



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

Zpracovali: Ing. Iva Krčmová, Mgr. Tomáš Apeltauer a kol. (Fakulta stavební VUT v Brně)

Souhrn

Nástroje pro modelování evakuace jsou specifickým druhem simulačních nástrojů, protože nejsou založeny na konkrétním fyzikálním principu, jako je tomu v případě CFD simulací dynamiky požáru. Zákonitosti v nich jsou založené na zkoumání chování při skutečných evakuacích a zkušenostech tvůrce daného softwaru. Jelikož jsou evakuace významně ovlivněny především lidským faktorem, je nutné s tímto faktem v modelech počítat. Softwarové nástroje pro evakuace fungují primárně na principu Agent-based modelu (ABM). Tento výpočtový model spojuje prvky teorie her, komplexních systémů, nouzové situace, sociologie, multiagentních systémů a programování. V rámci řešení jsme nasadili software EXODUS (výrobce University of Greenwich), prostřednictvím kterého lze simulovat průběh evakuace osob, které jsou ovlivněny okolním prostředím, tedy reagují na přítomnost zplodin kouře a snižující se viditelnost [1].

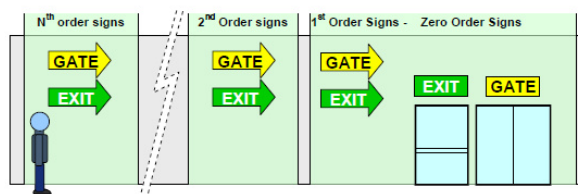
Oblast použití

Nové poznatky získané při řešení této problematiky umožní vypracování pokročilých simulací evakuace při požárech v tunelech, kterým se věnuje dílčí cíl 6.4.2. Konečným výstupem bude metodika pro strategie bezpečné evakuace implementovaná do českého prostředí v oblasti bezpečnosti dopravy v tunelech.

Metodika a postup řešení

Základním krokem byla detailní analýza literatury, rozbor stavu poznání v evropských i mimoevropských zemích, čili syntéza poznatků vycházející ze studia zahraničních norem, příruček, výsledků projektů a výzkumných prací včetně odborných exkurzí. Simulace obecně představuje proces napodobování reálného děje, přičemž se jedná o zjednodušenou aproximaci. Modely evakuací se dělí na dvě hlavní kategorie: stav s panikou, stav bez paniky. Simulace stavů bez

paniky slouží k optimalizaci pěších tras a zefektivnění pohybu chodců. Simulace stavů s panickým chováním vznikají při mimořádné události (hrozbě), jež u lidí vyvolá stav paniky, kdy se jejich chování mění oproti normálu a je méně předvídatelné. Tvorba těchto druhů simulací je tedy mnohem komplikovanější. Vytvoření podmínek pro bezpečné opuštění objektu osobami je jedním ze základních požadavků na požární bezpečnost obecně. Splnění uvedeného požadavku se prokazuje návrhem a posouzením únikových cest. Únikové cesty musí umožnit bezpečnou a včasnou evakuaci všech osob z požárem ohroženého objektu na volné prostranství, nebo do vymezené části objektu bezpečné před požárem a jeho produkty. V běžných případech musí únikové cesty také umožnit přístup požárních jednotek, pokud ze srovnání časů evakuace a zahájení požárního zásahu nevyplyne potřeba použití některé únikové cesty přednostně zasahujícími jednotkami. Musíme ověřit kapacitu evakuačních cest, zda vyhovují v jednotlivých případech pro specifický objem evakuovaných osob a jejich charakteristiky, tzn. jaké složení populace předpokládáme. [3]

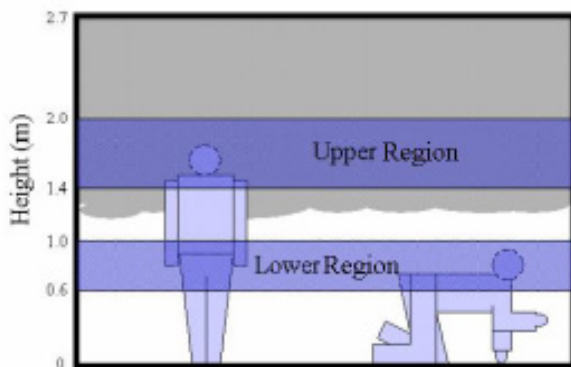


Obr. 1 Schéma značení směru k únikovému východu [1]

V případě tunelu musíme pro evakuující osoby navrhnout chráněné únikové cesty. Jedná se o trvale volné komunikace, vedoucí do volného prostranství nebo do chráněné únikové cesty vyššího typu (CHÚC A → CHÚC B → CHÚC C). Tvoří samostatné požární úseky, požární dělící konstrukce DPI (stěny, stropy, obvodové pláště), stupeň požární bezpečnosti – buď je volen ve vztahu k požadované kapacitě únikové cesty, nebo dle nejnižšího stupně požární bezpečnosti přilehlých požárních úseků. V chráněné únikové cestě nelze

umístit a volně vést zařizovací předměty a jiná zařízení zužující průchozí šířku. Například volně vedené rozvody hořlavých látek (kapaliny, plyny), volně vedené rozvody vzduchotechniky, volně vedené kouřovody, rozvody středotlaké a vysokotlaké páry, toxické látky, volně vedené el. kabely (nebo musí být provedeny jako nehořlavé) [6]. Také je důležité prověřit flexibilitu únikových cest v případě dočasných změn, kdy určité únikové cesty nebo zabezpečené oblasti nejsou dostupné, ať už z důvodu technických závad, nebo znemožnění využití z důvodu rozvoje požáru.

Velmi důležitým faktorem při úniku osob je reakční doba jednotlivců. Tedy je účelné vybavit tunel tak, aby osoby byly co nejdříve informovány o možném nebezpečí a zahájily co nejrychleji evakuaci správným směrem.



Obr. 2 Pro znázornění ovlivnění osob kouřem jsou potřebné hodnoty kouře a teploty ve dvou zónách. Ve výšce 1,4 – 2,0 m, kde uvažujeme ovlivnění osob které jdou a ve výšce 0,6 – 1,0 m kde uvažujeme plazící se osoby [1].

Jak vyplývá z poznatků zjištěných požárů v posledních letech, převážná většina úmrtí při požárech je způsobena zplodinami hoření a až následně dochází k uhoření obětí. Tedy velmi důležitý vstupní parametr pro simulaci evakuace je výstup ze simulace požáru. Složení spalin a jejich množství, které závisí zejména na chemické skladbě hořlaviny, na druhu a množství oxidačního prostředí. Jako přímý důsledek probíhající oxidační reakce v hořícím prostoru dochází k postupnému úbytku a následně k nedostatku kyslíku. Ve vzduchu se nachází za normálních podmínek 21 obj. % kyslíku. Důsledkem požáru se snižuje objem kyslíku na 14 až 10 obj. % a v některých případech i pod 10 obj. %. Při snížení obsahu kyslíku dochází k dechovým potížím a nedostatečnému okysličení krve. Osoby nacházející se v zasažených prostorách přestávají být schopné samostatného logického úsudku. Dalším produktem požáru je teplota, která má z hlediska jeho šíření základní význam. Teplota zplodin hoření může

dosahovat hodnot 1000° C a vyšších. Teplota plně rozvinutého požáru vždy dosáhne 500° C. Nejvyšší teplota vzduchu, snesitelná pro lidský organismus, závisí na nasycenosti vzduchu vodními parami a na době působení na lidský organismus [2]. Tedy je velmi důležité, jak se požár rozšiřuje v čase, proto délka evakuace musí být kratší, než se požár rozvine tak, že je zdraví škodlivý až smrtelný pro přítomné osoby.

Výsledky

V roce 2013 byla provedena podrobná analýza dostupné literatury, navázána vzájemná spolupráce v rámci projektového konsorcia a započal výběr vhodných existujících variant železničních tunelů pro další navazující aktivity. Proběhly rovněž první testovací výpočty ve velmi zjednodušených modelech tunelů, které umožní přesněji zacílit postup prací v dalším roce. Byly nastudovány možnosti vybavení tunelů pasivními a aktivními prvky protipožární ochrany, lidského chování a nouzové záchranné postupy v případě požáru v tunelech, vliv zplodin na lidský organismus a psychologie osob při mimořádných událostech.

Literatura

- [1] Galea, E.; Lawrence, P.; Gwynne, S.; Filippidis, L.; Blackshields, D.; Cooney, D. User guide and technical manual for buildingEXODUS v5.1. The University of Greenwich, Fire Safety Engineering Group, 2013. 1086 stran.
- [2] Folwarczny, Libor; Pokorný, Jiří, Evakuace osob: Edice SPBI Spektrum 47. Sdružení požárního a bezpečnostního inženýrství, 2006. 126 s. ISBN 80-86634-94-2
- [3] Hofhansl, P. Rešerše aktuálního stavu poznání. TA02030441 Virtuální simulace evakuačních a transportních procesů chodců, 2012. 53 stran.
- [4] Hasičský záchranný sbor jihočeského kraje [online]. 11. 5. 2005 Psychologie chování člověka za mimořádných situací. Dostupné z www.hzscb.cz/download/upload/psycho/Referat_05.doc
- [5] World Road Association Mondiale de la Route [online] 7.1 Emergency exits <http://tunnels.piarc.org/en/structural-facilities/emergency-exits.htm>
- [6] ČSN 73 0802. Požární bezpečnost staveb – Nevýrobní objekty, Praha: Úřad pro technickou normalizaci, metrologii a státní zkušebnictví, 2009. 122 p.