

VYUŽITIE SIMULÁCIÍ PRI RIEŠENÍ KRÍZOVÝCH JAVOV V DOPRAVE

THE USE OF SIMULATION IN DEALING WITH CRISIS EVENTS WITHIN TRANSPORT

Ing. Michaela Jánošíková, PhD.

*Žilinská univerzita v Žiline, Univerzitný vedecký park,
Univerzitná 8215/1, 010 26 Žilina
Kontakt: michaela.janosikova@uniza.sk*

Ing. Maroš Lacinák, PhD.

*Žilinská univerzita v Žiline, Univerzitný vedecký park,
Univerzitná 8215/1, 010 26 Žilina
Kontakt: maros.lacinak@uniza.sk*

ABSTRAKT

Nástroje modelovania a simulácie sú v súčasnosti využívané v mnohých oblastiach. Tento článok popisuje možnosti využitia simulácie pri riešení krízových javov v oblasti dopravy, so zameraním na vzdelávanie odborníkov. Článok popisuje teoretický prístup k oblasti simulácií v kontexte krízového manažmentu a dopravy. V rámci Cyklu krízového riadenia je uvedená problematika riešená v období pred vznikom krízového javu. Druhá časť článku popisuje možnosti využitia simulácií pri riešení krízových javov zameraných na dopravu. Článok tiež uvádza konkrétne príklady praktického využitia živej simulácie, virtuálnej simulácie a konštruktívnej simulácie pri riešení krízových javov v doprave, ktoré sú zamerané na riešenie dopravných nehôd.

Kľúčové slová: simulácie, krízový manažment, doprava.

ABSTRACT

Modeling and simulation tools are currently used in many areas. This article describes the possibilities of using simulation in solving crisis phenomena in the field of transport, with a focus on training professionals. The article describes a theoretical approach to the field of simulations in the context of crisis management and transport. Within the Crisis Management Cycle, this issue is addressed in the period before the crisis. The second part of the article describes the possibilities of using simulations in solving crisis phenomena focused on transport. The article also presents specific examples of practical use of live simulation, virtual simulation, and constructive simulation in solving crisis phenomena in traffic, which are focused on solving traffic accidents.

Keywords: Simulation, Crisis Management, Transport.

ÚVOD

Bezpečnosť predstavuje kľúčový prvok dopravy. Podľa štatistického vyhodnotenia dopravnej nehodovosti (STATdat 2021) sa za rok 2019 na Slovensku stalo 13741 dopravných nehôd,

pričom pri 215 dopravných nehodách došlo k usmrteniu účastníkov nehody, pri 936 dopravných nehodách došlo k ťažkému ublíženiu na zdraví a pri 4259 nehodách k ľahkému ublíženiu na zdraví. Bezpečnosť dopravy je možné zvýšiť aj vhodnou zmenou organizácie a regulácie dopravy. Túto zmenu je možné realizovať napr. na základe poznatkov získaných využitím simulačného nástroja na modelovanie dopravy, a to i ako možného preventívneho nástroja na zvyšovanie bezpečnosti na cestách.

Simulácia nám umožňuje kontrolované skúmať modely rôznych systémov, procesov a dejov, ktoré je možné vykonávať bez narušenia prebiehajúcich operácií vo výrazne kratšom časovom období v porovnaní s výskumom v reálnom prostredí, prostredníctvom simulácie overiť rôzne teoretické výpočty, porovnať dáta získané viacerými simulačnými pokusmi, ale predstavuje tiež účinný nástroj pre vzdelávanie sa jej používateľov.

SIMULÁCIE V KONTEXTE KRÍZOVÉHO MANAŽMENTU A DOPRAVY

Simulácia predstavuje zaradenie modelu do systému s použitím vhodných vstupov a sledovaním príslušných výstupov. Všeobecne je považovaná za nástroj na predvídanie a predpovedanie budúcich udalostí prostredníctvom riešenia scenárov „čo keby“ (Walle 2010). Rybár (2000) uvádza, že pojem simulácia môže byť chápaný ako proces, spojený s používaním už vytvoreného, pripraveného a overeného modelu nejakým subjektom pri riešení určitej úlohy. Jedným z rozdielov medzi simuláciou a modelovaním je možnosť zmeny vstupných parametrov pri simulovaní. Simulácia predstavuje praktický a bezpečný spôsob testovania a výcviku v osobitných a nebezpečných podmienkach prostredia (Çayirci 2009).

Dopravný model je snaha o napodobnenie skutočného dopravného procesu na základe známych zákonitostí. Podstata matematického modelovania spočíva v zostavení modelu, ktorý pomocou počítača popisuje správanie prvkov systému a ich vzájomnú interakciu pri rešpektovaní náhodných faktorov, ktoré majú na systém vplyv. Medzi prednosti tejto metódy patrí aj riešenie zložitých systémov, možnosť reagovania na rôzne špecifiká a náhodné vplyvy. Poskytuje veľké množstvo informácií o správaní sa jednotlivých častí systému v určitom okamihu s pomerne spoľahlivým popisom dejov (Vidriková 2011).

V rámci vytvárania modelov rôznych dopravných situácií je možné využívať veľké množstvo simulačných nástrojov s rozmanitými funkciami používané s rozličným účelom a cieľom. Článok je zameraný na simulácie využívané predovšetkým ako tréningový nástroj pri riešení krízových javov. V tejto oblasti, Çayirci (2009) uvádza tri základné typy simulácií:

- **živá simulácia** – je simulácia, pri ktorej skutočné osoby využívajú reálne vybavenie v simulovanom prostredí (napr. cvičenie),
- **virtuálna simulácia** – je simulácia, kedy je simulované vybavenie v simulovanom prostredí využívané skutočnými osobami (napr. trenažéry),
- **konštruktívna simulácia** – je simulácia, kde je simulované vybavenie v simulovanom prostredí využívané simulovanými osobami (napr. vojenský výcvik, výcvik krízových štábov).

Okrem uvedených typov simulácií uvádza Rybár (2000) aj štvrtú možnosť, a to kombináciu živej, virtuálnej a konštruktívnej simulácie nazývanú distribuovaná simulácia. Podrobnejší popis jednotlivých typov simulácií je uvedený v publikáciách *Možnosti využitia simulácií počas prípravy na krízové situácie* (Jánošíková 2019), *Konštruktívna simulácia v príprave krízových manažérov* (Jánošíková 2020) a ďalších.

MOŽNOSTI VYUŽITIA SIMULÁCIÍ PRI RIEŠENÍ KRÍZOVÝCH JAVOV V DOPRAVE

Riešenie krízového javu možno rozdeliť do niekoľkých fáz, ktoré majú odlišné charakteristiky. V podmienkach Slovenskej republiky použil Šimák (2016) štyri fázy Modelu krízového riadenia. V anglickej literatúre je pojem označovaný ako „Disaster Management Cycle“ a najčastejšie cyklus pozostáva zo šiestich fáz riešenia krízových javov. V našom prístupe použijeme cyklus zavedený Menonom a Sahayom (2006). Tabuľka 1 ilustruje možné využitie simulácie vo fázach Cyklu krízového riadenia.

Tab. 1 Použitie simulácií v jednotlivých fázach Cyklu krízového riadenia (podľa Walle et al., 2010)

Fázy Cyklu krízového riadenia	Účel využitia simulácie	Typ simulácie
<i>Prevenca, Plánovanie a pripravenosť (vrátane Prípravy)</i>	Prognózovanie, plánovanie, vzdelávanie a tréning.	Živá simulácia Konštruktívna simulácia Virtuálna simulácia
<i>Reakcia (krízové riadenie)</i>	Podpora rozhodovania v reálnom čase. Plánovanie alokácie zdrojov v reálnom čase.	Živá simulácia Konštruktívna simulácia Virtuálna simulácia
<i>Obnova a rekonštrukcia (vrátane Riešenia)</i>	Vyšetrovanie a analýza možných príčin vzniku krízového javu.	Virtuálna simulácia

Článok je zameraný predovšetkým na využitie simulácií pri vzdelávaní a tréningu. Na tento účel sa simulácie využívajú najmä v období pred vznikom krízového javu, t. j. vo fáze Prevencie a fáze Plánovania a pripravenosti (vrátane Prípravy). V týchto fázach je možné použiť všetky typy simulácií, teda živú simuláciu, virtuálnu simuláciu aj konštruktívnu simuláciu. Nasledujúca časť popisuje možné spôsoby využitia týchto typov simulácií pri riešení krízových javov v doprave.

Využitie živej simulácie pri riešení krízových javov v doprave

Živá simulácia môže byť vnímaná ako praktická príprava pracovníkov využívajúcich štandardné postupy, materiálne a technické vybavenie, ktorí riešia vzniknutú krízovú situáciu v reálnom prostredí, v reálnych podmienkach, na reálnom pracovisku alebo vo výcvikovom centre (Andrassy 2018).

Medzi výhody živej simulácie je možné zaradiť (Andrassy 2018):

- vykonávanie aktivít v reálnom prostredí s možnosťou hodnotenia plnenia úloh cvičiacich,
- využitie reálnej techniky a materiálu bez úprav (jednoduchosť inštalácie prostriedkov simulácie na zariadenia),
- utvrdenie si návykov reálneho použitia technických prostriedkov alebo systémov,
- vytváranie možných činností a zdrojov ohrozenia v prostredí simulácie.

Medzi nevýhody živej simulácie je možné zaradiť (Walle 2010):

- časová, finančná a organizačná náročnosť zabezpečenia simulácie,

- obmedzený počet možných simulovaných scenárov v rámci jedného cvičenia, väčšinou je možné realizovať len jeden scenár.

Vo fáze Prevencie a fáze Plánovania a pripravenosti, t. j. v období pred vznikom krízového javu, môže byť živá simulácia využitá ako nástroj pre tréning a vzdelávanie v krízovom manažmente. V rámci prípravy na krízové situácie je forma živej simulácie využívaná pri súčinnostných a preverovacích cvičeniach. Plánovanie a vykonávanie cvičení, ako praktickej formy vzdelávania je náročné na organizáciu, čas, materiálne aj finančné zabezpečenie. Preto je tento spôsob prípravy využívaný prioritne pre výkonné zložky krízového manažmentu, najmä profesionálne zložky akými sú predstavitelia Hasičského a záchranného zboru, Zdravotnej záchrannej služby, Policajného zboru, Kontrolných chemických laboratórií civilnej ochrany a pod. Tematicky sú takéto cvičenia zamerané na zvládanie rôznych typov krízových javov. Značná pozornosť je venovaná práve udalostiam v rámci dopravy, ako sú cestné, železničné či letecké dopravné nehody, dopravné nehody s únikom nebezpečných látok, hromadné dopravné nehody a pod.

Príkladom živej simulácie je súčinnostné cvičenie záchranných zložiek pri simulovanej leteckej dopravnej nehode, ktoré sa konalo na Letisku Žilina v Dolnom Hričove dňa 17. októbra 2018. V rámci cvičenia zasahovali zložky Rýchlej zdravotnej služby Žilina, Červeného kríža, Krajského a Okresného riaditeľstva Hasičského a záchranného zboru Žilina, ako aj zložky Policajného zboru SR pri odstraňovaní následkov dopravnej nehody lietadla s 25 pasažiermi (Nácvik 2021). Na Obr. 1 sú zobrazené fotografie zo zásahu záchranných zložiek počas cvičenia simulovanej leteckej dopravnej nehody.



Obr. 1 Súčinnostné cvičenie záchranných zložiek pri simulovanej leteckej dopravnej nehode na Letisku Žilina (vlastné fotografie z cvičenia simulovanej leteckej dopravnej nehody na letisku Žilina)

Na tento účel bolo v rámci žilinského letiska prvýkrát využité skutočné lietadlo, odstavený bývalý vládny špeciál, v ktorom počas cvičenia prebiehali niektoré záchranné akcie. Cieľom cvičenia bolo prakticky precvičiť činnosť záchranných zložiek letiska, zložiek Integrovaného záchranného systému a iných podporných zložiek pri riešení leteckej nehody, po jej vzniku a odstraňovaní jej následkov. Precvičovala sa zároveň aj procedúra vyrozumienia o vzniknutej situácii, výmena informácií medzi záchrannárskymi zložkami a tiež reálne dojazdové časy povolaných zložiek Integrovaného záchranného systému (Nácvik 2021).

Využitie virtuálnej simulácie pri riešení krízových javov v doprave

V rámci virtuálnej simulácie sa môžeme stretnúť s fyzickou, interaktívnou a humanoidnou simuláciou. Reprezentantom fyzickej virtuálnej simulácie je fyzikálna imitácia reálneho systému alebo jeho napodobeniny. Interaktívna a humanoidná simulácia je systém, v ktorom entity a užívatelia simulácie komunikujú s prostredím (Andrassy 2018).

Medzi výhody virtuálnej simulácie je možné zaradiť (Andrassy 2018):

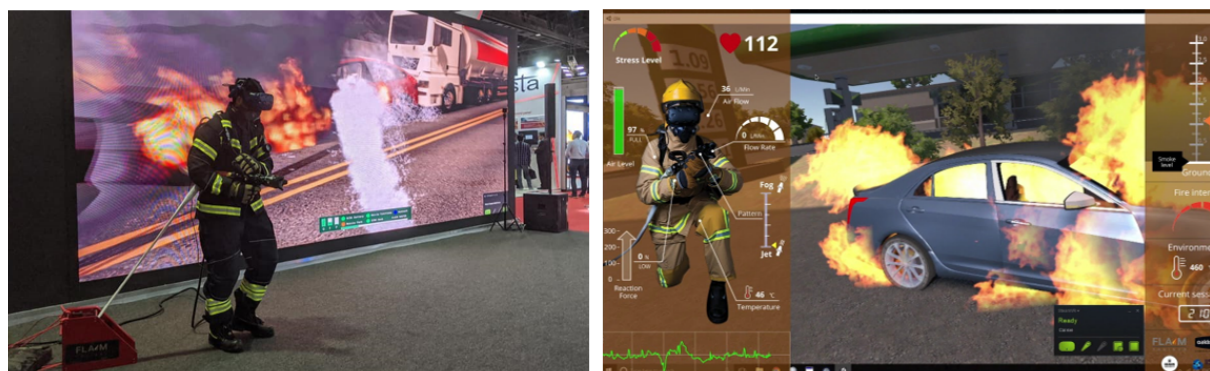
- možnosť intenzívneho opakovania psychomotorických reakcií pri obsluhovaní technických zariadení počas výcviku (automatizácia činnosti),
- vytváranie situácií, v ktorých by v reálnej situácii mohlo dôjsť k poškodeniu systému,
- eliminácia ohrozenia zdravia a životov,
- opakovanie, porovnávanie a korigovanie výkonov cvičiacich počas výcviku,
- vedenie činnosti aj tam, kde by to v reálnej situácii nebolo možné (prostredníctvom prostredia simulácie).

Medzi nevýhody virtuálnej simulácie je možné zaradiť (Winter 2012):

- limitujúce fyzikálne predpoklady,
- môže evokovať nerealistické správanie sa,
- nepohodlnosť simulátora.

Virtuálnu simuláciu je možné označiť za špeciálny spôsob výcviku, využívaný predovšetkým pri výcviku pilotov, palubného personálu lietadiel, osádok vozidiel a veliteľov menších jednotiek k vedeniu operácií v prostredí simulácie, ktoré je zhodné so skutočným (Andrassy 2018). V rámci Cyklu krízového riadenia sú nástroje virtuálnej reality využiteľné vo všetkých fázach cyklu krízového riadenia. V rámci Prevencie a fázy Plánovania a pripravenosti je možné virtuálnu simuláciu využiť pri prognózovaní a plánovaní zdrojov nevyhnutných pri riešení krízových javov, ako aj pri vzdelávaní a tréningoch jednotlivých zložiek podieľajúcich sa na riešení krízových javov aj v oblasti dopravy. Cieľovou skupinou sú predovšetkým členovia Integrovaného záchranného systému, ktorí môžu pomocou virtuálnej simulácie precvičovať svoje schopnosti a zručnosti, zdokonaľovať svoje reakcie na vznik rôznych typov udalostí.

Príkladom môže byť virtuálny simulátor FLAIM Trainer®, ktorý predstavuje tréningový nástroj poskytujúci hasičom možnosť trénovať situácie a scenáre, ktoré sú nebezpečné a ťažko reprodukovateľné. Cvičiaci tak získajú návyky, ktoré budú využiteľné pri riešení reálne vzniknutých dopravných situácií. Prostredníctvom doplnku Vive Tracker dokáže cvičiaci sledovať pohyby akejkoľvek entity, ku ktorej je pripojený a tieto pohyby replikovať do prostredia virtuálnej reality (Mališka 2019; FLAIM 2021). Virtuálny simulátor FLAIM Trainer® je zobrazený na obr. 2.



Obr. 2 Virtuálny simulátor FLAIM Trainer®, pohľad na hasiča počas cvičenia (vľavo) a výhľad hasiča počas cvičenia (vpravo). (FLAIM systems, 2021)

V prípade simulátora FLAIM Trainer® je Vive Tracker pripevnený ku koncu hasiaceho prístroja, takže hasiči môžu počas cvičenia hasiť virtuálne požiare s vybavením, ktoré používajú v reálnom svete. Cvičiaci sa do virtuálneho sveta dostane prostredníctvom VR náhlavnej súpravy, ktorá je navyše doplnená o vlastnú súpravu dýchacej masky. To dodá cvičeniu väčšiu autentickosť. Ochranný odev, ktorý hasič počas simulácie používa, má zabudovaný systém vyhrievania, ktorý zabezpečuje zohriatie odevu tak, že používateľ má vo virtuálnej realite pocit, akoby stál oproti ozajstnému požiaru. Oblek je vybavený elektrokardiogramom na monitorovanie kondície, fyziologických reakcií a výkonnosti jeho nositeľa. Údaje získané prostredníctvom zariadenia sú ukladané lokálne alebo na vzdialenom cloudovom úložisku. Môžu slúžiť pri hodnotení, ale taktiež na porovnávanie výsledkov jednotlivých cvičiacich medzi sebou (Mališka 2019; FLAIM 2021).

Využitie konštruktívnej simulácie pri riešení krízových javov v doprave

Konštruktívna simulácia je založená na báze počítačovej podpory, kde softvérový nástroj umožňuje simulovať procesy a javy v reálnom alebo špecifikovanom čase a prostredí. Cieľom tvorby takéhoto prostredia je dosiahnuť u cvičiacich dojem vykonávania skutočných operácií a činností tak, ako keby boli vykonávané aj v reálnom prostredí (Simulácie 2021).

„Konštruktívnu simuláciu je tiež možné špecifikovať ako umelú entitu (model), ktorá je reprezentantom reálne správujuceho sa človeka, reálnej techniky alebo určitého celku alebo celkov. Takýto model je definovaný podľa skutočných reálnych dát so zreteľom na jeho takticko-technické dáta, na jeho správanie sa a taktiež na jeho reprezentáciu“ (Andrassy 2018).

Medzi výhody konštruktívnej simulácie je možné zaradiť (Grega 2013):

- vytvorenie prostredia veľmi blízkeho reálnym podmienkam a priebehu riešeného krízového javu,
- simulovanie krízových javov prebiehajúcich v rôznych podmienkach (geografické, klimatické, dostupnosť síl a prostriedkov,...),
- kvantifikácia javov a procesov dáva možnosť získané dáta podrobnejšie analyzovať,
- modelovanie a simulácia na rôznych úrovniach riadenia, s ľubovoľnou mierou podrobnosti alebo stupňom generalizácie objektov, javov a procesov,
- lepšie zaznamenávanie priebehu cvičení, čo môže viesť k objektívnejšiemu hodnoteniu výsledkov cvičenia a formulácií záverov a odporúčaní,
- hľadanie optimálnych riešení z hľadiska použitia síl a prostriedkov.

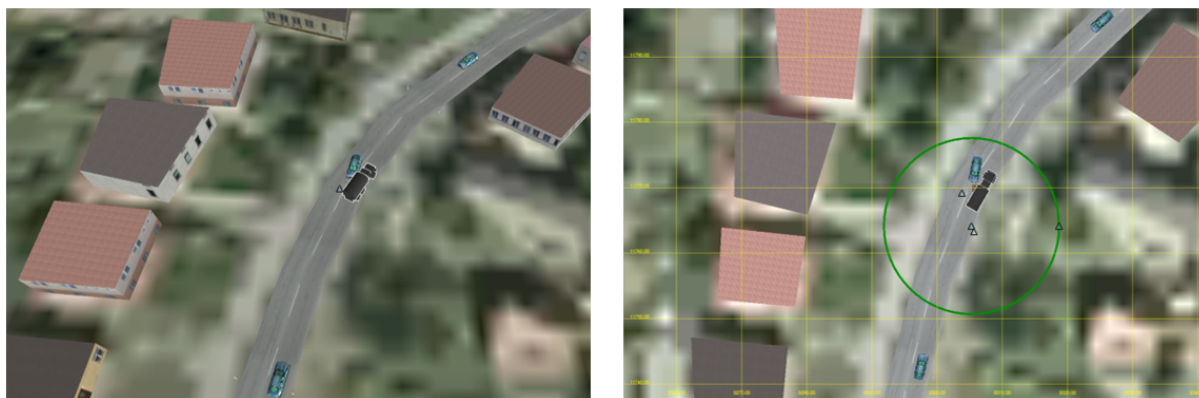
Medzi nevýhody konštruktívnej simulácie je možné zaradiť (Grega 2013):

- nenahraditeľnosť skutočnej činnosti simulovanými činnosťami,
- možné potláčanie emotívneho, etického a vôľového aspektu, pretože modely konštruktívnej simulácie sú postavené predovšetkým na racionálnej báze,
- nutnosť dôkladnej prípravy a značnej precíznosti pracovníkov školiacich zariadení, napr. pri naplňaní databáz.

V období pred vznikom krízového javu môže byť konštruktívna simulácia taktiež využívaná pri tréningoch a vzdelávaní v krízovom manažmente. Počas prípravy na krízové situácie je možné konštruktívnu simuláciu využiť ako podporný nástroj pre realizáciu cvičení prvkov krízového manažmentu. Prostredníctvom simulácie je možné vytvoriť prostredie, ktoré bude

čo najviac pripomínať vznik reálneho krízového javu. Snaha vytvoriť interaktívnejšie a dynamickejšie prostredie, v ktorom budú účastníci cvičenia nútení reagovať na vzniknutú situáciu, má za cieľ skvalitniť rozhodovacie procesy a precvičiť komunikáciu medzi jednotlivými členmi cvičiaceho subjektu. Počas súčinnostných a preverovacích cvičení prvkov krízového manažmentu je možné prostredníctvom cvičenia s podporou konštruktívnej simulácie precvičovať komunikáciu a koordináciu zúčastnených zložiek.

Ako príklad nástroja konštruktívnej simulácie, ktorý je využiteľný pri cvičeniach prvkov krízového manažmentu je možné uviesť program VR-Forces®, ktorý predstavuje komplexný simulačný nástroj umožňujúci simulovať rôzne krízové javy v rozličných prostrediach. Jednou zo základných možností využitia takéhoto programu je riešenie krízových javov prírodného, spoločenského a hospodárskeho charakteru orientovaných prevažne na systém dopravy, kde je možné vytváranie simulácií hromadnej dopravnej nehody či nehody s únikom nebezpečných látok, vrátane rádioaktívnych látok (Ristvej 2017). Prostredníctvom tohto simulačného nástroja bola v rámci prípravy cvičenia nasimulovaná dopravná nehoda v meste Sliač, pri ktorej došlo k nehode cisternového vozidla prepravujúceho nebezpečnú látku a osobného automobilu s následným únikom nebezpečnej látky. Simulovaná dopravná nehoda je znázornená na obr. 3.



Obr. 3 Zobrazenie dopravnej nehody cisternového vozidla prepravujúceho nebezpečnú látku s osobným automobilom - 3D zobrazenie (vľavo), 2D zobrazenie vrátane taktického zobrazenia (vpravo). (vlastné spracovanie v simulačnom softvérovom nástroji VR-Forces®)

Cieľom pripravovaného cvičenia bolo predovšetkým precvičenie činnosti krízového štábu mesta Sliač pri riešení mimoriadnej udalosti spôsobenej následkom dopravnej nehody spojenej s možným únikom nebezpečnej látky a precvičenie súčinnosti zložiek Integrovaného záchranného systému, koordinačného strediska Integrovaného záchranného systému, zasahujúcich jednotiek Hasičského a záchranného zboru, a orgánov krízového riadenia na miestnej úrovni.

ZÁVER

Využívanie modelovania a simulácie na riešenie rôznych dopravných problémov je významné pre vytváranie správnych rozhodnutí. Prostredníctvom simulácie je možné vytvoriť prostredie, ktoré bude čo najviac pripomínať vznik reálneho krízového javu. Snaha o vytvorenie interaktívnejšieho a dynamickejšieho prostredia, v ktorom budú účastníci cvičenia nútení reagovať na vzniknutú situáciu, má za cieľ zlepšiť rozhodovacie procesy a precvičiť komunikáciu medzi jednotlivými členmi predmetu cvičenia. Simulácia umožňuje dôkladné porovnanie a vyhodnotenie možných variantov riešenia, flexibilné riešenie dopravných obmedzení, plánovanie potrebných síl a prostriedkov na riešenie krízových javov a pod. Implementácia simulácií ako podporného nástroja v procese vzdelávania a tréningov

odborníkov krízového manažmentu môže výrazne napomôcť pri získavaní schopností a zručností potrebných pre adekvátne riešenie krízových javov. Hlavným cieľom článku bolo predstaviť možnosti využitia simulácií pri riešení krízových javov v doprave.

Zaujímavou možnosťou je tiež prepojenie spomínaných troch typov simulácií, teda prvkov živej, virtuálnej a konštruktívnej simulácie, a vytvorenie tzv. distribuovanej simulácie. Týmto spôsobom je možné prepojiť dve rôzne simulačné prostredia na rovnakom mapovom podklade a v rovnakej taktickej situácii. Tento typ simulácie sa využíva najmä pri cvičeniach vo vojenskom priestore. K takémuto spojeniu však môže dôjsť aj pri tréningoch a vzdelávaní odborníkov v oblasti krízového manažmentu, ktoré je možné taktiež tematicky zamerať na oblasť dopravy.

Významnou oblasťou pre ďalší výskum je možnosť prepojenia špecifických typov senzorov (rôzne typy pohybových a polohových senzorov, IoT koncept, iné typy senzorov a konceptov). Oblasť simulácií prináša produkciu veľkého množstva využiteľných dát, čo vytvára predpoklady pre ďalšie možnosti výskumu a rozvoja vedy v tejto oblasti.

POUŽITÁ LITERATÚRA

- “Nácvik leteckej nehody“, 2021. Žilina International Airport. Dostupné na: <http://www.letisko.sk/aktuality/nacvik-leteckej-nehody-310/>.
- Andrassy, V., Grega, M., Nečas, P., 2018. “Krizový manažment a simulácie.“ Ostrowiec: College of Business and Entrepreneurship in Ostrowiec. Prvé vydanie. 202 s. ISBN 978-83-64557-33-0.
- Çayirci, E., Marincic, D., 2009. “Computer Assisted Exercises and Training: A Reference Guide 1st Edition.” Hoboken, New Jersey: Wiley-Blackwell. s. 312, ISBN: 978-0-470-49861-3.
- “Flaim Trainer® Overview“, 2021. FLAIM systems. Dostupné na: <https://www.flaimsystems.com/flaim-trainer/>.
- Grega, M., Bučka, P., 2013. “Cvičenia krízového manažmentu nevojenského charakteru v praxi.“ In: Riešenie krízových situácií prostredníctvom simulačných technológií. Zborník vedeckých prác z medzinárodnej vedeckej konferencie. Liptovský Mikuláš: Akadémia ozbrojených síl gen. M. R. Štefánika. s. 9-13. ISSN 1338-4880.
- Jánošíková, M., Ristvej, J., 2019. “Možnosti využitia simulácií počas prípravy na krízové situácie.“ In: Mladá věda 2019 : sborník přednášek XVI. ročníku mezinárodní konference mladých vědeckých pracovníků a doktorandů. 1. vyd. Ostrava: Sdružení požárního a bezpečnostního inženýrství. s. 39-44. ISBN 978-80-7385-222-1.
- Jánošíková, M., Ondrejka, R., 2020. “Konštruktívna simulácia v príprave krízových manažérov“ = Training and education the population for self-protection and mutual assistance. In: Krízový manažment = Crisis Management : vedecko-odborný časopis Fakulty bezpečnostného inžinierstva Žilinskej univerzity v Žiline : scientific-technical Journal of Faculty of Security Engineering at the University of Žilina in Žilina. Roč. 19, č. 2. s. 84-89. ISSN 1336-0019.
- Mališka, R., 2019. “Virtuálna realita a haptický systém pomáha s výcvikom hasičov.“ Techpedia - sprievodca svetom technológií. Dostupné na: <https://techpedia.ta3.com/technologie-pre-biznis/novinky/profi-technika/5753/virtualna-realita-a-hapticky-system-pomaha-s-vycvikom-hasicov>.
- Menon, N.V.C., Sahay, R., 2006. “Role of Geoinformatics for Disaster Risk Management.” Dostupné na: http://www.gisdevelopment.net/magazine/years/2006/oct/26_1.htm.
- Ristvej, J., Sokolova, L., Starackova, J., Ondrejka, R., Lacinak, M., 2017. Experiences with Implementation of Information Systems within Preparation to Deal with Crisis Situations in Terms of Crisis Management and Building Resilience in the Slovak Republic, In: Proceedings - International Carnahan Conference on Security Technology, ICCST 2017. ISBN: 978-153861585-0.

- Rybár, M. et al., 2000. "Modelovanie a simulácie vo vojenstve." Bratislava: Vydavateľská a informačná agentúra, Ministerstvo obrany Slovenskej republiky. 398 s. ISBN 80-88842-34-4.
- "Simulácie – Typy simulácie." 2021. Simulačné centrum Akadémie ozbrojených síl generála Milana Rastislava Štefánika v Liptovskom Mikuláši. Dostupné na: <http://www.aos.sk/sc/index.php?go=2>.
- STATdat. 2021. "Cestná doprava – infraštruktúra, motorové vozidlá, nehody, vyhodnotenie za rok 2019." Štatistický úrad Slovenskej republiky.
- Šimák, L. 2016. "Krizový manažment vo verejnej správe." 2. Prepracované vydanie. Žilina: EDIS – vydavateľské centrum Žilinskej univerzity v Žiline, Fakulta bezpečnostného inžinierstva. 263 s. ISBN 978-80-554-1165-1.
- Vidriková, D. 2011. "Možné využitie modelovania dopravy ako preventívneho nástroja na zvýšenie bezpečnosti na cestách." In: Krízový manažment. EDIS, vydavateľstvo Žilinskej univerzity v Žiline, č. 1/2011. ISSN 1336-0019.
- Walle, van de, B. and col., 2010. Information Systems for Emergency Management. New York: ME. Sharpe, 2010, ISBN 978-0-7656-2134-4.
- Winter, J.C.F., Leeuwen, P.M., Happee, R., 2012. Advantages and Disadvantages of Driving Simulators: A Discussion. In: Proceedings of Measuring Behavior 2012, 8th International Conference on Methods and Techniques in Behavioral Research, Utrecht, s. 47-50.

*„Táto publikácia vznikla vďaka podpore v rámci Operačného programu Integrovaná infraštruktúra 2014 - 2020 pre projekt:
Inovatívne riešenia pohonných, energetických a bezpečnostných komponentov dopravných prostriedkov, s ITMS kódom projektu 313011V334, spolufinancovaný zo zdrojov Európskeho fondu regionálneho rozvoja"*



EURÓPSKA ÚNIA
Európsky fond regionálneho rozvoja
OP Integrovaná infraštruktúra 2014 – 2020



MINISTERSTVO
DOPRAVY A VÝSTAVBY
SLOVENSKEJ REPUBLIKY