

Wood & Fire Safety

VIII. medzinárodná konferencia

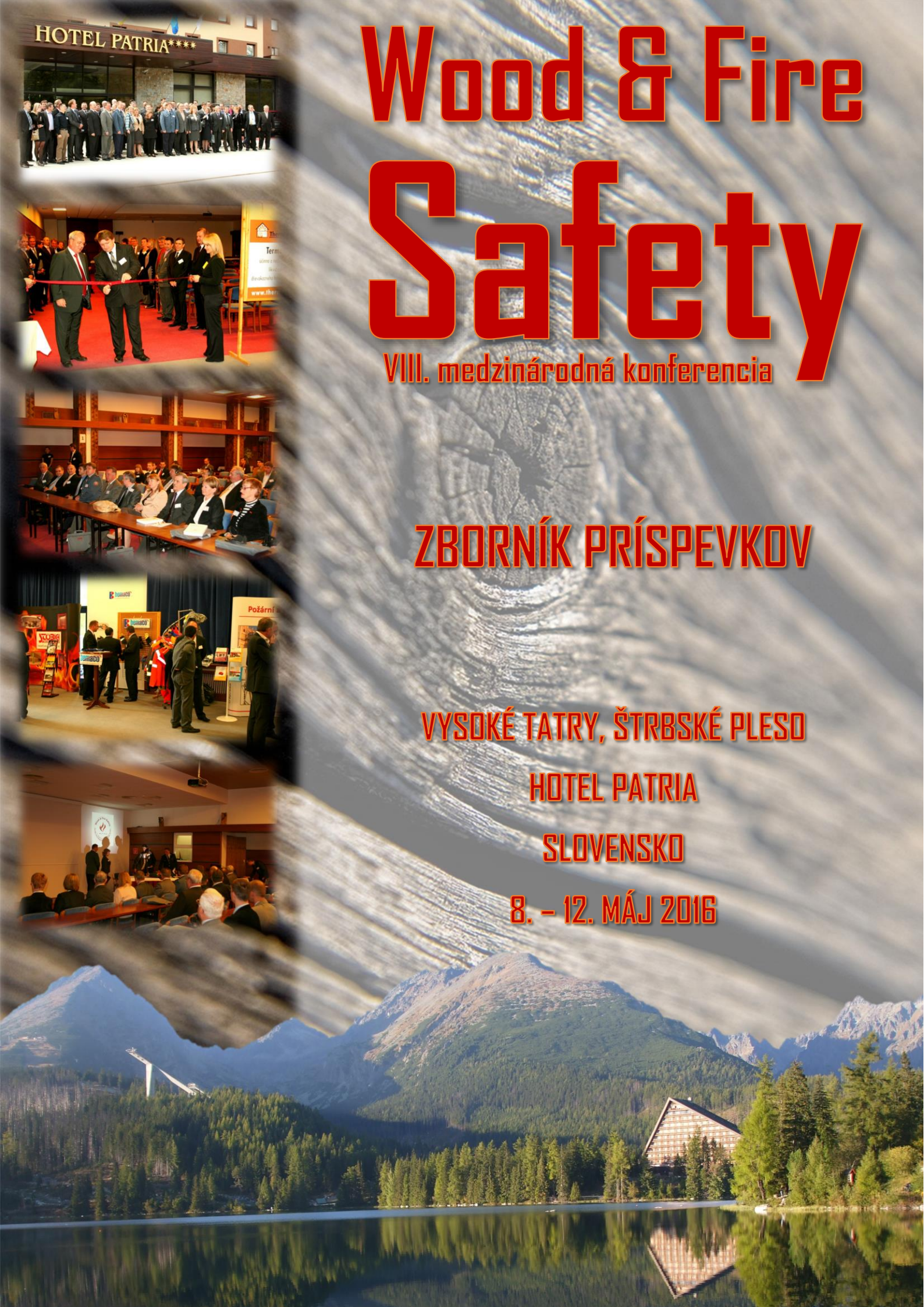
ZBORNÍK PRÍSPEVKOV

VYSOKÉ TATRY, ŠTRBSKÉ PLESO

HOTEL PATRIA

SLOVENSKO

8. - 12. MÁJ 2016



**ŽILINSKÁ UNIVERZITA V ŽILINE
FAKULTA BEZPEČNOSTNÉHO INŽINIERSTVA
KATEDRA POŽIARNEHO INŽINIERSTVA**



**ZBORNÍK PRÍSPEVKOV Z VIII. MEDZINÁRODNEJ
VEDECKEJ KONFERENCIE**

**VYSOKÉ TATRY, ŠTRBSKÉ PLESO
HOTEL PATRIA
SLOVENSKÁ REPUBLIKA
8. - 12. MÁJ 2016**

HLAVNÍ SPONZORI



Innovationen für Ihre Sicherheit!



NÁZOV

Zborník príspevkov z VIII. medzinárodnej vedeckej konferencie

Wood and Fire Safety

Recenzovaný zborník príspevkov

EDITORI

doc. Bc. Ing. Makovická Osvaldová Linda, PhD.

Ing. Panáková Jaroslava

GRAFICKÁ ÚPRAVA OBÁLKY

Ing. Mitrenga Patrik

RECENZENTI ZBORNÍKA

Všetky príspevky v zborníku boli recenzované členmi vedeckého výboru.

Za jazykovú úpravu jednotlivých príspevkov zodpovedajú autori.

ROK VYDANIA

2016

NÁKLAD

200 kusov

TLAČ

EDIS – vydavateľské centrum ŽU

ISBN

E:book: ISBN 978-80-554-1206-1

ZÁŠTITU NAD KONFERENCIOU PREVZALI

Dr. h. c. prof. Ing. Tatiana Čorejová, PhD.

Rektorka Žilinskej univerzity v Žiline

gen. JUDr. Alexander Nejedly

Prezident Hasičského a záchranného zboru Slovenskej republiky

PhDr. Ladislav Pethö

Prezident Dobrovoľnej požiarnej ochrany Slovenskej republiky

ODBORNÝ GARANT KONFERENCIE

doc. Bc. Ing. Linda Makovická Osvaldová, PhD.

Fakulta bezpečnostného inžinierstva

ZÁSTUPCOVIA ODBORNÉHO GARANTA KONFERENCIE

SEKCIA DREVO A OHEŇ

Dlugogorski Bogdan	Austrália
Dietenberger Mark	USA
Balog Karol	Slovensko

SEKCIA DREVOSTAVBY

Ostman Brigit	Švédsko
Kuklík Petr	Česká republika
Štefko Jozef	Slovensko

SEKCIA DREVO V HISTORICKÝCH BUDOVÁCH

Dušek Karel	Česká republika
Osvald Anton	Slovensko
Šmíra Pavel	Česká republika

MEDZINÁRODNÝ VEDECKÝ VÝBOR

Buchanan Andy	Nový Zéland
Dagenais CHristian	Kanada
Deliiski Nencho	Bulharsko
Fragiacomo Massimo	Taliansko
Gurau Linda	Rumunsko
Kačíková Danica	Slovensko
Kowal Edward	Poľsko
Küçük Omer	Turecko
Laban Mirjana	Srbsko
Langswager Gary	USA
Larnoy Erik	Nórsko
Mikkola Esko	Fínsko
Mikolai Imrich	Slovensko
Milanko Verica	Srbsko
Mizerski Andrzej	Poľsko
Netopilova Miroslava	Česká republika
Nikolič Božo	Srbsko
Poledňák Pavel	Česká republika
Rákociová Miroslava	Slovensko
Restas Afoston	Maďarsko
Sinay Juraj	Slovensko
Sawyer Gervais	Veľká Británia
Szórádová Eva	Slovensko
Qiang Xu	Čína

ORGANIZAČNÝ VÝBOR

Coloňová Michaela	Slovensko
Flachbart Jaroslav	Slovensko
Gášpercová Stanislava	Slovensko
Martinka Jozef	Slovensko
Mitrenga Patrik	Slovensko
Nagyová Anna	Slovensko
Panáková Jaroslava	Slovensko
Zachar Martin	Slovensko

OBSAH

Coneva Iveta EMISIE POŽIAROV A ICH NEGATÍVNY VPLYV NA ŽIVOTNÉ PROSTREDIE	11
Dritomská Katarína, Flimel Stanislav, Krajčovičová Jana VPLYV RÔZNEHO ZLOŽENIA STAVEBNÉHO VÝROBKU NA HODNOTY SPALNÉHO TEPLA	25
Gášpercová Stanislava TEXTILNÁ IZOLÁCIA Z HĽADISKA OCHRANY PRED POŽIARMÍ	33
Mózer Vladimír POSÚDENIE EFEKTÍVNOSTI NÁVRHOVÝCH ALTERNATÍV POŽIARNEJ BEZPEČNOSTI S VYUŽITÍM MODELU FIREFF	39
Müllerová Jana, Vácval Juraj, Horváthová Michaela POSÚDENIE RIZÍK PRÍRODNÉHO CHARAKTERU METÓDOU RM/RA GRAMM	51
Orinčák Michal DEKONTAMINÁCIA VYBRATÝCH DRUHOV MATERIÁLU V PRAXI	57
Svetlík Jozef, Monoši Mikuláš POUŽITIE HADICOVÉHO VEDENIA PRI HASENÍ LESNÝCH POŽIAROV	73
Mirolava Vandlíčková VLASTNOSTI A CHARAKTERISTIKA HORĽAVÝCH PRACHOV	77

POSÚDENIE EFEKTÍVNOSTI NÁVRHOVÝCH ALTERNATÍV POŽIARNEJ BEZPEČNOSTI S VYUŽITÍM MODELU FIREFF

Vladimír Mózer^{1(*)}

¹University of Žilina, Faculty of Security Engineering, Department of Fire Engineering, Žilina, Slovak Republic

(*)Corresponding author, Email:vladimir.mozar@fbi.uniza.sk

ABSTRACT

The aim of this paper is to describe a proposed model for efficiency evaluation of fire protection measures through its application in a selected scenario. The model was developed under the APVV FIREFF research project. The introductory parts contain a short description of the topic of evaluation of fire protection design alternatives and the model itself. The application of the model in a retail centre scenario and assessment of risk to life and property form the latter parts of this paper. The results of the evaluation indicate a high level of efficiency – fire risk reduction – in the case of sprinkler protection, which alone is greater than the efficiency of the combination of other three fire protection measures – fire extinguishers, fire detection and alarm and fire compartmentation of the building.

Keywords: efficiency, fire model, economic impact, fire risk, probability

ÚVOD

Pri riešení požiarnej bezpečnosti stavieb často vzniká situácia, kedy existuje viacero návrhových variant a je potrebné z nich vybrať tú najvhodnejšiu. Problémom však je, že neexistuje jeden konkrétny ukazovateľ, ktorý by sa dal univerzálne na tento účel použiť. Vzhľadom na fakt, že požiar môže ohroziť život a zdravie, majetok, ale tak isto aj životné prostredie je potrebné zobrať tieto fakty pri hodnotení do úvahy. Situáciu ešte komplikuje fakt, že výber varianty riešenia požiarnej bezpečnosti stavby je často založený len na splnení minimálnych požiadaviek predpisov pri minimálnych finančných nákladoch.

Je preto potrebné, aby pre praktické a analytické posúdenie úrovne požiarnej bezpečnosti konkrétnej návrhovej varianty boli použité adekvátne postupy vychádzajúce s exaktného popisu priebehu požiaru, vzniknutých škôd. Rovnako je nutné pri takomto posúdení zohľadniť aj náhodnosť vzniku a priebehu požiaru a vplyvu jednotlivých protipožiarnych opatrení s využitím príslušných štatistických databáz. Uvedenú problematiku je preto potrebné riešiť s využitím kvantitatívneho posudzovania požiarneho rizika, ktorá je detailne popísaná vo viacerých zdrojoch, napríklad [1]-[3].

Pre tento účel bol v rámci projektu APVV FIREFF vyvinutý model hodnotenia ekonomickej efektívnosti protipožiarnych opatrení. Tento model bude aplikovaný na vzorovú stavbu s cieľom priblížiť jednotlivé jeho súčasti, postup hodnotenia a interpretáciu výsledkov s využitím pre výber najvhodnejšej alternatívy.

POPIS MODELU FIREFF

Základným účelom modelu je porovnanie rôznych variantov požiarnej bezpečnosti stavby z pohľadu predpokladaných dopadov požiaru. Rôznymi variantami požiarnej bezpečnosti sa rozumejú špecifické kombinácie aktívnych a pasívnych protipožiarňových opatrení, pričom každá z nich je charakterizovaná určitými predpokladanými dopadmi. Z tohto dôvodu môže byť efektívnosť protipožiarňových opatrení vyjadrená napríklad mierou redukcie pravdepodobnosti usmrtenia alebo predpokladaného rozsahu poškodenia stavby požiarom, ktoré je následne s využitím cost-benefit analýzy možné interpretovať ako ekonomickú efektívnosť protipožiarňových opatrení. Funkčná schéma modelu je graficky znázornená na obr. 1.

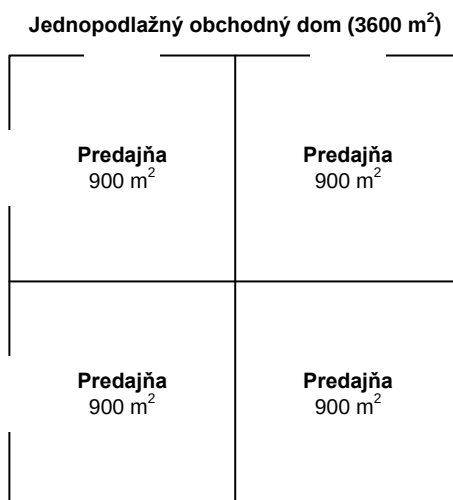
V súčasnej verzii pracuje model FIREFF s nasledujúcimi protipožiarňovými opatreniami: elektrická požiarňa signalizácia (EPS), hasiace prístroje (HP), sprinklerové stabilné hasiace zariadenie (SHZ), rozdelenie stavby na požiarne úseky (PÚ). Vzhľadom na komplexnosť návrhu a špecifický vplyv v konkrétnych podmienkach [4] v modeli momentálne nie sú zahrnuté zariadenia na odvod tepla a splodín horenia.

Na modelovanie rozvoja požiaru a predpokladaného rozsahu poškodenia stavby požiarom je použitá metóda analýzy stromu udalostí (ETA). Jednotlivé uzly reprezentujú stupne rozvoja požiaru a vplyv protipožiarňových opatrení pri relevantných úrovniach pravdepodobnosti. Vplyv protipožiarňových opatrení na ochranu života je vyjadrený prostredníctvom korekčných súčiniteľov vychádzajúcich so štatistických prehľadov. Na spresnenie vplyvu by bolo možné využiť porovnanie časov ASET a RSET, čo však vyžaduje zapojenie relatívne komplexných modelovacích metód [5].

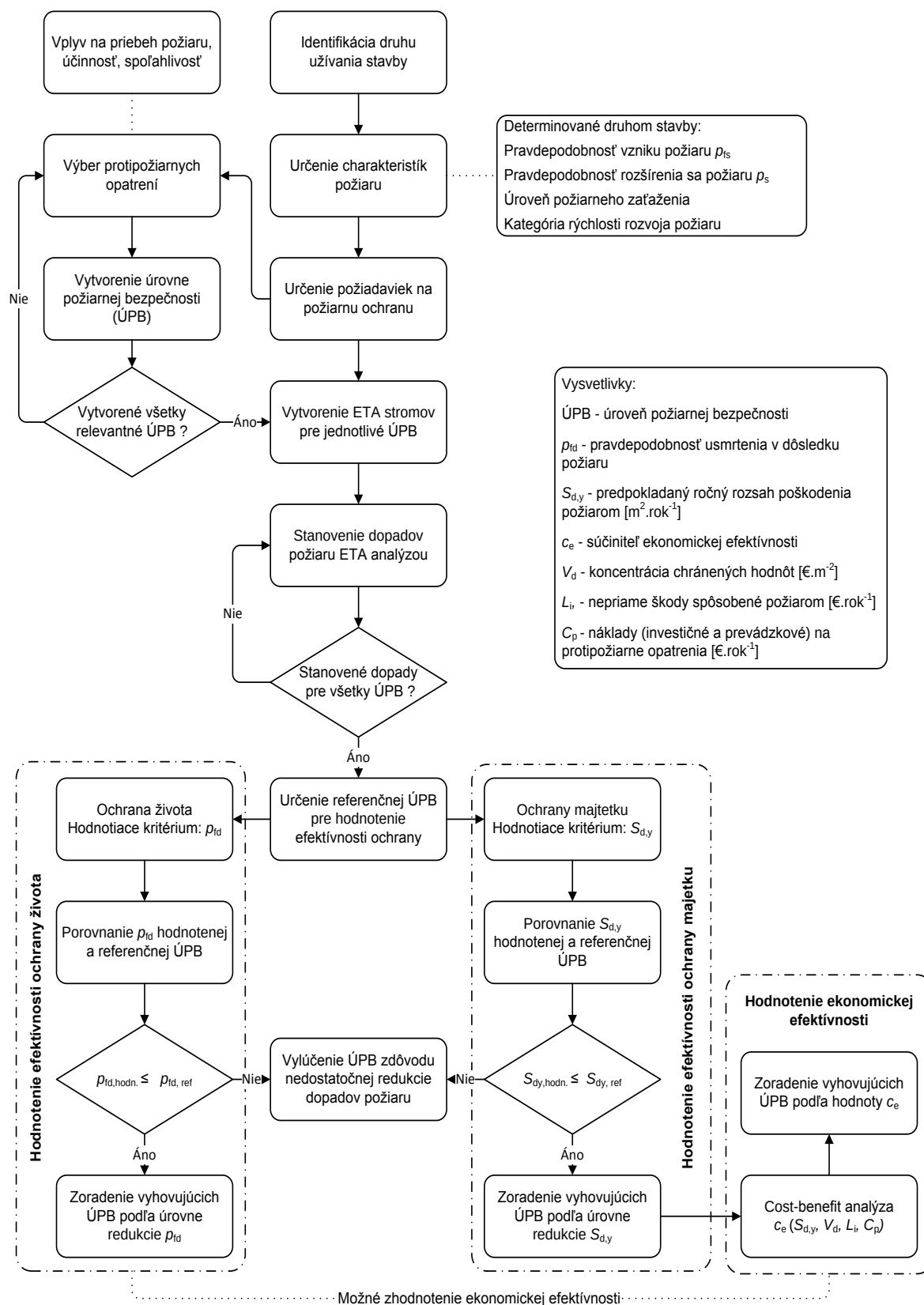
APLIKÁCIA MODELU NA VYBRANÚ STAVBU

Špecifikácia modelového scenára

Modelovou stavbou je jednopodlažný obchodný dom štvorcového pôdorysu s celkovou podlahovou plochou 3 600 m². Posudzovanú stavbu tvoria štyri rovnako veľké predajne, pričom každá predajňa má podlahovú plochu 900 m². Indikatívne rozdelenie priestoru je ilustrované na obr. 2.



Obr. 2 Indikatívny pôdorys stavby v modelovom scenári



Obr. 1 Funkčná schéma modelu hodnotenia efektívnosti protipožiarneho opatrenia

Z analytického hľadiska bude vyhodnotený vplyv všetkých štyroch protipožiarnych opatrení tak, ako boli špecifikované v predchádzajúcej stati, konkrétne:

- elektrická požiarňa signalizácia (EPS);
- hasiace prístroje (HP);
- sprinklerové stabilné hasiace zariadenie (SHZ);
- rozdelenie stavby na požiarne úseky (PÚ).

V prípade úrovni požiarnej bezpečnosti, ktoré uvažujú s rozdelením stavby na požiarne úseky je plocha jednotlivých požiarnych úsekov rovnaká, a to 900 m^2 ; požiarne úseky tvoria jednotlivé predajne.

So zásahom hasičskej jednotky sa uvažuje vo všetkých prípadoch, nakoľko nepredstavuje voliteľnú súčasť návrhu stavby, ale štandardnú reakciu v prípade vzniku požiaru. Najbližšia hasičská jednotka je kategórie P2, čo znamená dobu dojazdu a bojového rozvinutia 5 až 10 minút.

Vychádzajúc z analýzy štatistických údajov požiarovosti [7] je pre posudzovaný druh stavby – obchodná predajňa – zvolená hodnota pravdepodobnosti vzniku požiaru $p_{fs} = 6,89 \cdot 10^{-3}$ a pravdepodobnosti usmrtenia v dôsledku požiaru $p_{fd} = 5,68 \cdot 10^{-6}$.

Podľa Eurokódu 1 [1] prislúcha nákupnému centru hustota požiarneho zaťaženia 730 MJ.m^{-2} , pričom sa uvažuje, že objekt má nehorľavú konštrukciu (vrátane okien, dverí a podláh), a teda celková priemerná hustota požiarneho zaťaženia je rovnaká $\bar{p} = 730 \text{ MJ.m}^{-2}$.

Z hľadiska rýchlosti rozvoja požiaru sa jedná o kategóriu rýchleho rozvoja požiaru, t.j. súčiniteľ rýchlosti rozvoja požiaru $\alpha = 0,0469 \text{ kW.s}^{-2}$ [8].

Posúdenie potreby vybavenia stavby požiarnotechnickými zariadeniami v zmysle predpisov SR

Pre posúdenie potreby vybavenia stavby požiarnotechnickými zariadeniami v zmysle platných predpisov SR je potrebné najprv určiť jej základné parametre z pohľadu požiarnej bezpečnosti.

Maximálna dovolená plocha požiarneho úseku bola v zmysle STN 92 0201-1 [9] stanovená na $S_{\max} \approx 5\,300 \text{ m}^2$, čo znamená, že celá stavba môže tvoriť jeden požiarny úsek. Z hľadiska obsadenia stavby osobami v zmysle STN 92 0241 [10], je počet osôb v stavbe $E = 1\,800$ osôb, pričom na každú predajňu pripadá 450 osôb a uvažuje sa s 80 % predajnej plochy.

V závislosti na variante riešenia požiarnej bezpečnosti modelovej stavby by v zmysle právneho predpisu [11] bola požadovaná inštalácia nasledovných požiarnotechnických zariadení:

- v prípade, ak bude každá predajňa tvoriť samostatný úsek, t.j. $S_{pu} = 900 \text{ m}^2$, nie je potrebné vybavovať predmetnú stavbu stabilným hasiacim zariadením;
- v prípade, ak bude celá stavba tvoriť jeden požiarny úsek, t.j. $S_{pu} = 3600 \text{ m}^2$, vybavenie stavby stabilným hasiacim zariadením sa požaduje.

Keďže sa v stavbe podľa STN 92 0201-3 [12], vzhľadom na počet osôb, nachádza tzv. zhromažďovací priestor, požaduje sa inštalácia elektrickej požiarnej signalizácie, a to bez

ohľadu na rozdelenie či tvorí jeden alebo viacero požiarneho úsekov. Rovnako tak sa požaduje aj vybavenie stavby hasiacimi prístrojmi.

Na základe vyššie uvedeného budú s využitím navrhovaného modelu hodnotené dopady nasledovných návrhových variant (úrovní požiarnej bezpečnosti):

- stavba rozdelená na požiarne úseky bez stabilného hasiaceho zariadenia;
- stavba tvoriaca jeden požiarne úsek so stabilným hasiacim zariadením.

Pri hodnotení budú porovnané dopady na život a majetok, ako aj možnosť vzájomnej nahraditeľnosti týchto protipožiarnych opatrení z pohľadu redukcie dopadov požiaru.

2.3 Zostavenie stromu udalostí pre modelový scenár

V modelovom scenári sa uvažuje so štyrmi protipožiarными opatreniami. Tieto protipožiarne opatrenia sa vzájomne nevylučujú, a preto je možné uvažovať so šiestimi návrhovými variantami. Prehľad kombinácií protipožiarnych opatrení pre jednotlivé úrovne požiarnej bezpečnosti je uvedený v tab. 1. Zároveň sú v tabuľke označené (*) aj návrhové varianty, ktoré sú prípustné v zmysle platných predpisov SR.

Tabuľka 1 Definícia úrovni požiarnej bezpečnosti pre modelový scenár

Návrhový variant	Prítomnosť protipožiarneho opatrenia			
	Elektrická pož. signalizácia	Hasiace prístroje	Automatické sprinklery	Pož. deliace konštrukcie
0	Nie	Nie	Nie	Nie
1	Áno	Nie	Nie	Nie
2	Nie	Áno	Nie	Nie
3	Nie	Nie	Áno	Nie
4	Nie	Nie	Nie	Áno
5	Áno	Áno	Nie	Nie
6	Áno	Nie	Áno	Nie
7	Áno	Nie	Nie	Áno
8	Nie	Áno	Áno	Nie
9	Nie	Áno	Nie	Áno
10	Nie	Nie	Áno	Áno
11*	Áno	Áno	Áno	Nie
12*	Áno	Áno	Nie	Áno
13	Áno	Nie	Áno	Áno
14	Nie	Áno	Áno	Áno
15*	Áno	Áno	Áno	Áno

Na základe rýchlosti rozvoja požiaru (rýchly) a doby dojazdu hasičskej jednotky a bojového rozvinutia (kategória P2) 5 – 10 minút bol predpokladaný rozsah voľného šírenia sa požiaru s využitím t^2 modelu rozvoja požiaru a maximálnej plošnej rýchlosti uvoľňovania tepla 250 kW.m^{-2} [1] stanovený na:

- 270 m^2 pre prípady, kedy je uvažovaná elektrická požiarne signalizácia a táto úspešne požiar zadetkuje;
- 600 m^2 pre prípady, kedy dôjde k jej zlyhaniu.

S využitím vyššie uvedených hodnôt a veľkosti požiarneho úsekov (900 m^2) boli určené dopady pre výstupy stromu udalostí, ktoré predpokladajú protipožiarne zásah – ID 4 až ID 7 a

ID 10 až ID 13. Spolu s ďalšími výstupmi, ktoré majú fixný charakter sú zosumarizované v tab. 2. Zároveň sú všetky výstupy (negatívne následky) navrhovaného stromu udalostí graficky znázornené na obr. 3.

Tabuľka 2 Rozsahy poškodenia požiarom pre jednotlivé výstupy stromu udalostí modelového scenára

Označenie dopadu	Predpoklad	Plocha zasiahnutá požiarom S_i [m ²]
ID 0	Nedôjde k vzniku požiaru	0
ID 1	Požiar sa nerozšíri mimo prvú zapálenú vec	1
ID 2 ID 8	Úspešné použitie hasiaceho prístroja	2,5
ID 3 ID 9	Úspešná aktivácia sprinklerového systému	10
ID 4 až 7 a ID 10 až 13	Protipožiarne zásah	270 – 3600 ¹⁾

¹⁾ Rozsah poškodenia závisí od prítomnosti a aktivácie EPS, funkčnosti požiarne deliacich konštrukcií, doby dojazdu a schopnosti rýchlej lokalizácie požiaru.

Iniciácia požiaru	Rozšírenie mimo prvú	EPS	Hasiace prístroje	Sprinkler. systém	Požiarny úsek	Hasičská jednotka	Poškodenie požiarom	ID			
6.89E-03 Áno	0.75 Áno	0.85 Áno	0.5	0.9 Áno	0.78 Áno	0.8 Áno	2.5 m ²	2			
			Áno				10 m ²	3			
			Nie				270 m ²	4			
			0.5				Nie	900 m ²	5		
			0.1				0.2	270 m ²	6		
							0.22	0.8	270 m ²	6	
								Nie	3600 m ²	7	
								0.2	2.5 m ²	8	
								0.25 Áno	0.9	10 m ²	9
							0.15		0.8	600 m ²	10
			0.75						Áno	900 m ²	11
									Nie	600 m ²	12
			0.22						Áno	3600 m ²	13
							0.2				
			Nie							1 m ²	1
			0.25								
Nie											
0.99311											

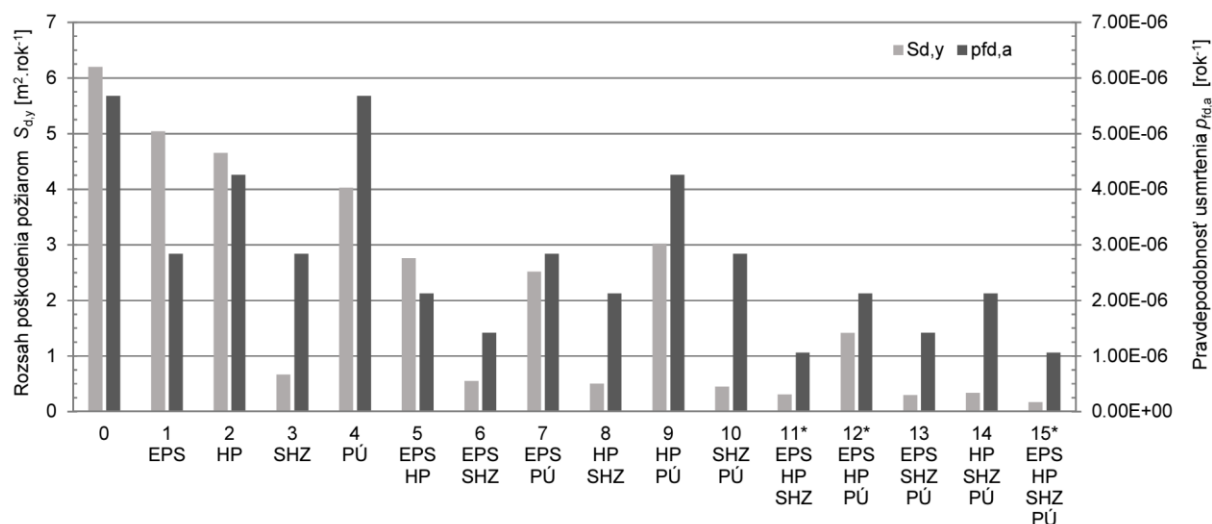
Obr. 3 Prehľad výstupov (negatívnych následkov) pre jednotlivé možné cesty vývoja požiaru

Po zostavení a analyzovaní stromov udalostí pre všetkých 16 návrhových variant bol pre každý variant stanovený celkový predpokladaný ročný rozsah poškodenia požiarom $S_{d,y}$ a hodnota pravdepodobnosti usmrtenia v dôsledku požiaru $p_{fd,a}$.

Výsledky analýzy modelového scenára

Výsledky analýzy požiarneho rizika pre modelový scenár sú pre jednoduchšie porovnanie požiarneho rizika zosumarizované v grafickom prehľade celkových predpokladaných ročných rozsahov poškodenia požiarom $S_{d,y}$ a hodnôt pravdepodobností usmrtenia v dôsledku požiaru $p_{fd,a}$, ktorý je na obr. 4.

Predpokladané celkové ročné poškodenie stavby požiarom $S_{d,y}$ sa pohybuje v rozmedzí od $0,17 \text{ m}^2 \cdot \text{rok}^{-1}$ pre variant 15, v ktorej figurujú všetky protipožiarne opatrenia, až po $6,20 \text{ m}^2 \cdot \text{rok}^{-1}$ pre variant 0, ktorá je bez akýchkoľvek voliteľných protipožiarnych opatrení, čo predstavuje približne 36,5-násobný nárast. Pravdepodobnosť usmrtenia v dôsledku požiaru $p_{fd,a}$ nadobúda hodnoty od $1,07 \cdot 10^{-6}$ (varianty 11 a 15), až po $5,68 \cdot 10^{-6}$ (variant 0), čo je referenčná hodnota bez vplyvu akýchkoľvek voliteľných protipožiarnych opatrení; rozdiel je v tomto prípade približne 5-násobný.



* Úroveň požiarnej bezpečnosti spĺňa minimálne požiadavky predpisov SR.

Obr. 4 Prehľad predpokladaného rozsahu požiaru a pravdepodobnosti usmrtenia pre jednotlivé návrhové varianty modelového scenára

Z analytického hľadiska získané výsledky potvrdzujú predpokladané pôsobenie jednotlivých protipožiarnych opatrení na rozsah požiaru a pravdepodobnosť usmrtenia tak, ako je zadefinované v štruktúre stromu udalostí modelu. Kombináciou jednotlivých protipožiarnych opatrení úroveň redukcie dopadov vzrastá a je možné jednoducho identifikovať protipožiarne opatrenia, ktorých prítomnosť má na redukcii najvyšší podiel.

Zároveň je však potrebné podotknúť, že výsledky týkajúce sa rozsahu požiaru v takej forme ako sú uvedené na obr. 4 neposkytujú absolútne vyjadrenie negatívnych dopadov požiaru z pohľadu ochrany majetku. Pre zhodnotenie ekonomických dopadov požiaru je potrebné priradiť poškodenú plochu ešte konkrétnu jednotkovú finančnú hodnotu, tzv. koncentráciu hodnôt, aby bolo možné jednoznačne posúdiť rozsah strát spôsobených požiarom. Takto kvantifikované škody spôsobené požiarom je potom možné použiť pri zhodnotení ekonomickej efektívnosti jednotlivých úrovní požiarnej bezpečnosti.

ZHODNOTENIE VÝSLEDKOV ANALÝZY MODELOVÉHO SCENÁRA A STANOVENIE EFEKTÍVNOSTI PROTIPOŽIARNYCH OPATRENÍ

Z analytického hľadiska, teda posúdením všetkých vyšpecifikovaných návrhových variant riešenia požiarnej bezpečnosti, je možné zo získaných výsledkov vyvodit' viaceré závery týkajúce sa vplyvu jednotlivých protipožiarňých opatrení a ich kombinácií na úroveň ochrany života a majetku.

„Nulový“ variant požiarnej bezpečnosti (VPB 0) poskytuje informácie o predpokladaných dopadoch požiaru v prípade, že je posudzovaná stavba bez akýchkoľvek protipožiarňých opatrení a jediná možnosť, ak sa nepočíta s úplným vyhorením, redukcie rozsahu požiaru je zásah hasičskej jednotky, ktorá bola pre modelový scenár uvažovaná ako hasičská jednotka kategórie P2. VPB 0 prináleží predpokladaný ročný rozsah poškodenia požiarom $S_{d,y} = 6,20 \text{ m}^2 \cdot \text{rok}^{-1}$ a hodnota pravdepodobnosti usmrtenia v dôsledku požiaru $p_{fd,a} = 5,68 \cdot 10^{-6} \text{ rok}^{-1}$.

Úroveň redukcie pravdepodobnosti usmrtenia v dôsledku požiaru je daná spôsobom využitia korekčných súčiniteľov f_{ci} . Tieto priamo modifikujú hodnotu pravdepodobnosti usmrtenia $p_{fd,a}$ a nedochádza k modelovaniu v jednotlivých krokoch ako v prípade predikcie rozsahu požiaru. Nutnosť využitia tohto postupu je daná extrémne obmedzenou štatistickou základňou [7]. Výsledkom je menšie spektrum hodnôt $p_{fd,a}$, čo znamená, že nie každá úroveň požiarnej bezpečnosti je charakterizovaná jedinečnou hodnotou $p_{fd,a}$.

Z tohto dôvodu majú napríklad návrhové varianty požiarnej bezpečnosti 1 a 3, ktoré uvažujú len so samostatným účinkom elektrickej požiarnej signalizácie alebo stabilného hasiaceho zariadenia, rovnakú výslednú hodnotu pravdepodobnosti $p_{fd,a} = 2,84 \cdot 10^{-6} \text{ rok}^{-1}$, čo je výsledkom rovnosti hodnôt korekčných súčiniteľov $f_{ca} = f_{cs} = 0,5$.

Aj napriek tomuto obmedzeniu je však navrhnutý systém vhodný na porovnanie úrovne ochrany života prostredníctvom implementácie jednotlivých protipožiarňých opatrení. Úroveň ochrany života je možné rozdeliť do kategórií definovaných prítomnosťou protipožiarňých opatrení; ich sumarizácia pre modelový scenár je prezentovaná v tab.3. Z takto zostavených kategórií vyhovujú tie, ktoré spĺňajú požiadavku na úroveň ochrany života, t.j. požadovaná hodnota $p_{fd,a}$, resp. Πf_{ci} a následne sa z nich zvolí kombinácia protipožiarňých opatrení (prislúchajúca konkrétnej VPB), ktorá spĺňa požiadavky na ochranu majetku a ekonomickú efektívnosť protipožiarňých opatrení.

Tab. 3 Príklad kategorizácie a zhodnotenia efektívnosti úrovni požiarnej bezpečnosti z hľadiska ochrany života pre modelový scenár

Protipožiarne opatrenie	Návrhový variant požiarnej bezpečnosti	Πf_{ci} [–]	$p_{fd,a}$ [rok ⁻¹]
–	ÚPB 0, 4	1	$5,68 \cdot 10^{-6}$
HP	ÚPB 2, 9	0,75	$4,26 \cdot 10^{-6}$
EPS alebo SHZ	ÚPB 1, 3, 7, 10	0,5	$2,84 \cdot 10^{-6}$
EPS a HP alebo SHZ a HP	ÚPB 5, 8, 11, 14	0,375	$2,13 \cdot 10^{-6}$
EPS a SHZ	ÚPB 6, 13	0,25	$1,42 \cdot 10^{-6}$
EPS a SHZ a HP	ÚPB 12, 15	0,1875	$1,07 \cdot 10^{-6}$

Výsledky pre modelový scenár uvedené na obr. 4 potvrdzujú významný vplyv sprinklerového hasiaceho zariadenia na redukciu rozsahu požiaru, ktorý je daný tým, že sa jedná o automatické hasiace zariadenie s plošným pokrytím a jeho aktivácia nie je podmienená spozorovaním požiaru osôb na rozdiel od hasiacich prístrojov. Samotné sprinklerové hasiace

zariadenie dosahuje vyššiu úroveň redukcie rozsahu požiaru, v porovnaní s referenčnou VPB 0, ako kombinácia elektrickej požiarnej signalizácie, hasiacich prístrojov a rozdelenia posudzovaného priestoru na požiarne úseky. Porovnanie efektívnosti všetkých posudzovaných návrhových variant požiarnej bezpečnosti voči referenčnej „nulovej“ úrovni, na základe miery redukcie predpokladaného ročného poškodenia požiarom $S_{d,y}$, je uvedené v tab. 4.

Tab. 4 Prehľad efektívnosti protipožiarneho opatrenia pre modelový scenár vyjadrený mierou redukcie $S_{d,y}$ – ochrana majetku

Návrhová alternatíva	Prítomnosť protipožiarneho opatrenia				$S_{d,y}$ [m ² .rok ⁻¹]	Redukcia [%]
	EPS	HP	SHZ	PÚ		
0	Nie	Nie	Nie	Nie	6,20	ref.*
1	Áno	Nie	Nie	Nie	5,04	18,7
2	Nie	Áno	Nie	Nie	4,66	24,9
4	Nie	Nie	Nie	Áno	4,03	35,1
9	Nie	Áno	Nie	Áno	3,02	51,3
5	Áno	Áno	Nie	Nie	2,76	55,5
7	Áno	Nie	Nie	Áno	2,52	59,4
12*	Áno	Áno	Nie	Áno	1,42	77,2
3	Nie	Nie	Áno	Nie	0,67	89,2
6	Áno	Nie	Áno	Nie	0,55	91,1
8	Nie	Áno	Áno	Nie	0,50	91,9
10	Nie	Nie	Áno	Áno	0,45	92,7
14	Nie	Áno	Áno	Áno	0,34	94,5
11*	Áno	Áno	Áno	Nie	0,31	95,0
13	Áno	Nie	Áno	Áno	0,30	95,2
15*	Áno	Áno	Áno	Áno	0,17	97,2

* Varianty PB spĺňajú minimálne požiadavky predpisov SR

Výsledky získané pre jednotlivé posudzované návrhové varianty požiarnej bezpečnosti (VPB 11, 12 a 15) je zároveň možné z pohľadu praktického využitia navrhovaného modelu interpretovať nasledovne:

1. Z troch návrhových variant požiarnej bezpečnosti, VPB 11, 12 a 15 sú negatívne dopady na život a majetok najnižšie, tak ako je možné očakávať, pre VPB 15 vzhľadom na to, že uvažuje so všetkými protipožiarными opatreniami.
2. Úroveň ochrany života je identická pre VPB 11 a 15, a teda je možné tieto kombinácie protipožiarneho opatrenia považovať za rovnako efektívne.
3. Z hľadiska ochrany majetku poskytujú varianty VPB 11 a 15 z dôvodu prítomnosti sprinklerového hasiaceho zariadenia približne rovnakú úroveň bezpečnosti (0,17 a 0,31 m².rok⁻¹).
4. Keďže pre VPB 12 sa neuvažuje okrem prípadného využitia hasiacich prístrojov a zásahu hasičskej jednotky s ďalším aktívnym vplyvom hasiacich zariadení je predpokladaná plocha zasiahnutá požiarom viac 4-násobná v porovnaní s VPB 11 a 15.

ZÁVER

Predpokladom ekonomicky efektívneho riešenia požiarnej bezpečnosti stavieb je možnosť identifikácie najvýhodnejšej kombinácie protipožiarnych opatrení – návrhovej varianty. Na tento účel bol vytvorený model hodnotenia ekonomickej efektívnosti protipožiarnych opatrení FIREFF.

Aplikáciou súčasnej verzie modelu na vzorovú stavbu boli odprezentované základné princípy jeho fungovania, formátu vstupov a výstupov a ich ďalšieho praktického a analytického využitia. Bol zároveň jednoznačne preukázaný zásadný vplyv sprinklerového hasiaceho zariadenia na rozsah škôd, ktoré redukuje požiarne riziko viac než kombinácia elektrickej požiarnej signalizácie, hasiacich prístrojov a rozdelenie stavby na požiarne úseky. Je to dané hlavne spôsobom akým sprinklerové hasiace zariadenie redukuje plochu zasiahnutú požiarom a pravdepodobnosťou úspešnej a účinnej aktivácie.

Model je v súčasnej podobe nastavený tak, aby umožňoval ďalšie rozširovanie a skvalitňovanie výstupov. K rozpracovaným zámerom patrí napríklad rozdelenie poškodenia požiarom na konštrukciu a obsah stavby, napr. s využitím výsledkov kónickej kalorimetrie [13], [14], využitie ASET/RSET modelovania na posúdenie úrovne ohrozenia života a zdokonalenie prístupu týkajúceho sa určovania priamych a nepriamych škôd spôsobených požiarom [15]. Avšak treba si uvedomiť, že každé zvýšenie úrovne detailu bude mať za následok vyššie nároky na čas a spektrum vstupných dát, ktoré budú potrebné a preto je nevyhnutné ponechať funkčnú aj súčasnú základnú verziu modelu.

POĎAKOVANIE

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

LITERATÚRA

- [1] HALL, J. R., WATTS, J. M. 2008. Fire Risk Analysis, Section 3, Chapter 8 In: NFPA Fire protection handbook. 20th ed. Quincy, Mass.: National Fire Protection Association, 2008. ISBN 0877657580.
- [2] HASOFER, A. M., BECK, V. R., BENNETTS I.D. 2007. Risk analysis in building fire safety engineering. Amsterdam; London: Butterworth-Heinemann, 2007. ISBN 075068156X.
- [3] RAMACHANDRAN, G., CHARTIS, D. 2011. Quantitative risk assessment in fire safety. London ; New York: Spon Press, 2011. ISBN 9780419207900.
- [4] POKORNÝ, J., TOMAN, S. 2011. *Požární větrání – Větrání únikových a zásahových cest*, vol. 75 of Edice SPBI Spektrum. Ostrava: SPBI, 2011.
- [5] FOLWARCZNY, L., POKORNÝ, J. 2006. *Evakuace osob*, vol. 47 of Edice SPBI Spektrum. Ostrava:SPBI, 2006.
- [6] STN EN 1991-1-2. Eurokód 1: Zaťaženia konštrukcií: Časť 1-2: Všeobecné zaťaženia. Zaťaženia konštrukcií namáhaných požiarom. SUTN, 2007.
- [7] CONEVA, I., PANÁKOVÁ, J. 2014. Požiare a ich následky na základe kategorizácie budov. In: Advances in Fire and Safety Engineering 2014, Zborník konferencie, Trnava: AlumniPress, 2014. ISBN: 978-80-8096-202-9.

- [8] MAYFIELD, C., HOPKIN, D. 2011. *Design fires for use in fire safety engineering [FB29]*. Watford, 2011.
- [9] STN 92 0201-1. Požiarna bezpečnosť stavieb - Spoločné ustanovenia Časť 1: Požiarne riziko, veľkosť požiarneho úseku. Bratislava: SÚTN, 2000
- [10] STN 92 0241. Požiarna bezpečnosť stavieb. Obsadenie stavieb osobami. Bratislava: SUTN, 2012.
- [11] Vyhláška MV SR 94/2004, ktorou sa ustanovujú technické požiadavky na protipožiarnu bezpečnosť pri výstavbe a pri užívaní stavieb v znení neskorších predpisov.
- [12] STN 92 0201-3. Požiarna bezpečnosť stavieb. Spoločné ustanovenia. Časť 3: Únikové cesty a evakuácia osôb. Bratislava: SUTN, 2000.
- [13] MARTINKA J., CHREBET T., HRUŠOVSKÝ, I., BALOG, K. 2013. *Assessment of the impact of heat flux density on the combustion efficiency and fire hazard of spruce pellets* in: European Journal of Environmental and Safety Sciences Vol. 1(1) (2013)
- [14] XU,Q., ZACHAR, M., MAJLINGOVÁ, A., JIN, C., JIANG, Y. 2013. *Evaluation of plywood fire behaviour by ISO tests* in: European Journal of Environmental and Safety Sciences Vol. 1(1) (2013)
- [15] DVORSKÝ, J., KLUČKA, J. 2014. Modelovanie ekonomických škôd pri požiaroch v Žilinskom kraji. In: Zborník z XXIII. Ročníka medzinárodnej konferencie, VŠB – TU Ostrava, Sdružení požárního a bezpečnostního inženýrství, Ostrava, str. 48-51, 2014, ISBN 978-80-7385-148-4

A detailed close-up photograph of a wooden knot in a plank. The wood grain is highly textured and wavy, with a prominent circular knot in the center. The lighting creates strong shadows and highlights, emphasizing the natural grain and imperfections of the wood. A white horizontal band is positioned at the bottom of the image, containing the ISBN number.

ISBN 978-80-554-1206-1