



EKONOMICKÝ MODEL A JEHO APLIKÁCIA V PROBLEMATIKE EKONOMICKEJ EFEKTÍVNOTI PROTIPOŽIARNYCH OPATRENÍ

Jozef Klučka^{*)}

ABSTRAKT

Protipožiarné opatrenia majú aj ekonomickú dimenziu. Aplikácia investícií do protipožiarnych opatrení má byť zdôvodnená – tiež ekonomickou efektívnosťou. Existujú rôzne metódy, ktoré kvantifikujú ekonomickú efektívnosť investícií. V článku je uvedený model aplikovaný pre kvantifikáciu efektívnosti protipožiarnych opatrení. V závere je pojednané o výhodách, nevýhodách prezentovaného modelu a jeho obmedzeniach, ktoré súvisia s hlavne s dostupnosťou empirických dát.

Kľúčové slová: investičné rozhodovanie, kvantifikácia ekonomickej efektívnosti, protipožiarné opatrenia

ABSTRACT

Fire protection measures have their economic dimensions. Application of investments into fire protection measures should be justified. – also by economic effectiveness. There are different methods that quantify economic effectiveness of investments. In the paper is presented model applied for quantification of fire protection measures. At conclusion it is dealt with advantages, disadvantages of the presented model and its constraints that are linked mainly to acceptability of empirical data.

Key words: investment decision, economic effectiveness quantification, fire protection measures

^{*)} Jozef Klučka, doc. Ing. PhD. Žilinská Univerzita v Žiline. Fakulta bezpečnostného inžinierstva. Katedra krízového manažmentu. Ul. 1. Mája 32, 010 26 Žilina. 041 513 6706.
Jozef.klucka@fbi.uniza.sk

1 ANALÝZA PROBLÉMU

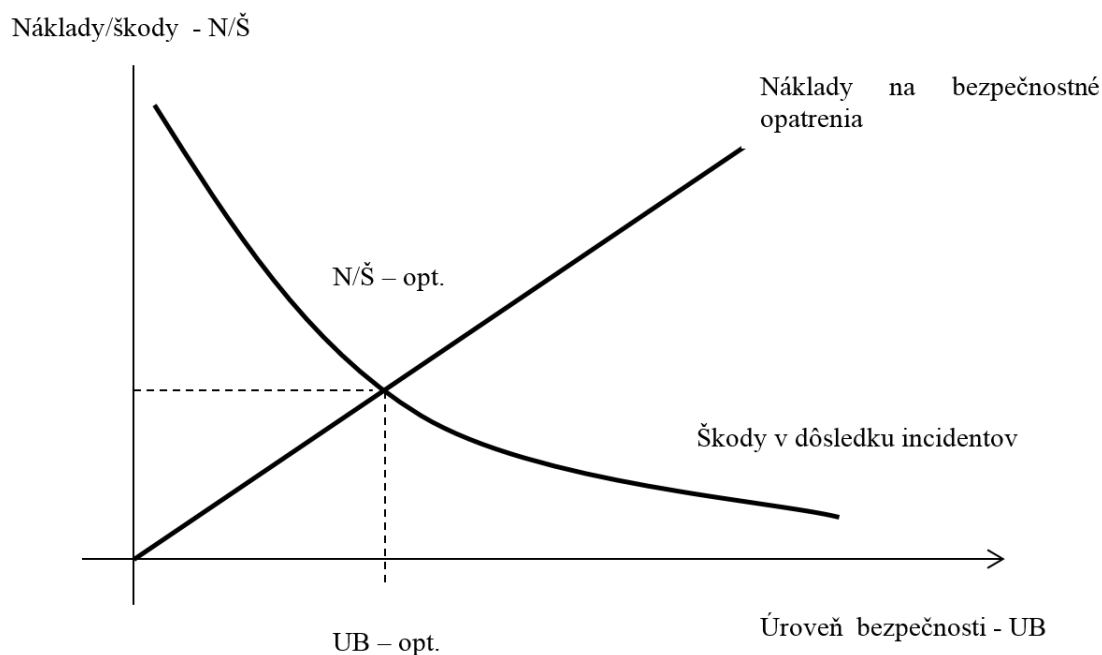
Pojem efektívnosť akcentuje ekonomickú opodstatnenosť. V prípade protipožiarneho opatrenia to znamená aplikovať vzhľadom na riziká také protipožiarne opatrenia, ktoré preukazujú ekonomickú opodstatnenosť. Ekonomickou opodstatnenosťou budeme rozumieť investičné projekty, u ktorých benefity prevažujú nad nákladmi. Ekonomická efektívnosť je významný aspekt každého investičného rozhodovania. V prípade protipožiarneho opatrenia sa k ekonomickej dimenzii investičného rozhodovania pridáva aj aspekt ochrany života a zdravia, ekologické dôsledky a očakávané náklady spojené s hasením analyzovanej budovy. Mnohé z týchto činiteľov je obtiažne kvantifikovať – majú povahu náhodnej premennej často spojené s nedostatkom dát na špecifikáciu parametrov rozdelenia náhodnej premennej.

Protipožiarne opatrenia predstavujú investičnú a prevádzkovú činnosť, ktorá je spätá s inštaláciou a prevádzkovaním špecifických zariadení (elektrická požiarne signalizácia - EPS, hasiace prístroje – HP, sprinklerové systémy – SHZ a požiarne úseky – PÚ). Cieľom je s ich pomocou znížiť dôsledky požiaru (represia). Inštalácia protipožiarneho zariadenia znamená dodatočné náklady spojené so zaobstaraním a inštaláciou a taktiež prevádzkové náklady spojené so zabezpečením prevádzky schopného stavu.

Investície do protipožiarnej bezpečnosti zvyšujú bezpečnosť pre vlastníkov, resp. užívateľov stavebného objektu. Záujmy stakeholderov (stakeholder je subjekt s priamym alebo nepriamym vzťahom k analyzovanej stavbe) sú však rôznorodé a tie odrážajú aj preferencie z hľadiska úrovne protipožiarneho zabezpečenia stavby. Investor má záujem tieto náklady minimalizovať a zákazník/obyvateľ maximalizovať.

Obr.1 vyjadruje vzťah medzi škodami v dôsledku incidentu a nákladmi na opatrenia zvyšujúce bezpečnosť. Z obrázku vyplýva, že pre daný priebeh nákladov a škôd predstavuje bod (UB-opt., N/Š-opt.), optimálnu úroveň – t.j. súradnice tohto bodu predstavujú ekvilibrium optimalizujúce náklady na bezpečnostné opatrenia a škôd v dôsledku incidentov.

Graf teda zodpovedá riešeniu úlohy: Aké náklady na bezpečnostné opatrenia sú ekonomicky efektívne? Nízke náklady na protipožiarne opatrenia vytvárajú hrozbu vysokých strát v dôsledku výskytu požiaru a extrémne vysoké náklady na protipožiarne opatrenia vytvárajú možný scenár, kedy suma škôd v dôsledku požiaru je nižšia než celkové náklady na protipožiarne opatrenia; z toho dôvodu nie je opodstatnenosť takejto realizácie.



Obr. 1 Vyjadrenie optimalizačného konfliktu – škody v dôsledku incidentu a úroveň bezpečnosti

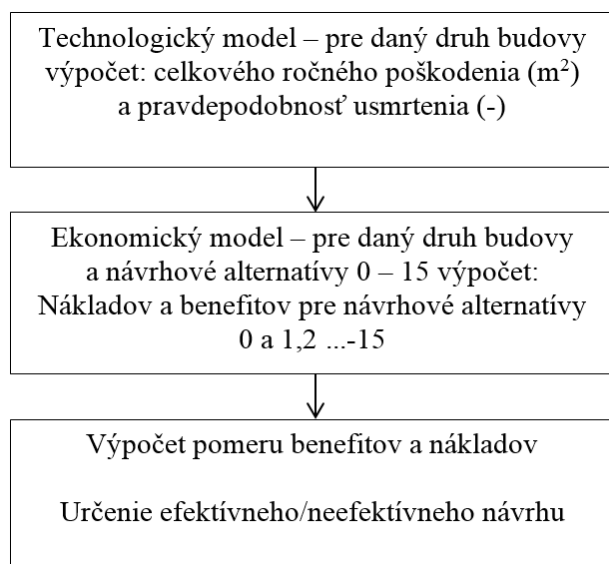
Prepojenie technicko-technologického riešenia s ekonomickou analýzou navrhnutých protipožiarnych opatrení je cieľom článku.

Mnohé aktivity však priamo neprinášajú rast hotovosti ale benefity (benefit je relevantný prínos investície; benefity dokážeme kvantifikovať priamo, resp. nepriamo). Investície zvyšujúce bezpečnosť (napr. investície do záložných dátových centier) neprinášajú v krátkodobom horizonte pridaný tok hotovosti, ale cieľom ich budovania je zvýšenie bezpečnosti a dlhodobá udržateľnosť podnikateľského subjektu, teda istota budúceho kladného toku hotovosti (cash in). Nové investície teda predstavujú kvantifikovateľný vstup (záporný tok hotovosti, cash out), ich realizáciou sa generuje vyššia úroveň bezpečnosti – obsah v sebe skrýva nutnosť definovania charakteristiky bezpečnostnej úrovne.

K problematike modelu boli počas štúdia v rámci citovanej výskumnej úlohy identifikované prístupy, ktoré sa taktiež zaoberali tvorbou modelu aj z pohľadu ekonomickej efektívnosti.

2 MODEL VYJADRUJÚCI EKONOMICKÚ EFEKTÍVNOSŤ PROTIPOŽIARNYCH OPATRENÍ

V ďalšom bude popísaná časť modelu, ktorá sa zaoberá ekonomickou efektívnosťou a interpretáciou získaných výsledkov. Postup výpočtu dokumentuje obr.2.



Obr. 2 Schéma výpočtu ekonomickej efektívnosti protipožiarnych opatrení

Vstupné dáta pre model hodnotenia ekonomickej efektívnosti protipožiarnych opatrení vychádzajú zo stromu udalostí spracované pre každú triedu stavebných objektov a kombináciu 0-15 návrhových alternatív inštalácie protipožiarnych zariadení (PTZ). Obsah vstupných dát je nasledovný (vid' tab.1).

Tabuľka 1 Vstupné údaje modelu výpočtu ekonomickej efektívnosti

Špecifikácia stavby *		
Druh stavby*	Doprava	[-]
Rýchlosť rozvoja požiaru*	Stredný	[-]
Požiarne zaťaženie*	Vysoké	[-]
Konštrukcia stavby*	Ľahká	[-]
Katégoria hasičskej jednotky*	P1	[-]
Veľkosť požiarneho úseku*	900	[m ²]
Celková plocha*	3600	[m ²]
Priemerná hodnota stavby*	5000	[€/m ²]
Doba životnosti	20	[roky]

Špecifikácia PTZ	Náklady [€]	
	Investičné	Prevádzkové
EPS	10000	500
HP	2000	200,00
SHZ	30000	1000
PÚ	6000	300,00

Zdroj: <http://fbi.uniza.sk/kkm/fireff/model.html>

Vysvetlivka: * - vstupy, ktoré prezentujú technickú/technologickú časť analyzovanej budovy

Ďalší postup je nasledovný: pre zadané vstupné dáta, pre príslušnú návrhovú alternatívu (0-15) inštalácie protipožiarnych opatrení a pre vypočítané z iných častí modelu Celkové ročné poškodenie požiarom v [m²] a pravdepodobnosť usmrtenia [-] je vypočítaný pomer Benefit/Náklady (Benefit/Cost).

Samotný výpočet tohto ukazovateľa je nasledovný:

Pre danú kombináciu aplikovaných PTZ sú spočítané náklady. Náklady sú sumou nákladov investičných, prevádzkových PTZ; očakávanej škody v dôsledku poškodenia analyzovanej budovy a predpokladaných strát na ľudských životoch.

$$N_{celkom} = \sum \text{náklady}_{PTZ} + \sum \text{škody} \quad [€] \quad (1)$$

$$\text{náklady}_{PTZ} = N_{\text{investičn}} + N_{\text{prevádzko}} \quad [€] \quad (2)$$

$$\text{škody} = \text{škody}_{\text{budov}} + \text{škody}_{\text{straty ľudských životov}} \quad [€] \quad (3)$$

Pomer benefity/Náklady je pre každú investičnú variantu PTZ vypočítaný ako pomer položiek:

Benefity = rozdiel medzi škodami, ktoré plynú z úspory škôd z titulu realizácie protipožiarnych opatrení

$$B = \sum \text{škody}(\text{alternatíva}1-15) - \sum \text{škody}(\text{alternatíva}0) \quad [€] \quad (4)$$

Náklady sú dané sumou všetkých nákladov pre danú alternatívu investície do protipožiarnych opatrení (0-15) [€].

Ekonomická opodstatnenosť navrhovanej investície je, ak benefity sú väčšie ako náklady a teda pomer B/C je väčší ako jedna.

Pre zadané parametre modelu – vid' Tab.1 a príslušné varianty protipožiarnych opatrení analyzovanej budovy sú vypočítané pomerové ukazovatele (vid' tab.2).

Tabuľka 2 Posúdenie ekonomickej efektívnosti danej budovy pre kombináciu 0-15 protipožiarnych opatrení

Posúdenie ekonomickej efektívnosti		
Návrhová alternatíva	Efektívne / Neefektívne riešenie	Benefit/Cost pomer
0	neefektívne	0
1	neefektívne	0,053
2	neefektívne	0,418
3	efektívne	3,980
4	neefektívne	0,596

5	efektívne	1,186
6	efektívne	3,422
7	efektívne	1,274
8	efektívne	4,523
9	efektívne	1,200
10	efektívne	4,387
11	efektívne	4,374
12	efektívne	2,957
13	efektívne	4,074
14	efektívne	4,665
15	efektívne	4,426

Navrhovaná alternatíva 0 zodpovedá stavu že žiadna z možných investícií do protipožiarnych opatrení nie je zrealizovaná (náklady na elektronickú požiarnu signalizáciu = náklady na hasiace prístroje = náklady na sprinklery = náklady na požiarny úsek = 0). Z logiky výpočtu pomeru B/C vyplýva, že hodnota je rovná 0.

Navrhovaná alternatíva 15 zodpovedá stavu, že sú zrealizované všetky možné investície do protipožiarnych opatrení (realizácia investície na elektronickú požiarnu signalizáciu + na hasiace prístroje + na sprinklery + na požiarny úsek). Hodnota pomeru B/C sa rovná 4,426. Z uvedeného vyplýva, že investícia je opodstatnená a teda pre analyzovanú budovu je investícia do protipožiarnych opatrení efektívna. Maximum hodnoty pomeru B/C však zodpovedá investičnej alternatíve 14, (hodnota pomeru B/C=4,665). Z uvedeného vyplýva, že investícia do protipožiarnych zariadení pre daný typ budovy je opodstatnená a maximálna: realizácia investície na hasiace prístroje + sprinklery + požiarny úsek; výška investície do elektrickej požiarnnej signalizácie=0). Interpretácia návrhu znamená, že dodatočné náklady do elektrickej požiarnnej signalizácie nedosahujú benefity, ktoré sú očakávaným dôsledkom z jej inštalácie.

3 ČINITELE DETERMINUJÚCE KONŠTRUKCIU A VÝSTUPY MODELU

Ekonomickú efektívnosť investícií do protipožiarnych opatrení je možné kvantifikovať aj s použitím ďalších metód :

- Metóda výpočtu B/C zohľadňujúca riziko spojené s investíciou ,
- Metóda výpočtu CBA zohľadňujúca riziko investície ako aj ďalšie činitele,
- Metóda výpočtu B/C, ktorá zohľadňuje zmenu hodnoty peňazí v čase,
- ALARP („As low as reasonably practicable“).

Odlišnosť však spočíva v tom, že jednotlivé metódy vyžadujú pre kvantifikáciu rôzne vstupné dáta. V skutočnosti aj konštrukcia prezentovaného modelu bola limitovaná dostupnými dátami. Z toho sa odvíjajú ďalšie činitele determinujúce model (pojednané len o časti – ekonomická efektívnosť):

- nie je braná v úvahu hodnota peňazí v čase,

- nie je braná v úvahu hodnota a vývoj inflácie,
- škody sú vzťahnuté na budovu (stavebnú časť) a škody v dôsledku straty na životoch,
- pri hodnotení ekonomických dopadov sa nezohľadňujú odpisy ako aj zhodnotenie budovy (stavebná časť a vnútorná časť budovy).

Perspektívny rozvoj modelu (s dôrazom na vyjadrenie ekonomických dôsledkov) je možné v dopracovaní nasledovných úloh:

- kvantifikácia hodnoty vybavenia budovy (podľa jednotlivých kategórií),
- kvantifikácii nákladov a škôd, ktoré sú významné z pohľadu hodnotenia ekonomickej efektívnosti investície do PTZ (ekologické škody, náklady spojené z výjazdom a likvidáciou požiaru, náklady spojené so škodami vnútorného vybavenia budovy),
- benefity kvantifikovať o problém daňového štítu,
- kvantifikovať efektívnosť investície do PTZ aj s použitím ďalšej metódy a dosiahnuté výsledky porovnať.

ZÁVER

V článku je pojednané o ekonomickej efektívnosti protipožiarneho opatrení. Uvedený je ekonomický model ako čiastkový výstup z výskumnej úlohy a pojednané je o obsahu, interpretácii výstupu ekonomického modelu. Ďalej sú v článku uvedené limity, ktoré determinovali prístup – štruktúru modelu. Model jeho presnosť a podrobnosť je determinovaný dostupnosťou dát – tento činiteľ bol počas celého riešenia limitujúcim faktorom podrobnejšej štruktúry a vyššej relevantnosti pre manažérske rozhodovacie činnosti v rámci investičných aktivít zohľadňujúc aj požiaru bezpečnosť.

POĎAKOVANIE

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

LITERATÚRA

- [1] BÉNICHOU, N., KASHEF, A., YAGER, B., HUM, J.: FIERA system Theory Report: Economic Model. Institute for research in Construction, Research Report 122, NRC SNRC, 2002 dostupné na: <http://irc.nrc-cnrc.gc.ca/ircpubs>
- [2] BISTARELLI, S., FIORAVANTI, F., PERETTI, P.: Defense trees for economic evaluation of security investments, IEEE, ARES 06, 2006, ISBN 0-7695-2567-9/06 available at: science direct.com
- [3] BOJANC, R., JERMAN-BLAŽIČ, B.: An economic modeling approach to information security risk management, International Journal of Information

- management, 28 (2008), 413-422, 2008, Elsevier Ltd., doi: 10.1016/j.ijinfomgt.2008.02.002, available at: sciencedirect.com
- [4] FRASER-MITCHEL, J., ABBE, O., WILLIAMS, C.: An Environmental Impact and Cost Benefit Analzsis for Fire Sprinklers in Warehouse Buildings. Bre global, Watford, 2013 dostupné na: <http://www.business-sprinkler-alliance.org/publications/an-environmental-impact-and-cost-benefit-analysis-for-fire-sprinklers-in-warehouse-buildings-bre-global/>
- [5] HIROMITSU, K., E.J. HENLEY: Probabilistic risk assessment and management for engineers and scientists. 2nd ed., IEEE Press, 1996, p. 250, ISBN 0-7803-1004-7
- [6] Klučka, J., Mózer, V.: Štatisticko – ekonomické aspekty požiarnej bezpečnosti. EDIS, ŽU v Žiline, str. 125, ISBN 978 8055 409 641
- [7] KLUČKA, J., MÓZER, V., DVORSKÝ, J.: Fire Losses in the Slovak Republic – their Classification and Quantification. Communications, ŽU v Žiline, Vol.1, 2015, str. 61-65, ISSN 1335-4205 (podiel 33 %)
- [8] MÓZER, V., Hodnotenie efektívnosti protipožiarnych opatrení. [Habilitačná práca], Žilinská univerzita v Žiline, Fakulta bezpečnostného inžinierstva, Katedra požiarneho inžinierstva. Žilina, 2015.
- [9] MÓZER, V., KLUČKA, J.: Establishing Economic Impact of Fire. Zborník z medzinárodnej konferencie Safety engineering and Fire and explosion protection, Novi Sad, 2014, str. 74-81, ISBN 978-86-6211-095-4
- [10] MÓZER, V., KLUČKA, J.: Probabilistic Fire Modelling In Life And Property Impact Assessment, Zborník 3rd conference on Building Physics and Applied Technology in Architecture and Building Structures, Vienna 2014, ISBN 978-3-200-03644-4
- [11] XIE, N., N.R. MEAD: SQuSreProject: Cost/Benefit Analysis Framework for Information Security Improvement Projects in Small Companies. Carnegie Mellon University, 2004, Technical note:CMU/SEI-2004-TN-045 dostupné na: <http://www.sei.cmu.edu/reports/04tn045.pdf>