

UNIVERZITNÍ CENTRUM ENERGETICKY EFEKTIVNÍCH BUDOV ČVUT V PRAZE

Problematika umísťování zařízení s hořlavými chladivy

Koncepční zásady bezpečné instalace tepelných čerpadel

Daniel Adamovský

UCEEB ČVUT v Praze

Evropský a český rámec

Ekologie určuje směr. Výrobkové, tlakové a výbuchové předpisy určují bezpečné provedení.

EVROPSKÝ PŘEDPIS	CO VYMEZUJE	IMPLEMENTACE / VAZBA V ČR
EU 2024/573 F-plyny	Phase-down HFC, zákazy uvádění výrobků na trh, cíl téměř ukončit HFC do roku 2050.	Nařízení je přímo ovlivňuje volbu chladiva, servis i dlouhodobou dostupnost.
2006/42/ES → EU 2023/1230	Bezpečnost strojního zařízení, posouzení rizik, návod, CE.	Zákon 22/1997 Sb. + NV 176/2008 Sb.; nové nařízení EU se použije od 20. 1. 2027.
2014/68/EU PED	Tlakové části okruhu a sestavy nad 0,5 bar.	Zákon 90/2016 Sb. + NV 119/2016 Sb.
2014/34/EU ATEX 114	Zařízení a ochranné systémy do výbušné atmosféry.	Zákon 90/2016 Sb. + NV 116/2016 Sb.
99/92/ES ATEX 137	Riziko na pracovišti, zóny, dokument ochrany před výbuchem.	Zákoník práce a navazující předpisy BOZP.

Technický most do projektu: ČSN EN 378, ČSN EN IEC 60335-2-40, ČSN EN IEC 60079-10-1 a český kodex požární bezpečnosti ČSN 73 08xx.

UNIVERZITNÍ CENTRUM ENERGETICKY EFEKTIVNÍCH BUDOV ČVUT V PRAZE

CE označení nekončí projekční práci

VÝROBEK

- posouzení rizik výrobce
- tlaková bezpečnost a těsnost
- vlastní detekce a ochranné funkce
- dovolené způsoby instalace v návodu

KONKRÉTNÍ INSTALACE

- skutečně uvolnitelná náplň
- nejmenší propojený prostor a dutiny
- trasa potrubí, prostupy a únikové cesty
- větrání, překážky a zdroje zapálení

Projektant spojuje návod výrobce, ČSN EN 378, PBŘ a skutečné podmínky stavby.

UNIVERZITNÍ CENTRUM ENERGETICKY EFEKTIVNÍCH BUDOV ČVUT V PRAZE

Umístění určuje soubor opatření

01

OBSAZENÝ PROSTOR

Omezit náplň nebo zajistit, aby ani lokálně nevznikla nebezpečná koncentrace.

Klíč: nejmenší prostor, dutiny, únikové cesty

02

STROJOVNA

Únik včas zjistit, zastavit a odvést do bezpečného venkovního místa.

Klíč: detekce, podtlak, správná poloha odvodu

03

VENKOVNÍ INSTALACE

Zabránit vstupu plynu do budovy, prohlubní, vpustí a ke zdrojům zapálení.

Klíč: bezpečnostní zóna

UNIVERZITNÍ CENTRUM ENERGETICKY EFEKTIVNÍCH BUDOV ČVUT V PRAZE

Obsazený prostor: navrhujte podle scénáře úniku

Rozhoduje nejmenší prostor, do kterého může chladivo skutečně uniknout.

1	**NÁPLŇ**	Ověřit limit podle DMV/LFL, plochy podlahy, přístupové kategorie a skutečně uvolnitelné náplně.
2	**LOKÁLNÍ OBJEM**	Prověřit prostor pod jednotkou, podhled, šachtu, instalační kanál, nejnižší podlaží a místnost bez oken.
3	**DOPLŇKOVÁ OPATŘENÍ**	Přirozené otvory nízko i vysoko, podtlakové větrání, uzavírací ventily mimo místnost, optický a akustický alarm.
4	**TRASA A PŘÍSTUP**	Nevést zařízení ani potrubí chráněnou únikovou cestou. Ve veřejné chodbě chránit nerozebíratelné potrubí a vést je nejméně 2,2 m nad podlahou.

DOPLŇKOVÁ OPATŘENÍ PODLE LIMITŮ ČSN EN 378

UNIVERZITNÍ CENTRUM ENERGETICKY EFEKTIVNÍCH BUDOV ČVUT V PRAZE

Obsazený prostor: rozhoduje prostor možného úniku

Návrh začíná vyloučením nevhodného místa a končí ověřením konkrétní instalační situace.

01	VYLOUČIT NEVHODNÁ MÍSTA	Technologie ani rozvody nepatří do chráněných a částečně chráněných únikových cest. Další omezení platí pro uzavřené garáže, sklady výbušnin a vybrané shromažďovací či skladové prostory.
02	URČIT NÁVRHOVOU SITUACI	Stanovit kategorii přístupnosti, třídu umístění, bezpečnostní třídu a provedení zařízení. Posuzuje se každý prostor, do kterého může chladivo proniknout.
03	OVĚŘIT MEZNÍ NÁPLŇ	Podle přílohy C ČSN EN 378-1 posoudit toxicitu i hořlavost. Skutečná náplň nesmí překročit nejnižší použitelnou mez.
04	ZVOLIT FORMU UMÍSTĚNÍ	Přímé umístění vyžaduje splnění limitů. Neutěsněný vedlejší prostor se posuzuje jako obsazený. Větraná skříň vyžaduje vzduchovod výrobce ven a objem místnosti nejméně 10× větší než objem skříně.

Splnění mezní náplně neřeší lokální nahromadění u podlahy, v prohlubni, šachtě nebo jiné nevětrané dutině. Projekt musí posoudit i tento scénář.

Příklad: R-454B, R-152a a R-290

Zadaná náplň: R-454B 1,782 kg (A2L) R-152a 0,780 kg (A2) R-290 0,228 kg (A3)

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

h_0: 0,6 m podlaha 1,0 m okno 1,8 m stěna 2,2 m strop

h_0 (m)	Minimální plocha podlahy Amin (m^2)			Minimální objem prostoru, výška 2,2 m (m^3)		
	R-454B (A2L)	R-152a (A2)	R-290 (A3)	R-454B (A2L)	R-152a (A2)	R-290 (A3)
0,6	29,4	44,4	82,1	64,6	97,6	180,6
1,0	10,6	16,0	29,5	23,3	35,1	65,0
1,8	3,3	4,9	9,1	7,2	10,8	20,1
2,2	2,2	3,3	6,1	4,8	7,3	13,4

PODLAHA, h_0 = 0,6 m

R-290 vyžaduje A_{min} 82,1 m^2

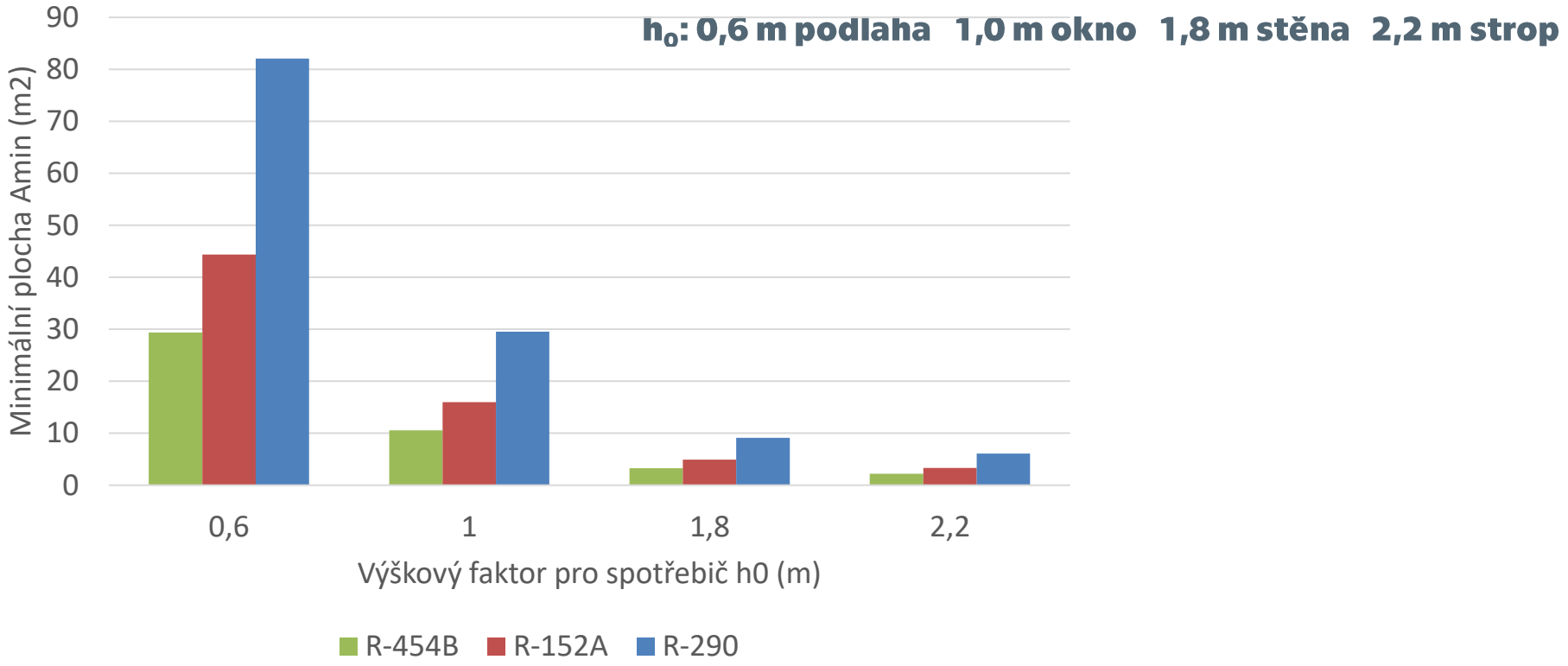
STROP, h_0 = 2,2 m

R-290 vyžaduje A_{min} 6,1 m^2

Výsledek platí pouze v mezích přílohy C.2. Současně se ověřuje m_2, toxicita a ostatní podmínky konkrétní návrhové situace.

Příklad: R-454B, R-152a a R-290

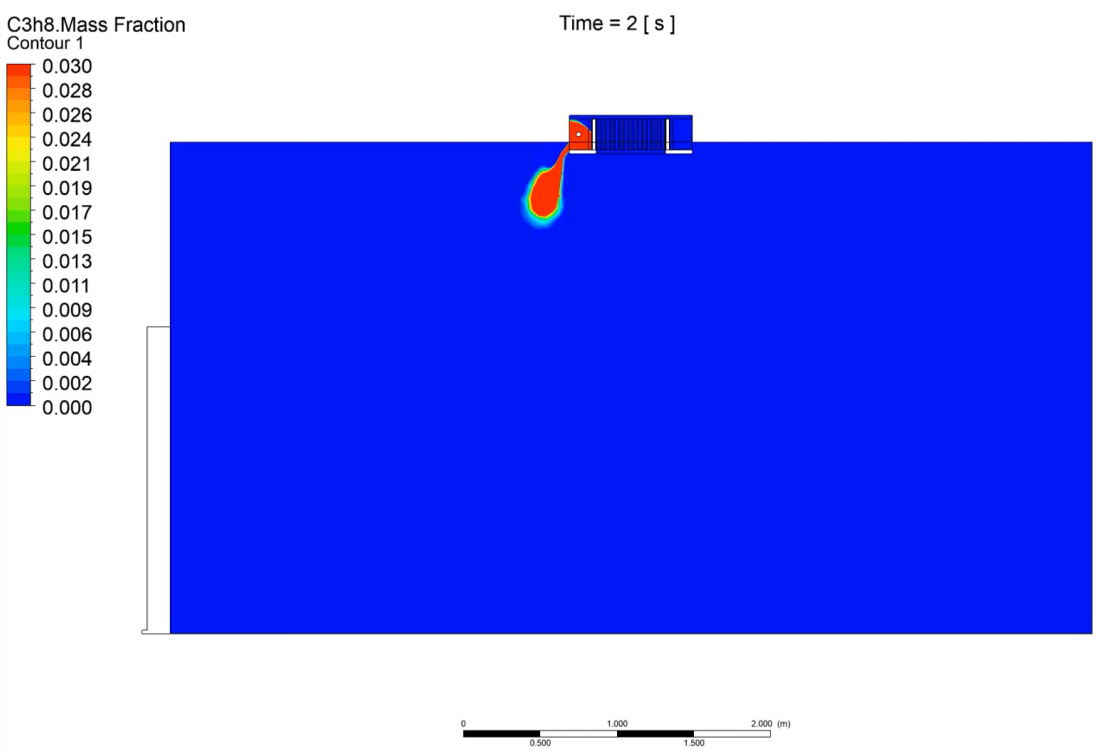
Zadaná náplň: R-454B 1,782 kg (A2L) R-152a 0,780 kg (A2) R-290 0,228 kg (A3)



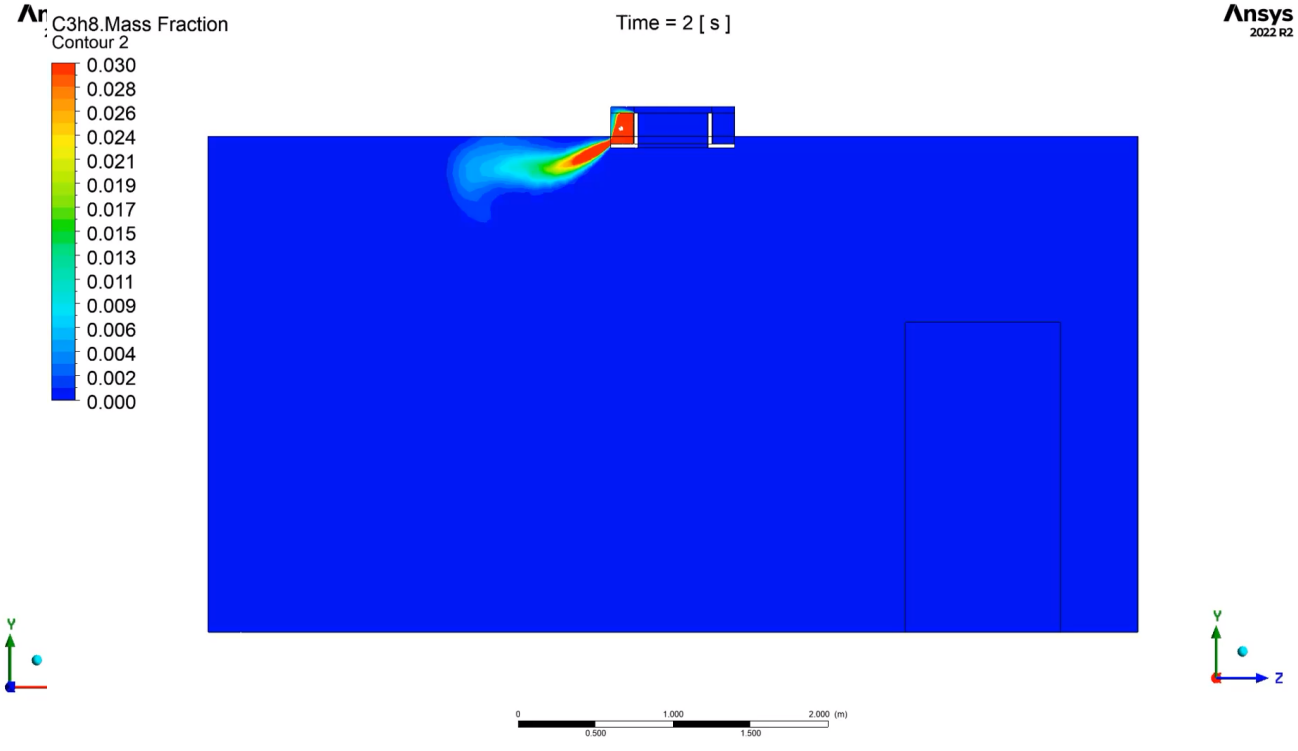
Výsledek platí pouze v mezích přílohy C.2. Současně se ověřuje m_2, toxicita a ostatní podmínky konkrétní návrhové situace.

UNIVERZITNÍ CENTRUM ENERGETICKY EFEKTIVNÍCH BUDOV ČVUT V PRAZE

Pohyb plynu těžšího než vzduch při úniku z chladicího zařízení

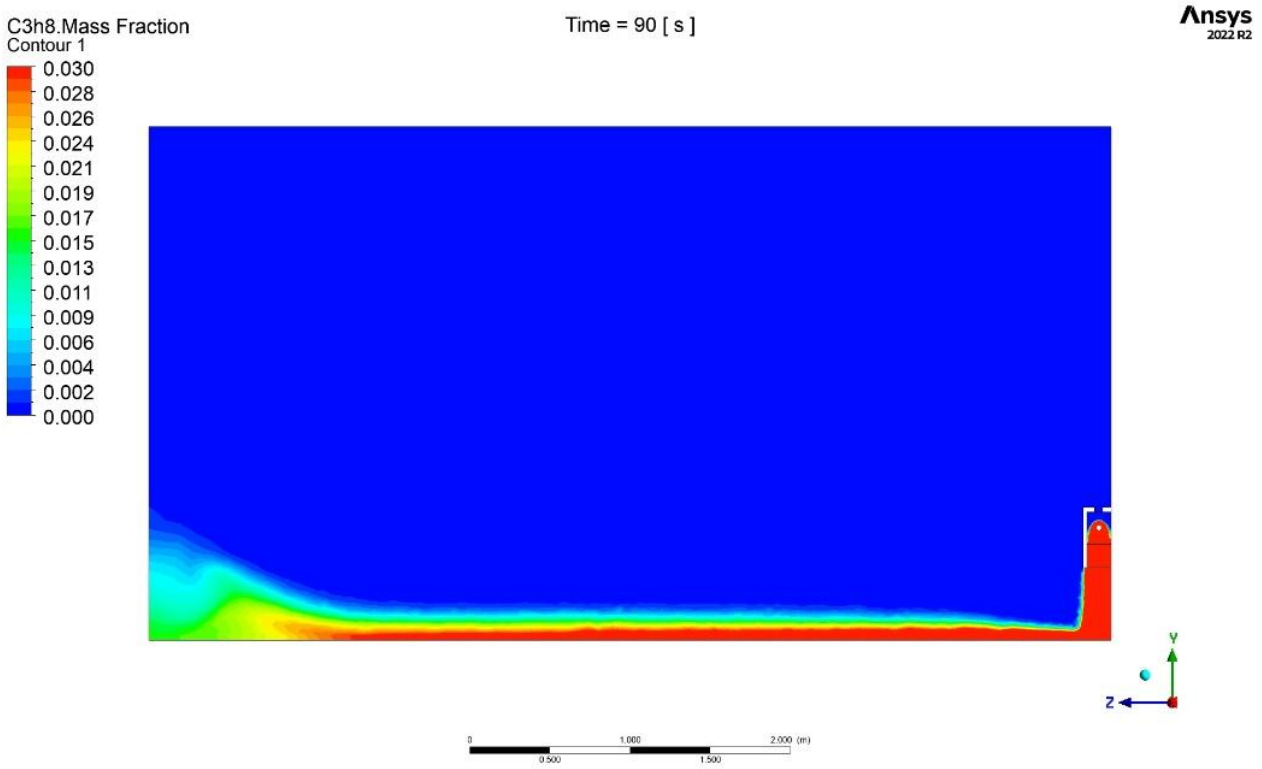


Lokální jednotka – vypnutá
500 g R290



Lokální jednotka – zapnutá
500 g R290

Pohyb plynu těžšího než vzduch při úniku z chladicího zařízení



Lokální parapetní jednotka – vypnutá
500 g R290

Potrubí ve shromažďovacích prostorech: dnešní mezera

PLATNÁ ČSN 73 0831

Volně vedené rozvody hořlavých plynů a kapalin ve shromažďovacím prostoru a navazující únikové cestě zakazuje, kromě rozvodu plynu ke spotřebičům.

PRAKTICKÝ ROZPOR

Text výjimky nepracuje s funkcí chladivového potrubí. Možnosti EN 378 se tak mohou dostat do konfliktu s českým kodexem PBS.

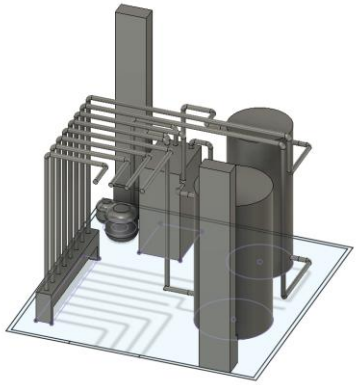
NÁVRH VE ZPRÁVĚ

Doplnit výjimku pro chladicí a klimatizační techniku, ale pouze při splnění jasných podmínek nové přílohy ČSN 73 0831.

DOPORUČENÝ POSTUP DO DOBY ZMĚNY NORMY

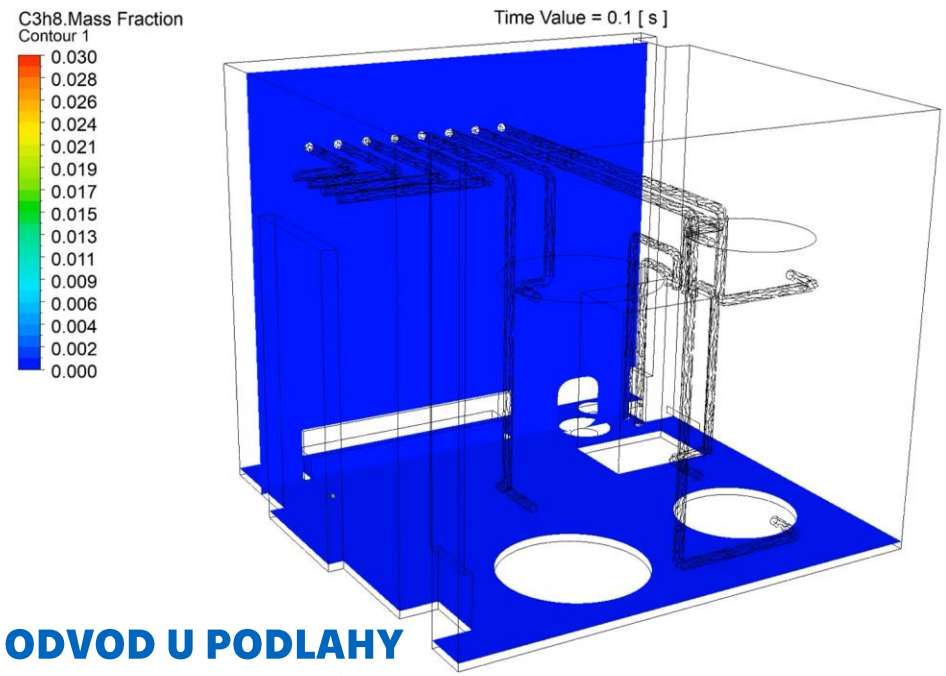
Preferovat přístupnou a větratelnou trasu, bez rozebíratelných spojů a ventilů v dutinách; chránit proti poškození a koordinovat každý prostup s PBŘ.

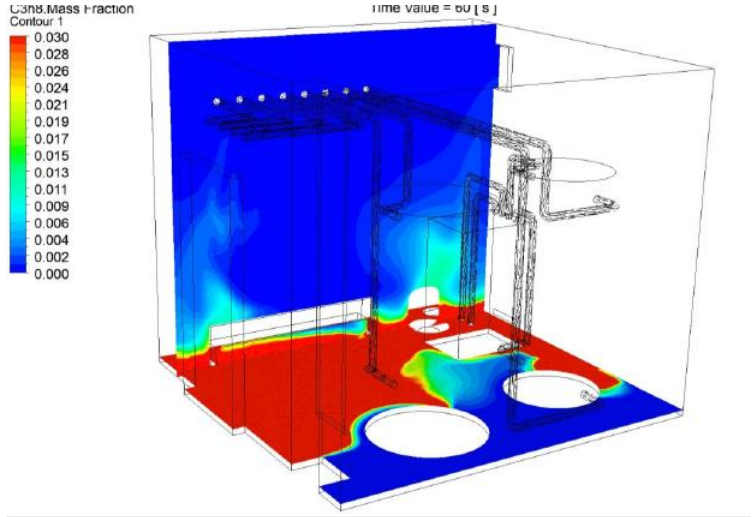
UNIVERZITNÍ CENTRUM ENERGETICKY EFEKTIVNÍCH BUDOV ČVUT V PRAZE



Strojovna: poloha odvodu rozhoduje

R290, 15násobná výměna vzduchu, čas 60 s





Obr. 3.30 Hmotnostní koncentrace pro čas 60 s

ODVOD U PODLAHY
Kritická oblast zůstává u zdroje

ODVOD POD STROPEM
Rozsáhlá oblast nad DMV u podlahy

NÁVRH PRO ČESKOU PRAXI

Podtlak · 4 h^{-1} při běžném obsazení · 15 h^{-1} havarijně · záloha nejméně 60 min · přívod do 500 mm nad podlahou · odvod těžšího plynu do 250 mm a co nejblíže zařízení

Detekce je spouštěč, ne konečné opatření

Bezpečnostní funkce musí být navržena jako jeden ověřitelný celek.

01	ZJISTIT	Čidlo umístit podle hustoty chladiva, překážek a skutečného místa akumulace.
02	ODSTAVIT	Zastavit zařízení nebo oběh chladiva dříve, než únik pokračuje do prostoru.
03	ODDĚLIT	Bezpečnostními ventily omezit část okruhu, která se může do místnosti uvolnit.
04	ODVĚTRAT A HLÁSIT	Spustit havarijní odvod, optickou a akustickou signalizaci a předat stav nadřazenému systému.

Ventilátor v proudu směsi musí být vhodný pro nebezpečný prostor; jinak umístit elektromotor mimo proud vzduchu.

Větraný plášť může omezit zásah do strojovny

Těsná větraná skříň zachytí únik u zdroje. Musí však být součástí zařízení a celý vzduchový okruh musí specifikovat výrobce.

≥ 10×	≥ 2 m^3/h	≥ 20 Pa	≥ 60 min
objem strojovny vůči objemu skříně	minimální průtok vnitřkem skříně	podtlak uvnitř skříně	záložní napájení větrání

Vzduchovod vyvést do místa bezpečného rozptýlení. Při průchodu jinými požárními úseky jej řešit podle ČSN 73 0872.

UNIVERZITNÍ CENTRUM ENERGETICKY EFEKTIVNÍCH BUDOV ČVUT V PRAZE

Venkovní instalace: nejprve správně klasifikovat

DNEŠNÍ PROBLÉM

Automatické posouzení malé jednotky jako otevřeného technologického zařízení podle ČSN 73 0804 může vytvořit minimální odstup 6,5 m. To neodpovídá scénáři kompaktního zařízení s uzavřenou náplní.

KONCEPČNÍ ROZHODNUTÍ

Malé kompaktní TČ posuzovat jako technické zařízení budovy podle ČSN EN 378 a PBŘ. Režim otevřeného technologického zařízení ponechat pro skutečně otevřenou nebo průmyslovou technologii s odpovídajícím rizikem.

NÁVRH ZPRÁVY

Přednostně použít vzdálenosti výrobce. Pokud je výrobce neurčí, návrh pracuje s ≥ 2 m od otvorů, vpustí a zdrojů vznícení. U těžšího plynu nesmí zóna obsahovat anglický dvorek, okno, dveře ani místo hromadění.

Evropská praxe: zóna podle scénáře, ne jedno číslo

ZEMĚ	REGULAČNÍ PŘÍSTUP	PŘÍKLAD Z REŠERŠE
RAKOUSKO	KAV používá kvalitativní „odpovídající vzdálenost“. Federální předpis nedává univerzální číslo.	Podklady WKO/ÖKKV uvádějí 1 m jako časté inženýrské pravidlo, ne jako obecný právní limit.
VELKÁ BRITÁNIE	Není univerzální závazná hodnota. Rozhodující jsou návod výrobce, DSEAR a BS EN 378.	Jeden návod pro monoblok R290 požaduje > 2,5 m od otvorů, vpustí a zdrojů zapálení.
FRANCIE	CH 35 stanoví vyloučenou zónu kolem spojů podle průměru potrubí a vlastností chladiva.	Pro venkovní spoje vychází v tabulce poloměr 1 až 3 m; nejde o univerzální odstup jednotky od hranice pozemku.

Společný princip: výrobce definuje scénář a zónu, projektant ji zasadí do konkrétního místa a ověří otvory, prohlubně, vpusti, veřejný prostor i zdroje zapálení.

Řešení existují. Musí projít až na stavbu

PODKLAD OD VÝROBCE

- třída, celková a uvolnitelná náplň
- dovolená umístění a bezpečnostní zóny
- scénář úniku a chování při výpadku
- logika detekce, ventilů a větrání
- požadavky na plášť, potrubí a servis

OVĚŘENÍ V PROJEKTU A NA STAVBĚ

- nejmenší prostor, dutiny a nízká místa
- koordinace s PBŘ a klasifikací zón
- trasa potrubí a utěsnění prostupů
- skutečná poloha čidel a výustí
- funkční zkouška celé bezpečnostní sekvence

Cíl pro praxi: jednotný instalační list a protokol funkční zkoušky použitelný výrobcem, projektantem, PBŘ, montáží i provozovatelem.

Děkuji za pozornost

Bezpečné principy jsou známé

Teďje potřebujeme důsledně přenést do podkladů výrobce, projektu, montáže a funkční zkoušky, ale též do soustavy kodexu norem požární bezpečnosti staveb.

daniel.adamovsky@cvut.cz