



EVAKUAČNÍ SCÉNÁŘE A OPTIMALIZACE ÚNIKOVÝCH CEST PŘI POŽÁRECH V TUNELECH V ZÁVISLOSTI NA ŠÍŘENÍ OHŇE A TOXICKÝCH LÁTEK

Zpracoval: Doc. Mgr. Tomáš Apeltauer, Ph.D. a kol. (Fakulta stavební VUT v Brně)

Souhrn

Cílem evakuačního procesu je zajistit, aby osoby uvnitř postiženého objektu (tunelu) byly schopny v případě kritické situace (nejčastěji požáru) tento objekt opustit a přesunout se do bezpečného místa bez vystavení životu či zdraví nebezpečným podmínkám, či dokonce bez uvědomění si jejich existence. Taková situace představuje ideální řešení požární bezpečnosti.

Základem bylo stanovení optimálního inženýrského postupu, který umožní posouzení hodnocení dopadu nepříznivých podmínek na evakuované osoby ze železničního tunelu.

Oblast použití

Předpokládanou oblastí užití je aplikace požárních a evakuačních modelů při posuzování bezpečnosti železničních tunelů v návaznosti na Nařízení Komise (EU) č. 1303/2014 (TSI SRT).

Metodika a postup řešení

Hlavní evakuační strategie uplatňované v tuzemsku dle normového přístupu lze shrnout do dvou základních typů:

- současná evakuace,
- postupná evakuace.

Současná evakuace představuje evakuaci všech osob z ohrožené oblasti do určeného prostoru, nejčastěji na volné prostranství.

V případě postupné evakuace osob požadujeme po některých skupinách osob setrvání na místě po určitou dobu, aby bylo dosaženo efektivnějšího využití únikových cest, protože v místech zúžení únikových cest v případě vysoké hustoty osob dochází k poklesu intenzity proudění.

Doba pro evakuaci osob

Predikce pohybu osob v průběhu evakuace je základním postupem při analýze efektivity požárního zabezpečení tunelu. Obecně platí, že dostatečná ochrana je zajištěna v případě, kdy *doba*

potřebná pro evakuaci (Required Safe Egress Time – RSET) je kratší než *doba dostupná* pro evakuaci (Available Safe Egress Time – ASET).

Celková doba potřebná pro evakuaci se skládá z následujících základních časových intervalů:

- doba detekce události,
- doba spuštění poplachu,
- doba evakuace.

Doba detekce události je časový interval, který uplyne mezi vznícením požáru a jeho detekcí příslušným protipožárním zabezpečením, personálem nebo ostatními osobami.

Doba spuštění poplachu závisí především na způsobu detekce požáru. Reakční doba elektronického protipožárního systému bude výrazně kratší než reakce obslužného personálu.

Doba evakuace závisí především na podrobné znalosti lidského chování v krizových situacích. Většina z těchto modelů pracuje samostatně s dobou před pohybem a dobou pohybu osob.

Doba dostupná pro evakuaci představuje časový interval, po který panují v místě evakuace přijatelné podmínky pro evakuované osoby. Příklad stanovení takových podmínek může být následující:

- viditelnost přesahuje 3 metry,
- koncentrace CO nepřesahuje 2000 ppm ve výšce 2 metry,
- teplota vzduchu nepřesahuje 80 °C ve výšce 2 metry.

Pro stanovení průběžných hodnot vybraných veličin po dobu evakuace aplikujeme požární model, přičemž přijatelné podmínky trvají až do okamžiku, kdy libovolná z vybraných hodnot poprvé překročí stanovený limit. Příklad stanovení kritérií přijatelnosti pro produkty hoření je následující:

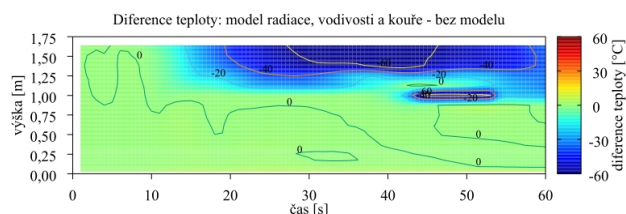
Tab. 1 Kritéria přijatelnosti pro produkty hoření.

Kritéria přijatelnosti pro produkty hoření				
Sloučenina	Expozice			
	5 minut		30 minut	
	Zneschopnění	Smrt	Zneschopnění	Smrt
CO	6 000	12 000	1 000	2 500
HCN	150	250	90	170
HCl	500	16 000	200	< 12 %
Organické látky	1,2	7	1,2	1,2

Srovnávací analýza požárního modelu při využití v evakuačním procesu

Jako příklad srovnání dopadů jednotlivých submodelů požáru na jeho celkový výsledek byl zvolen modifikovaný Stecklerův experiment. Jde o standardizovaný požární test, který uskutečnil tým amerického NIST v roce 1982.

Pro potřebu srovnávacího experimentu byl zvolen návrhový model kvadraticky rostoucí v čase, který dosáhne maxima v čase $t_{\max} = 10$ s, po dosažení této hodnoty je výkon požáru již nadále konstantní až do okamžiku $t_{\text{end}} = 60$ s, kdy analýza končí.



Obr. 1 Srovnání vlivu požárních submodelů na výsledek modelu jako celku.

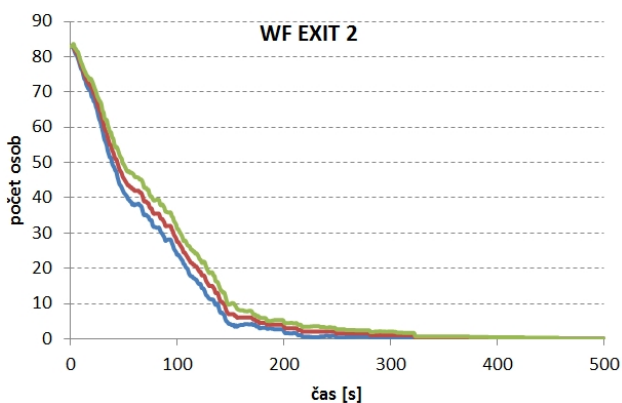
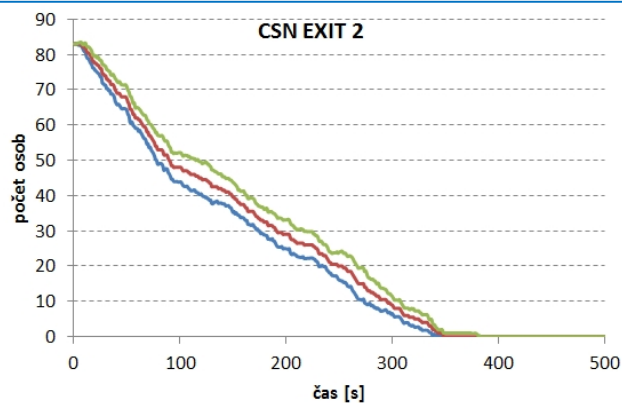
Základem srovnávací analýzy je posouzení vlivu aplikace vybraných požárních submodelů na výsledek výpočtu jako celku, který má následně dopad na evakuované osoby.

Jestliže aplikujeme současně model radiace, vodivosti stěn a kouře, dostáváme dramaticky odlišné výsledky oproti situaci, kdy tyto submodely v požárním modelu použity nejsou, a v případě vstupu o relativně malé výšce 1,8 metru může být ve výšce hlavy dospělého člověka teplotní diference více než 60 °C. To vzhledem k výše uvedenému není zanedbatelný vliv.

Srovnávací analýza evakuačního modelu při využití v evakuačním procesu

Podobně jako v předchozím případě bylo provedeno srovnání vlivu klíčových parametrů evakuačního modelu na dobu evakuace osob. Příkladem takového srovnání je vliv maximální rychlosti pohybu osoby a jejich statistické rozložení v populaci. Vybrány byly následující varianty:

- Rychlost dle ČSN 73 0802 ($0,583 \text{ ms}^{-1}$).
- Rychlost dle Weidmana (statisticky rozděleno v intervalu $0,516 - 1,610 \text{ ms}^{-1}$).



Obr. 2 Srovnání vlivu rychlosti evakuace a jejího statistického rozložení na dobu evakuace jako celku.

Bylo provedeno několik desítek simulací evakuace pro různé konfigurace tunelů a rozložení jejich portálů. Příklad uvedený na obrázku zachycuje vliv rychlosti evakuace a jejího statistického rozložení na identický tunel.

Výsledky a závěr

Byly dosaženy následující výsledky:

- definován inženýrský postup pro posouzení hodnocení dopadu nepříznivých podmínek na evakuované osoby ze železničního tunelu,
- provedena srovnávací analýza dílčích submodelů požáru na požární model jako celek,
- provedena srovnávací analýza vlivu klíčových parametrů evakuačního modelu na proces jako celek.

Literatura

- [1] Hurley, M. J. (editor): SFPE Handbook of Fire Protection Engineering. Springer, 2015.