

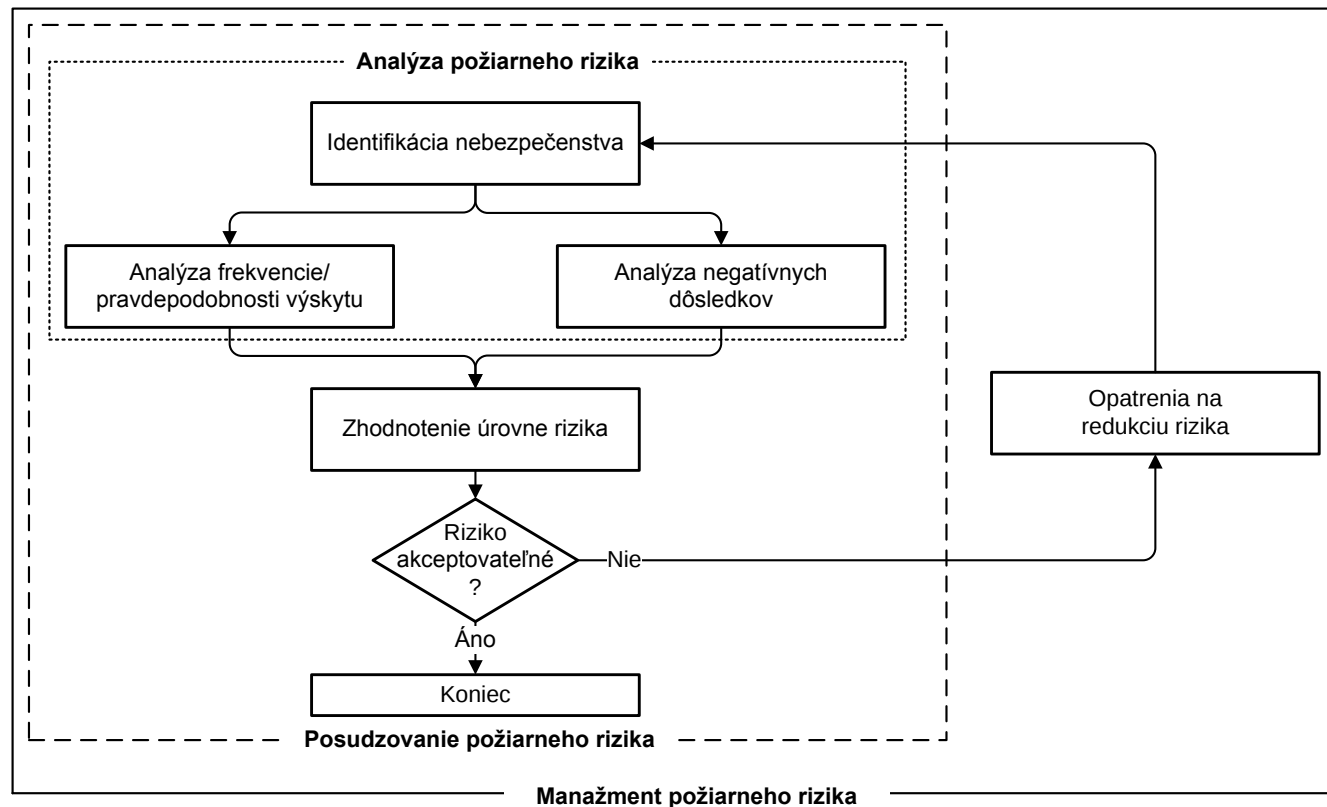


Model FIREFF a jeho súčasti

24.11.2015

Ing. Vladimír Mózer, PhD.

ANALÝZA, POSUDZOVANIE A MANAŽMENT POŽIARNEHO RIZIKA



EFEKTÍVNOSŤ PROTIPOŽIARNYCH OPATRENÍ

- Efektívnosť protipožiarnych opatrení môže byť definovaná pre:
 - Preventívne opatrenia ako ich schopnosť redukovať pravdepodobnosť resp. frekvenciu vzniku požiarov / nežiaduceho horenia.
 - Represívne opatrenia ako ich schopnosť redukovať rozsah negatívnych následkov požiarov v prípade, keď vzniknú.
- Základnou požiadavkou hodnotenia efektívnosti je možnosť porovnania úrovne požiarneho rizika stanoveného pre rôzne návrhové alternatívy.
- Efektívnosť nemôže byť stanovená pre jednu návrhovú alternatívu samostatne; musí existovať minimálne jedna ďalšia pre porovnanie.
- V prípade existencie viacerých akceptovateľných návrhových alternatívach (z hľadiska úrovne požiarneho rizika) je potrebné vykonať cost-benefit analýzu.



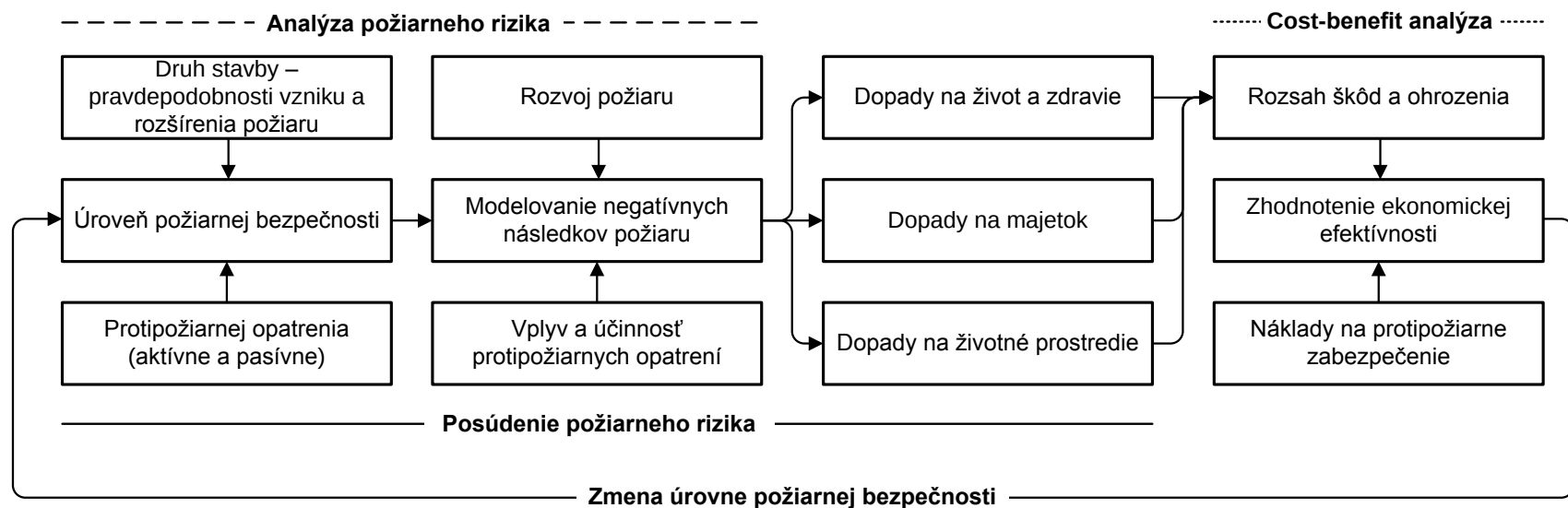
VÝCHODISKOVÉ PREDPOKLADY

Východiskovými predpokladmi pre hodnotenie efektívnosti protipožiarnych opatrení sú:

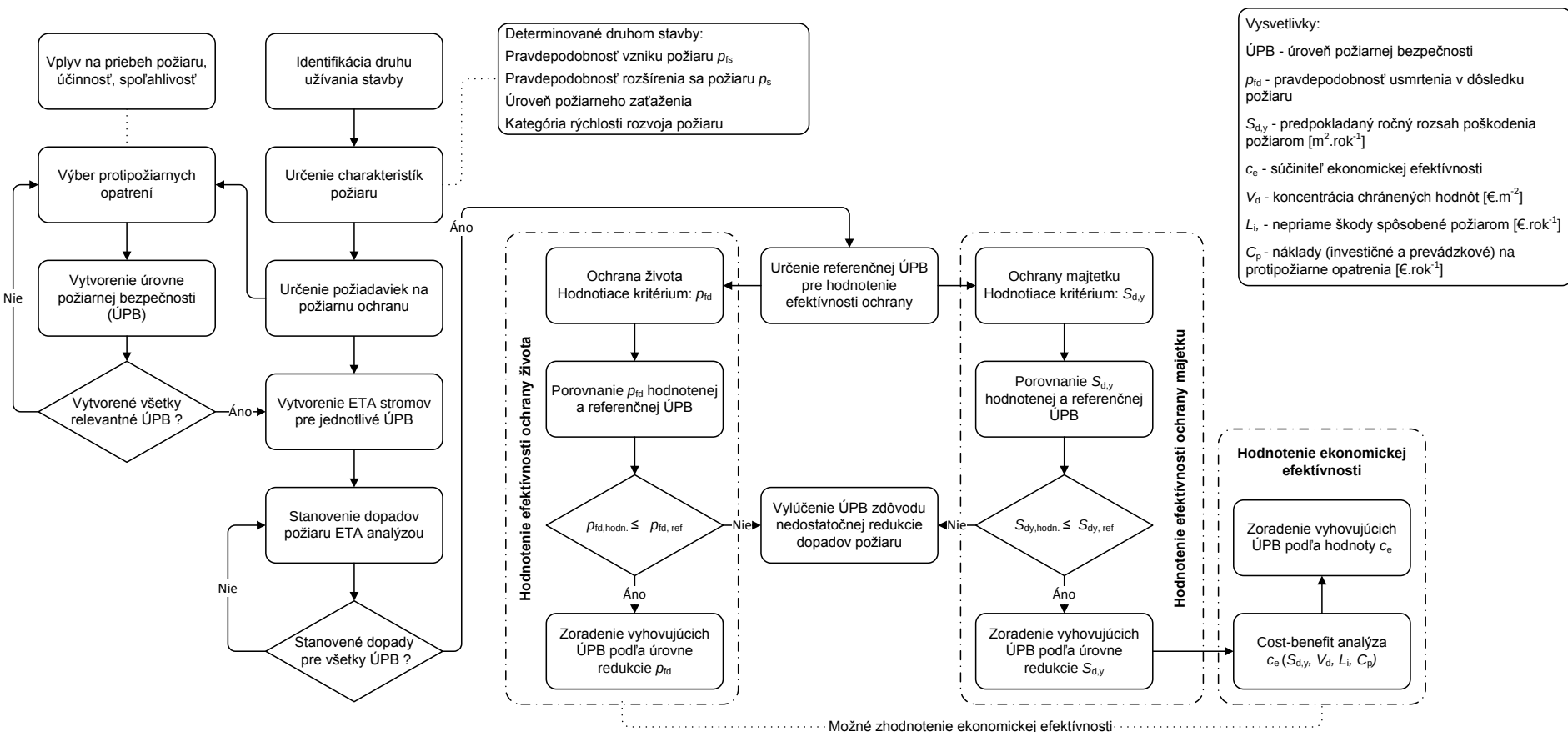
- identifikácia požiadaviek a priorít jednotlivých zúčastnených strán na ochranu života, majetku a životného prostredia;
- identifikácia častí posudzovanej stavby, ktoré predstavujú z hľadiska požiarnej bezpečnosti najväčšie riziko;
- zadefinovanie jednotlivých úrovní požiarnej bezpečnosti, s ohľadom na minimálne požiadavky dané právnymi a technickými predpismi;
- stanovenie úrovne dopadov požiaru na život a zdravie, majetok a životné prostredie a definícia spôsobu ich vyjadrenia (finančné alebo iné);
- určenie štruktúry a výšky nákladov spojených s jednotlivými úrovňami požiarnej bezpečnosti.



ŠTRUKTÚRA MODELU HODNOTENIA EKONOMICKEJ EFEKTÍVNOSTI PROTIPOŽIARNYCH OPATRENÍ



BLOKOVÁ SCHÉMA MODELU FIREFF



DRUH UŽÍVANIA STAVBY

Viacero požiarnych charakteristík sa viaže ku konkrétnemu typu užívania priestoru alebo stavby:

- pravdepodobnosť vzniku a rozšírenia požiaru;
- pravdepodobnosť zranenia alebo úmrtia v dôsledku požiaru;
- druh a množstvo požiarneho zaťaženia;
- hustota obsadenia osobami a ich charakteristické schopnosti.

Model pracuje s nasledovnými kategóriami stavieb:

administratíva;

dopravné budovy;

hotely a hostely;

kultúra a osвета;

obchod;

bytové domy („paneláky“);

poľnohospodárstvo;

priemysel;

skladovanie;

sociálne služby;

školsťvo;

zdravotníctvo.



DRUH UŽÍVANIA STAVBY – VÝCHODISKOVÉ PRAVDEPODOBNOSTI

Druh užívania stavby	Pravdepodobnosť (1993 – 2012 štatistika požiarov a 2012 počet stavieb)		
	Vzniku požiaru p_{fs} [rok ⁻¹]	Zranenia p_{fi} [rok ⁻¹]	Úmrtia p_{fd} [rok ⁻¹]
Administratíva	4,39.10 ⁻³	2,46.10 ⁻⁴	5,90.10 ⁻⁵
Dopravné budovy	7,55.10 ⁻³	4,91.10 ⁻⁴	1,28.10 ⁻⁵
Hotely a hostely	1,47.10 ⁻²	7,24.10 ⁻⁴	2,52.10 ⁻⁴
Kultúra a osвета	4,74.10 ⁻⁴	1,48.10 ⁻⁵	4,93.10 ⁻⁶
Obchod	6,89.10 ⁻³	2,61.10 ⁻⁴	5,68.10 ⁻⁶
Bytové domy	1,40.10 ⁻²	1,72.10 ⁻³	2,80.10 ⁻⁴
Poľnohospodárstvo	1,76.10 ⁻³	9,59.10 ⁻⁵	7,86.10 ⁻⁶
Priemysel	8,12.10 ⁻³	7,89.10 ⁻⁴	2,71.10 ⁻⁵
Skladovanie	–	6,16.10 ^{-2*}	3,00.10 ^{-3*}
Sociálne služby	–	1,29.10 ^{-1*}	3,23.10 ^{-2*}
Školstvo	1,95.10 ⁻³	5,15.10 ⁻⁵	5,73.10 ⁻⁶
Zdravotníctvo	3,22.10 ⁻³	1,71.10 ⁻⁴	2,14.10 ⁻⁵



UVAŽOVANÉ PROTIPOŽIARNE OPATRENIA

Protipožiarnymi opatreniami najčastejšie rozumejú požiarno-technické zariadenia, ale môžu nimi byť aj požiarné deliace konštrukcie, únikové cesty, prípadne manažment požiarnej prevencie.

V rámci navrhovaného modelu sa uvažuje s nasledovnými aktívnymi protipožiarnymi opatreniami (chronologicky zoradené podľa využitia v modeli):

- elektrická požiarňa signalizácia;
- ručné hasiace prístroje;
- sprinklerové stabilné hasiace zariadenia (automatické);
- zásah hasičskej jednotky

Z pasívnych požiarňných opatrení model uvažuje s rozdelením stavby na požiarne úseky požadovanej veľkosti.



NÁVRHOVÉ ALTERNATÍVY A ÚROVNE POŽIARNEJ BEZPEČNOSTI

- Existuje viacero definícií pojmu *úroveň požiarnej bezpečnosti*; môžu byť založené na ochrane života, majetku, ekonomických ukazovateľoch atď.
- Vyššie uvedené definície sú založené na indikátoroch (kvantitatívnych), ktoré sú ovplyvnené prítomnosťou / absenciou jednotlivých protipožiarnych opatrení – návrhových alternatív.
- V navrhovanom modeli každá návrhová alternatíva reprezentuje úroveň požiarnej bezpečnosti, t.j. úrovne sú definované prítomnosťou / absenciou jednotlivých protipožiarnych opatrení a nie na indikátoroch z nich odvodených.
- Prítomnosť / absencia je binárna charakteristika a preto je možné počet úrovní požiarnej bezpečnosti možné vyjadriť nasledovne:

$$n_{\text{fsl}} = n_{\text{fss}}^2$$

n_{fsl} – počet úrovní pož. bezpečnosti

n_{fss} – počet protipožiarnych opatrení

$$n_{\text{fsl}} = n_{\text{fss}}^2 - 2^{n_e}$$

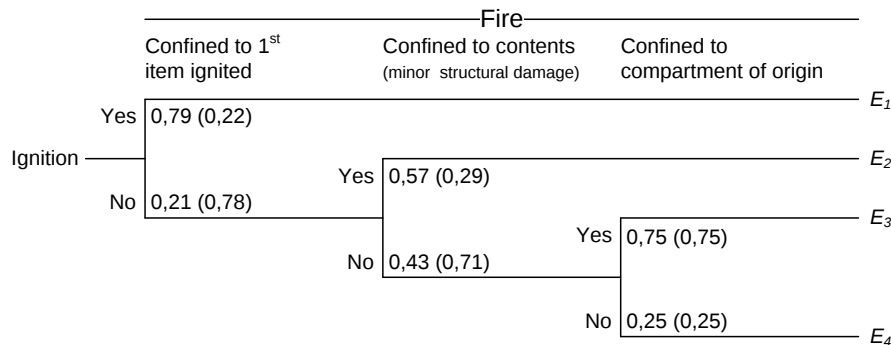
n_e – počet vzájomne sa

vyklúčujúcich protipož. opatrení



ANÁLÝZA STROMU UDALOSTÍ

- Veľmi vhodná metóda pre prípady, kedy je dostupnosť štatistických dát o požadovaných výstupov veľmi obmedzená.
- Požiar sa rozvíja od počiatočného deja – zvyčajne iniciácie – cez sériu pravdepodobnostne definovaných uzlov reprezentujúcich pôsobenie protipožiarnych opatrení alebo iných faktorov.
- Chronológia jednotlivých uzlov je dôležitá a musí reprezentovať skutočný rozvoj a priebeh požiaru.
- Dôležité je aj samotné naformulovanie uzlov – aký je efekt protipožiareho opatrenia (iného faktora) na rozvoj požiaru a aká pravdepodobnosť sa k tomuto efektu vzťahuje.



UKÁŽKA APLIKÁCIE ETA V RÁMCI MODELU

Iniciácia požiaru	Rozšírenie mimo prvú	EPS	Hasiace prístroje	Sprinkler. systém	Požiarneho úseku	Hasičská jednotka	Poškodenie požiarom	ID	Pravdep. výskytu	Frekvencia výskytu	Ročné poškodenie	
6.89E-03 Áno		0.85 Áno	0.5				2.5 m ²	2	2.20E-03	4.55E+02	5.49E-03	m ²
			Áno									
				0.9			10 m ²	3	1.98E-03	5.06E+02	1.98E-02	m ²
	0.75		Nie	Áno		0.8	100 m ²	4	1.37E-04	7.30E+03	1.37E-02	m ²
	Áno		0.5		0.78	Áno	100 m ²	5	3.43E-05	2.92E+04	3.43E-03	m ²
						0.2						
						0.8	200 m ²	6	3.87E-05	2.59E+04	7.73E-03	m ²
					Nie	Áno						
					0.22	Nie	400 m ²	7	9.66E-06	1.03E+05	3.87E-03	m ²
						0.2						
			0.25				2.5 m ²	8	1.94E-04	5.16E+03	4.84E-04	m ²
			Áno									
			Nie		0.9		10 m ²	9	5.23E-04	1.91E+03	5.23E-03	m ²
			0.15		Áno							
Nie		0.15	Nie	Áno		0.8	100 m ²	10	3.63E-05	2.76E+04	3.63E-03	m ²
			0.75			0.78						
					Áno	Nie	100 m ²	11	9.07E-06	1.10E+05	9.07E-04	m ²
						0.2						
					0.1	0.8	200 m ²	12	1.02E-05	9.77E+04	2.05E-03	m ²
					Nie	Áno						
					0.22	Nie	400 m ²	13	2.56E-06	3.91E+05	1.02E-03	m ²
						0.2						
	Nie						1 m ²	1	1.72E-03	5.81E+02	1.72E-03	m ²
	0.25											
0.99311							0 m ²	0	9.93E-01 rok ⁻¹	0.00E+00 (roky)	0.00E+00	m ²

DOPADY POŽIARU

- Oblasti záujmu:
 - Ochrana života;
 - Ochrana majetku a kultúrneho dedičstva;
 - Ochrana životného prostredia.
- Väčšina dopadov súvisí s rýchlosťou rozvoja a rozsahom požiaru.
- Relevancia a dôležitosť závisí na užívaní stavby a prioritách zúčastnených strán (stakeholderov).
- Akceptačné kritériá (absolútne / relatívne) – akú úroveň požiarneho rizika považujú jednotlivé zúčastnené strany za akceptovateľnú.
- Často je však náročné previesť následky požiaru na spoločné vyjadrenie, napr. finančné.
- Zvyčajne platí: redukcia rizika = navýšenie nákladov.
- Aké opatrenia prijať aby platilo: úroveň redukcie rizika >> úroveň navýšenia nákladov.

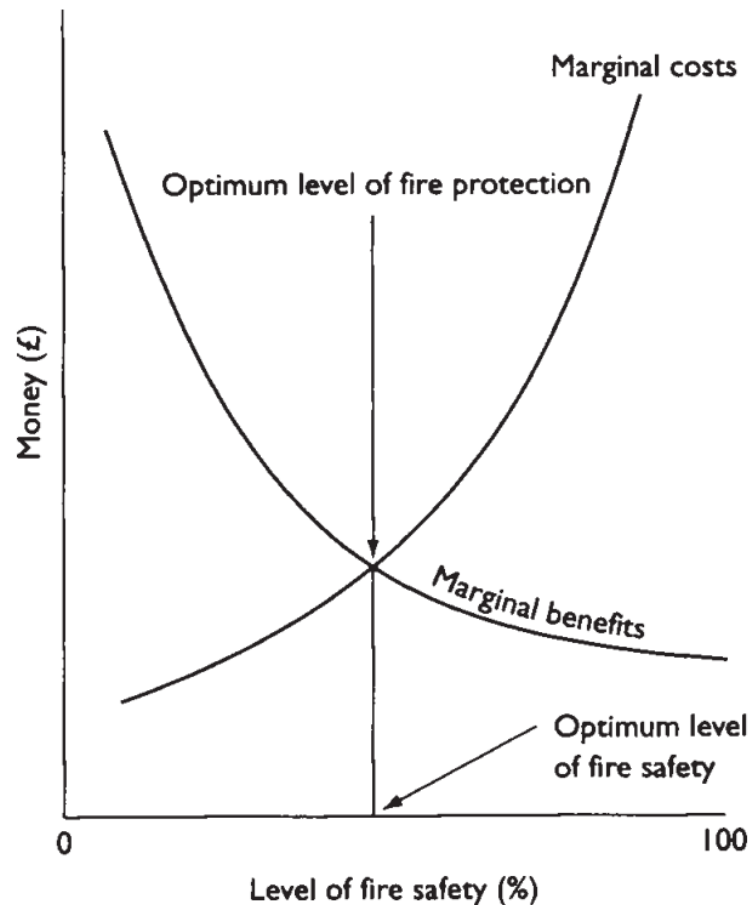


EKONOMICKÉ NÁSTROJE PRI RIEŠENÍ POŽIARNEJ BEZPEČNOSTI: COST-BENEFIT

Otázky, ktoré je potrebné zodpovedať pred realizáciou cost-benefit analýzy:

- Zainteresovanosť strán – do akej miery je strata / iné náklady relevantná pre konkrétny subjekt
- Reálne náklady na požiarnu ochranu vs. abstraktné benefity redukcie strát (otázka vnímania)
- Prítomná vs. budúca hodnota peňazí
- Ochrana života – finančné ohodnotenie zranení a usmrtení spôsobených požiarom
- Náklady na zásahovú činnosť
- Náklady na odstránenie environmentálnych dopadov požiaru

EKONOMICKÉ NÁSTROJE V POŽIARNEJ OCHRANE: COST BENEFIT ANALÝZA



Minimálne ročné náklady

$$T_i = P \cdot L_i + I_i + C_i$$

$$B = P \cdot (L_1 - L_2) + (I_1 - I_2)$$

$$C = C_2 - C_1$$

Min. hodnota T znamená optimálnu úroveň bezpečnosti.

*Ramachandran:1998 – Economics of fire protection

EKONOMICKÉ NÁSTROJE V POŽIARNEJ OCHRANE: COST BENEFIT ANALÝZA

$$\underbrace{(S_{d,y1} \cdot V_d + L_{i1}) - (S_{d,y2} \cdot V_d + L_{i2})}_{\text{Strata spôsobená požiarom}} = c_e \cdot \underbrace{(C_{p2} - C_{p1})}_{\text{Náklady na PB}}$$

$$c_e = \frac{(S_{d,y1} \cdot V_d + L_{i1}) - (S_{d,y2} \cdot V_d + L_{i2})}{(C_{p2} - C_{p1})}$$

- c_e – koeficient ekonomickej efektívnosti [–]
 $S_{d,y}$ – očakávaný ročný rozsah požiaru [$\text{m}^2 \cdot \text{rok}^{-1}$]
 V_d – koncentrácia hodnôt [$\text{€} \cdot \text{m}^{-2}$]
 L_i – nepriame straty [$\text{€} \cdot \text{rok}^{-1}$]
 C_p – náklady na požiarnu ochranu [$\text{€} \cdot \text{rok}^{-1}$] (inštalácia, údržba, atď.)
1 – bez posudzovaného protipožiarneho opatrenia
2 – s posudzovaným protipožiarnym opatrením

Ďakujem za pozornosť!

Ing. Vladimír Mózer, PhD.
Žilinská univerzita v Žiline

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

