



STRATEGIE BEZPEČNÉ EVAKUACE POSÁDEK VOZIDEL PŘI POŽÁRECH V TUNELECH

Zpracovali: doc. Mgr. Tomáš Apeltauer, Ph.D. (Stavební fakulta VUT v Brně); Ing. Kamila Cábová, Ph.D., prof. Ing. František Wald, CSc. (Fakulta stavební VUT v Praze) a kol.

Souhrn

Cílem evakuačního procesu je zajistit, aby osoby uvnitř postiženého objektu, v tomto případě železničního tunelu, byly schopny v případě kritické situace, nejčastěji požáru, tento objekt opustit a přesunout se do bezpečného místa bez vystavení životu i zdraví nebezpečným podmínkám.

Tato aktivita navazuje na aktivitu zabývající se modelováním šíření ohně a toxických plynů při haváriích v železničních tunelech, která byla řešena v roce 2015.

Výstupem této aktivity je dokument (metodika), která slouží jako metodický návod pro použití numerických modelů evakuace, požáru a šíření kouře ve specifickém prostředí železničních tunelů.

Následující text specifikuje obsah metodiky, která bude předložena k certifikaci v roce 2017.

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).

Nařízení komise (EU) č. 1303/2014 ze dne 18. listopadu 2014 o technické specifikaci pro interoperabilitu týkající se bezpečnosti v železničních tunelech železničního systému Evropské unie přineslo řadu nových skutečností. Mezi ně patří zpracování evakuačního plánu, pro které se s ohledem na popsání bezpečnostní rizika ukazuje model evakuace osob (a to i v případě požáru) jako optimální nástroj.

Pomocí těchto modelů je možné v současné době analyzovat evakuační proces a jeho výsledky podstatně šetřit, než je tomu v případě použití klasických výpočtových požárního inženýrství.

Uživatel modelu by nicméně měl klasické výpočetní postupy velmi dobře ovládat a používat je jako nenahraditelnou vzájemnou vazbu.

Metodika a postup řešení

Metodika je primárně zaměřena na aplikaci modelů pohybu osob při analýze evakuačního procesu, nenahrazuje ale manuál uživatelem preferovaného softwarového nástroje.

Jejím cílem je vymezit skupinu faktorů a vstupních údajů, které musí uživatel modelu pohybu osob a modelu požáru zohlednit, a nalézt minimální standardy, které je třeba při jejich zpracování dodržet.

Metodika je použitelná v situacích, kdy je aplikován odlišný postup od platné soustavy českých technických norem, konkrétně pak v situaci využití modelu pohybu osob a modelu požáru především pro analýzu evakuačního procesu a proudění osob obecně. Důvodem pro tento odlišný postup je situace, kdy nasazení modelu znamená výhodu oproti klasickému normovému postupu.

Evakuační proces a jeho jednotlivé fáze

Aplikace modelů pohybu osob za požáru znamená použití specifického postupu jako dílného nástroje v komplexním inženýrském posouzení evakuačního procesu.

Tato část metodiky se vnuje rozdělení evakuačního procesu na jednotlivé fáze, aktuálnímu stavu v konceptu srovnání doby dostupné a potřebné pro evakuaci, a zdrazuje dobu před pohybem jako velmi variabilní a zároveň klíčovou složkou komponentu v rámci doby evakuace jako celku.

Modely pohybu osob

Kapitola se zaměřuje primárně na verifikaci a validaci modelu pohybu osob, okrajově se také vnuje rozdělení modelů pohybu osob do jednotlivých kategorií.

Pro uživatele softwarového nástroje je zásadní schopnost identifikace vhodného nástroje pro model pohybu osob a jeho verifikace, tedy splnění požadavků kladených řešeným problémem na schopnosti modelu. Předkladem jsou sociální vazby a

faktory, které významně ovlivňují proces, nicméně nejsou dostatečně reprodukovány všemi softwarovými nástroji dostupnými na trhu.

Příklad rozdělení dle reprezentace prostoru je následující:

- Hrubá síť. Prostor je v modelu rozdělen na jednotlivé sekce (pokoje, chodby, schodiště apod.), pohyb osob je rozlišován pouze na úrovni přechodu mezi těmito sekcemi.
- Jemná síť. Model rozděluje prostor na velké počet relativně malých buněk, přes které se osoby pohybují.
- Spojitý prostor. Prostor v takovém případě není nijak diskretizován. Poloha každé osoby je aktualizována zcela plynule.

Modely aplikující jemnou síť i spojitý prostor jsou schopny modelovat prakticky a další omezení, která ovlivňují průběh evakuace osob z objektu.

Rozdělení dle behaviorálních vlastností je následující:

- Bez modelu chování. V tomto případě je modelován pouze pohyb osob na základě fyzikálních vlivů bez specifik chování jednotlivých osob.
- Implicitní chování. Konkrétní charakteristiky chování jsou osobám přiřazeny implicitně prostřednictvím často komplikovaných pravidel závislých na externích datech, jejichž kvalita určuje validitu modelu jako celku.
- Podmíněné chování. Osoby reagují na situaci na základě striktně definovaných pravidel vycházejících z místních podmínek nebo lokální geometrie, které lze například podobně programátorskými technikami „pokud je situace A, potom nastává reakce B“. Všechny osoby jsou ovlivněny stejným způsobem a individuální chování je potlačeno, model je plně deterministický.
- Pravděpodobnostní chování. Tato skupina modelů rozšiřuje výše uvedené podmíněné chování o pravděpodobnostní stochastický prvek, který umožňuje v chování osob variace a při opakované simulaci dává odlišné výsledky více blízké reálným očekáváním.
- Agentní technologie. Modely jsou zaměřeny na aplikaci umělé inteligence prostřednictvím tzv. agentní technologie. Jednotlivé osoby, tzv. agenti, jsou samostatné entity, jejich chování je odvozeno od interakce s ostatními agenty i okolním prostředím.

Modely požáru a šíření kouřů

Model požáru je v těsné souvislosti sestavován a simulován odděleně od modelu pohybu osob. Základní rozdělení modelů požáru je následující:

- Výpočtové nebo pravděpodobnostní modely. Nejjednodušší a nejméně realistická varianta. Výpočet probíhá často velmi jednoduchým způsobem s omezenými možnostmi aplikace.
- Zónové modely. Slouží zejména pro predikci vlastností horní horké vrstvy v průběhu požáru. Nejsou schopny postihnout turbulence a další nelineární efekty.
- Modely na základě metody CFD. Nejpokročilejší a v současnosti nejvíce využívaná varianta. Poskytují realistické výsledky, mají široké možnosti použití, ale jsou velmi náročné na výpočetní výkon.

V modelu požáru aplikujeme zvolený typ návrhového požáru. Pokročilé modely požáru aplikují submodely zohledňující dílčí charakteristiky požáru.

Základní statistické nástroje pro zpracování výsledků

Při procesu ověření použitého modelu pohybu osob je nezbytné v nově nastavené pozornosti problémů nejistoty vstupu a výstupu modelu. Tato část metodiky se zaměřuje rovněž na aplikaci základních statistických nástrojů, mezi které patří zejména interval spolehlivosti.

Výsledky a závěry

Byl upraven obsah a členění metodiky pro strategii bezpečné evakuace osob při požárech v tunelech.

Metodika bude zpracována a předložena k certifikaci v roce 2017.

Literatura

- [1] ISO/TR 13387-8 Fire Engineering: Life Safety - Occupant Behaviour, Location and Condition. 1999.
- [2] Hurley, M. J. (editor): SFPE Handbook of Fire Protection Engineering. Springer, 2015.
- [3] Smith, D. B.: Fire Safety Engineering (CIBSE Guide E). CIBSE, 2010.
- [4] Tubbs, J.; Meacham, B.: Egress Design Solutions: A Guide to Evacuation and Crowd Management Planning. Wiley, 2007.
- [5] Fridolf, K.: Rail Tunnel Evacuation. Lund University, 2015.