

KRÍZOVÝ MANAŽMENT CRISIS MANAGEMENT

Ročník 22

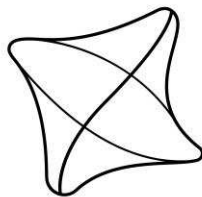
Číslo 2/2023



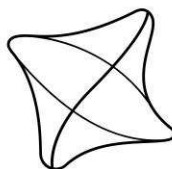
Vedecký časopis
FAKULTY BEZPEČNOSTNÉHO INŽINIERSTVA ŽILINSKEJ UNIVERZITY
V ŽILINE

Scientific Journal
OF FACULTY OF SECURITY ENGINEERING AT UNIVERSITY OF ŽILINA

1953
70
2023



**ŽILINSKÁ UNIVERZITA
V ŽILINE**



ŽILINSKÁ UNIVERZITA V ŽILINE
Fakulta bezpečnostného
inžinierstva



VĽ VÝSKUMNÁ
AGENTÚRA



Moderné vzdelávanie pre vedomostnú spoločnosť/
Projekt je spolufinancovaný zo zdrojov EÚ
Tento projekt sa realizoval vďaka podpore z Európskeho sociálneho fondu a Štátneho
rozpočtu SR v rámci Operačného programu Vzdelávanie
**Systematizácia transferu pokrokových technológií a poznatkov medzi
priemyselnou sférou a univerzitným prostredím ITMS 26110230004**



PREDHÖVOR

Vážení čitatelia, vedúci pracovníci a krízoví manažéri orgánov verejnej správy a zainteresovaných právnických osôb, kolegovia z akademického prostredia, vedeckí pracovníci, doktorandi a študenti vysokých škôl, predkladáme Vám prvé číslo 22. ročníka vedeckého časopisu, Fakulty bezpečnostného inžinierstva UNIZA, **Krízový manažment**.

Ďakujem všetkým domácim a zahraničným autorom, že venovali svoj čas a vypracovali pestré spektrum článkov. Oponentom ďakujem za ich kritické posúdenie článkov systémom „Double-blind peer review“. V tomto čísle sa autori venujú rôznym zaujímavým problematikám, ako napr. simuláciám požiaru uzatvoreného priestoru, možnostiam využitia konštruktívnych simulácií pre plánovanie núdzového zásobovania vodou, 3D modelovaniu pre potreby simulačnej rekonštrukcie pádu ľudského subjektu z výšky, bezpečnosti a ochrane zdravia pri práci s ohľadom na štatistickú klasifikáciu ekonomických činností, vybraným problémom hasičských jednotiek pri zdolávaní požiarov elektromobilov, bezpečnosti účastníkov cestnej premávky a ich vplyv na vnímanie dopravnej situácie, využitiu nových technológií pri monitorovaní kritickéj infraštruktúry, ako aj prevencii finančnej krízy v podniku pomocou analýzy scenárov.

Rád by som dal do pozornosti internetové stránky časopisu, zvýšenie podielu článkov v anglickom jazyku a jeho propagáciu v domácom a zahraničnom prostredí. Náš časopis v súčasnosti prechádza na redakčný systém Actavia, je registrovaný v medzinárodnej databáze ERIH plus a jednotlivé články sú tiež registrované v databáze Google Scholar a majú priradené DOI.

Aj v budúcnosti radi privítame Vaše články zo všetkých oblastí teórie a praxe krízového manažmentu, civilnej ochrany, záchranných služieb, ochrany osôb a majetku, ochrany kritickéj infraštruktúry a ďalších oblastí občianskej bezpečnosti. Články prijímame vo forme vedeckých príspevkov, odborných štúdií a skúseností, ako aj informácií o konferenciách, projektoch a nových publikáciách, počas celého roka. Vzor článku sa nachádza na posledných stranách časopisu, ako aj na web stránke časopisu.

Náš časopis je voľne dostupný v elektronickej podobe aj na stránke fbi.uniza.sk (<https://fbi.uniza.sk/stranka/casopis-krizovy-manazment>).

Budem veľmi rád za Vaše prípadné podnety a pripomienky, zaslané e-mailom na adresu Jozef.Ristvej@uniza.sk alebo vyslovené osobne na pôde Žilinskej univerzity v Žiline.

Prajem vám zaujímavé čítanie a úspešný záver roka!

Jozef Ristvej
predseda redakčnej rady

KRÍZOVÝ MANAŽMENT

Časopis pre pracovníkov zaoberajúcich sa otázkami bezpečnosti, rizík, krízovým manažmentom a krízovým plánovaním. Vychádza 2x ročne. Nevyžiadané rukopisy nevraciam. Kopírovanie a verejné rozširovanie povolené len so súhlasom vydavateľa. Články sú posúdené redakčnou radou a nezávislými oponentmi systémom „Double-blind peer review“. Časopis je evidovaný v medzinárodnej databázach ERIH plus a Google Scholar.

Redakčná rada

Predseda:

prof. Ing. Jozef Ristvej, PhD. EMBA SR

Členovia:

doc. Ing. Vilém Adamec, Ph.D. ČR
prof. dr. Zoran Čekerevac Srbsko
prof. Ing. Jaroslav Belás, PhD. ČR
prof. PhDr. Ján Buzalka, CSc. SR
Dr. Ágota Drégelyi - Kiss, Ph.D. Maďarsko
prof. Ing. Zdeněk Dvořák, PhD. SR
plk. doc. JUDr. Miroslav Felcan, PhD. SR
doc. Ing. Stanislav Filip, PhD. SR
doc. Ing. Jozef Gašparík, PhD. SR
prof. dr. ir. P.H.A.J.M. Pieter van Gelder Holandsko
prof. Ing. Vladimír Gozora, PhD. SR
kpt. dr. hab. inž. Paweł Gromek, Ph.D. Poľsko
prof. Ing. Marcel Harakaľ, PhD. SR
Dr. Timo Hellenberg, Ph.D. Fínsko
prof. Ing. Ladislav Hofreiter, CSc. SR
doc. Ing. Martin Hromada, PhD. ČR
prof. Ing. Monika Hudáková, PhD. SR
prof. Ing. Vojtech Jurčák, CSc. SR
doc. Ing. Jozef Klučka, PhD. SR
Ing. Zdeněk Kopecký, CSc. ČR
doc. Ing. Bohuř Leitner, PhD. SR
prof. Ing. Tomáš Loveček, PhD. SR
prof. h. c. prof. Ing. Milan Majerník, PhD. SR
prof. Ing. Jozef Majerčák, PhD. SR
Dr. Frank Markert Dánsko
doc. Ing. Vladimír Mózer, PhD. SR
prof. RNDr. Iveta Marková, PhD. SR
prof. MUDr. Leoš Navrátil, CSc. ČR
Dr. Marcin Paweska, PhD. Poľsko
doc. Ing. Jiří Pokorný, Ph.D., MPA ČR
prof. Ing. David Řehák, Ph.D. ČR
prof. Ing. Miloslav Seidl, PhD. ČR
prof. dr. Andrej Sotlar Slovinsko
doc. Ing. Eva Sventeková, PhD. SR
doc. Ing. Jozef Svetlík, PhD. SR
prof. Ing. Bedřich Šesták, DrSc. ČR
prof. Ing. Ladislav Šimák, Ph.D. SR
doc. Ing. Jaromír Šíroky, Ph.D. SR
doc. Dr. Jolanta Tamošaitienė, Ph.D. Litva
prof. dr. inž. Detelin Vasiliev, PhD. Bulharsko
prof. Ing. Andrej Vefas, PhD. SR
prof. inž. Jaroslav Vykljuk, DrSc. Ukrajina
prof. Bartel Van de Walle, Ph.D. Holandsko
prof. Bo Wang, Ph.D. Čína
prof. inž. Zenon Zamiar, Ph.D. Poľsko

Technická redakcia

Predseda

doc. Ing. Mária Hudáková, PhD. SR

Členovia:

Ing. Michal Ballay, PhD., LL.M. SR
Ing. Ladislav Mariš, PhD. SR
PaedDr. Lenka Mōcová, PhD. SR
doc. Ing. Zuzana Zvaková, PhD. SR

Vydáva Žilinská univerzita v Žiline, Fakulta bezpečnostného inžinierstva, Univerzitná 8215/1, 010 26 Žilina, SR
IČO: 00397563

tel.: 041/ 513 67 04, fax: 041/ 513 66 20

e-mail: Jozef.Ristvej@uniza.sk

Tlač EDIS, vydavateľstvo UNIZA

Registrácia MK SR zo dňa 8.3.2009

pod číslom EV 3481/09 (tlačené vydanie)

Registrácia MK SR zo dňa 15.12.2022

pod číslom EV 45/22/EPP (online)

DOI 10.26552/krm.J.2023.2

ISSN 1336-0019 (tlačené vydanie)

ISSN 2730-0544 (online)

Dátum vydania: december 2023

Grafická úprava obálky

doc. Ing. Mária Hudáková, PhD.

VEDECKÉ ČLÁNKY

- 5 | TEPELNÉ SAMOVZNIETENIE AKO NAJČASTEJŠIE SA VYSKYTUJÚCE FYZIKÁLNO-CHEMICKÉ SAMOVZNIETENIE
Iveta CONEVA
- 13 | STUDIE JÍZDNÍCH VLASTNOSTÍ DOPRAVNÍHO AUTOMOBILU A POŽÁRNÍHO PŘÍVĚSNÉHO VOZÍKU
Jiří LASÁK, Ladislav JÁNOŠÍK, Ivana JÁNOŠÍKOVÁ
- 23 | BEZPEČNOSTĚ A OCHRANA ZDRAVIA PRI PRÁCI S OHLĀDOM NA ŠTATISTICKÚ KLASIFIKÁCIU EKONOMICKÝCH ČINNOSTÍ
Jozef KUBÁS, Katarína BUGANOVÁ, Eva SVENTEKOVÁ, Katarína PETRLOVÁ, Anna CIDLINOVÁ
- 31 | BEZPEČNOSTĚ ÚČASTNÍKOV CESTNEJ PREMÁVKY A ICH VPLYV NA VNÍMANIE DOPRAVNEJ SITUÁCIE
Michal BALLAY, Ľudmila MACUROVÁ, Pavol KOHÚT, Miroslav RÉDL
- 39 | PREVENCIA FINANČNEJ KRÍZY V PODNIKU POMOCOU ANALÝZY SCENÁROV
Peter KARDOŠ
- 46 | METODIKA TVORBY A ZAIŠŤOVANIA CHODNÍČKA BIPEDÁLNEJ ĽUDSKEJ LOKOMÓCIE
Damiána ŠIMČEKOVÁ, Veronika ADAMOVÁ
- 55 | 3D MODELOVANIE PRE POTREBY SIMULAČNEJ REKONŠTRUKCIE PÁDU ĽUDSKÉHO SUBJEKTU Z VÝŠKY
Eduard KOLLA, Veronika ADAMOVÁ
- 64 | VYBRANÉ PROBLÉMY HASIČSKÝCH JEDNOTIEK PRI ZDOLÁVANÍ POŽIAROV ELEKTROMOBILOV
Milan KONÁRIK, Michal BALLAY, Jozef SVETLÍK, Dávid KALUŽNÍK
- 72 | MOŽNOSTI VYUŽITÍ KONSTRUKTIVNÍ SIMULACE PRO PLÁNOVÁNÍ NOUZOVÉHO ZÁSOBOVÁNÍ VODOU
Jiří BARTA, Jiří KALENDA
- 77 | VYUŽITIE NOVÝCH TECHNOLOGÍÍ PRI MONITOROVANÍ
Michal MIŠKE, Lucia FIGULI, Zdeněk DVORÁK

INFORMÁCIA

- 83 | SPRÁVA O ČINNOSTIACH V RÁMCI PROJEKTU KEGA 043ŽU-4/2022
Jana STUDENÁ, Jozef RISTVEJ
- 86 | VZOR A POKYNY NA PÍSANIE PRÍSPEVKOV DO ČASOPISU „KRÍZOVÝ MANAŽMENT“
- 88 | POSTUP PRI PRIJÍMANÍ PRÍSPEVKOV DO ČASOPISU „KRÍZOVÝ MANAŽMENT“
- 89 | OPONENTSKY POSUDOK ČLÁNKU
- 90 | PROCEDURE FOR SUBMITTING ARTICLES 'CRISIS MANAGEMENT' JOURNAL
- 91 | PAPER REVIEW REPORT FOR CRISIS MANAGEMENT JOURNAL



TEPELNÉ SAMOVZNIETENIE AKO NAJČASTEJŠIE SA VYSKYTUJÚCE FYZIKÁLNO-CHEMICKÉ SAMOVZNIETENIE

THERMAL SPONTANEOUS IGNITION AS THE MOST COMMON PHYSICAL-CHEMICAL SPONTANEOUS IGNITION

IVETA CONEVA

ABSTRACT: *Self-ignition and self-heating are processes when the heat required for ignition of a substance arises in the substance itself as a result of chemical, physical or biological processes. The term autoignition should be understood not only as self-ignition, the ignition of a substance but as a complex, spontaneously occurring process, from the first moment of temperature rise (self-heating temperature) to reaching autoignition temperature, as a result of chemical, physical or biological processes. The result of the self-ignition process is the ignition and subsequent burning of the substance or material in a flameless or flameless manner (smouldering, incandescence). Thermal spontaneous combustion is among the most common cases of physicochemical spontaneous combustion. Thermal autoignition is a thermooxidation process that is manifested by burning (flame or flameless) after previous self-heating of substances that are heated to a temperature at which the released heat of reaction exceeds the amount and speed of heat removed to the environment.*

KEYWORDS: Self-ignition. Spontaneous ignition. Thermal spontaneous combustion. Spontaneous combustion hexagon. Factors of thermal autoignition

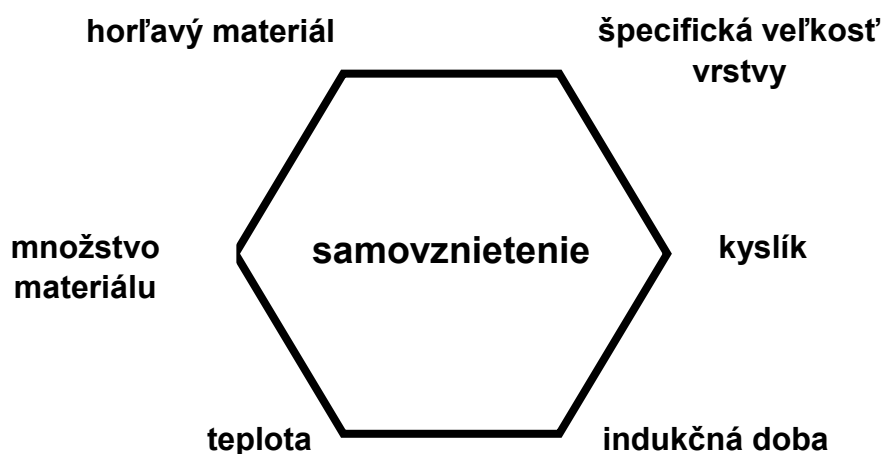
ÚVOD

Ochrana objektov v rôznych oblastiach hospodárstva má svoj význam nielen ekonomický, ale aj spoločenský, sociálny a ekologický. Fyzická ochrana objektov je potrebná z dôvodu predchádzania ekonomických a hospodárskych strát napr. pri vzniku neželateľných mimoriadnych situácií (Kega, 2022). Vznik požiaru sa zaraďuje medzi najnebezpečnejšie a najzávažnejšie mimoriadne udalosti, ktoré môžu vzniknúť v spracovateľskom priemysle alebo v doprave. Pri nedodržaní bezpečnostných, technických, technologických a protipožiarnech predpisov často dochádza k nehodám a haváriám, ktorých hlavnou príčinou je únik nebezpečnej látky, požiar alebo explózia prípadne iné. Požiar ako forma plameňového alebo bezplameňového horenia môže byť iniciovaný aj procesmi samovznietenia. Samovznietenie vzniká ako dôsledok samozahrievania v objeme horľavého materiálu, horľavého súboru, kedy nie je zabezpečený dostatočný odvod tepla do okolia a naopak, teplo sa v horľavom súbore, materiály akumuluje. Dochádza k nemu bez pôsobenia vonkajšieho energetického zdroja, zdroja iniciácie. Samovznietenie a samozahrievanie sa považuje za špecifickú formou vznietenia, ku ktorému majú sklony určité druhy materiálov a látok (napr.: drevo, polyetylén, piliny, horľavé prachy, bavlnené handry a iné). Exotermické reakcie prebiehajúce v objeme horľavého materiálu, horľavého súboru, sú daným zdrojom energie, ktorý môže spôsobiť vznietenie a za vhodných podmienok vznietenie môže prerásť do bezplameňového alebo plameňového horenia až požiaru (Věžníková, 2016), (Balog, Kačíková, Martinka, 2015), (Everard et al., 2013), (Ferrero et al., 2009), (Coneva, 2008), (Buggeln & Rynk, 2002), (Balog, 1999), (Bowes, 1984), (Kayser & Boyars, 1975).

1. HEXAGÓN SAMOVZNIETENIA

Samovznietenie a samozahrievanie sú procesy, keď teplo potrebné na vznietenie, zapálenie látky vzniká v látke samotnej ako dôsledok chemických, fyzikálnych alebo biologických pochodov. Samovznietenie je proces, pri ktorom dochádza v dôsledku samovoľného zrýchľovania oxidačných reakcií k horeniu horľavej látky. Samovznietenie je proces, pri ktorom sa látka ohreje na teplotu vznietenia, horenia, prípadne explózie (nejde o klasický nárast teploty a tlaku pri bežných výbuchoch, ale o prudký nárast reakčných rýchlostí a teploty, v dôsledku vývinu tepelnej energie v danej látke) (Coneva, 2008), (Coneva, 2019), (Coneva, 2022), (Orlíková, Štroch, 1999). Samovznietenie je proces, pri ktorom sa teplo potrebné na iniciáciu procesu horenia vyprodukuje na základe vzájomného

pôsobenia medzi horľavou látkou a okolitým prostredím (napr.: na základe reakcie medzi látkou a oxidačným prostriedkom ako je vzdušný kyslík) (Balog, Kačíková, Martinka, 2015). Tento proces prebieha len vtedy, ak je látka ohriata na určitú minimálnu teplotu, na základe ktorej sa naštartujú procesy akumulácie tepla v objeme látky. Na zahájenie procesu samovznietenia nie je potrebná prítomnosť iniciačného zdroja, ale prítomnosť, tvorba tepla je nevyhnutná (Věžníková, 2016), (Balog, Kačíková, Martinka, 2015), (Everard et al., 2013), (Ferrero et al., 2009), (Coneva, 2008), (Coneva, 2019), (Coneva, 2022), (Buggeln & Rynk, 2002), (Balog, 1999), (Orlíková, Štroch, 1999), (Bowes, 1984), (Kayser & Boyars, 1975). Podmienkou vzniku samovznietenia, tzv. „hexagón samovznietenia“ sú, prítomnosť (obr.1) (Coneva, 2008), (Balog, Kačíková, Martinka, 2015), (Damec, Věžníková, 1999), (Balog, 1999), (Steinleitner a kol., 1980): horľavého materiálu, množstvo horľavého materiálu, špecifická veľkosť vrstvy horľavého materiálu, kyslíka, teploty a indukčnej periódy.



Obr.1 Hexagón samovznietenia (Balog, Kačíková, Martinka, 2015), (Coneva, 2008), (Damec, Věžníková, 1999), (Balog, 1999)

Podstatným faktorom pri procese samovznietenia je teplotný balans medzi množstvom uvoľneného tepla (pri exotermických oxidačných alebo štiepných reakciách prebiehajúcich v horľavej látke, materiály alebo v horľavom súbore, ktoré sa nachádzajú v reakčnom priestore) a odvedeného tepla (z reakčného do okolitého prostredia). Ak množstvo tepla vyprodukovaného horľavým súborom je väčšie ako množstvo tepla odvedeného, v reakčnom priestore sa teplo akumuluje a za určitých podmienok nastupuje samovznietenie (Coneva, 2022), (Marková, 2022). Sklon materiálov k samovznieteniu ovplyvňuje viacero faktorov. Môže ísť o fyzikálno-chemické vlastnosti horľavej hmoty (napr.: zloženie, zrnitosť, vlhkosť, pórovitosť a iné), o podmienky za ktorých hmota existuje (napr.: teplota prostredia, doba skladovania, objem a hrúbka vrstiev skladovanej hmoty, koncentrácia kyslíka vo vzduchu a iné) (Lohrer et al., 2005). V procese samovznietenia sa

2. TEPELNÉ SAMOVZNIETENIE

Dej, ktorý má rozhodujúci význam v začiatčnom štádiu procesu samozahrievania, resp. samovznietenia na stúpaní teploty v horľavom súbore, v horľavej látke určuje zadelenie procesu samovznietenia ako (Věžníková, 2016), (Balog, Kačíková, Martinka, 2015), (Everard et al., 2013), (Ferrero et al., 2009), (Coneva, 2008), (Coneva, 2019), (Coneva, 2022), (Buggeln & Rynk, 2002), (Balog, 1999), (Orlíková, Štroch, 1999), (Bowes, 1984), (Kayser & Boyars, 1975):

- **Samovznietenie fyzikálno-chemické (tepelné)**, ktoré je spôsobené javmi fyzikálneho a chemického pôvodu ako sú: absorpcia plynov a pár, zvýšená teplota prostredia, prítomnosť katalyzátorov.
- **Samovznietenie chemické**, ktoré je spôsobené oxidáciou vysychavých olejov, náterových farieb, alkydových živíc, oxidáciou kvapalín s uhlíkom viazaným dvojitými a/alebo trojitými väzbami, exotermickými reakciami pri vzájomnom styku chemických látok navzájom, horľavej látky so vzduchom a horľavej látky s vodou.

- **Samovznietenie biologické**, ktoré je spôsobené činnosťou mikroorganizmov, biologickými procesmi v bunkách, v rastlinných produktoch na báze celulózy.

Tepelné samovznietenie patrí medzi najčastejšie prípady fyzikálno-chemického samovznietenia. Tepelné samovznietenie je proces, pri ktorom dochádza k vznieteniu horľaviny dlhodobým pôsobením pomerne vysokej teploty (napr.: 80 až 100 °C). Pri nízkych teplotách (napr.: 15 až 25 °C) reakcia medzi palivom (bežné horľavé materiály ako sú: drevo, uhlie, plasty, bavlna, piliny, tissue papier, prašné látky a iné) a vzdušným kyslíkom prakticky neprebíha. Rýchlosť danej reakcie je taká malá, že proces oxidácie sa navonok neprejavuje žiadnym tepelným efektom. Proces oxidácie sa zrýchľuje až po zahriatí materiálu na kritickú teplotu. Tepelné samovznietenie je proces termooxidácie, ktorý sa prejavuje horením (plameňovým alebo bezplameňovým) po predchádzajúcom samozahrievaní látok a zahriatych na teplotu, pri ktorej uvoľnené reakčné teplo prevyšuje množstvo a rýchlosť odvádzaného tepla do okolia (Věžníková, 2016), (Balog, Kačíková, Martinka, 2015), (Everard et al., 2013), (Ferrero et al., 2009), (Coneva, 2008), (Buggeln & Rynk, 2002), (Balog, 1999), (Orlíková, Štroch, 1999), (Bowes, 1984), (Kayser & Boyars, 1975).

Dôležitým faktorom, ktorý má vplyv na proces tepelného samovznietenia je **množstvo a veľkosť objemu a povrchu materiálov**. Pri veľmi malom objeme horľavej látky, je jej povrch, ktorý odvádzajúce teplo tak veľký, že uvoľnené teplo pri oxidácii aj pri vysokých teplotách nemôže prevýšiť množstvo odvádzaného tepla a k samovznieteniu nedochádza. Ďalším parametrom požiarnej nebezpečnosti určitej látky so sklonom k samovznieteniu je merný povrch, ktorý sa určuje z rozmerov a tvaru materiálov (napr.: 1 g bavlnenej vaty má povrch 0,1 - 0,15 cm² a 1 g maliarskych sadzí má povrch 80 m²). K tepelnému samovznieteniu majú sklon najmä materiály na báze celulózy, ako sú: drevo, drevené piliny, tabak, rašelina, uhlie a iné (tab.1) (Věžníková, 2016), (Balog, 1999), (Damec, Věžníková, 1999), (Steinleitner a kol., 1980).

Tabuľka 1 Samovznietenie vzoriek jedľového dreva (Balog,1999), (Steinleitner a kol., 1980).

Podmienky experimentu	Spôsob uloženia vzoriek jedľového dreva	
	neizolovane	izolovane
Hustota dreva (kg.m ⁻³)	380	380
Teplota vzduchu v termostate (°C)	247	166
Maximálna teplota vzorky dreva (°C)	400	640
Čas potrebný na dosiahnutie maximálnej teploty (hod.)	30	18

Tepelné samovznietenie vzniká pri zahrievaní horľavej látky na teploty, pri ktorej dochádza k termickému rozkladu a proces spontánneho samozahrievania prebieha na úkor tepla vznikajúceho pri exotermických reakciách v objeme látky. Svoju úlohu zohrávajú aj oxidačné reakcie produktov termického rozkladu. Horenie vo vnútri látky prebieha vo forme tlenia, ktoré pri zvýšení množstva oxidovadla môže prejsť na plameňové horenie a v niektorých prípadoch až k výbuchu (môže to byť spôsobené nahromadením oxidu uhoľnatého v priebehu nedokonalého horenia) (Věžníková, 2016), (Balog, Kačíková, Martinka, 2015), (Everard et al., 2013), (Ferrero et al., 2009), (Coneva, 2008), (Coneva, 2019), (Coneva, 2022), (Buggeln & Rynk, 2002), (Balog, 1999), (Orlíková, Štroch, 1999), (Bowes, 1984), (Kayser & Boyars, 1975).

Tepelné samovznietenie sa v praxi vyskytuje najmä pri sušiacich procesoch (napr.: v teplotovzdušnej sušiarňi, kde sa sušia látky podliehajúce tepelnému rozkladu pri zvýšených teplotách (, ako sú nasledovné látky: drevo, ľan, papier a iné) sa najskôr odparia ľahko destilovateľné zložky napr. pri dreve, potom ťažšie podiely živíc až na uhľkatý zvyšok, ktorý sa môže vznietiť pri teplote vzduchu sušiarne (Věžníková, 2016), (Balog, 1999), (Damec, Věžníková, 1999).

Raslinné materiály (napr. seno, slama, drevo, drevené piliny, uhlie a iné) pri nesprávnom skladovaní a zvýšenej vlhkosti majú sklon k naštartovaniu procesov samovznietenia (Coneva, 2019), (Coneva, 2022), (Marková, 2022). V procese samovznietenia sa z rastlinných materiálov uvoľňujú plynné produkty (napr. CO₂, vodná para a voda), ktoré môžu byť horľavé (napr.: CO, CH₄ a iné uhľovodíky). Dôležitým faktorom majúcim vplyv na samovznietenie je prítomnosť kyslíka O₂

(napr. zo vzduchu), jeho koncentrácia a taktiež pomer medzi plynnými produktami ako sú: CO : CO₂. (Deng et al., 2010), (Adamus et al., 2011), (Yuan, Smith, 2013), (Perďochová et al., 2014). Na prebiehajúce procesy oxidácie má výrazný vplyv nárast teploty. Pri rastlinných materiáloch pri tepelnom rozklade sa plynné produkty uvoľňujú bez toho, aby sa vznietili. Väčšinou dochádza k nedokonalému horeniu vo forme tlenia a vznikajúci uhlíkatý zvyšok zhorí. V prípade, že sa do ohniska tepelného samozahrievania, resp. tlenia dostane vzduch (kyslík), môže dôjsť k plameňovému horeniu. Drevo pri nahrievaní do 130 – 150 °C sa začína samozahrievať, pri vytvorení podmienok na akumuláciu tepla sa môže samovznietiť. Dané nebezpečenstvo hrozí až pri zahriatí dreva nad 130 °C. K samovznieteniu dreva v otvorených drevených konštrukciách, alebo voľne uloženého v klietkach nedochádza, z dôvodu nemožnej akumulácií tepla. Väčšinou sa drevo samovznieti v uzavretých priestoroch, pri jeho zmiešaní, resp. zasypaní drevenými odpadmi (napr.: prachom, pilinami), na ktoré pôsobí dlhodobé zahrievanie (Věžníková, 2016), (Balog, Kačíková, Martinka, 2015), (Everard et al., 2013), (Ferrero et al., 2009), (Coneva, 2008), (Coneva, 2019), (Coneva, 2022), (Buggeln & Rynk, 2002), (Balog, 1999), (Orlíková, Štroch, 1999), (Bowes, 1984), (Kayser & Boyars, 1975). Pri skladovaní biomasy, rastlinných materiálov v skladovacích silách, halách odporúča Koppean používať inertný plyn, najmä dusík N₂ ako prevenciu a hasiacu látku s cieľom predchádzať vzniku procesov samovznietenia a následnému požiaru (Koppean, 2011).

3. FAKTORY, VYJADRUJÚCE SKLON MATERIÁLU K TEPELNÉMU SAMOVZNIETENIU

Prvým faktorom vyjadrujúcim sklon materiálov k tepelnému samovznieteniu je **minimálna teplota prostredia (okolía)**, pri ktorej je možné samovznietenie daného objemu materiálu, látky. Táto teplota je funkciou fyzikálnych podmienok priestoru, v ktorom proces samozahrievania prebieha. Teplota prostredia má silný vplyv na priebeh samovznietenia. Zvýšená teplota prostredia prispieva k nárastu reakčných rýchlostí oxidačných chemických reakcií, čo prispieva k nárastu množstva uvoľneného tepla v materiály, v horľavom súbore a tým dochádza k zvyšovaniu intenzity samozahrievania. Klimatické a poveternostné podmienky, vlhkosť materiálu (vzorky) a prostredia, sila a smer vetra majú vplyv na rozvoj tepelného samovznietenia uskladneného horľavého materiálu (Věžníková, 2016), (Balog, 1999), (Damec, Věžníková, 1999).

Druhým faktorom, charakterizujúcim sklon materiálu k samovznieteniu je **čas (tzv.: indukčná perióda)** od okamžiku vyrovnania teplôt okolia a celého objemu materiálu do okamžiku začatia procesu samovznietenia v niektorom bode v objeme skúšanej látky (materiálu). Procesy, ktoré spôsobujú v reálnych prevádzkach samovznietenie sú väčšinou pomalé, často trvajú dni až mesiace. Nesprávne a dlhé skladovanie materiálov majúcich sklon k samovznieteniu môže procesy samovznietenia naštartovať. **Doba skladovania** je v danom procese je dôležitá (Věžníková, 2016), (Balog, 1999), (Damec, Věžníková, 1999).

Tretím faktorom je **merný povrch horľavej látky, materiálu**, ktorý je ťažké určiť najmä pri sypkých materiáloch. Horľavá látka, materiál musí byť pórovitý, permeabilný (priepustný pre plynnú fázu, konkrétne pre kyslík nachádzajúci sa vo vzduchu) a oxidovateľný, majúci sklon k oxidačným reakciám. Merný povrch silne závisí od množstva, rozmerov a geometrického tvaru horľavého materiálu. Čím je väčšie množstvo horľavého materiálu uloženého na sebe, v dôsledku väčšej tepelnej izolácie, dochádza tým lepšie k akumulácii energie, tepla v objeme daného horľavého materiálu, a tým aj k nárastu teploty samozahrievania (Věžníková, 2016), (Balog, 1999), (Damec, Věžníková, 1999).

Na základe skúmania a získaných údajov a poznatkov sa stanovuje sklon tuhých látok k tepelnému samovznieteniu v laboratórnych podmienkach ako vzájomná súvislosť medzi teplotou prostredia, rozmermi skúšaných vzoriek a časom zahrievania, za ktorý došlo k samovznieteniu. Podstatou skúšky je dlhodobé zahrievanie (až 6 mesiacov) definovaných vzoriek v termostatoch za predpísaných podmienok pričom sa sleduje najnižšia teplota prostredia, pri ktorej dochádza k samovznieteniu jednotlivých vzoriek a zisťuje sa čas, kedy k zapáleniu došlo. V súčasnosti sa používa tzv. „košíkový test“, ktorý určuje závislosť množstva (objemu) materiálu, ktorý je možné bezpečne skladovať pri danej teplote. Je možné stanoviť aj indukčnú periódu.

Taubkin a kol. a zistili funkčné závislosti správania sa tuhých látok v kritických podmienkach tepelného samovznietenia, ktoré sú popísané rovnicami (1) a (2) (Balog, 1999), (Damec, Věžníková, 1999):

$$\log t = A_r - P_r \log x \quad (1)$$

$$\log t = A_v - P_v \log \zeta \quad (2)$$

Kde:

t – minimálna teplota prostredia v ($^{\circ}\text{C}$), pri ktorej prebieha tepelné samovznietenie vzorky s charakteristickým rozmerom „ x “,

x - lineárny charakteristický rozmer vzorky v mm,

ζ - čas, od úplného prehriatia vzorky na teplotu okolia (t) do momentu samovznietenia, vyjadrený v hodinách (hod.),

A_r, A_v, P_r, P_v – empirické konštanty pre danú látku, materiál.

Pre presnejší výpočet vplyvu geometrického tvaru a rozmeru vzorky na proces odvodu tepla pri samovznietení podľa Monachova je potrebné charakteristický rozmer „ x “ nahradiť merným povrchom „ S “ (m^{-1}). Rovnica (1) dostáva tvar (3) (Balog, 1999), (Damec, Věžníková, 1999):

$$\log t = A_r + P_r \log S \quad (3)$$

Za pomoci rovníc (1), (2) a (3) a znalostí empirických konštánt je možné predvídať sklon k tepelnému samovznieteniu veľkých objemov materiálov, ktoré sa nachádzajú v kontakte s okolím v podmienkach maximálne podobných laboratórnym skúškam. V tab.2 sú uvedené základné požiarotechnické charakteristiky a empirické konštanty na posúdenie sklonu k samovznieteniu niektorých tuhých horľavých látok majúcich sklon k tepelnému samovznieteniu. Dané hodnoty a údaje je možné využiť v praxi, pri riešení prípadov tepelného samovznietenia v technologických procesoch.

Tabuľka 2 Požiarotechnické charakteristiky niektorých tuhých látok majúcich sklon k tepelnému samovznieteniu (Balog, 1999), (Damec, Věžníková, 1999), (Steinleitner a kol., 1980).

Druh a charakteristika tuhej látky	Konštanty na výpočet podmienok tepelného samovznietenia				Poznámky
	A_r	P_r	A_v	P_v	
Stavebná plst': 90% vlneného a polovlneného odpadu, 10% bavlneného vlákna. Hrúbka 20 mm. Objemová hmotnosť (kg.m^{-3}): 240 Teplota samozahrievania ($^{\circ}\text{C}$): 80 Teplota vzplanutia ($^{\circ}\text{C}$): 287 Teplota vznietenia ($^{\circ}\text{C}$): 370	2,783	0,279	2,350	0,140	Horľavosť je silno závislá od zloženia prímiesí (obsahu vlny, bavlny a iných prímiesí). Má sklon k tepelnému samovznieteniu.
Borovicové piliny: Vlhkosť 5-8%. Objemová hmotnosť (kg.m^{-3}): 150 Teplota samozahrievania ($^{\circ}\text{C}$): 80 Teplota vzplanutia ($^{\circ}\text{C}$): 230 Teplota vznietenia ($^{\circ}\text{C}$): 306	2,682	0,219	2,296	0,096	Sklon k chemickému samovznieteniu pri účinku kyseliny dusičnej. Sklon k biologickému samovznieteniu pri vlhkosti 30-40%. Majú sklon k tepelnému samovznieteniu.

Slama pšeničná: Vysušená s vlhkosťou 6,55%. Objemová hmotnosť (kg.m ⁻³): 120 Teplota samozahrievania (°C): 80 Teplota vzplanutia (°C): 200 Teplota vznietenia (°C): 310	2,301	0,035	2,438	0,067	Zhorí od iskry. Sklon k chemickému samovznieteniu pri pôsobení oxidovadiel. Má sklon k tepelnému samovznieteniu.
Seno: Posekaná a vysušená tráva. Vlhosť 7,3%. Objemová hmotnosť (kg.m ⁻³): 70 Teplota samozahrievania (°C): 70 Teplota vzplanutia (°C): 205 Teplota vznietenia (°C): 333	2,515	0,109	2,311	0,058	Sklon k chemickému samovznieteniu pri pôsobení oxidovadiel. Sklon k biologickému samovznieteniu pri skladovaní vlhkého sena vo väčších množstvách. Má sklon k tepelnému samovznieteniu.
Kartón (lepenka): Silnejší a hustejší papier o hrúbke 1 mm. 1 m ² má hmotnosť 250 g. Teplota samozahrievania (°C): 100 Teplota vzplanutia (°C): 227 Teplota vznietenia (°C): 365	2,575	0,159	2,334	0,142	Pri skladovaní vo vrstvách sklon tepelnému samovznieteniu.
Drevoláknitá doska (polotvrdá): Objemová hmotnosť (kg.m ⁻³): 500-700 Teplota samozahrievania (°C): 80 Teplota vzplanutia (°C): 220 Teplota vznietenia (°C): 315	2,692	0,227	2,332	0,104	Má sklon k tepelnému samovznieteniu.

Pre potreby komplexného vyhodnotenia sklonu tuhých látok k tepelnému samovznieteniu je potrebné poznať a brať do úvahy aj iné požiarotechnické charakteristiky ako sú: teplota samozahrievania, začiatočnú teplotu vývoja spodín horenia, teplotu vzplanutia, teplotu vznietenia, teplotu tlenia, sklon vytvárať uhlíkatý zvyšok, minimálnu koncentráciu kyslíka potrebnú na horenie a výhrevnosť. Dôležité je brať do úvahy sklon látky k chemickému a biologickému samovznieteniu (Věžníková, 2016), (Balog, Kačíková, Martinka, 2015), (Everard et al., 2013), (Ferrero et al., 2009), (Coneva, 2008), (Coneva, 2019), (Coneva, 2022), (Buggeln & Rynk, 2002), (Balog, 1999), (Orlíková, Štroch, 1999), (Bowes, 1984), (Kayser & Boyars, 1975), (Marková, 2022).

ZÁVER

Samovznietenie (a samozahrievanie) je komplexný samovoľne prebiehajúci proces od prvého okamžiku nárastu teploty (teplota samozahrievania) až k dosiahnutiu teploty samovznietenia ako dôsledok chemických, fyzikálnych alebo biologických procesov. Výsledkom procesu samovznietenia je vznietenie a následné horenie horľavého produktu plameňovým alebo bezplameňovým spôsobom. Pre vznik procesu samovznietenia je potrebná prítomnosť: horľavého materiálu, jeho dostatočné množstvo, špecifická veľkosť vrstvy horľavej látky, vzdušného kyslíka, teploty a indukčnej periódy, tzv: hexagón samovznietenia (obr.1). Tepelné samovznietenie sa zaraďuje medzi najčastejšie prípady fyzikálno-chemického samovznietenia, pri ktorom dochádza k vznieteniu horľavého materiálu dlhodobým pôsobením pomerne vysokej teploty (napr.: 80 až 100 °C).

Medzi základné faktory, ktoré majú vplyv na sklon horľavého materiálu k tepelnému samovznieteniu patria: minimálna teplota prostredia, indukčná perióda a merný povrch horľavej látky. Komplexné

vyhodnotenie sklonu tuhých látok k tepelnému samovznieteniu je náročný a zdĺhavý proces, kde je nutné zhradiť množstvo iných požiarotechnických údajov (Věžníková, 2016), (Balog, Kačíková, Martinka, 2015), (Everard et al., 2013), (Ferrero et al., 2009), (Coneva, 2008), (Coneva, 2019), (Coneva, 2022), (Buggeln & Rynk, 2002), (Balog, 1999), (Orlíková, Štroch, 1999), (Bowes, 1984), (Kayser & Boyars, 1975).

POĎAKOVANIE

Tento príspevok bol publikovaný v rámci riešenia projektu KEGA 036ŽU-4/2022 „Podpora praktickej prípravy študentov bezpečnostných vied zameraná na fyzickú ochranu objektov.“

Tento príspevok bol publikovaný v rámci riešenia projektov KEGA 014UKF-4/2020 a APVV 20-0457.

LITERATÚRA

- Adamus, A. et al. (2011). An investigation of the Factors Associated with Interpretation of Mine Atmosphere for Spontaneous Combustion in Coal. In: Fuel Processing Technology, vol.92, s.663-670, ISSN 0378-3820
- Balog, K. (1999). Samovznietenie. 1. Vydanie. Edice SPBI Spektrum, VŠB-TU Ostrava, 1999, ISBN:80-86111-43-1
- Balog, K., Kačíková, D., Martinka, J. (2015). Zisťovanie príčin vzniku požiarov. Vysokoškolská učebnica. Technická univerzita vo Zvolene, 2015, ISBN: 978-80-228-2831-4
- Bowes, P.C. (1984). Self-Heating: evaluating and controlling the hazards. 1. Vydanie. Amsterdam: In: Elsevier, 1984, Department of the Environment, Building Research Establishment. ISBN: 0-444-99624-9
- Buggeln, R., Rynk, R. (2002). Self-Heating In yard Trimmings: Conditions Leadins To Spontaneous Combustion. Compost Science and Utilization. Vol. 10, 2002, No.2, 162-182
- Coneva, I.(2008). Nebezpečenstvá vzniku požiaru pri výrobe produktov na báze celulózy [dizertačná práca: elektronický zdroj -CD] / Iveta Coneva; školiteľ' Katěřina Orlíková.- Vysoká škola báňská – Technická univerzita Ostrava, ČR, Fakulta bezpečnostního inženýrství, Katedra požární ochrany; studijný odbor: Požární ochrana a bezpečnost průmyslu, doktorský studijný program: Požární ochrana a bezpečnost; obháj. 03.03.2009. - Ostrava : [s.n.], 2008. - 158 s. : obr., tab. + Autoref. 34 s.
- Coneva, I.(2019). Properties of substances that affect the parameter – temperature of self-ignition. In: Crisis Management: [print, elektronick]: Scientific-technical Journal of Faculty of Security Engineering at the University of Žilina in Žilina, Slovakia, roč.18, č.1/2019, s.21-26, 2019 [print], ISSN 1336-0019
- Coneva, I.(2019). Characteristics of process spontaneous self-ignition and self-heating. In: Crisis Management and Crisis Situation Solutions: [on-line]: 1.vydanie Zlín: Univerzita Tomáše Bati ve Zlíne, ČR, 2019, s. 31-37 [on-line], ISBN 978-80-7454-875-8
- Coneva, I.(2022). Samovznietenie rastlinných produktov. In: Advances in Fire & Safety Engineering 2022, 11. medzinárodná vedecká konferencia a 5. odborná konferencia In: Ochrana pred požiarimi a záchranné služby [elektronick]: Zborník prednášok, 1. vydanie. Žilina: ŽU v Žiline, 2022, s.32-40 [USB-key]: ISBN 978-80-554-1932-9
- Damec, J., Věžníková, H., et al. (1999). Protivýbuchová prevence v potravinářství a zemědělství. 1. Vydanie. Edice SPBI Spektrum, VŠB-TU Ostrava, 1999, ISBN:80-86111-41-5
- Deng, C. et al. (2010). Spontaneous Coal Combustion Producing Carbon Dioxide and Water. In: Mining Science and Technology (China), vol.20, s.0082-0087, ISBN 0950-4230
- Everard, C.D. et al. (2013). Evaluation of self-heating in Miscanthus x giganteus energy crop clumps and implications for harvesting time. [on-line]. Quincy, Massachusetts, USA: National Fire Protection Association, Fire Analysis and Research Division, [cit.4.9.2016]. Dostupné z: <http://dx.doi.org/10.1016/j.energy.2013.06.022>
- Ferrero, F., Lohrer, C., Schmidt, B.M. et al. (2009). A mathematical model to predict the heating-up of large-scale wood piles. [on-line]. Journal of Loss Prevention in the Process Industries. Vol. 22, 2009, [cit.3.8.2016]. Dostupné z: <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0950423009000229>
- Kayser, E.G., Boyars, C. (1975). Spontaneous combustion solids – A literature survey. National Technical Information Servis, U.S. Dept. Commerce. PB-244036
- Kega č.036ŽU-4/2022 (2022). „Podpora praktickej prípravy študentov bezpečnostných vied zameraná na fyzickú ochranu objektov.“
- Koppean, J. (2011). Safety Aspects of Solid Biomass Storage, Transportation and feeding. Dostupné z:http://ieabccnl/workshops/task32_Dublin_SSC/07%20Koppean.pdf [cit.2013-11-18]
- Lohrer, C. et al. (2005). Self-ignition of Combustible Bulk Materials under Various Ambient Conditions. In: Process Safety and Environmental Protection, vol. 83, 2005, s.145-150. ISSN 0957-5820
- Marková, I.(2022). Determination of Hays Temperature Ignition for Risk Assessment in Agricultural Holdings In: Crisis Management: [print, elektronick]: Scientific-technical Journal of Faculty of Security Engineering at the University of Žilina in Žilina, Slovakia, roč.21, č.1/2022, s.50-56, 2022 [print], ISSN 1336-0019
- Orlíková, K., Štroch, P. (1999). Chemie procesu hoření. Ostrava: SPBI 1999. ISBN 80- 86111-39-3

Perdochová, M. et al. (2014). The influence of Oxygen Concentration on the Composition of Gaseous Products Occurring during the Self-heating of Coal and Wood Sawdust. In: Process Safety and Environmental Protection, DOI:10.1016/j.psep.2014.10.006.

Steinleitner, H.-D. et al. (1980). Tabulky nebezpečných a hořlavých látek. Praha: SPO h.-d. et al ČSSR, 1980

Věžníková, H. (2016). Samozahřívání organických materiálů. 1. Vydání. Edice SPBI Spektrum, VŠB-TU Ostrava, 2016, ISBN:978-80-7385-180-4

Yuan, L., Smith, A.C. (2013). Experimental Study on CO and CO₂ Emissions from Spontaneous Heating of Coals at Varying Temperatures and O₂ concentrations. In: Journal of Loss Prevention in the Process Industries. Dostupné z: <http://dx.doi.org/10.1016/j.jlp.2013.08.002>.

Iveta Coneva, Ing., Ph.D.

*Katedra požiarneho inžinierstva, Fakulty bezpečnostného inžinierstva, UNIZA v Žiline, SR,
ul. 1. mája 32, 010 26 Žilina tel.: +421-41-513 67 55, fax: +421-41-513 66 20*

e-mail: iveta.coneva@fbi.uniza.sk



STUDIE JÍZDNÍCH VLASTNOSTÍ DOPRAVNÍHO AUTOMOBILU A POŽÁRNÍHO PŘÍVĚSNÉHO VOZÍKU

STUDY OF THE DRIVING CHARACTERISTICS OF A TRANSPORT VEHICLE AND A FIRE TRAILER

JIŘÍ LASÁK, LADISLAV JÁNOŠÍK, IVANA JÁNOŠÍKOVÁ

ABSTRACT: The paper briefly summarises selected driving characteristics of a set of transport vehicles on a Mercedes-Benz Sprinter chassis with the fire designation DA-L2Z and a braked fire trailer on a chassis from VEZEKO Ltd. with a total weight of up to 3.5 tonnes. The driving dynamics testing was focused on a crisis braking in a straight direction and driving in a circle at a speed approaching the safe limit for overturning the vehicle and/or the truck. These two tasks belong to the basic driving skills that a fire truck driver must be able to safely manage in a crisis on the road.

KEYWORDS: Fire trailer; Centre of gravity; Braking distance; Longitudinal acceleration; Lateral acceleration.

ÚVOD

Testování jízdní dynamiky vycházelo z definic stanovených v metodice „Ověřování jízdních vlastností zásahových požárních vozidel HZS ČR“, číslo certifikace CERO 1/2021 (Fusek et al., 2021) schválenou Ministerstvem vnitra – generálním ředitelstvím Hasičského záchranného sboru České republiky dne 13. 9. 2021. Experimentální testování zahrnovalo rovněž posouzení rozložení technických prostředků na požárním přívěsném vozíku, rozložení hmotnosti na jednotlivá kola a oj a vliv přepravovaných technických prostředků na polohu těžiště vozíku. Poloha těžiště má ve výsledku vliv na bezpečnou jízdu soupravy dopravního automobilu s požárním přívěsným vozíkem. Pro testování byl zapůjčen Sbohem dobrovolných hasičů z Chlebičova, kraj Moravskoslezský, dopravní automobil a požární přívěsný vozík. Oba dopravní prostředky byly pořízeny v roce 2022.

1. DOPRAVNÍ AUTOMOBIL

Při testování byl využíván dopravní automobil na podvozku Mercedes-Benz Sprinter 319 4x4 s požárním označením DA-L2Z (dále jen DA), registrační značka 2TD 6088. Dodavatelem byla společnost PROGRES SERVIS SIBŘINA, spol. s r.o., Český Brod (PROGRES SERVIS SIBŘINA, 2022). Jedná se o zásahový požární automobil určený pro přepravu jednotky požární ochrany v počtu 1+1+6. Dopravní automobil je poháněn naftovým čtyřválcovým motorem o výkonu 140 kW a zdvihu 2987 cm³. Dosahuje maximální rychlosti 160 km.h⁻¹. Jeho největší technicky přípustná hmotnost je 3500 kg a největší technicky povolená hmotnost jízdní soupravy je 6300 kg. Rozměry jsou (délka/šířka/výška) 5932/2020/2900 mm. Vozidlo bylo osazeno pneumatikami Continental, typ Conti Van Contact 200 o rozměrech 225/75 R 16 C. Ilustrační foto z testování jízdní soupravy dopravního automobilu a přívěsného vozíku je uvedeno na Obrázku 1.

2. POŽÁRNÍ PŘÍVĚSNÝ VOZÍK

Jedná se o vozík od společnosti VEZEKO s.r.o., Velké Meziříčí, typ Spectrum (VEZEKO, 2022), registrační značka 2TD 8252. Vozík byl vybaven věcnými prostředky pro hašení požárů, technické pomoci, zejména čerpání vody, odstranění nebezpečných stavů, odstranění stromu, záchranu osob a zvířat. Hmotnost uloženého požárního příslušenství byla 279 kg a celková hmotnost vozíku byla 771 kg. Vozík je vybaven nájezdovou brzdou. V přední části je opatřen pomocným opěrným kolečkem a v zadní části výsuvnými stabilizačními podpěrami. Vozík je opatřen vnější obvodovou nástavbou z ocelových pozinkovaných profilů a překrytý plachtou. Vnitřní vestavba pro uložení požárního příslušenství je provedena z hliníkových profilů a plechů. Největší technicky přípustná hmotnost vozíku je 1300 kg a maximální povolená rychlost je 100 km.h⁻¹. Rozměry ložné plochy vozíku jsou

(délka/šířka) 2570/1300 mm a celkové vnější rozměry (délka/šířka) 3930/1720 mm. Vozík byl osazen pneumatikami Rosava typ TRL-502 o rozměrech 165 R13 C.



Obrázek 1 Testovaná jízdní souprava (fotoarchív Ladislav Jánošík)

3. TESTOVACÍ PLOCHA PŘI ZKOUŠCE JÍZDY V KRUHU

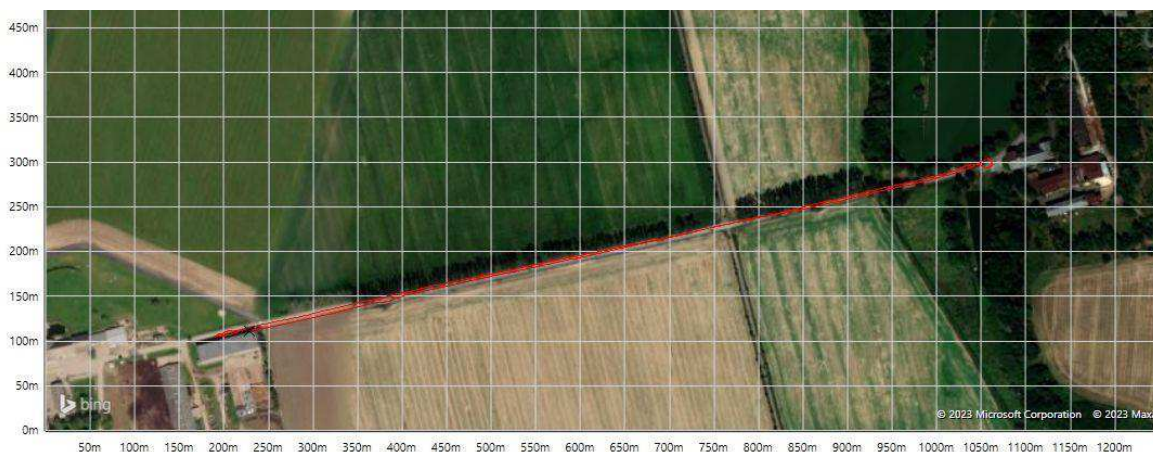
Toto testování a měření probíhalo na ploše před správní budovou Záchraného útvaru HZS ČR - sídlo Hlučín, ul. Opavská 771/29, 748 01 Hlučín. Bylo prováděno dne 29. 9. 2022 v odpoledních hodinách od 16:00. Ilustrační foto se záznamem polohy testované soupravy z telemetrie instalované v kabině DA je na Obrázku 2.



Obrázek 2 Testovací plocha pro jízdu v kruhu (zdroj: zpracovali autoři)

4. TESTOVACÍ DRÁHA PŘI ZKOUŠCE BRŽDĚNÍ

Měření brzdné dráhy dopravního automobilu a požárního přívěsného vozíku bylo prováděno ve dnech 5. 10. 2022 a 27. 10. 2022 v odpoledních hodinách od 14:00. Pro testování byla zvolena silnice III. třídy na území obce Bohuslavice ve směru na osadu Morávka v Moravskoslezském kraji. Úsek silnice pro provádění testů byl přímý o využívané délce cca 680 metrů. Ilustrační foto se záznamem polohy telemetrie instalované v kabině DA testované soupravy je na Obrázku 3. Testování po oba dny probíhalo za slunečného počasí na suchém asfalto-živičném povrchu komunikace. Dne 5. 10. 2022 při teplotách okolo 16 °C a 27. 10. 2022 při teplotách okolo 17 °C.



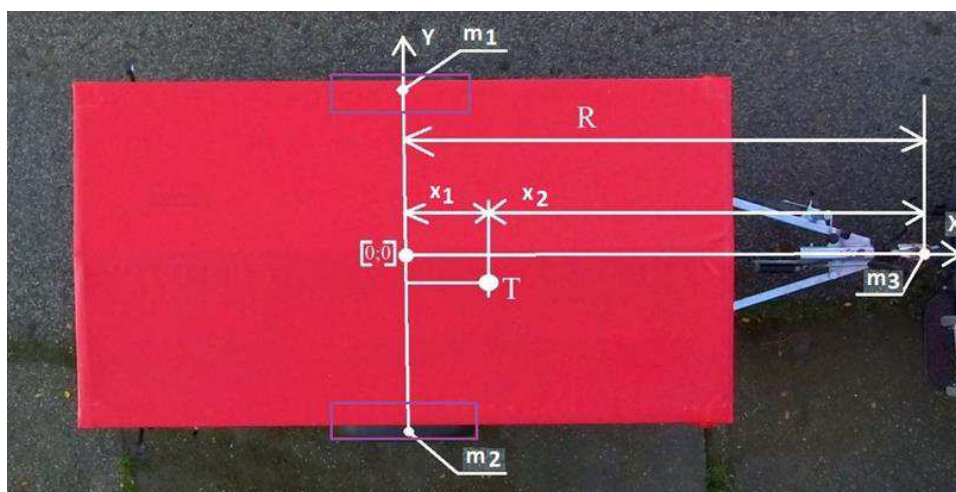
Obrázek 3 Testovací komunikace pro měření brzdných drah (zdroj: zpracovali autoři)

5. MĚŘICÍ PŘÍSTROJ

K měření jízdních charakteristik byla použita telemetrie Performance Box od společnosti Racelogic Ltd, Buckingham, England. Podrobná charakteristika toho přístroje je uvedena na webu výrobce (Performance Box, 2022). Telemetrie zaznamenává absolutní polohu v reálném čase s využitím signálů z družicových polohových systémů GPS a GLONASS. Frekvence záznamů je 10 Hz. Instalovaný software následně počítá dráhu, rychlost, poloměr oblouku, podélnou a příčnou akceleraci a řadu dalších hodnot. Přístroj je vybaven SD kartou, na kterou se ukládají zaznamenaná a vypočtená data. Data jsou následně přenesena do počítače a dále zpracována ve firemním software VBOX Test Suite (dále jen VTS), verze 1.7.55.2453 (Software VBOX Test Suite, 2020).

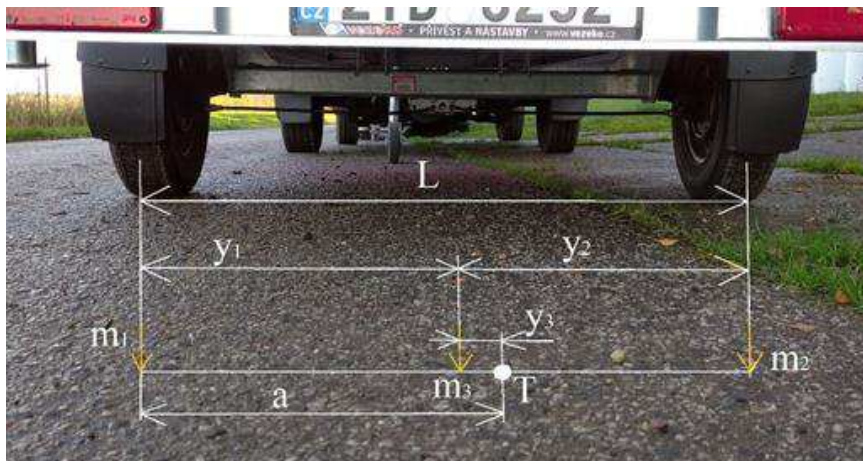
6. ZJIŠŤOVÁNÍ POLOHY TĚŽIŠTĚ VOZÍKU

V před započítáním testování jízdní soupravy byla zjišťována poloha těžiště přívěsného vozíku v pravouhlém kartézském systému souřadnic x , y a z . Důvodem bylo zajištění bezpečnosti při testování jízdní dynamiky soupravy, jelikož kolektiv autorů doposud obdobné experimenty, zejména jízdu v oblouku, neprováděl. K měření bylo použito tří kusů tenzometrických vážících podložek značky B-G Racing, Motorsport equipment, od společnosti Brown & Geeson Ltd., Velká Británie. Vážící schopnost jednotlivých podložek je limitována do 1000 kg. Podrobné charakteristiky jsou uvedeny na webu dodavatele (B-G Racing Motorsport Equipment, 2022). Na základě rozložení hmotnosti jednotlivých kol a oje vozíku působící na tenzometrické vážící podložky při ustavení v horizontální poloze bylo vypočteno těžiště v ose x a y . Kladný směr osy x byl určen ve směru jízdy. Osová vzdálenost mezi koly byla $L = 1550$ mm (viz Obrázek 4 a 5).



Obrázek 4 Schéma výpočtových parametrů vozíku v rovině x - y (zdroj: zpracovali autoři)

Zjištěné rozložení hmotnosti na jednotlivých kolech bylo pro levé kolo $m_1 = 355$ kg, pro pravé kolo $m_2 = 361,5$ kg a pro oj vozíku $m_3 = 54,5$ kg. Výpočtem bylo zjištěno, že souřadnice x těžiště se nachází ve vzdálenosti $x_1 = 139$ mm od osy nápravy vozíku, kterou prochází osa y . Při výpočtu souřadnice y těžiště bylo zjištěno, že vychýlení těžiště od podélné osy nosné konstrukce vozíku (osa x) je 7 mm směrem k pravému kolu.



Obrázek 5 Schéma výpočtových parametrů vozíku v rovině y - z (zdroj: zpracovali autoři)

Výšková poloha těžiště v ose z byla vypočtena z výsledků vážení při naklání vozíku, v našem případě bylo prováděno zvedání výšky oje od tenzometrické vážící podložky. Na základě výšky tažného zařízení vozidla a přičtení výškové korekce způsobené nerovností terénu bylo za rovnovážnou pozici při vážení určeno měření ve výšce oje 488 mm. Vozík byl nejprve postupně zvedán až do výšky 996 mm a potom spouštěn až do úrovně 108 mm. Při druhém vážení byl zvedán z výšky 108 mm do výšky 996 mm. Vážením v nejnižším bodě byla zjištěna hmotnost na oji 79 kg a v nejvyšším bodě to bylo 26,5 kg. Výpočtem bylo následně zjištěno, že poloha těžiště je při rovnovážné poloze vozíku ve výšce 689 mm nad povrchem komunikace. Z výše naměřených a vypočtených hodnot vyplývá, že rozložení požárního příslušenství ve vodorovné rovině vozíku je téměř symetrické a nebude mít zásadní vliv na testování jízdní soupravy při jízdě v oblouku.

7. METODY

Testování jízdní dynamiky bylo prováděno formou dvou typů zkoušek. Prvním typem byla zkouška brzdění na suchém povrchu komunikace. Zkouška byla prováděna při počátečních rychlostech $v_0 = 50$ km.h⁻¹ a $v_0 = 60$ km.h⁻¹. Bylo stanoveno, že pro každou počáteční rychlost bude provedeno alespoň 6 experimentálních jízd pro vyloučení případného neplatného pokusu, kdy by nebyla dosažena předepsaná počáteční rychlost. Cílem bylo získat minimálně 5 platných pokusů. Tato zkouška byla prováděna ve dvou variantách. První variantou byla jízda prováděna s jízdní soupravou, tedy DA se zapojeným požárním přívěsem. Druhá varianta testování byla prováděna pouze s dopravním automobilem, bez zapojeného požárního přívěsu.

Druhým typem zkoušky byla zkouška jízdy v kruhu v pravotočivém a následně levotočivém směru jízdy. Byla rovněž realizována na suché kruhové dráze o dohodnutém minimálním vnitřním obrysovém poloměru 12 m. Šířka dráhy ani vnější poloměr nebyly určeny. I zde bylo stanoveno, že pro každý směr jízdy bude provedeno minimálně 6 experimentálních jízd. V úvodu testování byla vždy na dráze provedena seznamovací jízda při doporučené rychlosti 20 km.h⁻¹. Následně byla rychlost vozidla zvyšována na 25 km.h⁻¹ a nakonec až k hranici 30 km.h⁻¹ a výše. Maximální dosažená rychlost závisela na dvou faktorech. Prvním zásadním faktorem bylo posouzení řidiče, zda je souprava bezpečně ovladatelná. Druhým faktorem byl elektronický asistenční systém ESP (Electronic Stability Control) ve vozidle, který maximální rychlost vždy snížil, pokud se blížila bezpečnostní mezi nastavené výrobcem vozidla.

8. TEORETICKÁ VÝCHODISKA

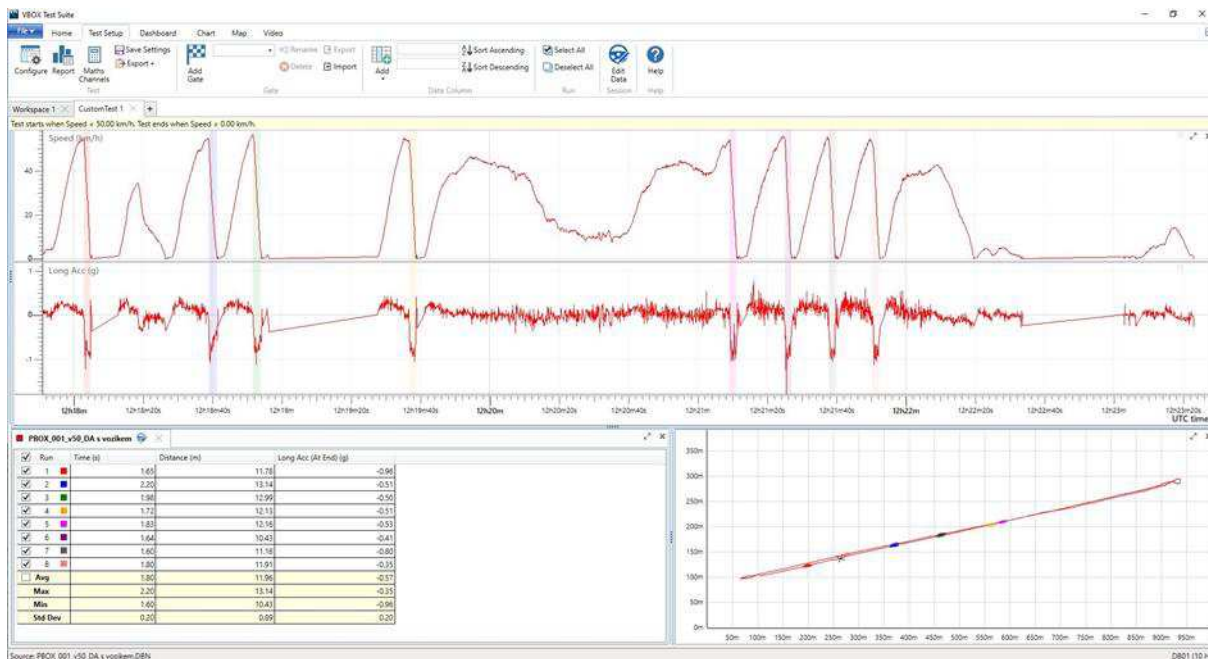
Teoretická východiska a podrobný postup vyhodnocení naměřených záznamů z testování jízdní soupravy byl podrobně popsán v předchozích publikacích kolektivu autorů (Jánošík et al., 2022a, Jánošík et al., 2022b, Jánošík et al., 2023), a proto zde již nebude rozeepisován. Teoretickým základem je mechanika pohybu hmotného bodu, která je popsána např. v učebnici fyziky (Halliday et al., 1997), a dále to jsou teoretické základy dynamiky jízdy motorových vozidel (Bradáč et al., 1999, Vlk, 2003). Vyhodnocení naměřených záznamů bylo zaměřeno na zjištění brzdných drah, podélných a příčných akcelerací. Podélná akcelerace a_x [$\text{m}\cdot\text{s}^{-2}$] se uplatňuje v přímém směru jízdy při rozjezdu (nabývá kladné hodnoty) a brždění (záporné hodnoty) vozidla. Příčná akcelerace a_y [$\text{m}\cdot\text{s}^{-2}$] charakterizuje jízdu po kruhovém oblouku. Kladná hodnota příčné akcelerace charakterizuje jízdu levotočivým kruhovým obloukem, záporná hodnota charakterizuje jízdu pravotočivým kruhovým obloukem. Podélná a příčná akcelerace má určující vliv na silová působení mezi vozidlem a komunikací (Halliday et al., 1997).

9. POSTUP VYHODNOCOVÁNÍ DAT

Brzdná dráha pro stanovené počáteční rychlosti byla vyhodnocována ve firemním software VTS při použití zabudovaných testovacích funkcí a nadefinovaných uživatelských testů. Software následně provádí vyhodnocení zaznamenaných dat a výpočet průměrných hodnot (Avg) a směrodatných odchylek (Std Dev), vybere maximální (Max) a minimální hodnotu (Min). Při této zkoušce byly vyhodnocovány doba brždění, brzdná dráha a podélná akcelerace. Výsledky byly exportovány do souboru formátu csv. Následně byly zpracovány v prostředí MS Excel do formy vhodné pro publikování. Pro vyhodnocení jízdy v kruhu byla v software VTS vybrána příslušná část záznamu testovací úlohy. Ta byla uložena na disk do souboru s příponou vbo. Jedná se o data v textovém formátu. Po odstranění části nepotřebné hlavičky v tomto souboru ve vhodném textovém editoru byla data uložena jako sekundární soubor ve formátu csv. Tato data byla opět importována a dále vyhodnocována v prostředí MS Excel. Byly sledovány a vyhodnocovány pouze hodnoty následujících veličin: rychlost v [$\text{m}\cdot\text{s}^{-1}$], poloměr trajektorie instalované telemetrie ve vozidle při průjezdu kruhovým obloukem R [m], podélná akcelerace a_x [$\text{m}\cdot\text{s}^{-2}$] a příčná akcelerace a_y [$\text{m}\cdot\text{s}^{-2}$]. Ve výsledcích výpočtu software VTS jsou ale hodnoty akcelerace uváděny v jednotkách násobků gravitačního zrychlení. Tyto hodnoty číselně představují velikost součinitele adheze $\mu_{x,y}$. Následně byly vyhodnocovány četnosti výskytu okamžitých hodnot podélné a příčné akcelerace. Byly sledovány hodnoty v intervalu od +1,000 do -1,000. Tento interval byl rozdělen na 20 rozmezí odstupňovaných po 0,100.

10. VÝSLEDKY ZKOUŠKY BRŽDĚNÍ

Kompletní vyhodnocení zkoušky brždění je obsáhlé. Proto zde bude uveden pouze jeden příklad a finální výsledky. Jako příklad je na Obrázku 6 uvedeno vyhodnocení testovací úlohy brždění jízdní soupravy DA s vozíkem z počáteční rychlosti $50 \text{ km}\cdot\text{h}^{-1}$ v software VTS. Na Obrázku 7 je detail vyhodnocení šestého testu brždění (Run 6) zachycující změnu rychlosti, podélné a příčné akcelerace v průběhu brzdného manévru. Při tomto brzdném testu bylo docíleno nejkratší brzdné dráhy 10,43 m a největší okamžité hodnoty podélné akcelerace $a_x = -1,79 \text{ g}$ (poloha modrého kurzoru v grafu). Výsledná průměrná hodnota podélné akcelerace v tomto brzdném cyklu (Run 6) byla $a_x = -0,84 \text{ g}$. Tato hodnota představuje oproti průměrným hodnotám naměřeným při testování vozidel druhu CAS dosti vysoké číslo (Jánošík et al., 2022b). Při těchto testech byla největší naměřená průměrná hodnota $-0,538 \text{ g}$. Po korekci testovacích úloh podle Směrnice EHK č. 13/1958 (ECE, 1958, Regulation No. 13) to bylo $-0,695 \text{ g}$. Souhrnné výsledky vyhodnocení brzdných drah testované jízdní soupravy DA s vozíkem a samostatného DA jsou shrnuty v Tabulce 1 a 2.



Obrázek 6 Záznam a vyhodnocení brzdění soupravy DA s vozíkem z $v_0 = 50 \text{ km}\cdot\text{h}^{-1}$



Obrázek 7 Detail vyhodnocení šestého testu brzdění soupravy DA s vozíkem z $v_0 = 50 \text{ km}\cdot\text{h}^{-1}$

Tabulka 1 Výsledné brzdné dráhy pro počáteční rychlost $v_0 = 50 \text{ km}\cdot\text{h}^{-1}$ (zdroj: zpracovali autoři)

Run	DA Mercedes-Benz Sprinter 4x4					
	bez vozíku			se zapojeným vozíkem		
	Doba brzdění (s)	Brzdná dráha (m)	Podélná akcelerace (g)	Doba brzdění (s)	Brzdná dráha (m)	Podélná akcelerace (g)
1	1,91	14,43	-0,71	1,65	11,78	-0,96
2	2,42	17,35	-0,13	2,20	13,14	-0,51
3	2,06	12,90	-0,10	1,98	12,99	-0,50
4	-	-	-	1,72	12,13	-0,51
5	1,54	11,09	-0,86	1,83	12,16	-0,53
6	1,51	11,92	-1,35	1,64	10,43	-0,41
7	1,64	12,34	-0,77	1,60	11,16	-0,80

8	-	-	-	1,80	11,91	-0,35
Avg	1,85	13,34	-0,65	1,80	11,96	-0,57
Max	2,42	17,35	-0,10	2,20	13,14	-0,35
Min	1,51	11,09	-1,35	1,60	10,43	-0,96
Std Dev	0,35	2,26	0,47	0,20	0,89	0,20

Tabulka 2 Výsledné brzdné dráhy pro počáteční rychlost $v_0 = 60 \text{ km.h}^{-1}$ (zdroj: zpracovali autoři)

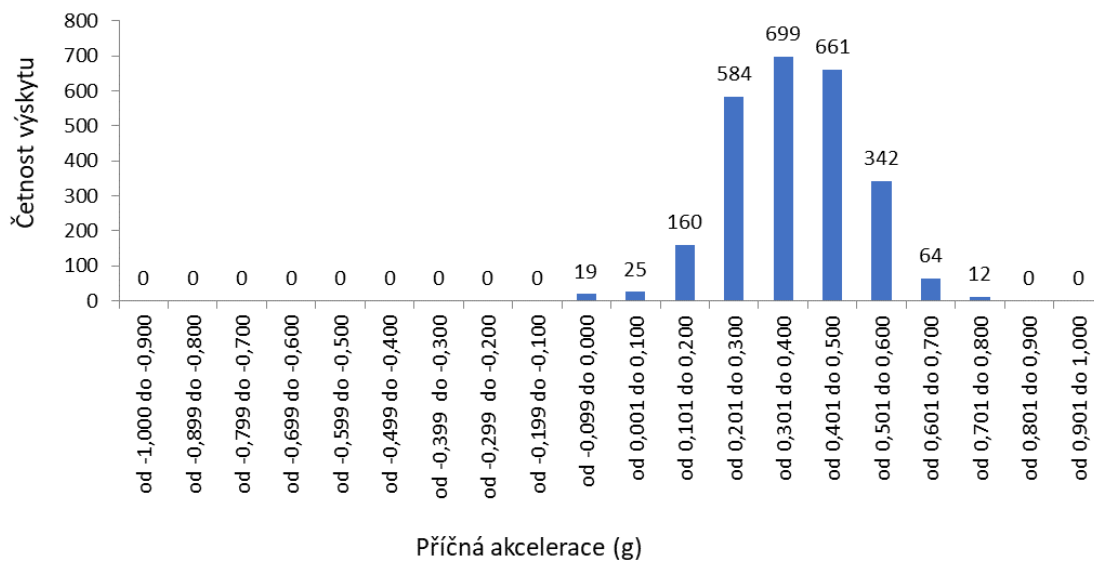
Run	DA Mercedes-Benz Sprinter 4x4					
	bez vozíku			se zapojeným vozíkem		
	Doba brždění (s)	Brzdná dráha (m)	Podélná akcelerace (g)	Doba brždění (s)	Brzdná dráha (m)	Podélná akcelerace (g)
1	2,09	17,29	-0,58	2,74	18,09	-0,34
2	2,37	17,78	-0,14	2,28	17,55	-0,43
3	2,02	16,57	-0,67	2,03	16,46	-0,64
4	1,88	15,45	-0,85	2,09	17,81	-0,71
5	2,02	17,56	-0,73	2,20	16,41	-0,17
6	2,11	16,75	-0,31	2,26	17,66	-0,20
Avg	2,08	16,90	-0,55	2,27	17,33	-0,42
Max	2,37	17,78	-0,14	2,74	18,09	-0,17
Min	1,88	15,45	-0,85	2,03	16,41	-0,71
Std Dev	0,16	0,85	0,27	0,25	0,72	0,22

Z výsledků měření při zkoušce brždění bylo vyhodnoceno, že dopravní automobil bez vozíku v rychlosti 50 km.h^{-1} při započetí nouzového brždění až do nulové rychlosti urazil při brždění dráhu dlouhou v průměru 13,34 m. Po odstranění dvou nejvyšších odlehlých hodnot, které byly 17,35 m, resp. 14,43 m, se tato hodnota pohybovala v průměru na 12,06 m. Minimální hodnota byla 11,09 m. V případě DA s přivěsným vozíkem, který je bržděn a při brždění pomáhá nájezdová brzda, se v rychlosti 50 km.h^{-1} tato brzdná dráha zkrátila na hodnotu 11,96 m. Maximální hodnota brzdné dráhy byla 13,14 m a minimální hodnota brzdné dráhy byla 10,43 m. Bržděný vozík při této rychlosti zřetelně zkrátí brzdnou dráhu.

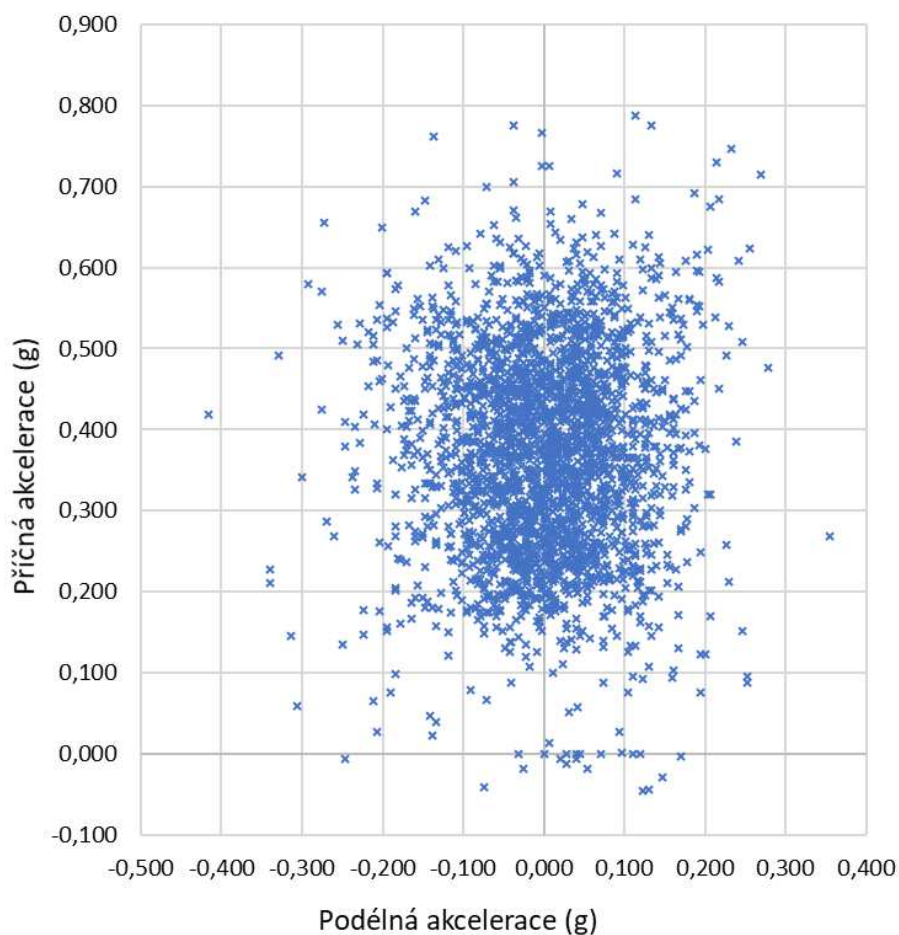
V případě zkoušky brždění DA bez vozíku v rychlosti 60 km.h^{-1} byla naměřena průměrná délka brzdné dráhy 16,90 m. Maximální hodnota brzdné dráhy byla 17,78 m a minimální hodnota brzdné dráhy byla 15,45 m. Při zkoušce brždění DA s vozíkem při rychlosti 60 km.h^{-1} se průměrná hodnota pohybovala kolem 17,33 m, kdy maximální hodnota byla 18,09 m a minimální hodnota byla 16,41 m. Rozdíl mezi brzdnou dráhou dopravního automobilu bez vozíku a s vozíkem je 0,43 m. Rozdíl mezi bržděním dopravního automobilu bez vozíku při rychlostech 50 km.h^{-1} a 60 km.h^{-1} činí 3,56 m, u dopravního automobilu s vozíkem činí rozdíl 5,37 m.

11. VÝSLEDKY ZKOUŠKY JÍZDY V KRUHU

Při zkouškách jízdy v kruhu byly použity dvě telemetrie VBOX. Jedna byla umístěna v kabině DA, druhá na konstrukci nástavby vozíku. Autoři předpokládali, že by se při vyšších rychlostech mohl vozík chovat jinak než DA. Rovněž kompletní vyhodnocení zkoušky jízdy v kruhu je obsáhlé. Proto zde bude opět uveden pouze jeden příklad a finální výsledky. Příklad rozložení četnosti výskytu zaznamenaných okamžitých hodnot příčné akcelerace při jízdě v kruhu v levotočivém směru je na Obrázku 8. Příklad rozložení zaznamenaných okamžitých hodnot příčné akcelerace v závislosti na podélné akceleraci pro testovanou jízdní soupravu při jízdě v levotočivém kruhu je graficky znázorněn na Obrázku 9. Souhrnné výsledky vyhodnocování naměřených záznamů a celkové výsledné hodnoty sledovaných jízdních charakteristik testovaných vozidel při jízdě v kruhu jsou shrnuty v Tabulce 3. Ve výsledcích je patrné potvrzení předpokladu, že naměřené hodnoty pro lehký vozík, který nebyl plně zatížen, jsou nepatrně odlišné od hodnot pro DA bez zapojeného vozíku.



Obrázek 8 Rozložení četnosti výskytu příčné akcelerace při jízdě v levotočivém kruhu (zdroj: zpracovali autoři)



Obrázek 9 Rozložení zaznamenaných okamžitých hodnot akcelerací při jízdě v levotočivém kruhu (zdroj: zpracovali autoři)

Tabulka 3 Souhrn výsledných hodnot sledovaných jízdních charakteristik (zdroj: zpracovali autoři)

Umístění telemetrie	DA-L2Z Mercedes-Benz Sprinter 4x4		Přívěsný vozík VEZEKO Sibřina s.r.o.	
Jízda v kruhu	Levotočivá	Pravotočivá	Levotočivá	Pravotočivá
Příčná akcelerace (g)				
Avg	0,371	-0,488	0,363	-0,476
Max	0,787	-0,119	1,213	-0,140
Min	-0,046	-1,380	-0,103	-1,003
Rychlost (km/h)				
Avg	24,81	29,41	24,27	28,64
Max	33,08	33,39	34,28	33,39
Min	0,81	22,90	0,00	22,38
Poloměr trajektorie těžiště vozidla (m)				
Avg	13,57	14,17	13,40	13,70
Max	24,81	19,89	28,73	20,60
Min	2,05	9,06	0,00	10,22

Při zkoušce jízdy v kruhu byla sledována především příčná akcelerace vozidla. Vlivem cca 4% lokálního sklonu testovací plochy na Záchraném útvaru v Hlučíně a zásahů systému ESP do činnosti automatické převodovky v DA docházelo k podřazování rychlosti při jízdě do kopce. Toto zásahy řídicí jednotky narušovaly dodržování dohodnutého zvyšování rychlosti při jízdě v kruhu, která byla stanovena na 30 km.h⁻¹ a více. Při levotočivé jízdě v kruhu byla sledována četnost výskytu příčné akcelerace. V tomto případě byly u DA nejčastější hodnoty mezi 0,301 g až 0,400 g. Průměrná hodnota přetížení působící na DA při levotočivé jízdě v kruhu byla 0,371 g. Průměrná rychlost při této jízdě byla 24,81 km.h⁻¹ a průměrný rádius byl na hodnotě 13,57 m. Maximální rychlost byla 33,08 km.h⁻¹ a maximální rádius 24,81 m. Při levotočivé zatáčce u vozíku byly nejčastěji se vyskytující hodnoty v rozmezí 0,301 g až 0,400 g. Průměrná hodnota přetížení působící na vozík byla 0,363 g. Průměrná rychlost při této jízdě byla 24,27 km.h⁻¹ a průměrný rádius byl na hodnotě 13,40 m. Maximální rychlost byla 34,28 km.h⁻¹ a maximální rádius 28,73 m. Při pravotočivé jízdě v kruhu u DA se hodnoty příčné akcelerace pohybují v záporných hodnotách. U dopravního automobilu byly nejčastější hodnoty od -0,499 g do -0,400 g. Průměrná hodnota přetížení při pravotočivé jízdě v kruhu byla -0,488 g, průměrná rychlost byla 29,41 km.h⁻¹ a rádius 14,17 m. Maximální dosažená rychlost při pravotočivé jízdě v kruhu byla 33,39 km.h⁻¹ a maximální rádius byl 19,89 m. Při pravotočivé jízdě v kruhu u vozíku byly nejčastější hodnoty od -0,499 g do -0,400 g. Průměrná hodnota přetížení při pravotočivé jízdě v kruhu byla -0,479 g s průměrnou rychlostí 28,64 km.h⁻¹ a průměrný rádius 13,70 m. Maximální rychlost dosažená při jízdě v kruhu u vozíku byla 33,39 km.h⁻¹ a maximální rádius byl 20,60 m.

ZÁVĚR

Tento příspěvek se zabíral tématem požárních přívěsných vozíků z pohledu jejich bezpečnosti při jízdě a z pohledu rozmístění jednotlivých věcných prostředků a vybavení vzhledem k poloze jeho těžiště. Podstatná část výzkumu se zabývala studiem jízdních vlastností při nouzovém brzdění v rychlostech 50 km.h⁻¹ a 60 km.h⁻¹. Byla testována jízdní souprava DA nejprve bez a poté se zapojeným vozíkem. Z výsledků bylo zjištěno, že lepších výsledků bylo dosaženo při brzdění s vozíkem, kdy vozíku pomáhala nájezdová brzda. Brzdná dráha bez vozíku činila 12,06 m, s vozíkem 11,96 m. Při rychlosti 60 km.h⁻¹ byl výsledek opačný. Brzdná dráha automobilu bez vozíku činila 16,90 m a s vozíkem 17,33 m. Dále bylo zkoumáno přetížení působící na soupravu při jízdě v kruhu, a to rychlostí 30 km.h⁻¹ a vyšší v pravotočivé a levotočivé zatáčce. Z tohoto měření bylo zjištěno, že na soupravu působilo při jízdě v levotočivém kruhu jako nejčastější přetížení v rozsahu 0,301 g až 0,400 g. Průměrná hodnota přetížení byla vyhodnocena 0,371 g při průměrné rychlosti, zkeslené automatickou převodovkou vozidla,

24,81 km.h⁻¹ a rádiu 24,81 m. Při jízdě v pravotočivém kruhu se hodnoty pohybovaly v mínusových hodnotách, a to od -0,499 do -0,400 g, průměrná rychlost při tomto měření činila 29,41 km.h⁻¹ při rádiu 28,73 m. Maximální dosažená rychlost se při těchto testovacích jízdách pohybovala v rozmezí od 33 km.h⁻¹ do 34,3 km.h⁻¹ (viz Tabulka 3).

PODĚKOVÁNÍ

Tento příspěvek vznikl za finanční podpory projektu „Bezpečná jízda zásahové požární techniky k zásahu“ (id. č. VH20182021035) na základě smlouvy mezi smluvními stranami Česká republika – Ministerstvo vnitra a Vysoká škola báňská – Technická univerzita Ostrava. Kolektiv autorů by chtěl touto cestou poděkovat za odborné rady a technickou pomoc s vážením přivěsného vozíku panu Ing. Jakubovi Šmirausovi, Ph.D., odbornému asistentovi na Fakultě strojní, Vysoké školy báňské - Technické univerzity Ostrava a dále rovněž panu Jiřímu Benovi, hasiči-řidiči, členovi Sboru dobrovolných hasičů v Chlebičově, který řídil testovanou soupravu ve svém osobním volnu.

LITERATURA

- B-G Racing Motorsport Equipment. B-G Racing - Clubman Race Scales. [online]. [cit. 01-01-2022]. Dostupné z: <https://www.bg-racing.co.uk/B-G%20Racing-clubman-race-scales>
- Bradáč, A., Krejčíř, P., Lukašik, L., Ošlejšek, J., Plch, J., Kledus, M., Vémola, A. 1999. Forensic Engineering. 1st edit. Brno: Academic publishing CERM. (in Czech)
- ECE, 1958, Regulation No. 13, Uniform Provisions Concerning the Approval of Vehicles of Categories M, N and O with regard to Braking, Economic Commission for Europe, Geneva, Switzerland.
- Halliday, D., Resnick, R., Walker, J. 1997. Fundamentals of Physics. Fifth Edition Extended. Hoboken: John Wiley and Sons.
- Jánošík, L., Jánošíková, I., Kuczaj, J., Poledňák, P., Šudrychová, I., Tomášek, M., Vlček, J. 2022a. Measuring of braking distances of firefighting trucks. Communications - Scientific Letters of the University of Zilina, 24(2), p. F1-F13. DOI: 10.26552/com.C.2022.2.F1-F13
- Jánošík, L., Poledňák, P., Šudrychová, I., Jánošíková, I., Vlček, P., Jonová, K., Nováček, V. 2022b. Evaluation of Records from Driving Dynamics Testing on Training Polygons. Transactions of the VSB – Technical University of Ostrava, Safety Engineering Series. 2022, vol. 17, Issue 2, p. 1-13. ISSN 1805-3238. DOI: 10.31490/tces-2019-v17i2.1387
- Jánošík, L., Jánošíková, I., Jonová, K., Nováček, V., Šudrychová, I., Poledňák, P. 2023. Vyhodnocení reálných záznamů jízdy k zásahům z pohledu dynamiky jízdy. Krízový manažment. 2023, vol. 22, Issue 1, p. 28-37. ISSN 1336-0019.
- Performance Box [on-line]. VBOXMotorsport, 2022 [cit 2022-01-18]. Dostupné z: <https://vboxmotorsport.co.uk/index.php/en/products/performance-meters/performancebox>
- PROGRES SERVIS SIBŘINA, spol. s r.o. Návod k použití dopravního automobilu Mercedes-Benz Sprinter 319 DA-L2Z. 2022.
- Software VBOX Test Suite [on-line]. Racelogic Support Centre, 2020 [cit 2020-10-16] Dostupné z: https://en.racelogic.support/01VBOX_Automotive/03Software_applications/VBOX_Test_Suite
- VEZEKO.cz [online]. Přívěsy a nástavby [cit. 01-01-2022]. Dostupné z: <https://www.vezeko.cz/cs/privesy-a-nastavby/2333-spectrum>
- VLK, F. (2000). Dynamika motorových vozidel. Nakladatelství a vydavatelství VLK.

Jiří Lasák, Ing.

*Hasičský záchranný sbor Moravskoslezského kraje, Hasičská stanice Hlučín, Celní 6, 748 01 Hlučín
e-mail: lasakjir@seznam.cz*

Ladislav Jánošík, Ing., Ph.D.

*VŠB – Technická univerzita Ostrava, Fakulta bezpečnostního inženýrství, Lumírova 13, 700 30 Ostrava-Výškovic
e-mail: ladislav.janosik@vsb.cz*

Ivana Jánošíková, Ing., Ph.D.

*VŠB – Technická univerzita Ostrava, Ekonomická fakulta, Sokolská třída 33, 701 21 Ostrava 1
e-mail: ivana.janosikova@vsb.cz*



BEZPEČNOSŤ A OCHRANA ZDRAVIA PRI PRÁCI S OHĽADOM NA ŠTATISTICKÚ KLASIFIKÁCIU EKONOMICKÝCH ČINNOSTÍ

OCCUPATIONAL HEALTH AND SAFETY WITH RESPECT TO THE STATISTICAL CLASSIFICATION OF ECONOMIC ACTIVITIES

JOZEF KUBÁS, KATARÍNA BUGANOVÁ, EVA SVENTEKOVÁ,
KATARÍNA PETRLOVÁ, ANNA CIDLINOVÁ

ABSTRACT: Occupational health and safety is responsible for creating conditions that eliminate the impact of hazardous and harmful factors of the work process or environment on employees. The employer is obliged to report work accidents with the prescribed formalities to the labour inspectorate. The Labour Inspectorate keeps a record of the accidents in question but does not carry out a detailed comparison of the individual factors in the work accident. In order to ascertain the factors influencing the accident, the accident records from the regional inspectorate were analysed and collated. The records were for the period 2012 to 2022. Based on the most common groups of injuries identified in each category, opportunities for improving occupational health and safety were suggested.

KEYWORDS: OIRA, virtual reality, augmented reality, injuries, prevention, SK NACE, Occupational health and safety

ÚVOD

V súčasnom globálnom spoločenskom prostredí sa čoraz viac pozornosti venuje bezpečnosti a ochrane zdravia pri práci a najmä zlepšovaniu bezpečnosti, predchádzaniu, úrazom a stratám na životoch (Makovická, 2022). Z hľadiska prevencie je preto veľmi dôležité skúmanie faktorov ovplyvňujúcich nehodovosť s prepojením na zvyšovanie povedomia a vzdelávania v tejto oblasti. Samozrejme, má to svoje dôvody, keďže nízka úroveň zabezpečenia prináša dodatočné náklady a nepriaznivé dopady na cieľové spoločnosti. Bezpečnosť práce môže byť súčasťou široko chápaného prístupu udržateľného podnikania v kontexte udržateľnej bezpečnosti, ktorá je jedným z kľúčových predpokladov fungovania moderných podnikov. Zistenia z tohto výskumu je možné využiť na zvýšenie bezpečnosti vysvetlením dôležitosti prevencie pri faktoroch, ktoré spôsobili pracovné úrazy, a zároveň je možné získané poznatky použiť na prepracovanie bezpečnostného programu podnikov. Pracovné úrazy sú problematické pre svoj sociálny a ekonomický dopad. Príčiny sú veľmi variabilné a často spojené s rizikovým správaním, ktorému by sa dalo predísť (Hollá, 2022; Ďaďová, 2022). Niektoré priemyselné odvetvia sú náchylnejšie na nehody ako iné, a preto sa im venuje väčšia pozornosť aj vo vedeckej literatúre (Agumba, 2015; Berhanu, 2019, Hussien, 2020). Úrazy sú často sústredené v ekonomických činnostiach, ktoré so sebou prinášajú viacero hrozieb, ako je strojárstvo a stavebníctvo a malé a stredné podnikanie. (Foley, 2012). Definícia nehôd sa v jednotlivých krajinách líši. Existujú nezrovnalosti týkajúce sa zranení a strát. Vzniknuté nezrovnalosti sa v zásade delia na tri varianty, v ktorých: nehoda sa stotožňuje so zranením, nehoda je zranením nad rámec predchádzajúcej situácie a nakoniec zranenie je jedným z možných následkov nehôd (Malysa, 2017; Szlak 2012).

. Rôzne štúdie skúmajú úrazovosť v rôznych krajinách a odvetviach hospodárstva, uvádzajú problém úrazovosti a determinanty úrazovosti, čo umožňuje porovnanie úrazovosti medzi jednotlivými odvetviami a podnikmi (Malysa, 2021). Pracovné úrazy a úmrtia sú väčšinou výsledkom skutočnosti, že pracovníci nedodržiavajú pravidlá bezpečnostných programov (Chen, 2019). Alarcón a kol. (2016) uviedli, že vznik pracovných úrazov nie je náhodný a je spôsobený viacerými ovplyvniteľnými faktormi (Alarcón, 2016).

Pedram tvrdí, že k pracovným úrazom dochádza najmä v dôsledku ľudských chýb alebo nekontrolovaných situácií. Ľudská chyba je definovaná ako činnosť, úmyselná alebo škodlivá pre bezpečnosť alebo výnos. Potom nasledujú tvrdenia, že častými zraneniami boli pošmyknutia,

po ktorých nasledovali chyby založené na pravidlách a znalostiach, výpadky (zlyhania pamäte) a porušenia predpisov (Pedram, 2013). Nedostatok skúseností je jedným z najdôležitejších prispievateľov k nebezpečnému správaniu a slabý pracovný výkon je tiež faktorom, ktorý spôsobuje nebezpečné správanie (Paley, 2011; Chen, 2013).

Vedci sa okrem opisu a analýzy pracovných úrazov zaujímajú aj o prevenciu a znižovanie ich výskytu. Na dosiahnutie tohto cieľa boli presadzované prísne zákony na zlepšenie bezpečnosti práce; najbezprostrednejším a najúčinnnejším spôsobom zníženia počtu pracovných úrazov je však obmedzenie prijímania náhradného a rizikového správania (Shahriari, 2019). Pracovné úrazy, ktoré sa stanú vo firme, spôsobujú škodu pracovníkovi a podniku. Keďže spoločnosť musí uhradiť náklady na zdravotnú starostlivosť, stratený pracovný čas zdravotne postihnutého zamestnanca a spolupracovníkov, ktorí pomáhajú obnoviť plynulosť práce, (Kristiawan, 2020). Nebezpečné úkony, ktoré ohrozujú samotných pracovníkov a ostatných, môžu spôsobiť pracovné úrazy, ktoré môžu byť spôsobené rôznymi faktormi ako napríklad nepoužívanie osobných ochranných pracovných prostriedkov, nedodržiavanie pravidiel bezpečnosti práce, nedodržiavanie pracovných postupov (Nai'em, 2021). Zabezpečenie bezpečných pracovných podmienok má pozitívny vplyv na zdravie zamestnancov a výkonnosť pri práci. Svedčí to o dôležitosti bezpečnosti pri práci v súčasnej ekonomickej situácii.

1. MATERIÁL A METÓDY

Na zlepšenie úrovne BOZP je potrebné analyzovať jednotlivé úrazy. Na Slovensku je evidencia úrazov v pôsobnosti Národného inšpektorátu práce. Do tejto evidencie poskytujú podklady jednotlivé krajské inšpektoráty práce (NUTS 3). Nahlasovanie pracovných úrazov je zákonná povinnosť každého zamestnávateľa a má stanovený obsah. Prvá žiadosť o poskytnutie dát bola zaslaná na krajský inšpektorát práce v Žiline v roku 2022 a boli požadované všetky záznamy úrazov za najbližších 10 po sebe idúcich rokov, čo predstavovalo obdobie 01.01.2012 až 31.12.2021. Na základe tejto žiadosti boli zaslané tri dokumenty v jednom sa nachádzajú registrované úrazy (12585 záznamov), v druhom ťažkých úrazoch (134 záznamov) a v treťom smrteľnom úraze (69 záznamov). Záznamy boli z dôvodu GDPR odstránené identifikačné znaky a údaje, ktoré mohli vytvoriť konkrétneho Každý záznam obsahoval znaky, ktoré sú v tabuľke 1 v stĺpci skupina. Jednotlivé znaky sú bližšie rozpísané v slovenských právnych predpisoch a bolo potrebné nájsť spoločné charakteristiky v znakoch, aby bolo možné odstrániť extrémny, čo by spôsobilo nepresnosti vo výsledku. Spájanie bolo na základe konzultácií s odborníkmi z inšpektorátu práce spolu s pracovníkmi z Fakulty bezpečnostného inžinierstva Žilinskej univerzity, ktorí v rámci projektu rozvíjajú nástroje Online interaktívneho hodnotenia rizík (OiRA) a taktiež s pracovníkmi z Výzkumného ústavu bezpečnosti práce, v. v. i. v Prahe

Súbory obsahovali záznamy z obdobia medzi 01.01.2012 až 31.12.2022.. Všetky dostupné údaje boli vzájomne porovnávané na základe stanovených hypotéz. Hypotézy boli nasledujúce:

- Nulové hypotézy: premenné sú na sebe nezávislé
- Alternatívne hypotézy: medzi premennými existuje určitá závislosť

Hypotézy boli testované na hladine významnosti $\alpha = 0,01$. Keďže sme pracovali s celou populáciou v regióne, teda so všetkými zaznamenanými zraneniami, nie so vzorkou z populácie, najvýznamnejším výstupom asociačného testu je Cramerova V štatistika. V rámci tohto príspevku sme sa zamerali na štatistickú klasifikáciu ekonomických činností (SK NACE) a ich jednotlivé znaky, ktoré môžu vplyvať na vznik úrazu.

2. VÝSLEDKY A DISKUSIA

Na to, aby bolo možné hľadať jednotlivé závislosti bolo nutné pospájať jednotlivé údaje. Toto zlučovanie odstránilo extrémny, prípadne ojedinele vyskytujúce sa prípady. Jednotlivé údaje vychádzajú z právnych predpisov, kde napríklad SK NACE – Štatistická klasifikácia ekonomických činností, je kategorizovanie rovnorodých činností ekonomických subjektov. To znamená, že ekonomické subjekty sú roztriedené do kategórií podľa hlavnej činnosti, ktorej sa venujú. Na základe tejto kategorizácie sa tvoria ekonomické štatistické údaje o pracujúcich, údaje o vstupoch a výstupoch, tvorbe kapitálu alebo údaje o finančných transakciách jednotlivých kategórií subjektov (Vyhláška č. 306/2007 Z. z.; Vyhláška č. 449/2020 Z. z.;

Vyhláška č. 500/2006 Z. z.). V tabuľke 1 sa nachádzajú jednotlivé kategórie, ktoré vstupovali do porovnávania a overovania hypotéz a závislostí.

Tabuľka 1 Triedené úrazy na základe skupiny v ktorej sa nachádzali za obdobie rokov 2012 – 2022

Skupina	Kategória	Počet záznamov
Druh úrazu	Registrovaný	13730
	Ťažký + smrteľný	140 + 72
SK NACE	Poľnohospodárstvo lesníctvo a rybolov + Ťažba a dobývanie	644 + 1
	Priemyselná výroba	6073
	Dodávka elektriny plynu pary a studeného vzduchu	105
	Dodávka vody čistenie a odvod odpadových vôd odpady a služby odstraňovania odpadov	348
	Stavebníctvo	785
	Veľkoobchod a maloobchod oprava motorových vozidiel a motocyklov	1492
	Doprava a skladovanie	1415
	Ubytovacie a stravovacie služby	279
	Informácie a komunikácia+ finančné a poisťovacie činnosti+ Činnosti v oblasti nehnuteľností	59 +39 +38
	Odborné vedecké a technické činnosti	157
	Administratívne a podporné služby	863
	Verejná správa a obrana povinné sociálne zabezpečenie	241
	Vzdelávanie	1403
	Povolanie	Zákonodarcovia, riadiaci pracovníci + Špecialisti
Technici a odborní pracovníci		752
Administratívni pracovníci		898
Pracovníci v službách a obchode		1464
Kvalifikovaní pracovníci v poľnohospodárstve, lesníctve a rybárstve		429
Kvalifikovaní pracovníci a remeselníci		5305
Operátori a montéri strojov a zariadení		3150
Pomocní a nekvalifikovaní pracovníci		1615
Vek	0-29	3448
	30-39	3115
	40-49	3373
	50 a viac	4006
Pohlavie	Muž	9139
	Žena	4803
Druh poranenia	Neznámy alebo neurčený druh poranenia	87
	Rany a povrchové poranenia	6819
	Zlomeniny kostí	2631
	Vykĺbenia, vyvrtnutia, natiahnutia	2781
	Traumatické amputácie (strata časti tela)	113
	Otras mozgu a vnútorné poranenia	373
	Popáleniny, obareniny a omrzliny	384
	Otravy a infekcie + dusenie + účinky zvuku, vibrácií a tlaku + účinky extrémnych teplôt, svetla a ožiarenia + šok	12 + 2 +18 +4 +37
	Viacnásobné poranenia	367
	Iné špecifické poranenia nezahrnuté do iných kategórií	314
Poranená časť tela	Poranená časť tela nešpecifikovaná	40
	Poranenie hlavy alebo jej častí	1064
	Krk vrátane jeho častí	92
	Chrbát vrátane jeho častí	453
	Trup alebo orgány	478
	Horné končatiny	7307
	Dolné končatiny	3926
	Celé telo alebo viac oblastí	557
	Telo - iná poranená časť tela predtým neuvedená	25
Pracovný vzťah	Trvalý	9865
	Dočasný	2585
	Iný	1492
Špecifikácia pracoviska	Obvykle	12238
	Iné	1704
Pracovisko	Továrnske (priemyselné) miesto, plocha závodu	8511
	Stavebné miesto (stavenisko, konštrukčné, montážne miesto), stavba, povrchový lom, povrchová baňa	647
	Hospodárenie na farme, pestovanie, chovateľstvo, rybné hospodárstvo, lesné hospodárstvo	565
	Terciárne oblasti aktivít, úrad, územie na zábavu, rôzne	1549
	Zdravotnícke zariadenie	760
	Verejné plochy (priestranstvá)	1383

	Vnútri domu (domácnosti)	122
	Športoviská	105
	Iné	300
pracovný proces	Bez informácie	203
	Obsluha strojov	6888
	Práca s ručne držanými nástrojmi	598
	Riadenie/prítomnosť v/na palube dopravného prostriedku alebo manipulačnom zariadení	573
	Manipulácia (zaobchádzanie) s predmetmi	2641
	Ručné prenášanie, nosenie	2041
	Pohyb	686
	Iné špecifické pracovné činnosti predtým neuvedené	312
Zdroj úrazu	Dopravné prostriedky	1153
	Zdvíhadlá a dopravníky, zdvíhacie a dopravné pomôcky	380
	Stroje - hnacie, pomocné, obrábacie a pracovné	1768
	Pracovné, prípadne cestné dopravné priestory ako zdroje pádov zamestnancov	3717
	Materiál, bremená, predmety	4325
	Náradie, nástroje, ručne ovládané strojčeky a prístroje	1262
	Priemyselné škodliviny, horúce látky a predmety, oheň a výbušniny + Kotly, nádoby a vedenia (potrubie) pod tlakom + Elektrina	344
	Ľudia, zvieratá a prírodné živly	524
	Iné zdroje	468
Špecifikácia pracovnej činnosti	Bez informácie	308
	Obsluha strojov	2745
	Práca s ručne držanými nástrojmi	1652
	Riadenie/prítomnosť v/na palube dopravného prostriedku alebo manipulačnom zariadení	610
	Manipulácia (zaobchádzanie) s predmetmi	3116
	Ručné prenášanie, nosenie	1171
	Pohyb	4012
	Prítomnosť	121
	Iné špecifické pracovné činnosti predtým neuvedené	203
Príčina úrazu	Chýbný alebo nepriaznivý stav zdroja úrazu	262
	Chýbajúce alebo nedostatočné ochranné zariadenie a zabezpečenie + Nepridelené, nedostatočné alebo nevhodné osobné ochranné pracovné Prostriedky 02+03	75 + 14
	Nepriaznivý stav alebo chybné usporiadanie pracoviska alebo komunikácie + Nedostatky v osvetlení a viditeľnosti, nepriaznivé vplyvy hluku, otrasov a škodlivého ovzdušia na pracovisku alebo na komunikácii 04+05	157 + 10
	Nesprávna organizácia práce 06	70
	Neoboznámenie sa s podmienkami bezpečnej práce a nedostatok potrebnej Kvalifikácie + Nedostatky osobných predpokladov na riadny pracovný výkon	13 + 11278
	Používanie nebezpečných postupov alebo spôsobov práce vrátane konania bez oprávnenia, proti príkazu, zákazu a pokynom, zotrvávanie v ohrozenom priestore	715
	Odstránenie alebo nepoužívanie predpísaných bezpečnostných zariadení a ochranných opatrení + Nepoužívanie alebo nesprávne používanie predpísaných a pridelených osobných ochranných pracovných prostriedkov 09+10	26 + 128
	Ohrozenie inými osobami, napr. odvedenie pozornosti pri práci, žarty, hádky, iné nesprávne a nebezpečné konanie	419
	Ohrozenie zvieratami a prírodnými živlami	338
	Nezistené príčiny	437

V rámci sledovaného obdobia bolo registrovaných najviac 13730 úrazov. Pri zameraní sa na SK NACE bolo najviac úrazov v kategórii priemyselná výroba a to v počte 6073. Pri povolani sa najviac úrazov stalo v skupine Kvalifikovaní pracovníci a remeselníci v počte 5305. Z hľadiska vekovej kategórie neboli zistené významné rozdiely, avšak pri pohlaví bolo až 9139 úrazov u mužov, čo bolo spôsobené najmä činnosťou ktorá je obvyklejšia pre mužov prípadne fyzickynáročnejšia. V rámci skupiny druhu poranenia bolo najviac poranení v kategórii rany a povrchové poranenia a to v počte 6819. Pri poranených častiach tela to boli najmä horné končatiny pri 7307 úrazoch. Až 9865 úrazov bolo zaznamenaných u ľudí s trvalým pracovným pomerom z celkovo 12238 úrazov. Ak sa zameriame na pracovisko, kde sa úraz stal, tak najviac úrazov bolo v kategórii továrnske (priemyselné) miesto, plocha závodu, kde sa stalo 8511 úrazov. Najviac úrazov počas pracovného procesu bolo v kategórii obsluha strojov a to v počte 6888. Najčastejším zdrojom úrazu v počte 4325 bol materiál, bremená a predmety. Pri zameraní sa na špecifikáciu pracovnej činnosti bol v 4012 prípadoch uvedený pohyb.

Jednotlivé premenné boli porovnávané medzi sebou, pričom boli overované nulové hypotézy a zisťované závislosti medzi jednotlivými premennými. V nasledujúcej tabuľke 2 sú zobrazené výsledky z porovnávaní jednotlivých skupín. Na hladine významnosti $\alpha = 0,01$ boli zamietnuté všetky nulové hypotézy a to znamená, že medzi premennými existuje závislosť. Následne bola zisťovaná pomocou Cramer V sila závislosti medzi jednotlivými premennými. Ak je závislosť v intervale 0,4-0,7 jedná sa o strednú závislosť. Z toho dôvodu sme sa zamerali na najvýznamnejšie závislosti, ktoré spadali do tohto intervalu, kde práve pracovisko malo významnú rolu v prípade vzniku úrazu. V rámci výsledkov boli najvýznamnejšie závislosti medzi SK NACE a pracoviskom a SK NACE a pracovným procesom, nakoľko je zrejme, že niektoré práce týchto kategórií majú vyššiu urazovosť vzhľadom na činnosti, ktoré sa vykonávajú.

Tabuľka 2 Výsledky porovnávaní jednotlivých premenných

Premenná Porovnávané skupiny	Výsledok	
	p-value	Cramer V (sila závislosti)
SK NACE	<.001	0.438*
Povolanie		
Sk NACE	<.001	0.158
Vek		
SK NACE	<.001	0.383
Pohlavie		
SK NACE	<.001	0.104*
Druh poranenia		
SK NACE	<.001	0.093*
Poranená časť tela		
SK NACE	<.001	0.161
Pracovný vzťah		
SK NACE	<.001	0.371
Špecifikácia pracoviska		
SK NACE	<.001	0.526*
Pracovisko		
SK NACE	<.001	0.472*
Pracovný proces		
SK NACE	<.001	0.205*
Zdroj úrazu		
SK NACE	<.001	0.172*
Špecifikácia pracovnej činnosti		
SK NACE	<.001	0.142*
Pričina úrazu		

*očakávané frekvencie sú malé, výsledky môžu byť nepresné

Pracovisko, jeho usporiadanie, vybavenie, ale aj samotný pracovný proces môžu generovať viaceré negatíva. K tým najzásadnejším patrí vystavenie rizikám, ktoré môžu mať vplyv na zdravie pracovníka a pracovný proces môže tiež narušiť rozvoj intelektuálnych a fyzických schopností ľudí. Za stav pracovných podmienok v pracovnom procese zodpovedá zamestnávateľ, ktorý je povinný zlepšovať pracovné podmienky a prispôbovať ich zamestnancom a zohľadňovať pri tom skutočné a predvídateľné okolnosti a dosiahnuté vedecké a technické poznatky. Na znižovanie rizika v pracovnom procese využívajú zamestnávatelia viacero nástrojov prevencie. K tým najzásadnejším patrí systematické poskytovanie informácií a komunikácia v oblasti BOZP. Cieľom je oboznámiť zamestnancov so všetkými skutočnosťami dôležitými z hľadiska zaistenia bezpečnosti a zdravia zamestnancov a to akoukoľvek formou a spôsobom (ústne, písomne, praktickým predvedením, zaškolením, pokynom informačnými tabuľkami, signálmi a pod.). Zamestnávateľ informuje zamestnancov najmä o bezpečných pracovných postupoch, existujúcich rizikách a spôsoboch ochrany pred nimi, o preventívnych a ochranných opatreniach na zaistenie bezpečnosti a ochrany zdravia pri práci, o pripravovaných zmenách týkajúcich sa bezpečnosti a ochrany zdravia na pracovisku v dôsledku zavádzania nových technológií, zariadení, o zámeroch a cieľoch vedenia podniku v oblasti bezpečnosti a ochrany zdravia pri práci.

Aby bolo poskytovanie informácií o BOZP systematické, musí vychádzať z analýzy potrieb v oblasti informovanosti (kto, kedy a aké informácie bude potrebovať). Zároveň musia byť stanovené komunikačné cesty pre ich poskytovanie (kto, kedy a akým spôsobom bude relevantné informácie poskytovať) a zabezpečená spätná väzba (odozva na poskytované informácie). Efektívny systém komunikácie musí zabezpečiť výmenu informácií medzi jednotlivými útvarmi, ale aj medzi zamestnancami a vedením podniku a priestor pre poskytovanie konzultácií a poradenstva.

Jedným z najnovších trendov je využitie virtuálnej, rozšírenej a zmiešanej reality v oblasti BOZP. Využitie techník aktívneho učenia môže znamenať účinnejšie vzdelávanie. V rámci BOZP má virtuálna, rozšírená a zmiešaná realita potenciál najmä vďaka schopnosti umožniť objavovanie rozličných objektov a fenoménov takým spôsobom, ktorý by nebol v realite možný, a to najmä pomocou troch základných elementov, ktoré podporujú predstavivosť, interakciu a imerziu. Virtuálna realita prináša možnosť úplného ponorenia sa do virtuálneho sveta. Užívateľ opúšťa prostredie bežného sveta a pomocou VR headsetu sa preniesie do výhradne digitálneho prostredia. Rozšírená realita pridáva obrazom skutočného sveta, ako ho bežne vnímame, digitálnu vrstvu s relevantným informačným obsahom prostredníctvom smartfónu, tabletu, priehľadného displeja, či AR okuliarov. Zmiešaná realita poskytuje príležitosť digitálne objekty manipulovať a tie po tejto interakcii reagujú podobne ako reálne, hmotné objekty. Zmiešaná realita je obohatená naprogramovanými interaktívnymi hologramami na pre znázornenie a vysvetlenie neviditeľných procesov/objektov zasadených do reality. Na zobrazenie hologramov sú potrebné špecializované technológie, ako sú inteligentné okuliare (HoloLens 1 a 2), smartfóny alebo tablety. Použitie inteligentných okuliarov umožňuje, aby boli obe ruky voľné počas praktického tréningu pri interakcii s okuliarmi. Zmiešaná realita je kombináciou reálneho sveta s tým digitálnym, čo je umožnené práve vďaka pokroku vo viacerých oblastiach ako napríklad grafické spracovanie a zobrazovacie technológie. Tieto technológie v oblasti BOZP prinášajú pochopenie pracovného prostredia – mapovanie okolia pomocou kamier ako senzorov s možnosťou kotvenia objektov v tomto priestore, pochopenie osoby – sledované gestá užívateľa technológie ako aj jeho oči a akustické (rečové) povely, vnímanie zvukov v pracovnom priestore. Na vhodnosť využitia týchto technológií v BOZP a pri prevencii pracovných úrazov poukazuje množstvo autorov vo svojich výskumoch (Namkoong, 2023; Li, 2023).

Aplikácia týchto technológií v tréningovom prostredí vytvára možnosti na zefektívnenie prípravy zamestnancov na reálne situácie, ktoré môžu v oblasti bezpečnosti pracovného prostredia nastať. Uplatnením virtuálnej a rozšírenej reality v oblasti BOZP sa v SR intenzívne zaoberá Fakulta bezpečnostného inžinierstva UNIZA, ktorá v tejto oblasti inovatívneho vzdelávania kreuje vlastné centrum excelentnosti pre moderný výcvik odborníkov v oblasti bezpečnosti. V centre excelentnosti bude vzdelávanie práve vďaka technológii zmiešanej reality HoloLens 2 založené na interaktivite, ktorá poskytne ďalší rozmer do edukačného procesu. Používateľ bude môcť samostatne ovládať procesy v rámci praktického osvojovania si zručností bude interagovať v rámci plnenia úloh s hologramami v reálnom čase. V rámci interaktívneho vzdelávania vstupuje aj tréner, ktorý vďaka aplikácií „Dynamics 365 Remote Assist“ môže používateľa navigovať prostredníctvom možnosti priameho zobrazovania pokynov ako je 3D kreslenie, písanie v podobe hologramu v priestore a takýmto spôsobom pozornosť upriamiť na konkrétnu záujmovú časť. V rámci projektovej činnosti je preto potrebné vytvárať presné scenáre, ktoré budú zamerané na kritický pracovný proces a samotné pracovisko, kde sa dané úrazy najčastejšie stávajú. Taktiež je potrebné aby boli vyvíjané dostupné nástroje, ktoré umožnia zamestnávateľom zaistiť BOZP na pracovisku a tak znížiť počet pracovných úrazov. Aktuálne je dostupná vo väčšine štátov webová platforma, ktorú vyvíja a udržiava Európska European Agency for Safety and Health at Work, EU-OSHA a je založená na holandskom nástroji na hodnotenie rizík RI&E. Jej cieľmi sú na európskej úrovni zvýšiť počet mikro podnikov a malých podnikov v Európe, ktoré vykonávajú hodnotenie a spravovanie rizík pri práci, prispieť (prostredníctvom správneho hodnotenia rizík) k zníženiu počtu nehôd na pracovisku a chorôb z povolania a k zlepšovaniu pracovných podmienok. Taktiež má pomôcť podnikom (prostredníctvom správneho hodnotenia rizík) zvýšiť konkurencieschopnosť (znižovaním nákladom vznikajúcich kvôli pracovným nehodám a chorobám, znižovaním práceneschopnosti a pod.). Na vnútroštátnej a sektorovej úrovni má za cieľ poskytnúť praktické nástroje Online interactive Risk Assessment (OIRA) mikropodnikom a malým podnikom prostredníctvom ich webových lokalít a podporovať ich používanie, prispievať k plneniu národných cieľov v oblasti znižovania počtu chorôb z povolania alebo pracovných nehôd sprístupnením nástrojov

OiRA podnikom. Na úrovni spoločností má za cieľ zaistiť bezpečnosť a ochranu zdravia pracovníkov (všeobecná povinnosť zamestnávateľov a podnikov) podporovaním využívania nástrojov OiRA v spoločnosti a v pracovných priestoroch, a tým aj zavádzať správny proces hodnotenia rizík, demystifikovať proces hodnotenia rizík a zlepšiť pracovné podmienky podporovaním používania nástroja na hodnotenie rizík na pracovisku, a tým aj zlepšovať výsledky spoločností (European, 2023). Jednotlivé štáty si vytvárajú dané nástroje, vsúčastnej dobe je na Slovensku vytvorený všeobecný nástroj a postupne sa vytvárajú ďalšie.

ZÁVER

Politika BOZP je vyjadrením postoja vrcholového vedenia podniku k starostlivosti o bezpečnosť a zdravie zamestnancov v rámci celkového vývoja podniku a jeho kultúry práce. Určuje smerovanie podniku v oblasti BOZP. Je základom, od ktorého sa odvíja systém riadenia a organizácia bezpečnosti a ochrany zdravia pri práci. Má komplexne riešiť skutočné potreby podniku a zaisťovať ochranu zdravia všetkých zamestnancov. Má byť politikou prevencie, tzn. pri zlepšovaní pracovných podmienok a zvyšovaní ochrany zamestnancov je potrebné sa zamerať najmä na zavádzanie bezpečných zariadení, technológií, nových metód organizácie práce, skvalitňovanie pracovných podmienok s ohľadom na faktory pracovného prostredia a psychosociálne faktory. Aby politika nebola všeobecná a formálna, je potrebné pri jej tvorbe vychádzať z charakteru, činnosti a vnútornej štruktúry podniku, zo skutočných rizík, ktoré sa v podniku vyskytujú a potrieb zamestnancov, príp. iných zainteresovaných strán. Pritom treba rešpektovať, aké má podnik možnosti z hľadiska zdrojov potrebných na realizáciu vytýčených cieľov. Aby politika BOZP bola realizovateľná v podnikovom systéme riadenia a organizácie práce, musí byť v zhode s celkovou politikou podniku, najmä s politikou v oblasti kvality a ochrany environmentu.

POĎAKOVANIE

Príspevok vznikol za podpory projektov APVV-20-0603 Vývoj nástrojov na posudzovanie rizík pre účely vybraných podnikov a profesií v Slovenskej republike v súlade s požiadavkami EÚ, KEGA 042ŽU-4/2022 Virtuálna realita a jej využitie na zefektívnenie vzdelávania a prípravy obyvateľstva na krízové javy, KEGA 043ŽU-4/2022 Implementácia poznatkov zo spoločenských, behaviorálnych a humanitných vedných disciplín dopravy študentov študijného odboru bezpečnostné vedy a projektu VÚBP, v.v.i. Výskum, overovanie a aplikácia metód a prostriedkov prevencie rizík spôsobených pracovnými aktivitami a ohrozujúcich zdravie osôb, životné prostredie alebo majetok.

LITERATÚRA

Agumba J. N., Musonda I. Identifying construction workers injury predictors : a thematic content analysis. In: Behm, M. & McAleenan, C. (eds.). Proceedings of the CIB W099 International Health and Safety Conference, September, 9-11, pp. 220-230, ISBN: 978-1-909854-01-7, Belfas, (2015).

Alarcón L.F., Acuña D., Diethelm S., Pellicer E. Strategies for improving safety performance in construction firms. *Accid. Anal. Prev*94, pp. 107–118, (2016).

Berhanu F., M. Gebrehiwot, Z. Gizaw Workplace injury and associated factors among construction workers in Gondar town, Northwest Ethiopia *BMC Musculoskelet. Disord.*, 20 (1) doi10.1186/s12891-019-2917-1, (2019). Makovická Osvaldová, L., Košútová, K. Registered accidents at work and their causes in economic sectors with maximum of 250 employees. In: International Scientific and Practical Conference Fire Safety Issues (2022).

Chen A., Golparvar-Fard M., Kleiner B. SAVES: A safety training augmented virtuality environment for construction hazard recognition and severity identification. In Proceedings of the 13th International Conference on Construction Applications of Virtual Reality, London, (2013).

Chen Z, Qiao G, Zeng J. Study on the relationship between worker states and unsafe behaviours in coal mine accidents based on a bayesian networks model. *Sustainability*. 11:1–16. doi: 10.3390/su11185021, (2019).

Hollá K, Ďad'ová A, Hudáková M, Valla J, Cidlinová A and Osvaldová LM (2023) Causes and circumstances of accidents at work in the European Union, Slovakia and Czech Republic. *Front. Public Health* 11:1118330. doi: 10.3389/fpubh.2023.1118330

Ďad'ová, A., Michalík, D., Košútová, K., Cidlinová, A., Vala, J., 2022. Súčasný problém a výzvy v bezpečnosti a ochrane zdravia pri práci v Európskej únii a novovznikajúce riziká. In: *Krízový manažment – vedecký časopis FBI UNIZA*, roč. 21, č. 2/2022. ISSN 1336 – 0019.

European Agency for Safety and Health at Work. What is OiRA? Available online at: <https://oiraproject.eu/en/what-oiraproject> (accessed May 05, 2023).

- Foley M, Fan. Z.J., Rauser E., Silverstein B. The impact of regulatory enforcement and consultation visits on workers' compensation claims incidence rates and costs, 1999–2008. *Am. J. Ind. Med.*, 55 (11), pp. 976-990.(2012).
- Hussen J., Dagne H., Yenealem D.G. Factors associated with occupational injury among hydropower dam construction workers, South East Ethiopia, *BioMed. Res. Int.*, pp. 1-9, 10.1155/2020/6152612, (2020).
- Kristiawan R., Abdullah R. Faktor Penyebab Terjadinya Kecelakaan Kerja Pada Area Penambangan Batu Kapur Unit Alat Berat PT. Semen PadangJ Bina Tambang, 5 pp. 11-21, (2020).
- Li C.H.J., Liang V., Chow Y.T.H., Ng H.-Y., Li S.-P. A Mixed Reality-Based Platform towards Human-Cyber-Physical Systems with IoT Wearable Device for Occupational Safety and Health Training. *Appl. Sci.* 12, 12009. <https://doi.org/10.3390/app122312009>, (2022).
- Małysa T., Nowacki K., Lis T. The correlation between structure of employment and accident at work in metallurgical enterprises. 26th International Conference on Metallurgy and Materials., pp. 2244–2249 (2017).
- Małysa T., Gajdzik B. Predictive Models of Accidents at Work in the Steel Sector as a Framework for Sustainable Safety. *Energies*, 14, 129. <https://doi.org/10.3390/en14010129> (2021).
- Nai'em F., Darwis A.M., Maksun S.S. Trend analysis and projection of work accidents cases based on work shifts, workers age, and accident types, *Gaceta Sanitaria*, Volume 35, Supplement 1, pp. S94-S97,ISSN 0213-9111, <https://doi.org/10.1016/j.gaceta.2020.12.026>. (2021).
- Namkoong et al. Virtual reality for public health: a study on a VR intervention to enhance occupational injury prevention, *Journal of Public Health*, Volume 45, Issue 1,pp.136–144, <https://doi.org/10.1093/pubmed/fdab407>, (2023).
- Vyhláška č. 306/2007 Z. z. Vyhláška Štatistického úradu Slovenskej republiky, ktorou sa vydáva Štatistická klasifikácia ekonomických činností
- Vyhláška č. 449/2020 Z. z. Vyhláška Štatistického úradu Slovenskej republiky, ktorou sa vydáva štatistická klasifikácia zamestnaní.
- Vyhláška č. 500/2006 Z. z. Vyhláška Ministerstva práce, sociálnych vecí a rodiny Slovenskej republiky, ktorou sa ustanovuje vzor záznamu o registrovanom pracovnom úraze
- Palei SK, Gupta S, Karmakar NC. Identification of human error to enhance safety in underground coal mines through the study of accident data- a concept. *Technol Chall Manag Iss Sustain Mining Industr.* (2011).
- Pedram S., Perez P., Dowsett B. Assessing the impact of virtual reality-based training on health and safety issues in the mining industry. In: *International Symposium For Next Generation Infrastructure*. Wollongong doi: 10.14453/isngi2013.proc.36, (2013).
- Shahriari M., Aydin M.E. Reducing injuries by applying behavior based safety. In: *Arezes (A c. Di), P.M.F.M., Advances in Safety Management and Human Factors*, Springer International Publishing, 791, pp. 71–80, https://doi.org/10.1007/978-3-319-94589-7_7, (2019).
- Szłazak J., Szłazak N. *Occupational Health and Safety*; AGH Publisher: Cracow, Poland, (2012).
- Yang L, Birhane GE, Zhu J and Geng J. Mining Employees Safety and the Application of Information Technology in Coal Mining: Review.*Front. Public Health* 9:709987.doi: 10.3389/fpubh.2021.709987, (2021).

Jozef Kubás, Ing., PhD.

Žilinská univerzita v Žiline, Fakulta bezpečnostného inžinierstva, Univerzitná 8215/1, 010 26 Žilina, Slovensko
e-mail: jozef.kubas@uniza.sk

Katarína Buganová, doc, Ing., PhD.

Žilinská univerzita v Žiline, Fakulta bezpečnostného inžinierstva, Univerzitná 8215/1, 010 26 Žilina, Slovensko
e-mail: katarina.buganova@uniza.sk

Eva Sventeková, doc, Ing., PhD.

Žilinská univerzita v Žiline, Fakulta bezpečnostného inžinierstva, Univerzitná 8215/1, 010 26 Žilina, Slovensko
e-mail: eva.sventekova@uniza.sk

Katarína Petrlová, Ing., PhD.

Slezská univerzita v Opavě Matematický ústav Opav, Na Rybníčku 626, 746 01 Opava 1, Česko
e-mail: katarina.petrlova@math.slu.cz

Anna Cidlinová, Ing., PhD.

Výzkumný ústav bezpečnosti práce, v. v. i. Jeruzalémská 1283/9, 110 00 Praha 1 – Nové Město, Česko
e-mail: cidlinova@vubp.cz



BEZPEČNOSŤ ÚČASTNÍKOV CESTNEJ PREMÁVKY A ICH VPLYV NA VNÍMANIE DOPRAVNEJ SITUÁCIE

SAFETY OF ROAD TRAFFIC PARTICIPANTS AND THEIR INFLUENCE ON THE PERCEPTION OF THE TRAFFIC SITUATION

MICHAL BALLAY, ĽUDMILA MACUROVÁ, PAVOL KOHÚT, MIROSLAV RÉDL

ABSTRACT: *When analysing an accident scene, one of the significant tasks is to evaluate the driver's ability to perceive the traffic situation according to different aspects. Currently, there are various eye movement measurement systems designed to perform a high-quality reconstruction of the direction of eye movement of road users depending on time. In addition to the basic physiology of the perception of road users, the paper deals with using the Viewpointssystem® measurement system designed to analyse eye movement when perceiving the traffic situation. The article assesses the development of traffic accidents in the Slovak Republic according to the consequences of traffic accidents and categories of road users. As part of determining the decisive moment for a collision situation, an analysis of the direction of the eye movement of the driver of the vehicle during a dangerous traffic situation while driving on a road section located in a rural area is performed.*

KEYWORDS: *Analysis, safety, traffic accident, collision situation, road traffic participants, Viewpointssystem*

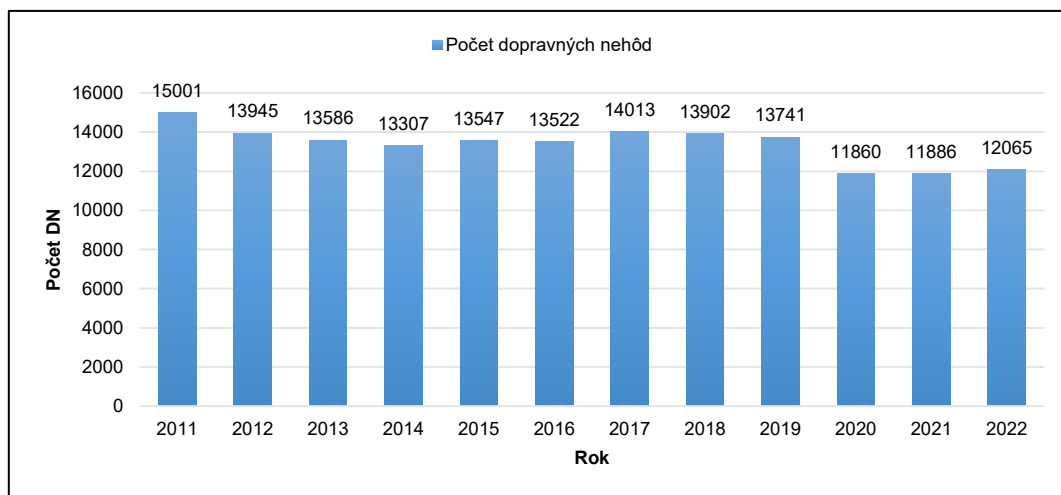
1. ÚVOD

Automobilizácia cestnej dopravy má neustále stúpajúcu tendenciu s náročnejšími požiadavkami na dopravu a bezpečnosť, ktoré okrem pozitívnych výhod v oblasti dopravných služieb prinášajú aj veľký vzostup zaťaženia cestnej siete, čo predstavuje širokú škálu rizík vplyvajúcich na vznik rôznych dopravných kolízií. Tieto dopravné kolízie sú často charakteristické rozsiahlymi materiálnymi škodami, vážnymi následkami na zdraví a životoch účastníkov cestnej premávky, ako aj nenahraditeľnými stratami na ľudských životoch. Medzi najčastejšie príčiny rôznych kolíznych situácií patrí zlyhanie ľudského faktora, hustota dopravy, nevyhovujúci stav vozovky, technická porucha vozidla, nepriaznivé klimatické podmienky, atď. Vodiči sú často neohľaduplní, nedostatočne predvídajú, agresívni a jazdia hazardným spôsobom. Chodci nevenujú pozornosť cestnej premávke, správajú sa neuvážene a môžu náhle vstúpiť do jazdnej dráhy. Ohrozené sú najmä deti a staršie osoby. Deti sa správajú impulzívne, nie sú schopné odhadovať vzdialenosť a čas, majú zúžené zorné pole a nedostatočne rozvinutú motorickú koordináciu. Staršie osoby majú zníženú schopnosť zrakového a sluchového vnímania, menšiu schopnosť sústredenia sa a predĺžený reakčný čas, čo vedie ku zložitejšiemu prispôbovaniu sa určitým požiadavkám cestnej premávky (Kohút, 2019). Skúmaním príčin a priebehov rôznych kolíznych situácií súvisiacich s cestnou premávkou sa zaoberá analýza dopravných nehôd. Rozmanitosť rôznych kolíznych situácií si vyžaduje komplexné vyhodnotenie množstva špecifických parametrov, ako napríklad vyhodnotenie schopnosti vodiča vnímať rozdielne dopravné situácie, všetky pridružené podnety, hustotu optických informácií, nehodový i prednehodový dej podľa rôznych hľadísk (Kasanický, 2004). V súčasnosti existujú rôzne certifikované meracie systémy, ktoré slúžia na vykonanie kvalitnej technickej analýzy pohybu očí vodičov a ostatných účastníkov cestnej premávky v závislosti na čase. Jedným z meracích systémov je Viewpointssystem® zložený z hardvérového a softvérového vybavenia, ktorý umožňuje detailne analyzovať schopnosť vodiča komplexne vnímať dopravnú situáciu, a to od okamihu pred vznikom konkrétnej kolíznej situácie, až po jeho reakciu na daný podnet.

2. BEZPEČNOSŤ ÚČASTNÍKOV CESTNEJ PREMÁVKY

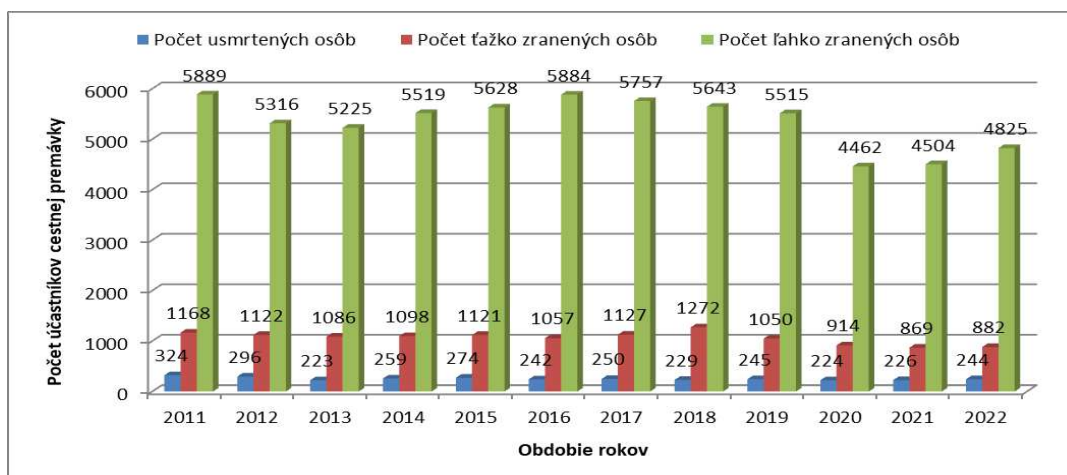
Problematika bezpečnosti účastníkov cestnej premávky je vysoko aktuálna a dôležitá vzhľadom na zvyšovanie sa intenzity dopravy a rozvoj iných alternatívnych spôsobov dopravy. Tieto významné atribúty cestnej premávky zabezpečuje každý účastník cestnej premávky dodržiavaním pravidiel,

predpisov a odporúčaní, používaním ochranných prvkov, svojou zodpovednosťou a ohľaduplnosťou voči ostatným účastníkom cestnej premávky či dostatočnou predvídavosťou a včasnou reakciou na dopravné situácie. Pre hodnotenie bezpečnosti účastníkov cestnej premávky predstavujú dôležitý parameter ukazovatele dopravnej nehodovosti, pri ktorých sa hodnotí závažnosť dopravných nehôd a zároveň relatívny stupeň bezpečnosti. Podrobnejší prehľad trendu vývoja dopravnej nehodovosti na území SR je spracovaný počas obdobia rokov 2011 – 2022. Základným ukazovateľom dopravnej nehodovosti na území SR bol každoročný celkový počet dopravných nehôd.



Obrázok 1. Vývoj dopravnej nehodovosti (PZ SR, 2023)

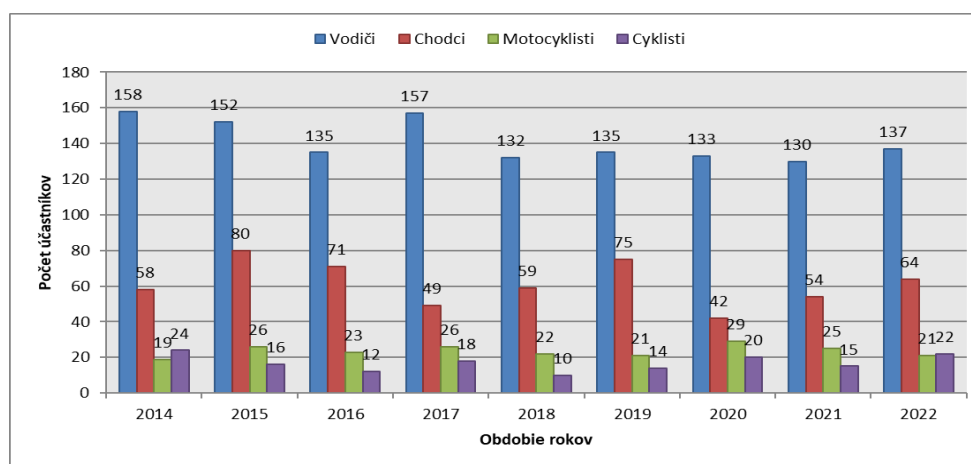
Podľa Obr. 1 vyplýva, že v období rokov 2011–2022 má vývoj dopravnej nehodovosti pomerne stabilný priebeh. Výnimku predstavujú roky 2015–2019, ktoré boli charakteristické mierne stúpajúcim trendom od roku 2014. V roku 2011 bol zaznamenaný najväčší počet (15 001) a v roku 2020 bol zaznamenaný najmenší počet (11 860) dopravných nehôd.



Obrázok 2. Vývoj dopravnej nehodovosti podľa jednotlivých následkov (PZ SR, 2023)

Na Obr. 2 je zobrazený prehľad dopravnej nehodovosti podľa jednotlivých následkov na zdraví a životoch účastníkov cestnej premávky v období rokov 2011–2022. Dopravné nehody s následkami ťažkých zranení majú takmer konštantný charakter. V roku 2018 bol zaznamenaný najväčší počet dopravných nehôd (1272), čo predstavuje vzostup o 104 prípadov oproti roku 2011. Obdobie rokov 2012 - 2017 bolo charakteristické klesajúcim trendom. V roku 2021 bol zaznamenaný najmenší počet dopravných nehôd s následkami ťažkých zranení osôb (869). Dopravné nehody s následkami ľahkých zranení majú kolísavú tendenciu.

Najviac dopravných nehôd s následkami ľahkých zranení osôb bolo v roku 2011 (5889), naopak najmenej v roku 2020 (prípadov). Čo sa týka dopravných nehôd s následkami usmrtených osôb, tak tie majú takmer stabilný priebeh, s menšími medziročnými zmenami. Najviac dopravných nehôd bolo v roku 2011 (324), naopak najmenej v roku 2013 (223). Zaujímavosťou je, že v roku 2017 bolo zaznamenaných 14 013 dopravných nehôd (druhý najväčší počet v sledovanom období), následkom ktorých bolo usmrtených iba 250 osôb. Vplyv na pokles dopravnej nehodovosti mohla mať aj znížená mobilita obyvateľstva, ktorá bola spôsobená nepriaznivou epidemiologickou situáciou a opatreniami na zamedzenie jej šírenia, ako aj na ochranu zdravia a života obyvateľstva. Od roku 2012 možno považovať za úspešné obdobie, nakoľko sa podarilo prostredníctvom rôznych bezpečnostných opatrení a novelizácie právnych predpisov odvrátiť negatívny trend vývoja dopravnej nehodovosti. V rámci vývoja dopravných nehôd s usmrtenými účastníkmi cestnej premávky je spracovaný prehľad za obdobie rokov 2014–2022 podľa jednotlivých skupín (vodiči, chodci, motocyklisti a cyklisti).



Obrázok 3. Vývoj dopravnej nehodovosti podľa kategórií účastníkov cestnej premávky (PZ SR, 2023)

V zmysle Obr. 3 vyplýva, že v období rokov 2014–2022 mal vývoj dopravnej nehodovosti v počte usmrtených účastníkov cestnej premávky kolísavú tendenciu. Najväčšie zastúpenie v počte usmrtených účastníkov mali vodiči. Pre túto kategóriu bol najúspešnejší rok 2021 (130 prípadov) a najhorší rok 2014 (158 prípadov). Druhými v poradí boli chodci ako nemotorizovaní účastníci cestnej premávky. Najviac usmrtených chodcov bolo v roku 2015 (80 prípadov) a najmenej v roku 2020 (42 prípadov). Nasledujú motocyklisti, ktorí mali najväčšiu početnosť usmrtených v roku 2020 (29 prípadov) a najmenej v roku 2014 (19 prípadov). Cyklisti ako účastníci cestnej premávky mali v sledovanom období najmenšie zastúpenie pri počte usmrtených účastníkov. Pre cyklistov bol najúspešnejší rok 2018 (10 prípadov) a najhorší rok 2014 (24 prípadov). Všeobecne je možné skonštatovať, že v sledovanom období bolo usmrtených 58 % vodičov, 27 % chodcov, 10 % motocyklistov a 5 % cyklistov.

Dôležité kritérium predstavujú špecifické skupiny chodcov, a to deti, staršie osoby a osoby so zdravotným postihnutím. Medzi špecifickými skupinami chodcov existujú rozdielne vizuálno–fyziológické rozdiely v spôsobe vnímania pohľadom. Každá skupina účastníkov cestnej premávky musí spracovať množstvo rozličných informácií, a preto je veľmi dôležité vyhodnotiť do akej miery ovplyvňuje fyziológia vnímania a stratégia pohľadu účastníkov potenciálny vznik dopravnej nehody. (Jurina, 2013). V cestnej premávke sa rozlišujú základné typy ľudského zmyslového vnímania, a to zrakové, sluchové, hmatové a vestibulárne (vnímanie prostredníctvom zmyslu pre udržanie stability ľudského tela). Vizuálne vnímanie je dôležité najmä pri vnímaní rôznych informácií, ktorých podiel je minimálne 90%. Táto schopnosť umožňuje aj vnímanie vzdialených objektov vo väčšej vzdialenosti pred sebou. Vnímanie informácií zvyšnými zmyslami sa používa dodatočne, ako kontrolná funkcia (Rábek, 2014).

Uhol videnia u dospelého chodca s normálnym zrakom je približne 180°–190° v horizontálnom smere a 130° vo vertikálnom smere (60° nahor a 70° nadol). Pri prijímaní informácií je u chodca výška pohľadu cca 160cm a u vodiča cca 115cm. V navigačnom správaní je väčšinou vyvážený podiel koncentrovaného a distribučného vnímania. Navigačné priority sú funkciou zvyku pri sledovaní objektov a pozornosť záleží

od počtu vhodne vybraných navigačných bodov (Rábek, 2014). U starších osôb (s určitými zdravotnými deficitmi) sa často vyskytujú nevýhody súvisiace s prijímaním informácií. Najčastejšie ide o informačné chyby z dôvodu nedostatku navigačných priorít, dlhší čas potrebný na prispôbenie a akomodáciu oka (pravdepodobnosť zhoršenia zraku), poruchy spôsobené s užívaním predpísaných liekov, iné príznaky (závrät, obmedzenia pohybu, zhoršený sluch). Deti začínajú vnímať pri zmene pohľadu okrajom oka, čo vedie k tieňovému efektu a vnímaniu len jedným okom, ako aj k poruche hĺbkového vnímania. Neskúsené deti neustále pozorujú svoje okolie, pričom pozornosť na konkrétne objekty fixujú iba krátkodobo. Správanie sa starších, skúsenejších detí už vykazuje väčšiu zhodu so stratégiou sledovania dospelých. Dôkazom je usporiadanejšie poradie fixácií zraku a mimovoľných pohybov oka. Pri osobách so zdravotným postihnutím možno najčastejšie poruchy zraku charakterizovať ako poruchy vizuálneho zobrazovania (neostrý alebo skreslený obraz na sietnici), zákal (zníženie vnímania kontrastu v kombinácii so zvýšenou citlivosťou na oslnenie), choroby zrakového systému (ochorenia sietnice, zmenšenie zorného poľa, slepé miesta, nočná slepota). (Pfleger, 2015), (Hugemann, 2007)

3. CHARAKTERISTIKA MERACIEHO SYSTÉMU VIEWPOINTSISTEM®

Merací systém Viewpointsystem® možno definovať ako systém merania smeru pohybu očí vodičov na identifikáciu všetkých foriem pohľadov do určitých miest okolia, skreslených alebo nedostatočných optických informácií, zbytočných zrakových fixácií a nadmerných optických informácií (opticky komplikované situácie ako hlavná príčina nehody). Skúmajú sa najmä perцепčné, fyziologické a psychologické atribúty vnímania. Fyziológia ľudského videnia môže byť graficky znázornená vo vzťahu k danému miestu s cieľom eliminovať existujúce riziká dopravných nehôd a s nimi súvisiace nebezpečenstvá v súlade s právnymi a technickými normami v oblasti cestnej premávky. (Rédl, 2021), (Tarkowski, 2019). Viewpointsystem® umožňuje analyzovať správanie ľudského zraku s presnosťou od 15 uhlových minút (priestorovo) alebo 40 tisícín sekundy (časovo). Veľmi často sa pri bežnom stave vozovky prekračujú hranice psychickej performy vodiča (pokiaľ ide o príjem informácií) a táto hranica je v oblasti zrakovofyziologického vnímania niekoľkonásobne prekročená. Uvedený merací systém je možné použiť aj vo vzťahu osoba–vozidlo–vozovka na zisťovanie a odstraňovanie bezpečnostných nedostatkov a potenciálnych rizík v prípade dopravnej nehody, ako aj v rámci kontroly bezpečnosti cestnej premávky (Rédl, 2021), (TPM, 2021).

Hardvérové príslušenstvo meracieho systému sa skladá z jednotlivých častí, ktorými sú okuliare na sledovanie očí a záznamová jednotka. Pomocou citlivých elektronických senzorov zabudovaných do skiel okuliarov môže systém monitorovať pohyby očí, smery pohybu, nekontrolované (sakadické) pohyby očí, ako aj jednotlivé žmurknutia. Na použitie v nočnom režime sú okuliare vybavené LED diódami, ktoré sú zabudované do rámu okuliarov. V prednej časti rámu okuliarov je zabudovaná kamera na videozáznamy. Všetky informácie získané z okuliarov sa potom zaznamenávajú do pamäte záznamovej jednotky, ktorú možno neskôr preniesť do počítača. V záznamovej jednotke je možné prehrávať aj jednotlivé záznamy z okuliarov.



Obrázok 4. Hardvérové príslušenstvo - okuliare na sledovanie pohybu očí a záznamová jednotka (TPM,2021)

Na spracovanie jednotlivých záznamov smeru pohľadu očí a štatistické vyhodnotenie potrebných parametrov je k dispozícii softvérové príslušenstvo Fact Finder, ktoré ponúka množstvo špeciálnych vizualizačných funkcií, ako napríklad kruh, bod - hmla, navigácia, hviezda, sakády, fixácia, hustota a bubliny.



Obrázok 5. Softvérové príslušenstvo - druhy vizualizačných metód (TPM,2021)

Jednotlivé typy vizualizačných funkcií zobrazujú napríklad chronologickú postupnosť pohľadu a fixácie na základe použitia farebných kruhov s premenlivou veľkosťou, zrakovú ostrosť pomocou dvoch koncentrických kruhov, kumuláciu niekoľkých fixačných bodov v malej oblasti videnia 3°, prehľad významných navigačných bodov a objektov s vysokou atraktivitou pre periférnu detekciu, prehľad postupnosti jednotlivých pohľadov, oblasti parafoveálneho videnia, atď.

4 URČENIE ROZHODUJÚCEHO MOMENTU PRE KOLÍZNU SITUÁCIU

Počas jazdy vodič venuje pozornosť nielen smeru jazdy, ale musí sa sústrediť aj na komplex rôznych udalostí, okolností, podnetov alebo informácií. Musí vyhodnocovať pohyb ostatných účastníkov cestnej premávky (chodcov, cyklistov, motocyklistov, iných vozidiel), sledovať dopravné značky, svetelnú signalizáciu, ako aj údaje zobrazované na prístrojovej doske, vyhodnocovať situáciu v spätnom zrkadle atď. (Kasanický, 2004)

Pre zistenie vizualizácie rozloženia bodov pohľadu vodiča vozidla boli vykonané testovacie skúšky, ktoré boli zaznamenané a vyhodnotené prostredníctvom meracieho systému Viewpointsystem. Všetky body v určitom časovom priestore boli posúdené vzhľadom k ich polohe, v zornom poli vodiča. Taktiež boli spresnené súvislosti psychologického vnímania a hranice rozpoznania nebezpečenstva.

V rámci testovacích skúšok bola vykonaná analýza smeru pohybu očí vodičky vozidla počas nebezpečnej dopravnej situácie pri jazde mimo obec. Testovanou osobou bola žena, vo veku 30 rokov, ktorá mala najazdených viac ako 10 000 km/ročne. Táto osoba viedla osobné motorové vozidlo na rýchlostnej komunikácii, neďaleko za nákladným vozidlom s prívesom. K orientácii v priestore využívala vodička nákladné vozidlo jazdiace pred jej vozidlom a v ojedinelých prípadoch vykonávala kontrolné pohľady do vzdialenejšej oblasti na cestnej komunikácii, v priestore pred vozidlom.



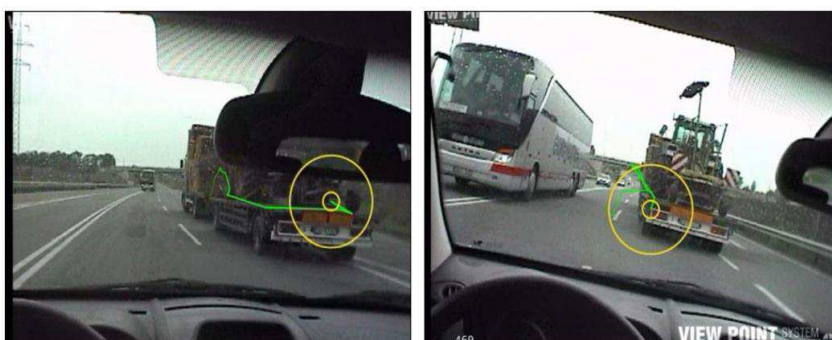
Obrázok 6. Orientácia pohľadu vodičky pomocou nákladného vozidla a kontrolný pohľad vodičky pred vykonaním predchádzania (Pfleger, 2012)

Keď začalo v smere jazdy vodičky rozšírenie ľavého okraja pravého jazdného pruhu do plnej šírky ľavého jazdného pruhu, vykonala vodička kontrolný pohľad a začala predchádzať nákladné vozidlo do ľavého jazdného pruhu. V priebehu ďalšieho pohybu v tomto jazdnom pruhu spozorovala vodička oproti jazdiaci zájazdový autobus, ktorý napriek dvojitej plnej čiare prešiel do protismerného jazdného pruhu. (Pfleger, 2012). Táto skutočnosť predstavuje z pohľadu znaleckého skúmania extrémne krátku dobu od prvej možnosti vodičky vozidla spozorovať autobus vychádzajúci z oblasti zakrytého výhľadu do prvej fixácie na autobus.



Obrázok 7. Fixácia pohľadu vodičky na proti jazdiaci autobus a skúmanie jeho jazdnej dráhy (Pfleger, 2012)

Vodička vozidla fixovala svoj pohľad na oproti jazdiaci autobus viac ako 2s a skúmala pohľadom jeho jazdnú dráhu. Následne vodička vykonala kontrolný pohľad do pravého jazdného pruhu z pohľadu jej smeru jazdy a súčasne skontrolovala pohľadom polohu prívesu jazdnej súpravy. Vodička vyriešila vzniknutú situáciu vyhýbacím manévrom.



Obrázok 8. Kontrolný pohľad vodičky pred vykonaním vyhýbacieho manévru a pohľad z miesta vodičky po vykonaní vyhýbacieho manévru. (Pfleger, 2012)

Z pohľadu znaleckého skúmania je možné skonštatovať, že v priebehu celej kolíznej dopravnej situácie nedošlo u testovanej vodičky ani k jednému mrknutiu oka, čo poukazuje na vysoký stupeň koncentrovania sa vodičky na vzniknutú dopravnú situáciu. Na základe tejto udalosti došlo u vodičky k vynúteniu kritickej stratégie ohľadom sledovania predmetnej dopravnej situácie, smery pohľadov boli po celú dobu koncentrované do veľmi úzkej vymezenej oblasti.

5. ZÁVER

Dopravné nehody majú stochastický charakter, a preto na ich vznik pôsobí viacero faktorov, ako napríklad nepredvídateľné okolnosti z okolia, neohľaduplní vodiči, neočakávané správanie účastníkov cestnej premávky, nepriaznivé počasie a ďalšie sťažené podmienky pri jazde s vozidlom. Pri analýze konkrétnych pomerov dopravnej nehody (pred vznikom kolíznej situácie a počas nehodového deja) je možné použiť meracie systémy, tzv. analyzátory smeru pohľadov očí účastníkov cestnej premávky. Pre tento účel je vhodný „Viewpointsystem“, pomocou ktorého je možné analyzovať celkový charakter vizuálne vnímanej scény účastníka cestnej premávky a následne vyhodnotiť okamih rozpoznania nebezpečenstva, efektívny okamih reakcie, až do fázy vykonania obranného manévru.

V rámci stanovenia rozhodného okamihu na kolíznú situáciu (rozpoznanie nebezpečenstva) a reakcia vodiča v praxi bola vykonaná analýza smeru pohybu očí testovanej osoby (vodičky vozidla) pri jazde v extraviláne obce. Vizualizácie rozloženia bodov pohľadov testovanej osoby boli zaznamenané a vyhodnotené prostredníctvom meracieho systému Viewpointsystem®. V zmysle vyhodnoteného testovania je možné skonštatovať, že počas kolíznej dopravnej situácie (spozorovanie autobusu a rozpoznanie jeho spôsobu jazdy ako potenciálneho nebezpečenstva, až do okamihu prejdenia vozidla vodičky do pravého jazdného pruhu) sa vodička vozidla plne koncentrovala na vzniknutú dopravnú situáciu. Pri vzniku vynútenej kritickej stratégie vyriešila vodička vzniknutú situáciu vyhýbacím manévrom.

Každé efektívne (účelné) reakčné konanie vrátane vykonania obranného manévru predpokladá predchádzajúce rozpoznanie nebezpečenstva. Pokiaľ toto rozpoznanie nebezpečenstva nie je zreteľne dané, tak sa vyskytuje oneskorená reakcia. Za nesprávny možno považovať predpoklad, že pre všetky dopravné kolízie bude použitý rovnaký dispozičný čas na reakciu a vykonanie brzdného obranného manévru. Celkový čas pre efektívne (účelné) reakčné konanie je viazaný na okamih podnetu na reakciu (nebezpečenstvo ako výzva), vlastné rozpoznanie nebezpečenstva a reakčná doba. Všeobecne je možné skonštatovať, že počas jazdy závisí výber navigačných bodov do veľkej miery od daných podmienok okolia. Ponuka vysokého počtu bodov navigácie pri jazde spôsobuje vysokú komplexnosť príjmu informácií, nakoľko ovplyvňujú dĺžku času, kam vodič fixuje pohľad.

POĎAKOVANIE

Príspevok vznikol za podpory projektu KEGA projekt č. 041ŽU-4/2023,, VZDELÁVACÍ A VÝCVIKOVÝ MODUL ROZŠIRUJÚCI ZNALOSTI, ZRUČNOSTI A KOMPETENCIE ŠTUDENTOV PROGRAMU ZÁCHRANNÉ SLUŽBY“, a Grantového systému UNIZA č. 18757 „, Optimalizácia výcvikového zariadenia pre použitie hydraulického vyslobodzovacieho náradia pri dopravných nehodách“.

LITERATÚRA

- Hugemann, W. et al. Accident Reconstruction. Wolfgang Hugemann (Hrsg.) Muenster. pp. 1254, ISBN 3-00-0194-19 (2007)
- Jurina, R.; Kasanický, G. Vybranné kapitoly zo súdneho inžinierstva. Vysoká škola v Sládkovičove, Fakulta práva J. Jesenského. 380 pp, ISBN 978-80-89267-91-0 (2013)
- Kasanický, G.; Kohút, P. Impact dynamics theory for the analysis and simulation of collisions, Žilina: University of Žilina, EDIS, 350 pp, ISBN 80-8070-312-4 (2004)
- Kohút, P.; Kasanický, G. Evaluation of crash tests of the Institute of forensic engineering, University of Zilina, aimed at ees. Komunikácie, 15(2), 124-130 (2013)

- Kohút, P.; Macurová, L.; Sventeková, E.; Ballay, M. Safety Analysis of Pedestrian as the users of Road Traffic in the Slovak Republic. Paper presented at the Transport Means - Proceedings of the International Conference, 2019-October, pp. 446-452 (2019)
- Pfleger, E. Hazard recognition and reaction in practice - exact time proof by visualization analysis. In: Proceedings – 21st EVU Congress (Annual Congress of the European Association for Accident Research and Analysis) – Braşov, Romania (2012)
- Pfleger, E. Viewing behaviour as an accident cause – typical risks for elderly people, business people, children, patients with sight disorders. In: Proceedings – 24th EVU Congress (Annual Congress of the European Association for Accident Research and Analysis) – Edinburg, United Kingdom (2015)
- Prezídium Policajného zboru SR. Komplexná štatistika. Bratislava: Dopravná polícia, 2023. Dostupné na: <<https://www.minv.sk/?statisticke-ukazovatele-sluzby-dopravnej-policie>
- Rábek, V. Vnímání a rozhodování účastníků silničního provozu - denní doba. Sborník tuzemských a převzatých cizojazyčných publikací. Univerzita Pardubice, 2014. pp.350. ISBN 978-80-904944-2-8 (2014)
- Rédl, M.; Ondruš, J.; Felcan, M. 2021. Using Measuring System ViewpointSystem® by Perception of Road Accident. Paper presented at the Transport Means - Proceedings of the International Conference, 2021, 2021-October, pp. 765-770
- TPM – Viewpoint Vista Technical Manual (user manual). Available from: <https://www.docs.oracle.com>, last accessed 2021/06/10
- Tarkowski, S., Nieoczym, A., Caban, J., Gardyński, L., & Vrábel, J. Reconstruction of road accident using video recording. In: MATEC Web of Conferences (Vol. 252, p. 05023). EDP Sciences. (2019)

Michal Ballay, Ing., PhD.

Žilinská univerzita v Žiline, Fakulta bezpečnostného inžinierstva, Katedra požiarneho inžinierstva, Ul. 1. mája 32, 010 26 Žilina, Slovenská republika,

E-mail: michal.ballay@uniza.sk

Ľudmila Macurová, Ing. PhD.

Žilinská univerzita v Žiline, Ústav znaleckého výskumu a vzdelávania, Ul. 1. mája 32, 010 26 Žilina, Slovenská republika,

E-mail: ludmila.macurova@uzvv.uniza.sk

Pavol Kohút, doc. Ing. PhD.

Žilinská univerzita v Žiline, Ústav znaleckého výskumu a vzdelávania, Ul. 1. mája 32, 010 26 Žilina, Slovenská republika,

E-mail: pavol.kohut@uzvv.uniza.sk

Miroslav Rédl, Ing.

Žilinská univerzita v Žiline, Ústav znaleckého výskumu a vzdelávania, Ul. 1. mája 32, 010 26 Žilina, Slovenská republika,

E-mail: miro.redl@gmail.com



PREVENCIA FINANČNEJ KRÍZY V PODNIKU POMOCOU ANALÝZY SCENÁROV

PREVENTION OF FINANCIAL CRISES IN THE ENTERPRISE USING SCENARIO ANALYSIS

PETER KARDOŠ

ABSTRACT: *External threats in the global environment and the resulting economic consequences, e.g. the COVID-19 pandemic, the war in Ukraine, the rise in energy prices, and rising inflation, make corporates give more attention to the prevention of crises. Since some adverse events are less predictable, the need for greater preparedness and associated risk assessment using various methods and techniques, e.g. scenario analysis, is in place. The article aims to present the results of a case study focused on managing a service enterprise during a financial crisis using scenario analysis to prevent bankruptcy. The results of this case study in a specific service enterprise point to the need to pay attention to scenario analysis, with the help of which the enterprise can think about future development and possible economic consequences and take appropriate measures to avoid a crisis or bankruptcy. Processed results benefit board members, key process managers, risk experts, regulators, etc., not only in the business sector but also in the public sector in Slovakia and other countries worldwide.*

KEYWORDS: *Crisis. Scenario analysis. Prevention. Consequences. Enterprise.*

ÚVOD

V súčasnom nepredvídateľnom a neistom globálnom prostredí ešte len doznievajú následky pandémie covid-19 a už prichádzajú ďalšie hrozby ako je napr. vojna na Ukrajine, energetická kríza, rastúca inflácia, atď. Uvedená neistota zdôrazňuje **zvýšenie odolnosti a potrebu prevencie v podniku**. Jednou z možností je aplikácia manažmentu rizík, v snahe lepšie sa pripraviť na krízové situácie resp. zabrániť podnikovým krízam. Podľa výsledkov the Institute of Risk Management vyplýva, že každý rok postupne medzinárodne rastie záujem o manažment rizík v akejkoľvek vládnej, verejnej a obchodnej sfére. Z ich výsledkov vyplýva, že je veľmi dôležité dodržiavať rámec, procesy a štandardy pre manažment rizík aby podniky mohli spoľahlivo riadiť riziká a plniť strategické ciele (IRM, 2022). Tieto závery potvrdzujú aj výsledky štúdie spoločnosti Federation of European Risk Management Associations (FERMA), ktorá zisťovala úroveň plnenia úloh manažmentu rizík pri posilňovaní odolnosti ich podniku. Z výsledkov štúdie vyplýva, že tri štvrtiny rizikových manažérov očakávajú väčší dôraz v blízkej budúcnosti na hlbšie začlenenie úsilia o odolnosť do procesu stratégie. Zvýšenie odolnosti a prevencie musí sa stať súčasťou strategických úvah a strategického procesu v podniku (FERMA, 2021). Negatívne hrozby, obmedzenia, rôzne problémy zároveň poskytujú priestor a príležitosti na prehodnotenie politík, stratégie, opatrení a priorít z dlhodobého hľadiska riadenia podniku. Pre manažérov by malo byť dôležité nastaviť stratégiu na posilnenie odolnosti a venovať omnoho väčšiu pozornosť posudzovaniu rizík, sledovaniu symptómov podnikových kríz, navrhovať opatrenia na ich zníženie. Podľa autorov najčastejšie symptómy krízy môžu byť, napr. znižujúci sa podiel na trhu, pokles ziskovosti, rastúca závislosť od externých zdrojov, nekompetentné rozhodnutia manažmentu, ktoré vedú k zlým investičným rozhodnutiam, chybné plánovanie, zlá diverzifikácia a množstvo iných. Niektoré z uvedených symptómov majú okamžitý priamy dopad na finančnú situáciu podniku, iné sa premietnu do výkonnosti a finančných výkazov podniku v dlhodobom horizonte. Preto je otázka symptómov, ich včasnej identifikácie veľmi kľúčová. Na jednej strane sú to hrozby z vonkajšieho prostredia podniku, na druhej strane netreba podceňovať aj hrozby vyplývajúce z vnútorného prostredia, ktorú tiež môžu byť príčinou podnikových kríz. Podľa výskumu amerického Inštitútu krízového riadenia (Institute for Crisis Management), príčinou viac než polovice kríz v podnikoch je manažérmi nesprávne a neefektívne riešenie problémov. Z ich štúdie vyplýva, že príčinou vážnych problémov podnikov je v mnohých prípadoch ľudský faktor, a to výkonní zamestnanci svojim správaním, ako aj manažéri svojimi nesprávnymi rozhodnutiami.

Jednou z metód manažmentu rizík, ktorú manažéri môžu využiť na včasnú identifikáciu rizík je **analýza scenárov**. Pomocou tejto metódy sa podniky môžu zamyslieť nad budúcim vývojom podniku z optimistického, pesimistického a realistického pohľadu. Na základe dôslednej analýzy môžu predikovať riziká, ich dôsledky a navrhovať opatrenia na minimalizáciu predpokladaných zmien. Pri aplikácii metódy je potrebné vziať v úvahu kvalitu a kvantitu zmien interného a externého prostredia vývoja podniku. Identifikovanie symptómov, indikátorov a reakcia na ne, by malo byť dôležitou súčasťou strategického riadenia podniku.

1. METODÓLOGIA

Dôležitým metodologickým východiskom je predpoklad, že časté nepredvídateľné zmeny vo vonkajšom a vnútornom prostredí sú zdrojom rizík a vyvolávajú omnoho zvýšenú potrebu odolnosti a prevencie v podniku ako pred tým. Na základe toho je možné vysloviť predpoklad, že napriek negatívnym vplyvom prostredia je možné včas posúdiť riziká a znížiť dôsledky nepriaznivých situácií. To je možné najmä efektívnou aplikáciou manažmentu rizík s využitím metód a techník, napr. analýzou scenárov. Komparácia doterajších poznatkov a prístupov k manažmentu rizík, podnikových kríz potvrdzuje vysokú aktuálnosť riešenej problematiky. Kľúčovým metodologickým zdrojom je spracovaná vlastná štúdia riadenia podniku počas finančnej krízy pomocou analýzy scenárov v snahe zabrániť bankrotu podniku služieb.

V nasledujúcej časti sú uvedené spracované výsledky realizovanej štúdie. Na splnenie stanoveného cieľa boli použité metódy napr.:

- analýza relevantných zdrojov, štúdií, aktuálnych poznatkov a prístupov,
- analýza vlastných skúseností autorov z praxe a z akademického prostredia formou riešenia vedeckých projektov,
- analýza scenárov (optimistický, realistický a pesimistický),
- analýza peňažných tokov,
- skúmanie a posúdenie spracovaných výsledkov,
- syntéza navrhovaných opatrení na zabránenie bankrotu a predikcia peňažného toku po prijatí nápravných opatrenia.

Realizovaná štúdia bola spracovaná podľa postupu riadenia podniku v kríze Klučka (2011):

1. Identifikácia symptómov a príčin krízy,
2. Analýza scenárov a prijatie opatrení vzhľadom na krátkodobé prežitie podniku (riadenie toku hotovosti na prekonanie krízy),
3. Prijatie opatrení vzhľadom na dlhodobý rozvoj podniku (definovanie stratégie a prijatie operatívneho plánu),
4. Realizácia opatrení s ohľadom na dlhodobý rozvoj podniku (získanie súhlasu vlastníkov, riadenie zmien).

2. VÝSLEDKY

Podnik služieb vznikol v apríli 2021 a plnohodnotne začal fungovať v októbri 2021. Hlavnou činnosťou podniku služieb je údržba mesta a jeho majetku. Z dôvodu poskytnutia citlivých údajov nebol uvedený názov podniku. Stopercentným vlastníkom podniku je mesto, ktoré z oddelenia údržby mestského úradu (MsÚ) vytvorilo podnik s.r.o.. Nesprávnym financovaním a zlými rozhodnutiami vlastníka sa podnik dostal do finančnej krízy už prvom štvrtroku 2022, čo môže smerovať do bankrotu. **Hlavným cieľom** podniku je efektívnejšie vykonávanie údržby mesta a vytvárať zisk, ktorý bude investovaný do nových zariadení a do vylepšovania mestských prvkov – verejná zeleň, objekty mesta, komunikácie, mestské budovy a pod. Vlastník sa rozhodol, že podnik bude registrovaným sociálnym podnikom (RSP), ktorý bude zameraný na zamestnávanie zraniteľných a znevýhodnených ľudí, vzhľadom na to, že na oddelení údržby MsÚ už pracovali zraniteľní a znevýhodnení. Na zraniteľných a znevýhodnených ľudí RSP dostáva dotácie na mzdy z Úradu práce sociálnych vecí a rodiny (ÚPSVaR). Tento status sa podarilo získať pred začiatkom vykonávania činnosti. Podnik pri začatí vykonávania činnosti zamestnal pracovníkov oddelenia údržby MsÚ a nových pracovníkov potrebných pre fungovanie podniku. Podmienkou aby si podnik udržal status RSP je, že musí zamestnávať 30% zraniteľných alebo znevýhodnených pracovníkov, čo sa podarilo dosiahnuť v marci 2022. Vlastník sa tiež rozhodol využiť

projekt pre RSP formou nenávratnej finančnej pomoci (NFP), v ktorej sú preplácané na 18 mesiacov mzdy pracovníkom do výšky 200 000 € z dotácii ÚPSVaR. S týmto projektom sú spojené podmienky, ktoré podnik musí splniť, účasť banky vo forme úveru na nákup technológií a preinvestovanie vlastných prostriedkov vo forme akú si zvolí podnik. Vlastník spoločne s riaditeľom rozhodli o nákupe autoplošiny z úveru a valníka ako preinvestovanie vlastných prostriedkov. Podnik, ktorého vlastníkom je verejná správa, v tomto prípade mesto, a zároveň má status RSP, prináša so sebou oveľa viac podmienok a povinností ako pri normálnych podnikoch. Má to svoje výhody ako stabilný partner mesto a rôzne dotácie, ktoré je možné čerpať, ale aj nevýhody vo forme pravidiel, ktoré je nevyhnutné dodržiavať a hrajú významnú rolu pri plánovaní a riadení podniku. Podnik musí vykonávať 80% svojich činností pre mesto a 20% činností môže pre iných zákazníkov. Je preto potrebné dôsledne plánovať a monitorovať činnosti podniku, čoho dôkazom je aj to, že práve rozhodnutiami vlastníka pri plánovaní vo fáze prípravy sa dostal podnik do finančnej krízy. V nasledujúcej časti sú uvedené spracované výsledky realizovanej štúdie riadenia podniku počas finančnej krízy pomocou analýzy scenárov v snahe zabrániť bankrotu podniku služieb.

3.1 Identifikácia symptómov a príčin krízy v podniku

Vlastník sa rozhodol financovať v roku 2021 podnik formou dotácii mesta a nie na základe faktúr ako pri bežných podnikoch, na fakturáciu prešiel až od roku 2022. Toto rozhodnutie malo za následok, že podnik musel vrátiť všetky dotácie z ÚPSVaR na mzdy pre znevýhodnených pracovníkov a pracovníkov v projekte NFP mestu za mesiace v roku 2021. Dôvodom bolo to, že na mzdy pracovníkov nemôže ísť dotácia z mesta a zároveň dotácia z ÚPSVaR, čiže obe z verejných zdrojov. Ďalším rozhodnutím vlastníka bolo dať do základného imania nepeňažný vklad vo forme pozemku a financovať začiatok podniku sumou z rozpočtu pre oddelenie údržby pre rok 2021, resp. jej ekvivalentom na mesiace september až december 2021. Neboli plánované žiadne finančné zdroje pre rozbeh podniku. Vlastník všetky potrebné zdroje – kancelárie, zariadenia, automobily, náradia a pod. pre fungovanie dalo podniku formou výpožičky, čo sa neskôr ukázalo ako nedostatočné, bolo potrebné obstaráť ďalšie zdroje na nevyhnutné fungovanie, tie sa ale museli obstaráť zo rozpočtu pre údržbu. Na začiatku roka 2022 sa muselo ukončiť a vyúčtovať financovanie formou dotácie mesta za rok 2021 a prejsť na fakturáciu, ktorá sa musela prejsť do formy predfakturácie aby bolo možné pokryť všetky výdaje včas. Navyše od januára sa podnik služieb riadil už novým rozpočtom pre rok 2022 a po vyúčtovaní dotácii mesta z roku 2021 sa stalo, že záväzky z roku 2021 sa museli pokryť už z rozpočtu pre rok 2022. Ďalšou povinnosťou bolo vrátiť financie z dotácii ÚPSVaR mestu.

Z uvedenej analýzy boli zistené nasledujúce symptómy:

- nemožnosť fakturovať za služby pre mesto po vykonaní služby ako v normálnom obchodnom styku,
- nedostatočná hotovosť pre investovanie do infraštruktúry,
- nedostatočné finančné rezervy pre zmeny v podniku, ktoré by viedli k zlepšeniu podmienok a k zvýšeniu predaja služieb,
- problémy s obehom peňažných tokov (cashflow).

Hlavné príčiny boli zistené:

- vloženie do základného imania nepeňažný vklad vo forme pozemku,
- financovanie podniku sumou z rozpočtu pre oddelenie údržby pre rok 2021,
- financovanie podniku v roku 2021 formou dotácii mesta, čo viedlo k vráteniu dotácii od ÚPSVaR.

Keďže ide o problém s peňažným tokom, je možné konštatovať, že podnik sa nachádza v **akútnej finančnej kríze**, preto je potrebné vykonať analýzu finančných tokov podniku a prijať opatrenia na prevenciu bankrotu. Je potrebné prijať opatrenia na sanáciu podniku.

3.2 Analýza scenárov a prijatie opatrení vzhľadom na krátkodobé prežitie podniku

Analýzu peňažných tokov v podniku bola vykonaná od začiatku vykonávania podnikateľských činností teda od septembra 2021 s predikciou na roky 2022 a 2023. V nasledujúcej tabuľke 1 je zobrazená analýza peňažných tokov v aktuálnej situácii bez budúcich opatrení:

Tabuľka 1 Analýza a predikcia peňažných tokov podniku služieb v rokoch 2021, 2022, 2023 (autor, 2023)

Príjmy - Výdavky	stav k 31.12.2020	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	14 932,32	2 237,75	-3 452,71	45 652,14	stav k 31.12.2021
CASH FLOW (zostatok hotovosti)		0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	14 932,32	17 170,07	13 717,36	59 369,50	59 369,50

Príjmy - Výdavky	stav k 31.12.2021	2 715,60	-48 478,34	-10 271,48	-700,00	12 800,00	2 800,00	2 000,00	2 000,00	2 100,00	-28 700,00	1 600,00	1 600,00	-60 534,22	stav k 31.12.2021
CASH FLOW (zostatok hotovosti)		59 369,50	62 085,10	13 606,76	3 335,28	2 635,28	15 435,28	18 235,28	20 235,28	22 235,28	24 335,28	-4 364,72	-2 764,72	-1 164,72	-1 164,72

Príjmy - Výdavky	stav k 31.12.2021	1 350,00	1 350,00	1 350,00	1 350,00	-8 650,00	-8 650,00	-8 650,00	-8 650,00	-8 650,00	-8 650,00	-8 650,00	-8 650,00	-8 650,00	-63 800,00	stav k 31.12.2021
CASH FLOW (zostatok hotovosti)		-1 164,72	185,28	1 535,28	2 885,28	4 235,28	-4 414,72	-13 064,72	-21 714,72	-30 364,72	-39 014,72	-47 664,72	-56 314,72	-64 964,72	-64 964,72	

Príjmy podniku tvoria:

- príjmy z mesta – príjmy za vykonané služby pre mesto, ktoré sú riadené rozpočtom mesta, príjmy z mesta sú určené rozpočtom mesta, sú to fixné príjmy, zmena rozpočtu mesta musí byť schválená mestským zastupiteľstvom,
- príjmy od iných zákazníkov – príjmy z poskytovaných služieb pre iných zákazníkov ako mesto, tieto príjmy môžu byť v maximálne výške 20% z rozpočtu mesta pre podnik služieb. Vedenie vzhľadom na svoje možnosti si stanovilo cieľ dosiahnuť príjem od iných zákazníkov vo výške 5% z maximálnej sumy,
- dotácie z ÚPSVaR pre mzdy znevýhodnených a zraniteľných pracovníkov, túto sumu ovplyvňuje výška mzdy zraniteľného alebo znevýhodneného pracovníka, pokiaľ je pracovník práceneschopný, jeho mzda závisí od počtu odpracovaných dní, pri dlhodobej PN je to nulová mzda, čiže nulová dotácia,
- dotácie z ÚPSVaR pre mzdy pracovníkov z projektu NFP, takisto túto sumu ovplyvňuje výška mzdy pracovníka NFP, ide však o pracovníkov, ktorí nie sú znevýhodnený alebo zraniteľný,
- úvery – úver, ktorým bola vyplatená autoplošina,
- vklady vlastníka – základné imanie, pôžičky, dary vlastníka,
- iné peňažné príjmy – príjmy z predaja dlhodobého majetku a pod.

Výdavky podniku tvoria:

- mzdy – sú tu zarátané všetky náklady spojené so mzdami – odvody, dane, stravné, odmeny,
- prevádzkové náklady – náklady spojené s fungovaním podniku – phm, údržba zariadení a vozidiel, kancelárske potreby, rôzne poplatky a pod.,
- náklady na opravy a údržbu mesta – sú náklady, ktoré sú spojené s údržbou mesta, najviac s mestskými budovami – revízie vyhradených technických zariadení budov, opravy, údržba budov a pod., tieto náklady sú plánované v rámci rozpočtu mesta,
- DPH – daň z pridanej hodnoty,
- dane – iné dane, napr. cestná daň,
- vratky mestu – z každej predfaktúry pokiaľ bola väčšia ako suma za vykonané služby je potrebné formou vrátky vrátiť rozdielnú sumu,
- investičné náklady – investície do majetku podniku,
- úvery splátky.

Všetky náklady možno považovať za fixné. Pre rok 2022 boli naplánované aj investičné náklady kúpou autoplošiny a valníka, ktoré sú povinnými podmienkami NFP. Z analýzy peňažných tokov podniku pri aktuálnej situácii možno odhadnúť, že podnik sa dostane do záporného zostatku hotovosti v októbri (kedy bude potrebné zaplatiť za objednaný valník), ktorý bude trvať do konca roka, čo indikuje že podnik nebude schopný splácať svoje záväzky včas. Ak by sa neprijali žiadne opatrenia podnik nebude schopný od mája roku 2023, kedy skončí projekt NFP a pravidelné dotácie, dlhodobo splácať svoje záväzky a smeroval by k **bankrotu**. Jedinou možnosťou ako sa vyhnúť bankrotu je investovať finančné prostriedky na nákup valníka a na rezervu aby bolo možné vykonať zmeny k zlepšeniu podmienok pre

zvýšenie predaja služieb pre iných zákazníkov, čiže **zvoliť stratégiu rastu tržieb resp. príjmov v akejkolvek forme**. Pri aktuálnej situácii nie je možné sa snažiť znižovať náklady, keďže všetky náklady považujeme za fixné, navyše je treba myslieť aj na aktuálnu infláciu a zvyšovanie cien. Jedinou cestou by bolo zníženie nákladov na mzdy, čiže prepustenie niekoľkých pracovníkov, ktorý nie sú fixovaný na dotácie z ÚPSVaR, ale to si vyžaduje dodatočné okamžité náklady spojené s odstupným, pri znížení počtu pracovníkov o troch by to predstavovalo sumu približne 6 000 €, čo je vzhľadom na situáciu vysoký náklad. V nasledujúcej časti bola spracovaná **analýza scenárov** z optimistického, pesimistického a realistického pohľadu. Následne boli navrhnuté opatrenia (stratégie) pre každý scenár:

Optimistický scenár: Aby podnik dosiahol zisk je potrebné zvýšiť rozpočet min. o 14% a príjem z predaja služieb iným zákazníkom min. o 125% pri zachovaní doterajších nákladov. Musí sa však sledovať vývoj cien na trhu a podľa toho analyzovať náklady pre budúci rok. Z analýza peňažného toku po zavedení opatrení vyplýva, že podnik sa v roku 2023 vyhne bankrotu a dosiahne aspoň minimálny zisk. **Navrhované opatrenia pre optimistický scenár:**

- vlastník poskytne sumu, ktorá bola vrátená spolu s rezervou pre opatrenia na zmeny, ktoré zlepšia podmienky pre zvýšenie predaja služieb iným zákazníkom, celkovo by išlo o 57 000 € - napr. zvýšením základného imania, poskytnutím dotácie, darom, predajom pozemku,
- podnik prijme opatrenia pre zvýšenie predaja služieb iným zákazníkom – napr. nákup nových zariadení, získanie kvalifikovaných pracovníkov, zlepšenie marketingu,
- pre rok 2023 podnik nastaví cenník pre údržbu mesta s vyššími cenami a tým aj vyšším rozpočtom.

Realistický scenár: Z analýza peňažného toku po zavedení opatrení vyplýva, že podnik sa v roku 2023 vyhne bankrotu, ale hrozí, že jeho hospodársky výsledok bude strata, čo by už bola tretia strata po sebe od začiatku fungovania podniku, to by nepôsobilo pozitívne pred mestským zastupiteľstvom a občanmi mesta. **Navrhované opatrenia pre realistický scenár:**

- vlastník poskytne sumu, ktorou sa zaplatí valník – ako pri optimistickom scenári napr. zvýšením základného imania, poskytnutím dotácie, darom, predajom pozemku,
- podnik prijme opatrenia pre optimalizáciu ľudských zdrojov po máji v roku 2023 kedy skončí NFP – zníži náklady na mzdy prepustením aspoň 3 zamestnancov, ktorým končí zmluva v marci 2023 aby sa vyhlí plateniu odstupného. Tým, ale príde o kvalifikovaných pracovníkov v administratíve a obsluhy nákladných vozidiel, preto musí prijať opatrenia na pokrytie týchto činností,
- podnik prijme opatrenia na zvýšenie príjmu z predaja služieb iným zákazníkom, ale pri minimálnych nákladoch a bez ponúkania nových služieb – napr. neustále oslovovanie potenciálnych zákazníkov,
- pre rok 2023 podnik nastaví cenník pre údržbu mesta s vyššími cenami a tým aj vyšším rozpočtom min. o 6%,
- podnik služieb bude hľadať ďalšie dotačné projekty pre RSP.

Pesimistický scenár: Z analýza peňažného toku po zavedení opatrení vyplýva, že podnik sa v roku 2023 vyhne bankrotu, ale hrozí, že jeho hospodársky výsledok bude výrazná strata, čo by už bola tretia strata po sebe od začiatku fungovania podniku, podnik by tak musel zvážiť prijatie opatrení pre dosiahnutie zisku v roku 2024. **Navrhované opatrenia pre pesimistický scenár:**

- vlastník neposkytne žiadnu sumu, podnik bude musieť prijať opatrenia aby zaplatil valník – obstará valník na lízing, to si bude ale vyžadovať schválenie od banky, ktorá poskytla úver v rámci projektu NFP, kde jednou z podmienok bolo preinvestovať vlastné finančné prostriedky,
- podnik optimalizuje náklady v roku 2023 – zníži náklady na mzdy prepustením aspoň 3 zamestnancov, ktorým končí zmluva v marci 2023 aby sa vyhlí plateniu odstupného. Tým, ale príde o kvalifikovaných pracovníkov v administratíve a obsluhy nákladných vozidiel, preto musí prijať opatrenia na pokrytie týchto činností,
- podnik si stanoví rovnaký cieľ pre príjmy z predaja služieb iným zákazníkom ako v roku 2022, zachovaním si svojich aktuálnych zákazníkov a hľadaním nových pri minimálnych nákladoch,
- pre rok 2023 podnik nastaví cenník pre údržbu mesta s vyššími cenami a tým aj vyšším rozpočtom min. o 4%.

Efektivita vykonávania údržby mesta sa neprejavuje znížením rozpočtom mesta pre údržbu, ale v zlepšení vykonávania činností a vykonávaním väčšieho množstva rôznych činnosti pre mesto. Finančná výkonnosť podniku závisí od toho, ktorý scenár si podnik vyberie a akú dlhodobú stratégiu zvolí. **V aktuálnej situácii je možné navrhnúť nasledovné stratégie podniku pre dlhodobý rozvoj:**

- podnik, ktorý bude fungovať ako doteraz a hlavnou náplňou bude údržba mesta,
- podnik, ktorého hlavnou náplňou bude údržba mesta, ale novými zariadeniami bude schopný tieto služby ponúkať aj iným zákazníkom so ziskom,
- podnik, ktorý zavedie nový druh poskytovania služby alebo viacerých služieb, ktoré budú ziskové.

3.2 Realizácia opatrení s ohľadom na dlhodobý rozvoj podniku

Najťažším krokom bude získanie súhlasu vlastníkov pre zvolený scenár, pretože pokiaľ chce aby sa podnik nedostal do nezvládnuteľnej krízy, ktorej dôsledkom bude bankrot, musí investovať ďalšie financie, ktoré ale pochádzajú z verejných zdrojov a teda bude potrebný súhlas aj mestského zastupiteľstva. Vedenie podniku musí jednotlivé opatrenia naplánovať a riadiť riziká spojené s nimi. Dôležité je tiež aby tieto opatrenia monitoroval spoločne s činnosťami, ktoré vykonáva, najlepším spôsobom ako monitorovať svoje činnosti a opatrenia je stanovenie kľúčových ukazovateľov výkonnosti (KPI):

- KPI pre opatrenia, ktoré je možné použiť sú:
 - dodržiavanie termínov jednotlivých úloh opatrení,
 - účinnosť jednotlivých opatrení, tzn. či opatrenia plnia svoje ciele,
 - miera rizík spojených s realizáciou opatrení, prípadne identifikovanie nových rizík.
- KPI pre činnosti podniku môžu byť:
 - sledovanie peňažných tokov a dosahovanie jeho cieľov,
 - príjem z predaja služieb pre iných zákazníkov,
 - miera plnenia týždenných plánov činností,
 - miera využiteľnosti zariadení,
 - efektívnosť prevádzkových nákladov.

Podnik sa nachádza v prostredí, ktoré ovplyvňuje množstvo vplyvov, kde situáciu nie je presne predvídať, preto je potrebné pravidelne sledovať priebeh jednotlivých opatrení, vhodným nástrojom je vytvorenie akčného plánu. Status a priebeh opatrení pre zvládnutie krízy by sa mal komunikovať s vlastníkom (aj mestské zastupiteľstvo), poradným výborom RSP a zástupcami zamestnancov, aby poznali aktuálnu situáciu realizácie opatrení a v prípade nutnosti navrhnúť nové opatrenia.

ZÁVER

Podnik služieb nesprávnymi rozhodnutiami manažmentu a s tým spojenými problémami s peňažným tokom sa veľmi rýchlo dostal do finančnej krízy. Hlavnými príčinami boli, že podnik nebol dostatočne financovaný pri jeho začiatku, základné imanie bolo nepeňažné, nerátalo sa s nákladmi na rozbeh podniku a hlavnou príčinou bolo nastavenie financovania formou dotácii z mesta čo malo za následok vrátenie dotácii z ÚPSVaR. V rámci spracovanej štúdie boli navrhnuté scenáre a opatrenia, ktoré by pomohli zabráneniu bankrotu. Najvýhodnejšie riešenie je pre manažérov akceptovať opatrenia optimistického resp. realistického scenára, ktoré prinesú výrazne zlepšenie peňažných tokov a zisk v budúcnosti. V prípade pesimistického scenára sa podnik síce odvráti od bankrotu, ale nenaplní jeho pôvodnú stratégiu a bude vo výraznej hospodárskej strate. Do úvahy pripadá aj pripraviť scenár kombináciou uvedených opatrení. Ak podnik ale neprijme žiadne z uvedených opatrení a naďalej bude vykonávať svoje činnosti s aktuálnym statusom, je isté že v roku 2023 mu hrozí bankrot. Výsledky prípadovej štúdie v konkrétnom podniku služieb poukazujú na potrebu venovať pozornosť prevencii podniku formou manažmentu rizík. Prostredníctvom manažmentu rizík môže vedenie podniku poznať kľúčové riziká, ktoré ohrozujú naplnenie hlavných cieľov a navrhovať opatrenie na ich zníženie. Dôležitý je aj postoj a prístup zodpovedných manažérov k rizikám a celkovej prevencii v podniku. Ako zo štúdie vyplýva vhodnou metódou je analýza scenárov, pomocou ktorej sa podnik dokáže zamyslieť na budúcim vývojom podniku, možnými finančnými dôsledkami a už teraz môže urobiť príslušné opatrenia, aby zabránil podnikovej kríze, resp. bankrotu. Efektívna aplikácia manažmentu rizík môže pomôcť lepšie sa

prípraviť na ďalšie strategické hrozby a negatívne udalosti ovplyvňujúcimi prevádzku a hospodárenie podnikov. Autori príspevku veria, že nájdú pochopenie u zodpovedných manažérov nielen na Slovensku ale aj v ostatných krajinách sveta, zaoberať sa manažmentom rizík za účelom zvýšenia prevencie podnikových kríz. Spracované výsledky štúdie sú prínosom hlavne pre manažérov podnikov, manažérov rizík, akademikov, atď. nielen v podnikateľskom, ale aj vo verejnom sektore na Slovensku a vo svete.

POĎAKOVANIE

Publikovanie tohto príspevku podporil projekt VEGA č. 1/0243/20 - Integrovaný systém manažmentu rizika v podmienkach súčasných zmien prostredia podnikov na Slovensku

LITERATÚRA

- Arena, M., Arnaboldi, M., & Azzone, G. (2010). The organizational dynamics of enterprise risk management. *Accounting, Organizations and Society*. Vol 35, pp. 659-675.
- Belas, J., Gavurova, B., Dvorsky, J., Cepel, M. & Durana, P. (2021). The impact of the COVID-19 pandemic on selected areas of a management system in SMEs. *Economic Research-Ekonomska Istraživanja*. DOI.org10.1080/1331677X.2021.2004187.2021.
- Brzezinski, S. (2011). The behaviour of enterprises in times of crisis. *Polish Journal of management studie*, Vol., pp. 70-78. <https://orcid.org/0000-0001-5737-6891>.
- Bsoul-Kopowska, M. (2020). Role and Significance of Crisis Management in Enterprises. *Education excellence and innovation management: a 2025 vision to sustain economic development during global challenges*, pp.13293-13301.
- Dvorsky, J., Belas, J., Gavurova, B. & Brabenec, T. (2021). Business risk management in the context of small and medium-sized enterprises, *Economic research-ekonomska istrazivanja*. Vol. 34, Iss.1, pp.1690-1708, DOI10.1080/1331677X.2020.1844588.
- Du, JM, & Xi, B. (2010). The Application of Scenario Analysis in Financial Risk Management. *Chinese perspective on risk analysis and crisis response*, Vol.13, pp. 677-686,
- Farooq, M.U., M. J. Thaheem, et al. (2018). Improving the risk quantification under behavioural tendencies: A tale of construction projects. *International Journal of Project Managment*. Vol. 36 (3), pp. 414-428.
- Fraser, J. R. S. & Simkins, B. J. (2016). The challenges of and solutions for implementing enterprise risk management, *Business horizons*, Vol. 59 (6), Special Issue: SI, pp. 689–698.
- FERMA (2022, September 5). The role of risk management in corporate resilience, <https://www.ferma.eu/publication/the-role-of-risk-management-in-corporate-resilience/>
- Gates, S., Nicolas J.L. & Walker, P. L. (2012). Enterprise Risk Management: A Process for Enhanced Management and Improved Performance. *Management Accounting Quarterly*. Vol. 13 (3), pp. 28-38.
- Hergiligi, R. (2014). The financial crisis – an operational risk view. *International Conference on Monetary, Banking and Financial Issues in Central and Eastern EU Member Countries: How Can Central and Eastern EU Members Overcome the Current Economic Crisis?* Vol. I, pp.98-102.
- The Institute of Risk Management (2022, September 5), Risk Culture, <https://www.theirm.org/training/public-courses/risk-culture/>
- Institute for Crisis Management (2022, September 5), <https://icm.org.mk/news/>
- Kliestik, T., Belas, J., Valaskova, K., Nica, E., & Durana, P. (2021). Earnings management in V4 countries: the evidence of earnings smoothing and inflating. *Economic research-ekonomska istrazivanja*. Vol.34 (1), pp. 1452-1470. DOI10.1080/1331677X.2020.1831944.
- Klucka, J., Gruenbichler, R., & Ristvej, J. (2021). Relations of COVID-19 and the Risk Management Framework. *Sustainability*, Vol. 13 (21), 11854, DOI10.3390/su132111854
- Makka, K. & Kampova, K., (2021). Use of the cost-benefit analysis method in the risk management process of SMEs. *Globalization and its Socio-Economic Consequences 2021*, 129, 03019. <https://doi.org/10.1051/shsconf/202112903019>
- Meng, FS. (2007). Research on warning management of enterprises financial crisis. *ISCRAM China 2007: proceedings of the second international workshop on information systems for crisis response and management*. pp. 530-534.
- Vermeulen, R., Hoeberichts, M., Vasicek, B., Zigraiova, D., Smidkova, K., & de Haan, J. (2015). Financial Stress Indices and Financial Crises. *Open economies review*, 26 (3), pp.383-406. DOI10.1007/s11079-015-9348-x.

Peter Kardoš, Ing.

Žilinská univerzita v Žiline, Fakulta bezpečnostného inžinierstva, Univerzitná 1, 010 26 Žilina, Slovenská republika

e-mail: peter.kardos@prims.sk



METODIKA TVORBY A ZAIŠŤOVANIA CHODNÍČKA BIPEDÁLNEJ ĽUDSKEJ LOKOMÓCIE

METHODOLOGY FOR THE CREATION AND INVESTIGATION OF A PATHWAY OF BIPEDAL HUMAN LOCOMOTION

DAMIÁNA ŠIMČEKOVÁ, VERONIKA ADAMOVÁ

ABSTRACT: *A part of specific methods in criminalistics applied in practice is tracology, used for obtaining and documenting evidence from crime scenes. Tracology deals with various types of evidence, including footprints, tire tracks, and footwear. We must not overlook traces left by lips, teeth, or other parts of the human body. This work describes the creation of a human locomotion pathway on a surface. The pathway is generated by the coloured soles of an individual walking to collect documents. In a real-life scenario, we can envision a situation where a perpetrator steps in the victim's blood and then walks across a carpet, leaving traces in the process. After leaving these traces, a forensic expert can secure and extract necessary information from them. This information may include parameters such as the length of a single step or a pair of steps, which can subsequently be used in mathematical models to estimate the body height of the individual. The presented article focuses on the approach to the field of tracology, which represents a distinct scientific discipline within the realm of criminalistics. Specifically, in this article, our emphasis is on presenting the measurement and data collection process in connection with the resolution of an institutional grant project.*

KEYWORDS: *Tracology, Traces, Criminalistic method, Human locomotion trail, Mathematical model of individual criminalistic.*

ÚVOD

Predložený článok sa zaoberá priblížením problematiky trasológie, ktorá predstavuje samostatný vedný odbor v rámci kriminalistickej techniky (Adamová a kol., 2022). Konkrétne sme sa v tomto článku zamerali na odprezentovanie priebehu merania a zberu dát v súvislosti s riešením inštitucionálneho grantového projektu pod názvom „Skúmanie vplyvu parametrov obuvi a geometrických rozmerov chodníčka bipedálnej lokomócie na presnosť výpočtov telesnej výšky osoby“. Podstata uvedeného projektu spočíva v skúmaní vplyvu parametrov obuvi a geometrických rozmerov chodníčka ľudskej bipedálnej lokomócie na presnosť výpočtov telesnej výšky osoby. Zisťovanie telesných parametrov osoby je veľmi významné, najmä v kontexte predikcie a stanovovania výšky páchatel'a, na základe nich zanechaných stôp na mieste činu. Výskumy zamerané na štúdium závislosti parametrov obuvi a krokov a telesnej výšky siahajú až na koniec 19. storočia. Avšak, praxou bolo zistené, že matematické vzorce rezultujúce z týchto výskumov, nie sú vždy pri ich aplikácii presné, a pre zvýšenie relevantnosti výsledku je potrebné použiť niekoľko rôznych metód výpočtu. Predmetný projekt pozostáva z niekoľkých rovin skúmania:

- na vybranej vzorke respondentov, skúmať odchýlky pri stanovovaní výšky osoby z chodníčka ľudskej lokomócie pomocou aplikácie rôznych dostupných matematických aparátov, s dôrazom na použitý typ obuvi,
- na základe výsledkov posúdiť relevantnosť existujúcich matematických modelov,
- v závislosti od možností, navrhnúť správne postupy výpočtov.

Pri nastolení tohto problému sa vychádza z premisy, že ten istý človek, pri použití rozdielnych typov obuvi, zanechá parametricky odlišné stopy, čím sa zmení aj výpočet telesnej výšky danej osoby. Hlavným cieľom projektu je teda preskúmanie vplyvu parametrov obuvi a geometrických rozmerov chodníčka bipedálnej lokomócie na presnosť výpočtov telesnej výšky. Projekt sa skladá z viacerých čiastkových cieľov:

- Hĺbková analýza výskumov zameraných na oblasť stanovovania a predikcie telesnej výšky páchatel'ov na základe trasologických stôp zanechaných na mieste činu.
- Vypracovanie zoznamu relevantných matematických aparátov pre účely projektu.

- Navrhnutie metodiky vytvárania chodníčkov ľudskej lokomócie (odtláčanie spodnej časti obuvi na podložku), zisťovania podstatných parametrov respondentov (pohlavie respondenta, telesná výška, informácie o obuvi, parametre obuvi...) a metodiky merania významných parametrov vstupujúcich do vzorcov za premenné.
- Experimentálne vytváranie chodníčkov ľudskej lokomócie a zber dát v súlade s vyššie uvedeným bodom.
- Skúmanie relevantnosti použitých modelov, hĺbkové štatistické vyhodnotenie nameraných dát a návrh efektívneho postupu pri výpočtoch.

V rámci riešenia projektu sa využíva aktívna komunikácia s expertmi z odvetvia trasológia pôsobiacimi na Kriminálnom ústave Policajného zboru Slovenskej republiky (ďalej „KEÚ PZ SR“), ako aj účasť na informačno-metodickom zamestnaní kriminalistických technikov, pre účely lepšieho pochopenia problému a kontaktu s reálnymi problémami kriminalistickej techniky.

1. TEORETICKÉ VÝCHODISKÁ

Trasológia je jedna zo samostatných vedných disciplín v rámci kriminalistickej techniky, ktorej cieľom je aplikáciou vhodných metód a postupov identifikovať objekty (osoby, zvieratá i veci) na základe trasologických stôp. Jednými z najfrekvencovanejších trasologických stôp na miestach činu sú hlavne stopy obuvi. Skúmanie stôp obuvi napomáha pri objasňovaní trestného činu alebo inej udalosti a na základe tohto, je možná, nie len skupinová, ale predovšetkým individuálna identifikácia osoby, ktorá stopu zanechala.

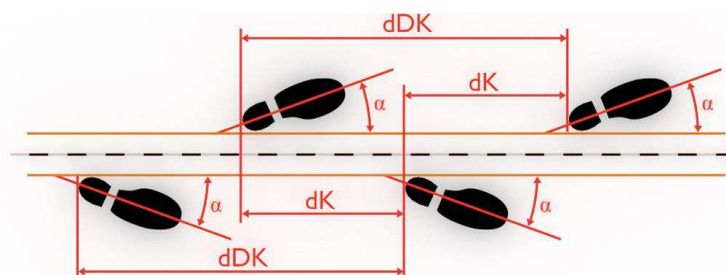
Pri definovaní odvetvia trasológia je možné sa opierať o niekoľkých autorov Porada 2012, Kozár 2020, Rak 2008, Porada a kol. 2019 a ďalší. Podľa (Hronek 2021) je možné trasológiu definovať nasledovne: „Trasológia sa zaoberá vznikom, vyhľadávaním, zisťovaním a skúmaním stôp nôh, obuvi, dopravných prostriedkov a stôp ďalších objektov ako sú časti ľudskeho tela, odevov, predmetov, zvierat a podobne, s cieľom identifikácie týchto objektov alebo zistenia skupinovej príslušnosti a objasnenia všetkých okolností spojených so vznikom trasologickej stopy. Trasológia v rámci svojho predmetu využíva zákonitosti vzniku, trvania a zániku stôp, ako aj zákonitosti procesu ich poznávania získavania významných informácií. Vychádza zo základov teórie odrazu a kriminalistickej identifikácie a pritom využíva poznatky iných vedných disciplín, ako sú antropológia, fyzika, mechanika, ktoré v súvislosti s objasňovaním aplikuje na objekty skúmania. Z toho dôvodu nie je možné v krátkosti opísať jeden druh postupu zisťovania trasologickej stopy.“

Trasologická stopa je stopa materiálneho charakteru, ktorá poskytuje predovšetkým informácie o vonkajšej stavbe objektu, ktorý ju vytvoril. Na miestach činu sa môže takáto stopa vyskytovať v forme 2D – odtlačok alebo 3D – vtlačok, ktorá vznikla ako odraz priestorovo ohraničeného objektu na inom objekte, resp. podklade rôznych vlastností, napr. papier, linoleum, parkety, drevo a pod. Delenie trasologických stôp z rôznych hľadísk je uvedené v nasledujúcej tabuľke 1.

Vzhľadom na zameranie riešeného projektu bude bližšie popísaný chodník ľudskej bipedálnej lokomócie. Rak (2008) definuje stopy lokomócie ako pohybový – kráčajúci prejav človeka, ktorý sa odráža v materiálnom prostredí. Preto sa najčastejšie takéto stopy nachádzajú v teréne. Ľudská chôdza predstavuje dynamický akt, kde nohy človeka plnia opornú funkciu. Tento akt môže vzniknúť u obutých alebo bosých nôh, pričom základom je bipedálna charakteristika – čo je individuálny dvojnohý parameter. Každá chôdza má nasledujúce charakteristiky: vzdialenosť stôp pravej a ľavej nohy, šírka chôdze, dĺžka kroku, poloha chodidiel k osi chôdze a podobne. Vyhodnotenie týchto parametrov závisí od predbežného posúdenia vzájomných súvislostí medzi parametrami a ich identifikačnou hodnotou. Očakáva sa rozličnosť v dôsledku mechanizmu vytvorenia pohyblivej stopy aj v dôsledku súhrnu stôp, ktoré sa nazývajú pešinka. Môže to spôsobiť napríklad materiál podkladu alebo hmotnosť bremena ukradnutých objektov. Chodník ľudskej lokomócie slúži na skupinovú, ale aj individuálnu identifikáciu, a to osôb a obuvi. Na vytvorenie chodníčka ľudskej lokomócie sú potrebné najmenej štyri po sebe nasledujúce stopy, z ktorých sa následne dajú získať a zmerať potrebné charakteristiky a parametre. Ukážka chodníčka ľudskej lokomócie je znázornená na nasledujúcom obrázku 1.

Tabuľka 1 Delenie trasologických stôp z hľadiska druhu a priestorovej orientácie a dynamiky (Svítková a kol., 2020)

Trasologické stopy					
Delenie podľa druhu			Delenie podľa a priestorovej orientácie a dynamiky		
Stopy neživých objektov	Stopy ľudského tela	Stopy zvierat	Stopy statické		Stopy dynamické
			Odtlačky 2D (viditeľné/latentné)	Vtlačky 3D (viditeľné)	
Stopy obuvi, behúňov, pneumatiky, odevných zvrškov a iné	Stopy uší, pier, chrupu, chodidiel, stopy ľudskej lokomócie	Stopy podkovy, laby, zubov...	Stopy na tvrdom podklade, navrstvene, odvrstvené, prašné, farebné, krvné...	V mäkkom podklade, v zemine, snehu, piesku...	Stopy zošmyknuté, zoštinuté



Obrázok 1 Chodník ľudskej lokomócie (Svítková a kol. 2020)

Dĺžka kroku sa v kriminalistickej praxi zvyčajne označuje ako dK (dk) (Obr. 1). Tento parameter znázorňuje vzdialenosť rovnakých bodov od prvej po druhú nasledujúcu stopu. Tento údaj sa meria pomocou stredového pásma – na obrázku označený oranžovou priamkou. Na Obr. 1 je to označené, napríklad od začiatku päty prvej stopy (napríklad pravá stopa nohy) po začiatok päty nasledujúcej stopy (ľavá stopa nohy). Ďalší dôležitý parameter je dĺžka dvojkroku, na Obr. 1 parameter označený ako Ddk (ddk). Tento parameter udáva vzdialenosť rovnakej nohy, opäť sa meria údaj z rovnakej časti stopy. Na Obr. 1 je označený ako vzdialenosť od päty pravej nohy alebo ľavej po pätu ďalšej pravej alebo ľavej nohy – stopa po rovnakom chodidle. Posledným parametrom je uhol stopy, pod ktorým pozorovaný subjekt kráča. Tento údaj, na obrázku označený ako α , označuje uhol konkrétnej stopy od osi chôdze, resp. od oranžovej priamky. Je to zatočenie chodidla pod určitým stupňom.

„Všetky uvedené parametre sú charakteristické pre každého človeka, ale u každého rozdielne. Osobitý pohybový prejav človeka má za následok, že zanechaná stopa dostáva náhodnú, jedinečnú podobu. Rozdielnosť závisí od mnohých faktorov ako je vek, pohlavie, výška, váha a iné. V ľudskej chôdzi sa prejavuje, či osoba niesla bremeno, nosila ortopedickú pomôcku. Všetky tieto faktory vplývajú a odrážajú sa ako biomechanické znaky v chôdzi.“ (Štefková 2016).

V kriminalistike existujú matematické modely, pomocou ktorých sa dá zo skúmania stôp obuvi, respektíve chodníčka ľudskej lokomócie určiť kriminalistická charakteristika (môže ňou byť telesná výška, rýchlosť chôdze páchatela alebo aj smer, ktorým sa vydal). Chodníček ľudskej lokomócie obsahuje informácie o biomechanickom obsahu stôp obuvi, prípadne aj stôp bosých nôh. Na chôdzi každého jedinca však vplyva viacero faktorov, a preto je každá chôdza odlišná s rôznymi biomechanickými znakmi. Samotné znaky môžu vykazovať charakter geometrických, kinematických alebo dynamických znakov.

V predmetnom projekte bude pozornosť zameraná najmä na geometrické znaky, ktoré vypovedajú o priestorovom usporiadaní a určujú vzťahy medzi stopami. Geometrické znaky tiež objasňujú vzťahy medzi krokom a telesnou výškou osoby. Základnými charakteristikami geometrických znakov biomechanického obsahu trasologických stôp sú dĺžka a šírka stôp, dĺžka kroku pravej a ľavej nohy, dĺžka dvojkroku a uhol stôp, ktorý je zvieraný vnútornou čiarou stopy s osou pohybu. Z informácií obsiahnutých v geometrických znakoch je možné pomocou stanovených lineárnych rovníc a matematických modelov približne určiť telesnú výšku osoby.

Pri výpočtoch je však potrebné zohľadniť niekoľko faktorov, ako napríklad členitosť povrchu a jeho pevnosť, rýchlosť pohybu páchatel'a (či ide o chôdzu alebo beh), nosenie bremena a iné aspekty. Pre získanie presných výsledkov v oblasti výpočtov a zistení geometrických znakov ľudskej chôdze je možné aplikovať rôzne prístupy. V súčasnosti najviac využívané metódy trasológie na Slovensku vychádzajú z práce pána profesora Strausa, ktorý popisuje nielen matematické vzorce určené na skupinovú identifikáciu, ale aj stochastickú identifikáciu, ktorá stanovuje stupeň pravdepodobnosti totožnosti objektu. To posúva trasológiu bližšie k individuálnemu stotožneniu porovnávaného a porovnávaného objektu. Príklady matematických modelov na predikciu telesnej výšky osoby prostredníctvom parametrov z chodníčka ľudskej lokomócie sú uvedené v tabuľke 2 a tabuľke 3.

Tabuľka 2 Matematické modely na predikciu telesnej výšky osoby prostredníctvom parametrov z chodníčka ľudskej lokomócie (Šimčeková 2022)

Výpočet telesnej výšky podľa	Matematický model na predikciu výšky človeka (cm)
-	$vt = 2,6 * dso + 4,3 * šso + 56$
-	$vt = 3,1 * dso + 4,0 * šso + 45$
Na základe dĺžky kroku (do 70 cm)	$vt = 0,297 * dk + 153$
Na základe dĺžky kroku (nad 70 cm)	$vt = 0,315 * dk + 163$
Na základe dĺžky dvojkroku (do 142 cm)	$vt = 0,157 * ddk + 151$
Na základe dĺžky dvojkroku (nad 142 cm)	$vt = 0,175 * ddk + 155$
Na základe dĺžky kroku a dvojkroku	$vt = 0,153 * dk + 0,083 * ddk + 155,5$
Straus	$vt = 0,076 * dk + 0,041 * ddk + 1,35 * dso + 2,4 * šso + 101,25$
Strnadová	$vt = 118,996 + 0,740652 * dko$

Tabuľka 3 Lineárne regresie pre chôdzu na rovnom podklade (Porada a kol. 2019)

Druh podkladu	Vzťahy
Ornica	$vt = 0,278 dk + 0,175 ddk + 134$
Sneh	$vt = 0,248 dk + 0,194 ddk + 126$
Piesok	$vt = 0,322 dk + 0,196 ddk + 118$
Škvara	$vt = 0,384 dk + 0,218 ddk + 109$
Asfalt	$vt = 0,308 dk + 0,217 ddk + 119$

Legenda:

- vt – telesná výška osoby,
- dso – dĺžka stopy obuvi (dĺžka podrážky obuvi - vytvorená odtlačením alebo vtlačením),
- šso – šírka stopy obuvi (šírka podrážky obuvi - vytvorená odtlačením alebo vtlačením),
- dk – dĺžka kroku,
- ddk – dĺžka dvojkroku.

Chodníček ľudskej bipedálnej lokomócie je nositeľom všetkých parametrov v matematických modeloch pre predikciu výšky osoby.

2. METODIKA TVORBY CHODNÍČKA ĽUDSKEJ LOKOMÓCIE

V nasledujúcej kapitole bude detailne popísaný metodický postup vytvárania chodníčka ľudskej lokomócie. Chodníčky ľudskej lokomócie boli vytvorené podľa odporúčaní získaných po konzultáciách s kriminalistickým expertom z odvetvia trasológie z kriminalistického a expertízneho ústavu policajného zboru slovenskej republiky (ďalej len „KEÚ PZ SR“). Na vytvorenie chodníčka ľudskej bipedálnej lokomócie sme použili nasledujúce pomôcky:

- pečiatková farba, značka Donau, červená farba – pre potreby zafarbenia podrážok obuvi respondentov,
- koberec a orezávač – pre potreby naniesenia farby a odtlačenia farby na spodnú časť topánok respondentov,
- 2 plastové nádoby – nádoby, v ktorých boli umiestnené rozmerovo vhodné kusy koberca,
- rolka papiera, tzv. plotrové role 620mm/50m/50mm, 80g – ide o tzv. podklad, povrch, na ktorý bol vytváraný chodníček ľudskej lokomócie.

Postup tvorby chodníčka ľudskej lokomócie prebiehal v nasledujúcom poradí. Pripravili sme potrebné pomôcky, nevyhnutné pre vytváranie chodníčka ľudskej lokomócie - rozvinutie rolky papiera na tvrdom a rovinnom povrchu, nastrihanie koberca do rozmeru plastovej nádoby, do ktorej sme ho následne vložili a na koberec sme naliali červenú pečiatkovú farbu. Výsledok tejto prípravy je zobrazený na obrázku 2.



Obrázok 2 Pripravené pomôcky na vytvorenie chodníčka ľudskej lokomócie

Po príprave pomôcok sme respondentovi, ktorý vytváral chodníček, poskytli pokyny týkajúce sa procesu a zdôraznili sme dôležitosť plynulosti a prirodzenosti chôdze. Respondent vkročil do plastových nádob, kde bola koberecová podložka namočená v červenej farbe. Zafarbil si podrážku svojej obuvi a potom krokmi prirodzenej chôdze vytvoril aspoň 6 krokov. Na konci rozvinutej role papiera mal k dispozícii stoličku na prezutie topánok. Tento proces tvorby stôp bol fotograficky zdokumentovaný a je zobrazený na obrázku 3. Na ľavej strane obrázku 3 je možné vidieť ako respondent vytvára trasologické stopy, kráčajúc po rozloženej rolke papiera. Na pravej strane obrázku 3 je už zachytený vytvorený chodníček ľudskej lokomócie, ktorý vytvoril konkrétny respondent. Respondent vytváral chodníček ľudskej bipedálnej lokomócie vo dvoch typoch obuvi - v letnej a zimnej vychádzkovej obuvi. Získané parametre uvedené v kapitole 1 budú následne porovnávané a bude sa skúmať, či existujú významné odchýlky pri

rovnakom respondentovi používajúcom rôzne typy obuvi. Vstupné dáta budú získané v časti zabezpečenia chodníčka ľudskej lokomócie v kapitole 3.



Obrázok 3 demonštrácia tvorby chodníčka bipedálnej lokomócie vybraným respondentom

3. METODIKA ZAIŠŤOVANIA PARAMETROV CHODNÍČKA ĽUDSKEJ LOKOMÓCIE

V rámci tejto časti bude popísaný zber dát relevantný pre účel a riešenie samotného projektu. Na zisťovanie parametrov chodníčka ľudskej bipedálnej lokomócie (uvedené v kapitole 1) budú využité nasledujúce pomôcky:

- pravítko 50 cm, transparentné,
- pásmo 10m, oceľová páska – kalibrované (tabuľka 4),
- písacie pomôcky,
- uhlomer.

Tabuľka 4 Oceľová páska – technická špecifikácia (Kinex, 2023)

	Výrobca: Kinex
	Norma: ČSN 25 1150
	Dĺžka pásky: 10 m
	Šírka pásky: 13 mm
	Trieda presnosti: 2
	Chyba pri meraní: $\pm 2,3$ mm

Meranie stôp z chodníčka ľudskej lokomócie prebiehalo nasledovne. Najprv boli vytvorené osi na každej stope pomocou 50-centimetrového pravítka značky Kinex, ktoré označovali začiatok jedného pevného bodu, čo mohlo byť napríklad začiatok špičky obuvi alebo koniec päty. Ak stopa nemala jasný začiatok a koniec, bol vybraný špecifický znak z podrážky, ktorý bol jasne identifikovateľný na každej stope. Meranie prebiehalo na štyroch za sebou idúcich stopách, konkrétne od 3. do 6. kroku. Následne bolo položené pásmo do stredu stôp, z ktorého sa odmeriavali dĺžky kroku a dvojkroku pomocou

vyznačených osí. Zmerané boli aj dĺžky kroku, pričom vzdialenosti od osi boli merané od päty k stredovej osi. Uhol bol meraný pomocou uhlomera. Uhol bol zmeraný od kolmice k pravdepodobnému strediu topánky, ktorý bol označený pravítkom. Vzdialenosť od osi bola vždy odmeriavaná od päty, ktorá bola najbližšia k stredovému pásmu. Tento uhol zobrazuje zatočenie chodidla počas chôdze do strany, čo pomáha pri ďalšej podrobnej identifikácii. Všetky tieto parametre, vrátane dĺžky a šírky podrážky, boli zaznamenané, ak stopa na podrážke bola celá - od päty po špičku. Meranie dĺžky stopy obuvi prebiehalo od päty po špičku v oblasti palca, zatiaľ čo šírka obuvi sa merala v oblasti pod prstami tzv. "fasciculi transversii".

Pre účely výpočtu a komparácie telesnej výšky respondentov podľa vybraných matematických aparátov, bola taktiež meraná telesná výška respondenta, taktiež bola zadokumentovaná dĺžka a šírka podrážky obuvi. Na tieto úkony sme využili nasledujúce pomôcky:

- stadiometer SECA 213 – prenosný výškový meter, typický svojou ľahkou montážou a stabilitou,
- digitálne posuvné meradlo – kalibrované (tabuľka 6.)

Tabuľka 6 Digitálne posuvné meradlo (horný obrázok) a stadiometer (dolný obrázok) – technická špecifikácia (Kinex, 2023, Mixxer Medical, 2023)

	Výrobca: Kinex
	Norma: ČSN 25 1150
	Dĺžka: 400 mm
	Dĺžka ramien: 150 mm
	Rozlíšenie: 0,01 mm
	Chyba pri meraní: $\pm 0,02$ mm
	Rozsah merania: 20-205 cm
	Presnosť: 1 mm
	Rozmery: 337 x 2130 x 590 mm
	Hmotnosť: 2,4 kg
	Zarážky pre päty pre presné meranie

Digitálne posuvné meradlo, inak nazývané šublera, bude používané na meranie šírky a dĺžky podrážok topánok používaných na vytvorenie chodníčkov ľudskej lokomócie. Šublera je digitálna a ponúka nastavenie hodnôt v dvoch jednotkách – milimetre alebo inch. Pre naše potreby budeme používať milimetre, ktoré do matematických modelov použijeme v premenených jednotkách na centimetre s presnosťou zaokrúhlenia na dve desatinné miesta. Toto meradlo môžete vidieť v tabuľke 6.

Respondent bol prvotne požiadaný o odmeranie jeho telesnej výšky, ktorého proces bol vykonávaný nasledovne. Po vyzutí obuvi si respondent stal na podložku meradla, kde bol k meracej tyči otočený chrbtom. Prostredníctvom meradla bola odmeraná jeho telesná výška, ktorá bude v konečnom procese porovnávaná s nami vypočítanými hodnotami z chodníčkov ľudskej lokomócie. Po tomto úkone si respondent obul obuv, kde mu prostredníctvom digitálneho posuvného meradla, ktoré bolo pre potreby daného projektu kalibrované, boli odmerané parametre podrážky. Pre potreby dosadzovania týchto parametrov do matematických modelov boli získavané parametre ako dĺžka podrážky, tak aj šírka podrážky. Tieto parametre boli následne dosadzované do matematických modelov ako hodnoty dso – dĺžka stopy obuvi (nameraná od špičky až po pätu) a šso – šírka stopy obuvi (nameranie najširšej časti podrážky – horná časť podrážky pod špičkou).

Po odmeraní potrebných parametrov z chodníčka ľudskej lokomócie budú tieto údaje doplnené do matematických modelov na predikciu telesnej výšky osoby. Dĺžka kroku a dĺžka dvojkroku je dosadená následne potom, ako sa vypočíta ich aritmetický priemer. Z chodníčka ľudskej lokomócie pri meraní minimálne 4 po sebe idúcich stôp sa získajú tri hodnoty dĺžky kroku a dve hodnoty dĺžky dvojkroku. Pre dosadenie hodnoty dĺžky kroku do matematického modelu sa spočítajú všetky tri hodnoty a výsledok súčtu sa vydolí ich počtom. Jednoduchšie povedané výsledok súčtu delíme tromi. Pri vypočítaní hodnoty dĺžky dvojkroku je postup podobný. Sčítame získané 2 hodnoty dĺžky dvojkroku z chodníčka ľudskej lokomócie, ktorých výsledok následne delíme ich počtom, teda 2. Po vypočítaní aritmetického priemeru môžeme dosadzovať výsledky do matematických modelov. Po dosadení nám vyjde výsledok pravdepodobnej telesnej výšky respondenta. Uvedený postup bude použitý pri pracovaní s už existujúcimi matematickými aparátmi. Naším ďalším cieľom je okrem skúmania relevantnosti použitých existujúcich modelov, aj hĺbkové štatistické vyhodnotenie nameraných dát a návrh opatrení a efektívneho postupu pri výpočtoch predikcie telesnej výšky páchatel'a trestnej činnosti.

ZÁVER

Predložený článok sa zameriava na čiastočné riešenie v rámci inštitucionálneho grantového projektu. Cieľom tohto projektu je hodnotiť využiteľnosť kriminalistických informácií z experimentálne vytvorených trasologických stôp v praxi. Vybranou trasologickou stopou je chodník ľudskej lokomócie. Konkrétnym výstupom projektu bude hĺbková štatistická analýza údajov z chôdze osôb, ktoré priamo ovplyvňujú stanovenie telesnej výšky potenciálneho páchatel'a. Tento aspekt je kľúčový v procese kriminalistického vyšetrovania a objasňovania relevantných udalostí, ako sú trestné činy, priestupky a iné spoločensky nežiaduce udalosti. Výstupom projektu bude aj návrh správnych postupov pri kvantitatívnom zisťovaní parametrov páchatel'a a pri určovaní odchýlok vo výpočtoch a eliminácii chýb, napríklad v závislosti od typu topánky, ktorou bola stopa vytvorená a zanechaná. Parciálne aj celkové výstupy budú konzultované s kriminalistickými technikmi a expertmi. Vedecký prínos tohto projektu spočíva v aplikácii konkrétnych postupov a matematických metód na dostatočne veľkú štatistickú vzorku respondentov. Týmto spôsobom je možné posúdiť vhodnosť jednotlivých metód, najmä z hľadiska presnosti výsledkov, ako je stanovenie výšky páchatel'a. Ďalej je vedeckým prínosom získanie nových poznatkov, ktoré možno aplikovať v rámci pedagogického procesu na predmetoch Základy kriminalistiky a Kriminalistická technika a taktika. Samotný projekt vychádza z požiadaviek praxe trasológov. Výstupy projektu, ako je zistenie presnosti metód, skúmanie odchýlok medzi zistenou a skutočnou výškou a vplyvu typu topánky na charakter informácií biomechanického obsahu, budú prakticky využiteľné pri práci znalcov a expertov z oblasti Kriminalistickej trasológie.

POĎAKOVANIE

Tento článok bol vyprodukovaný za podpory nasledujúcich projektov: IGP 00783/2023: Skúmanie vplyvu parametrov obuvi a geometrických rozmerov chodníčka bipedálnej lokomócie na presnosť výpočtov telesnej výšky osoby a IGP 18784: Zariadenie na vytváranie referenčnej trasologickej stopy pre potreby verifikácie presnosti 3D dokumentácie trasologických stôp.

LITERATÚRA

- Adamová, V., a kol. (2022). Dokumentácia trojrozmerných trasologických stôp pomocou aplikácie fotogrametrie blízkeho dosahu. *Krízový manažment*, 1/2022, 5-15. DOI 10.26552/krm.C.2022.1.
- Hronek, J. (2021). Otázky k bakalárskej práci. Retrieved October 26, 2021, emailová komunikácia.
- Kinex. (2023). Digitálne posuvné meradlo s jemným stavením KINEX 400 mm, 150 mm, 0,01 mm, DIN 862. Retrieved October 27, 2023, from <https://shop.kinexmeasuring.com/sk/digitalne-posuvne-meradlo-s-jemnym-stavenim-kinex-400-mm-150-mm-0-01-mm-din-862-p9200434c24c170/?filter=34>
- Kinex. (2023). Pásmo KINEX 10m – oceľová páska, vhodné pre kalibrácie, tr. presnosti 2. Retrieved October 27, 2023, from <https://shop.kinexmeasuring.com/sk/pasmo-kinex-10m-ocelova-paska-vhodne-pre-kalibracie-tr-presnosti-2-p9000073c26c256/>
- Kozár, M. (2020). Základy kriminalistiky pre školy a prax. Ružomberok: Epos.
- Mixxer Medical. (2023). Stadiometer SECA 213. Retrieved October 27, 2023, from <https://www.mixxer.sk/falcon/eshop/66-1-osobne-vahy/0/5/7738-Stadiometer-SECA-213>
- Porada, V. a kol. (2019). Kriminalistika: technické, forenzní a kybernetické aspekty. Plzeň: vydavatelství a nakladatelství Aleš Čeněk, s.r.o.

- Rak, R., Vašek, M., & Zdeněk, Ř. (2008). Biometrie a identita člověka ve forenzních a komerčních aplikacích. Praha: Grada publishing.
- Štefková, A. (2016). Posúdenie využiteľnosti trasologických stôp vytvorených na pevnom povrchu pre kriminalistickú identifikáciu. Diplomová práca. Žilina: FBI ŽU.
- Straus, J., & Porada, V. (2017). Teorie forenzní biomechaniky. 1. vydání. Praha: VŠFS.
- Straus, J., a kol. (2009). Teorie a metodologie kriminalistiky. Plzeň: Aleš Čeněk, s.r.o.
- Starus, J. a kol. (2012). Kriminalistická technika. Plzeň: Aleš Čeněk, s.r.o.
- Straus, J., & Porada, V. (2017). Teorie forenzní biomechaniky. Praha: VŠFS.
- Svítková a kol. (2020). Trasologia – Stopy na mieste činu. Kriminalistický a expertízny ústav Policajného zboru.
- Šimčeková, D. (2022). Kriminalistická trasológia – objekty skúmania trasologických stôp. Bakalárska práca. Žilina: FBI ŽU.

Damiána Šimčeková, Bc.

*Kontaktné údaje: Fakulta bezpečnostného inžinierstva, Žilinská univerzita v Žiline, Katedra bezpečnostného manažmentu
e-mail: simcekova1@stud.uniza.sk*

Veronika Adamová, Ing., PhD.

*Kontaktné údaje: Fakulta bezpečnostného inžinierstva, Žilinská univerzita v Žiline, Katedra bezpečnostného manažmentu
e-mail: veronika.adamová@uniza.sk*



3D MODELOVANIE PRE POTREBY SIMULAČNEJ REKONŠTRUKCIE PÁDU ĽUDSKÉHO SUBJEKTU Z VÝŠKY

3D MODELLING FOR THE SIMULATION RECONSTRUCTION OF A FALL FROM THE HEIGHT OF A HUMAN SUBJECT

EDUARD KOLLA, VERONIKA ADAMOVÁ

ABSTRACT: *The article presents the methodology for 3D modelling for biomechanical evaluation of falls from the height of a human subject. It focuses on 3D modelling as a base for numerical simulation using multibody modules in the PC-Crash simulation software. Basic steps for the creation of a 3D multibody model of the relevant building structure from a 3D point cloud are presented, as well as the procedure for the creation of a biofidelic female human body model. The multibody model of building structure and a multibody model of the human body can be in the following steps used for comprehensive parametric evaluation of possible fall scenarios using the iterative approach for convergence of trace correspondences.*

KEYWORDS: *Fall from height. Biomechanics. Simulation. PC-Crash. Multibody. Point cloud.*

ÚVOD

Problematika pádov z výšky ľudských subjektov je dôležitou súčasťou forenzného skúmania v rámci trestno-právneho procesu. Z hľadiska fyzikálnej podstaty sa jedná o zložený pohyb pozostávajúci z pohybu vodorovným smerom a voľného pádu (Strauss, 2020). Podobne ako v iných odvetviach problematiky technickej rekonštrukcie forenzne relevantných dejov, analytik vychádza zo zadokumentovaných stôp (mechanoskopické stopy, zranenia osoby, výpovede, apod.) a metodickými postupmi sa snaží identifikovať takú skupinu technicky prijateľných variantov pádu, ktorá bude v súlade so zadokumentovanými stopami a technickou logikou pádu.

V minulosti bolo odprezentované množstvo postupov forenznej rekonštrukcie tejto problematiky. Ivancic (2013) vyvinul hybridný model bedrovej chrčtice pre štúdium mechanizmu zranení v tejto oblasti pri páde. Model pozostáva z 3 stavcov (L3-L4-L5) z kadaverózneho ľudského subjektu stabilizovaných prostredníctvom syntetického replikátora svalovej kontrakcie v skúšobnej figuríne BioRID II. Model bol experimentálne validovaný. Park a kol. (2015) skúmali súvislosť medzi výskytom (resp. absenciou výskytu) fraktúr lebečných kostí a charakterom pádu prostredníctvom simulačného programu MADYMO. Zistili, že výška pádu pri doprednom páde má vplyv na to, ktorá časť tela rázovo kontaktuje povrch, a tým aj ktorá časť tela je primárne zranená. Pri páde z menšej výšky dochádza často k výskytu fraktúry lebečných kostí, avšak pri páde z väčšej výšky a väčšej pádovej rotácii tela bod primárneho nárazu je často chrbát, panva a nohy a nie hlava. Milanowicz a Kedzior (2017) sa zaoberali vývojom aktívneho numerického modelu ľudského tela pre rekonštrukciu pádov z výšky. Ich model je založený na modeli tela chodca pre simulačný program MADYMO pričom nový model zohľadňuje reakciu ľudského subjektu na stratu rovnováhy. Model využíva výsledky experimentálnych meraní počiatočnej fázy pádu z výšky. Han (2020) prezentoval spôsob odhadu počiatočnej polohy ľudského subjektu tesne pred pádom na základe Fuzzy metódy. Jeho nástroj bol vytvorený na základe kvantitatívnej databázy vytvorenej iteratívnym simulovaním rôznych variantov pádu. Počiatočné podmienky každého variantu pádu boli štandardizované v súlade s experimentálnymi meraniami a výsledkami simulácií.

Predkladaný príspevok sa zaoberá metódikou 3D modelovania pre potreby simulačnej rekonštrukcie pádu ľudského subjektu z výšky vo virtuálnom prostredí prostredníctvom simulačného programu pre analýzu dopravných nehôd PC-Crash.

1. VÝCHODZIE PODKLADY

Bol zadokumentovaný forenzne relevantný prípad pádu ľudského subjektu ženského pohlavia (28 r.; 1,7 m; 60 kg) z balkóna hotela na 4. poschodí. Telo poškodenej bolo zadokumentované v jeho konečnej polohe pod balkónom hotela na schodisku do pivničných priestorov. Balkón hotela bol pridružený izbe, okrem poškodenej sa v danej oblasti nachádzala pred pádom aj matka poškodenej. Poškodená utrpela zranenia nezlučiteľné so životom, pričom jej pri alkoholickom vyšetrení bola zistená prítomnosť etanolu v krvi v koncentrácii 2,73 g/kg a vo vzorke moču v koncentrácii 4,33 g/kg. Zranenia, ktoré boli na jej tele zadokumentované:

- tržno-zmliaždená rana v zadnej časti temennej oblasti hlavy, podliatina s odreninou a chýbaním časti vlasov na záhlaví vpravo, podliatiny, odreniny a trhliny v tvárovej oblasti hlavy,
- podliatina s odreninou na bruchu, odrenina na pravej vonkajšej ploche brucha a v spodnej časti ľavej bočnej plochy brucha,
- odrenina v hornej časti chrbta vpravo, dve malé tvarované odreniny v driekovej oblasti chrbta,
- rozsiahla odrenina na rozhraní chrbta a ľavej sedacej oblasti,
- hmatateľná zlomenina kosti pravého predlaktia, podliatina s odreninou na chrbtovej ploche dolnej tretiny pravého ramena, podliatiny s odreninami na ľavom predlaktí, drobná podliatina na chrbte ľavej ruky a drobné odreniny na prstoch ľavej ruky,
- pruhovité priečne podliatiny na stehnách a pravom predkolení, podliatina v ľavej sedacej oblasti a ďalšie.

Vnútorou prehliadkou bolo zistené:

- porušenie mäkkých lebečných pokrývok v mieste tržno-zmliaždenej rany v temennej časti hlavy, krvný výron v ľavej temenno-spánkovej oblasti a na záhlaví vpravo, zakrvácanie ľavého spánkoveho svalu, zlomenina lebečnej klenby a spodiny so zakrvácaním pod tvrdú a mäkké blany mozgu a pomliaždením spodiny spánkových a čelových lalokov,
- sériová zlomenina rebier vpravo ojedinele s porušením pohrudnice, zlomenina hrudnej kosti, ložiskové pomliaždenie dolných lalokov pľúc,
- zakrvácanie do podkožného tukového tkaniva a svalstva brušnej steny a do brušnej dutiny a malej panvy, ložiskové pomliaždenie závesu tenkého a hrubého čreva, trhlinka závesu tenkého čreva, zakrvácanie do zapobrušnicového priestoru - do tukového obalu obličiek a obličkových panvičiek,
- zlomenina druhého stavca driekovej chrbtice, zlomeniny bočných výbežkov stavcov driekovej chrbtice, zakrvácanie do veľkých driekových svalov,
- zlomenina pravej laktovej kosti, pomliaždenie a zakrvácanie podkožného tukového tkaniva a svalstva ľavej sedacej oblasti, podkožná trzná rana (kapsu) s kolekciou tekutej tmavočervenej krvi a krvnej zrazeniny v driekovej oblasti chrbta so zakrvácaním a ložiskovým pomliaždením svalstva chrbta.

Okrem konečnej polohy tela poškodenej a jej zranení bolo zadokumentované aj poškodenie zábradlia na terase hotela na 1. poschodí.

2. METODIKA A VÝSLEDKY

2.1 Priestorový model miesta činu

Vzhľadom na nedostatok údajov v spisovom materiáli o vzdialenosti jednotlivých podstatných prvkov externej časti hotela bolo vykonané zameranie vonkajšej časti hotela v oblasti technicky prijateľného pádu poškodenej metódou 3D laserového skenovania prístrojom Faro Focus^S 350. Tento prístroj umožňuje veľmi presné zameranie priestorových súradníc s presnosťou ± 1 mm. Laserové skenovanie predmetnej externej časti hotela bolo vykonané z niekoľkých stanovísk (oblasť prízemnia v oblasti schodiska do suterénu, z poschodia terasy na zábradlie z ktorého dopadla poškodená a z balkóna izby č. 410, ktorý sa nachádza napravo od balkóna izby č. 409 na rovnakom poschodí). V tejto súvislosti je potrebné spomenúť:

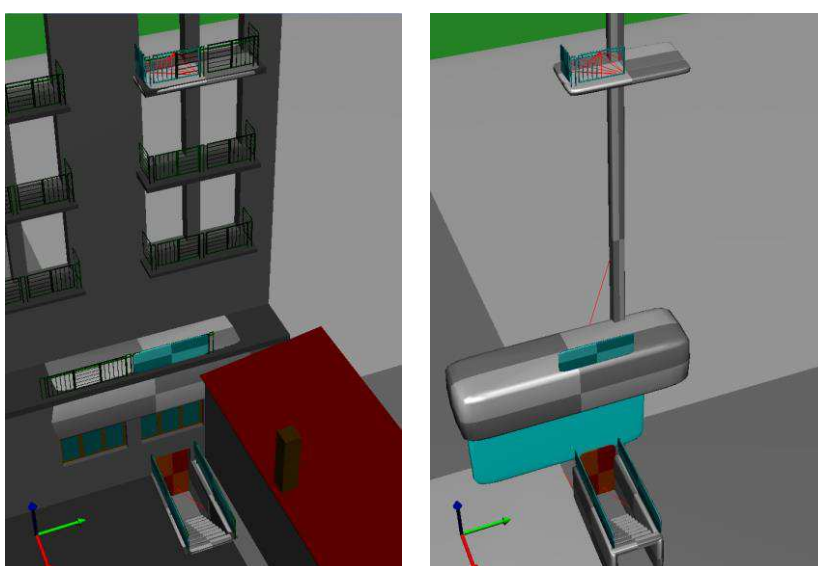
- v čase vykonávania laserového skenovania bola stále identifikovateľná deformácia zábradlia terasy na 1. poschodí (aj keď už bola opravená),

- zábradlia balkónov a terasy hotela boli v predmetnej časti hotela Jalta už v čase doobhliadky spracovateľom tohto ZP zvýšené. Toto dodatočné zväčšenie výšky zábradlia však bolo dobre odlišiteľné od pôvodného zábradlia a neprekážalo pri vytvorení CAD modelu zodpovedajúcemu stavu počas nehodového deja.

Výsledkom laserového skenovania bolo tzv. mračno bodov (priestorových súradníc bodov jednotlivých skenovaných objektov), z ktorého bolo následne zostrojený 3D CAD model (vo formáte VRML v. 2.0) predmetných podstatných častí externej časti hotela v oblasti pádu poškodenej. Tento model následne slúžil ako grafická predloha pri konštrukcii matematicko-fyzikálneho modelu (vo viactelesovom module programu PC-Crash 11.1) tých častí hotela, s ktorými prišlo telo poškodenej tesne pred pádom a počas tohto pádu do kontaktu, alebo bol predpoklad, že by ku určitému kontaktu mohlo prísť. Tieto podstatné časti hotela boli v programe PC-Crash 11.1 modelované elipsoidami rôznych stupňov s príslušnými kontaktnými vlastnosťami. Na nasledujúcich obrázkoch (obrázok 1 a 2) je znázornený pohľad na vytvorené mračno bodov a priestorový pohľad na CAD model predmetnej časti hotela.

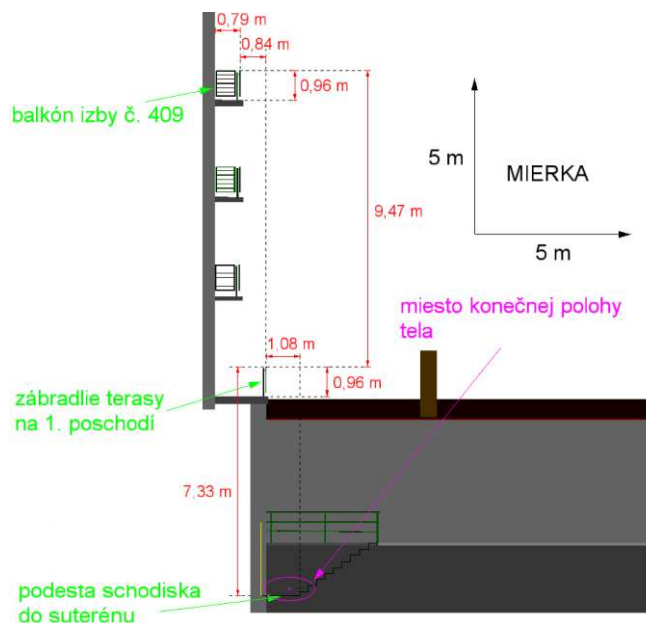


Obrázok 1 Pohľad na mračno bodov exportované z prístroja Faro FocusS 350 (vľavo) a na vytvorený 3D CAD model (vpravo) predmetnej časti hotela

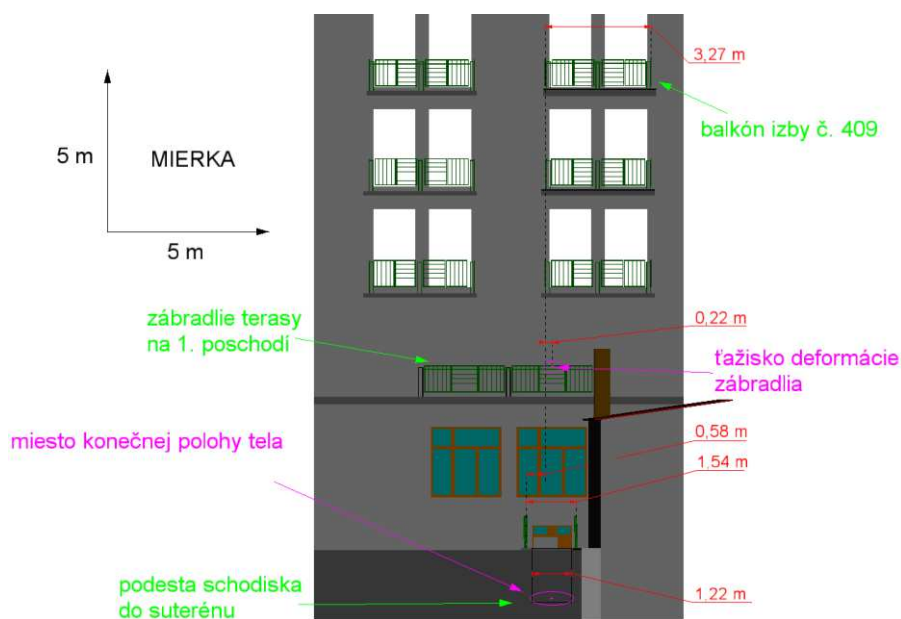


Obrázok 2 Pohľad na prekrytie 3D CAD modelu a matematicko-fyzikálneho modelu podstatných častí hotela Jalta (vľavo) a na samotný matematicko-fyzikálny model podstatných častí hotela Jalta (vpravo)

Na nasledujúcich obrázkoch (obrázok 3 a 4) je znázornený bočný a predný pohľad na CAD model predmetnej časti hotela spolu so zakótovanými podstatnými dĺžkovými mierami. Z obrázkov vyplýva, že vertikálna vzdialenosť medzi hornou hranou čelného zábradlia balkóna izby č. 409 a hornou hranou zábradlia terasy na 1. poschodí (na ktorom bola zadokumentovaná výrazná deformácia) je 9,47 m. Vertikálna vzdialenosť medzi hornou hranou zábradlia terasy na 1. poschodí a úrovňou podesty na konci schodiska do suterénu je 7,33 m a t.j. celková vertikálna vzdialenosť medzi hornou hranou čelného zábradlia balkóna izby č. 409 a úrovňou podesty na konci schodiska do suterénu je 16,8 m. Ďalej je zrejmé, že horizontálna vzdialenosť medzi čelným zábradlím balkóna izby č. 409 a zábradlím terasy na 1. poschodí je 0,84 m a horizontálna vzdialenosť medzi zábradlím terasy na 1. poschodí a rozhraním schodiska do suterénu a podestou je 1,08 m. Bočné odsadenie ťažiska deformácie zábradlia terasy na 1. poschodí a pravým bočným zábradlím balkóna izby č. 409 je 0,22 m.

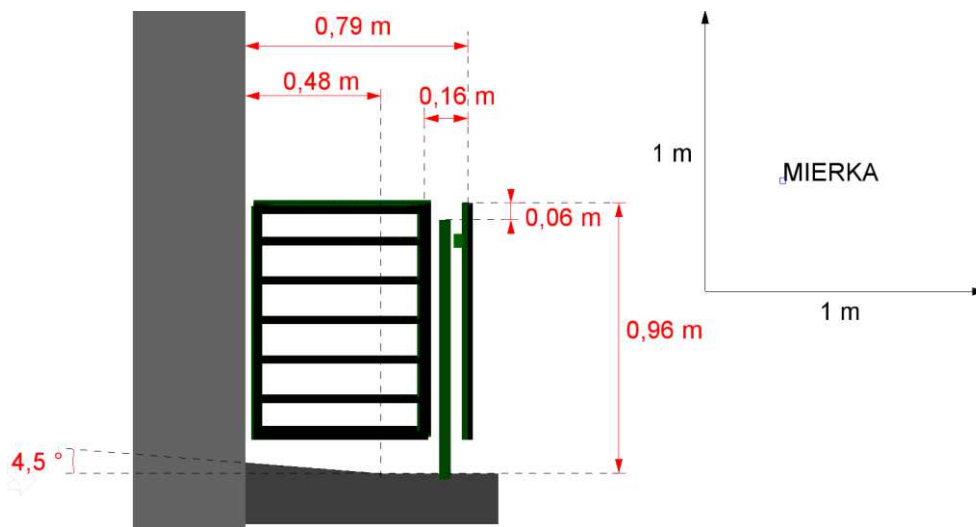


Obrázok 3 Bočný pohľad na 3D CAD model predmetnej časti hotela

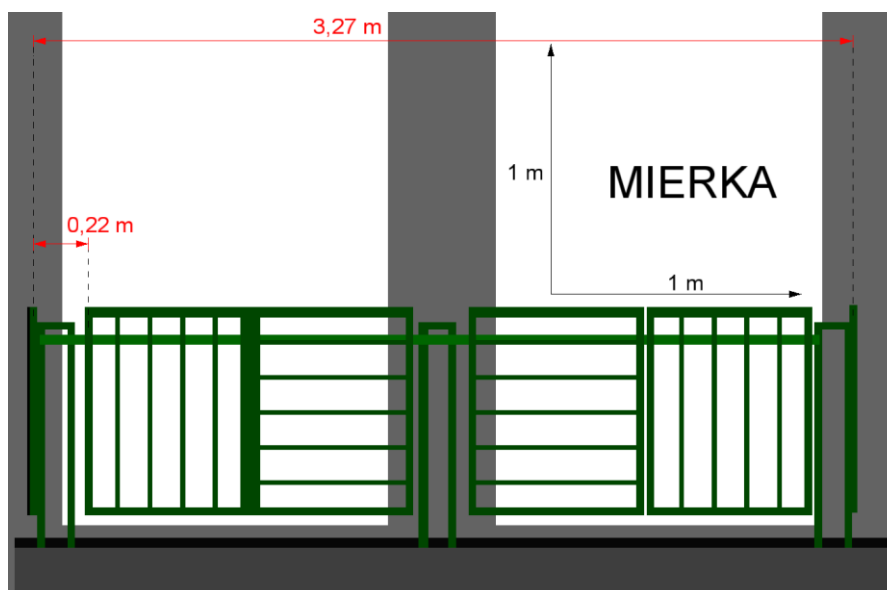


Obrázok 4 Predný pohľad na 3D CAD model predmetnej časti hotela

Na nasledujúcich obrázkoch (obrázok 5 a 6) je znázornený bočný a predný pohľad na CAD model balkóna izby č. 409 hotela spolu so zakótovanými podstatnými dĺžkovými mierami.



Obrázok 5 Bočný pohľad na 3D CAD model balkóna izby č. 409 hotela



Obrázok 6 Predný pohľad na 3D CAD model balkóna izby č. 409 hotela

2.2 Matematicko-fyzikálny model tela poškodenej

Rekonštrukcia a analýza pádu poškodenej bola vykonaná prostredníctvom simulačného výpočtu v programe PC-Crash 11.1. Z dostupných modulov programu PC-Crash bol použitý modul viactelesového systému. Technický manuál princípov viactelesového systému v programe PC-Crash 11.1 je uvedený v (PC-Crash 11.1, 2007). Štandardný model ľudského tela, ktorý je súčasťou tohto modulu nebol z dôvodu malej biomechanickej vernosti použitý a namiesto toho bol vytvorený nový biomechanicky verný model tela poškodenej. Tvorba tohto modelu bola založená na princípoch popísaných v (Kolla, Kohút, 2015) a (Kolla, 2016). Oproti modelu, ktorý bol publikovaný v týchto zdrojoch model tela poškodenej má zvýšenú biomechanickú vernosť v nasledovných oblastiach.

Rozmery, hmotnostné vlastnosti a zotrvačné vlastnosti segmentov modelu tela poškodenej boli vypočítané z výšky, hmotnosti a pohlavia danej osoby. Boli oddelené hmotnostné a zotrvačné vlastnosti

daného segmentu od jeho kontaktných vlastností tým, že hmotnostné a zotrvačné vlastnosti segmentu boli sústredené v ťažisku segmentu s minimálnymi kontaktnými vlastnosťami, ku ktorému bol pevným kĺbom pripojený kontaktný elipsoid s minimálnymi zotrvačnými a hmotnostnými vlastnosťami. Vďaka tomuto princípu mohlo byť ťažisko daného segmentu umiestnené nezávisle od polohy kontaktného elipsoidu do polohy zodpovedajúcej skutočnej polohe ťažiska daného segmentu (v smere osi z segmentu) – napr. ťažisko hmoty stehna je spravidla u danej demografie bližšie k bedrovému kĺbu ako ku kolennému kĺbu. Pre tieto účely bol v tabuľkovom editore MS Excel 2010 vytvorený algoritmus, v ktorom na základe vstupných hodnôt pohlavia, výšky a hmotnosti je možné vypočítať parametre jednotlivých telesných segmentov. V tomto algoritme bola použitá segmentácia tela podľa (Plagenhoef, Evans, Abdelnour, 1983).

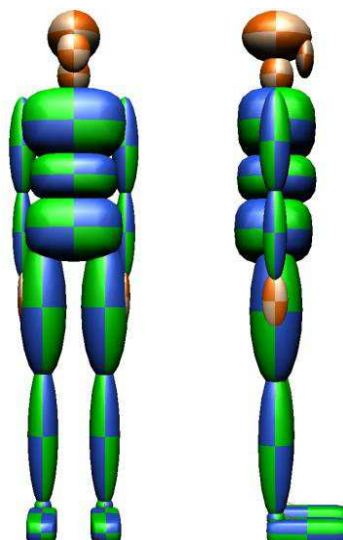
V tomto algoritme boli veličiny dĺžka segmentu (medzi 2 anatomickými kĺbmi), poloha ťažiska v smere osi z od proximálneho anatomického kĺbu a hmotnosť segmentu pre hrudník, brucho, panvu, stehno, holeň, rameno a predlaktie vypočítané podľa údajov publikovaných v (Plagenhoef, Evans, Abdelnour, 1983). Pre hlavu a krk boli veličiny dĺžka segmentu a hmotnosť segmentu vypočítané na základe kombinácie údajov z (Plagenhoef, Evans, Abdelnour, 1983) a (Young a kol., 1983), veličina poloha ťažiska v smere osi z od proximálneho anatomického kĺbu bola vypočítaná na základe údajov publikovaných v (Plagenhoef, Evans, Abdelnour, 1983). Pre segment ruka bola dĺžka segmentu vypočítaná na základe údajov publikovaných v (De Leva, 1996) poloha ťažiska v smere osi z od proximálneho anatomického kĺbu a hmotnosť segmentu boli vypočítané podľa údajov publikovaných v (Plagenhoef, Evans, Abdelnour, 1983). Pre segment chodidlo bola dĺžka segmentu vypočítaná na základe údajov publikovaných v (Contini, 1972) poloha ťažiska v smere osi z od proximálneho anatomického kĺbu bola vypočítaná na základe údajov publikovaných v (Young a kol., 1983), vzdialenosť ťažiska segmentu od päty v smere osi x bola vypočítaná na základe údajov publikovaných v (Dumas, Chéze, Verriest, 2007) a hmotnosť segmentu bola vypočítaná na základe údajov publikovaných v (Plagenhoef, Evans, Abdelnour, 1983).

Vzdialenosť medzi stredmi ramenných kĺbov a vzdialenosť medzi stredmi bedrových kĺbov v smere osi y bola vypočítaná podľa údajov publikovaných v (Plagenhoef, Evans, Abdelnour, 1983). Hlavné momenty zotrvačnosti segmentov hrudník, brucho, panva, holeň, chodidlo, rameno, predlaktie a ruka boli vypočítané na základe údajov publikovaných v (De Leva, 1996). Hlavné momenty zotrvačnosti segmentu stehno boli vypočítané podľa údajov publikovaných v (Dumas, Chéze, Verriest, 2007) a (Dumas, Robert, Cheue, Verriest, 2015). Hlavné momenty zotrvačnosti segmentu hlava boli vypočítané podľa údajov publikovaných v (Young, et al., 1983). Hlavné momenty zotrvačnosti segmentu krk boli vypočítané podľa údajov publikovaných v (Chandler a kol., 1975).

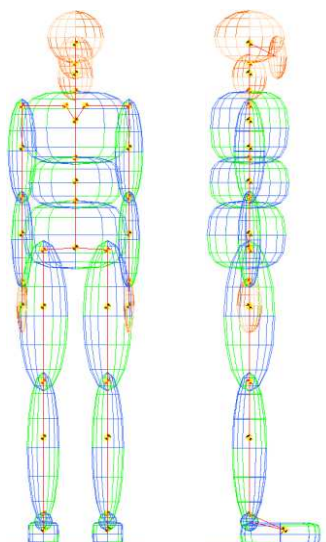
Celkové vonkajšie rozmery daného segmentu boli aproximované rotačným elipsoidom určitého stupňa, rozmery ktorého vychádzali z objemu segmentu. Objem segmentu bol vypočítaný na základe hmotnosti segmentu a hustoty segmentu. Hustota daného segmentu bola vypočítaná na základe údajov publikovaných v (Chandler a kol., 1975) a (Dempster, 1955). Pri výpočte hustoty segmentov horných a dolných končatín bol zohľadnený nelineárny pokles hustoty segmentu pri náraste hmotnosti segmentu (pri danej výške) cez tzv. ponderálny index (bližšie v (Contini, 1975)). Pri modelovaní jednotlivých segmentov bola ďalej zohľadnená asymetrickosť daných segmentov, napr. stehno stojaceho človeka v reze horizontálnou rovinou pripomína elipsu s dlhšou predozadnou osou.

Anatomické kĺby boli modelované podľa metodiky ako u pôvodného modelu publikovaného v Kolla, Kohút, 2015) a (Kolla, 2016) pričom jednotlivé hodnoty rozsahu pohybu a pasívneho odporu (tuhosti) v kĺboch boli upravené pre danú demografiu podľa údajov publikovaných v (Barter, 1957), (Kapandji, 2002a), (Kapandji, 2002b) a (Kapandji, 2004).

Na nasledujúcich obrázkoch (obrázok 7 a 8) sú znázornené pohľady na vytvorený model spredu a z boku, celková výška modelu vo vzpriamenej stojacej polohe je 1,72 m (1,7 m dĺžka tela, 0,02 m technicky prijateľná výška podrážky obuvi) a hmotnosť modelu je 60 kg. Na obrázkoch sú ďalej viditeľné polohy ťažísk segmentov a polohy anatomických kĺbov. V tabuľke 1 sú uvedené hmotnostné, zotrvačné a kontaktné vlastnosti modelu tela poškodenej. V tabuľke 2 sú uvedené parametre jednotlivých kĺbov tela poškodenej.



Obrázok 7 Priestorový pohľad na model ľudského tela s parametrami poškodenej



Obrázok 8 Pohľad na vnútornú štruktúru modelu ľudského tela s parametrami

Tabuľka 1 Hmotnostné, zotrvačné a kontaktné vlastnosti modelu tela poškodenej

Telesný segment	m (kg)	I_{xx} (kg.m ²)	I_{yy} (kg.m ²)	I_{zz} (kg.m ²)	Kontaktná tuhosť (N/m)
Hlava	3,89	0,0165	0,0159	0,0186	3 000 000
Tvár	-	-	-	-	100 000
Krk	0,91	0,0012	0,0015	0,0015	29 430
Hrudník	10,2	0,1032	0,0469	0,0959	85 000
Brucho	7,34	0,0261	0,0175	0,0240	62 500
Panva	9,58	0,0449	0,0387	0,0472	250 000
Rameno	1,74	0,0116	0,0102	0,0033	300 000
Predlaktie	0,94	0,0047	0,0046	0,0006	300 000
Ruka	0,3	0,0004	0,0005	0,0002	130 000
Stehno	7,05	0,1214	0,1294	0,0456	220 000
Holeň	3,21	0,0426	0,0413	0,0050	250 000
Chodidlo	0,8	0,0010	0,0041	0,0047	300 000

Tabuľka 2 Parametre kĺbov modelu tela poškodenej

Kĺbne spojenie	Anatomická poloha	Kinematický kĺb	Pohyb	RP (°)	Tuhosť (Nm/°)
Hlava/krk	Spojenie záhlavie-C1	Trans Z1	Trans Z	x*	x*
		Záves X1	BF	± 10	1,67
		Záves Y1	FE	10F, 15E	0,25
		Záves Z1	AR	± 10	0,50
Krk/hrudník	Spojenie C7-T1	Trans Z1	Trans Z	x*	x*
		Záves X1	BF	± 35	0,60
		Záves Y1	FE	30F, 60E	0,40
		Záves Z1	AR	± 40	0,50
Hrudník/brucho	Približne úroveň stredu mečovitého výbežku hrudnej kosti	Trans Z1	Trans Z	x*	x*
		Záves X1	BF	± 25	2,20
		Záves Y1	FE	45F, 25E	2,20
		Záves Z1	AR	± 35	2,00
Brucho/panva	Približne úroveň pupku	Trans Z1	Trans Z	x*	x*
		Záves X1	BF	± 25	2,00
		Záves Y1	FE	60F, 35E	1,3
		Záves Z1	AR	± 5	1,50
Ramenný pletenec	Ramenný kĺb (Glenohumerálny kĺb)	Záves X1	AbAd	140Ab,	0,15
		Záves Y1	FE	190F, 60E	0,125
		Záves Z1	SuPro	80Su,	0,30
	Spojenie kľúčna kosť-hrudná kosť	Záves X1	ERH/D	36ERH,8D	1,00
		Záves Z1	AbAd	20Ab,	1,00
Lakťový kĺb	Lakťový kĺb	Záves Y1	FE	150F, 0E	0,10
		Záves Z1	SuPro	90Su,	0,20
Zápästný kĺb	Zápästný kĺb	Záves X1	FE	± 85	0,10
		Záves Y1	AbAd	15Ab,	0,10
Bedrový kĺb	Trochanterion	Záves X1	AbAd	50Ab,	0,70
		Záves Y1	FE	140F, 30E	1,00
		Záves Z1	SuPro	40Su,	0,60
Kolenný kĺb	Kolenný kĺb	Záves Y1	FE	140F, 0E	0,10
		Záves Z1	SuPro	40Su,	1,00
Členkový kĺb 1	Trochlea tali	Záves Y1	FE	25F, 40E	0,40
Členkový kĺb 2	Subtalárny kĺb	Záves X1	InEv	25In35Ev	1,25

Poznámky: Trans Z – posuvný pohyb v smere osi Z, AR – axiálna rotácia, BF – bočná flexia, FE – flexia/extenzia, AbAd – abdukcia/addukcia, SuPro – supinácia/pronácia, InEv – inverzia/everzia, x* – hodnoty nenastavené v súčasnej verzii modelu tela (pevný kĺb), RP – rozsah pohybu, ERH – elevácia a rotácia lopatky nahor, DRN – depresia a rotácia lopatky nadol.

ZÁVER

Predkladaný článok predstavil základné kroky vytvorenia 3D modelu polohopisu miesta činu ako aj matematicko-fyzikálneho modelu ľudského tela ako podkladov pre realizáciu numerického výpočtu v rámci simulačnej rekonštrukcie pádu z výšky ľudského subjektu.

Takto vytvorené modely budú v následných krokoch použité v rámci iteratívneho numerického výpočtu parametrickým spôsobom tak, aby bola dosiahnutá korešpondencia medzi jednotlivými zadokumentovanými stopami ako aj technická prijateľnosť a technická logika samotného pádu. Uvedený postup je možné aplikovať na ľubovoľný prípad forenzne posudzovaného pádu z výšky s použitím simulačného programu PC-Crash.

POĎAKOVANIE

Tento príspevok bol podporený Agentúrou pre podporu výskumu a vývoja na základe zmluvy č. APVV-20-0626. Tento príspevok bol vypracovaný v rámci projektu APVV-20-0626: Biomechanicky verná náhrada ľudského tela pre zvýšenie objektivity forenznej analýzy cestných dopravných nehôd.

This work was supported by the Slovak Research and Development Agency under contract no. APVV-20-0626. This work was created within the project APVV-20-0626: Biofidelic human body surrogate to increase the objectivity within the forensic analysis of road traffic accidents.

LITERATÚRA

- Barter J.T., Emanuel I., Truett B. (1957). A statistical evaluation of joint range data. Technical report WADC 57-311, Wright-Patterson Air Force Base, Ohio, USA.
- Chandler R.F. (1975). Investigation of Inertial Properties of the Human Body. Technical report AMRL-TR-74-137, Aerospace Medical Research Laboratories, Wright-Patterson Air Force Base, Ohio, USA
- Contini R. (1972). Body Segment Parameters, Part II. Artificial Limbs. 16 (1), 1-19.
- De Leva P. (1996). Adjustments to Zatsiorsky-Seluyanov's Segment Inertia Parameters. Journal of Biomechanics, 29(9), 1233-1230. [https://doi.org/10.1016/0021-9290\(95\)00178-6](https://doi.org/10.1016/0021-9290(95)00178-6).
- Dempster W.T. (1955). Space requirements of the Seated Operator. Technical report WADC-TR-55-159, Wright Air Development Center, Wright-Patterson Air Force Base, Ohio, USA.
- Dumas R., Chéze L., Verriest J.P. (2007). Adjustments to McConville et al. and Young et al. body segment inertial parameter. Journal of Biomechanics. 40, 543-553. <https://doi.org/10.1016/j.jbiomech.2006.02.013>.
- Dumas R., Robert T., Cheue L., Verriest J.P. (2015). Thorax and abdomen body segment inertial parameters adjusted from McConville et al. and Young et al. International Biomechanics. 2 (1), 112-118. <https://doi.org/10.1080/23335432.2015.1112244>.
- Han I. (2020). Characteristic analysis and fuzzy simulation of falls-from-height mechanics, and case studies. Forensic Science International. 311, 110287. <http://dx.doi.org/10.1016/j.forsciint.2020.110287>
- Strauss, J. (2020). Hraniční meze biomechanického hodnocení pádu a skoku z výšky / Boundary Limits of Biomchanical Evaluation of Fall and Jump from Height. Forenzní vědy, právo, kriminalistika. 5(1), 42-57. <http://dx.doi.org/10.37355/fvbk-2020/1-04>
- Ivancic P.C. (2013). Hybrid cadaveric/surrogate model of thoracolumbar spine injury due to simulated fall from height. Accident Analysis and Prevention. 59, 185-191. <http://dx.doi.org/10.1016/j.aap.2013.05.024>.
- Kapandji I.A. (2002). The Physiology of the joints, volume 1, Churchill Livingstone.
- Kapandji I.A. (2002). The Physiology of the joints, volume 2, Churchill Livingstone.
- Kapandji I.A. (2004). The Physiology of the joints, volume 3, Churchill Livingstone.
- Kolla E. (2016). Biofidelic human body modelling using multibody approach. In Proceedings from X. international science-technical conference Automotive Safety 2016, Kielce, Poland.
- Kolla E., Kohút P (2015). Virtual human body model for PC-Crash. In Proceedings from 24th annual congress of the EVU. Edinburgh, UK.
- Milanowicz M., Kedzior K. (2017). Active numerical model of human body for reconstruction of falls from height. Forensic Science International. 270, 223-231. <http://dx.doi.org/10.1016/j.forsciint.2016.10.009>.
- Park, S., Cha J.G., Lee Y., Seo I., Lee B., Choi Y., Choi W., Yang K. (2015). Biomechanical analysis of biphasic distribution of skull injury in falls. Forensic Science International. 255, 112-117. <http://dx.doi.org/10.1016/j.forsciint.2015.06.009>
- PC-Crash 11.1, operačný a technický manuál, DSD, Linz, Rakúsko, 2017.
- Plagenhoef S., Evans F.G., Abdelnour T. (1983). Anatomical Data for Analyzing Human Motion. Research Quarterly for Exercise and Sport, 54 (2), 169-178. <https://doi.org/10.1080/02701367.1983.10605290>.
- Young J., et al. (1983). Anthropometric and Mass Distribution Characteristics of the Adult Female. Technical report FA-AM-83-16, FAA Civil Aeromedical Institute, Oklahoma City, Oklahoma, USA.

Eduard Kolla, doc. Ing. PhD.

Žilinská univerzita v Žiline, Ústav znaleckého výskumu a vzdelávania, Univerzitná 8215/1, Žilina, 010 26
e-mail: kolla@uniza.sk

Veronika Adamová, Ing. PhD.

Žilinská univerzita v Žiline, Fakulta bezpečnostného inžinierstva, Katedra bezpečnostného manažmentu, Univerzitná 8215/1, Žilina, 010 26
e-mail: veronika.adamova@uniza.sk



VYBRANÉ PROBLÉMY HASIČSKÝCH JEDNOTIEK PRI ZDOLÁVANÍ POŽIAROV ELEKTROMOBILOV

SELECTED PROBLEMS OF FIRE DEPARTMENTS WHEN FIGHTING ELECTRIC CAR FIRES

MILAN KONÁRIK, MICHAL BALLAY, JOZEF SVETLÍK, DÁVID KALUŽNÍK

ABSTRACT: *The article deals with the topic of electric cars. In the introductory part, the development of the number of electric-powered passenger vehicles within the European Union and the Slovak Republic is analyzed. The main part of the article is the assessment of the available material and technical equipment of fire brigades in responding to an electric car fire. These unforeseen circumstances are a new challenge for fire brigades, characterized by the difficulty of response activities. The firefighting equipment and gear of the firefighting units are designed to be a safe and effective way of extinguishing electric vehicle fires. The article points to new means available to firefighting units in the event of these fires.*

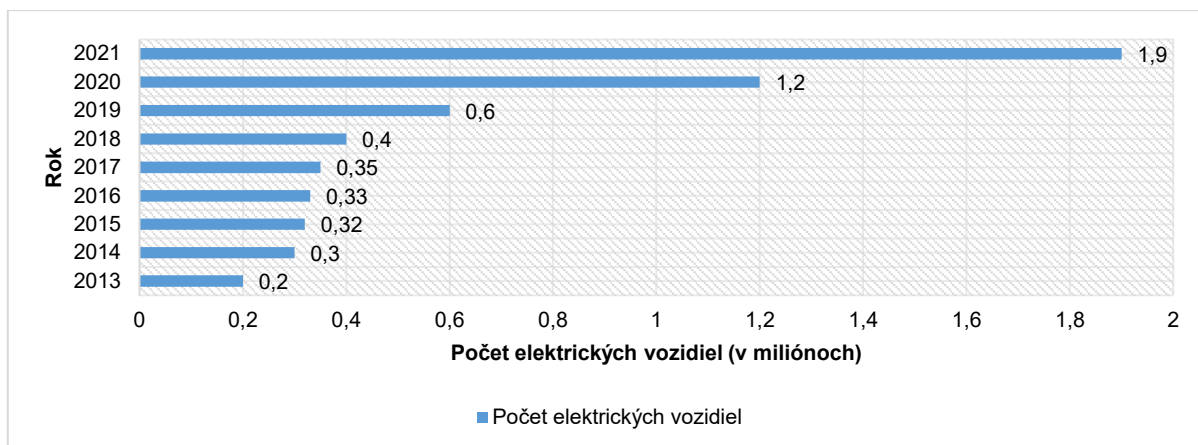
KEYWORDS: *Firefighting equipment. Electromobility. Firefighting units. A fire. Education.*

ÚVOD

Vedecký výskum v oblasti technológií sa vyznačuje exponenciálnym rastom. V automobilovom priemysle sa vedci a vývojári snažia čo najviac znížiť vplyv ľudského faktora na bezpečnosť cestnej premávky. Na tento účel vyvíjajú moderné technológie, ako napríklad autopilot alebo asistenti jazdy. Aj napriek týmto snahám však môže dôjsť k zlyhaniu techniky a následnému dopravnému nešťastiu. V takýchto prípadoch je dôležité, aby záchranné zložky boli dostatočne preškolené a mali dostatok informácií o tom, ako bezpečne vykonávať záchranné práce. Záchranné práce pri dopravných nehodách a požiaroch elektromobilov predstavujú špecifickú oblasť, ktorá si vyžaduje komplexný teoretický a praktický výcvik. Zvýšená potreba odbornej prípravy záchranárov je spôsobená rastúcou popularitou elektromobility v Európe. Prognózy predpokladajú, že do roku 2030 bude na európskych cestách jazdiť viac ako 40 miliónov elektrických vozidiel. Tento cieľ je možné dosiahnuť len vďaka rýchlemu nástupu elektromobility a prijatiu vhodnej legislatívy v jednotlivých členských krajinách. Zásah hasičských jednotiek pri dopravných nehodách elektromobilov predstavuje nové bezpečnostné výzvy. Dôvodom je prítomnosť vysokonapäťových komponentov, ktoré môžu predstavovať riziko zásahu elektrickým prúdom. V prípade neopatrného zásahu hrozí nebezpečenstvo zranenia alebo úmrtia hasičov. Článok poukazuje na vývoj počtu automobilov na medzinárodnej a národnej úrovni. Poukazuje na systémovú schému pohonu elektrických a hybridných vozidiel. Záverečná časť článku je venovaná hasičskej technike a jej využiteľnosti pri zdolávaní požiarov predmetných vozidiel. Autori článku mali k dispozícii správu o zásahu pri požiari elektromobilu z roku 2022, čím sa snažia priblížiť náročnosť technologického postupu zásahovej činnosti oproti klasickým vznetovým prípadne zážihovým vozidlám.

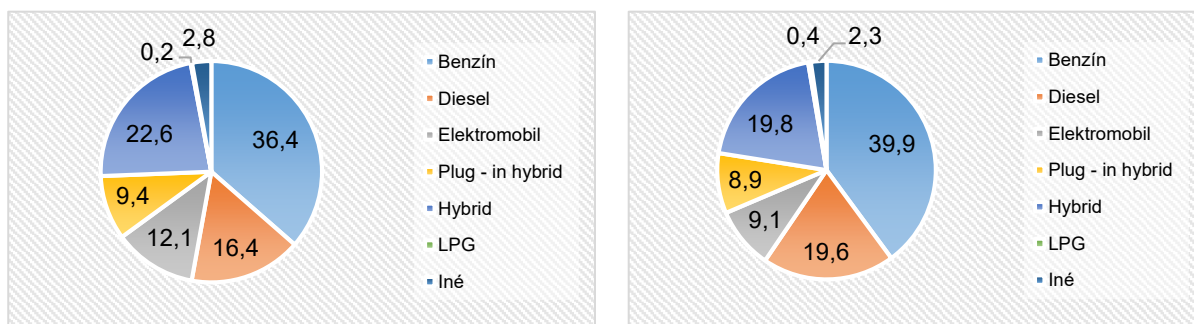
1. VÝVOJ POČTU VOZIDIEL V EURÓPSKEJ ÚNII A SLOVENSKEJ REPUBLIKE

Počet vozidiel v Európskej únii (EÚ) v posledných desaťročiach neustále rastie. Tento rast bol spôsobený viacerými faktormi vrátane hospodárskeho rastu, rastúcich príjmov a urbanizácie. V rámci podielu počtu elektrických vozidiel voči celkovému počtu sú údaje v jednotlivých členských štátoch veľmi rozdielne. Z 25 členských štátov, pre ktoré sú k dispozícii podrobné údaje, 24 zaznamenalo vyšší podiel vznetových vozidiel. V roku 2021 dosiahol počet osobných áut na elektrický pohon len na batérie v krajinách EÚ 1,9 milióna (+76 % v porovnaní s rokom 2020: 1,1 milióna). Najvyššia miera nárastu čisto batériových elektrických osobných automobilov v období 2013-2021 bola zaznamenaná medzi rokmi 2019 a 2020 (+83 %), po ktorej nasledoval nárast v roku 2021 v porovnaní s rokom 2020. Podiel čisto batériových elektrických osobných automobilov v celkový počet osobných áut vzrástol z 0,02 % v roku 2013 na 0,76 % v roku 2021.



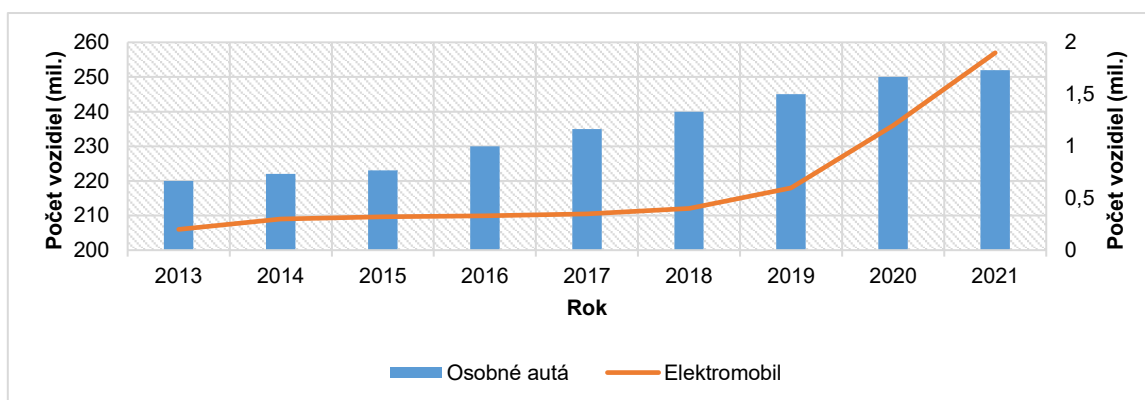
Obrázok 1 Počty osobných áut na elektrický pohon v EÚ (Eurostat,2023)

V roku 2022 registrácia nových batériových elektrických vozidiel (BEV) naďalej rástla, a to aj napriek celkovému poklesu trhu s automobilmi v EÚ (obrázok 2). V dôsledku toho sa trhový podiel BEV rozšíril na 12,1 %, čo predstavuje zlepšenie o 3,0 percentuálneho bodu v porovnaní s rokom 2021. Bol to silný rok aj pre hybridné automobily, ktoré dosiahli trhový podiel 22,6 %. Naopak, tradičné druhy benzínu a nafty naďalej strácali pôdu pod nohami. Spolu však v roku 2022 stále predstavovali viac ako polovicu predaja áut v EÚ.



Obrázok 2 Prehľad nových osobných autá podľa typu paliva v EÚ v roku 2021 a 2022 (ACEA,2023)

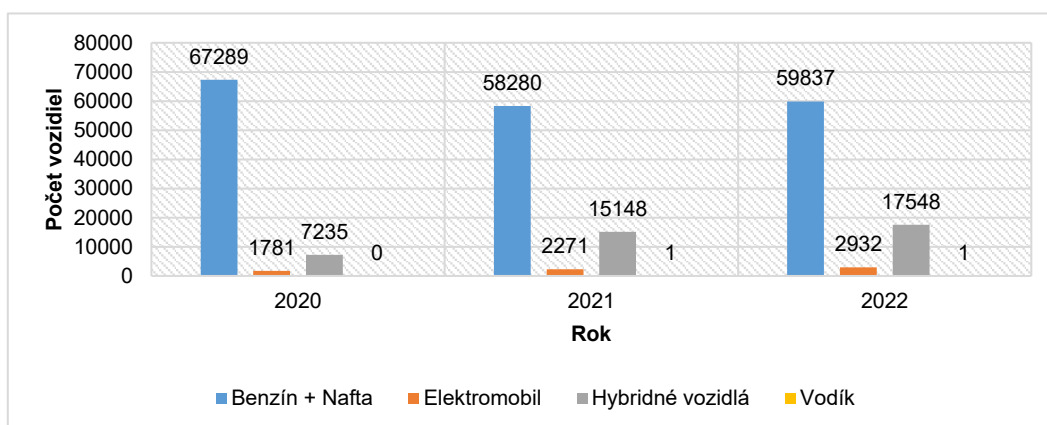
Celkovo sa vozový park osobných automobilov v takmer všetkých členských štátoch EÚ za posledných päť rokov rozrástol a prekročil celkový počet 250 miliónov automobilov v EÚ. Nárast za posledné roky tvorili osobné autá poháňané alternatívnymi palivami len malý podiel vozového parku osobných automobilov v EÚ v roku 2021 (obrázok 3). To sa odráža v tom, že podiel áut poháňaných alternatívnymi palivami je medzi novoregistrovanými osobnými automobilmi nízky.



Obrázok 3 – vývoj počtu osobných áut a počtu elektromobilov (Eurostat,2023)

V roku 2021 však počet osobných áut na elektrický pohon len na batérie v členských štátoch EÚ prekročil 1,9 milióna, čo bolo približne 37-krát vyššie ako v roku 2013 a 5-krát vyššie ako v roku 2018. Najvyššie miery nárastu boli zaznamenané medzi rokmi 2019 a 2020 (83,0 %) a medzi rokmi 2020 a 2021 (75,5 %). Ich podiel na celkovom počte osobných automobilov vzrástol z 0,02 % na 0,8 % (Eurostat, 2023). **Analýza štatistických údajov ukázala, že predaj elektromobilov v posledných rokoch rastie. Podiel elektromobilov na celkovej doprave sa zvýšil, čo naznačuje, že ich popularita sa zvyšuje. V súlade so strategickými cieľmi sa postupne rozvíja aj nabíjacia infraštruktúra pre elektromobily.**

Slovenská republika patrí medzi členské štáty EÚ, ktoré za posledné desaťky rokov zaznamenali najrýchlejší rast počtu vozidiel. V roku 1990 bolo na Slovensku evidovaných len okolo 300 000 vozidiel. Do roku 2022 sa tento počet zvýšil na viac ako 2 milióny. Tento rýchly rast možno pripísať viacerým faktorom, vrátane silného ekonomického rastu Slovenska, rastúcich príjmov a rozvoja automobilového priemyslu. V roku 2020 bol počet zaregistrovaných automobilov 6789. V roku 2021 klesol počet automobilov o 9009 kusov na hodnotu 58280. V roku 2022 stúpol počet na 59837. To je o 1038 automobilov viac ako v roku 2021. Skupina elektrických vozidiel majú výrazný charakter stúpajúceho trendu. V roku 2020 bolo zaregistrovaných na Slovensku 1781 elektromobilov a plug-in hybridov. V roku 2021 stúpol počet na 2271. V roku 2022 to bolo už 2932 počtu kusov elektromobilov a plug-in hybridov. Rozdiel medzi rokmi 2020 a 2022 je 1151 kusov. Najväčší vzrast sme spozorovali v skupine hybridných elektromobilov (obrázok 4). Graf registrovaných automobilov na hybridný pohon. V roku 2020 bolo zaregistrovaných 7235. V roku 2021 stúpol počet o 7913 kusov. V roku 2022 bol počet registrovaných hybridov 17548. To je až 2,4 násobok počtu z roku 2020.



Obrázok 4 – Počet registrovaných osobných automobilov v SR, 2020 – 2022 (PZSR, 2023)

Od roku 2022 prijalo **Prezídium hasičského a záchranného zboru** usmernenie o vyplňaní dát do systému CoordCom požiar elektromobilu alebo hybridu alebo technický zásah dopravná nehoda elektromobilu alebo hybridu. V správe o zásahu boli rozšírené typy udalostí o:

- Požiar – Dopravné prostriedky- Elektromobil/ Hybrid,
- Dopravná nehoda – Elektromobil/ Hybrid. (MVSR, 2022)

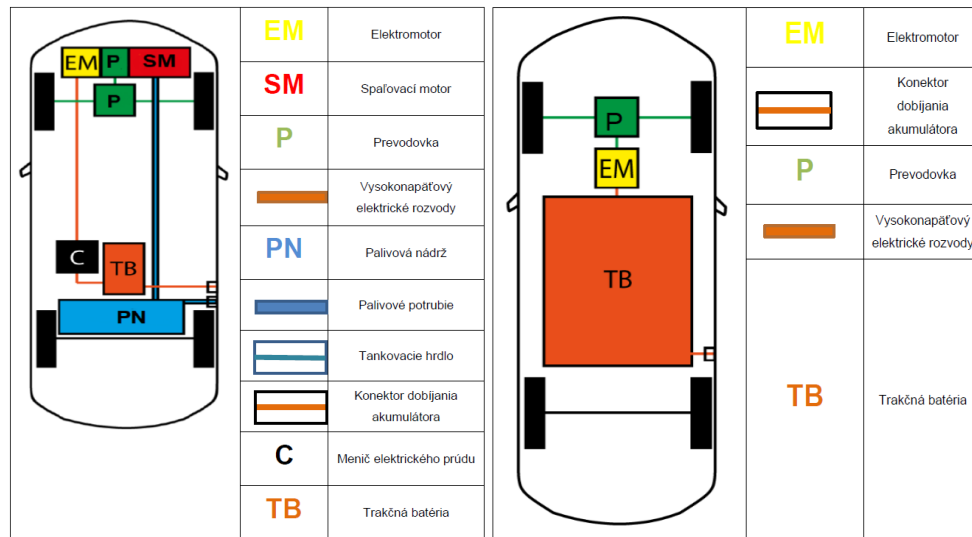
Doposiaľ nebolo možné bez týchto indexov zaznamenať do štatistík počty nežiaducich udalostí kde zasahovali hasičské jednotky pri elektromobiloch alebo hybridoch. Preto nie je možné spraviť štatistiku o počte zásahov hasičských jednotiek pri nežiaducich udalostiach spojených s elektromobilmi alebo hybridmi. V ďalších kapitolách uvádzame niekoľko príkladov, ktoré sme sa snažili opísať a analyzovať.

2. SCHÉMA HYBRIDNÉHO AUTOMOBILU A ELEKTROMOBILU

Jednoduchou schémou sme v rámci článku načrtli hlavné časti **hybridného automobilu**. Schému môžeme vidieť na obrázok 5. Hybridný automobil má dva pohonné motory. Jedným z motorov je spaľovací motor aký sa používa aj pri bežných automobilov. Môže sa jednať o motor, ktorý spaľuje benzín alebo o motor na naftu. Ďalšou pohonnou jednotkou je elektromotor. Elektromotor používa na svoju činnosť elektrickú energiu, ktorá je uložená v akumulátore. Do schémy sme použili príklad hybridného automobilu, ktorý je možné dobíjať z elektrickej siete. Preto je v schéme poznačený konektor

dobíjania. Menič prúdu je umiestnený medzi akumulátorom a elektromotorom. Slúži na premenu elektrického prúdu z jednosmerného na striedavý alebo opačne zo striedavého na jednosmerný. Vždy záleží na type vozidla (Cui, 2018)

Elektromobil (obrázok 5) nevyužíva na svoj pohon fosílné palivá. Preto pri prevádzke neprodukuje výfukové plyny. Hnacie ústrojenstvo elektromobilu spočíva z trakčného akumulátora, elektromotora a prevodovky. Srdcom elektromobilu je trakčný akumulátor. Najväčším zastúpením sú lítiovo – iónové akumulátory. Akumulátory používané v elektromobiloch majú značnú veľkosť aby mohli obsiahnuť dostatok energie pre potrebný dojazd elektromobilu. V niektorých prípadoch tvoria až 30% celkovej hmotnosti elektromobilu. Je to z dôvodu, že lítiovo- iónové akumulátory generujú menej energie na jednotku hmotnosti ako na príklad benzín (Cui, 2018)



Obrázok 5 - Schéma hybridného automobilu Schéma elektromobilu

Schémy vozidiel umožňujú pochopenie funkčnosti elektromobilov a hybridov. Ich reálna konštrukcia je oveľa zložitejšia. Hybridné vozidlá sa vyznačujú aspoň dvoma rôznymi zdrojmi energie. Vo všeobecnosti platí, že sa kombinuje benzínový motor s elektrickým, ale v niektorých prípadoch sa môže vyskytnúť aj kombinácia dieslového motora s elektrickým. V súčasnosti sa za hybridné vozidlá označujú aj tie, ktoré využívajú stlačený zemný plyn (CNG) alebo skvapalnený ropný plyn (LPG). V prípade elektromobilu sa funkčnosť pohybu vykonáva prostredníctvom nabíjateľných batérií, ktoré poháňajú elektromotor vo vozidle. Vozidlá jazdiace na elektrický pohon sa od konvenčných automobilov odlišujú hlavne systémom vysokého elektrického napätia, ktorý predstavuje určité hrozby pri záchranných prácach. Na rozlíšenie úrovne napätia sa stanovilo farebné odlišenie. Najrizikovejšia je kabeláž oranžovej farby, pretože predstavuje práve vysoké napätie a je označované priamo výrobcami vozidiel. Kabeláž je zvyčajne umiestňovaná v pevných konštrukciách vozidla a je chránená ochrannou elektroinštalacnou vrstvou, z čoho vyplýva, že je ťažko ju vizuálne vyhľadať. Systém vysokého napätia vyvoláva u hasičoch obavy, a tým sa zvyšuje opatnosť pri vykonávaní záchranných prác. Niektoré z týchto obáv sú však neoprávnené a je nutné ich spomenúť. Samotný elektrický prúd nevytvára hrozbu pre zasahujúcich a nie je nebezpečný, ak pri nehode dôjde ku styku s konštrukciou vozidla. V takejto situácii sa postupuje rovnako, ako pri klasických vozidlách. Systém vysokého napätia je od podvozku automobilu oddelený. Napriek tomu môže nastať situácia, kedy by sa poškodil zdroj elektrickej energie automobilu, čo by spôsobilo riziko zásahu elektrickým prúdom (Príručka, 2018).

3. ZDOLÁVANIE POŽIAROV ELEKTROMOBILOV V PODMIENKACH HAZZ

Na zdoľovanie nežiadúcich udalostí, sa v Hasičskom a záchrannom zbore používa množstvo náradia, ktoré sa odborne nazýva vecné prostriedky. Vecné prostriedky slúžia na dosiahnutie úspechu záchrannej akcie. V prípade dopravnej nehody sú vecnými prostriedkami pačidla, klíny, stabilizačné pomôcky, vyslobodzovacie náradie, zdvíhacie vzduchové vankúše, sekery a reťaze, zámočnícke

náradie. V prípade požiaru sa používajú vecné prostriedky na dopravu hasiacej látky na požiarovisko. Tiež to môžu byť aj ručné náradie, napríklad sekery, motykosekery, lopaty, tlmnice. Na uhasenie požiaru sa primárne používajú hadice a prúdnice. Ako zdroj vody slúži vo väčšine prípadov cisternová automobilová striekačka. V niektorých situáciách môže byť prvým vozidlom z ktorého vedie dopravné vedenie a ďalej útočné vedenie automobil záchranej hasičskej služby ďalej AHZS. Takéto situácie nastávajú v prípadoch, kedy prišlo AHZS na miesto udalosti ako prvé. V ďalšom prípade môže nastať jav, kedy sa AHZS vďaka svojím rozmerom, dostalo v nedostupnom teréne alebo úzkych cestách bližšie ako cisternová automobilová striekačka. V tomto prípade je automobil hasičskej záchranej služby dopĺňaný vodou z cisternovej automobilovej striekačky. Hasičský a záchranný zbor disponuje vo veľkom zastúpení automobilmi hasičskej záchranej služby Mercedes- Benz Vario, Mercedes- Benz Atego. Vario disponuje objemom vody na hasenie 1000 litrov. Atego disponuje objemom nádrže vody na hasenie 3000 litrov. CAS30 Tatra 815-7 je vďaka svojim takticko- technickým parametrom vhodná na hasenie elektromobilov v nedostupnom teréne. Dnes už vieme, že na uhasenie elektromobilu je potrebné väčšie množstvo hasiacej látky v porovnaní sa hasením konvenčného automobilu. Na hasenie požiarov je používaná voda. Voda má ochladzovaciu vlastnosť. Ochladzuje priestor, kde dochádza k horeniu pod bod vznietenia a prerušuje horenie. Na zvýšenie hasiacich vlastností vody sa používa zmáčadlo. Ďalej sa používa kombinované hasenie. Vodu môže obohatiť pridaním hasiaceho prášku. V neposlednom rade môže vyrobiť hasiacu penu. Penu vyrobíme pridaním penidla do vody. Správnym pomerom primiešania, tlakom na penotvornej prúdnici dosiahneme požadovanú penu, ktorá má izolačnú vlastnosť. Pena izoluje požiar od vzdušného kyslíka, ktorý pôsobí ako oxidant v pásme horenia a presuší horenie. Hasičský a záchranný zbor disponuje veľkým zastúpením cisternovými automobilovými striekačkami na podvozkoch Tatra 815-7 ďalej ako CAS30 T815-7, a Iveco Trakker ďalej ako CAS30 Iveco Trakker.



Obrázok 6 - CAS30 Iveco Trakker (Dermek, 2020)

CAS30 Iveco Trakker (obrázok 6) je vhodný vďaka šírke, dĺžke a polomeru otáčania automobil na hasenie elektromobilov v mestskom prostredí. CAS30 Iveco Trakker má zásobu vody 9000 litrov. Zásoba penidla je 850 litrov. Tieto hodnoty predurčujú CAS30 Iveco Trakker na hasenie požiaru, kde je potrebné použiť väčšie množstvo vody. Požiar elektromobilu radíme do týchto požiarov. Nakoľko na samotné naplnenie kontajnera kam sa bude vkladať elektromobil do „karantény“ bude potrebných približne 10000 litrov vody.

Požiar elektromobilu

Od prijatia usmernenia z roku 2022 (viď štatistika), eviduje HaZZ tri nežiadúce udalosti vo vzťahu k elektromobilite. Pre potreby článku, predkladáme jednu z nich. V severnej časti Slovenskej republiky došlo z neznámich príčin k vzniku požiaru elektromobilu. Na miesto udalosti bola vyslaná hasičská jednotka HaZZ o sile CAS30 T815-7 1+2 a štvorkolka Polaris Ranger 900XP 4x4 s posádkou 1+1.

Po príchode na miesto udalosti bolo prieskumom zistené že sa jedná o požiar osobného automobilu na parkovisku vo 4. štádiu horenia. Požiar bol hasený jedným vysokotlakovým prúdom od CAS30. Po lokalizácii požiaru jednotka zistila, že sa jedná o elektromobil. Veliteľ zásahu nariadil použiť na hasenie ťažkú penu. Likvidáciu požiaru komplikovali v batérie elektromobilu, ktoré boli stále aktívne aj po lokalizácii. Na miesto zásahu sa postupne dostavil vyšetrovateľ policajného zboru a zisťovateľ príčin požiaru. Keďže bolo potrebné zistiť príčinu vzniku požiaru, na miesto zásahu bolo potrebné priviesť policajného psovoda so psom. Po dohode s vyšetrovateľom na mieste ostáva policajná hliadka. Jednotka pred odchodom na základňu ešte ochladila batérie, zbalila vedie vecné prostriedky dopravné a útočné vedenia a vrátila sa na základňu. KOS HaZZ v Žiline o pár hodín neskôr po ukončení zásahovej činnosti, opätovne vyslalo hasičskú jednotku ku zhorenému elektromobilu s technikou CAS30 T815-7 s posádkou 1+1. Dôvod bol opätovné vznietenie trakčného akumulátora elektromobilu. Po uhasení a ochladení sa jednotka vrátila na základňu. Aj napriek ukončenému druhému zásahu, KOS HaZZ v Žiline vyslalo hasičskú jednotku opäť ku zhorenému vraku elektromobilu nakoľko došlo k opätovnému rozhoreniu. Na hasenie hasičská jednotka použila jeden prúd vysokého tlaku. Nakoľko sa jednotke nedarilo dostatočne batérie chladiť a stále sa z vraku dymilo veliteľ zásahu rozhodol použiť lafetovými prúd z vozidla CAS30. Záverečnou záverečným prieskumom bolo zistené, že sa z vozidla nedymí, batérie boli ochladené. Jednotka zbalila vecné prostriedky a vrátila sa na základňu. Celkovo bolo na uhasenie požiaru elektromobilu použitých 13000 litrov vody 40 litrov penidla. Zhorený vrak elektromobilu zobrazuje obrázok 7 (MVSР, 2023)



Obrázok 7 – Následky požiaru elektromobilu

Príčiny vzniku požiaru osobného automobilu neboli doteraz objasnené. Analýza správy zo zásahu, naznačuje, že prítomnosť skúseného veliteľa hasičských jednotiek prispela k úspešnému zvládnutiu požiaru. Správa však tiež uvádza, že prvý zásah hasičskej jednotky nebol dostatočný na úplné uhasenie požiaru. Trakčná batéria sa opäť rozhorela a požiar sa tak obnovil. Opätovné rozhorenie bolo pravdepodobne spôsobené tým, že v trakčnej batérii ešte ostal zvyšok elektrickej energie. Elektrická energia pôsobila ako iniciačný zdroj. Zo správy o zásahu je vidieť, že na hasenie elektromobilu bolo spotrebovaných 13000 litrov vody. To je nepomerne viac ako je bežne potrebné na uhasenie automobilu s konvenčným pohonom (spaľovacím motorom).

Vyššie uvedený zásah poukazuje na **náročnosť a zložitost' zásahovej činnosti** v prípade elektromobilu. **Pri požiaru** je v princípe vylúčený výbuch vysokonapäťovej trakčnej batérie z dôvodu príslušnej zabezpečovacej techniky (bezpečnostných prvkov batérie). Nemožno však vylúčiť prasknutie poškodených buniek vysokonapäťovej trakčnej batérie sprevádzaných exotermickou reakciou. Pri požiaru je pravdepodobné, že dôjde k uvoľneniu plynov z vysokonapäťovej batérie. Batéria a jej články sú vybavené mechanickými bezpečnostnými zariadeniami, ktoré sa otvárajú napríklad ako reakcia na zvýšenie teploty a tlaku v dôsledku požiaru, čím sa uvoľnia plyny a tlak ako preventívne opatrenie. Pri práci v exponovanom teréne je potrebné používať dýchacie prístroje. Na skrúpanie výparov a plynov by sa mala použiť vodná hmla. Tak ako pri bežných vozidlách, aj pri požiaru elektromobilov vzniká z dôvodu horiacich materiálov (napríklad plastov) zdraviu škodlivý dym. Pri dopravných nehodách sa nedá vylúčiť zvyškové riziko neskoršieho vzniku požiaru, to platí najmä pri poškodených batériách. (Príručka, 2018)

V súčasnosti, s jedným z rozhodnutí **ako postupovať a likvidovať požiar osobných automobilov na elektrický pohon** bolo zakúpenie kontajnerov, ktorých úloha je ochladzovanie batérií po ukončení zásahovej činnosti. V rámci HaZZ ide o najúčinnjšiu metódu úplného uhasenia automobilu s trakčnou batériou. Voda v kontajnere ochladzuje trakčnú batériu v elektromobile alebo hybride a tým dochádza k zataveniu horenia a ďalších chemických reakcií, ktoré by mohli viesť ku opätovnému zahoreniu. Automobil, bude pravdepodobne po lokalizácii požiaru nepojazdný. Na vloženie elektromobilu alebo hybridu do kontajnera bude potrebné použiť zdvíhacie zariadenia. Na to môžeme použiť kontajnerový automobil Tatra Phoenix. Tatry sú dislokované na Záchranných brigádach Hasičského a záchranného zboru a na vybraných hasičských staniciach. Kontajner spĺňa podmienky pre 9 triedu nebezpečnosti látok. Hrúbka stien je 3 mm. Požadovaná hrúbka podlahy je 5 mm. Objem kontajnerov je približne 30000 litrov. V rámci SR je vyškolených 16 prislúšnikov HaZZ na manipuláciu s kontajnermi na hasenie elektromobilov. Kontajnery slúžia na ochladzovanie elektromobilu, čím sa ušetrí veľké množstvo vody



Obrázok 7 Kontajner využívaný pri likvidácii požiaru osobných automobilov na elektrický pohon (MVS SR, 2023)

Záchranné zložky musia byť schopné rýchlo a efektívne reagovať na mimoriadne udalosti, ktoré zahŕňajú nové technológie. To si vyžaduje pravidelné školenie a praktický tréning. V rámci taktického cvičenia by sa naučili správne a pohotovo odpájať systém VN, identifikovať vozidlo jazdiace na elektrický pohon, prípadne správne a bezpečne manipulovať s takýmto vozidlom. Taktiež je potrebné a veľmi dôležité používanie osobných ochranných pomôcok ako sú ochranné dielektrické izolačné rukavice, izolačné podložky a podobne. Pri poškodení akumulátora a všeobecne pri horení vozidla vznikajú nebezpečné toxické výpary, ktoré môžu obsahovať oxid uhlíčitý, sadze, častice s obsahom hliníka, lítia, medi, kobaltu a podobne. Pre ochranu zdravia musia hasiči používať autonómne dýchacie prístroje.

ZÁVER

Požiare spaľovacích a elektrických vozidiel sa líšia v mnohých aspektoch. Spaľovacie autá sú síce náchylnejšie na požiare, ale ich požiare sú zvyčajne ľahšie uhasiteľné a nie sú také škodlivé. Elektromobily sú náchylnejšie na reťazové reakcie, ktoré môžu spôsobiť veľmi rýchle a intenzívne požiare. Špecificky, spaľovacie autá majú pravdepodobnosť požiaru 0,1 %, zatiaľ čo elektromobily majú pravdepodobnosť požiaru 0,0012 %. To znamená, že spaľovacie autá sú približne 60-krát náchylnejšie na požiare ako elektromobily. Avšak, keď dôjde k požiaru spaľovacieho auta, je zvyčajne možné ho uhasiť vodou alebo hasiacim prístrojom. Požiare spaľovacích áut zvyčajne produkujú plamene s teplotou okolo 800 °C, čo je oveľa menej ako teplota plameňov pri požiaroch elektromobilu, ktorá môže dosiahnuť až 1 300 °C. Reťazové reakcie pri požiaroch elektromobilov sú spôsobené elektrochemickými reakciami v batérii. Tieto reakcie môžu spôsobiť, že sa požiar veľmi rýchlo rozšíri a spôsobí značné škody. Vzhľadom na tieto riziká je dôležité, aby hasiči boli vyškolení na hasenie požiarov elektromobilov. Taktické cvičenia sú neoddeliteľnou súčasťou tohto procesu. Výcvik vo výcvikovom centre HaZZ na Lešti je potrebné obohatiť a zamerať na problematiku elektromobilov a hybridov. Je potrebné aby sa robili ďalšie pokusy s elektromobilmi. Pre ďalšie pokroky v požiarnej ochrane s témou „elektromobily“ je nutná spolupráca akademickej obce a zástupcami Hasičského a záchranného zboru.

POĎAKOVANIE

Príspevok vznikol za podpory projektu KEGA projekt č. 041ŽU-4/2023,, VZDELÁVACÍ A VÝCVIKOVÝ MODUL ROZŠIRUJÚCI ZNALOSTI, ZRUČNOSTI A KOMPETENCIE ŠTUDENTOV PROGRAMU ZÁCHRANNÉ SLUŽBY“, a Grantového systému UNIZA č. 18757 „, Optimalizácia výcvikového zariadenia pre použitie hydraulického vyslobodzovacieho náradia pri dopravných nehodách“.

LITERATÚRA

- ACEA, 2023. Fuel types of new cars: battery electric 12.1%, hybrid 22.6% and petrol 36.4% market share full-year 2022. ACEA Driving Mobility for Europe. Online: <https://www.acea.auto/fuel-pc/fuel-types-of-new-cars-battery-electric-12-1-hybrid-22-6-and-petrol-36-4-market-share-full-year-2022/>
- Cenvis s.r.o. Bratislava. 2023 batback.sk. Dostupné na: <http://www.batback.sk/component/content/article/18>
- Dermek. 2020. Galéria Hasičskej techniky
- H. Cui and G. Xiao, "Fuel-Efficiency Technology Trend Assessment for LDVs in China: Hybrids and Electrification," The International Council on Clean Transportation, 2018.
- International Energy Agency, "Global EV Outlook 2018," International Energy Agency, 2018.
- Ministerstvo vnútra Slovenskej republiky. Prezídium hasičského a záchranného zboru. Bratislava. 2023. Správa o zásahu č. 50.2590540-1
- Ministerstvo vnútra Slovenskej republiky. Prezídium hasičského a záchranného zboru. Bratislava. Rozkaz prezidenta Hasičského a záchranného zboru zo dňa 27.12.2022
- Ministerstvo vnútra Slovenskej republiky. Prezídium hasičského a záchranného zboru. Bratislava. 2023. Online: <https://www.minv.sk/?tlacove-spravy-3&sprava=hasici-coskoro-dostanu-specialnu-techniku-pre-bezpecnu-manipulaciu-s-toxickym-odpadom-v-lokalite-chemko-strazske>
- Policajný zbor SR. 2023. Počet evidovaných elektromobilov a hybridov. Online: <https://www.minv.sk/?pocet-evidovanych-elektromobilov-a-hybridov>
- Príručka pri nehode a vyslobodzovaní motorových vozidiel s vysokonapäťovými trakčnými batériami, 2018, Prvé vydanie. Vydal: Volkswagen Slovakia, a.s.
- Statistics Eurostat Explained. 2023 Online. Dostupné na: <https://ec.europa.eu/eurostat/statisticsexplained/>

Milan Konárik, Ing., PhD.

Žilinská univerzita v Žiline, Fakulta bezpečnostného inžinierstva, Katedra požiarneho inžinierstva, Ul. 1. mája 32, 010 26 Žilina, Slovenská republika,

E-mail: milan.konarik@uniza.sk

Michal Ballay, Ing., PhD.

Žilinská univerzita v Žiline, Fakulta bezpečnostného inžinierstva, Katedra požiarneho inžinierstva, Ul. 1. mája 32, 010 26 Žilina, Slovenská republika,

E-mail: michal.ballay@uniza.sk

Jozef Svetlík, doc. Ing., PhD.

Žilinská univerzita v Žiline, Fakulta bezpečnostného inžinierstva, Katedra požiarneho inžinierstva, Ul. 1. mája 32, 010 26 Žilina, Slovenská republika,

E-mail: jozef.svetlik@uniza.sk

Dávid Kalužník, Ing.

Okresné riaditeľstvo HaZZ Žilina. Nám. Požiarikov, 1 010 01 Žilina.



MOŽNOSTI VYUŽITÍ KONSTRUKTIVNÍ SIMULACE PRO PLÁNOVÁNÍ NOUZOVÉHO ZÁSOBOVÁNÍ VODOU

POSSIBILITIES OF USING CONSTRUCTIVE SIMULATION FOR EMERGENCY WATER SUPPLY PLANNING

JIŘÍ BARTA, JIŘÍ KALENDA

ABSTRACT: The paper focuses on the issue of information support of emergency drinking water supply planning. Implementation of simulation into the process modeling for process verification in the field of Crisis Management provides us with an opportunity to make the preparation of a Crisis Management Plan more effective. The article presents the role of simulation in Crisis Management, the possibility of using simulations within the Crisis Management Cycle, and particularly the use of constructive simulation in the process verification of the emergency water supply. During the simulation, deficiencies in the planning processes have been identified, and possibilities of simulation tools aimed at the planning process of crisis management in the emergency water supply field have been discussed.

KEYWORDS: Information support. Crisis management. Practical exercise. Education. Constructive simulation. Emergency water supply.

ÚVOD

Voda, chemickým vzorcem H_2O , je jednou ze základních podmínek pro existenci života na Zemi. V současnosti neexistuje žádné odvětví, kde by nebyla voda zapotřebí. I když voda patří mezi nejrozšířenější látky na Zemi, její zásoby jsou omezené. Její spotřeba souvisí s rostoucím počtem obyvatel, se zvyšováním jejich životní úrovně a s rozvojem průmyslu, zemědělství a dalších odvětví (Beran & Hanel, 2015). V současné době je téma vody velmi diskutované, protože s pokračujícím suchým obdobím začínají docházet zdroje pitné vody. Nedostatek pitné vody, spojený se snižující vydatností vodních zdrojů není v současnosti řešen v rámci krizového plánování, které je součástí krizového řízení. Krizovým řízením se podle krizového zákona (Zákon č. 240/2000 Sb.) rozumí souhrn řídicích činností orgánů krizového řízení zaměřených na analýzu a vyhodnocení bezpečnostních rizik a plánování, organizování, realizaci a kontrolu činností prováděných v souvislosti s přípravou na krizové situace a jejich řešením nebo s ochranou kritické infrastruktury. Krizové řízení řeší nouzové zásobování pitnou vodou v případě nedostatku pitné vody způsobeného mimořádnou událostí nebo krizovou situací (Kubás, 2022).

1. NOUZOVÉ ZÁSOBOVÁNÍ VODOU

Terminologický slovník Ministerstva vnitra (2016) definuje nouzové zásobování vodou jako způsob řešení zásobování vodou za krizových situací, jehož účelem je zabezpečení nezbytného množství vody požadované jakosti v případech, kdy stávající systém zásobování pitnou vodou je zcela nebo částečně nefunkční. Z toho vyplývá, že je nutno nahradit v minimálním objemu pitné vody část nebo celou distribuční síť (vodovod). K aktivaci nouzového zásobování vodou může dojít z mnoha důvodů. Mezi tyto důvody lze zařadit například dlouhodobé přerušení dodávky elektrické energie, vznik havárií vodovodu, které může být způsobeno i povětrnostními vlivy, nebo havárie v rámci vodního zdroje, kde došlo ke kontaminaci vody nebezpečnými látkami, narušení technologie výroby pitné vody a další (Tomek & Strohmandl & Rak, 2014). Je nutné si uvědomit, že nouzové zásobování pitnou vodou je třeba zahájit nejpozději do pěti hodin od přerušení dodávky pitné vody (Ministerstvo vnitra, 2016). Nouzové zásobování pitnou vodou je také omežováno časově, na nezbytně nutnou dobu, než dojde k opravě a zprovoznění původní distribuční soustavy, nebo než bude nalezen adekvátní způsob řešení mimořádné události či krizové situace a obnovena dodávka pitné vody jinými způsoby (např. nově vybudovaným náhradním vodovodem, tzv. suchovodem, jehož hlavní součásti jsou v České republice v pohotovostních zásobách Správy státních hmotných rezerv).

V rámci několika publikovaných prací, které se problematikou nouzového zásobování vodou zabývaly, bylo řešeno nouzové zásobování balenou pitnou vodou a v rámci nouzového zásobování nebalenou pitnou vodou, bylo řešeno množství jednotlivých typů použitelných prostředků a celkový objem cisteren, které jsou k dispozici v daném katastru pro nouzové zásobování pitnou vodou. Tento směr plánování je správný, pokud řešíme pouze plošné pokrytí katastru obce, města či regionu. V závislosti na potřebách celkového množství vody v rámci nouzového zásobování pitnou vodou, je nutno počítat i s potřebou či nutností doplňování jednotlivých stacionárních cisteren (výdejních míst pitné vody) z velkoobjemových mobilních cisteren, či provádět výměnu prázdné kontejnerové cisterny (obrázek 1) za plnou.



Obrázek 1 Kontejnerová cisterna na pitnou vodu
(<https://www.kobit.cz/produkty-nastavba-na-pitnou-vodu-mk-3-detail-125>)

Vzhledem k tomu, že dle Metodického pokynu Ministerstva zemědělství (2016), který vychází z Koncepce zabezpečení obyvatelstva pitnou vodou za krizových situací (Ministerstvo zemědělství, 2003), je stanoveno nezbytné množství pitné vody v požadované jakosti na jednoho obyvatele. Minimální dodávka pitné vody je uvedena v tabulce 1, a toto množství pitné vody není možné v některých lokalitách zajistit pouze balenou vodou a přivezením stacionárních cisteren bez průběžného doplňování.

Tabulka 1 Požadavky na zachování minimální dodávky pitné vody v požadované jakosti na osobu a den (Ministerstvo zemědělství, 2003)

Dny nouzového zásobování pitnou vodou	Množství pitné vody na osobu a den
první den	5 litrů
druhý den	5 litrů
třetí a další dny	10 – 15 litrů

Z tohto důvodu musí být součástí plánu nouzového zásobování vodou i harmonogram průběžného doplňování stacionárních výdejních míst a způsob informování pracovníků zabezpečujících nouzové zásobování vodou, že je stacionární výdejní místo prázdné a že je nutné jej doplnit. Jednodušší varianta informování o tomto stavu je v případě, že u každého stacionárního výdejního místa (cisterny) bude pracovník zabezpečující evidenci a výdej vody. Pro vypracování či ověření harmonogramu průběžného doplňování stacionárních výdejních míst je možné využít nástrojů konstruktivní simulace, která umožňuje v rámci simulovaného prostředí zahrnout velké množství faktorů, které mohou doplňování stacionárních výdejních míst ovlivnit, jako jsou například počasí, stav příjezdové komunikace, defekty či závady na vozidlech.

2. VYUŽITÍ KONSTRUKTIVNÍ SIMULACE

Simulace a praktické ověření procesů s využitím simulačních technologií jsou stále rozšířenější v celém světě. S rozvojem technologií a růstem výkonnosti výpočetních prostředků je rozšiřování simulací ještě výraznější. Simuluje se šíření povodňových vln po velkých deštích, vliv použití laserů v okolí letišť na bezpečnost leteckého provozu, vliv hustoty provozu na plynulost dopravy, šíření nebezpečných látek, efektivita účinků vojenské munice a další procesy (Schutzel & Uhrmacher, 2015). Simulace

se také využívá při praktickém výcviku a získávání dovedností pracovníků. Výjimkou nejsou ani členové krizového managementu a členové krizových štábů na různých úrovních řízení (Oulehlová & Malachová, 2019). Výcvik pracovníků je významnou oblastí, kde možnosti využití simulace nejsou a nebudou v nejbližší době vyčerpány (Hubáček & Řezáč, 2013).

Praktická příprava s podporou konstruktivní simulace je běžně využívaná při přípravě vojenského personálu a pracovníků krizových štábů. Tento typ přípravy představuje formu praktického cvičení s počítačovou podporou, které se také nazývá CAX (Computer Assisted Exercise). CAX se zaměřuje na poskytnutí co nejrealnějšího prostředí účastníkům cvičení (Jánošíková & Ondrejka, 2020). Zaměřuje se na zdokonalení jejich praktických dovedností a na podporu jejich schopností rozhodovat při řešení krizové situace. Připravenost na řešení mimořádných událostí či krizových situací výrazně přispívá k zajištění účinné a rychlé reakce a minimalizaci škody. Osvojení si praktických dovedností a znalostí umožní úspěšně reagovat na vzniklou situaci. V České republice se problematikou výcviku zabývá zákon o integrovaném záchranném systému (Zákon č. 239/2000 Sb.), který řeší povinné cvičení a praktický výcvik pouze pro prvky integrovaného záchranného systému.

Praktická cvičení pracovníků krizového řízení hrají významnou roli v krizové připravenosti tým, že umožňují všem zainteresovaným subjektům krizového managementu otestovat a ověřit své plány, schopnosti a dovednosti. V rámci praktického výcviku převádí konstruktivní simulace reálné prostředí do „bezpečného“ interaktivního prostředí simulátoru. Ve cvičném prostředí mají subjekty možnost identifikovat mezery a slabiny ve svých schopnostech a dovednostech a zaměřit se na oblasti pro zlepšení (Barta & Kalenda, 2020). Konstruktivní simulace je při správné implementaci schopna výrazně zlevnit a zjednodušit provádění praktických cvičení pracovníků krizového řízení a v rámci svého dynamického interaktivního prostředí s atraktivními vizualizacemi, obohatit cvičení. Významným cílem ve společném úsilí plnění úkolů praktického cvičení v oblasti krizového řízení je předcházet rizikům, chránit se před nimi, reagovat na ně, zmírňovat jejich dopady a zotavovat se z nich (Oulehlová & Malachová, 2019).

Nástroje konstruktivní simulace neslouží v rámci krizového řízení jen k praktickému výcviku pracovníků krizových štábů a zainteresovaných subjektů, ale jsou uplatnitelné i při ověření reálné proveditelnosti některých procesů krizového plánování. Jedná se především o využití konstruktivní simulace na simulaci činností přečerpávání, dopravy, složení plné kontejnerové cisterny a naložení prázdné kontejnerové cisterny, přípravu cisterny na výdej pitné vody, zkrátka celého procesu doplňování výdejních míst nouzového zásobování pitnou vodou. V plánech pro nouzové zásobování vodou je často využívána prostá matematika, bez zahrnutí dalších podstatných vlivů. Například: pokud jeden doplňovací cyklus (napouštění, doprava, přečerpání/ přeložení cisterny, doprava zpět) trvá 2 hodiny, je možno realizovat 12 doplňovacích cyklů. V reálné situaci není v lidských ani technických silách, aby posádka (i na směny) či technika fungovali 24 hodin denně, bez odpočinku a potřebného času na údržbu.

3. KRITÉRIA SIMULACE NOUZOVÉHO ZÁSOBOVÁNÍ VODOU

Konstruktivní simulace nabízí široké možnosti využití pro experimentální ověřování požadavků na schopnosti v procesu nouzového zásobování vodou v rámci podpory krizového plánování. Umožňuje prostřednictvím virtualizovaného modelu chování daného systému ověřit, eventuálně nalézt vstupní parametry variant řešení požadavků na přepravu pitné vody a doplňování stacionárních výdejních míst nouzového zásobování vodou. Následně lze tyto parametry konkrétního řešení ověřit na velkém množství realizovaných cyklů v rámci simulace. **Výsledek konstruktivní simulace** je vždy ovlivněn kvalitou vstupních dat, zejména precizním definováním zkoumaného problému a prostředí. V rámci simulace není řešen výběr zdrojů pitné vody pro nouzové zásobování pitnou vodou (Ministerstvo zemědělství, 2003) a taktéž není řešeno rozmístění jednotlivých stacionárních výdejních míst nouzového zásobování vodou dle hustoty osídlení a počtu obyvatel (řeší krizové plány) či technické prostředky pro nouzové zásobování v jednotlivých územních celcích. Tyto údaje jsou však pro simulaci nezbytné, protože jejich přesná lokace má vliv na stanovení nejvhodnější trasy či nalezení alternativních tras, příjezdových komunikací s vhodným přístupem k jednotlivým stacionárním výdejním místům nouzového zásobování pitnou vodou apod.

V rámci simulace je nutné stanovit kritéria, která jsou v rámci experimentu proměnlivá a ovlivňují časovou náročnost doplňování stacionárních výdejních míst nouzového zásobování pitnou vodou. Mezi tyto kritéria patří:

- roční období,
- meteorologické podmínky,
- technický stav komunikací,
- vliv nákladu na rychlost přesunu,
- způsob plnění mobilních cisteren,
- časová norma pro zapojení/odpojení přečerpávací armatury,
- časová norma pro složení/naložení kontejnerové cisterny,
- výkon čerpadel mobilních cisteren,
- a další.

V rámci simulace doplňovacího cyklu je využíván model cisternového vozidla značky Mercedes, které je vidět na obrázku 2. Model vozidla má dostatečné vyriabilní nastavení a proto je možno v rámci simulace změnit parametry cisternového vozidla a zohlednit požadovaná kritéria. I když vzhled vozidla není možno měnit, jeho užité vlastnosti ano. Například rychlost jízdy, jízdní vlastnosti, celkové množství pitné vody, které lze do cisterny načerpat/napustit apod. Obdobně lze měnit i nastavení procesu připojování přečerpávacích armatur a rychlost přečerpávání vody.



Obrázek 2 Model cisternového vozidla využitého v konstruktivní simulaci (vlastní)

Pro statisticky významné výsledky experimentu je třeba dle kvalifikovaného odhadu realizovat sto a více simulací, v rámci procesu doplnění stacionárních výdejních míst ze zdroje či zdrojů pro nouzového zásobování pitnou vodou. V průběhu experimentu se objevily další faktory, které ovlivňují časovou náročnost procesu doplňování stacionárních výdejních míst nouzového zásobování pitnou vodou. Příkladem jsou povinné bezpečnostní přestávky pracovníků, zručnost jednotlivých pracovníků při práci s armaturami a různá úroveň snižování výkonnosti jednotlivých pracovníků s rostoucí dobou nasazení při řešení krizové situace. **Implementace nových kritérií** má podstatný vliv na požadovaný počet potřebných simulací jednotlivých doplňovacích cyklů pro statisticky významný výsledek. Pro vyhodnocení experimentu bude použita metoda matematické statistiky T-test, která umožní ověřit, zda normální rozdělení časové náročnosti jednotlivých doplňovacích cyklů, z něhož pochází určitý náhodný výběr, má určitou konkrétní střední časovou hodnotu, se kterou je možno počítat při plánování doplňování stacionárních výdejních míst nouzového zásobování pitnou vodou. Pokud bude určena průměrná časová hodnota doplňovacího cyklu, je možné harmonogram doplňování stacionárních výdejních míst realizovat s velkou přesností a stanovit, zda je disponibilní počet cisternových vozidel pro doplňování stanoveného počtu stacionárních výdejních míst dostatečný, nebo bude třeba, pro zabezpečení nouzového zásobování pitnou vodou, zabezpečit další cisternová vozidla z externích zdrojů, např. záůjčkou od Správy státních hmotných rezerv.

ZÁVĚR

Článek se zabýval dílčí částí procesu plánování nouzového zásobování pitnou vodou. Kromě pozitivních přínosů, které voda jako jedna ze základních složek, které člověk potřebuje pro život přináší, je třeba řešit i rizika spojená s přerušením dodávek pitné vody obyvatelstvu. Organizace nouzového zásobování pitnou vodou je velmi náročný logistický proces se spoustou proměnných, které je třeba v rámci řešení krizové situace vyřešit.

Nástroje konstruktivní simulace, které se využívá pro praktický výcvik pracovníků krizového managementu a členů krizových štábů na různých úrovních řízení, je možno využít i pro simulaci procesů spojených s nouzovým zásobováním pitnou vodou. Klíčový parametr při plánování nouzového zásobování pitnou vodou je schopnost a rychlost doplňování stacionárních výdejních míst cisternovými vozidly či obměna kontejnerových cisteren. Na četnosti doplňování výdejních míst závisí zabezpečení dostatečného množství pitné vody pro obyvatelstvo.

Jsou zde uvedena kritéria, která ovlivňují přepravu pitné vody cisternovými vozidly a tím mohou snížit rychlost a četnost doplňování stacionárních výdejních míst. Na základě prováděného experimentu se metodou matematické statistiky T-test ověřuje, zda po provedení dostatečného množství simulací procesu doplňování výdejních míst nouzového zásobování pitnou vodou, stanovíme určitou konkrétní střední časovou hodnotu, se kterou bude možno plánovat průběžné doplňování stacionárních výdejních míst pitné vody tak, aby bylo nouzového zásobování obyvatelstva pitnou vodou požadované jakosti dostatečné.

LITERATURA

- Barta, J. & Kalenda, J. (2020). Vývoj komunikačního prostředí simulátoru na podporu řešení krizových situací. *Krizový manažment*, 2020(2), 60-67. ISSN 1336-0019.
- Beran, A., & Hanel, M. (2015). Definování zranitelných oblastí z hlediska nedostatku vody na území České republiky. *Vodohospodářské technicko-ekonomické informace*, 57(4–5), 23-26.
- Hubáček, M. & Řezáč, D. (2013). Simulation Technology and Training of Rescue Services. In *The Science for population protection*. vol. 5, no. 3/2013, pp. 21-38. ISSN 1803-635X.
- Kubás, J. (2022). Krizové situácie v prostredí Slovenskej republiky. *Krizový manažment*. Žilina, 21(2), 5-10. ISSN 1336-0019.
- Ministerstvo zemědělství. (2003). *Koncepce zabezpečení obyvatelstva pitnou vodou za krizových situací: Vodní hospodářství* [online]. Ministerstvo zemědělství, 2003 [cit. 2023-09-01]. Dostupné z: <http://eagri.cz/public/web/mze/voda/vodovody-a-kanalizace/zabezpeceni-pitne-vody-za-krizo-vych/koncepce-zabezpeceni-obyvatelstva-pitnou.html>
- Ministerstvo zemědělství. (2016). *Metodický pokyn Ministerstva zemědělství čj. 74020/2016-MZE-15000 ze dne 22.6.2016 k zajištění jednotného postupu orgánů krajů, hlavního města Prahy, orgánů obcí s rozšířenou působností, orgánů obcí a městských částí v hlavním městě Praze v systému nouzového zásobování obyvatelstva pitnou vodou při mimořádných událostech a za krizových stavů*. [cit. 2022-09-13]. Dostupné z: <https://eagri.cz/public/portal/mze/voda/vodovody-a-kanalizace/zabezpeceni-pitne-vody-za-krizovych/metodicky-pokyn-ministerstva-zemedelstvi-1>
- Ministerstvo vnitra. (2016). *Terminologický slovník pojmů z oblasti krizového řízení, ochrany obyvatelstva, environmentální bezpečnosti a plánování obrany státu*. [cit. 2023-09-11]. Dostupné z: <http://www.mvcr.cz/>
- Jánošíková, M. & Ondrejka, R. (2020). Konstruktivní simulácia v príprave krizových manažérov. *Krizový manažment*. Žilina, 19(2), 84-89. ISSN 1336-0019.
- Oulehlová, A. & Malachová, H. (2019). An Exercise in Crisis Management Preparedness in the Case of Gas Supply Disruption. *Krizový manažment*. Žilina, 18(2), 5-15. ISSN 1336-0019.
- Schutzel, J. & Uhrmacher, A. M. (2015). Targeted Extraction of Simulation Data. In: *Distributed Simulation and Real Time Applications (DS-RT)*, 2015 IEEE/ACM 19th International Symposium on. IEEE. p. 10-17.
- Tomek, M. & Strohmandl, J. & Rak, J. (2014) *Zásobování obyvatelstva pitnou vodou za mimořádných situací*. Praha: Academia. ISBN 978-80-7454-462-0.
- Zákon č. 240/2000 Sb. o krizovém řízení a o změně některých zákonů (krizový zákon).
- Zákon č. 239/2000 Sb. o integrovaném záchranném systému a o změně některých zákonů.

Jiří Barta, Ing., Ph.D.

Univerzita obrany, Kounicova 65, 66210 Brno, Česká republika
e-mail: jiri.barta@unob.cz

Jiří Kalenda, Ing.

Univerzita obrany, Kounicova 65, 66210 Brno, Česká republika
e-mail: jiri.kalenda@unob.cz



VYUŽITIE NOVÝCH TECHNOLOGIÍ PRI MONITOROVANÍ KRITICKEJ INFRAŠTRUKTÚRY

USING ADVANCED TECHNOLOGIES IN CRITICAL STRUCTURE MONITORING

MICHAL MIŠKE, LUCIA FIGULI, ZDENĚK DVOŘÁK

ABSTRACT: *In an era marked by rapid technological advancements, the assessment of critical infrastructure resilience has also entered a new age. The incorporation of cutting-edge technologies into the evaluation process has revolutionized how we gauge the capacity of critical structures to withstand and recover from various threats, including natural disasters, cyberattacks, and other unforeseen disruptions. This transformation is of paramount importance, given the essential role that critical infrastructure plays in supporting modern societies. These technologies enable a multifaceted approach to resilience assessment, providing a more comprehensive and accurate understanding of vulnerabilities and potential points of failure. One of the primary advantages of these technologies is their ability to process vast amounts of data in real-time. Furthermore, simulations and modelling, powered by these technologies, offer a virtual testing ground for assessing resilience. Engineers and planners can simulate various crisis scenarios, evaluating the infrastructure's ability to withstand and recover from extreme conditions. This virtual experimentation enables the development of more effective contingency plans and investment strategies to enhance resilience. These tools empower decision-makers to make informed choices, reduce vulnerabilities, and improve the resilience of critical infrastructure.*

KEYWORDS: *Critical infrastructure. Resilience. Advanced technologies. Assessment.*

ÚVOD

Problematika ochrany významných infraštruktúrnych objektov sprevádza všetky vojenské konflikty. Preto v minulosti boli pre potreby obrany Slovenskej republiky definovaný Zákon 319/2002 Z.z. o obrane Slovenskej republiky. Uvedený zákon definuje objekty osobitnej dôležitosti a ďalšie dôležité objekty. (Zákon 319/2002 Z.z). V prvej dekáde 21. storočia v Európe, Spojených štátoch amerických a v Austrálii sa začala kreovať agenda obrany a ochrany kritickej infraštruktúry. Celý proces vyvrcholil vydaním Smernice 2008/114/ES o identifikácii a označení európskych kritických infraštruktúr a zhodnotení potreby zlepšiť ich ochranu (Smernica 2008/114). Uvedená smernica bola východiskovým dokumentom pre vznik Zákona 45/2011 Z.z. o kritickej infraštruktúre (Zákon 45/2011). Druhá dekáda 21. storočia potvrdila význam ochrany kritických infraštruktúr. Okolo roku 2016 sa však vo vedecko odborných kruhoch objavil pojem resiliencie (odolnosť) kritických infraštruktúr. V rámci projektu bezpečnostného výskumu Českej republiky bola vytvorená certifikovaná metodika zameraná na resilienciu (robustnosť, obnoviteľnosť a adaptabilitu). Táto metodika bola viacnásobne testovaná a verifikovaná v praxi (CIERA, 2018). V dobe vyznačujúcej sa rýchlym technologickým pokrokom sa aj hodnotenie odolnosti kritickej infraštruktúry dostalo do novej éry. Po roku 2020 bola naštartovaná odborná diskusia, ktorá smerovala ku zmene prístupu a dnes je cieľom posilňovať resilienciu kritických subjektov, pozri Smernicu 2557/2022 o odolnosti kritických subjektov (Smernica 2557/2022).

Začlenenie špičkových technológií do hodnotiaceho procesu zásadným spôsobom mení spôsob, akým posudzujeme schopnosť kritických prvkov a subjektov odolať a zotaviť sa z rôznych hrozieb, vrátane prírodných katastrof, kybernetických útokov a ďalších neočakávaných javov. Táto transformácia je nesmierne dôležitá vzhľadom na kľúčovú úlohu, ktorú kritická infraštruktúra zohráva pri podpore moderných spoločností. Adaptácia pokročilých technológií, ako sú napríklad analýza veľkých dát, adaptácia umelej inteligencie (AI) a Internetu vecí (IoT), umožnila odborníkom a posudzovateľom hlbšie preniknúť do zložitostí systémov kritickej infraštruktúry. Tieto technológie umožňujú komplexný prístup k hodnoteniu odolnosti, poskytujúci komplexnejšie a presnejšie pochopenie zraniteľností a potenciálnych slabých miest, ktoré sú náchylné na zlyhania. Jedným z hlavných benefitov týchto technológií je ich schopnosť spracovávať obrovské množstvo dát v reálnom čase. Analýza veľkých dát

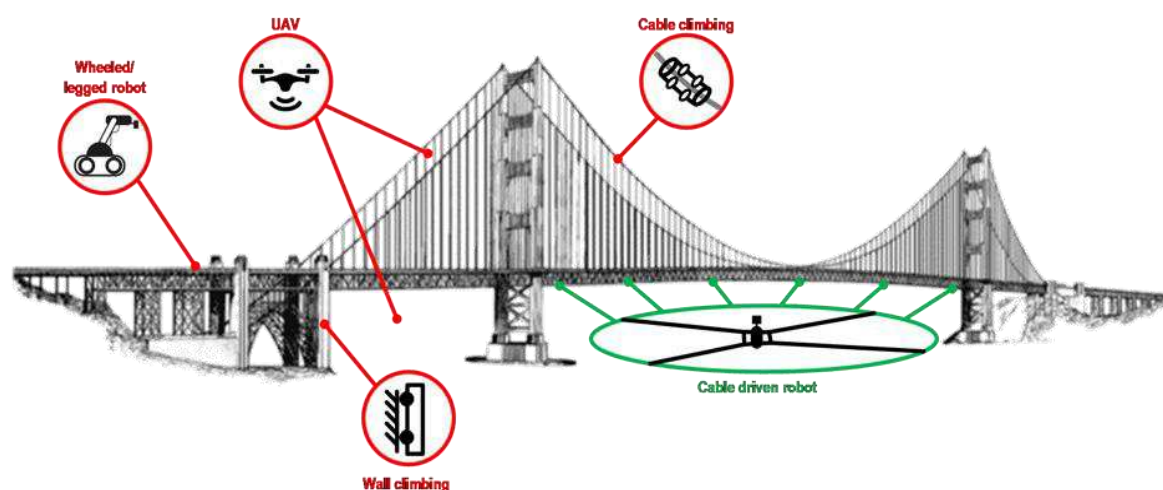
môže zbierať a analyzovať údaje z rôznych zdrojov, vrátane senzorov, vzdialených monitorovacích systémov a historických záznamov. Tento prístup riadený dátami poskytuje pohľad na výkon a zaťaženie kritickej infraštruktúry v reálnom čase a identifikuje odchýlky od stavu normálnej prevádzky a teda následne aj potenciálne odhaľuje zraniteľnosti. V projekte REMAKE-3D budú využité predovšetkým simulácie a modelovanie, ktoré ponúkajú virtuálny testovací priestor na hodnotenie resiliencie zvolených prvkov kritickej infraštruktúry. Inžinieri a plánovači tak môžu simulovať rôzne krízové scenáre a vyhodnocovať schopnosť infraštruktúry odolať a zotaviť sa z extrémnych podmienok. Toto virtuálne experimentovanie umožňuje vypracovanie efektívnejších plánov na zvládanie kríz alebo taktiež pripraviť stratégiu investovania s cieľom zvýšiť resilienciu. Vo svete charakterizovanom neustálym vývojom hrozieb je využívanie výhod týchto technológií zásadné pre ochranu stability a funkčnosti infraštruktúry, ktorá podporuje našu demokratickú spoločnosť. (Dvorak, 2021) (Figuli, 2023) (Daponte, 2023)

1. AKTUÁLNY STAV SKÚMANEJ PROBLEMATIKY

Po mnohých prírodných katastrofách, ktoré sa nedávno odohrali napríklad v Taliansku, Grécku, či v Líbyi alebo antropogénnej činnosti, v dôsledku ktorej bola zničená napríklad Kachovská priehrada a iné, sa pojem kritickej infraštruktúry skloňuje vo svete čoraz viac. Svet túto tému rieši už dlhšie a v tejto oblasti existujú napríklad viaceré vedecké projekty smerované na posilňovanie odolnosti infraštruktúr:

- DESDEMONA (EU Research Fund for Coal and Steel), (DESEMONA, 2018)
- IRIS G5924 (NATO SPS), (IRIS, 2021)
- APRIORI G6140 (NATO SPS), (APRIORI, 2023)
- REMAKE 3D (APVV-22-0562), (REMAKE-3D, 2023)

Tieto projekty využívajú rôzne druhy pokrokových technológií akými sú napríklad: roboty, drony na skenovanie objektu kritickej infraštruktúry, ktoré vytvárajú tzv. digitálne dvojča, na ktorom následne je možné skúmať pôsobenie vonkajších vplyvov na daný objekt. Tento výstup z technológií môže byť využitý na rôzne numerické simulácie, vizualizáciu alebo len jednoducho na narábanie s novými dátami. V rámci nástrojov sa využívajú predovšetkým drony, káblové roboty, roboty schopné fungovať pod vodou na skenovanie objektu ak sa jeho časť nachádza vo vode (napr. piliere mostov), zobrazenie využitia je na obrázku 1, a samozrejme 3D skenery (IRIS, 2023). Cieľom všetkých spomenutých projektov je samozrejme zvyšovanie úrovne bezpečnosti a resiliencie kritickej infraštruktúry, ktorú Řehák a spol. v Metodike hodnotenia resiliencie prvkov kritickej infraštruktúry (CIERA, 2023) definujú ako vnútornú pripravenosť systému na nežiadúce udalosti, resp. ide o schopnosť týchto subsystémov zaistiť udržateľnosť svojich funkcií pri pôsobení negatívnych vonkajších alebo vnútorných faktorov.



Obrázok 1 Ukážka použitia rôznych robotických zariadení (IRIS, 2021)

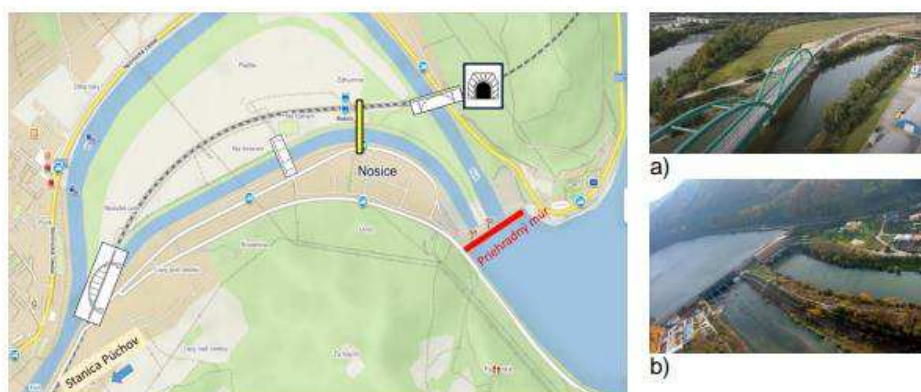
V týchto projektoch bola a je Fakulta bezpečnostného inžinierstva UNIZA aktívnym partnerom, spolupracujúcim s viacerými ďalšími subjektmi nielen na Slovensku, ale aj v zahraničí. Projekt IRIS,

ktorý je financovaný SPS NATO, je zameraný taktiež na vytváranie digitálnych dvojčiek a jeho hlavnými cieľmi sú (IRIS, 2023):

- Vývoj nových technológií na plné automatizovanie využitia robotizovaných systémov a senzorových sietí pri získavaní údajov pre prieskum, kontrolu a monitorovanie,
- interakcia medzi získavaním údajov a ich ukladaním je riadená vytvorením pokročilých modelov, ktoré predstavujú digitálne dvojčky infraštruktúry aktualizované v reálnom čase,
- pre nepretržité nedeštruktívne hodnotenie infraštruktúry sa využíva integrácia rôznych informácií, tzv. proces fúzie údajov, s cieľom vytvoriť výkonné digitálne modely poskytujúce komplexný a realistický opis preskúmaného zariadenia počas jeho životného cyklu, aj po výskyte katastrofy,
- údaje a modely tvoria základ pre identifikáciu a popis defektov a degradácie, najmä s ohľadom na stanovenie možného zníženia výkonnosti existujúcich štruktúr,
- súhrne získané poznatky, riadne spravované, tvoria vstup pre automatizované alebo čiastočne automatizované procesy rozhodovania, ktoré sú užitočné pri riadení zariadení a infraštruktúry.

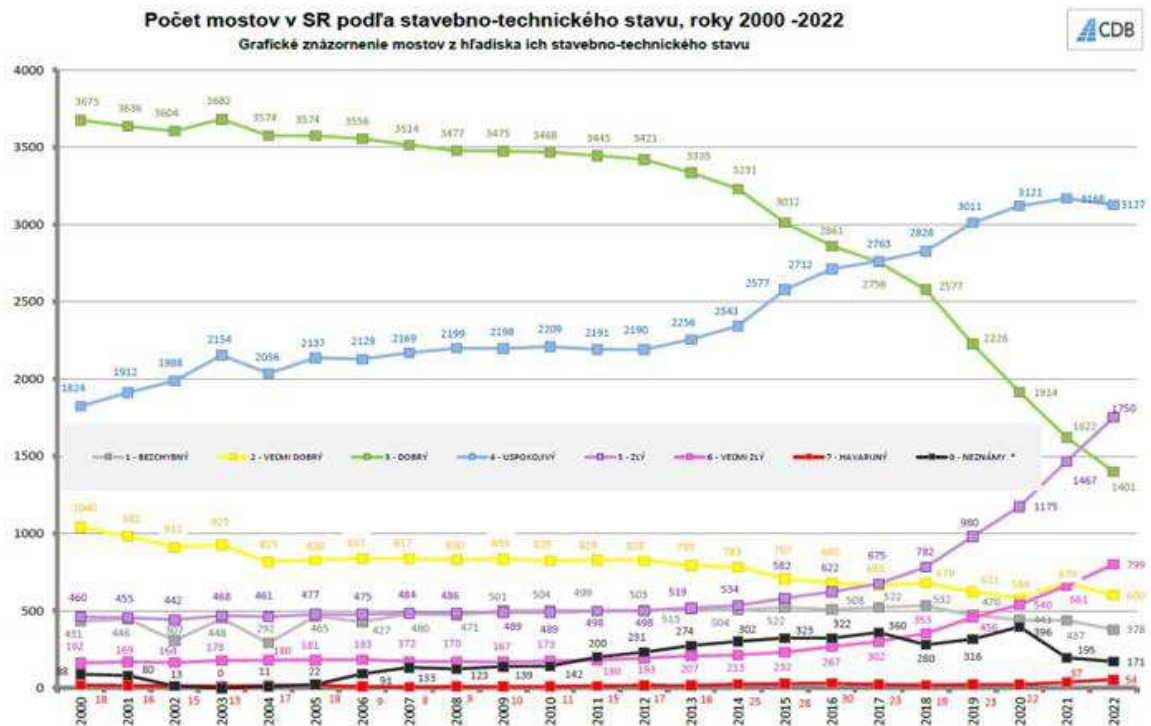
2. PROJEKT REMAKE-3D

Participácia na výskumných medzinárodných projektoch nás motivovala v roku 2022 pripraviť návrh národného výskumného projektu aplikovaného výskumu v Agentúre na podporu výskumu a vývoja (ďalej APVV). Projekt bol schválený a finančne podporený. Hlavným cieľom projektu REMAKE-3D je skúmať a analyzovať kritickú infraštruktúru v blízkosti mesta Púchov. V rámci tohto projektu sa využijú rôzne špičkové technické zariadenia. Získané snímky (digitálne údaje) budú následne použité pri vytváraní digitálnych dvojčiek týchto infraštruktúrnych objektov. Na obrázku 2 sú zobrazené konkrétne časti kritickej infraštruktúry, ktoré budú riešené a skenované v rámci tohto projektu, zahŕňajúc železničný most (časť a) a Nosickú priehradu (časť b). (REMAKE-3D)



Obrázok 2 Mapa a fotografická dokumentácia vybraných objektov (REMAKE-3D, 2023)

Vedeckým cieľom projektu je vývoj a overenie komplexného systému na hodnotenie odolnosti objektov kritickej infraštruktúry, s dôrazom na vyhodnocovanie ich schopnosti odolať rôznym hrozbám a bezpečnostným rizikám. Očakávaným výsledkom tohto projektu bude pilotná verzia informačného systému pre hodnotenie odolnosti s názvom AResIM (Area Resilience Information Modeling) a metodika na určenie úrovne odolnosti vybraných typov objektov v špecifickom území, ktorým je extravilán mesta Púchov. Užšie zameranie bude mať projekt prioritne na mostné stavby, ktoré sa nachádzajú na železničnej, ale aj na cestnej komunikácii. Vyplýva to predovšetkým z analýzy stavu mostov na Slovensku, pričom môžeme konštatovať, že viacero starších mostov na území Slovenskej republiky sa nachádza v havarijnom stave. Aktuálny stav mostných objektov v cestnej a železničnej doprave na Slovensku je alarmujúci. Dokazujú to nielen zrútené mosty v Slovenskej republike most v Trstenej ponad rieku Oravica (a), (most Spišská Nová Ves (b), most ponad rieku Turiec (c), most cez Hornád - obr. 3), ale aj alarmujúci stav mnohých ďalších mostných konštrukcií. V železničnej doprave je evidovaných 2301 mostných objektov s celkovou dĺžkou 51216 metrov. Priemerný vek železničných mostov je viac ako 60 rokov. Existujúce objekty je potrebné pravidelne kontrolovať, aby sa odhalili prípadné poškodenia a naplánovala sa potrebná údržba.

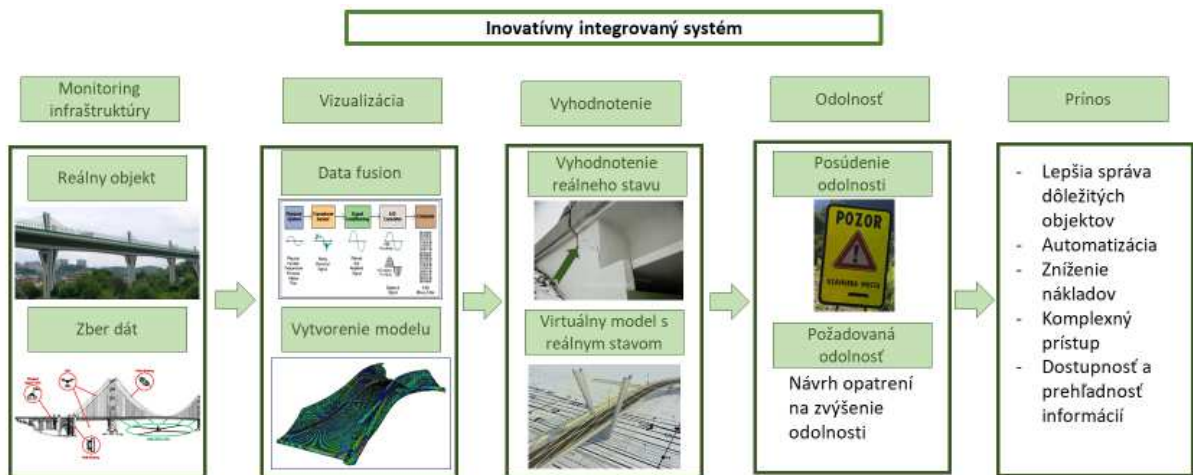


Obrázok 3 Zhoršujúci sa stav cestných mostov a príklady zrútenia mostov v SR: (REMAKE-3D, 2023)

Hlavný cieľ projektu bude dosiahnutý realizáciou čiastkových cieľov:

1. monitorovanie územia a zber údajov (3D skenovanie, diagnostika),
2. vytvorenie digitálneho priestorového modelu územia,
3. analýza a vyhodnotenie zozbieraných údajov,
4. vytvorenie databázy objektov (integrovateľný systém pre rôzne druhy kľúčových objektov),
5. posudzovanie odolnosti vybraných objektov v záujmovom území,
6. vytvorenia pilotného "Informačného modelu odolnosti územia",
7. návrh opatrení a odporúčaní pre využitie manažmentu životného cyklu.

Grafické vyjadrenie toho čo bude ponúkať nový informačný systém AResIM je na obrázku 4. Vytvorený systém bude pomáhať odborníkom vo verejnej správe na Slovensku. Tí by vďaka údajom z informačného systému mali byť schopní odborne reagovať na vzniknuté krízové javy. Včasnou reakciou, resp. prevenciou pred vznikom krízového javu, bude môcť byť spoločnosti poskytnutá vyššia komplexnosť a úroveň bezpečia v podmienkach Slovenskej republiky. Taktiež sa môže vďaka tomuto informačnému systému predísť väčším stratám na majetku alebo potrebe drahého rekonštruovania, či novej výstavby. Jedným z výstupov AresIM by mala byť aj funkcia, ktorá poukáže na potrebu zvýšenia odolnosti daného prvku.



Obrázok 4 Grafické znázornenie inovatívneho integrovaného systému zdroj: (REMAKE-3D, 2023)

3. ĎALŠIE SMEROVANIE PROJEKTU

Projekt REMAKE-3D bol schválený v roku 2023 a potreba takéhoto projektu je veľmi aktuálna ak sa zamyslíme nad tým, že v tretej dekáde 21. storočia sa v praxi stále využívajú zastarané technológie projektovania a asset manažmentu dôležitých objektov infraštruktúry. Aktuálny globálny trend sťahovania obyvateľstva do miest prináša celý rad výziev. Navyše to všetko komplikuje starnúca infraštruktúra. Z toho vyplýva, že moderná spoločnosť potrebuje rovnako moderné technológie, ktoré už boli vynájdené len ich treba zo zahraničia doniesť na Slovensko. Digitálne 3D modely napríklad využíva spoločnosť Bentley v rámci vodného hospodárstva v zahraničí. Práve začatý výskumný projekt prináša mnoho prínosov ako napríklad:

- väčšia precíznosť a detailnejšie digitálne údaje – tzn. zníženie počtu chýb,
- uľahčenie spolupráce – v reálnom čase môžu na danom prvku v online priestore pracovať viaceré osoby,
- lepšia predvídateľnosť nákladov – generuje nižšie náklady na zvýšenie odolnosti či obnovu,
- jednoduchšie odhalenie chýb vďaka 3D modelu – posudzovatelia okamžite vidia reálny stav a nedostatky,
- automatizácia procesov – šetrenie času,
- lepšie pochopenie a vizualizácia – využitie zobrazenia cez virtuálnu realitu alebo rozšírenú realitu, čo v konečnom dôsledku taktiež šetrí čas,
- bezpečnejšia preprava – zo strany technického zabezpečenia a využiteľnosti výsledný efekt zvýši úroveň bezpečia na cestách.

Význam tejto iniciatívy v rámci, ktorej Fakulta bezpečnostného inžinierstva spolupracuje s Fakultami riadenia a informatiky, Stavebnou fakultou UNIZA a taktiež kolektívom odborníkov z praxe v cestnej doprave. AResIM bude v konečnej fáze produkt pre jednotlivé štátne orgány verejnej správy, ktoré majú pôsobnosť na úseku kritickej infraštruktúry. Taktiež tento produkt môžu využívať orgány, ktoré spravujú cestné komunikácie, ako napríklad VÚC, Národná diaľničná spoločnosť, Slovenská správa ciest.

ZÁVER

Výskumný projekt APVV REMAKE-3D je vo svojich začiatkoch a pripravuje originálny prístup k hodnoteniu resiliencie kritickej infraštruktúry v sektore doprava. Jeho hlavným cieľom je vytvorenie informačného systému, ktorý v sebe bude obsahovať výstupy z 3D modelovania, skenovania a snímania objektov kritickej infraštruktúry v extraviláne mesta Púchov. Na jednotlivých prvkoch bude testované aplikovanie nových technológií skrze modelovací softvér Building information modeling (BIM). Z výstupov bude následne vytvorený informačný systém AResIM a metodika hodnotenia resiliencie prvkov kritickej infraštruktúry. Tento nový prístup na území Slovenskej republiky bude prínosný predovšetkým pre verejnú správu a kritické subjekty, ktoré vo svojej pôsobnosti vykonávajú správu ciest na Slovensku. Ide o nový prístup a technológiu, ktorej úlohou je zjednodušenie v procese rozhodovania

sa na základe výstupov z 3D modelov, digitálnych dvojčiat prvkov kritickej infraštruktúry, ktoré poskytnú posudzovateľovi alebo prevádzkovateľovi, či zodpovednej osobe reálny stav o konkrétnom prvku kritickej infraštruktúry v sektore doprava. Účelom tohto projektu je zvýšenie resiliencie prvkov kritickej infraštruktúry a teda pozitívne ovplyvnenie bezpečnosti na území Slovenskej republiky.

POĎAKOVANIE

Tento článok bol pripravený v rámci podpory projektu APPV-22-0562 Posilnenie odolnosti kľúčových prvkov infraštruktúry využitím pokrokov v 3D modelovaní.

LITERATÚRA

- Daponte, P. et al. (2023). Monitoring and protection of critical infrastructure by unmanned systems. IOS Press, ISBN 978-1-64368-377-5, 238 p.
- De Vito, L. et al. (2023). Advanced technologies for Physical Resilience Of cRitical Infrastructures (APRIORI).
- Dvořák, Z. et al. (2023). Posilnenie odolnosti kľúčových prvkov infraštruktúry využitím pokrokov v 3D modelovaní (REMAKE-3D) <https://www.remake3d.fri.uniza.sk>.
- Dvořák, Z., Chovančíková, N., & Leitner, B., (2021). Practical Use of Drones for Energy Infrastructure Monitoring in Slovakia. In IOS Press, NATO Science for Peace and Security Series 2021: Modern Technologies Enabling Safe and Secure UAV Operation in Urban Airspace (pp. 32-46).
- Figuli, L. & Dvořák, Z. (2023). Threats on the Critical Infrastructure Elements. In Monitoring and protection of critical infrastructure by unmanned systems. ISBN 978-1-64368-377-5, 2023. p. 238.
- Gattuli, V. et al, (2018). DEtection of Steel Defects by Enhanced MONitoring and Automated procedure for self-inspection and maintenance (DESDEMONA), <https://www.desdemonaproject.eu/>.
- Gattuli, V. et al, (2021). Inspection, maintenance and security pursued by innovative Robots, enhanced data communication and Infrastructure digital twinS (IRIS). <https://www.irisnatoproject.eu>.
- Řehák, D. et al. (2018). Metodika hodnocení resilience prvku kritické infrastruktury. (CIERA).
- Smernica Európskeho parlamentu a Rady 2557/2022 o odolnosti kritických subjektov.
- Smernica 2008/114/ES o identifikácii a označení európskych kritických infraštruktúr a zhodnotení potreby zlepšiť ich ochranu.
- Zákon 319/2002 Z. z. o obrane Slovenskej republiky.
- Zákon 45/2011 Z. z. o kritickej infraštruktúre.

Michal Miške, Ing.

Žilinská univerzita v Žiline, Fakulta bezpečnostného inžinierstva, Katedra bezpečnostného manažmentu, Univerzitná 8215/1, 010 26 Žilina
e-mail: michal.miske@uniza.sk

Lucia Figuli, doc. Ing., PhD.

Žilinská univerzita v Žiline, Fakulta bezpečnostného inžinierstva, Katedra bezpečnostného manažmentu, Univerzitná 8215/1, 010 26 Žilina
e-mail: lucia.figuli@uniza.sk

Zdeněk Dvořák, prof. doc. Ing., PhD.

Žilinská univerzita v Žiline, Fakulta bezpečnostného inžinierstva, Katedra bezpečnostného manažmentu, Univerzitná 8215/1, 010 26 Žilina
e-mail: zdenek.dvorak@uniza.sk



SPRÁVA O ČINNOSTIACH V RÁMCI PROJEKTU KEGA 043ŽU-4/2022

REPORT ON THE ACTIVITIES OF THE PROJECT KEGA 043ŽU-4/2022

JANA STUDENÁ, JOZEF RISTVEJ

ABSTRACT: *The information presents a report from the activities that are implemented during the first two years of the KEGA 043ŽU-4/2022 project Implementation of Knowledge from Social, Behavioural and Humanities Disciplines into the Training of Students in the Field of Security Sciences. It also brings the vision for the third year of the project implementation.*

KEYWORDS: *e-learning, connection to practice, education, innovation*

ÚVOD

Pracovníci v jednotlivých oblastiach bezpečnosti, študenti a absolventi študijného odboru bezpečnostné vedy (študijné programy: krízový manažment, bezpečnostný manažment, záchranné služby) musia byť odborne, morálne, fyzicky a psychicky spôsobilí na vykonávanie svojej pracovnej činnosti. Riešenie bezpečnostných problémov, kríz je ovplyvnené mnohými faktormi. Najvýznamnejšími spoločnými črtami krízových javov sú nedostatok času a informácií, ktoré kladú vysoké nároky na zamestnancov (riadiacich aj výkonných pracovníkov). Zvyšuje sa tak potrebná úroveň kompetencií požadovaných od pracovníkov v oblasti bezpečnosti, a to úmerne k náročnosti ich pracovnej činnosti. Významnými faktormi ovplyvňujúcimi ich výkonnosť sú aj psychosociálne riziká. Na riešenie psychosociálnych rizík sú potrebné vedomosti a zručnosti, ktoré môžu odborníci na úseku bezpečnosti získať a rozvíjať vysokoškolským štúdiom, ako aj celoživotným vzdelávaním. Vzdelávanie zamerané na rozvoj odbornej, psychickej a morálnej spôsobilosti študentov v odbore bezpečnostné vedy je možno realizovať v rámci predmetov zameraných na spoločenské, behaviorálne a humanitné vedy (napr. Psychológia a krízová intervencia; Krízová komunikácia; Personálny manažment), ako aj predmetov, ktoré v sebe subsumujú parciálne problémy z uvedených oblastí (Detektívna služba; Súkromné bezpečnostné služby; Bezpečnosť a ochrana zdravia pri práci, Krízový manažment).

1. PLNENIE CIEĽOV PROJEKTU

V oblasti bezpečnosti sú kladené vysoké požiadavky na morálnu, psychickú, fyzickú i odbornú spôsobilosť zamestnancov pri výkone ich činnosti. Špecifické požiadavky na zamestnancov v oblasti bezpečnosti sú konkretizované aj v Národnej sústave povolání, kde sú popísané aj kvalifikačné štandardy v rámci konkrétnych pracovných pozícií. Na základe analýzy prípravy odborníkov v oblasti bezpečnosti a požiadaviek externého prostredia sme identifikovali kľúčové poznatky zo spoločenských, behaviorálnych a humanitných vedných disciplín. Na efektívny výkon špecifických povolání v oblasti bezpečnosti je nutné rozvíjať špecifickú skupinu mäkkých zručností a to najmä:

- Interpersonálne komunikačné zručnosti;
- Kritické myslenie;
- Stres manažment;
- Time manažment;
- Vedenie ľudí;
- Spolupráca;
- Tímová práca;
- Práca pod časových tlakom;
- Schopnosť riešiť problémy;
- Zodpovednosť za svoje rozhodnutia;
- Kreativita;
- Prezentačné zručnosti.

Aktuálne sa realizuje implementácia identifikovaných poznatkov do prípravy študentov študijného odboru bezpečnostné vedy. Naším cieľom je transformovať používané didaktické prostriedky a vypracovať materiály, ktoré budú prístupné nie len pre akademické prostredie, ale aj pre odbornú verejnosť. Považujeme za dôležité rozvíjať identifikované mäkké zručnosti prostredníctvom participatívnych didaktických metód, aktívne orientovaných na študenta. Aplikujeme aktivity tréningového charakteru s možnosťou kolektívnej spätnej väzby a hodnotiaceho procesu formou skupinovej "supervízie" pod gesciou vyučujúceho. Týmto spôsobom dosiahneme vedomú reflexiu výkonu študenta a zabezpečíme možnosť opakovania.

Riešiteľský kolektív je tvorený zástupcami troch katedier FBI UNIZA. Zloženie riešiteľského kolektívu zabezpečuje na jednej strane kontakt s rôznymi odvetviami praxe a na strane druhej rozvíja mäkké zručnosti naprieč všetkými študijnými programami, ktoré naša fakulta ponúka študentom.

V doterajšom priebehu riešenia projektu boli zrealizované tri workshopy. Prvý sa konal 12. októbra 2022 v Zasadacej miestnosti Vedeckej rady Žilinskej univerzity v Žiline a jeho výstupom bolo spracovanie získaných informácií od odborníkov z praxe a ich následné využitie pri identifikácii špecifických mäkkých zručností a konkrétnych predmetov, v rámci ktorých prichádza k rozvoju tej ktorej špecifickej zručnosti. Druhý workshop sa konal 18. mája 2023 ako súčasť 26. medzinárodnej vedeckej konferencie FBI UNIZA Riešenie krízových situácií v špecifickom prostredí (17.-18. mája 2023) v Žiline. Riešitelia využili účasť viacerých odborníkov z praxe a z akademického prostredia na odbornú diskusiu k otázkam modernizácie vzdelávania oblasti bezpečnosti. Nateraz posledný workshop s názvom Krízové riadenie z pohľadu psychológie sa konal 13. októbra 2023 v miestnosti MA116 na Fakulte bezpečnostného inžinierstva.

Riešitelia publikovali počas dvoch rokov riešenia projektu príspevky na viacerých fórach. V roku 2022 to boli napríklad konferencie ESM (Ristvej, J. – Halúsková, B. – Andrassy, V. – Jánošíková, M. – Lacinák, M. "Building Readiness Using Available Modelling and Simulation Resources") a ICERI (Moricová, V. – Zvaková, Z. – Kováčová, D. "Education of crisis and security managers focused on psychosocial risks resulting from practice", Kováčová, D. – Studená, J. – Moricová, V. "The strategy of education in ethics to acquire soft skills in security sciences"). V roku 2023 riešitelia publikovali príspevky na konferenciách EDULEARN (Kelíšek, A. – Strelcová, S. – Kubás, J. – Ballay, M. – Sventeková, E. "Use of virtual and mixed reality in security education"), TRANSCOM (Halúsková, B. "Digital twin in Smart City"), EAI International Conference on Mobility, IoT and Smart Cities (Kubás, J. – Ristvej, J. "Increasing the Resilience of the Municipalities Citizens to Crisis Event with the Support of Social Networks") a ESM (Halúsková, B. – Ristvej, J. "New Trends in the Use of Simulations for Crisis Management"). V súčasnosti vychádza vysokoškolská učebnica venovaná problematike medzinárodného krízového manažmentu: Krízový manažment II. - časť 1. Medzinárodný krízový manažment, autorov Ristvej, J. – Mitašová, V. – Kubás, J.

2. VÍZIA POSLEDNÉHO ROKU RIEŠENIA

V poslednom treťom roku riešenia projektu je naším cieľom dokončiť vysokoškolskú učebnicu Krízová intervencia a krízová komunikácia v bezpečnostných vedách. Vytvoriť metodický postup pre tvorbu prípadových štúdií, ktorý by mali naši študenti v čo najväčšej miere využívať pri riešení špecifických úloh v rámci jednotlivých predmetov.

Naďalej chceme pokračovať v postupnej transformácii existujúcich didaktických prostriedkov pre aktuálne potreby vzdelávania v oblasti bezpečnosti. S tým bezprostredne súvisí implementácia identifikovaných poznatkov do prípravy našich študentov a ich sprístupnenie odbornej verejnosti.

Posledným cieľom nášho projektu je zorganizovať sympóziu za účasti odborníkov z praxe, kde budú prezentované výsledky projektu a mala by byť dohodnutá ďalšia spolupráca s praxou. Dôraz bude kladený na prepojenie teoretických poznatkov s praktickými skúsenosťami v rámci výučby predmetov zabezpečovaných FBI UNIZA.

POĎAKOVANIE

Článok bol spracovaný v rámci riešenia projektu KEGA č. 043ŽU-4/2022. Implementácia poznatkov zo spoločenských, behaviorálnych a humanitných vedných disciplín do prípravy študentov študijného odboru bezpečnostné vedy.

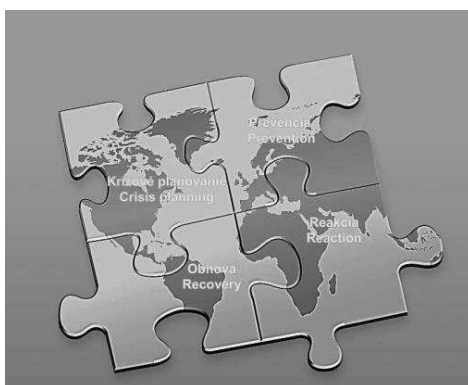
Jana Studená, Mgr. PhD.

Žilinská univerzita, Fakulta bezpečnostného inžinierstva, Katedra krízového manažmentu, ul. 1. maja 32, Žilina
e-mail: jana.studena@uniza.sk

Jozef Ristvej, prof. Ing. PhD. EMBA

Žilinská univerzita, Fakulta bezpečnostného inžinierstva, Katedra krízového manažmentu, ul. 1. maja 32, Žilina
e-mail: jozef.ristvej@uniza.sk

(voľný riadok Arial 10)



Obrázok 1 Názov obrázku (Autor, Autor & Autor, rok)

Číslo a názov obrázku píšeť podľa vyššie uvedeného vzoru. Pred a za číslom obrázku dávať pevnú medzeru (ctrl-shift-medzerník). Názov – text pod obrázkom – začíname písať vždy s veľkým písmenom ako na začiatku vety. Na konci textu bodku nedávame. Odkaz na obrázok v texte uvádzať ako odkaz na obrázok 1. Veľkosť obrázka nesmie presiahnuť okraje. Obrázok je zarovnaný na stred. Doplniť kvalitu. Obrázky a grafy nesmú mať prepojenie na iné programy (napr. Excel).

ZÁVER (ARIAL 11)

Autor zodpovedá za vecnú a jazykovú správnosť príspevku. Odporúčaná štruktúra príspevku vychádza z modelu IMRaD (IMRD).

POĎAKOVANIE (ARIAL 11)

Projekt, financovanie, autorskému kolektívu a pod.

LITERATÚRA (ARIAL 11)

Blakey, N., Guinea, S., & Saghafi, F. (2017). Transforming undergraduate nursing curriculum by aligning models of clinical reasoning through simulation. In R. Walker, & S. Bedford (Eds.), HERDSA 2017 Conference: Research and Development in Higher Education: Curriculum Transformation (pp. 25-37). Hammondville, NSW: Higher Education Research and Development Society of Australasia. Retrieved from <http://www.herdsa.org.au/research-and-development-higher-education-vol-40-25> (článok z konferencie)

Carey, B. (2019, March 22). Can we get better at forgetting? The New York Times. <https://www.nytimes.com/2019/03/22/health/memory-forgetting-psychology.html> (článok z novín)

Fagan, J. (2019, March 25). Nursing clinical brain. OER Commons. Retrieved September 17, 2019, from <https://www.oercommons.org/authoring/53029-nursing-clinical-brain/view> (web stránka)

Grady, J. S., Her, M., Moreno, G., Perez, C., & Yelinek, J. (2019). Emotions in storybooks: A comparison of storybooks that represent ethnic and racial groups in the United States. *Psychology of Popular Media Culture*, 8(3), 207–217. <https://doi.org/10.1037/ppm0000185> (časopis)

Sapolsky, R. M. (2017). Behave: The biology of humans at our best and worst. Penguin Books. (kniha)

Zákon č. 131/2002 Z. z. o vysokých školách a o zmene a doplnení niektorých zákonov. (zákon)

Zoznam literatúry zoradiť abecedne. Pre viac informácií postupujte podľa citačného formátu APA - <https://apastyle.apa.org/style-grammar-guidelines/references/examples> (Arial 8,5)

(voľný riadok 10)

Meno a priezvisko autora - 1, tituly

Kontaktné údaje (pracovisko, adresa,)

e-mail:

Meno a priezvisko autora - 2, tituly

Kontaktné údaje (pracovisko, adresa,)

e-mail:

POSTUP NA PRIJÍMANIE ČLÁNOV DO ČASOPISU „KRÍZOVÝ MANAŽMENT“

1. Redakcia prijíma príspevky doteraz nepublikované, v textovom editore MS Word vo formáte docx. v rozsahu max. 10 strán, bez číslovania, upravené podľa pokynov na písanie článkov (šablóna článku).
2. Príspevok prosíme poslať e-mailom na adresu: **michal.ballay@uniza.sk** alebo doručiť poštou na CD na adresu: **Fakulta bezpečnostného inžinierstva Žilinskej univerzity, redakcia časopisu KRÍZOVÝ MANAŽMENT, Ulica 1.mája 32, 010 26 Žilina, Slovakia.**
3. Príspevky, ktorých úprava nespĺní požiadavky redakcie, alebo budú v rozpore s etickými zásadami na publikovanie, nebudú redakciou prijaté. Prijaté rukopisy budú vytlačené bez poplatku, v čiernobielym prevedení. Príspevky nie sú honorované.
4. Redakcia prijíma príspevky písané v anglickom, českom alebo slovenskom jazyku.
5. Redakcia si vyhradzuje právo zaradiť články na návrh oponentov do vedeckej alebo informatívnej časti časopisu.
6. Na hodnotenie článkov doručených redakčnej rade sa používa systém **Double-blind peer review**¹. Rozhodovanie o publikovaní článkov prebieha vo viacerých kolách:
 - V prvom kole sú články posúdené po formálnej stránke technickou redakciou časopisu. Pokiaľ články nespĺňajú formálne požiadavky sú autorom vrátené na prepracovanie.
 - V druhom kole stanoví predseda redakčnej rady anonymných oponentov, ktorými sú nezávislí odborníci z odboru do ktorého články patria.
 - V treťom kole vypracujú oponenti posudky, v ktorých odporúčia publikovanie (nepublikovanie) článkov. Zároveň odporúčia zaradenie článkov do vedeckej alebo informačnej časti časopisu. Publikovanie článkov môžu podmieniť úpravami. Posudky sú archivované technickou redakciou časopisu.
 - V štvrtom kole doručí technická redakcia posudky tým autorom, ktorých články vyžadujú dopracovanie a požiada autora o dopracovanie článku.
 - V piatom kole odsúhlasí redakčná rada štruktúru, zaradenie a počet článkov, ktoré budú zverejnené v nasledujúcom čísle časopisu.

¹ *Double-blind peer review* je systém posudzovania, založený na hodnotení nezávislými odborníkmi.

OPONENTSKÝ POSUDOK ČLÁNKU DO ČASOPISU KRÍZOVÝ MANAŽMENT

Elektronická forma posudku je vyhotovené ako formulár, na pohyb vo formulári používajte tabulátor.
VZOR

Názov článku:

Tento posudok bude poskytnutý autorovi za účelom prípadnej úpravy článku bez uvedenia oponenta. Redakčná rada časopisu žiada oponentov o hodnotenie príspevku v nasledujúcej tabuľkovej a textovej časti. Pripomienky, návrhy a odporúčania možno vyznačiť priamo v texte článku alebo uviesť v bode 5 a poslať s posudkom. Technický redaktor poskytne článok s poznámkami autorom.

Hodnotenie článku (zaškrtnite zodpovedajúce možnosti)

1. Odborná úroveň

- a) aktuálnosť témy
- téma nová,
 - téma bežná, ale aktuálna,
 - téma neaktuálna,
 - téma nekorešponduje so zameraním časopisu,
- b) vedecké poznatky
- článok obsahuje aplikáciu vedeckých metód,
 - článok obsahuje nové vedecké poznatky,
 - článok obsahuje nové odborné poznatky,
 - článok obsahuje nové informácie,
 - článok neobsahuje nové poznatky alebo informácie,
- b) citácie
- pôvod prevzatých častí sa cituje v súlade s normou,
 - pôvod prevzatých častí sa cituje nedostatočne alebo vôbec.

2. Úroveň spracovania

- článok je zostavený prehľadne, logicky a zrozumiteľne,
 - prehľadnosť a zrozumiteľnosť článku je priemerná,
 - článok je nevhodne usporiadaný a málo zrozumiteľný.
- a) jazyková úroveň
- | | | |
|-----------------------------------|-------------------------------------|---------------------------------------|
| <input type="checkbox"/> výborná, | <input type="checkbox"/> priemerná, | <input type="checkbox"/> nevyhovujúca |
|-----------------------------------|-------------------------------------|---------------------------------------|
- b) odborná terminológia
- | | | |
|-----------------------------------|--|--|
| <input type="checkbox"/> správna, | <input type="checkbox"/> drobné nedôslednosti, | <input type="checkbox"/> závažné nedostatky, |
|-----------------------------------|--|--|
- c) grafická úroveň
obrázkov a grafov
- | | | |
|-----------------------------------|-------------------------------------|--|
| <input type="checkbox"/> výborná, | <input type="checkbox"/> priemerná, | <input type="checkbox"/> nevyhovujúca. |
|-----------------------------------|-------------------------------------|--|

3. Odporúčanie oponenta

- odporúčam článok publikovať v pôvodnej verzii,
 - odporúčam článok publikovať po odstránení uvedených pripomienok a nedostatkov,
 - článok nie je vhodný na publikovanie.
-
- odporúčam článok zaradiť do vedeckej časti časopisu,
 - odporúčam článok zaradiť do odbornej časti časopisu,
 - odporúčam článok zaradiť medzi informácie.

4. Pripomienky, návrhy a odporúčania oponenta

Prosíme uviesť krátky komentár k vyššie uvedeným bodom hodnotenia. Pripomienky, návrhy a odporúčania možno vyznačiť priamo v texte článku a poslať s posudkom. Technický redaktor poskytne článok s poznámkami oponenta autorom.

Táto časť posudku sa autorovi článku neposkytuje

Dátum:

Podpis oponenta: _____

PROCEDURE FOR SUBMITTING ARTICLES

'CRISIS MANAGEMENT' JOURNAL

The editorial board accepts only previously unpublished papers, written in text editor MS Word 97-20010 within max. 10 – even number of pages, without page numbering, processed as per the directions for writing articles.

1. The paper should be sent by e-mail to: ***michal.ballay@uniza.sk*** or sent by post on a CD to the address **Fakulta bezpečnostného inžinierstva Žilinskej university v Žiline, redakcia časopisu KRÍZOVÝ MANAŽMENT, Ulica 1.mája 32, 010 26 Žilina, Slovakia**
2. Papers, which do not fulfil the requirements of the editorial board, or are in conflict with the ethical principles of publishing, will not be accepted. Accepted manuscripts will be printed free of charge, in monochrome. Papers are not remunerated.
3. The editorial board accepts papers in the English, Czech and Slovak language.
4. The editorial board reserves the right to move papers to the scientific, professional and informative parts of the journal.
5. For reviewing of articles received by the editorial board a peer-review system is in place.
The decision making on publishing of a paper is done in the following stages:
 - In the first stage, the paper is reviewed by the technical board. If the paper does not meet the formal requirements it is returned to the authors for revision.
 - In the second stage, the chairman of the editorial board assigns anonymous peer-reviewers who are independent experts from the field in which the paper belongs to.
 - In the third stage, the peer-reviewers review the paper and recommend publishing or rejection of the paper. They also recommend the inclusion of the paper into the scientific, professional, or informative part of the journal. Publishing of the paper may be conditional, requiring the recommended modifications. Reviews are archived by the technical board of the journal.
 - In the fourth stage, the technical board delivers the reviews to the authors, whose papers require further modifications or finalization, and requests the author to implement the recommendations.
 - In the fifth stage, the editorial board approves the structure, classification and number of papers which will be published in the next issue of the journal.

**PAPER REVIEW REPORT
FOR CRISIS MANAGEMENT JOURNAL**

The electronic form of the review template is designed as a form; use Tab for navigation.
TEMPLATE

Title of paper:

This report will be made available to the author for any corrections or modifications of the paper without stating the name of the reviewer. The editorial board kindly asks reviewers to use the fields below for the paper evaluation. Comments, suggestions and recommendations may be either marked directly in the text of the paper or specified in Part 4. The Technical Editor will provide a paper with reviewer's comments to the authors.

Paper rating (check the appropriate option)

1. Professional level

- a) Topicality new topic,
 common topic, but actual,
 outdated topic,
 topic is beyond the scope of the journal,
- b) Scientific value paper applies scientific methods,
 paper contains new scientific knowledge,
 paper contains new expert knowledge,
 paper contains new information,
 paper does not contain new knowledge or information.
- c) Citations sources of citations are referenced in accordance with the standard,
 sources of citations are referenced poorly or not at all

2. Quality of processing

- The paper is structured intelligibly, logically and clearly.
 Intelligibility and clarity of the article is on an average level.
 The paper is inappropriately structured and difficult to understand.
- a) Language level excellent, average, inappropriate
b) Terminology correct, minor inconsistencies, serious shortcomings,
c) Layout of graphs excellent, average, unsatisfactory.
 and figures

4. Reviewer's recommendations

- I recommend publishing the original version of the paper.
 I recommend publishing the paper with minor corrections.
 The paper is not suitable for publishing.
- I recommend the paper to be included in the scientific part of the journal.
 I recommend the paper to be included in the professional part of the journal.
 I recommend the paper to be included in the section Information.

5. Comments, suggestions and further recommendations of the reviewer

Please, provide brief comments on the above points. Comments, suggestions, and recommendations can be directly marked in the text and sent with a review. The Technical Editor will provide a paper with reviewer's comments to the paper's author.

This part of the report is not provided to the author of the paper.

Date:

Signature of reviewer: _____