



## **POSÚDENIE NEBEZPEČNOSTI BUDOV Z POHLĀDU DOPADOV EMISIÍ NA ŽIVOTNÉ PROSTREDIE PRI VZNIKU POŽIARU**

**Katarína Hollá<sup>1</sup>, Mária Hudáková<sup>2</sup>, Jozef Svetlík<sup>3</sup>**

### **ABSTRAKT**

Predkladaný článok sa zaoberá vytvorením postupu na stanovenie dopadov požiarov rôznych druhov budov z pohľadu emisií na životné prostredie pre potreby projektu APVV-0727-12 FIREFF (ďalej len FIREFF). Na zostavovaní tohto štruktúrovaného postupu sa podieľali experti nielen z univerzitného prostredia (projektový tím), ale aj konzultanti z praxe. Predkladané výsledky budú súčasťou stromovej štruktúry na posudzovanie možného rozvoja požiaru v rôznych druhoch budov.

### **Kľúčové slová:**

emisie, budova, požiar, životné prostredie

### **ABSTRACT**

This article deals with procedure creation within the topic of estimation of fire impacts of different kind of buildings on environment for the purpose of APVV-0727-12 FIREFF (FIREFF) project. On creation of such an approach many experts from different environment took their part not only from academic field but also from practical field. Presented results will be part of tree technique structure for assessing of possible fire development in different kind of buildings.

### **Key words:**

emissions, building, fire, environment

---

<sup>1</sup> Katarína Hollá, Ing., PhD., Fakulta bezpečnostného inžinierstva UNIZA, Katedra krízového manažmentu, Ulica 1.mája 32, 010 26 Žilina, tel. 041/5136610, fax: 041/5136620, e-mail: katarina.holla@fbi.uniza.sk

<sup>2</sup> Mária Hudáková, Ing., PhD., Fakulta bezpečnostného inžinierstva UNIZA, Katedra krízového manažmentu, Ulica 1.mája 32, 010 26 Žilina, tel. 041/5136712, fax: 041/5136620, e-mail: maria.hudakova@fbi.uniza.sk

<sup>3</sup> Jozef Svetlík, Ing., PhD., Fakulta bezpečnostného inžinierstva UNIZA, Katedra požiarneho inžinierstva, Ulica 1.mája 32, 010 26 Žilina, tel. 041/5136798, fax: 041/5136620, e-mail: jozef.svetlik@fbi.uniza.sk

# 1 ÚVOD DO PROBLEMATIKY

V rámci projektu FIREFF sa projektový tím venuje vytváraniu komplexného modelu zhodnoteniu vhodnosti a ekonomickej efektívnosti protipožiarnych systémov. Jednou z jeho častí je aj identifikácia negatívnych dopadov požiarov v budovách na chránené ciele. Potreba kvantifikácie dopadov na život a zdravie, majetok a životné prostredie je pri takomto druhu zhodnotenia žiaduca.

Problematika environmentálnej záťaže a dopadov krízových javov na životné prostredie je riešená v menšom rozsahu ako straty na životoch a finančné straty na majetku [20]. Problémom sa v dnešnej dobe javí najmä environmentálna záťaž vplyvom spaľovania fosílnych palív s prítomnosťou oxidov dusíka, ale aj skleníkovým plynom CO<sub>2</sub>, ktorý prispieva ku globálnemu otepľovaniu a klimatickým zmenám na zemi. Ovzdušie je však iba jedna zložka životného prostredia, a preto netreba zabúdať aj na tie ďalšie. Jedná sa najmä o otázku trvalo udržateľného rozvoja, ktorá s týmto súvisí [19].

V Slovenskej republike riešenie tejto témy zatiaľ absentuje. Existuje niekoľko prác, ktoré opisujú túto problematiku teoreticky avšak k exaktnému stanoveniu dopadov na životné prostredie sa projektový tím rôznych riešiteľov na Slovensku v rámci analýzy existujúcich zdrojov nedopracoval.

Vzhľadom na uvedené skutočnosti sme na základe dostupných informácií, stretnutí a konzultácií s odborníkmi rozhodli vytvoriť nový postup k posudzovaniu environmentálnych rizík, ktorý je uvedený v ďalšom texte a bude súčasťou modelu vytváraného v rámci projektu FIREFF.

V projekte v časti pre životné prostredie sme sa venovali dvom oblastiam resp. čiastkovým cieľom:

1. Posúdeniu dopadov emisií na životné prostredie pri vzniku požiarov v budovách na Slovensku, pri určení najnebezpečnejších materiálov horenia pri stanovenej klasifikácii budov (splodiny horenia).
2. Posúdeniu dopadov hasiacich látok na životné prostredie pri likvidácii požiarov na Slovensku, pri určení nebezpečnosti hasiacich látok používaných na hasenie požiaru pri stanovenej klasifikácii budov.

**V predkladanom článku sa však budeme venovať iba posúdeniu dopadov emisií na životné prostredie pri požiare rôznych druhov budov.**

## 1.2 POSTUP APLIKÁCIE

Na základe analýzy súčasného stavu riešenej problematiky, dostupných domácich a zahraničných dokumentov, rozhovorov a stretnutí z odborníkmi z praxe bol navrhnutý základný postup na stanovovanie **dopadov emisií a hasiacich látok na**

## **životné prostredie pri vzniku a likvidácii požiarov v stanovnej kategorizácii budov v Slovenských podmienkach.**

A. Analýza vstupných podkladov riešenej problematiky a stanovenie vstupných údajov:

- a) Návrh kategorizácie budov.
- b) Začlenenie hasiacich látok k stanovenej kategorizácii budov.
- c) Určenie veľkosti požiarov z pohľadu dopadov na životné prostredie.
- d) Určenie percentuálneho zastúpenia materiálu v stanovnej kategorizácii budov v Slovenských podmienkach.

B. Posúdenie nebezpečnosti budov z pohľadu dopadov emisií na životné prostredie pri vzniku požiarov na Slovensku:

- a) Výpočet stupňa závažnosti tvorby emisií a výskytu materiálu v stanovnej kategorizácii budov z pohľadu dopadov na životné prostredie.
- b) Kategorizácia nebezpečnosti budov z pohľadu emisií požiarov na ŽP.
- c) Hodnotenie dopadov emisií pri vzniku požiarov na ŽP v stanovených budovách.

Po určení všetkých potrebných údajov, ktoré boli identifikované v bode A na základe expertného posúdenia sa pristúpilo k dopadu emisií na životné prostredie pri vzniku požiarov v rôznych budovách. Výstupy bodu A sú uvedené v tabuľke 1.

## **2 POSÚDENIE NEBEZPEČNOSTI BUDOV Z POHĽADU DOPADOV EMISIÍ NA ŽIVOTNÉ PROSTREDIE PRI VZNIKU POŽIAROV NA SLOVENSKU**

V rámci analýzy a hodnotenia dopadov emisií na životné prostredie pri vzniku požiarov v stanovnej kategorizácii budov na Slovensku sme postupovali nasledovne:

### **a) Výpočet stupňa závažnosti tvorby emisií a výskytu materiálu v stanovnej kategorizácii budov z pohľadu dopadov na životné prostredie.**

Na posúdenie nebezpečnosti budov z pohľadu emisií na dopady ŽP sme ako prvé stanovili hlavné kritériá:

- Stupeň (miera) závažnosti materiálu, ktorý má najväčšie negatívne dopady pri uniknutých emisiách pri horení požiarov na ŽP v jednotlivých budovách -  $Z_i$ .
- Percentuálne zastúpenie (výskyt) materiálu v stanovnej kategorizácii budov v podmienkach Slovenskej republiky -  $Q_i$ .

Pri vzniku a priebehu možných požiarov v jednotlivých kategóriách stavieb majú požiare väčšinou rozdielne parametre ako sú napríklad rýchlosť nárastu požiaru, požiarne zaťaženie, charakter paliva, množstvo paliva a mnohé iné. V praxi sa v stavebných objektoch nachádza množstvo rozličných druhov horľavého ale aj nehorľavého materiálu (paliva), ktoré sme zjednodušene rozdelili do troch skupín: celulóza, plasty a chemikálie, pre potreby modelovania pri riešení jednotlivých úloh v

projekte. Pri požiaroch v stavbách sa uvoľňuje množstvo splodín horenia (emisii), rozdielneho zloženia, skupenstva a fyzikálno-chemických vlastností, ktoré závisia najmä od druhu a množstva horľavého materiálu, ale aj od podmienok, pri ktorých požiar (alebo horenie) prebieha [8, 9, 10]. Množstvo a druh splodín horenia (emisii) úzko súvisí s intenzitou požiaru, s množstvom a druhom horľavého materiálu, od spôsobu uskladnenia horľavého materiálu, ale aj od dostatočného prístupu oxidačného prostriedku (väčšinou vzduch), od intenzity iniciačného zdroja (zdroja zapálenia) a od mnohých iných faktorov [11]. Na základe expertných odhadov projektového tímu, odborníkov z praxe v danej problematike a analýzou odbornovo-vedeckej domácej i zahraničnej literatúry možno predpokladať, že najväčšie nebezpečenstvo z pohľadu tvorby emisií a ich následných dopadov na životné prostredie predstavujú nasledujúce materiály so stanoveným koeficientom (Z):

1. plasty – koeficient  $Z_p$  - 0,45,
2. chemikálie - koeficient  $Z_{ch}$  - 0,35,
3. celulóza - koeficient  $Z_c$  - 0,2.

V tab. 1 sú uvedené výsledky výpočtu závažnosti tvorby emisií a výskytu materiálu z pohľadu dopadov na životné prostredie pri stanovenej kategorizácii budov na Slovensku pomocou MS Excel.

*Tabuľka 1 Výpočet závažnosti a výskytu materiálu z pohľadu emisií na dopady ŽP v jednotlivých budovách*

Číslo	Kategorizácia stavieb	Druh priestoru	Vyskyt materiálu v budove - Q			Dopady na ŽP z pohľadu emisií				
			celulóza - Qc	plasty - Qp	chemikálie - Qch	závažnosť celulózy - Zc	závažnosť plastov - Zp	závažnosť chemikálie - Zch	výsledný index - I <sub>E</sub>	Poradie
1.	Administratívne budovy	kancelárie, spisovne, zasadovne, vstupné haly, chodby	0,90	0,10	0,00	0,20	0,45	0,35	0,23	12
2.	Budovy pre vzdelávanie	učebne, poslucháme, archívy, spoločné šatne	0,80	0,20	0,00	0,20	0,45	0,35	0,25	10,11
3.	Rekreačné budovy	hľadisko, kino, koncert.sieň, výstavy, múzée, kostoly	0,60	0,40	0,00	0,20	0,45	0,35	0,30	8
4.	Budovy v zdravotníctve	lôžkové izby, čakárne, lekárne, masáže a rehab. miestnosti	0,50	0,50	0,00	0,20	0,45	0,35	0,33	5,6,7
5.	Budovy pre obchod	sklo, mäso, potraviny, hračky, textil, odev, drogéria, hudobniny	0,30	0,40	0,30	0,20	0,45	0,35	0,35	2,34
6.	Budovy pre spoločné ubytovanie a rekreáciu	recepcie, haly, chodby, kaviarne, nočné kluby, bufety, výčapy	0,40	0,55	0,05	0,20	0,45	0,35	0,35	2,34
7.	Budovy pre sociálne zabezpečenie	domovy pre dôchodcov	0,40	0,55	0,05	0,20	0,45	0,35	0,35	2,34
8.	Budovy priemyslu	textilný, odevný, strojársky, chemický, elektrotechnický priemysel	0,20	0,40	0,40	0,20	0,45	0,35	0,36	1
9.	Budovy pre dopravu	čakárne, úschovy batožín, vstupné haly, chodby, priechody	0,80	0,20	0,00	0,20	0,45	0,35	0,25	10,11
10.	Budovy pre poľnohospodárstvo	sklady, stajne, kôlne, sušiareň, výrobné krmných zmesí	0,90	0,10	0,10	0,20	0,45	0,35	0,26	9
11.	Budovy pre skladovanie	sklady	0,35	0,35	0,30	0,20	0,45	0,35	0,33	5,6,7
12.	Bytový fond domový	bytové domy, rodinné domy	0,45	0,45	0,10	0,20	0,45	0,35	0,33	5,6,7

## b) Kategorizácia nebezpečnosti budov z pohľadu emisií požiarov na ŽP

Na základe výpočtu závažnosti tvorby emisií a výskytu materiálu v jednotlivých budovách sme nesymetricky rozdelili rozpätia jednotlivých intervalov a priradili jednotlivé typy budov ku kategóriám nebezpečnosti z pohľadu dopadov emisií požiarov na životné prostredie na Slovensku. Najviac typov budov bolo zaradených do prvej kategórie nebezpečnosti ako veľmi nebezpečné budovy. Tieto výsledky sa zhodujú aj s ich následným posúdením tímom expertov na požiaru problematiku.

Tabuľka 2 Kategorizácia budov na základe nebezpečnosti z pohľadu emisií požiarov na ŽP

Stupeň	Kategória nebezpečnosti budov z pohľadu emisií požiarov na ŽP	Typy budov (číslo)	Rozptyl intervalu
1	veľmi nebezpečné budovy	8,5,6,7,4,11,12	0,36-0,33
2	stredne nebezpečné budovy	3	0,32-0,27
3	menej nebezpečné budovy	2,9,1,10	0,26-0,23

## c) Hodnotenie dopadov emisií pri vzniku požiarov na ŽP v stanovených budovách

Na základe stanovenia stupňa nebezpečnosti budov a veľkosti požiaru predchádzajúcim kroku je možné identifikovať veľkosť dopadu požiaru na životné prostredie. Jednotlivé dopady boli rozdelené do troch kategórií a jednotlivé stupne sú farebne odlišené:

- mierne dopady na ŽP,
- stredné dopady na ŽP,
- katastrofické dopady na ŽP.

Na základe predchádzajúcich výpočtov sme stanovili maticu rizík dopadov emisií pri vzniku požiarov na ŽP v stanovenej kategorizácii budov. Matica rizík, resp. matica následkov a pravdepodobnosti výskytu (consequence/probability matrix) je vhodným grafickým nástrojom na posúdenie rizík. Pohľad na konkrétne predpokladané riziko v matici poskytuje obraz o prijateľnosti či neprijateľnosti uvedeného rizika a umožní porovnanie jednotlivých rizík [18,19]. Maticu rizík sme stanovili a zhodnotili nasledovne:

- Mierne dopady je napriek ich veľkosti potrebné monitorovať nie je však žiaduce prijímať preventívne opatrenia.
- Stredné dopady si vyžadujú zvýšenú pozornosť najmä z pohľadu identifikácie potreby prijatia/neprijatia dodatočných opatrení.
- Pri katastrofických dopadoch je nevyhnutné prijať také preventívne opatrenia (technické a organizačné) aby sa jednoznačne preukázalo zníženie rizika na akceptovateľnú mieru a o zostatkovom riziku boli informovaní kompetentní pracovníci.

Tabuľka 3 Kombinácia nebezpečnosti budov a veľkosti požiaru z pohľadu dopadov na ŽP v stanovených budovách

Kategória nebezpečnosti budov z pohľadu emisii požiarov na ŽP	1 Nebezpečné budovy	2 Stredne nebezpečné budovy	3 Veľmi nebezpečné budovy
Veľkosť požiaru m <sup>2</sup>			
Stredný požiar	Mierne dopady na ŽP	Mierne dopady na ŽP	stredné dopady na ŽP
Veľký požiar	Mierne dopady na ŽP	stredné dopady na ŽP	Katastrofické dopady na ŽP
Katastrofický	stredné dopady na ŽP	Katastrofické dopady na ŽP	Katastrofické dopady na ŽP

## ZÁVER

Posudzovanie rizík v jednotlivých budovách nie je jednoduchou úlohou hasičských jednotiek a zainteresovaných osôb. Samotné množstvo a charakter nebezpečnosti prevádzkových a skladovaných látok v prostredí, predstavujú určité požiarne zaťaženie objektu a riziko vzniku škody na objekte a životnom prostredí v prípade požiaru. Preto sú prezentované výsledky relatívne a vždy závisia od posudzovaných okolností. Projektový tím však pristupoval k práci zodpovedne a využíval vždy expertné hodnotenie aby sa znížila subjektivita vytvorených výsledkov.

Rovnako ako dopady na životné prostredie pri tvorbe emisií druhú časť tejto problematiky tvoria dopady hasičských látok na životné prostredie pri likvidácii požiarov, ktorý však v tomto článku nie je prezentovaný. Obe tieto témy tak spolu vytvárajú jeden celok a sú významným nástrojom pri posudzovaní rizík.

## POĎAKOVANIE

„Táto práca bola podporovaná Agentúrou na podporu výskumu a vývoja na základe Zmluvy č. APVV-0727-12“.

## LITERATÚRA

- [1] ORINČÁK, M.: Hazardous Industrial Accidents of LPG Gases, In: Zborník z 11. medzinárodnej vedeckej konferencie, Žilina 2003. ISBN 80-8070-121-0.
- [2] ORINČÁK, M.: Požiarne simulačné programy (Fire software), In: Zborník – Ochrana pred požiarom a záchranné služby, 4. vedecko-odborná konferencia s medzinárodnou účasťou, Žilina 2. 2010. ISBN 978-80-554-0208-6.
- [3] DVORSKÝ J., ORINČÁK M.: Aplikácia analýzy rozptylu požiarov pri štatistickom vyhodnotení požiarovosti v SR /. In: Advances in fire and safety engineering 2014 [elektronický zdroj] : recenzovaný zborník pôvodných

- vedeckých prác z III. ročníka medzinárodnej vedeckej konferencie : Trnava, 2014. Trnava: AlumniPress, 2014. - ISBN 978-80-8096-202-9. s. 191-195.
- [4] STN 92 0201-1. Požiarna bezpečnosť stavieb - Spoločné ustanovenia Časť 1: Požiarne riziko, veľkosť požiarneho úseku. Z1+Z2 ed. Bratislava: SÚTN, 2000.
- [5] KLUČKA, J., MÓZER, V., PANÁKOVÁ, J. Vývoj požiarovosti v jednotlivých kategóriách budov za obdobie rokov 1993 - 2012 In: Bezpečnosť práce v záchranných službách : medzinárodná vedecká konferencia 2014 : zborník prednášok. - Žilina : Žilinská univerzita, 2014. - ISBN 978-80-554-0893-4. - S. 91-109.
- [6] KLUČKA, J., MÓZER, V., 2014. Štatisticko-ekonomické aspekty požiarnej bezpečnosti 1.vyd. Žilinská univerzita v Žiline / EDIS – vydavateľstvo ŽU v Žiline 2014. 125 s., ISBN 9-788055-409641.
- [7] ORLÍKOVÁ, K., ŠTROCH, P.,1999: Chémie procesov hoření. Edícia SPBI, VŠB-TU Ostrava, 1999, ISBN 80-86111-39-3
- [8] MASARÍK, I., 2003: Plasty a jejich požární nebezpečí. Edícia SPBI, VŠB-TU Ostrava, 1999, ISBN 80-86634-16-7
- [9] KAČÍKOVÁ, D., NETOPILOVÁ, M., OSVALD, A.,2006: Drevo a jeho termická degradácia. Edícia SPBI, VŠB-TU Ostrava, 2006, ISBN 80-86634-78-7
- [10] STEINLEITNER, H.D., a kol., 1990: Požárně a bezpečnostně technické charakteristické hodnoty nebezpečných látek, Svaz PO ČSSR, Praha 1990
- [11] CONEVA, I.2009 : Toxicita splođín horenia tvoriacich sa pri požiaroch celulóзовých materiálov. In: Environmentálne a bezpečnostné aspekty požiarov a havárií 2009 : konferencia s medzinárodnou účasťou : 12. február 2009 : Trnava, STU Bratislava, MTF v Trnave, ÚBaEI, Ústav bezpečnostného a environmentálneho inžinierstva, 2009, s. 28 - 35, ISBN 978-80-8096-080-3, EAN 9788080960803
- [12] JANÁSEK, D.; POTOČEK, T; SVETLÍK, J: Nebezpečné látky. Fakulta špeciálneho inžinierstva ŽU v Žiline. 1. vyd., Žilina, 2004. ISBN 80-8070-243-8
- [13] MONOŠI, M., SVETLÍK J.: Request for a logistical safety by a negotiation of extensive fires. In. Fire engineering – proceding. 3.-5. october 2006. Technical university in Zvolen. Lučenec 2006. ISBN 80-89241-03-4
- [14] SVETLÍK, J., GARTNER T.: Vplyv disponibilných zdrojov na požiarisku na rozhodovanie veliteľa zásahu. In.: Požární ochrana2005 zborník prednášok: medzinárodná konferencia VŠB-TU 14.-15.9.2005, vydalo: SPBI Ostrava, Ostrava, 2005. ISBN 80-86634-66-3
- [15] FLACHBART J., SVETLÍK J. Špecifiká navrhovania výcvikových trenažérov = Particularities of the training's simulators projects. In: Požární ochrana 2012 : sborník přednášek XXI. ročníku mezinárodní konference : Ostrava, VŠB - TU, 5.-6. září 2012. - Ostrava : Sdružení požárního a bezpečnostního inženýrství, 2012. - ISBN 978-80-7385-115-6. - S. 38-41.
- [16] MARLIAR G. et.al: Environmental concerns of fires: facts, figures, questions and new challenges for the future. Dostupné na (<http://fire.nist.gov/bfrlpubs/fire04/PDF/f04038.pdf>)
- [17] BUGÁNOVÁ ET AL.: The assessment of the impact of the security risk on the small and medium-sized enterprises in the Slovak Republic [Posúdenie vplyvu bezpečnostného rizika na malé a stredné podniky v Slovenskej republike] /

Katarina Buganova, Maria Hudakova, Jan Dvorsky. In: Management innovation and business : 2nd international conference on Management innovation and business (ICMIBI 2014) : December 8-9, 2014, Bangkok, Thailand. - Singapore: Singapore Management and Sports Science Institute, 2014. - ISBN 978-981-09-1685-5. - S. 116-121.- (Lecture notes in management science, Vol. 44. - ISSN 2251-3051).

- [18] HUDÁKOVÁ, M.: Súčasný prístup podnikov k manažmentu rizík = Current approach of enterprises to the risk management / Mária Hudáková. In: Socioekonomické a humanitní studie = Studies of socio-economics and humanities : vědecký časopis. - ISSN 1804-6797. - Vol. 4, no. 1 (2014), s. 5-11.
- [19] JOHNSON, E.A.et al.: Forest Fires: Behavior and Ecological Effects Hardcover . 2001. ISBN-13: 978-0123866608.
- [20] MARLIAR, G. et.al: Environmental concerns of fires: facts, figures, questions and new challenges for the future.
- [21] Fire sector federation: Fire safety and sustainability in building design. <http://firesectorfederation.co.uk/update/resources/tg-fire-safety-sustainability-finalopt.pdf>