

ČESKÉ VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V PRAZE

Fakulta stavební

Katedra konstrukcí pozemních staveb

Studijní program: Integrovaná bezpečnost staveb



Diplomová práce

**POŽÁRNÍ RIZIKO HOŘLAVÝCH PŘEDMĚTŮ  
PONECHANÝCH NA ÚNIKOVÝCH CESTÁCH**

FIRE RISK OF COMBUSTIBLE OBJECTS LEFT ON ESCAPE ROUTES

Bc. Kateřina Černá

vedoucí práce: Ing. arch. Petr Hejtmánek, Ph.D.

2024



## I. OSOBNÍ A STUDIJNÍ ÚDAJE

Příjmení: **Černá** Jméno: **Kateřina** Osobní číslo: **477022**  
Fakulta/ústav: **Fakulta stavební**  
Zadávající katedra/ústav: **Katedra konstrukcí pozemních staveb**  
Studijní program: **Integrální bezpečnost staveb**

## II. ÚDAJE K DIPLOMOVÉ PRÁCI

Název diplomové práce:

**Požární riziko hořlavých předmětů ponechaných na únikových cestách**

Název diplomové práce anglicky:

**Fire Risk of Combustible Objects on Escape Routes**

Pokyny pro vypracování:

- literární rešerše požadavků na požární bezpečnost únikových cest v ČR
- literární rešerše požadavků na požární bezpečnost únikových cest v zahraničí
- statistika požárů na únikových cestách v bytových domech
- příprava, organizace a vyhodnocení velkorozměrových zkoušek kočárků

Seznam doporučené literatury:

- zahraniční odborné články,
- normy řady ČSN,
- edice Zabraňujeme škodám

Jméno a pracoviště vedoucí(ho) diplomové práce:

**Ing. arch. Bc. Petr Hejtmánek, Ph.D. architektura a interakce budov se životním prostředím UCEEB**

Jméno a pracoviště druhé(ho) vedoucí(ho) nebo konzultanta(ky) diplomové práce:

Datum zadání diplomové práce: **24.09.2023**

Termín odevzdání diplomové práce: **08.01.2024**

Platnost zadání diplomové práce:



Ing. arch. Bc. Petr Hejtmánek, Ph.D.  
podpis vedoucí(ho) práce



prof. Ing. Petr Hájek, CSc.  
podpis vedoucí(ho) ústavu/katedry



prof. Ing. Jiří Máca, CSc.  
podpis děkana(ky)

## III. PŘEVZETÍ ZADÁNÍ

Diplomantka bere na vědomí, že je povinna vypracovat diplomovou práci samostatně, bez cizí pomoci, s výjimkou poskytnutých konzultací. Seznam použité literatury, jiných pramenů a jmen konzultantů je třeba uvést v diplomové práci.

\_\_\_\_\_  
Datum převzetí zadání

\_\_\_\_\_  
Podpis studentky



## **Prohlášení**

Prohlašuji, že jsem diplomovou práci vypracovala samostatně pod odborným vedením Ing. arch. Petra Hejtmánka, Ph.D. a čerpala jsem informace z uvedené literatury. Souhlasím s použitím tohoto školního díla ve smyslu § 60 Zákona č. 121/200 Sb. o právu autorském, o právech souvisejících s právem autorským a o změně některých zákonů (autorský zákon).

V Praze dne 7.1.2024

Bc. Kateřina Černá

## **Poděkování**

Tímto bych chtěla poděkovat vedoucímu diplomové práce Ing. arch. Petrovi Hejtmánkovi, Ph.D. za odborné vedení, ochotu a cenné připomínky při zpracování diplomové práce. Dále bych ráda poděkovala panu doc. Ing. Vladimírovi Mózerovi, Ph.D. za poskytnutí podkladů pro vyhodnocení zplodin hoření sledovaných v experimentální části diplomové práce a fotografovi Bc. Jiřímu Ryszawému, který mi poskytl fotografie zachycující průběhy experimentů. Zároveň bych chtěla poděkovat své rodině a přátelům za jejich podporu.

## **Abstrakt**

Diplomová práce popisuje problematiku předmětů ponechaných na únikových cestách. Jsou zde prezentovány komplikace, které mohou předměty na únikových cestách při požáru způsobit. Práce dále uvádí nejčastější předměty, které se na únikových cestách vyskytují, místa kde se obvykle nacházejí a příčiny jejich zahoření. Jsou zde uvedeny požadavky na únikové cesty ve vztahu k možnému požárnímu zatížení pro vybrané země. Dále je v práci popsáno, co vše předcházelo samotnému experimentu, včetně popisu vybraného kočárku, který byl vybrán pro požární experiment a hmotnostní kvantifikace materiálů v něm použitých. Následuje část práce se zaměřením na požární experimenty. Zde se popisují: zvolená metodika zkoušení, které veličiny byly předmětem sledování a jakým způsobem docházelo k jejich měření. Navazuje popis průběhů experimentů a jejich porovnání. V závěrečné části je představen numerický model v programu FDS, který umožnil kvantifikovat nebezpečí související s modelovým příkladem požáru kočárku na vybrané únikové cestě v bytovém domě.

### **Klíčová slova**

bytový dům, únikové cesty, chodba, požár, schodiště, požární zatížení, společné prostory, kočárek, numerický model

## **Abstract**

The thesis describes the issue of objects left on escape routes. It introduces the complications that objects on escape routes can cause during a fire. It presents the most common objects left at places where they can be typically found and plausible causes of such objects catching fire on escape routes. In addition, the requirements for escape routes in relation to the potential fire load for selected countries are presented. The next section concerns all things that preceded the experiment itself, including the introduction of the chosen pram and weight quantification of the different materials used in it. The following part of the thesis is focused on fire experiments, of which the prams were subjected to, and various investigated fire technical characteristics, including the description of the chosen testing methodology and comparison of fire experiments. The final chapter presents a numerical model created in FDS software. Resulting model allowed to quantify the fire risk of pram fire in chosen escape route in an apartment building.

### **Keywords**

residential house/block of flats, escape routes, hallway, corridor, fire, stairway, fire load, communal areas, stroller/bugy, numerical model

# Obsah

<b>Prohlášení</b> .....	<b>5</b>
<b>Poděkování</b> .....	<b>6</b>
<b>Abstrakt</b> .....	<b>7</b>
<b>Abstract</b> .....	<b>7</b>
<b>Obsah</b> .....	<b>8</b>
<b>Seznam obrázků</b> .....	<b>10</b>
<b>Seznam tabulek</b> .....	<b>12</b>
<b>Seznam použitých symbolů a zkratk</b> .....	<b>13</b>
<b>1 Úvod</b> .....	<b>15</b>
1.1 Motivace.....	15
1.2 Co lze potkat na ÚC? .....	15
1.3 Hromadné zhodnocení požárů na ÚC řešených v Příloze 1 .....	16
1.4 Stanovení výzkumné otázky.....	17
1.5 Cíle práce .....	17
<b>2 Legislativa ve vztahu k únikovým cestám</b> .....	<b>18</b>
2.1 Česká republika [1], [3], [4], [10].....	18
2.2 Velká Británie [11].....	20
2.3 Dánsko [13], [14] .....	23
2.4 Polsko [15], [16].....	25
2.5 Rakousko [17], [18], [19],[20], [21].....	26
<b>3 Příprava na experiment</b> .....	<b>29</b>
3.1 Demontáž.....	29
3.2 Použití názvosloví kočárku .....	30
3.3 Materiálová analýza .....	30
<b>4 Požární zkouška</b> .....	<b>31</b>
4.1 Rizikové faktory .....	31
4.2 Metodika zkoušky.....	31
4.2.1 Sledované veličiny a způsoby jejich měření .....	32
4.3 Průběh zkoušky .....	34
4.3.1 1. experiment.....	34
4.3.2 2. experiment.....	35
4.3.3 3. experiment.....	36
4.3.4 4. experiment.....	37
4.3.5 5. experiment.....	38
4.4 Porovnání experimentů.....	39
4.4.1 Teploty .....	39
4.4.2 Tepelný tok.....	41



---

4.4.3	Úbytek hmotnosti .....	43
4.4.4	Optická hustota kouře .....	44
4.4.5	HRR.....	45
4.4.6	THR, Výhřevnost .....	46
4.4.7	Zplodiny hoření a koncentrace kyslíku.....	47
<b>5</b>	<b>Numerický model v programu FDS.....</b>	<b>49</b>
5.1	Kritéria přijatelnosti.....	49
5.2	Použitý software.....	49
5.3	Validace v dílčím modelu RCT .....	50
5.4	Numerický model.....	51
5.5	Analýza výsledků numerického modelu.....	52
<b>6</b>	<b>Závěr .....</b>	<b>59</b>
<b>7</b>	<b>Obrazová příloha.....</b>	<b>60</b>
<b>8</b>	<b>Fotodokumentace experimentů .....</b>	<b>66</b>
	<b>Literatura .....</b>	<b>71</b>
	<b>Příloha 1 – Listy požáru.....</b>	<b>77</b>
	<b>Příloha 2 – Požadavky na schodišťové prostory v Rakousku.....</b>	<b>107</b>
	<b>Příloha 3 – Zdrojový kód FDS .....</b>	<b>112</b>

## Seznam obrázků

Obrázek 1-1 Předměty ponechané na ÚC .....	16
Obrázek 2-1 Mezní únikové délky .....	21
Obrázek 2-2 Délky ÚC pro nízkopodlažní objekty .....	22
Obrázek 2-3 Uspořádání chodby při skladování nábytku .....	23
Obrázek 2-4 Rozdělení únikové chodby pro zřízení nezávislých ÚC z obytných prostor .....	23
Obrázek 2-5 Mezní únikové délky .....	24
Obrázek 2-6 Mezní délky společných ÚC .....	28
Obrázek 3-1 Demontáž kočárku .....	29
Obrázek 3-2 Části kočárku .....	30
Obrázek 3-3 Schématický řez experimentu .....	30
Obrázek 4-1 Schéma Michelsonova interferometru [25] .....	33
Obrázek 4-2 Průběh teplot naměřený termočlánkem T1 .....	39
Obrázek 4-3 Průběh tepelného toku .....	43
Obrázek 4-4 Úbytek hmotnosti .....	43
Obrázek 4-5 Optická hustota kouře .....	45
Obrázek 4-6 Množství uvolňovaného tepla .....	46
Obrázek 4-7 Celkové množství uvolněného tepla .....	47
Obrázek 4-8 Celkové uvolněné množství CO .....	47
Obrázek 4-9 Množství CO ppm pro všechny experimenty .....	47
Obrázek 4-10 Porovnání dob do ztráty vědomí pro vystavení se vlivu HCN a CO [35] .....	48
Obrázek 4-11 Celkové uvolněné množství HCN .....	48
Obrázek 4-12 Množství HCN ppm pro 1. a 2. experiment zjištěné pomocí FTIRu .....	48
Obrázek 5-1 Použitý validační model FDS .....	50
Obrázek 5-2 Nejednodušený model chodby .....	51
Obrázek 5-3 Zjednodušený model chodby .....	51
Obrázek 5-4 Viditelnost ve 30. s .....	52
Obrázek 5-5 Viditelnost v 90. s .....	53
Obrázek 5-6 Viditelnost ve 160. s .....	53
Obrázek 5-7 Viditelnost ve 310. s .....	54
Obrázek 5-8 Kouř ve 30. s .....	54
Obrázek 5-9 Kouř v 90. s .....	55
Obrázek 5-10 Kouř ve 160. s .....	55
Obrázek 5-11 Kouř v 310. s .....	55
Obrázek 5-12 Koncentrace kyslíku .....	56
Obrázek 5-13 Koncentrace oxidu uhelnatého .....	56
Obrázek 5-14 Koncentrace oxidu uhličitého .....	57
Obrázek 5-15 Koncentrace kyanovodíku .....	58
Obrázek 7-1 Půdorysné uspořádání experimentu .....	60
Obrázek 7-2 Namáčení minerální vaty v isopropanolu .....	60

---

Obrázek 7-3 Připevnění nasáklé minerální vaty .....	60
Obrázek 7-4 Vážení dečky .....	60
Obrázek 7-5 Průběh teplot naměřený termočlánkem T2 .....	61
Obrázek 7-6 Průběh teplot naměřený termočlánkem T3 .....	61
Obrázek 7-7 Průběh teplot naměřený termočlánkem T4 .....	61
Obrázek 7-8 Vzorky výztužné desky sedáku pro materiálovou analýzu.....	61
Obrázek 7-9 Vzorky spodní výplně sedáku pro materiálovou analýzu.....	61
Obrázek 7-10 Vzorky prvku pro upevnění předního kola pro materiálovou analýzu .....	61
Obrázek 7-11 Vzorky materiálů v acetonu.....	62
Obrázek 7-12 Vzorky materiálů ve vodě .....	62
Obrázek 7-13 Vzorky materiálů v kyselině chlorovodíkové.....	62
Obrázek 7-14 Půdorysné schéma chodby.....	63
Obrázek 7-15 Zjednodušené HRR, experiment č.1 .....	63
Obrázek 7-16 Hodnoty koeficientu extinkce .....	64
Obrázek 7-17 Hodnoty koncentrace CO .....	64
Obrázek 7-18 Hodnoty koncentrace CO <sub>2</sub> .....	64
Obrázek 7-19 Hodnoty koncentrace HCN.....	65
Obrázek 8-1 Kočárky podrobené požární zkoušce.....	66
Obrázek 8-2 Výpočetní kout požární laboratoře .....	66
Obrázek 8-3 Uspořádání požární zkoušky .....	67
Obrázek 8-4 Ochranný kryt kamery před účinky požáru.....	67
Obrázek 8-5 Ochrana podlahy a kabelových tras před požárem.....	67
Obrázek 8-6 První okamžiky započatého experimentu č.1 .....	67
Obrázek 8-7 Likvidace zbytků po ukončení experimentu .....	68
Obrázek 8-8 Iniciací požáru pro experiment č. 2 .....	68
Obrázek 8-9 Průběh experimentu č. 2 .....	69
Obrázek 8-10 Celkové zbytky po všech 5 experimentech.....	70

## Seznam tabulek

Tabulka 2-1 Výškové skupiny.....	25
Tabulka 2-2 Přehled GK.....	27
Tabulka 3-1 Hmotnostní zastoupení jednotlivých materiálů .....	29
Tabulka 4-1 Průběh 1. experimentu.....	34
Tabulka 4-2 Průběh 2. experimentu.....	35
Tabulka 4-3 Průběh 3. experimentu.....	36
Tabulka 4-4 Průběh 4. experimentu.....	37
Tabulka 4-5 Průběh 5. experimentu.....	38
Tabulka 4-6 Maximální teploty naměřené T1 a jejich okolnosti .....	40
Tabulka 4-7 Maximální teploty naměřené T4 a jejich okolnosti .....	40
Tabulka 4-8 Doby do vznícení suchého dřeva [28].....	41
Tabulka 4-9 Fyziopatologické účinky sálavého tepla na lidskou pokožku [29] .....	41
Tabulka 4-10 Určení požárního zatížení ze znalosti tepelného toku.....	42
Tabulka 4-11 Přehled hmotností .....	43
Tabulka 4-12 Rozsah viditelnosti a optické hustoty kouře na metr [31].....	44
Tabulka 4-13 HRR.....	45
Tabulka 4-14 Výpočet výhřevnosti.....	46
Tabulka 4-15 Hodnoty zplodin hoření a koncentrace kyslíku [34] .....	48
Tabulka 5-1 Kritéria přijatelnosti.....	49

## Seznam použitých symbolů a zkratk

### Latinské symboly

$p_n$	$\text{kg}\cdot\text{m}^{-2}$	Nahodilé požární zatížení
$p$	$\text{kg}\cdot\text{m}^{-2}$	Požární zatížení
$c$	-	Souč. vyjadřující vliv aktivních požárně bezpečnostních zařízení a opatření
$H_{\text{eff}}$	$\text{MJ}\cdot\text{kg}^{-1}$	Efektivní výhřevnost
$\Delta m$	kg	Celkový úbytek hmotnosti
$L$	m	Skutečná délka únikové cesty
$L_{\text{lim}}$	m	Limitní délka únikové cesty
$I$	$\text{W}\cdot\text{m}^{-2}$	Sálavý tepelný tok
$T_N$	$^{\circ}\text{C}$	Teplota tělesa/požáru
$T_A$	$^{\circ}\text{C}$	Teplota prostředí

## Zkratky

CFD	Computational Fluid Dynamics
CO	Oxid uhelnatý
CO <sub>2</sub>	Oxid uhličitý
ČSN	Česká technická norma
ČVUT	České vysoké učení technické
FDS	Fire Dynamics Simulator
FTIR	Fourier Transform InfraRed Spectrography (infračervená spektroskopie s Fourierovou transformací)
ÚC	Úniková cesta
CHÚC	Chráněná úniková cesta
NP	Nadzemní podlaží
PTCH	Požárně technické charakteristiky
PO	Požární odolnost
HCN	Kyanovodík
HZS ČR	Hasičský záchranný sbor České republiky
HRR	Heat release rate (rychlost uvolňování tepla)
THR	Total heat release (celkové uvolněné teplo)
MLR	Mass loss rate (úbytek hmotnosti)
SPR	Smoke production rate (množství uvolněného kouře)
TSP	Total smoke production (celkové množství uvolněného kouře)
UCEEB	Univerzitní centrum energeticky efektivních budov
DHZ	Doplňkové hasicí zařízení
SHZ	Stabilní hasicí zařízení

# 1 Úvod

## 1.1 Motivace

Únikové cesty, jak uvádí ČSN 73 0802 [1], musí umožnit bezpečnou a včasnou evakuaci osob z požárem ohroženého objektu nebo jeho části na volné prostranství a přístup požárních jednotek do prostorů napadených požárem. Co se ale stane v případě výskytu hořlavých předmětů na únikových cestách představující požární riziko, které nebylo při návrhu uvažováno?

Podle statistické ročenky HZS ČR [2] se počet požárů v roce 2022 v domácnostech zvýšil o 11 %. Na celkovém počtu požárů se domácnosti podílely 28 %. Není výjimkou, že na únikových cestách lze objevit nejrůznější předměty, např.: odložené kočárky, botníky, jízdní kola, nábytek. Všechny tyto předměty se mohou stát dostupným terčem žhářů nebo palivem pro požár vzniklý mimo únikové cesty či přímo na nich. Ve všech zmíněných případech podporují šíření požáru a ztěžují nejen protipožární zásah, ale i případnou evakuaci ze zasaženého objektu či jeho části. Výskyt těchto předmětů způsobuje mnoho komplikací, mezi které patří zúžení (popř. zablokování) únikové cesty, ohrožení osob sálavým tokem, zakouření prostoru nebo snížení viditelnosti.

V ČR legislativa omezuje limitní hodnotu požárního zatížení na únikových cestách. Pro nechráněné únikové cesty v bytových domech je nejvyšší přípustná hodnota nahodilého požárního zatížení  $5 \text{ kg}\cdot\text{m}^{-2}$ , dle ČSN 73 0833 [3]. V chráněných únikových cestách se nesmí vyskytovat žádné hořlavé výrobky s výjimkou konstrukcí oken, dveří (pokud jsou třídy reakce na oheň B až D) a podlah (nejméně Cfl – s1). Další výjimkou jsou předměty definované v Příloze 6 vyhlášky 23/2008 Sb. [4]. Mezi těmito povolenými předměty se např. kočárek nevyskytuje, přesto je běžné ho na těchto cestách spatřit. Co naopak může být součástí CHÚC jsou vrátnice či recepce, přičemž nahodilé požární zatížení těchto prostorů nesmí být větší než  $15 \text{ kg}\cdot\text{m}^{-2}$ .

Problematika požárního rizika hořlavých předmětů na únikových cestách však není jen lokálním, ale celosvětovým problémem, který ohrožuje zdraví a životy osob. V teoretické části diplomové práce se proto zaměří na analýzu požáru na únikových cestách v bytových domech v ČR i v zahraničí. Dalším krokem bude dohledání zahraniční legislativy, která se vztahuje na požadavky na ÚC a poskytne informace o možnosti výskytu či případné regulace požárního zatížení na těchto cestách.

V praktické části se zaměřím na kočárky, které podrobím velkorozměrové zkoušce v nábytkovém kalorimetru. Výsledky experimentů by měly definovat nebezpečí, které při požáru hrozí a poskytnout přehled hodnot požárně-technických charakteristik, rychlosti vývinu kouře, hustoty tepelného toku a teplot v okolí kočárku. Tyto hodnoty budou následně použity k validaci vstupních hodnot numerického modelu. Tento model by měl kvantifikovat nebezpečí, které představuje požár kočárku v uzavřeném prostoru.

## 1.2 Co lze potkat na ÚC?

Na ÚC se mohou vyskytnout různé překážky. Některé z nich jsem již zmínila v kapitole 1.1, stejně jako jejich negativní vlivy, které mohou způsobovat. Pro pochopení problematiky tématu diplomové práce zde uvádím několik fotografií viz Obr. 1–1, které vystihují řešené téma a položenou otázku zodpoví. Přesto, že se tato práce zaměřuje na bytové domy, dovoluji si zde poukázat na fakt, že ne všechny níže uvedené fotografie v této kapitole jsou pořízené právě z bytových domů.



[5]



[6]



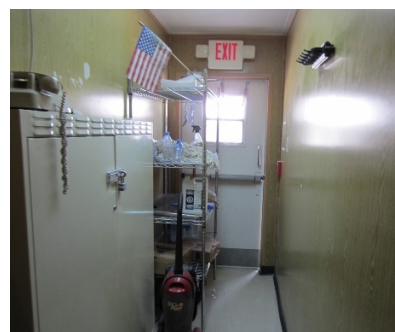
[7]



[8]



1



[9]

<sup>1</sup> Vlastní fotoarchiv

Obrázek 1–1 Předměty ponechané na ÚC

### 1.3 Hromadné zhodnocení požárů na ÚC řešených v Příloze 1

V Příloze 1 jsem zpracovala 30 požárů, které se odehrály na ÚC v bytových domech. Jednotlivé řazení požárů v příloze je náhodné. V 16 případech se jednalo o požár, který zasáhl objekt v České republice, zbylé se staly v zahraničí. 25 požárů proběhlo mezi červencem roku 2005 a březnem roku 2023, v 5 případech není informace o datu známa. Podlažnost bytových domů nebyla u 13 objektů uvedena. Kudálosti došlo v 11 případech během dne, ve 13 případech v nočních hodinách a pro 6 požárů nebyla denní doba specifikována. Nejčastějším místem vzniku požáru je chodba (16x) a prostor schodiště (11x). Místa, kde k požáru došlo ale nebyla tak často opakovaná, jsou společné prostory, východ z objektu či výtah.

Co se týče příčin požáru, opakovaly se 3 varianty: žhářství (13x), elektrická závada (4x) a nedbalost při zacházení s otevřeným ohněm (2x). Příčiny zbylých požárů jsou neznámé. Zmíněné příčiny korespondují s informacemi ze Statistické ročenky HZS ČR 2022 [2], kde mezi nejčastější příčiny všech požárů patří: nedbalost, neprokázané zavinění, technické závady, komíny nebo úmyslné zapálení (seřazeno od nejčastější příčiny po méně častou).

Mezi prvotně ohněm zasažené předměty se řadí kočárek (13x), nábytek (4x), skútr (4x), motocykl (3x), odpad (2x), matrace (2x), elektrokolo (2x) a v jednom případě nebyla věc



specifikována. Zde při součtu předmětů dosáhneme čísla 31, to je způsobené tím, že u jednoho objektu došlo k dvěma požárům na různých místech zároveň. 18 požárů si vyžádalo zásah HZS. U 2 případů zásah HZS neproběhl a 10 požárů nemělo podrobnosti zásahu zveřejněné. Evakuace obyvatel objektu probíhala v 15 případech s asistencí HZS, která u několika z těchto zásahů musela rezidentům nasadit vyváděcí masky. U 5 případů evakuace vůbec neproběhla. Při požáru bytového domu pro seniory v Singapuru (Požár 4) s evakuací pomohl pohotovému soused uvězněné obyvatelky. Pro 9 požárů podrobnosti evakuace nejsou známy.

Požáry si vyžádaly oběti u 3 případů, přičemž nejtragičtější požár se odehrál v Pekingu (Požár 22) a skončil smrtí 18 osob. Ke zranění osob došlo při 15 požárech. Nejčastěji se jednalo o zdravotní potíže způsobené nadýcháním se kouřem. Skutečné hodnoty finančních ztrát se vztahují pouze na 11 požárů, neboť u zbylých 19 informace o hodnotě škody nebyly zveřejněny. Nejvyšší finanční rozsah škod byl stanoven na 515 000 Kč (Požár 14), naopak nejnižší škody byly odhadnuté na 12 000 Kč (Požár 19).

#### 1.4 Stanovení výzkumné otázky

K tématu diplomové práce se váže několik bodů, na které bych chtěla získat odpovědi. Tyto body se týkají problematiky výskytu hořlavých předmětů na ÚC a jejich vlivu na podmínky evakuace v případě požáru. Dále stanovím rizikové faktory související s řešeným tématem, jaké představují nebezpečí a určím, které z nich jsou rozhodující při vyhodnocování požárních experimentů a samotného numerického modelu.

#### 1.5 Cíle práce

Hlavním cílem práce je zjistit, jaké nebezpečí představuje kočárek ponechaný na ÚC.

Díličí cíle práce:

1. Provedení analýzy požárů na ÚC v bytových domech pro ČR i zahraničí.
2. Zjištění legislativních požadavků na ÚC pro ČR i zahraničí.
3. Materiálová analýza kočárku.
4. Provedení sérií zkoušek v nábytkovém kalorimetru.
5. Vyhodnocení výsledků požárních experimentů (rizikových faktorů).
6. Validace počítačového modelu za využití výsledků experimentu.
7. Vytvoření numerického modelu požáru na vybrané ÚC bytového domu.
8. Vyhodnocení výsledků získaných z numerického modelu.

## 2 Legislativa ve vztahu k únikovým cestám

### 2.1 Česká republika [1], [3], [4], [10]

V ČR jsou 2 typy ÚC: nechráněné NÚC a chráněné CHÚC. Všechny ÚC mají společný požadavek, kterým je zajištění dostatečné kapacity pro evakuaci všech osob z požárem ohroženého objektu nebo jeho části. V rámci této práce se zaměřím na požadavky související s ÚC v budovách skupiny OB2.

NÚC jsou komunikace, které spojují PÚ obytných buněk s:

- východem na volné prostranství. Takový případ nastává, pokud skutečná délka  $L$  této ÚC nepřekračuje hodnotu mezní délky ÚC  $L_{im}$  (určenou dle Tabulky 18, ČSN 730802 [1]), tedy je splněna nerovnice  $L \leq L_{im}$ ;
- CHÚC, pokud platí nerovnice  $L > L_{im}$ .

V každém případě musí být tyto komunikace samostatným PÚ. Existují výjimky, při kterých mohou být některé prostory začleněné do ÚC, musí se však jednat o prostory s nahodilým požárním zatížením  $p_n < 5 \text{ kg} \cdot \text{m}^{-2}$ . Mezi takové prostory se u objektů s nehořlavým konstrukčním systémem řadí např.: úklidové komory, sušárny, prádelny, balkóny a další vnější prostory, které neslouží ke skladování věcí.

NÚC může být užita jako úniková cesta vedoucí:

- na volné prostranství v případě, že požární výška objektu je do 9 m a zároveň do této ÚC ústí nejvýše 12 obytných buněk. Délka této NÚC může být maximálně 35 m,
- do CHÚC.

Počty obytných buněk odpovídají jedné NÚC. Pokud se v objektu vyskytuje více cest, je možné tyto počty násobit počtem cest. V případě jediného směru úniku může být délka NÚC vedoucí do CHÚC nejvýše 20 m ( $c=1,0$ ). V případě 2 směrů úniku, které vedou do CHÚC, je délka NÚC prodloužena na vzdálenost nejvýše 40 m ( $c=1,0$ ). Délka ÚC je měřena od východu z nejbližší CHÚC.

Existují 3 typy CHÚC: A, B, C. Každý z těchto typů má stanovenou dobu, po kterou se v dané CHÚC mohou osoby při požáru bezpečně zdržovat, nazýváme jí dobou bezpečného pobytu. Pro typ A je tato doba rovna maximálně 4 min. U CHÚC typu B může hodnota dosáhnout nejvýše 15 min a pro CHÚC typu C je přípustných nejvýše 30 min. Prostory CHÚC musí být vždy větrané jedním z následujících způsobů: přirozeně, nuceně nebo přetlakově.

CHÚC typu A může být odvětrána:

- Přirozeně, pro tento způsob odvětrání existují 3 možnosti:
  1. V každém podlaží je otevíratelný otvor o ploše minimálně  $2 \text{ m}^2$  a zároveň minimálně 10 % z půdorysné plochy, případně otvory v každém podlaží o ploše minimálně  $1 \text{ m}^2$ , které umožňují příčné větrání. Umístění okenních otvorů musí zajistit unikajícím osobám snadnou manipulaci.
  2. V nejvyšším místě ÚC je větrací otvor o ploše minimálně  $2 \text{ m}^2$  a stejně velký otvor ve vstupním podlaží nebo níže, který zajišťuje přívod vzduchu z venkovního prostoru. Oba otvory musí být vybaveny dálkovým ovládním.

3. Větrací průduchy, které mají umístěný vývod vzduchu u stropu a přívod čerstvého vzduchu u podlahy. Umístěné jsou v každém podlaží CHÚC a průřezová plocha každého průduchu by měla odpovídat alespoň 1 % podlahové části ÚC, kterou mají odvětat.
  - Nuceně, kdy přívod vzduchu je zprostředkovaný ventilátorem, jehož výkon by měl odpovídat alespoň 10násobné výměně objemu vzduchu CHÚC za hodinu. Odvod vzduchu je zajištěn průduchy, šachtami a klapkami. Dodávka vzduchu musí být zajištěna po dobu alespoň 10 minut.

Jednu CHÚC typu A lze použít v objektech s požární výškou do 22,5 m, přičemž musí být zároveň provedený průkaz délky a šířky této cesty podle ČSN 73 0802 [1].

CHÚC typu B se může vyskytovat ve dvou variantách: s požární předsíní nebo bez požární předsíně. Rozdělení do těchto variant souvisí s možnostmi odvětrání těchto prostor a požadavkem na výměnu objemu vzduchu za hodinu. Pokud se jedná o variantu s požární předsíní, musí mít tato předsíní půdorysnou plochu minimálně 5,0 m<sup>2</sup> a nejmenší rozměr 1,5 m. Pokud je určena pro více než 12 obytných buněk na jednom podlaží, požadavek na plochu se navyšuje na minimálně 10 m<sup>2</sup> s nejmenším rozměrem 2,4 m.

Požární předsíně CHÚC typu B může být odvětrána přirozeně, pokud je v každém podlaží otevíratelné okno s geometrickou plochou 1,4 m<sup>2</sup>. Pokud nelze tímto způsobem požární předsíně větrat, musí být větrána nuceně a to tím způsobem, že přívod vzduchu je zajištěn ventilátorem a odvod je zprostředkovaný pomocí průduchů, šachet či klapek. Požadavky na výměnu vzduchu se zároveň navyšují o 50 %, tedy vyžaduje se 15násobná výměna objemu vzduchu za 1 h a současně musí být přívod vzduchu zajištěn po dobu nejméně 30 min, nebo 45 min, pokud ÚC slouží současně jako zásahová cesta. Ostatní části CHÚC musí být odvětrány přirozeně podle bodu 1,2 nebo nuceně, přičemž plochy otevíratelných otvorů pro přirozené větrání, popř. výměny nuceného větrání je nutné navýšit minimálně o 50 %.

Druhá varianta CHÚC typu B, tedy bez požární předsíně, se dispozičně shoduje s CHÚC typu A. Tyto prostory musí být větrané nuceně a zajišťovat minimálně 25násobnou výměnu objemu vzduchu CHÚC za hodinu. Přívod a odvod vzduchu viz bod B. Požadavek na dodávku vzduchu je shodný s variantou CHÚC typu B s požární předsíní. Pokud se CHÚC typu B vyskytuje v objektu s požární výškou  $\geq 30$  m, musí být vždy odvětrána nuceně.

Jedné CHÚC typu B lze použít v objektech s požární výškou do 30 m a pokud se v každém podlaží vyskytuje nejvýše 12 obytných buněk. Jediná CHÚC typu C může být užita u objektů s nejvýše 5 obytnými buňkami na jednom podlaží a zároveň požární výška objektu nesmí přesáhnout 45 m. Ke zdvojnásobení počtu obytných buněk na podlaží při jediné CHÚC v objektu může dojít v případě, kdy je v objektu instalované sprinklerové SHZ nebo DHZ. V ostatních případech musí být navrženo alespoň 2 CHÚC.

Přetlakové větrání je charakteristické pro CHÚC typu C. Součástí tohoto typu CHÚC je vždy požární předsíně, jejíž požadavky na minimální půdorysnou plochu a rozměr jsou totožné jako pro předsíně v CHÚC typu B. Přetlakové větrání zabraňuje průniku kouře do CHÚC a je zcela nezávislé na ostatním vzduchotechnickém zařízení objektu. Přetlak vzduchu v CHÚC musí být nejméně 50 Pa vzhledem k ostatním navazujícím požárním úsekům při uzavřených dveřích. Dodávka vzduchu musí být zajištěna po dobu alespoň 45 min, nebo 60 min, pokud současně ÚC slouží jako zásahová cesta. Při přetlakovém větrání musí být zajištěno, aby maximální síla, kterou je třeba vyvinout k otevření dveří nepřesáhla hodnotu 100 N. Důležitou součástí přetlakového větrání CHÚC je zařízení pro uvolnění přetlaku. Takové zařízení může představovat samočinná přetlaková klapka, ovládaný klapkový systém nebo regulovatelné ventilátory. Umístění těchto

zařízení bývá zpravidla v nejvyšší části CHÚC a jejich úkolem je zajištění požadovaného přetlaku tak, aby nedocházelo k překročení předepsané hodnoty. Další součástí systému přetlakového větrání je zařízení pro únik vzduchu a kouře z budovy, které je řešeno jedním z následujících způsobů:

- odvětrávacími otvory, jako jsou: samočinně otevíratelná okna, klapky, žaluzie, umístěné na fasádě budovy, nebo
- svislými šachtami s potrubím a odvětracími otvory (kouřovými klapkami), které jsou otevíratelné podle místa vzniku požáru, nebo
- nuceným odvodem tvořeného ventilátorem, potrubím a kouřovými klapkami.

Stěna, která odděluje požární předsíň od prostoru schodiště v CHÚC typu B či C, nemusí vykazovat PO, ale musí být z konstrukce druhu DP1 a po dobu evakuace musí bránit proniku zplodin hoření. Stejný požadavek je vznesený na požární uzávěr osazený v této stěně, který musí být zároveň mezi požární předsíní a CHÚC samočinně uzavíratelný. [1]

Při maximálně 12 obytných buňkách na jedno podlaží je pro CHÚC i NÚC vyhovující šířka 1,1 m. V místě průchodu dveřmi lze šířku zúžit na 0,9 m. Pokud se na podlaží vyskytuje více než 12 obytných buněk, minimální šířka ÚC se zvyšuje na 1,5 m a průchod dveří minimálně na 1,1 m.

**V CHÚC nesmí být žádné požární zatížení, vyjma konstrukcí oken, dveří (pokud jsou třídy reakce na oheň B až D), podlah (nejméně Cfl – s1) a kromě požárního zatížení v prostorách např: vrátnice, recepce, přičemž  $p_n$  těchto prostorů nesmí být  $>15 \text{ kg}\cdot\text{m}^{-2}$  a zároveň tyto prostory nejsou omezené plošně. Zároveň se na CHÚC nesmí vyskytovat zařizovací předměty či jiná zařízení, zužující průchozí šířku.** Výjimkou jsou předměty definované v Příloze 6 Vyhlášky 23/2008 Sb. [4] kterými jsou například:

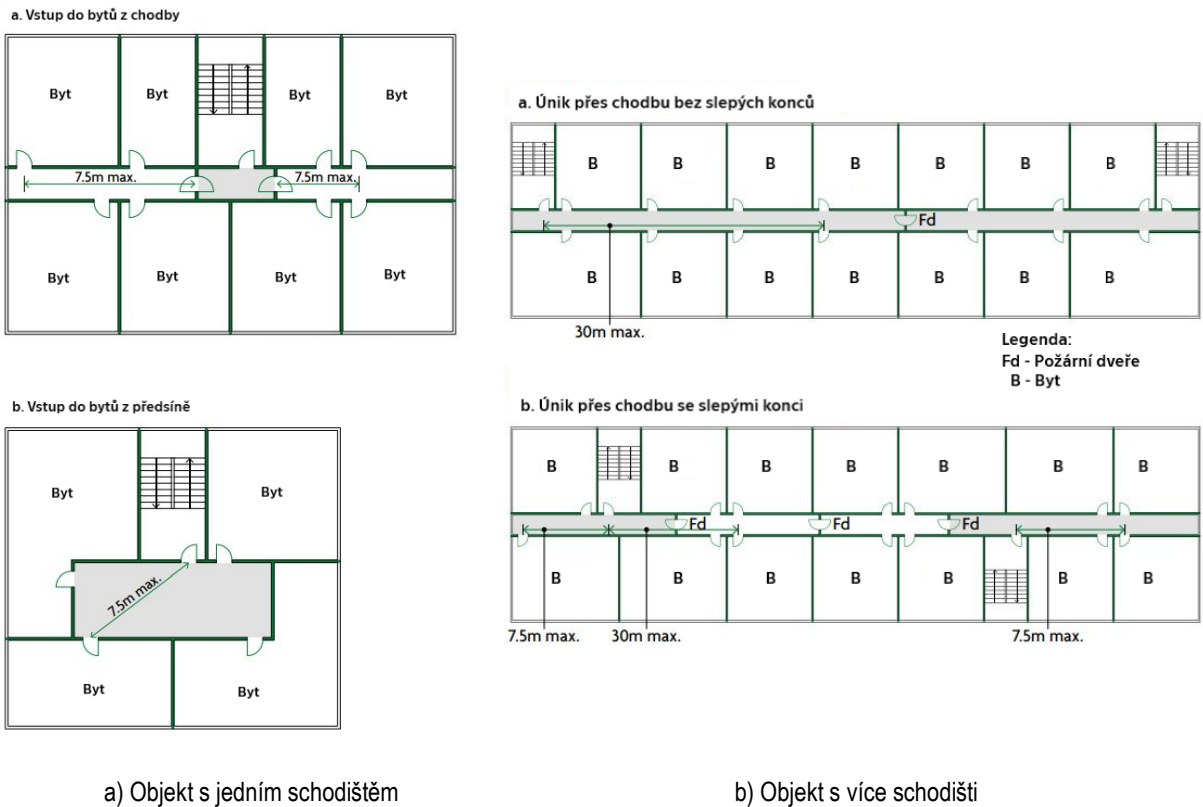
- jeden malý závěsný automat na nápoje, jiné zboží nebo službu pro tři podlaží,
- květinová výzdoba z plastů, pokud průmět plochy této výzdoby na stěnu není větší než  $0,5 \text{ m}^2$  a hloubka této výzdoby nepřesahuje 0,1 m,
- židle z nehořlavé konstrukce s čalouněnou úpravou,
- sedací nábytek, jehož velikost nesmí být o rozměrech větších, než mají běžné židle a čalouněná část musí splňovat podmínky stanovené touto vyhláškou,
- hořlavý předmět ve tvaru nástěnky může být v prostoru chráněné únikové cesty umístěn, je-li  $<1,3 \text{ m}^2$  při tloušťce 4 mm.

## 2.2 Velká Británie [11]

V Británii jsou zavedené 2 pojmy, které jsou součástí ÚC:

- Protected lobby, přeloženo jako chráněná předsíň, zobrazené na obrázku 2-1 a)
- Protected corridor, přeloženo jako chráněná chodba, viz obrázek 2-1 b)

U obou zmíněných prostorů musí dojít k jejich oddělení požárně-dělicími konstrukcemi od přilehlých částí objektu. Požadavky na ventilaci u těchto chráněných úseků jsou shodné, tedy měly by být vybavené otvory pro odvod kouře, s výjimkou případu, který odpovídá schématu na obrázku 2-2.



Obrázek 2-1 Mezní únikové délky

Jedna ÚC z bytu je přípustná v následujících případech:

- Byt se nachází v podlaží s jediným schodištěm. V tomto případě musí být splněny dvě následující podmínky, kdy každý byt je od společného schodiště oddělen chráněnou předsíní nebo společnou chráněnou chodbou a zároveň není překročena maximální úniková vzdálenost 7,5 m při jednom směru úniku.
- Byt se nachází na konci společné chodby, na kterou vedou dvě či více společných schodišť a není překročen požadavek na maximální únikovou vzdálenost 7,5 m pro jeden směr úniku.

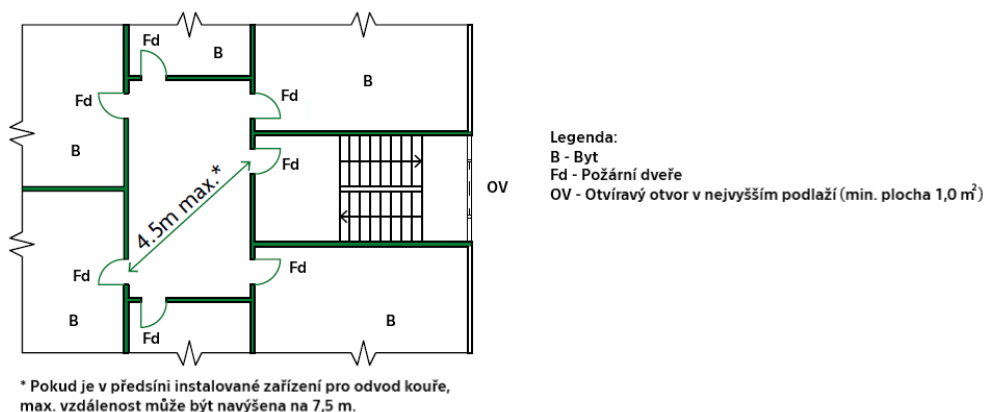
U dvou a více směrů úniku je mezní vzdálenost 30 m. Mezní délky pro jednotlivé případy jsou patrné z obrázku 2-1.

Nízkopodlažní budovy, které korespondují se schématem na obrázku 2-2, mohou mít jediné chráněné schodiště a zpřísněné požadavky na mezní délky ÚC. Musí však splňovat několik podmínek:

- Podlaha posledního NP je nejvýše 11 m nad úroveň terénu.
- Objekt má maximálně 3 NP.
- Schodiště může vést do prostoru otevřeného parkoviště, avšak nesmí vést do uzavřeného parkoviště.
- Schodiště neslouží prostorům kanceláří, obchodům ani jiným pomocným provozům. V opačném případě je nutné, aby bylo oddělené chráněnou předsíní či chodbou

s požárně-dělicími konstrukcemi s minimálním požadavkem na požární odolnost REI 30 a otvor 0,4 m<sup>2</sup> pro přirozené větrání, nebo musí být schodiště mechanicky odvětrané.

- Pro bezpečný zásah HZS je zajištěna jedna z následujících variant odvětrání:
  - 1) Otvíravý otvor v každém podlaží s volnou plochou o velikosti nejméně 1 m<sup>2</sup>.
  - 2) Jeden samočinně otvíravý otvor v posledním NP o velikosti minimálně 1 m<sup>2</sup>.



**Obrázek 2-2** Délky ÚC pro nízkopodlažní objekty

Na stěny, které oddělují jednotlivé byty a společné prostory, je stanovený požadavek PO REI 30 (podlaha posledního NP do 5m nad úrovní terénu). V ostatních případech je požadavek PO přísnější, REI 60.

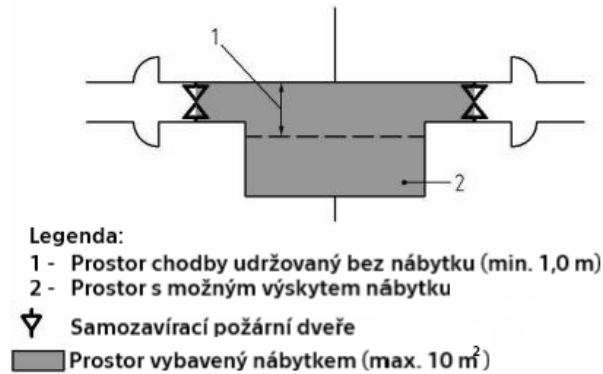
Dveře, které oddělují slepou část společné chodby, viz obrázky 2-1 a) a. + 2-1 b) b., by měly být kouřotěsné, vybavené samozavíracím zařízením a s PO minimálně E 30. Stejně požadavky jsou kladeny na dveře, které rozdělují společnou chodbu na dva či více východů z podlaží.

Odvětrání na ÚC může být řešeno dvěma způsoby: přirozené nebo mechanické. Při přirozeném odvětrání je součástí vybavenosti chodeb a předsíní ústíích na schodiště otvor pro odvod kouře. Tento otvor musí splňovat jednu z následujících podmínek:

- Musí být umístěný na obvodové stěně s minimální volnou plochou 1,5 m<sup>2</sup>.
- Musí ústit do vertikální kouřové šachty, která splňuje:
  1. Minimální průřezovou plochu 1,5 m<sup>2</sup> (zároveň nejmenší rozměr šachty je 0,85 m v každém směru).
  2. Otevření na úrovni střechy, minimálně však 0,5 m nad přilehlými konstrukcemi a vodorovné vzdálenosti 2 m od překážek.
  3. Prodloužení minimálně 2,5 m nad strop posledního nadzemního podlaží s vyskytující se kouřovou šachtou.
  4. Požadavek na materiál třídy reakce na oheň A1, dále všechny větrací otvory by měly být kouřotěsné.
- Volná plocha větracích otvorů musí být minimálně 1m<sup>2</sup> pro následující místa:
  1. Z chodby/předsíně do šachty.
  2. Uzávěr šachty.
  3. Všechny vnitřní prostory šachty (např. bezpečnostní mříže).

Pokyny pro mechanické odvětrání kouře, které využívá tlakových rozdílů, jsou specifikované v BS EN 12101-6.

ÚC musí zajistit bezpečný pohyb obyvatel, a proto by se na těchto cestách neměly vyskytovat žádné překážky (např.: nepotřebný nábytek, skladované zboží), bránící či omezující pohyb. V opačném případě by měl být takovýto předmět okamžitě odstraněn. Dále by na těchto ÚC nemělo dojít ke zřizování míst k sezení. Povrchové úpravy, podlahové krytiny by na ÚC neměly být z materiálů šířících požár a negativně ovlivňující prostředky, které tomuto šíření brání. Povrchy podlah (včetně schodů, schodišťových stupňů a ramp) na ÚC by měly být dobře udržovatelné, rovné a neklouzavé. Prostory ÚC by měly být pravidelně kontrolovány a v případě potřeby by měla být přijata nápravná opatření. Výskyt nábytku na ÚC je povolený v ojedinělém případě znázorněném na obrázku 2–3 . [12]



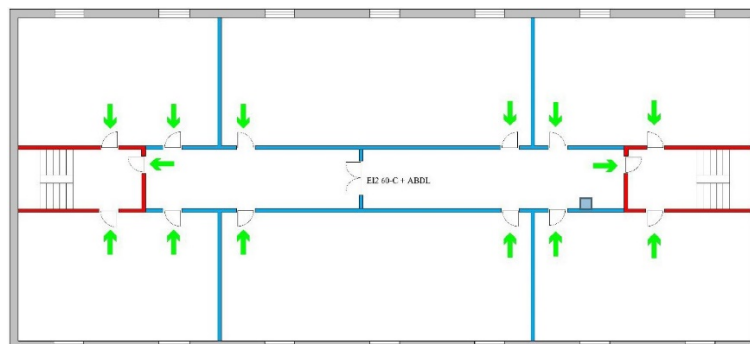
Obrázek 2–3 Uspořádání chodby při skladování nábytku

### 2.3 Dánsko [13], [14]

Únikové cesty jsou obvykle navrženy jako souvislý systém východů, chodeb únikových cest, schodišť únikových cest a nádvoří. Mají zajistit, aby lidé mohli bezpečně opustit budovu. To je zajištěno mj. tím, že únikové cesty nejsou navrženy pro jiné účely než k pohybu osob. Únikové cesty však mohou být upraveny i pro jiné účely, je však důležité zajistit, aby se nesnížila užitečnost chodeb jako únikové cesty nebo aby nedocházelo k výraznému zvýšení požárního zatížení či požárního rizika.

Chodba ÚC může být dvěma nezávislými únikovými cestami, pokud:

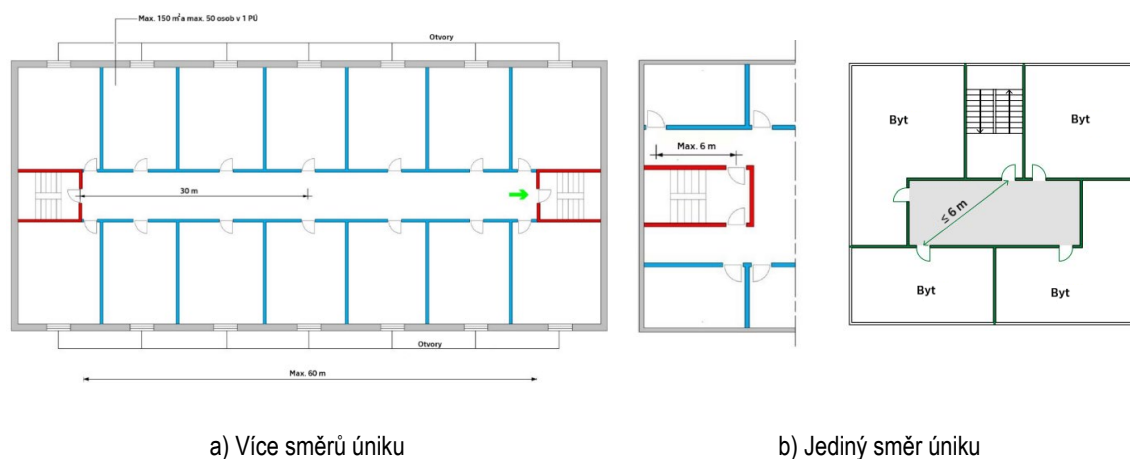
- má na opačných koncích přístup ke schodišti únikové cesty.
- v chodbě ÚC mezi dvěma východy z místnosti je oddělení alespoň stavebním prvkem třídy EI 60 s dveřmi provedenými alespoň jako dveře s PO EI 60-C, viz obrázek 2–4. Dveře z místnosti do dělené chodby únikové cesty musí mít PO min EI 30 – C.



Obrázek 2–4 Rozdělení únikové chodby pro zřízení nezávislých ÚC z obytných prostor

Pokud ÚC používá více než 150 osob, dveře se musí otevírat ve směru úniku. Úniková schodiště jsou určena pouze pro pohyb osob, a tedy by se zde nemělo vyskytovat požární zatížení s výjimkou svítidel, vypínačů, zábradlí apod. ÚC se navrhují s velmi nízkým požárním zatížením. Oba prostory musí být vždy volně průchozí v celé potřebné šířce.

Únikové cesty musí být navrženy tak, aby byly snadno viditelné a aby se jimi osoby mohly dostat k východu na únikové schodiště nebo na volné prostranství. Toho lze dosáhnout tím, že se na protilehlých koncích únikové chodby nebo bezprostředně u nich zřídí východy na úniková schodiště nebo na volné prostranství, přičemž vzdálenost mezi únikovými schodišti nesmí být větší než 60 m. Únikové chodby mohou být též navrženy tak, aby od jakýchkoli dveří vedoucích z požárního úseku nebylo k východu na únikové schodiště naměřeno více než 30 m. Vzdálenosti a umístění východů z ÚC jsou vidět na obrázku 2–5 a).



Obrázek 2–5 Mezní únikové délky

Pokud je vzdálenost mezi východem z požárního úseku a vchodem na schodiště ÚC menší než 6 m, je povoleno, aby byl zajištěn pouze jeden směr úniku. Viz obrázek 2–5 b)

V objektech, ve kterých je podlaha posledního NP 22–45 m nad úrovní přilehlého terénu, by měla být z každé části budovy přístupná min 2 schodiště. Výjimku tvoří objekty, které se skládají z 1 či více částí budov spadající do kategorie užití 4 (sem patří mimo jiné bytové domy). Zároveň musí platit, že se v takovémto objektu vyskytuje v jednom podlaží max 6 bytových jednotek (do max plochy 600 m<sup>2</sup> pro podlaží), které mají přímý přístup ke schodišti skrz společnou předsíň. Navržené schodiště, které je součástí ÚC, je vyhovující, pokud jsou splněné následující podmínky:

- Maximální vzdálenost ke schodišti ÚC je 30 m.
- Maximální vzdálenost mezi jednotlivými schodišti je 60 m.
- Nejmenší přípustná šířka schodiště mezi zábradlím je 1,2 m.

Povrchy stěn na ÚC nesmí být z hlediska požární bezpečnosti znehodnoceny, např. zavěšením hořlavé zvukové izolace, dekorací, dřevovláknitých desek či jiného hořlavého materiálu. **Schodiště a chodby (společné prostory) nesmí sloužit k odkládání jízdních kol, dětských kočárků nebo podobných předmětů.** Je však přípustné, aby v prostoru schodiště byly umístěny kovové poštovní schránky omezené velikosti, a to pro každou bytovou jednotku přístupnou schodištěm. Schránky na dopisy musí být umístěny mimo průchod a nesmějí zmenšovat minimální přípustnou šířku únikové cesty.



Použití ÚC pro jiné účely se považuje za přijatelné, pokud:

- Použití nemá za následek významné zvýšení požárního zatížení nebo požárního rizika. Nábytek a vybavení musí být primárně vyrobeny z klasifikovaných materiálů alespoň jako D - s2,d2 a s velmi nízkým požárním zatížením, které nepřesahuje 50 MJ/m<sup>2</sup> podlahové plochy (což odpovídá přibližně 2,5 kg/m<sup>2</sup> dřeva nebo 1,5 kg/m<sup>2</sup> plastu, včetně pěnového plastu pro čalounění nábytku), rovnoměrně rozložených v chodbě ÚC. Maximální požární zatížení se vztahuje na celkové množství nábytku v únikové cestě včetně následujících bodů:
  1. Nábytek je z nehořlavých nebo těžko hořlavých materiálů, např. z masivního dřeva. Kromě toho lze použít lehce čalouněný nábytek.
  2. Dávkovače na dezinfekci rukou zde mohou být instalovány, pokud to vyžadují zdravotní důvody a dávkovače nelze umístit jinde. V maximální možné míře je však nutné je zohlednit z hlediska požární bezpečnosti. Velikost dávkovačů nesmí překročit 1 litr na jeden zásobník.
  3. Nástěnky a obrazy na stěnách lze akceptovat v omezené míře max do 20 % rovnoměrně rozložené plochy stěn.
  4. Instalace elektrických nebo elektronických zařízení, která mohou způsobit požár, včetně nabíječek, není povolena. Svítidla a menší informační obrazovky jsou přijatelné.
  5. Původní funkce ÚC nesmí být omezena. Chodba musí mít min šířku zohledňující obsazenost objektu, nejméně však 10 mm na osobu a min 1,3 m.
  6. Umístění volného nábytku a dalších předmětů se smí pouze mimo hlavní průchodný prostor chodby.

## 2.4 Polsko [15], [16]

Stavby pro bydlení jsou v Polsku dělené do kategorií ohrožení osob značených ZL, v polštině „kategoria zagrożenia ludzi“. Bytové domy jsou dle dostupné literatury zařazené do kategorie ZL IV. Vzhledem k výšce se objekty rozdělují do 4 výškových skupin, viz tabulka 2–1. Při zatřídění se uvažuje horší položka buď [h], nebo [x].

Tabulka 2–1 Výškové skupiny

Skupina	Název	Úroveň terénu [h]	Podlažnost obytné budovy [x]
N	Nízké	$h \leq 12 \text{ m}$	$x \leq 4 \text{ NP}$
SW	Středně vysoké	$12 \text{ m} < h \leq 25 \text{ m}$	$4 \text{ NP} < x \leq 9 \text{ NP}$
W	Vysoké	$25 \text{ m} < h \leq 55 \text{ m}$	$9 \text{ NP} < x \leq 18 \text{ NP}$
WW	Velmi vysoké	$55 \text{ m} < h$	$x > 18 \text{ NP}$

Dle tohoto zatřídění se určují požadavky na PO konstrukcí, přičemž platí, že čím vyšší objekt, tím přísnější požadavky. ÚC musí být oddělené stěnami s PO EI 30, pokud se jedná o bytový dům zatříděný jako ZL IV N nebo SW. V případě objektu kategorie ZL IV W nebo WW je požadavek na PO stěn EI 60.

V objektu skupiny W a WW, musí být zajištěna evakuace alespoň na 2 schodiště. Takové schodiště musí být oddělené požární předsíní. Požární předsíň musí mít půdorysné rozměry minimálně 1,4 x 1,4 m. Minimální požadavek na PO dělicích konstrukcí požární předsíně je EI 60. Předsíň

by měla být uzavřena dveřmi a větrána alespoň přirozeně. Únik osob jedním směrem je povolen v případě, že celková plocha bytů na patře, nebo jeho části, která je obsluhována tímto jedním schodištěm, nepřesahuje 750 m<sup>2</sup>.

V objektu skupiny W a WW je povolena ÚC přes schodiště bez požární předsíně, pokud:

- Každý byt je od vodorovné komunikace oddělen dveřmi s PO minimálně EI 30.
- Dveře oddělující schodiště jsou kouřotěsné.
- Schodiště je vybavené protikouřovým zařízením, nebo zařízením na odvod kouře, které se aktivuje systémem detekce kouře.

Při přirozeném odvětrání by kouřové klapky měly být klasifikovány vzhledem k jejich možnosti ovládnutí, při automatickém otvírání jako B<sub>300</sub>30, v případě manuálního otvírání jako B<sub>600</sub>30.

Délka ÚC se měří v ose ÚC od východu z místnosti na tuto cestu k východu do jiného požárního úseku nebo na volné prostranství. Pokud ÚC končí v požární předsíni, měří se tato délka k prvním dveřím do této předsíně. Přípustné délky ÚC jsou pro jeden směr úniku v bytových domech 60 m, přičemž maximálně 20 m z této vzdálenosti může vést na vodorovné úrovni. Pro více směrů úniku je přípustná maximální délka 100 m. Tyto mezní délky mohou být navýšené o:

- 50 %, pokud je ÚC vybavena SHZ, nebo ZOKT.
- 100 %, při současném použití obou zařízení.

Dveře zajišťující východ z budovy pro více než 50 osob by se měly otevírat směrem ven. Tento požadavek se nevztahuje na historické objekty.

Šířka vodorovných ÚC by měla odpovídat počtu osob nacházejících se současně na daném podlaží budovy, přičemž na 100 osob je min přípustná šířka 1,4 m. V případě, že ÚC je určena pouze pro evakuaci nejvýše 20 osob, je možné požadavek snížit na rozměr 1,2 m.

Křídla dveří, která umožňují přístup na ÚC, nesmí při plném otevření zmenšovat požadovanou šířku této cesty. Požadavek se však nevztahuje na dveře vybavené samozavíracím zařízením.

**Na ÚC určených pro evakuaci se nesmí vyskytovat hořlavé materiály, stavební výrobky. Dále zde nesmí být skladované předměty, které by svým umístěním zmenšovaly šířku či výšku určenou pro evakuaci.** Pokud je podlaha na ÚC zdvojená, nesmí se v ní nacházet otvory určené pro větrání či vytápění.

## 2.5 Rakousko [17], [18], [19],[20], [21]

V Rakousku je zavedený pojem úroveň úniku „das fluchtniveau“. Toto označení je důležité zejména proto, že z hlediska požární bezpečnosti hraje důležitou roli výška, ve které se osoby mohou zdržovat. Zároveň se jedná o jedno z kritérií, podle kterého se objekty rozdělují do tříd budov. Tyto třídy se zkráceně označují jako GK (Gebäudeklassen). Celkem je zavedených 5 tříd, viz tabulka 2-2.

Při úniku osob je nutné, aby po dosažení vzdálenosti 40 m z každého místa v každé místnosti nastala jedna z následujících možností:

1. Opuštění objektu do bezpečného prostoru na přilehlém pozemku.
2. Unikající osoba se dostane na vnitřní, nebo vnější schodiště, které má východ na bezpečné místo přilehlého venkovního prostoru. Takové schodiště musí odpovídat požadavkům stanovených na základě zatřídění do GK, viz Tab. 1 a Tab. 2 z Přílohy 2.

3. Unikající osoba se dostane na vnitřní, nebo vnější schodiště, které má východ na bezpečné místo přilehlého venkovního prostoru. Takové schodiště musí odpovídat požadavkům stanovených na základě zatřídění do GK, viz Tab. 3 z Přílohy 2.

Tabulka 2–2 Přehled GK

GK	Počet NP	Úroveň úniku [m]	Počet bytů nebo provozních jednotek	Hrubá podlahová plocha všech NP [m <sup>2</sup> ]
1	≤ 3	≤ 7	≤ 2 byty 1 provozní jednotka	≤ 400 (samostatně stojící)
2	≤ 3	≤ 7	--	≤ 400 (řadové domy) ≤ 800 (bytový dům, samostatně stojící)
3	≤ 3	≤ 7	--	--
4	≤ 4	≤ 11	1 --	Každé ≤ 400
5	--	≤ 22	--	--

Požadavky na větrání ÚC jsou specifikované v Tab. 1, Tab. 2 a Tab. 3 v Příloze 2. Jejich parametry závisí na GK a možnostech úniku v bodech 2 a 3 odstavce výše.

V případě objektů s bytovými jednotkami jsou požadované 2 ÚC od výstupních dveří z bytu. Na jedné z nich musí být po 40 m dosažené podmínky z bodu 3. předcházejícího odstavce. Druhá ÚC může vést:

- Ke schodišti, které odpovídá podmínkám z Tab. 3 z Přílohy 2.
- Do sousedního PÚ s přímým východem na volné prostranství, vnitřní schodiště či vnější schodiště.

Obě varianty těchto druhých ÚC nejsou omezené vzhledem k celkové délce. Mezní omezení je pouze pro tu část ÚC, která je společnou jak pro první, tak druhou ÚC. Tato společná ÚC nesmí vést přes schodiště. Pro bytové domy je délka společné ÚC nejvýše:

- 15 m (měřeno od vstupních dveří, viz obrázek 2–6 a), nebo
- 25 m (měřeno od nejvzdálenějšího bodu každé místnosti), viz obrázek 2–6 b)

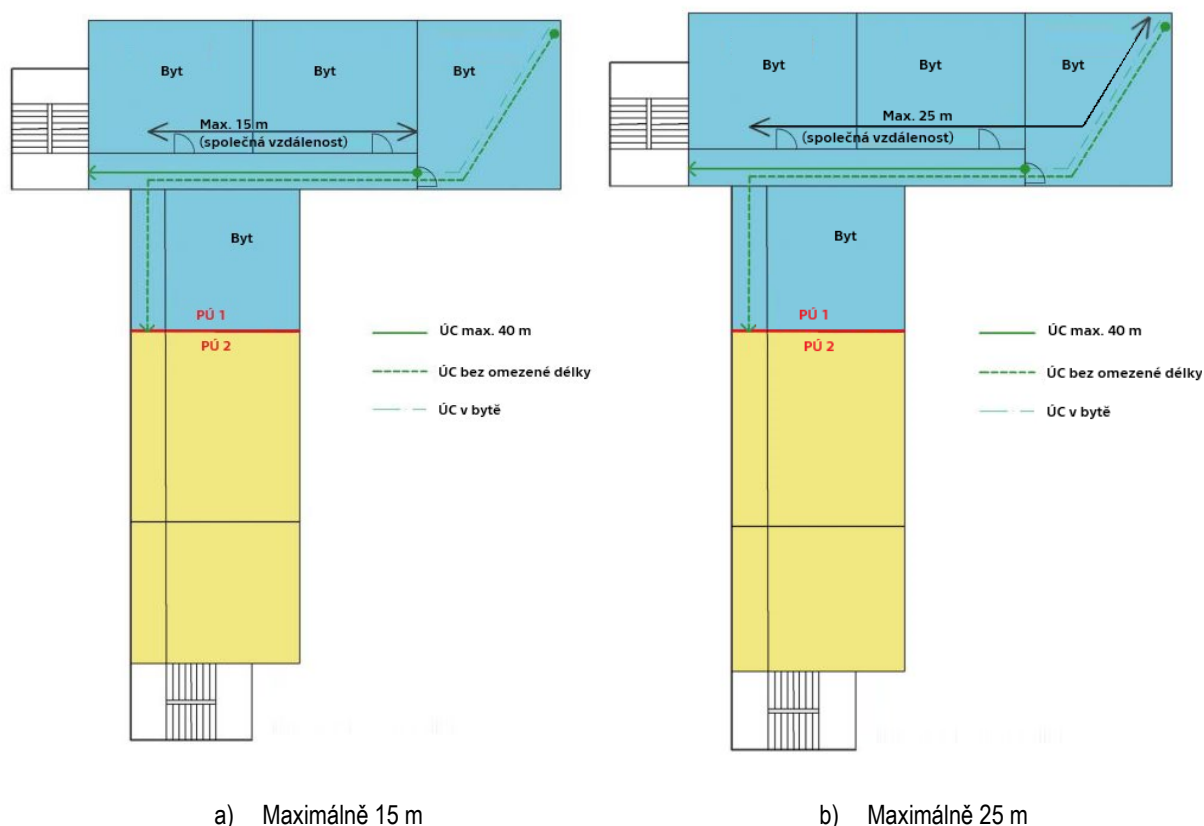
Požadavek na druhou ÚC vychází z faktu, že byty často ústí přímo do prostoru schodiště. Mohlo by se tedy stát, že do původně požadované maximální vzdálenosti 40 m by se mohly objevit například 5podlažní bytové domy bez zřízení ÚC.

Minimální šířka chodby musí být 1,2 m a zároveň nesmí být omezena vyčnívajícími prvky a předměty vyjma případů:

- Lokálního zúžení nejvýše o 10 cm v celkové délce maximálně 1,2 m (např. sloupky, otevřené dveře).
- Zúžení o 10 cm na každé straně z důvodu instalace zábradlí.

Pokud by šířka schodišťového ramene přesahovala rozměr 2,4 m, je nutné rozdělení takového ramene zábradlím. Požadavek na minimální šířku dveří se odvíjí od maximálního počtu osob, který by dveřmi, v případě potřeby, měl unikat.

- Do 40 osob v objektu je požadovaná šířka dveří minimálně 0,8 m.
- Do 80 osob v objektu je požadovaná šířka dveří minimálně 0,9 m.
- Do 80 osob v objektu je požadovaná šířka dveří minimálně 1,0 m.



**Obrázek 2-6** Mezní délky společných ÚC

Pokud jsou chodba či schodiště na ÚC určené pro více než 120 osob, lze šířku zvětšit o 10 cm na každých dalších 10 osob.

Dveře ze společně přístupných prostor a dveře, na kterých je závislých více než 15 osob, musí být otvíravé ve směru úniku.

**„ÚC musí být vždy volně přístupné, bez výskytu předmětů (kočárky, jízdní kola, nábytek, odpadkové koše, květiny), které by ohrozily možnost úniku osob. Dále by se zde neměly nacházet předměty, které se mohou snadno převrhnout a tím podmínky úniku ztížit. Podlahy, stěny a stropy by na ÚC měly být z nehořlavého materiálu.“** [20]

### 3 Příprava na experiment

#### 3.1 Demontáž

Pro požární experiment je vybrán kočárek Valco SNAP 4 ve sportovní variantě. Aby bylo možné validovat počítačový model požáru, provedla jsem demontáž kočárku viz Obr. 3–1, která umožnila váhově vyčíslit jednotlivé materiálové zastoupení. Přehled materiálů a jejich jednotlivé hmotnosti, které obsahuje vybraný kočárek, jsou zpracované v Tab. 3–1. Jako nehořlavé materiály uvažuji kovové spojovací prvky a nosnou konstrukci kočárku, z čehož vychází hmotnost hořlavých materiálů přibližně 4,1 kg pro kočárek bez dečky a 4,3 kg pro kočárek s dečkou.



a) Valco Snap 4

b) Výplň sedáku

c) Vyztužení sedáku

d) Rozebraný kočárek

**Obrázek 3–1** Demontáž kočárku

**Tabulka 3–1** Hmotnostní zastoupení jednotlivých materiálů

Označení materiálu	Váha [g]	Označení materiálu	Váha [g]
Plášť koleček	457,6	Dečka	223,0
Svrchní výplň sedáku (polyuretan)	53,1	Koncovky na zipu	4,4
Spodní výplň sedáku	24,1	Výztužné konstrukce v textilní části	96,5
Textil (polyester)	830,5	Ochrana konců výztuh	1,9
Pěnová ochrana madel	161,2	Spojovací prvky	526,5
Plastové prvky	1080,1	Nosná konstrukce kočárku	2147,6
Úchyty na popruzích	25,0	Prvky slisované:	
Vyztužení sedáku	419,2	Hořlavá část	1016,8
Zip	19,6	Nehořlavá část	464,0
<b>CELKEM</b>			<b>7551,1</b>

### 3.2 Použité názvosloví kočárku

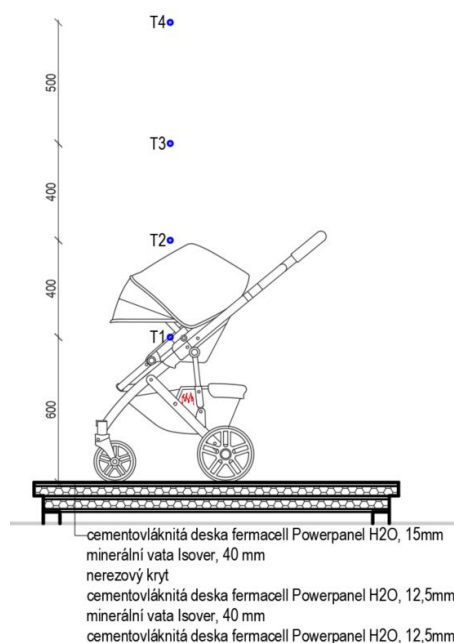
Pro sjednocení názvů jednotlivých částí kočárku jsem zavedla názvosloví, které se bude v práci nadále vyskytovat. Jednotlivé části odpovídají číselnému označení na Obr. 3–2



Legenda:

- 1 – madlo, 2 – stříška, 3 – opěrná část sedáku, 4 – sedací část sedáku, 5 – část sedáku na nohy,  
6 – držadlo, 7 – odkládací koš, 8 – přední kolečko, 9 – zadní kolečko

Obrázek 3–2 Části kočárku



Obrázek 3–3 Schématický řez experimentu

### 3.3 Materiálová analýza

Materiálovou analýzu jsem provedla v laboratorním zázemí katedry materiálového inženýrství a chemie na Fakultě stavební ČVUT v Praze. Jednalo se o postup, při kterém měly být vzorky předpokládaných plastických hmot identifikované na základě různé hustoty a rozpustnosti. Vzorky jednotlivých materiálů z kočárku byly vloženy do 3 nádob s rozdílnými tekutinami. První skupina vzorků byla naložena do acetonu. Zde bylo sledováno, zda dochází k rozpouštění. Žádný ze sledovaných vzorků nejevil známky rozpustnosti. Druhá skupina vzorků byla vložena do vody, ve které bylo pozorováno, jestli materiál plave, nebo klesá ke dnu. Třetí skupina vzorků obsahovala pouze materiály, které ve vodě klesly na dno. Molitan (polyuretan), jehož vzorek byl odebraný z výplňové části sedáku, by měl v nádobě s vodou klesat. V průběhu analýzy však molitan zůstal na hladině. Příčina tohoto chování mohla být způsobena například póry vyplněnými vzduchem. Protože ověření molitanového vzorku výše zmíněnou analýzou neproběhlo úspěšně, nebylo možné s jistotou analyzovat zbylé materiály. Po tomto neúspěšném zjištění proběhla zkouška plamenem a čichem, která spočívala v pozorování zbarvení plamene, zda dochází k čadění, tavení či odkapávání a zda má pálený vzorek specifický zápach. Ani tato zkouška nebyla úspěšná, neboť žádný ze vzorků nevykazoval specifické chování, které by bylo možné identifikovat a přiřadit určitému materiálu. Neúspěšným stanovením materiálů nebylo možné přesně určit hodnoty výhřevností a jejich porovnání s výhřevnostmi určenými na základě experimentů. Průběh prvního typu zkoušky je zaznamenán na Obr. 7–8 až Obr. 7–13 v kapitole 7.

## 4 Požární zkouška

### 4.1 Rizikové faktory

Každá požární zkouška představuje rizikové faktory, které by při skutečném požáru (tedy ne za laboratorních podmínek) mohly mít negativní vliv nejen na materiální hodnoty, ale i na lidský život. Mezi tyto faktory, kterým se dále budu věnovat v diplomové práci, řadím následující veličiny:

- Teplota,
- Tepelný tok,
- Optická hustota kouře a s ní související viditelnost,
- HRR,
- THR, Výhřevnost,
- Koncentrace kyslíku,
- Produkce zplodin CO<sub>2</sub>, CO, HCN

Jednotlivé faktory, jejich negativní dopady a celkové zhodnocení související s provedenými požárními experimenty jsou popsány v Kapitole 4.4.

### 4.2 Metodika zkoušky

Požární zkouška probíhala v Požární laboratoři ČVUT UCEEB v Buštěhradě. Každý experiment se uskutečnil v prostoru pod odsávacím zvonem určeným pro zkoušku Room Corner Test. Celkem zkoušku podstoupilo 5 kočárků, které byly umístěné zhruba uprostřed prostoru pod zvonem ve stejné pozici i poloze, viz Obr. 7–1. Kočárek měl nataženou stříšku, opěrnou část sedáku v pozici pro sezení dítěte a část sedáku na nohy sklopenou tak, aby umožnila volný pohyb nohou sedícího dítěte, viz Obr. 3–2. Poloha části sedáku na nohy se lišila při 2. experimentu, ve kterém se nacházela ve vodorovné pozici. Kočárek byl pokaždé uložen na váze Obr. 3–3, která byla před ohněm chráněna několika vrstvami blíže specifikovanými v Kap. 4.2.1. Kočárky se lišily pouze z estetického hlediska. Dva kočárky byly v celo-černé variantě, jeden kočárek byl černý vyjma vzorovaného modrého odkládacího košíku. 4. kočárek měl růžovou stříšku a poslední kočárek vzorovanou modro-bílou stříšku.

Požární scénář odpovídá situaci, kdy dojde k zahoření kočárku způsobené žhářem. S ohledem na věci, které bývají odložené v koši pod sedákem, se požár postupně rozšíří na celý kočárek. Tento scénář byl vybrán na základě informací ze Statistické ročenky [2], ve které tato příčina požáru patří mezi prvních 5 nejčastějších příčin vzniku požárů. Tato skutečnost byla potvrzena i v Příloze 1, ve které žhářství zastoupilo 1. pozici nejčastějších příčin požárů, přičemž se mezi těmito příčinami opakovaly 3 varianty. Pro experiment byl scénář simulovaný tím, že jsme do odkládacího koše připevnili drátkem kvádr minerální vaty nasáklé ve 100 ml isopropanolu, viz Obr. 7–2, 7–3. Pro zjednodušení modelové situace jsme první 3 experimenty provedli na kočárcích bez jakéhokoli vybavení. V běžné situaci však takto nevybavený kočárek nepotkáme. Zpravidla bývá naplněný příslušenstvím, kterým je např.: pláštěnka, moskytiéra, sluneční clona, organizér, podložka do kočárku, dečka, fusak či rukávník. Mimo příslušenství se dále stává úložným prostorem pro hračky, odrážedlo a nákupy. Pro zastoupení situace, kdy je kočárek použitý pro uskladnění věcí, jsme zbylé 2 kočárky pálili s dečkou o hmotnosti 223 g položenou na podsedáku, viz Obr. 7–4 Tato dečka představuje přibližně 5,1 % z celkového množství hořlavého materiálu kočárku.

Odsávací zvon velikosti 3 x 3 m byl napojený na potrubí s analyzátory pro zjišťování požárně technických charakteristik. Veličiny, které jsme během experimentů sledovali, jsou: teplota, tepelný tok, MLR, úbytek světla, průtok spalin, koncentrace CO, CO<sub>2</sub> a O<sub>2</sub>. Některé z těchto sledovaných veličin poskytly vstupní údaje pro výpočet hodnot HRR, THR, SPR, TSP. Začátek experimentu odpovídá momentu iniciace požáru. Průběh jednotlivých zkoušek byl zaznamenávaný na kameru.

#### 4.2.1 Sledované veličiny a způsoby jejich měření

##### **Teplota**

Teploty během experimentu zaznamenávaly 4 **plášťové termočlánky** MAVIS Nový Bor s.r.o. typu K o průměru 3 mm. Nacházely se v různých výškových úrovních: 0,6 m, 1,0 m, 1,4 m a 1,9 m, aby poskytly přesnější představu o průběhu teplot. Termočlánky se lišily číselným označením, přičemž nižší číslo odpovídá nižší výškové úrovni. Všechny termočlánky byly na začátku zkoušky umístěné v ose kočárku. Umístění termočlánku odpovídá Obr. 3-3, 7-1.

##### **Úbytek hmotnosti**

Úbytek hmotnosti v průběhu experimentu zaznamenávala **podlahová váha** Dini Argeo PV 14, jejíž váživost je omezena maximální hodnotou 100 kg. Minimální hmotnost, kterou lze váhou naměřit, je 10 g. Před škodlivými účinky požáru je váha chráněna několika vrstvami. Jako primární ochrana funguje souvrství tvořené deskou Fermacell Powerpanel tl. 12,5 mm, minerální vatou tl. 40 mm a deskou Fermacell Powerpanel 12,5 mm. Toto souvrství je uzavřené v nerezovém krytu. V rámci experimentu jsme na tento kryt nadále umístili vrstvu minerální vaty tl. 40 mm a desku Fermacell Powerpanel H2O tl. 15 mm. Obě vrstvy posloužily jako přídatná ochrana. Deska zároveň zastupovala funkci krycí vrstvy, na které se umísťovaly jednotlivé kočárky a ze které se po ukončení zkoušky odstraňovaly neshořelé části kočárku. (Obr. 3-3)

##### **Tepelný tok**

Hodnoty tepelného toku během zkoušky měřil vodou chlazený Schmidt-Boelterův **radiometr** od výrobce Hukseflux a s rozsahem do 20 kW·m<sup>-2</sup>. Vzdálenost radiometru byla stanovena na 1 m od hrany kočárku viz Obr. 7-1.

##### **Optická hustota kouře**

Optická hustota kouře byla vypočtena na základě naměřených hodnot úbytku světla, objemu odváděných spalin a množství uvolněného kouře [22]. Tyto veličiny v průběhu experimentu vyhodnocuje zařízení ve vodorovném potrubí napojeném na odsávací zvon. Součástí zařízení je vysílač paprsku světla a senzor CMOS.

##### **HRR, CO, CO<sub>2</sub>**

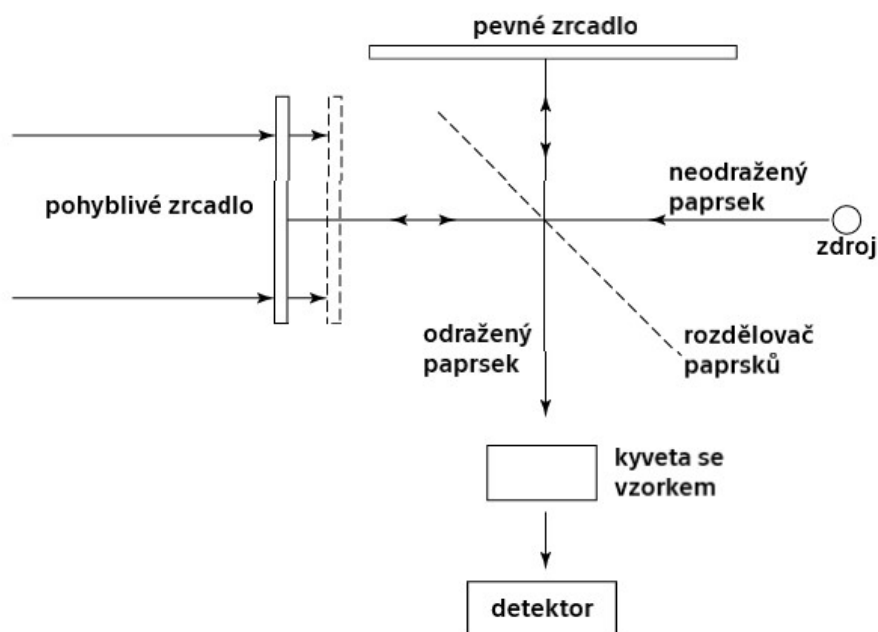
Hodnoty HRR byly stanovené na základě **kyslíkové kalorimetrie**. Metoda vychází z předpokladu, že výhřevnost pevných hořlavých látek vztažená na spotřebu jednotkového množství kyslíku odpovídá hodnotě 13,1 MJ·kg<sup>-1</sup>. Základní analyzátory určily hodnoty koncentrací CO, CO<sub>2</sub>, které slouží ke zpřesnění hodnot HRR.

##### **Zplodiny hoření**

**FTIR** - Jedná se o nedestruktivní analytickou metodu, která identifikuje a strukturně charakterizuje organické sloučeniny a anorganické látky. Metoda spočívá v měření pohlcení infračerveného záření o různé vlnové délce analyzovaným materiálem. Nedílnou součástí spektrometru je interferometr, viz Obr. 4-1. Záření ze zdroje dojde na polopropustný dělič paprsků. Dělič jednu polovinu paprsků propustí k pohyblivému zrcadlu a druhou odráží k pevnému zrcadlu. Tyto



paprsky se od obou vzájemně kolmých zrcadel zpětně odrážejí a podle polohy pohyblivého zrcadla se na děliči paprsků sčítají, nebo odečítají. Na výstupu interferometru se měří celková intenzita prošlého záření, tzv. interferogram, který je Fourierovou transformací převeden na infračervené spektrum. Pro stanovení obsahu plynů slouží kovové kyvety o různých délkách, uvnitř které dochází k mnohonásobnému odrazu infračerveného paprsku. [23] [24] Při metodě dochází k útlumu vlnočtů, které odpovídají molekulárním vazbám. Z této znalosti lze za pomoci již vytvořených databází identifikovat sloučeniny, které se ve zplodinách vyskytují.



Obrázek 4–1 Schéma Michelsonova interferometru [25]

### 4.3 Průběh zkoušky

Fotodokumentace experimentů je součástí kapitoly 8.

#### 4.3.1 1. experiment

Tabulka 4–1 Průběh 1. experimentu

Čas [min:s]	Popis
00:00	Zahájení zkoušky, iniciace zápalného zdroje, intenzita odvětrání 60 %, což odpovídá odtahu spalin $1,50 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$ .
00:55	Hoří spodní oblast opěrné části sedáku.
01:40	Prohoření stříšky.
01:42	Plameny prošlehávají zhruba 30 cm nad madlo.
01:53	Opěrná část sedáku se odtrhla od sedací části.
02:13	Odpadává hořící sedací část sedáku na krycí desku váhy.
03:07	Odpadává hořící opěrné části sedáku na krycí desku váhy.
04:31	Pád kočárku na levý bok z důvodu odhořívání kol.
	Kouř je dostatečně odvětrávaný, neuniká mimo prostor pod zvonem.
06:26	Pravé přední kolečko odpadá mimo váhu.
22:00	Ukončení zkoušky.

### 4.3.2 2. experiment

Tabulka 4–2 Průběh 2. experimentu

Čas	Popis
00:00	Zahájení zkoušky, iniciace zápalného zdroje, odvětrání stanovené na 40 %, což odpovídá odtahu spalin $0,98 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$ .
00:20	Prohoření odkládacího koše.
00:35	Začíná hořet sedací část podsedačku.
00:44	Hoří část sedáku na nohy.
01:09	Odhoření odkládacího koše.
01:26	Odpadnutí sedací části sedáku.
01:52	Prohoření stříšky.
02:22	Odpadnutí opěrné části sedáku.
02:58	Kouř se dostává mimo odsávací zvon a dochází ke zhoršení viditelnosti.
03:20	Spodní hranice kouřové vrstvy se dotýká madla.
03:28	Odhořením předních koleček ztrácí kočárek stabilitu a padá na pravý bok – opřený o stojan termočlánků, část se opírá mimo váhu.
03:30	Celý kočárek je v plamenech.
03:40	Odvětrání se zvyšuje na 80 %, což odpovídá odtahu spalin $1,87 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$ .
04:00	Kočárek se rozpadá a část se dostává mimo váhu.
04:10	Hoří kola a plasty rozteklé na krycí desce váhy.
04:30	Plameny se snižují.
07:49	Hořící část kočárku odpadá mimo váhu.
22:00	Ukončení zkoušky.

### 4.3.3 3. experiment

Tabulka 4–3 Průběh 3. experimentu

Čas	Popis
00:00	Zahájení zkoušky, iniciace zápalného zdroje, odvětrání funguje na 50 %, což odpovídá odtahu spalin $1,12 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$ .
00:17	Prohoření odkládacího koše a propadnutí zápalného zdroje na krycí desku vah.
00:50	Odhoření odkládacího koše.
01:06	Začíná hořet sedací část sedáku.
01:15	Uvolňování viditelného množství kouře.
01:35	Začíná hořet opěrná část sedáku.
02:00	Prohoření stříšky.
02:12	Hoří celý sedák.
02:58	Odpadnutí sedáku na krycí desku.
03:30	Výška plamenů k úrovni madla.
03:34	Naklonění kočárku z důvodu odhořívání pravého zadního kola.
04:18	Pád kočárku na pravý bok (trochu mimo váhu), termočlánek 1 mění pozici kvůli pádu.
05:12	Zhroucení stříšky.
08:00	Přerušeni kamerového záznamu – přehřátí kamery.
22:00	Ukončení zkoušky.

#### 4.3.4 4. experiment

Kočárek s dečkou

Tabulka 4–4 Průběh 4. experimentu

Čas	Popis
00:00	Zahájení zkoušky, iniciace zápalného zdroje, odvětrání na 50 % odpovídá odtahu spalin 1,17 m <sup>3</sup> ·s <sup>-1</sup> .
00:08	Prohoření odkládacího koše a propadnutí zápalného zdroje na krycí desku vah.
00:33	Začíná hořet část sedáku na nohy.
00:58	Odhoření odkládacího koše.
01:00	Začíná se uvolňovat větší množství kouře.
01:12	Hoří dečka na sedáku.
01:28	Dochází k prohoření stříšky.
01:37	Celý kočárek je v plamenech, které sahají vysoko nad kočárek (až dvojnásobek jeho výšky).
01:48	Odpadáva opěrná část sedáku.
02:40	Kouřová vrstva se rozšiřuje mimo odsávací zvon.
02:49	Pád kočárku na pravý bok, část se dostává mimo váhu, výšková poloha termočlánku č. 1 se mění.
03:05	Intenzita odvětrání se zvyšuje na 80 %, což odpovídá odtahu spalin 1,70 m <sup>3</sup> ·s <sup>-1</sup> .
03:15	Veškerá textilní část již odhořela, hoří kola a plasty roztekly na krycí desce váhy.
05:00	Snižuje se produkce kouře.
07:00	Hoří roztekly plasty na krycí desce váhy.
10:20	Intenzita odvětrání se snižuje na 50 %, což odpovídá odtahu spalin 1,18 m <sup>3</sup> ·s <sup>-1</sup> .
22:00	Ukončení zkoušky.

**4.3.5 5. experiment**

Kočárek s dečkou

**Tabulka 4–5** Průběh 5. experimentu

Čas	Popis
00:00	Zahájení zkoušky, iniciace zápalného zdroje, odvětrání na 50%, což odpovídá odtahu spalin 1,18 m <sup>3</sup> ·s <sup>-1</sup> .
00:05	Prohoření odkládacího koše a propadnutí zápalného zdroje na krycí desku vah.
01:27	Začíná hořet část sedáku na nohy.
01:43	Odhoření odkládacího koše.
02:20	Rozšíření ohně na dečku umístěnou na podsedáku.
02:35	Výrazné zvýšení tvorby kouře.
03:45	Rozšíření ohně na sedací část sedáku.
03:32	Pohyb stříšky (odkrytí směrem k madlu).
03:45	Prohoření stříšky.
03:52	Výška plamenů přesahuje úroveň madla.
04:38	Odpadnutí opěrné části sedáku na krycí desku váhy.
04:53	Celý kočárek je v plamenech, výška plamenů se zvyšuje.
05:00	Kouřová vrstva se dostává mimo odtahový zvon a viditelnost se výrazně snižuje.
05:06	Odhořením koleček kočárek ztrácí stabilitu a padá na pravou stranu, kde dochází k opření se o stojan termočlánků
05:21	Kočárek padá na pravý bok, část se dostává mimo váhu, pád změnil pozici termočlánku č. 1 směrem blíže ke krycí desce.
05:49	Intenzita odvětrání se zvyšuje na 80%, což odpovídá odtahu spalin 1,81 m <sup>3</sup> ·s <sup>-1</sup> .
06:30	Hoří jen rozteklé plasty na krycí desce váhy.
22:00	Ukončení zkoušky.

## 4.4 Porovnání experimentů

### 4.4.1 Teploty

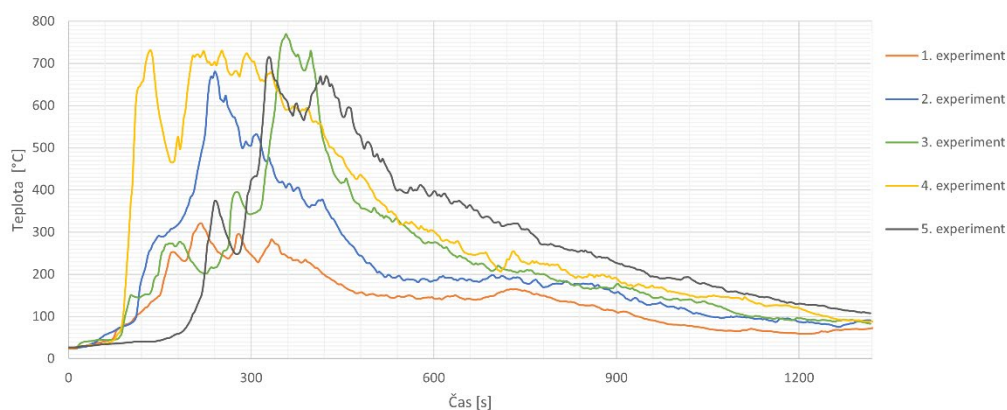
Nejvyšší teploty byly naměřené termočlánkem T1, který se nacházel nejbližší místu iniciace požáru. Na začátku experimentu byl tento termočlánek vždy umístěn uvnitř kočárku ve výšce 600 mm nad krycí deskou váhy. Jeho poloha se v průběhu experimentu snižovala. Příčinou změny polohy byl pád kočárku. Průběhy teplot termočlánku T1 znázorňuje Obr. 4–2. Ostatní průběhy teplot jednotlivých termočlánků jsou součástí kapitoly 7.

Jako referenční teplota vzplanutí byla stanovena hodnota 180 °C. Tato hodnota se používá v případech, kdy není známa skutečná teplota vzplanutí výrobků třídy reakce na oheň B až F, které mohou být součástí konstrukce druhu DP1. Zároveň se jedná o výrobky, na kterých není závislá stabilita a únosnost konstrukční části DP1. Tento typ konstrukce nezvyšuje v požadované době požární odolnosti intenzitu požáru, tedy není dosažena teplota vzplanutí u žádného z použitých stavebních materiálů. [26]

Referenční teplota byla porovnána s hodnotami naměřenými termočlánkem T4 v úrovni 1,9 m nad krycí deskou váhy, viz Tab. 4–7. Jedná se o výškovou úroveň, která se nejvíce přibližuje stropní konstrukci. Hodnota 180 °C byla překročena pouze u experimentu č.4 po dobu 29 s. Pokud bude mít ÚC světlou výšku 2,1 m [27], lze usoudit, že teploty na spodním líci stropní konstrukce budou dosahovat teplot < 180 °C. Teploty pro nás proto nejsou rozhodujícím faktorem nebezpečí.

Je však důležité uvést, že teplota byla měřena v odtahovém zvonu, tedy experiment simuloval požár kočárku na volném prostranství. Požár v uzavřeném prostoru, resp. na ÚC, se však může chovat jinak. Například teplota v úrovni T4 by mohla dosahovat vyšších hodnot z důvodu tvoření akumulacní vrstvy pod stropem a již by mohla představovat značné nebezpečí.

Maximální teploty nastaly v různých časech a trvaly po rozdílně dlouhé časové intervaly. Časy dosažení nejvyšší teploty, její hodnoty a okolnosti průběhu zkoušky při dosažení maximálních teplot (naměřené termočlánkem T1), jsou zaznamenány v Tab. 4–6.



Obrázek 4–2 Průběh teplot naměřený termočlánkem T1

**Tabulka 4–6** Maximální teploty naměřené T1 a jejich okolnosti

Číslo experimentu	Maximální teplota [°C]	Čas dosažení maxima [min:s]	Okolnosti
1	321,2	03:36	Kočárek pohlcují ze 2/3 plameny, sedák je již odhořelý, zároveň na konstrukci dohořívají poslední zbytky textilních částí a pozice kočárku je stále svislá.
2	681,0	04:00	V této chvíli je kočárek na levém boku a jeho konstrukce se rozpadá, intenzita odvětrání je již po 20 sekund zvýšena z hodnoty 40 % na 80 %.
3	770,1	05:57	Kočárek leží na pravém boku celý v plamenech.
4	731,4	02:15	Plameny převyšují madlo, dochází k odhořívání posledních textilních kousků a uvolňuje se velké množství kouře. Kočárek setrvává v původní pozici dalších 30 sekund, poté se převrátí na pravý bok.
5	715,6	05:29	Je již 23 s po pádu kočárku na pravý bok. V této chvíli se kouř dostává mimo prostory odsávacího zvonu a za 20 sekund bude zvýšena intenzita odvětrání z 50 % na 80 %.

**Tabulka 4–7** Maximální teploty naměřené T4 a jejich okolnosti

Číslo experimentu	Maximální teplota [°C]	Čas dosažení maxima [min:s]	Okolnosti
1	68,4	4:42	Kočárek leží na levém boku zhruba 10 sekund.
2	174,4	3:48	V této chvíli je čerstvě zvýšena intenzita odvětrání z hodnoty 40 % na 80 %.
3	95,6	6:48	Kočárek je pohlcený plameny a více než 2 minuty leží na pravém boku.
4	191,2	2:18	Plameny převyšují madlo, dochází k odhořívání posledních textilních kousků, uvolňuje se velké množství kouře. Kočárek se za 27 sekund převrátí na pravý bok.
5	167,4	5:39	Je již 33 sekund po pádu kočárku na pravý bok. Kouř uniká mimo prostory odsávacího zvonu a za 10 sekund bude zvýšena intenzita odvětrání z 50 % na 80 %.



#### 4.4.2 Tepelný tok

Jako kritérium pro tepelný tok byla zvolena hodnota, které když je po určitou dobu vystavené dřevo, dojde k jeho vznícení, viz Tab. 4–8. Tento materiál byl vybrán na základě předpokladu, že se na ÚC cestách může vyskytovat ve formě zárubní a pokud vztáhneme jeho výskyt k tématu této diplomové práce, můžeme na ÚC narazit též na menší dřevěný nábytek, kterým je například botník umístěný před vstupními dveřmi do bytu. Důležitým faktorem, který významně ovlivňuje čas potřebný k zapálení, je jeho relativní vlhkost. Čím má dřevo větší vlhkost, tím je potřeba na něj působit delší dobu určeným tepelným tokem, než dojde k jeho vznícení. Tuto skutečnost potvrzuje Tab. 4–8. V žádném experimentu však nedošlo k překročení tepelného toku  $15,8 \text{ kW}\cdot\text{m}^2$  trvajícím po dobu 10 minut, proto lze tvrdit, že dosažené hodnoty nepředstavují riziko z hlediska možného vznícení dřevěných prvků v bezprostřední blízkosti kočárku.

**Tabulka 4–8** Doby do vznícení suchého dřeva [28]

Objemová hmotnost [kg·m <sup>-3</sup> ]	Vlhkost	Tepelný tok působící na dřevo [kW·m <sup>-2</sup> ]	Doba vznícení [min]
500	Dřevo sušené v peci	15,8	10
800	15 %	15,8	65

Dalším nebezpečím souvisejícím s tepelným tokem jsou fyziopatologické účinky sálavého tepla, viz Tab. 4–9. Na základě této tabulky je určeno, po jaké době vystavení sálavému teplu, může dojít u osob při evakuaci ke vzniku puchýřů na kůži. V průběhu experimentů byla hodnota  $5 \text{ kW}\cdot\text{m}^2$  překročena po dobu 23 s a hodnota  $6,4 \text{ kW}\cdot\text{m}^2$  po 9 s. Na základě těchto údajů lze tvrdit, že působení tepelného toku ve vztahu k fyziopatologickým účinkům nepředstavuje nebezpečí. Průběhy tepelného toku pro všechny experimenty jsou zaznamenané na Obr. 4–3.

**Tabulka 4–9** Fyziopatologické účinky sálavého tepla na lidskou pokožku [29]

Tepelný tok [kW·m <sup>-2</sup> ]	Účinky
1,0	Sluneční záření v tropech
2,5	Snesitelné po dobu 30 min
5,0	Vznik puchýřů do 30 s
6,4	Vznik puchýřů do 18 s
9,5	Dosažení prahu bolestivosti do 6 s
10,5	Dosažení prahu bolestivosti do 3 s

Hodnoty tepelného toku jsem použila pro vyčíslení hodnoty požárního zatížení, které představuje kočárek z jednotlivých experimentů. Při určení tohoto zatížení jsem vycházela ze dvou rovnic:

$$I = \varepsilon \cdot \sigma \cdot \theta^4 = \varepsilon \cdot \sigma \cdot (T_N + 273)^4 \quad [1]$$

$$T_N = T_A + 345 \log(8 \cdot p + 1) \quad [1]$$

- $I$  sálavý tepelný tok vyzářený tělesem [ $\text{W} \cdot \text{m}^{-2}$ ], maximální hodnota tepelného toku naměřená při jednotlivých experimentech
- $\varepsilon$  emisivita tělesa [-],  $\varepsilon = 1$
- $\sigma$   $5,67 \cdot 10^{-8}$  [ $\text{W} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{K}^{-4}$ ] - Stefan-Boltzmannova konstanta
- $\theta$  absolutní teplota tělesa [K]
- $T_N$  teplota tělesa/požáru [°C]
- $T_A$  teplota prostředí [°C], běžně 20 °C
- $p$  požární zatížení [ $\text{kg} \cdot \text{m}^{-2}$ ]

Z první rovnice byla zjištěna teplota  $T_N$ , která byla následně použita do rovnice druhé pro určení požárního zatížení. Následující Tab. 4–10 uvádí přehled vstupních hodnot a získaných výsledků požárního zatížení pro jednotlivé experimenty.

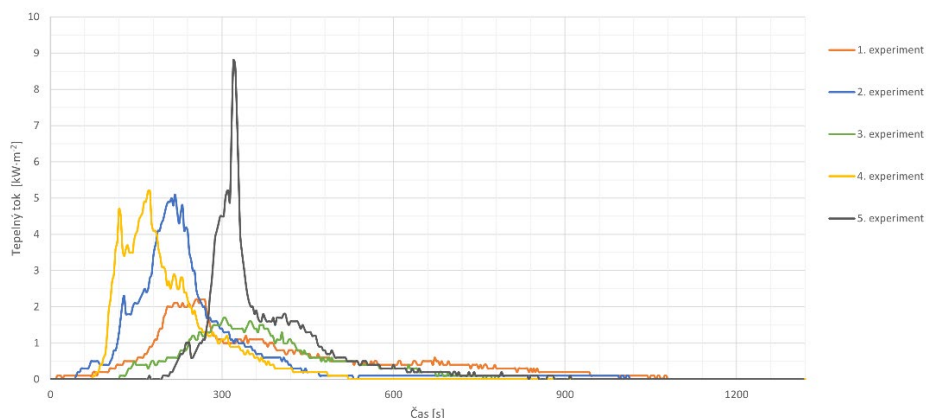
**Tabulka 4–10** Určení požárního zatížení ze znalosti tepelného toku

Experiment	$I$ [ $\text{W} \cdot \text{m}^{-2}$ ]	$T_N$ [°C]	$p$ [ $\text{kg} \cdot \text{m}^{-2}$ ]
1	2200	170,8	0,22
2	5100	274,6	0,56
3	1700	143,1	0,16
4	5200	277,3	0,57
5	8800	354,7	1,04

K určení požárně nebezpečného prostoru jsem uvažovala nejvyšší hodnotu vypočteného požárního zatížení  $1,04 \text{ kg} \cdot \text{m}^{-2}$ . Tuto hodnotu jsem dále použila do výpočtového softwaru určeného pro výpočet odstupových vzdáleností [30], přičemž bylo uvažováno s nehořlavým konstrukčním systémem, hodnotou emisivity  $\varepsilon$  rovnou 1 a 100 % požárně otevřené plochy. Rozměry sálavé plochy odpovídaly obdélníku o velikosti  $0,97 \times 1,03 \text{ m}$ , který byl zvolen na základě maximálních rozměrů kočárku. Jako kritické hodnoty tepelného toku byly zvolené 2 hodnoty:

- $18,5 \text{ kW} \cdot \text{m}^{-2}$  - vymezuje hranici požárně nebezpečného prostoru, ve kterém dochází k nebezpečí rozšíření požáru na jiné konstrukce.
- $10 \text{ kW} \cdot \text{m}^{-2}$  - v případě působení po dobu větší než 5 s představuje nebezpečí při evakuaci.

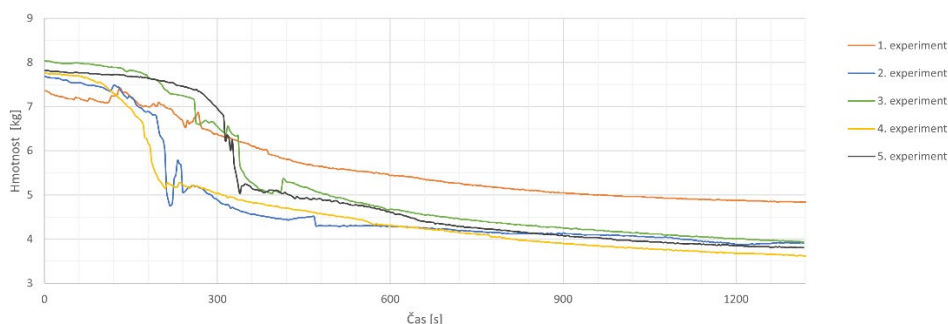
Pro žádnou z těchto kritických hodnot nedošlo k výpočtu odpovídajícího nebezpečného prostoru. Lze tvrdit, že žádná z těchto hodnot v experimentu nebyla dosažena a kočárky z hlediska působení tepelného toku nepředstavují nebezpečí.



Obrázek 4–3 Průběh tepelného toku

#### 4.4.3 Úbytek hmotnosti

Přestože zkoušku podstoupilo 5 identických kočárků, byla jejich počáteční hmotnost rozdílná. Rozmezí, ve kterém se výchozí váha kočárků pohybovala je 7,36–8,04 kg. Nejrovnoměrněji docházelo k úbytku hmotnosti při 1. experimentu. Současně byl tento experiment jediný, při kterém odpadávající hořící části kočárku zůstaly na váze a poskytl proto nejpřesnější hodnoty měření. Tuto skutečnost potvrzuje hodnota celkového úbytku hmotnosti 2,6 kg, která byla nejnižší ze všech experimentů, viz Tab. 4–11. Odpadávaní mimo váhu je patrné na Obr. 4–4, kde je tento jev promítnut skokovými úbytky hmotnosti v průběhu experimentů. Z tohoto důvodu se nemohou konečné hodnoty hmotností uvažovat za přesné. Orientační úbytek hmotnosti během zkoušky popisuje Obr. 4–4 a Tab. 4–11



Obrázek 4–4 Úbytek hmotnosti

Tabulka 4–11 Přehled hmotností

Číslo experimentu	Počáteční hmotnost [kg]	Konečná hmotnost [kg]	Celkový úbytek hmotnosti $\Delta m$ [kg]
1	7,36	4,76	2,60
2	7,68	3,87	3,81
3	8,04	3,94	4,10
4	7,77	3,57	4,20
5	7,82	3,81	4,01

#### 4.4.4 Optická hustota kouře

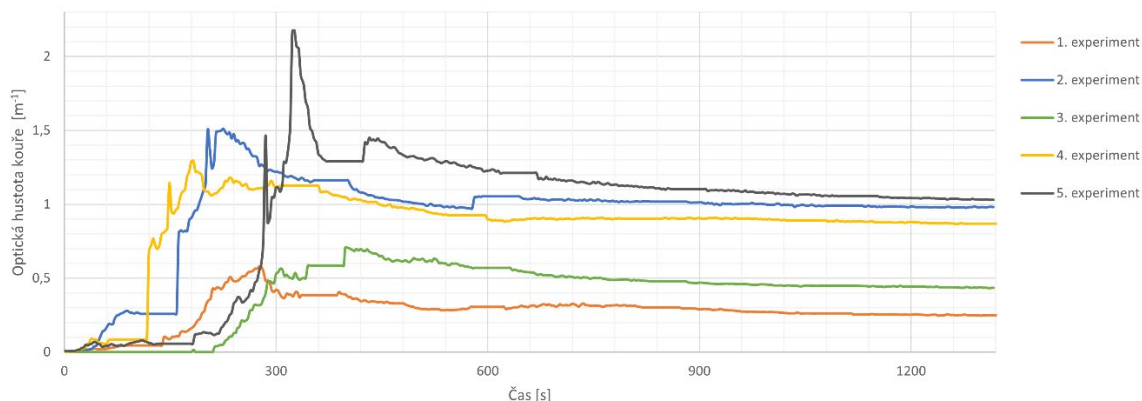
Optická hustota kouře nám udává, jak moc je skrz kouř vidět. Jedná se o důležitý parametr pro kvantifikaci ohrožení osob, zapříčiněného sníženou viditelností. Optické hustoty kouře v průběhu jednotlivých experimentů popisuje Obr. č. 4–5. Různé hodnoty minimální požadované viditelnosti a odpovídající hodnoty optické hustoty kouře, které byly při výzkumech považované za přijatelné, uvádí Tab. 4–12. [31]

Pokud porovnáme limitní hodnoty optické hustoty kouře z Tab. 4–12 a hodnoty naměřené v průběhu experimentu, zjistíme, že těmto hodnotám bylo v určitém momentu vyhověno pouze ve fázi rozvoje požáru. Vyjímkou byl experiment č. 1, který podle autora Jina a hodnotou určenou pro případ, kdy obyvatelé příslušného objektu jsou obeznámeni s tímto prostředím, vyhověl intervalu pro optickou hustotu kouře  $0,170\text{--}0,300\text{ m}^{-1}$  od času 14:35 až do konce experimentu. Pokud uvážíme situaci, kdy ve 14. minutě již probíhá nějakou dobu evakuace, hodnoty optické hustoty kouře tabulkovému rozhraní nevyhovují. Z toho hlediska lze brát optickou hustotu kouře a s ní související viditelnost jako klíčový faktor, který zásadně ovlivňuje podmínky evakuace.

Hodnota optické hustoty kouře  $0,3\text{ m}^{-1}$ , která odpovídá nejvyšší přijatelné hodnotě, dle Jina v Tab. 4–12, byla u 1. experimentu překročena ve třech časových intervalech. Jednalo se o časy 03:21–08:17, 09:36–10:26 a 10:35–14:35. Ve 2. experimentu došlo k překročení v čase 03:42 a setrvalo až do konce experimentu. Stejně tomu bylo u zbývajících experimentů, kdy se lišil pouze čas překročení zvolené limitní hodnoty. Ve 3. experimentu tento moment nastal v 04:29, ve 4. experimentu v 02:00 a v posledním experimentu v čase 04:00. Jedná se tedy o časové úseky, po které nejsou podmínky evakuace vyhovující. Přestože byly kočárky v experimentu č. 4 a č. 5 vybavené dečkou, limitní hodnota optické hustoty kouře byla překročena v 5. experimentu až o 120 s později. Zároveň hodnoty optické hustoty kouře ve 2. experimentu, kde hořel kočárek bez dečky, přesahovaly od průběhu 4. minuty hodnoty optické hustoty kouře experimentu 4. Nebyla zjištěna příčina rozdílného chování 2. experimentu, který se svým průběhem a naměřenými veličinami přibližuje experimentům s dečkou.

**Tabulka 4–12** Rozsah viditelnosti a optické hustoty kouře na metr [31]

Autoři výzkumu	Rozsah viditelnosti	Optická hustota [ $\text{m}^{-1}$ ]
Jin	15-20 m (neobeznámení s budovou) 3-5 m (obeznámení s budovou)	0,045 0,170–0,300
Kawagoe	20 m	0,045
Wakamatsu	25 m	0,043
Los Angeles Fire Department	14 m	0,076
Rasbash, Malhotra	4,5 m	0,210
Reichel	7,5–9 m	0,100



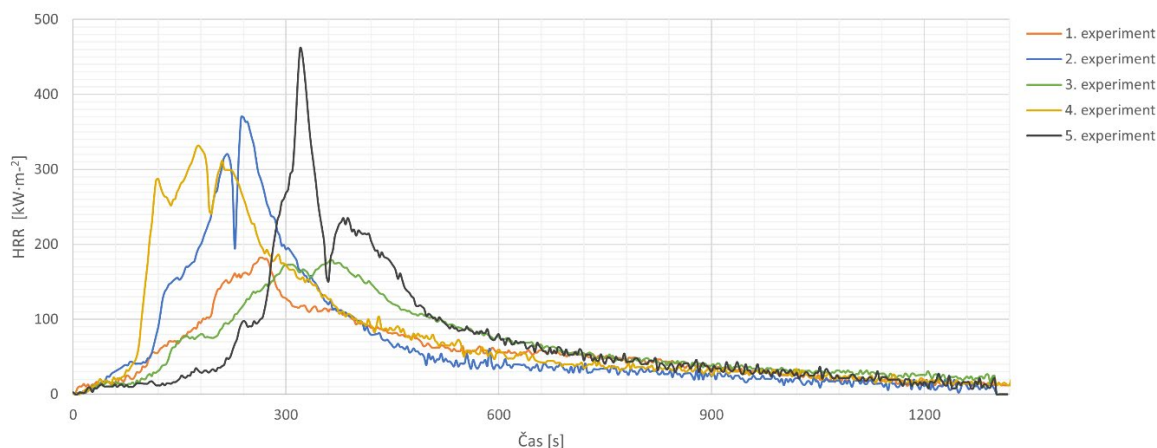
Obrázek 4–5 Optická hustota kouře

#### 4.4.5 HRR

S výjimkou 1. experimentu dosahuje křivka popisující průběh HRR několika vrcholů. K největšímu rozdílu vrcholových hodnot HRR došlo během 5. experimentu, kdy v průběhu 6. minuty hodnota HRR dosahovala téměř dvojnásobku vrcholové hodnoty v průběhu 7. minuty. Maximální hodnoty HRR se pohybovaly v rozmezí 178–461 kW·m<sup>-2</sup>. Přestože 2. kočárek byl zapálený bez dečky, křivka HRR odpovídá experimentům č. 4 a č. 5, kdy byla dečka v kočárku ponechána. Tuto skutečnost nedokážu nijak vysvětlit, neboť nebyla nalezena příčina, která by mohla průběh HRR během 2. experimentu ovlivnit. Vývoj HRR popisuje Obr. 4–6. Maximální hodnoty HRR a časy, ve kterých byly dosažené, jsou součástí Tab. 4–13.

Tabulka 4–13 HRR

Číslo experimentu	Počet zřetelných vrcholů křivky HRR	Maximální HRR [kW·m <sup>-2</sup> ]	Čas maxima [min:s]	Okolnosti
1	1	181,92	04:23	Za 8 s po dosažení maxima následuje pád kočárku na levý bok.
2	2	369,94	03:57	Kočárek je již 30 s na pravém boku.
3	2	178,82	06:03	Kočárek leží na levém boku téměř 2 minuty.
4	3	331,77	02:57	Kočárek leží na levém boku 8 s.
5	2	461,38	05:20	Maximum bylo dosažené 14 s po pádu kočárku na levý bok.



Obrázek 4–6 Množství uvolňovaného tepla

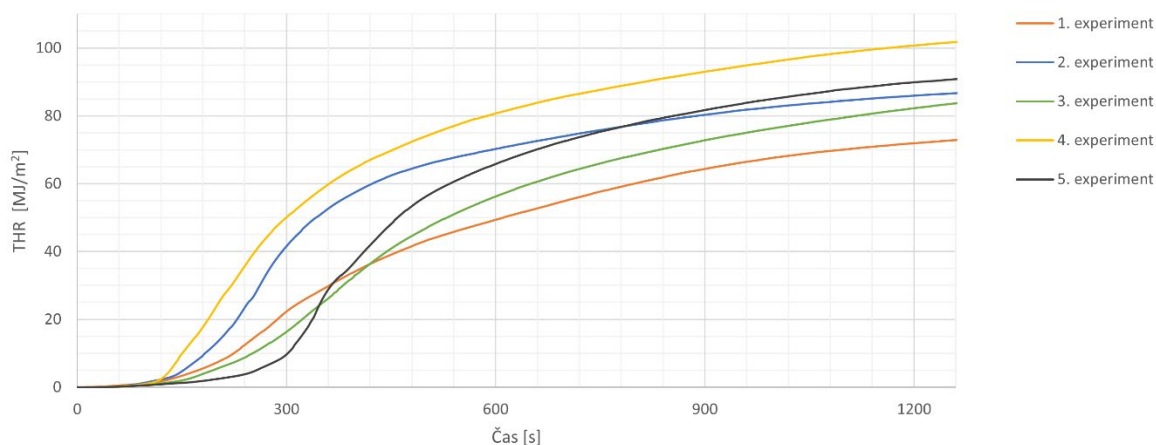
#### 4.4.6 THR, Výhřevnost

Celkové množství uvolněného tepla se pohybovalo v rozsahu 77–103 MJ·m<sup>-2</sup>. Nejvyšší hodnoty byly naměřené při 4. a 5. experimentu, tedy v případě, kdy se v kočárku nacházela dečka. Z Obr. 4–7 je patrné, že během experimentů č. 2 a č. 4 dochází mezi 2.–5. min k rychlému nárůstu celkového uvolněného tepla. U experimentu č. 5 k takovému nárůstu dochází mezi 5.–7. minutou. Pro zbylé experimenty je nárůst celkového uvolněného tepla od 3. minuty pozvolný v průběhu celého experimentu.

Efektivní výhřevnost  $H_{\text{eff}}$  jednotlivých kočárků byla vypočtena jako podíl hodnot celkového množství uvolněného tepla THR a celkového úbytku hmotnosti  $\Delta m$ . Přehled jednotlivých hodnot veličin je patrný z Tab. 4–14. Nejpřesněji vypočtenou hodnotou efektivní výhřevnosti by měla být hodnota 29,62 MJ·kg<sup>-1</sup>, která odpovídá prvnímu experimentu, neboť pouze v jeho průběhu nedocházelo k odpařování částí kočárku mimo váhu. Pokud porovnáme spočtenou hodnotu výhřevnosti kočárku s obecnou hodnotou výhřevnosti dřeva, která odpovídá hodnotě 14,23 MJ·kg<sup>-1</sup> [32], zjistíme, že výhřevnost kočárku je dvojnásobná. To znamená, že se při hoření kočárku uvolní dvojnásobné množství energie než při hoření dřeva.

Tabulka 4–14 Výpočet výhřevnosti

Číslo experimentu	THR [MJ·m <sup>-2</sup> ]	$\Delta m$ [kg]	$H_{\text{eff}}$ [MJ·kg <sup>-1</sup> ]
1	77,01	2,60	29,62
2	87,16	3,81	22,88
3	84,54	4,10	20,62
4	103,13	4,20	24,55
5	91,32	4,01	22,77

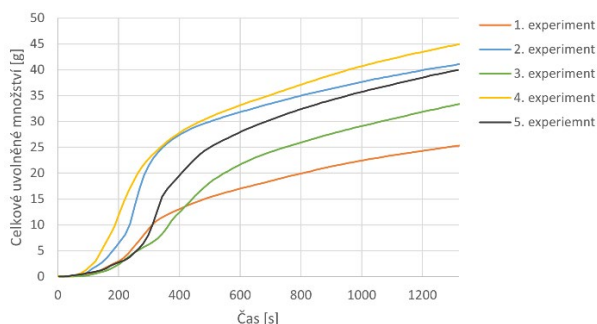


Obrázek 4-7 Celkové množství uvolněného tepla

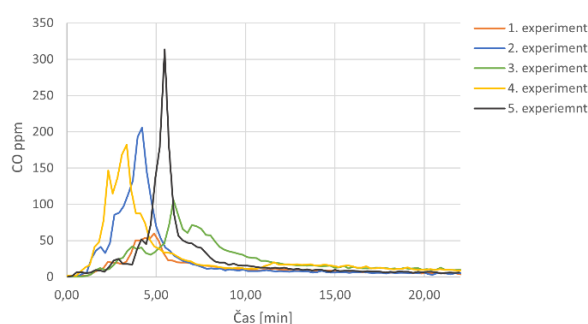
#### 4.4.7 Zplodiny hoření a koncentrace kyslíku

Mezi sledovanými zplodinami hoření byly CO a CO<sub>2</sub>, jejichž koncentrace včetně koncentrace kyslíku mají fyziopatologické účinky na lidský organismus. V suchém vzduchu je běžná koncentrace kyslíku 20,95 %. Při snížení koncentrace na 17 % dochází ke zhoršení koordinace svalové činnosti a k dýchacím potížím. Na tuto hladinu se koncentrace kyslíku v žádném experimentu nesnížila, a proto úbytek kyslíku nepředstavoval nebezpečí. Hodnoty CO, CO<sub>2</sub> a HCN zaznamenal v průběhu experimentů FTIR.

**Oxid uhelnatý** brání přenosu kyslíku z plic do těla a tím způsobuje zhoršení duševní a svalové výkonnosti. Jeho dalším negativním projevem je jeho kumulativní účinek. Zhruba 50 % CO se z krve vyloučí během 1. hodiny, zatímco úplné vyloučení trvá v rozsahu hodin až několika dní. [33] CO nepředstavuje do koncentrace 0,01 % žádné riziko. Změna nastává u koncentrace 0,04 %, která může způsobit silné bolesti hlavy. V provedených experimentech v RCT byla maximální koncentrace CO 0,05 %, přičemž tato hodnota byla dosažena pouze po dobu desítek sekund, proto koncentrace CO během experimentů nepředstavovala nebezpečí. Při podrobnější analýze zplodin pomocí FTIRu bylo potvrzeno, že při experimentu opravdu nebylo dosaženo takových hodnot, které by měly významný negativní vliv na člověka. Celkové množství uvolněného CO popisuje Obr. 4-8. Při porovnání Obr. 4-9 s Obr. 4-10 je patrné, že množství CO ppm v průběhu experimentů nedosahuje hodnot, které by mohly zapříčinit ztrátu vědomí.



Obrázek 4-8 Celkové uvolněné množství CO



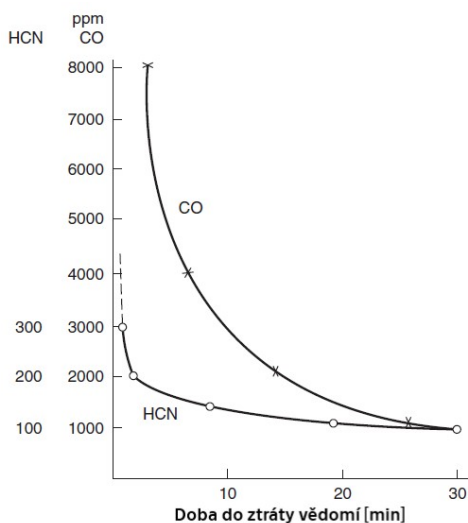
Obrázek 4-9 Množství CO ppm pro všechny experimenty

**Oxid uhličitý** se běžně vyskytuje v koncentraci 0,03 %. Při vystavení se koncentraci 5 % po dobu minuty dochází k nevolnosti, závratím či zrychlenému dýchání. Nejvyšší koncentrace CO<sub>2</sub> byla dosažena v 5. experimentu její hodnota 2,29 % však nepředstavuje pro člověka riziko.

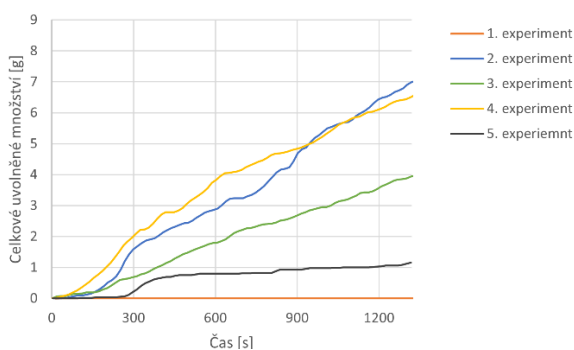
Dalším sledovaným produktem hoření byl **Kyanovodík**. HCN představuje kvůli tvorbě kyanidového iontu při hydrolyze v krvi 25krát větší toxicitu než CO. Kyanidový iont je rozptýlen v mimobuněčné tekutině tkání a orgánů, která zastává přibližně třetinu celkové tělesné vody, na rozdíl od CO, který zůstává primárně v krvi. Účinky kyanidu způsobují útlum možnosti využití kyslíku buňkami, pokles frekvence dýchání a s tím související křeče, zástavu dechu a následnou smrt. HCN dále negativně ovlivňuje schopnost pohybu a spolu s CO přispívá ke smrti udušením. Přestože kumulace dávky HCN představuje významný vliv, nejdůležitějším parametrem toxicity je rychlost absorpce závislejší na koncentraci. [33] Obr. 4–10 názorně představuje vliv působení HCN a CO na dobu do ztráty vědomí, ze kterého vyplývá, že čím větší dávce je člověk vystaven, tím stačí kratší doba ke ztrátě vědomí. Na Obr. 4–12, je porovnání 1. experimentu, při kterém došlo k nejnižší produkci HCN a 2. experimentu, při kterém byla produkce HCN nejvyšší. Zároveň vidíme, že hodnoty HCN ppm v průběhu vybraných experimentů nedosahují takových hodnot, které by dle Obr. 4–10 představovaly pro člověka nebezpečí. Maximální naměřené koncentrace zplodin a kyslíku upřesňuje Tab. 4–15.

**Tabulka 4–15** Hodnoty zplodin hoření a koncentrace kyslíku [34]

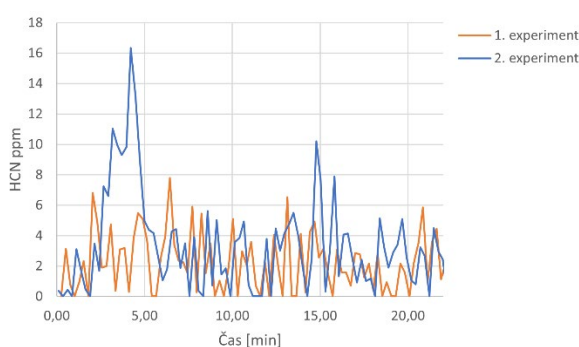
Číslo experimentu	Maximální CO <sub>2</sub> [%]	Maximální CO [%]	Minimální O <sub>2</sub> [%]
1	0,68	0,01	19,99
2	1,86	0,04	18,44
3	0,87	0,02	19,75
4	1,57	0,03	18,82
5	2,29	0,05	18,00



**Obrázek 4–10** Porovnání dob do ztráty vědomí pro vystavení se vlivu HCN a CO [35]



**Obrázek 4–11** Celkové uvolněné množství HCN



**Obrázek 4–12** Množství HCN ppm pro 1. a 2. experiment zjištěné pomocí FTIRu



## 5 Numerický model v programu FDS

### 5.1 Kritéria přijatelnosti

Aby bylo možné posoudit, zda hořící kočárek představuje při evakuaci osob nebezpečí, je nutné nejprve stanovit kritéria přijatelnosti. Tato kritéria byla zvolena na základě rizikových faktorů vyhodnocených v Kapitole 4.4. Výsledky numerické analýzy se porovnají s hodnotami vymezujícími jednotlivá kritéria. Na základě tohoto vyhodnocení bude možné kvantifikovat případná nebezpečí. Předmětem posouzení je prostor chodby bytového domu. Jedná se o horizontální ÚC, ve které mohou být unikající osoby omezené: výškou kouřové vrstvy, sníženou viditelností, sálavým tepelným tokem a koncentracemi zplodin či sníženou koncentrací O<sub>2</sub>. Následující Tab. 5–1 udává přehled jednotlivých kritérií přijatelnosti.

Tabulka 5–1 Kritéria přijatelnosti

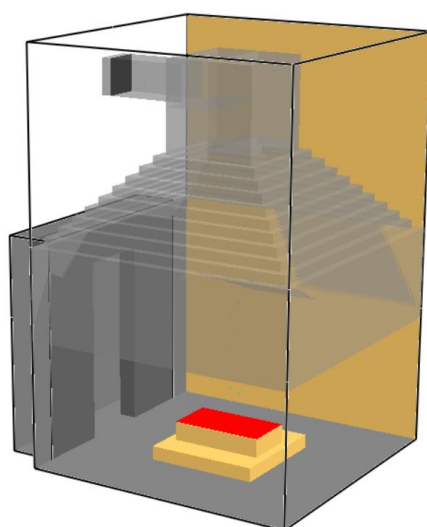
Kritérium přijatelnosti	Limitní hodnota
Teplota	(1)
Sálavý tepelný tok	(1)
Viditelnost	3 m, viz Tab. 4–12
Výška kouřové vrstvy	2,0 m
Koncentrace kyslíku	≥ 17 %, viz Kap. 4.4.7
Koncentrace CO	0,04% viz Kap. 4.4.7
Koncentrace CO <sub>2</sub>	≥ 5% viz Kap. 4.4.7
Koncentrace HCN vedoucí ke ztrátě vědomí	0,0002; 0,0003, viz. Obr. 4–10
Poznámka: (1) Na základě vyhodnocení jednotlivých experimentů se nejedná o relevantní kritérium.	

### 5.2 Použitý software

Pro analýzu rozvoje požáru (zplodin hoření) byl použit software FDS (Fire Dynamic Simulator), který pracuje na principu CFD (Computational Fluid Dynamics). Výpočetní CFD model řeší zejména problematiku pohybu kouře a tepla za pomoci Navier–Stokesových rovnic pohybu tekutin nízkých rychlostí, které jsou způsobené tepelným účinkem. Jedná se volně dostupný software z webových stránek Národního institutu pro standardy a technologie. Program využívá výpočetní síť s buňkami kvádrového tvaru. Pro zadání vstupních hodnot řešeného příkladu byl vytvořen textový soubor v Notepad++, tzv. zdrojový kód. Pro grafické výstupy geometrie a požadované výsledky byl využit program Smokeview verze 6.7.17, který na rozdíl od FDS disponuje uživatelským rozhraním a jednoduchou nabídkou. Validační výpočty proběhly v programu FDS verze 6.7.0. a výpočet pro zvolenou ÚC ve verzi 6.8.0.

### 5.3 Validace v dílčím modelu RCT

Aby bylo možné použít numerický model, je nejprve nutné správně nadefinovat a validovat samotný požár kočárku. Jako validační model byl použitý model místnosti pro RCT, který dispozičně odpovídá uspořádání pro RCT v laboratoři FireLab v UCEEB ČVUT v Buštěhradě. Validační model byl převzatý z diplomové práce Marka Lokvence [36] a posloužil k porovnání teplot naměřených při experimentu s hodnotami spočtenými tímto modelem. Ve validačním modelu byl kočárek nahrazen kvádrem se sálavou horní plochou. Sálavá plocha měla pomocí příkazu RAMP\_Q přiřazený proměnný průběh HRR, který odpovídal experimentu č. 1. Tento experiment byl k validaci vybrán na základě minimální změny polohy jednotlivých termočlánků v průběhu experimentu. Proto vycházím z předpokladu, že hodnoty naměřené v průběhu 1. experimentu by měly udávat nejpřesnější údaje. Samotné ladění sálavé plochy požáru probíhá způsobem „pokus-omyl“, kdy dochází k úpravám její výškové polohy a následnému porovnání průběhů teplot. Toto se opakuje do stavu, kdy průběhy teplot z experimentu odpovídají teplotám z modelu RCT. Nepodobnější průběhy teplot ve validačním modelu byly zaznamenány pro výškovou úroveň sálavé plochy 0,2 m. S touto výškovou úrovní bude uvažováno dále v numerickém modelu.



**Obrázek 5–1** Použitý validační model FDS

Mezi dalšími veličinami, které podstoupily validaci jsou: koeficient extinkce (vyjadřuje celkové zeslabení světla při průchodu prostředím), koncentrace  $\text{CO}$ ,  $\text{CO}_2$  a  $\text{HCN}$ . Ladění těchto hodnot probíhalo následujícím způsobem:

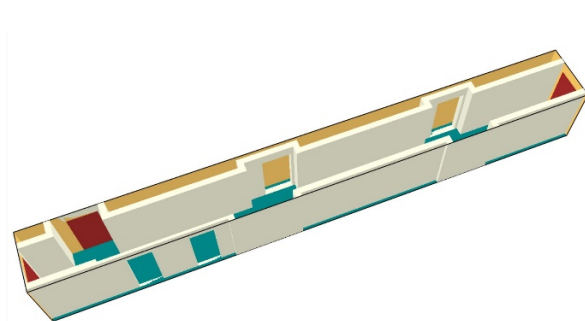
- Jako vstupní hodnoty do validačního modelu byly v 1. kroku použité výsledky z 1. exp.
- Výsledky z validace se porovnály s výsledky z 1. experimentu. Protože porovnání výsledků nebylo odpovídající, došlo k jejich upravování tak, aby se průběh zvalidovaných výsledků přiblížil výsledkům z experimentu.
- Upravené hodnoty byly opět použité do validačního výpočtu.

Protože se jedná o časově náročný validační výpočet, podařilo se ho zopakovat pouze 4x. Bohužel vstupní hodnoty pro numerický model nebyly s hodnotami experimentu zcela totožné a k dosažení přesnějších vstupních hodnot by bylo nutné počet opakování validace navýšit. Porovnání vstupních hodnot numerického modelu a výstupních hodnot experimentu 1 jsou na Obr. 7–16 až Obr. 7–19.

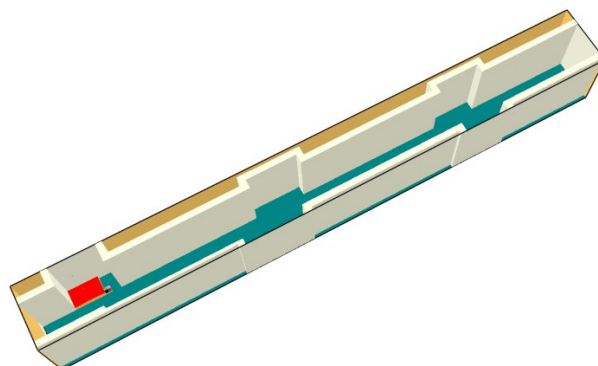
## 5.4 Numerický model

Pro numerický model byla zvolena chodba v 1.NP bytového domu, která byla analyzována v programu FDS. Jedná se o NÚC, ze které je přístup do 6 bytových jednotek, 2 sklepních kójí a CHÚC typu B. Půdorysné schéma, ze kterého jsem vycházela při vytváření 3D modelu je vidět na obr. 7–14 v kapitole 7. Barevné rozlišení stěn chodby na schématu a rozsáhlé kótování bylo vytvořené ke zjednodušení určení souřadnic jednotlivých konstrukcí. Výpočetní model tvoří pouze části, které mají zásadní vliv na průběh požáru. Při vyhodnocování experimentů bylo zjištěné, že dosažené teploty při požáru kočárku nenabývají takových hodnot, které by negativně ovlivnily ohraničující konstrukce NÚC. Z tohoto důvodu došlo ke zjednodušení výpočetního modelu, které spočívá v zanedbání dveří v řešeném modelu, neboť by nijak nepřispívaly k rozvoji požáru. Pro ukázkou zjednodušeného modelu jsou zde uvedené obrázky 5–2 a 5–3. Numerický model na Obr. 5–3 zároveň sloužil pro analýzu rozvoje požáru (zplodin hoření).

Pro výpočetní model chodby byla použita jedna výpočetní oblast, která je definovaná ve zdrojovém kódu příkazem MESH. Výpočetní oblast byla zvolena na základě maximálních světlých rozměrů řešené chodby: 2,1 m, 1,9 m, 2,5 m. Rozměr výpočetních buněk je 100/100/100 mm a celkové množství výpočetních buněk je 99 750. Celková výpočetní doba 1320 s odpovídá délce trvání experimentu.



Obrázek 5–2 Nezjednodušený model chodby



Obrázek 5–3 Zjednodušený model chodby

V blízkosti dveří NÚC ústících do CHÚC typu B je před dveřmi do bytu umístěný kvádr, který představuje kočárek. Na horní plochu kvádrů je přiřazena hořící plocha o „z“ souřadnici odpovídající výškové poloze 0,2 m, která byla stanovena v Kap. 5.3. Této ploše byly přiřazené hodnoty HRR proměnné v čase příkazem RAMP\_Q, které jsou převzaté z experimentu č. 1 jež byl podroven validaci. Pro využití FDS byl průběh HRR zjednodušený do několika bodů. Zjednodušení průběhu HRR je uvedeno na obrázku 7–15 v Kap. 7.

V modelu jsou dále definované 4 kvádry o velikosti 0,1 x 0,1 m. Umístění kvádrů je patrné z Obr. 5–3. Každá svrchní plocha kvádrů zastupuje tvorbu jiné zplodiny hoření. Do modelu byly zanesené produkce CO, CO<sub>2</sub>, HCN a kouře. Produkce zplodin hoření jsou nahrazené příkazem RAMP\_V, kterému byly přiřazené hodnoty jednotlivých zplodin. Přestože tvorba HCN v průběhu 1. experimentu nepředstavovala nebezpečné hodnoty a zároveň byla odchylka měření téměř odpovídající těmto hodnotám, bylo s tvorbou HCN uvažováno i v numerickém modelu. Důvod zahrnutí produkce HCN do výpočtu souvisí s tím, že ve 2 proběhlých experimentech (č. 2, č. 4) naměřené hodnoty HCN při zohlednění odchylky udávaly již vypovídající hodnoty, které by mohly představovat nebezpečí.

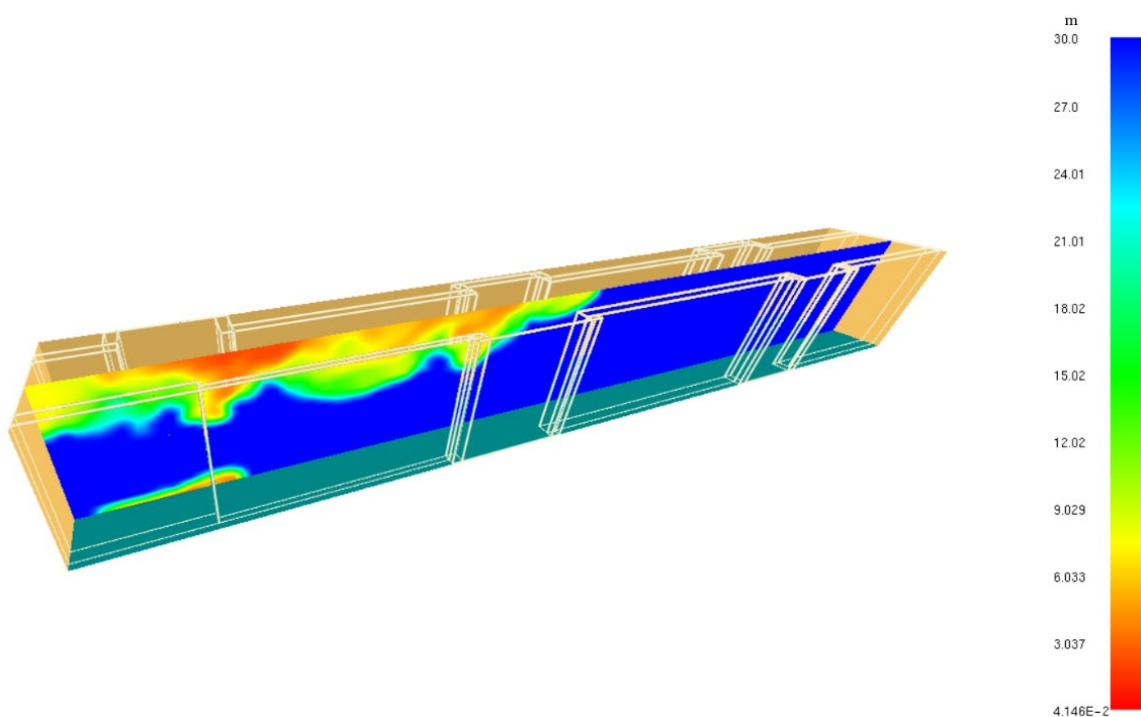
Důležitou součástí výpočetního modelu jsou měřicí zařízení, která umožní vyhodnocení stanovených kritérií přijatelnosti, a na základě kterých bude možné kvantifikovat případná nebezpečí související s požárem na vymodelované únikové cestě bytového domu. Zdrojový kód numerického modelu je uvedený v Příloze 3.

## 5.5 Analýza výsledků numerického modelu

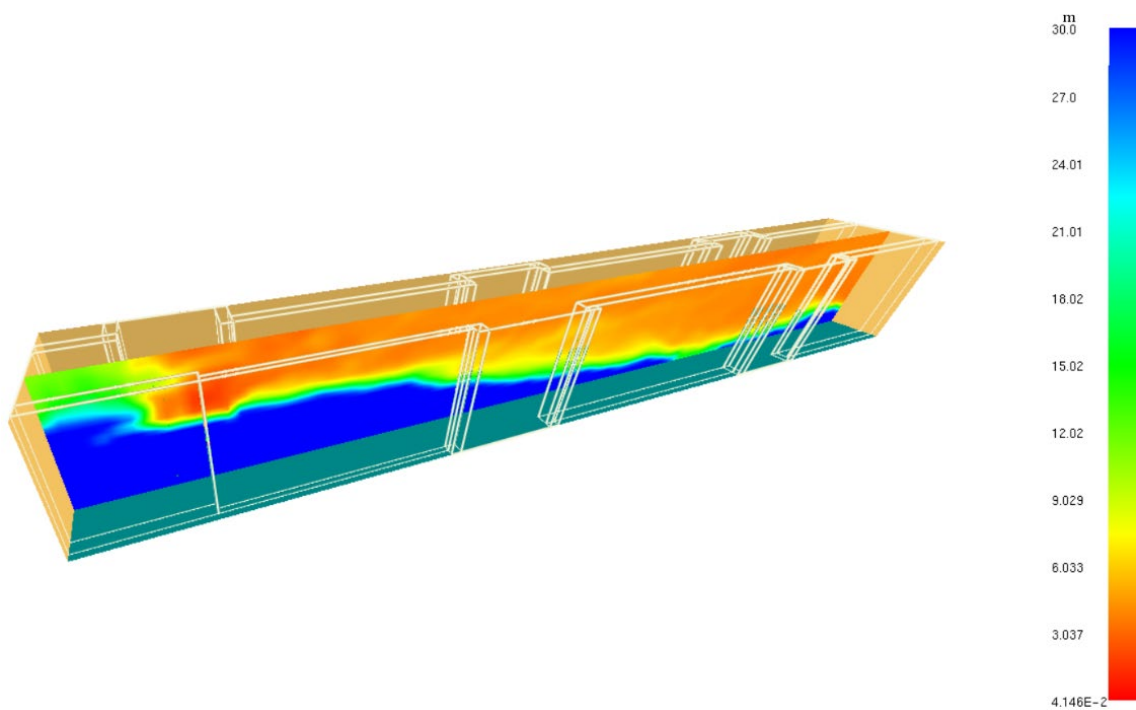
K této kapitole je důležité doplnit, že stanovená kritéria přijatelnosti, která se týkají koncentrací plynů, byla sledována ve 2 částech numerického modelu. První část zastává prostor výklenku, ve kterém se nachází kvádr představující hořící kočárek. Druhou část sledovaného prostoru zastupuje prostor chodby o nejmenších světlostech rozměrech: 19 m, 1,2 m, 2,5 m. Prostor chodby byl rozdělen zejména proto, že ve výklenku dochází k zahoření a je tedy logické, že sledované veličiny v této oblasti budou dosahovat méně příznivých hodnot. Vyhodnocení veličin z prostoru chodby (druhá část prostoru) by mělo poskytnout směrodatnější výsledky, které určí, jaké nebezpečí vztažené k lidské bytosti, požár představuje. Výsledky sledovaných veličin jsou interpretované na následujících obrázcích.

### Kritérium viditelnost:

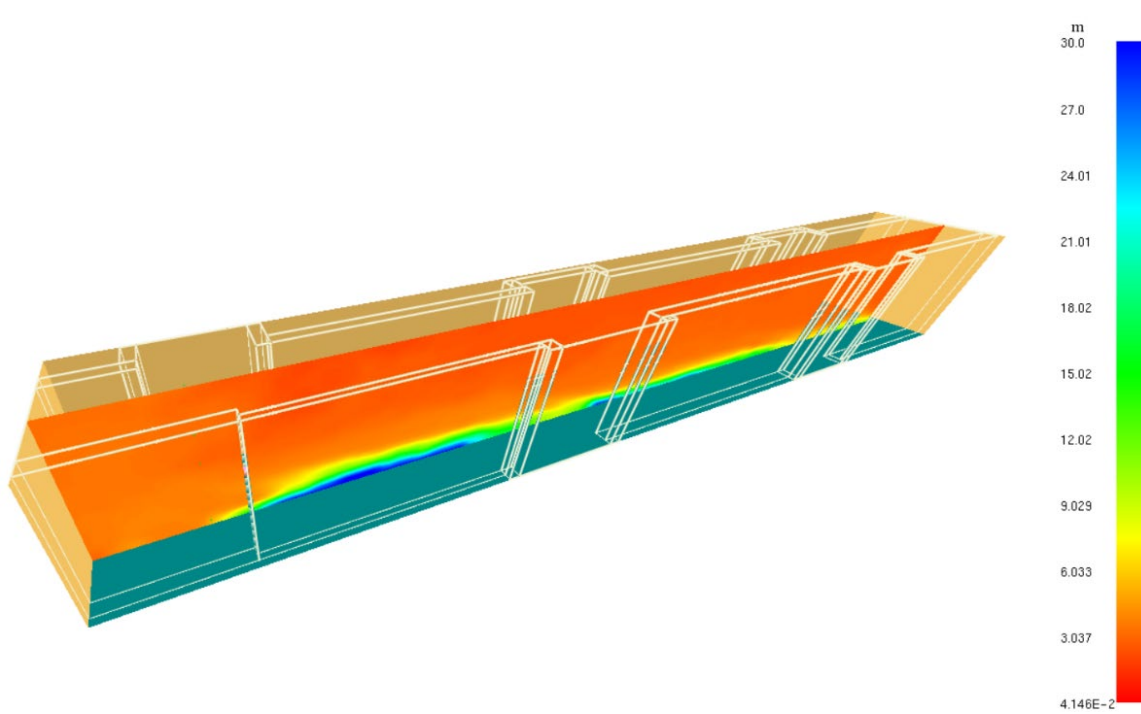
Z níže uvedených Obr. 5-4 až Obr. 5-7 je patrné, jak postupně docházelo v numerickém modelu ke snižování viditelnosti. Kritérium, které představovalo hraniční hodnotu pro minimální možnou viditelnost 3 m bylo již od 310. sekundy ve výpočetním modelu porušeno. Na základě těchto poznatků lze říci, že kritérium je **NEVYHOVUJÍCÍ**.



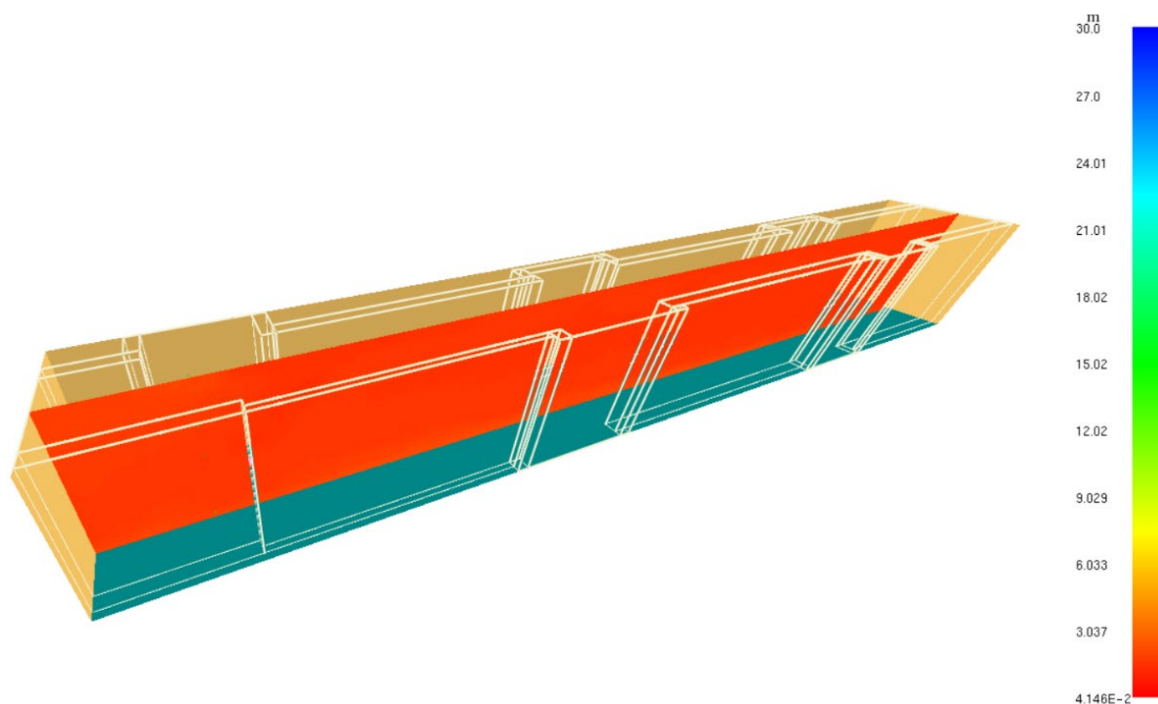
Obrázek 5-4 Viditelnost ve 30. s



Obrázek 5-5 Viditelnost v 90. s



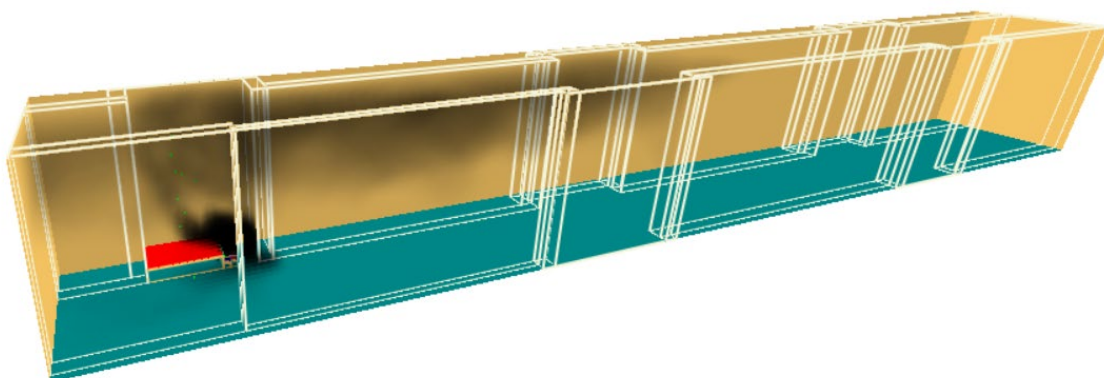
Obrázek 5-6 Viditelnost ve 160. s



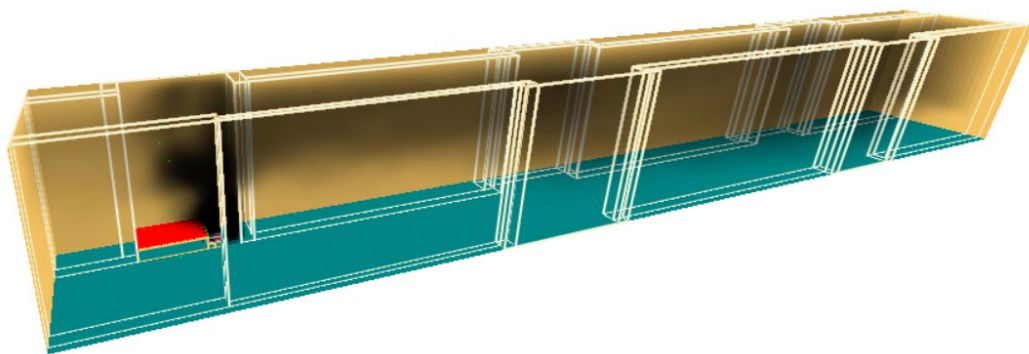
Obrázek 5-7 Viditelnost ve 310. s

#### Kritérium výška kouřové vrstvy:

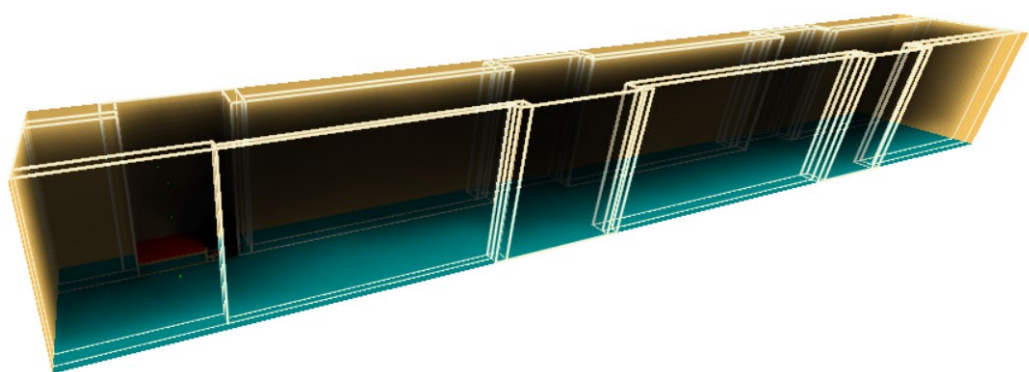
Následující sekvence Obr. 5-8 až Obr. 5-11 ukazuje, jak probíhá tvorba kouře v prostoru vymodelované chodby. Limitní hodnota výšky kouřové vrstvy 2 m je vyhovující zhruba v první minutě výpočtu. Tvorba kouře však neustává a v průběhu 6. minuty zaplní téměř celý vymodelovaný prostor chodby. Kritérium **NEVYHOVUJE**.



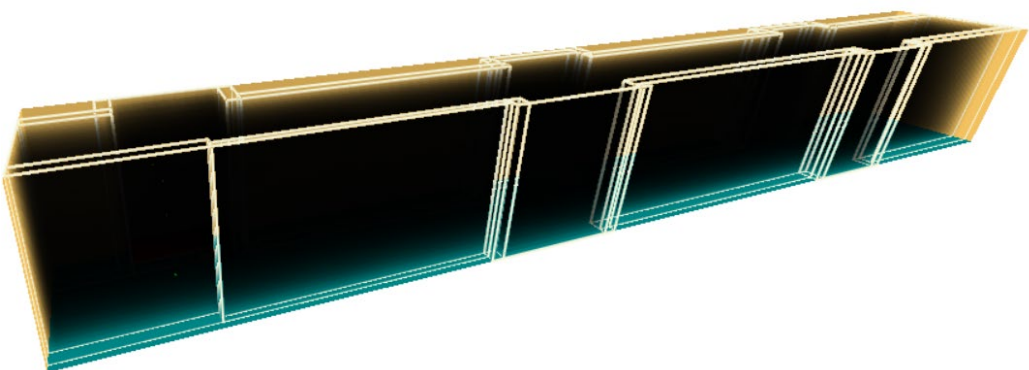
Obrázek 5-8 Kouř ve 30. s



Obrázek 5–9 Kouř v 90. s



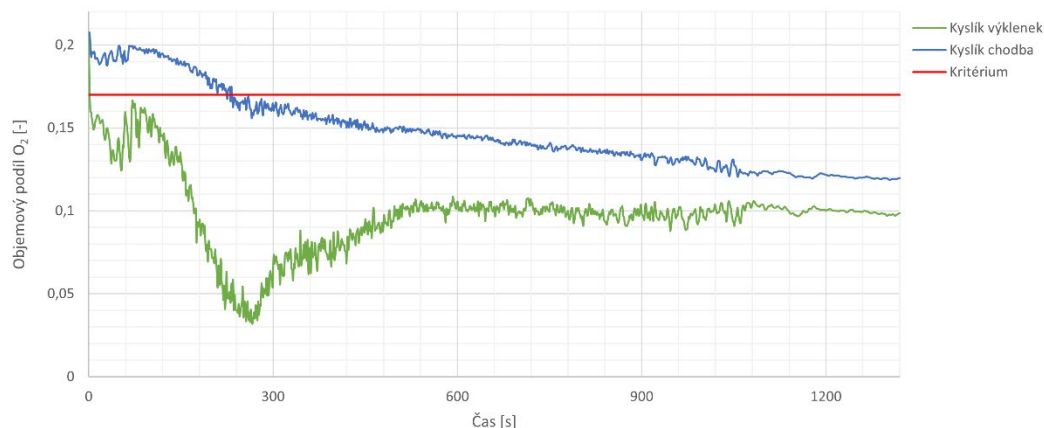
Obrázek 5–10 Kouř ve 160. s



Obrázek 5–11 Kouř v 310. s

### Kritérium koncentrace O<sub>2</sub>:

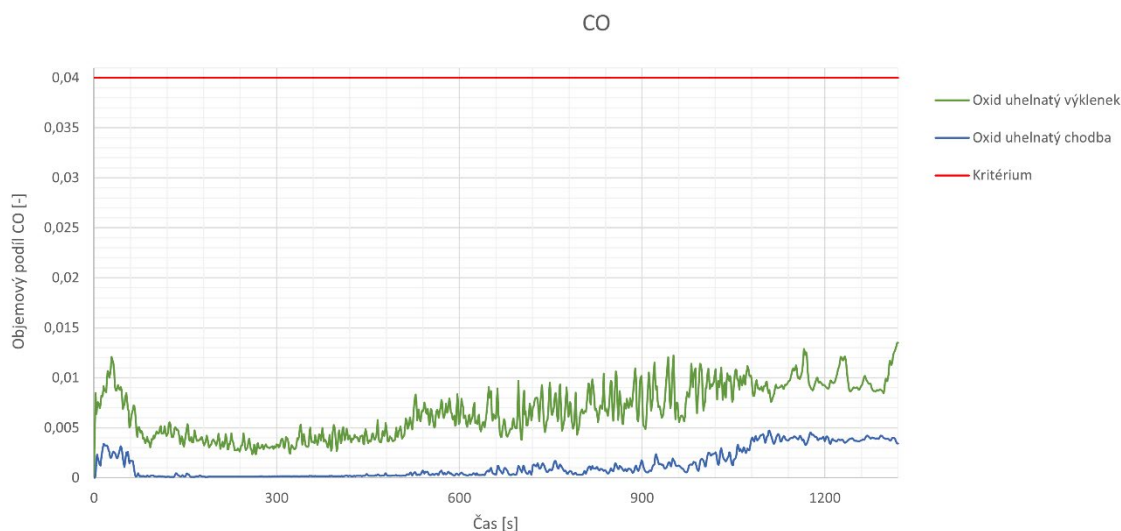
Na Obr. 5–12 je patrné, že kritérium pro minimální přípustnou koncentraci kyslíku 17 % bylo překročené. Stalo se tak pro prostor výklenku, kde byla koncentrace kyslíku nevyhovující téměř od počátku výpočtu, i pro prostor chodby, kde bylo kritérium překročeno od 233. sekundy, tedy na konci 4. minuty výpočtu. Kritérium proto **NEVYHOVUJE**.



Obrázek 5–12 Koncentrace kyslíku

### Kritérium koncentrace CO:

Limitní hodnota koncentrace CO nebyla v žádném momentu výpočtu překročena. Lze tedy tvrdit, že produkce oxidu uhelnatého nepředstavuje nebezpečí. Toto potvrzuje Obr. 5–13. Kritérium **VYHOVUJE**.

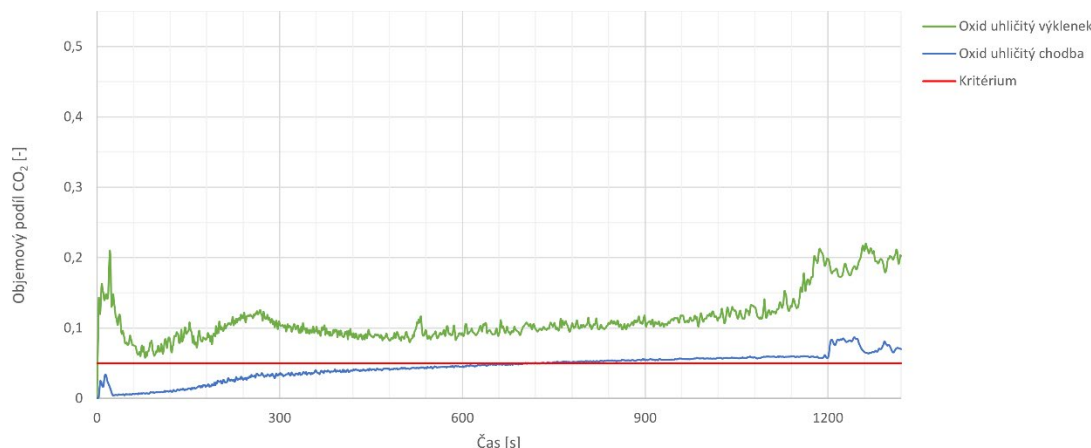


Obrázek 5–13 Koncentrace oxidu uhelnatého



### Kritérium koncentrace CO<sub>2</sub>:

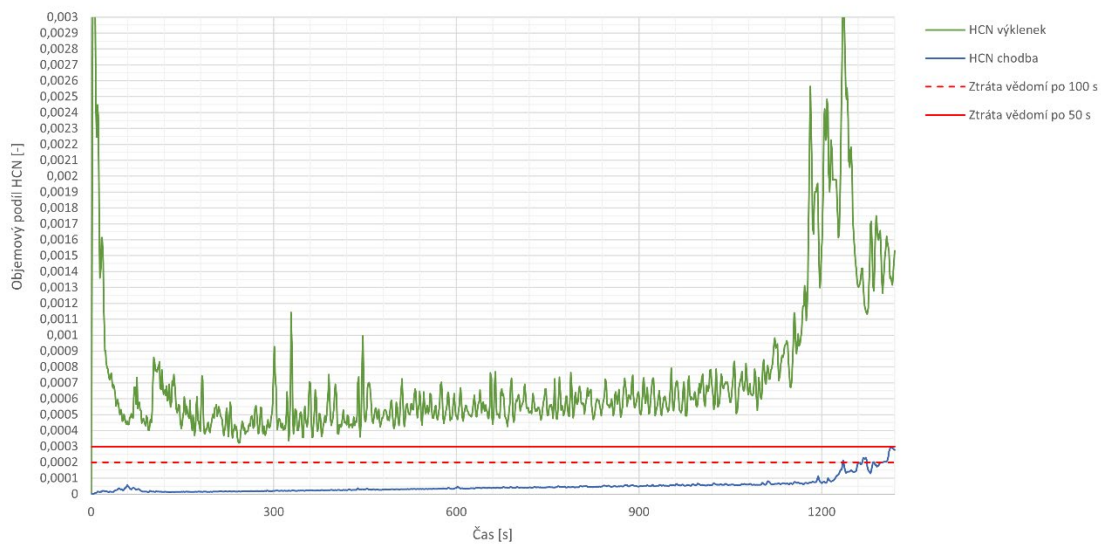
V části výklenku byla limitní hodnota překročena po celý výpočetní čas. U druhého řešeného prostoru chodby došlo k dosažení této hodnoty ve 2. polovině 12. minuty a setrvalo do ukončení výpočtu, viz Obr 5–14. Kritérium **NEVYHOVUJE**.



Obrázek 5–14 Koncentrace oxidu uhličitého

### Kritérium koncentrace HCN:

Kritérium koncentrace HCN jsem řešila pro 2 vybrané limitní hodnoty, viz Obr 5–15. První hodnota 0,0003 určuje koncentraci, které když je člověk vystavený po dobu 50 sekund, dojde ke ztrátě vědomí. Tato hodnota byla překročena pouze v části výklenku, kde byla nevyhovující v průběhu celého výpočtu. V oblasti chodby nedošlo k překročení hodnoty, zde byla maximální zjištěná hodnota 0,000296. Druhou limitní hodnotou koncentrace je hodnota 0,0002. Po 100 sekundách jejímu vystavení nastává u člověka bezvědomí. Tato hodnota byla překročena. Ve výklenku se tak stalo po celou dobu výpočtu. V prostoru chodby byla hodnota překročena souvisle po dobu kratší než 100 sekund. Došlo k tomu v posledních 30 sekundách výpočtu. Protože překročení limitní hodnoty nastalo v části chodby a trvalo pouze 30 sekund (od poloviny 22. minuty), lze předpokládat, že pokud by se jednalo o skutečnou situaci, je pravděpodobné, že by mohla evakuace ze zasaženého prostoru již proběhnout. Z tohoto hlediska by mohlo být kritérium vyhodnocené pozitivně. Na druhou stranu, prostor výklenku je nevyhovující po celý časový úsek a je tedy důležité zvážit, co by mohlo nastat v případě, pokud by ze dveří náležíčích výklenku vyšel člověk. Vždy je lepší pohybovat se na straně bezpečnosti, proto vyhodnocuji kritérium jako **NEVYHOVUJÍCÍ**.



Obrázek 5–15 Koncentrace kyanovodíku

## 6 Závěr

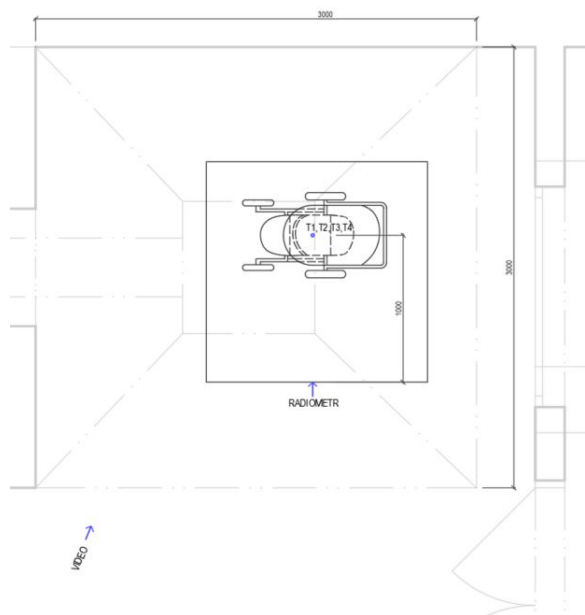
V teoretické části práce bylo zjištěno, že ÚC vždy musí zajistit bezpečný pohyb obyvatel. Proto by se na těchto cestách neměly vyskytovat předměty, které by pohyb osob omezovaly (s výjimkami předmětů uvedenými pro jednotlivé státy). Přesto, že se legislativa jednotlivých států uvedených v diplomové práci na tomto požadavku shoduje, skutečný stav ÚC je v mnoha případech odlišný.

V praktické části diplomové práce došlo k uskutečnění 5 požárních experimentů. Ze sledovaných rizikových faktorů, které by mohly mít negativní dopad zejména na člověka, bylo experimentálně zjištěno, že největší nebezpečí představuje viditelnost. Ta byla pro všechny experimenty shledána jako nevyhovující, neboť pokaždé dosahovala nepříznivých hodnot.

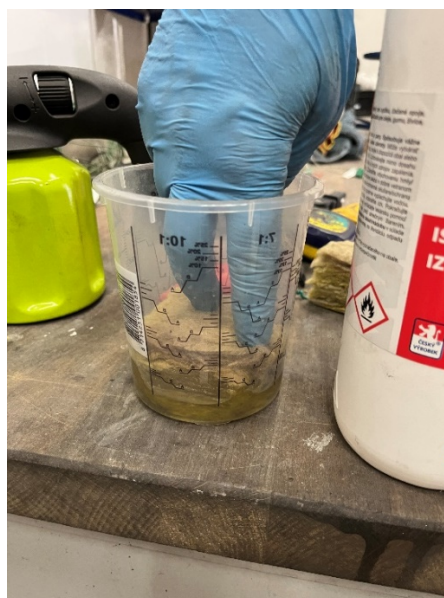
Výsledky numerického modelu potvrzují, že i případ požáru jediného kočárku na ÚC představuje pro člověka nebezpečí. Z kapitoly analýza výsledků vychází, že jediné kritérium přijatelnosti pro koncentraci CO bylo vyhovující a ostatní kritéria byla překročena. Na základě těchto zjištění by takové prostředí při skutečné situaci představovalo pro člověka nebezpečí. Zde je důležité zopakovat, že vstupní hodnoty do výpočetního modelu vycházely z 1. experimentu, který byl shledán jako nejméně nebezpečný a zároveň poskytl nejpřesnější sledované hodnoty, neboť v jeho průběhu nedocházelo k odpadávání materiálu mimo váhu.

Z výše uvedených informací má výskyt předmětů na ÚC pouze negativní dopady. Není však výjimkou se na ÚC setkat s nejrůznějšími předměty, kterými mohou být: kočárek, nábytek, skútr, motocykl, elektrokolo, matrace, odpad, dekorace. Všechny tyto předměty zužují šířku ÚC. Dále mohou přispívat k šíření požáru, ztěžovat nejen evakuaci obyvatel postiženého objektu, ale i protipožární zásah. Z těchto důvodů by mělo dojít ke zvýšení povědomí o nebezpečí, které ponechané předměty na ÚC představují.

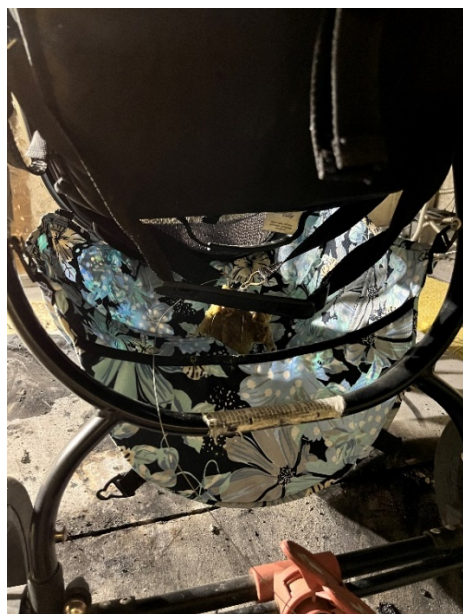
## 7 Obrazová příloha



Obrázek 7-1 Půdorysné uspořádání experimentu



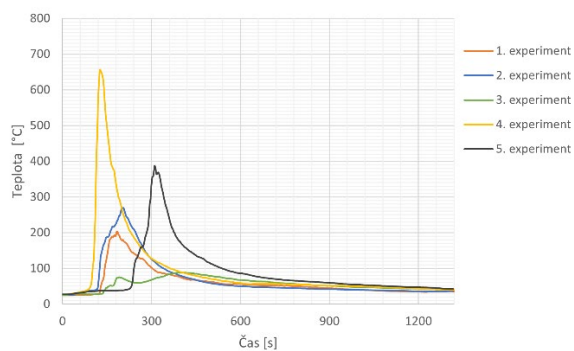
Obrázek 7-2 Namáčení minerální vaty v isopropanolu



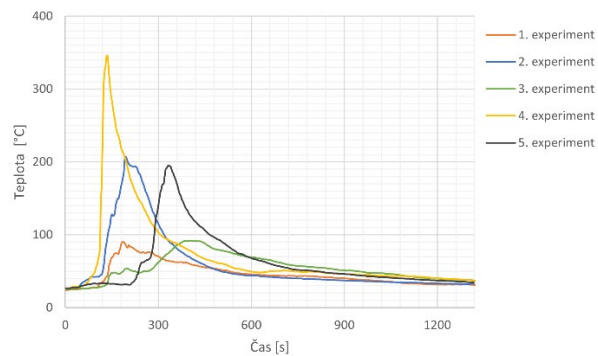
Obrázek 7-3 Připevnění nasáklé minerální vaty



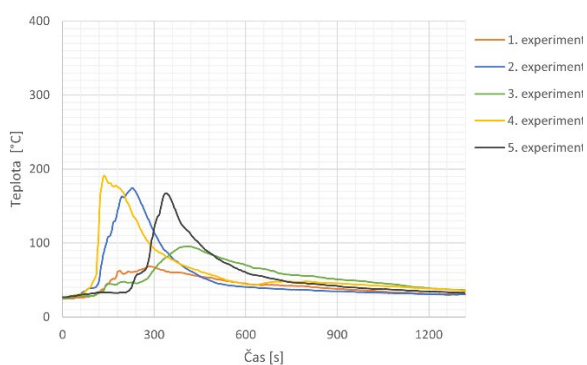
Obrázek 7-4 Vážení dečky



**Obrázek 7-5** Průběh teplot naměřený termočlánkem T2



**Obrázek 7-6** Průběh teplot naměřený termočlánkem T3



**Obrázek 7-7** Průběh teplot naměřený termočlánkem T4



**Obrázek 7-8** Vzorky výstužné desky sedáku pro materiálovou analýzu



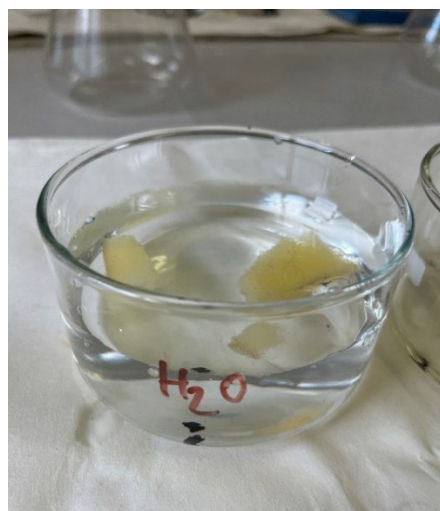
**Obrázek 7-9** Vzorky spodní výplně sedáku pro materiálovou analýzu



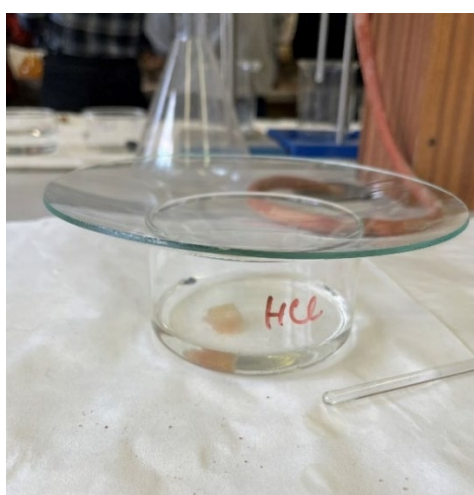
**Obrázek 7-10** Vzorky prvku pro upevnění předního kola pro materiálovou analýzu



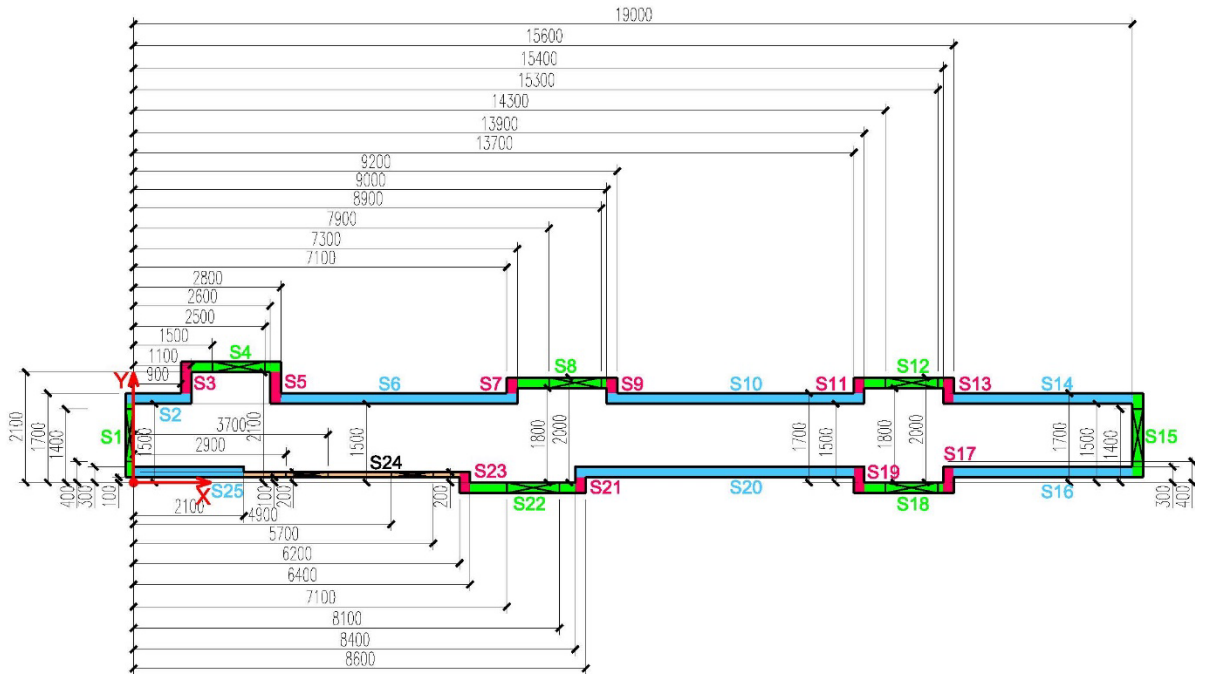
Obrázek 7-11 Vzorky materiálů v acetonu



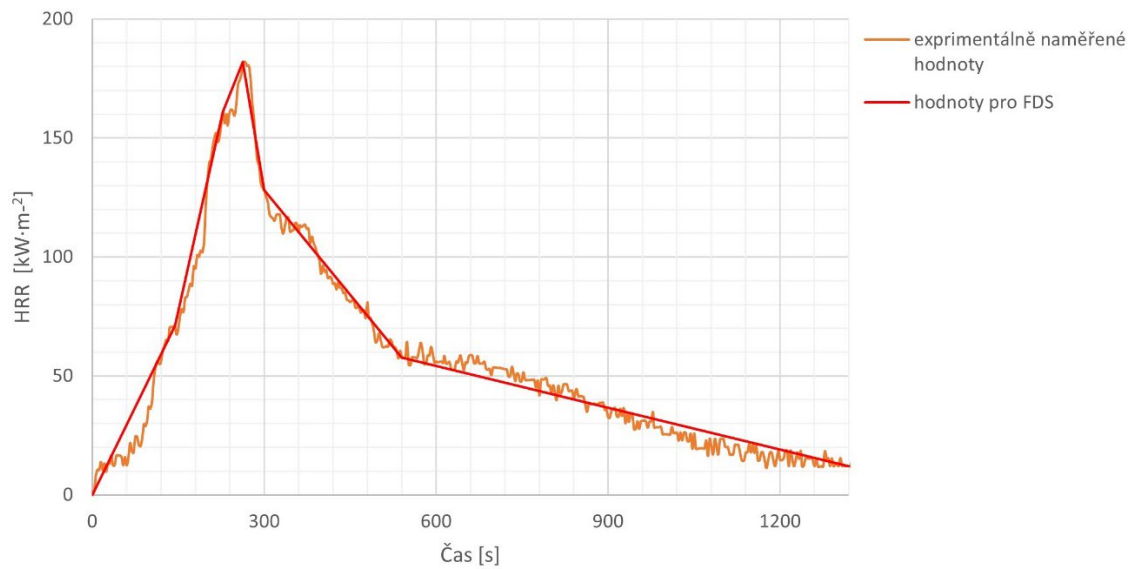
Obrázek 7-12 Vzorky materiálů ve vodě



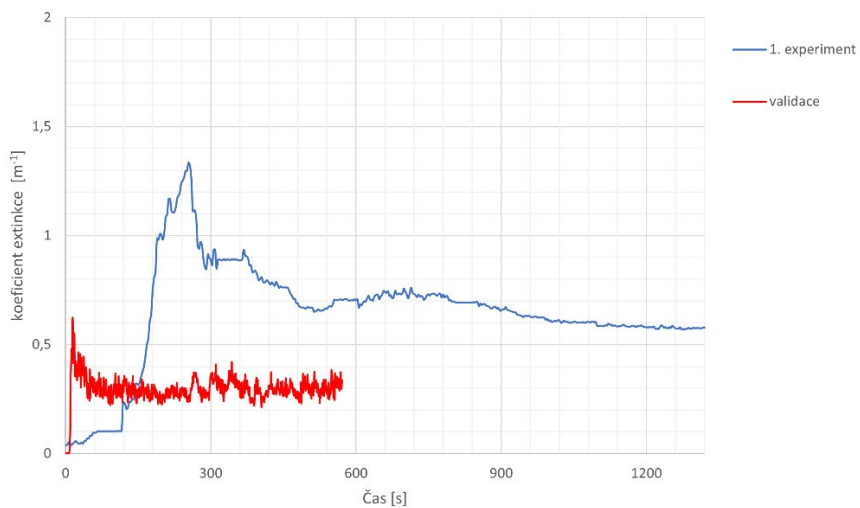
Obrázek 7-13 Vzorky materiálů v kyselině chlorovodíkové



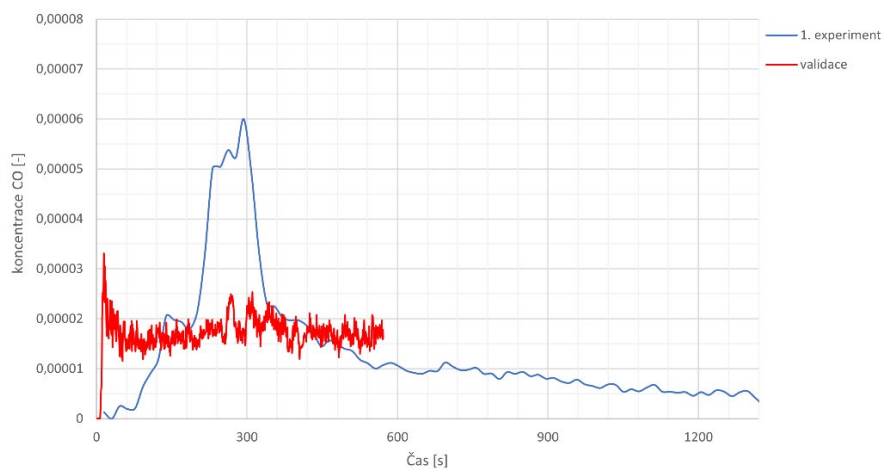
Obrázek 7-14 Půdorysné schéma chodby



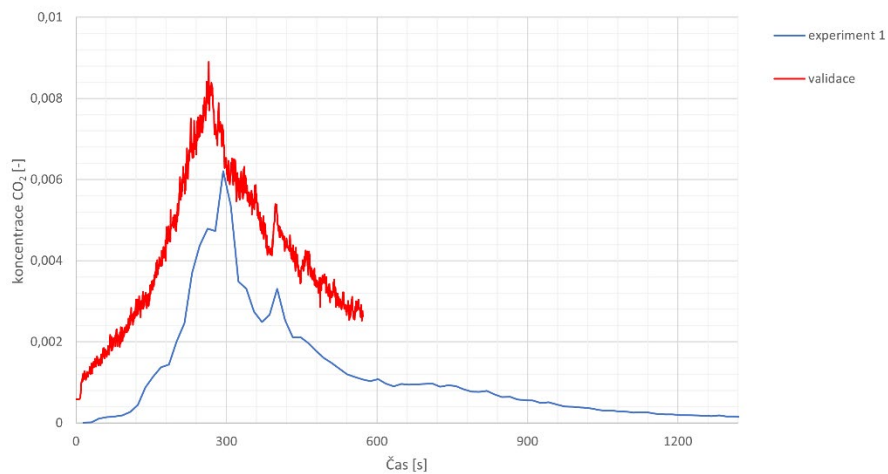
Obrázek 7-15 Zjednodušené HRR, experiment č.1



Obrázek 7–16 Hodnoty koeficientu extinkce

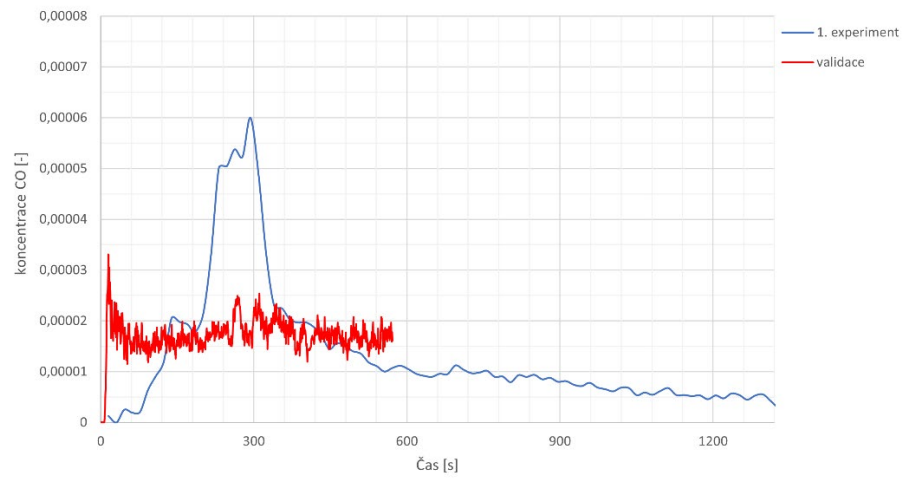


Obrázek 7–17 Hodnoty koncentrace CO



Obrázek 7–18 Hodnoty koncentrace CO<sub>2</sub>





Obrázek 7-19 Hodnoty koncentrace HCN

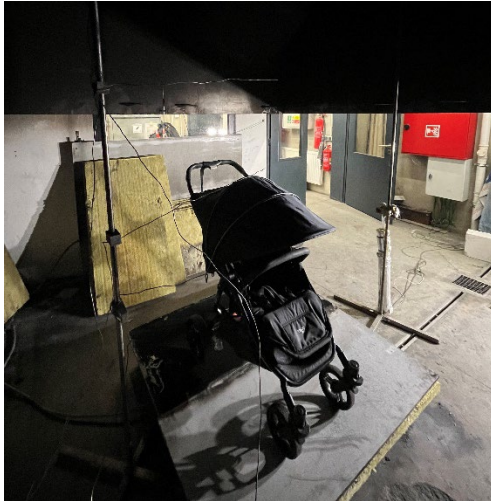
## 8 Fotodokumentace experimentů



Obrázek 8-1 Kočárky podrobené požární zkoušce



Obrázek 8-2 Výpočetní kout požární laboratoře



Obrázek 8–3 Uspořádání požární zkoušky



Obrázek 8–4 Ochranný kryt kamery před účinky požáru



Obrázek 8–5 Ochrana podlahy a kabelových tras před požárem



Obrázek 8–6 První okamžiky započatého experimentu č.1



Obrázek 8–7 Likvidace zbytků po ukončení experimentu



Obrázek 8–8 Iniciací požáru pro experiment č. 2



a)



b)



c)



d)

Obrázek 8–9 Průběh experimentu č. 2



**Obrázek 8–10** Celkové zbytky po všech 5 experimentech

---

## Literatura

- [1] ČSN 73 0802 ed. 2 Požární bezpečnost staveb - Nevýrobní objekty [online]. B.m.: Česká agentura pro standardizaci. říjen 2020. Dostupné z: <https://csnonlinefirmy.agentura-cas.cz/>
- [2] Statistická ročenka Hasičského záchranného sboru České republiky 2022 [online]. B.m.: Ministerstvo vnitra-generální ředitelství Hasičského záchranného sboru České republiky. Dostupné z: <https://www.hzscr.cz/clanek/statisticke-rocenky-hasicskeho-zachranneho-sboru-cr.aspx>
- [3] ČSN 73 0833 Požární bezpečnost staveb - Budovy pro bydlení a ubytování [online]. B.m.: Česká agentura pro standardizaci. září 2010. Dostupné z: <https://csnonlinefirmy.agentura-cas.cz/>
- [4] INFO@AION.CZ, AION CS-. 23/2008 Sb. Vyhláška o technických podmínkách požární ochrany staveb. *Zákony pro lidi* [online]. 8. únor 2003 [vid. 2023-03-08]. Dostupné z: <https://www.zakonyprolidi.cz/cs/2008-23>
- [5] NEUGEBAUER, Tomáš. *Umístění předmětů na únikových cestách* [online]. 26. leden 2017 [vid. 2023-05-20]. Dostupné z: [https://bozppo-neu.cz/?page\\_id=1135](https://bozppo-neu.cz/?page_id=1135)
- [6] *Hasičský záchranný sbor Jihočeského kraje* [online]. [vid. 2023-05-20]. Dostupné z: [http://www.hzsch.cz/index.php?id\\_kat=173&thread=&id\\_h=6&id\\_m=0](http://www.hzsch.cz/index.php?id_kat=173&thread=&id_h=6&id_m=0)
- [7] TALICHOVÁ, Martina. *Odborný článek: OČMU pro střední školy – Únikové cesty* [online]. [vid. 2023-05-20]. Dostupné z: <https://clanky.rvp.cz/clanek/c/G/23084/ocmu-pro-stredni-skoly-unikove-cesty.html>
- [8] HAWKINS, Jamie. Hotel owners guilty of blocking escape routes with mattresses. *DevonLive* [online]. 16. červen 2018 [vid. 2023-05-20]. Dostupné z: <https://www.devonlive.com/news/devon-news/sherwood-palm-hotel-owners-who-1684424>
- [9] Fire Protection Deficiencies: Blocked Exits. *Fire Protection Deficiencies* [online]. 12. květen 2016 [vid. 2023-05-20]. Dostupné z: <http://fireprotectiondeficiencies.blogspot.com/2016/05/blocked-exits.html>
- [10] TOMAN, Stanislav. Požární větrání chráněných únikových cest, navrhování a některé problémy. *TZB-info* [online]. 18. duben 2016 [vid. 2023-05-02]. Dostupné z: <https://www.tzb-info.cz/pozarni-bezpecnost-staveb/7575-pozarni-vetrani-chranenych-unikovych-cest-navrhovani-a-nektere-problemy>
- [11] *Approved Document B Volume1, 2019 edition* [online]. B.m.: HM Government. Dostupné z: [https://assets.publishing.service.gov.uk/government/uploads/system/uploads/attachment\\_data/file/1124733/Approved\\_Document\\_B\\_fire\\_safety\\_volume\\_1\\_-\\_Dwellings\\_2019\\_edition\\_incorporating\\_2020\\_and\\_2022\\_amendments.pdf](https://assets.publishing.service.gov.uk/government/uploads/system/uploads/attachment_data/file/1124733/Approved_Document_B_fire_safety_volume_1_-_Dwellings_2019_edition_incorporating_2020_and_2022_amendments.pdf)
- [12] *Fire safety in the design, management and use of residential buildings: code of practice* [online]. Second edition, revised. London, UK: BSI Standards Limited, 2016. ISBN 978-0-580-96356-8. Dostupné z: [https://assets.grenfelltowerinquiry.org.uk/BSI0000059\\_BS%209991\\_2015%20Fire%20safety%20in%20the%20design%2C%20management%20and%20use%20of%20residential%20buildings%20-%20code%20of%20practice%20%28Incorporating%20Corrigendum%20No.%201%29\\_0.pdf](https://assets.grenfelltowerinquiry.org.uk/BSI0000059_BS%209991_2015%20Fire%20safety%20in%20the%20design%2C%20management%20and%20use%20of%20residential%20buildings%20-%20code%20of%20practice%20%28Incorporating%20Corrigendum%20No.%201%29_0.pdf)

- [13] *Bygningsreglementets vejledning til kap 5 - Brand, Kapitel 2: Evakuering og redning af personer* [online]. B.m.: Bolig- og Planstyrelsen. 8. únor 2021. Dostupné z: [https://bygningsreglementet.dk/-/media/Br/Kap\\_5\\_Brand/Vejledninger/Generel-vejledning/Kapitel-2/Kapitel-2-Evakuering-ver-02-2021-02-08.pdf](https://bygningsreglementet.dk/-/media/Br/Kap_5_Brand/Vejledninger/Generel-vejledning/Kapitel-2/Kapitel-2-Evakuering-ver-02-2021-02-08.pdf)
- [14] *Bygningsreglementets vejledning til kapitel 5 - Brand, Kapitel 7: Drift-, kontrol- og vedligehold af brandforhold i og ved bygninger* [online]. B.m.: Bolig- og Planstyrelsen. 4. březen 2021. Dostupné z: [https://bygningsreglementet.dk/-/media/Br/Kap\\_5\\_Brand/Vejledninger/Generel-vejledning/Kapitel-7/Kapitel-7-Drift-kontrol-og-vedligehold-ver-11.pdf](https://bygningsreglementet.dk/-/media/Br/Kap_5_Brand/Vejledninger/Generel-vejledning/Kapitel-7/Kapitel-7-Drift-kontrol-og-vedligehold-ver-11.pdf)
- [15] MINISTER SPRAW WEWNĘTRZNYCH I ADMINISTRACJI. *Rozporządzenie Ministra Spraw Wewnętrznych i Administracji w sprawie ochrony przeciwpożarowej budynków, innych obiektów budowlanych i terenów* [online]. 7. červen 2010 [vid. 2023-04-23]. Dostupné z: <https://lexlege.pl/rozporzadzenie-ministra-spraw-wewnetrznych-i-administracji-w-sprawie-ochrony-przeciwpozarowej-budynkow-innych-objektow-budowlanych-i-terenow/>
- [16] MINISTERSTWO INFRASTRUKTURY. *Rozporządzenie Ministra Infrastruktury w sprawie warunków technicznych, jakim powinny odpowiadać budynki i ich usytuowanie - tech. war. budynków* [online]. 12. květen 2002 [vid. 2023-04-23]. Dostupné z: <https://lexlege.pl/rozporzadzenie-ministra-infrastruktury-w-sprawie-warunkow-technicznych-jakim-powinny-odpowiadac-budynki-i-ich-usytuowanie/>
- [17] *Erläuternde Bemerkungen zu OIB-Richtlinie 2: Brandschutz* [online]. B.m.: Österreichisches Institut für Bautechnik. duben 2019. Dostupné z: [https://www.oib.or.at/sites/default/files/erlaeuternde\\_bemerkungen\\_richtlinie\\_2\\_12.04.19\\_rev.1.pdf](https://www.oib.or.at/sites/default/files/erlaeuternde_bemerkungen_richtlinie_2_12.04.19_rev.1.pdf)
- [18] *OIB - Richtlinie 2: Brandschutz* [online]. B.m.: Österreichisches Institut für Bautechnik. duben 2019. Dostupné z: [https://www.oib.or.at/sites/default/files/richtlinie\\_2\\_12.04.19\\_0.pdf](https://www.oib.or.at/sites/default/files/richtlinie_2_12.04.19_0.pdf)
- [19] *OIB-Richtlinie 4: Nutzungssicherheit und Barrierefreiheit* [online]. B.m.: Österreichisches Institut für Bautechnik. březen 2015. Dostupné z: [https://www.oib.or.at/sites/default/files/richtlinie\\_4\\_26.03.15\\_0.pdf](https://www.oib.or.at/sites/default/files/richtlinie_4_26.03.15_0.pdf)
- [20] GEORGIEV, Stefan a Claudia A RICCABONA-ZECHA. *Brandschutz in Mehrfamilienhäusern: Studie zur Sicherheit auf Fluchtwegen und Ausstattung mit Rauchwarnmeldern im privaten Bereich* [online]. B.m.: Kuratorium für Verkehrssicherheit. únor 2023. Dostupné z: [https://www.kfv.at/wp-content/uploads/2023/01/ENDBERICHT\\_Fluchtwege\\_Rauchwarnmelder\\_FINAL.pdf](https://www.kfv.at/wp-content/uploads/2023/01/ENDBERICHT_Fluchtwege_Rauchwarnmelder_FINAL.pdf)
- [21] *Fluchtwege - Notausgänge. Arbeitsinspektion* [online]. 4. srpen 2022 [vid. 2023-04-25]. Dostupné z: [https://www.arbeitsinspektion.gv.at/Arbeitsstaetten-\\_Arbeitsplaetze/Arbeitsstaetten-\\_Arbeitsplaetze\\_1/Fluchtwege\\_-\\_Notausgaenge.html](https://www.arbeitsinspektion.gv.at/Arbeitsstaetten-_Arbeitsplaetze/Arbeitsstaetten-_Arbeitsplaetze_1/Fluchtwege_-_Notausgaenge.html)
- [22] HAVLÍKOVÁ, Andrea. *Vliv viditelnosti na orientace osob při požáru*. Fakulta bezpečnostního inženýrství, 2012. Vysoká škola báňská - Technická univerzita Ostrava.
- [23] PERĐOCHOVÁ, Michaela. *FTIR analýza plynných zplodin hoření materiálů na bázi dřeva* [online]. B.m., 2012. Vysoká škola báňská - Technická univerzita Ostrava. Dostupné z: <https://dspace.vsb.cz/handle/10084/94274?show=full>



- [24] TRCHOVÁ, Miroslava. *Jak vibrují atomy v molekulách* [online]. B.m.: Ústav makromolekulární chemie Akademie věd ČR. [vid. 2023-10-29]. Dostupné z: <https://docplayer.cz/1558467-Jak-vibruji-atomy-v-molekulach.html>
- [25] STUART, Barbara. *Infrared spectroscopy: fundamentals and applications* [online]. B.m.: John Wiley & Sons. 2004. Dostupné z: <chrome-extension://efaidnbmnnnibpcajpcglclefindmkaj/http://library.iuc.res.in:8080/jspui/bitstream/123456789/41/1/Infra-Red%20Spectroscopy-Fundamentals%20%26%20Applications.pdf>
- [26] ČSN 73 0810 *Požární bezpečnost staveb - Společná ustanovení* [online]. B.m.: Česká agentura pro standardizaci. červen 2016. Dostupné z: <https://csnonlinefirmy.agentura-cas.cz/>
- [27] ČSN 73 4301 *Obytné budovy* [online]. B.m.: Česká agentura pro standardizaci. červen 2004. Dostupné z: <https://csnonlinefirmy.agentura-cas.cz/>
- [28] CARLSSON, Emil. *External Fire Spread to Adjoining Buildings* [online]. B.m.: Department of Fire Safety Engineering, Lund University. 1999. Dostupné z: <http://lup.lub.lu.se/student-papers/record/1767229/file/1769987.pdf>
- [29] HEJTMÁNEK, Petr, Eva ŠOPÍKOVÁ, Marek LOKVENC a Petra ZÁMORSKÁ. Požární riziko dětského kočárku na chráněných únikových cestách. *TZB-info* [online]. 17. prosinec 2018 [vid. 2023-03-08]. Dostupné z: <https://www.tzb-info.cz/pozarni-bezpecnost-staveb/18406-pozarni-riziko-detskeho-kocarku-na-chranenych-unikovych-cestach>
- [30] POKORNÝ, Marek. *Výpočet odstupové vzdálenosti z hlediska sálání tepla, verze 03*. 2017
- [31] POKORNÝ, Jiří. *Korelace optické hustoty kouře a viditelnosti, prognóza viditelnosti* [online]. 1. leden 2004. Dostupné z: [https://www.researchgate.net/publication/274735848\\_Korelace\\_opticke\\_hustoty\\_koure\\_a\\_viditelnosti\\_progniza\\_viditelnosti](https://www.researchgate.net/publication/274735848_Korelace_opticke_hustoty_koure_a_viditelnosti_progniza_viditelnosti)
- [32] Výhřevnosti a měrné jednotky palivového dřeva. *TZB-info* [online]. [vid. 2023-12-03]. Dostupné z: <https://www.tzb-info.cz/tabulky-a-vypocty/12-vyhrevnosti-a-merne-jednotky-palivoveho-dreva>
- [33] STEC, Anna a Richard HULL. *Fire Retardancy of Polymeric Materials, Chapter 17: Fire Toxicity and its Assessment*. B.m.: Centre for Fire and Hazards Science. 2009
- [34] HEJTMÁNEK, Petr. Přednáška č. 2a, Požárnětechnické charakteristiky materiálů. In: [online]. ČVUT, Fakulta stavební. 28. září 2021. Dostupné z: <https://moodle-vyuka.cvut.cz/course/view.php?id=8355>
- [35] DINENNO, Philip J., SOCIETY OF FIRE PROTECTION ENGINEERS a NATIONAL FIRE PROTECTION ASSOCIATION, ed. *SFPE handbook of fire protection engineering*. 3. ed. Quincy, Mass: NFPA, National Fire Protection Association, 2002. ISBN 978-0-87765-451-3.
- [36] LOKVENC, Marek. *Evakuace osob z objektů vyhlídkových věží*. B.m., 2018. ČVUT.
- [37] *Fire in a communal hallway in a block of flats - Enfield* [online]. [vid. 2023-03-06]. Dostupné z: <https://www.london-fire.gov.uk/incidents/2023/march/fire-in-a-communal-hallway-in-a-block-of-flats-enfield/>

- [38] BALL. Evil arsonists set fire to toddler's PRAM in sickening attack. *PlymouthLive* [online]. 11. červen 2019 [vid. 2023-03-06]. Dostupné z: <https://www.cornwalllive.com/news/cornwall-news/evil-arsonists-set-fire-toddlers-2967499>
- [39] ROTT, Markus. Burning stroller: seven children injured in an apartment fire in Dortmund. *World Today News* [online]. 29. prosinec 2020 [vid. 2023-03-07]. Dostupné z: <https://www.world-today-news.com/burning-stroller-seven-children-injured-in-an-apartment-fire-in-dortmund/>
- [40] NEWPAGES.COM.MY. *Elderly woman rescued after mobility scooter catches fire - Oct 31, 2018, Singapore Awareness Program, Seminar | Fire Prevention Centre* [online]. [vid. 2023-03-07]. Dostupné z: <http://www.firepreventioncentre.org/index.php?ws=latestnews&nid=66663>
- [41] HOSÁK, Zdeněk. *HZS Olomouckého kraje - Požár kočárku v chodbách bytového domu v Přerově. - Hasičský záchranný sbor České republiky* [online]. [vid. 2023-03-20]. Dostupné z: <https://www.hzscr.cz/clanek/pozar-kocarku-v-chodbach-bytoveho-domu-v-prerove.aspx>
- [42] HACSIKOVÁ, Vladimíra. *HZS Olomouckého kraje - Požár společných prostor v panelovém domě v Prostějově - Hasičský záchranný sbor České republiky* [online]. [vid. 2023-03-20]. Dostupné z: <https://www.hzscr.cz/clanek/pozar-spolecnych-prostor-v-panelovem-dome-v-prostejove.aspx>
- [43] *Hasiči Úpice - www.hasiciupice.cz* [online]. [vid. 2023-03-21]. Dostupné z: <http://www1.hasiciupice.cz/fotogalerie/2010/po-upice-drhejny-kocarek-24-10-2010/>
- [44] Někdo zapálil na chodbě domu dětské kočárky. Asi úmyslně. *Krkonošský deník* [online]. 2010 [vid. 2023-03-21]. Dostupné z: <https://krkonosky.denik.cz/pozary/nekdo-zapalil-na-chodbe-domu-detske-kocarky-asi-um.html>
- [45] *K požáru odpadu na chodbě bytového domu byli vysláni hasiči do... | POŽÁRY.cz* [online]. 29. leden 2023 [vid. 2023-03-21]. Dostupné z: <https://www.pozary.cz/clanek/268395-k-pozaru-odpadu-na-chodbe-bytoveho-domu-byli-vyslani-hasici-do/>
- [46] REDAKCE. Foto: Kvůli požáru popelnice museli hasiči evakuovat z bytového domu deset lidí. *Pražský deník* [online]. 2022 [vid. 2023-03-21]. Dostupné z: <https://prazsky.denik.cz/pozary/foto-kvuli-pozaru-popelnice-museli-hasici-evakuovat-z-bytoveho-domu-deset-lidi.html>
- [47] PERDOCH, Jaroslav. Požár v Ostravě-Vítkovicích, který si vyžádal 9 zraněných, založil žhář. *Moravskoslezský deník* [online]. 2019 [vid. 2023-03-22]. Dostupné z: <https://moravskoslezsky.denik.cz/zlociny-a-soudy/zhar-zalozil-v-dome-pozar-pak-sledoval-hasice-20190403.html>
- [48] BÍLKOVÁ, Pavlína. Hasiči zachránili při požáru v bytovém domě v Dolním Kořenově čtyři lidi. *Týdeník Policie* [online]. 15. listopad 2017 [vid. 2023-03-26]. Dostupné z: <https://tydenikpolicie.cz/hasici-zachranili-pri-pozaru-v-bytovem-dome-v-dolnim-korenove-ctyri-lidi/>
- [49] LOUDOVÁ, Daniela. Na ubytovně zasahovali hasiči, hořela tam matrace. *Klatovský deník* [online]. 2020 [vid. 2023-03-26]. Dostupné z: <https://klatovsky.denik.cz/pozary/na-ubytovne-zasahovali-hasici-horela-tam-matrace-20200923.html>

- [50] *Panelák v Děčíně vzplál od kočárku, policie vyšetřuje obecné ohrožení - Novinky* [online]. [vid. 2023-03-26]. Dostupné z: <https://www.novinky.cz/clanek/krimi-panelak-v-decine-vzplal-od-kocarku-policie-vysetruje-obecne-ohrozeni-40343525>
- [51] *HZS Plzeňského kraje - Požár kočárku na chodbě panelového domu v Plzni se škodami za půl milionu korun - Hasičský záchranný sbor České republiky* [online]. [vid. 2023-03-27]. Dostupné z: <https://www.hzscr.cz/clanek/pozar-kocarku-na-chodbe-paneloveho-domu-v-plzni-se-škodami-za-pul-milionu-korun.aspx>
- [52] ŽAHOURKOVÁ, Martina. *Na chodbě domu hořely dětské kočárky | POŽÁRY.cz* [online]. 25. říjen 2007 [vid. 2023-03-22]. Dostupné z: <https://www.pozary.cz/clanek/8573-na-chodbe-domu-horely-detske-kocarky/>
- [53] *Požár motocyklu na chodbě panelového domu | POŽÁRY.cz* [online]. 20. srpen 2008 [vid. 2023-03-07]. Dostupné z: <https://www.pozary.cz/clanek/25645-pozar-motocyklu-na-chodbe-paneloveho-domu/>
- [54] *Parkovat motorku v chodbě není dobrý nápad | POŽÁRY.cz* [online]. 13. červenec 2005 [vid. 2023-03-27]. Dostupné z: <https://www.pozary.cz/clanek/3759-parkovat-motorku-v-chodbe-neni-dobry-napad/>
- [55] SEJKORA, Jiří. *Policie hledá toho, kdo zapálil kočárek. Pardubický deník* [online]. 2017 [vid. 2023-03-27]. Dostupné z: <https://pardubicky.denik.cz/zlociny-a-soudy/policie-hleda-toho-kdo-zapalil-kocarek-20170210.html>
- [56] *Policie hledá žháře, který založil oheň na chodbě liberecké bytovny. iDNES.cz* [online]. 2. prosinec 2015 [vid. 2023-03-27]. Dostupné z: [https://www.idnes.cz/liberec/zpravy/ohen-pozar-zhar-hasic-ubytovna.A151202\\_095736\\_liberec-zpravy\\_ddt](https://www.idnes.cz/liberec/zpravy/ohen-pozar-zhar-hasic-ubytovna.A151202_095736_liberec-zpravy_ddt)
- [57] WWW.NASEJABLONECKO.CZ, *Naše Jablonecko | Pomocí výškové techniky hasiči zachránili v Liberci dva dospělé a dítě* [online]. [vid. 2023-03-27]. Dostupné z: <https://www.nasejablonecko.cz/jablonecko-aktualne/pomoci-vyskove-techniky-hasici-zachranili-v-liberci-dva-dospele-a-di-te/?aktualitaId=40120&fbclid=IwAR2s5xjQnTraU6LRMEXISsgEQoxUYTvSVtWT1mhUNijGPhrh2G0RIYM5Fqo>
- [58] SUCHÁNKOVÁ, Vlasta. *Neznámý žhář zapálil kočárek na chodbě bytového domu, požár se rozšířil a škoda je sto tisíc korun | POŽÁRY.cz* [online]. 9. duben 2013 [vid. 2023-03-27]. Dostupné z: <https://www.pozary.cz/clanek/64196-neznamy-zhar-zapalil-kocarek-na-chodbe-bytoveho-domu-pozar-se-rozsiril-a-škoda-je-sto-tisic-korun/>
- [59] *Singapore man dies in Woodlands elevator after e-vehicle bursts into flames: SCDF | Coconuts.* <https://coconuts.co/> [online]. [vid. 2023-04-09]. Dostupné z: <https://coconuts.co/singapore/news/singapore-man-dies-in-woodlands-elevator-after-e-vehicle-bursts-into-flames-scdf/>
- [60] LI, Liming, Bo LIU, Wei ZHENG, Xiaochuan WU, Liwei SONG a Wenhui DONG. *Investigation and numerical reconstruction of a full-scale electric bicycle fire experiment in high-rise residential building. Case Studies in Thermal Engineering* [online]. 2022, **37**, 102304. ISSN 2214-157X. Dostupné z: doi:10.1016/j.csite.2022.102304
- [61] *Electric bike sparked Beijing fire. News24* [online]. [vid. 2023-04-09]. Dostupné z: <https://www.news24.com/news24/electric-bike-sparked-beijing-fire-20110426>

- [62] HUANG, Hong Sheng, ChingYuan LIN, Shiuan-Cheng WANG, Chunghwei SU a LiPeng CHEN. Stack effects in tall building fires: a case study of Taiwan old apartment fire. *Scientific Reports* [online]. 2022, **12**, 8963. Dostupné z: doi:10.1038/s41598-022-13118-z
- [63] Electric scooter lets out around 30 balls of fire while charging in China - video Dailymotion. *Dailymotion* [online]. 22. říjen 2019 [vid. 2023-03-07]. Dostupné z: <https://www.dailymotion.com/video/x7my1h0>
- [64] DOBSON, Ron. *Fire safety guidance note Fires in Communal Areas - Information for External Partners GH84* [online]. B.m.: London Fire Brigade. 2. březen 2016. Dostupné z: <https://modgov.lbbd.gov.uk/Internet/documents/s135033/Appendix%201%20LFB-Fires%20in%20Communal%20Areas.pdf>

## Příloha 1 – Listy požáru

### Požár 1

Lokalita	Velká Británie, Londýn, Enfield, Ayley Croft
Datum	6.3.2023
Specifikace objektu	11podlažní bytový dům
Denní doba	Noc (00:56)
Místo vzniku požáru	5. NP, chodba
Příčina	Neznámá, probíhá vyšetřování
Co hořelo	Nespecifikováno
Zásah HZS	6 hasičských vozů, ca 40 hasičů, použita dýchací aparatura
Délka zásahu	1 h
Evakuace	Muž z bytu sousedícího s požárem byl odveden do bezpečí za pomoci hasičů. Zbylí rezidenti opustili objekt bez pomoci.
Další okolnosti požáru	V bytě muže nebyl funkční kouřový hlásič.
Následky	Muž byl na místě ošetřen záchranou službou kvůli nadýchání kouře. Došlo k poničení části chodby.
Finanční rozsah škod	Nedostupná informace
Počet obětí	0
Fotodokumentace	---
Zdroj	[37]


## Požár 2

Lokalita	Velká Británie, Cornwall, Torpoint
Datum	11.6.2019
Specifikace objektu	4podlažní bytový dům
Denní doba	Noc
Místo vzniku požáru	Přízemí, prostor schodiště
Příčina	Žhářství
Co hořelo	Kočárek
Zásah HZS	Žádný
Délka zásahu	---
Evakuace	Neproběhla
Další okolnosti požáru	Nespustil se žádný alarm, absence kouřových hlásičů.
Následky	Zakouření schodiště do 2. NP, zničený kočárek
Finanční rozsah škod	Nedostupná informace
Počet obětí	0
Fotodokumentace	
Zdroj	[38]

**Požár 3**


Lokalita	Německo, Dortmund
Datum	29.12.2020
Specifikace objektu	Bytový dům
Denní doba	Den (poledne)
Místo vzniku požáru	Prostor schodiště
Příčina	Žhářství
Co hořelo	Kočárek
Zásah HZS	Neznámá specifikace zásahu
Délka zásahu	---
Evakuace	Neznámý průběh
Další okolnosti požáru	Týden před touto událostí došlo též ke žhářství v severní části Dortmundu. 2 kočárky byly zapálené v bytovém dome.
Následky	Několik obyvatel, včetně 7 dětí, se intoxikovalo kouřem.
Finanční rozsah škod	Nedostupná informace
Počet obětí	0
Fotodokumentace	---
Zdroj	[39]

**Požár 4**


Lokalita	Singapur, Bedok
Datum	27.10.2018
Specifikace objektu	Bytový dům pro seniory
Denní doba	Den (14:30)
Místo vzniku požáru	5. NP, chodba
Příčina	Neznámá
Co hořelo	Mobilní skútr pro seniory
Zásah HZS	Neznámá specifikace zásahu
Délka zásahu	---
Evakuace	70letá žena, jejíž skútr zahořel, byla zachráněna sousedem, který pohotově reagoval a ženě pomohl ven z bytu.
Další okolnosti požáru	Požár byl uhašen vodou před příjezdem HZS .
Následky	Požár zničil další skútr a přilehlé konstrukce. Žádná zranění nebyla nahlášena.
Finanční rozsah škod	Nedostupná informace
Počet obětí	0
Fotodokumentace	
Zdroj	[40]




**Požár 5**

Lokalita	Česká republika, Přeřov, ulice Husova
Datum	18.12.2019
Specifikace objektu	Bytový dům
Denní doba	Noc (1:17)
Místo vzniku požáru	Chodba v přízemí
Příčina	Neznámá
Co hořelo	Kočárek a část rozvaděčové skříně
Zásah HZS	Na místě zasahovaly 3 jednotky: HZS Přeřov, HZSp SŽDC Přeřov a dobrovolní hasiči Přeřov;
Délka zásahu	Rychlá lokalizace a likvidace požáru + následovné ochlazování a odvětrání zakouřených prostor pomocí přetlakové ventilace.
Evakuace	Nebyla nutná
Další okolnosti požáru	---
Následky	Jeden obyvatel objektu se dostal do péče ZZS Olomouckého kraje
Finanční rozsah škod	Nedostupná informace
Počet obětí	0
Fotodokumentace	
Zdroj	[41]


**Požár 6**

Lokalita	Česká republika, Prostějov, ulice Finská
Datum	9.8.2012
Specifikace objektu	Panelový dům
Denní doba	Den (19:13)
Místo vzniku požáru	Společné prostory v přízemí
Příčina	Neznámá
Co hořelo	Starý odložený nábytek
Zásah HZS	Na místě zasahovaly 3 jednotky: HZS Prostějov, dobrovolní hasiči z Vrahovic a Žešova
Délka zásahu	---
Evakuace	Nebyla nutná
Další okolnosti požáru	Zasažená místnost dříve plnila úlohu kolárny a kočárkárny. Odložený nábytek nepatřil žádnému nájemníkovi a byl určen k odvozu na sběrný dvůr.
Následky	Silné zakouření způsobené obložením stropu polystyrenem
Finanční rozsah škod	200 000 Kč
Počet obětí	0
Fotodokumentace	
Zdroj	[42]


**Požár 7**

Lokalita	Česká republika, Úpice, ulice Dr. A. Hejny
Datum	24.10.2010
Specifikace objektu	2podlažní bytový dům
Denní doba	Noc (po 5. hodině)
Místo vzniku požáru	Chodba 1.NP
Příčina	Úmyslné či nedbalostní jednání neznámé osoby
Co hořelo	2 dětské kočárky
Zásah HZS	Na místě zasahovali dobrovolní hasiči z města Úpice
Délka zásahu	---
Evakuace	Neznámý průběh
Další okolnosti požáru	---
Následky	Silné zakouření, poškození: dveří od bytu, okna nad vstupními dveřmi do domu, elektroinstalace a malby chodby
Finanční rozsah škod	65 000 Kč
Počet obětí	0
Fotodokumentace	
Zdroj	[43], [44]


**Požár 8**

Lokalita	Česká republika, Frýdlant, ulice Sídlištní
Datum	29.1.2023
Specifikace objektu	Bytový dům
Denní doba	Noc (kolem 1:00)
Místo vzniku požáru	Chodba
Příčina	V šetření
Co hořelo	Odpad
Zásah HZS	HZS zlikvidovali požár jedním vodním proudem.
Délka zásahu	30 min
Evakuace	Hasiči museli vyvádět osoby z jednotlivých bytů ven z důvodu zakouření celého objektu
Další okolnosti požáru	---
Následky	3 osoby nadýchané zplodinami hoření musely být předány do péče ZZS.
Finanční rozsah škod	Nedostupná informace
Počet obětí	0
Fotodokumentace	
Zdroj	[45]


**Požár 9**

Lokalita	Česká republika, Praha 2, ulice Trojická
Datum	17.12.2022
Specifikace objektu	Bytový dům
Denní doba	Noc (brzké ranní hodiny)
Místo vzniku požáru	Chodba
Příčina	Neznámá
Co hořelo	Popelnice ve vstupní chodbě
Zásah HZS	HZS zlikvidovali požár jedním vodním proudem. Použili přetlakovou ventilaci k odvětrání objektu a pro průzkum bytových jednotek v horních patrech domu byla použita výšková technika.
Délka zásahu	---
Evakuace	Hasiči bylo ze zakouřeného domu zachráněno 10 osob, z toho jedna byla vyvedena s vyváděcí maskou.
Další okolnosti požáru	V době příjezdu HZS jednotek se oheň rozšířil na vstupní dveře, rákosové podbití stropu a markýzu umístěnou v těchto prostorech.
Následky	Došlo k poškození 4 plastových popelnic a 2 dveří.
Finanční rozsah škod	Odhad 300 000 Kč
Počet obětí	0
Fotodokumentace	
Zdroj	[46]


**Požár 10**

Lokalita	Česká republika, Ostrava - Vítkovice, ulice Obránců míru
Datum	27.3.2019
Specifikace objektu	3podlažní bytový dům
Denní doba	Den (dopolední hodiny)
Místo vzniku požáru	Chodba
Příčina	Žhář
Co hořelo	Dětský kočárek
Zásah HZS	2 jednotky HZS ze stanic Zábřeh a Fifejda, včetně automobilového žebříku AZ 30 Camiva
Délka zásahu	K uhašení požáru hasiči došlo během 5 min.
Evakuace	Hasiči vyváděli osoby ze zakouřeného objektu s vyváděcí maskou. Jedna osoba vyskočila z 2. NP.
Další okolnosti požáru	Recidivista, který požár způsobil byl již 20x trestaný.
Následky	Došlo ke zranění 9 osob, mezi nimi se nacházeli: těhotná žena, 2 senioři a 3 děti a osoba, která vyskočila z okna. Úrazy si vyžádaly přítomnost ZZS.
Finanční rozsah škod	Odhad 300 000 Kč
Počet obětí	0
Fotodokumentace	
Zdroj	[47]

**Požár 11**

Lokalita	Česká republika, Dolní Kořenov
Datum	15.11.2017
Specifikace objektu	2podlažní bytový dům
Denní doba	Noc (4:57)
Místo vzniku požáru	Chodba 1.NP
Příčina	Pravděpodobně nedbalost při kouření či zacházení s otevřeným ohněm
Co hořelo	Dětský kočárek
Zásah HZS	Zasahovaly jednotky druhého stupně požárního poplachu.
Délka zásahu	K uhašení požáru hasiči došlo během 30 min.
Evakuace	Hasiči museli vyvádět osoby kvůli zakouření objektu, z toho 4 za pomoci vyváděcí masky. (2 dospělé osoby, 2 děti)
Další okolnosti požáru	Pomocí rozbrušovací pili hasiči rozebrali podlahu a dohasili skrytá ohniska.
Následky	Kvůli nadýchání zplodin hoření musela být jedna žena transportována ZZS do nemocničního zařízení .
Finanční rozsah škod	Odhad 50 000 Kč
Počet obětí	0
Fotodokumentace	
Zdroj	[48]

**Požár 12**


Lokalita	Česká republika, Klatovy, ulice Franty Šumavského
Datum	23.9.2020
Specifikace objektu	2podlažní ubytovna
Denní doba	Den (odpolední hodiny)
Místo vzniku požáru	Chodba v mezipatře
Příčina	Žhářství
Co hořelo	Matrace
Zásah HZS	---
Délka zásahu	---
Evakuace	---
Další okolnosti požáru	Byla nasazena přetlaková i přirozená ventilace.
Následky	Došlo k ohoření hydrantové skříně a zdi.
Finanční rozsah škod	Nedostupná informace
Počet obětí	0
Fotodokumentace	
Zdroj	[49]




**Požár 13**

Lokalita	Česká republika, Děčín, Májová ulice
Datum	26.11.2020
Specifikace objektu	8podlažní bytový dům
Denní doba	Den (kolem 9.hodiny)
Místo vzniku požáru	Chodba přízemí
Příčina	Pravděpodobně zhářství
Co hořelo	Kočárek
Zásah HZS	3 hasičské jednotky zasahovaly
Délka zásahu	---
Evakuace	Kouř se rozšířil po celém domě, a tak muselo být evakuováno 95 osob za pomoci hasičů a policie.
Další okolnosti požáru	---
Následky	Plameny poškodily elektroinstalaci a kouř se dostal do celého objektu. Několik osob se nadýchalo kouře a podstoupilo ošetření ZZS přímo na místě. 70 osob (zejména rodiny s dětmi) ze zasaženého objektu využilo možnost strávit noc v hotelu, neboť byla požárem přerušena možnost topení a prostory byly velmi začouzené.
Finanční rozsah škod	Odhad 500 000 Kč
Počet obětí	0
Fotodokumentace	---
Zdroj	[50]


**Požár 14**

Lokalita	Česká republika, Plzeň, ulice Bzenecká
Datum	2.1.2013
Specifikace objektu	4podlažní bytový dům
Denní doba	Noc (kolem 20.hodiny)
Místo vzniku požáru	1.NP pod schodišťovým ramenem
Příčina	Neznámá
Co hořelo	Kočárek pro dvojčata
Zásah HZS	Zasahovaly 2 jednotky HZS: Plzeň-Košutka a Plzeň-Střed
Délka zásahu	Ca 1 h
Evakuace	V průběhu zásahu bylo hasiči evakuováno 10 osob.
Další okolnosti požáru	---
Následky	Došlo k poškození rozvodů kabelové televize a internetu, schodiště i byty znehodnotilo silné zakouření.
Finanční rozsah škod	Odhad 500 000 Kč + 15 000 Kč kočárek
Počet obětí	0
Fotodokumentace	
Zdroj	[51]


**Požár 15**

Lokalita	Česká republika, Náchod, ulice Pražská
Datum	24.10.2007
Specifikace objektu	4podlažní bytový dům
Denní doba	Den (kolem poledne)
Místo vzniku požáru	Společná chodba pod schodištěm v přízemí
Příčina	S největší pravděpodobností úmyslné založení
Co hořelo	3 kočárky
Zásah HZS	Zasahovali místní profesionální i dobrovolní hasiči. Po příjezdu ihned uzavřeli hlavní přívod plynu. Zničené kočárky vynesli ven a dohasili. Po uhašení odvětrali přirozeně i pomocí přetlakové ventilace prostory domu.
Délka zásahu	20 min
Evakuace	Hasiči museli evakuovat 12 osob.
Další okolnosti požáru	Kočárky se nacházely pod plynoměrem, u kterého došlo k poškození a úniku plynu.
Následky	Došlo k silnému zakouření celého 4podlažního objektu včetně několika bytů. 1 žena a 3 děti musely být převezeny do nemocnice, protože se nadýchaly zplodin hoření.
Finanční rozsah škod	100 000 Kč
Počet obětí	0
Fotodokumentace	 <p>(c) foto by holnews.wz.cz - michal fanto</p>
Zdroj	[52]


**Požár 16**

Lokalita	Česká republika, Praha 11, ulice Malenická
Datum	20.8.2008
Specifikace objektu	9podlažní bytový dům
Denní doba	Den (14:43)
Místo vzniku požáru	Mezipodesta schodiště v 1.NP
Příčina	Neznámá
Co hořelo	Motocykl
Zásah HZS	Zasahovaly jednotky HZS Praha ze stanic 4 – Chodov a 6 – Krč. Požár hasiči likvidovali 1C proudem.
Délka zásahu	---
Evakuace	---
Další okolnosti požáru	---
Následky	Zplodiny hoření začoudily celý schodišťový prostor. Ve 2 podlažích byly povrchově poškozeny rozvody elektroinstalace.
Finanční rozsah škod	Nedostupná informace
Počet obětí	0
Fotodokumentace	
Zdroj	[53]


**Požár 17**

Lokalita	Česká republika, Praha
Datum	13.7.2005
Specifikace objektu	Vícepodlažní bytový dům
Denní doba	Den (kolem 13.hodiny)
Místo vzniku požáru	Chodba v přízemí bytového domu
Příčina	Neznámá
Co hořelo	Motocykl YAMAHA XT600
Zásah HZS	Zasahovaly jednotky HZS Praha ze stanic 1 – Sokolská, 3 – Holešovice. Požár hasiči likvidovali tlakovou vodou.
Délka zásahu	---
Evakuace	Zachráněno bylo celkem 11 osob, hasiči použili v několika případech vyváděcí masky.
Další okolnosti požáru	---
Následky	Motocykl byl zcela zničen, zplodiny hoření poškodily malbu stěn a stropu v celé chodbě domu. 2 osoby byly převezeny k nemocničnímu ošetření.
Finanční rozsah škod	Nedostupná informace
Počet obětí	0
Fotodokumentace	
Zdroj	[54]

**Požár 18**

Lokalita	Česká republika, Holice
Datum	9.2.2017
Specifikace objektu	Bytový dům
Denní doba	Den (14:43)
Místo vzniku požáru	Prostor v blízkosti vchodových dveří bytového domu
Příčina	Žhárství
Co hořelo	Kočárek
Zásah HZS	---
Délka zásahu	---
Evakuace	---
Další okolnosti požáru	---
Následky	Došlo k ohoření zdiva a dveří.
Finanční rozsah škod	50 000 Kč (dveře, omítky) + 2 000 Kč (kočárek)
Počet obětí	0
Fotodokumentace	
Zdroj	[55]

**Požár 19**


Lokalita	Česká republika, Liberec, Kociánova ulice
Datum	30.11.2015
Specifikace objektu	2podlažní ubytovna
Denní doba	Noc (21:30)
Místo vzniku požáru	Chodba 1.NP
Příčina	Žhářství
Co hořelo	Kočárek
Zásah HZS	K objektu dorazilo 5 jednotek hasičů se 7 CAS a výškovou technikou. Požár byl zlikvidován vysokotlakým proudem vody. Jednotky, které se účastnily zásahu: HZS LK PS Liberec, dobrovolní hasiči Liberec - Vesec, Liberec - Pilínkov, Liberec - Vratislavice nad Nisou, Liberec – Růžodol.
Délka zásahu	Ca 30 min
Evakuace	Hustý dým na chodbě odřízl ÚC obyvatelům ve 2.NP. Z automobilového žebříku hasiči zachránili 2 dospělé a 1 dítě. Několik obyvatel opustilo objekt okny z 1.NP ještě před příjezdem hasičů.
Další okolnosti požáru	Požár se nerozšířil mimo zasaženou chodbu.
Následky	Nedošlo k žádnému zranění.
Finanční rozsah škod	12 000 Kč
Počet obětí	0
Fotodokumentace	
Zdroj	[56], [57]

**Požár 20**

Lokalita	Česká republika, Liberec, Švermova ulice
Datum	8.4.2013
Specifikace objektu	Bytový dům
Denní doba	Noc (před 4.h ranní)
Místo vzniku požáru	Chodba
Příčina	Úmyslné či nedbalostní chování
Co hořelo	Kočárek
Zásah HZS	---
Délka zásahu	---
Evakuace	---
Další okolnosti požáru	---
Následky	Došlo k rozšíření požáru na elektroinstalaci, odpady, vchodové dveře, omítky a zvonky.
Finanční rozsah škod	100 000 Kč
Počet obětí	0
Fotodokumentace	---
Zdroj	[58]



**Požár 21**

Lokalita	Singapur, Block 537 Woodlands Drive 16
Datum	2.6.2021
Specifikace objektu	10podlažní bytový dům
Denní doba	Noc (23:30)
Místo vzniku požáru	Výtah ve 2.NP
Příčina	Závada
Co hořelo	Elektrický skútr
Zásah HZS	Požár byl uhašen před příjezdem HZS.
Délka zásahu	---
Evakuace	Z bytového domu bylo preventivně policií evakuováno více než 90 obyvatel.
Další okolnosti požáru	Nedošlo k rozšíření požáru mimo výtah.
Následky	Majitel elektroskútru, který se nacházel v hořícím výtahu zemřel na následky požáru.
Finanční rozsah škod	Nedostupná informace
Počet obětí	1
Fotodokumentace	
Zdroj	[59]


**Požár 22**

Lokalita	Čína, Peking
Datum	25.4.2011
Specifikace objektu	4podlažní bytový dům
Denní doba	Noc (brzké ranní hodiny)
Místo vzniku požáru	Prostor schodiště
Příčina	Elektrická závada při nabíjení
Co hořelo	Elektrokolo
Zásah HZS	---
Délka zásahu	---
Evakuace	---
Další okolnosti požáru	Jednalo se o nelegálně postavený objek.
Následky	24 zraněných osob. 18 osob zemřelo
Finanční rozsah škod	Nedostupná informace
Počet obětí	18
Fotodokumentace	---
Zdroj	[60], [61]


**Požár 23**

Lokalita	Čína, Šen-čen
Datum	8/2018
Specifikace objektu	7podlažní bytový dům
Denní doba	Neznámá
Místo vzniku požáru	Vstup na schodiště
Příčina	Zkrat při nabíjení
Co hořelo	Elektrokolo
Zásah HZS	---
Délka zásahu	---
Evakuace	---
Další okolnosti požáru	---
Následky	Smrt 2 osob.
Finanční rozsah škod	Nedostupná informace
Počet obětí	2
Fotodokumentace	---
Zdroj	[60]

**Požár 24**

Lokalita	Taiwan, Tchaj-nan
Datum	17.3.2019
Specifikace objektu	7podlažní bytový dům
Denní doba	Noc (00:04)
Místo vzniku požáru	Suterén
Příčina	Podezření na žhářství
Co hořelo	3 motocykly
Zásah HZS	K požáru bylo vysláno 26 hasičských vozů a 65 hasičů
Délka zásahu	30 min
Evakuace	Vzhledem k absenci požárních hlásičů a poplachového systému nezaregistrovali obyvatelé vyšších pater požár včas a při evakuaci potřebovali asistenci hasičů, dohromady se jednalo o 39 osob. Evakuovány byly 3 objekty s celkem 54 domácnostmi. Podmínky evakuace byly vlivem silného zakouření výrazně ztížené.
Další okolnosti požáru	Šetření na místě ukázalo, že 8 schodišť vede do stejného suterénu, což zřejmě vytvořilo komínový efekt. Hořící motocykly se nacházely v blízkosti dveří schodiště. Protože prostor suterénu byl oddělený pouze dveřmi z mříží, netvořil tento uzávěr žádnou požární bariéru a kouř se šířil dále. Již po uplynulých 4 min požáru byli obyvatelé vystaveni velmi tvrdým požárním podmínkám.
Následky	15 osob bylo převezeno do nemocnice.
Finanční rozsah škod	Nedostupná informace
Počet obětí	0
Fotodokumentace	 <p>The photograph shows a dark, cluttered basement area with several motorcycles that appear to be charred or heavily damaged. A metal grille door is visible in the background. Labels with arrows point to the 'Grille door' and 'Burning motorcycles'. A red text box at the bottom of the image reads 'Burned situation of the basement'.</p>
Zdroj	[62]

**Požár 25**


Lokalita	Čína, Šan-tchou, Tai Ran lu
Datum	20.10.2019
Specifikace objektu	Bytový dům
Denní doba	Den (19:10)
Místo vzniku požáru	Přízemní chodba, vedle vstupu do bytové jednotky
Příčina	Zkrat při nabíjení
Co hořelo	Elektrický skútr
Zásah HZS	---
Délka zásahu	---
Evakuace	Neproběhla
Další okolnosti požáru	Dle videozáznamu požár trval 2 min. Nájemník oheň uhasil hasicím přístrojem.
Následky	Hustý dým pokrýl celou chodbu.
Finanční rozsah škod	Nedostupná informace
Počet obětí	0
Fotodokumentace	
Zdroj	[63]

Následující požáry (26-30) vychází z dokumentu Fire Safety Guidance Note [64]. Dokument byl zpracovaný v roce 2016 na základě informací o počtu požárů společných prostor bytových domů v Londýně. Průměrně dojde dle dokumentu k 600–700 takovým požárům ročně.


**Požár 26**

Lokalita	Velká Británie, Londýn
Datum	---
Specifikace objektu	Bytový dům
Denní doba	Neznámá
Místo vzniku požáru	Přízemí v blízkosti schodiště
Příčina	Žhárství
Co hořelo	Kočárek
Zásah HZS	---
Délka zásahu	---
Evakuace	21 osob z vyšších podlaží potřebovalo asistenci hasičů při evakuaci.
Další okolnosti požáru	Objekt se opakovaně potýkal s problematikou výskytu odložených kočárků, neboť bez výtahu v domě představovalo jeho přemístění do bytů ve vyšších NP obtíže.
Následky	2 lidé potřebovali lékařskou péči, neboť se nadýchali kouře.
Finanční rozsah škod	Nedostupná informace
Počet obětí	0
Fotodokumentace	---
Zdroj	[64]

**Požár 27**


Lokalita	Velká Británie, Londýn
Datum	---
Specifikace objektu	Bytový dům
Denní doba	Neznámá
Místo vzniku požáru	Chodba 2.NP
Příčina	Neznámá
Co hořelo	Skříň naplněna věcmi jednoho z obyvatel
Zásah HZS	Hasiči byli vybaveni dýchacími přístroji. Požár se jim podařilo potlačit pomocí jednoho hlavního proudu vody.
Délka zásahu	---
Evakuace	---
Další okolnosti požáru	Dveře vedoucí ze zasažené chodby na schodiště byly zablokované v otevřené pozici, a tak umožnily rozšíření kouře.
Následky	Škody vznikly působením kouře a tepla v prostorách vzniku požáru a přilehlé chodby. Nikdo z obyvatel nebyl zraněn.
Finanční rozsah škod	Nedostupná informace
Počet obětí	0
Fotodokumentace	
Zdroj	[64]

**Požár 28**


Lokalita	Velká Británie, Londýn
Datum	---
Specifikace objektu	10podlažní bytový dům
Denní doba	Neznámá
Místo vzniku požáru	Současně 2 místa v 6.NP, prostor před výtahem, prostor přilehlého schodiště
Příčina	Žhářství
Co hořelo	Matrace před výtahem, čalouněná židle u schodiště
Zásah HZS	Na místě zasahovalo 6 hasičských vozů. Součástí vybavení byl otočný žebřík. Zasahující hasiči měli dýchací masky.
Délka zásahu	---
Evakuace	Hasiči museli zachránit 2 osoby uvězněné v bytě v 6.NP.
Další okolnosti požáru	---
Následky	Přestože se z obou požárů šířilo malé množství kouře, došlo ke značnému poškození schodiště mezi 6.-10.NP. 2 Osoby byly na místě vyšetřeny kvůli nadýchání se kouřem.
Finanční rozsah škod	Nedostupná informace
Počet obětí	0
Fotodokumentace	
Zdroj	[64]



**Požár 29**

Lokalita	Velká Británie, Londýn
Datum	---
Specifikace objektu	3podlažní bytový dům
Denní doba	Neznámá
Místo vzniku požáru	Přízemní chodba poblíž schodiště
Příčina	Neopatrné zacházení s cigaretou
Co hořelo	Odložené časopisy na sedačce pro 2 osoby
Zásah HZS	Na místě zasahovaly 2 hasičské vozy. Hasiči se při zásahu chránili dýchacími maskami. Pro záchranu osob použili výsuvný žebřík.
Délka zásahu	---
Evakuace	Evakuace byla ztížena požárem v blízkosti schodiště a šířením kouře po budově. Hasiči museli zachraňovat několik osob z každého podlaží.
Další okolnosti požáru	---
Následky	Zhruba 25% společného schodiště v 1.-3.NP bylo poškozeno. 3 osoby byly transportovány do nemocnice kvůli nadýchání se kouřem.
Finanční rozsah škod	Nedostupná informace
Počet obětí	0
Fotodokumentace	
Zdroj	[64]

**Požár 30**

Lokalita	Velká Británie, Londýn
Datum	---
Specifikace objektu	Bytový dům
Denní doba	Neznámá
Místo vzniku požáru	Vstupní hala v přízemí
Příčina	Neznámá
Co hořelo	Motorový skútr
Zásah HZS	---
Délka zásahu	---
Evakuace	---
Další okolnosti požáru	---
Následky	Rozsáhlé škody na konstrukcích způsobené vysokou teplotou a působením kouře.
Finanční rozsah škod	Nedostupná informace
Počet obětí	0
Fotodokumentace	
Zdroj	[64]

## Příloha 2 – Požadavky na schodišťové prostory v Rakousku

**Tabulka 1** Požadavky na schodiště v průběhu jedné ÚC pro GK 2-4, podle Kap. 2.5 bodu 2. [18]

Objekt	GK 2	GK 3	GK 4
<b>1. Stěny schodišť</b>			
v NP <sup>(1)</sup>	(R)EI 30	(R)EI 60	(R)EI 60 <sup>(3)</sup>
v PP	(R)EI 60	(R)EI 90 a A2	(R)EI 90 a A2
<b>2. Strop nad schodištěm</b> <sup>(2)</sup>	R(EI) 30	(R)EI 60	(R)EI 60 <sup>(3)</sup>
<b>3. Dveře ve stěnách</b> <sup>(4)</sup>			
Do bytů, obchodních jednotek a dalších místností	E <sub>l2</sub> 30	E <sub>l2</sub> 30-C	E <sub>l2</sub> 30-C-S <sub>200</sub>
Do chodeb v NP <sup>(5)</sup>	-	E 30-C	E 30-C
Do chodeb a místností v PP	E <sub>l2</sub> 30	E <sub>l2</sub> 30-C	E <sub>l2</sub> 30-C-S <sub>200</sub>
<b>4. Schodišťové stupně a podesty</b>	R 30	R 60	R 60 a A2
<b>5. Výplně zábradlí</b>	-	-	B <sup>(6)</sup>
<b>6. Systém odsávání kouře</b>			
Umístění	v horní části schodiště <sup>(7)</sup>	v horní části schodiště	
Velikost	geometricky volný průřez 1,00 m <sup>2</sup> <sup>(7)</sup>	geometricky volný průřez 1,00 m <sup>2</sup>	
Spouštěcí zařízení	v místě přístupu HZS do objektu a na podestě schodiště s přístupem do místností, ve kterých se mohou osoby zdržovat delší dobu; nezávislé na veřejné elektrické síti. <sup>(7)</sup>	v místě přístupu HZS do objektu a na podestě schodiště s přístupem do místností, ve kterých se mohou osoby zdržovat delší dobu; nezávislé na veřejné elektrické síti; spuštění prostřednictvím prvku citlivého na kouř umístěného na stropě.	
<b>7. Venkovní schodiště</b>	A2 a v případě požáru nedochází k poškození vlivem plamenů a nebezpečného sálavého tepla		

<sup>(1)</sup> Nevztahuje se na řadové domy a budovy s nejvýše dvěma byty.  
<sup>(2)</sup> Požadavky na PO nejsou požadovány pro vnější stěny schodišťových šachet ze stavebních materiálů A2, které nemohou být v případě požáru ohroženy jinými částmi budovy navazujícími na tyto vnější stěny.  
<sup>(3)</sup> Po obvodě schodiště musí být prvky ze stavebních materiálů A2.  
<sup>(4)</sup> Od požadavků se lze odchýlit, pokud jsou přijata vhodná opatření k zamezení šíření požáru z přilehlých částí budovy na schodiště.  
<sup>(5)</sup> U skleněných ploch, které nejsou větší než trojnásobek povrchu dveřního křídla, postačuje E 30.  
<sup>(6)</sup> Přípustné je tvrdé dřevo (např.: dub, buk, jasan) o minimální tloušťce 15 mm.  
<sup>(7)</sup> Systém odtahu kouře lze vynechat, pokud jsou na každém podlaží instalována okna vedoucí přímo ven s volným průřezem alespoň 0,50 m<sup>2</sup> a lze je otevřít bez pomůcek.

**Tabulka 2** Požadavky na schodiště v průběhu jedné ÚC pro GK 5, podle Kap. 2.5 bodu 2.[18]

Objekt	GK 5 s mechanickým ventilačním systémem	GK 5 s automatickým systémem požární signalizace a systémem odsávání kouře	GK 5 s přetlakovou předsíní a systémem odsávání kouře
<b>1. Stěny schodišť</b>			
v NP <sup>(1)</sup>	REI 90 a A2	REI 90 a A2	REI 90 a A2
v PP	REI 90 a A2	REI 90 a A2	REI 90 a A2
<b>2. Strop nad schodištěm <sup>(2)</sup></b>	REI 90 a A2	REI 90 a A2	REI 90 a A2
<b>3. Dveře ve stěnách</b>			
Do chodeb v NP <sup>(3)</sup>	E 30-C	E 30-C-S <sub>200</sub>	nepoužitelné
Do bytů, obchodních jednotek a dalších místností	E <sub>l2</sub> 30-C	E <sub>l2</sub> 30-C-S <sub>200</sub>	nepřípustné
Do chodeb a místností v PP	E <sub>l2</sub> 30-C	E <sub>l2</sub> 30-C-S <sub>200</sub>	nepoužitelné
<b>4. Dveře ve stěnách předsíní</b>			
Na chodbu a na schodiště <sup>(3)</sup>	nepoužitelné	nepoužitelné	E 30-C
Do bytů, obchodních jednotek a dalších místností	nepoužitelné	nepoužitelné	E <sub>l2</sub> 30-C
<b>5. Schodišťové stupně a podesty</b>	R 90 a A2	R 90 a A2	R 60 a A2
<b>6. Výplně zábradlí</b>	B		
<b>7. Mechanický ventilační systém</b>	Vhodné pro záchranu osob z místa požáru, zabránění pronikání kouře na schodiště při zavřených dveřích do požářiště, zředění a odvod kouře pronikajícího na schodiště při krátkodobém otevření dveří do místa požáru	nepoužitelné	
<b>8. Automatický systém požární signalizace</b>	nepoužitelné	na schodišti včetně přístupných prostor, jako jsou chodby a sklepní místnosti s vnitřním alarmem.	nepoužitelné
<b>9. Systém odsávání kouře</b>			
Umístění	nepoužitelné	v horní části schodiště	
Velikost		geometricky volný průřez 1,00 m <sup>2</sup>	
Spouštěcí zařízení		nezávislé na veřejné elektrické síti; v místě přístupu HZS do objektu (ruční ovládání včetně indikátoru polohy); na podestě schodiště s přístupem do místností, ve kterých se mohou osoby zdržovat delší dobu <sup>(4)</sup>	

<b>10. Venkovní schodiště</b>	A2 a v případě požáru nedochází k poškození vlivem plamenů, nebezpečného sálavého tepla a/nebo kouře.
<p>(1) Požadavky na PO nejsou požadovány pro vnější stěny schodišťových šachet ze stavebních materiálů A2, které nemohou být v případě požáru ohroženy jinými částmi budovy navazujícími na tyto vnější stěny.</p> <p>(2) Od požadavků se lze odchýlit, pokud jsou přijata vhodná opatření k zamezení šíření požáru z přilehlých částí budovy na schodiště.</p> <p>(3) U skleněných ploch, které nejsou větší než dvojnásobek povrchu dveřního křídla, postačuje E 30.</p> <p>(4) V případě GK 5 s A) automatickým systémem požární signalizace a systémem odsávání kouře je spuštění zajištěné prostřednictvím tohoto systému B) s přetlakovou předsíní a systémem odsávání kouře je spuštění zajištěné prostřednictvím prvku citlivého na kouř umístěného na stropě.</p>	

**Tabulka 3** Požadavky na schodiště v průběhu jedné ÚC pro všechny GK, podle Kap. 2.5 bodu 3. [18]

Objekt	GK 2 <sup>(1)</sup>	GK 3	GK 4	GK 5
<b>1. Stěny schodišť</b>				
v NP <sup>(2)</sup>	(R)EI 30	(R)EI 60	(R)EI 60	(R)EI 90 a A2
v PP	(R)EI 60	(R)EI 90 a A2	(R)EI 90 a A2	(R)EI 90 a A2
<b>2. Strop nad schodištěm <sup>(3)</sup></b>				
	REI 30	REI 60	REI 60	REI 90 a A2
<b>3. Dveře ve stěnách</b>				
Do bytů	El <sub>2</sub> 30	El <sub>2</sub> 30	El <sub>2</sub> 30	El <sub>2</sub> 30
Do chodeb v NP <sup>(4)</sup>	-	E 30-C	E 30-C	E 30-C
Do chodeb a místností v PP	El <sub>2</sub> 30	El <sub>2</sub> 30-C	El <sub>2</sub> 30-C	El <sub>2</sub> 30-C
<b>4. Schodišťové stupně a podesty</b>				
Na schodišti	R 30	R 60	R 60	R 90 a A2
Na schodištích s dveřmi E 30-C nebo El <sub>2</sub> 30-C	-	R 30 nebo A2	A2	R 30 a A2
<b>5. Systém odsávání kouře</b>				
Umístění	-	v horní části schodiště <sup>(5)</sup>	v horní části schodiště	
Velikost	-	geometricky volný průřez 1,00 m <sup>2</sup> <sup>(5)</sup>	geometricky volný průřez 1,00 m <sup>2</sup>	
Spouštěcí zařízení	-	v místě přístupu HZS do objektu a na podestě schodiště s přístupem do místností, ve kterých se mohou osoby zdržovat delší dobu; nezávislé na veřejné elektrické síti. <sup>(5)</sup>	v místě přístupu HZS do objektu a na podestě schodiště s přístupem do místností, ve kterých se mohou osoby zdržovat delší dobu; nezávislé na veřejné elektrické síti;	v místě přístupu HZS do objektu a na podestě schodiště s přístupem do místností, ve kterých se mohou osoby zdržovat delší dobu; nezávislé na veřejné elektrické síti; spuštění prostřednictvím prvku citlivého na kouř umístěného na stropě.
<b>6. Venkovní schodiště</b>				
	-	R 30 nebo A2 a v případě požáru nedochází k nepříznivým účinkům vlivem plamenů a nebezpečného sálavého tepla.	A2 a v případě požáru nedochází k nepříznivým účinkům vlivem plamenů a nebezpečného sálavého tepla.	

- (1) Nevztahuje se na řadové domy a budovy s nejvýše dvěma byty.
- (2) Požadavky na PO nejsou požadovány pro vnější stěny schodišťových šachet ze stavebních materiálů A2, které nemohou být v případě požáru ohroženy jinými částmi budovy navazujícími na tyto vnější stěny.
- (3) Od požadavků se lze odchýlit, pokud jsou přijata vhodná opatření k zamezení šíření požáru z přilehlých částí budovy na schodiště.
- (4) U skleněných ploch, které nejsou větší než trojnásobek povrchu dveřního křídla, postačuje E 30.
- (5) Systém odtahu kouře lze vynechat, pokud jsou na každém podlaží instalována okna vedoucí přímo ven s volným průřezem alespoň 0,50 m<sup>2</sup> a lze je otevřít bez pomůcek.

### Příloha 3 – Zdrojový kód FDS

&HEAD CHID='kocarek1', TITLE='pozar\_chodba'/

&TIME T\_END=1320/

&DUMP DT\_RESTART=10/

#### Model chodby

&MESH IJK=190,21,25, XB=0.0,19,0.0,2.1,0.0,2.5/ MESH po 10 cm, max. světlé rozměry chodby 19 x 2,1 x 2,5 m

#### Materiály

&MATL ID='BRICK', CONDUCTIVITY=0.69, SPECIFIC\_HEAT=0.84, DENSITY=1600.0/

&MATL ID='CONCRETE', CONDUCTIVITY=1.8, SPECIFIC\_HEAT=1.04, DENSITY=2280/

&MATL ID='WOOD', CONDUCTIVITY=0.220, SPECIFIC\_HEAT=2.510, DENSITY=600/

&MATL ID='OXYGEN', CONDUCTIVITY=0.0257, SPECIFIC\_HEAT=1.010, DENSITY=1.20/

&SURF ID='FLOOR', MATL\_ID='CONCRETE', THICKNESS=0.3, COLOR=TEAL/

&SURF ID='CEILING', MATL\_ID='CONCRETE', THICKNESS=0.3, COLOR=GOLD/

&SURF ID='WALL', MATL\_ID='BRICK', THICKNESS=0.2, COLOR=BEIGE/

&SURF ID='DOOR', MATL\_ID='WOOD', THICKNESS=0.035, COLOR=BROWN/

#### STĚNY

&OBST XB=-0.15,0.0,0.1,1.5,0.0,2.5, SURF\_ID='WALL'/ STĚNA S1

&OBST XB=-0.15,1.1,1.5,1.7,0.0,2.5, SURF\_ID='WALL'/ STĚNA S2

&OBST XB=0.9,1.1,1.7,2.1,0.0,2.5, SURF\_ID='WALL'/ STĚNA S3

&OBST XB=1.1,2.8,2.1,2.1,0.0,2.5, SURF\_ID='WALL'/ STĚNA S4

&OBST XB=2.6,2.8,1.5,2.1,0.0,2.5, SURF\_ID='WALL'/ STĚNA S5

&OBST XB=2.8,7.3,1.5,1.7,0.0,2.5, SURF\_ID='WALL'/ STĚNA S6

&OBST XB=7.1,7.3,1.7,2.0,0.0,2.5, SURF\_ID='WALL'/ STĚNA S7

&OBST XB=7.3,9.0,1.8,2.0,0.0,2.5, SURF\_ID='WALL'/ STĚNA S8

&OBST XB=9.0,9.2,1.7,2.0,0.0,2.5, SURF\_ID='WALL'/ STĚNA S9

&OBST XB=9.0,13.9,1.5,1.7,0.0,2.5, SURF\_ID='WALL'/ STĚNA S10

&OBST XB=13.7,13.9,1.7,2.0,0.0,2.5, SURF\_ID='WALL'/ STĚNA S11

&OBST XB=13.9,15.4,1.8,2.0,0.0,2.5, SURF\_ID='WALL'/ STĚNA S12

&OBST XB=15.4,15.6,1.5,2.0,0.0,2.5, SURF\_ID='WALL'/ STĚNA S13

&OBST XB=15.6,19.0,1.5,1.7,0.0,2.5, SURF\_ID='WALL'/ STĚNA S14

&OBST XB=19.0,19.0,0.1,1.7,0.0,2.5, SURF\_ID='WALL'/ STĚNA S15



&OBST XB=15.6,19.0,0.1,0.3,0.0,2.5, SURF\_ID='WALL'/ STĚNA S16  
 &OBST XB=15.4,15.6,0.0,0.3,0.0,2.5, SURF\_ID='WALL'/ STĚNA S17  
 &OBST XB=13.9,15.4,0.0,0.0,0.0,2.5, SURF\_ID='WALL'/ STĚNA S18  
 &OBST XB=13.7,13.9,0.0,0.3,0.0,2.5, SURF\_ID='WALL'/ STĚNA S19  
 &OBST XB=8.4,13.7,0.1,0.3,0.0,2.5, SURF\_ID='WALL'/ STĚNA S20  
 &OBST XB=8.4,8.6,0.0,0.1,0.0,2.5, SURF\_ID='WALL'/ STĚNA S21  
 &OBST XB=6.4,8.4,0.0,0.0,0.0,2.5, SURF\_ID='WALL'/ STĚNA S22  
 &OBST XB=6.2,6.4,0.0,0.2,0.0,2.5, SURF\_ID='WALL'/ STĚNA S23  
 &OBST XB=2.1,6.2,0.1,0.2,0.0,2.5, SURF\_ID='WALL'/ STĚNA S24  
 &OBST XB=0.0,2.1,0.1,0.3,0.0,2.5, SURF\_ID='WALL'/ STĚNA S25

#### PODLAHA + STROP

&VENT XB=0.0,19.0,0.0,2.1,0.0,0.0, SURF\_ID='FLOOR',/  
 &VENT XB=0.0,19.0,0.0,2.1,2.5,2.5, SURF\_ID='CEILING',/

#### POŽÁR

&REAC ID='METHANE',FUEL='REAC\_FUEL',FORMULA='C1H4'/

#### HRR

&OBST XB=1.1,2.1,1.535,2.065,0.0,0.2,SURF\_ID='INERT',/ KVÁDR PŘEDSTAVUJÍCÍ KOČÁREK  
 &VENT XB=1.1,2.1,1.535,2.065,0.2,0.2,SURF\_ID='BURNER'/ HOŘÍČÍ PLOCHA  
 &SURF ID='BURNER',HRRPUA=343.245,COLOR='RED',RAMP\_Q='fireramp'/  
 &RAMP ID='fireramp',T=0,F=0/  
 &RAMP ID='fireramp',T=144,F=0.39033641/  
 &RAMP ID='fireramp',T=228,F=0.88516931/  
 &RAMP ID='fireramp',T=263,F=1.00000000/  
 &RAMP ID='fireramp',T=300,F=0.70355101/  
 &RAMP ID='fireramp',T=540,F=0.31728232/  
 &RAMP ID='fireramp',T=1320,F=0.06634785/

#### ZPLODINY

##### KOUŘ

&OBST XB=2.1,2.2,1.635,1.735,0.0,0.1,SURF\_ID='INERT'/  
 &VENT XB=2.1,2.2,1.635,1.735,0.1,0.1,SURF\_ID='SMOKE BURNER'/  
 &SPEC ID='SOOT'/  
 &SURF ID='SMOKE BURNER',COLOR='GREEN',SPEC\_ID='SOOT', MASS\_FLUX=0.005,  
 RAMP\_V='smokeramp'/

&RAMP ID='smokeramp', T=0, F=0/  
&RAMP ID='smokeramp', T=119, F=0.191489362/  
&RAMP ID='smokeramp', T=180, F=0.595744681/  
&RAMP ID='smokeramp', T=254, F=1/  
&RAMP ID='smokeramp', T=282, F=0.70212766/  
&RAMP ID='smokeramp', T=360, F=0.664893617/  
&RAMP ID='smokeramp', T=477, F=0.526595745/  
&RAMP ID='smokeramp', T=600, F=0.54787234/  
&RAMP ID='smokeramp', T=780, F=0.569148936/  
&RAMP ID='smokeramp', T=960, F=0.505319149/  
&RAMP ID='smokeramp', T=1320, F=0.473404255/

#### CO2

&OBST XB=2.1,2.2,1.535,1.635,0.0,0.1,SURF\_ID='INERT'/  
&VENT XB=2.1,2.2,1.535,1.635,0.1,0.1,SURF\_ID='CO2 BURNER'/  
&SPEC ID='CARBON DIOXIDE'/  
&SURF ID='CO2 BURNER',COLOR='NAVY',SPEC\_ID='CARBON DIOXIDE',  
MASS\_FLUX=0,033906714, RAMP\_V='co2ramp'/  
&RAMP ID='co2ramp', T=0, F=0/  
&RAMP ID='co2ramp', T=123.19, F=0.009003452/  
&RAMP ID='co2ramp', T=262.27, F=0.762370886/  
&RAMP ID='co2ramp', T=277.73, F=0.727328618/  
&RAMP ID='co2ramp', T=293.19, F=1/  
&RAMP ID='co2ramp', T=308.65, F=0.875630349/  
&RAMP ID='co2ramp', T=370.46, F=0.370704325/  
&RAMP ID='co2ramp', T=401.36, F=0.525962942/  
&RAMP ID='co2ramp', T=447.73, F=0.319442934/  
&RAMP ID='co2ramp', T=525, F=0.179751742/  
&RAMP ID='co2ramp', T=973.19, F=0.001359127/  
&RAMP ID='co2ramp', T=1320, F=0/

#### CO

&OBST XB=2.2,2.3,1.535,1.635,0.0,0.1,SURF\_ID='INERT'/  
&VENT XB=2.2,2.3,1.535,1.635,0.1,0.1,SURF\_ID='CO BURNER'/  
&SPEC ID='CARBON MONOXIDE'/  
&SURF ID='CO BURNER',COLOR='BROWN',SPEC\_ID='CARBON MONOXIDE',  
MASS\_FLUX=0.0026008233, RAMP\_V='coramp'/  
&RAMP ID='coramp', T=0, F=0/

```

&RAMP ID='coramp', T=61.37,      F=0.043090295/
&RAMP ID='coramp', T=138.65,     F=0.416552236/
&RAMP ID='coramp', T=185,        F=0.34309661/
&RAMP ID='coramp', T=262.27,     F=0.903972474/
&RAMP ID='coramp', T=293.19,     F=1/
&RAMP ID='coramp', T=355,        F=0.392411394/
&RAMP ID='coramp', T=540.46,     F=0.210414744/
&RAMP ID='coramp', T=849.54,     F=0.186313614/
&RAMP ID='coramp', T=1320,F=0.063844691/

```

#### HCN

```

&OBST XB=2.2,2.3,1.635,1.735,0.0,0.1,SURF_ID='INERT'/
&VENT XB=2.2,2.3,1.635,1.735,0.1,0.1,SURF_ID='HCN BURNER'/
&SPEC ID='HYDROGEN CYANIDE'/
&SURF ID='HCN BURNER',COLOR='VIOLET',SPEC_ID='HYDROGEN CYANIDE',
MASS_FLUX=0.0003584, RAMP_V='hcnramp'/
&RAMP ID='hcnramp', T=0,          F=0/
&RAMP ID='hcnramp', T=61.37,     F=0.043090295/
&RAMP ID='hcnramp', T=138.65,    F=0.416552236/
&RAMP ID='hcnramp', T=185,F=0.34309661/
&RAMP ID='hcnramp', T=262.27,    F=0.903972474/
&RAMP ID='hcnramp', T=293.19,    F=1/
&RAMP ID='hcnramp', T=355,F=0.392411394/
&RAMP ID='hcnramp', T=540.46,    F=0.210414744/
&RAMP ID='hcnramp', T=849.54,    F=0.186313614/
&RAMP ID='hcnramp', T=1320,      F=0.063844691/

```

#### MĚŘÍCÍ ZAŘÍZENÍ

```

&DEVC XYZ=1.6,0.5,0.6, QUANTITY='RADIATIVE HEAT FLUX
GAS',ID='TEPELNÝ_TOK_',ORIENTATION=0,1,0/
&DEVC XYZ=1.6,0.5,0.6, QUANTITY='RADIATIVE HEAT FLUX
GAS',ID='TEPELNÝ_TOK_',ORIENTATION=0,-1,0/
&DEVC ID='T1',QUANTITY='TEMPERATURE', XYZ=1.6,1.8,0.6/ termočlánek T1 ve výšce 0.6 m
&DEVC ID='T2',QUANTITY='TEMPERATURE', XYZ=1.6,1.8,1/ termočlánek T2 ve výšce 1 m
&DEVC ID='T3',QUANTITY='TEMPERATURE', XYZ=1.6,1.8,1.4/ termočlánek T3 ve výšce 1.4 m
&DEVC ID='T4',QUANTITY='TEMPERATURE', XYZ=1.6,1.8,1.9/ termočlánek T4 ve výšce 1.9 m
&DEVC ID='LAYER HEIGHT',QUANTITY='LAYER HEIGHT', XB=1.6,1.6,0.9,0.9,0,2.5/ (kouřová
vrstva)pozice radiometru (X),v ose vstupních dveří (Y)
&DEVC ID='OX1',QUANTITY='VOLUME FRACTION', XYZ=1.5,0.9,2.0, SPEC_ID='OXYGEN'/

```

&DEVC ID='CO2', QUANTITY='MASS FRACTION', SPEC\_ID='CARBON DIOXIDE',  
XYZ=1.6,0.9,1.75/

&DEVC ID='CO', QUANTITY='MASS FRACTION', SPEC\_ID='CARBON MONOXIDE',  
XYZ=1.6,0.9,1.75/

&DEVC ID='HCN', QUANTITY='MASS FRACTION', SPEC\_ID='HYDROGEN CYANIDE',  
XYZ=1.6,0.9,1.75/

#### PROSTOR VÝKLENKU S KOČÁRKEM

&DEVC ID='Tx\_max1', XB=1.1,2.6,1.5,2.1,0,2.5, QUANTITY='TEMPERATURE', SPA-  
TIAL\_STATISTIC='MAXLOC X' /

&DEVC ID='Ty\_max1', XB=1.1,2.6,1.5,2.1,0,2.5, QUANTITY='TEMPERATURE', SPA-  
TIAL\_STATISTIC='MAXLOC Y' /

&DEVC ID='Tz\_max1', XB=1.1,2.6,1.5,2.1,0,2.5, QUANTITY='TEMPERATURE', SPA-  
TIAL\_STATISTIC='MAXLOC Z' /

&DEVC ID='Tmax1', XB=1.1,2.6,1.5,2.1,0,2.5, QUANTITY='TEMPERATURE', SPA-  
TIAL\_STATISTIC='MAX' /

#### PROSTOR BEZ VÝKLENKŮ (MIN. SVĚTLÉ ROZMĚRY)

&DEVC ID='Tx\_max2', XB=0,19,0.3,1.5,0,2.5, QUANTITY='TEMPERATURE', SPA-  
TIAL\_STATISTIC='MAXLOC X' /

&DEVC ID='Ty\_max2', XB=0,19,0.3,1.5,0,2.5, QUANTITY='TEMPERATURE', SPA-  
TIAL\_STATISTIC='MAXLOC Y' /

&DEVC ID='Tz\_max2', XB=0,19,0.3,1.5,0,2.5, QUANTITY='TEMPERATURE', SPA-  
TIAL\_STATISTIC='MAXLOC Z' /

&DEVC ID='Tmax2', XB=0,19,0.3,1.5,0,2.5, QUANTITY='TEMPERATURE', SPA-  
TIAL\_STATISTIC='MAX' /

#### PROSTOR VÝKLENKU S KOČÁRKEM

&DEVC ID='Ix\_max11', XB=1.1,2.6,1.5,2.1,0,2.5, QUANTITY='RADIATIVE HEAT FLUX GAS', SPA-  
TIAL\_STATISTIC='MAXLOC X' /

&DEVC ID='Iy\_max11', XB=1.1,2.6,1.5,2.1,0,2.5, QUANTITY='RADIATIVE HEAT FLUX GAS', SPA-  
TIAL\_STATISTIC='MAXLOC Y' /

&DEVC ID='Iz\_max11', XB=1.1,2.6,1.5,2.1,0,2.5, QUANTITY='RADIATIVE HEAT FLUX GAS', SPA-  
TIAL\_STATISTIC='MAXLOC Z' /

&DEVC ID='Imax11', XB=1.1,2.6,1.5,2.1,0,2.5, QUANTITY='RADIATIVE HEAT FLUX GAS', SPA-  
TIAL\_STATISTIC='MAX' /

## PROSTOR BEZ VÝKLENKŮ (MIN. SVĚTLÉ ROZMĚRY)

&DEVC ID='Ix\_max22', XB=0,19,0.3,1.5,0,2.5, QUANTITY='RADIATIVE HEAT FLUX GAS', SPATIAL\_STATISTIC='MAXLOC X'/

&DEVC ID='Iy\_max22', XB=0,19,0.3,1.5,0,2.5, QUANTITY='RADIATIVE HEAT FLUX GAS', SPATIAL\_STATISTIC='MAXLOC Y'/

&DEVC ID='Iz\_max22', XB=0,19,0.3,1.5,0,2.5, QUANTITY='RADIATIVE HEAT FLUX GAS', SPATIAL\_STATISTIC='MAXLOC Z'/

&DEVC ID='Imax22', XB=0,19,0.3,1.5,0,2.5, QUANTITY='RADIATIVE HEAT FLUX GAS', SPATIAL\_STATISTIC='MAX'/

## PROSTOR VÝKLENKU S KOČÁRKEM

&DEVC ID='Ox\_min1', XB=1.1,2.6,1.5,2.1,0,2.5, QUANTITY='VOLUME FRACTION', SPEC\_ID='OXYGEN', SPATIAL\_STATISTIC='MINLOC X'/

&DEVC ID='Oy\_min1', XB=1.1,2.6,1.5,2.1,0,2.5, QUANTITY='VOLUME FRACTION', SPEC\_ID='OXYGEN', SPATIAL\_STATISTIC='MINLOC Y'/

&DEVC ID='Oz\_min1', XB=1.1,2.6,1.5,2.1,0,2.5, QUANTITY='VOLUME FRACTION', SPEC\_ID='OXYGEN', SPATIAL\_STATISTIC='MIXLOC Z'/

&DEVC ID='Omin1', XB=1.1,2.6,1.5,2.1,0,2.5, QUANTITY='VOLUME FRACTION', SPEC\_ID='OXYGEN', SPATIAL\_STATISTIC='MIN'/

## PROSTOR BEZ VÝKLENKŮ (MIN. SVĚTLÉ ROZMĚRY):

&DEVC ID='Ox\_min2', XB=0,19,0.3,1.5,0,2.5, QUANTITY='VOLUME FRACTION', SPEC\_ID='OXYGEN', SPATIAL\_STATISTIC='MINLOC X'/

&DEVC ID='Oy\_min2', XB=0,19,0.3,1.5,0,2.5, QUANTITY='VOLUME FRACTION', SPEC\_ID='OXYGEN', SPATIAL\_STATISTIC='MINLOC Y'/

&DEVC ID='Oz\_min2', XB=0,19,0.3,1.5,0,2.5, QUANTITY='VOLUME FRACTION', SPEC\_ID='OXYGEN', SPATIAL\_STATISTIC='MINLOC Z'/

&DEVC ID='Omin2', XB=0,19,0.3,1.5,0,2.5, QUANTITY='VOLUME FRACTION', SPEC\_ID='OXYGEN', SPATIAL\_STATISTIC='MIN'/

## PROSTOR VÝKLENKU S KOČÁRKEM

&DEVC ID='Ox\_min11', XB=1.1,2.6,1.5,2.1,0,2.5, QUANTITY='MASS FRACTION', SPEC\_ID='OXYGEN', SPATIAL\_STATISTIC='MINLOC X'/

&DEVC ID='Oy\_min11', XB=1.1,2.6,1.5,2.1,0,2.5, QUANTITY='MASS FRACTION', SPEC\_ID='OXYGEN', SPATIAL\_STATISTIC='MINLOC Y'/

&DEVC ID='Oz\_min11', XB=1.1,2.6,1.5,2.1,0,2.5, QUANTITY='MASS FRACTION', SPEC\_ID='OXYGEN', SPATIAL\_STATISTIC='MINLOC Z'/

&DEVC ID='Omin11', XB=1.1,2.6,1.5,2.1,0,2.5, QUANTITY='MASS FRACTION', SPEC\_ID='OXYGEN', SPATIAL\_STATISTIC='MIN'/

## PROSTOR BEZ VÝKLENKŮ (MIN. SVĚTLÉ ROZMĚRY)

&DEVC ID='Ox\_min22', XB=0,19,0.3,1.5,0,2.5, QUANTITY='MASS FRACTION', SPEC\_ID='OXYGEN', SPATIAL\_STATISTIC='MINLOC X'/

&DEVC ID='Oy\_min22', XB=0,19,0.3,1.5,0,2.5, QUANTITY='MASS FRACTION', SPEC\_ID='OXYGEN', SPATIAL\_STATISTIC='MINLOC Y'/

&DEVC ID='Oz\_min22', XB=0,19,0.3,1.5,0,2.5, QUANTITY='MASS FRACTION', SPEC\_ID='OXYGEN', SPATIAL\_STATISTIC='MINLOC Z'/

&DEVC ID='Omin22',XB=0,19,0.3,1.5,0,2.5, QUANTITY='MASS FRACTION', SPEC\_ID='OXYGEN',  
SPATIAL\_STATISTIC='MIN'/

PROSTOR VÝKLENKU S KOČÁRKEM

&DEVC ID='CO2x\_max1', XB=1.1,2.6,1.5,2.1,0,2.5, QUANTITY='MASS FRACTION',  
SPEC\_ID='CARBON DIOXIDE', SPATIAL\_STATISTIC='MAXLOC X'/

&DEVC ID='CO2y\_max1',XB=1.1,2.6,1.5,2.1,0,2.5, QUANTITY='MASS FRACTION',  
SPEC\_ID='CARBON DIOXIDE', SPATIAL\_STATISTIC='MAXLOC Y'/

&DEVC ID='CO2z\_max1', XB=1.1,2.6,1.5,2.1,0,2.5, QUANTITY='MASS FRACTION',  
SPEC\_ID='CARBON DIOXIDE', SPATIAL\_STATISTIC='MAXLOC Z'/

&DEVC ID='CO2max1', XB=1.1,2.6,1.5,2.1,0,2.5, QUANTITY='MASS FRACTION',  
SPEC\_ID='CARBON DIOXIDE', SPATIAL\_STATISTIC='MAX'/

PROSTOR BEZ VÝKLENKŮ (MIN. SVĚTLÉ ROZMĚRY)

&DEVC ID='CO2x\_max2', XB=0,19,0.3,1.5,0,2.5, QUANTITY='MASS FRACTION',  
SPEC\_ID='CARBON DIOXIDE', SPATIAL\_STATISTIC='MAXLOC X'/

&DEVC ID='CO2y\_max2', XB=0,19,0.3,1.5,0,2.5, QUANTITY='MASS FRACTION',  
SPEC\_ID='CARBON DIOXIDE', SPATIAL\_STATISTIC='MAXLOC Y'/

&DEVC ID='CO2z\_max2', XB=0,19,0.3,1.5,0,2.5, QUANTITY='MASS FRACTION',  
SPEC\_ID='CARBON DIOXIDE', SPATIAL\_STATISTIC='MAXLOC Z'/

&DEVC ID='CO2max2', XB=0,19,0.3,1.5,0,2.5, QUANTITY='MASS FRACTION', SPEC\_ID='CARBON  
DIOXIDE', SPATIAL\_STATISTIC='MAX'/

PROSTOR VÝKLENKU S KOČÁRKEM

&DEVC ID='COx\_max1', XB=1.1,2.6,1.5,2.1,0,2.5, QUANTITY='MASS FRACTION',  
SPEC\_ID='CARBON MONOXIDE', SPATIAL\_STATISTIC='MAXLOC X'/

&DEVC ID='COy\_max1', XB=1.1,2.6,1.5,2.1,0,2.5, QUANTITY='MASS FRACTION',  
SPEC\_ID='CARBON MONOXIDE', SPATIAL\_STATISTIC='MAXLOC Y'/

&DEVC ID='COz\_max1', XB=1.1,2.6,1.5,2.1,0,2.5, QUANTITY='MASS FRACTION',  
SPEC\_ID='CARBON MONOXIDE', SPATIAL\_STATISTIC='MAXLOC Z'/

&DEVC ID='COmax1', XB=1.1,2.6,1.5,2.1,0,2.5, QUANTITY='MASS FRACTION', SPEC\_ID='CARBON  
MONOXIDE', SPATIAL\_STATISTIC='MAX'/

PROSTOR BEZ VÝKLENKŮ (MIN. SVĚTLÉ ROZMĚRY)

&DEVC ID='COx\_max2', XB=0,19,0.3,1.5,0,2.5, QUANTITY='MASS FRACTION', SPEC\_ID='CARBON  
MONOXIDE', SPATIAL\_STATISTIC='MAXLOC X'/

&DEVC ID='COy\_max2', XB=0,19,0.3,1.5,0,2.5, QUANTITY='MASS FRACTION', SPEC\_ID='CARBON  
MONOXIDE', SPATIAL\_STATISTIC='MAXLOC Y'/

&DEVC ID='COz\_max2',XB=0,19,0.3,1.5,0,2.5, QUANTITY='MASS FRACTION', SPEC\_ID='CARBON  
MONOXIDE', SPATIAL\_STATISTIC='MAXLOC Z'/

&DEVC ID='COmax2', XB=0,19,0.3,1.5,0,2.5, QUANTITY='MASS FRACTION', SPEC\_ID='CARBON  
MONOXIDE', SPATIAL\_STATISTIC='MAX'/

PROSTOR VÝKLENKU S KOČÁRKEM

&DEVC ID='HCNx\_max1', XB=1.1,2.6,1.5,2.1,0,2.5, QUANTITY='MASS FRACTION',  
SPEC\_ID='HYDROGEN CYANIDE', SPATIAL\_STATISTIC='MAXLOC X'/

&DEVC ID='HCNy\_max1',XB=1.1,2.6,1.5,2.1,0,2.5, QUANTITY='MASS FRACTION',  
SPEC\_ID='HYDROGEN CYANIDE', SPATIAL\_STATISTIC='MAXLOC Y'/

&DEVC ID='HCNz\_max1', XB=1.1,2.6,1.5,2.1,0,2.5, QUANTITY='MASS FRACTION',  
SPEC\_ID='HYDROGEN CYANIDE', SPATIAL\_STATISTIC='MAXLOC Z'/

&DEVC ID='HCNmax1',XB=1.1,2.6,1.5,2.1,0,2.5, QUANTITY='MASS FRACTION',  
SPEC\_ID='HYDROGEN CYANIDE', SPATIAL\_STATISTIC='MAX'/

PROSTOR BEZ VÝKLENKŮ (MIN. SVĚTLÉ ROZMĚRY)

&DEVC ID='HCNx\_max2', XB=0,19,0.3,1.5,0,2.5, QUANTITY='MASS FRACTION',  
SPEC\_ID='HYDROGEN CYANIDE', SPATIAL\_STATISTIC='MAXLOC X'/

&DEVC ID='HCNy\_max2',XB=0,19,0.3,1.5,0,2.5, QUANTITY='MASS FRACTION',  
SPEC\_ID='HYDROGEN CYANIDE', SPATIAL\_STATISTIC='MAXLOC Y'/

&DEVC ID='HCNz\_max2',XB=0,19,0.3,1.5,0,2.5, QUANTITY='MASS FRACTION',  
SPEC\_ID='HYDROGEN CYANIDE', SPATIAL\_STATISTIC='MAXLOC Z'/

&DEVC ID='HCNmax2',XB=0,19,0.3,1.5,0,2.5, QUANTITY='MASS FRACTION',  
SPEC\_ID='HYDROGEN CYANIDE', SPATIAL\_STATISTIC='MAX'/

ISOPLOCHY

&ISOF QUANTITY='VISIBILITY', VALUE=3.0/ VIDITELNOST

&ISOF QUANTITY='TEMPERATURE',VALUE(1)=50.0,VALUE(2)=100.0,VALUE(3)=180.0/

&SLCF QUANTITY='TEMPERATURE', PBX=1.6 /

&SLCF QUANTITY='TEMPERATURE', PBY=0.9/

&SLCF QUANTITY='VISIBILITY', PBY=0.9/

&SLCF PBY=0.9, QUANTITY='VOLUME FRACTION', SPEC\_ID='OXYGEN'/

&SLCF PBY=0.9, QUANTITY='VOLUME FRACTION', SPEC\_ID='CARBON DIOXIDE'/

&SLCF PBY=0.9, QUANTITY='VOLUME FRACTION', SPEC\_ID='CARBON MONOXIDE'/

&SLCF PBY=0.9, QUANTITY='VOLUME FRACTION', SPEC\_ID='HYDROGEN CYANIDE'/

&SLCF PBY=0.9, QUANTITY='MASS FRACTION', SPEC\_ID='OXYGEN'/

&SLCF PBY=0.9, QUANTITY='MASS FRACTION', SPEC\_ID='CARBON DIOXIDE'/

&SLCF PBY=0.9, QUANTITY='MASS FRACTION', SPEC\_ID='CARBON MONOXIDE'/

&SLCF PBY=0.9, QUANTITY='MASS FRACTION', SPEC\_ID='HYDROGEN CYANIDE'/

&TAIL/