

Ondrej Blažek

Vybrané problémy plánovania plošnej evakuácie obyvateľstva a prístupy k ich riešeniu používané v zahraničí

Anotácia: Odborný článok sa venuje teoretickým problémom, ktoré by mohli nastať po vyhlásení evakuácie, pričom autor najväčšiu pozornosť zameriava na plánovanie presunu obyvateľstva zo sektoru evakuácie, po trase evakuácie, až do príslušného evakuačného zariadenia. Po načrtnutí problémov autor predstavuje prístupy k vybraným druhom problémov, ktoré sú využívané na ich riešenie v zahraničí, najmä v Portugalsku a v Spojených štátoch amerických.

Kľúčové slová: evakuácia, evakuačné zariadenia, miesto ubytovania, krízová situácia, mimoriadna udalosť, mimoriadna situácia, ochrana obyvateľstva, plošná evakuácia, evakuačná trasa

1. Úvod

V zmysle zahraničných prístupov k evakuácii ide v evakuácii stále o proces, pri ktorom je odsunuté obyvateľstvo z nebezpečných miest do bezpečnejších miest. Najmä v husto osídlených oblastiach (v husto urbanizovaných oblastiach) vznikla s pribúdajúcimi problémami snaha o čo najefektívnejšie vykonanie tohto procesu. V zahraničí podstatu evakuácie zvyrazňuje aj jej rozmer, napríklad počas hurikánu Katrina bolo evakuovaných viac ako jeden milión ľudí. Kým na našom území nepredpokladáme evakuácie takých veľkých rozmerov ako napríklad v Spojených štátoch amerických, častejší výskyt teroristických útokov v Európe tiež zvyšuje pohľadávku na tvorbu efektívnejších a pružnejších plánov evakuácie. Pri teroristickom útoku ide zväčša o evakuáciu krátkodobú (s možným návratom evakuovaných do 72 hodín). Veľmi dôležitým prvkom pri takejto evakuácii je reakčný čas orgánov verejnej správy pri vykonávaní evakuácie, v husto osídlených oblastiach, za veľmi krátky čas. Evakuácia totiž musí byť plánovaná dopredu, pred vznikom samotnej krízy, nakoľko po vzniku krízy je z časového hľadiska nemožné naplánovať efektívnu evakuáciu, s ohľadom na čo najmenšie straty obyvateľstva. Práve preto je veľmi dôležitou časťou plánovanie evakuácie, ktoré u nás vykonávajú orgány verejnej správy.

U nás, v podmienkach Slovenskej republiky, sú plány evakuácie v zmysle § 3c zákona č. 42/1994 Z. z. o civilnej ochrane obyvateľstva súčasťou plánov ochrany obyvateľstva. Ich obsahová stránka je na úrovni obcí však v mnohých prípadoch len kópiou ustanovení z vyhlášky Ministerstva vnútra Slovenskej republiky č. 328/2012 Z. z., ktorou sa ustanovujú podrobnosti o evakuácii. Plány evakuácie na území Slovenskej republiky zvyčajne obsahujú určenie lokality evakuačných zariadení (evakuačné zberné miesto, evakuačné stredisko), prehľad počtu možných evakuovaných osôb (na základe škôl, matiek v domácnosti s deťmi, zdravotne postihnutých občanov a podobne) a menovitý zoznam členov evakuačnej komisie a kontakty na nich, pre prípad rýchleho zvolania komisie. Ďalej plány prístupné na obciach v Slovenskej republike obsahujú pripravené návrhy dokumentácie pri evakuácii a zodpovedné osoby v evakuačných strediskách. V zmysle súčasných legislatívnych požiadaviek na plán evakuácie je obsah síce v poriadku, avšak navrhované časové plány prenesené na konkrétne udalosti v plánoch absentujú. Obdobie evakuácie, respektíve celkový

čas evakuácie, je však v mnohých zahraničných plánoch evakuácie definovaný ako kritický prvok evakuácie, ktorý je v plánoch zahrnutý.¹

Evakuácia obyvateľstva je najúčinnjšia pred tým, než dôjde k mimoriadnej udalosti, ale možná realizácia evakuácie pred vznikom krízovej situácie je len pri predvídateľných krízových situáciách. Príkladom môže byť cunami, prípadne hurikány alebo povodne, kde vieme vykonávať predikciu na pár dní dopredu pomerne presne (v porovnaní s inými krízovými situáciami). Hlavným cieľom návrhov detailných plánov evakuácie v zahraničí je minimalizácia systémových nákladov na evakuáciu, minimalizácia rizík pri evakuácii a najlepšieho umiestnenia evakuovaných pre záchranné sily a prostriedky.

2. Samoevakuácia osobným automobilom

Reálny čas evakuácie sa v praxi bude líšiť od časových noriem, ktoré máme uvedené vo vyhláske Ministerstva vnútra Slovenskej republiky č. 328/2012 Z. z., ktorou sa ustanovujú podrobnosti o evakuácii. Navyše časové normy obsiahnuté v prílohe č. 4, časť B, vyhlášky, ktorou sa ustanovujú podrobnosti o evakuácii, sa týkajú časových noriem na činnosť evakuačných zariadení, respektíve ide o časové normy, ktoré slúžia na uvedenie evakuačných zariadení do pohotovosti. Časové normy vo vyhláske sú teda plánované na evakuáciu, ktorá prebieha riadene a celoplošne, s tým, že sa vytvárajú jednotlivé evakuačné zariadenia. Cez celoplošnú evakuáciu, ktorá je realizovaná v plnom rozsahu sa však ani zďaleka nebudú a nemôžu v súčasnosti evakuovať všetky časti obyvateľstva. Do popredia sa totiž za posledné roky dostáva samoevakuácia obyvateľstva s využitím ich vlastných osobných dopravných prostriedkov (osobných automobilov), čo však vytvára ďalšie teoretické a praktické problémy pri evakuácii. Na jednej strane je veľmi výhodné, že obyvateľstvo má v súčasnosti možnosť sa samoevakuovať pomerne rýchlo a bezpečne z miesta ohrozenia, avšak vynárajú sa otázky, či by v prípade plošnej samoevakuácie mohlo nastať zlyhanie dopravy na jednotlivých dopravných úsekoch (napr. miesta s ťezenou vozovkou, križovatky a podobne). Otázna je i disciplína samotných samoevakuovaných ľudí a ich následné umiestnenie v evakuačných zariadeniach. Kým na obyvateľstvo evakuované prostredníctvom evakuačných zariadení a hromadných dopravných prostriedkov je podľa nášho názoru vytváraný časový tlak, či už pri tvorbe evakuačnej batožiny a spoločného odchodu hromadného dopravného prostriedku (napríklad autobusu), pri obyvateľstve, ktoré sa plošne evakuuje samostatne, prostredníctvom osobných áut, je disciplinovanosť a dodržanie času na ich odchod diskutabilné. Samoevakuovaní obyvatelia môžu mať k danej krízovej situácii svoj vlastný subjektívny názor na jej závažnosť a podľa toho môžu prispôbiť aj svoj prístup k evakuácii a mieru zodpovednosti za seba a svoje rodiny. Nehovoriac aj o tom, že mnoho obyvateľov sa bude usilovať o to, aby nemuseli byť evakuovaní do nejakého miesta ubytovania, ale budú sa snažiť dostať buď na svoje iné nehnuteľnosti (chaty, byty, iné rodinné domy), či k príbuzným, žijúcim v bezpečnej oblasti. Na jednej strane je to prínosom pre odbremenenie evakuačných zariadení a svojím spôsobom i nákladov na evakuáciu, na strane druhej sa nám vynárajú ďalšie problémy súvisiace s nedisciplinovanosťou, či prípadne až chaosom (dopravným, evidenčným a podobne). Ak už sa aj obyvatelia rozhodnú vykonať samoevakuáciu,

¹ LIU, H., HE, X., BAN, J. 2007. *A cell-based many-to-one dynamic system optimal model and its heuristic solution method for emergency evacuation*. Transportation Research Board 86th Annual Meeting Compendium of Papers, Report 07-2261. Transportation Research Board Business Office, Washington DC, USA [online]. Dostupné na: <http://trid.trb.org/view.aspx?id=802113> [cit. 10.07.2020, 08:13].

prostredníctvom osobného motorového vozidla, je potrebné mať stanovené samoevakuáčnej trasy a podmienky správania sa pri využívaní týchto trás (zväčša klasických ciest a dopravných úsekov). Aj pri časovej tiesni, ktorú vytvára krízová situácia máme za to, že je potrebné pri samoevakuácii osobným automobilom dodržiavať pravidlá cestnej premávky vrátane maximálnej povolenej rýchlosti, aby bola zachovaná plynulosť cestnej premávky a nevznikli kolízie, prípadne dopravné nehody na evakuačných trasách. Pri využití osobných automobilov sa ďalším problémom stáva kapacita miest na parkovanie pri mieste ubytovania, kde musíme veľký dôraz klásť na dopravné zabezpečenie, aby nedošlo ku kolapsu dopravy pri mieste ubytovania, nakoľko sa predpokladá, že súčasne so samoevakuáciou bude prebiehať aj klasická plošná evakuácia v celkom rozsahu, ktorá bude do miesta ubytovania priväzovať napríklad deti zo škôl a materských škôl evakuované prostredníctvom evakuačných stredísk.

Podľa štatistických údajov Štatistického úradu Slovenskej republiky zo sčítania obyvateľstva v roku 2011 takmer 55 % domácností bolo držiteľom motorového vozidla, v bytových domoch len 44 %.² Podľa údajov z Ministerstva vnútra Slovenskej republiky je počet osobných áut kategórie M1 2 346 846 (osobné vozidlo, ktoré má maximálne 8 miest na sedenie, okrem vodiča).³ Avšak súhrnné údaje, ktoré sú prezentované za celú Slovenskú republiku nemožno pri krízovom riadení brať ako exaktne stanovené fakty, že minimálne polovica domácností v nejakej postihnutej oblasti mimoriadnou situáciou má k dispozícii osobný automobil. Sú oblasti (mestá a obce), ktoré vykazujú značné odchýlky. Príkladom môže byť mesto Trenčín, ktoré disponuje vlastnými údajmi o počte osobných áut v domácnostiach, na základe vlastného prieskumu dopravného správania, ktorý uskutočnili v roku 2019. Z výsledkov ich prieskumu vyplynulo, že takmer 56 % domácností má k dispozícii aspoň jeden osobný automobil, jedna štvrtina domácností má k dispozícii aspoň dva osobné automobily a jedna štvrtina domácností nedisponuje osobným automobilom. V okolitých štrnástich obciach v okolí Trenčína dokonca je vybavenosť osobnými automobilmi ešte väčšia, presne polovica domácností má k dispozícii jedno auto a na dvoch alebo viacerých autách jazdí až tretina obyvateľov z okolitých obcí v Trenčíne.⁴ Naopak na území Slovenskej republiky môžeme istotne nájsť obce a mestá, ktoré majú domácnosti s menšou vybavenosťou osobnými automobilmi, ktoré by mohli byť využité na samoevakuáciu. Vynára sa nám teda ďalšia problematická otázka pri evakuácii a tou je informovanosť orgánov krízového riadenia o počte osobných automobilov v jednotlivých domácnostiach, ktoré by mohli byť využité pre prípad samoevakuácie. Obzvlášť dôležité sú tieto údaje pre miestne samosprávy (obce a mestá), ktoré v zmysle § 15, ods. 1, písm. g) zákona Národnej rady Slovenskej republiky č. 42/1994 Z. z. o civilnej ochrane obyvateľstva, plánujú, vyhlasujú, riadia a zabezpečujú evakuáciu a poskytujú núdzové ubytovanie a núdzové zásobovanie evakuovaným.

Ďalšími problémami, s ktorými sa pri samoevakuácii môžeme stretnúť je **odhad doby oneskorenia**, ktorú môžeme chápať ako čas medzi vyhlásením evakuácie prostredníctvom

² Pre viac informácií pozri [online][cit. 06.07.2020, 09:30] Dostupné na: https://slovak.statistics.sk/wps/portal/ext/themes/demography/census/metadata/!ut/p/z/0/04_Sj9CPyKssy0xPLMnMz0vMAfIjo8ziw3wCLJycDB0N3MIDDA08_fjCQ8MsAo0DQ0z1C7IdFQEK5p5Y/

³ Prezídium Policajného zboru v Slovenskej republike. Celkový počet evidovaných vozidiel v SR [online]. [06.07.2020, 09:35]. Dostupné na: <https://www.minv.sk/?celkovy-pocet-evidovanych-vozidiel-v-sr>

⁴ Výsledky prieskumu v meste Trenčín a v okolitých obciach pre vytvorenie Plánu udržateľnosti mestskej mobility. [online]. [06.07.2020, 09:58]. Dostupné na: <https://trencin.sk/aktuality/stvrtina-nasich-domacnosti-sa-obide-bez-auta/>

hromadných informačných prostriedkov a skutočným pohybom jednotlivcov. Čas oneskorenia obyvateľstva zahŕňa rôzne činnosti, ktoré sa obyvateľstvo rozhodne vykonávať na základe ich rôznych pohnútok a vplyvov medzi časom vyhlásenia evakuácie a časom kedy sa evakuovaní dostanú na cestnú sieť alebo presunú k evakuačnému zbernému miestu.

Kroky a činnosti, ktoré obyvateľstvo vykonáva po vyhlásení evakuácie v domácnosti:

1. prijatie oznámenia o vyhlásení evakuácie;
2. stretnutie sa členov domácnosti;
3. tvorba evakuačnej batožiny, podľa odporúčaní v doplnkovej slovnej informácii;
4. zabezpečenie domácnosti pred odchodom;
5. nakladanie batožiny do vozidla pri samoevakuácii osobným automobilom/presun k evakuačnému zbernému miestu.

Musíme však do našich úvah zahrnúť aj ľudí, ktorí sa počas krízovej situácie nachádzajú v zamestnaní a neboli by v čase náhlej núdze v domácnosti. Vtedy ich kroky a postupy od vyhlásenia evakuácie zahŕňajú:

1. prijatie oznámenia o vyhlásení evakuácie;
2. vypnutie zariadení;
3. evakuácia zariadení;
4. zhromaždenie sa na evakuačnom zbernom mieste.

Vo všeobecnosti však nemáme žiadne dáta a zdroje informácií o žiadnom z krokov, ktoré vykonávajú obyvatelia od doby, kedy sa dozvedeli o vyhlásení evakuácie až do doby kým sa evakuovaní dostanú na cestnú sieť alebo presunú k evakuačnému zbernému miestu. Aj keby boli takéto informácie dostupné, líšili by sa od domácnosti k domácnosti, od podniku k podniku. Na základe výpočtu citlivosti evakuačného času na čas omeškania je teoreticky možné priblížiť aké množstvo ľudí bude meškať a v akej miere. Ide však o komplikovanejšie výpočty, ktoré však môžeme nájsť v niektorých plánoch evakuácie v okolí jadrového zariadenia v Spojených štátoch amerických (USA). Na základe výpočtov bolo zistené, že pri nehode na elektrárni v Južnej Karolíne v USA bude čas omeškania pri evakuácii 30 minút, s tým, že štandardná odchýlka bude 11,7 minúty. Interpretované výsledky poukazujú na skutočnosť, že 50 % obyvateľstva bude mať meškanie menšie ako 30 minút a 50 % obyvateľstva bude mať meškanie dlhšie ako 30 minút. Na základe výpočtov bolo zistené, že len 4 % obyvateľov sa oneskorí o viac ako 54 minút. Maximálne oneskorenie bolo vypočítané na základe odhadovaného vzťahu priemerného omeškania (30 minút) + dve štandardné odchýlky (12+12 minút).⁵

Pri plošnej samoevakuácii je potrebné počítať s tým, aké veľké územie bude evakuované a či postačí kapacita ciest na zvládnutie náporu ľudí evakuujúcich sa prostredníctvom osobných automobilov. Je potrebné počítať s tým, že z miestnych komunikácií sa budú postupne pripájať autá na cesty III. a II. triedy a následne na cesty I. triedy a diaľnice (v závislosti od regiónu, v ktorom bude evakuácia prebiehať a rozsahu evakuácie). Na týchto úsekoch sa budú vyskytovať kritické miesta, na ktorých bude potrebné nasadiť ľudské zdroje – dopravné zabezpečenie príslušníkmi Policajného zboru Slovenskej republiky. Kritické miesta možno identifikovať najmä v oblastiach pripojenia ciest na ďalšie úseky (križovatky), zúženia ciest, ktoré budú postupne preťažované. Je potrebné však počítať

⁵ Carolina Power and Light Company and NUTECH. 1981. *Evacuation Times Estimates* H. B. Robinson Steam Electric Plant, Unit 2, s. 20.

aj s tým, že realizácia evakuácie sa nebude diať v ideálnych podmienkach a osobné vozidlá tak nevstúpia na „prázdne“ cestné komunikácie. Na hrubú aproximáciu času pri samoevakuácii osobnými motorovými vozidlami môžeme použiť vzťah, kedy podiel počtu motorových vozidiel (pmv) a kapacity danej cesty (C) predstavuje evakuačný čas, vyjadrený v hodinách (T). Kapacitu danej cesty vyjadrujeme pre naše potreby podielom počtu vozidiel za hodinu.

$$T = \frac{pmv}{C}$$

Teda v prípade, ak máme v oblasti 1500 áut v domácnostiach, v oblasti, kde je vyhlásená evakuácia a evakuačná trasa vedie po ceste, ktorá má kapacitu 1000 voz/h (v anglosaskej odbornej literatúre možno nájsť údaj *vph* = *vehicles per hour*). Výsledkom je hrubý evakuačný čas 1,5 hodiny. Hrubý evakuačný čas môžeme považovať za približne rovnaký čas, ktorý je potrebný na evakuáciu. Významným doplnením odhadovaného času evakuácie môže byť výpočet času evakuácie do kritických miest na úseku evakuácie a čas, ktorý je potrebný na dosiahnutie maximálnej kapacity kritických miest. Pracujeme tu s veličinami ako dĺžka cesty, maximálna rýchlosť pozdĺž úseku cesty a spojenia medzi cestami.

Pri masovej plošnej evakuácii obyvateľstva je možné, že by došlo k významnému preťaženiu dopravy a následne ku preťaženiu dopravných zariadení. Preťaženie by sme očakávali v rámci Slovenskej republiky skôr vo veľkých sídlach, na diaľničných privádzačoch z veľkých miest a priamo v sídlach.⁶ Zrejme dodnes platí, že najlepším dopravným prostriedkom na evakuáciu v cestnej doprave je autobus. Zariadenia na hromadnú prepravu osôb sú výhodnejšie, nakoľko na rovnakej ploche dokážu prepraviť niekedy až desaťnásobne viac ľudí ako osobné automobily. O efektívnosti a vhodných komunikáciách na evakuáciu rozhodujú ich križovatky, či dopravné uzly. Dôvodom preťažovania križovatiek býva často ich nedostatočná priepustnosť. Preto pojem kapacita komunikácií vrátane ich zariadení sa vyjadruje ako maximálne množstvo vozidiel, ktoré tieto komunikácie prepustia za časovú jednotku. Je zřejmé, že kapacita je závislá od poveternostných podmienok (silný dážď, silný vietor, sneh, hmla, námraza ...), okrajových podmienok (napr. odhrnutý sneh, ktorý sa nachádza na okraji vozovky, či zužujúci sa jazdný pruh).

Podľa technických podmienok Ministerstva dopravy a výstavby Slovenskej republiky, pri akejkoľvek preprave zo zdroja „i“ do zdroja „j“, preprava závisí od času prepravy (t), v ktorom sa realizuje, účelu cesty (u), zvolenej trasy (r) a druhu dopravného prostriedku.⁷ V našich úvahách sa zaoberáme aj tým, či by bolo možné aspoň pri nedostatku času odhadnúť dostatočnú kapacitu ciest na evakuáciu podľa šiestich stupňov kvality dopravného prúdu, t. j. funkčnej úrovne dopravy. Kvalita funkčnej úrovne dopravy sa v zmysle technických predpisov Ministerstva dopravy a výstavby SR sa vyjadruje v šiestich stupňoch (od A po F). Evakuácia po cestnej infraštruktúre musí byť prístupná a bezpečná, dopravné prúdy sa musia udržiavať v pohybe a vodičom musí byť umožnená aktívna podpora. Práve jednotlivé funkčné

⁶ Ministerstvo dopravy a výstavby Slovenskej republiky: *Technické podmienky – výpočet kapacít pozemných komunikácií*. Bratislava: MDVaRR SR, 2015 s. 18 [online]. Dostupné na: https://www.ssc.sk/files/documents/technicke-predpisy/tp/tp_102.pdf [08.07.2020, 19:43].

⁷ Taktiež. s. 18

úrovne dopravy môžu pomôcť pri príprave evakuácie pre lepšiu predstavu o hustote a záťaži ciest.

Dopravný prúd	Hustota [voz/km/jazdný pruh]	Cestná rýchlosť [km/h]	Intenzita [voz/h/jazdný pruh]
voľný	≤ 12	> 97	700
primeraný	≤ 20	80 - 90	1000 – 1100
stabilný	≤ 30	70 - 85	1300 – 1550
hraničný	≤ 42	65 - 75	1600 – 1850
extrémny	≤ 67	≤ 50	1900 – 2000
zrútený	> 67	≤ 40	meniaca sa

Pri voľnom dopravnom prúde je podľa technických podmienok medzera medzi vozidlami približne 160 metrov. Rýchlosť vozidiel nie je obmedzená ďalšími vozidlami. Pri primeranom dopravnom prúde je medzera medzi vozidlami približne 100 metrov a vozidla sa len veľmi nepatrne obmedzujú v rýchlosti. Pri stabilnom dopravnou prúde je medzera približne 67 metrov medzi dvoma vozidlami, vyžaduje si to zvýšenú pozornosť vodiča. Hraničný dopravný prúd je už typický pre medzery o veľkosti cca 50 metrov (9 dĺžok vozidla). Pre extrémny dopravný prúd je typická vzdialenosť medzi vozidlami 33 metrov (6 dĺžok vozidla). Pri zrútenom dopravnom prúde je to len jedna dĺžka vozidla. Pri extrémnom a zrútenom dopravnom prúde sa vytvárajú rozsiahle kolóny, kde okrem križovatiek sa môže stav dopravného prúdu meniť od stabilného k nestabilnému, pričom sa môžu vytvoriť kolóny, ktoré obmedzia evakuáciu. Ak prichádza do jazdného pruhu viac áut ako je jeho možná kapacita, hovoríme o jeho zrútení, pričom zrútenie je charakteristické tým, že sa strieda posúvanie a zastavovanie áut. Pri celoplošnej evakuácii väčšiny obcí alebo menších miest na Slovensku zrejme nehrozí podobný scenár zrútenia dopravy, ale pri evakuácii veľkých miest, ako tomu býva inde vo svete zvykom, môže kolaps dopravy nastať. Príkladom môže byť evakuácia v Spojených štátoch amerických pri hurikáne Katrina v auguste v roku 2005.⁸

3. Plánovanie evakuácie vo vysoko urbanizovanom prostredí

Výber spôsobu evakuácie v husto osídlených a urbanizovaných oblastiach závisí od charakteru udalosti, od momentu kedy došlo k prvému oznámeniu potreby evakuácie a od charakteristiky oblasti, ktorá sa má evakuovať. V prípade husto urbanizovaného mesta, v centrách miest, najmä v starých európskych mestách, je motorizovaná evakuácia často ťažká alebo úplne nemožná, čo núti činiteľov s rozhodovacou právomocou zvážiť chôdzu ako spôsob dopravy. Obyvateľstvo má však možnosti chôdze značne obmedzené do určitého času, respektíve vzdialenosti. Preto je vhodné pri celoplošnej evakuácii v priestoroch kde je potrebné spočiatku ľudí evakuovať chôdzou, zvážiť presun obyvateľstva čo najbližšie to bude možné k zriadenému evakuačnému zbernému miestu.

Mestská evakuácia, respektíve evakuácia v urbanizovanom prostredí, je zložitý problém, ktorý má, často v záujme minimalizácie strát, protichodné ciele. Príkladom môže byť protichodnosť v dĺžke cesty a riziku cesty (dlhšia cesta môže byť niekedy bezpečnejšia),

⁸ COUTINHO-RODRIGUES, J., SOUSA, N., NATIVIDADE-JESUS, E. 2015. *Design of evacuation plans for densely urbanised city centres*. In: Municipal Engineer. Institution of Civil Engineers, s. 160.

ďalej protichodnosť v riziku cesty a dostupnosti cesty a podobne. V zahraničí preto táto zložitosť mestskej plošnej evakuácie odôvodnila vývoj metodík na riešenie problému a umožnila použitie metód a prístupov multiobjektívneho rozhodovania (ang. *multiobjective decision-making approaches*). Multiobjektívne rozhodovanie však komplikujú viaceré problémy, akými sú zložitosť, výber optimálneho riešenia, ktorým je zväčša riešenie, ktoré nemá dominantné postavenie a je len o niečo viac vyhovujúcejšie. Posledným problémom je výsledne veľké množstvo vzniknutých riešení. Z tohto dôvodu je potrebné nakoniec vybrať riešenie, ktoré je najoptimálnejšie a takéto riešenie sa dá vybrať napríklad porovnaním. Zahraničné evakuačné plány v husto osídlených oblastiach v západnej Európe sú preto vytvárané na základe stratégie a metodiky plánovania evakuácie na podstate multiobjektívnej optimalizácie a postupnosti dobre definovaných krokov. Základnou myšlienkou je výber cesty ktorou by mali evakuovaní ísť aby sa dostali do bezpečia a zároveň mu ponúknuť alternatívnu cestu na evakuáciu do zálohy, v prípade, že prvá cesta bude zablokovaná kvôli následkom krízovej situácie. Je potrebné počítať s tým, že v husto urbanizovaných oblastiach nie je možné dostať sa prostredníctvom auta do spomínaného cieľa (cieľom môže byť evakuačné zberné miesto, evakuačné stredisko alebo už aj miesto ubytovania). Vychádza sa totiž z predpokladu, že mestá, najmä ich historické časti, sú tvorené mnohými úzkymi, obmedzenými ulicami alebo zónami, ktoré autom neumožňujú premávku a je potrebné územie opustiť pešo. Metodika, ktorá je v takomto prípade využívaná v zahraničí je chápaná široko, ale dá sa modifikovať a prispôbiť na konkrétne situácie. Poskytnutie náhradnej (sekundárnej) evakuačnej cesty sa využíva z dôvodu, že na samotnej primárnej ceste došlo k udalosti, pre ktorú je potrebné daný sektor evakuovať a predmetná udalosť (chápaná ako krízová situácia) blokuje niektoré ulice.

Metóda zahŕňa štyri kroky. Prvým krokom je vo všeobecnosti zhromažďovanie geografických a demografických údajov, pričom ide najmä o stanovenie sektorov, z ktorých sa bude evakuovať, stanovenie počtu obyvateľov, ktorí v danej lokalite žijú alebo pracujú. Pričom je potrebné počítať aj s vplyvom turistov, či iných návštevníkov mesta v danom období. Spracovávajú sa vlastnosti ulíc a budov, konkrétnych objektov, z ktorých by vyplývalo riziko narušenia evakuačnej trasy. Druhým krokom je snaha o generáciu najkratších trás zo sektora, ktorý je evakuovaný do evakuačného zberného miesta alebo do evakuačného strediska. Okrem dĺžky cesty sa do úvahy berie aj riziko cesty. Tretím krokom je pridelenie miesta, kde bude obyvateľstvo ubytované a rozdelené. Štvrtým krokom je skúmanie viacerých možností a riešení evakuácie, z ktorých je jedno riešenie vybrané na implementáciu. Ideálnym nástrojom na využitie môže byť Geografický informačný systém (GIS).

Krok č. 1: Prieskum a zhromažďovanie údajov

Definovanie problému s evakuáciou si vyžaduje zhromaždenie a spracovanie rozsiahlych údajov týkajúcich sa študovanej oblasti. Orgán, ktorý má na starosti vytváranie plánov evakuácie musí postupovať podľa jednotlivých bodov:

1. vymedzenie oblasti evakuácie – oblasť evakuácie je chápaná ako oblasť, ktorá sa má evakuovať. Najlepšie informácie a usmernenia v tomto smere môžu na území Slovenskej republiky podať obce a okresné úrady. Do tejto oblasti sa zahŕňajú obytné oblasti (domy, bytové domy), služby v danej oblasti a právnické osoby (výroba, obchodné oblasti). Do tejto oblasti spadajú aj ulice a uličky nachádzajúce sa vo vyznačenej oblasti evakuácie;
2. zhromažďovanie a registrácia údajov – sieť ulíc v oblasti evakuácie, počet obyvateľov v budovách, charakteristika budov. Ďalšie sú informácie potrebné na opísanie riziká evakuačných trás a jednotlivých konečných staníc (evakuačných zberných miest,

evakuačného strediska, či miesta ubytovania). Zber údajov môže pozostávať z údajov, ktoré poskytnú jednotlivé orgány verejnej správy, v Slovenskej republike sú to najmä obce a mestá. V zahraničí používajú na zistenie počtu obyvateľov údaje z posledného sčítania obyvateľov alebo údaje z katastra nehnuteľností. Na získanie týchto informácií je možný aj ďalší prieskum, pričom odporúčame takýto prieskum vykonať najmä ako súčasť ďalšieho prieskumu, z hľadiska efektívnosti finančných výdavkov. Príkladom zhromažďovania a registrácie údajov môže byť, ak chce obec riešiť svoju dopravnú situáciu a vykonáva kvôli tomu prieskum intenzity a maximálnej kapacity dopravy, využitie týchto údajov aj pri tvorbe takýchto podrobných evakuačných plánov;

3. identifikácia a charakteristika miest pre evakuačné stredisko/zberné miesto/ubytovanie – v prípade evakuačných zberných miest a stredísk ide v zastavanej husto urbanizovanej oblasti najmä o námestia, prípadne parky alebo aj iné priestranstvá prístupné pre motorové vozidlá, najmä teda pre autobusy a vozidlá integrovaného záchranného systému. Ak ide priamo už o miesto ubytovania, môže ísť o telocvične základných a stredných škôl a podobne vhodné budovy, ktoré sa nachádzajú blízko voľných hlavných ciest. Vhodné je v tomto kroku vymedziť aj vzdialenosť týchto miest od najbližšej nemocnice, či zdravotného strediska, najmä z hľadiska rizika a času prepravy do nemocnice. V Portugalsku, kde táto metóda vznikala, určujú orgány civilnej ochrany maximálny počet obyvateľov v týchto evakuačných zariadeniach. Rovnako ako aj pri určovaní rizika cesty, aj určovanie rizika miesta ubytovania (prípadne rizika evakuačného zariadenia) a metódy zvolené pri jeho stanovovaní môžu byť individuálne. Stanovenie hodnoty rizika môže závisieť od stavu ochrany v priestoroch miesta ubytovania, či evakuačného zariadenia alebo od charakteristík okolitých budov. Možné je aj posúdenie z hľadiska možnosti vzniku požiaru. Čas prepravy do najbližšej nemocnice možno vyhodnotiť v GIS pomocou nástrojov štandardnej sieťovej analýzy. Miesto ubytovania, evakuačné zariadenie, prípadne aj úkrytový priestor by sa mal vybrať alebo zriadiť taký, aby zohľadňoval povahu nebezpečenstva, pred ktorým chce tvorca scenára evakuácie chrániť obyvateľov, súčasne však toto miesto musí zachovávať určitú flexibilitu ochrany aj pred inými nebezpečenstvami;

4. stanovenie sektorov budov, z ktorých bude evakuácia prebiehať – tento krok je potrebný pre zníženie zložitosti problému. Ide o určenie skupín budov pozdĺž úsekov ulíc, z ktorých sa bude evakuovať do jedného miesta ubytovania, prípadne do evakuačného zariadenia, či úkrytu. Podľa odporúčaní autorov tejto zahraničnej metódy je vhodným nástrojom na stanovovanie týchto sektorov Geografický informačný systém (GIS);

5. stanovenie rizika cestnej siete, po ktorej sa bude vykonávať evakuácia – opäť je na rozhodnutí samotného tvorca evakuačného plánu, respektíve scenára, aké metódy na vyhodnotenie rizika cestnej siete použije. V západnej Európe sú na zreteľ často brané faktory akými sú šírka a dĺžka cestnej komunikácie, typ vozovky, bezpečnosť cestnej premávky, prekážky na cestách. Významným doplnením je aj posúdenie rizika budov a zariadení, ktoré sa nachádzajú popri ceste, po ktorej bude vykonávaná evakuácia. Cesty, na ktorých sa nachádza drevárska fabrika, či zimný štadión môžu predstavovať určitú zvýšenú úroveň nebezpečenstva.

V celom procese posudzovania a tvorby plánu evakuácie touto metódou je potrebné brať na zreteľ dennú a nočnú situáciu, nakoľko z pohľadu intenzity dopravy, premávky, či obyvateľstva, ktoré sa v budovách nachádza to môže mať výrazný dopad. Ak hovoríme, že evakuáciu plánujeme v husto urbanizovanom prostredí, musíme počítať s tým, aký typ zástavby sa v tomto prostredí nachádza. V úseku s obytnými budovami je vyššia pravdepodobnosť vyššieho počtu osôb počas večerných a nočných hodín (po príchode z práce). Naproti tomu, v časti s maloobchodným a veľkoobchodným predajom je potrebné počítať v nočných hodinách s výrazne nižším počtom evakuovaných osôb.

Krok č. 2: Výpočet individuálnych evakuačných plánov

Po tom ako sme vymedzili sektory, z ktorých sa bude evakuovať, stanovili sme si miesta, kde budú evakuanti prichádzať a charakterizovali sme si sieť ulíc, môžeme ďalej identifikovať najlepšie varianty evakuačných ciest na prechod zo sektorov, z ktorých sú ľudia evakuovaní do miesta ubytovania, úkrytov, evakuačného strediska, či evakuačného zberného miesta. Pre tento účel sa využívajú kombinácie ciest z evakuovaného sektora – do evakuačného zariadenia (alebo miesta ubytovania a podobne.). Zmyslom je minimalizovať dĺžku cesty a zároveň aj riziko cesty zo sektora, ktorý je evakuovaný do miesta príchodu evakuantov. Riziko cesty môžeme chápať ako súčet všetkých rizík na hodnotenej ceste. Jedným zo spôsobov hodnotenia rizika je vytvorenie váhového hodnotenia dĺžky cesty a rizika cesty, napríklad 100/0, 50/50, 0/100, 70/30 a podobne. Môže sa stať, že z tohto hodnotenia budú viaceré cesty vychádzať zhodne, čo sa vyskytuje najmä na krátkych vzdialenostiach medzi sektorom, z ktorého sa evakuje a miestom, kde prídu evakuanti. Cesty s rovnakou dĺžkou, veľmi veľkou dĺžkou a veľmi veľkým rizikom sa odstraňujú. Takto nám ostane „primárna cesta“, ktorá vedie do „primárneho miesta ubytovania“ alebo do „primárneho miesta úkrytia“, či do „primárneho evakuačného zariadenia“. Odporúča sa však predpríprava a tvorba sekundárnej cesty, pre prípad, že by primárna bola zablokovaná. Tvorba sekundárnych ciest nasleduje až po tvorbe všetkých primárnych ciest, pričom tento postup vytvoril aj profesor Coutinho-Rodrigues z Univerzity Coimbra v Portugalsku.⁹ Na primárnych cestách, ktoré boli vytvorené z každého sektora evakuácie do miesta, kam prichádzajú evakuanti by sme mali navodiť umelé podmienky ich nevhodnosti (napríklad príliš dlhá trasa). Následne je potrebné stanoviť všetky trasy zo sektora evakuácie do všetkých oblastí, kde budú prichádzať evakuanti a stanoviť najkratšiu trasu. Pri stanovení sekundárnych evakuačných trás už neberieme do úvahy riziko. Najkratšia cesta zo sektora evakuácie, do (už teraz) hociktorého miesta ubytovania, evakuačného zariadenia alebo úkrytu sa stáva sekundárnou evakuačnou trasou. Kým pri hľadaní primárnej evakuačnej trasy je sektor evakuácie aj miesto príchodu evakuantov dopredu známe, pri hľadaní sekundárnej evakuačnej trasy je dopredu známy len sektor, z ktorého sa bude evakuovať a na základe najkratšej trasy sa zistí miesto, kde prídu evakuanti. Miesto kde prídu evakuanti (evakuačné zariadenia, miesto ubytovania, či úkryt) je zvyčajne iné a odlišné, než pri primárnej evakuačnej trase. Sektor odkiaľ budú ľudia evakuovaní, primárnu evakuačnú trasu a sekundárnu evakuačnú trasu chápeme ako jeden „individuálny evakuačný plán“. Výsledkom druhého kroku tejto metódy je vytvorenie veľkej skupiny takýchto individuálnych evakuačných plánov.

Vzťahy pri tvorbe individuálneho evakuačného plánu¹⁰:

$$p_k = (k, s_k, p_k^1, p_k^2)$$

p_k : individuálny evakuačný plán

k : identifikované pole, $k = 1, \dots, K$ (K : celkový počet individuálnych plánov)

s_k : sektor evakuovaný plánom p_k

p_k^1 : primárna evakuačná trasa plánu p_k

p_k^2 : sekundárna evakuačná trasa plánu p_k

⁹ COUTINHO-RODRIGUES, J., TRALHAO, L., ALCADA-ALMEIDA, L. 2012. *Solving a location–routing problem with a multiobjective approach: the design of urban evacuation plans*. Journal of Transport Geography, s. 206–218.

¹⁰ COUTINHO-RODRIGUES, J., SOUSA, N., NATIVIDADE-JESUS, E. 2015. *Design of evacuation plans for densely urbanised city centres*. In: Municipal Engineer. Institution of Civil Engineers, s. 169.

Krok č. 3: Optimalizácia alokácie miest príchodu evakuantov.

V tomto kroku je potrebné priradiť ku každému sektoru jediný individuálny evakuačný plán. Optimalizácia sa robí za pomoci modelu, ktorého princíp spočíva v určení šiestich relevantných zložiek, ktoré najviac ovplyvňujú plošnú evakuáciu v husto urbanizovaných oblastiach.

Ide o:

- O1 – dĺžku primárnej evakuačnej trasy;
- O2 – riziko primárnej evakuačnej trasy;
- O3 – dĺžku sekundárnej evakuačnej trasy;
- O4 – riziko primárneho miesta, do ktorého prídu evakuanti;
- O5 – čas prepravy z miesta, do ktorého prídu evakuanti do najbližšej nemocnice;
- O6 – počet otvorených miest, do ktorých môžu prísť evakuanti s výhradou kapacitných obmedzení týchto miest.

Orgány civilnej ochrany obyvateľstva okrem posudzovania času prepravy z miesta, do ktorého prídu evakuanti do najbližšej nemocnice, sa venujú aj klasickým primárnym činnostiam, ktoré sú zároveň základnými úlohami civilnej ochrany obyvateľstva v zmysle § 6 zákona č. 42/1994 Z. z. o civilnej ochrane obyvateľstva v znení neskorších predpisov. Spomínaná činnosť patrí do sekundárnych činností civilnej ochrany, ktorá sa uskutočňuje až po evakuácii. Už z povahy samotnej metódy vyplýva, že ide o súhrn viacerých činností, ktoré pri väčšom meste a vo viac urbanizovanom prostredí bolo nemožné vypočítať, preto sú na takéto prípady využívané výpočtové modely, ktoré generujú riešenia. Využívajú sa pri tom MILP (*Mixed Integer Linear Programs*), teda číselné programovanie, kombinatorika.¹¹ Dĺžka primárnej evakuačnej trasy (O1) a dĺžka sekundárnej evakuačnej trasy (O3) sa môže uvádzať v metroch, prípadne v kilometroch. Čas prepravy z miesta, do ktorého prídu evakuanti do najbližšej nemocnice sa môže tiež uvádzať v minútach, či hodinách, existujú však i plány, kde sa tento čas uvádza v sekundách (v návrhu evakuačného plánu mesta Coimbra v Portugalsku). Riziko primárnej evakuačnej trasy (O2) a riziko primárneho miesta, do ktorého prídu evakuanti (O4), sa vyznačuje v jednotkách v závislosti od použitej metódy analýzy rizík. U tvorca tejto metódy nájdeme aj pojem „rizikové jednotky“ (ang. *risk units*).¹² Riziko primárnej evakuačnej cesty môže byť ohodnotený aj pomocou semikvantitatívnej analýzy rizík a stanovením miery rizika na stupnici od 1 po 10 alebo od 1 po 100, alebo od 1 po 500 a podobne.

Pri zisťovaní najvhodnejšej možnosti evakuácie, vychádza model zo vzťahov:

$$\min O1 = \sum_{i=1}^K l_i^1 h_{si} x_i$$

kde:

l_i^1 - dĺžka primárnej evakuačnej trasy

h_{si} - počet obyvateľov evakuovaného sektora

$x_i = 1$ (1 - pokiaľ je evakuačný plán vybraný, 0 - pokiaľ nie je vybraný)

¹¹ LARROSA, J., OLIVERAS, A., RODRÍGUEZ-CARBONELL, E. 2020. *Mixed Integer Linear Programming. Combinatorial Problem Solving* [online] Dostupné na: <https://www.cs.upc.edu/~erodri/webpage/cps/theory/lp/milp/slides.pdf> [cit. 11.07.2020].

¹² COUTINHO-RODRIGUES, J., SOUSA, N., NATIVIDADE-JESUS, E. 2015. *Design of evacuation plans for densely urbanised city centres*. In: Municipal Engineer. Institution of Civil Engineers, s. 168.

$$\min O2 = \sum_{i=1}^K r_i^1 h_{si} x_i$$

kde:

r_i^1 - riziko spojené s primárnou evakuačnou trasou

$$\min O3 = \sum_{i=1}^K l_i^2 h_{si} x_i + R \sum_{i:x_i=1}^K l_i^3 h_{si} x_i$$

kde:

l_i^2 - dĺžka sekundárnej evakuačnej trasy

R - parameter jednoduchosti/zložitosti modelu, ak je model jednoduchý (s primárnou a sekundárnou evakuačnou trasou, $R = 0$; ak je model zložitý (napríklad viac navrhovaných náhradných trás), $R > 0$. ($0 \leq R \leq 1$)

$$l_i^3 = \min \left\{ l_{e_i^2, j}^e; i, j : x_i = y_j = 1 \right\}$$

$l_{e_i^2, j}^e$ - najkratšia vonkajšia cesta zo sekundárneho miesta, do ktorého prídu evakuanti (evakuačné zariadenie, úkryt) do ďalšieho miesta, do ktorého prídu evakuanti (iné evakuačné zariadenia, úkryt)

$$\min O4 = \sum_{i=1}^K r_{e_i}^e h_{si} x_i$$

$r_{e_i}^e$ - riziko primárneho miesta, do ktorého prídu evakuanti

$$\min O5 = \sum_{i=1}^K t_{e_i} h_{si} x_i$$

t_{e_i} - čas potrebný na presťahovanie ľudí z primárneho miesta, do ktorého prídu evakuanti

$$\min O6 = \sum_{j=1}^{N_e} y_j$$

$y_j = 1$ (1 – pokiaľ je napríklad evakuačné zariadenie voľné, 0 – pokiaľ je evakuačné zariadené obsadené alebo má malú kapacitu)

Krok č. 4: Analýza výstupov, výber a implementácia riešenia

Bez ohľadu na spôsob riešenia plánovania konkrétnej evakuácie, ľudia zodpovední za plánovanie evakuácie musia vždy analyzovať a zvážiť viacero riešení, až pokiaľ nedôjdu ku konečnému záveru. Okrem logickej zložky a empirie, ktorú pracovník krízového riadenia využíva alebo by využíval pri tvorbe evakuačných plánov, je neodmysliteľnou súčasťou plánovania aj intuícia a kompromis.¹³ Výsledné riešenie by však malo byť podložené aj výsledkami vyššie uvedených postupov. V konečnom dôsledku, pri krízovom riadení je výber konkrétneho riešenia vždy výberom politickým, ako to pri multiobjektívnych problémoch býva zvykom.

Implementácia riešenia do praxe začína pri orgánoch krízového riadenia a civilnej ochrany a pri odovzdávaní a prenose informácií ľuďom žijúcim v jednotlivých sektoroch, ktoré sa

¹³ COUTINHO-RODRIGUES, J., SOUSA, N., NATIVIDADE-JESUS, E. 2015. *Design of evacuation plans for densely urbanised city centres*. In: Municipal Engineer. Institution of Civil Engineers, s. 165.

budú evakuovať. Je na orgánoch krízového riadenia a civilnej ochrany, aby pripravili najmä evakuačné zariadenia, teda miesta, kde sa stretnú s evakuovanými obyvateľmi. Odtiaľ už orgány civilnej ochrany, prostredníctvom zložiek integrovaného záchranného systému môžu obyvateľov presunúť do blízkej nemocnice. Odporúča sa, aby informácie pre obyvateľov o evakuácii boli pri východoch z budov s označením smeru evakuácie a súčasťou cestného značenia vrátane uvedenia záložnej cesty (sekundárnej evakuačnej trasy). Na efektívnu evakuáciu však nestačí len vyvesiť evakuačné plány a trasy. Podľa nášho názoru by mnohí ľudia mohli prehliadať informácie, plány a odporúčané postupy pri evakuácii. Smer evakuačných trás pre jednotlivé sektory môžu byť zvýraznené smerovými značkami na stenách ulíc.

Vzťah, ktorým by sme mohli vyjadriť správnosť zvoleného miesta ubytovania je:

$$c_j^m y_j \leq \sum_{i:e_i^j=j} h_{s_i} x_i \leq c_j^M y_j$$

kde:

c_j^m - minimálny počet osôb, ktorý je potrebný pre otvorenie miesta ubytovania

c_j^M - maximálna kapacita miesta ubytovania

Pokiaľ primárne miesto, na ktoré sa dostali evakuovaní, nebolo zároveň aj miestom ubytovania evakuovaných, ale len evakuačným strediskom, či dokonca evakuačným zberným miestom, nasledoval by presun do miesta ubytovania. Časové hľadisko pri takomto presune môžeme odhadnúť pomocou jednoduchšej rovnice:¹⁴

$$T = T_1 + \frac{d}{45} * 60$$

kde:

T - celková doba trvania presunu [min]

T_1 - doba pre nástup a výstup, zvyčajne v horizonte 5 až 15 minút [min]

d - vzdialenosť medzi bodmi, ktorými sa prepravujú evakuovaní [km]

45 – odhad priemernej rýchlosti presunu osôb mobilnou technikou [km.h⁻¹]

4. Záver

Súčasný systém plánovania plošnej evakuácie obyvateľstva na území Slovenskej republiky nie je konečným a nemeniteľným. Aj jemu je potrebné venovať stále pozornosť a vytvárať možnosti na inovácie a zlepšenia. Pri tvorbe evakuačných plánov na území Slovenskej republiky sa možno inšpirovať aj zahraničnými vedeckými a odbornými prístupmi. Častou črtou zahraničných podrobných plánov plošnej evakuácie je ich tvorba v mestách, kde sa často opakuje jeden druh tej istej krízovej situácie so zväčša závažnými následkami. Ide najmä o plánovanie evakuácie pri krízovej situácii spojennej s cunami, či s hurikánom, kedy sa naozaj vyskytuje potreba vykonať plošnú evakuáciu veľkého počtu obyvateľstva v osídlenej oblasti. Na našom území by sa využitie multiobjektívnych zahraničných metód mohlo aplikovať napríklad v okolí jadrových zariadení, či pri plánovaní evakuácie v oblastiach s častým výskytom povodní, pre jednotlivé stupne povodňovej

¹⁴ ADAMEC, V. a kol. 2012. *Ochrana před povodněmi a ochrana obyvatelstva*. Sdružení požárního a bezpečnostního inženýrství. Ostrava, s. 106.

aktivity. Poznatky z prístupov k problematike plošnej evakuácie spojenej so samoevakuáciou prostredníctvom osobných automobilov by mohli byť využiteľné pri tvorbe evakuačných plánov vo veľkých mestách na území Slovenskej republiky. Plošné zavedenie detailného multiobjektívneho plánovania evakuácie v každej obci na Slovensku by bolo vzhľadom na deficit ľudských a odborných kapacít podľa nášho názoru nereálne.

Literatúra

- ADAMEC, V. a kol. 2012. *Ochrana před povodněmi a ochrana obyvatelstva*. Sdružení požárního a bezpečnostního inženýrství. Ostrava, s. 106. ISBN 978-80-7385-118-7.
- BETUŠ, M. 2018. *Evakuácia v prípade mimoriadnej udalosti na jadrovom zariadení*. In: Revue civilnej ochrany. Roč. 20, s. 9-12. ISSN 1335-4094.
- Carolina Power and Light Company and NUTECH. 1981. *Evacuation Times Estimates H. B. Robinson Steam Electric Plant, Unit 2*, s. 20.
- COUTINHO-RODRIGUES, J., SOUSA, N., NATIVIDADE-JESUS, E. 2015. *Design of evacuation plans for densely urbanised city centres*. In: Municipal Engineer. Institution of Civil Engineers, s. 165.
- COUTINHO-RODRIGUES, J., TRALHAO, L., ALCADA-ALMEIDA, L. 2012. *Solving a location–routing problem with a multiobjective approach: the design of urban evacuation plans*. Journal of Transport Geography, s. 206–218.
- FOLWARCZNY, L., POKORNÝ, J. 2006. *Evakuace osob*. Sdružení požárního a bezpečnostního inženýrství. Ostrava, s. 120. ISBN 978-80-8663-492-0.
- LARROSA, J., OLIVERAS, A., RODRÍGUEZ-CARBONELL, E. 2020. *Mixed Integer Linear Programming. Combinatorial Problem Solving* [online]. Dostupné na: <https://www.cs.upc.edu/~erodri/webpage/cps/theory/lp/milp/slides.pdf> [cit. 11.07.2020].
- LIU, H., HE, X., BAN, J. 2007. *A cell-based many-to-one dynamic system optimal model and its heuristic solution method for emergency evacuation*. Transportation Research Board 86th Annual Meeting Compendium of Papers, Report 07-2261. Transportation Research Board Business Office, Washington DC, USA [online]. Dostupné na: <http://trid.trb.org/view.aspx?id=802113> [cit. 11.07.2020, 08:37].
- Ministerstvo dopravy a výstavby Slovenskej republiky: *Technické podmienky – výpočet kapacít pozemných komunikácií*. Bratislava: MDVaRR SR, s. 18 [online]. Dostupné na: https://www.ssc.sk/files/documents/technicke-predpisy/tp/tp_102.pdf [cit. 08.07.2020, 19:43].
- Prezídium Policajného zboru v Slovenskej republike: *Celkový počet evidovaných vozidiel v SR* [online]. Dostupné na: <https://www.minv.sk/?celkovy-pocet-evidovanych-vozidiel-v-sr> [cit. 06.07.2020, 09:35].
- Štatistický úrad Slovenskej republiky [online]. Dostupné na: https://slovak.statistics.sk/wps/portal/ext/themes/demography/census/metadata!/ut/p/z/0/04_Sj9CPyKssy0xPLMnMz0vMAfIjo8ziw3wCLJycDB0N3M1DDA08_fyCQ8MsAo0DQ0z1C7IdFOEK5p5Y/ [cit. 06.07.2020, 09:30].
- Štvrtina domácností sa obíde bez auta. In: *trencin.sk* [online]. Dostupné na: <https://trencin.sk/aktuality/stvrtina-nasich-domacnosti-sa-obide-bez-auta/> [cit. 06.07.2020, 09:58].

Vyhláška Ministerstva vnútra Slovenskej republiky č. 328/2012 Z. z. ktorou sa ustanovujú podrobnosti o evakuácii.

Zákon Národnej rady Slovenskej republiky č. 42/1994 Z. z. o civilnej ochrane obyvateľstva, v znení neskorších predpisov.

Keywords: evacuation, evacuation facilities, place of accommodation, crisis situation, emergency event, emergency situation, protection of the public, large-scale evacuation, evacuation route

Summary

The article deals with theoretical issues that could occur after the proclamation of the evacuation. The author focuses the attention on the plan of the public transportation from the evacuation sector, along the evacuation route, to the appropriate evacuation facility. After outlining the issues, the author presents other countries' (especially Portugal and the United States of America) approaches of dealing with selected types of issues. The current system of planning the general evacuation of the public in the Slovak Republic is not final and invariable. It also needs constant attention and there's room for innovation and refining. When creating evacuation plans, Slovak Republic can be inspired by foreign scientific and professional approaches. In the territory of the Slovak Republic, the usage of multi-objective foreign methods could be applied, e.g. in the vicinity of nuclear facilities, or in the evacuation planning in areas where the floods are frequent occurrence.

*por. PhDr. JUDr. Ondrej Blažek
Katedra verejnej správy a krízového
manažmentu
Akadémia Policajného zboru v Bratislave
Sklabinská 1,
835 17 Bratislava 35
e-mail: ondrej.blazek@akademiapz.sk*

Recenzent: Ing. Ján Šinovský, PhD.