



POSÚDENIE EKONOMICKEJ OPODSTATNENOSTI INŠTALÁCIE SPRINKLEROVÉHO SYSTÉMU PRE PRIEMYSELNÉ A OBCHODNÉ STAVBY

Vladimír Mózer *)

ABSTRAKT

Prax často prináša otázku, ekonomickej opodstatnenosti zaradenia, resp. nezaradenia konkrétnych protipožiarnych opatrení. Článok približuje možnosť posúdenia ekonomickej opodstatnenosti inštalácie protipožiarnych opatrení prostredníctvom modelu FIREFF, konkrétne sa jedná o sprinklerové hasiace zariadenie. Na príklade priemyselnej a obchodnej stavby je s ohľadom na ďalšie vstupné parametre, identifikovaná najnižšia koncentrácia hodnôt – ceny stavby a jej obsahu, pri ktorej je inštalácia sprinklerového systému už opodstatnená. Článok zároveň poukazuje na veľkú dôležitosť pravdepodobnosti vzniku požiaru v celom procese a nutnosť jej správneho stanovenia, aby sa predišlo nesprávnym záverom.

Kľúčové slová:

FIREFF, pravdepodobnosť vzniku požiaru, sprinklerový systém, druh užívania stavby

ABSTRACT

During the design process a question of economic feasibility of a particular fire protection measure often arises. The paper describes a possibility of economic feasibility evaluation for fire protection system installation with the use of the FIREFF model; an example of sprinkler system economic justification is provided. On the examples of industrial and retail buildings, the minimum value density is determined – the price of building structure and contents, at which the sprinkler installation is justified. The paper also highlights the importance of the probability of fire occurrence in the evaluation process and the need for its very precise determination in order to avoid erroneous conclusions.

Key words:

FIREFF, probability of fire occurrence, sprinkler system, building occupancy

*) doc. Ing. Vladimír Mózer, PhD. Fakulta bezpečnostného inžinierstva, Žilinská univerzita v Žiline, ul. 1. mája 32, 01001 Žilina, 041 / 513 6604, vladimir.mozer@fbi.uniza.sk

1 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.

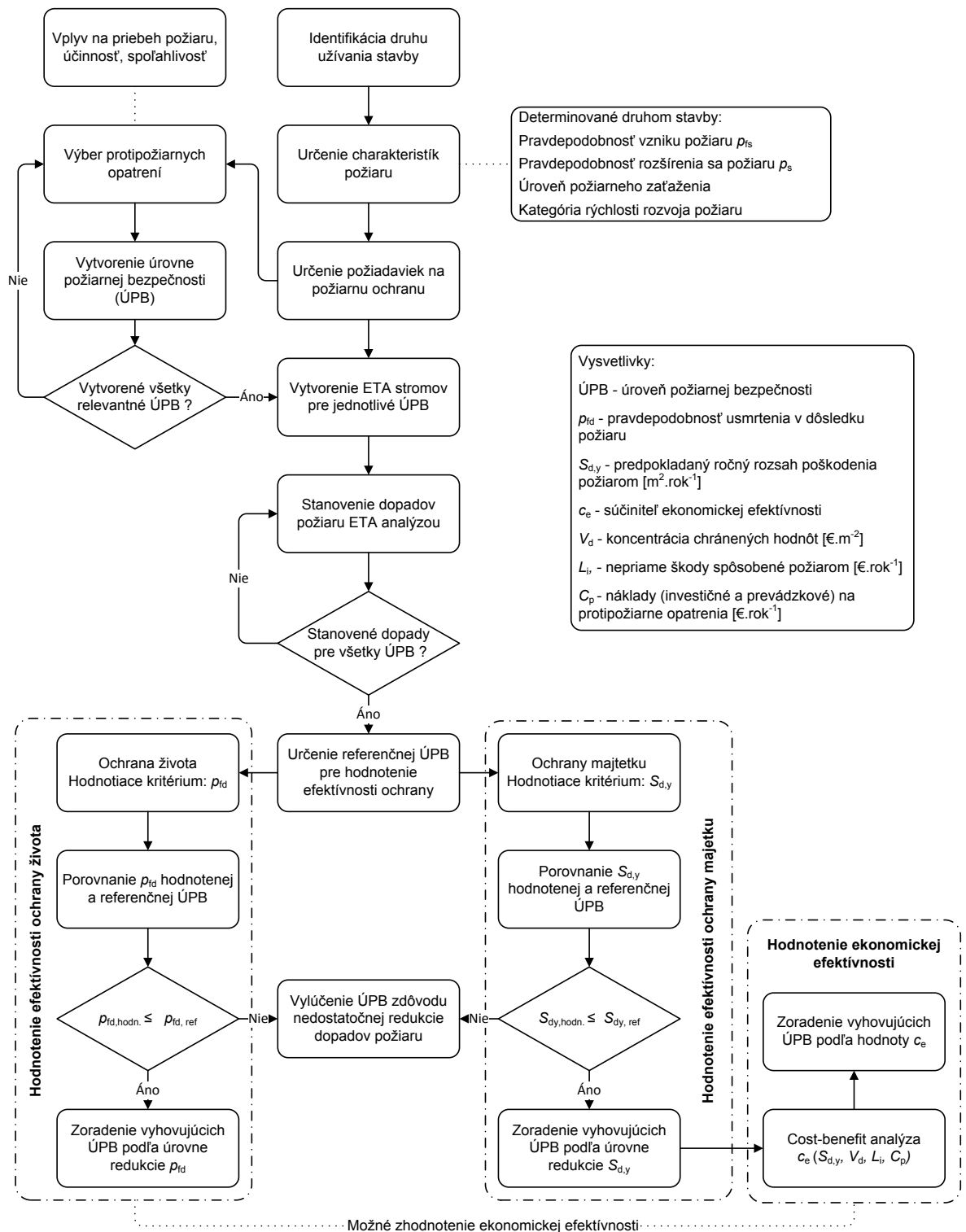
2 POPIS MODELU FIREFF

Základným účelom modelu je porovnanie rôznych variantov požiarnej bezpečnosti stavby z pohľadu predpokladaných dopadov požiaru. Rôznymi variantmi požiarnej bezpečnosti sa rozumejú špecifické kombinácie aktívnych a pasívnych protipožiarnych opatrení, pričom každá z nich je charakterizovaná určitými predpokladanými dopadmi. Z tohto dôvodu môže byť efektívnosť protipožiarnych 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 protipožiarnych opatrení. Funkčná schéma modelu je graficky znázornená na obr. 1.

V súčasnej verzii pracuje model FIREFF s nasledujúcimi protipožiarными 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] momentálne nie sú zahrnuté v modeli 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 protipožiarных opatrení pri relevantných úrovniach pravdepodobnosti. Vplyv protipožiarных 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].



Obrázok 1 Funkčná schéma modelu hodnotenia efektívnosti protipožiarных opatrení

3 POSÚDENIE EKONOMICKEJ OPODSTATNENOSTI INŠTALÁCIE SPRINKLEROVÉHO SYSTÉMU

3.1 VÝCHODISKOVÉ PARAMETRE MODELU

Boli posudzované dva druhy užívania stavby: priemyselné a obchodné. Druh užívania stavby ovplyvňuje viacero kľúčových parametrov rozvoja a dopadov požiaru v stavbe, ako napríklad rýchlosť rozvoja požiaru, úroveň požiarneho zaťaženia atď. Primárne je však druh užívania stavby previazaný s pravdepodobnosťou vzniku požiaru, t.j. iniciačnou udalosťou, od ktorej sa ďalší jeho priebeh vzhľadom na pôsobenie protipožiarneho opatrení odvíja.

Analýzy štatistických zdrojov [7], [8] však poukazujú na fakt, že rozdiely pre jeden druh užívania stavby môžu byť v medzinárodnom porovnaní až rádomé. Z tohto dôvodu bolo do posúdenia zaradené jednak údaje z PD 7974-7 [9], ktoré sú bežne používané v požiarnom inžinierstve, ako aj hodnoty z vyššie uvedeného štatistického prieskumu; ich prehľad uvádza tabuľka 1.

Tabuľka 1 Pravdepodobnosti vzniku požiaru pre posudzované druhy stavieb

Zdroj	Pravdepodobnosť vzniku požiaru [rok ⁻¹]	
	Obchod	Priemysel
Prieskum [7]	$7,54 \cdot 10^{-03}$	$1,45 \cdot 10^{-02}$
PD 7974-7 [9]	$0,000066 S / 1.7$	$0,0017 S^{0,53} / 4$

S je plocha posudzovanej stavby v m²

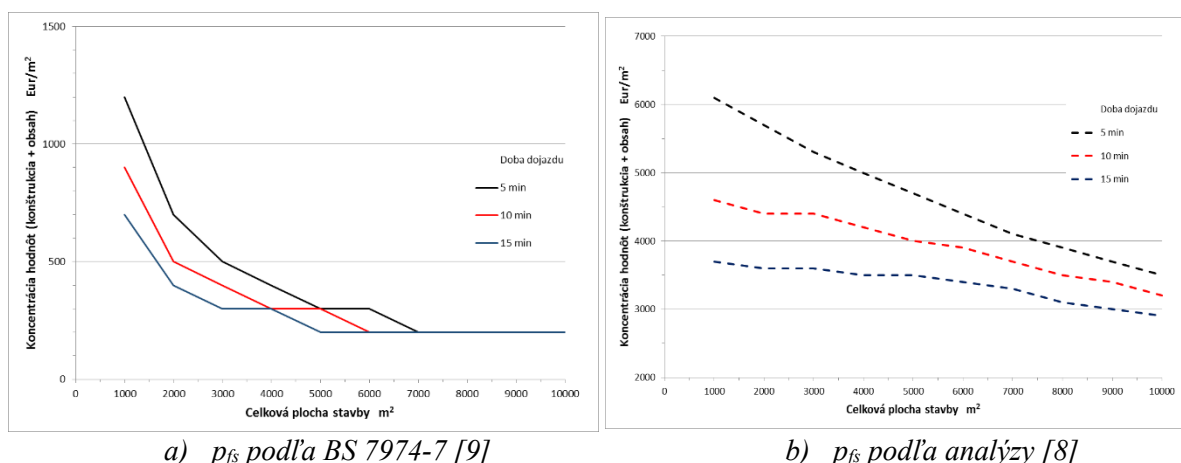
Prehľad ostatných parametrov návrhových variant týkajúcich sa rozvoja požiaru, veľkosti stavby a uvažovaných protipožiarneho opatrení je uvedený v tabuľke 2.

Tabuľka 2 Sumarizácia parametrov posudzovaných stavieb a protipožiarneho opatrení

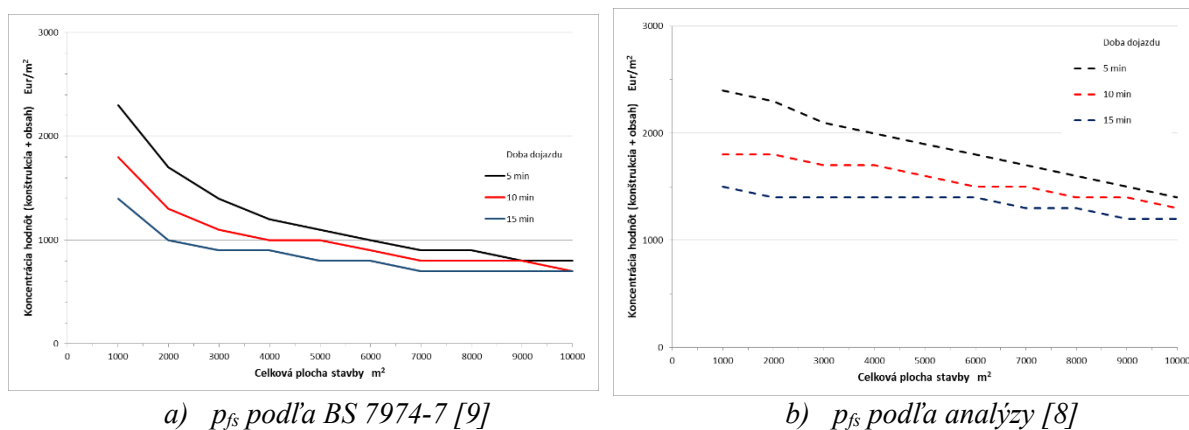
Špecifikácia stavby		Špecifikácia protipožiarneho opatrení		
Druh užívania stavby	Obchod/Priemysel	Druh zariadenia	Investičné (Eur celkom)	Prevádzkové (Eur / rok)
Rýchlosť rozvoja požiaru	Rýchly 0,0469 kW.s ⁻²	Elektrická pož. Signalizácia	$S \cdot 10$	5% z inv.
Požiarne zaťaženie	Stredné 1100 MJ.m ⁻²	Hasiace prístroje	$S \cdot 0,6$	$S \cdot 0,3$
Konštrukcia stavby	Betónová	Sprinklerové has. zariadenie	$S \cdot 30 + 150\,000$	$S \cdot 2$
Dojazd hasičskej jednotky	5 až 15 min	Rozdelenie na pož. úseky	$S \cdot 0,3$	5% z inv.
Veľkosť požiarneho úseku	Max. ½ celkovej plochy stavby			
Celková plocha stavby	1000 - 10 000 m ²			
Doba životnosti stavby	50 rokov			

3.2 VÝSLEDKY POSÚDENIA EKONOMICKEJ EFEKTÍVNOTI INŠTALÁCIE SPRINKLEROVÉHO SYSTÉMU

Cieľom posúdenia bolo identifikovať, s ohľadom na druh stavby a jej predpokladanú veľkosť – pôdorysnú plochu – takú hladinu koncentrácie hodnôt [Eur.m⁻²], pri ktorej je inštalácia sprinklerového hasiaceho zariadenia ekonomicky odôvodnená. Ekonomická odôvodnenosť je v tomto prípade vyjadrená hodnotou predpokladaných ročných nákladov (predpokladaná ročná strata spôsobená požiarom a náklady na protipožiarne opatrenia) čo najnižšia. Prehľad výsledkov pre jednotlivé druhy užívania stavby a pravdepodobnosti vzniku požiaru p_{fs} prinášajú obr. 2 a 3.



Obrázok 2 Minimálne koncentrácie hodnôt pre ekonomické zdôvodnenie inštalácie sprinklerového hasiaceho zariadenia - Obchod



Obrázok 3 Minimálne koncentrácie hodnôt pre ekonomické zdôvodnenie inštalácie sprinklerového hasiaceho zariadenia - Priemysel

Z uvedeného je zrejماً značná závislosť minimálnej koncentrácie hodnôt, pri ktorej už je inštalácia sprinklerového hasiaceho zariadenia ekonomicky zdôvodniteľná, na celkovej ploche stavby. Táto redukcia je spôsobená fixnou časťou nákladov na inštaláciu sprinklerov, ktorú predstavujú náklady na zdroj vody a čerpadlo. Zároveň je možné sledovať aj značný vplyv predpokladanej doby dojazdu – kategórie hasičskej

jednotky, hlavne pri menších stavbách, kedy predstavujú náklady na zdroj vody a čerpadlo ešte značnú časť nákladov na sprinklerové hasiace zariadenie.

Druhým významným vplyvom je samotná pravdepodobnosť vzniku požiaru p_{fs} , ktorá determinuje výskyt nežiaducej udalosti – požiaru – a tým pádom nevyhnutne aj predpokladaný ročný rozsah poškodenia. Z pohľadu ekonomického zdôvodnenia inštalácie sprinklerového hasiaceho zariadenia je pravdepodobnosť vzniku požiaru nepriamo úmerná minimálnej hodnote koncentrácie hodnôt, t.j. čím nižšia je pravdepodobnosť vzniku požiaru, tým vyššia je minimálna koncentrácia hodnôt, potrebná na ekonomické zdôvodnenie inštalácie sprinklerového hasiaceho zariadenia.

Keďže je pravdepodobnosť vzniku požiaru závislá na ploche stavby je potrebné tento fakt zohľadňovať aj v cost-benefit analýzach tohto typu. Platí rovnaká analógia ako bolo uvedené vyššie. Z pohľadu zhodnotenia ekonomickej opodstatnenosti inštalácie sprinklerového hasiaceho zariadenia je teda nutné venovať stanoveniu pravdepodobnosti vzniku požiaru veľký dôraz, rovnako ako jej závislosti na ploche stavby. S týmto je úzko spojená extrapolácia dát, resp. používanie dát z iných krajín. Aj keď v modelovom scenári nie je v prípade priemyselnej stavby rozdiel zásadný, v prípade obchodného využitia stavby (predajňa) je tento rozdiel významný a môže viesť k mylným záverom týkajúcich sa zaradenia sprinklerovej ochrany objektu.

ZÁVER

Ekonomické dôvody sú po požiadavkách právnych a technických predpisov najčastejším faktorom ovplyvňujúcim zaradenie, resp. nezaradenie konkrétneho protipožiarneho opatrenia do návrhu stavby. Aj napriek zrejmým benefitom je inštalácia sprinklerového systému často „nežiaducou“ možnosťou vzhľadom na relatívne vysoké investičné a prevádzkové náklady.

Model FIREFF prináša možnosť exaktného a kvantitatívneho posúdenia opodstatnenosti zaradenia jednotlivých protipožiarnych opatrení do návrhu stavby. Rozhodovacím kritériom je, aby posudzované opatrenie redukovalo dopady požiaru do takej miery, že redukcia straty prevýši navýšenie nákladov. Finančné vyjadrenie zároveň dáva investorovi možnosti porovnania potencionálnych finančných strát a tým pádom je predpokladom pre informované rozhodnutie.

Veľmi dôležitým faktorom pri takomto type posúdenia je však presné stanovenie pravdepodobnosti vzniku iniciačnej udalosti – požiaru. V praxi sa často využívajú hodnoty zo zahraničia, ktoré môžu byť rozdielne oproti skutočným hodnotám až rádovo. Pre správne zhodnotenie ekonomickej opodstatnenosti je preto nevyhnutné vychádzať z aktuálnych štatistických údajov požiarovosti.

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. 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, V R BECK a I D BENNETTS. Risk analysis in building fire safety engineering. Amsterdam; London: Butterworth-Heinemann, 2007. ISBN 075068156X.
- [3] RAMACHANDRAN, G a CHARTIS, D. Quantitative risk assessment in fire safety. London ; New York: Spon Press, 2011. ISBN 9780419207900.
- [4] J. POKORNÝ, S. TOMAN, *Požárni větrání – Větrání únikových a zásahových cest*, vol. 75 of Edice SPBI Spektrum. Ostrava: SPBI, 2011.
- [5] L. FOLWARCZNY, J. POKORNÝ, *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. 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] MÓZER, V., WILKINSON, P., TOFILO, P. *Use of Statistical Data in Fire Engineering Design – an International Comparison*. In: Zeszyty Naukowe SGSP nr 53 (1) 2015
- [9] PD 7974-7. Part 7 Probabilistic risk assessment. London: BSI, 2003.