

Návrh protipožárního zabezpečení panelového domu s využitím metod multikriteriálního hodnocení

Bc. Aleš Odstrčil

Diplomová práce
2025



Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně
Fakulta aplikované informatiky

Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně

Fakulta aplikované informatiky

Ústav elektroniky a měření

Akademický rok: 2024/2025

ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE

(projektu, uměleckého díla, uměleckého výkonu)

Jméno a příjmení:	Bc. Aleš Odstrčil
Osobní číslo:	A23384
Studijní program:	N1032A020003 Bezpečnostní technologie, systémy a management
Specializace:	Bezpečnostní management
Forma studia:	Kombinovaná
Téma práce:	Návrh protipožárního zabezpečení panelového domu s využitím metod multikriteriálního hodnocení
Téma práce anglicky:	Proposal for Fire Protection of a Panel House Using Multi-Criteria Evaluation Methods

Zásady pro vypracování

1. Zpracujte analýzu současného stavu protipožárního zabezpečení panelových domů.
2. Vypracujte literární rešerši softwarových nástrojů pro multikriteriální hodnocení variant a analýzy rizik.
3. Navrhněte obecný postup pro práci se softwary pro analýzu rizik a multikriteriálního hodnocení pro návrh protipožárního zabezpečení panelových domů.
4. Zpracujte analýzu požárních rizik panelových domů.
5. Na základě analýzy rizik navrhněte přehled vhodných opatření.
6. Podle multikriteriální analýzy stanovte varianty protipožárního zabezpečení panelových domů.

Forma zpracování diplomové práce: **tištěná/elektronická**

Seznam doporučené literatury:

1. KRATOCHVÍL, Václav; NAVAROVÁ, Šárka a KRATOCHVÍL, Michal, 2021. *Požární bezpečnostní zařízení ve stavbách: stručná encyklopedie pro jednotky PO, požární prevenci a odbornou veřejnost*. II. doplněné a upravené vydání. Praha: Sdružení požárního a bezpečnostního inženýrství. ISBN 978-80-7385-238-2.
2. BRANDÁČOVÁ, Isabela. *Požární bezpečnost staveb: nevýrobní objekty*. 2. rozšířené vydání. SPBÍ Spektrum. Červená řada. V Ostravě: Sdružení požárního a bezpečnostního inženýrství, 2020. ISBN 978-80-7385-235-1.
3. DELLA-GIUSTINA, Daniel. *Fire safety management handbook*. Third edition. Boca Raton: Taylor & Francis Group, 2014. ISBN 9781482221220.
4. MALATINSKÝ, Adam a HROMADA, Martin, 2023. *Požární ochrana*. Zlín: Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně. ISBN 978-80-7678-201-3. Dostupné také z: <https://digilib.k.utb.cz/handle/10563/52466>
5. ČSN 73 0802. *Požární bezpečnost staveb – Nevýrobní objekty*. 2024.
6. Vyhláška č. 23/2008 Sb. *Vyhláška o technických podmínkách požární ochrany staveb: Zákonyprolidi* [online]. Dostupné z: <https://www.zakonyprolidi.cz/cs/2008-23>
7. KUČERA, Petr; POKORNÝ, Jiří a PAVLÍK, Tomáš. *Požární inženýrství – aktivní prvky požární ochrany*. SPBÍ Spektrum. Červená řada. V Ostravě: Sdružení požárního a bezpečnostního inženýrství, 2013. ISBN 9788073851361.
8. ZOPOUNIDIS, Constantin a DOUMPOS, Michael. *Multiple criteria decision making: applications in management and engineering*. *Multiple Criteria Decision Making*. Cham: Springer, 2017. Dostupné z: <https://doi.org/9783319392929>

Vedoucí diplomové práce: **Ing. David Šaur, PhD.**
Ústav matematiky

Konzultant diplomové práce: **Ing. Adam Malatinský, Ph.D.**
Ústav bezpečnostního inženýrství

Datum zadání diplomové práce: **29. listopadu 2024**
Termín odevzdání diplomové práce: **30. května 2025**

doc. Ing. Jiří Vojtěšek, Ph.D. v.r.
děkan



Ing. Milan Navrátil, Ph.D. v.r.
ředitel ústavu

Ve Zlíně dne 29. listopadu 2024

PROHLÁŠENÍ AUTORA DIPLOMOVÉ PRÁCE

Beru na vědomí, že

- odevzdáním diplomové práce souhlasím se zveřejněním své práce podle zákona č. 111/1998 Sb., v platném znění bez ohledu na výsledek obhajoby;
- diplomová práce bude uložena v elektronické podobě v univerzitním informačním systému a bude dostupná k nahlédnutí;
- jedno vyhotovení diplomové práce v listinné podobě bude ponecháno Univerzitě Tomáše Bati ve Zlíně k uložení;
- na moji diplomovou práci se plně vztahuje zákon č. 121/2000 Sb. o právu autorském, o právech souvisejících s právem autorským a o změně některých zákonů (autorský zákon) ve znění pozdějších právních předpisů, zejm. § 35 odst. 3;
- podle § 60 odst. 1 autorského zákona má Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně právo na uzavření licenční smlouvy o užití školního díla v rozsahu § 12 odst. 4 autorského zákona;
- podle § 60 odst. 2 a 3 mohu užít své dílo – diplomovou práci – nebo poskytnout licenci k jejímu využití jen s předchozím písemným souhlasem Univerzity Tomáše Bati ve Zlíně, která je oprávněna v takovém případě ode mne požadovat přiměřený příspěvek na úhradu nákladů, které byly Univerzitou Tomáše Bati ve Zlíně na vytvoření díla vynaloženy (až do jejich skutečné výše);
- pokud bylo k vypracování diplomové práce využito softwaru poskytnutého Univerzitou Tomáše Bati ve Zlíně nebo jinými subjekty pouze ke studijním a výzkumným účelům (tj. k nekomerčnímu využití), nelze výsledky diplomové práce využít ke komerčním účelům;
- pokud je výstupem diplomové práce jakýkoliv softwarový produkt, považují se za součást práce rovněž i zdrojové kódy, popř. soubory, ze kterých se projekt skládá; neodevzdání této součásti může být důvodem k neobhájení práce.

Prohlašuji, že

- jsem na diplomové práci pracoval(a) samostatně a použitou literaturu jsem řádně citoval(a); v případě publikace výsledků budu uveden(a) jako spoluautor;
- odevzdaná verze diplomové práce a verze elektronická nahraná do IS/STAG jsou obsahově totožné.

Ve Zlíně, dne 20.5.2025

Bc. Aleš Odstrčil, v.r.
podpis autora

ABSTRAKT

Tato diplomová práce se zabývá problematikou požární bezpečnosti panelových domů, jejichž konstrukční provedení často neodpovídá současným normám a požadavkům. Cílem je navrhnout technicky proveditelná a účinná opatření vedoucí ke snížení rizik spojených s požárem. Práce obsahuje přehled vývoje panelové výstavby, platné legislativy a požárních předpisů. Dále se věnuje analýze rizik a metodám multikriteriálního hodnocení, které slouží k porovnání navržených řešení. V praktické části jsou analyzována slabá místa v případě požáru, a následně navržena odpovídající opatření. V poslední části práce jsou sestaveny varianty řešení. Ty jsou následně za pomoci multikriteriálního hodnocení vyhodnoceny s cílem určit nejvhodnější variantu.

Klíčová slova: požární ochrana, požární bezpečnost, panelový dům, analýza rizik multikriteriální hodnocení.

ABSTRACT

This thesis deals with the issue of fire safety of prefabricated buildings, whose design often does not meet current standards and requirements. The aim is to propose technically feasible and effective measures to reduce the risks associated with fire. The thesis contains an overview of the development of prefabricated buildings, current legislation and fire regulations. It also discusses the methods of multi-criteria assessment and risk analysis used to compare the proposed solutions. In the practical part, the weak points in case of fire are analysed and then appropriate measures are proposed. In the last part of the thesis, solution options are considered. These are then evaluated using a multi-criteria evaluation to determine the most suitable option.

Keywords: fire protection, fire safety, prefabricated house, risk analysis, multi-criteria evaluation.

Mé poděkování patří panu Ing. Davidu Šaurovi, Ph.D. za vedení, odborné rady a ochotu, která mi v průběhu zpracovávání diplomové práce byla velmi přínosná. Taktéž bych chtěl poděkovat panu Ing. Adamovi Malatinskému, Ph.D., za jeho věcné připomínky a doporučení v oblasti požární ochrany.

Prohlašuji, že odevzdaná tištěná verze diplomové práce a verze elektronická, nahraná do IS/STAG jsou totožné.

OBSAH

ÚVOD.....	13
I TEORETICKÁ ČÁST	14
1 ANALÝZA SOUČASNÉHO STAVU PROTIPOŽÁRNÍHO ZABEZPEČENÍ PANELOVÝCH DOMŮ	15
1.1 KATEGORIZACE PANELOVÝCH DOMŮ Z HLEDISKA PROTIPOŽÁRNÍHO ZABEZPEČENÍ.....	15
1.1.1 Předrevoluční panelové domy (60-80.léta)	16
1.1.2 Brzké porevoluční (1990-2000)	17
1.2 CHARAKTERISTIKA POŽÁRU	19
1.2.1 Plamen.....	19
1.2.2 Kouř.....	20
1.3 FÁZE POŽÁRU	20
1.4 POŽÁRNÍ BEZPEČNOST STAVEB.....	21
1.4.1 Pasivní požární ochrana	21
1.4.2 Aktivní požární ochrana	22
1.5 AKTUÁLNÍ NORMY A LEGISLATIVA.....	22
1.5.1 Zákon č. 133/1985 Sb. O požární ochraně.....	23
1.5.3 Vyhláška č. 246/2001 Sb. Vyhláška Ministerstva vnitra o stanovení podmínek požární bezpečnosti a výkonu státního požárního výboru	24
1.5.4 ČSN 73 0802 Požární bezpečnost staveb – Nevýrobní objekty.....	25
1.5.5 ČSN 73 0810 – Požární bezpečnost staveb – Společná ustanovení.....	28
1.5.6 ČSN 73 0833 – Požární bezpečnost staveb – Budovy pro bydlení a ubytování.....	30
1.5.7 ČSN 73 0834 Požárně bezpečnostní typy budov	31
1.5.8 Legislativní vazby	33
1.6 HISTORIE POŽÁRNÍCH PŘEDPISŮ	33
1.7 HISTORICKÝ POHLED NA POŽÁRNÍ NEDOSTATKY PANELOVÝCH DOMŮ	34
1.7.1 Požární hydranty	34
1.7.2 Požární dveře.....	35
1.7.3 Instalační šachty a bytová jádra	36
1.7.4 Požární uzávěry a ucpávky instalačních šachet	40
1.8 POČET POŽÁRŮ V DOMÁCNOSTECH NA ÚZEMÍ ČESKÉ REPUBLIKY.....	42
2 SOFTWARE NÁSTROJE PRO MULTIKRITERIÁLNÍ HODNOCENÍ A ANALÝZU RIZIK	46
2.1 ÚVOD MULTIKRITERIÁLNÍ ANALÝZA	46
2.2 ZÁKLADNÍ POJMY V OBLASTI MULTIKRITERIÁLNÍ ANALÝZY	47
2.3 METODA PŘÍMÉHO STANOVENÍ VAH	48
2.3.1 Metoda bodovací	48
2.3.2 Metoda pomocí pořadí	49

2.4	METODA STANOVENÍ VAH POMOCÍ PÁROVÉHO POROVNÁNÍ.....	49
2.4.1	Fullerova metoda.....	50
2.4.2	Saatyho metoda	51
2.5	METODY MC ANALÝZY PRO STANOVENÍ VARIANT.....	52
2.5.1	AHP.....	52
2.5.2	WSM	54
2.5.3	ELECTRE	54
2.5.4	PROMETHEE.....	55
2.6	AKTUÁLNÍ STAV SOFTWAREVÝCH NÁSTROJŮ MC ANALÝZY.....	56
2.6.1	MC&S2 Analyzer.....	56
2.7	ANALÝZA RIZIK.....	59
2.7.1	Základní terminologie a souvislosti	60
2.8	METODY ANALÝZY RIZIK	61
2.8.1	Vybrané metody analýzy rizik	62
2.9	AKTUÁLNÍ STAV SOFTWAREVÝCH NÁSTROJŮ ANALÝZY RIZIK.....	65
2.10	RISKAN.....	65
3	NÁVRH OBECNÉHO POSTUPU PROTIPOŽÁRNÍHO ZABEZPEČENÍ PANELOVÝCH DOMŮ POMOCÍ SOFTWAREVÝCH NÁSTROJŮ.....	69
3.1	ANALÝZA SOUČASNÉHO STAVU PANELOVÝCH DOMŮ	69
3.2	REŠERŠE HISTORICKÝCH POŽÁRŮ PANELOVÝCH DOMŮ	69
3.3	VSTUPNÍ INFORMACE PRO ANALÝZU POŽÁRNÍCH RIZIK	69
3.4	VYHODNOCENÍ RIZIK A URČENÍ VYSOKO RIZIKOVÝCH OBLASTÍ.....	70
3.5	NÁVRH PROTIPOŽÁRNÍCH OPATŘENÍ.....	70
3.6	SESTAVENÍ JEDNOTLIVÝCH VARIANT PROTIPOŽÁRNÍCH OPATŘENÍ	70
3.7	VYHODNOCENÍ NEJVHODNĚJŠÍHO ŘEŠENÍ	71
3.8	SESTAVENÍ CELKOVÉHO POSTUPU	72
II	PRAKTICKÁ ČÁST	74
4	ANALÝZA POŽÁRNÍCH RIZIK PANELOVÝCH DOMŮ	75
4.1	POSTUP ANALÝZY RIZIK POŽÁRU V ROZHRANÍ RISKAN	75
4.2	VÝSTUP ANALÝZY RIZIK.....	81
4.3.1	Stanovení hodnot rozsahů a výsledného rizika	82
5	PŘEHLED VHODNÝCH OPATŘENÍ.....	84
5.1	PROTIPOŽÁRNÍ DVEŘE DO BYTOVÝCH JEDNOTEK.....	84
5.1.1	Požadavky na bytové požární dveře.....	86
5.2	ELEKTRICKÁ POŽÁRNÍ SIGNALIZACE	86
5.2.1	Normy v oblasti EPS	87
5.2.2	Postup návrhu EPS	89

5.3	AUTONOMNÍ POŽÁRNÍ SIGNALIZACE.....	91
5.3.1	Normy v oblasti autonomní požární signalizace	92
5.3.3	Požadavky a doporučení pro autonomní hlásiče	93
5.3.4	Princip Opticko – kouřového hlásiče	94
5.4	PŘENOSNÝ HASÍCÍ PŘÍSTROJ	95
5.4.1	Normy týkající se přenosných hasících přístrojů	95
5.4.2	Požadavky a doporučení pro přenosné hasící přístroje	97
5.5	HASÍCÍ DEKA	97
5.6	INSTALAČNÍ ŠACHTA	98
5.6.1	Normy v oblasti revitalizace prostupů instalačních šachet	99
5.6.2	Modelový příklad instalační šachty v panelovém domě	101
5.7	ŠÍŘENÍ OHNĚ PO FASÁDÁCH – REGENERACE ZATEPLENÍ	103
5.7.1	Požadavky na fasádní zateplovací systémy	104
5.7.2	Úprava stávajícího zateplení	107
5.8	VYBRANÉ USTANOVENÍ PRO BYTOVÉ (PANELOVÉ) DOMY.....	107
5.9	NÁVRH POSTUPU CHOVÁNÍ OBYVATEL PANELOVÝCH DOMŮ PŘI POŽÁRU	109
6	NÁVRH VARIANT PROTIPOŽÁRNÍHO ZABEZPEČENÍ PANELOVÝCH DOMŮ S VYUŽITÍM MULTIKRITERIÁLNÍHO HODNOCENÍ.....	113
6.1	PROTIPOŽÁRNÍ DVEŘE	113
6.2	AUTONOMNÍ POŽÁRNÍ HLÁSIČE	115
6.3	PŘENOSNÝ HASÍCÍ PŘÍSTROJ	118
6.4	INSTALAČNÍ ŠACHTA	120
6.5	ŠÍŘENÍ OHNĚ PO FASÁDÁCH – REGENERACE ZATEPLENÍ	124
	DISKUZE VÝSLEDKŮ PRAKTICKÉ ČÁSTI.....	127
	ZÁVĚR	129
	SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY.....	130
	SEZNAM OBRÁZKŮ	139
	SEZNAM TABULEK.....	141
	SEZNAM POUŽITÝCH SYMBOLŮ A ZKRATEK.....	142

ÚVOD

V mé diplomové práci se budu zabývat návrhem pro zvýšení požární bezpečnosti v panelových domech. Toto téma jsem zvolil na základě toho, že tento typ staveb dnes stále tvoří významnou část bytového fondu v České republice. Většina těchto objektů však byla postavena v období, kdy požadavky na požární bezpečnost neodpovídaly dnešním standardům. Tehdejší technologie, materiálové možnosti i platné normy měly svá omezení, což se promítlo do řady konstrukčních nedostatků.

Diplomová práce bude rozdělena na teoretickou a praktickou část. V teoretické části bude nejprve popsán vývoj panelové výstavby z hlediska konstrukčního řešení a požární bezpečnosti. Dále budou uvedeny aktuálně platné normy a legislativa, které požární ochranu staveb upravují. Následně budou popsány metody multikriteriální analýzy a principy analýzy rizik, včetně přehledu dostupných softwarových nástrojů, které umožní tato hodnocení efektivně provádět.

Praktická část práce se bude zaměřovat na využití dříve teoreticky popsaných metod při návrhu protipožárního zabezpečení panelových domů. Pomocí softwarového nástroje bude provedena analýza požárních rizik, jejímž cílem bude identifikace nejvíce ohrožených oblastí v případě požáru. V následujících kapitolách bude pro tyto riziková místa objektu navržena odpovídající technická opatření a sestaveny varianty možného řešení. Jednotlivé varianty budou následně posouzeny pomocí multikriteriálního hodnocení, které zohlední například účinnost navrhovaných opatření, technickou proveditelnost nebo cenovou dostupnost.

Cílem práce bude vybrat optimální variantu protipožárních zabezpečení, která zajistí zlepšení požární bezpečnosti panelových domů a zároveň bude realizovatelná v běžné praxi. Výsledkem bude přehledný návrh opatření, která bude možné využít při plánování rekonstrukcí nebo rozhodování správců a vlastníků bytových domů. Navržený postup bude pojatý tak, aby mohl být aplikován i na jiné stavby obdobného charakteru.

I. TEORETICKÁ ČÁST

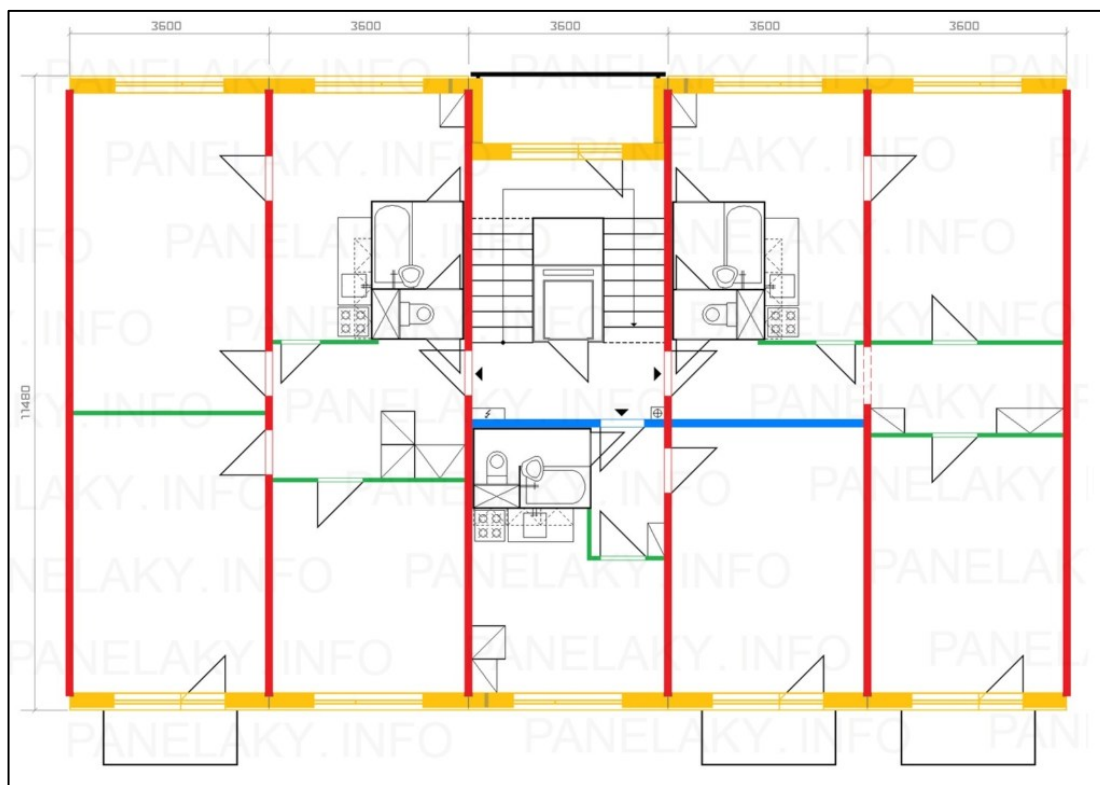
1 ANALÝZA SOUČASNÉHO STAVU PROTIPOŽÁRNÍHO ZABEZPEČENÍ PANELOVÝCH DOMŮ

První kapitola práce se věnuje analýze současného stavu protipožárního zabezpečení panelových domů. Cílem je popsat specifika těchto stavebních objektů, jejich historický vývoj, konstrukční řešení a s tím spojená rizika z hlediska požární bezpečnosti. Kapitola rovněž shrnuje základní legislativní rámec a technické normy, které požární ochranu panelových domů definují. Dále zde bude zmíněna statistika požárů v České republice, která se bude zabývat nejen počty požárů, ale i počtem obětí a celkové majetkové škody.

1.1 Kategorizace panelových domů z hlediska protipožárního zabezpečení

Panelový dům je specifický typ bytového domu, postavený ze vzájemně spojených betonových panelů. Tyto panely jsou vyrobeny ve výrobních závodech – jako prefabrikáty a na stavbě se pouze montují. Panelové domy se začaly ve velkém množství stavět v 50. až 80. letech 20. století jako levné a rychlé řešení bytové krize. Existuje mnoho různých konstrukčních sestav panelových domů, které se liší použitými materiály, rozměry panelů, dispozicí bytů a dalšími parametry. Panelová výstavba prošla vývojem od prvních jednoduchých soustav 50. let až po sofistikovanější typy 70. a 80. let. Postupně se zvětšovaly byty, zlepšovala se izolace a klesala potřeba ozdobných prvků. Panelové domy tak sehrály důležitou roli v zajištění bydlení pro miliony lidí, i když dnes čelí kritice kvůli své architektuře, technickému stavu a s tím souvisejícím nevyhovujícím aktuálním požárním normám. Základními konstrukčními prvky panelového domu jsou: nosné stěny, podélně ztužující stěny, nenosné podélné příčky a obvodový plášť. Tyto barevná zobrazení souvisejí s obrázkem půdorysného schématu panelového domu níže (obrázek 1). Jednotlivé soustavy se i pod stejným označením mohou dispozičně lišit zejména v jiných částech republiky.

[1],[2]



Obrázek 1 Půdorys panelové soustavy T-06B

(zdroj:[2])

Po úvodním představení panelových domů, budou v podkapitolách rozebrány panelové domy z různých období, které můžeme na našich sídlištích stále vídat, byť dnes už velkou část po povrchové úpravě, nejčastěji zateplením panelového domu s nově upravenou fasádou a novými prvky jako jsou balkóny, lodžie, okna aj.

1.1.1 Předrevoluční panelové domy (60-80.léta)

V tomto období se na území tehdejšího Československa došlo k výstavbě několika typů panelové konstrukční soustavy. Panelová výstavba v Československu prošla v letech 1960–2000 výrazným vývojem. V období před rokem 1980 dominovaly především konstrukční soustavy, které se staly základem pro masovou výstavbu sídlišť. Mezi nejvýznamnější patřila řada T06B, která vznikla jako evoluce starší soustavy G57 a stala se nejrozšířenější v celé republice. Tato soustava měla jednotný rozpon 3,6 metru a umožňovala částečné úpravy dle regionálních potřeb. Díky tomu se objevila řada variant, například T06B-OL nebo T06B-OS. Významným konkurentem této soustavy se stala řada T08B, která se začala stavět v 60.

letech a nabízela větší flexibilitu v uspořádání bytů. Charakteristická byla svým šestimetrovým rozponem, který umožňoval volnější dispoziční řešení. Na základě zkušeností z těchto soustav došlo počátkem 70. let k revizi stavebních standardů, což vedlo ke vzniku tzv. nových konstrukčních soustav (NKS). Ty zavedly lepší tepelnou izolaci, dvouplášťové střechy a nové typy oken s lepšími izolačními vlastnostmi. Mezi nejvýznamnější soustavy této éry patřily BA-NKS, B70 a OP1.11. Rozdílná byla soustava B70, která se odlišovala svým členitým půdorysem a strukturálním řešením sekcí. Kromě těchto velkosériových soustav se objevily i unikátní stavební systémy, jako například dánská licence Larsen-Nielsen, která byla využívána pouze v Praze a vyznačovala se specifickými vodorovnými pruhy na fasádách. Do roku 1980 se výstavba zaměřovala především na efektivitu a rychlost budování, zatímco v následující dekádě se stále více dbalo na zlepšení kvality bydlení a technických parametrů budov.[3]

1.1.2 Brzké porevoluční (1990-2000)

Po roce 1990 pokračovala výstavba některých typů panelových domů, často s úpravami na základě nových předpisů a architektonických požadavků i když v menším měřítku. V rámci nových podmínek a změněných stavebních norem docházelo k úpravám již existujících projektů. Například soustava VVÚ-ETA byla nadále využívána, ale s drobnými modifikacemi, které zahrnovaly změny obvodového pláště nebo vylepšenou izolaci. Podobně se stavěly i upravené varianty soustav OP1.11, OP1.13 a OP1.21. Významnou novinkou byla soustava OP1.31, která byla plánována jako nástupce OP1.11 a její výstavba probíhala hlavně na severní Moravě v první polovině 90. let. Byla charakteristická lodžemi a členitějším půdorysem, přičemž její maximální výška činila osm podlaží. Přestože se některé soustavy stavěly i po roce 1990, trend masové panelové výstavby postupně ustupoval ve prospěch jiných stavebních technologií. Nové normy kladly větší důraz na energetickou efektivitu a variabilitu obytných prostor, což vedlo k tomu, že klasické panelové domy ztratily svůj původní význam. České sídliště však ukazují, že panelová výstavba sehrála významnou roli a dodnes tvoří významnou část bytového fondu.[3]

Tabulka 1 Typy konstrukčních soustav

G57 	T-06B 
T-08B 	OP1.11 
B70 	Larsen - Nielsen 
VVÚ-ETA 	OP1.31 

(zdroj:[3])

1.2 Charakteristika požáru

Požár je definován jako nežádoucí a nekontrolované hoření, které způsobuje škody na majetku a ztráty na životech lidí či zvířat. Hoření samo o sobě však není totožné s požárem, protože nemusí být vždy nežádoucí – může být člověkem plánovaně řízeno a využíváno k různým účelům (topení, osvětlení). K tomu, aby mohlo dojít k hoření, musí být splněny tři základní podmínky. Hoření nastává pouze za přítomnosti hořlavé látky, zdroje zapálení a oxidačního prvku. Jestliže jeden z prvků v procesu chybí, hoření zaniká. Hoření je chemická reakce, při které dochází k uvolnění tepla a často i světla. Naproti tomu je požár nekontrolovatelné a nežádoucí hoření, které může ohrožovat životy, zdraví a majetek. [4]



Obrázek 2 Faktory podmiňující hoření

(zdroj: [vlastní])

1.2.1 Plamen

Plamen je viditelný následek procesu hoření. Jedná se o směs plynů a par odpařujících se z hořlavé látky, které se mísí se vzduchem a jsou ohraničeny hořící vrstvou. Plamen lze charakterizovat prostřednictvím jeho rozměrů, zářivosti a teploty. Rozměry plamene závisejí na rychlosti výměny plynů, skupenství hořlavé látky a jejím charakteru. Zářivost plamene je ovlivněna množstvím tuhých částic v proudu plynů a stupněm jejich zahřátí. Teplota plamene závisí na výhřevnosti hořlavé látky a množství vzduchu, který je v místě hoření k dispozici. [5]

1.2.2 Kouř

Kouřem se rozumí jev, který vzniká při hoření různých typů materiálů. Množství pevných částic v kouři ovlivňuje jeho hustotu. Hustota kouře závisí na hořícím materiálu a jeho schopnosti jej vytvářet. Při velké koncentraci toxických zplodin a nedostatku kyslíku, může být člověk ohrožen na životě anebo usmrcen. Tyto stavy mohou nastat při menší koncentraci kyslíku v ovzduší než 9 %. Kouř způsobuje podráždění cest dýchacích, očí a v případě vystavení toxickým látkám i podráždění nechráněných míst po celém těle. [5]

1.3 Fáze požáru

Požár jako takový a jeho průběh lze rozčlenit do čtyř různých vývojových fází, kde každá fáze má v určitém čase určité charakteristiky. Jedná se o fázi počáteční, rozvoje, plně rozvinutou fázi a konečnou fázi dohořívání. [6]

Počáteční fáze

Jedná se o časový interval od vzniku požáru do začátku intenzivního hoření. Obvykle trvá 3 až 10 minut, což závisí na typu hořlavých materiálů a podmínkách, za kterých se požár šíří. V této fázi je intenzita hoření stále nízká, protože plameny zasáhly pouze omezené množství hořlavých látek. To dělá z této fáze ideální moment pro zahájení hasebního zásahu, kdy je zásah relativně jednoduchý a způsobené škody jsou minimální.[7]

Fáze rozvoje

Jedná se o fázi, která začíná intenzivním hořením a trvá až do okamžiku, kdy jsou požárem zasaženy všechny hořlavé materiály a konstrukce daného objektu. Podmínky na místě požáru jsou v tomto stádiu velmi náročné a vyžadují pečlivou koordinaci hasebních zásahů, zejména pokud se požár blíží k této fázi. Kovové konstrukce postupně ztrácejí svou pevnost, což výrazně zvyšuje riziko jejich zřícení.[7]

Plně rozvinutá fáze

Tato fáze požáru začíná na konci druhé fáze, kdy všechny hořlavé látky v objektu hoří a intenzita hoření dosahuje svého maxima, a trvá až do okamžiku, kdy začne intenzita hoření klesat. V tomto stádiu bývají vážně poškozeny nosné prvky konstrukce, což často vede ke zřícení stropů, krovů a dalších částí objektu. Zásah jednotek požární ochrany se v této fázi obvykle zaměřuje na chlazení a ochranu okolních budov. Rozhodnutí, zda zasahovat přímo

u hořícího objektu, nebo nechat požár dohořet, závisí na posouzení velitele zásahu, zejména s ohledem na riziko ohrožení okolí a dopady na životní prostředí. Přímý zásah do takto rozvinutého požáru je často technicky náročný a finančně nákladný.[7]

Fáze dohořívání

Tato fáze požáru nastává, když začne docházet k poklesu intenzity hoření a pokračuje až do úplného vyhoření všech hořlavých materiálů. Během této fáze se již mohou objevit vážné konstrukční problémy, včetně nebezpečí zřícení vnitřního i obvodového zdiva, komínů, schodišť a dalších nosných prvků stavby. Činnost zásahových jednotek se soustředí na odkrývání a dohašování skrytých ohnisek požáru, aby se minimalizovalo riziko opětovného vznícení.[7]

1.4 Požární bezpečnost staveb

Požární bezpečnost staveb je vlastnost stavby odolávat požáru a jeho šíření s cílem minimalizovat majetkové ztráty a ztráty na lidských životech. Mezi dvě základní složky požární bezpečnosti staveb patří aktivní a pasivní ochrana. Tyto dvě složky se vzájemně doplňují. Pasivní ochranu obecně tvoří základní bariéry vůči požáru a zpomaluje jeho šíření. Aktivní ochrana zahrnuje prvky, jejichž úkolem je detekovat požár v jeho rané fázi, provést zásah, či informovat HZS ČR. V rámci systému požární ochrany se lze často setkat s pojmy požární prevence a požární represe. Požární prevence zahrnuje opatření, která mají zabránit vzniku požáru nebo omezit jeho následky (např. kontrol, technická a stavební opatření). Požární represe naopak představuje činnosti spojené s likvidací již vzniklého požáru, tedy zásah hasičů, evakuaci a záchranu osob i majetku. [8]

1.4.1 Pasivní požární ochrana

Z požárního hlediska zahrnuje návrh konstrukčního a dispozičního řešení stavby schopnost budovy odolávat účinkům požáru. To zahrnuje například rozdělení objektu na požární úseky, použití materiálů a konstrukcí splňujících požadavky na hořlavost a požární odolnost. Obecně lze konstatovat, že se jedná o stavební opatření. Tyto pasivní prvky fungují nezávisle na lidském zásahu nebo aktivních systémech. [9]

Pasivní prvky požární ochrany:

- Nosné prvky konstrukce svislé, vodorovné,
- protipožární dveře,
- požární přepážky v instalačních šachtách,
- ochrana únikových cest,
- požární pásy v zateplení,
- volné (průjezdné) přístupové komunikace pro příjezd požární techniky.

1.4.2 Aktivní požární ochrana

Jedná se o schopnost požárně bezpečnostních systémů v budově detekovat vznik požáru, koordinovaně ovládat další požárně bezpečnostní prvky a účinně zasahovat proti požáru, zejména v jeho počáteční fázi. Na rozdíl od pasivní požární ochrany zahrnuje zařízení a systémy, které aktivně detekují požár a prvky, které často vyžadují lidskou obsluhu nebo údržbu, aby zůstaly funkční.[9]

Aktivní prvky požární ochrany:

- Elektrická požární signalizace,
- požární odvětrávaná šachta,
- hasící přístroje,
- nouzové osvětlení,
- orientační světelné tabule.

1.5 Aktuální normy a legislativa

Protipožární normy představují základní rámec pro zajištění bezpečnosti staveb a ochranu života a majetku před nebezpečím požáru. V dnešní době, kdy se stavební technologie a materiály neustále vyvíjejí, je nezbytné mít jasně stanovené postupy a požadavky, které zaručují účinnou ochranu a minimalizaci rizik spojených s požáry. Tyto normy zahrnují jak preventivní opatření, tak i postupy pro případ vzniku požáru, čímž poskytují komplexní

přístup k ochraně. V kontextu panelových domů, které často obývá velký počet lidí, je důležité věnovat zvláštní pozornost specifickým požadavkům a opatřením, která mohou významně přispět k ochraně obyvatel. Správné pochopení a implementace protipožárních norem je zásadní pro zajištění bezpečného prostředí pro všechny uživatele budov. Protipožární zabezpečení panelových domů v České republice řeší několik norem a předpisů. Mezi nejpodstatnější patří: zákon č. 133/1985 Sb. O požární ochraně, vyhláška č.23/2008 Sb. Vyhláška o technických podmínkách požární ochrany staveb, vyhláška č.246/2001 Sb. O požární prevenci a z řady norem ČSN 73 0802, ČSN 74 0833, ČSN 73 0834. [10]

1.5.1 Zákon č. 133/1985 Sb. O požární ochraně

Zákon o požární ochraně je základní právní normou České republiky, která upravuje oblast požární ochrany a stanovuje povinnosti pro fyzické osoby, právnické osoby i orgány veřejné správy. Tento zákon se zaměřuje na prevenci vzniku požárů, organizaci požární ochrany a postupy při mimořádných událostech, což je zvláště důležité pro panelové domy, kde se vyskytuje vysoká koncentrace osob a bytů. Zákon ukládá právnickým a fyzickým osobám povinnost vytvářet podmínky pro zajištění požární ochrany, což zahrnuje zpracování dokumentace požární ochrany. Do těchto dokumentů se řadí například posouzení požárního nebezpečí, požární řád a evakuační plány. Kromě toho zákon stanovuje povinnost provádět pravidelné požární kontroly, které ověřují, že všechna opatření k prevenci požárů jsou plněna v souladu se všemi předpisy a normami. Panelové domy vyžadují specifická opatření, která jsou zaměřena na zabezpečení staveb proti šíření požáru a zajištění únikových cest. Jednou z povinností je zajistit požárně bezpečnostní zařízení, jako jsou hasicí přístroje, hydranty a poplachové systémy. Zákon stanoví, že tyto prvky musí být instalovány a pravidelně udržovány v souladu s platnými technickými normami. Tento zákon také vymezuje odpovědnost za nedodržení povinností. V případě nedodržení požárních předpisů mohou být uloženy sankce, včetně pokut, a v závažných případech může dojít i k trestní odpovědnosti. Orgány veřejné správy, včetně HZS ČR, mají za účel zajistit dodržování těchto předpisů a poskytovat odborné poradenství. Touto problematikou se zabývá šestá část zákona, která uvádí jednotlivá porušení a postihy (pro právnické i fyzické osoby), které danému subjektu hrozí. HZS kraje může při výkonu státního požárního dozoru uložit peněžitý trest až do výše 10 000 000 Kč. [11]

1.5.2 Vyhláška č. 23/2008 Sb. O technických podmínkách požární ochrany staveb

Vyhláška stanovuje technické podmínky požární ochrany staveb. Určuje požadavky s cílem zajistit ochranu proti požárům a minimalizovat riziko jejich vzniku a šíření. Tato ustanovení se vztahují na všechny fáze životního cyklu stavby – od návrhu, přes realizaci až po samotné užívání a údržbu. Vyhlášku tedy musí dodržovat každý, kdo se podílí na výstavbě či údržbě staveb (projektant, stavebníci, vlastník/provozovatel). Vyhláška specifikuje, jak mají být budovy konstruovány a vybaveny, aby odpovídaly požadavkům na požární bezpečnost. To zahrnuje zejména požadavky na stavební konstrukce, jejich požární odolnost, rozčlenění budov na požární úseky a zajištění dostatečných a bezpečných únikových cest. Důraz je kladen také na vybavení staveb požárně bezpečnostními zařízeními, jako jsou detektory kouře, stabilní hasicí zařízení nebo systémy pro odvod kouře a tepla. Důležité je, že vyhláška nerozlišuje pouze typy budov, ale také účel jejich využití. Požadavky na požární ochranu se liší v závislosti na tom, zda se jedná o obytné budovy, průmyslové objekty, stavby pro shromažďování osob nebo speciální stavby, jako jsou nemocnice či školy. Tím se zajišťuje, že konkrétní technická opatření odpovídají charakteru a rizikovosti každé stavby. [12]

1.5.3 Vyhláška č. 246/2001 Sb. Vyhláška Ministerstva vnitra o stanovení podmínek požární bezpečnosti a výkonu státního požárního výboru

Vyhláška č.246/2001 Sb., je také známá jako vyhláška o požární prevenci. Je dalším z důležitých právních předpisů, který stanovuje předpisy pro předcházení požárů. Zásadní část vyhlášky se věnuje požadavkům na zpracování dokumentace požární ochrany (PO). Každá budova nebo objekt (pokud se na ně předpisy vztahují), musí mít zpracovány dokumenty. Tyto dokumenty popisují pravidla PO a postupy, které je nutné dodržovat při vzniku požáru. Kromě toho je nutné vést záznamy o pravidelných kontrolách a údržbě požárně bezpečnostních zařízení, aby byla zajištěna jejich funkčnost. V Následující tabulce budou shrnuty druhy dokumentů, které tvoří dokumentaci PO. [13]

Tabulka 2 Druhy dokumentace požární ochrany

Název dokumentace
Dokumentace o začlenění do kategorie činností se zvýšeným požárním nebezpečím nebo s vysokým požárním nebezpečím
Posouzení požárního nebezpečí
Stanovení organizace zabezpečení požární ochrany
Požární řád
Požární poplachové směrnice
Požární evakuační plán
Dokumentace zdolávání požárů
Řád ohlašovny požárů
Tematický plán a časový rozvrh školení zaměstnanců a odborné přípravy preventivních požárních hlídek a preventistů požární ochrany
Dokumentace o provedeném školení zaměstnanců a odborné přípravě preventivních požárních hlídek a preventistů požární ochrany
Požární kniha
Dokumentace o činnosti a akceschopnosti jednotky požární ochrany, popřípadě požární hlídky

(zdroj:[13])

Vyhláška se taktéž zabývá požadavky na technická zařízení a konstrukční řešení staveb. Upravuje například instalaci požárně bezpečnostních zařízení, jako jsou hlásiče kouře, hasicí přístroje nebo nouzové osvětlení. Další oblastí vyhlášky je školení a odborná příprava osob odpovědných za PO. Zaměstnavatelé nebo správci objektů mají povinnost zajistit, aby osoby pohybující se v prostorách budovy byly obeznámeny s pravidly a věděly, jak se chovat v případě požáru. Vyhláška také určuje pravidla pro odbornou přípravu pracovníků, kteří mají na starost zajištění PO v rozsáhlejších objektech nebo provozech. Mimo jiné se vyhláška zabývá stanovením podmínek pro provoz a údržbu budov. Tyto podmínky zahrnují například pravidelnou kontrolu technického stavu elektroinstalace, omezení hromadění hořlavých materiálů či zajištění průchodnosti únikových cest.[13]

1.5.4 ČSN 73 0802 Požární bezpečnost staveb – Nevýrobní objekty

Norma platí pro projektování požární bezpečnosti nových staveb – nevýrobních objektů a také pro projektování změn již stávajících nevýrobních staveb a prostor. Při provádění projekčních změn staveb a prostorů, nesmí dojít k poklesu aktuálního požárního zabezpečení

s důrazem na snížení bezpečnosti osob a nesmí být negativně ovlivněn zásah požárních jednotek. [14]

1.5.4.1 Termíny a definice užívané v normě

Požární bezpečnost stavebních objektů

Zahrnuje soubor organizačních, stavebních a technických opatření, jejichž cílem je zabránit vzniku požáru ve stavebním objektu a minimalizovat jeho následky. Tyto opatření jsou zaměřena na ochranu osob, zvířat a majetku před požárem. Obecně lze požární bezpečnost popsat, jako schopnost daného objektu čelit požáru. [14]

Hořlavé látky

Materiály, látky se schopností uvolňování tepla nebo plamenu při požáru. Tyto látky mohou být v pevném, kapalném nebo plynném stavu. Hořlavost těchto látek závisí na mnoha faktorech, jako je chemické složení, teplota vzplanutí, teplota hoření a další vlastnosti. [14]

Hořlavé stavební výrobky

Dle normy jsou hořlavé stavební výrobky takové, které mají schopnost uvolňovat teplo při požáru a dále jej šířit, tyto výrobky se řadí do tříd B až F, dle reakce výrobku na oheň. [14]

Nehořlavé stavební výrobky

Nehořlavé stavební výrobky jsou normou definovány jako výrobky, které při požáru neuvolňují teplo nebo je toto uvolněné množství tepla zanedbatelné. Jako nehořlavé se označují prvky třídy A1 a A2. [14]

Zařazení stavebních prvků do tříd dle reakce na oheň řeší norma ČSN EN 13501-1 Požární klasifikace stavebních výrobků a konstrukcí staveb. Norma se vztahuje na stavební prvky včetně zabudovaných v konstrukci, výjimkou jsou silové, ovládací a komunikační kabely. Na tyto prvky se vztahuje samostatná část normy ČSN EN 13501-6. [15]

První zmiňovaná norma je dělena na tři hlavní kategorie výrobků:

- Všechny stavební výrobky kromě podlahových krytin a tepelně izolačních výrobků potrubí,
- podlahové krytiny,
- tepelně izolační výrobky potrubí.[15]

Pro přiřazení výrobku do třídy, je třeba provést zkušební metody a dodržet definované postupy. Po splnění požadavků a zařazení do třídy, výrobek automaticky splňuje požadavky pro třídy nižší. [15]

Hlavní klasifikace výrobků dle reakce na oheň:

A1 až F – Třídy reakce na oheň pro všechny stavební výrobky kromě podlahových krytin a tepelně izolačních výrobků potrubí. [15]

A1_n až F_n – Třídy reakce na oheň pro podlahové krytiny. [15]

A1_L až F_L – Třídy reakce na oheň tepelně izolačních výrobků potrubí. [15]

Doplňkové klasifikace:

s1, s2, s3 – Doplnková klasifikace podle vývinu kouře. [15]

d0, d1, d2 – Doplnková klasifikace podle plamenně hořících částic/kapek. [15]

Při stanovení příslušné třídy pro stavební materiály se provádějí definované druhy zkoušek. Počet jednotlivých zkoušek a parametry, kterých musí daný materiál dosáhnout je definován přímo v této normě. V závislosti na posouzení chování stavebního výrobku po zkouškách, je zařazen do třídy. [15]

Tabulka 3 Zkušební metody stavebních výrobků

Název zkoušky	Norma
Zkouška nehořlavosti	EN ISO 1182
Stanovení spalného tepla	EN ISO 1716
Zkouška hořícím předmětem	EN 13823
Zkouška zápalnosti	EN ISO 11925-2
Chování podlahových krytin při hoření užitím zdroje sálavého tepla	EN ISO 9239-1

(zdroj: [15])

Požární úsek

Část stavebního objektu, která je prostorově oddělena od ostatních částí této konstrukce. Oddělení těchto segmentů budov jsou realizována požárně dělícími konstrukčními prvky (požárními dveřmi, požárním stropem atd.) či požárně bezpečnostními zařízeními.[14]

Úniková cesta

Nepřetržitě volná cesta nebo prostor ve výstavbě, který musí zajišťovat možnost bezpečně uniknout osobám z budovy nebo požárního úseku na volné venkovní prostranství, nebo do prostor, která nejsou zasažena požárem.[16]

Požární strop a požární stěna

Oba typy stavební konstrukce zabráňující šíření požáru, požární strop ve svislém směru, zatímco požární stěna ve směru vodorovném.[14]

Požární uzávěr otvoru

Prvky konstrukce, jejichž cílem je zabránit šíření požáru (mezi požárními úseky) konstrukčními otvory (dveře, požární klapky, uzávěrky šachet).[14]

1.5.5 ČSN 73 0810 – Požární bezpečnost staveb – Společná ustanovení

Norma stanovuje základní pravidla a technické požadavky pro navrhování stavebních konstrukcí a požárně bezpečnostních opatření s cílem minimalizovat riziko vzniku a šíření požáru. Jedná se o jeden ze základních dokumentů v oblasti požární ochrany staveb, který je součástí souboru norem ČSN 73 08xx. Norma definuje způsob klasifikace stavebních konstrukcí na základě jejich schopnosti odolávat účinkům požáru. [17]

Třídění konstrukčních částí

Stavební konstrukce se z pohledu požární bezpečnosti posuzují podle materiálů, ze kterých jsou vyrobeny, a jejich reakce na oheň. Cílem této klasifikace je určit, jak se celá konstrukce chová při požáru, zda stavební materiály zvyšují intenzitu požáru a jaký vliv mají na stabilitu stavby. Podle těchto kritérií se konstrukce podle českých technických norem řady 73 08xx rozdělují do kategorií DP1, DP2 a DP3 (dříve označovaných jako D1, D2 a D3).[17]

Třída DP1

Konstrukce této kategorie nezvyšují intenzitu požáru během stanovené doby a jsou tvořeny převážně nehořlavými materiály a produkty (třídy reakce na oheň A1 nebo A2). U stavebních konstrukcí typu DP1 je možné použití i hořlavých prvků (s klasifikací B až F), tyto materiály však musí být zapracovány uvnitř konstrukce tak, aby během požadované doby nedošlo k jejich vznícení. Zároveň jejich přítomnost nesmí negativně ovlivnit nosnost ani stabilitu celé konstrukce.[17]

Třída DP2

Konstrukce mohou obsahovat nosné prvky spadající do třídy reakce na oheň B až D, případně i B až E, pokud jejich hořlavost neohrožuje stabilitu celé konstrukce. Podmínkou je, že tyto hořlavé součásti musí být umístěny uvnitř konstrukce, přičemž vnější vrstvy musí být tvořeny nehořlavými materiály zařazenými do třídy A1 nebo A2. Tyto nehořlavé obkladové vrstvy mají za úkol zabránit vznícení a následnému hoření nosných nebo izolačních prvků během stanovené doby požární odolnosti.[17]

Třída DP3

Tyto konstrukce mohou během požadované doby požární odolnosti přispívat ke zvýšení intenzity požáru a nepodléhají žádným materiálovým omezením. Obecně zahrnují veškeré stavební konstrukce, které nesplňují kritéria pro zařazení do skupin DP1 nebo DP2.[17]

Klasifikace požární odolnosti

Odolnost stavebních konstrukcí je vyjadřována časovou stupnicí (15, 30, 45, 60, 90, 120 a 180 [min]). Hlavní mezní kritéria jsou označována písmeny:

- R – nosnost konstrukce,
- E – celistvost konstrukce,
- I – tepelná izolace konstrukce,
- W – hustota tepelného toku nebo radiace z povrchu konstrukce.[17]

Kromě hlavních kritérií existují i kritéria doplňková, jako jsou: kouřotěsnost, mechanická odolnost a další.

U každé posuzované konstrukce se můžou stavy označovat samostatně (R 15, E 30, I 90), nebo souhrnně (REI 60 – znamená, že konstrukce splňuje všechny tři stavy po dobu 60 minut).[17]

Tabulka 4 Klasifikace požární odolnosti

Klasifikační parametr	Odolnost v minutách									
E	15	20	30	45	60	90	120	180	240	360
EI₁	15	20	30	45	60	90	120	180	240	360
EI₂	15	20	30	45	60	90	120	180	240	360
EW	15	20	30	45	60	90	120	180	240	360

(zdroj:[18], upraveno)

Legenda k tabulce 4:

E – Celistvost,

I₁ – tepelná izolace, přísnější kritéria zkoušky,

I₂ – tepelná izolace, benevolentnější kritéria zkoušky,

W – kritérium radiace (prostup sálavého tepla).

1.5.6 ČSN 73 0833 – Požární bezpečnost staveb – Budovy pro bydlení a ubytování

Při navrhování rodinných domů, rekreačních objektů, bytových domů a ubytovacích zařízení je nutné postupovat v souladu s Vyhláškou č. 23/2008 Sb. a zároveň dodržovat požadavky normy ČSN 73 0833. Požární bezpečnost těchto staveb vychází z předpokladu, že slouží k trvalému nebo dočasnému pobytu většího množství osob. Hlavní riziko spočívá v možnosti vzniku požáru během noci, kdy lidé spí a mají sníženou schopnost vnímat nebezpečí. V takových situacích hrozí zvýšené riziko otravy kouřem či udušení. V případě ubytovacích zařízení se navíc nebezpečí zvyšuje kvůli neznalosti vnitřního uspořádání objektu nebo umístění protipožárních zařízení. V normě se často pracuje s pojmem obytná buňka, jedná se o samostatně uzavíratelnou místnost nebo skupinu místností určenou pro ubytování. Obytnou buňkou může být právě bytová jednotka. [19]

Dle normy se budovy, jejich části nebo prostory pro bydlení či ubytování třídí do čtyř skupin s označením OB1 – OB4.

Skupina OB1

Do této skupiny spadají rodinné domy a jiné rodinné rekreační objekty s maximálním počtem tří obytných buněk a s jedním podzemním a nejvýše třemi nadzemními podlažími (včetně podkroví). Plocha všech podlaží objektu nesmí zároveň přesáhnout 600 m².

Skupina OB2

Skupina bytových domů, přesahující kritéria ze skupiny OB1, příkladem může být větší počet obytných buněk.[19]

Skupina OB3

Zde spadají domy pro ubytování o projektované ubytovací kapacitě maximálně:

- *75 osob umístěných nejvýše do 3. nadzemního podlaží, nebo*
- *nejvýše 55 osob umístěných mezi 1. až 8. nadzemním podlaží.*[19]

Skupina OB4

Do poslední skupiny spadají domy pro ubytování, které přesahují kapacitu zmíněnou ve skupině OB3.[19]

1.5.7 ČSN 73 0834 Požárně bezpečnostní typy budov

Norma se zaměřuje na projektování požárně bezpečnostních změn již dokončených staveb, pokud tyto změny u staveb podléhají ohlášení, změně účelu užívání podle odpovídajícímu právnímu předpisu. Z hlediska požární bezpečnosti se změny staveb dále dělí podle rozsahu a závažnosti změn do třech hlavních tříd a do dvou samostatných tříd. [20]

Skupina třídy I

Při provádění stavebních úprav skupiny I není nutné přijímat zvláštní opatření, pokud nedojde ke snížení požární odolnosti upravovaných prvků nosných a požárně dělících konstrukcí pod původní stanovenou hodnotu. Zároveň nesmí dojít ke zhoršení třídy hořlavosti použitých materiálů a konstrukcí oproti původnímu stavu. Veškeré nově vytvořené prostupy ve svislých stěnách a stropěch musí být utěsněny v souladu s aktuálními požárními normami. Původní únikové cesty nesmějí být zúženy (ani prodlouženy). Změny nesmějí dále negativně ovlivnit zařízení určená pro protipožární zásah, jako jsou příjezdové

komunikace, zásahové cesty, nástupní plochy nebo vnější odběrná místa vody. Vnitřní požární hydranty mohou zůstat zachovány v původním stavu. [20]

Skupina třídy II

Do této třídy jsou zařazeny veškeré změny, které nelze začlenit do skupin I a III. Změny staveb zařazené do skupiny II jsou podrobněji řešeny v normě ČSN 73 0834, která k těmto stavbám přistupuje obdobně jako k novostavbám, avšak s určitými povolenými úlevami. [20]

Skupina třídy III

Do této skupiny se řadí změny, které podstatně změní charakter požární zabezpečení. Právě z důvodu rozsáhlosti těchto změn se stavby řeší jako novostavby a musejí splňovat aktuálně platné normy požární ochrany. [20]

Zvlášť definované samostatné skupiny:

Památkově chráněné stavby

Specifickou část normy týkající se změn staveb tvoří kulturní památky, u nichž je při posuzování požární bezpečnosti nutné uplatnit odlišný přístup. Požární zabezpečení těchto objektů proto vyžaduje individuální a detailní analýzu konkrétních podmínek dané stavby. [20]

Obnova bytových domů řešených podle typových podkladů

Ačkoli byly panelové domy projektovány již po zavedení souboru požárních norem řady ČSN 73 08xx, jejich regenerace přináší komplikace související s aplikací současných předpisů. Z tohoto důvodu se u stavebních úprav bytových domů postavených na keramické nebo silikátové bázi, které byly navrženy podle tehdejších typových podkladů (platných do roku 1994), přestože byly projektovány v souladu s normami ČSN 73 0802 a ČSN 73 0833, umožňuje posuzování nových nástaveb či přístaveb jako změn staveb skupiny II, což znamená, že je možné uplatnit určité úlevy. Klíčovou podmínkou je však splnění kritérií pro zařazení do této kategorie změn. Nicméně požadavek na oddělení jednotlivých obytných jednotek do samostatných požárních úseků zůstává nadále v platnosti. [20]

1.5.8 Legislativní vazby

Vyhlášky se opírají o zákon č.133/1985 Sb., o požární ochraně a jsou spojeny s řadou dalších právních předpisů a technických norem, které se zabývají podrobněji technickými požadavky pro zajištění požární bezpečnosti. Mezi tyto normy patří například již dříve zmíněné normy: ČSN 73 0802 požární bezpečnost staveb – nevýrobní objekty, ČSN EN požární bezpečnost staveb – budovy pro bydlení a ubytování, ČSN EN 73 0834 Požárně bezpečnostní typy budov a ČSN EN 13501-1 požární klasifikace stavebních výrobků a konstrukcí staveb a další. Ačkoli mají obě vyhlášky stejný cíl – stanovit podmínky pro ochranu životů a majetku vůči požáru, jejich zaměření se liší. Vyhláška o technických podmínkách požární ochrany staveb se zabývá technickou stránkou požární bezpečnosti, zatímco vyhláška o stanovení podmínek požární bezpečnosti a výkonu státního požárního výboru se primárně zaměřuje na kontrolní a dozorové stránky požární bezpečnosti. [12],[13]

1.6 Historie požárních předpisů

Z hlediska požárních předpisů platných v době návrhu a výstavby panelových domů je důležité zohlednit, že tyto předpisy procházely neustálým vývojem, často velmi dynamickým. V 80. letech byly panelové bytové soustavy navrhovány na základě typových podkladů dle požární bezpečnosti stanovené normou ČSN 73 0760 – Požární předpisy pro výstavbu průmyslových závodů a sídlišť, jež byla zavedena v roce 1954 a revidována v roce 1959. Klíčovým požárním prvkem v těchto budovách byla požární zeď, která procházela celou stavbou od základů až po střechu. Při posuzování těchto staveb se využívala metoda kategorizace, kde byly veškeré požadavky jednoznačně stanoveny s ohledem na typ provozu v objektu. V roce 1967 byly zavedeny nové požární předpisy pro projektování výškových budov, které se vztahovaly na stavby s výškou přesahující 30 metrů, měřenou od nástupní plochy po podlahu nejvyššího podlaží. Pozdější úprava tohoto předpisu snížila hranici pro zařazení mezi výškové budovy na 24 metrů. Dne 1. prosince 1971 bylo završeno čtyřleté období práce na prvním konečném návrhu nové normy ČSN 73 0802 s názvem „Požární bezpečnost stavebních objektů – základní ustanovení“. Oficiálně vydaná norma, která vstoupila v platnost v roce 1977, však nesla název „PBS – společná ustanovení“. Tento návrh zásadně změnil dosavadní přístup k posuzování a projektování staveb z hlediska požární bezpečnosti, přičemž kladl výrazně vyšší nároky na odbornou práci požárních specialistů i projektantů. Klíčovými faktory, které ovlivnily vznik nových požárních předpisů, byly

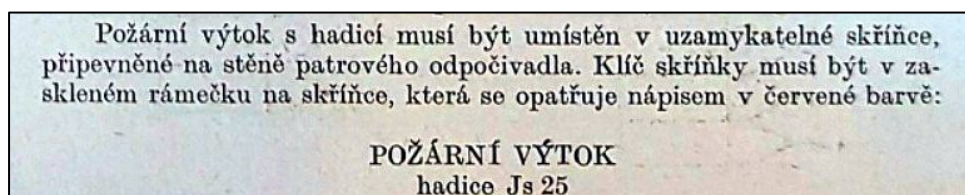
změny v metodách plánování a realizace stavebních objektů, nové poznatky v oblasti požární bezpečnosti a cenné zkušenosti získané při analýze požárů. Technické aspekty výstavby si postupem času vyžádaly zavedení normy ČSN 73 083, která se zaměřuje na změny staveb. Norma stanovuje odstupňované požadavky na požární bezpečnost v závislosti na účelu a rozsahu prováděných úprav, přičemž zohledňuje i jejich potenciální dopad na úroveň protipožárního zabezpečení budov. Nedostatky ze starších předpisů, jiných, než je řada ČSN 73 08xx, byly již dříve postupně odstraňovány. [21], [22]

1.7 Historický pohled na požární nedostatky panelových domů

Vzhledem k tehdejším technickým možnostem, dostupnosti materiálů a platným normám se v konstrukci těchto objektů objevovala řada řešení, která z dnešního pohledu nevyhovují současným požadavkům požární bezpečnosti. Níže budou popsány konkrétní problematická místa.

1.7.1 Požární hydranty

Na konci 70. let 20. století došlo v panelovém domě typu T-08B v Havířově k tragickému požáru. Požár vznikl v bytové jednotce z nedbalosti. Plameny se rychle šířily do vyšších podlaží skrze vertikální trasu odsávacího potrubí, vyrobeného ze sklolaminátu, který je vysoce hořlavý. Další šíření požáru bylo umožněno použitím nevhodných materiálů v konstrukci bytového jádra, konkrétně umakartových příček s výplní z polystyrenu, který je silně hořlavý a při hoření uvolňuje toxické zplodiny. Jedním z hlavních problémů při snaze o uhašení požáru byl uzamčený požární hydrant. Nad skříní hydrantu byla sice krabička s klíčkem pro odemčení skříně, nicméně vzhledem k zakouřenému prostředí se nepodařilo ke klíčku dostat. Je nezbytně nutné dodat, že tehdejší platná norma ČSN 73 6622 uzamčení nařizovala.[23]



Obrázek 3 Historická norma pro požární hydranty

(zdroj:[23])

1.7.2 Požární dveře

Požární uzávěry otvorů v tomto případě požární dveře, jsou problematické zejména kvůli tehdejšímu omezením v průmyslové výrobě (70. léta 20. století). Nedostatečná dostupnost certifikovaných produktů vyústila v nutnost nalezení improvizovaných řešení. V době centrálně řízeného hospodářství nebyl trh flexibilní a dodávky požárních dveří nebyly vždy zajištěny v požadovaném množství a kvalitě. Mnohé požární dveře té doby nesplňují dnešní přísnější požární normy, což ztěžuje jejich revize a vyžaduje časté úpravy nebo výměny při rekonstrukcích starších panelových budov. V této době platila norma ČSN 73 0760 Požární předpisy pro výstavbu průmyslových závodů a sídlišť, která se vztahovala právě na tyto požární uzávěry (dveře). Jako jedny z mála sériově vyráběných dveří byl typ „DPJ 25“. Tento typ disponoval minimální požární odolností 20 min. Výše zmíněná norma však obsahovala dodatek, který umožňoval úpravy stávajících dveřních otvorů, aby bylo docíleno požadované požární odolnosti.[24]

Konkrétně bylo uvedeno v normě (ČSN 73 0760) dohledané v archivu následující sdělení:

P o z n á m k a : Prozatím se považují za dveře odolávající ohni i konstrukce dřevěné, pobité oboustranně plechem nebo z plechu na rámu z ocelových úhelníků.

Obrázek 4 Prozatímní řešení požárních uzávěrů

(zdroj:[25])

Dalším znepokojivým zjištěním byly nalezené obrázkové ukázky z projektové dokumentace (PD) na výstavbu největšího bratislavského sídliště, které bylo ve výstavbě přibližně v letech 1980–1982. Jde o úryvek z technické zprávy, které se zabývá právě nedostatkem požárních dveří.[24]

Nekolko sa v súčasnej dobe nevyrábajú dvere vyhovujúce ČSN 73 0802 Požiarne bezpečnosť stavieb, požiarne úseky, chránené únikové cesty nie sú oddelené požiarnymi uzávermi v zmysle normy. Nároky vyplývajúce z normy sú obsiahnuté v projekte požiarnej ochrany. V tabuľkách PSV výrobkov je táto skutočnosť v poznámke uvedená. V prípade zavedenia výrobkov s požadovanými vlastnosťami do sériovej výroby bude projekt v tomto rozsahu doplnený.

Obrázek 5 Nedostatky z PD – požární uzávěry

(zdroj:[23])

Sám autor tehdy platné normy ČSN 73 0833 Ing. arch. Petr Syrový, CSc. se v některých výkladech k normám a posudcích věnoval problematice nedostatku produktů nesplňující požární požadavky. Poskytoval „návod“ na náhradní technické řešení. V jeho spisech se zmiňoval, že v nutných případech lze za požární dveře do odolnosti 45 minut považovat i dveře běžných výrobců, které jsou následně obloženy v celé ploše z nehořlavých nebo nesnadno hořlavých materiálů. Totožný autor posuzoval i požární dveře na panelovou výstavbu Larsen – Nielsen z roku 1975 používanou pouze v Praze, kde dveře do jednotlivých požárních bytů museli splňovat požární odolnost PD-25 a „výhledově“ PD-30. [24]

Závěrem lze říci, že v minulosti byl hlavním problémem neschopnost vyrábět a dodávat požární dveře. Vzhledem k tehdejší rychlé výstavbě bylo takřka nevyhnutelné hledání alternativních řešení a úprav, které ve většině případů i tak nesplňovali požární podmínky. I když byly nedostatky v PD identifikovány a sepsány s dodatkem výměny při naskladnění požárních dveří, ve velké většině případů se tak nestalo.

1.7.3 Instalační šachty a bytová jádra

Instalační šachty ve stavebních objektech slouží jako vertikální prostory pro vedení různých technických rozvodů. Mezi tyto rozvody patří: vodovod, kanalizace, vzduchotechnika, vytápění, plynové potrubí nebo elektroinstalace. Nedostatečně řešená konstrukce šachet může umožnit rychlé šíření požáru mezi jednotlivými podlažími, a ohrozit i celkovou stabilitu stavby. K významným požárním rizikům patří rozsáhlá výstavba panelových bytových domů z období 1958–1990, v nichž bylo instalováno přibližně 1,2 milionu bytových jader. Většina z nich, přibližně 93–95 %, byla vyrobena z lehkých prefabrikovaných (hořlavých) materiálů, zatímco menší část tvoří železobetonové nebo zděné konstrukce. Jádra vykazují výrazná požární rizika nejen kvůli vysoké hořlavosti použitých materiálů, ale také kvůli jejich přímému propojení s instalačními šachtami, což potvrdila celá řada závažných požárů. K rizikovým faktorům v těchto šachtách patří přítomnost rozvodů plynu, sklolaminátových vzduchotechnických potrubí nebo vedených elektroinstalací. V neposlední řadě bývají rozvody umístěny v těsné blízkosti kuchyňských linek, což zvyšuje potenciální nebezpečí. V rámci modernizací a oprav často dochází k výměně původních, zpravidla nehořlavých instalačních vedení za plastové prvky, což dále zvyšuje požární riziko. Betonové stropní přepážky bývají při těchto úpravách často narušeny

nebo zcela odstraněny, čímž se podstatně snižuje jejich schopnost omezit vertikální šíření požáru. [26]

Požár bytového domu v Plzni

V listopadu 2012 došlo k obdobnému požáru v prvním nadzemním podlaží osmipodlažního bytového domu v Plzni. Stejně jako v předchozím případě vznikl požár v kuchyni. Kvůli absenci požárně dělících konstrukcí v instalační šachtě se oheň rychle rozšířil do vyšších podlaží. Vlivem komínového efektu byly požárem zasaženy všechny bytové jednotky nad sebou, které byly napojeny na dotčenou šachtu. Nejrozsáhlejší škody byly překvapivě zaznamenány ve 4. a 5. nadzemním podlaží. Hlavní příčinou takto rozsáhlého šíření požáru byla absence systémových požárních ucpávek a chybějící požární oddělení instalační šachty mezi jednotlivými podlažími.[27]

Požár bytového domu v Čelákovících

V červenci 2007 došlo k požáru v sedmém nadzemním podlaží osmipodlažního bytového domu v Čelákovících. Oheň vznikl v kuchyni z nedbalosti, konkrétně nepřítomnosti majitelky při vaření. Po jejím návratu byl již požár natolik rozvinutý, že jej nebylo možné uhasit běžnými prostředky. V domnění, že situaci zlepší, otevřela okna, čímž však neúmyslně umožnila přísun kyslíku, což vedlo k prostorovému vzplanutí. Plameny se následně rozšířily instalační šachtou do právě rekonstruované bytové jednotky o patro výše a odtud pokračovaly až na střechu objektu. To vedlo k velkým škodám a tomu, že se panelový dům stal přes měsíc neobyvatelný. Důvodem rychlého šíření požáru bylo nedostatečné utěsnění instalačních šachet. [27]



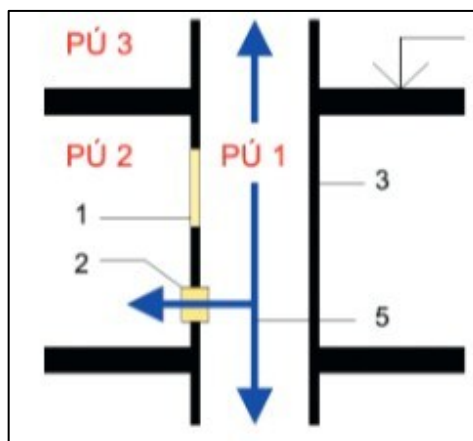
Obrázek 6 Příklad umístění bytového jádra
v panelovém domě

(zdroj:[28], upraveno)

Instalační šachty se z hlediska požární ochrany a konstrukce dělí na průběžnou vertikální a horizontálně dělenou dle stropů.

Průběžná vertikální konstrukce

Šachta tvoří po celé své výšce samostatný požární úsek, který je od okolních prostor oddělen požárně dělicí konstrukcí a uzávěry umožňujícími revizní přístup k instalacím. Pokud však instalační prostupy v těchto přepážkách nejsou správně požárně utěsněny, šachta zůstává průběžnou konstrukcí, která může i nadále umožňovat vertikální šíření požáru.[26]



Obrázek 7 Průběžná konstrukce
instalačních šachet

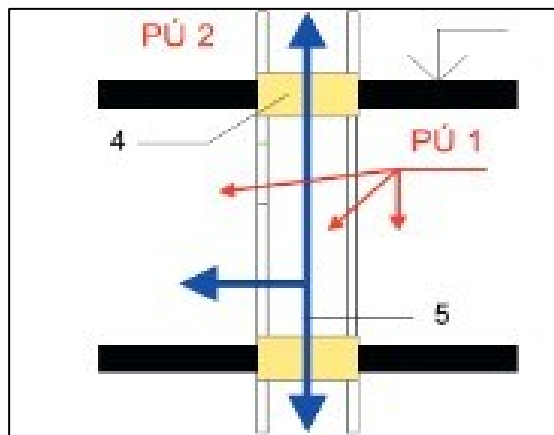
(zdroj:[26])

Legenda k obrázku 7:

- 1 - požární revizní uzávěr,
- 2 – utěsněný průchod instalací,
- 3 – stěna šachty,
- 5 – vedení instalací,
- PÚ – označení požárního úseku.

Horizontálně dělená

Požární bezpečnost instalačních prostorů spočívá v provedení požárních přepážek na úrovni požárních stropů. Tím se instalační prostor stává součástí požárního úseku, například bytové jednotky, kterou prochází. To se liší od průběžných šachet, kde je instalační prostor požárně oddělen od sousedního prostoru, například bytu. V této konstrukční variantě neplatí požární požadavky pro šachtové stěny, revizní dvířka a instalační prostupy.[26]



Obrázek 8 Horizontálně dělená konstrukce instalace šachet

(zdroj:[26])

Legenda k obrázku 8:

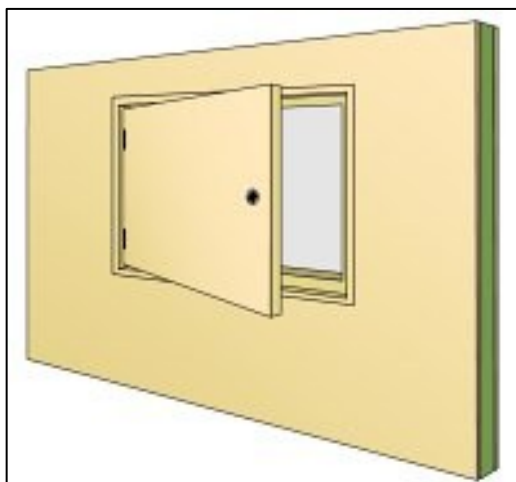
4 – požární přepážka,

5 – vedení instalací,

PÚ – označení požárního úseku.

1.7.4 Požární uzávěry a ucpávky instalačních šachet

Požární uzávěr v instalační šachtě slouží jako bezpečnostní prvek, který uzavírá revizní otvor v požárně dělící konstrukci šachty (dvířka nebo dveře), a tím zabraňuje šíření požáru a kouře mezi požárními úseky budovy. V panelových domech je typicky osazován do stěny šachty, která odděluje instalační šachtu od přilehlých bytových jednotek. Ve starších panelových domech se často setkáváme s nevyhovujícími uzávěry, které byly původně konstruovány bez většího důrazu na požární odolnost – typicky umakartová dvířka nebo dřevěné desky. Závažným problémem bývá i nedostatečná údržba a neodborné zásahy do uzávěrů, jako je výměna za nevhodná dvířka během rekonstrukce jádra. Taková změna může zásadně snížit úroveň požární bezpečnosti celého objektu.



Obrázek 9 Požární uzávěr
instalační šachty

(zdroj:[29])

Požární ucpávka je specializovaný těsnicí systém, který slouží k posílení požární odolnosti konstrukce v místě prostupu instalací. V konstrukcích, které mají oddělovat jednotlivé požární úseky – typicky stěny a stropy – představují instalační prostupy slabá místa. V panelových domech, kde jsou instalační šachty vedeny napříč podlažími, se ucpávky uplatňují především v místech prostupu plastových rozvodů kanalizace, plynu a elektroinstalací, které dříve nebyly běžné. Historicky byly tyto šachty konstruovány s nehořlavými rozvody, nicméně při modernizacích bývají často nahrazovány hořlavými materiály, které vyžadují úplně jiný přístup k požární ochraně. Neodborné řešení prostupů, jako je použití montážních pěn nebo nevhodných tmelů, je nejen neúčinné, ale přímo ohrožuje požární bezpečnost celé budovy.

Specifickým problémem u panelové výstavby je nepřístupnost šachet po rekonstrukci, která často znemožňuje kontrolu stavu ucpávek. Proto je důležitou součástí dokumentace stavby pasportizace, tedy označení a evidence každé ucpávky včetně její požární odolnosti, typu, data instalace a montážní firmy. [26]



Obrázek 10 Nesprávné provedení ucpávek v šachtách

(zdroj:[30])

1.8 Počet požárů v domácnostech na území České republiky

Statistiku požárů vydává každoročně HZS ČR v podobě statistických ročenek. Statistika jako taková, slouží pro lepší pochopení požárních rizik a tím k navržení opatření pro zvýšení požární bezpečnosti. Ročenky neuvádějí přesný počet v bytových (panelových) domech, ale prezentuje počet požárů obecně v soukromých domácnostech. Právě toto odvětví bude předmětem statistiky. Zaměření bude na celkový počet požárů v domácnostech, přímé škody a mortalitu. Data od HZS ČR jsou v době zpracování práce dostupná pouze do roku 2024, proto se budou tato data považovat za nejvíce aktuální.

Tabulka 5 Počet požárů v domácnostech

Období [rok]	Počet požárů
2014	2 652
2015	5 279
2016	5 012
2017	4 894
2018	5 340
2019	5 046
2020	5 264
2021	5 279
2022	5 880
2023	5 673
2024	5 921

(zdroj:[31])

Tabulka 6 Přímé škody při požárech v domácnostech

Období [rok]	Přímé škody [mil. Kč]
2014	346,85
2015	451,24
2016	439,27
2017	461,97
2018	546,62
2019	662,84
2020	560,09
2021	693,41
2022	909,83
2023	941,87
2024	1 128,58

(zdroj:[31])

Tabulka 7 Mortalita při požárech v domácnostech

Období [rok]	Počet obětí
2014	52
2015	30
2016	68
2017	41
2018	42
2019	66
2020	66
2021	67
2022	70
2023	55
2024	55

(zdroj:[31])

Na základě zpracovaných dat o požárech v domácnostech v letech 2014–2024 ukazuje setrvale vysoký počet požárů, přičemž maximum bylo zaznamenáno v roce 2024 (5 921 požárů). Přímé škody vykazují jednoznačně rostoucí trend. Zde ovšem může hrát roli inflace a vyšší finanční standard českých obyvatel. Mortalita v důsledku požárů sice v roce 2024 zůstala na hodnotě 55 obětí, což je pokles oproti maximu 70 obětí v roce 2022.

Hlavní příčiny požárů v domácnostech se dělí dle HZS ČR do čtyř skupin. A to nedbalost, komíny, technické závady a topidla. Do těchto skupin, lze zařadit jednotlivé faktory (nedostatky) v domácnostech, které mohou potencionálně způsobit požár. Je třeba mít na paměti, že odpovědnost za technické zabezpečení domácností a své chování nese každý člen domácnosti, včetně dětí i zvířat. [32]

Nedbalost

- Manipulace s otevřeným ohněm,
- opomenuté vaření,
- nedopalky cigaret,
- nesprávné skladování hořlavých materiálů,
- zanedbání bezpečnostních opatření (absence detektorů kouře),
- akumulace nečistot kolem zdrojů tepla.[32]

Komíny

- Vznícení sazí,
- nevhodná konstrukce komína,
- nedostatečná údržba,
- špatná instalace kouřovodů.[32]

Technické závady

- Nesprávné užívání elektrospotřebičů,
- závadné elektrospotřebiče,
- poškození izolace kabeláže,
- přetížení elektrických rozvodů,
- selhání termostatů.[32]

Topidla

- Nesprávné umístění přídavného topidla (v blízkosti záclon),
- nesprávné ukládání žhavého popela,
- nevhodně zvolené palivo,
- zanedbaná údržba topidel.[32]

Domácnosti jsou často vybaveny předměty, které jsou vyrobeny ze snadno hořlavých materiálů, jako jsou plasty, čalouněný nábytek, textilie aj. Požár se díky těmto předmětům může velmi rychle šířit a během pár chvil může být domov plný plamenů a kouře. V rámci prevence předcházení požárů v domácnostech a chování během něj, bylo HZS ČR sepsáno bezpečnostní desatero. [32]

Tabulka 8 Požární prevence – bezpečnostní desatero

Bezpečnostní desatero	
1.	Hlídat otevřený oheň
2.	Správně užívat spotřebiče (dle návodu od výrobce)
3.	Kontrola komínů
4.	Zvýšená pozornost u odhazování nedopalků cigaret
5.	Správný postup v procesu topení (topivo, zapalování ohně, likvidace popelu)
6.	Poučení dětí, zamezení přístupu ke zdrojům ohně
7.	Vybavení domácnosti – autonomní hlásiče požáru, hasební prostředky
8.	Udržování uzávěrů inženýrských sítí
9.	Kontrola elektrických zařízení
10.	Udržování průchodnosti chodeb a schodišť

(zdroj:[32])

Shrnutí první kapitoly

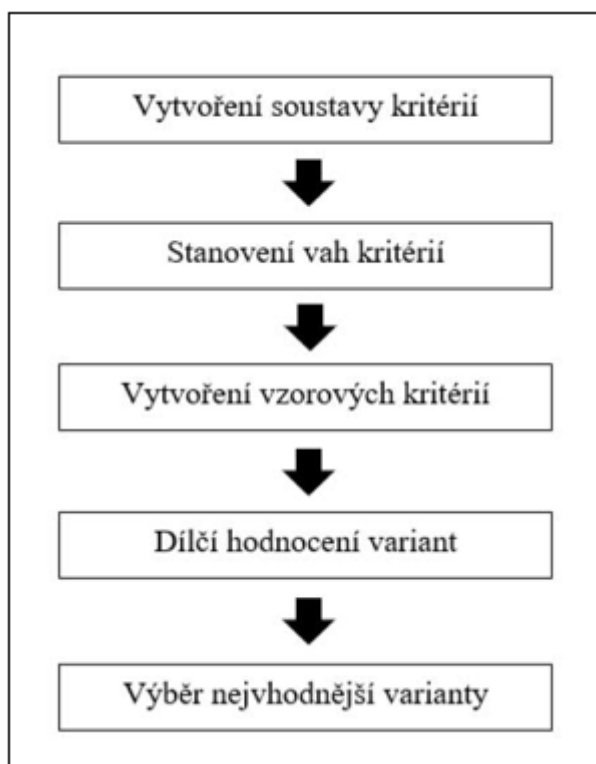
První kapitola poukázala, že tato kategorie staveb panelových domů vykazuje specifická rizika vyplývající z jejich konstrukčního řešení i historického vývoje panelových domů. Z historické analýzy vyplývá, že většina těchto objektů byla navržena a postavena v době, kdy požadavky na požární bezpečnost byly výrazně nižší než dnes. Typickými konstrukčními problémy jsou hořlavé materiály v bytových jádrech, nedostatečné požární dveře a neutěsněné instalační šachty. Tehdejší normy (např. ČSN 73 0760) sice požadavky na požární zabezpečení obsahovaly, ale z důvodu nedostatečných výrobních kapacit byly často obcházena nebo nahrazována provizorními řešeními. Dále byla shrnutá podstatná legislativa stanovující podmínky požární bezpečnosti jako je zákon č. 133/1985 Sb., vyhláška č. 23/2008 Sb. a vyhláška č. 246/2001 Sb. a aktuálně platné technické normy řady ČSN 73 08xx.

2 SOFTWARE NÁSTROJE PRO MULTIKRITERIÁLNÍ HODNOCENÍ A ANALÝZU RIZIK

Druhá kapitola práce je zaměřena na přehled metod multikriteriální analýzy a nástrojů pro analýzu rizik, které mohou být využity při návrhu protipožárního zabezpečení. V úvodní části jsou představeny metody multikriteriálního rozhodování, včetně popisu nejčastěji používaných, jako je metoda přímého stanovení vah nebo metoda párového porovnání. Dále jsou popsány konkrétní softwarové nástroje, které umožňují zefektivnit práci. Součástí kapitoly je rovněž přehled základních pojmů z oblasti analýzy rizik a metod používaných k identifikaci a vyhodnocení rizikových faktorů.

2.1 Úvod multikriteriální analýza

Multikriteriální analýza slouží jako nástroj pro podporu rozhodování napříč všemi odvětvími, její využití usnadňuje nalezení optimálního řešení – varianty dané úlohy. Multikriteriální analýza zahrnuje hodnocení potenciálních alternativ na základě mnoha kritérií, často se stává, že možnost, která je považována za vhodnou na základě jednoho kritéria, nemusí být vyhovující na základě jiného kritéria. Ideální, ale i bazální varianta závisí na hodnocení autora multikriteriální analýzy – rozhodovatele, který stanovuje podstatná kritéria a určuje jejich důležitost pro výběr optimálního výstupu. Při určování optimální varianty řeší vzájemné konflikty mezi jednotlivými kritérii s následným shrnutím a uspořádáním informací o jednotlivých variantách. Obecný postup při vytváření multikriteriální analýzy se skládá ze pěti základních kroků.[33]



Obrázek 11 Obecný postup vytváření

MC analýzy

(zdroj: [33], upraveno)

Výše zobrazené obrázkové schéma slouží jako obecné shrnutí postupu pro vytváření MC analýz.

2.2 Základní pojmy v oblasti multikriteriální analýzy

Kritérium

Jedná se o stanovisko, na základě kterého se hodnotí jednotlivé varianty úlohy. Může být vyjadřováno, kvalitativně nebo kvantitativně. U kritéria je podstatné rozlišit, zda je pro řešení úlohy výhodnější nižší hodnota, či vyšší – maximalizační / minimalizační hodnota.

Váha kritéria

Váhu lze chápat jako důležitost zvoleného kritéria. Může být stanovena na základě hodnot zvolených autorem nebo za pomoci metod pro stanovení vah (metoda pořadí, bodovací, Fullerova metoda).

Varianta

Varianta je jednou z konkrétních možností navrhovaného řešení. Jedná se o možnou volbu řešení daného problému, která se v rámci úloh porovnává s ostatními variantami.

2.3 Metoda přímého stanovení vah

Cílem metod je stanovit váhy jednotlivých kritérií. Tyto váhy vyjadřují významnost kritéria, čím je váha vyšší, tím je kritérium pro hodnotitele významnější. Jednotlivá kritéria by měla vycházet z předem definovaných cílů, kterých chce autor analýzy dosáhnout. Každý stanovený cíl by měl mít alespoň jedno odpovídající kritérium. Jednotlivé váhy hodnotitel přiřazuje na základě vlastní úvahy a zkušeností nebo skrze statických metod. Aby bylo možné zajistit srovnatelnost vah kritérií získaných různými metodami, obvykle se provádí jejich normalizace, při níž se upraví tak, aby jejich celkový součet byl roven jedné.[34],[35]

2.3.1 Metoda bodovací

U bodovací metody se nejprve stanoví stupnice, jejichž jednotlivé body budou přiřazeny jednotlivým kritériím. Stupnice může být v rozmezí 1-5, 1-10, 1-100 atd. Bodovací stupnice definuje 1 jako nejméně důležité kritérium a nejvyšší zvolené číslo jako nejvíce důležité. Každá varianta je poté hodnocena podle toho, jak dobře splňuje jednotlivá kritéria, a přiřazené body jsou násobeny váhami těchto kritérií. Celkové skóre každé varianty se získá součtem vážených bodů za všechna kritéria. Varianta s nejvyšším celkovým skóre je považována za nejlepší volbu. Tato metoda je jednoduchá na aplikaci a poskytuje jasné srovnání variant. Pro praktické znázornění bude sloužit tabulka se stanovením kritérií a vah pro detektory kouře.[35]

$$\text{Výpočet váhy: } V_1, \dots, n = \frac{k}{\Sigma n}$$

- k – hodnota bodů daného kritéria
- n – suma bodů

Tabulka 9 Výpočet vah – metoda bodovací

KRITÉRIUM	BODY (k)	VÁHA (V)
Cena	3	0,20
Maximální dosah	4	0,27
Hlasitost signalizace	5	0,33
Minimální provoz. teplota	2	0,13
Maximální provoz. teplota	1	0,07
Σ (suma)	n = 15	1,00

(zdroj: vlastní)

2.3.2 Metoda pomocí pořadí

Kritéria se seřadí podle jejich preference, od nejdůležitějšího (1) po nejméně důležité (nejvyšší číslo stupnice). Pořadí lze stanovit buď přímo, nebo v několika etapách. Následně se převedou číselné hodnoty na obrácené (do dalšího sloupce) a následně se provede výpočet jednotlivých vah. Výpočet pro váhy je totožný jako u metody bodovací, s rozdílem, že hodnotu „k“ zastupuje hodnota obráceného pořadí. Nevýhodou této metody je, že může nastat zkreslení výsledků z důvodu subjektivního stanovení pořadí. [36]

Tabulka 10 Výpočet vah – metoda pořadí

KRITÉRIUM	POŘADÍ	OBRÁCENÉ POŘADÍ (k)	VÁHA (V)
Cena	3	3	0,20
Maximální dosah	2	4	0,27
Hlasitost signalizace	1	5	0,33
Minimální provoz. teplota	4	2	0,13
Maximální provoz. teplota	5	1	0,07
Σ (suma)		n = 15	1,00

(zdroj: vlastní)

2.4 Metoda stanovení vah pomocí párového porovnání

Tato technika se zaměřuje na porovnávání dvojic kritérií hodnotitelem, přičemž se posuzují jejich vzájemné vztahy dvojic v rámci všech kritérií úlohy. Proces spočívá v hodnocení

všech možných dvojic v rámci zvoleného souboru kritérií podle specifických pravidel. Mezi nejpoužívanější metody patří Fullerova a Saatyho. Jednou z nevýhod při stanovování vah kritérií metodou párového porovnání je, že pokud určité kritérium nezíská žádnou preferenci, jeho váha bude nulová. Ovšem vždy se nemusí jednat o kritérium s nulovým významem v dané úloze.[36],[37]

2.4.1 Fullerova metoda

Hlavním principem je již dříve zmiňované párové porovnávání mezi dvojicemi. K vyjádření těchto preferencí se používá Fullerův trojúhelník. Po porovnání dvojic se sečte počet preferencí jednotlivých kritérií. Následuje určení pořadí kritérií, čím více preferencí kritérium získalo, tím výše je v pořadí. Dalším krokem je převrácení hodnot pořadí kritérií a tím jsou získány nenormované váhy. Posledním krokem je výpočet vah normovaných. Použitím této metody lze dosáhnout výborných výsledků u kvantitativních kritérií. [37]

$$\text{Výpočet váhy: } v_i = \frac{k_i}{\sum_{i=1}^n k_i}$$

- k_i – nenormovaná váha jednoho z kritérií,
- Σk_i – suma bodů nenormovaných vah kritérií.

Tabulka 11 Výpočet vah – Fullerova metoda

Kritérium	k1	k2	k3	k4	k5	Počet preferencí	Pořadí kritérií (p _i)	Nenormované Váhy (k _i)	Normované Váhy (v _i)
k1		2	3	1	1	2	3	3	0,20
k2			3	2	2	3	2	4	0,27
k3				3	3	4	1	5	0,33
k4					4	1	4	2	0,13
k5						0	5	1	0,07
Σ (suma)								n = 15	1,00

(zdroj: vlastní)

Legenda k tabulce 11:

k1 – cena,

k2 – maximální dosah,

k3 – hlasitost signalizace,

k4 – minimální provozní teplota,

k5 – maximální provozní teplota.

2.4.2 Saatyho metoda

Saatyho metoda pro stanovení vah kritérií, se skládá ze dvou hlavních kroků. První krok je podobný metodě párového porovnávání, kdy se hodnotí vzájemné preferenční vztahy mezi dvojicemi kritérií, která jsou uvedena v tabulce se stejným pořadím kritérií v řádcích i sloupcích. Na rozdíl od párového porovnávání však tato metoda zahrnuje nejen určení směru preference mezi kritérii, ale také intenzitu této preference, která je vyjádřena určitým počtem bodů (deskriptorů) na předem stanovené bodové škále. Dle autora metody, je ideální použít následující stupnici (dle. následující tabulky).[35]

$$\text{Výpočet váhy: } v_i = \frac{G_i}{\sum_{i=1}^n G_i}$$

- G_i – hodnota geometrického průměru daného kritéria,
- Σk_i – suma bodů nenormovaných vah kritérií.

Tabulka 12 Saatyho metoda – doporučená bodová stupnice

Bodová stupnice	Deskriptor
1	Kritéria jsou stejně významná
3	První kritérium je mírně významnější než druhé
5	První kritérium je dosti významnější než druhé
7	První kritérium je prokazatelně významnější než druhé
9	První kritérium je absolutně významnější než druhé

(zdroj:[35])

Tabulka 13 Výpočet vah – Saatyho metoda

Kritérium	k1	k2	k3	k4	k5	Geometrický průměr (G_i)	Normované Váhy (v_i)
k1	1	1/3	1/5	3	5	1,00	0,13
k2	3	1	1/3	5	7	2,04	0,26
k3	5	3	1	7	9	3,94	0,51
k4	1/3	1/5	1/7	1	3	0,49	0,06
k5	1/5	1/7	1/9	1/3	1	0,25	0,03
Σ (suma)						7,72	1,00

(zdroj: vlastní)

Legenda k tabulce 13:

k1 – cena,

k2 – maximální dosah,

k3 – hlasitost signalizace,

k4 – minimální provozní teplota,

k5 – maximální provozní teplota.

2.5 Metody MC analýzy pro stanovení variant

Tato podkapitola se bude zabývat stručnou charakterizací vybraných metod pro multikriteriální analýzu, podrobněji bude charakterizována metoda AHP, na které pracuje software MC&S2 Analyzer, který bude dále v práci využíván v praktické části.

2.5.1 AHP

Metoda AHP (Analytic Hierarchy Process) je jedna z nejrozšířenějších vícekriteriálních metod používaných při stanovení variant. Byla vyvinuta Thomasem L. Saatyem a slouží především k řešení složitých rozhodovacích problémů, kde je třeba zohlednit více různorodých hledisek. Její hlavní výhodou je schopnost strukturovat problém do přehledné hierarchické podoby. Rozhodovací problém rozčleněn do hierarchické struktury, která usnadňuje jeho přehledné zpracování. Na nejvyšší úrovni se nachází hlavní cíl rozhodování, pod ním jsou umístěna kritéria, která specifikují jednotlivá hlediska ovlivňující daný cíl. Základní úroveň hierarchie pak tvoří varianty řešení, mezi nimiž se hledá ta nejvhodnější z pohledu všech stanovených hledisek. Metoda se uplatňuje napříč mnoha odbornými oblastmi, včetně strategického řízení, stavebnictví i bezpečnostního inženýrství. V kontextu požární ochrany nachází využití například při výběru optimálních preventivních nebo technických opatření. [38]

Popis postupu multikriteriální metody AHP:

- Výpočet vah zvolenou metodou (např. metoda bodovací),
- stanovení maximální, či minimální povahu kritérií,
- pro každé kritérium se Saatyho metodou určí preference,
- na základě preferencí se vypočítá geometrický průměr,

- z geometrického průměru se následně vypočítá normalizace,
- normalizace se následně vynásobí váhami a vyjde preferenční index.

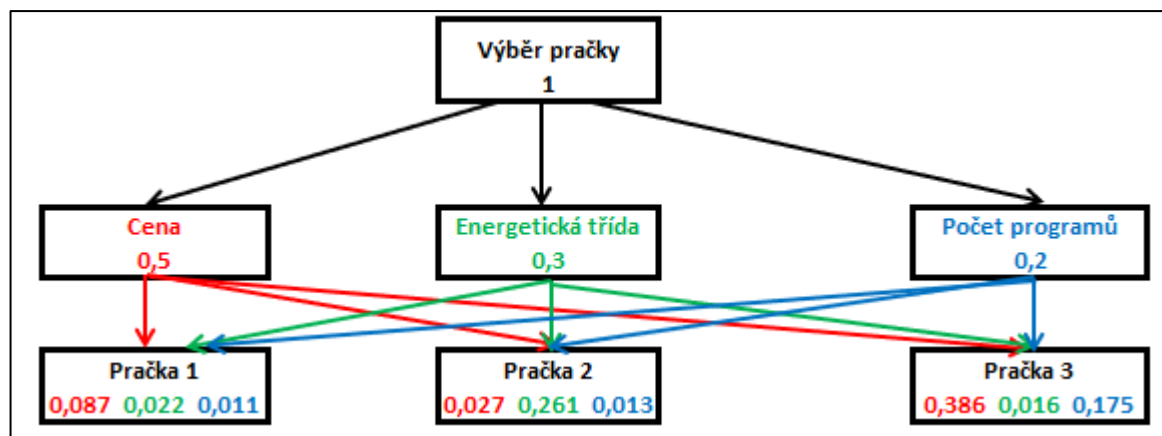
Varianty/Kritéria	Cena [Kč]	Energetická třída	Počet programů	BODOVACÍ METODA		
Pračka 1	11 990	B	10	VÝPOČET VAH	BODY	v (váhy)
Pračka 2	13 990	A	13	Cena [Kč]	10	0,5
Pračka 3	8 990	C	16	Energetická třída	7	0,3
V (váhy)	0,5	0,3	0,2	Počet programů	5	0,2
POVAHA	MIN	MAX	MAX		22	1

Geometrický průměr						
Cena [Kč]	Pračka 1	Pračka 2	Pračka 3	GP	Normalizace	Pref. Index
Pračka 1	1	5	0,14	0,89	0,17	0,087
Pračka 2	0,20	1	0,11	0,28	0,05	0,027
Pračka 3	7,00	9	1	3,98	0,77	0,386
				5,15		
Energetická třída	Pračka 1	Pračka 2	Pračka 3	GP	Normalizace	Pref. Index
Pračka 1	1	0,2	0,2	0,34	0,07	0,022
Pračka 2	7	1	9	3,98	0,87	0,261
Pračka 3	0,14	0,11	1	0,25	0,05	0,016
				4,57		
Počet programů	Pračka 1	Pračka 2	Pračka 3	GP	Normalizace	Pref. Index
Pračka 1	1	0,14	0,11	0,25	0,06	0,011
Pračka 2	0,20	1	0,14	0,31	0,07	0,013
Pračka 3	9	7	1	3,98	0,88	0,175
				4,54		

Varianty	Cena [Kč]	Energetická třída	Počet programů	Výsledná váha	Pořadí
Pračka 1	0,087	0,022	0,011	0,120	Pračka 3
Pračka 2	0,027	0,261	0,013	0,302	Pračka 2
Pračka 3	0,386	0,016	0,175	0,578	Pračka 1

Obrázek 12 Metoda AHP ukázkový příklad postupu práce

(zdroj:[40])



Obrázek 13 Metoda AHP hierarchická struktura ukázkového příkladu

(zdroj:[40])

2.5.2 WSM

Metoda vážených součtů, označovaná zkratkou WSM (Weighted Sum Method), je jednou z nejjednodušších metod multikriteriálního rozhodování. Funguje na principu, kdy se jednotlivým variantám přiřazují bodová hodnocení podle předem určených kritérií, a tato hodnocení se následně násobí váhami. Součtem všech těchto vážených hodnot, se získá celkové skóre varianty. Tato metoda umožňuje rychlé srovnání variant a je srozumitelná i pro uživatele bez hlubší matematiky. Je však třeba, aby byly všechny vstupní hodnoty převedeny na normalizované hodnoty, aby bylo možné výsledky mezi sebou objektivně porovnat. [38]

Výpočet lze vyjádřit vzorcem:
$$U = \sum_{i=1}^n v_i * u_i$$

- U – výsledek dané varianty,
- v_i – váha kritéria,
- u_i – hodnota dané varianty v kritériu „i“,
- n – počet kritérií.

2.5.3 ELECTRE

Metoda ELECTRE patří mezi pokročilé metody vícekritériálního rozhodování, které jsou založeny nikoliv na prostém součtu bodových hodnocení, ale na porovnávání alternativ ve dvojicích. Jejím cílem je zjistit, zda je jedna varianta z hlediska většiny kritérií lepší než druhá, a přitom v žádném kritériu výrazně nezaostává. Tento postup umožňuje pracovat i v situacích, kdy jsou kritéria nejednoznačná, nekvantifikovatelná nebo mezi sebou konfliktní. ELECTRE využívá výpočty shody a neshody mezi alternativami. Tyto indexy vyjadřují míru, do jaké je daná alternativa lepší, horší nebo srovnatelná s jinou z pohledu všech zvolených kritérií. Na základě těchto srovnání je možné sestavit graf nadřazenosti, případně určit preferenční pořadí alternativ. [38]

Metoda existuje v několika variantách (ELECTRE I – IV, TRI), které jsou přizpůsobeny různým typům rozhodovacích problémů:

ELECTRE I

Zaměřuje se na výběr nejlepší nebo několika nejvhodnějších možností.[38]

ELECTRE II a III

Se používají pro vytváření preferenčního pořadí alternativ, přičemž verze III umožňuje zohlednit i tzv. prahové hodnoty (např. hranice preference nebo nerozhodnosti). [38]

ELECTRE IV

Je vhodná pro rozhodování bez znalosti vah kritérií.

ELECTRE TRI

Slouží ke klasifikaci variant do kategorií, například podle úrovně rizika nebo míry vhodnosti. [38]

2.5.4 PROMETHEE

Tato metoda je další z pokročilých nástrojů pro hodnocení variant. Princip fungování metody spočívá v párovém porovnávání jednotlivých variant podle všech stanovených kritérií. Mezi každou dvojicí alternativ je pomocí preferenční funkce stanovena míra preference jedné nad druhou. Tyto dílčí hodnoty jsou poté sdruženy do tzv. preferenčních toků – pozitivního (vyjadřujícího, nakolik je daná alternativa lepší než ostatní) a negativního (ukazujícího, jak silně je daná alternativa ostatními překonávána). Z rozdílu těchto toků se následně varianty seřadí. Podobně jako předchozí metoda, má metoda PROMETHEE několik variant přizpůsobených pro různé situace. Metoda má varianty PROMETHEE I – IV a PROMETHEE-GAIA. [39]

PROMETHEE I umožňuje sestavit částečné pořadí alternativ, PROMETHEE II poskytuje úplné seřazení na základě celkových preferencí. Další rozšíření (PROMETHEE III až VI) přinášejí například práci s intervaly, omezeními nebo simulaci lidského rozhodování. Metoda je často doplněna vizualizačním nástrojem PROMETHEE-GAIA, který usnadňuje interpretaci výsledků pomocí grafické reprezentace vztahů mezi variantami a kritérii.[39]

2.6 Aktuální stav softwarových nástrojů MC analýzy

Tato kapitola se zaměřuje na analýzu současného stavu softwarových nástrojů, které jsou využívány pro vícekritériální hodnocení variant. Detailní pozornost bude věnována softwaru MC&S2 Analyzer, který bude podstatným nástrojem pro výběr z variant v praktické části k hodnocení variant protipožárního zabezpečení. Kromě podrobného rozboru MC&S2 Analyzer bude vytvořen přehled dalších dostupných softwarových nástrojů. Tyto softwarové aplikace budou přehledně srovnány v tabulce.

2.6.1 MC&S2 Analyzer

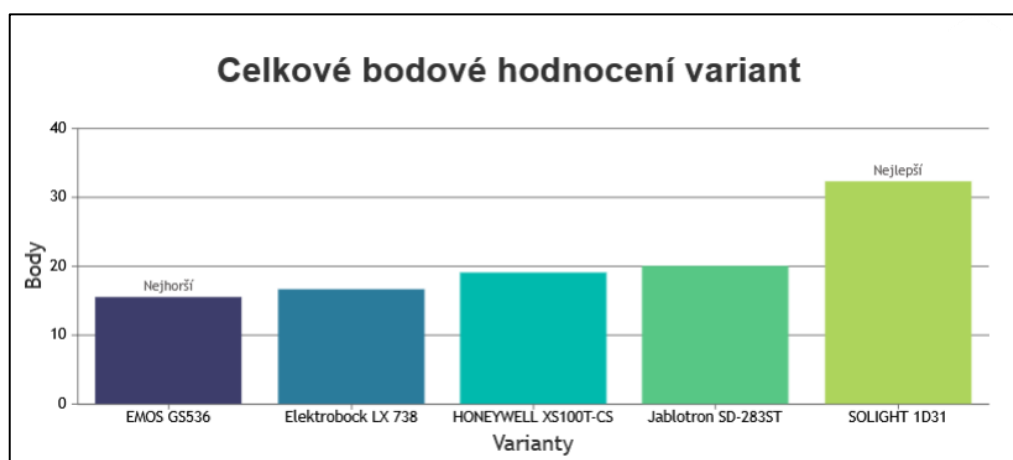
Aplikace MC&S2 Analyzer je navržena jako nástroj pro určení ideální varianty pomocí metody vícekritériálního hodnocení. Hodnocení probíhá za využití analytického hierarchického procesu. Tento software je zaměřen na složitější rozhodovací problematiku z jakékoli oblasti lidské činnosti. Umožňuje přiřadit jednotlivým hodnoceným variantám (např. posuzovaným nakupovaným komponentám) kritéria, jako jsou cena, výkon nebo jiná podstatná kritéria. Tyto parametry jsou uspořádány do stromové struktury s odpovídajícími váhami a hodnotami. Na základě toho software provede vyhodnocení a stanoví pořadí variant. Hodnocení je postaveno na matematickém modelu, který využívá bodování kritérií jednotlivých variant na základě jejich vzájemných poměrů a přidělených vah. Během procesu hodnocení je možné zohlednit i kvantitativní výhody či nevýhody kritérií, tedy zda je pro danou situaci výhodnější větší hodnota, nebo naopak menší. [41]

PŘIDAT KRITÉRIUM +				
Varianta 1: EMOS GS536				
1. Cena	189,00 Kč	0.19	↓	
2. Maximální dosah	3,00 m	0.3	↓	
3. Hlasitost alarmu	85,00 dB	0.25	↓	
4. Minimální provozní teplota	0,10 °	0.13	↓	
5. Maximální provozní teplota	40,00 °	0.13	↓	
Varianta 2: Elektrobock LX 738				
1. Cena	200,00 Kč	0.19	↓	
2. Maximální dosah	6,00 m	0.3	↓	
3. Hlasitost alarmu	85,00 dB	0.25	↓	
4. Minimální provozní teplota	4,00 °	0.13	↓	
5. Maximální provozní teplota	38,00 °	0.13	↓	
Varianta 3: SOLIGHT 1D31				
1. Cena	379,00 Kč	0.19	↓	
2. Maximální dosah	40,00 m	0.3	↓	
3. Hlasitost alarmu	85,00 dB	0.25	↓	
4. Minimální provozní teplota	0,10 °	0.13	↓	
5. Maximální provozní teplota	49,00 °	0.13	↓	
Varianta 4: HONEYWELL XS100T-CS				
1. Cena	890,00 Kč	0.19	↓	
2. Maximální dosah	3,00 m	0.3	↓	
3. Hlasitost alarmu	85,00 dB	0.25	↓	
4. Minimální provozní teplota	-10,00 °	0.13	↓	
5. Maximální provozní teplota	55,00 °	0.13	↓	
Varianta 5: Jablotron SD-283ST				
1. Cena	1 242,00 Kč	0.19	↓	
2. Maximální dosah	4,00 m	0.3	↓	
3. Hlasitost alarmu	85,00 dB	0.25	↓	
4. Minimální provozní teplota	-10,00 °	0.13	↓	
5. Maximální provozní teplota	70,00 °	0.13	↓	

Obrázek 14 MC&S2 Analyzer – varianty a kritéria

(zdroj: vlastní)

Tabulka zobrazuje vybrané varianty produktu a jeho kritéria. Šipky určují, zda je pro dané kritérium výhodnější nižší, či vyšší hodnota. Výstupem multikriteriálního hodnocení v aplikaci je tabulka případně vygenerovaný graf.



Obrázek 15 Grafický výstup MC&S2 Analyzer

(zdroj: vlastní)

Kromě již výše zmíněného nástroje MC&S2 Analyzer, který bude využíván v praktické části práce existuje řada dalších softwarových nástrojů pro multikriteriální analýzu. Níže je uvedena tabulka dalších softwarových nástrojů, které lze využít pro multikriteriální analýzu.

Tabulka 14 Softwarové nástroje pro MC analýzu

Název softwarů pro MC analýzu
Expert Choice
SuperDecisions
Decisions Lab
MCA Tool (MCA7)
Visual PROMETHEE

(zdroj: vlastní)

Expert Choice

Expert Choice je software navržený pro efektivní podporu rozhodovacích procesů, který staví na metodice AHP. Uživatelům umožňuje přehledně rozdělit složitý problém do hierarchické struktury a následně hodnotit jednotlivé prvky pomocí vzájemného porovnávání. Díky intuitivnímu prostředí a nástrojům pro výpočet vah i kontrolu konzistence vstupů napomáhá aplikace k dosažení objektivního a dobře zdůvodněného výsledku. Využívá se nejen při individuálním rozhodování, ale i ve skupinových diskusích a strategickém plánování. [42]

SuperDecisions

Využívá pokročilé rozhodovací metody AHP a zejména analytický síťový proces (dále jen ANP), které byly vytvořeny profesorem Thomasem Saatym. Na rozdíl od klasického hierarchického modelu umožňuje ANP zachytit komplexní síťové vazby mezi jednotlivými faktory, což dává uživateli větší flexibilitu a realističtější pohled na daný problém. Aplikace umožňuje uživatelům modelovat rozhodovací struktury, zadávat srovnávací hodnoty mezi prvky, analyzovat výsledky z hlediska priorit a konzistence a snadno interpretovat získaná data. SuperDecisions nachází uplatnění v řadě oblastí. Od akademického výzkumu přes strategické plánování až po složitá podniková rozhodnutí. Díky své schopnosti pracovat s

komplexními modely pomáhá vytvářet dobře odůvodněná a transparentní rozhodnutí i v náročných podmínkách. [43]

MCA7

Softwarový nástroj navržený pro praktické využití metod vícekriteriální analýzy v rozhodovacích procesech. Vyvinut byl s cílem nabídnout běžným uživatelům možnost jednoduše a efektivně aplikovat výpočetní metody vícekriteriálního hodnocení bez potřeby hlubších znalostí programování nebo statistiky. Program podporuje výpočty podle několika známých a často používaných metod: metody váženého součtu, ideálních bodů, metody TOPSIS a dalších. Kromě toho umožňuje určit váhy kritérií pomocí různých postupů – například pomocí Fullerova trojúhelníku, Saatyho párového porovnávání nebo výpočtem geometrického průměru. MCA7 je vytvořen v prostředí Visual Basic a přizpůsoben uživatelům, kteří pracují s MS Excel.[44]

Visual PROMETHEE

Základem jsou metody PROMETHEE I a II, které umožňují hodnotit a porovnávat alternativy na základě preferencí. Silnou stránkou tohoto nástroje je také vizualizační komponenta GAIA, která poskytuje uživatelům grafický náhled na vztahy mezi kritérii a chování jednotlivých variant. Uživatelé mohou snadno zadat vstupní data, definovat váhy a typy preferencí a poté vyhodnocovat výsledky pomocí řady interaktivních grafů a analytických nástrojů. Díky GAIA metodě lze sledovat celkové hodnocení, ale i to, jak jednotlivá kritéria ovlivňují výsledky.[45]

2.7 Analýza rizik

Analýza rizik je systematický proces určený k identifikaci, hodnocení a řízení potenciálních hrozeb, které by mohly negativně ovlivnit aktiva organizace. Proces zahrnuje několik klíčových fází a konceptů nezbytných pro efektivní řízení rizik. Obecně platí, že důkladná analýza rizik je důležitým nástrojem pro udržení stability v dnešním dynamickém bezpečnostním prostředí. V disciplíně analýzy rizik je podstatné porozumět základním pojmům a jejich logické souvislosti.

2.7.1 Základní terminologie a souvislosti

V rámci této podkapitoly budou definovány jednotlivé pojmy, které souvisejí s analýzou rizik.

Aktivum

Aktivum je vše, co má pro společnost nějakou určitou hodnotu. Aktiva dělíme na hmotná (např. finanční prostředky, nemovitosti atd.) a nehmotná (např. autorská práva, informace, pověst podniku aj.). [46]

Hrozba

Hrozbou se rozumí nezávisle existující vlastnost, síla, aktivita nebo osoba, která přímo působí na aktivum, či jeho bezpečnostní opatření se záměrem dostat se k aktivu a způsobit škody. Hrozby lze rozčlenit na intencionální, kdy činitel úmyslně negativně působí na aktivum a neintencionální, resp. neúmyslné (např. přírodní katastrofy, technické poruchy).[52]

Zranitelnost

Slabina nebo vlastnost aktiva, kterou může hrozba využít pro dosažení svého nežádoucího vlivu. Tato slabina či vlastnost může být na úrovni fyzické, logické nebo administrativní bezpečnosti. Zranitelnost vzniká v okamžiku, kdy dochází k interakci mezi hrozbou a aktivem. Klíčovým rysem zranitelnosti je její úroveň, která je určena dvěma hlavními faktory: citlivostí (náchylností aktiva k poškození hrozbou) a kritičností (významem aktiva pro organizaci).[46]

Ohrožení a narušení

Ohrožení je skutečnost, že existuje zranitelnost, kterou by mohla hrozba zneužít, zatímco narušení je situace, kdy už došlo k prolomení bezpečnostních opatření díky narušení integrity nebo důvěrnosti. [46]

Riziko

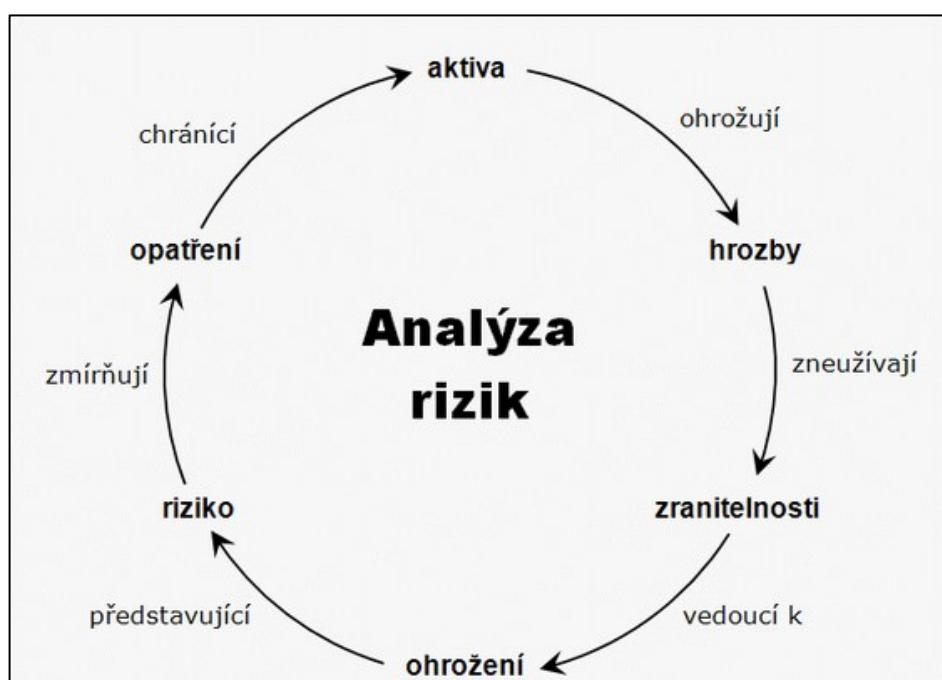
Vzniká vzájemným působením aktiva a hrozby, jedná se o pravděpodobnost vzniku nežádoucí z hlediska bezpečnosti. Riziko lze přímo odvodit z konkrétní hrozby a škodlivých následků zájmu vyplývající právě z této hrozby. Riziko lze posoudit na základě analýzy rizik, která dokáže definovat, jak je daný systém připraven hrozbám čelit. [52]

Zbytkové riziko

Typ rizika, které bylo opomenuto při návrhu opatření a/nebo riziko, které stále zůstává i po zavedení konkrétních opatření. [46]

Opatření

Činnosti snižující zranitelnost daného aktiva a zároveň jej chrání před hrozbami. Opatření je řešeno na úrovni fyzické, logické či administrativní.[46]



Obrázek 16 Logické souvislosti pojmů analýzy rizik

(zdroj:[46])

2.8 Metody analýzy rizik

Dnešní možnosti v oblasti analýzy a hodnocení rizik zahrnují množství metodik a softwarových nástrojů, které může hodnotitel využít. Před využitím konkrétní metodiky je podstatné posoudit, zda splňuje požadavky pro hodnocení rizik v dané oblasti. Teprve po splnění této podmínky lze přistoupit k samotnému výpočtu. Z tohoto důvodu je třeba chápat každou metodu analýzy rizik jako podpůrný nástroj, přičemž hlavní roli při jejich použití stále hraje lidský úsudek a inteligence. Metody analýzy rizik lze rozdělit do několika kategorií, přičemž mezi nejčastější patří kvantitativní, kvalitativní a kombinované metody. Kvantitativní analýza se zaměřuje na přesné vymezení rizik prostřednictvím číselných údajů,

jako je pravděpodobnost jejich výskytu a odhad potenciálních dopadů. Tento typ analýz je náročnější z hlediska shromáždění zdrojů a jejich zpracování. Naopak kvalitativní analýza hodnotí rizika na základě jejich popisu a charakteristik, aniž by se opírala o konkrétní výpočty. Tyto analýzy tedy jsou méně náročné na zdroje a díky tomu trvají kratší dobu. Kombinované přístupy pak spojují výhody obou těchto metod. [47]

2.8.1 Vybrané metody analýzy rizik

Check-list

Analýza s využitím kontrolního seznamu představuje jednoduchou metodu, která pokládá otázky zaměřené na odhalení nedostatků. Tím umožňuje navrhnout opatření ke zvýšení bezpečnosti. Pokud je potřeba vytvořit nový kontrolní seznam, analytik by měl čerpat co nejvíce informací z příslušných norem a předpisů. Kvalita seznamu se zvyšuje, pokud na tomto seznamu pracuje více zkušených lidí, či celý tým odborníků. Náročnost tvorby seznamu závisí na jeho účelu, dostupných podkladech a složitosti analyzovaného zařízení. Tato metoda je univerzálně použitelná v různých fázích životního cyklu procesu, přičemž se často využívá během projektování jako nástroj ke kontrole souladu se standardními podmínkami. Kontrolní seznam lze navíc kombinovat s dalšími metodami, např. what-if. [48]

What-if

Tato metoda je založena na technice brainstormingu. Hodnotitel nebo zkušený tým se snaží identifikovat potenciální situace kladením otázek typu „Co se stane, když...“. Proces probíhá prostřednictvím setkání, během něhož jsou kladené otázky zaznamenávány a tým společně hledá odpovědi na tyto otázky, analyzuje možné následky a navrhuje preventivní opatření. Efektivita metody je především závislá na odbornosti a zkušenostech týmu, metoda totiž nemá přesně definovaný systematický postup. U rozsáhlejších procesů je vhodné rozdělit celý systém na menší subsystémy a ty posuzovat odděleně. Výhodou této metody je její časová nenáročnost a univerzální využitelnost.[48]

HRA

Analýza lidské spolehlivosti, se zaměřuje na hodnocení vlivu lidského faktoru na výskyt nehod, havárií, přírodních katastrof, útoků a jejich následků. Hlavním cílem této analýzy je

systematické posouzení lidských faktorů a lidských chyb. Analýza HRA úzce souvisí s platnými předpisy zaměřenými na bezpečnost. Při využívání této metody je důležité ji vnímat jako součást komplexního řešení bezpečnosti provozu a lidských faktorů. Metoda by měla být aplikována vedle dalších metod analýzy rizik.[49]

PNH

Jedná se o metodu, která vyhodnocuje rizika na základě součinu třech jeho základních složek. Mezi tyto hlavní složky patří pravděpodobnost výskytu, následky a názor hodnotitele na danou úlohu. Jelikož je z matematického hlediska pravděpodobnost vyjadřována jako 1 nebo 0 a není zde možnost vyjadřovat větším reálným číslem, které bude v rámci analýzy potřeba. Bude tato složka v rámci této práce pojmenována jako „eventuálnost“ výskytu. Tato metoda je přehledná, snadno použitelná a umožňuje rychlou orientaci ve výsledných rizicích. [50]

Výsledné riziko této metody lze vypočítat dle vzorce:

$$V_r = P * N * H$$

(V_r – Výsledné riziko, P – eventuálnost výskytu, N – závažnost následků, H – Názor hodnotitele)

Postup při analýze rizik metodou PNH:

- Identifikace hrozeb,
- zvolit číselnou škálu pro eventuálnost, závažnost následků a názor hodnotitele,
- vypočítat maximální možné riziko,
- rozdělení hodnot rizik – učit od jaké hodnoty je nutné zavést opatření,
- vyhodnocení výsledných rizik.

Tato metoda bude dále použita v praktické části v kapitole analýzy rizik, kde bude jako sloužit jako doplňková metoda pro ověření správnosti výsledků ze softwaru RISKAN.

FMEA

Při využití této metody se sestavuje tabulka, která mapuje příčiny poruch a jejich dopady na systém či organizaci. FMEA se zaměřuje na identifikaci jednoduchých poruch, které mohou přispět k havarijním situacím, ale není vhodná pro tvorbu seznamu všech možných poruch. Analýzu může provést jeden odborník, doporučuje se však kontrola druhou osobou. Výstupem je kvalitativní a systematický přehled možných poruch a dopadů, který může být doplněn o kvantitativní odhady. Výsledek je obvykle prezentována v tabulkové podobě a obsahuje návrhy na zvýšení bezpečnosti.[48]

ETA

Analýza stromu událostí, je metoda, která mapuje průběh procesu od iniciační události a dále sleduje vývoj na základě dvou možných scénářů – pozitivní a negativní. Tato metoda kombinuje grafický a statistický přístup. Vizualizace v podobě systémového stromu událostí využívá rozvětvený graf. Graf zahrnuje všechny možné události, které se mohou v systému vyskytnout. S rostoucím počtem událostí se strom postupně větví, což připomíná strukturu větví skutečného stromu.[48]

SWOT

SWOT analýza je jednoduchý, ale účinný nástroj pro systematické zhodnocení aktuální situace konkrétního systému, organizace nebo procesu. Tato metoda se zaměřuje na identifikaci čtyř klíčových oblastí: silných a slabých stránek, příležitostí a hrozeb. Její název vychází z počátečních písmen anglických slov Strengths, Weaknesses, Opportunities a Threats.[51]

Silné a slabé stránky (strengths, weakness) odrážejí vnitřní charakteristiky zkoumaného subjektu. Silné stránky představují přednosti nebo výhody, na kterých lze stavět – například kvalitní technické vybavení, odborně vyškolený personál nebo efektivně nastavené procesy. Naproti tomu slabé stránky ukazují na nedostatky či omezení, která mohou snižovat výkonnost nebo bezpečnost – například chybějící revize, zastaralé technologie nebo nedostatečnou kontrolu.[51]

Příležitosti a hrozby (opportunities, threats) se naopak vztahují k okolnímu prostředí, tedy k vlivům, které nelze přímo řídit, ale je potřeba je zohlednit. Příležitosti představují

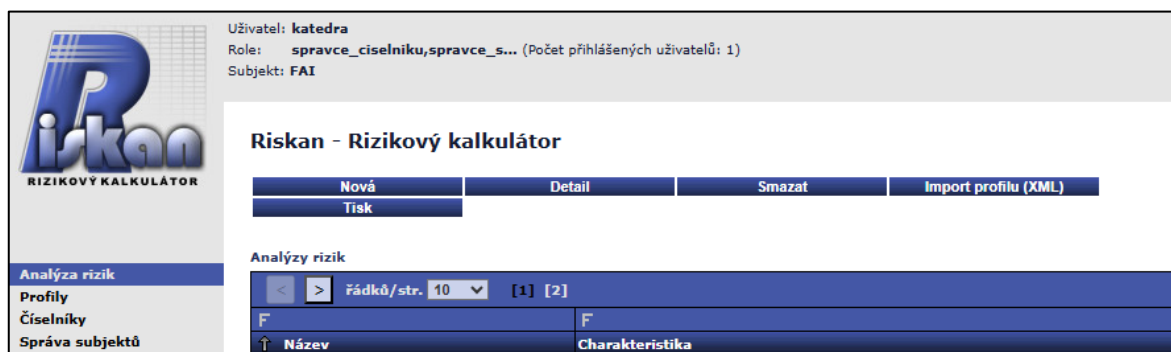
vnější faktory, jež mohou přinést zlepšení, růst nebo inovace – například nové technologické možnosti, dotační programy nebo změny v legislativě. Hrozby pak značí potenciální nebezpečí, která mohou mít negativní dopad, jako jsou zvyšující se nároky zákonů, ekonomická nejistota nebo rostoucí výskyt rizikových jevů.[51]

2.9 Aktuální stav softwarových nástrojů analýzy rizik

Aktuálně dostupné softwarové nástroje pro analýzu rizik představují užitečný nástroj pro vyhodnocení hrozeb a rozhodovacích procesů v různých oblastech. Tato část se zaměřuje na přehled vybraných programů. Podrobněji bude popsán software RISKAN a jeho funkce.

2.10 Riskan

Software slouží jako podpůrný nástroj při provádění analýzy rizik. Pomáhá efektivně stanovit klíčové oblasti, kterým je třeba věnovat pozornost, a zároveň zjednodušuje výpočty související se závažností rizik. Je užitečný zejména pro odborníky s praxí v oblasti hodnocení rizik, kterým usnadňuje jejich práci. Aplikace je vhodná jak pro individuální využití, tak i pro práci v týmu. Nevyžaduje přesná numerická data a umožňuje přizpůsobení parametrů podle konkrétních podmínek, aby odpovídaly specifickým požadavkům dané problematiky. Program umožňuje zefektivnit celý proces analýzy, vytvářet jasné a výstupy a poskytovat podklady pro rozhodování bezpečnostním specialistům. Zároveň usnadňuje opakované provádění analýzy při změnách podmínek či bezpečnostní situace, čímž zajišťuje rychlou a flexibilní reakci. Výsledky lze exportovat do tabulek v Microsoft Excel a dále s nimi pracovat. Do předvyplněných listů stačí vyplnit hodnoty pro aktiva, hrozby a zranitelnost. Po tomto kroku lze vygenerovat graf výsledků. [53]



Obrázek 17 Rozhraní softwarového nástroje RISKAN

(zdroj: vlastní)

Kromě již výše zmíněného programu RISKAN, který bude využíván v praktické části práce pro analýzu rizik, existuje řada dalších softwarových nástrojů. Níže je uvedena tabulka dalších softwarových nástrojů, které lze využít pro analýzu rizik.

Tabulka 15 Softwarové nástroje pro analýzu rizik

Název softwaru pro analýzu rizik
RiskWatch
RiskyProject
BowTieXP
Crystal Ball (Oracle)

(zdroj: vlastní)

Risk watch

RiskWatch je moderní softwarová platforma navržena pro efektivní řízení rizik, dodržování regulací a podporu bezpečnostních standardů ve firmách. Umožňuje automatizovat hodnocení rizik, sledovat shodu s normami (např. ISO 27001), zjednodušit auditní procesy. Díky intuitivnímu rozhraní a vysoké míře přizpůsobení lze RiskWatch snadno integrovat do interních procesů organizace. Nástroj pomáhá spravovat aktiva, vyhodnocovat zranitelnosti a plánovat opatření na snížení rizik – vše z jednoho místa. Výsledkem je lepší přehled, rychlejší rozhodování a větší jistota, že organizace splňuje všechny požadované standardy.[54]

RiskyProject

Software určený pro řízení rizik v projektovém managementu, který pomáhá organizacím lépe předvídat a zvládat nejistoty spojené s časem, rozpočtem a úspěšností projektů. Umožňuje nejen identifikovat rizika, ale také vyhodnotit jejich pravděpodobnost a dopad pomocí pokročilé analýzy, včetně Monte Carlo simulací. Díky tomu poskytuje realistický pohled na možné scénáře vývoje projektu a usnadňuje rozhodování v klíčových fázích plánování i realizace. Software nabízí jak kvalitativní hodnocení rizik prostřednictvím přehledných matic, tak i kvantitativní analýzu, která umožňuje přesněji modelovat dopady rizik na celý projekt.[55]

BowTieXP

Pokročilý nástroj pro vizualizaci a řízení rizik, který využívá metodu bowtie diagramu – přehledného grafického modelu, jenž zobrazuje vztah mezi hrozbami, rizikovou událostí, možnými následky a ochrannými opatřeními. Díky této vizualizaci lze snadno pochopit, jak riziko vzniká a jaké důsledky může mít, pokud selžou zavedené kontroly. Jedinečnost BowTieXP spočívá v jeho schopnosti převést komplexní rizikové scénáře do jednoduchého a srozumitelného formátu.[56]

Crystal Ball (oracle)

Analytický nástroj pro modelování rizik, prediktivní analýzu a podporu rozhodování. Funguje jako doplněk pro Microsoft Excel a umožňuje uživatelům provádět pokročilé simulace, analýzy nejistot a optimalizace na základě historických dat a předpokladů. Crystal Ball je často využíván v oblasti financí, projektového řízení, inženýrství i výroby – všude tam, kde je třeba plánovat s ohledem na nejistotu a proměnlivé podmínky. Klíčovou funkcí softwaru je Monte Carlo simulace, která uživatelům umožňuje modelovat velké množství různých scénářů vývoje situace na základě pravděpodobnostního rozložení vstupních hodnot. Výsledkem jsou přesnější a realističtější odhady budoucího vývoje – ať už jde o náklady, časové harmonogramy, návratnost investic nebo kapacitní plánování. Crystal Ball je navržen tak, aby byl přístupný i uživatelům bez hluboké znalosti statistiky. Nabízí intuitivní rozhraní, rozsáhlou knihovnu pravděpodobnostních rozdělení a nástroje pro vizualizaci výsledků, včetně grafů, histogramů a scénářových reportů. V praxi tak umožňuje kombinovat sílu simulací s uživatelskou přívětivostí tabulkového prostředí. [57]

Shrnutí druhé kapitoly

Druhá kapitola se zabývala teoretickým popisem metod multikriteriálního hodnocení a analýzy rizik, které budou dále využity při návrhu protipožárního zabezpečení panelových domů. Nejprve byly vysvětleny základní pojmy a principy multikriteriální analýzy včetně jednotlivých metod určování vah kritérií, jako byla bodovací metoda, metoda pořadí, Fullerova a Saatyho metoda. Dále byly popsány nejvýznamnější metody vícekritériálního rozhodování. Konkrétně AHP, WSM aj.

V dalších podkapitolách byl proveden přehled softwarových nástrojů využívaných pro multikriteriální analýzu, přičemž hlavní pozornost byla věnována nástroji MC&S2 Analyzer, který bude následně aplikován v praktické části práce. Kapitola se rovněž

věnovala problematice analýzy rizik. Zde byly zde definovány klíčové pojmy jako riziko, hrozba nebo zranitelnost a byly popsány vybrané metody hodnocení rizik. Závěr kapitoly tvořil přehled softwarových nástrojů pro analýzu rizik. Detailněji byl popsán software RISKAN, který bude dále použit v praktické části práce.

3 NÁVRH OBECNÉHO POSTUPU PROTIPOŽÁRNÍHO ZABEZPEČENÍ PANELOVÝCH DOMŮ POMOCÍ SOFTWAREVÝCH NÁSTROJŮ

Cílem poslední kapitoly teoretické části práce je vytvořit obecný metodický postup pro efektivní protipožární zabezpečení panelových domů. Postup je založen na kombinaci využití softwarové analýzy rizik a metod vícekritériálního hodnocení. Metodika se bude skládat z několika po sobě jdoucích kroků.

3.1 Analýza současného stavu panelových domů

Prvním krokem je analýza současného stavu panelových domů. Ta zahrnuje studium dostupné stavební dokumentace, identifikaci použité konstrukční soustavy, zjištění rozsahu případných rekonstrukcí a celkového technického stavu. Důležitá je rovněž fyzická obhlídka objektu, která slouží k ověření existence požárně bezpečnostních prvků, jako jsou požární dveře, hydranty, úniková cesta, signalizace či značení. Cílem této fáze je zjistit, jaké jsou stávající podmínky z hlediska požární bezpečnosti a kde se nacházejí slabiny z hlediska požární bezpečnosti. K hledání těchto slabin u konkrétního panelového domu a sepsání výstupu může sloužit Check-list, metoda analýzy rizik, která byla podrobněji popsána v kapitole 2.8.1.

3.2 Rešerše historických požárů panelových domů

Součástí metodického přístupu je také analýza historických požárních incidentů v panelových domech, která poskytuje informace o typických slabinách těchto objektů. Typickými příčinami rozsáhlého šíření požáru bývá chybějící požární dělení mezi podlažími, neodborné stavební úpravy nebo použití nevhodných materiálů, například hořlavých výplní jádra nebo polystyrenového zateplení. Tyto případy ukazují, že panelové domy, zejména ty, které neprošly modernizací, vykazují určité opakující se konstrukční a provozní nedostatky. Rešerše historických incidentů proto slouží jako cenný podklad pro identifikaci rizikových míst a scénářů, na které je třeba se při návrhu zabezpečení zaměřit s nejvyšší prioritou.

3.3 Vstupní informace pro analýzu požárních rizik

Při výběru dat a oblastí pro analýzu požárních rizik panelových domů je nezbytné vycházet ze vstupních dat, která reflektují charakteristiky této kategorie staveb. Panelové domy se

vyznačují typovou výstavbou, prefabrikovanými konstrukcemi, opakujícím se dispozičním řešením a často také společnými technickými nedostatky z hlediska požární bezpečnosti.

Mezi klíčové vstupní informace patří obecně známé konstrukční detaily těchto domů. Například řešení průběžných instalačních šachet, nedostatečné požární oddělení bytových jednotek, výskyt hořlavých materiálů v bytových jádrech či dříve používaných zateplovacích systémech.

3.4 Vyhodnocení rizik a určení vysoko rizikových oblastí

Po nasbírání dostatečných informací pro analýzu rizik je třeba ji zrealizovat. Cílem této analýzy rizik je určit, jaké scénáře požáru mohou v prostředí panelového domu reálně nastat, s jakou pravděpodobností a jaký mohou mít dopad na osoby, majetek a konstrukci objektu. Hodnocení se zpravidla zaměřuje na konkrétní části budovy. Například bytové jednotky, společné prostory nebo technická zařízení. Pro každou oblast se stanovují potenciální hrozby (např. technická závada, lidská nedbalost, selhání zařízení). V současné době se pro efektivní zpracování těchto analýz běžně využívají specializované softwarové nástroje, které umožňují systematické vyhodnocení a vizualizaci rizik v podobě grafů. Jedním z nástrojů je například program RISKAN, který umožňuje modelovat jednotlivé scénáře, hodnotit jejich závažnost a generovat přehledné výstupy pro další rozhodování.

3.5 Návrh protipožárních opatření

Po vyhodnocení rizik následuje návrh opatření. Tato opatření by měla zahrnovat jak prvky pasivní požární ochrany (např. instalaci požárně odolných dveří, utěsnění prostupů šachet, úpravu fasády), tak i aktivní prvky (např. instalaci autonomních detektorů kouře, rozšíření systému požární signalizace, doplnění hasicích přístrojů). Při návrhu je nutné vycházet z aktuálně platných norem, zejména řady ČSN 73 08xx, a respektovat požadavky vyhlášek týkajících se technických podmínek požární ochrany staveb.

3.6 Sestavení jednotlivých variant protipožárních opatření

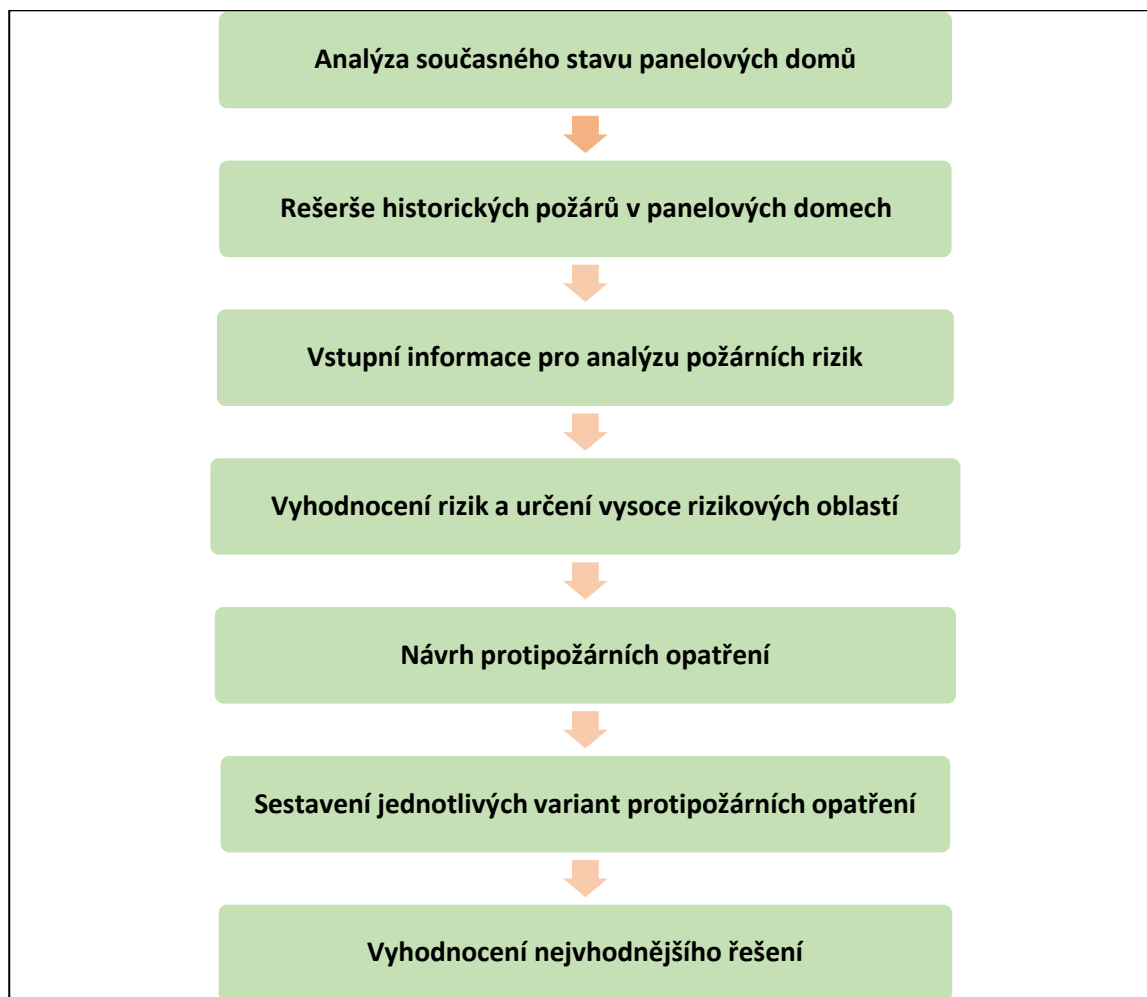
Pro každou problematickou oblast je možno stanovit několik možných technických řešení. Například u požárně nevyhovujících vstupních dveří se může zvažovat několik typů certifikovaných dveří různé požární odolnosti, materiálového provedení nebo cenové kategorie. Jednotlivé varianty je následně nutné porovnat. Pro porovnání jednotlivých variant může být využita například multikriteriální analýza, která umožňuje objektivní

porovnání z hlediska více parametrů. Multikriteriální hodnocení umožňuje porovnání navržených variant s ohledem na technické možnosti a požadovanou úroveň požární bezpečnosti.

3.7 Vyhodnocení nejvhodnějšího řešení

Po navržení variant jednotlivých řešení je nezbytné vybrat nejvhodnější variantu pro řešení daného problému. V současnosti se k tomuto účelu doporučuje využití specializovaných softwarových nástrojů, které umožňují systematické vyhodnocení více variant současně. Jedním z nástrojů je například MC&S2 Analyzer, který nabízí podporu při definování hodnoticích kritérií, stanovení vah jednotlivých faktorů a generování přehledných výstupů pro rozhodování. Použití softwarového řešení významně zvyšuje efektivitu a spolehlivost volby vhodného technického opatření, zejména při práci s více variantami. Po provedení vícekriteriálního hodnocení následuje výběr nejvhodnější varianty protipožárního opatření. Výsledky hodnocení slouží jako podklad pro rozhodnutí, které řešení nejlépe odpovídá požadavkům na zvýšení požární bezpečnosti.

3.8 Sestavení celkového postupu



Obrázek 18 Metodický postup návrhu protipožárního zabezpečení

(zdroj: vlastní)

Shrnutí třetí kapitoly

V této kapitole byl navržen obecný postup protipožárního zabezpečení panelových domů, který vychází z kombinace analýzy rizik a multikriteriálního hodnocení. Postup zahrnuje identifikaci rizikových oblastí, návrh možných opatření a sestavení variant řešení. Výběr nejvhodnější varianty je následně proveden s využitím softwarových nástrojů. Výsledkem je sestavení možného metodického postupu při zajišťování vyšší bezpečnosti panelových domů. Výsledkem poslední kapitoly teoretické části je vlastní návrh funkčního řešení pro návrh protipožárního zabezpečení panelových domů, který může být využíván právě při úkonech v rámci regenerace panelových domů.

Výstup teoretické části

Úvodní tři kapitoly diplomové práce se zaměřily na zhodnocení problematiky požární bezpečnosti panelových domů. V první kapitole byl proveden rozbor vývoje panelové výstavby, identifikovány byly hlavní nedostatky z hlediska požární ochrany. Následovala rešerše historické i současné legislativy. Byla představena klíčová legislativa a technické normy vztahující se k požární ochraně staveb, zejména zákon č. 133/1985 Sb., o požární ochraně, vyhláška č. 246/2001 Sb., o požární prevenci, a vyhláška č. 23/2008 Sb., která stanovuje technické podmínky požární ochrany staveb. Dále byly rozebrány zásadní normy řady ČSN 73 08xx, které upravují požadavky na požární bezpečnost.

Druhá kapitola se věnovala teoretickému popisu metod multikriteriální analýzy a analýzy rizik, které představují nástroj pro vyhodnocení stávajícího stavu a návrh protipožárních opatření. Popsány byly metody určování vah (např. bodovací metoda, metoda pořadí, Fullerova a Saatyho metoda) a rozhodovací metody jako AHP, WSM, ELECTRE či PROMETHEE. V rámci této kapitoly byl také proveden přehled dostupných softwarových nástrojů pro MC analýzu a analýzu rizik, přičemž blíže byly rozebrány nástroje MC&S2 Analyzer a RISKAN, které budou využity v praktické části práce. Z tohoto důvodu bylo důležité jejich fungování detailněji přiblížit.

Poslední kapitola teoretické části navázala návrhem obecného metodického postupu, který slouží k vyhodnocení požárních rizik v panelových domech a k tvorbě návrhů technických opatření. Tento návrh vychází ze strukturovaného sběru vstupních dat, jejich zpracování prostřednictvím softwarové analýzy a finálního výběru optimální varianty řešení pomocí vícekriteriálního hodnocení. Závěrem bylo vytvořeno přehledné schéma tohoto postupu.

II. PRAKTICKÁ ČÁST

4 ANALÝZA POŽÁRNÍCH RIZIK PANELOVÝCH DOMŮ

První kapitola praktické části se bude zaměřovat na analýzu rizik panelového domu v případě požáru. Cílem bude identifikovat místa, která budou hrát v případě požáru významnou roli. K této analýze bude využit již dříve zmiňovaný softwarový nástroj (zmiňovaný v kapitole 2.10) na analýzu rizik RISKAN. V programu byl založen subjekt pro panelové domy, ve kterém byly následně nadefinovány aktiva, hrozby a mezní hodnoty, které jsou nezbytné pro vytvoření funkční analýzy.

4.1 Postup analýzy rizik požáru v rozhraní RISKAN

Prvním krokem při práci je vytvoření nového subjektu, který bude danou úlohu řešit. Následuje vytvoření nové analýzy rizik. U vytvoření je nutné vyplnit název dané úlohy, vyplnit stručnou charakteristiku a navázat již dříve vytvořený subjekt. Po uložení této analýzy je možné vytvořit jeden nebo více profilů, které slouží k zaznamenávání různých verzí nebo pohledů na rizika, například v různých časových obdobích nebo scénářích.

Analýza rizik
Na stránce byly provedeny změny, které nebyly uloženy.

Uložit Tisk Zavřít

Subjekt * ANALÝZA POŽÁRNÍCH RIZIK PANELOVÝCH DOMŮ - Subjekt

Název * ANALÝZA POŽÁRNÍCH RIZIK PANELOVÝCH DOMŮ - Analýza rizik

Charakteristika * Identifikace rizik při požáru v panelových domech

Obrázek 19 Riskan – vytvoření analýzy rizik

(zdroj: vlastní)

Dalším postupem je vytvoření profilu, kde se nastavují základní parametry: aktiva, hrozby a maximální hodnotu výsledného rizika s prahovými hodnotami pro barevné odlišení výsledků. V případě této úlohy je nastavena maximální hodnota na 64 bodů, barevné odlišení výsledků je tříbarevné s definovanými hodnotami. Hodnoty výsledného rizika a jejich barevnost je definována v tabulce níže. Tyto rozsahy byly stanoveny na základě zkušeností v práci s programem.

HODNOTA AKTIVA		PRAVDĚPODOBNOST HROZBY		ZRANITELNOST AKTIVA	
1	nízká	0	nehodnoceno	0	nehodnoceno
2	střední	1	nízká	1	nízká
3	vysoká	2	střední	2	střední
4	velmi vysoká	3	vysoká	3	vysoká
		4	kritická	4	kritická

Obrázek 20 Riskan stanovení číselných hodnot základních prvků

(zdroj: vlastní)

VÝSLEDNÉ RIZIKO	
Nízké	0 - 23
Střední	24 - 47
Vysoké	48 - 64

Obrázek 21 Riskan – Stanovení hodnot výsledného rizika

(zdroj: vlastní)

Po vytvoření profilu jsou specifikovány konkrétní hodnoty pro jednotlivá aktiva a hrozby. Hodnota aktiv odpovídají jejich důležitosti a v případě aktiv hmotných (materiálních), nákladům spojeným s jejich pořízením nebo udržováním. Hodnota hrozeb byla stanovena na základě možnosti jejich výskytu. Zranitelnosti pak vyjadřují míru, do jaké jsou aktiva ohrožena konkrétními hrozbami, a zároveň i eventuálnosti jejich potenciálního zneužití. Hodnota aktiv, eventuálnost uplatnění hrozby a zranitelnost aktiva jsou nastaveny na hodnoty od 0 do 4. Tedy celkem může nabývat pět hodnot. Celý proces analýzy rizik je postaven na vzorci:

$$V_r = A * H * Z$$

(V_r – Výsledné riziko, A – Aktivum, H – Hrozba, Z – Zranitelnost aktiva)

Aktiva a hrozby jsou do softwaru nadefinovány ve struktuře rodič (první úroveň) – potomek (druhá úroveň). To znamená, že aktiva a hrozby číselně označená jsou hrozby a aktiva první úrovně. Prvky první úrovně nelze v programu vyplnit, jejich hodnota je vázána

na potomka (aktiva a hrozby druhé úrovně). Výsledná hodnota první úrovně vychází z maximální hodnoty ze všech zvolených aktiv a hrozeb úrovně druhé.

Navržená aktiva:

1. Lidské životy a zdraví

- Obyvatelé bytových jednotek,
- jednotky požární ochrany,
- psychologické následky.

2. Budova

- Nosné konstrukční prvky,
- nenosné konstrukční prvky,
- schodiště a chodby,
- sklepení,
- vnější fasáda,
- dveře bytových jednotek,
- dveře společných prostor.

3. Technická infrastruktura

- Rozvody vody,
- rozvody kanalizace,
- rozvody plynu,
- výtah.

4. Osobní majetek obyvatel

- Vybavení domácností,
- osobní předměty,
- domácí zvířata,
- majetek ve sklepních kójiích,
- majetek ve společných prostorech (kolárna).

Navržené hrozby:

1. Požár – bytový prostor

- Vaření pokrmů,
- zacházení s otevřeným ohněm,
- topná zařízení,
- kouření,
- žhářství,
- elektrická zařízení, elektroinstalace.

2. Požár – Sousední bytová buňka

- Sousedé na stejném patře,
- sousedé v jiných patrech.

3. Požár – Chodby

- Elektrické poruchy,
- žhářství,
- požár z bytové jednotky,
- kouření.

4. Požár – Instalační šachta bytová

- Neoprávněné úpravy,
- požár z bytové jednotky.

5. Požár – Elektroinstalační šachta společných prostor

- Zkrat starého vedení.

6. Požár – Výtah

- Porucha elektrických zařízení,
- zacházení s otevřeným ohněm.

7. Požár – Fasáda

- Přilehlý objekt,
- sousední bytová jednotka,
- dřeviny kolem objektu,
- odpadkové kontejnery,
- žhářství.

8. Požár – Sklepní prostory

- Uložení hořlavých materiálů,
- vznícení baterií,
- zacházení s otevřeným ohněm,
- kouření,
- uložení hořlavých materiálů.

Po nadefinování aktiv a hrozeb jsou k jednotlivým prvkům přiřazeny bodové hodnoty. Aplikace umožňuje správu aktiv, hrozeb, rozsahů i dílčích hodnot. Rovněž podporuje správu uživatelů a subjektů, přičemž jednotlivé funkce jsou přístupné podle přidělených rolí. Vše je navrženo tak, aby bylo možné flexibilně přizpůsobit nástroj konkrétním potřebám autora řešené úlohy.

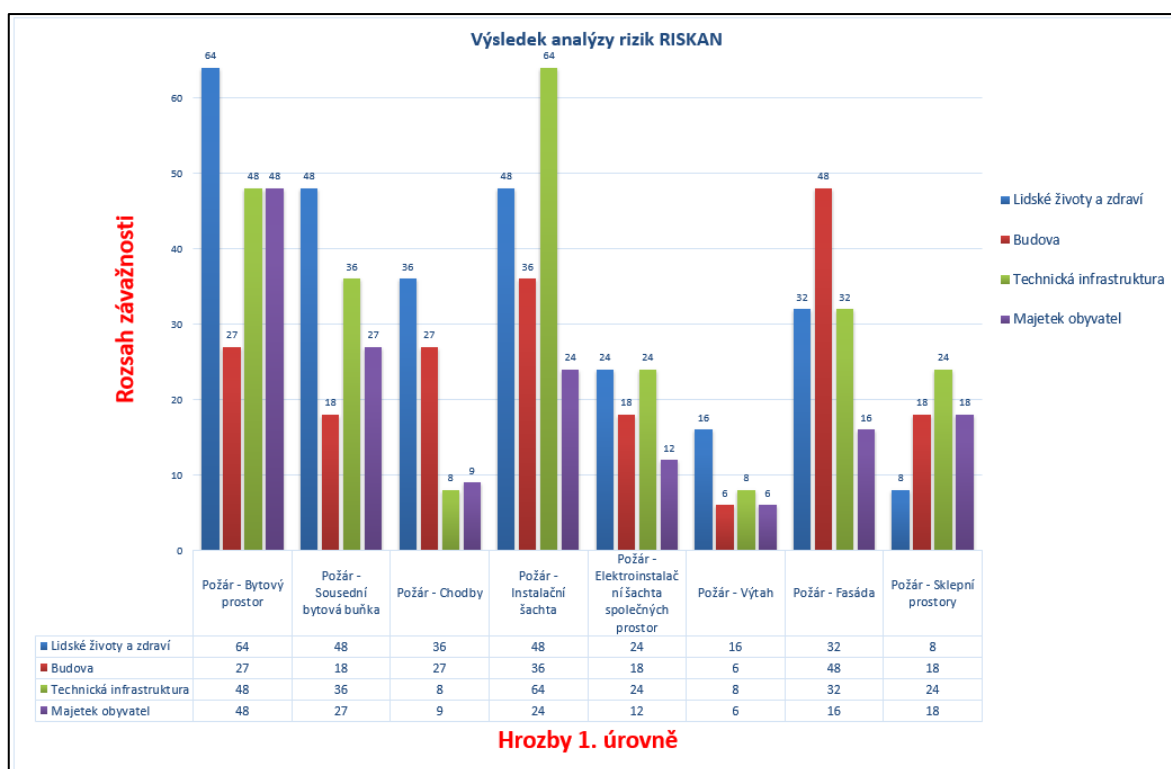
		Akt.:																										
		Lid	Psy	Jed	Oby	Bud	Dve	Dve	Vně	Skl	Sch	Nos	Nen	Tec	Roz	Roz	Roz	Výt	Maj	Dom	Oso	Vyb	Maj					
		1	1.1	1.2	1.3	2	2.1	2.2	2.3	2.4	2.5	2.6	2.7	3	3.1	3.2	3.3	3.4	4	4.1	4.2	4.3	4.4					
Hrozby		pod.	4	4	2	4	3	3	3	3	1	2	3	2	4	4	2	4	1	3	2	3	2	2				
Hrozby		pra.																										
1	Požár - Bytový prostor	4	4	2	2	4	3	1	3	1	1	2	2	2	3	2	2	3	1	4	4	4	4	0				
	1.1 Elektrická zařízení	3	3	2	2	3	3	1	3	1	1	2	2	2	2	1	1	2	1	3	3	3	1	0				
	1.2 Žhářství	1	3	2	1	3	1	1	1	0	0	0	1	1	3	1	1	3	1	2	2	2	2	0				
	1.3 Kouření	3	3	1	2	3	1	1	1	1	1	0	1	1	2	1	1	2	1	3	3	2	2	0				
	1.4 Zacházení s otevřeným ohn ...	4	3	2	1	3	2	1	1	1	1	1	2	1	2	2	1	1	0	4	4	4	4	0				
	1.5 Topná zařízení	2	3	2	1	3	1	1	1	1	1	1	1	1	2	1	1	2	0	3	3	3	2	0				
1.6	Vaření pokrmů	4	4	2	2	4	1	1	1	1	0	1	1	1	3	1	2	3	1	3	3	2	2	0				
	2 Požár - Sousední bytová b ...	3	4	3	3	4	2	1	2	2	1	2	2	2	3	3	3	3	1	3	3	3	3	0				
	2.1 Sousedé v jiných patrech	3	4	3	3	4	2	1	2	2	1	2	2	2	3	3	3	3	1	2	2	2	2	0				
	2.2 Sousedé na stejném patře	3	4	3	3	4	2	1	2	1	0	2	1	2	2	2	2	2	1	3	3	3	3	0				
	3 Požár - Chodby	3	3	2	1	3	3	1	3	2	2	3	2	2	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1				
	3.1 Požár z bytové jednotky	3	3	1	1	3	3	1	3	1	2	3	2	2	1	0	0	0	1	1	1	1	1	1				
3.2	El. poruchy (svítidla)	2	2	2	1	2	2	1	2	2	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1	0	1	0	1				
	3.3 Žhářství	1	2	1	1	2	2	1	2	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1	0	1	1	1				
	3.4 Kouření	2	2	1	1	2	2	1	2	1	1	1	1	1	1	1	0	0	1	1	0	1	1	0				
	4 Požár - Instalační šachta	4	3	2	3	3	3	2	2	0	1	0	3	3	4	4	4	4	1	2	2	2	2	0				
	4.1 Požár z bytové jednotky	4	3	2	3	3	3	1	2	0	1	0	3	3	4	4	4	4	1	2	2	2	1	0				
	4.2 Neoprávněné úpravy	4	3	2	3	3	3	2	2	0	0	0	3	3	4	4	3	3	1	2	2	1	2	0				
5	Požár - Elektroinstalační ...	2	3	1	2	3	3	2	2	1	1	3	3	2	3	2	3	3	1	2	1	2	1	0				
	5.1 Zkrat starého vedení	2	3	1	2	3	3	2	2	1	1	3	3	2	3	2	3	3	1	2	1	2	1	0				
	6 Požár - Výtah	2	2	2	1	2	2	1	2	1	1	2	1	1	3	1	1	1	3	1	1	1	1	1				
	6.1 Zacházení s otevřeným ohn ...	1	2	1	1	2	2	1	2	1	1	2	1	1	2	0	0	0	2	1	1	1	1	0				
	6.2 Porucha elektroinstalace	2	2	2	1	2	1	1	1	0	1	0	1	1	3	1	1	1	3	1	1	1	1	1				
	7 Požár - Fasáda	4	3	1	3	2	4	3	3	4	3	3	4	4	2	2	1	2	0	2	2	1	2	0				
7.1	Žhářství	1	2	1	1	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	1	2	0	2	2	1	1	0				
	7.2 Odpadkové kontejnery	3	3	1	3	2	3	3	3	3	2	2	3	3	1	1	1	1	0	1	1	1	1	0				
	7.3 Dřeviny kolem objektu	3	2	1	2	2	3	2	2	3	2	3	3	2	1	1	0	1	0	1	1	1	1	0				
	7.4 Sousední bytová jednotka	4	2	1	1	2	4	2	2	4	3	3	4	4	2	2	1	1	0	2	1	1	2	0				
	7.5 Přilehlý objekt	2	2	1	2	2	3	2	3	3	2	2	1	2	1	1	1	1	0	1	1	1	1	0				
	8 Požár - Sklepní prostory	2	1	1	1	1	4	3	1	2	4	2	2	2	3	3	3	3	1	4	0	3	0	4				
8.1	Zacházení s otevřeným ohn ...	1	1	1	1	1	4	1	1	1	4	1	1	1	2	2	2	2	0	3	0	2	0	3				
	8.2 Kouření	2	1	1	1	1	2	2	1	1	2	1	1	1	2	1	2	1	1	2	0	1	0	2				
	8.3 Žhářství	1	1	0	1	1	2	2	1	2	2	2	2	1	3	3	2	3	1	2	0	2	0	2				
	8.4 Uložení hořlavých materiá ...	2	1	1	1	1	4	3	1	1	4	2	1	2	3	3	3	3	1	4	0	3	0	4				
	8.5 Vznícení baterií	1	1	1	0	1	4	3	1	1	4	2	1	1	3	3	3	3	1	4	0	3	0	4				

Obrázek 22 Riskan – přiřazené bodové hodnoty

(zdroj: vlastní)

4.2 Výstup analýzy rizik

Posledním krokem analýzy je vizuální výstup v podobě grafu. Rizika byla hodnocena podle pravděpodobnosti výskytu a závažnosti dopadu. Výsledky ukazují, že některé z nich představují vysoké bezpečnostní riziko. Jako vysoce rizikové jsou brány hodnoty od 48 bodů a výše. Mezi tyto velmi rizikové spadá požár bytové jednotky, sousední bytové jednotky, instalační šachty a vnějšího zateplení – fasády. Pro tato rizika budou zpracována konkrétní opatření. Cílem je snížit pravděpodobnost vzniku požáru a minimalizovat jeho následky, pokud k němu dojde.



Obrázek 23 Riskan – Analýza požárních rizik

(zdroj: vlastní)

Dle provedené analýzy rizik v rozhraní Riskan bylo možné identifikovat konkrétní slabá místa v panelových domech. Konkrétně se jedná o požáry v bytových prostorech, v sousedních bytových prostorech, požár v místě instalačních šachet a vnější požár fasády.

4.3 Analýza rizik pomocí metody PNH

V rámci analýzy rizik bude použita i metoda PNH (již rozebírána v kapitole 2.8.1), která primárně souží pro porovnání výsledků s analýzou z rozhraní RISKAN. V rámci analýzy budou hodnoceny totožné hrozby jako v analýze předchozí, resp. budou hodnoceny hrozby první úrovně, jelikož metoda PNH nelze použít na strukturu rodič – potomek.

4.3.1 Stanovení hodnot rozsahů a výsledného rizika

V rámci analýzy rizik pomocí metody PNH budou vstupní rozsahy hodnot nastaveny dle tabulek níže. Výsledné riziko a jednotlivé úrovně budou stanoveny jako u předchozí analýzy.

Tabulka 16 Stanovení hodnot pro eventuálnost výskytu

1	Nepředpokládané
2	Možné
3	Očekávané
4	Naléhající

(zdroj:[58], upraveno)

Tabulka 17 Stanovení hodnot závažnosti

1	Drobné škody, bez zranění
2	Mírné škody, lehké zranění
3	Větší škody, významnější zranění
4	Značné poškození objektu, těžké zdravotní následky / smrt

(zdroj:[58], upraveno)

Tabulka 18 Stanovení hodnot pro názor hodnotitele

1	Zanedbatelný negativní vliv na bezpečnost v objektu
2	Malý negativní vliv na bezpečnost v objektu
3	Velký negativní vliv na bezpečnost objektu
4	Významný negativní vliv na bezpečnost objektu

(zdroj:[58], upraveno)

Tabulka 19 PNH – Analýza požárních rizik

Hrozba – požár	P	N	H	V _r
Bytový prostor	4	4	4	64
Sousední bytová jednotka	4	4	3	48
Chodby	3	3	3	27
Instalační šachta	4	4	4	64
Elektroinstalační šachta s.p.	3	2	3	18
Výtah	2	2	2	8
Fasáda	3	4	3	36
Sklepní prostory	2	3	3	18

(zdroj: vlastní)

Na základě provedení analýzy rizik metodou PNH a následného vyhodnocení, patří mezi vysoce rizikové oblasti bytový prostor, sousední bytové jednotky a instalační šachta.

Shrnutí čtvrté kapitoly

Na základě provedené analýzy rizik v softwarovém nástroji Riskan byly identifikovány následující oblasti s vysokou mírou rizika: požár bytových prostor, sousední bytová jednotka, instalační šachty a požár fasády. Paralelně provedená analýza metodou PNH potvrdila jako vysoce rizikové oblasti požár bytových prostor, sousední bytovou jednotku a instalační šachtu. Ačkoli v rámci PNH analýzy nebyl požár fasády vyhodnocen jako vysoce rizikový faktor, vzhledem k tomu, že se mezi vysoce rizikovými oblastmi objevil v analýze provedené v softwaru Riskan, bude i na tuto oblast v následující kapitole navrženo vhodné opatření.

5 PŘEHLED VHODNÝCH OPATŘENÍ

Tato kapitola práce se věnuje přehledu konkrétních opatření, která mohou přispět ke zlepšení protipožárního zabezpečení panelových domů. Na základě provedené analýzy rizik v minulé kapitole, byly identifikovány tři oblasti – požár v bytových a sousedních bytových jednotkách, šíření požáru instalačními šachtami a riziko vzniku a šíření požáru po fasádním plášti budovy. V této části jsou proto popsána opatření zaměřená právě na požáry v těchto místech budovy.

5.1 Protipožární dveře do bytových jednotek

Výměna původních dveří ve starších panelových domech za nové certifikované požární dveře je zásadní krok ke zvýšení bezpečnosti jeho obyvatel, ochraně majetku i splnění současných legislativních požadavků. Staré dveře, které byly instalovány během výstavby panelových domů v 70. a 80. letech, zpravidla nesplňují dnešní normy protipožární ochrany. Nejsou konstruovány tak, aby odolávaly šíření ohně nebo toxických zplodin, což v případě požáru představuje zásadní riziko. Moderní požární dveře dokážou odolat ohni a zabránit šíření kouře po dobu až 60 minut. Tento časový interval je podstatný pro bezpečnou evakuaci osob a účinný zásah hasičů. Velká většina úmrtí při požárech není způsobeno plameny, ale právě vdechnutím toxických plynů. Nové dveře s protipožárním těsněním dokážou tyto plyny efektivně zadržet. Dalším významným důvodem je ochrana sousedních bytových jednotek. V panelových domech, kde jsou byty odděleny pouze stěnami a dveřmi, se požár může snadno rozšířit z jednoho bytu do celého podlaží. Požární dveře však tento proces výrazně zpomalují a vytvářejí ochrannou bariéru. Tím se nejen zvyšuje bezpečnost obyvatel, ale zároveň se snižují ekonomické ztráty, protože oheň i kouř jsou lokalizovány na menší prostor. V neposlední řadě lze zvolit i dveře, které kombinují požární a bezpečnostní funkci v určité třídě, a poskytují tak komplexní ochranu proti požáru i vloupání. Běžně se pro panelové a bytové domy používají dveře třídy RC2 nebo RC3, které zajišťují dostatečnou ochranu vůči běžným vloupáním. Dalším benefitem mohou být tepelněizolační a akustické vlastnosti, takže pomáhají snižovat náklady na vytápění a omezují hluk ze společných prostor.

Normy vztahující se na vstupní bytové dveře:

Z požárního hlediska jsou podstatné již dříve zmíněné normy ČSN 73 0802 – Požární bezpečnost staveb – Nevýrobní objekty, ČSN 73 0810 – Požární bezpečnost staveb – Společná ustanovení. Dále se jedná o normy rozepsané níže.

ČSN EN 13501-2 – Požární klasifikace stavebních výrobků a konstrukcí staveb – Klasifikace podle výsledků zkoušek požární odolnosti a/nebo kouřotěsnosti kromě vzduchotechnických zařízení.

Je součástí evropského klasifikačního systému požární odolnosti stavebních výrobků a konstrukcí. Konkrétně se tato část (část 2) zaměřuje na klasifikaci stavebních prvků z hlediska jejich požární odolnosti, a to na základě výsledků standardizovaných zkoušek. V případě požárních dveří je podstatná při určování toho, jakým způsobem mají být dveře značeny z hlediska své schopnosti odolat účinkům požáru. Norma přímo nenavrhuje samotnou konstrukci dveří, ale vytváří kategorizaci, která popisuje, jak označovat výrobky dle výsledků zkoušek, prováděných podle jiných technických norem. [18]

ČSN EN 1627 – Dveře, okna, lehké obvodové pláště, mříže a okenice – Odolnost proti vloupání – Požadavky a klasifikace

Jedná se o evropskou technickou normu, která se zabývá klasifikací od odolnosti proti vloupání pro stavební výrobky, zejména dveře, okna, závory a rolety. Byla přijata jako česká technická norma a je dokumentem pro posuzování tzv. bezpečnostních tříd dveří, označovaných jako Resistance Class (RC). Jejím hlavním cílem je definovat míru ochrany, kterou musí tyto výrobky zajistit při pokusu o neoprávněné vniknutí do objektu pomocí mechanické síly a běžně dostupného nářadí. Norma se nevztahuje pouze na samotné dveře či okna, ale na kompletní systém, včetně rámu, zámkového mechanismu, kování a výplně, protože pouze jako celek může plnit svou bezpečnostní funkci. Klasifikační systém rozděluje výrobky do šesti tříd RC. V rámci jednotlivých tříd je přesně stanoven, jaké nástroje může útočník použít a kolik času má na to, aby překonal testovaný výrobek. [59]

Tabulka 20 Klasifikace Resistance Class

Třída RC	Úroveň ochrany	Simulovaný útočník	Nástroje
RC1	Základní ochrana	Nezkušný bez náradí	Úder, kop
RC2	Nízká ochrana	Nezkušný s náradím	Šroubovák, kleště
RC3	Střední ochrana	Zkušný narušitel	Páčidlo, kladivo
RC4	Vysoká ochrana	Zkušný a vybavený	Vrtačka, sekáč
RC5	Velmi vysoká ochrana	Profesionální narušitel	Výkonné el. náradí
RC6	Extrémní ochrana	Vysoce vybavený narušitel	Silné el. náradí

(upraveno z:[59])

5.1.1 Požadavky na bytové požární dveře

- Vstupní dveře do bytu musí mít požární odolnost minimálně EI 30 (popř. EW30), tj. bránit šíření ohně a tepla po dobu alespoň 30 minut,
- dveře musí být součástí požárně dělící konstrukce, např. požární stěny mezi bytem a společnou chodbou,
- mohou být z konstrukce druhu DP3, pokud oddělují nevýrobní požární úseky (např. mezi byty a chodbami),
- doporučuje se minimálně u vstupních dveří využít těsnění vůči studenému kouři (Sa).
[18],[20],[59]

5.2 Elektrická požární signalizace

Elektrická požární signalizace (dále jen EPS), je jedním z důležitých prvků aktivní požární ochrany nynější doby. Systém EPS slouží k včasné detekci a identifikaci požáru, a to buď automaticky, nebo prostřednictvím lidského zásahu. Hlavním úkolem systému je, co nejdříve rozpoznat vznikající požár, určit jeho přesnou polohu a následně spustit požární poplach. Tímto způsobem významně přispívá k omezení doby, během níž se požár může nekontrolovaně šířit. Celý systém je tvořen sítí požárních hlásičů, které jsou napojeny na řídicí ústřednu, a dalšími podpůrnými prvky, jako jsou vizuální a zvukové signalizační zařízení. Zároveň vykonává přenos poplachu na operační středisko HZS kraje. Díky implementaci EPS lze výrazně snížit majetkové škody a v neposlední řadě také snížit riziko ohrožení lidských životů a zdraví. Právě z tohoto důvodu je EPS zvolena jako vhodné protipožární opatření do panelových domů. U bytových jednotek je z důvodu vyšší

koncentrace lidí v oddělených buňkách nezbytné odhalit požár už v jeho zárodku a včasné začít tuto aktivní hrozbu řešit. Návrh systému bude v obecné rovině vzhledem k rozdílným konstrukčním řešením jednotlivých typů panelových domů nelze navrhnout jednotný, univerzálně aplikovatelný systém. Každý objekt vyžaduje individuální návrh systému na základě konkrétních dispozic a technických podmínek.[60]

5.2.1 Normy v oblasti EPS

Hlavní předpisy v oblasti EPS tvoří celkem tři technické normy, které stanovují požadavky na její návrh, instalaci a provoz. Základním předpisem pro navrhování EPS v rámci požárně bezpečnostního řešení staveb je norma ČSN 73 0875 – Požární bezpečnost staveb, která definuje podmínky, jež musí být při návrhu systému splněny. Dalším důležitým dokumentem je norma ČSN 34 2710 – Elektrická požární signalizace, která se zaměřuje na projektování, montáž, provoz, kontrolu, údržbu a servis EPS. Technické požadavky na jednotlivé komponenty těchto systémů jsou pak podrobně specifikovány v souboru norem řady ČSN EN 54- xx, které stanovují standardy pro hlásiče požáru, ústředny, signalizační zařízení a další prvky. Tyto normy je nezbytné znát při návrhu EPS systému. [60]

ČSN 34 2710 Elektrická požární signalizace – Projektování, montáž, užívání, provoz, kontrola, servis a údržba

Tato norma se zabývá zásadami pro navrhování, montáž, uvedení do provozu a kontroly, údržbou a opravy systému EPS. Norma je vztažena jak pro projektování nových objektů, tak i pro objekty již ve stavu užívání. [61]

ČSN 73 0875 Požární bezpečnost staveb – Stanovení podmínek pro navrhování elektrické požární signalizace v rámci požárně bezpečnostního řešení

Norma stanovuje podmínky pro návrh elektrické požární signalizace a zpracování požárně bezpečnostního řešení, které je součástí projektové dokumentace ve všech jejích fázích. Uplatňuje se při navrhování nových stavebních objektů i při úpravách stávajících budov a technologických celků, a to zejména v souladu s požárně bezpečnostními předpisy. Norma navazuje na normu ČSN 73 0802 a stejně tak na další normy této řady (ČSN 73 08xx), které byly rozebrány v kapitole 1.5. [62]

Normy řady ČSN EN 54 - xx

Soubor norem této řady se zabývá a definuje zásady pro jednotlivé komponenty systému EPS, popisuje jejich funkce, které jednotlivé komponenty musejí plnit. Tyto dokumenty se ovšem nevztahují na autonomní hlásiče kouře, ty spadají pod normu ČSN EN 14 604. Soubor těchto norem a jejich zaměření bude popsán v tabulce níže. [63]

Tabulka 21 Zaměření norem řady ČSN EN 54

Značení	Zaměření
ČSN EN 54-1	Obecné požadavky na EPS systémy
ČSN EN 54-2	Požadavky na požární ústřednu
ČSN EN 54-3	Požadavky na zvukové signalizační zařízení
ČSN EN 54-4	Napájecí zařízení pro EPS
ČSN EN 54-5	Teplotní hlásiče (tepebné)
ČSN EN 54-7	Požadavky na kouřové hlásiče (optické)
ČSN EN 54-10	Požadavky na hlásiče plamene
ČSN EN 54-11	Požadavky na tlačítkové hlásiče
ČSN EN 54-12	Lineární kouřové hlásiče
ČSN EN 54-13	Posouzení kompatibility a propojitelnosti komponentů systému
ČSN EN 54-16	Ústředny pro hlasová výstražná zařízení
ČSN EN 54-17	Izolátory
ČSN EN 54-18	Vstupní – výstupní zařízení
ČSN EN 54-20	Nasávací hlásiče
ČSN EN 54-21	Poplachová a poruchová zařízení
ČSN EN 54-23	Požárně poplachová zařízení – Optické výstražné zařízení
ČSN EN 54-25	Komponenty využívající rádiové spoje
ČSN EN 54-26	Hlásiče oxidu uhelnatého
ČSN EN 54-27	Hlásiče kouře pro potrubí
ČSN EN 54-28	Nenulovatelné lineární hlásiče teplot
ČSN EN 54-29	Multisenzorové hlásiče požáru (kouřové + teplotní)
ČSN EN 54-30	Multisenzorové hlásiče požáru (oxid uhličitý + teplotní)
ČSN EN 54-31	Multisen. hlásiče požáru (kouřové, oxid uhličitý + volitelně teplotní senzor)

(zdroj: [63])

5.2.2 Postup návrhu EPS

Tato podkapitola se bude zabývat základním postupem primárně určeného pro obyvatele panelových domů, aby získali základní přehled o tomto systému v případě, že by bylo hromadně rozhodnuto k zřízení tohoto systému.

1. Analýza objektu

Prvním krokem návrhu je posouzení objektu, v této počáteční fázi je nutné vyhodnotit rizika vzniku požáru, možnosti jeho šíření a možnosti evakuace osob. V rámci analýzy by se měl brát zřetel na přítomnost hořlavých látek, počet osob běžně pobývajících v panelovém domě. Tato analýza je obvykle zpracovávána projektantem s autorizací v oblasti požární ochrany.

2. Návrh technického řešení systému

EPS se skládá z několika na sebe navazujících kroků, které tvoří systematický postup návrhu. Každý z těchto kroků je důležitý pro zajištění funkčnosti, spolehlivosti a souladu celého systému s příslušnými normami a legislativními požadavky.

Mezi tyto kroky patří:

- Určení typu systému EPS,
- způsoby detekce a rozmístění hlásičů,
- návrh kabelových tras,
- napojení na ostatní požárně bezpečnostní zařízení.

Určení typu systému EPS

V prvním kroku se především jedná o rozhodnutí, zda bude systém adresovatelný nebo konvenční, který je využíván pro menší objekty. Zároveň je potřeba určit ústřednu systému, která je základním prvkem celé soustavy. Návrhem systému se zabývá norma ČSN 34 2710 (části projektování), ve které jsou specifikovány úkony návrhu systému. [61]

Způsoby detekce a rozmístění hlásičů

Dalším krokem je návrh způsobu detekce. Tedy výběr vhodného typu požárních hlásičů dle charakteru prostor. Běžně se využívají optické kouřové detektory, tepelné detektory, nebo

jejich kombinace. Rozmístění detektorů se řídí požadavky normy ČSN EN 54-14, včetně pokrytí podlahové plochy, výšky stropu a proudění vzduchu. [63]

Návrh kabelových tras

Po navržení rozmístění detektorů a dalších prvků následuje návrh vedení kabeláže. Je třeba dbát na správný výběr trasy, typů kabelů a způsobu uložení. U EPS se běžně používají nehořlavé kabely, které musí být odolné vůči vysokým teplotám po stanovenou dobu. Je rovněž třeba dodržet pravidla pro oddělení kabelových tras EPS od ostatních systémů např. napájení, slaboproud, sdělovací kabely podle norem a technických standardů.

Napojení na ostatní požárně bezpečnostní zařízení

Pokud jsou součástí systému další technologie, musí ústředna umožňovat propojení těchto ostatních zařízení. Může se jednat například o odvětrávání kouře a tepla z budovy, evakuační rozhlas případně obslužný panel požární ochrany a klíčový trezor požární ochrany.

3. Projektová dokumentace

Projektová dokumentace je výstupem návrhu systému. Slouží především pro posouzení a schválení systému, ale také k výpisu potřebných komponentů a montáži systému v objektu. Dokumentace musí obsahovat technickou zprávu, která obsahuje výpočty, technické údaje o hlásičích a další typy navrhovaných dílčích součástí. Dále musí obsahovat výkresovou část, kde jsou zaneseny prvky systému do půdorysu stavebního objektu.

4. Montáž a oživení systému

Samotnou montáž EPS musí provádět odborná montážní firma, která má příslušné oprávnění. Po dokončení montáže následuje zprovoznění systému, při kterém se prověří funkčnost hlásičů, tlačítek, a všech dalších komponentů. Po samotné zkoušce je vystaven protokol o uvedení do provozu.

5. Provoz systému a údržba

Po instalaci a uvedení systému do provozu přechází veškerá odpovědnost za jeho správný chod na provozovatele objektu. U panelových domů by se zpravidla jednalo o SVJ, případně by mohlo jít o správní firmu, která zaručuje technické řízení objektu. Většina povinností vychází z vyhlášky č. 246/2001 Sb., o požární prevenci. Mezi tyto povinnosti patří vedení provozní dokumentace, pravidelně nechat provádět zkoušky funkčnosti, zajišťovat revize aj. [13]

V závěru tohoto opatření budou vypsány výhody a nevýhody systému EPS, které mohou hrát roli při rozhodování realizace EPS v panelovém domě.

Tabulka 22 Srovnání výhod a nevýhod dodatečné instalace systému EPS

Výhody	Nevýhody
- Včasná detekce požáru, - vyšší bezpečnost obyvatel, - rychlejší zásah jednotek PO, - možnost přímého napojení na dispečink, - snížení rizika rozsáhlých škod na majetku, - rozdělení nákladů mezi majitele BJ, - možnost využití fondu oprav SVJ, - zlepšení evakuace, - možnost využití bezdrátových technologií.	- Omezený prostor pro ústřednu, - náročnější trasování kabeláže, - estetické dopady po montáži, - vyšší vstupní náklady, - náklady na provoz, - náklady na revize a údržbu, - možnost falešných poplachů, - sousedské rozepře ohledně zřízení EPS.

(zdroj: vlastní)

5.3 Autonomní požární signalizace

Drtivá většina požáru vzniká v jednotlivých bytových jednotkách. Z tohoto důvodu je potřeba zajistit vznik požáru již v samotném zárodku. Jelikož je prakticky nereálné nutit a zkoordinovat majitele všech bytových jednotek v panelových domech k tomu, aby byly všechny bytové jednotky připojeny k systému EPS. Z tohoto důvodu bylo zvoleno reálnější řešení v podobě autonomní požární signalizace. Jedná se o autonomní detektory, které jsou určeny pro včasnou detekci požáru a včasné varování obyvatel bytů s příznivou cenovou dostupností. Hlásiče umožňují samostatný provoz bez dalších komponentů. Disponují vlastní vestavěnou sirénou a ve většině případů jsou napájeny z baterie. Mimo jiné každá

novostavba po roce 2008 musí toto zařízení dle vyhlášky č. 23/2008 Sb., o technických podmínkách požární ochrany staveb mít. U starších obytných objektů, které neprošly rekonstrukcí po roce 2009, není tato instalace povinná, ale velmi se doporučuje. [64]

5.3.1 Normy v oblasti autonomní požární signalizace

ČSN EN 14 604 - Autonomní hlásiče kouře

Tato norma stanovuje požadavky, metody testování, konstrukční kritéria a pokyny pro výrobce autonomních hlásičů kouře, které fungují na principu rozptýleného světla, vyzařovaného světla nebo ionizace. Jsou určeny především pro domácnosti a podobná zařízení spojená s bydlením. Přestože norma nepředepisuje propojení autonomních hlásičů kouře mezi sebou nebo s dalším příslušenstvím, umožňuje tuto možnost, pokud jsou zařízení vyrobena stejným způsobem. [65]

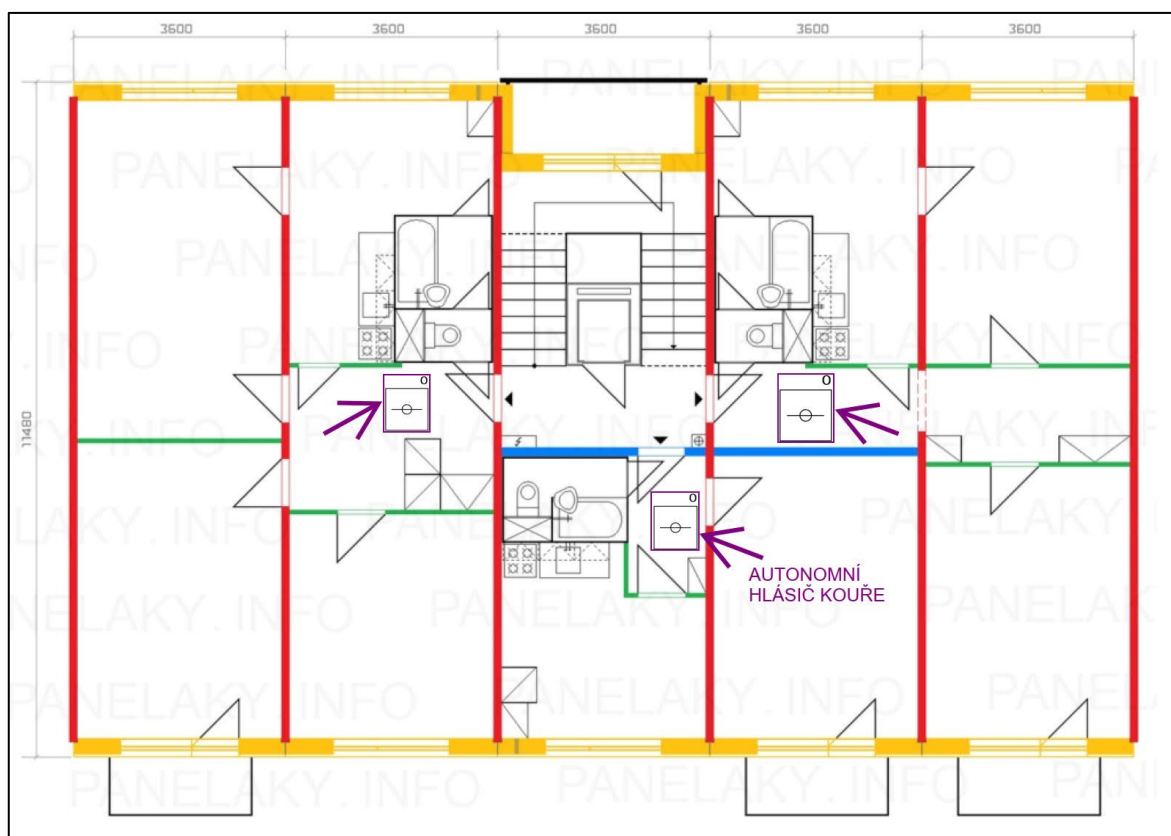
5.3.2 Umístění v bytových buňkách a specifikace hlásiče

Vyhláška č.23/2008 Sb. stanovuje jeden autonomní hlásič do bytové jednotky, pokud není podlahová výměra větší než 150 m² nebo se nejedná o mezonetový byt. Umístění je stanoveno do každé bytové buňky směrem k únikové cestě. Pokud se jedná o větší výměru nebo mezonetový byt, musí být osazen další autonomní hlásič v dalším jiném vhodném místě. [12]

V závislosti na způsobu detekce existuje několik typů autonomních hlásičů, které se liší dle fyzikálního principu k detekci požáru. Mezi hlásiče kouře patří opticko-kouřové hlásiče, které jsou založeny na principu útlumu nebo odklonu paprsku z LED vysílače a přijímačem v podobě fotodiody (FD). Dalším typem kouřového hlásiče je hlásič ionizační, který díky obsahu radioaktivního prvku (zpravidla americium) reaguje na spaliny, v případě že předměty začínají hořet. Další skupinu tvoří teplotní hlásiče, které vyhodnocují požár na základě dosažení určité (maximální teploty v daném prostředí, nebo tzv. rychlostní (termodiferenciální), který se zaměřuje na prudké zvýšení teploty za krátký čas. Další specifickou kategorií jsou plynové hlásiče, které sledují přítomnost oxidu uhelnatého (CO) nebo úniky plynů. Dnes se na trhu objevují detektory duální, založené na snímání dvou jevů zároveň (např. detektor kouře a teploty). Pro využití v panelových domech bude navržen autonomní detektor opticko-kouřový, napájený z baterie, který dokáže detekovat požár již v zárodku (doutnání) a nevznikají falešné poplachy z teplotních výkyvů. V případě může být dle vlastní úvahy obyvatel duální detektor, který je ovšem dražší. [67]

5.3.3 Požadavky a doporučení pro autonomní hlásiče

- Musí vydávat zvukový signál o intenzitě min. 85 dB na vzdálenost 3 m,
 - je napájený ze samostatné baterie nebo ze sítě s akumulátorovou zálohou,
 - umístění ideálně na strop minimálně 50 cm od rohů,
 - hlásič musí hlásit poruchy (slabá baterie),
 - výrobek musí být v souladu se zákonem č. 90/2016 Sb. O posuzování shody stanovených výrobků při jejich dodávání na trh (CE symbol),
 - pravidelné testování funkčnosti a výměna zařízení dle životnosti udávané výrobcem.
- [65],[66],[67]



Obrázek 24 Umístění autonomních kouřových hlásičů

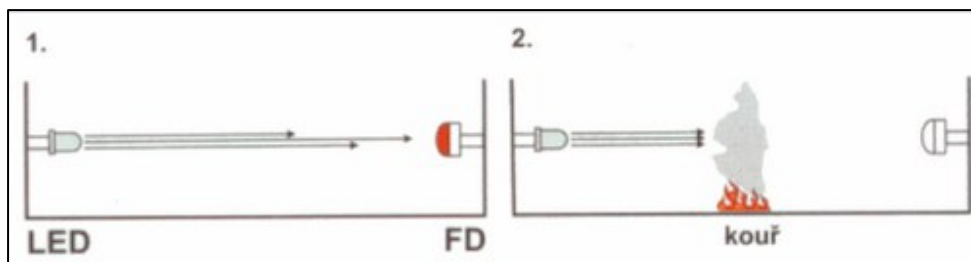
(zdroj:[2],upraveno)

5.3.4 Princip Opticko – kouřového hlásiče

Jak už výše zmíněno fotoelektrický přístup je založen na vysílači (LED) a přijímači (fotodioda). Obvykle tyto hlásiče pracují na jednom ze dvou principů – blokování průchodu světla a odklonu paprsku. Kvůli zvolení tohoto typu hlásiče bude níže popsán princip jeho vyhodnocování.

Blokování průchodu světla

Jedná se o jednodušší princip, kdy fotodioda citlivá na světlo zachytí menší intenzitu paprsku způsobenou obsahem kouře v ovzduší a dojde k sepnutí alarmu. [67]

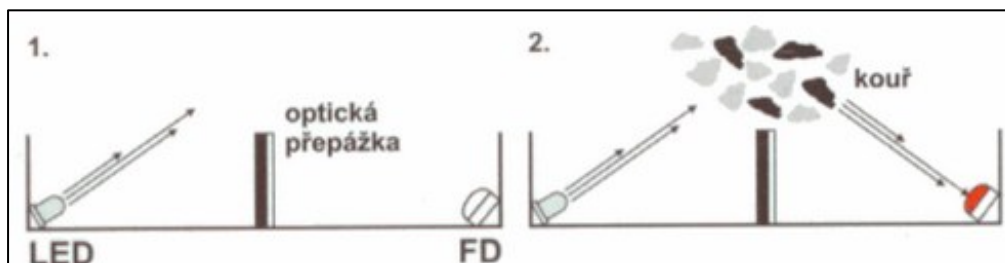


Obrázek 25 Fotoelektrický princip – blokování průchodu světla

(zdroj:[67])

Odklon paprsku světla

Konstrukčně složitější princip, kdy se jedná naopak o odklon paprsku vlivem částic kouře na přijímač. [67]



Obrázek 26 Fotoelektrický princip – odklon paprsku

(zdroj:[67])

5.4 Přenosný hasicí přístroj

Součástí navrhovaného protipožárního zabezpečení panelových domů je rovněž vybavení každé bytové jednotky přenosným hasicím přístrojem. Vyhláška č. 23/2008 Sb. o technických podmínkách požární ochrany staveb, nenařizuje vybavit jednotlivé bytové jednotky tímto zařízením (povinný je pro rodinné domy). Ovšem z hlediska historických požárů se jedná o účinné opatření, které umožňuje rychlý zásah v počáteční fázi požáru, čímž se výrazně zvyšuje šance na zamezení jeho šíření. Ačkoli se nejedná z hlediska estetiky o prvek, který se hodí do domácnosti, je nezbytné, aby byl přístroj instalován na snadno dostupném místě. Instalací přenosných hasicích přístrojů v jednotlivých bytových jednotkách dochází nejen k významnému posílení celkové požární bezpečnosti objektu, ale zároveň se tím podporuje aktivní přístup obyvatel k ochraně vlastního života, majetku i bezpečnosti ostatních obyvatel panelového domu. Vyhláška dále definuje minimální hasicí schopnost tohoto zařízení na hodnotu „34 A“ (označení bude vysvětleno níže). Je umožněno si pořídit namísto jednoho zařízení s touto hasicí schopností například dvě zařízení s nižší hasicí schopností, ale je nutné, aby jejich součet byl alespoň již výše zmiňovaná hodnota. [12]

5.4.1 Normy týkající se přenosných hasicích přístrojů

Normy řady ČSN EN 2 – Třídy požárů

Norma stanovuje třídění požárů na základě typu hořlavé látky, která se procesu hoření účastní. Tato klasifikace je podstatná pro správnou volbu hasicího prostředku i pro určení vhodného typu hasicího přístroje.

Třídy požárů:

Třída A – Požáry pevných látek, zejména organického původu.

Třída B – Požáry kapalin nebo látek přecházejícího do kapalného skupenství.

Třída C – Požáry plynů.

Třída D – Požáry kovů.

Třída F (doplněno ve změně A1) – Požáry rostlinných nebo živočišných olejů a tuků. [68]

Normy řady ČSN EN 3 - xx

Normy v řadě ČSN EN 3 – xx, udávají základní technickou specifikaci pro konstrukci, zkoušky, značení i používání hasících zařízení. Z celé řady norem bude detailněji rozebrána pouze část ČSN EN 7 + A1, která je podstatná pro porozumění právě již zmiňovaného značení hasící schopnosti.

ČSN EN 3-7+A1

Tato norma definuje klasifikaci hasících přístrojů podle jejich účinnosti na požáry různých tříd a stanovuje způsob testování pomocí standardizovaných scénářů. U zkušebních objektů pro požáry třídy „A“ se jedná o vyskládané dřevěné hranoly na kovový stojan. Číslice označuje počet dřevěných hranolů pro každou příčnou vrstvu a zároveň délku zkušebního objektu (v decimetrech). Pro třídu „B“ je zkušebním objektem ocelová vana, která je naplněna vodou a hořlavinou v určitém poměru. Číselný údaj znamená objem kapaliny v ocelové vaně (v litrech). Třída „C“ není číselně hodnocena. [69]

Druhy hasících přístrojů:

Každý hasící přístroj je navržen tak, aby umožňoval bezpečné a efektivní uvolnění hasiva, přičemž jeho konstrukce zohledňuje snadnou manipulaci i účinnost zásahu. Vzhledem k tomu, že různé přístroje využívají odlišná hasiva, jsou určeny pro hašení specifických druhů požárů. Použití správného typu hasícího přístroje ve vztahu ke třídě požáru je zásadní, neboť nesprávně zvolený prostředek může být nejen neúčinný, ale v některých případech i nebezpečný. Nejčastěji se lze setkat s těmito sedmi typy hasících přístrojů:

- Vodní,
- práškový,
- pěnový,
- sněhový (CO₂),
- plynový (halotrónový),
- chemický,
- speciální určený na tuky.[70]

Zvolená minimální hasicí schopnost se bude odrážet od předepsané hodnoty pro rodinné domy.

5.4.2 Požadavky a doporučení pro přenosné hasicí přístroje

- Přístroj musí být opatřen čitelným a trvanlivým identifikačním štítkem,
- minimálně jednou ročně nechat provést odbornou kontrolu technického stavu,
- umístit přístroj na snadno dostupné místo,
- po každém použití musí být přístroj vyměněn (doplněn),
- každý obyvatel bytových domů, musí mít povědomí o tom, jak přístroj používat.



Obrázek 27 Uvedení hasicího přístroje do fáze hašení

(zdroj:[70])

5.5 Hasící deka

Mimo přenosných hasicích zařízení, je účinným prostředkem pro hašení v počátečních fázích požáru hasící deka. Je určena pro hašení menších požárů, zejména třeba vznícení oleje při vaření nebo menší elektrospotřebiče. Obecně lze konstatovat, že deka je vhodná pro požáry typu A, B i F. Lze mj. použít i jako „plášť“ pro případ úniku z hořícího objektu. Hasící deka je vyrobena z nehořlavé tkaniny (např. skelného vlákna) a je schopna odolávat vysokým teplotám. Základním funkčním principem je přehození deky přes hořící předmět, aby došlo k eliminaci přístupu kyslíku a tím se přerušil proces hoření. Důležitým faktorem je rychlost aplikování deky na vznícené místo. Výhodou hasicí deky je její jednoduché použití, nízká hmotnost a rozměry ve složeném stavu – lze tedy umístit prakticky kdekoli. Z hlediska

vzniku požárů v bytových jednotkách je velmi vhodným doplňkem k přenosným hasicím přístrojům, za velmi přijatelnou cenu pohybující se okolo 400 Kč. [71]



Obrázek 28 Hasicí deka

(zdroj:[71])

5.6 Instalační šachta

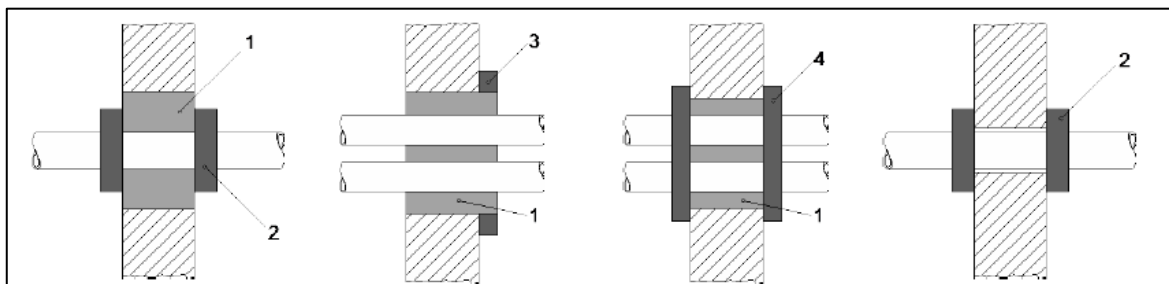
Z hlediska vyhodnocení analýzy rizik a historických událostí je instalační šachta z hlediska požární bezpečnosti jednou z největších hrozeb při vzniku a šíření požárů. Z hlediska návrhu pro zvýšení požární bezpečnosti se dají v instalačních šachtách realizovat zásadně dvě řešení. Prvním z řešení je předělení šachty v úrovni stropní konstrukce, tímto požárně dělícím prvkem se stane v této úrovni šachta z hlediska požárního úseku součástí bytové jednotky. Druhým řešením je vytvoření samostatného požárního úseku z instalační šachty. V tomto případě musí konstrukce vykazovat požadovanou úroveň požární odolnosti dle platných norem. Tomu musí odpovídat i požární odolnost uzávěrů. Z technického a provozního hlediska je realizace instalační šachty jako samostatného požárního úseku v celé výšce objektu prakticky neproveditelná, neboť by vyžadovala stavební zásahy do všech bytových jednotek. V dnešní době se lze setkat s rekonstrukcemi bytových jader v rámci jednotlivých bytových jednotek. V případě této rekonstrukce je vhodné požárně oddělit alespoň instalační šachtu od bytové jednotky. Jako návrh pro zvýšení požární bezpečnosti v instalačních šachtách bude předělení šachty v úrovni stropní konstrukce tzv. sdruženým prostupem s využitím systémových prvků. Systémové prvky dnes na trh dodává několik výrobců.

5.6.1 Normy v oblasti revitalizace prostupů instalačních šachet

Podle požadavků normy ČSN 73 0834 a vyhlášky č. 23/2008 Sb. musí být při jakékoli stavební úpravě zasahující do svislých šachtových konstrukcí v panelovém domě zajištěna stropní požární přepážka s minimální požární odolností EI 30 DP1, a to včetně správně provedených požárních ucpávek. Tato přepážka by měla být znovu pečlivě požárně ošetřena a veškeré prostupy musí být osazeny příslušnými systémovými prvky [20],[65]

ČSN EN 1366-3 – Zkoušení požární odolnosti instalací – Část 3: Ucpávky prostupů

Norma se zabývá zkoušením požární odolnosti systémů pro utěsnění prostupů technických instalací, tedy posuzováním, jak dlouho tyto ucpávky dokážou zabránit šíření plamenů, horkých plynů a kouře mezi jednotlivými požárními úseky. Dále norma poskytuje návrhy, jak technicky vyřešit těsnění prostupů. [72]



Obrázek 29 Těsnění prostupů instalací

(zdroj:[72])

Legenda k obrázku 29:

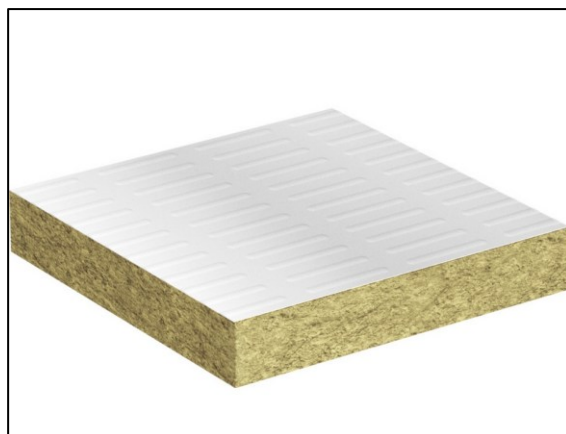
- 1 – otvorová část těsnění prostupu,
- 2 – instalační část těsnění prostupu,
- 3 – lemování,
- 4 – krycí deska.

Systémové prvky pro prostupy v instalačních šachtách:

- Měkké ucpávky prostupů,
- požárně ochranné manžety,
- požárně ochranný pás.

Měkké ucpávky prostupů

Měkké požární ucpávky jsou tvořeny nehořlavým jádrem z minerální vlny a intumescentními materiály, jako jsou zpěňující tmely. Při vystavení vysokým teplotám tyto materiály expandují a vyvíjejí tlak směrem k jádru, čímž efektivně vyplní prostor po odhořívajících částech plastových instalací a zabrání tak šíření požáru skrz prostup. Desky jsou navíc opatřeny jednostranně nebo oboustranně požárním nátěrem. Tento typ ucpávek je vhodný pro vytvoření stropní přepážky v instalačních šachtách.[73]



Obrázek 30 Protipožární deska Fischer

(zdroj:[73])

Požárně ochranné manžety

Protipožární manžeta je tvořena dvoudílným kruhovým ocelovým pláštěm, který umožňuje jednoduché osazení kolem potrubních prostupů pomocí integrovaného uzavíracího mechanismu. Uvnitř rámu je umístěn intumescentní grafitový materiál, který při vystavení vysoké teplotě expanduje a v případě požáru účinně uzavírá prostor vzniklý po odhoření plastového potrubí. Kvůli vysokému expanznímu tlaku je požadováno zakotvit manžetu do konstrukce. Manžety se prodávají v různých průměrech a její požární odolnost může dosahovat až 240 minut. [74]



Obrázek 31 Protipožární manžeta / manžeta expandovaná

*(zdroj:[74],[75])***Požárně ochranný pás**

Jedná se o ochranný pás na bázi grafitu, který je standardně dodáván v návínu v různé metráži. Může být tedy snadno instalován na různé průměry a materiály jednotlivých potrubí. Materiál je odolný vůči vlhkosti, teple i chladu. [76]



Obrázek 32 Požárně ochranný pás

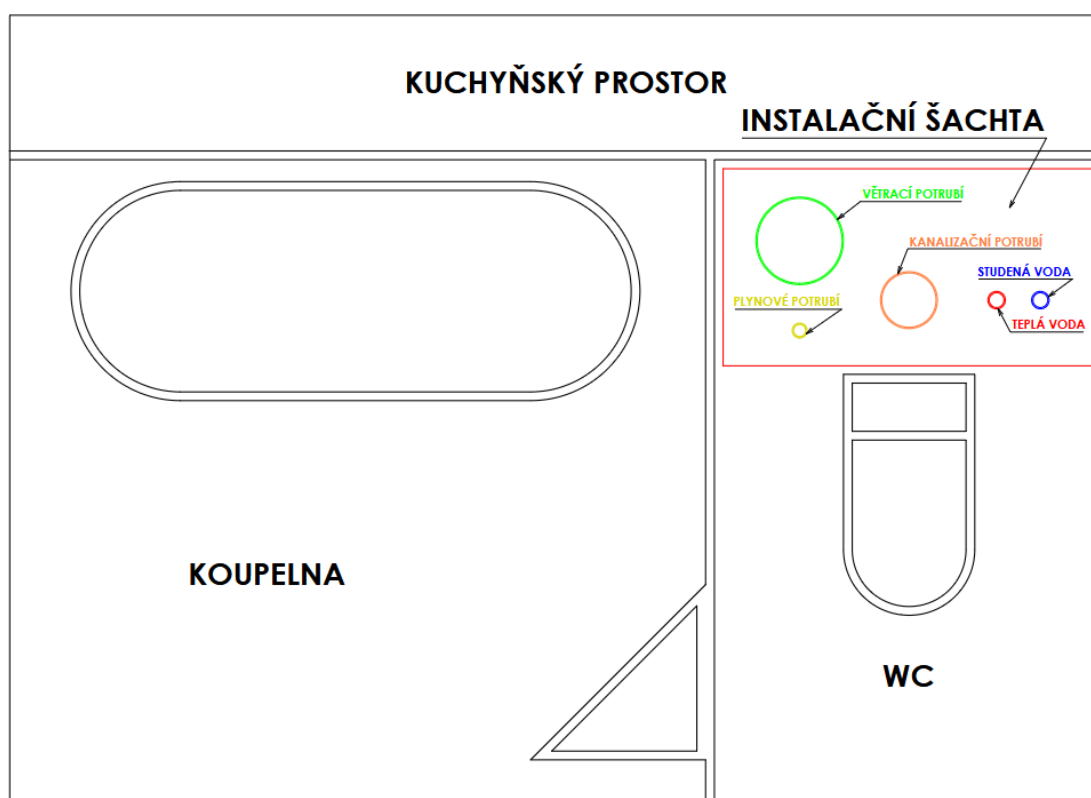
*(zdroj:[76])***5.6.2 Modelový příklad instalační šachty v panelovém domě**

Pro návrh protipožárního řešení bude namodelována instalační šachta, která bude mít rozměry ekvivalentní jádru B-3, které bylo právě hojně využíváno u panelových domů typu T-06B. Cílem je využít co nejvíce běžně dostupných systémových prvků pro dosažení

utěsnění prostupu v instalační šachtě. Z dohledaných technických výkresů bylo zjištěno, že instalační šachta v bytovém jádru B-3 má půdorysný vnitřní rozměr standardně 450 x 825 mm a stropní železobetonový panel, který má tloušťku 200 mm. Půdorysné schéma rozmístění potrubí i materiál se může v jednotlivých typech panelových domů lišit. [78]

V instalační šachtě se nachází několik rozvodů:

- Kanalizační potrubí DN 150 (polypropylen),
- větrací potrubí DN 200 (hliník),
- plynovodní potrubí DN 32 (ocel),
- vodovod – studená voda DN 40 (polypropylen),
- vodovod – teplá voda DN 40 (polypropylen).



Obrázek 33 Modelový příklad bytového jádra

(zdroj: vlastní)

Po vytvoření modelového příkladu bude v poslední kapitole navrhnuo vhodné řešení pro provedení horizontální ucpávky průchodu šachtou. První je podstatné vybrat typ ucpávky, která bude pro návrh vhodnější za pomoci MC analýzy.

5.7 Šíření ohně po fasádách – Regenerace zateplení

Šíření ohně po fasádách patří na základě analýzy rizik a historie k velké požární problematice. V případě vzniku požáru může dojít k rychlému vznícení a šíření plamene po fasádě směrem vzhůru. Tento výsledek komínového efektu je zvláště nebezpečný u vícepodlažních objektů, kde se může oheň ve velmi krátké době rozšířit do vyšších pater. Změny konstrukce budov při rekonstrukcích fasád mohou narušit původní požárně bezpečnostní návrh. Dodatečné zateplení nebo výměna fasády bez posouzení požárního rizika může výrazně snížit požární odolnost stavby. Každý takový zásah by měl být předem vyhodnocen podle aktuálních předpisů a realizován s důrazem na bezpečnost obyvatel. Před realizací samotného zateplení panelového domu je třeba mít na vědomí, že požadavek na úsporu energie nesmí být na úkor požární bezpečnosti stavby. Pro moderní kontaktní zateplovací systémy se často používá extrudovaný polystyren nebo polyuretan. Tyto používané materiály jsou hořlavé, konkrétně například zmiňovaný expandovaný polystyren (EPS), je tepelným izolantem s třídou reakce na oheň typu „E“. V České republice je nejrozšířenější technologií pro zateplování budov systém ETICS. Jedná se o systém, kdy je na vnější plášť stěn připevněna izolační vrstva a následně se zakryje výztužnou sítovinou a finální omítkou. [79]



Obrázek 34 Zateplovací systém ETICS

(zdroj: [79], upraveno)

5.7.1 Požadavky na fasádní zateplovací systémy

Skladbu sestavy fasádního systému ovlivňují také požadavky na požární bezpečnost. Základním požadavkem je použití vhodného materiálu na zateplení. Zda se může jednat o klasický hořlavý polystyren, nebo zda musí být a v jakém množství použity materiály z nehořlavých materiálů určují požární normy. Norma ČSN 73 0810 (požární bezpečnost staveb – Společná ustanovení) již nerozlišuje zateplení starých budov a novostaveb. Hlavním parametrem pro výběr materiálu izolantu a případně umístění požárního pruhu, je požární výška budovy „h“. Požární výška vyjadřuje vzdálenost od čisté podlahy prvního nadzemního podlaží k čisté podlaze posledního podlaží. [80]

Dle výškových úrovní se objekty dělí do čtyř kategorií:

- Jednopodlažní objekty,
- budovy do požární výšky 12 m (včetně),
- budovy požární výšky 12 až 22,5 m (včetně),
- budovy nad požární výšku 22,5 m.

Jednopodlažní objekty

Pro jednopodlažní objekty se nemusejí prokazovat požární vlastnosti zateplovacího systému, požadavek spočívá pouze v použití tepelného izolantu, který alespoň splňuje třídu reakci na oheň E. [80]

Budovy do požární výšky 12 m (včetně)

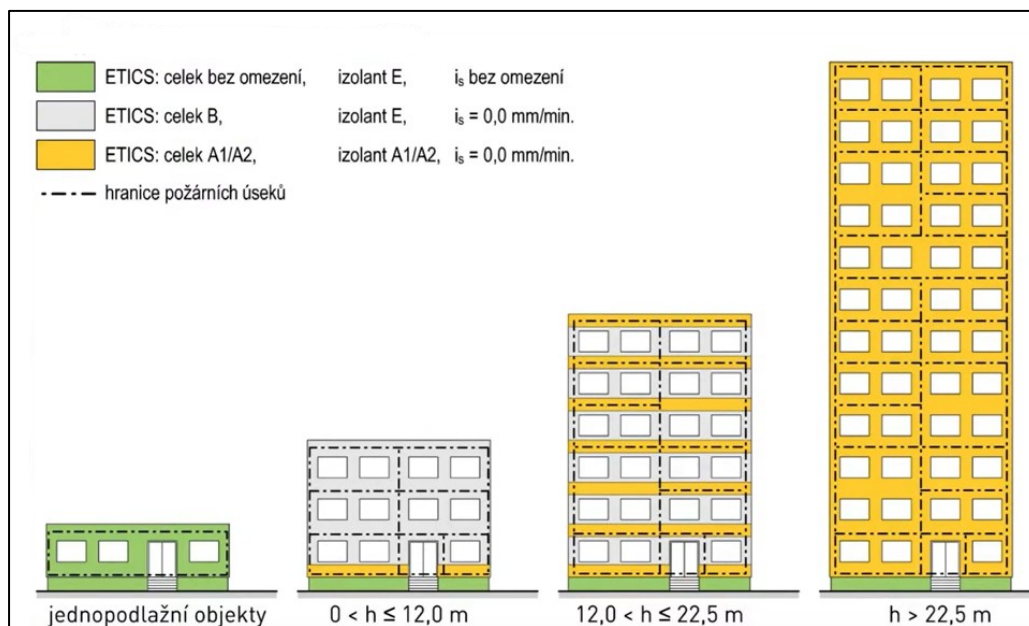
Pro tuto třídu budov je již nutné prokazovat požární vlastnosti fasádního systému. Hlavním požadavkem je, aby izolant splňoval třídu reakci na oheň E a zároveň celý zateplovací systém včetně omítky, kotvení a dalších prvků vykazoval třídu reakce nejhůře B. Dalším požadavkem je vytvoření požárního pruhu v založení nad terénem budovy z materiálu třídy A1/A2. [80]

Budovy požární výšky 12 až 22,5 m (včetně)

Tato třída má stejné soklové založení a celkovou reakci sestavy na oheň jako třída předchozí. Velký rozdíl spočívá v počtu požárních pruhů. Požární pruhy pro tento typ budov musejí být v rámci každého podlaží. Tento požární pruh by měl být alespoň 900 mm široký a být z materiálů s reakcí na oheň A1/A2. [80]

Budovy nad požární výšku 22,5 m

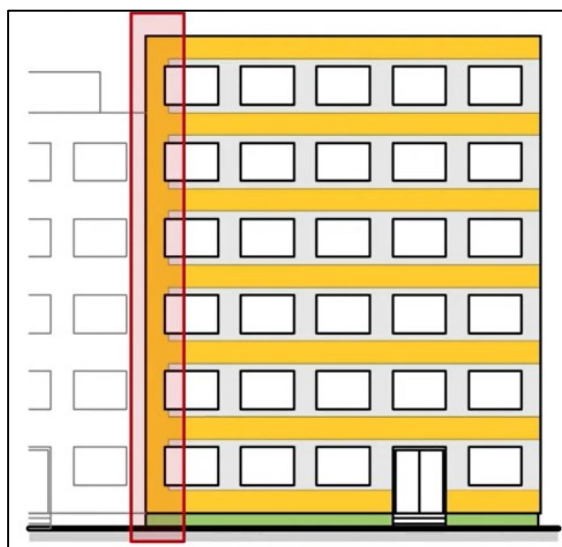
Poslední třída už neumožňuje využití hořlavého izolantu v žádném místě. Nejedná se tedy o využití požárních pruhů. Nehořlavý izolant musí být v celé ploše budovy. [80]



Obrázek 35 Kategorie budov z hlediska požární výšky

(zdroj:[80])

V případě, že se jedná o řadový panelový dům s výškovou úrovní 12 – 22,5 m je třeba tyto jednotlivé stavební objekty navíc rozdělit svislým požárním pruhem šířky 900 mm z nehořlavého materiálu. [80]



Obrázek 36 Dělení objektů svislým požárním pruhem

(zdroj:[80])

V případě zřízení nového zateplovacího systému je jednoznačné, že budou dodrženy aktuálně platné normy. V případě, že je panelový dům zateplen kontaktním systémem z dřívější doby, za podmínek splnění starších norem a již neplní požární a tepelné funkce fasádního systému, je v rámci této práce jako doporučení opatření tento nedostatek z požárního hlediska řešit.

5.7.2 Úprava stávajícího zateplení

Z hlediska příkladu řešení možné regenerace zateplení panelových domů s primárním cílem zvýšit požární ochranu je jako modelový příklad zvolen panelový dům třetí kategorie (12 až 22,5m), který je celý zateplen z expandovaného polystyrenu a celkovou reakci na oheň systému je nejhůře B. Celková plocha může být okolo 230 m². Regeneraci zateplení panelových domů lze provést třemi základními způsoby. Prvním je kompletní odstranění stávajícího fasádního systému a instalace nového, který splňuje aktuální izolační i požární požadavky. Druhou možností je lokální vyřezání staré izolace v místech, kde je potřeba vytvořit nové požární pruhy, bez nutnosti zásahu do celé fasády. Třetím východiskem je překrytí stávajícího fasádního systému novou, tenčí vrstvou nehořlavého materiálu, čímž se zvýší požární odolnost budovy bez nutnosti rozsáhlé demontáže. Nejvhodnější řešení bude rozhodnuto na základě MC analýzy v poslední kapitole.

5.8 Vybrané ustanovení pro bytové (panelové) domy

1. Zařazení do kategorie požárního nebezpečí

Povinnosti v oblasti požární ochrany se určují podle jejich zařazení do konkrétní kategorie požárního nebezpečí. Právnícké osoby, v tomto případě společenství vlastníků jednotek (dále jen SVJ), klasifikovat do jedné ze tří kategorií:

- bez zvýšeného požárního nebezpečí,
- se zvýšeným požárním nebezpečím,
- s vysokým požárním nebezpečím.[11]

2. Provádění preventivních požárních prohlídek

Povinné preventivní prohlídky se provádějí v závislosti na kategorii požárního nebezpečí objektu.

- Bez zvýšeného požárního nebezpečí – **jednou ročně**,
- se zvýšeným požárním nebezpečím – **jednou za 6 měsíců**,
- s vysokým požárním nebezpečím – **jednou za 3 měsíce**. [13]

3. Dodržování průchozích únikových cest

Častý problém, zejména ve starších bytových domech, je nesprávné umístování do chodeb, které slouží jako únikové cesty při požáru, různé předměty (skříně, botníky, květináče), které mohou ztěžovat nebo dokonce znemožnit zásah hasičů. Povinnost udržovat průchozí únikové cesty vymezuje vyhláška č.23/2008 a vyhláška č. 246/2001 (které jsou již zmiňovány v kapitole 1.5), které nařizují zanechat volné/ý:

- příjezdové komunikace,
- nástupní plochy pro požární techniku,
- únikové cesty,
- přístup k nouzovým východům,
- cesty k rozvodům elektrické energie, vody, plynu topení a produktovodů,
- přístup k věcným prostředkům požární ochrany,
- přístup k ručnímu ovládání požárně bezpečnostních zařízení. [13] ,[65]

4. Udržování požárních hydrantů

Požární hydranty musejí být ve výborném stavu a připravené k okamžitému použití. Právnícké nebo podnikající fyzické osoby mají povinnost zajistit a zabezpečit požární techniku, věcné prostředky požární ochrany a požárně bezpečnostní zařízení s ohledem na míru požárního nebezpečí, a zároveň je udržovat v provozuschopném stavu. Hydrant musí být vždy pod tlakem a kompletně vybaven (hadice, proudnice apod.) Důležité je, aby byl kdykoli snadno přístupný a okamžitě použitelný, bez nutnosti použití jakéhokoli náradí. [11]

5. Značení prvků požární ochrany

Povinností SVJ je osadit požárně bezpečnostní značky v bytových domech. Jedná se o značky např. zákazové, příkazové a značky udávající pokyny v rámci požární ochrany. Kromě vyhlášky č. 246/2001 Sb. o požární prevenci, se bezpečnostními značkami zabývá nařízení vlády č. 11/2002 Sb., které stanovuje vzhled a umístění bezpečnostních značek. V bytových domech by neměli chybět níže uvedené značky.

- Požárních hydrantů,
- nouzových východů,
- přenosných hasících přístrojů,
- hlavních uzávěrů vody, elektřiny, plynu a topení,
- únikové cesty
- evakuační výtahy (pokud jsou součástí objektu).[13]

6. Revize hasících zařízení a požárních dveří

SVJ má povinnost zajistit vhodné a logické rozmístění hasících přístrojů, určit jejich typ a celkový počet, který odpovídá potřebám daného objektu. S tím souvisí také zajištění jejich pravidelných revizí, které jsou ze zákona vyžadovány minimálně jednou ročně. V případě, že není k dispozici projektová dokumentace, požárně bezpečnostní řešení nebo dokumentace požární ochrany, která by specifikovala počet, druh a rozmístění hasících přístrojů a dalších požárně bezpečnostních zařízení, musí se SVJ řídit ustanovením § 2 odst. 5 vyhlášky č. 246/2001 Sb., o požární prevenci. Tato vyhláška definuje, jaký počet a jaké druhy hasících přístrojů jsou pro konkrétní objekt požadovány. [13]

5.9 Návrh postupu chování obyvatel panelových domů při požáru

V rámci návrhu protipožárního opatření bude sestaven postup, jak by se měli obyvatelé panelových domů chovat v případě požáru. Cílem je sestavit funkční postup, který by měl v povědomí obyvatel v případě požáru snížit negativní dopady na majetku a zdraví.

1. Zorientování v dané situaci

Prvním krokem je rychlé, ale promyšlené vyhodnocení situace – identifikace zdroje požáru, směru šíření kouře a možnosti úniku. Důležité je znát rozmístění únikových cest a jejich aktuální průchodnost. Tato fáze rozhoduje o dalším postupu, zda se evakuovat, nebo zůstat v bytě.

- Zachovat klid pro klidné vyhodnocení situace,
- Zkuste zjistit, odkud vychází kouř nebo plameny, a podle toho zhodnoťte, jestli je možné bezpečně opustit bytovou jednotku.

2. Ohlášení požáru

Rychlé nahlášení požáru na tísňovou linku umožňuje jednotkám požární ochrany zasáhnout co nejdříve. Při hovoru je nutné poskytnout dispečerovi konkrétní informace – přesnou adresu objektu, patro, číslo bytu a popis situace. Je-li to možné a bezpečné, měl by jednotlivec upozornit sousedy na vzniklou situaci, a to zejména ty, kteří nemusí požár včas zaznamenat, např. děti, senioři či osoby se zdravotním omezením.

- Okamžité informování HZS kraje,
- uveďte přesnou adresu, patro a pokud je to možné identifikujte co hoří,
- pokud to situace umožňuje, je přínosné informovat sousedy.

3. Evakuace / setrvání v objektu

Volba mezi evakuací a setrváním v bytové jednotce je zásadní a měla by být učiněna na základě dostupných informací o lokalizaci požáru. Pokud je požár mimo byt a únikové cesty jsou zasažené kouřem, je nejbezpečnější zůstat v bytě, uzavřít a utěsnit dveře a dát o sobě vědět záchranným složkám. Naopak v případě požáru v bytě je potřeba co nejdříve vyhodnotit jeho rozsah. Pokud je možné požár bezpečně uhasit, je vhodné tak učinit. Je možné využít např. hasící přístroj, či hasící deku. Pokud je však požár mimo kontrolu, je nezbytné byt urychleně opustit. Vždy je nutné zajistit, aby vstupní dveře zůstaly nezamčené pro hasiče. Pohyb by měl probíhat při zemi, kde je méně toxického kouře. V případě bych doporučil použít hasící deku, která může sloužit jako ochranný „plášť“. V žádném případě by obyvatelé neměli používat při požáru výtah.

Požár mimo vaši bytovou jednotku:

- Pokud je kouř v chodbě nebo je požár v jiném patře, zůstaňte v bytě,
- zavřete vstupní dveře do bytové jednotky, utěsněte je (např. mokrým ručníkem) a zamezte přístupu kouře,
- upozorněte na sebe z okna nebo balkonu máváním či křikem.

Požár ve vašem bytě:

- Pokud se dá požár zvládnout pokuste se ho uhasit,
- pokud nelze požár zvládnout ihned opusťte byt, zavřete dveře a nezamykejte,

4. Bezpečná evakuace

Při evakuaci je třeba použít nejbližší dostupné schodiště označené jako úniková cesta. Důležité je neotálet se zbytečným balením osobních věcí. Prioritou je rychlé opuštění prostoru. Vhodné je vzít si pouze základní věci jako občanský průkaz, telefon a klíče, pokud jsou snadno dosažitelné. Koordinace evakuace mezi sousedy může významně zvýšit efektivitu celého zásahu.

- Nezdržujte se balením zbytečných věcí,
- jděte po schodišti směrem dolů podle značení,
- pohybujte se nízko u země a případně použijte hasicí deku, či mokrý ručník pro usnadnění evakuace,
- nepoužívejte výtah hrozí zaseknutí.

5. Úkony po evakuaci

Po opuštění budovy je nezbytné odejít do bezpečné vzdálenosti. Ideálně mimo dosah trosek. Přítomné osoby by měly zůstat pohromadě, aby bylo možné provést rychlou kontrolu, zda jsou všichni obyvatelé venku. Složky IZS by měly být informovány o počtu osob, které se mohly uvnitř zdržovat. V žádném případě není dovoleno se do objektu vracet bez svolení velitele zásahu. Dodržování pokynů hasičů je nezbytné pro bezpečnost všech zúčastněných.

- Držte se v bezpečné vzdálenosti od hořícího domu,
- nevracejte se do domu, dokud to není velitelem zásahu povoleno,

- vyčkejte příjezdu hasičů a dodržujte jejich pokyny.

Shrnutí páté kapitoly

V této kapitole byly navrženy vhodné protipožární opatření z rizikových oblastí (vycházející z kapitoly 4), která odpovídají současným normám a zároveň reflektují reálné možnosti jejich realizace. Uvedený přehled slouží jako podklad pro sestavení variant řešení, které budou dále hodnoceny metodou multikriteriální analýzy v následující kapitole. Pro bytové jednotky a sousední bytové jednotky je doporučeno pořídit protipožární dveře, osadit autonomní požární hlásič a obstarat si hasící přístroj v kombinaci s hasící dekou. V rámci zvýšení protipožární ochrany v instalačních šachtách je podstatné nechat osadit protipožární dělící příčku. Z hlediska požáru vnějšího fasádního systému je nutné provést regeneraci na základě kapitoly 5.7. V závěru kapitoly byl navržen postup pro chování obyvatel panelových domů při vzniku požáru v panelovém domě.

6 NÁVRH VARIANT PROTIPOŽÁRNÍHO ZABEZPEČENÍ PANELOVÝCH DOMŮ S VYUŽITÍM MULTIKRITERIÁLNÍHO HODNOCENÍ

Poslední kapitola práce se zabývá výběrem vhodných variant některých technických prvků požární ochrany s využitím multikriteriální analýzy. Cílem této části práce je navrhnout a vyhodnotit nejlepší varianty prvků protipožárního zabezpečení pro panelové domy. Mezi posuzované prvky budou zahrnuty varianty z protipožárního opatření z předchozí kapitoly. K vyhodnocení jednotlivých variant je využíván již dříve zmiňovaný softwarový nástroj MC&S2 Analyzer. Váhy jednotlivých kritérií budou počítány pomocí Saatyho metody nebo metody pořadí, které byly rozebírány v kapitolách 2.3 a 2.4. U Saatyho metody bude použita doporučená bodová stupnice, taktéž již dříve zmiňovaná v kapitole 2.4.

6.1 Protipožární dveře

K multikriteriálnímu hodnocení byly vybrány čtyři modely vstupních dveří do bytových jednotek. Byla určena kritéria výběru pro nejideálnější variantu. Do softwarového rozhraní byly následně ke kritériím doplněny váhy.

Kritéria a stanovení vah:

Hlavním kritériem je protipožární ochrana, která je klíčová z hlediska zajištění požadované míry pasivní požární bezpečnosti objektu. Toto kritérium zahrnuje schopnost dveří odolávat účinkům požáru. Odolnost požárního uzávěru, kam protipožární dveře bytových jednotek spadají mají v normě ČSN 73 0834 – Požární bezpečnost staveb – Změny staveb jasně uvedeno, že pokud dojde k výměně bytových dveří, je nezbytně nutné stávající dveře nahradit za požární dveře s odolností **EI 30 DP3** (popř. **EW 30 DP3**). Dále bylo zvoleno kritérium bezpečnostní třídy, které má význam vůči násilnému vloupání a s tím související počet jistících bodů uzamykacího systému. Cena je z hlediska analýzy také podstatným faktorem, protože požární dveře mohou představovat pro jednotlivé domácnosti značnou finanční zátěž. Zbývající posuzovaná kritéria se týkají spíše komfortu, jedná se o protihlukovou izolaci, která udává útlum hluku šířícího se např. z chodeb a tepelná izolace.

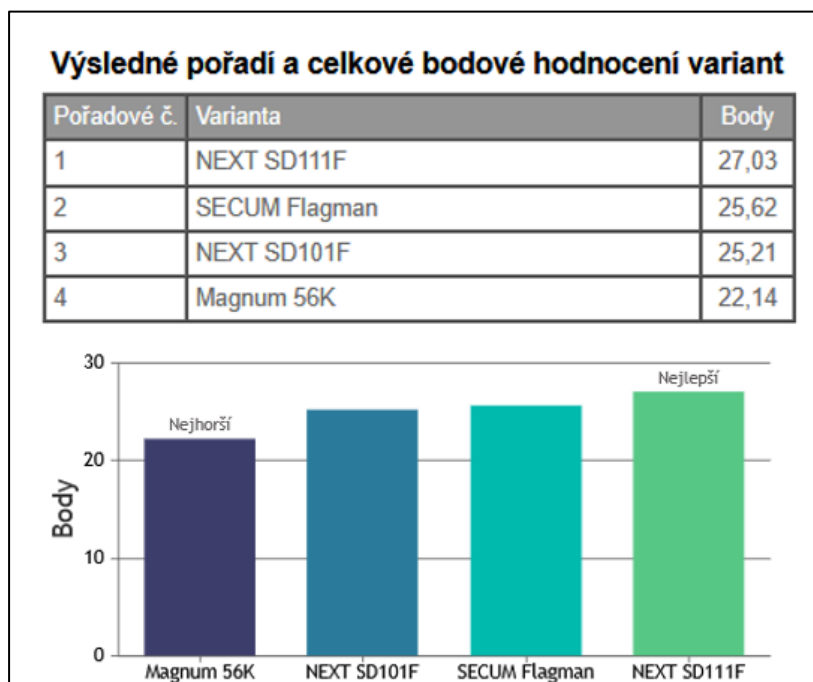
[20]

Tabulka 23 Kritéria a váhy protipožární dveře

Kritérium	k1	k2	k3	k4	k5	k6	Geometrický průměr (G_i)	Normované Váhy (v_i)
Protipožární ochrana (k1)	1	3	3	5	3	5	2,96	0,37
Bezpečnostní třída (k2)	1/3	1	3	5	5	5	2,23	0,28
Cena (k3)	1/3	1/3	1	3	5	5	1,42	0,18
Protihluková izolace (k4)	1/5	1/5	1/3	1	1/3	3	0,49	0,05
Počet jistících bodů (k5)	1/3	1/5	1/5	3	1	3	0,70	0,08
Tepelná izolace (k6)	1/5	1/5	1/5	1/3	1/3	1	0,31	0,04
Σ (suma)							8,11	1,00

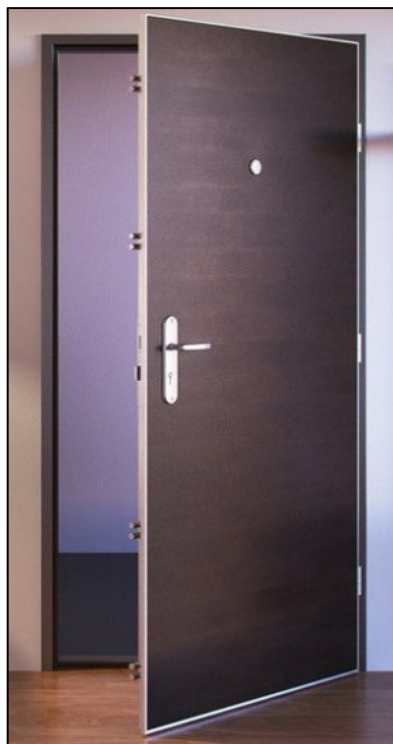
(zdroj: vlastní)

Na základě vyhodnocení multikriteriální analýzy, vyšel jako nejvhodnější typ dveří SD111F. Tento model disponuje požární odolností EI 30, EW 30 a spadá do bezpečnostní třídy RC4. Tato bezpečnostní třída platí i pro montáž do původní zárubně. Protihluková izolace se pohybuje v rozmezí 33-39 dB. Dle aktuálního ceníku se dveře pohybují kolem cenové hladiny 32 000 Kč. [77]



Obrázek 37 MCA – Protipožární dveře

(zdroje:[77],[81],[82], upraveno)



Obrázek 38 Protipožární dveře
SD 111 F

(zdroj:[83])

6.2 Autonomní požární hlásiče

Nejprve bylo vybráno pět konkrétních modelů autonomních požárních hlásičů kouře, reprezentujících běžně dostupné produkty různých výrobců, které se liší v technických parametrech, konstrukčním provedení i cenové relaci. Do softwarového rozhraní byly tyto modely zavedeny a stanoveny hlavní kritéria výběru. Celkem bylo zavedeno šest kritérií, ke kterým byly přiřazeny váhy.

Kritéria a stanovení vah:

Prvním posuzovaným kritériem byla životnost baterie, která vyjadřuje délku bezúdržbového provozu z hlediska napájení. Hlásiče s delší výdrží baterie snižují nutnou frekvenci výměn a přispívají tak k vyšší provozní spolehlivost. Druhým kritériem byla celková životnost zařízení, tedy doba, po kterou výrobce garantuje plnou funkčnost hlásiče. Tento parametr je důležitý z hlediska dlouhodobé návratnosti investice. Jako třetí bylo hodnoceno cenové

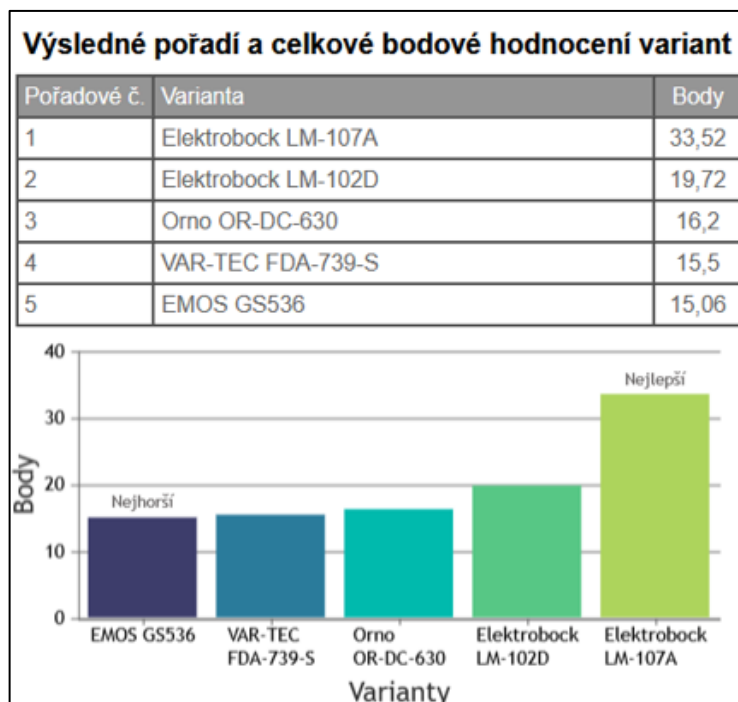
hledisko, tedy pořizovací cena jednotlivých hlásičů. Tento faktor má zásadní význam především při plošné instalaci ve více bytových jednotkách, kde je nutné dosáhnout rovnováhy mezi náklady a kvalitou. Další dvě kritéria se týkala provozní teplotní odolnosti zařízení. Konkrétně minimální a maximální provozní teploty. Posledním, ale neméně důležitým kritériem byla hlasitost akustické signalizace ve vzdálenosti 3 metrů. Tato veličina vyjadřuje intenzitu výstražného signálu a má přímý vliv na schopnost obyvatele zaznamenat aktivaci hlásiče v reálných podmínkách, např. během spánku nebo při uzavřených dveřích. Navíc je hodnota intenzity zvuku zavedena normou na 85 dB na výše zmíněnou vzdálenost. Váhy k jednotlivým kritériím budou popsány v tabulce níže. [13]

Tabulka 24 Kritéria a váhy autonomní požární hlásič

Kritérium	k1	k2	k3	k4	k5	k6	Geometrický průměr (G_i)	Normované Váhy (v_i)
Životnost baterie (k1)	1	3	3	3	7	7	3,31	0,39
Cena (k2)	1/3	1	3	1/3	5	5	1,30	0,16
Hlasitost akustické signalizace (k3)	1/3	1/3	1	1/3	3	5	0,83	0,10
Životnost zařízení (k4)	1/3	3	3	1	5	5	2,05	0,25
Maximální provozní teplota (k5)	1/7	1/5	1/3	1/5	1	3	0,46	0,06
Minimální provozní teplota (k6)	1/7	1/5	1/5	1/5	1/3	1	0,29	0,04
Σ (suma)							8,24	1,00

(zdroj: vlastní)

Na základě získaných dat z technických listů jednotlivých výrobků a jejich vyhodnocení byla jako nejvýhodnější identifikována varianta autonomního požárního hlásiče Elektrobrock LM-107A, která dosáhla nejvyššího bodového ohodnocení v celkovém součtu. Tato varianta je dále doporučena k implementaci v rámci navrženého systému požární bezpečnosti panelového objektu, a to nejen díky svým technickým parametrům, ale také z hlediska dlouhodobé spolehlivosti a souladu s požadovanými normami.



Obrázek 39 MCA – Autonomní hlásič

(zdroj:[84]-[88], upraveno)

Hlásič Elektrobock LM-107A má zabudovanou nevyměnitelnou baterii s udávanou životností do deseti let. Dále disponuje funkčním tlačítkem na horní straně krytu pro rychlou a snadnou kontrolu funkčnosti zařízení. Pořizovací cena tohoto hlásiče se pohybuje na trhu okolo 450 Kč. Instalace tohoto zařízení je velmi jednoduchá a je podrobně popsána v příloženém technickém listu k zařízení. [85]



Obrázek 40 Autonomní kouřový hlásič LM-107A

(zdroj:[85])

6.3 Přenosný hasicí přístroj

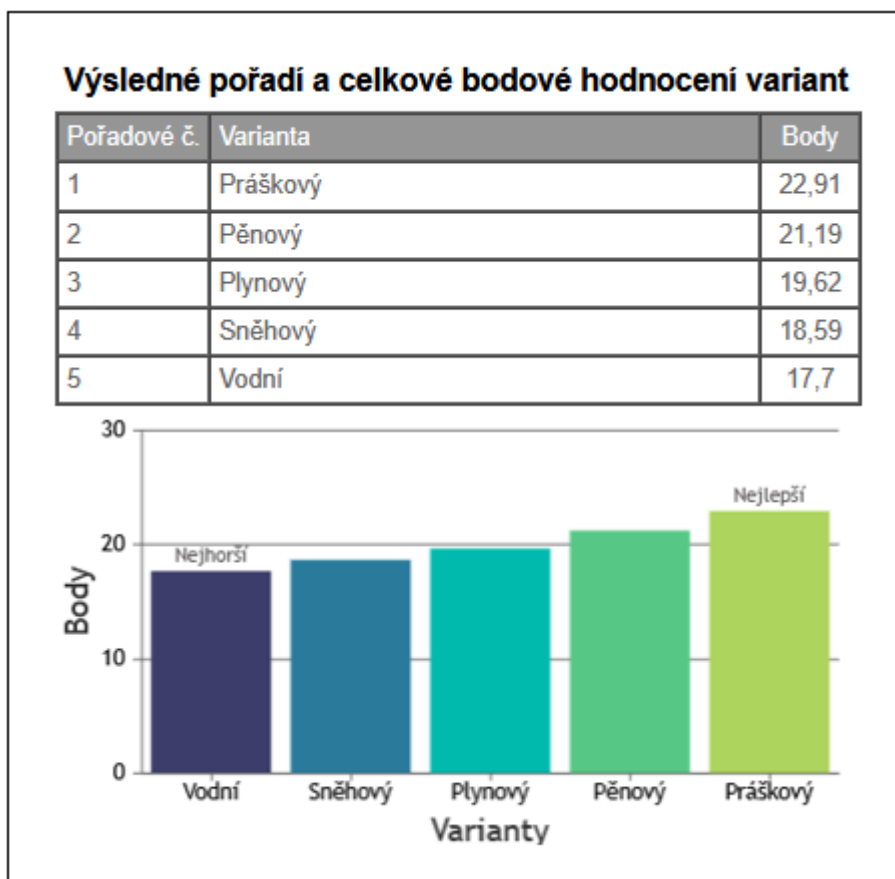
U přenosných hasicích přístrojů bude využita multikriteriální analýza pro výběr vhodného typu přenosného hasicího zařízení do bytů. Bytové jednotky představují specifické prostředí s výskytem různých typů požárů. Z těchto důvodů bylo rozhodnuto přistoupit k výběru vhodného hasicího přístroje na základě více kritérií, která reflektují nejen hašený materiál, ale také další aspekty, jako jsou škody na majetku hasivem, možnost použití na elektrická zařízení, cenová dostupnost a uživatelská přívětivost (hmotnost, zpětný ráz při aktivaci, bezpečnost obsluhy).

Tabulka 25 Kritéria a váhy přenosný hasicí přístroj

Kritérium	k1	k2	k3	k4	k5	k6	Geometrický průměr (G_i)	Normované Váhy (v_i)
Účinnost na požáry typu „A“ (k1)	1	3	3	3	7	5	3,13	0,39
Účinnost na požáry typu „B“ (k2)	1/3	1	3	3	5	5	2,05	0,26
Vhodné na elektro (k3)	1/3	1/3	1	3	3	3	1,20	0,15
Škody na majetku (k4)	1/3	1/3	1/3	1	3	3	0,83	0,10
Cena (k5)	1/7	1/5	1/3	1/3	1	1/3	0,32	0,04
Uživatelská přívětivost (k6)	1/5	1/5	1/3	1/3	3	1	0,49	0,06
Σ (suma)							8,01	1,00

(zdroj: vlastní)

Po provedení multikriteriální analýzy jednotlivých typů přenosných hasicích přístrojů bylo zjištěno, že nejvhodnější volbou pro vybavení bytové jednotky je práškový hasicí přístroj. Tato varianta dosáhla v celkovém hodnocení nejvyššího skóre, především díky své vysoké hasicí účinnosti na více typech požárů.



Obrázek 41 MCA – Přenosný hasicí přístroj

(zdroj: [89]-[93], upraveno)

Práškový hasicí přístroj je univerzální a účinný při hašení požárů pevných látek, kapalin i plynů. Lze jej použít i na elektrická zařízení (do určité hodnoty napětí), což je v bytových jednotkách velkou výhodou. I když může způsobit znečištění interiéru, kompenzuje to svou účinností a přívětivou cenou. Jako konkrétní typ byl vybrán hasicí přístroj práškový od výrobce HASTEX. Přístroj obsahuje 6 kg hasícího prášku pro typy požárů A, B, C s minimálním hasícím účinkem 34A, 183B. Tento typ je možné použít i na elektrické zařízení pod napětím až do 110kV. Pořizovací cena se pohybuje okolo 1 300 Kč.

[89]



Obrázek 42 Hasicí přístroj
HASTEX 34A, 6 kg

(zdroj:[89])

6.4 Instalační šachta

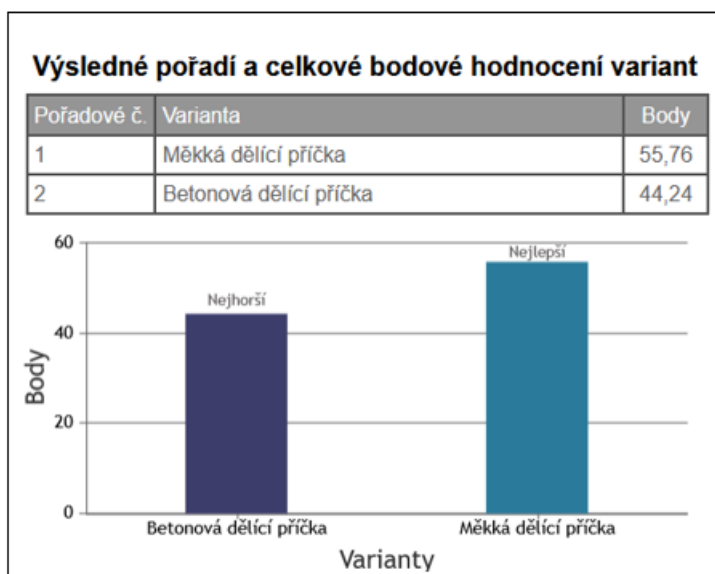
V rámci multikriteriální analýzy pro instalační šachty budou posuzovány dva rozdílné způsoby realizace sdruženého vodorovného prostupu. První možností řešení je vytvoření dělící příčky dobetonováním se správným vymezením vůlí pro jednotlivé vedení, které je potřeba dále dotěsnit. Druhá možnost je využití měkké ucpávky, která se prodává v naformátovaných deskách. Stejně jako u betonované varianty je nutné ještě vyřešit utěsnění kolem jednotlivých instalací. V rámci porovnání bude brán subjektivní pohled na problematiku, co se týče náročnosti montáže a technických souvislostí jednotlivých možností realizace přepážky. Kritéria a jednotlivé váhy k nim budou popsány v tabulce níže.

Tabulka 26 Kritéria a váhy instalační šachty

Kritérium	Pořadí	Obrácení pořadí	Váha ($\Sigma=1$)
Požární odolnost	1	7	0,25
Hmotnost přepážky	5	3	0,10
Pracnost montáže	3	5	0,17
Cena materiálu a práce	4	4	0,14
Kompatibilita s ucpávkami	2	6	0,21
Možnost dodatečných úprav	7	1	0,05
Statické hledisko	6	2	0,08
Σ (suma)		n = 28	1,00

(zdroj: vlastní)

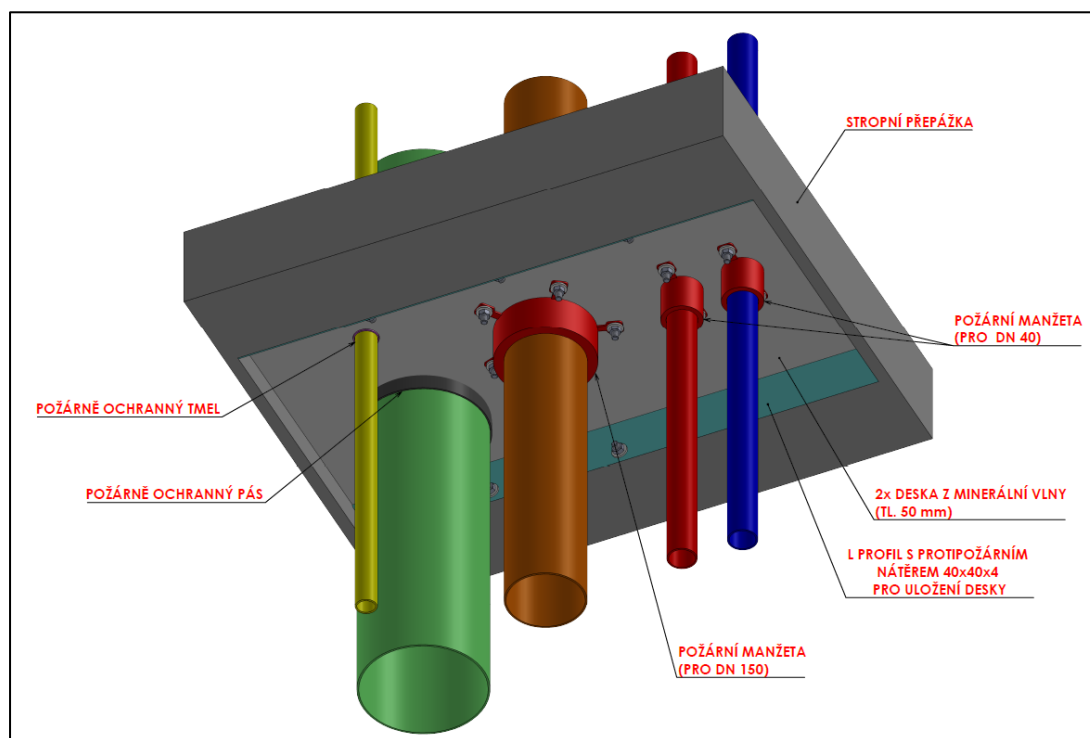
Po dokončení analýzy je jako výhodnější varianta stanovena měkká dělicí ucpávka prostupů. Tato varianta bude využita v celkovém návrhu, který bude vytvořen v programu Solidworks, ze kterého budou následně vytvořeny náhledy výsledného řešení. Tento software je profesionální aplikace pro 3D parametrické modelování, který slouží k navrhování, modelování a tvorbě dokumentace výrobků v mnoha technických a designových oblastech.



Obrázek 43 MCA – Instalační šachty

(zdroj: vlastní)

V modelu byla jako první namodelována stropní železobetonová deska. Následně byl vytvořen prostup o rozměrech, které jsou brány z bytového jádra B-3, tedy jádra, které se v České republice nejčastěji vyskytuje v panelových domech. Následně byly namodelovány potrubí. Následně bylo namodelováno samotné řešení příčky, ve které bylo dbáno na výběr z komponentů pro systémová řešení, která disponují certifikací na určitou požární odolnost. Při výběru realizaci řešení bylo nezbytné dodržet požární odolnost po minimální dobu 30 minut, což každý z vybraných prvků splňuje. Sestava řešení obsahuje kombinaci zdvojené měkké ucpávky, požárně ochranných manžet, požárních pásů a požárně ochranného tmelu. Prvky, detaily a technické specifikace (včetně požárních odolností) byly čerpány z typových detailů firmy Promat, zabývající se požární problematikou. [94]

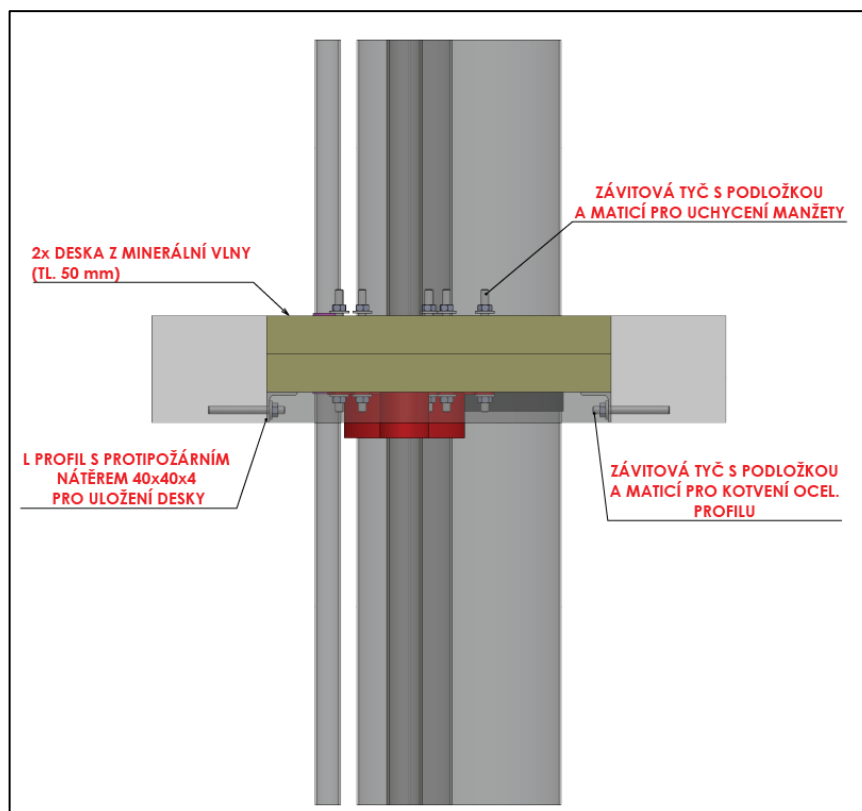


Obrázek 44 Izometrický pohled na návrh prostupu instalační šachty

(zdroj: vlastní)

Postup montáže:

- Zakotvení nosného L profilu do ostění otvoru šachty pomocí chemické kotvy,
- osazení desky z minerální vlny 2 x 50 mm s oboustrannou požární stěrkou (formát polotovaru 1000 x 600 mm),
- nanést požárně ochrannou stěrkovou hmotu na všechny řezné hran po formátování,
- osazení systémových prvků a v případě plynového kovového potrubí zatmelit vzniklou spáru protipožárním tmelem,
- závěrečná kontrola spár, v případě vzniklé mezery vyplnit minerální vatou a opět zatřít ochrannou stěrkovou hmotou.



Obrázek 45 Boční pohled na návrh prostupu instalační šachty

(zdroj: vlastní)

Po zpracování vizuálního a funkčního návrhu přichází vyčíslení položek, které jsou v návrhu využity. Cílem je zpracovat přehledný rozpis nákladů pro realizaci. Pro výše zobrazený návrh platí dle certifikace Promat určité požární odolnosti pro jednotlivé prvky v kombinaci se zdvojenou měkkou minerální ucpávkou. Cenové vyčíslení a požární odolnost jednotlivých prvků bude popsána v tabulce níže.

Tabulka 27 Instalační šachta – výpis prvků

Název prvku	Požární odolnost	Cena [Kč]
Měkká desková přepážka (2 ks)	EI 60–120	2 330
Požární manžeta FC6/160 (1 ks)	EI 90	3 430
Požární manžeta FC3/040 (2 ks)	EI 90	1 780
Protipožární pás PROMASTOP-W (1 m)	EI 90	770
Protipožární tmel PROMASEAL-AG (1 ks)	EI 120	590
Spojovací materiál + kotvení	-	1 500
Montáž (odhadovaná)	-	5 000
Celková odhadovaná cena:		15 400

(zdroje: [94]- [98])

6.5 Šíření ohně po fasádách – Regenerace zateplení

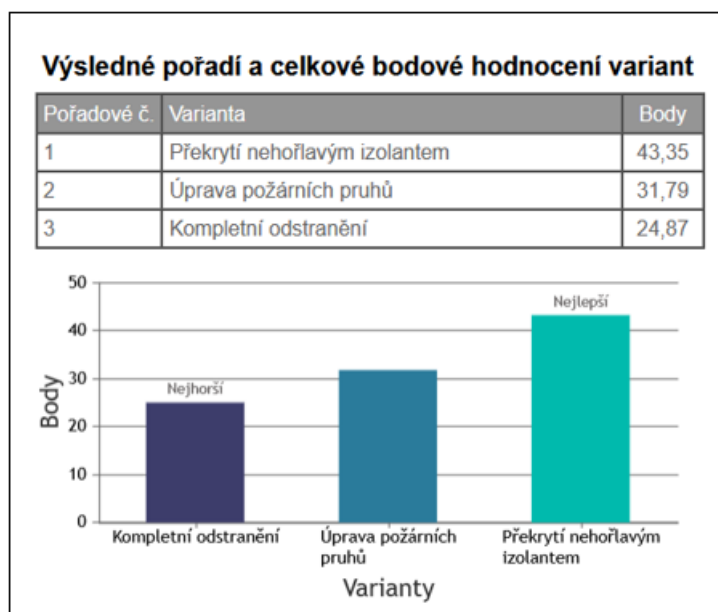
V minulé kapitole bylo zmíněno, že úprava stávajícího kontaktního systému ETICS, lze provést třemi způsoby. Cílem bude určit, který způsob bude dle multikriteriálního hodnocení nejlepší univerzální variantou pro regeneraci fasádního systému panelových domů. z pohledu nákladovosti, technické proveditelnosti, ekologických dopadů a požární bezpečnosti. Hodnocení bude zaměřeno na cenu materiálu, která ovlivňuje ekonomickou efektivitu řešení, a dále na ekologickou náročnost spojenou s likvidací polystyrenu, tedy jaký dopad má odstranění původního materiálu na životní prostředí. Součástí posuzování bude rovněž náročnost montáže a demontáže, kde zohledněna bude nejen složitost samotného provedení, ale i časové a technické nároky, které realizace a případné odstranění vyžadují. Významným kritériem je také požární odolnost, která zajišťuje bezpečnosti objektu a jeho obyvatel. V absolutním závěru varianty bude orientační cena pro realizaci modelového příkladu.

Tabulka 28 Kritéria a váhy fasádní systém

Kritérium	Pořadí	Obrácení pořadí	Váha ($\Sigma=1$)
Požární odolnost	1	5	0,33
Cena materiálu	2	4	0,26
Náročnost demontáže	3	3	0,20
Náročnost montáže	4	2	0,13
Ekologický dopad	5	1	0,08
Σ (suma)		n = 15	1,00

(zdroj: vlastní)

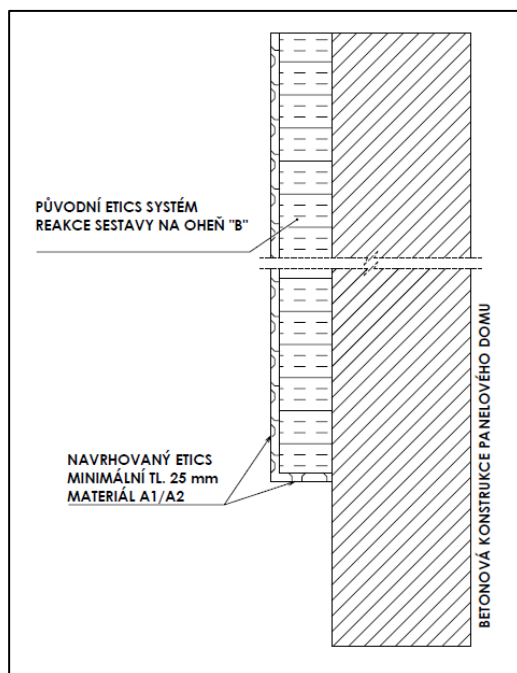
Po vyhodnocení analýzy se jeví jako nejlepší řešení pro zvýšení požární bezpečnosti překrýt stávající kontaktní fasádní systém novou vrstvou z nehořlavého materiálu. Toto řešení se zároveň opírá o normu ČSN 73 0810 Požární bezpečnost staveb – Společná ustanovení, která toto řešení úpravy stávajícího zateplení uznává z hlediska zvýšení požární bezpečnosti.



Obrázek 46 MCA – Fasádní systém

(zdroj: vlastní)

Níže bude vyobrazen schématický detail zamýšlení úpravy zateplení. Norma definuje, že nová vrstva by měla být minimální tloušťky 25 mm a musí mít reakci na oheň A1/A2. [17]



Obrázek 47 Řešení úpravy stávajícího fasádního systému

(zdroj: vlastní)

Posledním krokem bude snaha o přibližnou cenovou výši navrhované úpravy fasádního systému, která bude z tepelné izolace ISOVER N 25 mm.

Tabulka 29 Odhadovaná cena fasádních úprav

Název prvku	Cena [Kč]
Tepelná izolace ISOVER N 25 mm (230 m ²)	24 610
Práce na úpravách	75 000
Lepidlo, hmoždinky, penetrace, perlínka	28 412
Omítka	29 900
Lešení + montáž	19 550
Doprava + manipulace	10 000
Zakrytování dveří a oken	3 910
Celková odhadovaná cena:	191 382

(zdroje:[99],[100])

Shrnutí páté kapitoly

Pomocí multikriteriálního hodnocení došlo k porovnání jednotlivých variant z hlediska stanovených kritérií. Výsledkem je výběr nejvhodnější varianty pro každou problematickou oblast.

DISKUZE VÝSLEDKŮ PRAKTICKÉ ČÁSTI

V rámci praktické části byly navrženy konkrétní opatření pro zvýšení požárního zabezpečení panelových domů. Po dokončení multikriteriální analýzy, která sloužila pro výběr nejvhodnější varianty řešení, bude sestavena finální tabulka, která bude zahrnovat název konkrétního opatření a jeho funkci v rámci protipožárního zabezpečení.

Tabulka 30 Funkce navrhovaných opatření

Navrhovaná opatření	Funkce opatření
Autonomní hlásič kouře	Včasné varování obyvatel BJ. Včasné varování sousedských BJ.
Protipožární dveře do bytových jednotek	Omezení šíření požáru dovnitř BJ. Omezení šíření požáru ven z BJ.
Přenosný hasicí přístroj	Uhašení menších zvládnutelných požárů v BJ. Uhašení menších zvládnutelných mimo BJ.
Hasicí deka	Hašení menších požárů primárně z vaření. Možnost využití jako ochranu těla při evakuaci.
Instalace dělicí příčky v šachtě	Ochrana před proniknutím požáru do BJ. Zabránění kominovému efektu v průběžné (svislé) šachtě.
Úprava fasádního zateplení	Potlačení šíření požáru po vnějším plášti.
EPS	Včasná detekce požáru. Automatické spuštění akustické a optické signalizace.

(zdroj: vlastní)

Podstatným faktem pro bydlení ve více bytových objektech je, že člověk nemůže ovlivnit požární ochranu celého objektu sám, jelikož je v těsné blízkosti s jinými lidmi, kteří mohou být nezodpovědní a nemusejí sdílet stejný názor na požární problematiku. Kvůli tomuto faktu budou rozděleny navrhovaná opatření na ty, která jsou vhodná pro zvýšení požární bezpečnosti pro jednotlivé bytové jednotky – tedy pro majitele bytových jednotek, kteří mají zájem zvýšit protipožární zabezpečení a na opatření, která slouží pro zvýšení požární bezpečnosti panelového domu jako celku. Tato opatření pro celý panelový dům může být hrazen například z bytového finančního fondu. Návrhy opatření budou rozděleny na tři úrovně protipožárního zabezpečení. První třída bude vyjadřovat nejlevnější, základní variantu a třetí nejdražší s nejvíce prvky pro zvýšení protipožárního zabezpečení. Pro určování konkrétních variant opatření a jejich cen budou využívány výsledky z kapitoly 6.

Tabulka 31 Výpis úrovní opatření pro bytovou jednotku

Opatření	Cena za položku	1. Úroveň	2. Úroveň	3. Úroveň
Autonomní hlásič kouře LM-107A	450,00 Kč	x	x	x
Protipožární dveře do BJ - SD 111 F	32 000,00 Kč	-	x	x
Přenosný hasicí přístroj HASTEX 34A, 6kg	1 300,00 Kč	x	x	x
Hasicí deka MOBLAK (180x180 cm)	400,00 Kč	x	x	x
Instalace dělicí příčky v inst. šachtě	15 400,00 Kč	-	-	x
Výsledné ceny jednotlivých úrovní:		2 150,00 Kč	34 150,00 Kč	49 550,00 Kč

(zdroj: vlastní)

Výsledné opatření pro celý panelový dům jako celek, bude pro nacenění sloužit varianta panelového domu T-06B s osmi nadzemními podlažími. Z půdorysu v kapitole 1.1 je patrné, že na jednom podlaží této konfigurace se nachází celkem tři bytové jednotky. Celkem je v příkladovém panelovém domě 24 bytových jednotek.

Tabulka 32 Výpis úrovní opatření pro panelový dům

Opatření	Cena za položku	Umístění	Počet KS	1. Úroveň	2. Úroveň	3. Úroveň
Autonomní hlásič kouře do BJ LM-107A	450,00 Kč	Každá BJ	24	x	x	x
Přenosný hasicí přístroj HASTEX 34A, 6kg	1 300,00 Kč	V každém patře	8	x	x	x
Úprava fasádního systému	192 000,00 Kč	Celý objekt	1	-	x	x
EPS (cena přibližná)	150 000,00 Kč	Společné prostory	1	-	-	x
Instalace dělicích příček v inst. šachtách	15 400,00 Kč	Každé patro	8	x	x	x
Výsledné ceny jednotlivých úrovní:				144 400,00 Kč	336 400,00 Kč	486 400,00 Kč

(zdroj: vlastní)

ZÁVĚR

Tato diplomová práce se zabývala návrhem řešení pro zvýšení požární bezpečnosti v panelových domech, které i nadále tvoří podstatnou část bytového fondu v České republice. Bylo zjištěno, že většina těchto staveb vznikla v době, kdy platné technické normy a stavební praxe neodpovídaly současným požadavkům na požární ochranu. V důsledku toho se v konstrukcích panelových domů vyskytují závažné nedostatky, které mohou v případě požáru představovat výrazné riziko.

V teoretické části práce byl popsán vývoj panelové výstavby se zaměřením na požární bezpečnost, přehled platné legislativy a technických norem. Dále byly představeny metody multikriteriální analýzy a analýzy rizik, včetně softwarových nástrojů, které lze v práci s analýzou rizik a multikriteriální analýzou využít.

V praktické části byla provedena analýza požárních rizik s využitím softwaru RISKAN. Na jejím základě byly identifikovány nejohroženější části objektu, pro která byla navržena technická opatření. Následně byly sestaveny různé varianty řešení, které byly porovnány pomocí softwarového nástroje pro multikriteriální hodnocení MC&S2 Analyzer. Výsledkem byl výběr optimální varianty, která zvýší požární bezpečnosti a zároveň je proveditelná v běžné praxi.

Navržený přístup a postup lze dále využít i při řešení podobných problémů u jiných konfigurací panelových domů. Práce přinesla využitelný návod pro návrh protipožárních opatření s konkrétními návrhy různých úrovní dle finančních možností investora.

Výsledkem diplomové práce se na dostatečné úrovni podařilo charakterizovat požární problematiku v panelových domech, a v rámci návrhu protipožárního zabezpečení poukázat, jak zvýšit požární bezpečnost v těchto typech bytových staveb.

SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY

- [1] *Konstrukční soustavy panelových domů, vývoj, typy a půdorysy*. Online. ESTAV.CZ. Dostupné z: <https://www.estav.cz/cz/5773.konstrukcni-soustavy-panelovych-domu-jejich-vyvoj-a-typy-pudorysy>. [cit. 2024-08-25].
- [2] *Konstrukční soustava T06B*. Online. PANELAKY.INFO. 2020. Dostupné z: <http://panelaky.info/t06b/>. [cit. 2024-08-25].
- [3] *Rozbory*. Online. PANELAKY.INFO. 2020. Dostupné z: <https://panelaky.info/konstrukcni-soustavy/>. [cit. 2024-08-25].
- [4] DELLA-GIUSTINA, Daniel. *Fire safety management handbook*. Third edition. Boca Raton: Taylor & Francis Group, 2014. ISBN 9781482221220
- [5] MALATINSKÝ, Adam a HROMADA, Martin, 2023. *Požární ochrana*. Zlín: Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně. ISBN 978-80-7678-201-3. Dostupné také z: <https://digilib.k.utb.cz/handle/10563/52466>.
- [6] KUČERA, Petr; POKORNÝ, Jiří a PAVLÍK, Tomáš. *Požární inženýrství – aktivní prvky požární ochrany*. SPBI Spektrum. Červená řada. V Ostravě: Sdružení požárního a bezpečnostního inženýrství, 2013. ISBN 9788073851361.
- [7] *Požár – definice, rozdělení, pásma, fáze hoření*. Online. Hasiči Domažlice. Dostupné z: <https://www.hasicido.cz/faq/pozar-definice-rozdeleni-pasma-faze-horeni/>. [cit. 2025-01-03].
- [8] BRANDÁČOVÁ, Isabela. *Požární bezpečnost staveb: nevýrobní objekty*. 2. rozšířené vydání. SPBI Spektrum. Červená řada. V Ostravě: Sdružení požárního a bezpečnostního inženýrství, 2020. ISBN 978-80-7385-235-1.
- [9] *Požární bezpečnost staveb*. Online. Tzb-info.cz. Dostupné z: <https://www.tzb-info.cz/pozarni-bezpecnost-staveb>. [cit. 2025-01-03].
- [10] *Dotazy týkající se problematiky zajištění požární bezpečnosti bytových domů*. Online. Hasičský záchranný sbor České republiky. Dostupné z: <https://www.hzscr.cz/clanek/odkazy-pozarni-prevence-otazky-a-odpovedi-dotazy-tykajici-se-problematiky-zajisteni-pozarni-bezpecnosti-bytovych-domu.aspx>. [cit. 2024-10-06].
- [11] Zákon č. 133/1985 Sb. Zákon České národní rady o požární ochraně: Zákonyprolidi [online]. Dostupné z: <https://www.zakonyprolidi.cz/cs/1985-133>

- [12] Vyhláška č. 23/2008 Sb. Vyhláška o technických podmínkách požární ochrany staveb: Zákonyprolidi [online]. Dostupné z: <https://www.zakonyprolidi.cz/cs/2008-23>
- [13] Vyhláška č. 246/2001 Sb. Vyhláška Ministerstva vnitra o stanovení podmínek požární bezpečnosti a výkonu státního požárního dozoru (vyhláška o požární prevenci): Zákonyprolidi [online]. Dostupné z: <https://www.zakonyprolidi.cz/cs/2001-246?text=246%2F2001#f2212010>
- [14] ČSN 73 0802. *Požární bezpečnost staveb – Nevýrobní objekty*. 2023.
- [15] ČSN EN 13501-1., *Požární klasifikace stavebních výrobků a konstrukcí staveb - Část 1: Klasifikace podle výsledků zkoušek reakce na oheň*. 2019.
- [16] KRATOCHVÍL, Václav, Šárka NAVAROVÁ a Michal KRATOCHVÍL. *Požárně bezpečnostní zařízení ve stavbách: Stručná encyklopedie pro jednotky PO, požární prevenci a odbornou veřejnost. Druhé upravené vydání*. Praha: Sdružení požárního a bezpečnostního inženýrství, 2021. ISBN 978-80-7385-238-2.
- [17] ČSN 73 0810, *Požární bezpečnost staveb - Společná ustanovení*. 2016.
- [18] ČSN EN 13501-2, *Požární klasifikace stavebních výrobků a konstrukcí staveb – Klasifikace podle výsledků zkoušek požární odolnosti a/nebo kouřotěsnosti kromě vzduchotechnických zařízení*. 2024.
- [19] ČSN 73 0833. *Požární bezpečnost staveb – Budovy pro bydlení a ubytování*. 2010.
- [20] ČSN 73 0834. *Požární bezpečnost staveb – Změny staveb*. 2011.
- [21] *Požární bezpečnost panelových bytových domů*. Online. Tzbinfo. Dostupné z: <https://www.tzb-info.cz/pozarni-bezpecnost-staveb/3321-pozarni-bezpecnost-panelovych-bytovych-domu>. [cit. 2025-02-15].
- [22] 1971 - Prvý "konečný" návrh ČSN 73 0802. Online. Asociácia pasívnej požiarnej ochrany Slovenskej republiky. 2023. Dostupné z: <https://www.normalizacia.sk/t/1971-prvy-konecny-navrh-csn-73-0802/266>. [cit. 2025-02-15].
- [23] *Archívne dokumenty PBS*. Online. Asociácia pasívnej požiarnej ochrany Slovenskej republiky. Dostupné z: <https://appo.sk/dokumenty/archivne-dokumenty-pbs/>. [cit. 2025-02-18].
- [24] *Některé aspekty prvopočátků požárních uzávěrů otvorů po zavedení ČSN řady 73 08....* Online. Konstrukce.cz. Dostupné z: <http://old.konstrukce.cz/clanek/nektere->

- aspekty-prvopocatku-pozarnich-uzaveru-otvoru-po-zavedeni-csn-rady-73-08/. [cit. 2025-02-18].
- [25] ÚŘAD PRO NORMALIZACI PRAHA. ČSN 73 0760, Požární předpisy pro výstavbu průmyslových závodů a sídlišť. 1954.
- [26] POKORNÝ, Marek. *Požární bezpečnost staveb. Sylabus pro praktickou výuku*. 4. Vydání. ČVUT, 2024. ISBN 978-80-01-07352-0.
- [27] *Důsledky požárních závad v bytových domech*. Online. Tzbinfo. Dostupné z: <https://www.tzb-info.cz/pozarni-bezpecnost-staveb/14109-dusledky-pozarnich-zavad-v-bytovych-domech>. [cit. 2025-04-20].
- [28] *Posudek bytového jádra*. Online. Estatika.cz. Dostupné z: <https://estatika.cz/posudek-bytoveho-jadra/>. [cit. 2025-02-09].
- [29] *Možnosti řešení protipožárního opatření v instalačních šachtách při regeneraci panelového objektu*. Online. Tzbinfo. Dostupné z: <https://www.tzb-info.cz/3427-moznosti-reseni-protipozarniho-opatreni-v-instalacnich-sachtach-pri-regeneraci-paneloveho-objektu>. [cit. 2025-03-28].
- [30] *Důsledky požárních závad v bytových domech*. Online. Tzbinfo. Dostupné z: <https://www.tzb-info.cz/pozarni-bezpecnost-staveb/14109-dusledky-pozarnich-zavad-v-bytovych-domech>. [cit. 2025-03-28].
- [31] *Statistické ročenky Hasičského záchranného sboru ČR*. Online. Hasičský záchranný sbor České republiky. 2024. Dostupné z: <https://hzscr.gov.cz/clanek/statisticke-rocenky-hasicskeho-zachranneho-sboru-cr.aspx>. [cit. 2024-12-28].
- [32] *Požární ochrana domácností - Bytové a rodinné domy*. Online. Hasičský záchranný sbor České republiky. Dostupné z: <https://hzscr.gov.cz/soubor/bytove-domy-pdf.aspx>. [cit. 2024-12-30].
- [33] *Využití multikriteriální analýzy (MCA) pro hodnocení inteligentních elektroinstalací*. Online. Tzb-info.cz. Dostupné z: <https://elektro.tzb-info.cz/inteligentni-budovy/7651-vyuziti-multikriterialni-analyzy-mca-pro-hodnoceni-inteligentnich-elektroinstalaci>. [cit. 2024-09-20].
- [34] ZOPOUNIDIS, Constantin a DOUMPOS, Michael. *Multiple criteria decision making: applications in management and engineering. Multiple Criteria Decision*

- Making*. Cham: Springer, 2017. Dostupné z: <https://link-springer-com.proxy.k.utb.cz/book/10.1007/978-3-319-39292-9>
- [35] OLIVKOVÁ, Ivana. *APLIKACE METOD VÍCEKRITERIÁLNÍHO ROZHODOVÁNÍ PŘI HODNOCENÍ KVALITY VEŘEJNÉ DOPRAVY*. Ostrava: ŠB-Technická univerzita Ostrava, Fakulta strojní, 2011.
- [36] VYORAL, Marek. *Komparace metod multikriteriálního hodnocení*. Online. Academia Centrum UTB ve Zlíně. Dostupné z: http://digilib.k.utb.cz/bitstream/handle/10563/43199/vyoral_2018_dp.pdf?sequence=1. [cit. 2025-01-04].
- [37] BOROVCOVÁ, Martina. *Metody vícekriteriálního hodnocení variant a jejich využití při výběru produktu finanční instituce*. Ostrava: VŠB-TU Ostrava, Ekonomická fakulta, katedra Financí.
- [38] ŠENOVSKÝ, Pavel. *Modelování rozhodovacích procesů*. Ostrava: VŠB - Technická univerzita Ostrava, Fakulta bezpečnostního inženýrství, 2021.
- [39] FIGUEIRA, José a GRECO, Salvatore. *MULTIPLE CRITERIA DECISION ANALYSIS: STATE OF THE ART SURVEYS*. Boston.
- [40] ŠAUR, David. *Studijní materiály - informační podpora bezpečnostních systémů*. Zlín: UTB - Zlín, Fakulta aplikované informatiky, 2024.
- [41] *Návod pro multikriteriální aplikaci MC&S2 analyzer*. Online. 2017. Dostupné z: <https://www.cals.cz/mcs2/login.asp>. [cit. 2025-01-25].
- [42] *Expert Choice Solutions*. Online. Dostupné z: <https://www.expertchoice.com/>. [cit. 2025-04-09].
- [43] *SuperDecisions Manuals*. Online. Dostupné také z: <https://www.superdecisions.com/manuals/>.
- [44] *MCA7*. Online. Dostupné také z: <https://korviny.cz/korviny/homepage/mca7>.
- [45] *Visual PROMETHEE User Manual*. Online. Dostupné také z: https://www.researchgate.net/publication/275348613_Visual_PROMETHEE_User_Manual_including_tutorials.
- [46] ČERMÁK, Miroslav. *Analýza rizik: Jemný úvod do analýzy rizik*. Online. Clever and smart. Dostupné z: <https://www.cleverandsmart.cz/analyza-rizik-jemny-uvod-do-analyzy-rizik/>. [cit. 2024-11-22].

- [47] *MINISTERSTVO VNITRA Generální ředitelství HZS ČR – Přehled metodik pro analýzu rizik.* Online. Krizport. Dostupné z: <https://www.krizport.cz/system/files/files/download/ar-prehled-metodik-grhzs-2004.pdf>. [cit. 2025-01-01].
- [48] BERNATÍK, Aleš. *Analýza nebezpečí a rizik.* Online. Ostrava. Dostupné z: https://www.google.com/url?sa=t&source=web&rct=j&opi=89978449&url=https://www.fbi.vsb.cz/export/sites/fbi/cs/.content/galerie-souboru/U3V/studijni-materialy/U3V_Analyza_nebezpeci_a_rizik.pdf&ved=2ahUKEwi77IKDwteKAxVZzAIHHe8fIC0QFnoECB4QAQ&usg=AOvVaw2j98lCSekEx8Su67YmrMbr. [cit. 2025-01-02].
- [49] *Metody hodnocení rizik.* Online. Znalostní systém prevence rizik v bozp. Dostupné z: <https://zsbozp.vubp.cz/prevence-rizik/rizika-a-nebezpeci>. [cit. 2025-01-02].
- [50] ŠEFČÍK, Vladimír. *Analýza rizik.* 2009. Zlín. ISBN 978-80-7318-696-8.
- [51] *Jak sestavit SWOT analýzu firmy.* Online. Conso. 2023. Dostupné z: <https://www.conso.cz/cs/m-134-jak-sestavit-swot-analyzu-firmy>. [cit. 2025-05-10].
- [52] VALOUCH, Jan. 2019. *Projektování bezpečnostních systémů.* Zlín: Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně, 1 online zdroj (165 stran). ISBN 978-80-7454-858-1.
- [53] DROZDEK, Marek a JELŠOVSKÁ, Katarína. *Informační podpora krizového řízení.* Slezská univerzita v Opavě, 2013. Dostupné z: <https://www.slu.cz/file/cul/9e82bfba-d9d4-41f4-84c4-6a156c0fd371>.
- [54] *Risk and Compliance Assessment Platform.* Online. Dostupné z: <https://www.riskwatch.com/>. [cit. 2025-04-10].
- [55] *RiskyProject: Project Risk Management Software.* Online. Dostupné z: https://intaver.com/?gad_source=1&gclid=EAIaIQobChMI2Y-x09PMjAMVtaWDBx3YJCd4EAAyAAEgJghPD_BwE. [cit. 2025-04-10].
- [56] *BowTieXP.* Online. Dostupné z: <https://www.wolterskluwer.com/en/solutions/enablon/bowtie/bowtiexp>. [cit. 2025-04-10].
- [57] *Crystal Ball.* Online. Oracle. Dostupné z: <https://www.oracle.com/cz/applications/crystalball/>. [cit. 2025-04-10].
- [58] ŠEFČÍK, Vladimír, 2009. *Analýza rizik.* Zlín: Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně. ISBN 978-80-7318-696-8.

- [59] ČSN EN 1627. *Dveře, okna, lehké obvodové pláště, mříže a okenice - Odolnost proti vloupání - Požadavky a klasifikace*. 2022.
- [60] *Elektronická požární signalizace základní příručka*. Online. VARIANTU PLUS, SPOL. S R.O. Varnet bezpečnostní technologie. Dostupné z: <https://www.varnet.cz/>. [cit. 2025-03-11].
- [61] ČSN 34 2710. *Elektrická požární signalizace - Projektování, montáž, užívání, provoz, kontrola, servis a údržba*. 2023.
- [62] ČSN 73 0875. *Požární bezpečnost staveb – Stanovení podmínek pro navrhování elektrické požární signalizace v rámci požární bezpečnostního řešení*. 2011.
- [63] ČSN EN 54 (soubor norem). *Elektrická požární signalizace*.
- [64] *Instalace zařízení autonomní detekce a signalizace v domácnostech*. Online. HZS Moravskoslezského kraje. Dostupné z: <https://www.google.com/url?sa=t&source=web&rct=j&opi=89978449&url=https://hzscr.gov.cz/soubor/autonomni-detekce-v-domacnostech.pdf.aspx&ved=2ahUKEwj9w5fbwoyMAxVc2gIHHV2yNZ8QFnoECBEQAQ&usg=AOvVaw1c7Zu2RM9Dj1SydIB3CeWP>. [cit. 2025-03-15].
- [65] *Vyhláška č. 23/2008 Sb. Vyhláška o technických podmínkách požární ochrany staveb*. Online. Zákonyprolidi. Dostupné z: <https://www.zakonyprolidi.cz/cs/2008-23/zneni-20230801#f3835890>. [cit. 2025-03-16].
- [66] *Zákon č. 90/2016 Sb., o posuzování shody stanovených výrobků při jejich dodávání na trh*. Online. Zákonyprolidi. Dostupné z: <https://www.zakonyprolidi.cz/cs/2016-90>. [cit. 29. 3. 2025]
- [67] *Autonomní hlásiče kouře*. Online. Tzbinfo. Dostupné z: <https://www.tzbinfo.cz/elektricka-pozarni-signalizace/5011-autonomni-hlasice-koure>. [cit. 2025-03-16].
- [68] ČSN EN 2, *Třídy požárů*. 1994.
- [69] ČSN EN 3-7+A1, *Přenosné hasicí přístroje - Část 7: Vlastnosti, požadavky na hasicí schopnost a zkušební metody*. 2008.
- [70] *Hasicí přístroj. Jaké jsou druhy a který v jaké situaci použít*. Online. BOZP.cz. Dostupné z: https://www.skolenibozp.cz/aktuality/druhy-hasici-pristroju/#kap_1. [cit. 2025-04-13].

- [71] *Hasicí deka MOBLAK*. Online. POBOZP. Dostupné z: <https://eshop.pobozp.com/hasici-deky-a-protipozarni-plachty/hasici-deka-rouska--rozmery-180x180-cm/>. [cit. 2025-04-15].
- [72] ČSN EN 1366-3, Zkoušky požární odolnosti provozních instalací - Část 3: Těsnění prostupů.
- [73] *Fischer Protipožární desky s nátěrem FCPS/50 53252*. Online. MECHNEO. Dostupné z: https://www.mechaneo.cz/produkt/fch-53252-fischer-fcps-protipozarni-deska-s-naterem-syst?gad_source=1&gclid=Cj0KCQjw2ZfABhDBARIsAHFTxGyXQ_ZvQGWp4kTViJmKkrxp2P3IJwCFVZlM0CHeCS5pFu5xGpDIq08aAonuEALw_wcB. [cit. 2025-04-21].
- [74] *Manžeta protipožární Knauf*. Online. DEK. Dostupné z: <https://www.dek.cz/produkty/detail/1650604606-knauf-protipozarni-manzeta-63-50>. [cit. 2025-04-21].
- [75] *Protipožární manžety*. Online. J.SEIDL. Dostupné z: <https://seidl.cz/protipozarni-manzety/>. [cit. 2025-04-21].
- [76] *PROMASTOP®-W Požárně ochranný pás*. Online. Promat. Dostupné z: <https://www.promatpraha.cz/produkty/promastop-w/>. [cit. 2025-04-21].
- [77] *Katalog bezpečnostních dveří NEXT*. Online. NEXT Bezpečnostní dveře. Dostupné z: https://www.next.cz/wp-content/uploads/2024/06/Next-katalog_CZ_Web_Next-dvere_2021-07-11.pdf. [cit. 2025-04-12].
- [78] *Komplexní regenerace nosné konstrukce panelových domů stavební soustavy T 06 B*. Online. PROFESIS. Dostupné z: <https://profesis.ckait.cz/r-1-11/?highlight=T06>. [cit. 2025-04-24].
- [79] *Zateplovací systémy ETICS*. Online. Tzb.info. Dostupné z: <https://stavba.tzb-info.cz/zateplovaci-systemy/303-zateplovaci-systemy-etics>. [cit. 2025-04-25].
- [80] *Požární hledisko kontaktních zateplovacích systémů dle ČSN 73 0810:2016*. Online. Tzbinfo. Dostupné z: <https://stavba.tzb-info.cz/zateplovaci-systemy/14515-pozarni-hledisko-kontaktich-zateplovacich-systemu-dle-csn-73-0810-2016>. [cit. 2025-04-25].
- [81] *Bezpečnostní a protipožární dveře Magnum*. Online. HT dveře. Dostupné z: <https://www.htdvere.cz/sortiment/bezpecnostni-dvere-do-bytu/dvere->

- [magnum/?utm_source=google&utm_medium=cpc&utm_campaign=PER_PMax_All&utm_id=17276461117&gclid=Cj0KCQjwnuiBhDIARIsAEo9GusiDBOyIUEHNY4hBWpF4WqhdJVJB7VtPphw93P63ZUjU4N4t4LjcFYaAl3kEALw_wcB](https://www.magnum.cz/?utm_source=google&utm_medium=cpc&utm_campaign=PER_PMax_All&utm_id=17276461117&gclid=Cj0KCQjwnuiBhDIARIsAEo9GusiDBOyIUEHNY4hBWpF4WqhdJVJB7VtPphw93P63ZUjU4N4t4LjcFYaAl3kEALw_wcB). [cit. 2025-04-12].
- [82] *Secum Flagman RC3*. Online. BP Dveře. Dostupné z: <https://www.bpdvere.cz/flagman>. [cit. 2025-04-12].
- [83] *Next Bezpečnostní dveře do bytu SD 111 F s požární odolností*. Online. Dostupné z: <https://www.srovnanicen.cz/next-bezpecnostni-dvere-do-bytu-sd-111-f-s-pozarni-odolnosti-90-x-197cm-povrch-dveri-laminat-cpl-bezpecnostni-zaruben-vcetne-zarubne-povrch-ral+d864724553/>. [cit. 2025-05-08].
- [84] *Autonomní hlásič kouře LM-102D*. Online. ELEKTROBOCK. Dostupné z: <https://www.elektrobock.cz/autonomni-hlasic-koure/p1752>. [cit. 2025-03-30].
- [85] *Autonomní hlásič kouře LM-107A*. Online. ELEKTROBOCK. Dostupné z: <https://www.elektrobock.cz/autonomni-hlasic-koure/p1762>. [cit. 2025-03-30].
- [86] *Detektor kouře EMOS GS536*. Online. DATART. Dostupné z: <https://www.datart.cz/detektor-koure-gs536.html>. [cit. 2025-03-30].
- [87] *FDA-739-S autonomní opticko-kouřový detektor*. Online. VARNET. Dostupné z: <https://www.varnet.cz/zbozi/0904-024-fda-739-s>. [cit. 2025-03-30].
- [88] *Orno OR-DC-630*. Online. HITobchod. Dostupné z: <https://www.hitobchod.cz/sd-1-fotoelektricky-autonomni-detektor-koure-se-sirenou--napajeni-z-baterie/>. [cit. 2025-03-30].
- [89] *HASTEX Hasící přístroj práškový 34A 6 kg- P6Te*. Online. Hastex & Haspr. Dostupné z: https://www.hastex.cz/eshop/hastex-hasici-pristroj-praskovy-34a-6-kg-p6te?utm_source=google&utm_medium=nakupy&utm_campaign=PER_PMax_All&utm_id=17276461117&gclid=Cj0KCQjwnuiBhDIARIsAEo9GusiDBOyIUEHNY4hBWpF4WqhdJVJB7VtPphw93P63ZUjU4N4t4LjcFYaAl3kEALw_wcB. [cit. 2025-04-20].
- [90] *HASTEX Hasící přístroj CO2 (sněhový) - S 5 H*. Online. Hastex & Haspr. Dostupné z: <https://www.hastex.cz/eshop/hastex-hasici-pristroj-co2-snehovy-s-5-h>. [cit. 2025-04-20].
- [91] *HASTEX Vodní hasící přístroj V 9 Ti*. Online. Hastex & Haspr. Dostupné z: <https://www.hastex.cz/eshop/hastex-vodni-hasici-pristroj-v-9-ti>. [cit. 2025-04-20].

- [92] *HASTEX Pěnový hasicí přístroj - VP 9 EKO*. Online. Hastex & Haspr. Dostupné z: <https://www.hastex.cz/eshop/hastex-penovy-hasici-pristroj-vp-9-eko>. [cit. 2025-04-20].
- [93] *Plynový hasicí přístroj 2kg - S2-SAC*. Online. MAXIMIN.CZ. Dostupné z: [Plynový hasicí přístroj 2kg - S2-SAC](#). [cit. 2025-04-20].
- [94] *Katalogový list - 701*. Online. Promat. Dostupné z: https://www.promatpraha.cz/wp-content/uploads/dokumenty/Katalogovy_list_701.pdf. [cit. 2025-04-28].
- [95] *Deska protipožární MW, Promat PROMAPYR-T150 tl. 50 mm se stěrkou PROMASTOP-I*. Online. RTS CLOUD. Dostupné z: <https://rtscloud.cz/App/RTS-Data/MAT13048>. [cit. 2025-04-29].
- [96] *PROMASTOP® FC6 Vnější průměr trubky: 160mm*. Online. EKOHAS. Dostupné z: <https://www.ekohas.cz/promastop-fc6-vnejsi-prumer-trubky-160mm>. [cit. 2025-04-29].
- [97] *Protipožární pás 50mm PROMASTOP-W*. Online. Hastex&Haspr. Dostupné z: https://www.hastex.cz/eshop/protipozarni-pas-50mm-promastop-w?utm_source=google&utm_medium=nakupy&gad_source=1&gclid=Cj0KCQjw8cHABhC-ARIsAJnY12ysFHO3eI6INFQZXrLVjztpfqe68lHptvKSMVmYaJJtLmepglJpxscaAlOnEALw_wcB. [cit. 2025-04-29].
- [98] *Protipožární tmel PROMASEAL-AG*. Online. Hastex&Haspr. Dostupné z: <https://www.hastex.cz/eshop/protipozarni-tmel-promaseal-ag>. [cit. 2025-04-29].
- [99] *Tepelná izolace ISOVER N 25 mm (8,64 m²/bal.) Tepelná izolace ISOVER N 25 mm*. Online. DEK. Dostupné z: https://www.dek.cz/produkty/detail/1435241020-isovert-n-25mm-1200x600-8-64m2-bal?gad_source=1&gclid=Cj0KCQjw8zABhDKARIsAHXuD7adtIrKfCFw6KSYQ2ki5fQDCrZd_rf66KxZY8MyyO45NadnArL3JCQaAoBAEALw_wcB. [cit. 2025-05-01].
- [100] *Patrové budovy musí být od srpna lépe chráněny proti požárům fasád*. Online. KONSTRUKCE. Dostupné z: <http://old.konstrukce.cz/clanek/patrove-budovy-musi-byt-od-srpna-lepe-chraneny-proti-pozarum-fasad/>. [cit. 2025-05-01].

SEZNAM OBRÁZKŮ

Obrázek 1 Půdorys panelové soustavy T-06B	16
Obrázek 2 Faktory podmiňující hoření	19
Obrázek 3 Historická norma pro požární hydranty	34
Obrázek 4 Prozatímní řešení požárních uzávěrů	35
Obrázek 5 Nedostatky z PD – požární uzávěry	35
Obrázek 6 Příklad umístění bytového jádra v panelovém domě	38
Obrázek 7 Průběžná konstrukce instalačních šachet	39
Obrázek 8 Horizontálně dělená konstrukce instalace šachet	40
Obrázek 9 Požární uzávěr instalační šachty	41
Obrázek 10 Nesprávné provedení ucpávek v šachtách	42
Obrázek 11 Obecný postup vytváření	47
Obrázek 12 Metoda AHP ukázkový příklad postupu práce	53
Obrázek 13 Metoda AHP hierarchická struktura ukázkového příkladu	53
Obrázek 14 MC&S2 Analyzer – varianty a kritéria	57
Obrázek 15 Grafický výstup MC&S2 Analyzer	57
Obrázek 16 Logické souvislosti pojmů analýzy rizik	61
Obrázek 17 Rozhraní softwarového nástroje RISKAN	65
Obrázek 18 Metodický postup návrhu protipožárního zabezpečení	72
Obrázek 19 Riskan – vytvoření analýzy rizik	75
Obrázek 20 Riskan stanovení číselných hodnot základních prvků	76
Obrázek 21 Riskan – Stanovení hodnot výsledného rizika	76
Obrázek 22 Riskan – přiřazené bodové hodnoty	80
Obrázek 23 Riskan – Analýza požárních rizik	81
Obrázek 24 Umístění autonomních kouřových hlásičů	93
Obrázek 25 Fotoelektrický princip – blokování průchodu světla	94
Obrázek 26 Fotoelektrický princip – odklon paprsku	94
Obrázek 27 Uvedení hasicího přístroje do fáze hašení	97
Obrázek 28 Hasící deka	98
Obrázek 29 Těsnění prostupů instalací	99
Obrázek 30 Protipožární deska Fischer	100
Obrázek 31 Protipožární manžeta / manžeta expandovaná	101
Obrázek 32 Požárně ochranný pás	101
Obrázek 33 Modelový příklad bytového jádra	102
Obrázek 34 Zateplovací systém ETICS	104

Obrázek 35 Kategorie budov z hlediska požární výšky.....	106
Obrázek 36 Dělení objektů svislým požárním pruhem.....	106
Obrázek 37 MCA – Protipožární dveře	114
Obrázek 38 Protipožární dveře SD 111 F	115
Obrázek 39 MCA – Autonomní hlásič	117
Obrázek 40 Autonomní kouřový hlásič LM-107A	117
Obrázek 41 MCA – Přenosný hasicí přístroj	119
Obrázek 42 Hasicí přístroj HASTEX 34A, 6 kg.....	120
Obrázek 43 MCA – Instalační šachty	121
Obrázek 44 Izometrický pohled na návrh prostupu instalační šachty	122
Obrázek 45 Boční pohled na návrh prostupu instalační šachty	123
Obrázek 46 MCA – Fasádní systém	125
Obrázek 47 Řešení úpravy stávajícího fasádního systému	126

SEZNAM TABULEK

Tabulka 1 Typy konstrukčních soustav	18
Tabulka 2 Druhy dokumentace požární ochrany	25
Tabulka 3 Zkušební metody stavebních výrobků	27
Tabulka 4 Klasifikace požární odolnosti	30
Tabulka 5 Počet požárů v domácnostech.....	42
Tabulka 6 Přímé škody při požárech v domácnostech	43
Tabulka 7 Mortalita při požárech v domácnostech.....	43
Tabulka 8 Požární prevence – bezpečnostní desatero	45
Tabulka 9 Výpočet vah – metoda bodovací.....	49
Tabulka 10 Výpočet vah – metoda pořadí	49
Tabulka 11 Výpočet vah – Fullerova metoda	50
Tabulka 12 Saatyho metoda – doporučená bodová stupnice	51
Tabulka 13 Výpočet vah – Saatyho metoda	51
Tabulka 14 Softwarové nástroje pro MC analýzu	58
Tabulka 15 Softwarové nástroje pro analýzu rizik	66
Tabulka 16 Stanovení hodnot pro eventuálnost výskytu	82
Tabulka 17 Stanovení hodnot závažnosti	82
Tabulka 18 Stanovení hodnot pro názor hodnotitele	82
Tabulka 19 PNH – Analýza požárních rizik	83
Tabulka 20 Klasifikace Resistance Class	86
Tabulka 21 Zaměření norem řady ČSN EN 54.....	88
Tabulka 22 Srovnání výhod a nevýhod dodatečné instalace systému EPS	91
Tabulka 23 Kritéria a váhy protipožární dveře	114
Tabulka 24 Kritéria a váhy autonomní požární hlásič	116
Tabulka 25 Kritéria a váhy přenosný hasicí přístroj.....	118
Tabulka 26 Kritéria a váhy instalační šachty	121
Tabulka 27 Instalační šachta – výpis prvků.....	124
Tabulka 28 Kritéria a váhy fasádní systém.....	124
Tabulka 29 Odhadovaná cena fasádních úprav	126
Tabulka 30 Funkce navrhovaných opatření.....	127
Tabulka 31 Výpis úrovní opatření pro bytovou jednotku.....	128
Tabulka 32 Výpis úrovní opatření pro panelový dům	128

SEZNAM POUŽITÝCH SYMBOLŮ A ZKRATEK

%	Procento
Σ	Sigma – sumační symbol
Aj.	A jiné
AHP	Analytický hierarchický proces
ANP	Analytický síťový proces
Atd.	A tak dále
BJ	Bytová jednotka
CO	Oxid uhelnatý
ČSN	Česká technická norma
ČSN EN	Česká technická norma (přejímající normu evropskou)
dB	Decibel
DN	Diameter Nominal (přibližná hodnota vnitřního průměru)
ETA	Event Tree Analysis (analýza stromu událostí)
EPS	Elektrická požární signalizace
FMEA	Failure Mode and Effects Analysis (analýza možných vad a jejich důsledků)
HRA	Human Reliability Analysis (analýza lidské spolehlivosti)
HZS	Hasičský záchranný sbor
HZS ČR	Hasičský záchranný sbor České republiky
K	Kelvin
Kč	Koruna česká
kg	Kilogram
m	Metr
m ²	Metr čtvereční
mm	Milimetr
MC	Multiple-criteria (Multikriteriální)

mil	Milión
mj.	Mimo jiné
MJ	Megajoule
Např.	Například
Obr.	Obrázek
PD	Projektová dokumentace
PO	Požární ochrana
Popř.	Popřípadě
PÚ	Požární úsek
PZTS	Poplachové, zabezpečovací a tísňové systémy
RC	Resistance Class (třída odolnosti)
Resp.	Respektive
s	Sekunda
SVJ	Společenství vlastníků jednotek
WSM	Weighted Sum Method (metoda váženého součtu)

