

# Mírně hořlavá chladiva bezpečnost práce při práci s nimi



**CHKT**

Ing. Pavel Chyský

# Kategorie hořlavosti – současnost a budoucnost

Informace o zatřídění do třídy hořlavosti dle EN378/2015

Klasifikace bezpečnosti	Nízká úroveň hořlavosti, % objemu ve vzduchu	Spalné teplo, J/kg	Šíření plamene	Příklad chladiva
A1	Bez šíření plamene – testováno při 60°C a 101.3 kPa			R410A, R407c, R134A, R404A
<b>A2, hořlavost</b>	>3.5	<19,000	Vykazuje šíření plamene při 60°C a 101.3 kPa	R143A, R152
<b>A2L, nízká hořlavost, navrhovaná podkategorie (EN378)</b>	>3.5	<19,000	- Vykazuje šíření plamene při 60°C a 101.3 kPa - rychlost hoření ≤10 cm/s při testování ve 23°C a 101.3kPa	R32, R1234yf, R1234ze, R717, R444
A3 vysoká hořlavost	≤3.5	≥19,000	Vykazuje šíření plamene při 60°C a 101.3 kPa	R290 (propan), R600 (butan)

# A2/A2L – Hlavní riziko – mírná hořlavost

## V čem je riziko?

- Zatím obecně platí: „Čím nižší GWP, tím vyšší hořlavost!“ ... a R32 a další chladiva nejsou výjimkou.
- R32 má klasifikaci hořlavosti A2L  
... “A2L” bude začleněna do legislativy – s novelou EN 378 a ISO 817 cca až v průběhu roku 2016/2017.
- **Do té doby platí, že R32 a další jsou v kategorii A2...  
... a musí se s nimi podle toho zacházet!**
- Dopady kategorie A2/ A2L?  
...na dopravu, skladování a instalace...

**Nebezpečí nebo zbytečná panika?**



## R32 – Odpařovací teploty a tlaky

Tlaky při různých teplotách

- Tlaky u R32 podobné jako u R410A (jen trochu vyšší...)

Unit : MPa

Refrigerant Temperature	R32	R410A	R22
-20	0.30	0.30	0.14
0	0.71	0.70	0.40
20	1.37	1.35	0.81
40	2.38	2.32	1.43
60	3.84	3.73	2.33
65	4.29	4.17	2.60

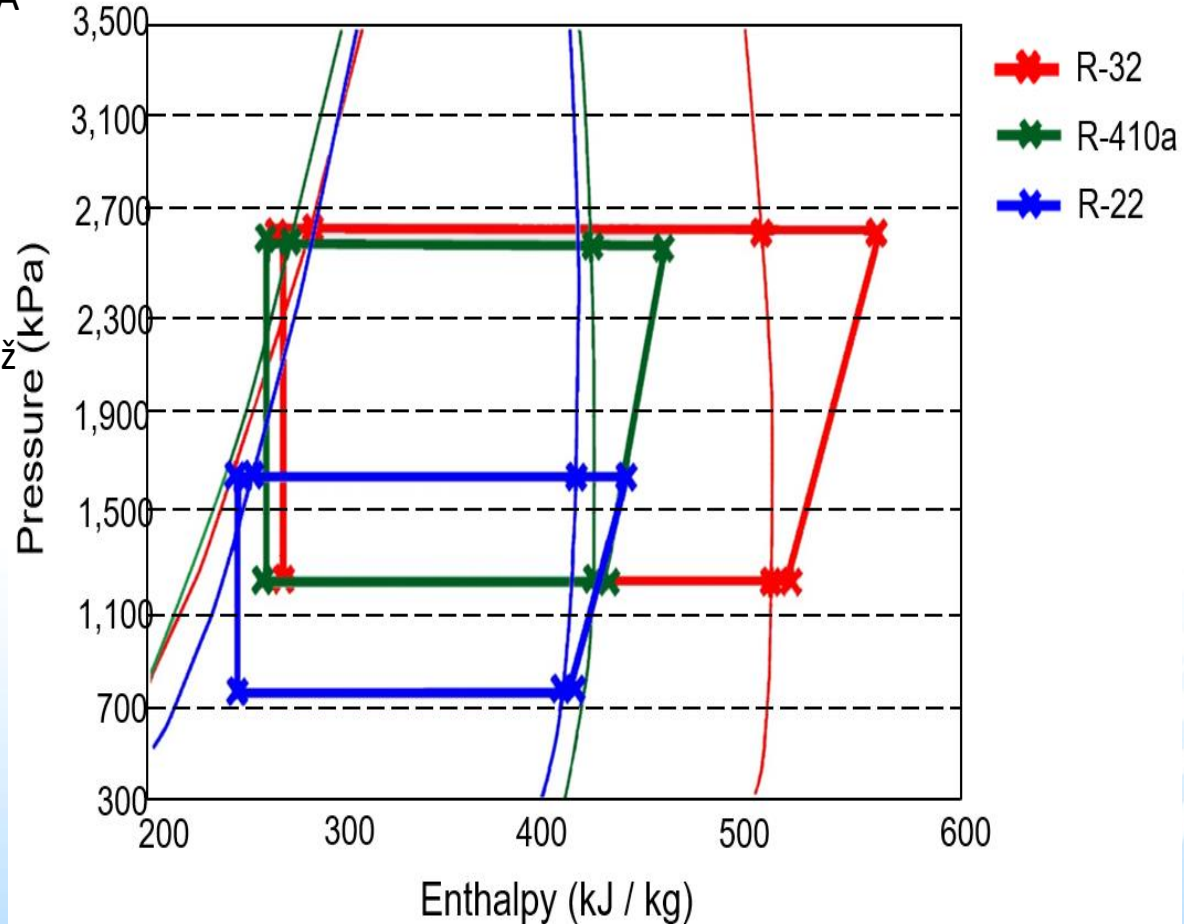
***Zařízení s R32 – podobný návrh, provoz a servis jako zařízení s R410A!***

# R32 – Porovnání pracovního diagramu, tlaků

**R32** - podobný pracovní tlak jako R410A  
(cca 1.2 – 2.6 MPa).

**R32** - vyšší objemová chladivost než  
R410a.

**R32** - přenese až o 60% vyšší výkon než  
R410a.

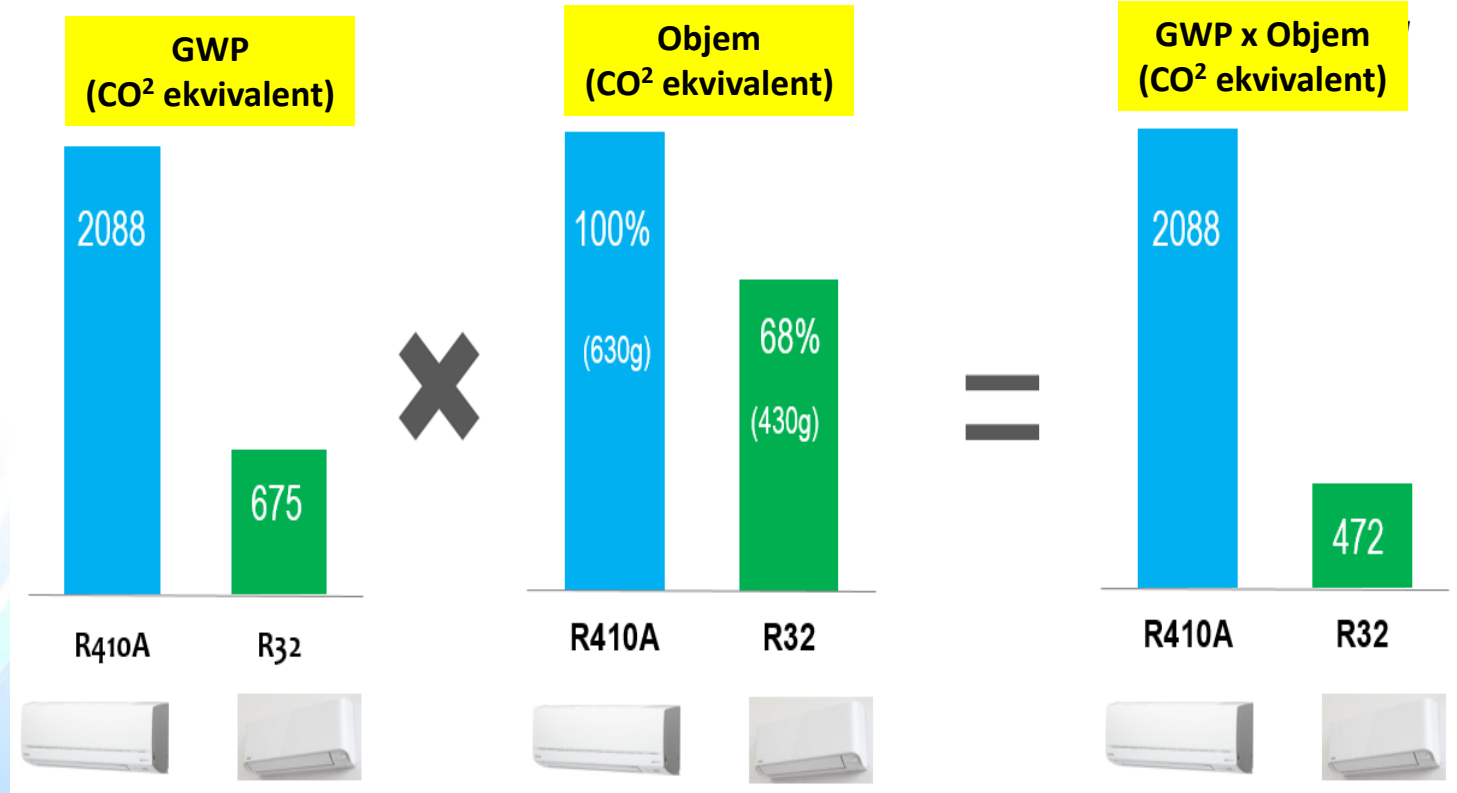


# Jak šetříme životní prostředí? Příklad R32...

R32 má nižší hodnotu GWP 77%

R32 stačí náplň o 30% nižší než R410A

**Pokles emisí CO<sup>2</sup> o 77% !!**



Pozn.: Hodnota GWP ze 4. zprávy IPCC

# R32 – Zkušenosti z praxe

## **TOSHIBA** a jednotky s R32

od roku 2014 dodávky na Japonský trh  
výrobní řady RAS Residential a RAV Light Commercial.

- Residential – dodáno 220.000 zařízení **!!! bez jakékoliv nehody !!!**
- Light Commercial – dodáno 5.000 zařízení **!!! bez jakékoliv nehody !!!**
- *Celkem instalováno **více jak 5 milionů zařízení s R32** (od různých výrobců),  
v Japonsku ale i v dalších zemích jako Indie, Čína...*

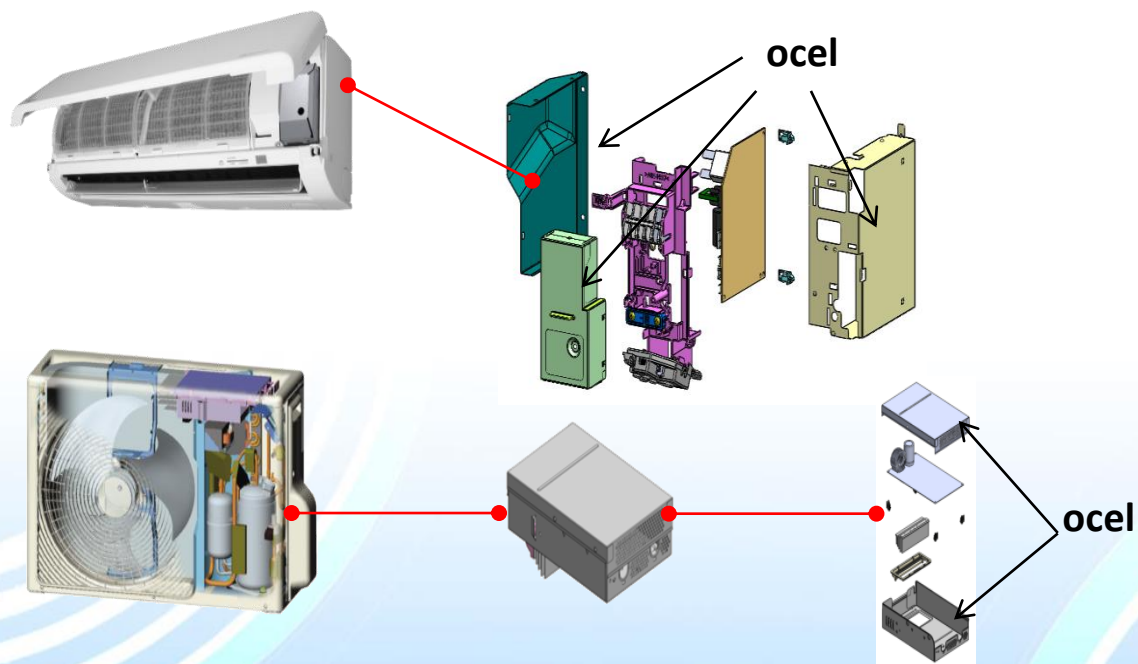
Změna konstrukce pokrývá rizika **úrazu elektrickým proudem**,  
ale také **riziko exploze** nebo **šíření požáru**.



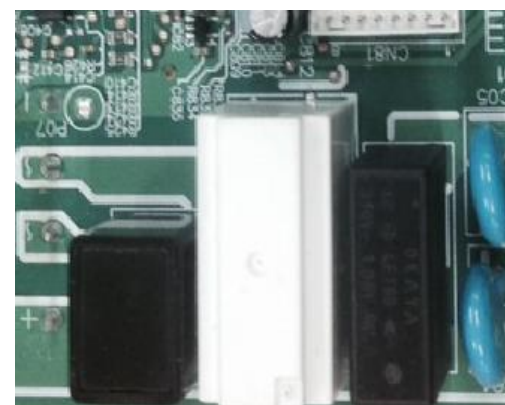
## R32 – Konstrukční změny zařízení

Omezit možné jiskření v zařízení

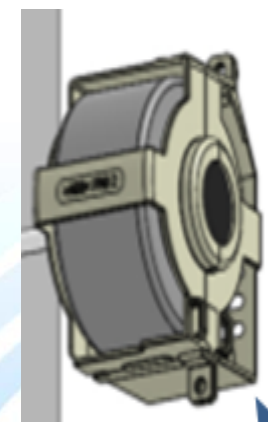
- rozšíření pro zařízení s R32
- snaha eliminovat jakákoliv rizika nebezpečí



**Elektro skříně odolné výboji - ve vnitřní i venkovní jednotce**



**Relé místo stykačů (nejiskří)**



**Motory bez kartáčů (nejiskří)**



# Transport zařízení s hořlavými chladivy– Předpisy ADR

## Doprava zařízení včetně náplně

Platí závazné mezinárodní ADR předpisy pro přepravu nebezpečných látek.

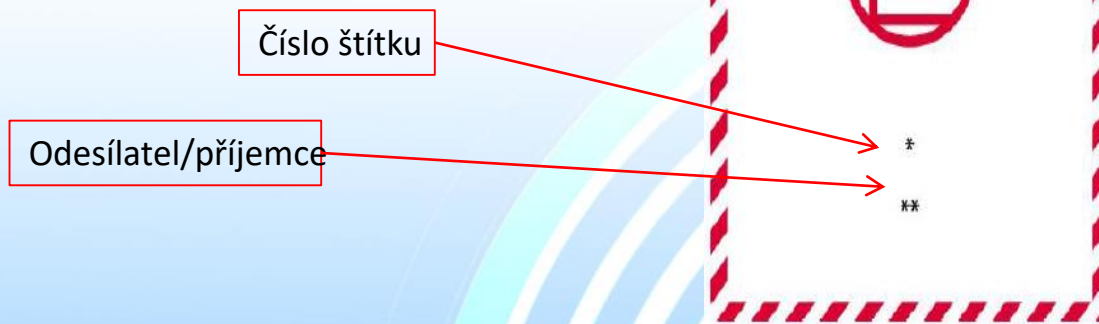
Přeprava na otevřené korbě, nebo v uzavřených automobilech s dostatečným větráním nákladového prostoru...

(ale stejné platí pro přepravu pájecích souprav!!!!)

Příklad: náplň jednotky Toshiba **MIRAI je 430g chladiva.**

Nutné označení vozidla štítkem, dokumenty v souladu s ADR.

**Maximální počet zařízení na jednom vozidle: 1000 ks**



# Montáž zařízení s hořlavými chladivy A2/A2L

## Co je důležité pro montéry?

Z důvodu klasifikace hořlavosti chladiva (ať již A2L nebo A2)

- technici musí vlastnit certifikát o zacházení s chladivy
- naplnit bezpečnostní předpisy související s nakládáním s hořlavými látkami.

Základní další body řešené při montáž:

- Elektrické nářadí a hlavně vakuová pumpa – provedení bez uhlíkových kartáčů
- Zákaz rozebíratelného spoje v interiéru (uříznout pertl a u vnitřní jednotky potrubí navařit) – požadavek vychází z EN 60335-2-40 – Bezpečnost elektrotechnických zařízení
- Označení vozidla, Odvětrání vozidla – trvalý ADR příkaz (přepážka mezi posádkou a nákladem)

Pozn.:

Otázka pertlů se řeší v přípravě EU legislativy. Problematika je však široká (lze všude?

„Nutný“ momentový klíč?)

(Založeno na řešení otázky spoje vyvolané firmou FUJITSU a výsledků šetření).

# Zatížení prostoru od hořlavého plynu

## Omezení instalace

Nebezpečí vytvoření výbušné a hořlavé směsi v místnosti

- pro všechny hořlavé plyny v klasifikaci A2/ A2L (tedy vč. R32)
- výpočtové omezení maximálního uskladněného množství chladiva v místnosti...

Objemový vzorec pro maximální objem:

$$M = 2.5 \times LFL^{1.25} \times h \times \sqrt{A}$$

**M** = Max. náplň chladiva – v kg

**LFL** = Maximální povolená koncentrace – v kg/m<sup>3</sup> (R32 LFL = 0.307)\*

**h** = Výška horní hrany jednotky – v m (0.6m pro parapetní, 1.8 pro nástěnné, 2.2 pro podstropní)

**A** = Plocha místnosti – v m<sup>2</sup>

**Platí hlavně pro skladování...**

**Pro instalaci jednotlivých jednotek nemá výpočet v podstatě žádný vliv ...**

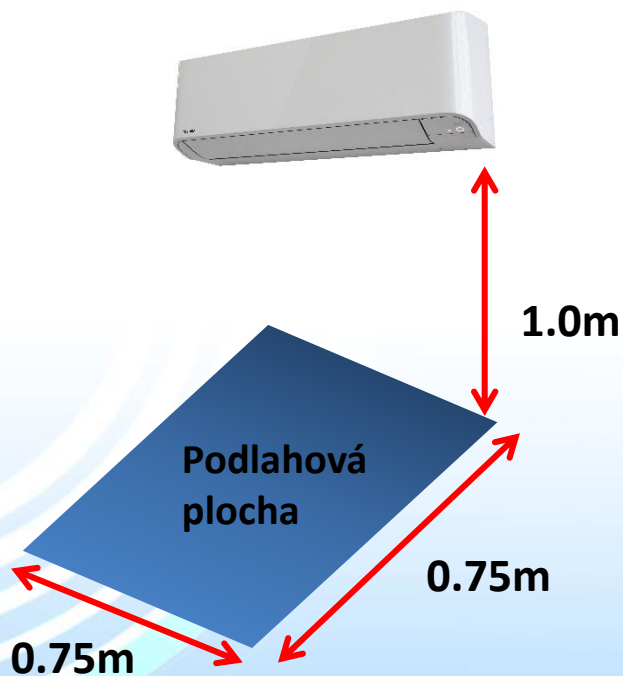
# R32 – minimální prostor pro jednotku

Příklad:

Jednotka TOSHIBA MIRAI RAS 10 BKVG-E (2,5 / 3,5 kW) - základní náplň 430g

...jak velká plocha místnosti by byla menší než je limitní pro dosažení kritické koncentrace?

**Omezení instalace**



Limitní místnost by byla 0,75 x 0,75 m...

$$M = 2.5 \times LFL^{1.25} \times h \times \sqrt{VA}$$

$$2.5 \times 0.307^{1.25} \times 1.0 \times \sqrt{0.75 \times 0.75} = 0.43\text{kg}$$

## R32 – „Minimální místnosti“



### Omezení instalace

Tabulka nutných minimálních podlahových ploch

Výpočet dle předchozího vzorce, kdy výška instalace byla brána 1,0 m.

Výkon	10k	13k	16k
Náplň chladiva (kg)	0.43	0.43	0.8
Minimální podlahová plocha	0.75m x 0.75m	0.75m x 0.75m	1.40m x 1.40m
Min. plocha	0.56m <sup>2</sup>	0.56m <sup>2</sup>	1.96m <sup>2</sup>

## R32 – Nástroje a nářadí

Materiál	R32	R410a	Poznámka								
<p>Hodiny</p> 	STEJNÉ JAKO R410A		<p>Běžně jako pro R410a</p> <table border="1"><thead><tr><th>Gauge</th><th>Range</th></tr></thead><tbody><tr><td>High-pressure</td><td>-0.1 ~ 5.3MPa</td></tr><tr><td>Low pressure</td><td>-0.1 ~ 5.4MPa</td></tr><tr><td>Port size</td><td>1/2 UNF 20山</td></tr></tbody></table>	Gauge	Range	High-pressure	-0.1 ~ 5.3MPa	Low pressure	-0.1 ~ 5.4MPa	Port size	1/2 UNF 20山
Gauge	Range										
High-pressure	-0.1 ~ 5.3MPa										
Low pressure	-0.1 ~ 5.4MPa										
Port size	1/2 UNF 20山										
<p>Hadice</p>  <p>R32/R410A併用 5/16・3/8</p>	STEJNÉ JAKO R410A		<p>Běžně jako pro R410a</p> <table border="1"><tbody><tr><td>Regular pressure</td><td>5.1 MPa</td></tr><tr><td>Max. pressure</td><td>27.4 MPa</td></tr><tr><td>Material</td><td>Rubber with Nylon insulation</td></tr><tr><td>Cap size</td><td>1/2 UNF 20山</td></tr></tbody></table>	Regular pressure	5.1 MPa	Max. pressure	27.4 MPa	Material	Rubber with Nylon insulation	Cap size	1/2 UNF 20山
Regular pressure	5.1 MPa										
Max. pressure	27.4 MPa										
Material	Rubber with Nylon insulation										
Cap size	1/2 UNF 20山										
<p>Pertlovačka</p> 	STEJNÉ JAKO R410A		<p>Stejně jak pro R410, tak pro R32</p>								

## R32 – Nástroje a nářadí



Materiál	R32	R410a	Poznámka
Potrubí 	STEJNÉ JAKO PRO R410A		Obdobné, resp. jen mírně vyšší tlaky u R32, jako u R410A
Mikro manometr 	STEJNÉ JAKO PRO R410A		Stejné pro všechny typy chladiva
Manometr 	MOŽNO POUŽÍT STEJNÉ (EXISTUJÍ I SE STUPNICÍ PRO R32)		Jsou k dispozici se stupnicí pro R32

## R32 – Nástroje a nářadí


Nářadí	R32	R410a	Poznámka
Adaptér na lahev 	<b>SPECIÁLNÍ</b> (levý ZÁVIT)	Standardní (pravý ZÁVIT)	<b>U R32 levostranný závit...</b>
Láhev chladiva 	<b>SPECIÁLNÍ</b> (levý závit-adaptér), červený pruh, testovací tlak 48 bar	Standardní	<b>Lahev na chladivo je možné použít pouze pro chladivo. pro které je určena!!! Odsávané chladivo max. do 60% kapacity nádoby, před použitím odsát vzduch</b>



## R32 – Nástroje a nářadí

Materiál	R32	R410a	Poznámka
<p>Detektory chladiv</p> 	STEJNÉ R32 JAKO R410A, <b>ALE</b>		<p>Elektronické detektory mohou být použity jak pro R410A, tak R32, ale <b>některé mohou být pro R32 málo citlivé!!!!</b></p> <p>Možné použití detekčních sprejů, nebo provést tlakovou zkoušku – N2 bez obsahu kyslíku!!!</p>
<p>Vývěva</p> 	STEJNÉ R32 JAKO R410A, <b>ALE</b>		<p>Může být stejná pro R410a i R32 <b>POKUD:</b></p> <ul style="list-style-type: none"><li>a) <b>bezkartáčového typu, spínání externím zdrojem proudu (ne vypínačem na vývěvě)</b></li><li>b) <b>použití pro R32 je povoleno výrobcem</b></li></ul>

## R32 – Nástroje a nářadí

Nářadí	R32	R410a	Poznámka
Odsávačka 	STEJNÉ R32 JAKO R410A, <b>ALE</b>		Může být použita pro R410A i R32 <b>POKUD</b> je a) <b>bezkartáčového typu</b> b) <b>použití pro R32 je povoleno výrobcem</b> Běžné odsávačky mají několik zdrojů zapálení- vypínače, tlakové spínače, relé ... V případě úniku chladiva do okolí odsávačky by mohlo dojít ke vzniku hořlavé zóny!!!

# Jednotky s R32: Instalace

Obecně platí zásada, že instalace pro zařízení s R32 jsou stejné jako s R410A...

...až na tyto rozdíly v těchto bodech:

- **Montážní technik musí mít certifikaci pro zacházení s F-plyny (zkoušky)**
- **Při instalaci nutno používat odpovídající nářadí (odsávačka, vývěva s motorem bezkartáčového typu)**
- **Napojení u vnitřní jednotky musí být pájené** (legislativa - nesmí být rozebíratelný spoj v interiéru)  
(pertlový spoj je nutné odříznout...- podle EN 60335-2-40 Bezpečnost elektrotechnických zařízení)

**Ostatní postupy shodné s R410A...vč. vakuování, tlakové zkoušky,...**

## Bezpečnostní opatření při instalaci zařízení A2L (např. s R32)



**Bezpečnostní opatření:**

**Vyhňte se směsi R32 / Kyslík**

**Povinné větrání v malých prostorech (vč. aut)**

---

**Doporučení:**

**Odved'te kvalitní práci jako vždycky!**



**A něco pro pyromany...**

**Jak je nebezpečná  
„nízká hořlavost A2L“  
ve skutečnosti?**



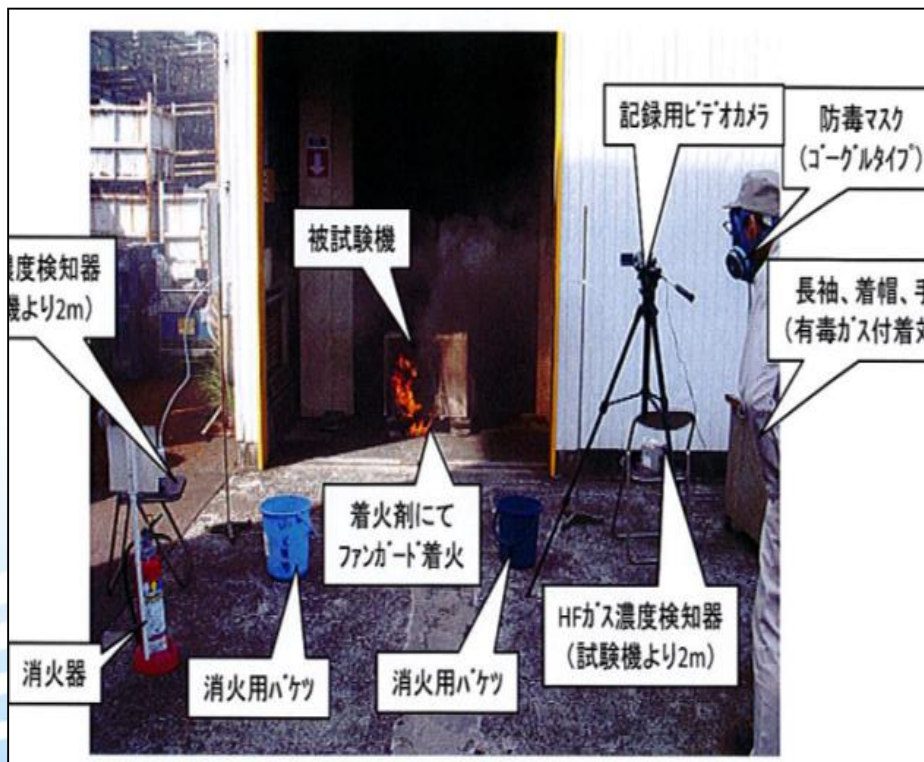
# Zkouška hoření

Toshiba simulovala zkoušku hoření venkovní jednotky.

Výsledek testu: jednotka s **R32** hořela podobně jako s **R410A**.

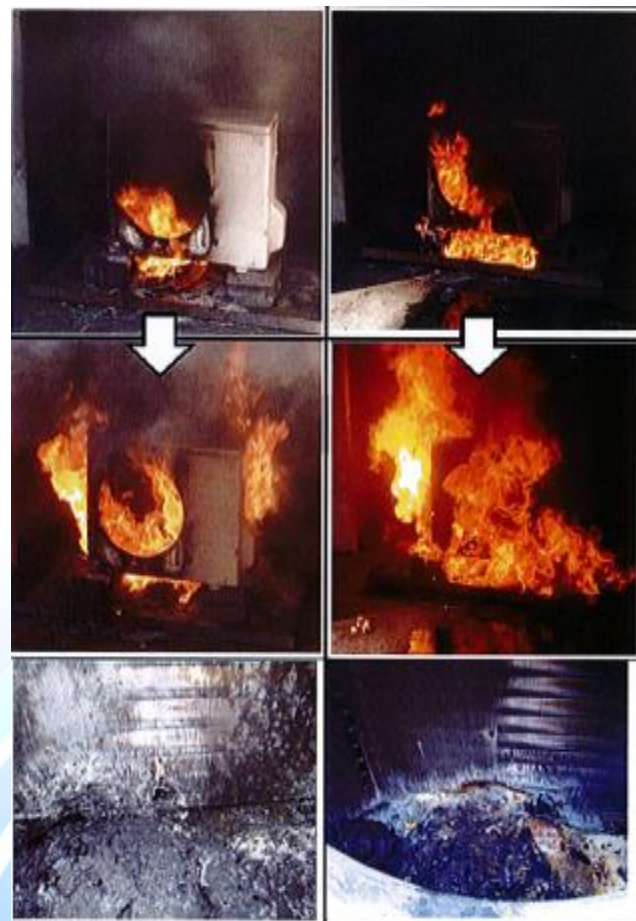
Reálná úroveň požární nebezpečnosti:

jednotky s chladivem R32 podobná jako s R410A, které používáme více než 10 let...



**R32**

**R410a**



# Shrnutí problematiky A2/A2L – R32



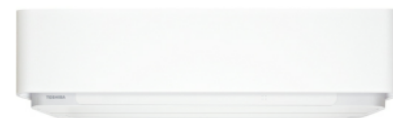
- + Výrazně nižší vliv na skleníkový efekt – až o 77%
- + Obdobné postupy jako s R410A
- + Situace není tak „nebezpečná / výbušná / hořlavá jak se zdá...“
- + Vyšší objemová chladivost (R32)



- Složitější legislativa pro instalaci v EU, Japonsko v R32 „jede“ dlouho...
- Čekání na změnu EU legislativy
- Problematická kategorie hořlavosti A2 (Očekává se změna na A2L)
- Nové uplatnění předpisů (vozidla, příkazy ADR,...)



- Ani R32 nejspíš není definitivní a vše řešící chladivo...



# A jak je to s vysoce hořlavými chladivými kategoriemi A3?

Platí samozřejmě vše předchozí a ještě přísněji.....

I malá jiskra může způsobit zapálení hořlavé směsi....

Důležité je vyvarovat se vzniku jakéhokoliv jiskření na vypínačích, nářadí, špatnému uzemnění...

Nutnost dostatečného větrání pracovního prostoru, použití osobního detektoru chladiva, veškeré nástroje a nářadí MUSÍ být schváleny pro ATEX zónu (dle 94/9/ES- Atmosphères Explosibles).

Základní pokyny pro zařízení s malým množstvím chladiva:

- 3 m od místa servisu nesmí být možný zdroj zapálení (stykače, el. spoje, vypínače...tj např. odsávačka, vakuovačka
- Dostatečné větrání pracovního místa- pomocný ventilátor umístěný min. 3 m od místa servisu...!!!
- Trvalá detekce úniku chladiva v místě servisu



**Děkuji za pozornost .**