



Svaz chladiců a klimatizační techniky
Použitelnost hořlavých chladiv v budovách –
současný a budoucí stav

IX. Symposium GREEN WAY

Ing. Marian Formánek, Ph.D.

Ing. Marie Rusinová, Ph.D.

Ing. Ludvík Koudelka, CSc.

Společnost pro techniku prostředí – Odborná sekce INHOB


NORMA ČSN EN 378 –1 až 4

ČSN EN 378 – 1 Chladicí zařízení a tepelná čerpadla – Bezpečnostní a environmentální požadavky – Část 1: Základní požadavky, definice, klasifikace a kritéria volby.

ČSN EN 378 – 2 Chladicí zařízení a tepelná čerpadla – Bezpečnostní a environmentální požadavky – Část 2: Konstrukce, výroba, zkoušení, značení a dokumentace.

ČSN EN 378 – 3 Chladicí zařízení a tepelná čerpadla – Bezpečnostní a environmentální požadavky – Část 3: Instalační místo a ochrana osob.

ČSN EN 378 – 4 Chladicí zařízení a tepelná čerpadla – Bezpečnostní a environmentální požadavky – Část 4: Provoz, údržba, oprava a rekuperace



Výpočet maximální náplně dle 378/2016

Fyzikální vlastnosti a bezpečnostní třídy

Třídění toxicity založené na PEL (dlouhodobý přípustný expoziční limit)

- ▶ Třída A PEL > 400 **ppm**
- ▶ Třída B PEL < 400 **ppm**

Výpočet maximální náplně dle 378/2016

Fyzikální vlastnosti a bezpečnostní třídy

Třídění hořlavosti podle LFL (lower flammability limit = spodní limit hořlavosti)

- Třída 1 – bez vzniku plamene
- Třída 2 - $LFL > 0.10 \text{ kg / m}^3$ a $PCI < 19 \text{ MJ / kg}$
- Třída 2L - Třída 2 s rychlostí šíření plamene $< 10 \text{ cm / sec.}$ – toto je nová třída hořlavosti (např. pro chladiva: R32 - A2L, R1234yf - A2L, R717 - B2L)
- Třída 3 - $LFL < 0.10 \text{ kg / m}^3$ or PCI (spalné teplo) $> 19 \text{ MJ / kg}$

Výpočet maximální náplně dle 378/2016

Fyzikální vlastnosti a bezpečnostní třídy

BEZPEČNOSTNÍ KLASIFIKACE CHLADIV				
	Nízká toxicita		Vysoká toxicita	
Vysoká hořlavost	A3	Tj. uhlovodíky R290, R600	B3	není
Nízká hořlavost	A2	tj: R152	B2	tj: R30
Mírná hořlavost (nová třída)	A2L	Tj. :R32, HFO	B2L	Tj.: R717
Nehořlavá	A1	Oxid uhličitý a téměř veškerá syntetická chladiwa. Tj.: R744, R22, R134a, R410A, R407C, R404A, R507	B1	Tj.: R123

Výpočet maximální náplně dle 378/2016

Skupina v PEDu definuje typ plynu ve vztahu ke klasifikaci tekutin dle PEDu:

SKUPINA 1: obsahuje NEBEZPEČNÉ tekutiny, které jsou výbušné, extrémně hořlavé, vysoce hořlavé, hořlavé (tam kde je maximální přípustná teplota nad bodem vznícení), vysoce toxické, toxické, oxidační

SKUPINA 2: zahrnuje veškeré tekutiny nejmenované ve skupině 1, tedy tekutiny BEZPEČNÉ

Výpočet maximální náplně dle 378/2016

Praktický limit (practical limit) určuje maximální množství náplně konkrétního chladiva v konkrétní aplikaci. Ustanovuje maximální množství plynného chladiva v obsazeném prostoru, které nevyžaduje dodatečné požadavky na evakuaci místa. Téměř všechny plyny v příloze E jsou těžší než vzduch a při atmosferických normálních podmínkách se vypařují. Pouze metan, etan a čpavek jsou lehčí než vzduch a některé plyny zůstávají v kapalně fázi (tj. R11), jestliže jsou mimo chladivový okruh.

Výpočet maximální náplně dle 378/2016

Příklady zařazení plynů			
PLYN	Bezpečnostní třída	Praktický limit	LFL
		kg/m ³	kg/m ³
R22	A1	0,3	N.F.
R32	A2L (dříve A2)	0,061	0,307
R125	A1	0,39	N.F.
R134a	A1	0,25	N.F.
R290	A3	0,008	0,038
R1234yf	A2L (dříve A2)	0,058	0,289
R600	A3	0,0089	0,038
R717	B2L (dříve B2)	0,00035	0,116
R744	A1	0,1	N.F.
R404A	A1	0,52	N.F.
R407C	A1	0,31	N.F.
R407F	A1	0,32	N.F.
R410A	A1	0,44	N.F.
R448A	A1	0,388	N.F.
R507A	A1	0,53	N.F.

Výpočet maximální náplně dle 378/2016

Účelem EN 378-1 je určení maximálního množství náplně chladiva, při kterém v případě úniku do obsazených prostor, nenastanou rizikové okolnosti. Způsob výpočtu maximální náplně chladiva je určen v Příloze C. Vstupní data pro výpočet jsou:

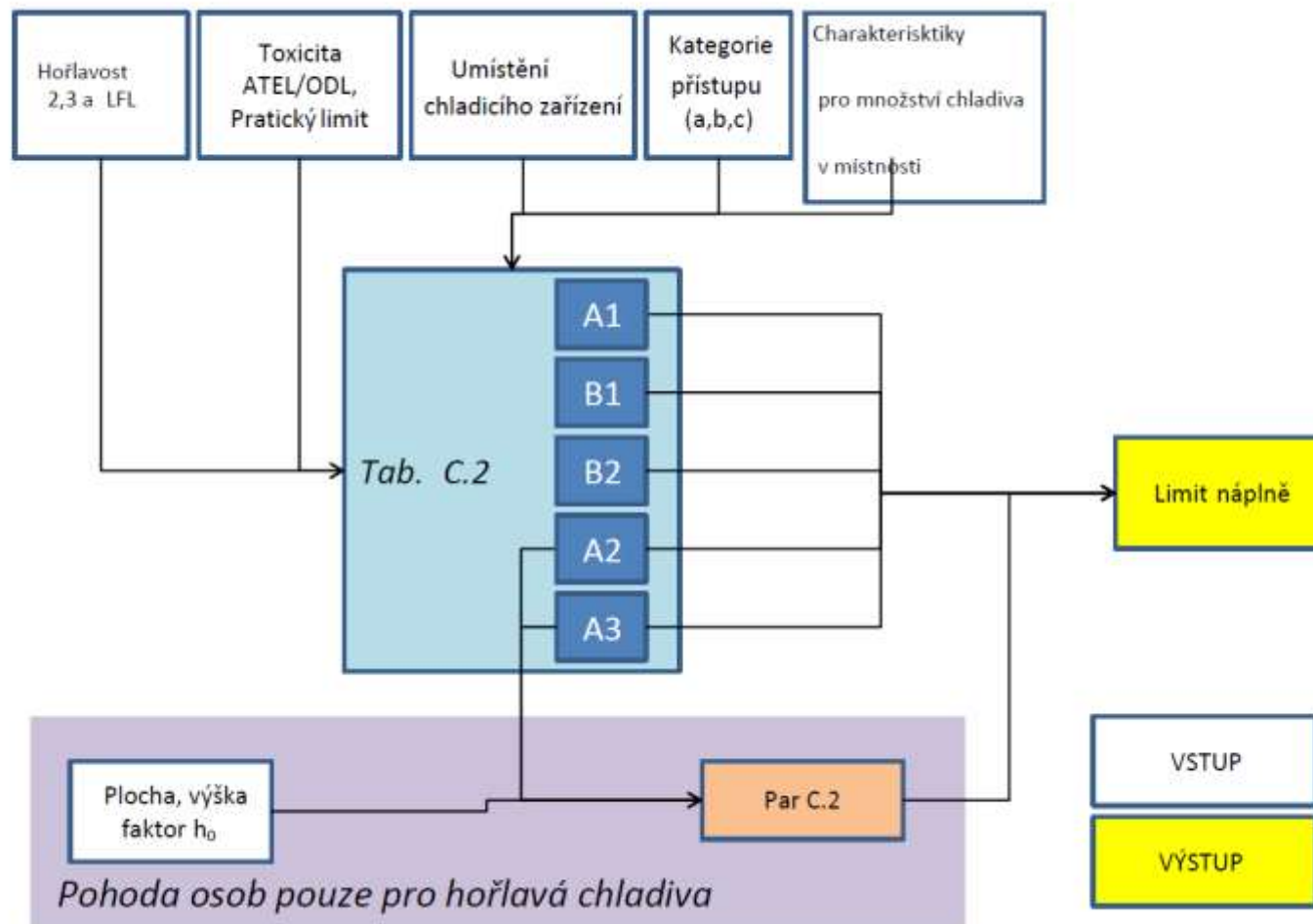
- Vlastnosti chladiva (hořlavost, toxicita a jejich hodnoty)
- Umístění chladicího zařízení (přímé, nepřímé, vně nebo mimo obsazené prostory)
- Kategorie přístupu obsazeného prostoru
- Vlastnosti obsazeného prostoru (např. objem místností)

Výpočet maximální náplně dle 378/2016

- V normě ČSN EN378-1: 2008 + A2 bylo výpočtové schéma následující:
- V závislosti na bezpečnostní skupině [A1, A2, A3, B1 a B2, (B3 neexistuje)] se vybere jedna z tabulek C.2.
- Vybraná tabulka obsahuje vzorec, nebo postup k určení maximální možné náplně, v závislosti na umístění chladicího zařízení a kategorii přístupu do obsazených prostor
- V případě klimatizačních systémů pro pohodu osob (human comfort) s hořlavým chladičem, je třeba použít alternativní výpočet, který zahrnuje také hodnotu LFL, faktor výšky (umístění jednotek v místnostech) a plochu daných místností

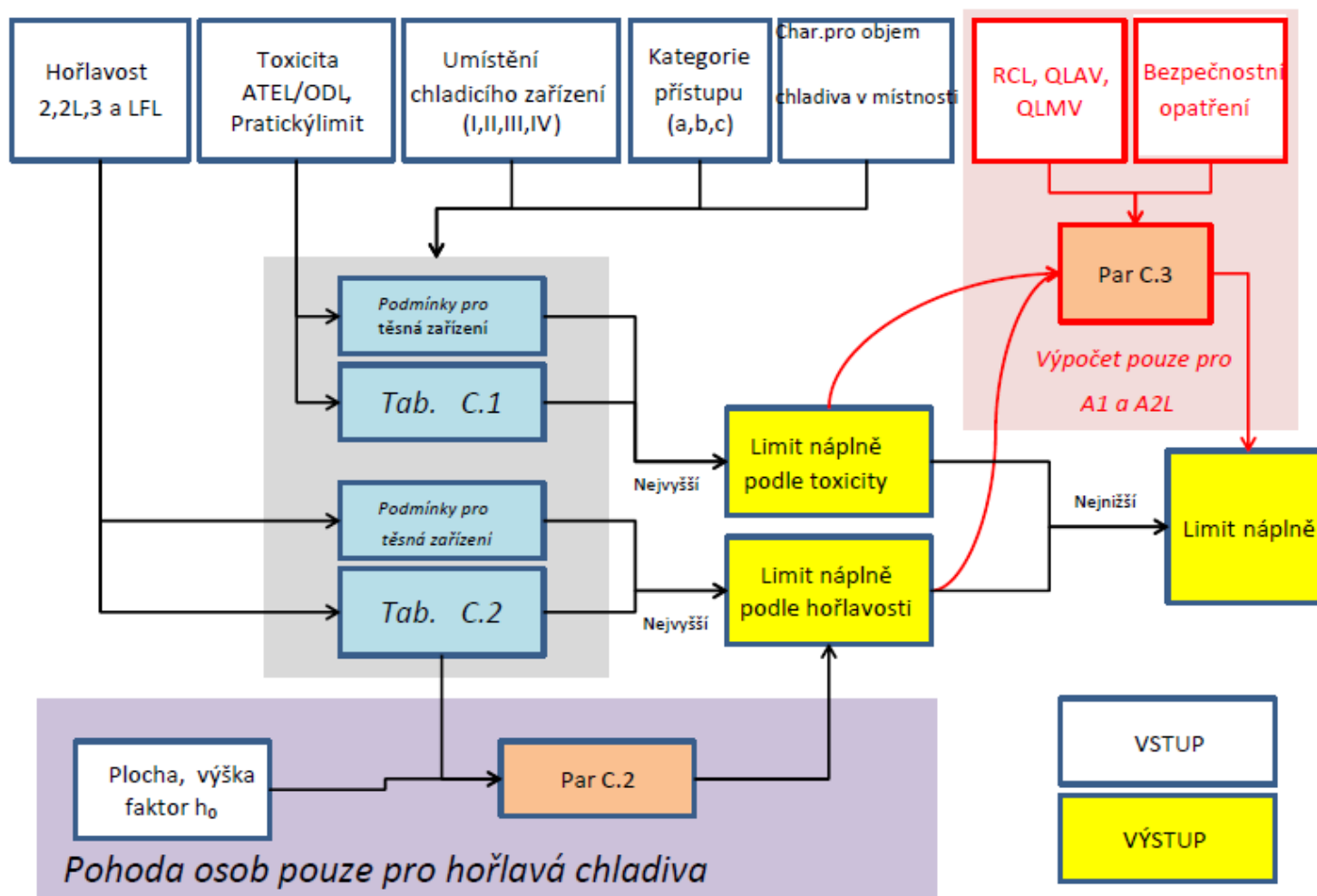
Výpočet maximální náplně dle 378/2016

SCHÉMA VÝPOČTU MAXIMÁLNÍ NÁPLNĚ CHLADIVA DLE EN 378 – 1:2008 + A2



Výpočet maximální náplně dle 378/2016

SCHÉMA PRO VÝPOČET MAXIMÁLNÍ NÁPLNĚ CHLADIVA PODLE FprEN378 – 1: 2017

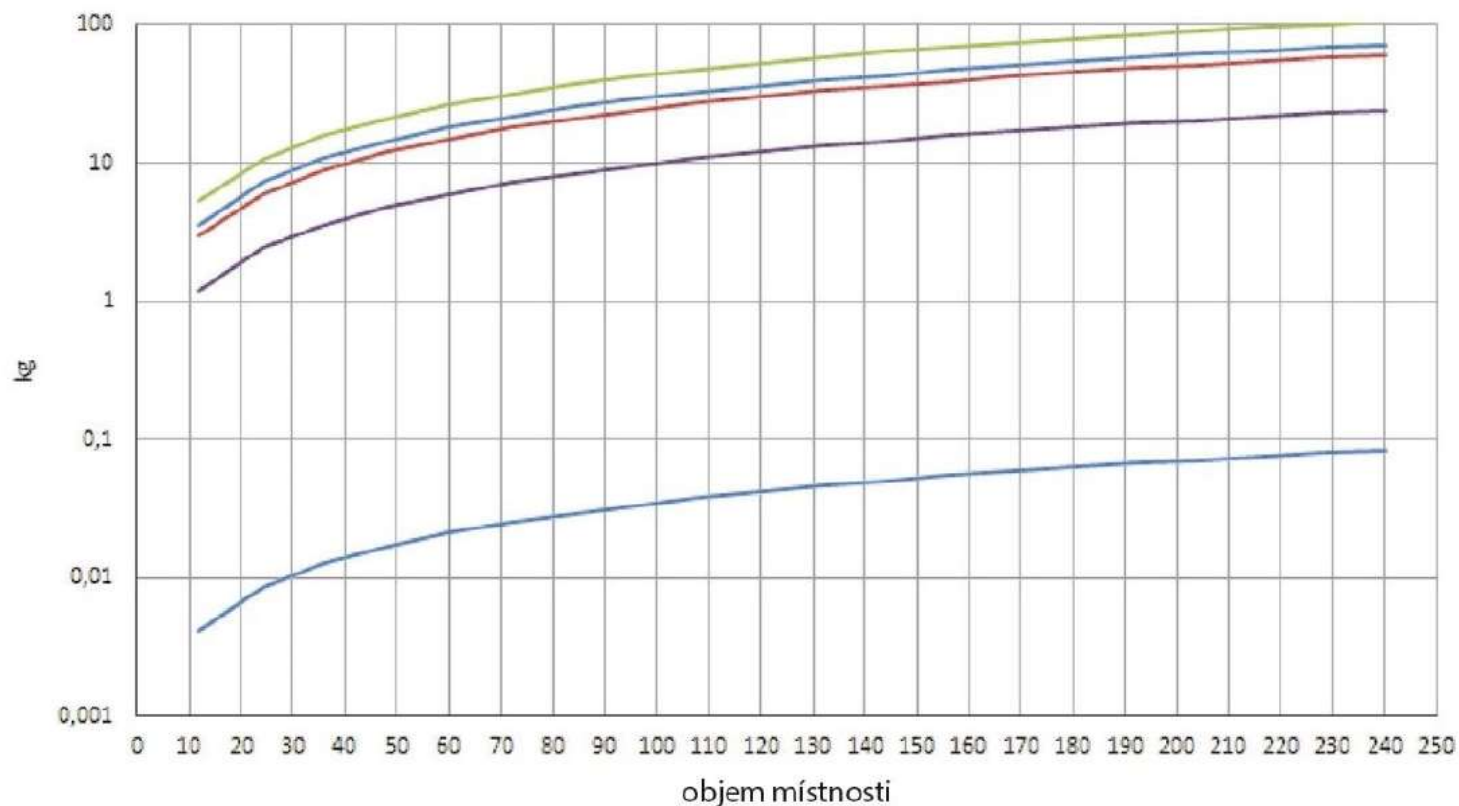


Výpočet maximální náplně dle 378/2016

- V případě vysoce toxických chladiv (třída toxicity B)
- Použijeme výpočet $\text{MAXIMÁLNÍ NÁPLŇ} = \text{OBJEM MÍSTNOSTI} \times \text{LIMIT TOXICITY}$ za předpokladu, že:
 - Zařízení je třídy I a II v kategorii s nechráněným přístupem (s hranicí 2.5 kg u těsných absorpčních zařízení)
 - Zařízení je třídy I s kategorií přístupu b v podzemních podlažích nebo nadzemních prostorách bez únikových východů
- U jiných typů instalací umístěných zcela v obsazených prostorách (třída I), je náplň limitována na 10 kg (možno až 50 kg pro kategorii prostor s autorizovaným přístupem, únikovým východem a v případech, kdy je hustota osob menší než $1 / 10\text{m}^2$)
- U ostatních typů zařízení třídy II je limit pro náplň 25 kg (nebo bez limitu v případě, že je hustota osob menší než $1 / 10\text{m}^2$)
- Ostatní typy instalací jsou bez limitu

Výpočet maximální náplně dle 378/2016

Příklad výpočtu náplně chladiva - kategorie přístupu II – obsazený prostor



- R22 Limit toxicity pro nespécifikované zařízení
- R410A Limit toxicity pro nespécifikované zařízení
- R717 Limit toxicity pro nespécifikované zařízení
- R134a Limit toxicity pro nespécifikované zařízení
- R744 Limit toxicity pro nespécifikované zařízení

Výpočet maximální náplně dle 378/2016

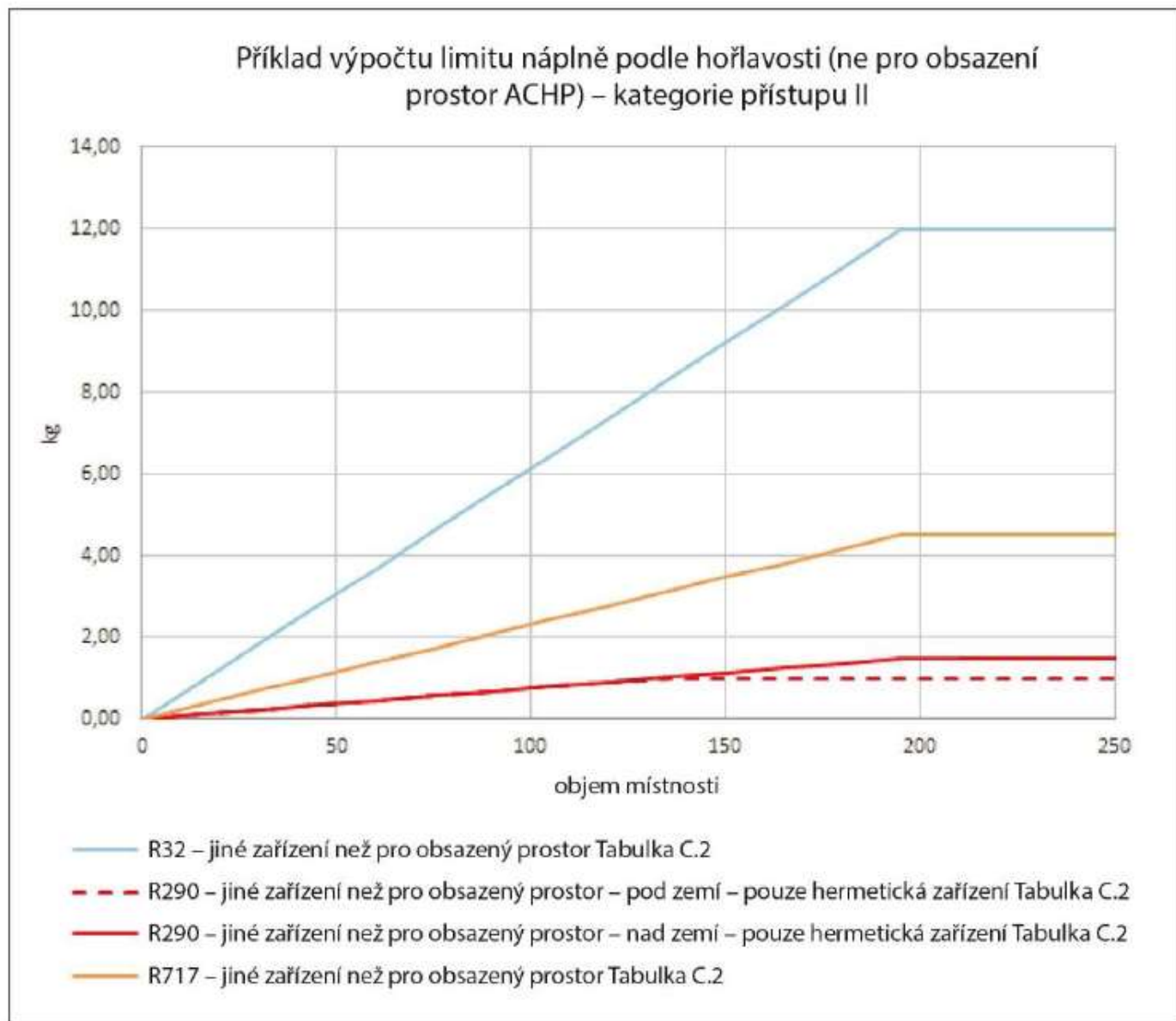
Limit náplně chladiva podle hořlavosti (význam tabulky C.2)

- V případě chladicích zařízení umístěných venku (nebo ve strojovně) se limit náplně vztahuje pouze na chladiva kategorie 3: u kategorie s nechráněným přístupem / generic acces je limit 5 kg, u kategorie pod dohledem je limit 10 kg.
- Pokud je zařízení umístěno ve větraném uzavřeném prostoru, maximální náplň je rovná:
 - 130 x LFL pro třídu hořlavosti 2 nebo 3
 - 130 x LFL x 1.5 pro třídu hořlavosti 2L
- Pokud je zařízení v obsazených prostorách (třída I a II), pak je výpočet pro klimatizaci a další zařízení odlišný.

Výpočet maximální náplně dle 378/2016

- Limit náplně chladiva pro klimatizační zařízení je vypočítáván vzorcem, který zahrnuje LFL a umístění vnitřních jednotek (viz. následující kapitola), v každém případě nesmí náplň přesáhnout:
 - $LFL \times 26 \times 1,5$ pro třídu hořlavosti 2L
 - $26 \times LFL$ pro třídu hořlavosti 2
 - Vyšší hodnotu z $26 \times LFL$ nebo 1,5 kg pro třídu hořlavosti 3
- U ostatních zařízení je limit stanoven na 20% $LFL \times \text{OBJEM MÍSTNOSTI}$ a v každém případě nesmí náplň přesáhnout:
- Třída 2L: obvykle $26 \times 1,5 \times LFL$ a limit 25 kg, 50 kg nebo žádný v závislosti na kategorii přístupu a hustotě osob
- Třída hořlavosti 2: typicky $26 \times LFL$, v kategorii s autorizovaným přístupem až do 10 kg (třída I) nebo do 25 kg (třída II)
- Třída hořlavosti 3, od 1 kg do 25 kg v závislosti na kategorii přístupu a poloze podlaží
- V každém případě platí to, že pokud je chladivo třídy A2L, je možné použít alternativní systém výpočtu, který počítá s dalšími bezpečnostními opatřeními / additional security measures (viz. odstavec C.3)

Výpočet maximální náplně dle 378/2016



Výpočet maximální náplně dle 378/2016

Klimatizační zařízení s hořlavým chladičem umístěná v obsazených prostorech

- Pokud je klimatizační zařízení s hořlavým chladičem umístěno v obsazených prostorech, a pokud množství chladiva přesáhne $4 \times \text{LFL} \times 1,5$ (v případě třídy 2L) nebo $4 \times \text{LFL}$ (třída hořlavosti 2 nebo 3) musí být splněny následující podmínky:

maximální náplň
nebo
minimální plocha

$$m_{\max} = 2,5 \times \text{LFL}^{5/4} \times h_0 \times A^{1/2}$$

$$A_{\min} = m^2 \times (2,5 \times \text{LFL}^{5/4} \times h_0)^{-2}$$

A podlahová plocha m^2

faktor výšky

0.6 – podlahová jednotka

1.8 – nástěnná jednotka

1.0 – okenní jednotka

2.2 – stropní jednotka

Výpočet maximální náplně dle 378/2016

- Pro samostatné hermeticky těsné blokové jednotky, vyráběné v závodě, a na stavbě neupevňované, (tj. jedna funkční jednotka v jednom krytu) s náplní přesahující 4 x LFL a rovnou nebo menší než 8 x LFL platí

**maximální náplň
nebo
minimální plocha**

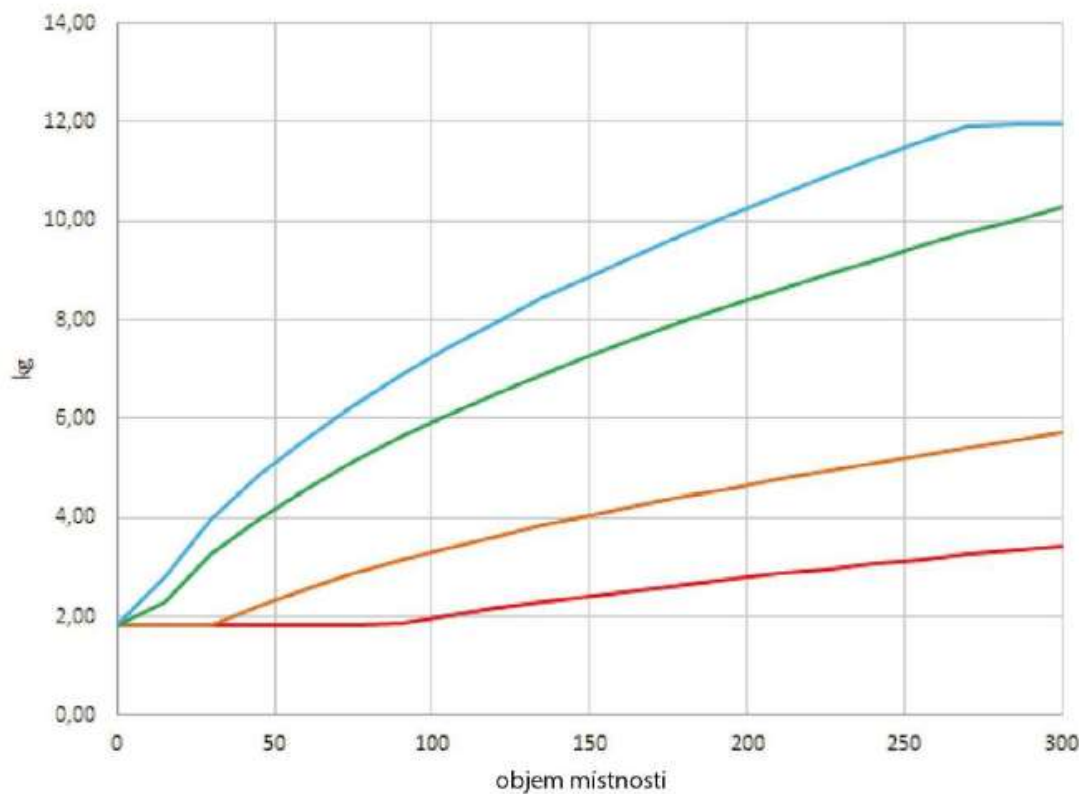
$$m_{\max} = 0,25 \times A \times \text{LFL} \times 2,2$$

$$A_{\min} = m \times (0,25 \times \text{LFL} \times 2,2)^{-1}$$

*Během provozu zařízení musí
být zajištěno větrání*

Výpočet maximální náplně dle 378/2016

Příklad výpočtu pro zařízení s R32 pro obsazený prostor s hořlavými chladivy – třída umístění II



- R32 obsazený prostor – podlahová jednotka ACHP výpočet Par. C.2
- R32 obsazený prostor – okenní jednotka ACHP výpočet Par. C.2
- R32 obsazený prostor – nástěnná jednotka ACHP výpočet Par. C.2
- R32 obsazený prostor – stropní jednotka ACHP výpočet Par. C.2

Výpočet maximální náplně dle 378/2016

- Alternativy řízení rizik chladicích zařízení v obsazených prostorách podle C.3
- Tato alternativní opatření mohou být použita pouze u zařízení v obsazených prostorách splňující následující podmínky:
 - Chladivo je třídy hořlavosti A1 nebo A2L podle přílohy E
 - Náplň chladiva nepřesahuje 150 kg a zároveň není vyšší než 1,5 x 130 x LFL u chladiv třídy A2L
 - Umístění zařízení je ve třídě II

Výpočet maximální náplně dle 378/2016

Dále zařízení musí splňovat následující:

- Jmenovitý chladicí (topný) výkon vnitřní jednotky není vyšší než 25% celkového chladicího (topného) výkonu venkovní jednotky, a kde potrubí vedoucí k jednotkám v obsazeném prostoru není předimenzované ve vztahu k výkonu daného zařízení.
- Tepelný výměník vnitřní jednotky a ovládací prvky zařízení jsou navrženy tak, aby zabránily škodám vlivem tvorby ledu.
- Části vnitřní jednotky obsahující chladivo jsou zajištěny proti poruše ventilátoru, nebo je proti poruchám zajištěn ventilátor.

Výpočet maximální náplně dle 378/2016

- V příslušném obsazeném prostoru jsou použita pouze nerozebíratelná spojení s výjimkou spojů vyrobených na místě přímo spojujících vnitřní jednotku s potrubím.
- Části potrubí obsahující chladivo v příslušném obsazeném prostoru jsou namontovány tak, aby byly chráněny proti náhodnému poškození v souladu s ČSN EN 378-2:2017, 6.2.3.3.4 a ČSN EN 378-3:2017, 6.2.
- Dveře obsazeného prostoru nejsou zcela těsné.
- Jsou provedena doplňující bezpečnostní opatření v souladu s C.3.2.2 a C.3.2.3 (viz ČSN EN 378-1:2017) (viz. články 6, 8, 9 a 10 v ČSN EN 378-3:2017).

Příslušná opatření jsou:

- větrání (přirozené nebo nucené)
 - bezpečnostní uzavírací ventily
 - bezpečnostní alarm ve spojení s detektorem úniku chladiva; pokud jsou uživatelé daných prostor omezeni v pohybu, pak pouze bezpečností alarm nelze brát jako dostatečné bezpečnostní opatření.
- Je zabráněno efektu proudění směrem dolů v souladu s C.3.2.4.

Výpočet maximální náplně dle 378/2016

- Pokud jsou splněny předchozí požadavky, potom vypočítejte poměr [náplň]/[objem místnosti].
- Pro obsazené prostory přesahující 250 m² se u výpočtu objemu místnosti použije hodnota 250 m² jako velikost podlahové plochy.
- Poměr [náplň]/[objem místnosti] se porovná s následujícími parametry.
- RCL limitní koncentrace chladiva (refrigerant concentration limit):
maximální koncentrace chladiva ve vzduchu v souladu s přílohou C.3 této normy a bez nebezpečí rizika akutní otravy, zadušení a vzniku požáru

Výpočet maximální náplně dle 378/2016

- QLMV limitní množství s minimálním větráním (quantity limit with minimum ventilation): limitní hustota chladiva, která se rovná hodnotě RCL v místnosti, která není vzduchotěsná, při středně vážném úniku chladiva. QLMV se použije pro snížení rizik u zařízení v obsazených prostorách, které nejsou v podzemí, a kde systém větrání není schopen rozptýlit chladivo do 15 minut. Výpočet je založený na otvoru $0,0032 \text{ m}^2$ a rychlosti úniku $2,78 \text{ g/s}$.
- QLAV limitní množství s přídavným větráním (quantity limit with additional ventilation): limitní hustota chladiva, když se překročí v případě úniku celé náplně do obsazeného prostoru, vytvoří okamžitou nebezpečnou situaci. QLAV se použije při snižování rizik u zařízení v obsazených prostorách, kde je dostatečná ventilace k rozptýlení chladiva do 15 minut

Výpočet maximální náplně dle 378/2016

Níže jsou některé příklady hodnot RCL, QLAV a QLMV. Pro ostatní chladiva jsou limity vypsány v příloze C.3.

Přípustná náplň chladiva			
Chladivo	přípustná koncentrace (kg m ⁻³) RCL	QLMV (kg m ⁻³)	QLAV (kg m ⁻³)
R22	0,21	0,28	0,50
R134a	0,21	0,28	0,58
R407C	0,27	0,46	0,50
R410A	0,39	0,42	0,42
R744	0,072	0,074	0,18
R32	0,061	0,063	0,16
R1234yf	0,060	0,062	0,15

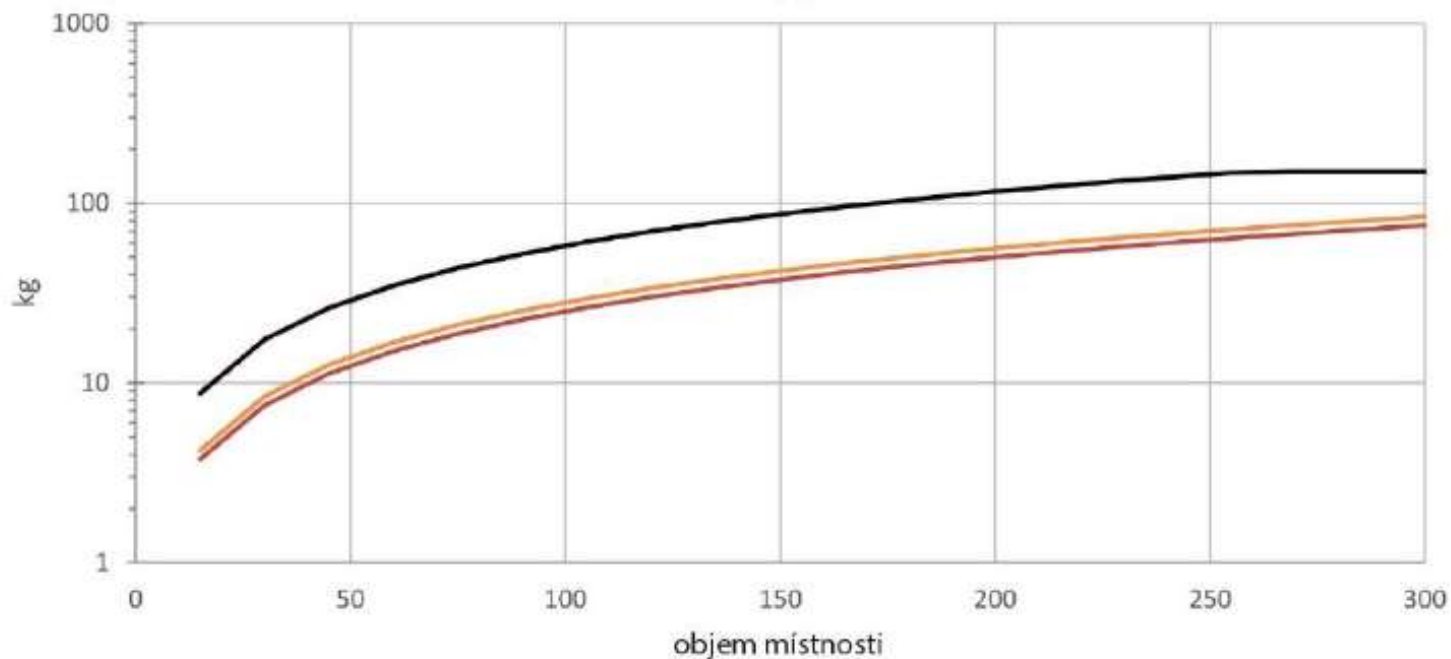
Výpočet maximální náplně dle 378/2016

Tabulka níže shrnuje požadavky přílohy C.3, které zahrnují poměr [náplň]/[objem místnosti] ratio, RCL, QLMV, QLAV a podlaží dané budovy.

<i>Monžnosti řízení rizik chladicích systémů v obsazených prostorách podle přílohy C.3</i>				
<i>Náplň chladiva/objem místnosti</i>	<i><RCL</i>	<i><QLMV</i>	<i><QLAV</i>	<i>>QLAV</i>
C.3.2.2 Obsazené prostory kromě nejnižšího podzemního podlaží budovy	Bez nutnosti dalších opatření	Bez nutnosti dalších opatření	Nejméně 1 opatření: - ventilace - uzavírací ventily - detektor + alarm	Nejméně 2 opatření: - ventilace - uzavírací ventily - detektor + alarm
C.3.2.3 Obsazené prostory na nejnižším podzemním podlaží budovy	Bez nutnosti dalších opatření	Nejméně 1 opatření: - ventilace - uzavírací ventily - detektor + alarm	Nejméně 1 opatření: - ventilace - uzavírací ventily - detektor + alarm	Nepřípustné
C.3.2.4 V případě, že na nejnižším podlaží budovy není žádné chladicí zařízení, tak v budově, kde nejvyšší náplň chladiva dělená celkovým objemem nejnižšího podlaží překročí hodnotu QLMV, musí být nainstalována nucená ventilace v souladu s 6.3 ČSN EN 378-3:2017				

Výpočet maximální náplně dle 378/2016

Volný přístup - umístění zařízení třída II - Příklad pro alternativní výpočet náplně chladiva s bezpečnostními opatřeními C.3 VS limit toxicity pro R134a



- R134a nespecifikované zařízení limit podle toxicity
- R134a vše, kromě nejnižších podzemních podlaží nebo C.3
- R134a vše, kromě nejnižších podzemních podlaží jedno bezpečnostní opatření nebo C.3
- R134a vše, kromě nejnižších podzemních podlaží dvě bezpečnostní opatření nebo C.3 bez limitu náplně

Výpočet maximální náplně dle 378/2016

Příklad:

Zařízení s 90 kg R-134a je nainstalováno v místnosti o 300 m³.

90 kg v 300 m³ se rovná 0,3 kg/ m³

0,3 kg/ m³ překračuje limit QLMV, který je 0,28 kg/m³

0,3 kg/ m³ je pod limitem QLAV, který je 0,58 kg/m³

Zařízení může být nainstalováno za podmínky, že bude provedeno minimálně jedno bezpečnostní opatření popsané v odstavci 6, 8, 9 nebo 10 v ČSN EN 378-3:2017.

Výpočet maximální náplně dle 378/2016

Výpočty objemu obsazených prostor

Dle definice v ČSN EN 378-1 : 2017 Odstavec 3.2.3. je obytný prostor definován: “prostor v budově, který je ohraničen stěnami, podlahami a stropy a který je po významnou dobu obsazen osobami”

V případě, že prostory kolem zřejmého obsazeného prostoru, nejsou stavebně, nebo návrhově vzduchotěsně odděleny od obsazeného prostoru, pak jsou tyto prostory považovány jako součást obsazeného prostoru, jako např. falešné stropy s otvory, průlezné instalační kanály, vzduchovody, přemístitelné příčky a dveře s průtokovými mřížkami nebo zkrácené dveře. Obrázky níže ukazují definici standardního obsazeného prostoru.

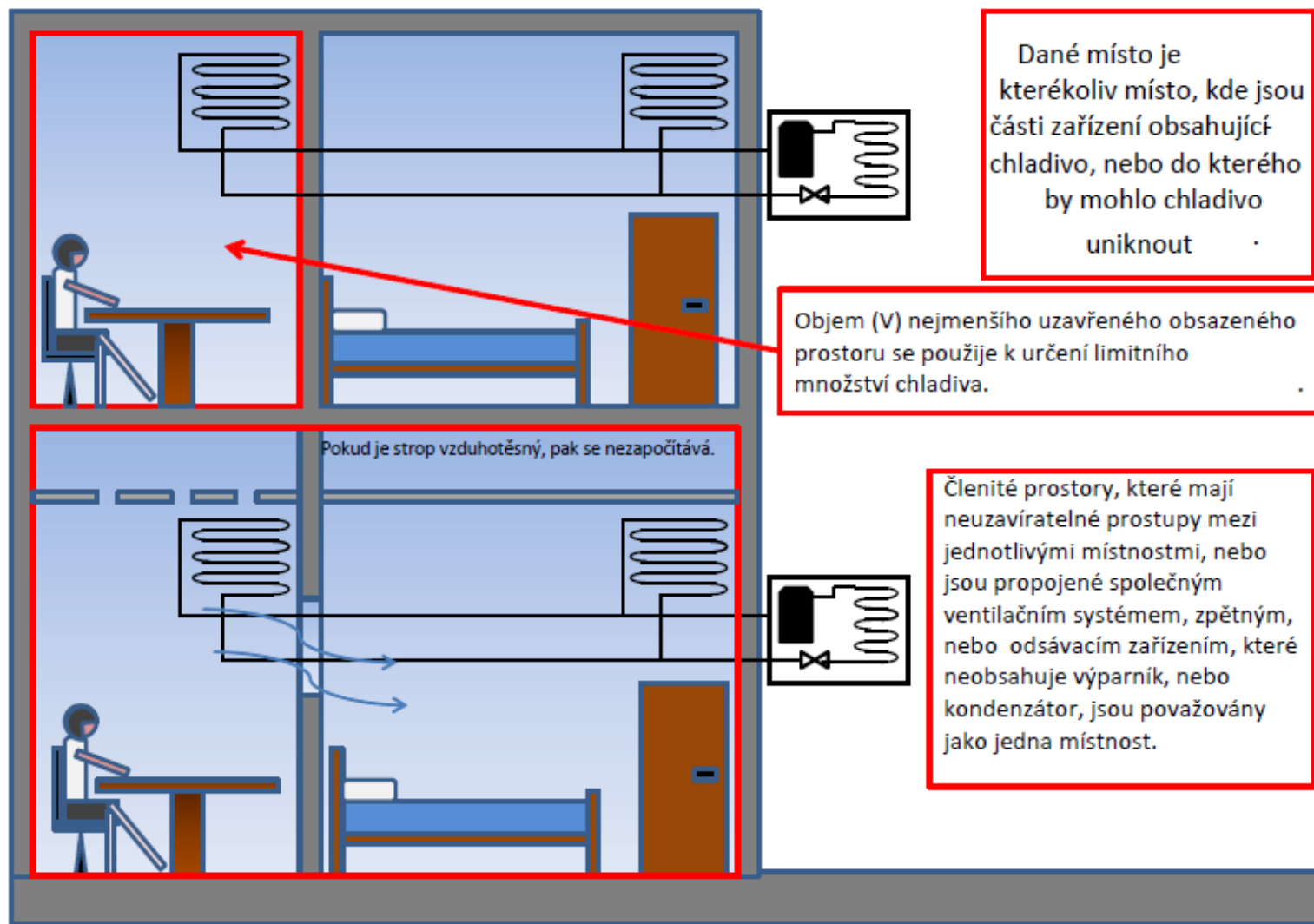
Výpočet maximální náplně dle 378/2016

Pouze pro chladiva bezpečnostní třídy A1:

- Pokud dodávka vzduchu do každé místnosti nemůže být omezena pod 25% celkové dodávky vzduchu, pak se jako hodnota pro výpočet použije celkový objem všech, jedním zařízením vzduchem chlazených, nebo vytápěných místností.
- Pokud je k dispozici systém nucené ventilace, který je v provozu během doby, kdy jsou prostory obsazené, pak se do výpočtu započítává efekt výměny vzduchu.

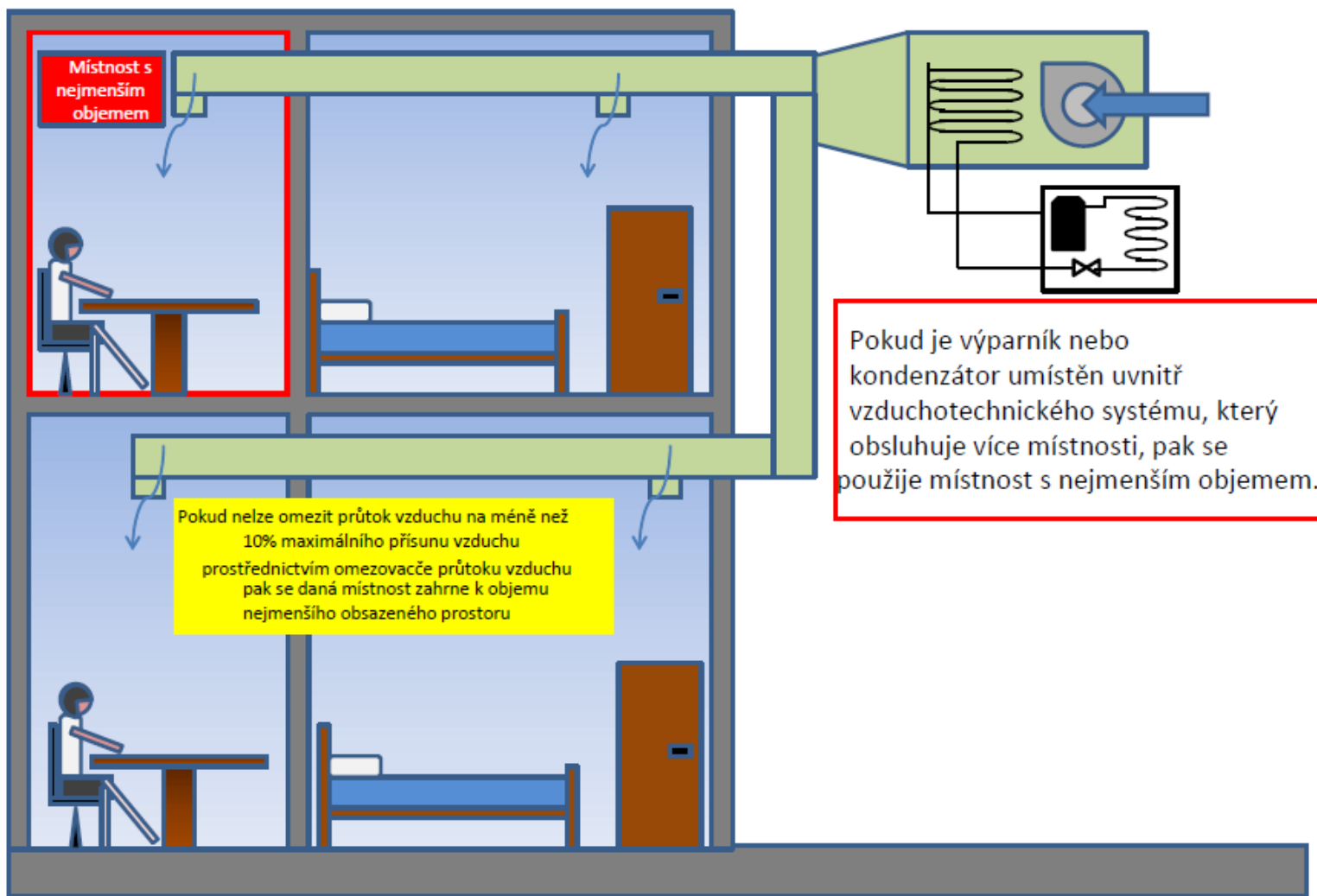
Výpočet maximální náplně dle 378/2016

URČENÍ OBJEMU OBSAZENÉHO PROSTORU



Výpočet maximální náplně dle 378/2016

URČENÍ OBJEMU OBSAZENÉHO PROSTORU S VĚTRACÍM VZDUCHOVODEM



Nucené větrání obsazených prostorů dle souboru norem ČSN EN 378:2017 – příklad

Vzhledem k rychlému rozšiřování používání mírně hořlavých chladiv je nutné zaměřit se při navrhování chladicích zařízení a potažmo tepelných čerpadel také na možnou problematiku spojenou s větráním obsazených prostorů.

K tomuto účelu jsou určeny zejména vztahy (3) a (4) v odst. 6.3.3.1 ČSN EN 378–3:2017 Chladicí zařízení a tepelná čerpadla – Bezpečnostní a environmentální požadavky – Část 3: Instalační místo a ochrana osob.

Nucené větrání obsazených prostorů dle souboru norem ČSN EN 378:2017 – příklad

Pro $Q \times RCL/10 < 1$ platí:

$$m = -\frac{10 \times V}{Q} \times \ln\left(1 - \frac{Q \times RCL}{10}\right)$$

a pro $Q \times RCL/10 \geq 1$ platí:

$$Q = \frac{10}{RCL}$$

kde je

m	náplň chladiva	(kg)
V	objem obsazeného prostoru	(m ³)
10	očekávaný jmenovitý únik	(kg/h)
Q	průtok vzduchu větráním	(m ³ /h)
RCL	mezní koncentrace chladiva v prostoru	(kg/m ³)

Nucené větrání obsazených prostorů dle souboru norem ČSN EN 378:2017 – příklad

Jestliže použijeme vztah $m = f(V; Q; RCL)$ pro chladivo R32, které má hodnotu $RCL = 0,061 \text{ kg/m}^3$,

pak tento vztah platí pro $Q \text{ m}^3/\text{h}$ v rozsahu: **$0 < Q < 163,93$** .

Ze vztahu lze tedy odvodit lineární závislosti ve tvaru $m = f(V)$ pro různé hodnoty Q . Tyto lineární závislosti jsou znázorněny v následujícím grafu. Z grafu vyplývá např: pro $V = 100 \text{ m}^3$:

při $Q = 50 \text{ m}^3/\text{h}$ je vypočtená náplň chladiva $m = 7,28 \text{ kg}$;


při $Q = 25 \text{ m}^3/\text{h}$ je vypočtená náplň chladiva $m = 6,62 \text{ kg}$;

při $Q = 10 \text{ m}^3/\text{h}$ je vypočtená náplň chladiva $m = 6,30 \text{ kg}$;

$$\left[\text{při } Q = 0 \frac{\text{m}^3}{\text{h}} \rightarrow m = RCL \times V = 0,061 \times 100 = 6,1 \text{ kg} \right]$$


Nucené větrání obsazených prostorů dle souboru norem ČSN EN 378:2017 – příklad

Při navrhování zařízení pro obsazený prostor by se měly dále brát v úvahu zejména následující skutečnosti a požadavky:

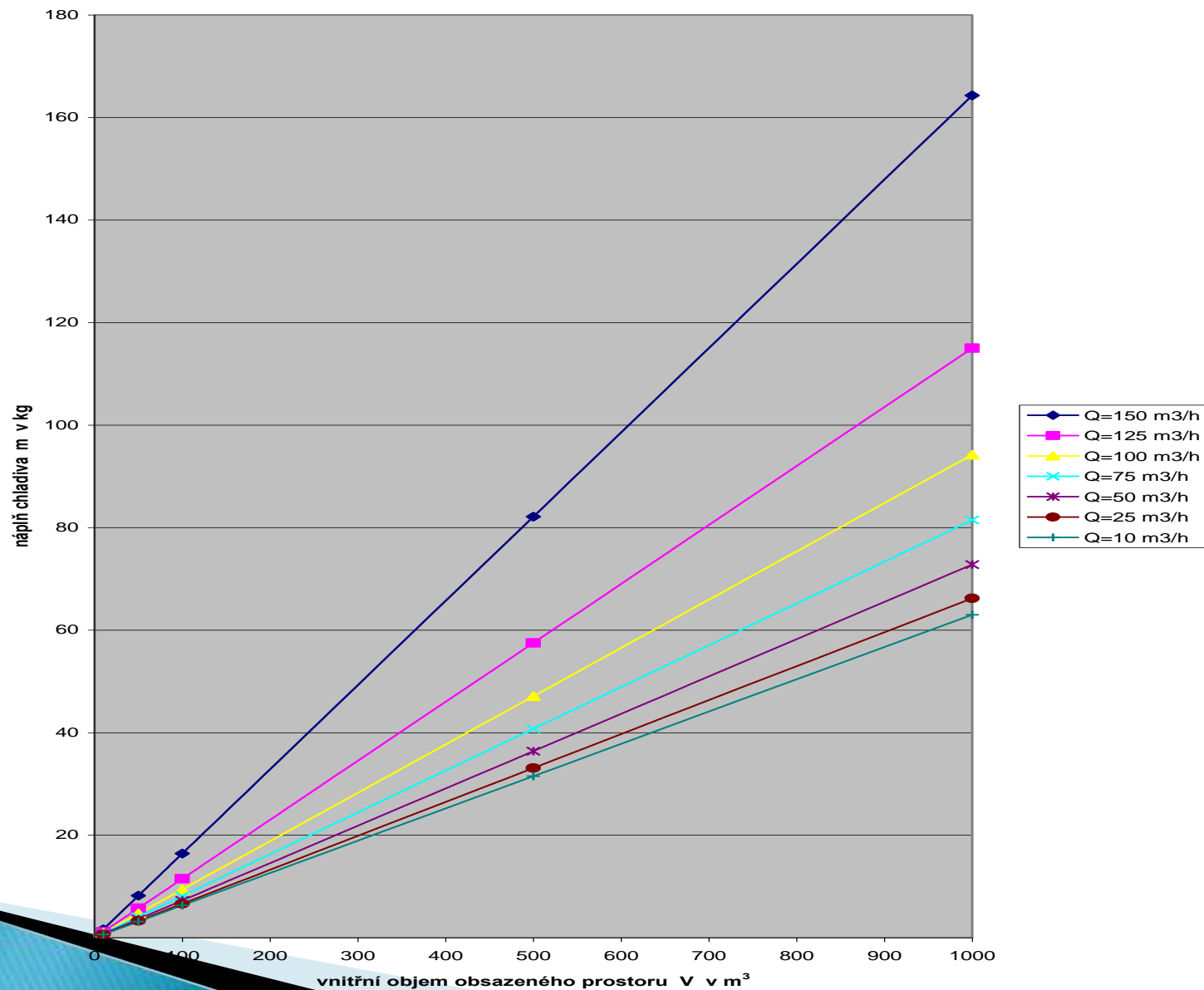
- ▶ Výše uvedené vztahy platí pouze pro chladiwa s klasifikací A1 a A2L dle odst. 6.3.3.1 ČSN EN 378– 3:2017 a potažmo dle odst. C.3 a přílohy E ČSN EN 378–1:2017.
 - ▶ Vlastnosti konkrétního chladiwa použitého v zařízení.
 - ▶ Parametr RCL použitého chladiwa nemusí být jediným postačujícím parametrem.
- 

Nucené větrání obsazených prostorů dle souboru norem ČSN EN 378:2017 – příklad

Při navrhování zařízení pro obsazený prostor by se měly dále brát v úvahu zejména následující skutečnosti a požadavky:

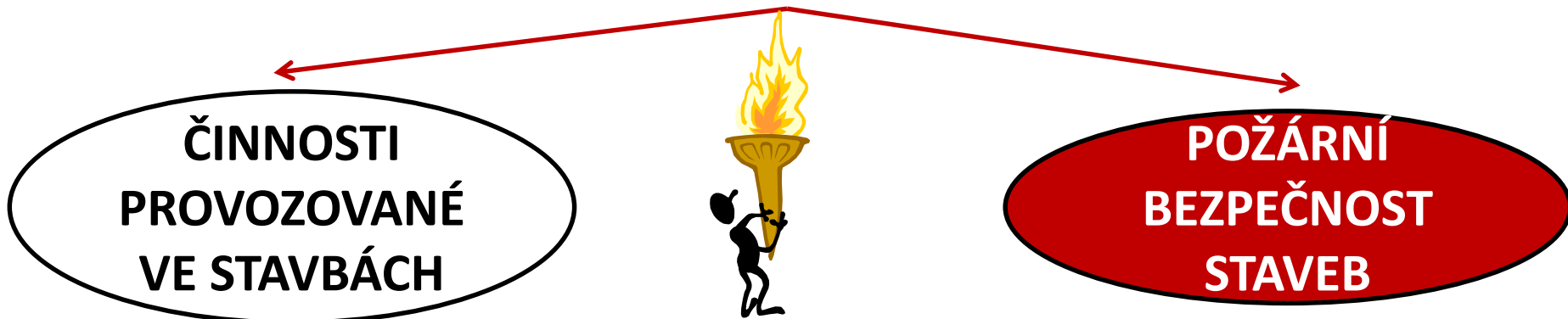
- ▶ Posoudit dle souboru norem ČSN EN 378:2017, zda elektroinstalace pro větrací zařízení může být po normální prostředí nebo musí být pro nebezpečné prostředí.
 - ▶ Posoudit návrh zařízení dle bezpečnostního listu chladiva a také dle relevantních požárních, hygienických a dalších předpisů a norem.
 - ▶ Posoudit energetickou náročnost chladicího zařízení včetně vlivu větracího zařízení.
- 

**Závislost náplně chladiva R32 na objemu obsazeného prostoru
při různém průtoku vzduchu větráním v rozsahu: $0 < Q < 163,93$
[vztah (3) v odst. 6.3.3.1 ČSN EN 378-3:2017]**



POŽÁRNÍ OCHRANA V ČR

ZÁKON Č. 133/1985 Sb. o požární ochraně ve znění pozdějších předpisů



PRÁVNICKÁ NEBO PODNIKAJÍCÍ FYZICKÁ OS.:

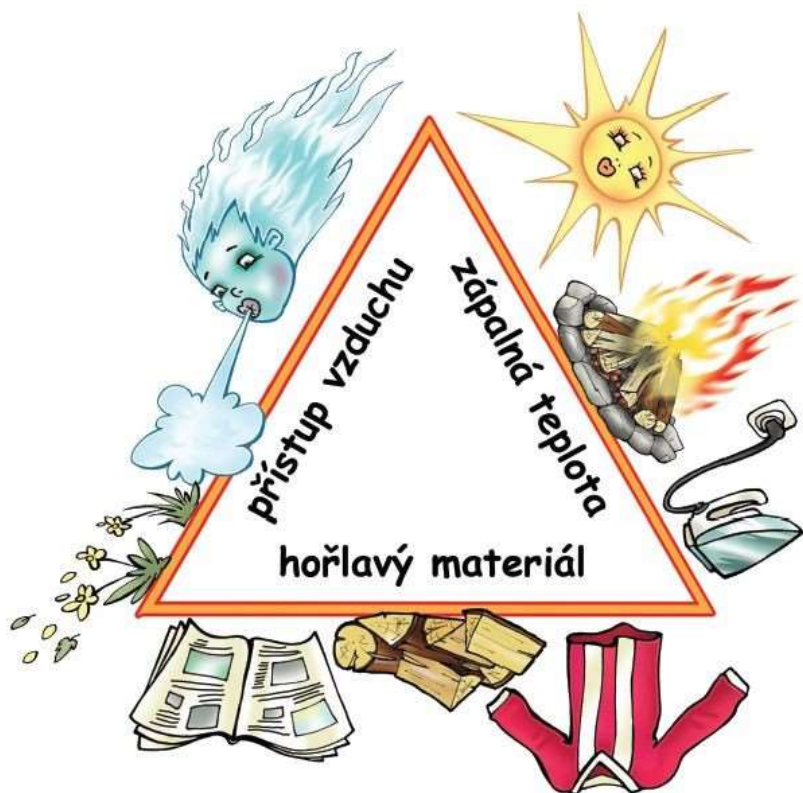
- povinnost přiřazení k činnosti
- naplnění požadavků z činnosti vyplývajících
- dokumentace PO
- dle vyhlášky č. 246/2001 Sb.

K PROJEKTŮM BUDOV POZEMNÍCH STAVEB SE ZPRACOVÁVÁ ZVLÁŠTNÍ ČÁST PROJEKTOVÉ DOKUMENTACE – PBŘS:

- dle zákonných a normativních předpisů
- normy PBS dle př. 1 vyhl. 23/2008 závazné
- požadavky na konstrukce i skladované látky

Požár – základní pojem:

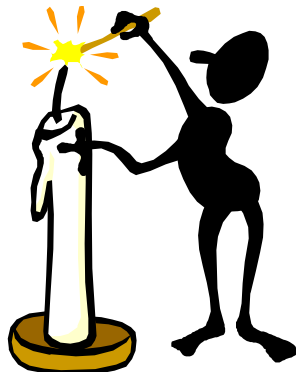
Požár je každé nežádoucí hoření, při kterém došlo k usmrcení nebo zranění osob nebo zvířat, ke škodám na materiálních hodnotách nebo životním prostředí a nežádoucí hoření, při kterém byly osoby, zvířata, materiální hodnoty nebo životní prostředí bezprostředně ohroženy.



Požárně technické charakteristiky látek

Pro určení vyráběných, používaných, zpracovávaných nebo skladovaných látek, jejichž požárně technické charakteristiky jsou potřebné k ustanovení preventivních opatření k ochraně života a zdraví osob a majetku při provozovaných činnostech je rozhodující :

- a) jejich množství,
- b) způsob uložení a manipulace,
- c) fyzikální stav a jeho případné změny,
- d) tepelný režim,
- e) reaktivita,
- f) způsob balení,
- g) objemy obalů a podobně.



Ke stanovení preventivních opatření:

- hořlavost,
- výhřevnost,
- oxidační vlastnosti,
- bod vzplanutí, bod hoření, teplotu vznícení,
- koncentrační meze výbušnosti,
- index šíření plamene po povrchu,
- odkapávání hmot,
- vlastnosti produktů hoření.

Požárně bezpečnostní opatření při výskytu hořlavých látek v objektu

Pevné stavební hmoty:

- třídy reakce na oheň
- součásti konstrukcí, skladované hmoty
- omezení velikosti prostor, dále budovy z hl. výšky, materiálů apod.

Hořlavé kapaliny:

- třídy nebezpečnosti
- skladování v objektu, součásti provozní technologie
- opatření dle celkového objemu a tříd nebezpečnosti, použití stavebního objektu

Hořlavé plyny:

- meze výbušnosti
- skladování v objektu, součásti provozní technologie
- opatření dle celkového objemu a výbušnosti, použití stavebního objektu

Chladiva:

- bezpečnostní klasifikace chladiv
- skladování v objektu, součásti provozní technologie chladicího zařízení
- **nutno stanovit z pohledu PBS opatření dle celkového objemu chladiva, jeho toxicity, hořlavosti a opatření v souladu s účelem budovy, v níž se nacházejí**

Požární bezpečnost stavebních objektů:

je schopnost stavebního objektu jako celku bránit v případě požáru ztrátám na životech a zdraví osob, popř. zvířat a majetku;

dosahuje se jí:

- urbanistickým začleněním objektu
- dispozičním, konstrukčním a materiálovým řešením
- alt. požárně bezpečnostními zařízeními a opatřeními
 - technické nebo organizační opatření vedoucí ke snížení teoretické intenzity požáru v posuzovaném požárním objektu nebo jeho části
 - EPS, SHZ, OTK, JPO
 - **zařízení pro detekci hořlavých plynů a par**

K zabránění ztrát na životech a zdraví osob, zvířat a majetku musí stavební objekt:

- umožnit bezpečnou evakuaci osob (zvířat, majetku),
- bránit přenosu požáru mezi požárními úseky uvnitř objektu (PDK),
- bránit přenosu požáru mimo objekt (odstupy),
- umožnit rychlý a účinný zásah JPO,

což se prokazuje projektové řešení

- tzv. **POŽÁRNĚ BEZPEČNOSTNÍ ŘEŠENÍ STAVBY**
- jen normativně zakotveno

Funkce objektu z hlediska PBS \Leftrightarrow chladiwa

1/ bezpečná evakuace osob

- nechráněné únikové cesty, jednotlivé prostory:
 - možné ohrožení osob unikajícím chladiwem
 - reaktivita chladiwa s jinými látkami na únikových cestách
 - detekce chladiwa, uzavření rozvodu
- chráněné únikové cesty (požárně odděleno konstrukcemi druhu DP1, větráno)
 - chlazení CHÚC – za jakých podmínek
 - detekce chladiwa, uzavření rozvodu
 - umístění venkovních jednotek chlazení a otvorů pro větrání na fasádě CHÚC (u VZT omezeno – viz ČSN 730872)
 - koordinace nuceného větrání CHÚC a chlazení – za jakých podmínek
 - možnost/zákaz vedení hořlavého chladiwa v CHÚC pro jiné prostory (kastlíky)



Funkce objektu z hlediska PBS \Leftrightarrow chladiwa

2/ zabránit přenosu požáru uvnitř budovy

- objekty jsou členěny z hlediska PBS na menší celky, požární úseky, ty jsou vzájemně odděleny požárními stěnami a stropy, do nichž se vkládají požární uzávěry, směrem k exteriéru je požární úsek vymezen obvodovými stěnami
- tyto tzv. požárně dělicí konstrukce musí splňovat předepsanou požární odolnost, tj. v požadovaném čase musí plnit i v případě požáru svoji funkci (např. nosnou)
- požárně dělicí konstrukce jsou v místě prostupů technologií požárně těsněny a technologie smí prostupovat pouze za určitých podmínek
- **výskyt hořlavých chladiw v interiéru:**
 - od jakého objemu chladiwa, jeho hořlavosti a toxicity oddělit prostor s chladiwem do samostatného PÚ
 - vymezení těchto samostatných PÚ s ohledem na jiné rizikové/chráněné PÚ
 - vymezení opatření pro použití hořlavých chladiw v hořlavém konstrukčním systému budovy
 - těsnění prostupů potrubí s chladiwem, opatření na potrubí – uzávěry
 - součinnost chlazení s jinými systémy – zejména vzduchotechnika – strojovna, rozvody
 - v případě velkého objemu čpavku havarijní jímka

Funkce objektu z hlediska PBS \Leftrightarrow chladiwa

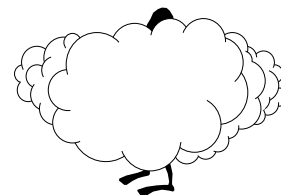
3/ zabránit přenosu požáru vně budovy

- obecně se zajišťuje tzv. odstupovými vzdálenostmi, tj. vzdálenosti případného dosahu požáru, a to jeho sálání nebo dopadajících částí, odstupová vzdálenost vymezuje kolem budovy tzv. požárně nebezpečný prostor (dále PNP)
- vliv sálání se posuzuje pro požárně otevřené plochy obvodových stěn (okna, dveře), dopad hořících částí se sleduje u hořlavých prvků na fasádě (dřevěné obložení)
- tzv. požárně uzavřené plochy jsou obvodové stěny druhu DP1 a DP2 (certifikáty)
- **výskyt hořlavých chladiw s vlivem na exteriér:**
 - umístění venkovních jednotek a jejich možné ohrožení vnějšími vlivy, zohlednění vlivu na budovu
 - umístění venkovních jednotek s ohledem na otvory (okna, dveře) posuzované budovy – ohrožení budovy, alt. chladiwa v PNP budovy
 - venkovní jednotka v PNP jiného objektu – lze?
 - chladicí jednotky s vysokým obsahem chladiwa uvnitř budovy – vytvoření zóny možného výbuchu, úprava obvodové konstrukce

Funkce objektu z hlediska PBS \Leftrightarrow chladiwa

4/ rychlý zásah JPO a aktivní požárně bezpečnostní zařízení

- zásah JPO
 - informace o výskytu hořlavých a toxických chladiv v objektu
 - bezpečnostní listy chladiwa součástí PBŘS, vhodná hasiva
 - podmínky pro možnosti záměny chladiwa za chladivo jiné bezpečnostní klasifikace, podmínka informovat HZS
- aktivní PBZ
 - EPS:
 - propojení s detektory úniku chladiwa, uzávěry systému
 - SSHZ:
 - zhodnocení možnosti skrápění u specifických druhů chladiv v případě havárie za požáru
 - OTK:
 - zohlednění chování uniklého chladiwa při odvětrání horkých plynů za požáru



Chladiva

- doposud se ukrývala před cílenými požadavky požární ochrany a zejména požární bezpečnosti staveb, což v současné době znamená nepopsané riziko v budovách
- v současné době jsou zpracovávány podklady k metodickému předpisu podmínek využití chladiv v rámci požární bezpečnosti stavebního objektu, okruhy k řešení shrnovala přednáška a pracují na nich:
 - specialisté – chlazení, PBS
 - SCHKT
 - GŘ HZS



Děkujeme za pozornost a přivítáme případné náměty pro naši další práci

Ing. Marian Formánek, Ph.D.
formanek.m@fce.vutbr.cz

Ing. Marie Rusinová, Ph.D.
rusinova.m@fce.vutbr.cz