpečiť pravidelné kontroly na únik a vedenie prevádzkových denníkov majú prevádzkovatelia. Hoci táto povinnosť už bola daná aj právnymi normami pre chlórované chladivá, mnohí prevádzkovatelia sa jej vyhýbali. Nová právna norma je však už podstatne prísnejšia a dôslednejšia. Zodpovednosť prevádzkovateľov je jednoznačne daná, kontrolovateľná a sankcionovateľná.

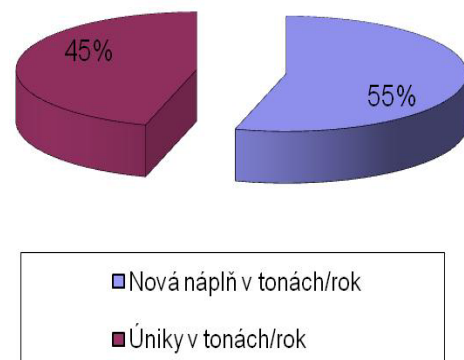
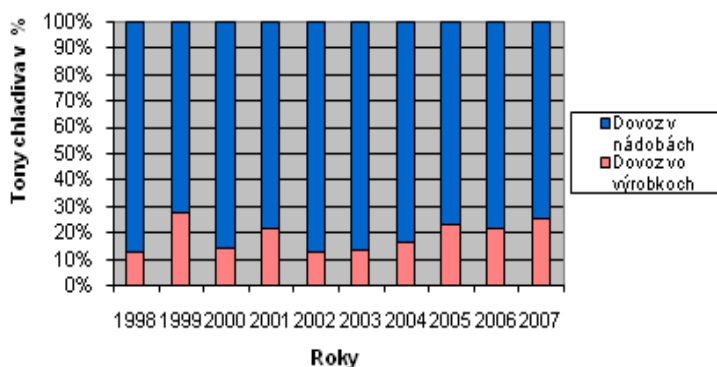
Vývoj celkovej spotreby a emisií halogenovaných chladív v SR do roku 2008



Z obrázku je vidieť prudký pokles (modrá čiara) spotreby halogenovaných chladív v SR s počiatkych takmer 600 ton/rok na cca 200-250 ton/rok od roku 2000. Toto obdobie je charakterizované postupným vylučovaním chlórovaných chladív a postupným uplatňovaním chladív bez obsahu chlóru. Obdobie po roku 2000 sa už viac sústreďuje na prevádzku chladiacich zariadení z pohľadu nielen tesnosti chladiacich okruhov, ale tiež energetickej efektívnosti. To znamená z pohľadu parametra TEWI.

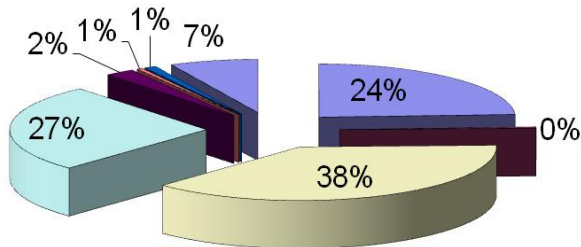
Rozdelenie spotreby chladív na nové náplne a úniky

Vývoj dovozu chladív vo výrobkoch a v nádobách



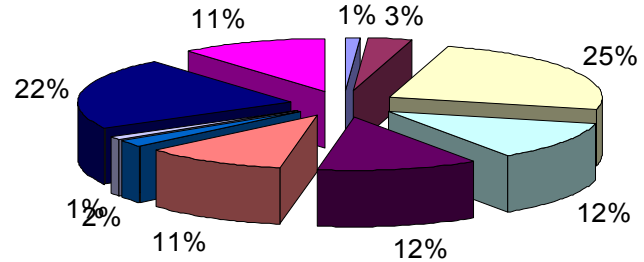
- Import chladív vo výrobkoch mierne rastie vďaka importu chladív v mobilných klimatizáciách s chladivom R134a a v malých bytových klimatizáciách s chladivom R410A
- väčšia polovica sa spotrebuje na nové náplne. Priemerná spotreba za úniky, nad 10 % za rok z kumulovanej náplne chladív v zariadeniach je stále vysoká

Odhad rozdelenia spotreby chladív v roku 2007 podľa použitia



Autoklimatizácia 24 %	Domáce chladenie 0.3 %
Klimatizácia 38 %	Komerčné chladenie 27 %
Poľnohospodárske chladenie 3 %	Tepelné čerpadlá
Prepravné chladenie 1 %	Priemyselné chladenie 7 %

Nové náplne chladív v klimatizácii v roku 2001 podľa BSRIA

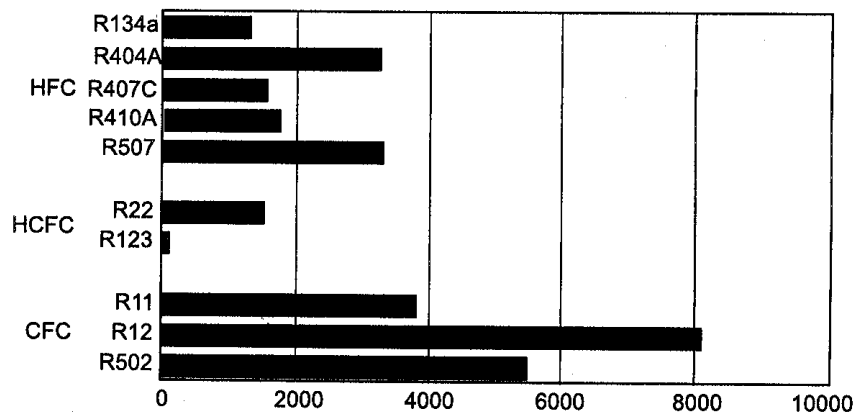


Okenná klimatizácia 1 %	Mobilná klimatizácia 3 %
Splity do 7 kW 25 %	Splity nad 7 kW 12 %
Kompaktné vonk. VZT 12 %	Kompaktné vnút. VZT 11 %
Kanálové jed. do 17,58 kW 2 %	Kanálové jed. nad 17,58 kW 1 %
Chladiče vody do 100 kW 22 %	Chladiče vodynad 100 kW 11 %

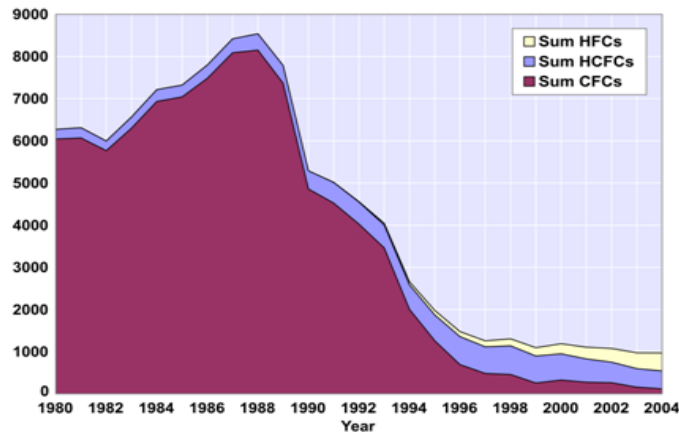
Voľba chladív musí byť uskutočnená s ohľadom na ich možný vplyv na globálne i lokálne prostredie a tiež s ohľadom na vhodnosť pre predmetné chladiace zariadenie.

Vplyv chladiva na globálne prostredie je daný nielen jeho vlastnosťami, ale je aj funkciou použitia chladiaceho zariadenia a jeho tesnosti (*hodnotenie TEWI, LCCP, ECO faktorom*), ďalej je daný spôsobom manipulácie s chladivom počas celej životnosti od výroby až po jeho zneškodnenie.

- ♦ V súčasnosti sa musia voliť chladivá s nulovým ODP, s dobrou energetickou účinnosťou a nízkym GWP. Chladivá však musia byť zároveň volené tak, aby ich možný vplyv na zdravie a ekologickú bezpečnosť bol čo najmenší.
- ♦ Náplň chladiva v zariadení má byť čo najmenšia. Prednosť sa však dáva energetickej účinnosti pred malou náplňou, ak sa nedajú plniť obidve požiadavky súčasne.
- ♦ Zariadenie musí byť konštruované, vyrábané, inštalované tak, aby boli čo najviac tesné s pozornosťou zameranou na typ kompresora, spoje a ventily.
- ♦ Chladivá musia byť volené s ohľadom na možnosť ich recyklácie alebo zneškodnenia.



**Hodnoty GWP** (v časovom horizonte 100 rokov) rôznych skupín chladív. Z HFCs chladív najvyššiu hodnotu GWP majú chladivá R404A a R507. Ich potencionálnou náhradou je chladivo R410A a prírodné chladivá.



Výroba chladiv CFC a HCFC prepočítaná na hodnotu GWP (milióny ton CO<sub>2</sub> ekvivalentné) v rokoch 1980-2004. Je vidieť už v roku tendenciu nárastu HFCs chladiv.

### 2.3 Koncepcia TEWI

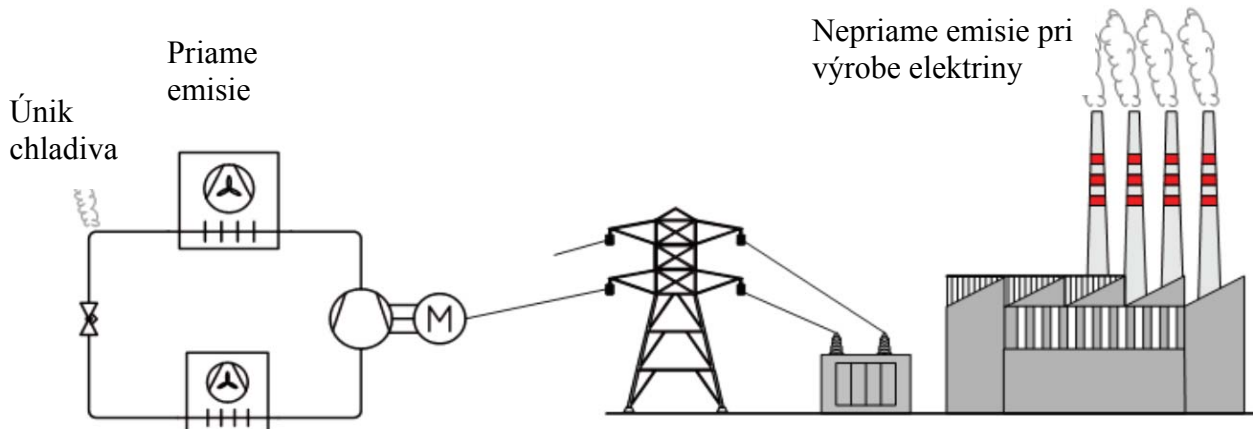
Zohľadňuje ako priamy vplyv chladiva jeho pôsobením v atmosfére, tak i nepriamy vplyv daný spotrebou energie chladiaceho zariadenia. Faktor TEWI vyjadruje celkovú ekvivalentnú produkciu oxidu uhličitého behom životnosti zariadenia.

$$TEWI = \text{priamy vplyv} + \text{nepriamy vplyv} \quad (\text{kg CO}_2)$$

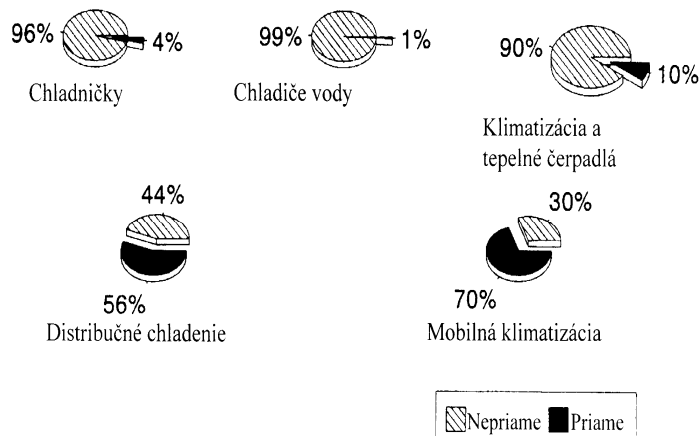
Kde:

Priamy vplyv =  $GWP \text{ chladiva} \cdot \text{únik chladiva (kg.rok}^{-1}) \cdot \text{životnosť zariadenia (rok)} + GWP \text{ chladiva} \cdot \text{náplň chladiva (kg)} \cdot (1 - \text{faktor recyklácie})$  (kg CO<sub>2</sub>)

Nepriamy vplyv =  $\text{životnosť zariadenia zariadenia (rok)} \cdot \text{ročná spotreba energie (kWh.rok}^{-1}) \cdot \text{merná emisia CO}_2 \text{ (kg CO}_2 \cdot \text{kWh}^{-1})$  (kg CO<sub>2</sub>)



Obrázok Vzťah priamych a nepriamych emisií prevádzkou chladiacich okruhov prepočítaných cez parameter TEWI na kg CO<sub>2</sub>



Obrázok Priame a nepriame TEWI podiely v rôznych zariadeniach

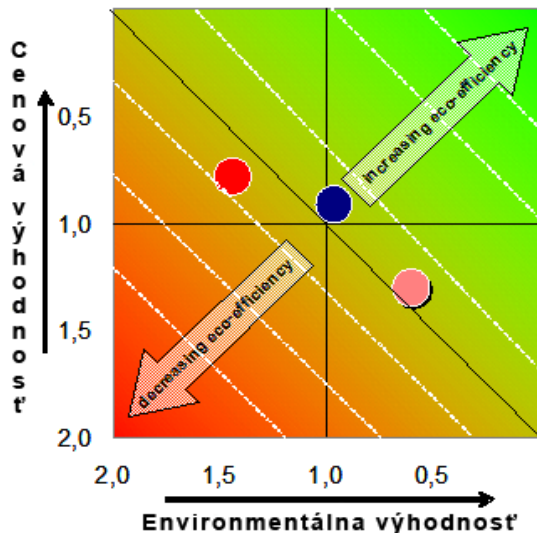
Faktor TEWI nepopisuje vplyv životného prostredia len z pohľadu samotného chladiva, ale komplexne s ohľadom na celé zariadenie. Faktor TEWI je absolútnym parametrom vyjadrujúcim ekvivalentnú produkciu CO<sub>2</sub> k danému chladiacemu zariadeniu. Parameter TEWI platí len pre konkrétne zariadenie a bez jeho špecifikácie stráca vypovedajúcu schopnosť. Dá sa s výhodou použiť pri porovnaní rôznych koncepcií zariadení pre dané účely. Potom s ohľadom na hermetičnosť prevedenia, použitý typ kompresora, veľkosť náplne chladiva a chladiaci faktor sa dá s jeho pomocou vybrať optimálny variant.

Nepriamy efekt je významnou hodnotou produkcie CO<sub>2</sub> pri výrobe elektrickej energie potrebnej pre prevádzku chladiaceho zariadenia. Zatiaľ čo priamy vplyv daný vlastnosťami konkrétneho použitého chladiva (*potenciál GWP*) a množstvom chladiva uniknutého do atmosféry pri jeho prevádzke, servisu a konečnej likvidácii je nezávislý od miesta inštalácie a pre všetky štáty je rovnaký, mení sa nepriamy vplyv prostredníctvom emisií CO<sub>2</sub> štát od štátu v závislosti od energetických zdrojov zásobujúcich verejnú sieť (*parné, jadrové a vodné elektrárne, palivo v parných elektrárnach pevné, kvapalné a plynné respektíve elektrina z obnoviteľných zdrojov*). V dôsledku toho sa môžu v rôznych krajinách faktory TEWI rovnakého zariadenia líšiť, respektíve v rôznych krajinách môžu mať priamy a nepriamy skleníkový efekt rôznu váhu.

Váha priameho a nepriameho vplyvu je pre každé zariadenie individuálna. Priemerné hodnoty priameho vplyvu pre zariadenia s halogénovými uhľovodíkmi sa stále znižujú. Pre názornosť sú na obrázku.

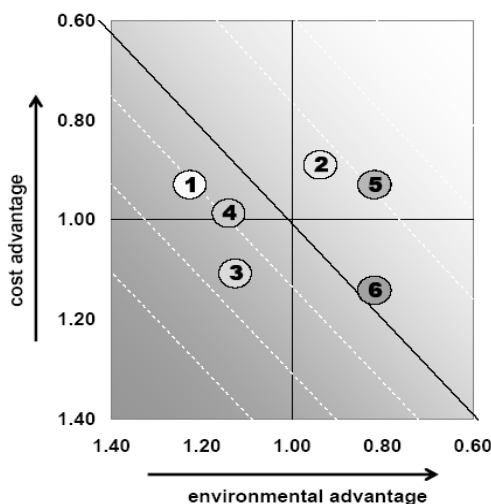
#### 2.4 Ekonomická a ekologická efektívnosť (eco-efficiency)

Na rozdiel od TEWI, ktoré vyjadruje celkový vplyv prevádzky na oteplenie zeme, Eko-efektívnosť vyjadruje nielen ekologické hodnotenie cez emisie CO<sub>2</sub> (*LCCA podľa ISO 14040*), ale tiež náklady (*investičné, prevádzkové, kapitálové*) na realizáciu porovnávaných chladiacich systémov pomocou pomerných hodnôt pre celú životnosť zariadenia.



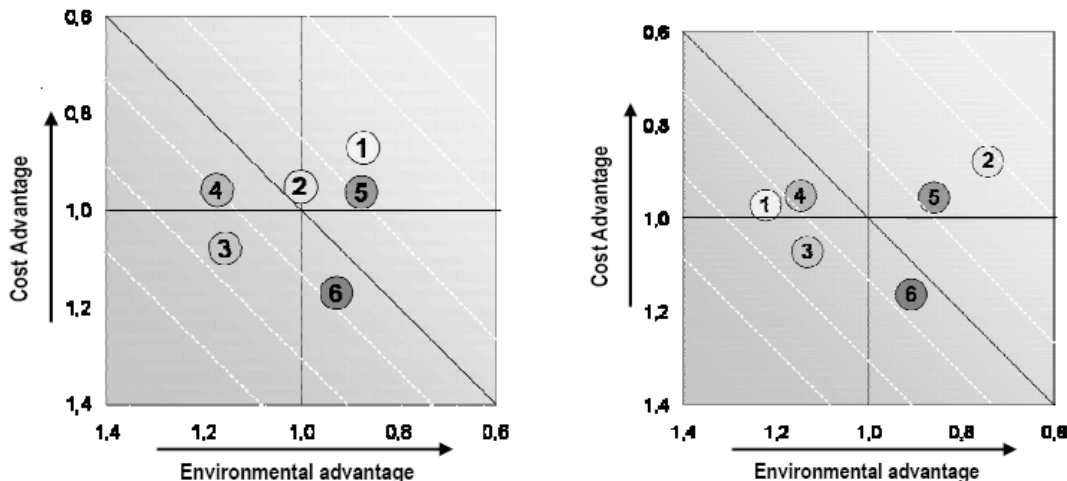
	System 1	System 2	System 3
GWP (kg CO <sub>2</sub> equ.)	500	800	1200
LCCA (Euro)	5000	3500	3000
Pomerné GWP	0,6	0,96	1,44
Pomerné náklady	1,30	0,91	0,78

Obrázok 1 Hodnotenie podľa Eko – efektívnosti (ekonomika+ekológia)  
Ekonomická a ekologická efektívnosť pri úniku 5 %



1. R404A – R404A
2. R134a – R404A
3. R404A teplonosná látka – R404A
4. R404A – R744 kaskáda
5. R134a – R744 kaskáda
6. R717 teplonosná látka – R744 kaskáda

Obrázok Citlivostná analýza pri úniku 3 % a úsporných opatreniach



Naľavo - Únik 3 % ročne. Verzia R404A/R404A. 20 % úspory energie s 15 % vyššími investičnými nákladmi  
 Napravo - R134a/R404A verzia 20 % úspory energie. s 15 % vyššími investičnými nákladmi. Únik 3 %  
 Z uvedenej analýzy vyplýva, že zvýšenými investičnými nákladmi sa nemusia výrazne zvýšiť celkové náklady, zvýši sa však environmentálna výhodnosť. Veľkú úlohu tu hrá výber chladiva a vhodného chladiaceho systému.

## 2.5 Kľúčové fyzikálne, bezpečnostné a enviromentálne údaje chladiv

Výrobcovia predávajú viac ako 50 nových chladiv (vrátane zmesí) v posledne desiatich rokoch a skúšajú ďalšie alternatívy. Používatelia by mali očakávať ďalšie alternatívy s blížiacim sa vylúčením chladiva R22 a postupným vylučovaním HFC chladiv s vyšším GWP. Podobná záplava servisných chladiv sa objavila po vylúčení chladiva R12 a R502, ktoré boli najviac používané do roku 1990.

V prílohe sú dve tabuľky, ktoré sumarizujú vybrané fyzikálne, bezpečnostné a enviromentálne údaje. Tieto údaje sú v oboch tabuľkách rovnaké, ale prezentované sú rôznym spôsobom.

- Tabuľka 1 je triedená podľa štandardného značenia chladiv. Tabuľka 2 je triedená podľa normálneho bodu varu chladiv. Tabuľka 1 urýchľuje hľadanie vlastností určitého chladiva.
- Tabuľka 2 reorganizuje chladivá tak, aby umožnila hrubé porovnanie kandidátskych chladiv pre podobné aplikácie k uľahčeniu vzájomného porovnania a výberu.

Údaje v týchto tabuľkách boli vzaté z ARTI databázy chladiv - informačného systému pre alternatívne chladivá s vhodnými olejmi a ich použitia v chladiení a klimatizácii. Databáza uľahčuje prístup k vlastnostiam, kompatibilitate, bezpečnosti, aplikáciám a iným údajom. Tiež poskytuje rozsiahly bibliografický referenčný systém.

### Tabuľky údajov o chladivách

Nasledujúci popis parametrov je v tom istom poradí ako v tabuľkách, to znamená zľava doprava.

#### Identifikácia chladiv

Je založená na odporúčaných označeniach normou ANSI/ASHRAE 34-1997: "Značenie a bezpečnostná klasifikácia chladiv a tomu zodpovedajúca agenda". Toto známe značenie chladiv je používané takmer univerzálne zvyčajne s predsunutým písmenom "R" s pomlčkou alebo bez, čo je prvé písmeno od slova "Refrigerant" (chladivo). Alternatívne sa používa chemické označenie druhu chladiva ako napríklad CFC, HCFC, HFC alebo HC, prípadne obchodné názvy.

Chemické vzorce indikujú molekulové zloženie jednozložkových chladiv. Zmesi chladiv sú popísané dvomi časťami. V prvej názvami jednozložkových chladiv (oddelených lomítkami) obsiahnutých v zmesi a v druhej časti uzavretej zátvorkami ich podielmi v percentách v zmesi v tom istom poradí takými, aby sa dosiahli požadované vlastnosti zmesi. Uvedené sú tiež bežné mená, ktorými sú chladivá zvyčajne identifikované.

#### Fyzikálne vlastnosti

- Molekulová hmotnosť:

je vypočítaná z atómových hmotností uvádzaných Medzinárodnou Úniou pre čisté a aplikované chemikálie (IUPAC). Uvedená je hmotnosť v gramoch na mól chladiva, alebo pre zmesi, vážený pomer hmotnosti mólov podľa ich podielu v zmesi.

- Normálny bod varu (*NBP*):

je teplota, pri ktorej tekuté chladivo vrie pri atmosférickom tlaku konkrétne 101,325 kPa. Normálny bod varu a väčšina ostatných parametrov je v tabuľke uvedená v metrickej sústave SI ako aj palcovej IP. Teplota bodu varu pri atmosférickom tlaku, pri ktorej sa prvé bubliny objavujú, ohraničuje teplotu, pri ktorej var začína pre zmesi. Zmesi obsahujú chladivá, ktoré vrú pri rôznych teplotách pri danom tlaku, čo je príčinou teplotného sklzu, rozdielu medzi počiatočným a konečným bodom varu - rosným bodom, pri ktorom by nastala kondenzácia, ak by sa zmes začala chlaďiť pri danom tlaku.

- Kritická teplota " $T_c$ ":

je teplota v kritickom bode chladiva, v ktorom vlastnosti tekutej a parnej fázy chladiva sú identické. Pokiaľ je " $T_c$ " určená pre zmesi, niekedy označovaná ako pseudo-kritická teplota, je to vážený priemer. Podobne je to s kritickým tlakom " $p_c$ ".

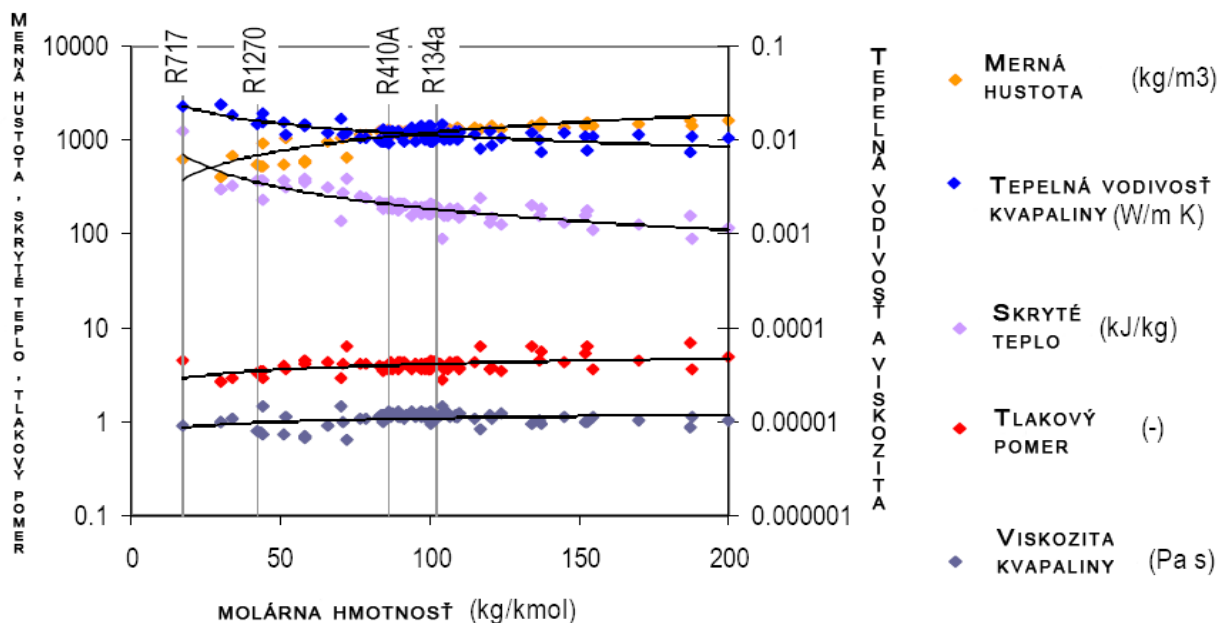
Normálny bod varu a kritické vlastnosti obmedzujú rozsah použitia pre jednotlivé chladivá. Tie s extrémne nízkym bodom varu sa používajú na ultranízkych teplotách chladenia napríklad kryogenické aplikácie. Chladivá s vysokým bodom teploty varu sa používajú vysokoteplotné aplikácie pre chladiče vody, tepelné čerpadlá a podobne. Výkon i efektívnosť klesajú, ak sa kondenzačná teplota blíži k  $T_c$  v typickom najčastejšie používanom Rankinovom cykle.

Kritický tlak  $P_c$  je prekročený len v transkritických procesoch, ktoré však nie sú bežné, okrem použitia R744 (oxid uhličitý). Kondenzácia v bežných chladiacich okruhoch prebieha pri 70-90 percent z  $T_c$  (v absolútnej hodnote) a tomu zodpovedá i podiel z  $P_c$ .

### Vzťah fyzikálnych vlastností ku energetickej efektívnosti

Viaceré štúdie hodnotenia vlastností chladiv a ich vplyvu na COP (napríklad Colbourne and Suen, 2000) indikujú, že potenciálna energetická efektívnosť chladiva je daná viacerými vlastnosťami vplyvajúcimi na výkonnosť jednotlivých komponentov chladiaceho okruhu. Medzi tieto vlastnosti (bez určenia poradia patria):

- Nízka viskozita kvapaliny: zlepšuje prenos tepla predovšetkým v kondenzátore
- Nízka viskozita pary: znižuje tlakovú stratu
- Vysoká tepelná vodivosť kvapaliny: zlepšuje prenos tepla vo výparníku a kondenzátore
- Nižšia merná hustota kvapaliny: zlepšuje prenos tepla vo výparníku
- Vysoká merná hustota pár: zlepšuje prenos tepla v kondenzátore a znižuje tlakovú stratu
- Veľké latentné teplo: znižuje tlakovú stratu vo výparníku a v kondenzátore
- Veľké merné teplo kvapaliny: zlepšuje prenos tepla vo výparníku a v kondenzátore
- Nízky sklon závislosti tlaku od teploty: znižuje kompresný pomer a tým aj príkon kompresora.



Obrázok Závislosť vybraných vlastností od molárnej hmotnosti chladív

Obrázok ukazuje zmeny vybraných vlastností od molárnej hmotnosti (v prípade zmesí odvodenéj z hmotnostného pomeru) pre vybrané chladivá. Vlastnosti boli vypočítané pre 0°C s použitím Refprop databázy (Lemmon et al, 2002). To, ako v závislosti od klesajúcej molárnej hmotnosti klesá merná hustota, rastie tepelná vodivosť i skryté teplo a klesá tlakový pomer i viskozita kvapaliny je vidieť v nasledujúcej

tabuľke (Thome ai, IJR 2008). Je zrejmé, že tieto vzťahy nie sú úplne jednoznačné. Sú potrebné experimentálne merania, aby sa určili čo najpresnejšie termodynamické vlastnosti chladiva, ktoré sú nutné k navrhovaniu chladiacich okruhov.

Tabuľka Termodynamické údaje vybraných chladív pri teplote – 10°C

Chladivo	Molárna hmotnosť kg.mol	Satur tlak bar	Skryté teplo kJ/kg	Kritická teplota °C	Kritický tlak bar	Merná hmotnosť kg/m <sup>3</sup>	Objemová chladivosť kJm <sup>-3</sup> (-20°C)	Tep.vod pár Wm <sup>-1</sup> .K <sup>-1</sup>	Viskozita pár 40°C μPas
Amoniak	17.03	2.91	1296.7	122.2	113.3	636.3	1679	0.0202	10.33
Propán	44.096	3.45	388.25	86.67	42.47	467	1345	0.0214	8.89
Izo-bután	58.122	1.08	364.42	134.6	36.4	631.2	477	0.0841	7.79
R22	86	3.548	212.8	96.13	49.9	1129	1590	0.0129	12.4
R134a	102	2.006	205.97	101	40.59	1147	863	0.0154	13.4



Obrázky **Var na rúrke pre tri rôzne tlaky od vyššieho po nižší**. Najväčší prenos je pri optimálnej interakcii (veľkosť bublín, drsnosť povrchu, podiel oleja, prietok, ... ) medzi bublinami a povrchom rúrky. Počet bublín nemá byť ani malý ani veľký, ktoré by sa ideálne mali rýchlo oddeľovať od povrchu rúrky, aby významne neoddelili rúrku od kvapaliny. Platí, že prenos tepla bublinkovým varom je intenzívnejší ako vedením.

## 2.6 Účinnosť chladív

Problém „účinnosti chladív“ ako vyplýva z mnohých porovnávacích štúdií sa môže javiť ako veľmi kontroverzný. Publikovaných bolo množstvo protichodných zistení o tom, ako vlastnosti chladív vplyvajú na energetickú účinnosť chladiacich okruhov. Rôzne výsledky môžu byť zistené pri nedodržaní porovnávacích podmienok, ako sú napríklad vonkajšia teplota, rovnaké komponenty v okruhu a pod. Existujú tri hlavné porovnávania vplyvu chladív na výkonnosť okruhu:

### 1. Výpočet ideálneho cyklu

Najjednoduchší prístup, kde COP je definované pomocou termodynamických závislostí pre pevne stanovené prevádzkové podmienky (to, tk, prehriatie, podchladenie, ...). Keďže ide o výpočet nezohľadňujúci vlastnosti reálneho chladiaceho okruhu, jeho platnosť je obmedzená.

### 2. Poloempirické modelovanie

V závislosti od modelu chladiaceho okruhu. Tento prístup umožňuje pomerne presne predpokladať výkonnosť chladiva a chladiaceho okruhu pre rôzne podmienky.

### 3. Experimentálny prístup

Koncepcne je to najvhodnejšia metóda k hodnoteniu rôznych chladív. Komplikácie však môžu nastať už pri rôznej objemovej chladivosti.

Najvhodnejším prístupom k porovnávaniu rôznych chladív je poloempirické modelovanie vo zvolených podmienkach použitia. Ak sa hodnotí účinnosť rôznych chladív, je dôležité stanoviť podmienky porovnávania. Tie môžu mať rôzne podoby:

(a) Rovnaké chladiace okruhy

Vypočítane COP pre referenčné chladivo, a prepočet pre alternatívne chladivá za rovnakých prevádzkových podmienok. (To je odpovedajúce retrofitu).

(b) Porovnávanie výkonu

To isté ako v (a), ale objemový výkon kompresora je prispôsobený novému chladivu. To je možné len pre určité podmienky, pretože objemová chladivosť rôznych chladív sa nemení proporcionálne.

(c) Porovnávanie výkonu a COP

To isté ako v (b) okrem dizajnu a komponentov, ktoré sú modifikované tak, aby sa dosiahol rovnaký výkon a COP pre všetky chladivá.

(d) Porovnávanie výkonu a COP pri rovnakých nákladoch

To isté ako v bode (c) modifikácia však nesmie mať vplyv na výšku celkových nákladov na chladiaci okruh.

V tabuľke nižšie sú COP, s odvolaním sa na porovnanie (c) a (d), keď COP a výkon porovnávané pre rôzne chladivá za rovnakých podmienok. Prevádzka "reálneho" systému však je vystavená premenlivým tepelným záťažiam, ktoré vedú k nerovnakým zmenám výkonu i COP a následne k zmenám v ročných prevádzkových nákladoch. To vyvoláva potrebu hodnotiť výkon pri zmenách záťaže. Doplňujúco porovnávanie podľa (c) a (d) môžu byť rozšírené o celoživotné náklady a podobne.

Výsledky zo simulácií sú v tabuľke nižšie, kde pri zadaných rovnakých podmienkach COP bolo vypočítané pre tri rôzne teplotné úrovne. Vo všetkých prípadoch teplota okolia bola 27 °C. Chladiaci okruh sa nemenil okrem kompresora podľa (b). Výparník a kondenzátor boli vypočítané pre chladivo R22 pre teplotné rozdiely 10 K a teplota na strane vzduchu sa menila o 5 K. Príkon ventilátora do výpočtu COP nebol zahrnutý. Prehriatie výparníka bolo 5 K a nasávaných pár o 15 K. Kvapalnú chladivo bolo bez podchladenia. Je vidieť z tabuľky, že R22 má vyššie COP ako R404A a R407C. R410A je porovnateľné ku R22. R290 a R1270 sú lepšie ako R22. Amoniak je najlepší. R12, R134a, R600a sú horšie ako R22, ktoré musia mať zvýšený hmotnostný prietok, vzhľadom na menší objemový chladiaci výkon. Je možné, že za iných prevádzkových podmienok, COP by mohlo nadobudnúť iné hodnoty.

Chladivo	Aplikácie a teploty - COP		
	Klimatizácia (21°C)	Stredné teploty (5°C)	Nízke teploty (-18°C)
R12	-	3.15	1.51
R134a	-	2.98	1.42
R600a	-	2.93	1.42
R22	5.80	3.31	1.55
R404A	5.39	2.96	1.33
R407C	4.99	2.88	1.37
R410A	5.92	3.25	1.48
R290	6.13	3.42	1.57
R1270	6.46	3.56	1.62
R717	7.12	3.84	1.70

## 2.7 Bezpečnostné údaje

Prvá hodnota je pobytový expozičný limit - časovo vážený priemer (TLV-TWA). Je to indikácia chronickej toxicity chladiva na človeka pri dlhodobej alebo opakovanej expozícii. Dovoľené expozičné úrovne a doby pobytu človeka v priestore s obsahom chladiva sú určované vo viacerých krajinách pod rôznymi názvami (*WEEL - Workplace Environmental Exposure Level, PEL - Permissible Exposure Level, AEL - Acceptable Exposure Limit, IEL - Industrial Exposure Limit, OEL - Occupational Exposure Limit*). Sú to všetko limity na pobyt človeka na pracovisku počas pracovných dní a týždňov.

Spodná hranica horľavosti (*LFL-Lower Flammability Limit*) je najnižšia koncentrácia, pri ktorej chladivo horí vo vzduchu pri daných testových podmienkach. Je to indikácia horľavosti.

Teplo z horenia (*HOC - Heat of Combustion*) je indikátorom množstva energie uvoľnenej pri horení chladiva vo vzduchu, predpokladajúc úplnú reakciu horenia v parnej fáze chladiva. Záporné hodnoty znamenajú endotermickú reakciu (*teplo k horeniu treba dodať*). Kladné hodnoty znamenajú exotermickú reakciu (*teplo sa pri horení chladiva uvoľňuje*).

ASHRAE norma 34 o bezpečnostných skupinách, je klasifikáciou chladív založenou na hodnotách TLV-TWA, LFL a HOC. Skupiny zahŕňajú písmená A a B, ktoré označujú toxicitu chladiva, nasledované číslicami 1,2,3, ktoré indikujú horľavosť. Táto klasifikácia je všeobecne používaná k určeniu požiadaviek k zabezpečeniu bezpečného používania chladiva. Väčšina z kódov uvedených v tabuľke je založená na ASHRAE norme 15:

"Bezpečnostné kódy pre mechanické chladenie".

Niektoré klasifikácie, kódy sú označené indexom "r" alebo "d", čo znamená, že sa očakáva revízia, ktorá zatiaľ nebola realizovaná.

Zmesi boli v minulosti značené dvojitou klasifikáciou ako napríklad A1/A2, na indikáciu bezpečnostnej skupiny pre štandardnú zmes a pre prípad najhoršej frakcionácie. Táto prax sa zmenila na označenie bezpečnostnou skupinou označujúcou prípad najhoršej frakcionácie pri špecifických scénaroch pri úniku a plnení chladiva.

## 2.8 Enviromentálne údaje

Životnosť v atmosfére ( $T_{atm}$ ) je indikáciou priemerného zotrvania uvoľneného chladiva v atmosfére do jeho rozpadu, reakcie s inými chemikáliami apod.  $T_{atm}$  patrí síce k doplňujúcim enviromentálnym údajom, ale je to významný údaj. Charakterizuje vytrvanie v atmosfére a tým potenciál k akumulácii uvoľnených chladiv v atmosfére. Dlhá životnosť v atmosfére znamená predpoklad pre pomalú regeneráciu atmosféry z enviromentálnych problémov. To sa môže negatívne prejaviť v budúcnosti.

Hodnoty v tabuľkách sú životnosti chladiva v atmosfére. Životnosti chladiva by mohli byť separátne uvedené pre troposféru (*vrstva, v ktorej kde žijeme*) stratosféru, kde dochádza k poškodzovaniu ozónovej vrstvy. Potenciál poškodzovania ozónu (ODP) je normalizovaný údaj založený na hodnote 1 pre chladivo R11, ku ktorému sa porovnávajú potenciály iných chladiv rozkladať stratosférické molekuly ozónu. Uvedené údaje ODP sú prijaté medzinárodným vedeckým posúdením. ODP údaje pre zmesi sú váženým hmotnostným priemerom.

Vplyv na oteplenie Zeme ( $GWP$ ) je indikátor potenciálu chladiv uvoľnených do atmosféry ohriať planétu Zem ako skleníkové plyny. Uvedené hodnoty sú porovnávané k účinkom oxidu uhličitého pre periódu 100 rokov, kde  $GWP_{CO_2} = 1$ .  $GWP$  zmesí je hmotnostný vážený priemer z jej zložiek.

$GWP$  hodnoty môžu byť vypočítané pre akúkoľvek periódu. Bežne sú vzťahované k integrovanému časovému horizontu ( $ITH$ ). Krátky časový horizont ( $ITH$ ) zvyrazňuje okamžité účinky, ale prehliada dlhodobé. Dlhý  $ITH$  zahŕňa aj neskoršie vplyvy. Najbežnejšie  $GWP$  hodnoty, vrátane tých uvedených v tabuľkách sú pre  $ITH = 100$  rokov.

Variants  $GWP$  hodnôt zahŕňa vplyv na chladenie Zeme, vyplývajúce z poškodenia ozónovej vrstvy, keďže ozón je tiež skleníkový plyn. Táto idea čistého  $GWP$  je presnejšia, ale nie je používaná pretože je ťažko kvantifikovateľná s bežným porozumením.

ODP i  $GWP$  hodnoty sú vypočítané z  $T_{atm}$ , meraných chemických vlastností a ďalších atmosférických údajov.  $T_{atm}$ , ODP a  $GWP$  by mali byť tak nízke, ako sa to len dá, pri ideálnom chladive. Tieto ciele však musia byť posudzované spoločne s kritériami na výkon, bezpečnosť a chemickú i termickú stabilitu.

## Nové enviromentálne údaje

$T_{atm}$ , ODP a  $GWP$  hodnoty sa menia, tak ako sa menia vedomosti vo vede o atmosfére a chemická kinetika je lepšie poznaná. Menia sa tiež, keď novšie merania sú robené pre referenčné i nové chemikálie a modelovanie atmosférickej chémie sa zlepšuje. Tieto faktory viedli k periodickým zmenám v konsenze pri pravidelnom posudzovaní vedeckou komunitou.

$T_{atm}$ , ODP a  $GWP$  hodnoty uvedené v tabuľke 1 a 2 odrážajú údaje z vedeckého posúdenia poškodenia ozónovej vrstvy a klimatických zmien, publikovaného vo februári 1999 a v júni 2001. Tabuľky zahŕňajú údaje z vybraných vedeckých publikácií pre chladivá, neuvedených v týchto posúdeniach. Údaje uvedené pre zmesi sú vypočítané z údajov pre jednotlivé zložky.

Dôvodom pre rozlišovanie druhov enviromentálnych údajov je ich presnosť. Niektorí výrobcovia a autori zaokrúhľujú údaje a propagujú tak chyby, keď zaokrúhlené hodnoty sa používajú pre zmiešané výpočty.

## Stratégia prevencie sa nemení

Sprísňujú sa však zákazy použitia

Prevencia je postavená na pravidelných kontrolách tesnosti. Stratégia zákazov je postavená na:

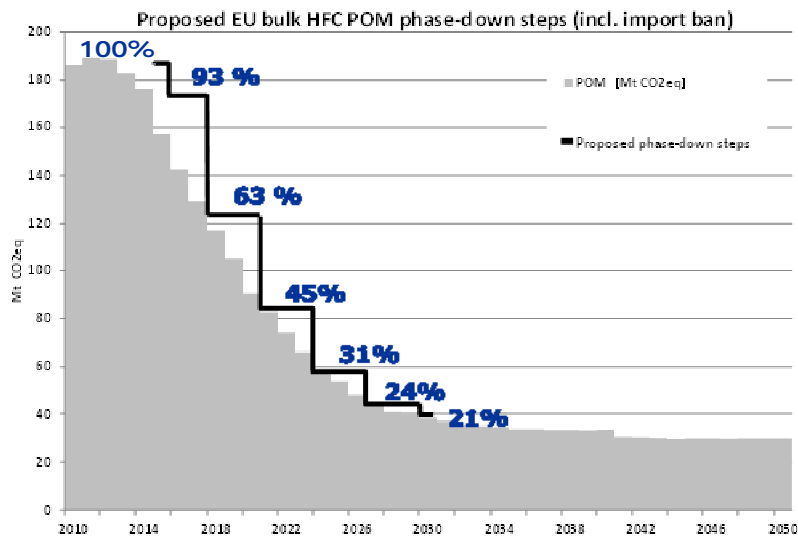
1. Phase down postupné znižovanie spotreby
2. Zákazy
  - Podľa chladiv
  - Podľa použitia

Phase down postupné znižovanie spotreby HFC chladiv

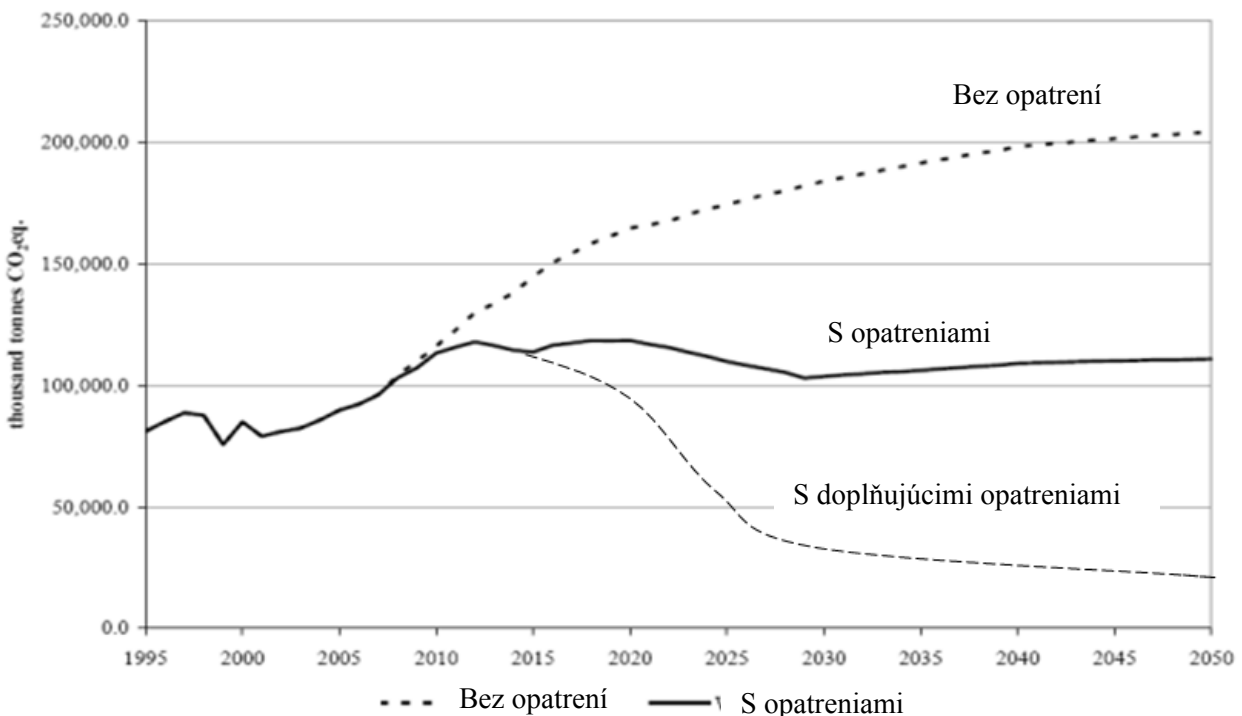
Zmrazenie spotreby je naplánované na rok 2015 a potom postupné znižovanie až na 21 % spotreby z referenčných rokov 2009-2012 (pozri správy 5/2013).

### Navrhované znižovanie spotreby HFC chladív do roku 2030 o 79 %.

Vychádza sa z reportovaných údajov za roky 2008-2011



EU krajiny v roku 2050 by mali znížiť emisie skleníkových plynov o 80-95% v porovnaní s úrovňou v roku 1990. To je náročný cieľ a vyžaduje si odpovedajúce opatrenia. To však neznamená, že sa adekvátne zníži množstvo spotrebovaného chladiva. Ak sa zníži tak vďaka menším náplniam voči dosahovanému výkonu. Celkové množstvá chladív v zariadeniach však budú naďalej rásť vďaka nižšiemu GWP.



Obrázok Scenár znižovania emisií F plynov

### Záver

Databáza, z ktorej údaje v tabuľkách 1 a 2 sú použité je výsledkom HVACR výskumu pre 21. storočie, výskumného programu Výskumného ústavu pre klimatizačné a chladiace technológie (ARTI) v USA.

### Halogenované chladivá

Výrobcovia predávajú viac ako 50 nových chladív (*vrátane zmesí*) v posledne desiatich rokoch a skúšajú ďalšie alternatívy. Používatelia by mali očakávať ďalšie alternatívy s blížiacim sa vylúčením chladiva R22, ktoré je v súčasnosti najrozšírenejším. Podobná záplava servisných chladív sa objavila po vylúčení chladiva R12 a R502, ktoré boli najviac používané do roku 1990.

V prílohe sú tri tabuľky, ktoré sumarizujú vybrané fyzikálne, bezpečnostné a enviromentálne údaje. Tieto údaje sú v oboch tabuľkách rovnaké, ale prezentované sú rôznym spôsobom.

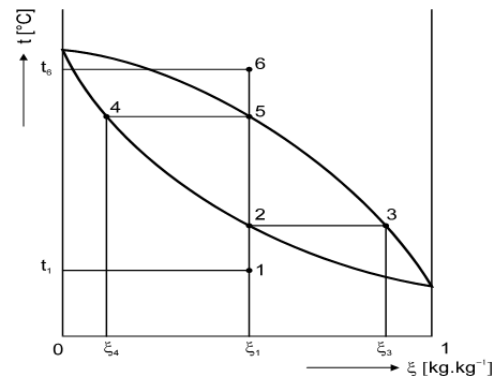
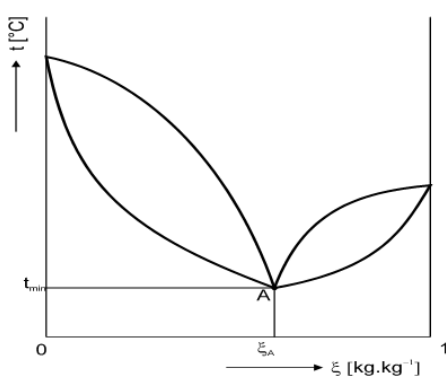
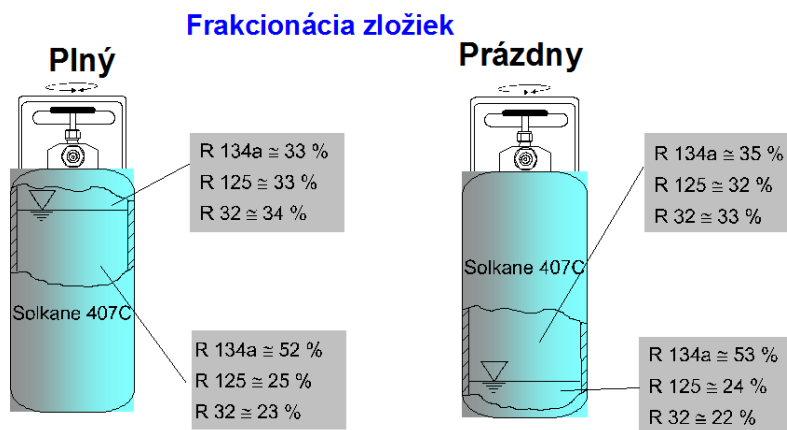
1. Tabuľka 1 dáva prehľad o používaných zmesiach chladív
2. Tabuľka 2 je triedená podľa štandardného značenia chladív. Tabuľka 3 je triedená podľa normálneho bodu varu chladív. Tabuľka 2 urýchľuje hľadanie vlastností určitého jednozložkového chladiva.
3. Tabuľka 3 reorganizuje chladivá tak, aby umožnila hrubé porovnanie kandidátskych chladív pre podobné aplikácie k uľahčeniu vzájomného porovnania a výberu.

Údaje v týchto tabuľkách boli vzaté z ARTI databázy chladív - informačného systému pre alternatívne chladivá s vhodnými olejmi a ich použitia v chladiení a klimatizácii. Databáza uľahčuje prístup k vlastnostiam, kompatibilita, bezpečnosti, aplikáciám a iným údajom. Tiež poskytuje rozsiahly bibliografický referenčný systém.

### Rozdelenie chladív podľa fyzikálnych vlastností

- Jednozložkové
- Viaczložkové - zmesi
  - Azeotropné – chovajú sa ako ako jednozložkové
  - Zeotropné – zmesi z 2-4 zložiek, ktoré majú behom fázovej premeny premenné zloženie. Udáva sa tzv. teplotný sklz, čo je rozdiel teplôt varu pri rovnakom tlaku.

### Zeotropné chladivá



### Krivky fázových rovnováh azeotropných a neazeotropných roztokov v t - $\xi$ diagrame

### Tabuľky údajov o chladivách

Nasledujúci popis parametrov je v tom istom poradí ako v tabuľkách 1,2,3 to znamená zľava doprava.

### Identifikácia chladív

Je založená na odporúčaných označeniach normou ANSI/ASHRAE 34-1997: "Značenie a bezpečnostná klasifikácia chladív a tomu zodpovedajúca agenda". Toto známe značenie chladív je používané takmer univerzálne zvyčajne s predsunutým písmenom "R" s pomlčkou alebo bez, čo je prvé písmeno od slova "Refrigerant" (chladivo). Alternatívne sa používa chemické označenie druhu chladiva ako napríklad CFC, HCFC, HFC alebo HC, prípadne obchodné názvy.

Chemické vzorce indikujú molekulové zloženie jednozložkových chladív. Zmesi chladív sú popísané dvomi časťami. V prvej názvami jednozložkových chladív (oddelených lomítkami) obsiahnutých v zmesi a v druhej časti uzavretej zátvorkami ich podielmi v percentách v zmesi v tom istom poradí takými, aby sa dosiahli požadované vlastnosti zmesi. Uvedené sú tiež bežné mená, ktorými sú chladivá zvyčajne identifikované.

### Označovanie chladív

- Obecný číselný systém R nnnn.
- Skupiny číselného systému:
- Ak je číslo < 399, potom ide o jednozložkové organické chladivo
- R4xx: zmes organických chladív zeotropných (s výrazným teplotným sklzom medzi zložkami)
- R5xx: zmes organických chladív azeotropných (s malým teplotným sklzom)
- R6xx: rôzne organické látky
- R7xx: anorganické látky (prírodné chladivá)

### Rozdelenie chladív podľa chemického zloženia

- **CFC** – plne halogenované uhľovodíky a ich zmesi – všetky atómy vodíka sú nahradené prvkami skupiny halogenidov. Majú vysoké ODP a GWP. Patria sem R11, R12, R13, R113, R114, R115, R502, R503,...
- **HCFC** – nie plno halogenované uhľovodíky, ktoré majú v molekule aj atóm vodíka R21, R22, R141b, R142b, R123, R124, ODP a GWP middle
- **HFC** – hydrofluórované plyny. Patria sem, R134a, R152a, R125, R218, R143a, R32. ODP=0. GWP rôzne (platí Nariadenie (ES) č. 842/2006 a Zákon NR SR č. 286/2009)
- **HFO** – hydrofluórolefiny nové chladivá s GWP menšie ako 150
- **HC** – čisté uhľovodíky. Patria sem R600a, R290, R290, ... ODP=0. GWP=0-5
- **CO<sub>2</sub>** – oxid uhličitý. ODP =0. GWP = 1.
- **Anorganické chladivá bez uhlíka v molekule.** Patria sem SF6, R717, R728, R729. ODP = 0. GWP = rôzne

R10 až R50	Skupina na báze metánu CH <sub>4</sub>	R500 až R509	Azeotropné zmesi chladív
R110 až 170	Skupina na báze etánu C <sub>2</sub> H <sub>6</sub>	R600 až R620	Ostatné organické zlúčeniny
R216 až R290	Skupina na báze propánu C <sub>3</sub> H <sub>8</sub>	R630 až R631	Zlúčeniny dusíka
RC316 až RC318	Skupina cyklických uhľovodíkov	R702 až R846	Anorganické chladivá
R400 až R417A	Zeotropné zmesi chladív	R112 až R1270	Nenasýtené uhľovodíky

### Minimalizácia náplne

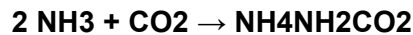
Je jednou z hlavných požiadaviek pri návrhu chladiacich okruhov. Presadzujú sa tak aj nepriame energeticky menej výhodné systémy. Sekundárnymi médiami sú pre nadnulové teploty voda a pre podnulové glykolové zmesi a tiež CO<sub>2</sub>, ktoré je energeticky výhodnejšie vďaka menším príkonom čerpadiel a vyššej vyparovacej teplote.

Spotreba čerpadla pre sekundárne teplonosné médium je nižšia pre NH<sub>3</sub> a CO<sub>2</sub> voči glykolovým zmesiam. CO<sub>2</sub> je tak energeticky zaujímavá alternatíva k nepriamym glykolovým/soľankovým/apod. systémom. Tým sa čiastočne zníži nárast spotreby energie pri nepriamom systéme, ktorý môže byť až o 20-30 % v závislosti od použitej sekundárnej teplonosnej látky.

### CO<sub>2</sub> má podstatne lepšie termodynamické vlastnosti

Ako klasické sekundárne chladivá – glykolové teplonosné látky. Vyparovanie a kondenzácia je s CO<sub>2</sub> s menšou energetickou náročnosťou.

Pre mraziace tunely s teplotou – 37 °C sa inštalujú kaskádne systémy NH<sub>3</sub>/CO<sub>2</sub>. Únik CO<sub>2</sub> do NH<sub>3</sub> má za následok vznik ammoniumcarbamate NH<sub>3</sub>NH<sub>2</sub>CO<sub>2</sub>, čo je biela hmota podobná prášku, ktorá môže upchať celý systém:



Ammoniumcarbamate







Táto hmota sa stratí po zahriatí horúcim vzduchom a je ľahko rozpustná vo vode.

Najvhodnejším chladivom je amoniak

Ktorému v minulosti konkurovalo chladivo R22 spočiatku však menej dostupné a tak amoniak prežil. Spotreba energie pre chladienie často tvorí až 60 % spotreby celého podniku. Energetickou efektívnosťou sa tak rozhoduje o ziskovosti podniku.

Snaha je teda priblížiť výparnú a kondenzačnú teplotu čo najviac a tiež vybrať správne chladivo. Okrem amoniaku sa ponúka R134a (*jeho nevýhoda je nízka objemová chladivosť*) a kaskáda NH<sub>3</sub>/CO<sub>2</sub>.

Tabuľka Porovnanie parametrov a priemerov rúrok pre vybraný chladiaci okruh. V sacom potrubí je menšia rýchlosť, menší priemer sacieho potrubia s chladivom CO<sub>2</sub>

Chladivo		R134a	R717	R747
Sacie potrubie	Delta p	0,0212	0,0303	0,293
	Rýchlosť	11	20,2	8,2
				
	Priemer v mm	215	133	69
Kvapalinové potrubie				
	Priemer v mm	61	36	58

### CO<sub>2</sub> má objemovú chladivosť až 6x vyššiu ako chladivo R404A

Z toho vyplývajú menšie priemery potrubí, menší kompresor. Má lepší prestup tepla, z toho vyplývajú vyššie vyparovacie teploty o cca 2 °C. Je menej citlivé na tlakové straty, čo znamená, že má menšiu zmenu teploty pri zmene tlaku ako je to pri HFC chladivách.

### Bezpečnostné aspekty s CO<sub>2</sub>

Rozdiely medzi NH<sub>3</sub> a CO<sub>2</sub>

NH <sub>3</sub>	CO <sub>2</sub>
Pary ľahšie ako vzduch	Pary ťažšie ako vzduch
Je cítiť	bez zápachu
Zistiteľný čuchom už pri nízkych koncentráciách	Ťažko zistiteľný, vyžaduje skúsenosť
Tolerantný k prítomnosti vody rozpustný vo vode	V spojení s vodou korozívny. Nutné dôkladné vákuovanie po každom otvorení systému

### Bezpečnostné aspekty pri obsahu chladív vo vzduchu

ppm	kg/m <sup>3</sup>	NH <sub>3</sub>	CO <sub>2</sub>	R134a
5		Zistiteľný čuchom		
20		Prípustný expozičný limit		
<b>25</b>		<b>PL</b> Počiatok nepríjemného pocitu		
50		Ešte sa dá aklimatizovať		
<b>320</b>		IDLH <i>spôsobí dýchacie ťažkosti</i>		
<b>1000</b>	<b>0,21</b>			<b>PL Začínajú účinky</b>
3 500		Smrteľné		
5 000			<b>PL Spôsobí zrýchlený pulz</b>	
20 000		Okamžitá otrava		
30 000			<i>Spôsobí dýchacie ťažkosti</i>	
<b>40 000</b>			<b>IDLH</b>	
50 000			<i>Spôsobí bezvedomie</i>	<b>IDLH</b>

## References

- 1) J. M. Calm ai: Refrigerant data summary, Engineered Systems, 18(11):74-88, November 2001, USA.
- 2) Colbourne and Suen: Hodnotenie vlastností chladív. IJR 4/2000
- 3) Jacobs R.: Vývoj vovzťahu k nariadeniu o F plynoch. IIR conference. Papiernička SZ CHKT, 2006.
- 4) Kottthof, S ai: Pool Boiling heat transfer to HC. IJR 4/2008.
- 5) Palm, B.: HC as refrigerants in small HP. IJR 4/2008.
- 6) Tomlein Peter: Inventarizácia zdrojov a emisií HFCs, PFCs a SF6 za roky 1990-2007. ÚSHM Bratislava, 2008.
- 7) Tomlein Peter: Trh s klimatizačnou technikou. Konferencia SZ CHKT. Papiernička, 2003.
- 8) Tomlein, P.: Inventarizácia skleníkových plynov. SHMÚ Bratislava, 1990-2007.
- 9) STN EN 378 1-4. Chladiaca technika a tepelné čerpadlá. 2007

## Tabuľka 1 HFCs chladivá - zmesi

Chladivo	Chemický názov a percentuálne zloženie zmesi	Skupina	PL	Molekulová hmotnosť	NBV °C	Tepl. sklz	GWP
<b>Zeotropné</b>							
R 401A	R 22/152a/124 (53/13/34)	HCFC	0.30	94.4	33.4	6	1130
R401B	R 22/152a/124 (61/11/28)	HCFC	0.34	92.8	34.9	5	1220
R401C	R 22/152a/124 (33/15/52)	HCFC	0.24	101.0	28.9	6	900
R402A	R 125/290/22 (60/2/38)	HCFC	0.33	101.5	49.2	2	2690
R402B	R 125/290/22 (38/2/60)	HCFC	0.32	94.7	47.2	2	2310
R403A	R 290/22/218 (5/75/20)	HCFC	0.33	92.0	47.7	3	3000
R403B	R 290/22/218 (5/56/39)	HCFC	0.41	103.3	49.1	2	4310
R404A	R 125/143a/134a (44/52/4)	HFC	0.48	97.6	46.5	1	3780
R405A	R225/152a/142b/C318 (45/7/5,5/42,5)	HFC	0.26	111.9	32.8	8	5160
R407A	R32/125/134a (20/40/40)	HFC	0.33	90.1	45.2	7	1990
R407B	R32/125/134a (10/70/20)	HFC	0.35	102.9	46.8	4	2700
R407C	R32/125/134a (23/25/52)	HFC	0.31	86.2	43.8	7	1650
R407D	R32/125/134a (15/15/70)	HFC	0.41	90.9	39.4	7	1500
R407E	R32/125/134a (25/15/60)	HFC	0.40	83.8	42.8	7	1430
R408A	R125/143a/22 (7/46/47)	HFC	0.41	87.0	44.6	1	3020
R409A	R22/124/142b (60/25/15)	HFC	0.16	97.0	34.7	8	1540
R409B	R22/124/142b (65/25/10)	HFC	0.17	96.7	35.8	8	1500
R410A	R32/125 (50/50)	HFC	0.44	72.6	51.6	0	1980
R410B	R32/125 (45/55)	HFC	0.43	75.5	51.5	0	2120
R414A	R22/124/600a/142b (51.0/28.5/4.0/16.5)	HFC	0.10	97.0	33.2	9	1440
R414B	R22/124/600a/142b (50.0/39.0/1.5/9.5)	HFC	0.10	101.6	33.1	8	1320
R416A	R134a/124/600 (59.0/39.5/1.5)	HFC	0.10	111.9	23.4	2	1010
R417A	R125/134a/600 (46.6/50.0/3.4)	HFC	0.25	106.7	38.0	5	2240
R420A	R134a/142b (88,0/12,0)	HFC	0.18	101.8	25.0	1	1430
R421A	R125/134a (58,0/42,0)	HFC	0.28	111.8	40.7	5	2520
R421B	R125/134a (85,0/15,0)	HFC	0.33	116.9	45.6	3	3090
R422A	125/134a/600a (85,1/11,5/3,4)	HFC	0.29	113.6	46.5	3	3040
R422B	R125/134a/600a (55,0/42,0/3,0)	HFC	0.25	108.5	41.3	5	2420
R422C	R125/134a/600a (82,0/15,0/3,0)	HFC	0.29	113.4	45.9	3	2980
R422D	125/134a/600a (65,1/31,5/3,4)	HFC	0.26	109.9	43.2	5	2620
R423A	R134a/227ea (52,5/47,5)	HFC	0.30	126.0	24.2	1	2350
R424A	R125/134a/600a/600/601a(50,5/47,0/0,9/1,0/0,6)	HFC	0.27	108.4	39.7	5	2330
R425A	R32/134a/227ea (18,5/69,5/12,0)	HFC	0.40	90.3	38.2	7	1430
R426A	R125/134a/600/601a (5,1/93,0/1,3/0,6)	HFC	0.21	101.5	28.4	1	1380
R427A	R32/125/143a/134a (15,0/25,0/10,0/50,0)	HFC	0.28	90.4	43.0	7	2010
R428A	R125/143a/290/600a (77,5/20,0/0,6/1,9)	HFC	0.37	107.5	48.3	1	3500
R437A	R125/134a/600/R601 (19.5/78.5/1.4/0.6)	HFC	0.3		32		1735

### Azeotropné

R500	R12/152a (73,8/26,2)	CFC	0.40	99.3		-33.5	7850
R501	R22/12 (75,0/25,0)	CFC	0.38	93.1		-41.0	3150
R502	R22/115 (48,8/51,2)	CFC	0.45	110.7		-45.4	4520
R503	R23/13 (40,1/59,9)	CFC	0.35	87.3		-88.7	13200
R507A	R125/143a (50/50)	HFC	0.49	98.8		-46.7	3850
R508A	R23/116 (39,61)	PFC	0.22	100.1		-86.0	11940
R508B	R23/116 (46/54)	PFC	0.20	95.4		-88.3	11950
R509A	R22/218 (44/56)	HFC	0.56	124.0		-47.0	5560

### Jednozložkové na báze metánu

R11	Trichlorofluoromethane CCl <sub>3</sub> F	CFC	0.30	137,4		23.8	3800
R12	Dichlorodifluoromethane CCl <sub>2</sub> F <sub>2</sub>	CFC	0.50	120,9		29.0	10600
R13	Chlorotrifluoromethane CClF <sub>3</sub>	CFC	0.50	104,5		-81.4	14000
R22	Chlorodifluoromethane CHClF <sub>2</sub>	HCFC	0.30	86,5		-40.8	1700
R23	Trifluoromethane CHF <sub>3</sub>	HFC	0.68	70,0		-82,1	12000

### Jednozložkové na báze etánu

R113	1,1,2-trichloro-1,2,2-trifluoroethane CCl <sub>2</sub> FCClF <sub>2</sub>	CFC	0.40	187,4		47.6	
R114	1,2-dichloro-1,1,1,2-tetrafluoroethane CClF <sub>2</sub> CClF <sub>2</sub>	CFC	0.70	170,9		3.8	9800
R115	Chloropentafluoroethane CCIF <sub>2</sub> CF <sub>3</sub>	CFC	0.60	154,5		-39.0	7200
R124	2-chloro-1,1,1,2-tetrafluoroethane CHClF <sub>2</sub> CF <sub>3</sub>	HCFC	0.11	136,5		-12.1	620
R125	Pentafluoroethane CHF <sub>2</sub> CF <sub>3</sub>	HFC	0.39	120,0		-48.1	3400
R134a	1,1,1,2-tetrafluoroethane CHF <sub>2</sub> CF <sub>3</sub>	HFC	0.25	102,0		-26.2	1300

### Jednozložkové na báze propánu

R227ea	1,1,1,2,3,3,3-heptafluoropropane CF <sub>3</sub> CHFCF <sub>3</sub>	HFC	0.49	170.0		-15.6	3500
236fa	1,1,1,3,3,3-hexafluoropropane CF <sub>3</sub> CH <sub>2</sub> CF <sub>3</sub>	HFC	0.59	152.0		-1.4	9400

### Jednozložkové na báze butánu

43-10mee	1,1,1,2,2,3,4,5,5,5-decafluoropentane	CF <sub>3</sub> CF <sub>2</sub> CHFCHFCF <sub>3</sub>	HFC	N.D.	252.0	54.6	1500
<b>Anorganické chladivá</b>							
718	H <sub>2</sub> O		- 18,0		100.0	0	0
744	CO <sub>2</sub>		- 0.07		44,0	-78	1

## 2.9 Teplonosné kvapaliny

### Voda, nemrznúca zložka a inhibítory korózie

Teplonosné kvapaliny boli spočiatku na báze vody s obsahom soli ako ochrany proti zamrznutiu. Od podielu soli závisí bod zamrznutia a tiež viskozita média. Viskozita je fyzikálna veličina, udávajúca pomer medzi tangenciálnym (*dotykovým*) napätím a zmenou rýchlosti v závislosti od vzdialenosti medzi susednými vrstvami pri prúdení skutočnej kvapaliny. Toto dotykové napätie spôsobuje, že rýchlejšia vrstva urýchľuje vrstvu pomalšiu a naopak. Väčšia viskozita znamená väčšie brzdenie pohybu kvapaliny alebo telesa v kvapaline. Ak použijeme do systému nízkoviskóznú kvapalinu s lepším prestupom tepla, získame pri zachovaní výkonových parametrov sústavy investičné úspory na obehové čerpadlá a výmenníky vzhľadom na synergický efektu týchto faktorov:

- Za jednotku času je potrebné prečerpať menší objem teplonosnej kvapaliny.
- Toto menšie množstvo kvapaliny má menší energetické nároky na čerpanie.
- Lepšie hodnoty prestupu tepla majú vplyv na veľkosť výmenníkov.
- Menšie výmenníky majú menšiu tlakovú stratu.

Po kvapalinách báze vody s obsahom soli sa začali používať glykoly (*etylénglykol, polyetylénglykol*), ktoré sa miešali s vodou a pridávali sa inhibítory korózie alifatické kyseliny vytvárajúce ochranu voči korózii chemisorpciou. Ochrana proti korózii je veľmi dôležitá, pretože usadeniny z korózie významne znižujú prestup tepla. V súčasnosti významnú úlohu pri výbere teplonosnej kvapaliny má aj možnosť jej jednoduchej likvidácie. V tomto smere majú výhodu teplonosné kvapaliny na báze mravenčanovi dráselnom, ktoré je možné pri určitom riedení vypustiť do kanalizácie. Glykol sa musí odstrediť a potom spáliť. Ich životnosť je dlhšia ako napríklad médií na báze etylénglykolu. Používajú sa najmä v sekundárnom okruhu tepelných čerpadiel.

Medzi hlavné parametre týchto látok patria dynamická viskozita, merné teplo, tepelná vodivosť a Re číslo. Efektívny prenos tepla závisí od koeficientu prestupu tepla. Čím je médium kvalitnejšie, tým je koeficient prestupu tepla vyšší a umožňuje menšiu náplň a menší priemer trubiek. To súvisí s turbulenciou, viskozitou, merným teplom a tepelnou vodivosťou teplonosnej kvapaliny.

- ♦ *Čím je vyššia tepelná vodivosť, tým rýchlejšie sa výmena tepla uskutoční.*
- ♦ *Prenos tepla je lepší pri turbulentnom prúdení.*
- ♦ *Nižšia viskozita vedie k vyššej energetickej účinnosti.*

Fyzikálne veličiny nemrznúcich kvapalín (*zmesí vody a vhodnej prímеси, ktoré majú nižšiu teplotu tuhnutia ako 0° C*) zväčšujú tlakové straty vo vodných okruhoch a zhoršujú prestup tepla v trubkách výmenníkov. Významné je zvýšenie odporu prúdenia vzhľadom k vode najmä pri nízkych teplotách a pri vysokých koncentráciách prímеси. Teplonosné kvapaliny s vyššou tepelnou vodivosťou, s obsahom alifatických kyselín obmedzujúcich koróziu, s vhodnou viskozitou a vyšším Reynoldsovým číslom sú i drahšie. Umožňujú však napríklad menšie čerpadlo a menšiu náplň. Z toho vyplýva, že niekedy i drahšia teplonosná kvapalina môže byť v konečnom dôsledku lacnejšia.

<b>NH<sub>3</sub> AMONIAK</b>	1824	SO <sub>2</sub> Oxid siričitý	CO <sub>2</sub>			
	1930	CH <sub>3</sub> Cl Metyl chlorid		CFC a HCFC R11,12, 113,114 115, 116 502, 500		
	1961					
	1985					
	1989					
	1994				HFC R23, 32 125, 134a, 143a 152a	
	1998					
	2000		CO <sub>2</sub> H <sub>2</sub> O			HC R600a, R1270, R290, R170
	2004			STOP CFC		
	2015			STOP HCFC		
	2030				STOP HFC?	

## História chladív

Tabuľka 2 Označenia chladív - Bezpečnostná klasifikácia a informácie o chladivách

Číslo chladiva	Názov chemikálie <sup>b)</sup>	Chemický vzorec	Bezpečnostná skupina <sup>d)</sup>	Skupina tekutiny podľa PED	Účelná medza <sup>e)</sup>	ATEL /ODL <sup>j)</sup>	Výbušnosť	Hustota pár	Mólová hmotnosť <sup>a)</sup>	Normálny bod varu <sup>a)</sup>	ODP <sup>a) f)</sup> (Potenciál rozkladu ozónu)	GWP <sup>a) g)</sup> (Potenciál globálneho otepľovania) (100 yr ITH)	Teplota samovznietenia
					(kg/m <sup>3</sup> )	(kg/m <sup>3</sup> )	LFL <sup>k)</sup> (kg/m <sup>3</sup> )	25 °C, 101,3 kPa <sup>a</sup> ) (kg/m <sup>3</sup> )	(°C)	(°C)	(°C)	(°C)	
<b>Súbor metánu</b>													
11	Trichlórfuóretán	CCl <sub>3</sub> F	A1	2	0,3	0,3	—	5,824	137,4	23,8	1	3 800	—
12	Dichlórdifluóretán	CCl <sub>2</sub> F <sub>2</sub>	A1	2	0,5	0,5	—	5,039	120,9	-29,0	1	8 100	—
12B1	Brómchlórdifluóretán	CBrClF <sub>2</sub>		2	0,2	0,2	—		165,4	-4,0	3	1 300 <sup>h)</sup>	—
13	Chlórt trifluóretán	CClF <sub>3</sub>	A1	2	0,5	0,5	—	4,309	104,5	-81,4	1	14 000 <sup>h)</sup>	—
13B1	Brómt trifluóretán	CBrF <sub>3</sub>	A1	2	0,6	0,6	—	6,169	148,9	-58,0	10	5 400	—
14	Tetrafluorid uhoľnatý	CF <sub>4</sub>	A1	2	n/a	n/a	—	3,611	88,0	-128,0	0	6 500	—
22	Chlórdifluóretán	CHClF <sub>2</sub>	A1	2	0,3	0,3	—	3,587	86,5	-40,8	0,055	1 500	635
23	Trifluóretán	CHF <sub>3</sub>	A1	2	0,68	0,68	—	2,884	70,0	-82,1	0	11 700	765
30	Dichlóretán (Metylénychlorid)	CH <sub>2</sub> Cl <sub>2</sub>	B2	2	0,017		0,417		84,9	40,0		9	662
32	Difluóretán (Metylényfluorid)	CH <sub>2</sub> F <sub>2</sub>	A2	1	0,061	0,085	0,306	2,153	52,0	-51,7	0	650	648
50	Metán	CH <sub>4</sub>	A3	1	0,006		0,032	0,657	16,0	-161,0	0	21	645
<b>Súbor etánu</b>													
113	1,1,2-Trichlór-1,2,2-trifluóretán	CCl <sub>2</sub> FCClF <sub>2</sub>	A1	2	0,4	0,4	—	3,467	187,4	47,6	0,8	4 800	—
114	1,2-Dichlór-1,1,2,2-tetrafluóretán	CClF <sub>2</sub> CClF <sub>2</sub>	A1	2	0,7	0,7	—	7,207	170,9	3,8	1	9 800 <sup>h)</sup>	—
115	Chlórpentafluóretán	CClF <sub>2</sub> CF <sub>3</sub>	A1	2	0,6	0,6	—	6,438	154,5	-39,0	0,6	7 200 <sup>h)</sup>	—
116	Hexafluóretán	CF <sub>3</sub> CF <sub>3</sub>	A1	2	0,55	0,55	—	5,696	138,0	-79,0	0	9 200	—
123	2,2-Dichlór-1,1,1-	CHCl <sub>2</sub> CF <sub>3</sub>	B1	2	0,1	0,1	—	5,872	153,0	27,9	0,02	90	730
124	2-Chlór-1,1,1,2-	CHClFCF <sub>3</sub>	A1	2	0,11	0,11	—	5,728	136,5	-12,1	0,022	470	—
125	Pentafluóretán	CHF <sub>2</sub> CF <sub>3</sub>	A1	2	0,39	0,39	—	4,982	120,0	-48,1	0	2 800	733
134a	1,1,1,2-Tetrafluóretán	CH <sub>2</sub> FCF <sub>3</sub>	A1	2	0,25	0,25	—	4,258	102,0	-26,2	0	1 300	743
141b	1,1-Dichlór-1-fluóretán	CH <sub>3</sub> CCl <sub>2</sub> F	A2	2	0,013	0,013	0,43	3,826	117,5	32,0	0	600	532
142b	1-Chlór-1,1-difluóretán	CH <sub>3</sub> CClF <sub>2</sub>	A2	1	0,066	0,10	0,329	4,223	100,5	-10,0	11	1 800	750
143a	1,1,1-Trifluóretán	CH <sub>3</sub> CF <sub>3</sub>	A2	1	0,056	0,53	0,282	3,495	84,0	-47,0	0,065	3 800	750
152a	1,1-Difluóretán	CH <sub>3</sub> CHF <sub>2</sub>	A2	1	0,026	0,14	0,13	2,759	66,0	-25,0	0	140	455
170	Etán	CH <sub>3</sub> CH <sub>3</sub>	A3	1	0,008	0,01	0,038	1,239	30,0	-89,0	0	3 <sup>l)</sup>	515
1150	Etylén	CH <sub>2</sub> = CH <sub>2</sub>	A3	1	0,007		0,036	1,153	28,1	-104,0	0	3 <sup>l)</sup>	—

Tabuľka 1 (pokračovanie)

	Číslo chladiva	Názov chemikálie <sup>b)</sup>	Chemický vzorec	Bezpečnostná skupina <sup>d)</sup>	Skupina tekutiny podľa PED	Účelná medza <sup>e)</sup>	ATEL /ODL <sup>i)</sup>	Výbušnosť	Hustota pár	Mólová hmotnosť <sup>a)</sup>	Normálny bod varu <sup>a)</sup>	ODP <sup>a) f)</sup> (Potenciál rozkladu ozónu)	GWP <sup>a) g)</sup> (Potenciál globálneho otepľovania) (100 yr ITH)	Teplota samovznietenia
						(kg/m <sup>3</sup> )	(kg/m <sup>3</sup> )	(kg/m <sup>3</sup> )	25 °C, 101,3 kPa <sup>a)</sup> (kg/m <sup>3</sup> )	(°C)	(°C)	(°C)		
<b>Súbor propánu</b>														
	218	Oktofluórpropán	CF <sub>3</sub> CF <sub>2</sub> CF <sub>3</sub>	A1	2	0,44	0,44	—	7,853	188,0	-37	0	7 000	
	227ea	1,1,1,2,3,3,3-Heptafluórpropán	CF <sub>3</sub> CHF <sub>2</sub> CF <sub>3</sub>	A1	2	0,49	0,49	—	7,137	170,0	-15,6	0	2 900	
	236fa	1,1,1,3,3,3-Hexafluórpropán	CF <sub>3</sub> CH <sub>2</sub> CF <sub>3</sub>	A1	2	0,59	0,59	—	6,418	152,0	-1,4	0	6 300	
	245fa	1,1,1,3,3-Pentafluórpropán	CF <sub>3</sub> CH <sub>2</sub> CHF <sub>2</sub>	B1	2	0,19	0,19	—	5,689	134,0	-14,9	0	950 <sup>h)</sup>	
	290	Propán	CH <sub>3</sub> CH <sub>2</sub> CH <sub>3</sub>	A3	1	0,008	0,09	0,038	1,832	44,0	-42	0	3 <sup>i)</sup>	
	1270	Propén (Propylén)	CH <sub>3</sub> CH = CH <sub>2</sub>	A3	1	0,008	0,010	0040	1,745	42,1	-48	0	3 <sup>i)</sup>	
<b>Súbor butánu (a vyššie)</b>														
	365mfc	1,1,1,3,3-pentafluórbután	CF <sub>3</sub> CH <sub>2</sub> CF <sub>2</sub> CH <sub>3</sub>						n.a.	148,0	40,1	0	890 <sup>h)</sup>	
	43-10mee	1,1,1,2,2,3,4,5,5,5-dekafluórpentán	CF <sub>3</sub> CF <sub>2</sub> CHFCH <sub>2</sub> CF <sub>3</sub>	A1	2			—	n.a.	252,0	54,6	0	1 500 <sup>h)</sup>	
<b>Cyklické organické zlúčeniny</b>														
	C318	Oktofluórcyklobután	C <sub>4</sub> F <sub>8</sub>		2	0,81	0,81	—	8,429	200,0	-6	0	8 700	
<b>Uhľovodíky</b>														
	600	Bután	CH <sub>3</sub> CH <sub>2</sub> CH <sub>2</sub> CH <sub>3</sub>	A3	1	0,008 6	0,19	0,043	2,450	58,1	0	0	3 <sup>i)</sup>	365
	600a	2-Metylpropán (Izobután)	CH(CH <sub>3</sub> ) <sub>3</sub>	A3	1	0,008 6	0,06	0,043	2,440	58,1	-12	0	3 <sup>i)</sup>	460
	601	Pentán	CH <sub>3</sub> CH <sub>2</sub> CH <sub>2</sub> CH <sub>2</sub> CH <sub>3</sub>	A3	1	0,008	N/A	0,041	2,058	72,1	36,1	0	3 <sup>i)</sup>	—
	601a	2-Metylbután (Izopentán)	(CH <sub>3</sub> ) <sub>2</sub> CHCH <sub>2</sub> CH <sub>3</sub>	A3	1	0,008	N/A	0,041	2,786	72,1	27,8	0	3 <sup>i)</sup>	—

(pokračovanie)

Tabuľka 2 (dokončenie)

Číslo chladiva	Názov chemikálie <sup>b)</sup>	Chemický vzorec	Bezpečnostná skupina <sup>d)</sup>	Skupina tekutiny podľa PED	Účelná medza <sup>e)</sup> (kg/m <sup>3</sup> )	ATEL/ODL <sup>i)</sup> (kg/m <sup>3</sup> )	Výbušnosť LFL <sup>k)</sup> (kg/m <sup>3</sup> )	Hustota pár 25 °C, 101,3 kPa <sup>a)</sup> (kg/m <sup>3</sup> )	Mólová hmotnosť <sup>a)</sup>	Normálny bod varu <sup>a)</sup> (°C)	ODP <sup>a) f)</sup> (Potenciál rozkladu ozónu)	GWP <sup>a) g)</sup> (Potenciál globálneho otepľovania) (100 yr ITH)	Teplota samovznietenia (°C)
<b>Ostatné organické zlúčeniny</b>													
E170	Dimetyléter	(CH <sub>3</sub> ) <sub>2</sub> O	A3	1	0,013	N/A	0,064	1,914	46	-24,8	0		235
<b>Anorganické zlúčeniny</b>													
717	Čpavok/Amoniak	NH <sub>3</sub>	B2	1	0,000 35	0,000 35	0,104	0,704	17,0	-33	0	0	630
744	Oxid uhličitý	CO <sub>2</sub>	A1	2	0,1	0,036	—	1,808	44,0	-78 <sup>c)</sup>	0	1	—
Pre zmesi R-400 a R-500 pozri tabuľky E.2 a E.3.													
<p>a) Hustota pár, mólová hmotnosť, normálny bod varu, ODP a GWP nie sú časťou tejto normy a poskytujú sa len na informatívne účely.</p> <p>b) Používanější názov chemikálie sa uvádza v zátvorke.</p> <p>c) Sublimácie. Trojný bod je -56,6 °C pri absolútnom tlaku 5,2 bar.</p> <p>d) Pozri prílohu F. Neklasifikované chladivá vyjadrujú buď nedostatočné údaje na klasifikovanie alebo nepresné požiadavky na klasifikáciu.</p> <p>e) Pozri prílohu F.</p> <p>f) Prijaté Montrealským protokolom.</p> <p>g) IPCC, Druhá hodnotiaci správa (prijatá Kjotským protokolom).</p> <p>h) IPCC, Tretia hodnotiaci správa, 2001.</p> <p>i) Hodnotiaci správa o ozóne, 1998.</p> <p>j) Medza vystavenia kritickej toxicite alebo medza straty kyslíka (ATEL/ODL), podľa toho, čo je menšie.</p> <p>k) Dolná medza výbušnosti.</p>													

Tabuľka 3 Sumár fyzikálnych, bezpečnostných, a environmentálnych údajov o chladivách (triedených podľa normy ASHRAE 34)

Číslo	Chladivo Chemický vzorec / zloženie zmesi a názov zmesi	Fyzikálne údaje							Bezpečnostné údaje					Údaje o vplyve na žP		
		Molek- ulárna hmota	NBP		Tc		Pc		TLV- TWA	LFL (%)	HOC		Norma34 bezpeč. skup.	atmos- pheric životn.		GWP 100 r.
			(°C)	(°F)	(°C)	(°F)	(MPa)	(psia)			MJ/kg	Btu/lb		(r.)	ODP	
11	CCl3F	137.37	23.7	74.7	198.0	388.4	4.41	640	C1000	none	0.9	387	A1	45	1.000	4600
12B1	CBrClF2 – halon 1211	165.36	-4.0	24.8	154.0	309.2	4.10	595		none				11	5.100	1300
12	CCl2F2	120.91	-29.8	-21.6	112.0	233.6	4.14	600	1000	none	-0.8	-344	A1	100	0.820	10600
13B1	CBrF3 – halon 1301	148.91	-57.7	-71.9	67.1	152.8	3.96	574	1000	none			A1	65	12.000	6900
13	CClF3	104.46	-81.3	-114.3	28.9	84.0	3.88	563	1000	none	-3.0	-1290	A1	640	1.000	14000
13I1	CF3I	195.91	-21.8	-7.2	123.3	253.9	3.95	573		none				<0.1	0.000	1
14	CF4 – carbon tetrafluoride	88.00	-128.1	-198.6	-45.6	-50.1	3.75	544		none			A1	50000	0.000	5700
21	CHCl2F	102.92	8.9	48.0	178.3	352.9	5.18	751	10	none			B1	2.0	0.010	210
22	CHClF2	86.47	-40.8	-41.4	96.2	205.2	4.99	724	1000	none	2.2	946	A1	11.9	0.034	1700
23	CHF3 – fluoroform	70.01	-82.1	-115.8	25.9	78.6	4.84	702	1000	none	-12.5	-5374	A1	260	0.000	12000
30	CH2Cl2 – methylene chloride	84.93	40.2	104.4	237.0	458.6	6.08	882	50	13.0			B2	0.46	0.000	10
31	CH2ClF	68.48	-9.1	15.6					0.1						0.010	
32	CH2F2 – methylene fluoride	52.02	-51.7	-61.1	78.2	172.8	5.80	841	1000	12.7	9.4	4041	A2	5.0	0.000	550
40	CH3Cl – methyl chloride	50.49	-24.2	-11.6	143.1	289.6	6.67	967	50	8.0			B2	1.3	0.020	16
41	CH3F – methyl fluoride	34.03	-78.1	-108.6	44.1	111.4	5.90	856						2.6	0.000	97
50	CH4 – methane	16.04	-161.5	-258.7	-82.6	-116.7	4.60	667	1000	4.8			A3	12.0	0.000	23
113	CCl2FCClF2	187.37	47.6	117.7	214.1	417.4	3.39	492	1000	none	0.1	43	A1	85	0.900	6000
114	CClF2CClF2	170.92	3.6	38.5	145.7	294.3	3.26	473	1000	none	-3.1	-1333	A1	300	0.850	9800
115	CClF2CF3	154.47	-38.9	-38.0	80.0	176.0	3.12	453	1000	none	-2.1	-903	A1	1700	0.400	7200
116	CF3CF3 – perfluoroethane	138.01	-78.2	-108.8	19.9	67.8	3.04	441	1000	none			A1	10000	0.000	11900
123	CHCl2CF3	152.93	27.8	82.0	183.8	362.8	3.66	531	50	none	2.1	903	B1	1.4	0.012	120
124	CHClFCF3	136.48	-12.0	10.4	122.3	252.1	3.62	525	1000	none	0.9	387	A1	6.1	0.026	620
125	CHF2CF3	120.02	-48.1	-54.6	66.2	151.2	3.63	526	1000	none	-1.5	-645	A1	29	0.000	3400
E125	CHF2-O-CF3	136.02	-42.0	-43.6	81.3	178.3	3.35	486						150	0.000	14900
134a	CH2FCF3	102.03	-26.1	-15.0	101.1	214.0	4.06	589	1000	none	4.2	1806	A1	13.8	0.000	1300
E134	CHF2-O-CHF2	118.03	6.2	43.2	160.8	321.4	4.23	614		none				26.2	0.000	6100
141b	CH3CCl2F	116.95	32.0	89.6	204.2	399.6	4.25	616	500	5.8	8.6	3697		9.3	0.086	700
142b	CH3CClF2	100.49	-9.0	15.8	137.2	279.0	4.12	598	1000	6.0	9.8	4213	A2	19	0.043	2400
143a	CH3CF3	84.04	-47.2	-53.0	72.9	163.2	3.78	548	1000	7.0	10.3	4428	A2	52	0.000	4300
E143a	CH3-O-CF3	100.04	-24.1	-11.4	104.9	220.8	3.63	526		fLam				4.4	0.000	750
152a	CH3CHF2	66.05	-24.0	-11.2	113.3	235.9	4.52	656	1000	3.7	17.4	7481	A2	1.4	0.000	120
160	CH3CH2Cl – ethyl chloride	64.51	13.1	55.6	187.3	369.1	5.27	764	100	3.6	20.6	8856		<1	0.000	
161	CH3CH2F – ethyl fluoride	48.06	-37.1	-34.8	102.2	216.0	4.70	682		3.8				0.3	0.000	12
170	CH3CH3 – ethane	30.07	-88.9	-128.0	32.2	90.0	4.87	706	1000	2.9			A3		0.000	~20
E170	CH3-O-CH3 – dimethyl ether	46.07	-24.8	-12.6	128.8	263.8	5.32	772	1000	3.3				0.015	0.000	1
218	CF3CF2CF3 – perfluoropropane	188.02	-36.6	-33.9	71.9	161.4	2.68	389	1000	none			A1	2600	0.000	8600
227ea	CF3CHF2CF3	170.03	-15.6	3.9	102.8	217.0	2.98	432	1000	none	3.3	1419		33	0.000	3500
236fa	CF3CH2CF3	152.04	-1.4	29.5	124.9	256.8	3.20	464	1000	none			A1	220	0.000	9400
245fa	CHF2CH2CF3	134.05	15.1	59.2	154.1	309.4	4.43	643	300	none	6.1	2623	B1 r	7.2	0.000	950
E245cb1	CH3-O-CF2-CF3	150.05	5.9	42.6	133.7	272.7	2.89	419		fLam				4.7	0.000	160
C270	-CH2-CH2-CH2- – cyclopropane	42.08	-33.5	-28.3	125.2	257.4	5.58	809		2.4	49.7	21367			0.000	
290	CH3CH2CH3 – propane	44.10	-42.2	-44.0	96.7	206.1	4.25	616	2500	2.1	50.3	21625	A3		0.000	~20
C318	-CF2-CF2-CF2-CF2-	200.03	-6.0	21.2	115.2	239.4	2.78	403	1000	none			A1 r	3200	0.000	10000
E347mmy1	CF3-CF(OCH3)-CF3	200.05	29.4	84.9	160.8	321.4	2.55	370						3.4	0.000	330
400 >>	R-12/114(50.0/50.0)-R-400(50/50)	141.63	-20.8	-5.4	128.9	264.0	3.92	569		none			A1		0.835	10000

Chladivo		Fyzikálne údaje							Bezpečnostné údaje				Údaje o vplyve na žP			
Číslo	Chemický vzorec / zloženie zmesi a názov zmesi	Molekulárna hmotnosť	NBP		Tc		Pc		TLV-TWA (PPM)	LFL (%)	HOC		Norma34 bezpeč. skup.	atmospheric životn. (r.)	ODP	GWP 100 r.
			(°C)	(°F)	(°C)	(°F)	(MPa)	(psia)			MJ/kg	Btu/lb				
400 >>	R-12/114 (60.0/40.0) – R-400(60/40)	136.94	-23.2	-9.8	125.4	257.7	3.99	579		none			A1	0.832	10000	
401A	R-22/152a/124 (53.0/13.0/34.0)	94.44	-34.4	-29.9	105.3	221.5	4.61	669	1000	none			A1	0.027	1100– MP39	
401B	R-22/152a/124 (61.0/11.0/28.0)	92.84	-35.7	-32.3	103.5	218.3	4.68	679	1000	none	-2.7	-1161	A1	0.028	1200– MP66	
401C	R-22/152a/124 (33.0/15.0/52.0)	101.03	-30.5	-22.9	109.9	229.8	4.40	638		none			A1	0.025	900– MP52	
402A	R-125/290/22 (60.0/2.0/38.0) – HP80	101.55	-49.2	-56.6	76.0	168.8	4.23	614	1000	none	-1.4	-602	A1	0.013	2700	
402B	R-125/290/22 (38.0/2.0/60.0) – HP81	94.71	-47.2	-53.0	83.0	181.4	4.53	657	1000	none	-1.6	-688	A1	0.020	2300	
403A	R-290/22/218 (5.0/75.0/20.0) – 69-S	91.99	-44.0	-47.2	91.2	196.2	4.69	680	1000	none			A1	0.026	3000	
403B	R-290/22/218 (5.0/56.0/39.0) – 69-L	103.26	-43.8	-46.8	88.7	191.7	4.40	638	1000	none			A1	0.019	4300	
404A	R-125/143a/134a (44.0/52.0/4.0) – HP62 and FX-70	97.60	-46.6	-51.9	72.1	161.8	3.74	542	none	none	-6.6	-2837	A1	0.000	3800	
405A	R-22/152a/142b/C318 (45.0/7.0/5.5/42.5) – G2015	111.91	-32.9	-27.2	106.0	222.8	4.29	622	1000	none			d	0.018	5200	
406A	R-22/600a/142b (55.0/4.0/41.0) – GHG	89.86	-32.7	-26.9	116.5	241.7	4.88	708		none			A2	0.036	1900	
407A	R-32/125/134a (20.0/40.0/40.0) – Klea 60	90.11	-45.2	-49.4	81.9	179.4	4.49	651	none	none	-3.6	-1548	A1	0.000	2000	
407B	R-32/125/134a (10.0/70.0/20.0) – Klea 61	102.94	-46.8	-52.2	74.4	165.9	4.08	592	none	none	-1.8	-774	A1	0.000	2700	
407C	R-32/125/134a (23.0/25.0/52.0) – Klea 66; Suva 9000	86.20	-43.8	-46.8	87.3	189.1	4.63	672	none	none	-4.9	-2107	A1	0.000	1700	
407D	R-32/125/134a (15.0/15.0/70.0)	90.96	-39.4	-38.9	91.6	196.9	4.48	650	none	none	-4.3	-1849	A1	0.000	1500	
407E	R-32/125/134a (25.0/15.0/60.0)	83.78	-42.8	-45.0	88.8	191.8	4.73	686	none	none	-4.8	-2064	A1	0.000	1400	
408A	R-125/143a/22 (7.0/46.0/47.0) – FX-10	87.01	-45.5	-49.9	83.3	181.9	4.42	641	1000	none	5.7	2451	A1	0.016	3000	
409A	R-22/124/142b (60.0/25.0/15.0) – FX-56	97.43	-35.4	-31.7	106.9	224.4	4.69	680	1000	none	3.0	1290	A1	0.039	1500	
409B	R-22/124/142b (65.0/25.0/10.0) – FX-57	96.67	-36.5	-33.7	104.4	219.9	4.71	683		none			A1	0.033	1500	
410A	R-32/125 (50.0/50.0) – Suva 9100; AZ-20	72.58	-51.6	-60.9	72.5	162.5	4.95	718	none	none	-4.4	-1892	A1	0.000	2000	
410B	R-32/125 (45.0/55.0)	75.57	-51.5	-60.7	71.0	159.8	4.78	693		none			A1	0.000	2100	
411A	R-1270/22/152a (1.5/87.5/11.0)	82.36	-39.7	-39.5	99.1	210.4	4.95	718	1000	none			A2	0.030	1500	
411B	R-1270/22/152a (3.0/94.0/3.0)	83.07	-41.6	-42.9	96.0	204.8	4.95	718	1000	none	6.5	2794	A2	0.032	1600	
----	R-1270/22/152a (3.0/95.5/1.5) – G2018C; proposed as R-411C	83.44	-41.8	-43.2	95.5	203.9	4.95	718		none			A1 r	0.032	1600	
412A	R-22/218/142b (70.0/5.0/25.0) – Arcton TP5R	92.17	-36.4	-33.5	107.5	225.5	4.88	708	1000	none			A2	0.035	2200	
413A	R-218/134a/600a (9.0/88.0/3.0) – ISCEON 49	103.95	-29.3	-20.7	101.4	214.5	4.24	615		wff			A2	0.000	1900	
414A	R-22/124/600a/142b (51.0/28.5/4.0/16.5) – GHG-X4	96.93	-34.0	-29.2	110.7	231.3	4.70	682	1000		3.6	1548	A1	0.032	1400	

Číslo	Chladivo Chemický vzorec / zloženie zmesi a názov zmesí	Fyzikálne údaje							Bezpečnostné údaje					Údaje o vplyve na žP	
		Molek- ulárna hmota	NBP		Tc		Pc		TLV- TWA	LFL	HOC		Norma34 bezpeč.	atmos- pheric životn.	GWP
		(°C)	(°F)	(°C)	(°F)	(MPa)	(psia)	(PPM)	(%)	MJ/kg	Btu/lb	skup.	(r.)	ODP	100 r.
414B	R-22/124/600a/142b (50.0/39.0/1.5/9.5) – HOT SHOT	101.59	-34.4	-29.9	108.0	226.4	4.59	666					A1 r	0.031	1300
416A	R-134a/124/600 (59.0/39.5/1.5)	111.92	-23.4	-10.1	108.2	226.8	4.02	583			7.8	3353	A1 r	0.010	1000–
417A	R-125/134a/600 (46.6/50.0/3.4)	106.75	-38.0	-36.4	89.9	193.8	4.10	595					A1 r	0.000	2200–
----	R-22/124/600 (50.0/47.0/3.0) – DI-36	102.64	-34.8	-30.6	102.6	216.7	4.56	661	900	none				0.029	1100
----	R-22/142b (40.0/60.0)	94.37	-27.9	-18.2	123.1	253.6	4.72	685		wff				0.039	2100
----	R-22/142b (60.0/40.0)	91.58	-33.4	-28.1	114.8	238.6	4.90	711		wff				0.038	2000
----	R-22/152a (52.0/48.0) – THR01	75.30	-32.2	-26.0	108.0	226.4	4.82	699	1000	12.4	9.7	4170		0.018	940
----	R-22/152a (60.0/40.0)	76.95	-33.6	-28.5	106.7	224.1	4.86	705	1000	none	16.2	6965		0.020	1100
----	R-22/152a (82.0/18.0)	81.91	-37.6	-35.7	101.9	215.4	4.96	719		5.6	2.7	1161		0.028	1400
----	R-23/125/143a (20.0/36.0/44.0) – ES20	90.16	-64.8	-84.6	67.3	153.1	4.03	585						0.000	5500
----	R-23/22/152a (5.0/65.0/30.0) – NARM-12	78.29	-44.8	-48.6	100.8	213.4	4.95	718						0.022	1700
----	R-23/22/152a (5.0/80.0/15.0) – NARM-22	81.72	-47.0	-52.6	97.2	207.0	5.04	731	1000	none				0.027	2000
----	R-23/22/152a (5.0/90.0/5.0) – NARM-502	84.18	-48.4	-55.1	94.4	201.9	5.10	740	1000	none				0.031	2100
----	R-23/32/134a (4.5/21.5/74.0) – FX-220	83.14	-42.2	-44.0	89.0	192.2	4.90	711		none				0.000	1600
----	R-32/125/134a/600 (10.0/42.0/45.0/3.0)	96.64	-42.2	-44.0	87.2	189.0	4.40	638						0.000	2100
----	R-32/125/143a (10.0/45.0/45.0) – FX-40	90.69	-48.4	-55.1	72.0	161.6	4.05	587		none				0.000	3500
----	R-32/125/143a/134a (2.0/41.0/50.0/7.0) – FX-48B	95.82	-46.8	-52.2	72.9	163.2	3.81	553		none				0.000	3600
----	R-32/125/143a/134a (10.0/33.0/36.0/21.0) – HX4	90.80	-49.4	-56.9	77.5	171.5	4.01	582		none				0.000	3000
----	R-32/134a (25.0/75.0)	82.26	-40.3	-40.5	93.7	200.7	4.83	701	compo	wff				0.000	1100
----	R-32/134a (30.0/70.0)	79.19	-41.8	-43.2	92.4	198.3	4.94	716	compo	wff				0.000	1100
----	R-125/22 (70.0/30.0) – FX-20	107.51	-47.4	-53.3	73.7	164.7	4.04	586		none				0.010	2900
----	R-125/134a/152a (35.0/40.0/25.0) – GHG-X8	94.15	-35.0	-31.0	95.5	203.9	4.14	600	1000	wff				0.000	1700
----	R-125/143a/290/22 (42.0/6.0/2.0/50.0) – DI-44	95.70	-47.7	-53.9	81.0	177.8	4.45	645	1000	none				0.017	2500
----	R-125/152a/227ea (40.0/5.0/55.0) – GHG-X7	136.53	-38.6	-37.5	87.2	189.0	3.58	519	1000	none				0.000	3300
----	R-134a/142b (80.0/20.0)	101.71	-24.1	-11.4	107.5	225.5	4.12	598						0.010	1500
----	R-134a/142b (80.6/19.4) – RB276	101.73	-24.2	-11.6	107.3	225.1	4.12	598		none				0.008	1500
----	R-161/13I1 (80.0/20.0)	56.60												0.000	9.8
----	R-161/218/13I1 (65.4/18.2/16.4)	64.88												0.000	1600
----	R-170/290 (6.0/94.0) – ER22/502	42.90	-50.0	-58.0	91.2	196.2	4.29	622		1.9				0.000	~20
----	R-218/134a/600 (32.7/62.8/4.5)	115.36	-31.4	-24.5	99.8	211.6	4.15	602						0.000	3600
----	R-290/22/152a (1.5/96.0/2.5)	84.60	-41.7	-43.1	96.2	205.2	4.98	722		8.9	1.7	731		0.033	1600

Číslo	Chladivo Chemický vzorec / zloženie zmesi a názov zmesi	Fyzikálne údaje							Bezpečnostné údaje				Údaje o vplyve na žP			
		Molek- ulárna hmota	NBP		Tc		Pc		TLV- TWA	LFL	HOC		Norma34 bezpeč. skup.	atmos- pheric životn.	ODP	GWP 100 r.
			(°C)	(°F)	(°C)	(°F)	(MPa)	(psia)	(PPM)	(%)	MJ/kg	Btu/lb		(r.)		
----	R-290/600a (50.0/50.0)	50.15	-32.8	-27.0	114.8	238.6	4.04	586		2.0	49.8	21410			0.000	~20
----	R-600a/600 (50.0/50.0) – isobutane/butane	58.12	-6.5	20.3	143.6	290.5	3.73	541		1.6					0.000	~20
500	R-12/152a (73.8/26.2)	99.30	-33.6	-28.5	102.1	215.8	4.17	605	1000	none			A1		0.605	7900
501	R-22/12 (75.0/25.0)	93.10	-40.5	-40.9	96.2	205.2	4.76	690		none			A1		0.231	3900
502	R-22/115 (48.8/51.2)	111.63	-45.3	-49.5	80.7	177.3	4.02	583	1000	none			A1		0.221	4500
503	R-23/13 (40.1/59.9)	87.25	-87.5	-125.5	18.4	65.1	4.27	619	1000	none					0.599	13000
504	R-32/115 (48.2/51.8)	79.25	-57.7	-71.9	62.1	143.8	4.44	644		none					0.207	4000
505	R-12/31 (78.0/22.0)	103.48	-30.0	-22.0	117.8	244.0	4.73	686		none					0.642	
506	R-31/114 (55.1/44.9)	93.69	-12.3	9.9	142.2	288.0	5.16	748		none					0.387	
507A	R-125/143a (50.0/50.0) – AZ-50	98.86	-47.1	-52.8	70.9	159.6	3.79	550	none	none	-5.5	-2365	A1		0.000	3900
508A	R-23/116 (39.0/61.0) – Klea 5R3	100.10	-87.4	-125.3	11.0	51.8	3.70	537	1000	none			A1		0.000	12000
508B	R-23/116 (46.0/54.0) – Suva 95	95.39	-87.4	-125.3	14.0	57.2	3.93	570	1000	none			A1		0.000	12000
509A	R-22/218 (44.0/56.0) – Arcton TP5R2	123.96	-40.4	-40.7	87.2	189.0	4.03	585	1000	none			A1		0.015	5600
----	R-134a/600a (80.0/20.0) – Electrolux RC	88.64	-29.5	-21.1	111.3	232.3	4.81	698		3.9					0.000	1000
----	R-218/152a (83.5/16.5)	144.11	-34.8	-30.6	86.8	188.2	3.38	490							0.000	7200
----	R-32/600 (90.0/10.0)	52.58	-51.2	-60.2	84.8	184.6	6.15	892	R-32	flam					0.000	500
----	R-32/600 (95.0/5.0)	52.30	-51.4	-60.5	81.4	178.5	5.99	869	R-32	flam					0.000	520
----	R-32/600a (90.0/10.0)	52.58	-53.1	-63.6	83.2	181.8	6.30	914	R-32	flam					0.000	500
----	R-32/600a (95.0/5.0)	52.30	-52.7	-62.9	80.7	177.3	6.07	880	R-32	flam					0.000	520
600	CH <sub>3</sub> -CH <sub>2</sub> -CH <sub>2</sub> -CH <sub>3</sub> – butane	58.12	-0.5	31.1	152.0	305.6	3.80	551	800	1.5	49.5	21281	A3		0.000	~20
600a	CH(CH <sub>3</sub> ) <sub>2</sub> -CH <sub>3</sub> – isobutane	58.12	-11.7	10.9	134.7	274.5	3.64	528	800	1.7	49.4	21238	A3		0.000	~20
601	CH <sub>3</sub> -CH <sub>2</sub> -CH <sub>2</sub> -CH <sub>2</sub> -CH <sub>3</sub> – pentane	72.15	36.0	96.8	196.6	385.9	3.37	489	600	1.4				<<1	0.000	11
601a	(CH <sub>3</sub> ) <sub>2</sub> CH-CH <sub>2</sub> -CH <sub>3</sub> – isopentane	72.15	27.8	82.0	187.8	370.0	3.39	492	600	1.0					0.000	
610	CH <sub>3</sub> -CH <sub>2</sub> -O-CH <sub>2</sub> -CH <sub>3</sub> – ethyl ether	74.12	34.6	94.3	214.0	417.2	6.00	870	400	1.9					0.000	
611	HCOOCH <sub>3</sub> – methyl formate	60.05	31.8	89.2	214.0	417.2	5.99	869	100	4.5			B2		0.000	
630	CH <sub>3</sub> (NH <sub>2</sub> ) – methylamine	31.06	-6.7	19.9	156.9	314.4	7.46	1082	5	4.9					0.000	
631	CH <sub>3</sub> -CH <sub>2</sub> (NH <sub>2</sub> ) – ethylamine	45.08	16.6	61.9	183.0	361.4	5.62	815	5	3.5					0.000	
704	He – helium	4.00	-268.9	-452.0	-267.9	-450.2	0.23	33		none			A1		0.000	
717	NH <sub>3</sub> – ammonia	17.03	-33.3	-27.9	132.3	270.1	11.34	1645	25	15.0	22.5	9673	B2		0.000	<1
718	H <sub>2</sub> O – water	18.02	100.0	212.0	373.9	705.0	22.06	3200		none			A1		0.000	<1
729	air	28.97	-194.4	-317.9	-140.7	-221.3	3.77	547		none					0.000	0
744	CO <sub>2</sub> – carbon dioxide	44.01	-78.4	-109.1	31.1	88.0	7.38	1070	5000	none			A1	>50	0.000	1
764	SO <sub>2</sub> – sulfur dioxide	64.06	-10.0	14.0	157.5	315.5	7.88	1143	2	none			B1		0.000	
1130	CHCl=CHCl – dielene	96.94	47.8	118.0	243.3	469.9	5.48	795	200	5.6						
1150	CH <sub>2</sub> =CH <sub>2</sub> – ethylene	28.05	-109.4	-164.9	9.2	48.6	5.04	731	1000	2.3			A3		0.000	
1270	CH <sub>3</sub> CH=CH <sub>2</sub> – propylene	42.08	-47.7	-53.9	92.4	198.3	4.67	677	660	2.0			A3		0.000	~20

NBP = normálny bod varu; Tc = kritická teplota; Pc = kritický tlak; TLV = ACGIH Expozičný limit pri práci bez chronických príznakov na zdraví - podobne ako AIHA Pobytový expozičný limit (WEEL) alebo OSHA Dovoľený expozičný limit (PEL), ako časovo vážený priemer (TWA).

LFL = spodná hranica horľavosti (% objemové vo vzduchu), "wff" znamená, že prípad najhoršej frakcionácie môže byť horľavý.

HOC = teplo z horenia; ODP = potenciál poškodzovania ozónovej vrstvy Zeme; GWP = potenciál skleníkového efektu (pre 100 rokov vplyvu)

Prípony k bezpečnej klasifikácii indikujú odporúčané zmeny, ktoré ešte nie sú konečné ("d" pre vymazanie a "r" pre revíziu a pridanie) alebo klasifikácie označené ako dočasné ("p").

Zdroje údajov sú identifikované v databáze chladív; overte si údaje a vztiahnuté limity v uvedených zdrojoch pred ich použitím.

© JMC-2001.07.31

Tabuľka 2 Sumár fyzikálnych, bezpečnostných, a environmentálnych údajov o chladivách (triedených podľa normálneho bodu varu)

Chladivo	Fyzikálne údaje							Bezpečnostné údaje				Údaje o vplyve na ŽP				
	Chemický vzorec / zloženie zmesi a názov zmesi	Molekulárna hmotnosť	NBP		Tc		Pc	TLV-TWA	LFL	HOC		Norma34 bezpeč.	atmospheric životn.	ODP	GWP	
Číslo			(°C)	(°F)	(°C)	(°F)	(MPa) (psia)	(PPM)	(%)	MJ/kg	Btu/lb	skup.	(r.)		100 r.	
704	He - helium	4.00	-268.9	-452.0	-267.9	-450.2	0.23	33	none			A1		0.000		
729	air	28.97	-194.4	-317.9	-140.7	-221.3	3.77	547	none					0.000	0	
50	CH <sub>4</sub> - methane	16.04	-161.5	-258.7	-82.6	-116.7	4.60	667	1000	4.8		A3	12.0	0.000	23	
14	CF <sub>4</sub> - carbon tetrafluoride	88.00	-128.1	-198.6	-45.6	-50.1	3.75	544	none			A1	50000	0.000	5700	
1150	CH <sub>2</sub> =CH <sub>2</sub> - ethylene	28.05	-109.4	-164.9	9.2	48.6	5.04	731	1000	2.3		A3		0.000		
170	CH <sub>3</sub> CH <sub>3</sub> - ethane	30.07	-88.9	-128.0	32.2	90.0	4.87	706	1000	2.9		A3		0.000	~20	
503	R-23/13 (40.1/59.9)	87.25	-87.5	-125.5	18.4	65.1	4.27	619	1000	none				0.599	13000	
508A	R-23/116 (39.0/61.0) - K1ea 5R3	100.10	-87.4	-125.3	11.0	51.8	3.70	537	1000	none		A1		0.000	12000	
508B	R-23/116 (46.0/54.0) - Suva 95	95.39	-87.4	-125.3	14.0	57.2	3.93	570	1000	none		A1		0.000	12000	
23	CHF <sub>3</sub> - fluoroform	70.01	-82.1	-115.8	25.9	78.6	4.84	702	1000	none	-12.5	-5374	A1	260	0.000	12000
13	CClF <sub>3</sub>	104.46	-81.3	-114.3	28.9	84.0	3.88	563	1000	none	-3.0	-1290	A1	640	1.000	14000
744	CO <sub>2</sub> - carbon dioxide	44.01	-78.4	-109.1	31.1	88.0	7.38	1070	5000	none			A1	>50	0.000	1
116	CF <sub>3</sub> CF <sub>3</sub> - perfluoroethane	138.01	-78.2	-108.8	19.9	67.8	3.04	441	1000	none			A1	10000	0.000	11900
41	CH <sub>3</sub> F - methyl fluoride	34.03	-78.1	-108.6	44.1	111.4	5.90	856						2.6	0.000	97
----	R-23/125/143a (20.0/36.0/44.0) - ES20	90.16	-64.8	-84.6	67.3	153.1	4.03	585						0.000	5500	
13B1	CBrF <sub>3</sub> - halon 1301	148.91	-57.7	-71.9	67.1	152.8	3.96	574	1000	none		A1	65	12.000	6900	
504	R-32/115 (48.2/51.8)	79.25	-57.7	-71.9	62.1	143.8	4.44	644		none				0.207	4000	
----	R-32/600a (90.0/10.0)	52.58	-53.1	-63.6	83.2	181.8	6.30	914	R-32	flam				0.000	500	
----	R-32/600a (95.0/5.0)	52.30	-52.7	-62.9	80.7	177.3	6.07	880	R-32	flam				0.000	520	
32	CH <sub>2</sub> F <sub>2</sub> - methylene fluoride	52.02	-51.7	-61.1	78.2	172.8	5.80	841	1000	12.7	9.4	4041	A2	5.0	0.000	550
410A	R-32/125 (50.0/50.0) - Suva 9100; AZ-20	72.58	-51.6	-60.9	72.5	162.5	4.95	718	none	none	-4.4	-1892	A1		0.000	2000
410B	R-32/125 (45.0/55.0)	75.57	-51.5	-60.7	71.0	159.8	4.78	693		none		A1		0.000	2100	
----	R-32/600 (95.0/5.0)	52.30	-51.4	-60.5	81.4	178.5	5.99	869	R-32	flam				0.000	520	
----	R-32/600 (90.0/10.0)	52.58	-51.2	-60.2	84.8	184.6	6.15	892	R-32	flam				0.000	500	
----	R-170/290 (6.0/94.0) - ER22/502	42.90	-50.0	-58.0	91.2	196.2	4.29	622		1.9				0.000	~20	
----	R-32/125/143a/134a (10.0/33.0/36.0/21.0) - HX4	90.80	-49.4	-56.9	77.5	171.5	4.01	582		none				0.000	3000	
402A	R-125/290/22 (60.0/2.0/38.0) - HP80	101.55	-49.2	-56.6	76.0	168.8	4.23	614	1000	none	-1.4	-602	A1		0.013	2700
----	R-23/22/152a (5.0/90.0/5.0) - NARM-502	84.18	-48.4	-55.1	94.4	201.9	5.10	740	1000	none					0.031	2100
----	R-32/125/143a (10.0/45.0/45.0) - FX-40	90.69	-48.4	-55.1	72.0	161.6	4.05	587		none					0.000	3500
125	CHF <sub>2</sub> CF <sub>3</sub>	120.02	-48.1	-54.6	66.2	151.2	3.63	526	1000	none	-1.5	-645	A1	29	0.000	3400
1270	CH <sub>3</sub> CH=CH <sub>2</sub> - propylene	42.08	-47.7	-53.9	92.4	198.3	4.67	677	660	2.0			A3		0.000	~20
----	R-125/143a/290/22 (42.0/6.0/2.0/50.0) - DI-44	95.70	-47.7	-53.9	81.0	177.8	4.45	645	1000	none					0.017	2500
----	R-125/22 (70.0/30.0) - FX-20	107.51	-47.4	-53.3	73.7	164.7	4.04	586		none					0.010	2900
143a	CH <sub>3</sub> CF <sub>3</sub>	84.04	-47.2	-53.0	72.9	163.2	3.78	548	1000	7.0	10.3	4428	A2	52	0.000	4300
402B	R-125/290/22 (38.0/2.0/60.0) - HP81	94.71	-47.2	-53.0	83.0	181.4	4.53	657	1000	none	-1.6	-688	A1		0.020	2300
507A	R-125/143a (50.0/50.0) - AZ-50	98.86	-47.1	-52.8	70.9	159.6	3.79	550	none	none	-5.5	-2365	A1		0.000	3900
----	R-23/22/152a (5.0/80.0/15.0) - NARM-22	81.72	-47.0	-52.6	97.2	207.0	5.04	731	1000	none					0.027	2000

Číslo	Chladivo Chemický vzorec / zloženie zmesi a názov zmesí	Fyzikálne údaje								Bezpečnostné údaje					Údaje o vplyve na žP		
		Molek- ulárna hmota	NBP		Tc		Pc		TLV- TWA	LFL	HOC		Norma34 bezpeč. skup.	atmos- pheric zivotn. (r.)	ODP	GWP 100 r.	
		(g)	(°C)	(°F)	(°C)	(°F)	(MPa)	(psia)	(PPM)	(%)	(MJ/kg)	(Btu/lb)					
407B	R-32/125/134a (10.0/70.0/20.0)KLEA61	102.94	-46.8	-52.2	74.4	165.9	4.08	592	none	none	-1.8	-774	A1		0.000	2700	
----	R-32/125/143a/134a (2.0/41.0/50.0/7.0) – FX-48B	95.82	-46.8	-52.2	72.9	163.2	3.81	553		none					0.000	3600	
404A	R-125/143a/134a (44.0/52.0/4.0) – HP62 and FX-70	97.60	-46.6	-51.9	72.1	161.8	3.74	542	none	none	-6.6	-2837	A1		0.000	3800	
408A	R-125/143a/22 (7.0/46.0/47.0) – FX-10	87.01	-45.5	-49.9	83.3	181.9	4.42	641	1000	none	5.7	2451	A1		0.016	3000	
502	R-22/115 (48.8/51.2)	111.63	-45.3	-49.5	80.7	177.3	4.02	583	1000	none			A1		0.221	4500	
407A	R-32/125/134a (20.0/40.0/40.0) – Klea 60	90.11	-45.2	-49.4	81.9	179.4	4.49	651	none	none	-3.6	-1548	A1		0.000	2000	
----	R-23/22/152a (5.0/65.0/30.0) – NARM-12	78.29	-44.8	-48.6	100.8	213.4	4.95	718							0.022	1700	
403A	R-290/22/218 (5.0/75.0/20.0) – 69-S	91.99	-44.0	-47.2	91.2	196.2	4.69	680	1000	none			A1		0.026	3000	
403B	R-290/22/218 (5.0/56.0/39.0) – 69-L	103.26	-43.8	-46.8	88.7	191.7	4.40	638	1000	none			A1		0.019	4300	
407C	R-32/125/134a (23.0/25.0/52.0) – Klea 66; Suva 9000	86.20	-43.8	-46.8	87.3	189.1	4.63	672	none	none	-4.9	-2107	A1		0.000	1700	
407E	R-32/125/134a (25.0/15.0/60.0)	83.78	-42.8	-45.0	88.8	191.8	4.73	686	none	none	-4.8	-2064	A1		0.000	1400	
----	R-23/32/134a (4.5/21.5/74.0) – FX-220	83.14	-42.2	-44.0	89.0	192.2	4.90	711		none					0.000	1600	
290	CH3CH2CH3 – propane	44.10	-42.2	-44.0	96.7	206.1	4.25	616	2500	2.1	50.3	21625	A3		0.000	~20	
----	R-32/125/134a/600 (10.0/42.0/45.0/3.0)	96.64	-42.2	-44.0	87.2	189.0	4.40	638							0.000	2100	
E125	CHF2-0-CF3	136.02	-42.0	-43.6	81.3	178.3	3.35	486							150	0.000	14900
----	R-32/134a (30.0/70.0)	79.19	-41.8	-43.2	92.4	198.3	4.94	716	compo	wff					0.000	1100	
----	R-1270/22/152a (3.0/95.5/1.5) – G2018C	83.44	-41.8	-43.2	95.5	203.9	4.95	718		none			A1 r		0.032	1600	
----	R-290/22/152a (1.5/96.0/2.5)	84.60	-41.7	-43.1	96.2	205.2	4.98	722		8.9	1.7	731			0.033	1600	
411B	R-1270/22/152a (3.0/94.0/3.0)	83.07	-41.6	-42.9	96.0	204.8	4.95	718	1000	none	6.5	2794	A2		0.032	1600	
22	CHClF2	86.47	-40.8	-41.4	96.2	205.2	4.99	724	1000	none	2.2	946	A1	11.9	0.034	1700	
501	R-22/12 (75.0/25.0)	93.10	-40.5	-40.9	96.2	205.2	4.76	690		none			A1		0.231	3900	
509A	R-22/218 (44.0/56.0) – Arcton TP5R2	123.96	-40.4	-40.7	87.2	189.0	4.03	585	1000	none			A1		0.015	5600	
----	R-32/134a (25.0/75.0)	82.26	-40.3	-40.5	93.7	200.7	4.83	701	compo	wff					0.000	1100	
411A	R-1270/22/152a (1.5/87.5/11.0)	82.36	-39.7	-39.5	99.1	210.4	4.95	718	1000	none			A2		0.030	1500	
407D	R-32/125/134a (15.0/15.0/70.0)	90.96	-39.4	-38.9	91.6	196.9	4.48	650	none	none	-4.3	-1849	A1		0.000	1500	
115	CClF2CF3	154.47	-38.9	-38.0	80.0	176.0	3.12	453	1000	none	-2.1	-903	A1	1700	0.400	7200	
----	R-125/152a/227ea (40.0/5.0/55.0) – GHG-X7	136.53	-38.6	-37.5	87.2	189.0	3.58	519	1000	none					0.000	3300	
417A	R-125/134a/600 (46.6/50.0/3.4) – Isceon 59; NU-22	106.75	-38.0	-36.4	89.9	193.8	4.10	595		none			A1 r		0.000	2200	
----	R-22/152a (82.0/18.0)	81.91	-37.6	-35.7	101.9	215.4	4.96	719		5.6	2.7	1161			0.028	1400	
161	CH3CH2F – ethyl fluoride	48.06	-37.1	-34.8	102.2	216.0	4.70	682		3.8					0.3	0.000	12
218	CF3CF2CF3 – perfluoropropane	188.02	-36.6	-33.9	71.9	161.4	2.68	389	1000	none			A1	2600	0.000	8600	
409B	R-22/124/142b (65.0/25.0/10.0) – FX-57	96.67	-36.5	-33.7	104.4	219.9	4.71	683		none			A1		0.033	1500	

Číslo	Chladivo Chemický vzorec / zloženie zmesí a názov zmesí	Fyzikálne údaje							Bezpečnostné údaje					Údaje o vplyve na žP		
		Molek- ulárna hmota	NBP		Tc		Pc		TLV- TWA	LFL	HOC		Norma34 bezpeč. skup.	atmos- pheric životn. (r.)	ODP	GWP 100 r.
			(°C)	(°F)	(°C)	(°F)	(MPa)	(psia)	(PPM)	(%)	MJ/kg	Btu/lb				
412A	R-22/218/142b (70.0/5.0/25.0) – Arcton TP5R	92.17	-36.4	-33.5	107.5	225.5	4.88	708	1000	none			A2	0.035	2200	
401B	R-22/152a/124 (61.0/11.0/28.0) – MP66	92.84	-35.7	-32.3	103.5	218.3	4.68	679	1000	none	-2.7	-1161	A1	0.028	1200	
409A	R-22/124/142b (60.0/25.0/15.0) – FX-56	97.43	-35.4	-31.7	106.9	224.4	4.69	680	1000	none	3.0	1290	A1	0.039	1500	
----	R-125/134a/152a (35.0/40.0/25.0) – GHG-X8	94.15	-35.0	-31.0	95.5	203.9	4.14	600	1000	wff				0.000	1700	
----	R-218/152a (83.5/16.5)	144.11	-34.8	-30.6	86.8	188.2	3.38	490						0.000	7200	
----	R-22/124/600 (50.0/47.0/3.0) DI-36	102.64	-34.8	-30.6	102.6	216.7	4.56	661	900	none				0.029	1100	
401A	R-22/152a/124 (53.0/13.0/34.0) – MP39	94.44	-34.4	-29.9	105.3	221.5	4.61	669	1000	none			A1	0.027	1100	
414B	R-22/124/600a/142b (50.0/39.0/1.5/9.5) – HOT SHOT	101.59	-34.4	-29.9	108.0	226.4	4.59	666		none			A1 r	0.031	1300	
414A	R-22/124/600a/142b (51.0/28.5/4.0/16.5) – GHG-X4	96.93	-34.0	-29.2	110.7	231.3	4.70	682	1000		3.6	1548	A1	0.032	1400	
----	R-22/152a (60.0/40.0)	76.95	-33.6	-28.5	106.7	224.1	4.86	705	1000	none	16.2	6965		0.020	1100	
500	R-12/152a (73.8/26.2)	99.30	-33.6	-28.5	102.1	215.8	4.17	605	1000	none			A1	0.605	7900	
C270	-CH2-CH2-CH2- – cyclopropane	42.08	-33.5	-28.3	125.2	257.4	5.58	809		2.4	49.7	21367		0.000		
----	R-22/142b (60.0/40.0)	91.58	-33.4	-28.1	114.8	238.6	4.90	711		wff				0.038	2000	
717	NH3 – ammonia	17.03	-33.3	-27.9	132.3	270.1	11.34	1645	25	15.0	22.5	9673	B2	0.000	<1	
405A	R-22/152a/142b/C318 (45.0/7.0/5.5/42.5) – G2015	111.91	-32.9	-27.2	106.0	222.8	4.29	622	1000	none			d	0.018	5200	
----	R-290/600a (50.0/50.0)	50.15	-32.8	-27.0	114.8	238.6	4.04	586		2.0	49.8	21410		0.000	~20	
406A	R-22/600a/142b (55.0/4.0/41.0) – GHG	89.86	-32.7	-26.9	116.5	241.7	4.88	708		none			A2	0.036	1900	
----	R-22/152a (52.0/48.0) – THR01	75.30	-32.2	-26.0	108.0	226.4	4.82	699	1000	12.4	9.7	4170		0.018	940	
----	R-218/134a/600 (32.7/62.8/4.5) – CM1	115.36	-31.4	-24.5	99.8	211.6	4.15	602						0.000	3600	
401C	R-22/152a/124 (33.0/15.0/52.0) – MP52	101.03	-30.5	-22.9	109.9	229.8	4.40	638		none			A1	0.025	900	
505	R-12/31 (78.0/22.0)	103.48	-30.0	-22.0	117.8	244.0	4.73	686		none				0.642		
12	CCl2F2	120.91	-29.8	-21.6	112.0	233.6	4.14	600	1000	none	-0.8	-344	A1	100	0.820	10600
----	R-134a/600a (80.0/20.0) –	88.64	-29.5	-21.1	111.3	232.3	4.81	698		3.9				0.000	1000	
413A	R-218/134a/600a (9.0/88.0/3.0) – ISCEON 49	103.95	-29.3	-20.7	101.4	214.5	4.24	615		wff			A2	0.000	1900	
----	R-22/142b (40.0/60.0)	94.37	-27.9	-18.2	123.1	253.6	4.72	685		wff				0.039	2100	
134a	CH2FCF3	102.03	-26.1	-15.0	101.1	214.0	4.06	589	1000	none	4.2	1806	A1	13.8	0.000	1300
E170	CH3-O-CH3 – dimethyl ether	46.07	-24.8	-12.6	128.8	263.8	5.32	772	1000	3.3				0.015	0.000	1
----	R-134a/142b (80.6/19.4) RB-27	101.73	-24.2	-11.6	107.3	225.1	4.12	598		none				0.008	1500	
40	CH3Cl – methyl chloride	50.49	-24.2	-11.6	143.1	289.6	6.67	967	50	8.0			B2	1.3	0.020	16
----	R-134a/142b (80.0/20.0)	101.71	-24.1	-11.4	107.5	225.5	4.12	598						0.010	1500	
E143a	CH3-O-CF3	100.04	-24.1	-11.4	104.9	220.8	3.63	526		f1am				4.4	0.000	750
152a	CH3CHF2	66.05	-24.0	-11.2	113.3	235.9	4.52	656	1000	3.7	17.4	7481	A2	1.4	0.000	120
416A	R-134a/124/600 (59.0/39.5/1.5) – FR-12	111.92	-23.4	-10.1	108.2	226.8	4.02	583			7.8	3353	A1 r	0.010	1000	

Chladivo	Fyzikálne údaje								Bezpečnostné údaje				Údaje o vplyve na žP			
	Chemický vzorec / zloženie zmesi a názov zmesi	Molekulárna hmota	NBP		Tc		Pc		TLV-TWA	LFL	HOC		Norma34 bezpeč.	atmospheric životn.	ODP	GWP
Číslo			(°C)	(°F)	(°C)	(°F)	(MPa)	(psia)	(PPM)	(%)	MJ/kg	Btu/lb	skup.	(r.)		100 r.
400 >>	R-12/114 (60.0/40.0) – R-400(60/40)	136.94	-23.2	-9.8	125.4	257.7	3.99	579		none			A1		0.832	10000
131I	CF3I	195.91	-21.8	-7.2	123.3	253.9	3.95	573		none				<0.1	0.000	1
400 >>	R-12/114 (50.0/50.0) – R-400(50/50)	141.63	-20.8	-5.4	128.9	264.0	3.92	569		none			A1		0.835	10000
227ea	CF3CHF3	170.03	-15.6	3.9	102.8	217.0	2.98	432	1000	none	3.3	1419		33	0.000	3500
506	R-31/114 (55.1/44.9)	93.69	-12.3	9.9	142.2	288.0	5.16	748		none					0.387	
124	CHClFCF3	136.48	-12.0	10.4	122.3	252.1	3.62	525	1000	none	0.9	387	A1	6.1	0.026	620
600a	CH(CH3)2-CH3 – isobutane	58.12	-11.7	10.9	134.7	274.5	3.64	528	800	1.7	49.4	21238	A3		0.000	~20
764	SO2 – sulfur dioxide	64.06	-10.0	14.0	157.5	315.5	7.88	1143		2			B1		0.000	
31	CH2ClF	68.48	-9.1	15.6						0.1					0.010	
142b	CH3CClF2	100.49	-9.0	15.8	137.2	279.0	4.12	598	1000	6.0	9.8	4213	A2	19	0.043	2400
630	CH3(NH2) – methylamine	31.06	-6.7	19.9	156.9	314.4	7.46	1082		5	4.9				0.000	
----	R-600a/600 (50.0/50.0) – isobutane/butane	58.12	-6.5	20.3	143.6	290.5	3.73	541		1.6					0.000	~20
C318	-CF2-CF2-CF2-CF2-	200.03	-6.0	21.2	115.2	239.4	2.78	403	1000	none			A1 r	3200	0.000	10000
12B1	CBrClF2 – halon 1211	165.36	-4.0	24.8	154.0	309.2	4.10	595		none				11	5.100	1300
236fa	CF3CH2CF3	152.04	-1.4	29.5	124.9	256.8	3.20	464	1000	none			A1	220	0.000	9400
600	CH3-CH2-CH2-CH3 – butane	58.12	-0.5	31.1	152.0	305.6	3.80	551	800	1.5	49.5	21281	A3		0.000	~20
114	CClF2CClF2	170.92	3.6	38.5	145.7	294.3	3.26	473	1000	none	-3.1	-1333	A1	300	0.850	9800
E245cb1	CH3-O-CF2-CF3	150.05	5.9	42.6	133.7	272.7	2.89	419		flam				4.7	0.000	160
E134	CHF2-O-CHF2	118.03	6.2	43.2	160.8	321.4	4.23	614		none				26.2	0.000	6100
21	CHCl2F	102.92	8.9	48.0	178.3	352.9	5.18	751		10			B1	2.0	0.010	210
160	CH3CH2Cl – ethyl chloride	64.51	13.1	55.6	187.3	369.1	5.27	764	100	3.6	20.6	8856		<1	0.000	
245fa	CHF2CH2CF3	134.05	15.1	59.2	154.1	309.4	4.43	643	300	none	6.1	2623	B1 r	7.2	0.000	950
631	CH3-CH2(NH2) – ethylamine	45.08	16.6	61.9	183.0	361.4	5.62	815		5	3.5				0.000	
11	CCl3F	137.37	23.7	74.7	198.0	388.4	4.41	640	C1000	none	0.9	387	A1	45	1.000	4600
123	CHCl2CF3	152.93	27.8	82.0	183.8	362.8	3.66	531	50	none	2.1	903	B1	1.4	0.012	120
601a	(CH3)2CH-CH2-CH3 – isopentane	72.15	27.8	82.0	187.8	370.0	3.39	492	600	1.0					0.000	
E347mmy1	CF3-CF(OCH3)-CF3	200.05	29.4	84.9	160.8	321.4	2.55	370						3.4	0.000	330
611	HCOOCH3 – methyl formate	60.05	31.8	89.2	214.0	417.2	5.99	869	100	4.5			B2		0.000	
141b	CH3CCl2F	116.95	32.0	89.6	204.2	399.6	4.25	616	500	5.8	8.6	3697		9.3	0.086	700
610	CH3-CH2-O-CH2-CH3 – ethyl ether	74.12	34.6	94.3	214.0	417.2	6.00	870	400	1.9					0.000	
601	CH3-CH2-CH2-CH2-CH3 – pentane	72.15	36.0	96.8	196.6	385.9	3.37	489	600	1.4				<<1	0.000	11
30	CH2Cl2 – methylene chloride	84.93	40.2	104.4	237.0	458.6	6.08	882	50	13.0			B2	0.46	0.000	10
113	CCl2FCClF2	187.37	47.6	117.7	214.1	417.4	3.39	492	1000	none	0.1	43	A1	85	0.900	6000
1130	CHCl=CHCl – dielene	96.94	47.8	118.0	243.3	469.9	5.48	795	200	5.6						
718	H2O – water	18.02	100.0	212.0	373.9	705.0	22.06	3200		none			A1		0.000	<1

NBP = normálny bod varu; Tc = kritická teplota; Pc = kritický tlak; TLV = ACGIH Expozičný limit pri práci bez chronických príznakov na zdraví – podobne ako AIHA Pobytový expozičný limit (WEEL) alebo OSHA Dovoľený expozičný limit (PEL), ako časovo vážený priemer (TWA).

LFL = spodná hranica horľavosti (% objemové vo vzduchu), "wff" znamená, že prípad najhoršej frakcionácie môže byť horľavý.

HOC = teplo z horenia; ODP = potenciál poškodzovania ozónovej vrstvy Zeme; GWP = potenciál skleníkového efektu (pre 100 rokov vplyvu)

Prípomy k bezpečnostnej klasifikácii indikujú odporúčané zmeny, ktoré ešte nie sú konečné ("d" pre vymazanie and "r" pre revíziu a prídanie) alebo klasifikácie označené ako dočasné ("p").

Zdroje údajov sú identifikované v databáze chladív; overte si údaje a vzťahnuté limity v uvedených zdrojoch pred ich použitím.

© JMC-2001.07.31

**PRÍKLAD 1: Systém Split A/C**

Klimatizátor vzduchu Split A s chladivom R410A je inštalovaný v spálni súkromného obydľia (plocha miestnosti: 16 m<sup>2</sup>, výška miestnosti: 2,7 m<sup>2</sup>).

Systém patrí do kategórie priamych systémov (výparník je umiestnený v zaplnenom priestore), zaplnenosť je kategórie A — Všeobecná zaplnenosť a umiestnenie systému je typu b) — Kompresor a zberač kvapaliny v nezaplnenej strojovni alebo na otvorenom priestranstve. Výsledná požiadavka je v rámečku č. 3 v tabuľke s chladivom A1. Vyžaduje sa vyrovnanie veľkosti náplne na účelnú medzu a objem miestnosti. Účelné medze pre všetky chladivá sa nachádzajú v tabuľkách v prílohe E. Veľkosť maximálnej náplne je účelná medza (0,44 kg/m<sup>3</sup>) vynásobená objemom miestnosti (16 m<sup>2</sup> × 2,7 m), čo sa rovná 19,0 kg.

**Tabuľka C.1 – Bezpečnostná skupina chladiva <sup>a)</sup>**

<b>Bezpečnostná skupina chladiva – A1</b>		
<b>Umiestnenie chladiaceho systému</b>	<b>Zaplnenosť</b>	
	<b>Všeobecná zaplnenosť – Trieda A</b>	
	Priame systémy	Nepriame systémy
Priestor zaplnený ľuďmi, ktorý nie je strojovňou	1 Maximálna náplň = účelná medza × objem miestnosti <sup>b, c, d</sup>	2 Považuje sa za priamy systém; pozri rámeček č. 1
Kompresor a zberač kvapaliny v nezaplnenej strojovni alebo na voľnom priestranstve	3 Maximálna náplň = účelná medza × objem miestnosti	4 Nijaké obmedzenie
Všetky časti obsahujúce chladivo v nezaplnenej strojovni alebo na voľnom priestranstve	5 Nijaké obmedzenie	6 Nijaké obmedzenie
<b>Zaplnenosť s dohľadom – Trieda B</b>		
	Priame systémy	Nepriame systémy
Priestor zaplnený ľuďmi, ktorý nie je strojovňou	7 Pod úrovňou dlážky alebo na horných podlažiach bez príslušných núdzových východov: upravené ako všeobecná zaplnenosť — Trieda B; alebo nijaké obmedzenie náplne	8 Považuje sa za priamy systém; pozri rámeček č. 7
Kompresor a zberač kvapaliny v nezaplnenej strojovni alebo na voľnom priestranstve	9 Nijaké obmedzenie	10 Nijaké obmedzenie
Všetky časti obsahujúce chladivo v nezaplnenej strojovni alebo na voľnom priestranstve	11 Nijaké obmedzenie	12 Nijaké obmedzenie
<b>Zaplnenosť len s oprávneným prístupom – Trieda C</b>		
	Priame systémy	Nepriame systémy
Priestor zaplnený ľuďmi, ktorý nie je strojovňou	13 Pod úrovňou dlážky alebo na horných podlažiach bez príslušných núdzových východov: upravené ako všeobecná zaplnenosť — Trieda B; alebo nijaké obmedzenie náplne	14 Považuje sa za priamy systém; pozri rámeček č. 13
Kompresor a zberač kvapaliny v nezaplnenej strojovni alebo na voľnom priestranstve	15 Nijaké obmedzenie	16 Nijaké obmedzenie
Všetky časti obsahujúce chladivo v nezaplnenej strojovni alebo na voľnom priestranstve	17 Nijaké obmedzenie	18 Nijaké obmedzenie

(pokračovanie tabuľky)

PRÍKLAD: Chladiaci systém na výrobu mrazených potravín

Systém R717 je inštalovaný vo fabrike, ktorá vyrába mrazené potraviny.

Kondenzátor, kompresor a zberač vody chladeného systému sú inštalované v osobitnej strojovni. Systém napája súbor výparníkov vo fabrike. Bezpečnostná skupina chladiva je B2 a systém je priamy. Zaplnenosť je kategórie C — Zaplnenosť len s oprávneným prístupom a umiestnenie chladiaceho systému je typu b) — Kompresor a zberač kvapaliny v nezaplnenej strojovni alebo na vonkajšom priestranstve. Výsledná požiadavka je v rámečku č. 15 v časti tabuľky pre chladivá B2: Ak hustota osôb je menšia ako 1/10 m<sup>2</sup>, nie je nijaké obmedzenie veľkosti náplne. Vo všetkých ostatných prípadoch je maximálna náplň 25 kg.

Tabuľka C.1 (pokračovanie)

Bezpečnostná skupina chladiva – B2		
Umiestnenie chladiaceho systému	Zaplnenosť	
	Všeobecná zaplnenosť – Trieda A	
	Priame systémy	Nepriame systémy
Priestor zaplnený ľuďmi, ktorý nie je strojovňou	1 Maximálna náplň = 2,5 kg pre utesnené absorpčné systémy; všetky ostatné systémy: maximálna náplň = účelná medza × objem miestnosti	2 Považuje sa za priamy systém; pozri rámeček č. 1
Kompresor a zberač kvapaliny v nezaplnenej strojovni alebo na voľnom priestranstve	3 Maximálna náplň = 2,5 kg pre utesnené absorpčné systémy; všetky ostatné systémy: maximálna náplň = účelná medza × objem miestnosti	4 Maximálna náplň = 2,5 kg pre utesnené absorpčné systémy; všetky ostatné systémy: maximálna náplň = účelná medza × objem miestnosti
Všetky časti obsahujúce chladivo v nezaplnenej strojovni alebo na voľnom priestranstve	5 Maximálna náplň = 2,5 kg	6 Nijaké obmedzenie, ak je východ na voľné priestranstvo a nie priame prepojenie s miestnosťami kategórie A a B
Zaplnenosť s dohľadom – Trieda B		
	Priame systémy	Nepriame systémy
Priestor zaplnený ľuďmi, ktorý nie je strojovňou	7 Maximálna náplň = 10 kg	8 Považuje sa za priamy systém; pozri rámeček č. 7
Kompresor a zberač kvapaliny v nezaplnenej strojovni alebo na voľnom priestranstve	9 Maximálna náplň = 25 kg	10 Nijaké obmedzenie, ak má strojovňa nie priame prepojenie do zaplneného priestoru
Všetky časti obsahujúce chladivo v nezaplnenej strojovni alebo na voľnom priestranstve	11 Nijaké obmedzenie, ak má strojovňa nie priame prepojenie do zaplneného priestoru	12 Nijaké obmedzenie, ak má strojovňa nie priame prepojenie do zaplneného priestoru
Zaplnenosť len s oprávneným prístupom – Trieda C		
	Priame systémy	Nepriame systémy
Priestor zaplnený ľuďmi, ktorý nie je strojovňou	13 Maximálna náplň = 10 kg alebo 50 kg, ak hustota osôb je < 1/10 m <sup>2</sup> a prístupnosť núdzových východov je dostatočujúca	14 Považuje sa za priamy systém; pozri rámeček č. 13
Kompresor a zberač kvapaliny v nezaplnenej strojovni alebo na voľnom priestranstve	15 Maximálna náplň = 25 kg alebo nijaké obmedzenie, ak hustota osôb je < 1/10 m <sup>2</sup>	16 Nijaké obmedzenie
Všetky časti obsahujúce chladivo v nezaplnenej strojovni alebo na voľnom priestranstve	17 Nijaké obmedzenie	18 Nijaké obmedzenie

(pokračovanie tabuľky)