

# KRÍZOVÝ MANAŽMENT CRISIS MANAGEMENT

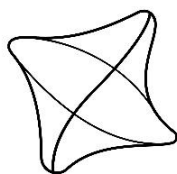
Ročník 24

Číslo 1/2025



Vedecký časopis  
FAKULTY BEZPEČNOSTNÉHO INŽINIERSTVA ŽILINSKEJ UNIVERZITY  
V ŽILINE

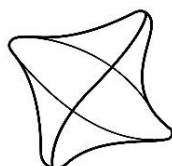
Scientific Journal  
OF FACULTY OF SECURITY ENGINEERING AT UNIVERSITY OF ŽILINA



ŽILINSKÁ UNIVERZITA  
V ŽILINE



HR EXCELLENCE IN RESEARCH



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**



## PREDHOVOR

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 24. 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. fraktálovým modelom posúdenia rizík, cyklusom ekonomickej odolnosti podniku, využitiu geografických informačných systémov, mierou implementácie manažmentu rizík v malých a stredných podnikoch v Slovenskej republike, experimentálnym verifikačným meraniam zameraným na posúdenie presnosti 3D dokumentácie trasologických stôp, ako aj možnostiam využitia 3D tlače na vzdelávanie v oblasti civilnej ochrany.

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 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) (<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](mailto:Jozef.Ristvej@uniza.sk) alebo vyslovené osobne na pôde Žilinskej univerzity v Žiline.

Prajem vám zaujímavé čítanie.

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  
prof. 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  
prof. 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. Bohuš 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  
prof. 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, PhD. 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:

doc. Ing. Michal Ballay, PhD., LL.M. SR

Ing. Ladislav Mariš, PhD. SR

PaedDr. Lenka Môcová, 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](mailto: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.2025.1

ISSN 1336-0019 (tlačené vydanie)

ISSN 2730-0544 (online)

Dátum vydania: september 2025

**Grafická úprava obálky**

doc. Ing. Mária Hudáková, PhD.

## VEDECKÉ ČLÁNKY

- 5 VYHODNOCENÍ DYNAMIKY JÍZDY POŽÁRNÍCH VOZIDEL V TERÉNU NA VÝCVIKOVÝCH POLYGONECH  
**Ladislav JÁNOŠÍK, Izabela ŠUDRYCHOVÁ, Ivana JÁNOŠÍKOVÁ**
- 15 MANAGING CORPORATE REPUTATION FOR FINANCIAL STABILITY IN CRISIS SITUATIONS  
**Zuzana ŠTOFANÍKOVÁ, Kristián KALAMEN, František POLLÁK**
- 22 MOŽNOSTI VYUŽITIA 3D TLAČE NA VZDELÁVANIE V OBLASTI CIVILNEJ OCHRANY  
**Jozef KUBÁS, Ivan BUDAY**
- 30 FRAKTÁLOVÝ MODEL POSÚDENIA RIZÍK (FRAM) – NÁVRH  
**Ladislav MARIŠ**
- 38 MIERA IMPLEMENTÁCIE MANAŽMENTU RIZÍK V MALÝCH A STREDNÝCH PODNIKoch V SLOVENSKEJ REPUBLIKE  
**Jana STUDENÁ, Alexander KELÍŠEK, Katarína BUGANOVÁ, Mária HUDÁKOVÁ**
- 53 EXPERIMENTÁLNE VERIFIKAČNÉ MERANIA ZAMERANÉ NA POSÚDENIE PRESNOSTI 3D DOKUMENTÁCIE TRASOLOGICKÝCH STŮP  
**Veronika ADAMOVÁ, Eduard KOLLA, Lukáš SZABO**
- 64 MECHATRONICS AS A FRAMEWORK FOR DEVELOPING AND STANDARDISING ENGINEERING COMPETENCES IMPORTANT FOR SECURITY ENGINEERS  
**Lucia FIGULI, Fernando JOSÉ CASTILLO GARCÍA, Erika OTTAVIANO, Pierluigi REA**
- 74 EKONOMICKÁ BEZPEČNOSŤ PODNIKU V KONCEPTE CYKLU EKONOMICKEJ ODOLNOSTI PODNIKU  
**Pavol PRIEVOZNÍK, Stanislava STRELCOVÁ**

## INFORMÁCIA

- 85 WORD FOCUS  
**Lenka MŮCOVÁ**
- 87 VZOR A POKYNY NA PÍSANIE PRÍSPEVKOV DO ČASOPISU „KRÍZOVÝ MANAŽMENT“
- 89 POSTUP PRI PRIJÍMANÍ PRÍSPEVKOV DO ČASOPISU „KRÍZOVÝ MANAŽMENT“
- 90 OPONENTSKY POSUDOK ČLÁNKU
- 91 PROCEDURE FOR SUBMITTING ARTICLES 'CRISIS MANAGEMENT' JOURNAL
- 92 PAPER REVIEW REPORT FOR CRISIS MANAGEMENT JOURNAL



# VYHODNOCENÍ DYNAMIKY JÍZDY POŽÁRNÍCH VOZIDEL V TERÉNU NA VÝCVIKOVÝCH POLYGONECH

## EVALUATION OF DRIVING DYNAMICS OF FIREFIGHTING VEHICLES WHILE OFF-ROAD DRIVING ON TRAINING POLYGONS

LADISLAV JÁNOŠÍK, IZABELA ŠUDRYCHOVÁ, IVANA JÁNOŠÍKOVÁ

**ABSTRACT:** *The paper summarizes the evaluation results of the basic driving dynamics characteristics of firefighting vehicles measured during off-road driving. The tests were conducted on two training polygons with different terrain elevation profiles and surface types. The first series of tests took place at the Pánov Natural Monument polygon in the Hodonín district, while the second was carried out at the Březina Military District in the Vyškov district. Fire trucks built on TATRA and SCANIA chassis were tested. The evaluation focused on average driving speed as well as longitudinal and lateral acceleration.*

**KEYWORDS:** *Firefighting vehicles. Polygon. Longitudinal acceleration. Lateral acceleration.*

### ÚVOD

Jedním z cílů realizovaných měření bylo získat vstupní data o dynamice jízdy v terénu pro zásahové požární automobily druhu CAS (cisternová automobilová stříkačka). V letech 2018 až 2021 byla získána a vyhodnocena naměřená data o dynamice jízdy zásahových požárních automobilů při jízdě na zpevněných komunikacích v rámci řešení projektu „Bezpečná jízda zásahové požární techniky k zásahu“ (id. č. VH20182021035). Cíle, postupy a výsledky řešení projektu jsou ve stručnosti shrnuty v publikacích autorského kolektivu (Jánošík a kol., 2022a). V rámci projektu probíhalo vyhodnocování reálných záznamů z jízd k zásahům (Jánošík a kol., 2023), ale i testování požárních automobilů na cvičných polygonech na zpevněných komunikacích (Jánošík a kol., 2022b; Šudrychová a kol., 2022). Nově zamýšlený výzkumný záměr vycházel v roce 2022 z předpokladu budoucího pokračování tohoto projektu se zaměřením na vytvoření trenažéru pro zásahové požární automobily ve spolupráci s Fakultou strojní Vysoké školy báňské - Technické univerzity Ostrava a Záchraným útvarem Hasičského záchranného sboru (dále jen HZS) České republiky - sídlo Hlučín. Pro tento trenažér bylo zapotřebí posbírat informace o jízdě dynamice požárního automobilu při jízdě v terénu. Hlavním cílem níže popsaného měření v rámci řešení interního grantu specifického výzkumu „SP2022/49 - Stresová zátěž řidičů“, bylo sledovat a vyhodnocovat potenciální stresovou zátěž řidiče při jízdě v terénu.

### 1. MÍSTA MĚŘENÍ JÍZDY V TERÉNU

Experimentální měření probíhala v rámci výcviku řidičů HZS Jihomoravského kraje podle pokynů k ověřovacím kondičním jízdám strojníků. Tyto výcviky probíhaly na dvou místech s rozdílnými druhy terénu.

První výcvik probíhal ve dnech od 12. 9. do 15. 9. 2022 na cvičišti Přírodní památka Pánov, okres Hodonín, v prostorách bývalého tankodromu Československé lidové armády (GPS: 48.8863858N, 17.1419014E). Jedná se o poměrně rovinný písčité povrch v nadmořské výšce 200 m. Celkové průměrné převýšení na polygonu bylo do 5 m. Zde byl výcvik zaměřen na jízdu po polích nebo loukách, na zúžených lesních cestách, jízdu na nezpevněné komunikaci a v písčitém terénu. Klimatické podmínky v průběhu měření zde byly od 8°C ráno v 7:00 až po 22°C odpoledne ve 14:00. První dva dny bylo slunečno a byl suchý povrch cest. Následující dny bylo polojasno, vyskytly se srážky a cesty byly mokré.

Druhý výcvik probíhal ve dnech od 22. 10. do 25. 10. 2023 na cvičišti ve Vojenském újezdu Březina, okres Vyškov (GPS: 49.3684003N, 16.9608406E). Jedná se o kopcovitý, hlinito-kamenitý povrch v lesnatém území Dražanské vrchoviny. Nadmořská výška v místě základny výcviku Věspěrk je 450 m.

Celkové průměrné převýšení na polygonu bylo až 50 m. Zde byl výcvik zaměřen na jízdu po nebezpečné polní cestě, v zúžených lesních prostorech, na prudká stoupání a klesání, jízdu v rozbředlém a bahnitém terénu, na průjezd hlubokou vodou. Klimatické podmínky v průběhu měření dne 24. 10. 2023 zde byly od 10°C ráno v 8:00 až po 12°C ve 12:00. Přes den bylo slunečno a převládá suchý povrch cest s lokálním výskytem kaluží ve vyjetých kolejkách.

## 2. VYBRANÉ POŽÁRNÍ AUTOMOBILY PŘI JÍZDĚ V TERÉNU

K měření při prvním výcviku na polygonu Pánov byly využity dva požární automobily:

- SCANIA P480 CB 4×4 (dále jen SCANIA), registrační značka 5B8 0783,
- TATRA TerrNo1 815-2 4×4 (dále jen TATRA TerrNo1), registrační značka 4B6 6361.

První využitý požární automobil SCANIA má požární označení CAS 20/4000/240-S2T. Je dislokován na hasičské stanici Židlochovice. Výkon motoru je 353 kW, převodovka je automatická, Opticruise a na obou nápravách jsou bubnové brzdy. Vozidlo má asistenční systémy ABS, ASR a ESP. Na přední nápravě byly osazeny pneumatiky Continental HSW2 M+S, na zadní nápravě Continental HDW2 M+S.

Druhý využitý požární automobil TATRA TerrNo1 má požární označení CAS 20/3400/210-S2T. Je dislokován na Zařízení Tišnov. Výkon motoru je 325 kW, převodovka poloautomatická Norgren a na obou nápravách jsou bubnové brzdy. Vozidlo má pouze systém ABS. Na přední nápravě byly pneumatiky Continental HSW2 M+S, na zadní nápravě Continental HDW2 M+S.

K měření při druhém výcviku na Vojenském újezdu Březina byly využity dva požární automobily:

- TATRA TerrNo1 815-2 4×4 (dále jen TATRA TerrNo1), registrační značka 4B6 6361,
- TATRA Terra 815-2 4×4 (dále jen TATRA Terra), registrační značka 5B6 0902.

První využitý požární automobil TATRA TerrNo1 byl vybrán stejný jako při předchozím výcviku na polygonu Pánov. Druhý využitý požární automobil TATRA Terra má požární označení CAS 20/4000/240-S2T. Je dislokován na hasičské stanici Blansko. Výkon motoru je 325 kW, převodovka je automatická Allison a brzdy jsou kotoučové na obou nápravách. Vozidlo má pouze systém ABS. Na přední nápravě byly pneumatiky Continental HSW2 M+S, na zadní nápravě Continental Conti Scandinavia HD3.

## 3. ZÁZNAMOVÁ A VYHODNOCOVACÍ TECHNIKA

Ke zjišťování jízdních charakteristik byly použity dva kusy telemetrických přístrojů Performance Box od společnosti Racelogic Ltd, Buckingham, Velká Británie. Podrobná charakteristika přístroje je uvedena na webu výrobce (Performance Box, 2024). Přístroje byly přichyceny v kabině na čelním skle v podélné ose vozidla. Přístroj zaznamenává absolutní polohu v reálném čase s využitím signálů z družicových polohových systémů GPS a GLONASS. Z polohy a času počítá okamžité hodnoty pro ujetou dráhu, rychlost, poloměr oblouku, podélnou a příčnou akceleraci a řadu dalších parametrů. Kmitočet záznamů je 10 Hz. Přístroj je vybaven SD kartou, na kterou se ukládají zaznamenaná a vypočtená data. Tato jsou následně přenesena pomocí této SD karty do počítače a dále zpracována v programu VBOX Test Suite (dále jen VTS), verze 2.1.6.5877 (Software VBOX Test Suite, 2024).

Teoretický základ pro vyhodnocování naměřených dat byl podrobně popsán v předchozích studiích autorského kolektivu (Jánošík a kol., 2022b; Šudrychová a kol., 2023). Vychází z obecných základů fyziky (Halliday a kol., 1997) a odborné literatury (Vlk, 2003; Bradáč a kol., 1999).

Z průběhu kondičních jízd na polygonu Pánov byly pořizovány videozáznamy palubními kamerami. Ve vozidle SCANIA byla umístěna kamera Mio MiVue. Ve vozidle TATRA TerrNo1 to byla kamera TrueCam7. Obě kamery jsou vybaveny GPS modulem pro záznam polohy v čase. V ostatních sledovaných vozidlech byl prováděn videozáznam mobilními telefony členů autorského kolektivu.

## 4. POSTUP MĚŘENÍ

Jelikož oba výcviky řidičů HZS Jihomoravského kraje měly primární účel provádět ověřovací kondiční jízdy strojníků s praxí u HZS Jihomoravského kraje do tří let, byl tomu podřízen i metodický a organizační postup činností při výcviku. Řešitelský tým kolektivu autorů této studie neměl pravomoci zasahovat do naplánovaných postupů výcviku. Primárním účelem účasti na výcviku na polygonu Pánov byl sběr dat a měření stresové zátěže řidičů požárních vozidel v rámci řešení interního grantu specifického výzkumu „SP2022/49 - Stresová zátěž řidičů“. Jednotliví členové řešitelského týmu se pouze účastnili jako spolujezdci a pozorovatelé průběhu jednotlivých jízd. V průběhu jízdy kontrolovali správné fungování záznamové techniky pro sledování polohy vozidla a záznamové techniky pro měření fyziologických charakteristik potenciální stresové zátěže řidičů. Dílčí výsledky tohoto měření stresové zátěže byly již publikovány (Šudrychová a kol., 2023). Další část vyhodnocení je v současnosti již přijata k tisku (Šudrychová a kol., 2025).

Při výcviku ve Vojenském újezdu Březina byla situace stejná z pohledu organizace výcviku. Při tomto výcviku byl prováděn a vyhodnocován pouze záznam jízdy vybraných vozidel v terénu, jelikož projekt na měření stresové zátěže byl již ukončen.

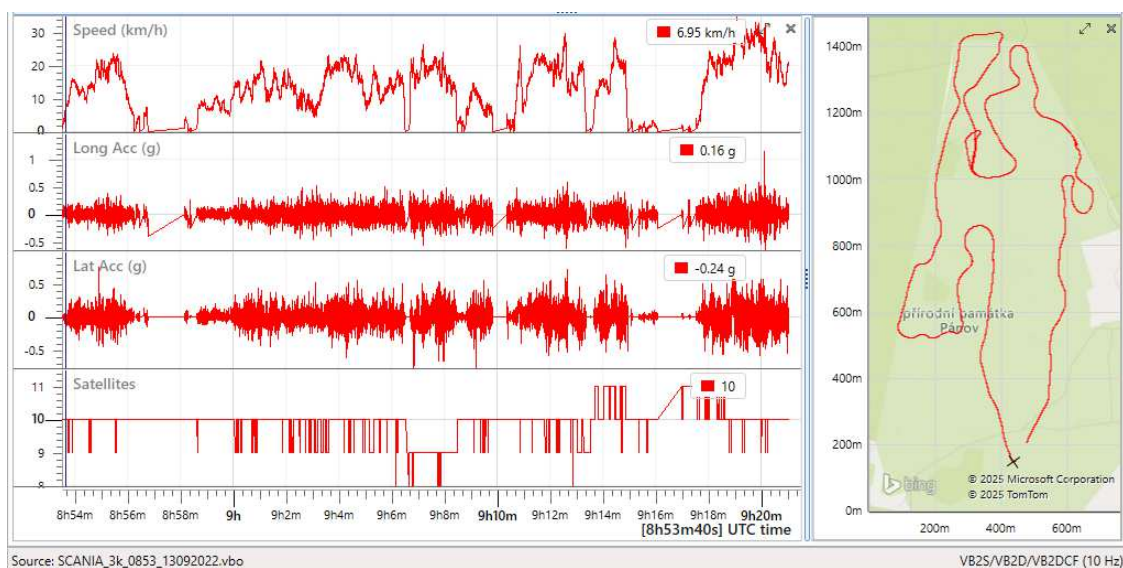
V souhrnu obou výcviků je nutno konstatovat, že jízda v terénu byla řízena instruktory z řad HZS Jihomoravského kraje. Tito si určovali trasu jízdy na polygonu, pořadí plnění jednotlivých úloh a rychlost jízdy vozidla. Nebyla stanovena pevná neměnná trasa, jen úlohy, které měli řidiči absolvovat. Počet absolvovaných úloh a čas strávený při jízdě na okruhu byl proměnlivý a závisel na řidičských dovednostech konkrétního řidiče.

## 5. VYHODNOCENÍ A VÝSLEDKY

Vyhodnocování naměřených dat probíhalo mírně odlišným postupem oproti předchozím měřením jízdní dynamiky na automotodromech a letištích. Nejdříve bylo provedeno primární zpracování zaznamenaných dat v software VTS. Celodenní záznamy byly rozděleny na jednotlivé jízdní okruhy pro jednotlivé řidiče a vozidla. Následoval výběr těch jízdních okruhů, které probíhaly na trasách s co možná největší shodou projetých zatáček. Zde se výrazně projevil vliv instruktora, který určoval trasu.

### 5.1. Vyhodnocení výcviku na polygonu Pánov

Při výcviku na polygonu Pánov bylo u vozidla SCANIA vyhodnoceno 11 tras podobného charakteru, zatímco u vozidla TATRA TerrNo1 to bylo jen 5 obdobných tras, které byly zahrnuty do dalšího vyhodnocení. Na následujících Obrázcích 1 až 9 je uvedeno postupné zpracování záznamů pro 3. kolo testovací jízdy vozidla SCANIA dne 13. 9. 2022 v čase 08:54 UTC na startu.

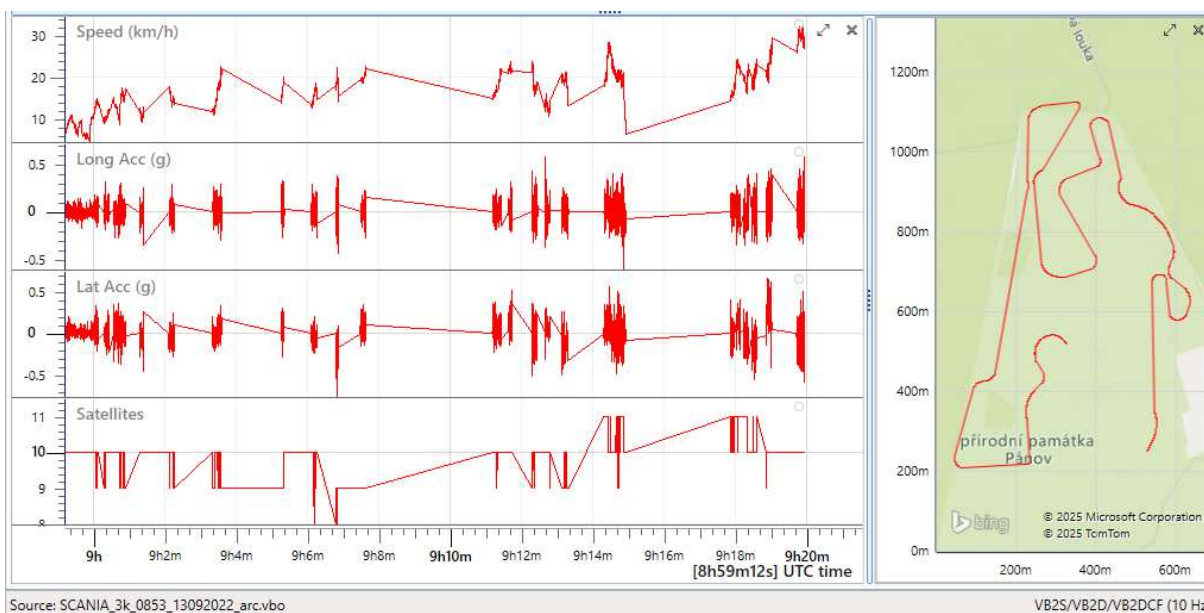


Obrázek 1 Kompletní data trasy (zdroj: zpracovali autoři)

Na Obrázku 1 je uveden kompletní záznam sledovaných charakteristik na této trase. Následoval výběr a označení oblouků (viz Obrázek 2), které byly v dalších krocích vyhodnocovány. Přímé úseky na trase byly ve vyhodnocovaném záznamu vymazány. Nebylo cílem se jimi zabývat, jelikož jízda v přímém úseku není tak nebezpečná, jako průjezd zatáčkou. Na Obrázku 3 jsou data zahrnující pouze vybrané oblouky pro další vyhodnocení.



Obrázek 2 Výběr a označování oblouků na trase (zdroj: zpracovali autoři)

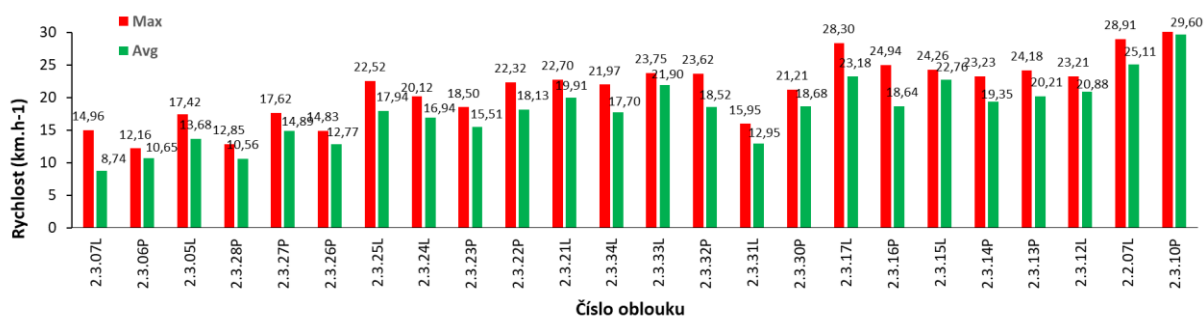


Obrázek 3 Záznam vybraných dat oblouků na trase (zdroj: zpracovali autoři)

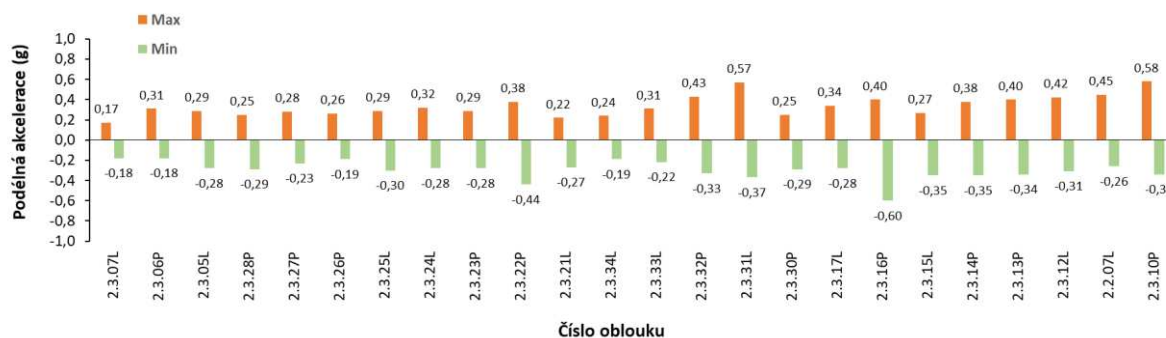
Další zpracování po formální stránce bylo prováděno v prostředí MS Excel. Na následujících obrázcích jsou uvedeny vypočtené dílčí hodnoty vybrané testovací jízdy vozidla SCANIA při jízdě v obloucích následovně:

- Obrázek 4 - rychlost jízdy,
- Obrázek 5 - podélné akcelerace,
- Obrázek 6 - příčné akcelerace.

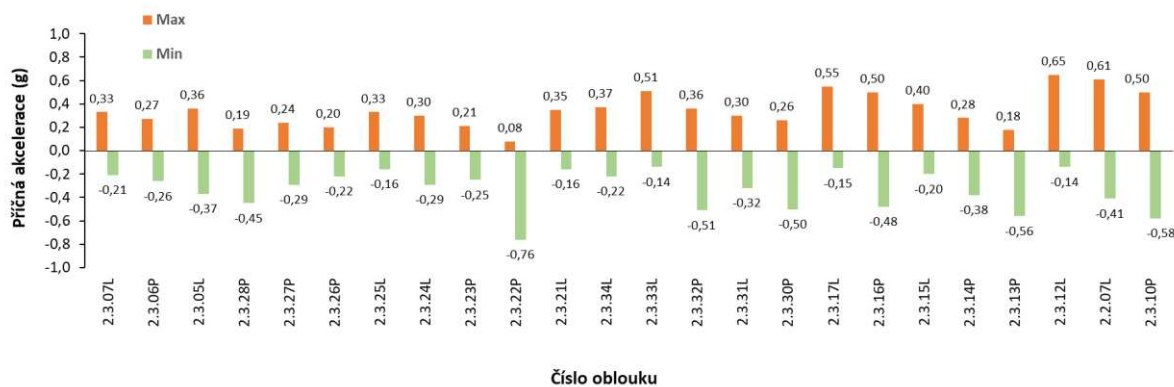
Použité zkratky jsou: *Avg* - aritmetický průměr naměřených hodnot, *Max* - maximální naměřená hodnota, *Min* - minimální naměřená hodnota. Hodnoty akcelerací jsou uváděny v jednotkách gravitačního zrychlení *g*, jak je zvykem v motorsportu a jak je použito v software VTS.



Obrázek 4 Vypočtené dílčí hodnoty rychlostí (zdroj: zpracovali autoři)

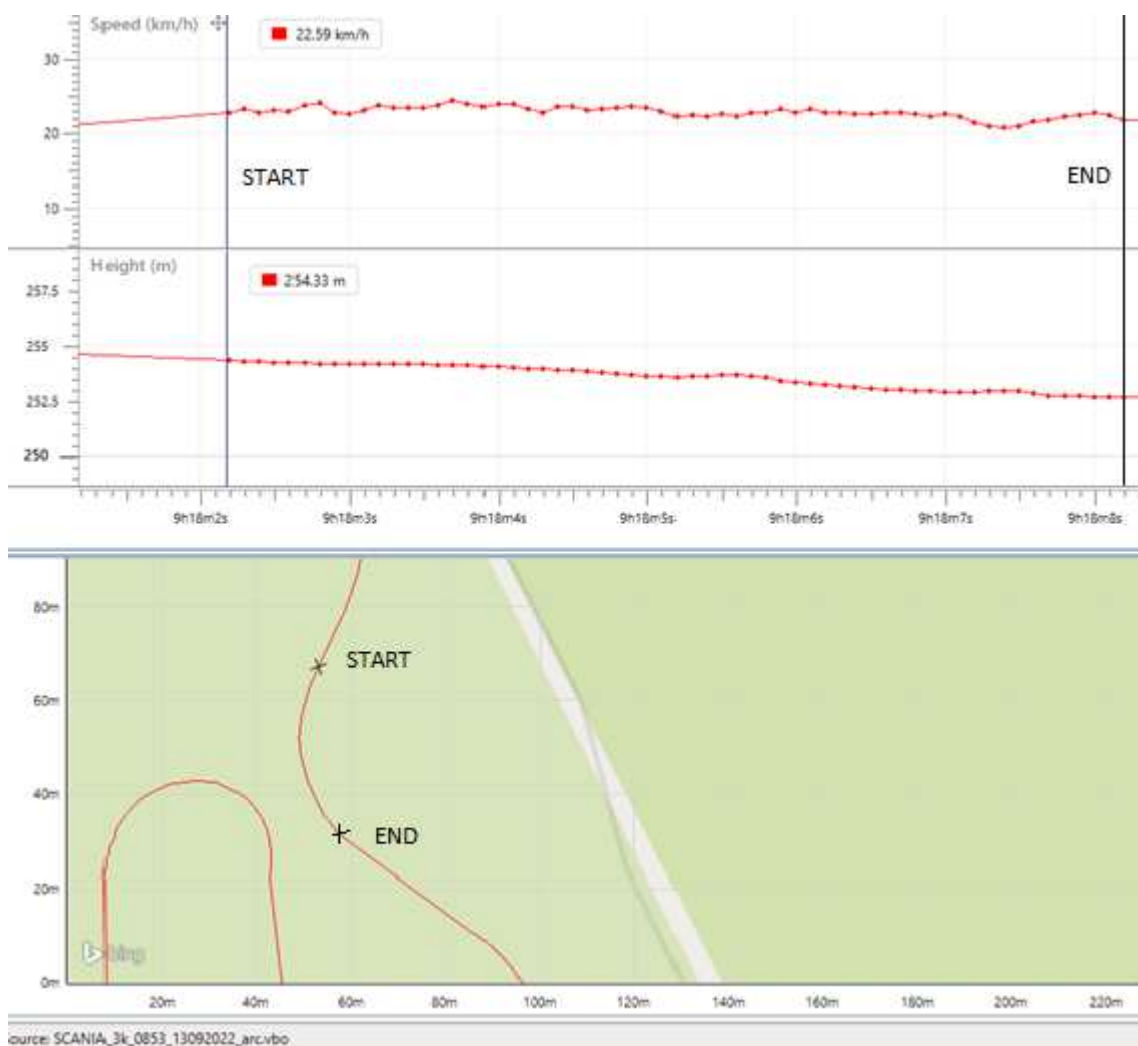


Obrázek 5 Vypočtené dílčí hodnoty podélných akcelerací (zdroj: zpracovali autoři)

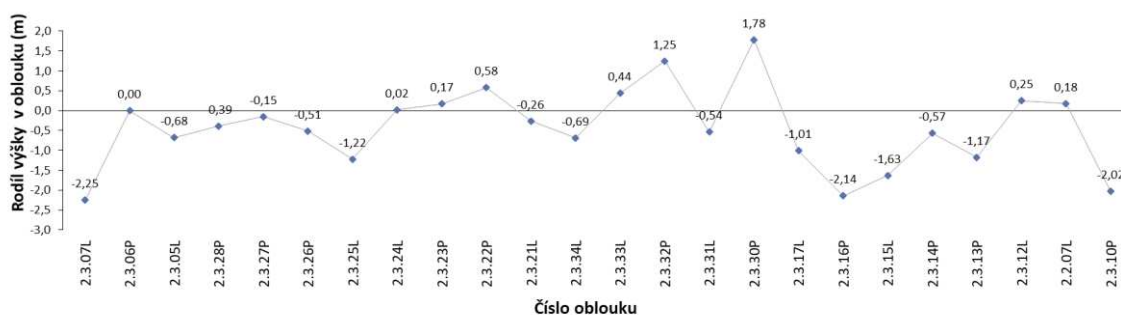


Obrázek 6 Vypočtené dílčí hodnoty příčných akcelerací (zdroj: zpracovali autoři)

Detail záznamu průjezdem oblouku zatáčky č. 2.3.15L je pro ilustraci uveden na Obrázku 7. Zaznamenané rozdíly nadmořské výšky při průjezdu jednotlivými oblouky na vybrané testovací trase jsou uvedeny na Obrázku 8. Na Obrázku 9 je celkový výškový profil vybrané testovací trasy.

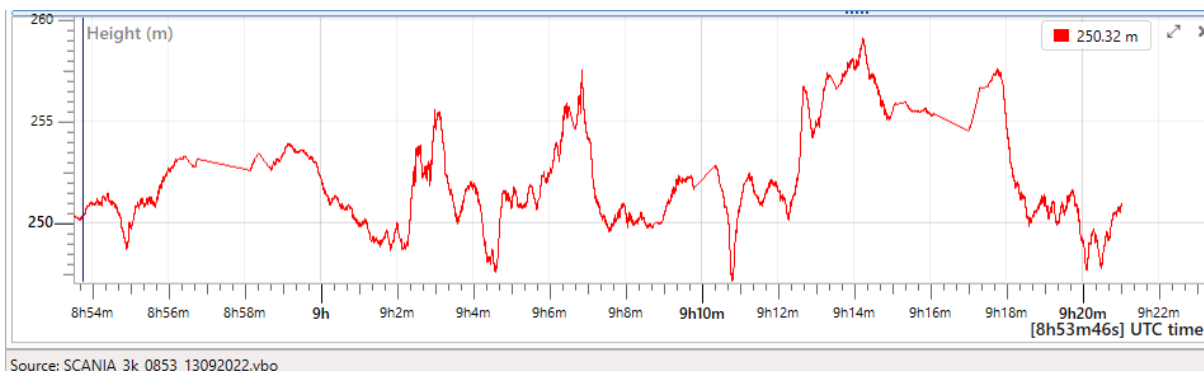


Obrázek 7 Detail záznamu průjezdem oblouku zatáčky č. 2.3.15L (zdroj: zpracovali autoři)



Obrázek 8 Rozdíly nadmořské výšky při průjezdu hodnocenými oblouky na vybrané testovací trase (zdroj: zpracovali autoři)

Zvolené číslování oblouků, např. 2.3.15L určuje, že se jedná o oblouk č. 15, L - levotočivý směr průjezdu zatáčkou, 3 - třetí testovací jízda a 2 - druhý den výcviku.



Obrázek 9 Celkový výškový profil vybrané testovací trasy (zdroj: zpracovali autoři)

Shrnutí výsledků sledovaných veličin u vyhodnocovaných záznamů všech 11 jízdnicích tras je uvedeno v Tabulce 1. Průměrná rychlost jízdy v obloucích byla 16,6 km.h<sup>-1</sup>, průměrná maximální rychlost byla 26,8 km.h<sup>-1</sup>. Průměrná maximální podélná akcelerace při zrychlení byla 0,54 g, průměrná maximální podélná decelerace při brždění byla -0,57 g. Průměrná maximální příčná akcelerace při průjezdu levotočivým obloukem byla -0,64 g, při průjezdu pravotočivým obloukem to bylo -0,63 g.

Tabulka 1 Vypočtené hodnoty sledovaných veličin jízdy vozidla SCANIA (zdroj: Ladislav Jánošík)

| Datum                               | 12.9.2022 | 13.9.2022 |        |        |        |        | 14.9.2022 |        |        |        |        |
|-------------------------------------|-----------|-----------|--------|--------|--------|--------|-----------|--------|--------|--------|--------|
| Trasa                               | 1.        | 1.        | 2.     | 3.     | 4.     | 5.     | 1.        | 2.     | 3.     | 4.     | 5.     |
| Vozidlo                             | SCANIA    |           |        |        |        |        |           |        |        |        |        |
| <b>Rychlost (km.h<sup>-1</sup>)</b> |           |           |        |        |        |        |           |        |        |        |        |
| Avg                                 | 15,13     | 14,67     | 17,23  | 16,41  | 18,62  | 11,63  | 18,17     | 17,20  | 18,83  | 19,07  | 15,70  |
| Max                                 | 24,97     | 23,75     | 29,99  | 33,09  | 31,06  | 17,32  | 26,25     | 24,32  | 30,46  | 32,11  | 21,75  |
| <b>Podélná akcelerace (g)</b>       |           |           |        |        |        |        |           |        |        |        |        |
| Max                                 | 0,499     | 0,612     | 0,671  | 0,575  | 0,620  | 0,314  | 0,382     | 0,422  | 0,564  | 0,651  | 0,624  |
| Min                                 | -0,759    | -0,550    | -0,612 | -0,598 | -0,683 | -0,309 | -0,719    | -0,388 | -0,501 | -0,623 | -0,525 |
| <b>Příčná akcelerace (g)</b>        |           |           |        |        |        |        |           |        |        |        |        |
| Max                                 | 0,331     | 0,524     | 0,893  | 0,653  | 0,806  | 0,555  | 0,593     | 0,741  | 0,808  | 0,831  | 0,306  |
| Min                                 | -0,298    | -0,679    | -0,775 | -0,760 | -0,878 | -0,454 | -0,524    | -0,598 | -0,677 | -0,914 | -0,414 |

Shrnutí výsledků sledovaných veličin u vyhodnocovaných záznamů všech 5 jízdnicích tras druhého vozidla TATRA TerrNo1 je uvedeno v Tabulce 2.

Tabulka 2 Vypočtené hodnoty sledovaných veličin jízdy vozidla TATRA TerrNo1 (zdroj: Ladislav Jánošík)

| Datum                               | 13.9.2022     |        | 15.9.2022 |        |        | Průměrné hodnoty |
|-------------------------------------|---------------|--------|-----------|--------|--------|------------------|
| Trasa                               | 1.            | 2.     | 1.        | 2.     | 3.     |                  |
| Vozidlo                             | TATRA TerrNo1 |        |           |        |        |                  |
| <b>Rychlost (km.h<sup>-1</sup>)</b> |               |        |           |        |        |                  |
| Avg                                 | 15,99         | 14,95  | 20,04     | 16,74  | 16,27  | 16,80            |
| Max                                 | 20,62         | 28,96  | 27,23     | 25,51  | 22,60  | 24,98            |
| <b>Podélná akcelerace (g)</b>       |               |        |           |        |        |                  |
| Max                                 | 0,660         | 0,414  | 0,524     | 0,620  | 0,295  | 0,502            |
| Min                                 | -0,606        | -0,592 | -0,598    | -0,467 | -0,388 | -0,530           |
| <b>Příčná akcelerace (g)</b>        |               |        |           |        |        |                  |
| Max                                 | 0,348         | 0,469  | 0,404     | 0,422  | 0,399  | 0,408            |
| Min                                 | -0,399        | -0,499 | -0,653    | -0,518 | -0,206 | -0,455           |

Vypočtené hodnoty u rychlostí a podélných akcelerací jsou u obou vozidel blízké. Průměrné hodnoty příčné akcelerace u vozidla TATRA TerrNo1 byly ale naměřeny menší o 0,2 g. Toto může naznačovat horší boční vedení pneumatikou, způsobené pravděpodobně průjezdem zatáčkami v jiném méně vhodném místě, než projíždělo vozidlo SCANIA, které mělo stejný druh pneumatik.

## 5.2. Vyhodnocení výcviku ve Vojenském újezdu Březina

Při výcviku ve Vojenském újezdu Březina byly u vozidla TATRA TerrNo1 zaznamenány a vyhodnoceny pouze 2 trasy podobného charakteru. U vozidla TATRA Terra byly pořízeny záznamy jen u 3 tras. Tyto tři trasy s ohledem na rozdílnost, složitost a pracnost při vyhodnocování, v porovnání s jízdou prvního vozidla, nebyly zahrnuty (prozatím) do dalšího vyhodnocení. Na následujícím Obrázku 7 je ilustrován rozdíl ve vyhodnocovaných trasách. Jednodušší trasa vozidla TATRA TerrNo1 byla cca 4,5 km dlouhá a projetí čas byl cca 33 minut. Složitější trasa druhého vozidla byla 6,5 km dlouhá a projetí čas byl cca 47 minut. U složitějších tras se navíc vyskytovala skutečnost, že instruktor místy naváděl vozidlo rozdílnými směry jízdy po trase.



Obrázek 7 Kompletní záznam tras obou vozidel (zdroj: zpracovali autoři)

Shrnutí výsledků sledovaných veličin u obou vyhodnocovaných záznamů jízdních tras vozidla TATRA TerrNo1 je uvedeno v Tabulce 3.

Tabulka 3 Vypočtené hodnoty sledovaných veličin jízd vozidla TATRA TerrNo1 (zdroj: zpracovali autoři)

| Datum                               | 24.10.2023    |        | Průměrné hodnoty |
|-------------------------------------|---------------|--------|------------------|
| Trasa                               | 1.            | 2.     |                  |
| Vozidlo                             | TATRA TerrNo1 |        |                  |
| <b>Rychlost (km.h<sup>-1</sup>)</b> |               |        |                  |
| Avg                                 | 5,96          | 7,07   | 6,52             |
| Max                                 | 17,50         | 24,99  | 21,25            |
| <b>Podélná akcelerace (g)</b>       |               |        |                  |
| Max                                 | 0,414         | 0,363  | 0,388            |
| Min                                 | -0,411        | -0,603 | -0,507           |
| <b>Příčná akcelerace (g)</b>        |               |        |                  |
| Max                                 | 0,281         | 0,284  | 0,282            |
| Min                                 | -0,295        | -0,404 | -0,350           |

## ZÁVĚR

Celkové shrnutí průměrných zjištěných hodnot sledovaných veličin je uvedeno v Tabulce 4. Zjištěné výsledky měření potvrdily zcela odlišný charakter jízdy na výše popisovaných cvičných polygonech, kde proběhlo zde zpracované měření. Každý polygon má svůj specifický charakter, kterým se liší od toho druhého. Proto se výcviky nových řidičů u jednotek HZS Jihomoravského kraje s praxí v řízení nákladních vozidel do tří let provádějí pravidelně na obou polygonech.

Cílem měření bylo zmapovat základní charakteristiky jízdy na cvičných polygonech. Toto bylo úspěšně provedeno. Jízda v převážně rovinatém terénu polygonu Pánov se vyznačovala vyšší průměrnou rychlostí při jízdě v obloucích téměř 17 km.h<sup>-1</sup> a v maximech až 33 km.h<sup>-1</sup>. Naopak jízda ve Vojenském újezdu Březina v terénu s extrémním stoupáním se vyznačovala průměrnou rychlostí do 7 km.h<sup>-1</sup>.

Druhým specifikem při výcviku byly rozdílné povrchy polních cest. Na Pánově byly písčité cesty po prvním testovacím dni rozježděné do hlubokých kolejí. Vozidla se při jízdě začínala do písku zahrabávat. Obě testovaná vozidla, ale zejména jejich řidiči, měli v zatáčkách, kde bylo byt jen mírné převýšení do 2 m, problém projet obloukem na první pokus. Zatímco ve Vojenském újezdu Březina, kde byly cesty hlinito-kamenité, se toto nevyskytovalo. Vozidla při jízdě spíše uklouzla v místech se stojící vodou v kalužích nebo blátem. Dokladem jsou naměřené nižší průměrné hodnoty podélných a příčných akcelerací než při výcviku na polygonu Pánov.

Potvrzenou skutečností bylo, že pro jízdy ve Vojenském újezdu Březina, kde se cvičí přejezdy přes extrémní převýšení, nejsou ideální vozidla s automatickou převodovkou. Řídicí elektronika vozidla se neumí vždy bezchybně vypořádat s extrémním převýšením, kdy je třeba při jízdě do svahu udržovat konstantní převodový stupeň a měnit pouze rychlost jízdy, na rozdíl od manuální nebo poloautomatické převodovky vozidel TATRA, která stabilně drží zařazený převodový stupeň a průjezd tímto extrémním převýšením je jen na dovednosti řidiče a jeho práci s plynovým pedálem. Nicméně, i automatická převodovka se dá přepnout do manuálního režimu. Potom se řidičem zařazený převodový stupeň nemění. Toto rozhodnutí je ale na řidiči a jeho zkušenostech a musí být provedeno před započítáním jízdy do prudkého stoupání.

Tabulka 4 Celkové shrnutí průměrných hodnot sledovaných veličin (zdroj: Ladislav Jánošík)

| Místo výcviku                                | Polygon Pánov                                 | Vojenský újezd Březina  |
|--|---|-------------------------|
| Vozidla                                      | SCANIA P480 CB 4x4<br>TATRA TerrNo1 815-2 4x4 | TATRA TerrNo1 815-2 4x4 |
| Počet vyhodnocených tras                     | 16  | 2                       |
| Rychlost (km.h <sup>-1</sup> )               | 16,7  | 6,5                     |
| Podélná akcelerace (g)                       | 0,52  | 0,39                    |
| Podélná decelerace (g)                       | -0,55   | -0,51                   |
| Příčná akcelerace v levotočivém oblouku (g)  | 0,52  | 0,28                    |
| Příčná akcelerace v pravotočivém oblouku (g) | -0,55   | -0,35                   |

## PODĚKOVÁNÍ

*Tento příspěvek vznikl za podpory interního grantu specifického výzkumu „SP2022/49 - Stresová zátěž řidičů“ a aktivní pomoci pracovníků oddělení strojní služby při Krajském ředitelství HSZ Jihomoravského kraje, Ing. Bohuslava Ježka a Mgr. Ladislava Dobeše.*

## LITERATURA

- Bradáč, A., Krejčíř, P., Lukašík, L., Ošlejšek, J., Pich, J., Kledus, M., Vémola, A. (1999) Soudní inženýrství. 1 vydání. Brno: Akademické nakladatelství CERM.
- Halliday, D., Resnick, R., Walker, J. (1997) Fundamentals of Physics. Fifth Edition Extended. Hoboken: John Wiley and Sons.
- Jánošík, L., Poledňák, P., Šudrychová, I., Fusek, M., Famfulík, J., Vaculík, M., Raška, P., Kareš, D., Cochlar, M. (2022a) Cíle, postupy řešení a výsledky projektu "Bezpečná jízda zásahové požární techniky k zásahu". Riešenie krízových situácií v špecifickom prostredí : zborník príspevkov z 25. vedeckej konferencie s medzinárodnou účasťou : 18.-19. máj 2022, Žilina. Žilina : Fakulta bezpečnostného inžinierstva Žilinskej univerzity v Žiline, 2022, (pp. 190-199). ISBN 978-80-554-1872-8.

- 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. Volume 17, Issue 2 (pp. 1-13). <https://doi.org/10.35182/tses-2022-0004>
- Jánošík, L., Jánošíková, I., Jonová, K., Nováček, V., Šudrychová, I., Poledňák, P. (2023) Vyhodnocení reálných záznamů jízdy k zásahům z pohledu dynamiky jízdy. Krizový manažment. 2023. Volume 22, No. 1 (pp. 28-37). <https://doi.org/10.26552/krm.C.2023.1.28-37>
- PerformanceBox. 2024 [cit. 2024-01-06]. Dostupné z: <https://vboxmotorsport.co.uk/index.php/en/performancebox>
- Software VBOX Test Suite. 2024 [cit. 2024-01-06]. Dostupné z: [https://en.racelogic.support/01VBOX\\_Automotive/03Software\\_applications/VBOX\\_Test\\_Suite](https://en.racelogic.support/01VBOX_Automotive/03Software_applications/VBOX_Test_Suite)
- Šudrychová, I., Jonová, K., Poledňák, P., Jánošík, L., Jánošíková, I. (2022) Driving Dynamics Study in Firefighting Vehicles Drivers Training on a Training Polygon. Chemical Engineering Transactions. 2022. Volume 90 (pp. 523-528). <https://doi.org/10.3303/CET2290088>.
- Šudrychová, I., Jánošík, L., Tomaszek, L. (2023) Stresová zátěž řidičů zásahových požárních automobilů u Hasičského záchranného sboru České republiky. Pokrok v požiarnom a bezpečnostnom inžinierstve 2023 : Advances in Fire and Safety Engineering 2023 : Trnava, 19. - 20. Október 2023. Bratislava : Slovenská technická univerzita v Bratislave, 2023, s. 88-102. ISBN 978-80-8096-300-2.
- Šudrychová, I., Tomaszek, L., Šaloun, P., Miklošíková, M., Jánošík, L. Electrodermal activity as an indicator of challenging road sections. Journal of Loss Prevention in the Process Industries, 2025, Volume 2025, April 94. <https://doi.org/10.1016/j.jlp.2025.105557> (v tisku)
- Vlk, František. (2003). Dynamika motorových vozidel. Nakladatelství a vydavatelství VLK.

---

**Ladislav Jánošík, Ing., Ph.D.**

VŠB – Technická univerzita Ostrava, Fakulta bezpečnostního inženýrství, Lumírova 13, 700 30 Ostrava-Výškovice  
e-mail: [ladislav.janosik@vsb.cz](mailto:ladislav.janosik@vsb.cz)

**Izabela Šudrychová, Ing., Ph.D.**

VŠB – Technická univerzita Ostrava, Fakulta bezpečnostního inženýrství, Lumírova 13, 700 30 Ostrava-Výškovice  
e-mail: [izabela.sudrychova@vsb.cz](mailto:izabela.sudrychova@vsb.cz)

**Ivana Jánošíková, Ing., Ph.D.**

VŠB – Technická univerzita Ostrava, Ekonomická fakulta, 17. listopadu 2172/15, 708 00 Ostrava-Poruba  
e-mail: [ivana.janosikova@vsb.cz](mailto:ivana.janosikova@vsb.cz)

---



# MANAGING CORPORATE REPUTATION FOR FINANCIAL STABILITY IN CRISIS SITUATIONS

ZUZANA ŠTOFANÍKOVÁ, KRISTIÁN KALAMEN, FRANTIŠEK POLLÁK

**ABSTRACT:** *This study examines the financial impact of corporate reputation in the non-alcoholic beverage industry, focusing on how companies of different sizes leverage their reputation to achieve financial success. By analysing total revenue and reputation metrics (TOR and ASA) for ten companies operating in the Czech Republic between 2018 and 2022, the research explores the extent to which reputation affects financial performance. Using a mixed-methods approach, the study combines quantitative data, such as revenue-to-reputation ratios, with qualitative insights from case studies of Coca-Cola HBC, a global leader, and Château Valtice, a niche player. The results indicate that while larger firms effectively monetise broad reputations to secure financial dominance, smaller firms can disproportionately benefit from specialised reputations in premium segments. Limitations of the study include the scope of the data (2018–2022), the regional focus on the Czech Republic, and the subjectivity of reputation metrics. Future research could investigate international contexts and longer time frames to provide a broader understanding of the relationship between reputation and financial outcomes. Overall, the study highlights the strategic importance of reputation as a key financial lever in competitive markets.*

**KEYWORDS:** *Corporate Reputation, Financial Performance, Revenue-to-Reputation Ratio, Crisis*

## INTRODUCTION

In today's competitive and rapidly evolving business environment, corporate reputation has become a critical determinant of financial performance. The non-alcoholic beverage industry is characterised by increasing competition, changing consumer preferences and a heightened focus on sustainability and product quality (Pollák et al., 2021). These trends were strengthened by the COVID-19 pandemic, which disrupted supply chains, changed consumer behaviour and increased the importance of brand trust and reputation (Kalamen et al., 2023). As consumers increasingly prioritised health, sustainability and reliability during the pandemic, non-alcoholic beverage companies faced increased pressure to maintain a strong reputation to manage uncertainty and maintain financial performance (Bosco et al., 2018). This research examines the financial impact of corporate reputation by focusing on companies operating in the non-alcoholic beverage sector in the Czech Republic. While previous studies have examined reputation broadly, this research provides a nuanced approach by analysing how companies of different sizes, from global leaders such as Coca-Cola HBC to niche players such as Château Valtice, leverage their reputation for financial success. The study introduces a novel methodology by integrating financial performance data (total revenue and revenue growth) with reputation metrics, such as Total Online Reputation (TOR) and Aggregate Sentiment Analysis (ASA) scores, to calculate revenue-to-reputation ratios. These ratios provide a unique lens through which to assess how efficiently companies are monetising their reputation. In addition, by considering the unique impact of the pandemic on consumer behaviour and corporate strategy, this research addresses a timely and underexplored dimension of reputation management (Brammer et al., 2015). The main objective of this research is to assess the financial impact of corporate reputation and to understand how companies of different sizes use reputation to achieve financial success.

This study aims to answer the following research question: How does corporate reputation affect financial performance in the non-alcoholic beverage industry in the Czech Republic, and to what extent do companies of different sizes use their reputation to achieve financial success? The paper is structured as follows: the next section outlines the literature review, followed by the research methodology, detailing the data collection process and the analytical techniques used. This is followed by the results and discussion, where key findings are presented and analysed, including the revenue-to-reputation efficiency of the companies studied. The paper concludes with a summary of the findings, implications for corporate strategy and recommendations for future research. By addressing both theoretical and practical dimensions, this research contributes to the understanding of reputation as a critical financial lever in the non-alcoholic beverage industry.

## 1. LITERATURE REVIEW

Use single-level or multi-level automatic chapter numbering. In the text, use single left-aligned bullets or multilevel bullets of the same type, differentiated by bullet size:

The financial implications of corporate reputation in the non-alcoholic beverage industry in the Czech Republic are multifaceted and significant. Corporate reputation is increasingly recognized as a critical asset that influences financial performance, shareholder value, and competitive advantage (Straková et al., 2021). In the context of the Czech Republic, where the non-alcoholic beverage sector is a vital part of the economy, understanding the relationship between corporate reputation and financial outcomes is essential for businesses aiming to thrive in a competitive market (Pollák et al., 2021). Corporate reputation serves as a significant driver of customer behaviour and loyalty, which are essential for financial success in the non-alcoholic beverage sector. Research indicates that a strong corporate reputation can lead to enhanced customer loyalty, which in turn positively impacts financial performance. For instance, studies have shown that corporate reputation is linked to customer citizenship behaviors, such as repeat purchases and positive word-of-mouth, which are critical for sustaining revenue streams in competitive markets (Shahsavari & Faryabi, 2013; Bartikowski & Walsh, 2011). Furthermore, the relationship between corporate reputation and customer loyalty is mediated by factors such as trust and commitment, suggesting that companies with a favorable reputation can cultivate deeper customer relationships that translate into financial benefits (Tabrani & Djalil, 2016). Moreover, corporate reputation can influence pricing strategies within the non-alcoholic beverage industry. Companies with a strong reputation are often able to command premium prices for their products, as consumers are willing to pay more for brands they perceive as trustworthy and reliable (Jelínková et al., 2018; Saruc et al., 2013). This ability to charge higher prices not only enhances profit margins but also contributes to a company's overall financial stability.

Research indicates that a positive corporate reputation can lead to enhanced financial performance. For instance, Raithel and Schwaiger (2014) demonstrate that superior corporate reputations correlate with positive abnormal stock returns, suggesting that companies with strong reputations can create more wealth for their shareholders over the long term. This finding is supported by Kaur and Singh (2018), who assert that a good reputation significantly enhances financial performance, reinforcing the idea that reputation serves as a valuable intangible asset that can drive profitability. Furthermore, the effective management of corporate identity elements, as highlighted by Jelínková et al. (2018), is crucial for building a positive reputation, which in turn can lead to improved financial outcomes.

In the Czech Republic, the importance of corporate reputation is underscored by the findings of Jelínková and Lostaková, who note that reputation is a key factor in supplier selection and overall competitiveness in the B2B market (Jelínková & Lostakova, 2016). This is particularly relevant for the non-alcoholic beverage industry, where relationships with suppliers and distributors are critical for operational success. Additionally, Šimberová et al. emphasise that poor corporate governance practices can hinder competitiveness, suggesting that companies in the Czech Republic must prioritise reputation management to align with international standards and improve their market positioning (Šimberová et al., 2012).

Moreover, the interplay between corporate social responsibility (CSR) and corporate reputation is significant. Research by Činčalová and Hedija (2020) indicates that CSR practices are positively associated with financial performance, suggesting that companies that engage in responsible business practices can enhance their reputational standing and, consequently, their financial outcomes. This is particularly pertinent in the non-alcoholic beverage sector, where consumer preferences are increasingly leaning towards brands that demonstrate social responsibility and sustainability. In conclusion, the financial implications of corporate reputation in the non-alcoholic beverage industry in the Czech Republic are profound. A strong corporate reputation not only enhances shareholder value but also plays a crucial role in supplier relationships and overall market competitiveness. Companies that effectively manage their reputation through strategic CSR initiatives and robust corporate governance are likely to experience improved financial performance and sustained growth in this dynamic industry.

## 2. METHODOLOGY

The primary objective of this research is to analyse the financial impact of corporate reputation in the non-alcoholic beverage sector, focusing on how companies of different sizes use reputation to achieve financial success. By evaluating sales data and reputation scores, the study aims to determine the extent to which reputation metrics influence financial performance and provide actionable insights for companies in both global and niche markets. This study uses a mixed-methods approach to ensure a comprehensive exploration of the relationship between corporate reputation and financial performance. The methodology integrates both quantitative and qualitative analysis, combining numerical data and case studies to address the research objectives.

**Data for this study were sourced from both primary and secondary resources:**

### Primary Data:

Revenue figures (2018–2022) sourced from company financial reports.

Reputation scores (TOR and ASA) derived from online platforms and sentiment analysis tools.

### Companies Analysed:

1. Coca-Cola HBC Česko a Slovensko, s.r.o.
2. Mattoni 1873 a.s.
3. Kofola a.s.
4. KVM BEV CZ s.r.o.
5. WALMARK, a.s.
6. VESETA spol. s r.o.
7. Slovácká Fruta, a.s.
8. FONTEA a.s.
9. EKOMILK a.s.
10. CHÂTEAU VALTICE – Vinné sklepy Valtice, a.s.

### Secondary Data:

Academic literature, official company publications, and industry reports validated the primary data and provided additional context.

To address the research objectives, the following variables and metrics were analysed:

### Financial Metrics:

**Total Revenue (2018–2022):** Total revenue for each company was calculated by summing their annual revenues from 2018 to 2022. This metric reflects the overall financial performance of each company during the specified period.

**Revenue-to-Reputation Ratios:**

**Revenue-to-TOR Ratio:** Calculated by dividing the total revenue by the TOR score for each company. This ratio measures how efficiently a company monetises its overall reputation. TOR score was derived from Google indexed pages, Facebook and Seznam.

$$\text{Revenue to TOR Ratio} = \frac{\text{Total revenue (2018 – 2022)}}{\text{TOR score}}$$

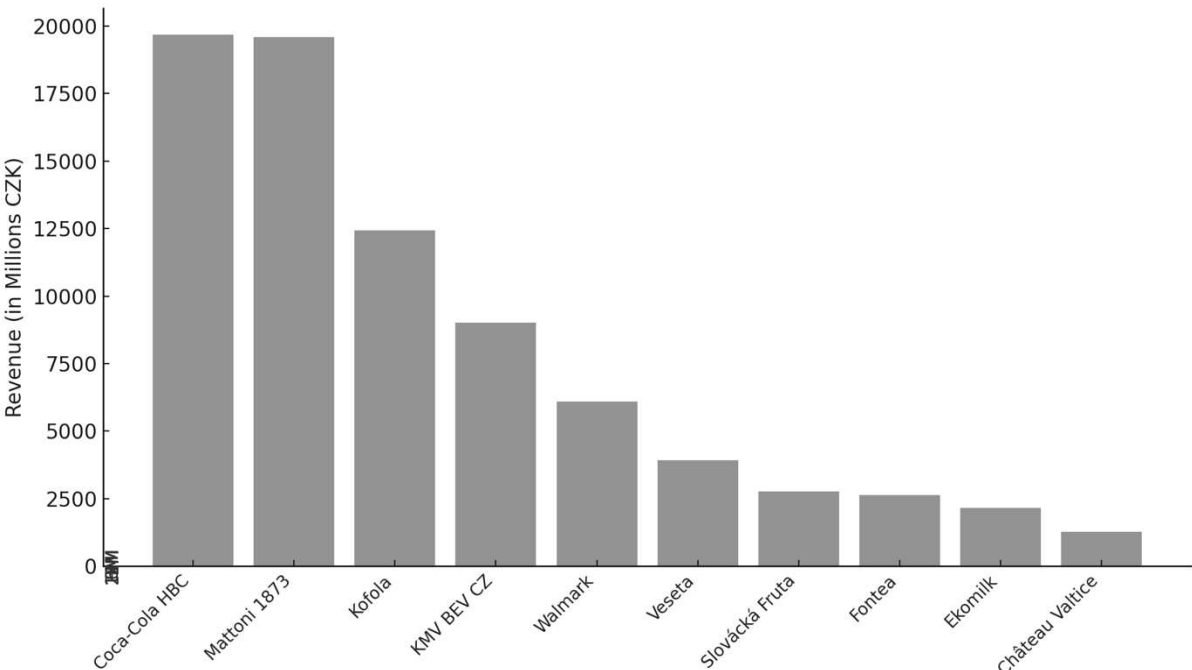
**Revenue-to-ASA Ratio:** Calculated by dividing the total revenue by the ASA score. This ratio evaluates the financial returns per unit of customer sentiment. ASA score was calculated using sentiment analysis tools to evaluate customer feedback from reviews.

$$\text{Revenue to ASA Ratio} = \frac{\text{Total revenue (2018 – 2022)}}{\text{ASA score}}$$

The data for total revenue were extracted from company financial reports, while TOR and ASA scores were derived from online reputation metrics and sentiment analysis. Calculation of the reputation TOR score was calculated in accordance with the methodology proposed by Pollák (2015). These ratios provide a comparative framework for assessing how effectively firms of different sizes use reputation to drive financial results. Larger companies with high ratios indicate greater efficiency in monetising reputation, while smaller companies with lower ratios may highlight the importance of niche or specialised markets.

### 3. RESEARCH AND DISCUSSION

The research and discussion part uses a mixed-methods approach to analyse the relationship between corporate reputation and financial performance in the non-alcoholic beverage sector. By combining quantitative and qualitative methods, the research evaluates revenue data and reputation scores (TOR and ASA) for ten key companies operating in the Czech Republic between 2018 and 2022.



Graph number 1 Total revenue between 2018-2022 of the non-alcoholic beverage companies

Graph 1 Coca-Cola HBC and Mattoni 1873 clearly dominate the non-alcoholic beverage market in terms of sales, each exceeding CZK 19 million. Their leadership is indicative of strong brand presence, effective distribution networks, and customer loyalty. These companies are likely to benefit from economies of scale and significant investment in marketing and product innovation. Companies such as Kofola (CZK 12 million) and KMV BEV CZ (CZK 9 million) hold competitive positions in the market. Although their revenues are lower than the leaders, they have strong regional brands and appeal. They may focus on niche products or specific market segments to sustain their growth. Companies such as Fontea, Ekomilk, and Château Valtice generate revenues of less than CZK 3 million, indicating limited market share. These companies may face challenges such as limited market access, lower economies of scale, and limited brand visibility. However, they could use specialised products, local appeal or sustainable practices to compete effectively. There is a clear divide between the top performers and the smaller companies. This reflects the competitive dynamics of the non-alcoholic beverage industry, where established brands dominate, and smaller players face significant barriers to entry and expansion.

Table number 1 Total Revenue and Revenue-To-Reputation Ratios (2018-2022)

| Company   | Total Revenue (2018-2022) in CZK | Revenue-to-TOR Ratio | Revenue-to-ASA Ratio |
|---|----------------------------------|----------------------|----------------------|
| <b>Coca-Cola HBC Česko a Slovensko s r.o.</b>       | 19670153                         | 812816.23            | 491753.82            |
| <b>Mattoni 1873 a.s.</b>                            | 19592716                         | 321561.07            | 326545.27            |
| <b>Kofola a.s.</b>                                  | 12424863                         | 268587.61            | 230090.06            |
| <b>KMV BEV CZ s r.o.</b>                            | 9027170                          | 1252034.67           | 252861.90            |
| <b>WALMARK a.s.</b>                                 | 6100734                          | 172972.33            | 129802.85            |
| <b>VESETA spol, s r.o.</b>                          | 3924822                          | 255024.17            | 158706.91            |
| <b>Slovácká Fruta, a.s.</b>                         | 2766245                          | 112723.92            | 112723.92            |
| <b>FONTEA a.s.</b>                                  | 2640347                          | 60089.83             | 60089.83             |
| <b>EKOMILK a.s.</b>                                 | 2166442                          | 94152.19             | 94152.19             |
| <b>CHÂTEAU VALTICE - Vinné sklepy Valtice, a.s.</b> | 1274930                          | 19533.17             | 38251.73             |

Table 1 shows the total revenue (2018-2022), revenue to TOR ratio and revenue to ASA ratio for ten companies in the non-alcoholic beverage industry. Coca-Cola HBC Česko a Slovensko and Mattoni 1873 dominate with the highest Total Revenue (CZK 19.670 million and CZK 19.593 million, respectively). They also have the highest revenue to TOR and revenue to ASA ratios among the companies, highlighting their efficiency in monetising both their overall reputation (TOR) and customer sentiment (ASA). Coca-Cola leads with CZK 812 million per TOR point and CZK 492 million per ASA point, indicating a strong ability to translate its global brand and consumer trust into financial performance. Kofola a.s. has a moderate level of revenue (12.42 million CZK), but shows a more balanced relationship between reputation scores and revenue compared to the leaders. Companies such as KMV BEV CZ have a high revenue to TOR ratio (1.25 million CZK per TOR point), suggesting strong financial results relative to a modest reputation score. This may indicate operational efficiency or a focus on niche markets. Companies such as Slovácká Fruta, Fontea, and Ekomilk generate significantly lower revenues (CZK 2.76 million, CZK 2.64 million and CZK 2.16 million, respectively). These companies have lower turnover/reputation ratios, suggesting that reputation does not translate directly into financial performance, possibly due to limited market presence or customer base. Companies with higher total revenues tend to have higher ratios, reflecting the efficient use of reputation for financial gain. Smaller companies may face challenges in scaling their reputation or translating it into tangible economic benefits.

### Leveraging Reputation: A comparison of Global and Niche Market Leaders

Below, we compare the reputation and financial performance of Coca-Cola HBC, a global leader in the non-alcoholic beverage industry, and Château Valtice, a niche producer of premium beverages. The analysis explores how companies of very different sizes use their reputations to achieve financial success. Coca-Cola HBC's financial success is a testament to its ability to efficiently monetise its global reputation. With total revenues of CZK 19,670 million (2018-2022) and a TOR score of 24.2, the company generates approximately CZK 812 million per TOR point. Its financial and reputational achievements are the result of its extensive distribution networks, reliable product offerings, and strong marketing strategies. These attributes have enabled Coca-Cola HBC to dominate several market segments, leveraging its global brand equity and widespread consumer recognition to maintain its competitive advantage in the non-alcoholic beverage sector. The company's diversified reputation allows it to adapt to changing consumer preferences and maintain relevance in different markets, underpinning its long-term financial stability. In contrast, Château Valtice demonstrates the potential of leveraging a specialised reputation to achieve financial success in the premium beverage market. With

total revenues of CZK 1,274 million (2018-2022) and a much higher TOR score of 65.27, the company achieves a revenue-to-TOR ratio of approximately CZK 19.5 million per TOR point. Unlike its larger competitors, Château Valtice focuses on quality, sustainability, and local appeal, which resonates strongly with its loyal customer base. This niche positioning demonstrates how a strong reputation in specialized markets can significantly influence consumer choice and drive growth. By emphasizing premium quality and craftsmanship, Château Valtice is using its reputation to gain a competitive advantage, even in a market dominated by larger players. While Coca-Cola HBC uses its extensive distribution networks and global brand recognition to dominate multiple market segments, Château Valtice demonstrates how a specialised reputation in the premium segment can have a disproportionate impact on financial results. This comparison provides insights into the strategic role of reputation in influencing consumer behaviour and sustaining competitive advantage in different market contexts.

## CONCLUSION

This research paper aimed to analyse the financial impact of corporate reputation in the non-alcoholic beverage industry, focusing on how companies of different sizes use reputation to achieve financial success. By examining revenue data and reputation scores (TOR and ASA) for ten companies operating in the Czech Republic between 2018 and 2022, we sought to uncover the extent to which reputation metrics influence financial performance. The study also explored the contrasting strategies of global leaders, such as Coca-Cola HBC, and niche players, such as Château Valtice, in leveraging their reputation. The findings show that corporate reputation plays a significant role in driving financial outcomes, but its impact varies depending on the size and market positioning of the company. Coca-Cola HBC is an example of how global leaders effectively monetise a broad reputation to dominate multiple market segments, achieving a high revenue-to-TOR ratio of approximately CZK 812 million per TOR point. In contrast, Château Valtice, with its niche focus on premium beverages, demonstrates the potential of specialised reputations, generating 19.5 million CZK per TOR point despite significantly lower total revenues. This highlights that while larger companies capitalise on scale and diversification, smaller players rely on niche reputations to attract a loyal customer base and sustain financial performance.

The research confirms that companies with stable reputations tend to have consistent revenue growth, as evidenced by the correlation between reputation stability and financial performance. However, the impact of customer sentiment (ASA) on financial outcomes appears to be weaker than broader reputation metrics (TOR), suggesting that while sentiment is critical to consumer trust, it may not fully capture a company's market positioning. Despite its contributions, the study has some limitations. Data was limited to the period 2018-2022, which may not capture long-term trends or fluctuations influenced by external factors such as economic conditions or global crises. The study is limited to the Czech Republic and results may differ in markets with different consumer behaviour, competition or regulatory environments. These limitations suggest opportunities for future research, such as expanding the sample size, exploring longer time frames, or incorporating international comparisons to provide a broader perspective on the relationship between reputation and financial performance.

## ACKNOWLEDGEMENTS

*This article is one of the partial outputs of the currently implemented research grant Scientific Grant Agency of the Ministry of Education and Science of the Slovak Republic and the Slovak Academy of Sciences (VEGA) 1/0110/24.*

## REFERENCES

- Bartikowski, B. and Walsh, G. (2011). Investigating mediators between corporate reputation and customer citizenship behaviors. *Journal of Business Research*, 64(1), 39-44. <https://doi.org/10.1016/j.jbusres.2009.09.018> (journal)
- Bosco, B., Mazzucchelli, A., & Chiacchierini, C. (2018). Enhancing brand awareness, reputation, and loyalty: The role of social media. *International Journal of Business and Management*, 14(1), 216. (journal)
- Brammer, S., Agarwal, V., Taffler, R., & Brown, M. (2015). Corporate reputation and financial performance: The interaction between capability and character. *Academia.edu*.

- [https://www.academia.edu/75509414/Corporate\\_Reputation\\_and\\_Financial\\_Performance\\_The\\_Interaction\\_between\\_Capability\\_and\\_Character](https://www.academia.edu/75509414/Corporate_Reputation_and_Financial_Performance_The_Interaction_between_Capability_and_Character) (journal)
- Činčalová, S. and Hedija, V. (2020). Firm characteristics and corporate social responsibility: the case of czech transportation and storage industry. *Sustainability*, 12(5), 1992. <https://doi.org/10.3390/su12051992> (journal)
- Dorčák, P Štrach, F Pollák. Analytical view of the perception of selected innovative approaches in marketing communications P *Quality Innovation Prosperity* 19 (1), 74-84 (journal)
- Jelínková, M., Lostakova, H., & Pakostova, E. (2018). Tools for creating positive reputation with customers for chemical industrial enterprises.. <https://doi.org/10.3846/bm.2018.47> (journal)
- Jelínková, M. and Lostakova, H. (2016). The importance of building positive reputation of chemical industry companies for development of relationships within supply chains.. <https://doi.org/10.3846/bm.2016.19> (journal)
- Kaur, A. and Singh, B. (2018). Re-examining reputation–performance liaison in indian context. *Business Perspectives and Research*, 6(2), 100-112. <https://doi.org/10.1177/2278533718764501> (journal)
- Kalamen, K., Pollák, F., & Markovič, P. (2023). Pandemic Economic Crises. *Encyclopedia*, 3(4), 1489-1497. <https://doi.org/10.3390/encyclopedia3040106> (journal)
- Pollák, F.; Vavrek, R.; Váchal, J.; Markovič, P.; Konečný, M. Analysis of Digital Customer Communities in Terms of Their Interactions during the First Wave of the COVID-19 Pandemic. *Manag. Marketing. Chall. Knowl. Soc.* 2021, 16, 134–151. (journal)
- Raithe, S. and Schwaiger, M. (2014). The effects of corporate reputation perceptions of the general public on shareholder value. *Strategic Management Journal*, 36(6), 945-956. <https://doi.org/10.1002/smj.2248> (journal)
- Saruc, N.T.; Dorčák, P.; Pollák, F. E-business and its Application in Conditions of Central European Market. *QIP J.* 2013, 17, 9–15. (journal)
- Straková, J.; Korauš, A.; Váchal, J.; Pollák, F.; Černák, F.; Talíř, M.; Kollmann, J. Sustainable Development Economics of Enterprises in the Services Sector Based on Effective Management of Value Streams. *Sustainability* 2021, 13, 8978. (journal)
- Shahsavari, A. and Faryabi, M. (2013). The effect of customer-based corporate reputation on customers' citizenship behaviors in banking industry. *Research Journal of Applied Sciences Engineering and Technology*, 6(20), 3746-3755. <https://doi.org/10.19026/rjaset.6.3586> (journal)
- Šimberová, I., Kocmanová, A., & Němeček, P. (2012). Corporate governance performance measurement – key performance indicators. *Economics and Management*, 17(4). <https://doi.org/10.5755/j01.em.17.4.3033> (journal)
- Tabrani, M. and Djalil, M. (2016). The effect of corporate reputation on commitment, trust, and loyalty and its impact on customer behavior of garuda indonesia airline passengers in banda aceh, indonesia.. <https://doi.org/10.20472/iac.2016.025.056> (journal)

---

**Zuzana Štofaničková, Bc.**

*Institute of Technology and Business in České Budějovice, Faculty of Corporate Strategy, Okružní 517/10, 370 01 České Budějovice, Czechia*

*e-mail: zuzana.stofanikova@mail.vstecb.cz*

**Kristián Kalamen, Ing.**

*University of Economics in Bratislava, Faculty of Business Management, Dolnozemska cesta 1/b, 852 35 Petržalka, Slovakia*

*e-mail: kristian.kalamen@euba.sk*

**František Pollák, doc. PhDr., PhD.,**

*University of Economics in Bratislava, Faculty of Business Management, Dolnozemska cesta 1/b, 852 35 Petržalka, Slovakia*

*e-mail: frantisek.pollak@euba.sk*

---



## MOŽNOSTI VYUŽITIA 3D TLAČE NA VZDELÁVANIE V OBLASTI CIVILNEJ OCHRANY

### POSSIBILITIES OF USING 3D PRINTING FOR EDUCATION IN THE FIELD OF CIVIL PROTECTION

JOZEF KUBÁS, IVAN BUDAY

**ABSTRACT:** *Emergency events can have severe impacts on human life, health, and property. Ensuring adequate protection requires preparedness not only from crisis managers but also from the general population. Education is a fundamental component of civil protection; however, it is often implemented inefficiently. Integrating educational tools and aids can significantly enhance the quality and effectiveness of the learning process, thereby improving readiness for managing emergencies. A variety of software solutions and tools are available to support education in civil protection, offering both instructional resources and simplified learning methods. Among these, 3D printing technology stands out as a particularly promising tool, enabling the production of a wide range of tangible teaching aids. The ongoing advancement of manufacturing technologies presents numerous opportunities to improve the educational process. This article explores, based on the findings of a conducted survey, the possibilities and effectiveness of utilising 3D-printed educational aids within civil protection training. The results highlight the added value of this innovative approach in strengthening both practical and theoretical preparedness for emergency response.*

**KEYWORDS:** *Civil protection, 3D printer, Education, Emergency event, Crisis management*

#### ÚVOD

Podľa zákona č. 42/1994 Z. z. je civilná ochrana definovaná ako súbor činností a opatrení zameraných na zvládanie a riešenie mimoriadnych udalostí, ako aj na ochranu zdravia, života a majetku obyvateľstva, pričom súčasne prispieva k zabezpečeniu funkčnosti krízového riadenia počas týchto udalostí. Aby sa predišlo vzniku rozsiahlych škôd, zranení či stratám na životoch, je nevyhnutné, aby obyvatelia, príslušníci integrovaného záchranného systému a ďalší odborníci boli na tieto situácie primerane pripravení. Civilná ochrana zohráva dôležitú v procese prípravy a vzdelávania verejnosti i krízových manažérov na riešenie mimoriadnych udalostí. Účinná príprava obyvateľstva na sebaochranu a vzájomnú pomoc si vyžaduje realizáciu preventívno-výchovných aktivít, ako sú výcviky, školenia, simulácie a iné formy praktického vzdelávania. Kvalitné a správne nastavené vzdelávacie aktivity sú základom efektívnej reakcie na vzniknuté krízové situácie a významne prispievajú k ochrane života, zdravia a majetku. Hošková-Mayerová (2016), opisuje vzdelávanie na úseku civilnej ochrany ako dôležitý krok pre adekvátnu reakciu na vznik mimoriadnych udalostí. Kvalitné vzdelávanie je nevyhnutné, pre zabezpečenie všetkých druhov ľudských činností.

Vyhláška č. 303/1996 Z. z. uvádza viaceré formy prípravy obyvateľstva na sebaochranu a vzájomnú pomoc, vrátane prednášok, distribúcie informačných brožúr a manuálov, ako aj organizovania simulačných cvičení. Napriek širokej škále tradičných vzdelávacích metód, ako sú teoretické cvičenia či prednášky, tieto formy nie vždy dokážu dostatočne zaujať účastníkov alebo ich pripraviť na zvládanie reálnych krízových situácií. S nástupom moderných technológií dochádza k výraznej transformácii vnímania vzdelávacieho procesu a spôsobov poskytovania informácií. Výber vhodných vzdelávacích metód a techník má priamy vplyv na pripravenosť obyvateľstva, ako aj profesionálnych zložiek, na účinné zvládanie mimoriadnych udalostí. Dôležitú úlohu v tomto procese zohrávajú učebné pomôcky, ako sú ochranné masky, ochranné obleky, modely a rôzne didaktické objekty. V súčasnosti je v Slovenskej republike stále využívané značné množstvo učebných pomôcok, ktoré sú morálne a technologicky zastarané, čím sa znižuje ich edukačná hodnota. Z tohto dôvodu je potrebné pristúpiť k ich obmene alebo k vývoju nových, modernejších alternatív, ktoré napomôžu lepšiemu pochopeniu problematiky civilnej ochrany. Práve zastaranosť výučbových materiálov poukazuje na nutnosť inovácie a modernizácie vzdelávacieho procesu. Z prieskumu názorov obyvateľov na Slovensku vyplýva, že obyvatelia pociťujú nedostatky v rámci vzdelávania na úseku civilnej ochrany (Kubás a kol., 2022).

Na zvýšenie úrovne pripravenosti je nutné využívať moderné technológie, ktoré umožňujú rýchlejšie spracovanie informácií, efektívnejšie riadenie procesov a lepšiu koordináciu jednotlivých činností (Ristvej, 2020). Jednou z perspektívnych technológií, ktorá sa dostáva do popredia v oblasti vzdelávania, je trojrozmerná (3D) tlač. Táto technológia predstavuje vhodný nástroj na tvorbu moderných, vizuálne atraktívnych a prakticky využiteľných učebných pomôcok. Zavedenie a systematické využívanie 3D tlače vo vzdelávaní v oblasti civilnej ochrany má potenciál výrazne zvýšiť jeho efektívnosť a atraktivitu, čím sa posilní celková pripravenosť spoločnosti na zvládanie mimoriadnych udalostí.

## 1. VYUŽITIE 3D TLAČE V OBLASTI CIVILNEJ OCHRANY

Príprava obyvateľstva na zvládanie mimoriadnych udalostí predstavuje neoddeliteľnú súčasť mechanizmov zabezpečujúcich ochranu zdravia, života a majetku, ako aj zachovanie funkčnosti spoločnosti v čase krízy. Vzhľadom na potenciálne závažné dôsledky týchto udalostí na infraštruktúru, ekonomiku a verejné zdravie je nevyhnutné, aby verejnosť disponovala základnými znalosťami a zručnosťami umožňujúcimi primeranú reakciu na vzniknuté hrozby (Betuš, 2018). Týmto spôsobom možno prispieť k zníženiu negatívnych dopadov a efektívnejšiemu zvládnutiu následkov. Podľa vyhlášky č. 303/1996 Z. z. o zabezpečovaní prípravy na civilnú ochranu sa pri vzdelávaní odporúča využívať adekvátne materiály a prostriedky, ktoré zodpovedajú špecifikám civilnej ochrany. Zákon č. 245/2008 Z. z. definuje vzdelávanie ako systematický proces výchovy a učenia, zameraný na rozvoj osobnosti jednotlivca, a to bez ohľadu na vekové či sociálne rozdiely. Tento proces je neustále formovaný spoločenskými zmenami a technologickým vývojom. V súčasnom vzdelávacom prostredí sa čoraz intenzívnejšie uplatňujú progresívne technológie, ktoré prispievajú k efektívnejšiemu osvojovaniu poznatkov a zvyšujú mieru zapojenia účastníkov. Medzi tieto technológie patrí virtuálna realita (VR), rozšírená realita (AR), zmiešaná realita (MR) a trojrozmerná tlač (3D). Ich implementácia vo vzdelávaní civilnej ochrany umožňuje prepojenie teórie s praktickými skúsenosťami a vytvára podmienky pre zážitkové učenie (Kelíšek a kol., 2023).

Spoločnosť XVR Simulation, so sídlom v Holandsku, patrí medzi popredných poskytovateľov vzdelávacích a tréningových riešení v oblasti verejnej bezpečnosti. Ich prístup k výučbe je založený na vytváraní realistických scenárov a tréningových nástrojov, ktoré pripravujú študentov na efektívne zvládanie mimoriadnych udalostí. V rámci tohto prístupu spoločnosť vyvinula pomocou 3D tlače digitálnu vodnú trysku, ktorá umožňuje simuláciu hasičských zásahov bez potreby skutočného ohňa, čím zvyšuje bezpečnosť a efektívnosť výcviku kadetov (O'neal, 2015). V širšom kontexte technologického pokroku predstavuje 3D tlač významný nástroj pri zvládaní katastrof a mimoriadnych udalostí, najmä v prostredí inteligentných miest. Schopnosť rýchlej výroby prispôsobených štruktúr a komponentov umožňuje efektívnu a okamžitú reakciu na krízové situácie. Výhody tejto technológie zahŕňajú nielen rýchlosť a efektívnosť, ale aj možnosť lokalizovanej výroby, čo znižuje závislosť od zložitých dodávateľských reťazcov a prispieva k zníženiu uhlíkovej stopy. Integrácia 3D tlače do vzdelávacích programov v oblasti civilnej ochrany prináša niekoľko prínosov. Umožňuje vytváranie realistických modelov a simulácií, ktoré zlepšujú pochopenie komplexných situácií a zvyšujú praktické zručnosti študentov (Brennecke, 2018; Rodriguez a kol., 2018). Okrem toho, flexibilita 3D tlače umožňuje rýchlu adaptáciu výučbových materiálov na meniace sa potreby a scenáre, čo je rozhodujúce pre zvládanie aktuálnych hrozieb a rizík (Khan a kol., 2024; Kantaros a kol., 2024). 3D tlač je technológia, ktorá získava čoraz väčšiu popularitu a nachádza svoje uplatnenie v rôznych oblastiach priemyslu a vedy. Okrem jej technických aplikácií sa čoraz viac využíva aj v oblasti vzdelávania, kde pôsobí ako podporný nástroj na zlepšenie výučby. Medzi hlavné výhody tejto technológie patrí schopnosť zvýšiť zapojenie študentov do vzdelávacieho procesu, zlepšiť vizualizáciu abstraktných teoretických konceptov a podporiť integráciu praktických a teoretických zručností. 3D tlač nachádza široké uplatnenie v rôznych oblastiach – od kultúrneho dedičstva cez medicínu až po výskum a mechaniku. Pre efektívne využitie tejto technológie v pedagogickom procese je však nevyhnutné, aby školitelia disponovali špecifickými zručnosťami a kompetenciami, ktoré im umožnia jej efektívne zapojenie do vzdelávacích aktivít (Assante a kol., 2020).

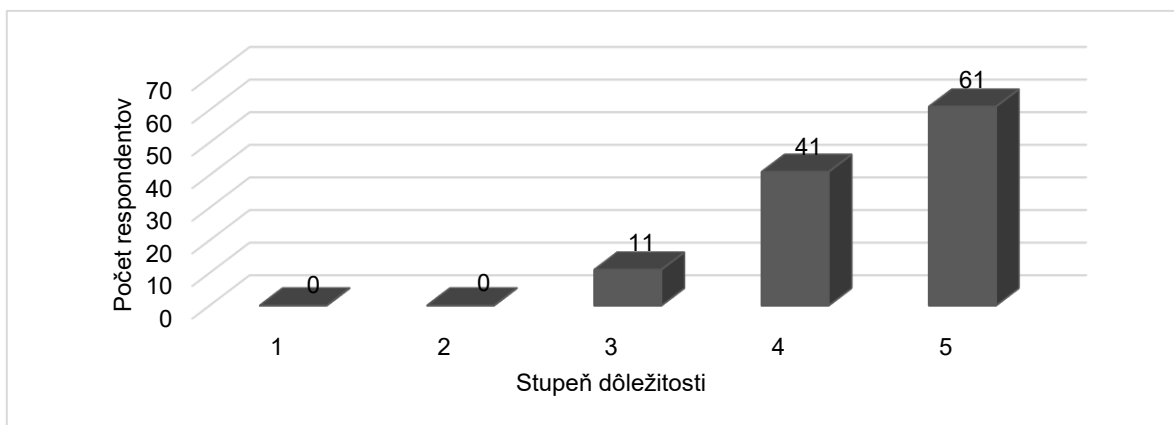
Zavedenie 3D tlače do vzdelávania v oblasti civilnej ochrany si však vyžaduje aj investície do infraštruktúry a školení personálu. Je nevyhnutné zabezpečiť, aby pedagógovia a študenti mali

prístup k potrebným technológiám a boli dostatočne vyškolení na ich efektívne využívanie. Taktiež je dôležité vytvoriť regulačné rámce, ktoré podporia integráciu 3D tlače do vzdelávacích procesov a zabezpečia kvalitu a bezpečnosť vytváraných materiálov. Vzhľadom na uvedené skutočnosti je zrejmé, že 3D tlač predstavuje významný prínos pre vzdelávanie v oblasti civilnej ochrany. Jej využitie umožňuje tvorbu prispôsobených učebných pomôcok, ktoré zvyšujú úroveň pripravenosti jednotlivcov a zložiek integrovaného záchranného systému. Kvalitne implementovaná technológia 3D tlače môže byť jedným z rozhodujúcich faktorov pri budovaní odolnej a informovanej spoločnosti (Kantaros a kol., 2024). Vhodnosť 3D tlače pre vzdelávanie v oblasti civilnej ochrany spočíva v jej schopnosti poskytovať flexibilné, efektívne a prispôsobiteľné výučbové pomôcky, ktoré môžu simulovať reálne situácie v bezpečnom a kontrolovanom prostredí. Tlač modelov, ako sú makety budov, vozidiel alebo záchranných pomôcok, umožňuje študentom interagovať s konkrétnymi objektmi, čo prispieva k lepšiemu pochopeniu a vizualizácii zložitých problémov a postupov. Táto interaktivita zvyšuje úroveň zapojenia študentov a podporuje ich schopnosť aplikovať teoretické vedomosti v praktických situáciách. Výhodou 3D tlače je aj rýchlá výroba prototypov, čo umožňuje prispôbenie výučbových pomôcok na základe aktuálnych potrieb alebo nových výziev v oblasti civilnej ochrany. Týmto spôsobom sa zvyšuje dynamika vzdelávacieho procesu a pripravuje sa efektívna reakcia na rôzne mimoriadne udalosti, ktoré si vyžadujú rýchle a presné rozhodovanie

## 2. VÝZNAM UČEBNÝCH POMÔCOK VYTVORENÝCH POMOCOU 3D TLAČE NA VZDELÁVANIE CIVILNEJ OCHRANY

V procese vzdelávania sa využívajú rôzne technológie a softvéri. Jedným z nich je aj 3D tlač. 3D tlač využíva na školách rôzneho typu, od základných až po vysoké školy ako aj v iných vzdelávacích inštitúciách. Technológia 3D tlače dokáže skvalitniť vzdelávací proces a zároveň zabezpečiť aj adekvátnu prípravu v oblasti civilnej ochrany a iných oblastí. 3D tlačiarne sú čoraz viac voľne dostupnejšie nielen pre verejné inštitúcie alebo firmy, ale už aj pre školy a na súkromné používanie. V školstve predstavujú kvalitný nástroj na zefektívnenie vzdelávacieho procesu a aj prínos z hľadiska obohatenia či tvorbe nových ideí (Černý,2016).

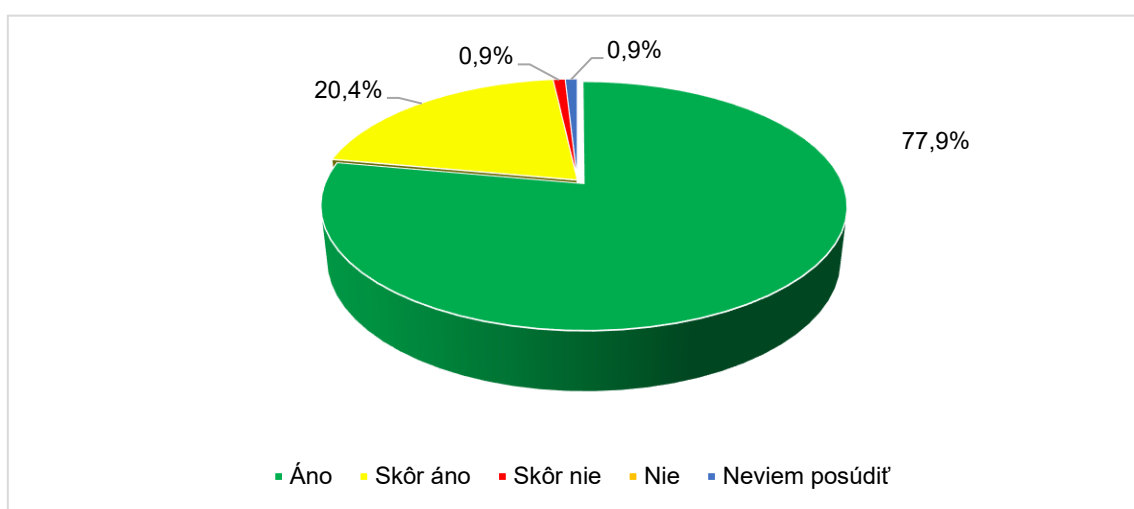
Na problematiku 3D tlače a vzdelávania v oblasti civilnej ochrany bol uskutočnený prieskum ( vo forme dotazníka) na Fakulte bezpečnostného inžinierstva počas cvičení a prednáškach civilnej ochrany. V priebehu cvičení civilnej ochrany bola študentom vysvetlená problematika 3D technológie a jej možnosti využitia v rámci vzdelávacieho procesu na úseku civilnej ochrany a následne bola odprezentovaná samotná 3D tlačiareň. Počas priebehu cvičení študenti vyplňali dotazník, ktorý obsahoval 12 otázok. Dotazník vyplnilo celkovo 113 študentov FBI. Štatistický súbor je tvorený študentami FBI a štatistickú jednotku predstavuje jeden študent. Vek študentov bol v rozmedzí od 20 do 22 rokov. Priemerný vek študentov je 21 rokov. Najväčšie vekové zastúpenie mali študenti s vekom 21 (48). V rámci pohlavia je podiel ženského zastúpenia respondentov 43 (38%) a mužské zastúpenie tvorí 70 (62%). Obrázok č. 1 zobrazuje názor respondentov na dôležitosť vzdelávania v oblasti civilnej ochrany. Respondenti mali možnosť hodnotiť dôležitosť tohto vzdelávania na päťstupňovej škále, kde hodnota 1 označovala najnižšiu (žiadnu) dôležitosť a hodnota 5 najvyššiu (veľmi vysokú) dôležitosť.



Obrázok 1 Hodnotenie dôležitosti vzdelávania v oblasti civilnej ochrany

Výsledky z obrázku 1 jednoznačne poukazujú na vysokú mieru vnímania dôležitosti vzdelávania v oblasti civilnej ochrany medzi respondentmi. Najvyšší počet účastníkov (61 respondentov) priradil hodnotenie 5, čo predstavuje maximálnu mieru dôležitosti. Ďalších 41 respondentov označilo dôležitosť stupňom 4 a rovnaký počet hodnotil túto oblasť strednou hodnotou 3. Z toho vyplýva, že 82 respondentov (t. j. približne 58,6 % všetkých odpovedajúcich) považuje vzdelávanie v oblasti civilnej ochrany za dôležité až veľmi dôležité (hodnotenie 4 a 5). Tieto výsledky poukazujú na všeobecne pozitívny postoj verejnosti k potrebe zvyšovania povedomia a pripravenosti obyvateľstva v prípade mimoriadnych udalostí. Zároveň to signalizuje potenciálny súhlas s implementáciou systematických vzdelávacích programov v tejto oblasti, napríklad v rámci školského systému alebo odborných školení.

Obrázok č. 2 znázorňuje výsledky prieskumnej otázky zameranej na preferencie respondentov týkajúce sa využívania praktických vzdelávacích pomôcok vytvorených pomocou technológie 3D tlače v kontexte vzdelávania v oblasti civilnej ochrany. Cieľom bolo zistiť, do akej miery respondenti vnímajú aplikáciu moderných technologických nástrojov ako prínosnú v rámci edukačného procesu zameraného na pripravenosť obyvateľstva na mimoriadne udalosti.

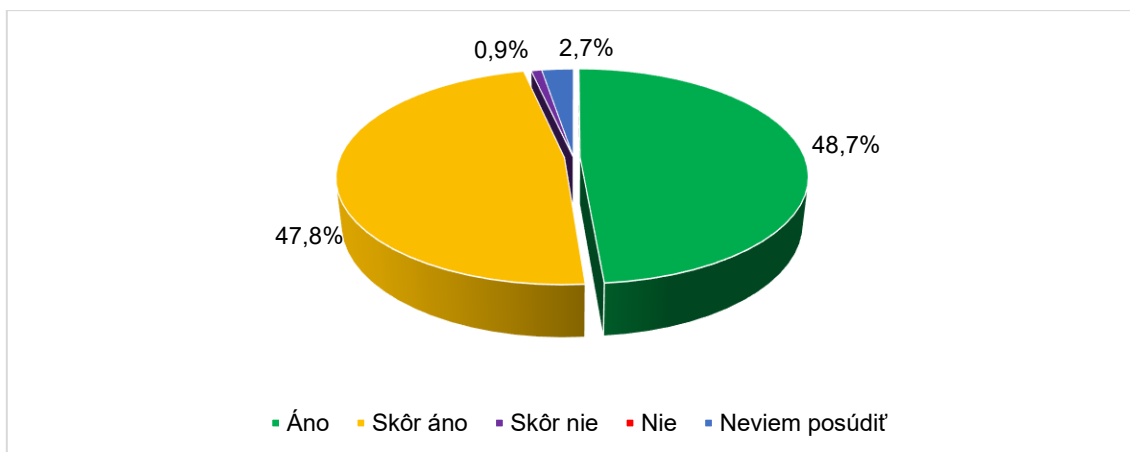


Obrázok 2 Názor respondentov na preferovanie využívania pomôcok v rámci vzdelávania v oblasti civilnej ochrany pomocou 3D tlače

Výsledky prieskumu týkajúceho sa preferencií využívania praktických vzdelávacích pomôcok vytvorených pomocou 3D tlače v oblasti civilnej ochrany jednoznačne ukazujú pozitívne nastavenie respondentov. Až 77,9 % účastníkov odpovedalo jednoznačne kladne („áno“) a ďalších 20,4 % označilo možnosť „skôr áno“, čo spolu predstavuje 98,3 % respondentov s pozitívnym alebo prevažne pozitívnym postojom k využívaniu 3D tlače vo vzdelávaní. Iba zanedbateľný podiel respondentov (0,9 %) sa vyjadril skôr negatívne a rovnaký podiel uviedol, že nedokáže posúdiť danú problematiku. Tieto výsledky poukazujú na vysoký stupeň akceptácie moderných edukačných technológií v oblasti civilnej ochrany, pričom 3D tlač je vnímaná ako inovátny a potenciálne efektívny nástroj na podporu praktického vyučovania. Z pedagogického hľadiska to podporuje závery o potrebe integrácie zážitkových a vizualizačných prvkov do edukačných procesov, čo môže prispieť k zvýšeniu motivácie, zapojenia a pochopenia študentov v oblasti zvládania mimoriadnych udalostí.

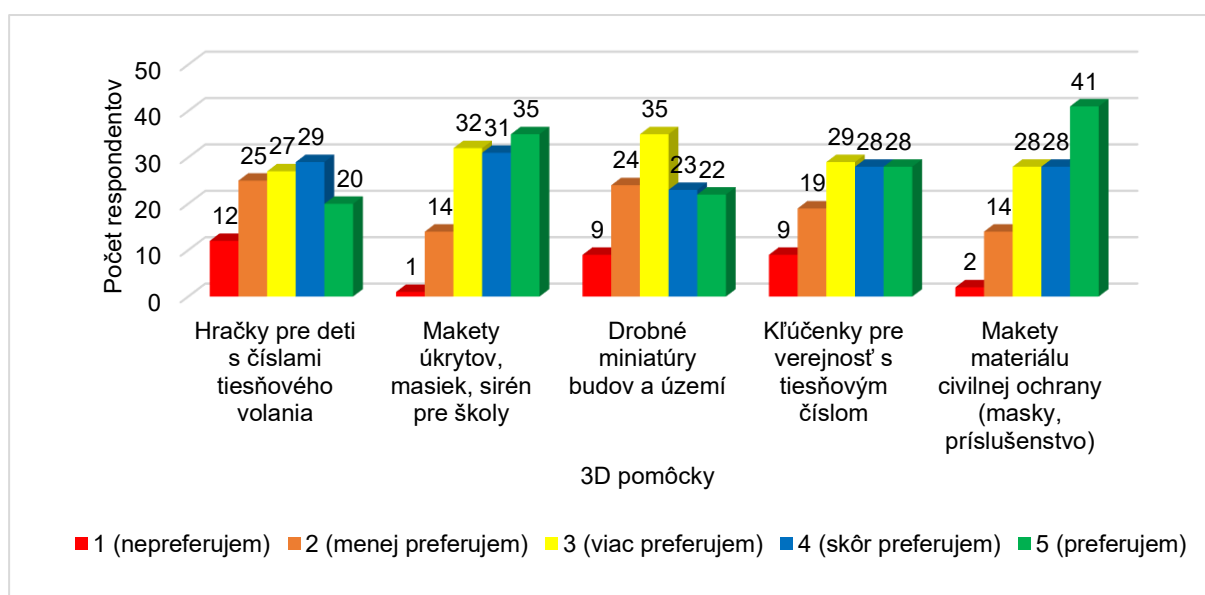
Obrázok č. 3 vizualizuje výsledky prieskumnej otázky zameranej na subjektívne hodnotenie zavedenia technológie 3D tlače do vzdelávacieho procesu v oblasti civilnej ochrany. Cieľom bolo získať spätnú väzbu od respondentov na vnímanie efektívnosti, vhodnosti a potenciálneho prínosu tejto technológie v kontexte edukačných aktivít zameraných na zvládanie mimoriadnych udalostí.

Subjektívne zhodnotenie umožňuje lepšie pochopiť postoj cieľovej skupiny k integrácii moderných technológií do vzdelávacieho procesu a poskytuje cenné informácie pre tvorbu inovátnych metódik a didaktických materiálov.



Obrázok 3 Preferovanie zavedenia 3D technológie do vzdelávania na úseku civilnej ochrany

Výsledky subjektívneho hodnotenia zavedenia technológie 3D tlače do vzdelávacieho procesu v oblasti civilnej ochrany naznačujú výrazne pozitívny postoj respondentov. Až 48,7 % účastníkov prieskumu vyjadrilo jednoznačný súhlas so zavedením tejto technológie („áno“), pričom ďalších 47,8 % odpovedalo „skôr áno“. To znamená, že spolu až 96,5 % respondentov vníma 3D tlač ako vhodný a potenciálne prínosný prvok vo vzdelávaní v oblasti civilnej ochrany. Iba 0,9 % účastníkov označilo možnosť „skôr nie“ a 2,7 % sa nevedeli k otázke vyjadriť. Tieto údaje signalizujú vysokú mieru spoločenskej akceptácie technologických inovácií v edukačnom procese. Z pohľadu pedagogickej praxe a didaktického dizajnu predstavuje 3D tlač perspektívny nástroj, ktorý môže zlepšiť vizualizáciu krízových scenárov, podporiť praktické učenie a zvýšiť angažovanosť učiacich sa. Výsledky zároveň podporujú argumentáciu pre širšiu implementáciu 3D technológií v rámci civilnej ochrany najmä v kontexte zážitkového a kompetenčne orientovaného vzdelávania. Obrázok č. 4 znázorňuje výsledky prieskumnej otázky zameranej na identifikáciu preferovaných typov vzdelávacích pomôcok vytvorených pomocou 3D tlače, ktoré by mohli prispieť k zlepšeniu edukácie a prehĺbeniu znalostí v oblasti civilnej ochrany. Cieľom tejto otázky bolo získať informácie o tom, aké konkrétne formy 3D modelov považujú respondenti za najvhodnejšie a najefektívnejšie pre podporu výučby tém súvisiacich s ochranou obyvateľstva v krízových situáciách. Preferencie týkajúce sa edukačných pomôcok poskytujú cenné podklady pre tvorbu didaktických materiálov a umožňujú cielene prispôsobiť obsah i formu výučby potrebám a očakávaniam cieľovej skupiny. Tieto dáta zároveň reflektujú vnímanie funkčnosti, atraktivity a praktickej využiteľnosti 3D modelov v rámci výučbového procesu.



Obrázok 4 Preferované tvorby pomôcok

Výsledky znázornené na obrázku č. 4 reflektujú preferencie respondentov týkajúce sa konkrétnych typov 3D tlačených vzdelávacích pomôcok, ktoré by mohli podporiť výučbu civilnej ochrany. Respondenti hodnotili jednotlivé návrhy pomôcok na päťstupňovej škále, kde hodnota 1 vyjadrovala úplnú nepreferenciu a hodnota 5 silnú preferenciu. Najvyššiu mieru preferencie získali makety materiálu civilnej ochrany (napr. masky, príslušenstvo na prilby), ktoré získali 41 hlasov s hodnotením 5 a ďalších 28 s hodnotením 4, čo spolu predstavuje 69 pozitívnych preferencií (58,5 % z celkových 118 odpovedí). Rovnako silne boli hodnotené aj makety úkrytov, masiek a sirén na školské účely, kde 35 respondentov označilo stupeň 5 a 31 stupeň 4. Naopak, hračky pre deti s číslami tiesňového volania vykázali najnižšiu preferenciu – iba 20 respondentov označilo stupeň 5 a vyšší podiel hodnotení sa sústredil na stredné alebo nižšie stupne. Výsledky poukazujú na to, že respondenti uprednostňujú realistickejšie, funkčne orientované a didakticky hodnotnejšie pomôcky pred symbolickými alebo propagačnými predmetmi. Tento trend naznačuje záujem o praktickosť a názornosť vo výučbe civilnej ochrany, pričom dôraz sa kladie na vizualizáciu technických prostriedkov a infraštruktúry spojených s ochranou obyvateľstva.

Z dosiahnutých výsledkov prieskumu je možné tvrdiť, že zavedenie 3D tlače do vzdelávacieho procesu na úseku civilnej ochrany je vítané a dokáže vzdelávanie zlepšiť a zefektívniť. Výsledky prieskumu dokazujú že vytváranie pomôcok pomocou 3D tlače je efektívne a zlepšuje tak nadobúdanie poznatkov na danú problematiku. Študenti uvádzali, že sa im vytvorené pomôcky vo forme klúčieniek a úkrytov páčia a myslia si, že tieto pomôcky sa môžu dopĺňať o nové veci, čomu nasvedčuje aj celkové zhodnotenie vykonaného prieskumu.

## ZÁVER

Vzdelávanie v oblasti civilnej ochrany predstavuje dôležitý prvok príprave nielen širokej verejnosti, ale aj odborníkov a krízových manažérov na zvládanie mimoriadnych udalostí. Efektívnosť tohto vzdelávacieho procesu je podmienená nielen obsahovou kvalitou výučby, ale aj využívaním inovatívnych technológií, ktoré dokážu prepojiť teóriu s praxou. Ako uvádza Titko (2019), počas pôsobenia mimoriadnej udalosti sa predpokladá, že bude väčší záujem o informácie na danú problematiku a preto je nutné zabezpečiť efektívne vzdelávanie obyvateľstva aby dokázali zvládnuť následky mimoriadnych udalostí. Rovnako aj Betuš (2018) opisuje, že súčasťou prípravy a vzdelávania musia byť použité praktické ukážky a pomôcky, ktoré skvalitnia vzdelávanie. Bez využívania určitých pomôcok a ukážok sa znižuje atraktivita vzdelávania o problematike civilnej ochrane, čím sa stáva iba formalitou. Implementácia 3D tlače do výučby civilnej ochrany sa ukazuje ako perspektívny nástroj, ktorý napomáha zvýšeniu interaktivity, zrozumiteľnosti a vizualizácie učiva, čo vedie k vyššej motivácii študentov a k rozvoju ich praktických kompetencií.

Výsledky prieskumu realizovaného na Fakulte bezpečnostného inžinierstva, ktorý zahŕňal odbornú prednášku, ukážku technológie 3D tlače a následné dotazníkové šetrenie medzi študentmi v rámci výučby civilnej ochrany, preukázali pozitívne prijatie tejto technológie. Väčšina respondentov vyjadrila presvedčenie, že integrácia 3D tlače do vzdelávania je prínosná a mala by byť využívaná častejšie. Respondenti zároveň uviedli, že didaktické pomôcky vyrobené pomocou 3D tlače by im umožnili lepšie pochopiť a vizualizovať zložité technické a materiálne aspekty civilnej ochrany, s ktorými sa v súčasnosti stretávajú prevažne v teoretickej rovine. Podľa Chiung-Yi H., Jen Chun W. (2022) vizualizačné prevedenie 3D tlače dokáže zlepšiť zručnosti a schopnosti študentov porozumieť danej problematike. Študenti, ktorí využívali 3D tlač prekonávali tých, ktorí používali bežné pomôcky z hľadiska efektívnosti učenia a pochopenia problematiky. Z uvedeného vyplýva, že zavedenie 3D tlače do vzdelávacích procesov na úseku civilnej ochrany nielen zvyšuje kvalitu výučby, ale zároveň predstavuje efektívny spôsob, ako modernizovať a zatriktívniť prípravu na mimoriadne udalosti. Pre ďalší rozvoj tohto prístupu je žiaduce pokračovať v aplikovanom výskume a podporovať technologické inovácie vo vzdelávacom prostredí s dôrazom na praktickú využiteľnosť a dostupnosť výstupov.

Podľa štúdií, ktoré uvádzajú Li Ch s kolektívom (2020) implementovanie 3D tlače dokáže ovplyvniť 3 typy výsledkov vzdelávania študentov a to je: pochopenie problematiky, priestorové schopnosti a kreativity, afektívne výsledky. Tieto štúdie poskytli pozitívne výsledky a uvádzajú, že napriek náročnosti 3D tlače, je táto technológia dobrou pomôckou pri vzdelávaní rôznych problematik.

Na základe dosiahnutých výsledkov prieskumu možno konštatovať, že zavedenie 3D tlače do vzdelávacieho procesu v oblasti civilnej ochrany je pozitívne prijímané a má potenciál zlepšiť a zvýšiť efektívnosť vzdelávania. Respondenti prieskumu potvrdili, že vytváranie vzdelávacích pomôcok pomocou 3D tlače predstavuje efektívny nástroj, ktorý prispieva k lepšiemu pochopeniu a osvojeniu si problematiky civilnej ochrany. Študenti vyjadrili pozitívne hodnotenie voči pomôckam, ako sú kľúčenky a makety úkrytov, a zároveň naznačili, že tieto pomôcky môžu byť ďalej obohacované a rozširované o nové prvky.

Celkový výsledok prieskumu tak potvrdzuje, že využívanie 3D tlače vo vzdelávaní v oblasti civilnej ochrany je považované za prínosné a perspektívne.

## POĎAKOVANIE

*Táto práca bola podporená Agentúrou na podporu výskumu a vývoja na základe Zmluvy č. APVV-24-0153. APVV-24-0153. Článok bol spracovaný aj v rámci projektu KEGA č. 046ŽU-4/2025 „Vzdelávacia online platforma pre prípravu obyvateľov na sebaobranu a vzájomnú pomoc a interaktívna vysokoškolská učebnica zameraná na problematiku civilnej ochrany.“*

## LITERATÚRA

- Assante, D., Cennamo, G. M. A & Placidl, L. 2020 "3D Printing in Education: an European perspective," 2020 IEEE Global Engineering Education Conference (EDUCON), Porto, Portugal, pp. 1133-1138, doi: 10.1109/EDUCON45650.2020.9125311.
- Betuš, Ľ. 2018. Ako ďalej vo využití aktívnych foriem a metód učiva Ochrana života a zdravia na II. stupni základných škôl a na stredných školách. In: CIVILNÁ OCHRANA, revue pre civilnú ochranu obyvateľstva. [online]. 2018. roč. 20. č. 1. s. 42 – 45. [cit. 26-03-2025]. ISSN 1335-4094. Dostupné na: [chrome-extension://efaidnbmnnnibpcajpcglclefindmkaj/https://www.minv.sk/swift\\_data/source/civilna\\_ochrana/dokument\\_skr/revue\\_co/revue\\_co\\_2018/revue\\_CO\\_1\\_2018\\_na\\_web.pdf](chrome-extension://efaidnbmnnnibpcajpcglclefindmkaj/https://www.minv.sk/swift_data/source/civilna_ochrana/dokument_skr/revue_co/revue_co_2018/revue_CO_1_2018_na_web.pdf)
- Brennecke, T. 2023. Exploring 3D printed housing as a solution for post-disaster temporary shelters. [online]. 2023 [cit. 2024-30-09]. Dostupné na: <https://parametric-architecture.com/exploring-3d-printed-housing-as-a-solution-for-post-disaster-temporary-shelters/>.
- Černý, M. 2016. 3D tlač v školskom prostredí. [online]. blogy.rvp.cz. 2016. [cit. 26-03-2025]. Dostupné na: 3D tlač v školskom prostredí – Vzdelávacie technológie
- Hošková-Mayerová, Š. (2016). Education and Training in Crisis Management. In Z. Bekirogullari, M. Y. Minas, & R. X. Thambusamy (Eds.), ICEEPSY 2016: Education and Educational Psychology, vol 16. European Proceedings of Social and Behavioural Sciences (pp. 849-856). Future Academy. <https://doi.org/10.15405/epsbs.2016.11.87>
- Chiung-Yi H., Jen Chun W. 2022. Effectiveness of a three-dimensional-printing curriculum: Developing and evaluating an elementary school design-oriented model course. In: Computers & Education, Volume 187, 104553, ISSN 0360-1315, doi: <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2022.104553>.
- Kantaros A, Petrescu FIT, Brachos K, Ganetsos T, Petrescu N. Leveraging 3D Printing for Resilient Disaster Management in Smart Cities. Smart Cities. 2024; 7(6):3705-3726. <https://doi.org/10.3390/smartcities7060143>
- Kelíšek, A., Strelcová, S., Kubás, J., Ballay, M., & Sventeková, E. (2023). Use of virtual and mixed reality in security education, EDULEARN23 Proceedings, pp. 4736-4744.
- Khan, S. A., Rashid, A. A., Muhamma, D, J., Ali, F., & Koc, M. (2024). 3D Printing Technology for Rapid Response to Climate Change: Challenges and Emergency Needs. In: Intelligent and Sustainable Manufacturing ISSN: 3005-8066.
- Kubás, J., Bugánová, K., Polorecka, M., Petrlová, K., & Stolínová, A. (2022). Citizens' Preparedness to Deal with Emergencies as an Important Component of Civil Protection. International Journal of Environmental Research and Public Health. 19(2):830. <https://doi.org/10.3390/ijerph19020830>.
- Li Ch., et.al. 2020. Exploring the influence of teachers' beliefs and 3D printing integrated STEM instruction on students' STEM motivation. In: Computers & Education, Volume 158, 103983, ISSN 0360-1315. Doi: <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2020.103983>.
- O'neal, B. 2015. Netherlands: Firefighters to Train with XVR's 3D Printed Water Nozzles, Fight Virtual Reality Fire. [online]. 3DPrint.com. 2015. [cit. 26-03-2025]. Dostupné na: Netherlands: Firefighters to Train with XVR's 3D Printed Water Nozzles, Fight Virtual Reality Fire - 3DPrint.com | The Voice of 3D Printing / Additive Manufacturing
- Ristvej, J., Lacinák, M. & Ondrejka, R. On Smart City and Safe City Concepts. Mobile Netw Appl 25, 836–845 (2020). <https://doi.org/10.1007/s11036-020-01524-4>
- Rodriguez, O., & Beltahui, A. (2018). Can 3D Printing address operations challenges in Disaster Management?. 25th Euroma ConferenceAt: Budapest, Hungary. s. 1-10.
- TITKO, M. a kol. 2019. Civil protection in Slovak republic and society preparedness for crisis events. In: INTERNATIONAL SCIENTIFIC JOURNAL SECURITY & FUTURE. 2019, roč. 3. č. 3, s. 75 – 78. [cit. 12-05-2025]. ISSN 2535-082X.
- Vyhľadiska Ministerstva vnútra Slovenskej republiky č. 303/1996 Z. z. na zabezpečovanie prípravy na civilnú ochranu.

Zákon Národnej rady Slovenskej republiky č. 245/2008 Z. z. o výchove a vzdelávaní (školský zákon) a o zmene a doplnení niektorých zákonov

Zákon Národnej rady Slovenskej republiky č. 42/1994 Z. z. o civilnej ochrane obyvateľstva.

---

**Jozef Kubás, doc. Ing. PhD.**

*Katedra krízového manažmentu, Fakulta bezpečnostného inžinierstva, Žilinská univerzita v Žiline, Univerzitná 8215/1, Žilina, Slovensko*

*e-mail: Jozef.Kubas@uniza.sk*

**Ivan Buday, Ing.**

*Katedra krízového manažmentu, Fakulta bezpečnostného inžinierstva, Žilinská univerzita v Žiline, Univerzitná 8215/1, Žilina, Slovensko*

*e-mail: Ivan.Buday@uniza.sk*

---



# FRAKTÁLOVÝ MODEL POSÚDENIA RIZÍK (FRAM) - NÁVRH

## FRACTAL RISK ASSESSMENT MODEL (FRAM) - PROPOSAL

LADISLAV MARIŠ

**ABSTRACT:** *This article introduces the Fractal Risk Assessment Model (FRAM), a novel approach to quantifying and visualising risk in complex physical infrastructure, such as water utilities. Traditional risk assessment methods often struggle to capture the multi-layered and spatially intricate nature of modern security systems. Drawing on fractal geometry concepts, FRAM treats risk as a spatially structured problem where critical properties can recur across various scales. The model integrates classic probability (P) and impact (D) with two key fractal indicators: Fractal Dimension (Df), which quantifies the structural complexity, and Lacunarity (Lf), representing the distribution of unprotected "gaps" or "empty spaces" within the security layout. By defining risk as  $R_f = P * D * (D_f * L_f)$ , FRAM provides a quantifiable measure that reflects both an object's inherent complexity and the completeness of its protective measures. The article applies FRAM to a hypothetical water utility, demonstrating its capability to identify vulnerabilities and assess risk more precisely than linear models, thereby offering valuable insights for enhancing physical security management. The article is intended for experts in risk assessment, security management, and project managers, particularly in the field of security.*

**KEYWORDS:** *Fractal Method. Model. Physical Security. Risk Assessment.*

### ÚVOD

Fraktálová myšlienka pochádza z oblasti matematiky a opisuje javy, ktoré sa opakujú v rôznych mierkach a sú charakteristické svojou štruktúrnou sebakpodobnosťou. Fraktály nachádzame v prírode (stromy, riečne siete, nervová sústava), ale čoraz viac aj v technike (antény, mikroelektronika), urbanizme napr. plánovanie miest, usporiadanie ulíc, fasády budov (Liu, 2021) a analýze komplexných systémov vrátane bezpečnosti (Albahar et. al, 2022). Ich aplikácia v oblasti bezpečnosti – kybernetická bezpečnosť (Mouchoux et. al, 2025) otvára nové možnosti, ako kvantifikovať a vizualizovať zložitosť a zraniteľnosť objektov nielen na úrovni jednotlivých prvkov, ale aj v rámci ich vzťahov a štruktúr.

V bezpečnostnom manažmente často narážame na zložité architektúry a viacúrovňové interakcie medzi technickými, organizačnými a fyzickými opatreniami. Tradičné metódy posudzovania rizík (ISO 31010, 2019) síce poskytujú rámec pre analýzu, ale často nedokážu postihnúť dynamickú a priestorovú komplexitu objektov. Fraktálny by mohol pristúpiť k hodnoteniu rizika inak – a to ako ku priestorovo štruktúrovanému problému, kde sa rizikové vlastnosti opakujú na viacerých úrovniach.

Bezpečnostné systémy vo fyzickej infraštruktúre sú často rozčlenené do viacerých vrstiev a zložitých zón (napr. cibulový princíp). Hodnotenie rizika v takýchto systémoch naráža na obmedzenia tradičných modelov, ktoré nedokážu dostatočne reflektovať hierarchickú štruktúru a priestorovú zložitosť objektov (riziko systému vs. riziko prvku). Fraktálna geometria ponúka koncept pre modelovanie komplexných a sebakpodobných štruktúr v bezpečnosti. Výskumná medzera, ktorou sa tento článok zaoberá, spočíva v nedostatku kvantitatívnych metód, ktoré by dokázali prepojiť geometrickú zložitosť fyzickej infraštruktúry s jej celkovou bezpečnostnou zraniteľnosťou. Fraktálny prístup k hodnoteniu rizika je navrhnutý tak, aby túto medzeru preklenul. Oproti tradičným metódam pristupuje k riziku ako ku priestorovo štruktúrovanému problému, kde sa rizikové vlastnosti opakujú na viacerých úrovniach.

V tomto článku navrhujeme využitie tejto myšlienky **na fraktálový model posúdenia rizík (FRACTAL RISK ASSESSMENT MODEL - FRAM)**, ktorý kombinuje kvantitatívne ukazovatele geometrickej komplexity (fraktálna dimenzia), distribúcie medzier (lakunarita) a klasický prístup založený na pravdepodobnosti a dopade. Model aplikujeme na fiktívny objekt a diskutujeme možnosti jeho širšieho využitia.

## 1. FRAKTÁLOVÝ MODEL POSÚDENIA RIZÍK

Fraktály sa najčastejšie opisujú ako matematické modely (geometrické útvary), ktoré majú vlastnosť sebakopodobnosti časti, ktoré sa podobajú celku, nezávisle od stupňa (dimenzie) priblíženia. V praxi to znamená, že systémy organizované fraktálne sa dajú efektívne modelovať pomocou opakovateľných pravidiel. Tento princíp je sa pokúsime aplikovať pre fyzickú ochranu objektov, kde sa rovnaké prístupy (napr. technické opatrenia detekcie) aplikujú v rôznych mierkach (perimeter, miestnosť, zariadenie).

### 1.1 Kontext posudzovania rizika v komplexnej fyzickej infraštruktúre

Tradičné metódy posudzovania rizík, ako sú tie, ktoré sú uvedené v normách ISO (napr. ISO 31010:2019), sa často stretávajú s významnými obmedzeniami, keď sa aplikujú na komplexnú fyzickú infraštruktúru (International Organization for Standardization, 2019). Systémy kritickej infraštruktúry, ako sú vodárne, dopravné siete alebo energetické rozvody, sú vo svojej podstate viacvrstvové, priestorovo zložité a dynamické, čo často presahuje možnosti lineárnych predpokladov, ktoré sú súčasťou konvenčných modelov. Fyzická bezpečnosť, definovaná ako súbor aktívnych a pasívnych opatrení na odradenie narušiteľov a zabránenie neoprávnenému prístupu k majetku (personál, vybavenie, zariadenia, materiály a informácie), je prvoradá pre ochranu národnej bezpečnosti a majetku (Department of Defense, n.d.).

**Kritická infraštruktúra je príkladom zložitých systémov**, ktoré sa vyznačujú množstvom vzájomne interagujúcich komponentov, ktoré vykazujú emergentné správanie. To sa nedá predpovedať ani pochopiť analýzou izolovaných jednotlivých prvkov (Gell-Mann, 1994). Tieto systémy sú často nelineárne, čo znamená, že malé zmeny na vstupe môžu viesť k rozsiahlym zmenám na výstupe a často vykazujú sebaorganizáciu (Gell-Mann, 1994). V kontexte riadenia rizík to znamená, že zraniteľnosti v jednom segmente infraštruktúry môžu mať kaskádové a nepredvídateľné účinky na celý systém, ktoré tradičné lineárne modely nedokážu adekvátne zachytiť. Táto inherentná zložitosť predstavuje zásadný nesúlad pre lineárne modely rizík. Ak je systém vo svojej podstate zložitý a nelineárny, lineárny model ho nevyhnutne príliš zjednoduší a prehliadne kritické rizikové faktory. Akékoľvek skutočne účinné posúdenie rizika takýchto systémov musí zahŕňať nelineárne, viacúrovňové analytické prístupy na zachytenie emergentných zraniteľností. FRAM, využívajúci fraktálnu geometriu, rieši túto výzvu priamo tým, že rozpoznáva sebakopodobnosť a škálovateľnú invarianciu (Mariš, 2025; Liu, 2021).

### 1.2 Úvod do fraktálnej geometrie a jej nová rola v bezpečnosti

Pojem fraktálov, ktorý má pôvod v matematike, opisuje javy, ktoré sa opakujú v rôznych mierkach a vyznačujú sa štruktúrnou sebakopodobnosťou (Mariš, 2025). Tento koncept, ktorý formalizoval Benoît Mandelbrot v roku 1982, znamená, že vzory v pohyboch sa pri zväčšení podobajú tým, ktoré sú pozorované v rôznych časových rámcoch (Mandelbrot, 1982; Nekrasova et al., 2018; Peters, 1994). Fraktály sa nachádzajú v prírode (stromy, riečne siete, nervová sústava) a čoraz častejšie sa využívajú aj v technike (antény, mikroelektronika), urbanizme (napr. plánovanie miest, usporiadanie ulíc, fasády budov) (Liu, 2021; Myint & Mesev, 2011) a v analýze komplexných systémov vrátane bezpečnosti (Albahar et al., 2022). Dva kľúčové fraktálne ukazovatele relevantné pre posudzovanie rizika sú Fraktálna dimenzia ( $D_f$ ) a Lakunarita ( $L_f$ ). Fraktálna dimenzia kvantifikuje zložitosť a vyplnenie priestoru fraktálneho vzoru, pričom má často neceločíselné hodnoty (Liu, 2021; Nekrasova et al., 2018). Vyššia fraktálna dimenzia naznačuje zložitejšiu štruktúru, ktorá efektívnejšie vyplní priestor (Liu, 2021). Lakunarita, na druhej strane, meria "medzerovitost" alebo heterogenitu geometrickej štruktúry a opisuje distribúciu prázdnych priestorov (Mariš, 2025; Plotnick et al., 1993; Myint & Mesev, 2011). Objekty s vysokou lakunaritou vykazujú širokú škálu veľkostí medzier a sú heterogénne (Myint & Mesev, 2011).

### 1.3. Návrh modelu FRAM

**Posúdenie rizika (R)** sa definuje ako kombinácia pravdepodobnosti a dopadu najmä na základe noriem ISO 31000 (ISO 31000, 2018) a ISO 31010. V našom prípade navrhujeme tieto základné faktory rozšíriť o fraktálne ukazovatele, čo umožňuje zohľadniť presnejšiu priestorovú a štruktúrnú analýzu.

Fraktálový strom predpokladá reprezentáciu objektov/prvkov nasledovne: kmeň reprezentuje celý objekt, vetvy reprezentujú zóny objektu (perimeter, sklad, nádrž) a listy reprezentujú konkrétne prvky (bezpečnostné dvere, kameru, bezpečnostný ventil). Každý uzol systému je analyzovaný pomocou rovnakej hodnotiacej funkcie bez ohľadu na úroveň, čím dosiahneme štrukturálnu konzistentnosť resp. jej škálovateľnosť naprieč celým chráneným objektom.

**Fraktálna dimenzia (Df)** vyjadruje mieru komplexnosti priestoru (index zložitosti). Vyššia hodnota znamená zložitejšiu štruktúru s väčším počtom možných ciest (napr. areál, objekt, poschodie, miesnosť, predmet).

**Fraktálna lakunarita (Lf)** popisuje v našom prípade nedetekčnú charakteristiku priestoru, teda rozloženie prázdnych alebo nezabezpečených miest. Kombináciou týchto parametrov môžeme kvantifikovať napríklad zložitosť ochranných opatrení.

Ak vychádzame zo štandardného posúdenia rizika ako kombináciu pravdepodobnosti a dôsledku ( $R = P \times D$ ) – resp s jeho ďalšími možnosťami rozšírenia (napr. robustnosť, zraniteľnosť, atď.), potom fraktálny model rizika môžeme vyjadriť ako:

$$R_f = P \times D \times F, \text{ pričom } F = D_f \times L_f$$

kde:

- *P* reprezentuje pravdepodobnosť,
- *D* reprezentuje dopad,
- *F* reprezentuje fraktálnu dimenziu (index zložitosti) a lakunaritu (prázdne miesta) posudzovaného objektu (fraktálovosť).

**Výhodou fraktálneho modelovania v oblasti fyzickej bezpečnosti je schopnosť vizualizovať a kvantifikovať priestorovú zložitosť a bezpečnostné medzery spôsobom, ktorý nie je možný pri tradičných lineárnych modeloch.** Fraktálna dimenzia tak poukazuje na hustotu a zložitosť bezpečnostného usporiadania – napríklad vysoká  $D_f$  môže naznačovať sofistikovane prepojené opatrenia alebo členitý objekt, ktorý si vyžaduje detailnú analýzu prístupových ciest. Naopak, lakunarita ( $L_f$ ) môže upozorniť na priestorové medzery – oblasti so slabým pokrytím kamerového systému, slepé zóny v detekcii alebo miesta bez mechanických zábranných prostriedkov. Implementácia fraktálneho modelu v praxi si vyžaduje hierarchickú analýzu bezpečnostného systému, kde sa na každej úrovni (od areálu po jednotlivé prvky) identifikujú kľúčové hodnoty modelu.

Pre výpočtovú podporu modelu možno použiť algoritmy založené na grafovej analýze, kde každý uzol stromu reprezentuje bezpečnostný prvok a hrany predstavujú funkčné väzby alebo fyzickú dostupnosť. Hodnotenie jednotlivých uzlov a ich parametrov (napr. stupeň ochrany, pravdepodobnosť prekonania ochranných opatrení) následne umožňuje zostaviť komplexnú hodnotu rizika pre celý objekt (systém).

## 2. MODELOVANIE RIZIKA POMOCOU FRAKTÁLNYCH PARAMETROV

V tomto príklade analyzujeme riziko bezpečnostného incidentu na fiktívny objekt prostredníctvom fraktálneho prístupu s možnou aplikáciou (funkcia v jazyku Python). Chránený objekt môže byť strategickým prvkom kritickej infraštruktúry, kde narušenie môže mať vážne dôsledky pre obyvateľstvo aj prevádzkovateľa.

### Lakunarita (Lf) a jej hodnoty

Lakunarita je mierou "medzier" alebo "prázdnych miest" v priestorovom usporiadaní objektu. Charakterizuje heterogenitu resp. mieru, akou vzor vyplňuje priestor. V štandardnom chápaní ochrany objektov sa podobá na zraniteľné miesta, avšak vo fraktálovom prístupe by ju chápene ako všetky nezabezpečené miesta – teda medzery. Dva objekty môžu mať rovnakú fraktálnu dimenziu, ale veľmi odlišnú lakunaritu (napr. riedka, rozptýlená štruktúra vs. hustá, kompaktná štruktúra s rovnako "rozvetvenými" detailmi).

Lakunarita sa zvyčajne vyjadruje ako hodnota v rozsahu od 0 do 1 (alebo niekedy aj vyššie, v závislosti od metódy výpočtu, no pre účely nášho modelu ju obmedzíme na 0 až 1, kde 0 znamená úplnú homogenitu a 1 extrémne "deravú" štruktúru resp. nulovú detekčnú charakteristiku).

- Lf blízko 0 (napr. 0,1 – 0,3): **Nízka lakunarita**
  - Interpretácia: Objekt je veľmi homogénny a priestor je vyplnený detekčnou charakteristikou rovnomerne. Má málo alebo žiadne "medzery" či "prázdne miesta" v rámci bezpečnostných opatrení.
  - *Príklad pre chránený objekt: Bezpečnostný systém je veľmi konzistentný, málo slepých miest v kamerovom systéme, všetky vstupy sú dôkladne zabezpečené, žiadne nechránené oblasti.*
- Lf v strede (napr. 0,4 – 0,7): **Stredná lakunarita**
  - Interpretácia: Objekt vykazuje určitú mieru heterogenity a prázdnych miest. Priestor nie je vyplnený úplne rovnomerne v rámci bezpečnostných opatrení.
  - *Príklad pre chránený objekt: Existujú určité slepé miesta v pokrytí, niektoré prístupové body sú menej zabezpečené, alebo sú tu oblasti s nerovnomernou ochranou.*
- Lf blízko 1 (napr. 0,8 - 1,0): **Vysoká lakunarita**
  - Interpretácia: Objekt je veľmi heterogénny s veľkým počtom medzier a nevyplneného priestoru. Štruktúra je "deravá" alebo "rozptýlená", napríklad nulová detekčná charakteristika.
  - *Príklad pre chránený objekt: Bezpečnostný systém má výrazné nedostatky, rozsiahle slepé miesta, mnoho nechránených vstupov, ľahko preniknuteľné oblasti.*

### Fraktálna dimenzia (Df) a jej hodnoty

Fraktálna dimenzia (index zložitosti), ktorý kvantifikuje, ako "úplne" fraktálny vzor vyplní priestor, keď sa skúma v rôznych mierkach. Fraktálna dimenzia môže mať neceločíselné hodnoty:

- Df blízko 1 (napr. 1,0 - 1,2): **Nízka fraktálna dimenzia**
  - Interpretácia: Objekt je pomerne jednoduchý a lineárny, podobný jednoduchej štruktúre – 1 dimenzia. Detaily sa s mierkou menia len minimálne.
  - *Príklad pre chránený objekt: Veľmi jednoduchá štruktúra chráneného objektu s minimom prístupových ciest alebo vrstiev ochrany (napr. len jeden plot, jednoduchá budova). Je ľahké pochopiť jej "geometriu".*
- Df v strede (napr. 1,3 - 1,7): **Stredná fraktálna dimenzia**
  - Interpretácia: Objekt vykazuje strednú zložitosť a miernu úroveň detailov, ktoré sa opakujú v rôznych mierkach. Viacero poschodí, viacero miesností.
  - *Príklad pre chránený objekt: Chránený objekt s viacerými budovami, skladmi, rôznymi typmi ochrany (ploty, múry, poschodí, dvere) a vnútornými priestormi. Bezpečnostná "plocha" nie je súvislá, ale má istú úroveň členitosti.*
- Df blízko 2 (napr. 1,8 - 2,0): **Vysoká fraktálna dimenzia**
  - Interpretácia: Objekt je veľmi zložitý a "rozvetvený", s bohatými detailami na rôznych úrovniach, ktoré efektívne vyplňajú priestor.
  - *Príklad pre chránený objekt: Veľmi komplexná štruktúra chráneného objektu s rozsiahlym areálom, viacerými prístupovými vrstvami (rôzne zóny ochrany), podzemnými priestormi, zložitými potrubnými systémami, sieťami senzorov a prepojenými technickými miestnosťami. Je náročné zmapovať všetky potenciálne zraniteľnosti.*

Predpokladané hodnoty:

- P (pravdepodobnosť útoku alebo incidentu): 0,2 ; napr. na základe historickej analýzy incidentov v regióne
- D (dopad v prípade úspešného útoku): 80; škála 0 – 100, pričom 80 predstavuje vysoký dopad na prevádzku, zásobovanie vodou, reputáciu,

- Df (fraktálna dimenzia objektu): 1,65; mierne zložitý objekt s viacerými úrovňami prístupu: vonkajší plot, sklad, technická miestnosť, nádrž, serverovňa,
- Lf (lakunarita – miera „prázdnych“ miest v ochrane): 0,75; napr. niektoré slepé miesta v kamerovom systéme, chýbajúce detekčné senzory na zadných vstupoch.

Vzorec:

- $Rf = P \times D \times F$ ; kde  $F = Df \times Lf$

Vypočítajme najskôr fraktálny faktor:

- $F = 1,65 \times 0,75 = 1,2375$

A potom celkové fraktálne riziko:

- $Rf = 0,2 \times 80 \times 1,2375 = 19,8$

#### Interpretácia:

- **Rf = 19,8** (z max. možnej hodnoty napr. 100) znamená **stredne vysoké riziko**, ktoré je ovplyvnené najmä vysokým dopadom a strednou zložitou objektu.
- Fraktálne parametre poukazujú na **potenciál pre zlepšenie ochrany** – napríklad zvýšením pokrytia slepých miest (znižením lakunarity Lf na 0,5) by sa riziko znížilo.

```
def fraktalne_riziko(P, D, Df, Lf):
    """ Výpočet fraktálneho rizika podľa vzorca:
        Rf = P x D x (Df x Lf) """
    F = Df * Lf
    Rf = P * D * F
    return Rf

# Základné vstupné hodnoty pre tento príklad determinované
P = 0.2      # Pravdepodobnosť incidentu
D = 80      # Dopad incidentu
Df = 1.65   # Fraktálna dimenzia
Lf = 0.75   # Lakunarita (miera "prázdnych miest")

# Výpočet fraktálneho rizika
zakladne_riziko = fraktalne_riziko(P, D, Df, Lf)
print(f"Základné fraktálne riziko: {zakladne_riziko:.2f}")
```

Obrázok 1 – Funkcia fraktalne\_riziko v jazyku Python, s diskretnými hodnotami  
(Autor pomocou nástrojov (Python, 2025; Microsoft, 2025))

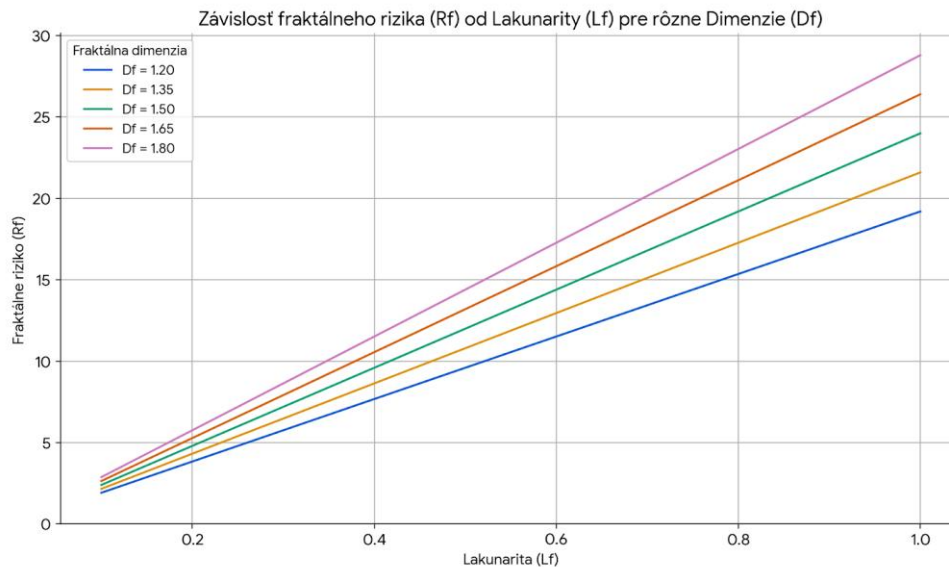
Hodnoty v modelovom príklade boli zvolené na základe dvoch kľúčových princípov:

- Teoretické základy fraktálnej geometrie: Fraktálna dimenzia (Df) a lakunarita (Lf) majú v matematike a prírodných vedách presne definované intervaly. Df pre 2D priestor sa pohybuje od 1 (jednoduchá línia) po 2 (úplné vyplnenie plochy). Lf, ktorá meria medzery v štruktúre, sa bežne kvantifikuje v rozsahu od 0 (žiadne medzery) po 1 (maximálna heterogenita). Váš model tieto intervaly rešpektuje.
- Praktická interpretácia pre bezpečnosť: Tieto matematické intervaly boli prenesené do kontextu fyzickej bezpečnosti. Namiesto abstraktných matematických pojmov teraz reprezentujú konkrétne charakteristiky objektu a jeho ochrany. Napríklad, nízka Df (blízko 1) znamená jednoduchú, ľahko mapovateľnú štruktúru, zatiaľ čo vysoká Df (blízko 2) predstavuje komplexný, rozvetvený a ťažko zmapovateľný objekt. Podobne, nízka Lf naznačuje minimálne „slepe zóny“, zatiaľ čo vysoká Lf poukazuje na závažné nedostatky v zabezpečení.

Modelové hodnoty  $D_f = 1.65$  a  $L_f = 0.75$  boli zámerne vybrané tak, aby predstavovali stredne zložitý objekt s výraznými, ale nie fatálnymi nedostatkami v ochrane. Sú realistickým príkladom situácie, s akou sa bezpečnostní manažéri často stretávajú, čo umožňuje praktickú demonštráciu fungovania modelu. Výber týchto hodnôt preto nebol náhodný, ale bol založený na prepojení teoretických princípov fraktálnej geometrie s ich praktickým významom v oblasti posudzovania rizík.

### 3. ZÁVISLOSŤ RIZIKA OD HODNÔT DIMENZIE A LAKUNARITY

Graf (Obrázok 2) zobrazuje, ako sa mení hodnota fraktálneho rizika v závislosti od lakunarity ( $L_f$ ) a fraktálnej dimenzie ( $D_f$ ), pričom pravdepodobnosť ( $P$ ) a dopad ( $D$ ) zostávajú konštantné ( $P = 0,2$  a  $D = 80$ ).



Obrázok 3 – Graf závislosti fraktálneho rizika ( $R_f$ ) od lakunarity ( $L_f$ ) pre rôzne dimenzie ( $1,2 < D_f < 1,8$ ) pri zachovaní nemenných hodnôt pravdepodobnosti ( $P$ ) a dopadu ( $D$ )

Na grafe vidíme viacero línií, z ktorých každá predstavuje inú hodnotu fraktálnej dimenzie ( $D_f$ ), teda iný priebeh kriviek. Všetky línie majú stúpajúci trend, čo znamená, že s rastúcou lakunaritou ( $L_f$ ) (teda s väčším počtom „prázdnych miest“ v ochrane) sa zvyšuje aj fraktálne riziko ( $R_f$ ). Táto závislosť je lineárna. Línia s vyššou hodnotou  $D_f$  je vždy nad líniou s nižšou hodnotou  $D_f$ . To indikuje, že objekty s vyššou fraktálnou dimenziou (komplexnejšie objekty) majú pri rovnakej lakunarite vyššie celkové riziko. Hodnoty  $P$  a  $D$  sú konštantné pre všetky zobrazené krivky a ich vplyv je implicitne zahrnutý vo výpočte každého bodu na grafe

Konkrétne hodnoty z výpočtov:

- Nízka dimenzia ( $D_f = 1,20$ ) a nízka lakunarita ( $L_f=0.10$ ):  $R_f = 1,92$
- Nízka dimenzia ( $D_f = 1,20$ ) a vysoká lakunarita ( $L_f=1.00$ ):  $R_f = 19,20$
- Vysoká dimenzia ( $D_f = 1,80$ ) a nízka lakunarita ( $L_f=0.10$ ):  $R_f = 2,88$
- Vysoká dimenzia ( $D_f = 1,80$ ) a vysoká lakunarita ( $L_f=1.00$ ):  $R_f = 28,80$

Z týchto hodnôt je zrejmé, že obe premenné – lakunarita aj fraktálna dimenzia – priamo ovplyvňujú výsledné riziko. Znižovanie lakunarity (zlepšovanie ochrany) má vždy pozitívny vplyv na zníženie rizika, a to bez ohľadu na komplexnosť objektu. Objekty s vyššou komplexnosťou (vyššie  $D_f$ ) prirodzene čelia vyššiemu riziku, čo si vyžaduje osobitnú pozornosť pri plánovaní ich ochrany.

### 4. DISKUSIA

Výpočet hodnôt lakunarity a fraktálnej dimenzie v reálnom svete, napríklad pre komplexný objekt ako vodáreň, elektráreň, výrobný podnik alebo fabrika, nie je jednoduchý proces. Vyžaduje si systematický prístup založený na priestorových dátach a špecializovaných analytických metódach. Prvým a kľúčovým

krakom je zber a digitalizácia všetkých relevantných informácií o objekte a jeho bezpečnostnom systéme. Ideálna by bola komplexná mapa posudzovaného objektu, napr. pôdorys, rozmiestnenie budov, oplození, rôznych typov nádrží, prístupových ciest a kritických infraštruktúrnych prvkov. Okrem fyzickej štruktúry sú rovnako dôležité aj detaily bezpečnostného pokrytia, napr. umiestnenie kamier, senzorov, vstupných bodov, prípadné slepé miesta v monitoringu alebo nezabezpečené úseky. Tieto dáta by sa museli previesť do digitálnej formy, napr. rastrovej mapy, kde biele pixely reprezentujú objekt alebo jeho chránené časti a čierne pixely prázdny priestor alebo oblasti bez ochrany. Následne vhodnou metódou, napr. box-counting a algoritmy kľzavého boxu, získame číselné hodnoty. Je dôležité poznamenať, že tieto výpočty sa v praxi nerealizujú ručne. Pre efektívne a presné určenie  $D_f$  a  $L_f$  sa používajú špecializované softvérové nástroje a knižnice, ako napríklad open-source nástroj ImageJ s pluginom FracLac, alebo Python knižnice ako scikit-image či PoreSpy, ktoré obsahujú algoritmy na analýzu fraktálnych a lakunárnych vlastností digitálnych obrazov. Bez týchto nástrojov by bola takáto analýza extrémne náročná a časovo náročná.

### Medzinárodný kontext a porovnanie poznatkov

Hoci aplikácia fraktálnej geometrie na posudzovanie rizík v oblasti fyzickej bezpečnosti je nová, koncepcia využívania fraktálov na analýzu zložitých systémov je dobre zavedená. Naše zistenia, že vyššia zložitosť ( $D_f$ ) zvyšuje riziko a vyššia miera "medzier" ( $L_f$ ) tiež koreluje s rizikom, sú v súlade s poznatkami v príbuzných disciplínach.

- V kybernetickej bezpečnosti: Mouchoux a Moerman (2025) navrhujú Fraktály kybernetických kampaní, aby analyzovali hierarchické taxonomie kybernetických útokov. Ich zistenia poukazujú na to, že komplexnosť a opakujúce sa vzory útokov môžu byť kvantifikované pomocou fraktálnych metód, čo potvrdzuje náš prístup, že zložitá, viacvrstvová štruktúra (v našom prípade fyzická ochrana) si vyžaduje nelineárne metódy hodnotenia. Naše zistenia sú v súlade aj s prácou Albahara et al. (2022), ktorí využili fraktálnu dimenziu na detekciu anomálií a sabotáží v kyberneticko-fyzikálnych systémoch, čím potvrdzujú, že zmeny v komplexnosti štruktúry môžu byť indikátorom rizika.
- V urbánnom plánovaní a geografii: Práce autorov ako Liu (2021) alebo Myint a Mesev (2011) analyzujú komplexnosť miest a distribúciu otvorených priestorov pomocou fraktálnej dimenzie a lakunarity. Ich závery ukazujú, že mestá s vyššou  $D_f$  majú komplexnejšiu, "rozvetvenú" sieť ulíc, zatiaľ čo lakunarita odhaľuje distribúciu parkov a iných "prázdnych" plôch. Tieto metódy a ich interpretácia sú priamo prenosné na analýzu chráneného objektu. Naša vysoká hodnota  $D_f = 1,65$  presne odráža takúto "urbánnu" zložitosť vnútorného usporiadania chráneného objektu, zatiaľ čo vysoká hodnota  $L_f = 0,75$  zodpovedá "medzerám" v bezpečnostnom pokrytí, podobne ako neplánované otvorené priestory v mestách.
- Vo fyzike a biológii: Koncept lakunarity bol pôvodne vyvinutý na analýzu priestorovej distribúcie galaxií a neskôr bol prispôsobený na opis priestorových vzorov v ekológii a biológii (Plotnick et al., 1993). Použitie lakunarity v našom modeli je priamou adaptáciou tohto prístupu na identifikáciu "medzier" v bezpečnostnom pokrytí, čo ukazuje, že FRAM preberá osvedčené metódy z iných oblastí a aplikuje ich na nové, relevantné pole.

Kombináciou fraktálnej dimenzie, ktorá charakterizuje vnútornú zložitosť objektu, a lakunarity, ktorá popisuje mieru "prázdnych" miest v jeho ochrane, získavame cenné informácie pre presnejšie hodnotenie rizika a identifikáciu slabých miest v bezpečnostnom systéme. Táto metodológia je v súlade s globálnym trendom, ktorý využíva fraktálnu analýzu na riešenie problémov v zložitých systémoch naprieč vednými odbormi.

### ZÁVER

Tento článok predstavil a čiastočne preskúmal návrh fraktálového modelu posúdenia rizík (FRAM) ako inovatívny prístup k analýze rizík v komplexných fyzických infraštruktúrach. Poukázali sme na obmedzenia tradičných metód posudzovania rizík, ktoré často nedokážu plne zachytiť dynamickú a priestorovú zložitosť moderných bezpečnostných systémov. **FRAM integruje štandardné ukazovatele pravdepodobnosti (P) a dopadu (D) s fraktálnymi parametrami: Fraktálnou dimenziou ( $D_f$ ), ktorá**

vyjadruje štruktúrnú zložitosť objektu, a **Lakunaritou (Lf)**, ktorá kvantifikuje mieru "prázdnych miest" alebo medzier v jeho ochrannom pokrytí. Model, vyjadrený vzorcom  $Rf = P \times D \times (Df \times Lf)$ , poskytuje nový pohľad na riziko tým, že explicitne zohľadňuje geometrické a priestorové charakteristiky. Na príklade fiktívneho chráneného objektu sme demonštrovali aplikovateľnosť modelu a jeho schopnosť identifikovať, ako zmena v lakunarite (napríklad zlepšenie pokrytia) môže viesť k merateľnému zníženiu rizika. Ukázalo sa, že objekty s vyššou fraktálnou dimenziou čelia prirodzene vyššiemu riziku, čo zdôrazňuje potrebu sofistikovanejšieho prístupu k ich ochrane. Hoci výpočet fraktálnej dimenzie a lakunarity si vyžaduje špecializované nástroje a analýzu priestorových dát, potenciál FRAM spočíva v jeho schopnosti poskytnúť podrobnejší a vizuálnejší prehľad o zraniteľnostiach, ktoré tradičné modely môžu prehliadnuť. Tento fraktálny prístup otvára nové možnosti pre efektívnejšie plánovanie a optimalizáciu bezpečnostných opatrení v komplexných infraštruktúrach posudzovaných objektov. Napriek sľubnému potenciálu, model **FRAM** nie je bez obmedzení. Jeho hlavné **limity spočívajú v náročnosti zberu a digitalizácie dát**, ktoré sú nevyhnutné na presné určenie fraktálnej dimenzie a lakunarity. V praxi môže byť tento proces nákladný a časovo náročný, čo môže obmedziť jeho širokú aplikáciu, najmä pre menšie organizácie. Budúce výskumné aktivity by sa preto mali zamerať na vývoj metodík, ktoré by zjednodušili zber a spracovanie dát, napríklad automatizáciou digitalizácie pôdorysov a bezpečnostných máp pomocou **geografických informačných systémov (GIS) alebo systémov CAD**. Ďalšie smery výskumu by mali **skúmať integráciu FRAM s existujúcimi systémami riadenia bezpečnosti a dynamické posudzovanie rizík v reálnom čase**. Taktiež by bolo prínosné preskúmať, ako by sa do modelu mohli začleniť ďalšie parametre zo zložitej sieťovej teórie, čím by sa obohatil o analýzu prepojenosti jednotlivých prvkov a ich vplyvu na celkovú bezpečnosť.

## POĎAKOVANIE

*Tento článok bol pripravený v rámci podpory projektu APPV-23-0437: Stratégia a metodika ochrany mäkkých cieľov so zameraním na základné, stredné a vysoké školy*

## LITERATÚRA

- Albahar, M., Thanoon, M., & Albahr, A. (2022). The use of fractal dimension (FD) analysis in detection of anomalies, sabotages, and malicious acts in a cyber-physical system using Higuchi's algorithm. *International Journal on Information Technologies and Security*, 14(2), 111–121.
- Department of Defense. (n.d.). DoD Directive 5200.08, Security of DoD Installations and Resources and the Protection of DoD Personnel.
- Gell-Mann, M. (1994). *The Quark and the Jaguar: Adventures in the Simple and the Complex*. W.H. Freeman and Company.
- International Organization for Standardization. (2018). *ISO 31000: Risk management—Guidelines*.
- International Organization for Standardization. (2019). *ISO 31010: Risk management—Risk assessment techniques*.
- Liu, S. (2021). Fractal Dimension Calculation and Visual Attention Simulation. *Buildings*, 11(4), 163. <https://doi.org/10.3390/buildings11040163>
- Mandelbrot, B. B. (1982). *The Fractal Geometry of Nature*. W.H. Freeman and Company.
- Microsoft Corporation. (2015–2025). Visual Studio Code (Verzia 1.100.2) [Počítačový software]. <https://code.visualstudio.com/>
- Mouchoux, R., & Moerman, F. (2025). Cyber Campaign Fractals: Geometric Analysis of Hierarchical Cyber Attack Taxonomies. arXiv. <https://doi.org/10.48550/arXiv.2503.17219> arxiv.org
- Myint, S. W., & Mesev, V. (2011). A lacunarity analysis of urban patterns: An application to three cities. *Applied Geography*, 31(2), 523–532.
- Nekrasova, I., Khokhlov, V., & Korolyov, E. (2018). Fractal analysis of urban road networks using GIS. *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*, 327(2), 022074.
- Peters, E. E. (1994). *Fractal Market Analysis: Applying Chaos Theory to Investment and Economics*. John Wiley & Sons.
- Plotnick, R. E., Gardner, R. H., & O'Neill, R. V. (1993). Lacunarity analysis: a general technique for the analysis of spatial patterns. *Physical Review E*, 48(4), 2955–2961.
- Python Software Foundation. (2001–2025). Python (Verzia 3.12) [Počítačový softvér]. <https://www.python.org/>

---

### Ladislav Mariš, Ing. PhD.

*Fakulta bezpečnostného inžinierstva, Žilinská univerzita v Žiline, 1. mája 32, Žilina 01026*

*e-mail: [ladislav.maris@uniza.sk](mailto:ladislav.maris@uniza.sk)*

---



## MIERA IMPLEMENTÁCIE MANAŽMENTU RIZÍK V MALÝCH A STREDNÝCH PODNIKOVCH V SLOVENSKEJ REPUBLIKE

### THE DEGREE OF RISK MANAGEMENT IMPLEMENTATION IN SMALL AND MEDIUM-SIZED ENTERPRISES IN THE SLOVAK REPUBLIC

JANA STUDENÁ, ALEXANDER KELÍŠEK, KATARÍNA BUGANOVÁ,  
MÁRIA HUDÁKOVÁ

**ABSTRACT:** *This study investigates the relationship between the implementation of ISO management standards and the prioritisation of risk management activities in small and medium-sized enterprises (SMEs) in the Slovak Republic. Using a quantitative approach based on a survey of 375 SMEs conducted between 2022 and 2023, the authors tested three hypotheses regarding the statistical dependence between implemented ISO standards, the designated person responsible for risk management, and the primary focus areas within the risk management process. The results demonstrate a significant dependence between the degree of ISO implementation and both the risk management priorities and the person responsible for risk management, particularly in small enterprises. The findings indicate that while small businesses tend to prioritise risk identification, medium-sized enterprises focus more on risk evaluation. The study highlights the importance of integrating ISO standards to enhance risk management efficiency and recommends further attention to the allocation of responsibilities and resources in SMEs to improve risk governance. The implications support the strategic value of risk management integration in organisational decision-making and sustainability.*

**KEYWORDS:** *Risk Management, ISO Standards, Small and Medium-Sized Enterprises, Statistical Analysis, Organizational Responsibility*

## ÚVOD

Súkromné, verejné a neziskové organizácie sa líšia v stanovených cieľoch, ktoré chcú svojou činnosťou dosiahnuť. Avšak každá z nich pri svojej činnosti podstupuje riziko a snaží sa ho rôznymi spôsobmi zmierniť. Riziko však môže predstavovať hrozbu, že ciele nebudú splnené. Preto riadiť organizáciu znamená riadiť riziko takým spôsobom, aby sa maximalizovala pravdepodobnosť dosiahnutia cieľov. Organizácie sa preto snažia budovať kultúru riadenia rizík a v rámci nej budovať systém, v ktorom bude proces riadenia rizík efektívny pri maximalizácii cieľov. Riadenie rizík sa tak stáva jednou z hlavných výziev pre lídrov a kľúčovou zložkou strategického manažmentu (Lalonde, Boiral 2012; Baird, Thomas 1985; Lerbinger 1997; Pearson, Clair 1998; Power 2004; Fischbacher-Smith, Fischbacher-Smith 2024; Boholm 2024; Boholm, Corvellec, Karlsson 2024; Domaňska-Szaruga 2020).

Viacerí autori zdôrazňujú potrebu organizácie správne riadiť riziká. Cieľom tejto činnosti je dosiahnuť konkurečnú výhodu, keďže jej dosiahnutie je založené na schopnosti organizácie čeliť komplexnému prostrediu a prispôbiť sa mu. Z tohto dôvodu niekoľko odborníkov vychádza zo spoločného predpokladu, že riadenie rizík pridáva organizáciám na ich hodnote (Willumsen, Oehmen, Stingl, Gerald 2019; Dias, Leal Junior, Oliveira 2019; Dias, Hernandez, de Oliveira 2020). Okrem procesu prijímania rozhodnutí na minimalizáciu výskytu a/alebo dôsledkov neistých negatívnych budúcich udalostí, manažment rizík je možné chápať ako proaktívny proces, a to identifikáciou, analýzou a hodnotením potenciálnych rizík a plánovaním potrebných reakcií na monitorovanie a ich monitorovanie (Mabrouki, Bentaleb, Mousrij 2014).

Proces riadenia rizík založený na norme ISO 31000:2018 (ISO 31000:2018 2018), sa riadi približne rovnakou logikou ako COSO Enterprise Risk Management Framework. Tento prístup sa nazýva riadenie podnikových rizík, ktoré umožňuje robustné, kvantitatívne a ekonomické chápanie rizík, ktorých vplyv je komunikovaný na všetkých úrovniach organizácie (Etges, Grenon, Souza, Neto, Felix 2018). Proces riadenia rizík podľa normy ISO 31000:2018 sa považuje za iteratívny proces, ktorý zahŕňa nasledujúce kroky: 1) definovanie rozsahu, kontextu, kritérií, 2) posúdenie rizika (vrátane identifikácie

rizika, analýzy rizika a hodnotenia rizika), 3) spracovanie rizika, 4) zaznamenávanie a podávanie správ, 5) monitorovanie a preskúmanie a 6) komunikácia a konzultácie. Norma definuje riadenie rizík ako „koordinované činnosti na riadenie a kontrolu organizácie s ohľadom na riziko“, pričom riziko je definované ako „vplyv neistoty na ciele“. Cieľom procesu riadenia rizík je zabezpečiť, aby súvisiace úlohy organizácie boli integrované do jej celkových činností systematicky a efektívne. Správne navrhnutý a implementovaný rámec riadenia rizík zabezpečí, že proces riadenia rizík bude súčasťou všetkých činností organizácie vrátane rozhodovania (ISO 31000:2018 2018; Aven, Krohn 2014; Björnsdottir, Jansson, Thorsteinsson, Dokas, de Boer 2022).

Holistické riadenie rôznych rizík si však vyžaduje dobre riadený systém (Malik, Zaman, Buckby 2020). Tí, ktorí používajú model riadenia rizík podľa ISO 31000:2018 následne jednoduchšie integrujú proces manažmentu rizík v organizáciách, ak už implementovali iné systémy riadenia ISO (kvalita, životné prostredie, energia, boj proti úplatkárstvu) (Bercovici, Bercovici, Maftai 2019). V nasledujúcej časti popíšeme jednotlivé manažérske systémy ISO, konkrétne sa budeme venovať normám ISO 9001:15 – Systém manažérstva kvality; ISO 45001:2018 – Systém manažérstva bezpečnosti a ochrany zdravia pri práci; ISO 14001:2015 – Systém environmentálneho manažérstva a ISO 26000:2010 – Spoločenská zodpovednosť.

ISO 9001:2015 Systém manažérstva kvality (SMK) predstavuje komplexný proces, ktorý zahŕňa neustálu adaptáciu a zlepšovanie (Gremyr, Lenning, Elg, Martin 2021). Na základe viacerých výskumov (Simchenko 2012; M. Putyatina, V. Tikhonov, A. Lavrova, V. Arsenyeva 2020) môžeme konštatovať, že je evidentná potreba kontinuálneho hľadania inováčných prístupov k zlepšovaniu SMK. Kľúčom k efektívnemu SMK je proaktívne myslenie založené na rizikách (Katanaeva, Grozovsky, Lartseva, Vyacheslavova, EvgenievnaParfenyeva 2020; Grimashovich, Ivashina, Natsypaeva, Andreeva, Kolesnikova, Kontorovich 2019; Samani, Ismail, Leman, Zulkifli 2019; Akwei, Zhang 2018). Implementácia manažmentu rizík má priamy vplyv na efektivitu SMK (Huang, Bian 2011). Týmto spôsobom organizácie zabezpečia kontinuálne zlepšovanie svojich systémov a minimalizujú negatívne dopady potenciálnych rizík na kvalitu produktov a služieb.

V oblasti BOZP podniky musia prioritne spĺňať zákonom stanovené podmienky, ale zároveň zavádzajú manažérske systémy pre efektívnejšie dodržiavanie všetky pravidiel bezpečnosti a dosahovaniu cieľov podnikov. Jednou z možností ako riadiť riziká v oblasti systému manažmentu BOZP je postup uvedený v norme ISO 45001:2018 Systém manažérstva bezpečnosti a ochrany zdravia pri práci (ISO 45001:2018 2018). Tá predstavuje integrálnu súčasť celkového riadenia podniku, pričom zahŕňa tvorbu strategickej koncepcie BOZP, riadenie rizík v súlade s medzinárodnými normami a manažérskymi praktikami (Rudakov, Gridina, Kretschmann 2021). Významnú úlohu v tomto procese zohrávajú pravidelné interné a externé audity, ktoré umožňujú identifikovať nedostatky v systéme BOZP a prispievajú k včasnej eliminácii potenciálnych rizík (Petchenko 2023). Pre malé a stredné podniky je nevyhnutné zaujať proaktívny prístup k riadeniu rizík a kontinuálne zvyšovať úroveň bezpečnosti pracovného prostredia prostredníctvom preventívnych opatrení a systematického využívania moderných nástrojov manažmentu rizík.

Riadenie environmentálnych rizík je nevyhnutným predpokladom pre udržateľný rozvoj podnikania a dlhodobú ochranu životného prostredia (Latorre Aizaga, Latorre Aizaga, Perez Sisa 2016; Kas'yanov, Danilchenko, Amelin, Tolmacheva 2018). Systém environmentálneho manažmentu predstavuje plánovaný a koordinovaný súbor riadiacich činností, postupov a dokumentácie zameraných na ochranu životného prostredia (Bissacot, Oliveira 2024). Tento systém je neoddeliteľnou súčasťou celkového riadenia organizácie a vyžaduje si postupné eliminovanie činností a produktov s nepriaznivým dopadom na ekosystémy (Breitenstein, Nguyen, Walther 2021). Dôležité je vytvoriť systematický prístup k hodnoteniu environmentálnych hrozieb, s cieľom prijímať efektívne nápravné opatrenia na minimalizáciu týchto rizík. K tomu napomáha aj norma ISO 14001:2015 Systém manažérstva environmentu (ISO 14001:2015 2015), ktorej koncepcia je postavená na princípe myslenia založeného na rizikách, čo umožňuje organizáciám systematicky identifikovať, analyzovať, hodnotiť a znižovať environmentálne riziká (Verenikina, Finley 2018).

Integrácia riadenia rizík do spoločensky zodpovedných obchodných praktík je nevyhnutná pre organizácie, ktoré sa snažia orientovať v zložitosti súčasného podnikateľského prostredia (Zieba, Durst, Hinteregger 2022; Logan, Aven, Guikema, Flage 2021). Podľa normy ISO 26000:2010 Spoločenská zodpovednosť je riadenie rizík v oblasti spoločensky zodpovedného podnikania kľúčové pre zabezpečenie dlhodobej udržateľnosti a dôveryhodnosti organizácie (ISO 26000:2010 2010). Norma ISO 26000 obhajuje prístup neustáleho zlepšovania, kde organizácie pravidelne kontrolujú a aktualizujú svoje postupy riadenia rizík v reakcii na meniace sa sociálne a environmentálne podmienky (Pulido 2018).

Z vyššie spomenutého vyplýva, že každá norma ISO prioritizuje rôzne činnosti v procese riadenia rizík. Taktiež, pre každý manažérsky systém je vhodné zvoliť vlastný prístup z pohľadu výberu zodpovednej osoby.

Na základe preskúmaných zdrojov a uskutočnených prieskumov autori identifikovali výskumnú medzeru, ktorá je zrejmá najmä v kontexte malých podnikov, ktoré často nemajú povinnosť alebo kapacitu implementovať normy ISO. Predchádzajúce zistenia jasne nevysvetľujú vzťah, ktorý vzniká pri implementácii viacerých noriem ISO, ktoré uprednostňujú rôzne činnosti v rámci jedného podniku. Táto štúdia preto rieši túto výskumnú medzeru skúmaním vzťahu medzi implementovanými normami ISO, prioritnými činnosťami v procese riadenia rizík a osobou zodpovednou za tieto činnosti. Na základe tohto problému, ktorý vyplýva z identifikovanej výskumnej medzery, sme sformulovali nasledujúcu výskumnú otázku:

VO: Aký je vzťah medzi implementovanými normami ISO, prioritnými činnosťami v procese riadenia rizík a osobou zodpovednou za tieto činnosti?

Z tejto výskumnej otázky sme odvodili výskumné hypotézy, ktoré sme testovali pomocou kontingencie. Údaje na overenie hypotéz sme získali prostredníctvom dotazníkového šetrenia. Potom sme pristúpili k skúmaniu miery závislosti medzi implementáciou noriem ISO, prioritnými činnosťami v procese riadenia rizík a osobou zodpovednou za riadenie rizík. V časti Výsledky sme zhrnuli výsledky štatistického zisťovania a v časti Diskusia sme ich implementovali do odporúčaní pre prax a vyvodili všeobecné závery.

## 1. METODOLÓGIA

Hlavným cieľom výskumu je preskúmať vzťah medzi zavedenými systémami ISO a veľkosťou podniku, medzi zamestnancami zodpovednými za riadenie rizík a prioritnou činnosťou v oblasti riadenia rizík a tiež medzi zavedenými systémami ISO a prioritnou činnosťou v oblasti riadenia rizík.

### 1.1 Hypotézy výskumu

Pre potreby nášho skúmania sme naformulovali nasledujúce hypotézy, ktoré sme následne testovali:

H0 (1): Medzi mierou implementácie ISO noriem a prioritnou činnosťou pri riadení rizík neexistuje štatisticky významná závislosť.

H1 (1): Existuje štatisticky významná závislosť medzi mierou implementácie ISO noriem a prioritnou činnosťou pri riadení rizík.

H0 (2): Medzi mierou implementácie ISO noriem a zodpovedným pracovníkom za riadenie rizík neexistuje štatisticky významná závislosť.

H1 (2): Existuje štatisticky významná závislosť medzi mierou implementácie ISO noriem a zodpovedným pracovníkom za riadenie rizík.

H0 (3): Medzi výberom pracovníka zodpovedného za riadenie rizík a prioritnou činnosťou pri riadení rizík neexistuje štatisticky významná závislosť.

H1 (3): Existuje štatisticky významná závislosť medzi výberom pracovníka zodpovedného za riadenie rizík a prioritnou činnosťou pri riadení rizík.

## 1.2 Dotazníkové šetrenie

Kvantitatívne dáta boli získané prostredníctvom dotazníka „Integrovaný manažment rizík“, ktorý bol realizovaný agentúrou MEDIAN v období 2/2022 až 2/2023. Cieľová vzorka pozostávala z malých, stredných a veľkých podnikov s 10 a viac zamestnancami na území Slovenskej republiky. Dotazník pozostával zo súboru 15 otázok. Pre potreby štúdie sme odpovede respondentov očistili o odpovede veľkých podnikov a dostali sme tak štatistickú vzorku pozostávajúcu z odpovedí malých a stredných podnikov. Následne sme pracovali s otázkou č.4 – Ktorý z uvedených manažérskych systémov máte vo vašom podniku zavedený? Kde si respondenti mohli voliť z odpovedí: a) Systém manažérstva kvality podľa normy ISO 9001:2015; b) Systém environmentálneho manažérstva podľa normy ISO 14001:2019; c) Systém manažérstva bezpečnosti a ochrany zdravia pri práci (BOZP) podľa normy ISO 45001:2018; d) medzinárodná norma ISO 26000 Spoločenská zodpovednosť podnikov; e) máme všetky tri integrované manažérske systémy ISO 9001, ISO 14001, ISO 45001; f) nemáme zavedený žiadny z uvedených systémov. Otázkou č. 6 – Kto je vo vašom podniku zodpovedný za riadenie rizík? Odpovede boli formulované nasledovne: a) majiteľ podniku; b) poverený manažér z vrcholového riadenia; c) vlastníci hlavných procesov v podniku (manažér kvality, ŽP, BOZP); d) špecialista na pozícii manažéra rizika (napr. analytik); e) externá organizácia (BOZP, ŽP); f) nemáme poverenú osobu pre manažment rizík. Poslednou nami reflektovanou otázkou bola otázka č. 8 – Ktoje z hlavných činností riadenia rizík venujete najväčšiu pozornosť vo vašom podniku? V tomto prípade mali respondenti možnosť výberu s nasledovných odpovedí: a) identifikácii rizík (určovaniu zdrojov a príčin rizík); b) analýze rizík (určovaniu pravdepodobnosti výskytu a závažnosti následkov); c) hodnoteniu rizík (stanovenie priorít a miery prijateľnosti rizík); d) príprave opatrení na zníženie rizík, či na odvrátenie nežiaduceho vývoja; e) sledovaniu (monitorovaniu) a preskúmvaniu rizík; f) všetkým činnostiam venujeme rovnakú pozornosť.

Otázky č. 4, 6 a 8 sme podrobili štatistickému skúmaniu vzájomnej závislosti prostredníctvom využitia kontingencie. Vzhľadom na charakter dát (nominálne premenné) boli pre vyhodnotenie závislostí medzi premennými použité metódy: kontingenčná tabuľka, test nezávislosti chí-kuadrát, koeficient kontingencie (Cramerov V test). Silnou stránkou výskumu je inovatívny prístup k skúmaniu prioritných činností vyplývajúcich zo zavádzania noriem ISO v podnikoch. Na základe doterajších zistení autorov a analýzy publikovanej literatúry sme identifikovali výskumnú medzeru, ktorá nás viedla k formulácii výskumnej otázky. Za najväčší prínos tejto štúdie považujeme zodpovedanie výskumnej otázky a overenie hypotéz.

Prieskum prebiehal v špecifickom prostredí hospodárstva Slovenskej republiky, preto jeho reinterpretácia v medzinárodných podmienkach môže byť limitovaná. Implementácia integrovaného manažmentu rizík je v hospodárskom prostredí prítomná dlhodobo, preto aj naše skúmanie nemusí byť v súčasnosti úplne aktuálne a sme si vedomí potreby doplnenia informácií v budúcnosti tak, aby zachytávali zmeny v implementácii procesov manažmentu rizík. Respondenti odpovedali na predložené otázky vo vzťahu ku svojim pracovným pozíciám a pracovnej náplni, preto ich odpovede reprezentujú proces implementácie manažmentu rizík v konkrétnom podniku.

Výskum bol realizovaný v súlade s etickými princípmi. Zber dát bol anonymný a s informovaným súhlasom respondentov. Dáta boli použité len na účely tohto výskumu a neboli poskytnuté tretím stranám. V nasledujúcej kapitole sa budeme venovať vyhodnoteniu výsledkov štatistického skúmania.

## 2. VÝSLEDKY

Podnikateľské subjekty sú na Slovensku rozložené naprieč všetkými odvetvami, pričom dominujú sektory ako obchod, stavebníctvo a služby. Regionálne je najvyššia koncentrácia podnikov v ekonomicky silnejších oblastiach ako Bratislavský kraj, čo závisí na lepšej infraštruktúre a prístupe k trhom v týchto regiónoch. Podobne ako v iných krajinách aj na Slovensku sa musia podniky vyrovnávať so zmenami, ktoré prináša technologický pokrok v rôznych sférach spoločnosti. Okrem automatizácie výrobných procesov je to aj digitalizácia v rôznych oblastiach podnikania, alebo všeobecná potreba inovácií. Neoddeliteľnou súčasťou inovačných procesov je implementácia medzinárodných noriem ISO do rozhodovacích procesov podnikov.

Základom pre štatistické skúmanie sú údaje získané z dotazníka „Integrovaný manažment rizík“, realizovaného na objednávku agentúrou MEDIAN v období 2/2022 – 2/2023. Štatistické zisťovanie bolo realizované u podnikov s 10 a viac zamestnancami. Pre potreby nášho výskumu sme do úvahy brali len podniky s počtom zamestnancov v intervale <10;249> – teda malé a stredné podniky podľa Odporúčania Európskej komisie 2003/361/ES o kategorizácii podnikov podľa veľkosti. V skúmanom období boli podľa Slovak Business Agency nasledovné počty relevantných podnikov:

Tabuľka 1 Absolútne početnosti malých a stredných podnikov podľa veľkostných kategórií na Slovensku v rokoch 2022-2023 (Register organizácií ŠÚ SR, spracované Slovak Business Agency, 2022, 2023)

| <b>Veľkostné kategórie</b> | <b>2022</b>   | <b>2023</b>   |
|----------------------------|---------------|---------------|
| Malé podniky (10-49)       | 12 665        | 12 795        |
| Stredné podniky (50-249)   | 2,719         | 2,705         |
| <b>Spolu</b>               | <b>15 384</b> | <b>15 500</b> |

Na základe údajov od Slovak Business Agency, uvedených v Tab. 1, sme pri hladine významnosti 0,05 vypočítali potrebnú veľkosť štatistickej vzorky na 375 podnikov.

## 2.1 Popisná štatistika

V prvotnom štatistickom skúmaní sme zisťovali, do akej miery implementujú malé a stredné podniky medzinárodné štandardy ISO. Použili sme na to relatívne početnosti odpovedí na otázku 4 v dotazníku vo vzťahu k veľkosti podniku. Malé podniky najčastejšie nemajú implementovanú žiadnu ISO normu (0,189). Ak sa malý podnik rozhodol implementovať ISO normy, tak najčastejšie je to kombinácia ISO 9001:2015, ISO 14001:2019 a ISO 45001:2018 (0,088), prípadne samostatne uplatňovaná ISO 45001:2018 (0,082). Podiel stredných podnikov bez zavedených ISO noriem je nižší (0,061), čo naznačuje vyššiu mieru certifikácie v porovnaní s malými podnikmi. Najčastejšie implementované normy sú ISO 45001:2018 (0,059) a ISO 9001:2015 (0,056). Celkovo platí, že s rastúcou veľkosťou podniku stúpa pravdepodobnosť zavedenia ISO noriem a klesá podiel podnikov bez certifikácie.

Následne sme skúmali, kto je zodpovedný za riadenie rizík v malých a stredných. Opäť sme použili relatívne početnosti odpovedí na otázku 6 v dotazníku vo vzťahu k veľkosti podniku. V malých podnikoch najčastejšie riadenie rizík zabezpečuje majiteľ podniku (0,141), poverený vrcholový manažér (0,122) alebo vlastníci hlavných procesov (0,114). Externú organizáciu využívajú v malých podnikoch pomerne často (0,122). Špecialisti na manažment rizík sú zastúpení minimálne (0,027). V stredných podnikoch sa oproti malým podnikom viac zapájajú špecialisti na manažment rizík (0,048) a vlastníci hlavných procesov (0,104). Majiteľ podniku sa na riadení rizík podieľa minimálne (0,013). Pomerne rovnomerné zastúpenie má poverený vrcholový manažér (0,122), podobne ako v malých podnikoch. Externá organizácia sa využíva menej (0,037). Celkovo platí, že v malých podnikoch dominuje priame riadenie rizík majiteľmi, v stredných podnikoch sa viac zapájajú špecialisti. Externé organizácie sa využívajú predovšetkým v malých podnikoch, pričom v stredných je ich podiel minimálny.

## 2.2 Skúmanie závislostí medzi implementovanými manažérskymi systémami a prioritnou činnosťou pri riadení rizík pomocou kontingencie (otázky 4 a 8)

V nasledujúcej časti budeme skúmať, či implementácia konkrétnej ISO normy v podnikových procesoch má vplyv na výber prioritnej činnosti v procese riadenia rizík v podniku. Pre skúmanie závislosti použijeme metódu kontingencie. Z kontingenčnej závislosti medzi implementovanými manažérskymi systémami a prioritnou činnosťou pri riadení rizík v malých podnikoch je možné konštatovať, že ISO 45001 má najsilnejší vplyv na identifikáciu rizík, čo potvrdzuje jeho zameranie na bezpečnosť a ochranu zdravia pri práci. ISO 9001 sa ukázala ako kľúčová pre analýzu rizík, zatiaľ čo ISO 14001 najviac ovplyvňuje sledovanie rizík. Zaujímavé je, že ISO 26000 má najvýraznejší vplyv na prípravu opatrení, čo naznačuje, že táto norma je pre malé podniky dôležitá pri implementácii konkrétnych riešení na zníženie rizík. Kombinácia noriem ISO 9001, ISO 14001 a ISO 45001 má silný synergický efekt, najmä v oblasti analýzy rizík. Na druhej strane, podniky bez implementovaného systému ISO vykazujú najvyššie

hodnoty v identifikácii rizík, čo môže naznačovať, že tieto podniky sa spoliehajú na neformálne metódy riadenia rizík.

Tabuľka 2 Ukazovatele miery závislosti medzi implementovanými manažérskymi systémami a prioritnou činnosťou v procese riadenia rizík v malých podnikoch

| Parameter                      | Hodnota |
|--------------------------------|---------|
| Chí-kvadrát                    | 43,066  |
| df (stupeň voľnosti)           | 25      |
| p hodnota                      | 0,0138  |
| $\alpha$ (hladina významnosti) | 0,05    |
| Chí kritická                   | 37,652  |
| Cramerov V test                | 0,203   |

Hodnota chí-kvadrát na úrovni 43,066 je vyššia ako kritická hodnota 37,652 pre hladinu významnosti 0,05. To znamená, že medzi implementovanými systémami ISO a prioritnou činnosťou v procese riadenia rizík existuje štatisticky významná asociácia. Na základe týchto dát môžeme s istotou tvrdiť, že existuje významný vzťah medzi týmito dvoma premennými. Nízka p hodnota (0,013765724) potvrdzuje, že existuje štatisticky významná závislosť medzi implementovanými manažérskymi systémami a prioritnou činnosťou v procese riadenia rizík. Cramerov V test s hodnotou 0,203 naznačuje skôr slabšiu asociáciu medzi premennými.

Z kontingenčnej závislosti medzi implementovanými manažérskymi systémami a prioritnou činnosťou pri riadení rizík v stredných podnikoch je možné konštatovať, že ISO 14001 má dominantný vplyv na hodnotenie rizík, čo zdôrazňuje jeho zameranie na environmentálne aspekty a identifikáciu potenciálnych environmentálnych rizík. ISO 9001 sa ukázala ako kľúčová pre analýzu rizík, čo potvrdzuje jej zameranie na procesy a kvalitu. ISO 45001 má najvýraznejší vplyv na identifikáciu rizík, čo je v súlade s jeho zameraním na bezpečnosť a ochranu zdravia pri práci. Zaujímavé je, že ISO 26000 má silný vplyv na sledovanie rizík, čo naznačuje, že táto norma je pre stredné podniky dôležitá pri monitorovaní a hodnotení účinnosti opatrení na zníženie rizík. Kombinácia noriem ISO 9001, ISO 14001 a ISO 45001 má silný synergický efekt, najmä v oblasti analýzy rizík.

Tabuľka 3 Ukazovatele miery závislosti medzi implementovanými manažérskymi systémami a prioritnou činnosťou v procese riadenia rizík v stredných podnikoch

| Parameter                      | Hodnota |
|--------------------------------|---------|
| Chí-kvadrát                    | 39,552  |
| df (Stupeň voľnosti)           | 25      |
| p hodnota                      | 0,032   |
| $\alpha$ (Hladina významnosti) | 0,05    |
| Chí kritická                   | 37,652  |
| Cramerov V test                | 0,255   |

Hodnota chí-kvadrát 39,552 je vyššia ako kritická hodnota 37,652 pre hladinu významnosti 0,05. To znamená, že medzi implementovanými systémami ISO a prioritnou činnosťou v procese riadenia rizík existuje štatisticky významná asociácia. Na základe týchto dát môžeme s istotou tvrdiť, že existuje významný vzťah medzi týmito dvoma premennými. P hodnota (0,032) nižšia ako hladina významnosti taktiež potvrdzuje, že vzťah medzi implementovanými manažérskymi systémami a prioritnou činnosťou v procese riadenia rizík nie je náhodný. Cramerov V test s hodnotou 0,255 naznačuje skôr slabšiu asociáciu medzi premennými.

### 2.3 Skúmanie závislostí medzi implementovanými manažérskymi systémami a zodpovedným pracovníkom za riadenie rizík pomocou kontingencie (otázky 4 a 6)

V nasledujúcej časti budeme skúmať, či implementácia konkrétnej ISO normy v podnikových procesoch má vplyv na výber pracovníka zodpovedného za riadenie rizík v podniku. Pre skúmanie závislosti

použijeme metódu kontingencie. Z kontingenčnej závislosti medzi implementovanými manažérskymi systémami a zodpovedným pracovníkom za riadenie rizík v malých podnikoch je možné konštatovať, že najviac malých podnikov, ktoré nemajú zavedený žiadny ISO systém, nemá ani určenú zodpovednú osobu pre riadenie rizík. Naopak, v podnikoch s viacerými ISO normami (ISO 9001, ISO 14001, ISO 45001) je najčastejšie zodpovednou osobou vlastník hlavných procesov, ako manažéri kvality, životného prostredia alebo BOZP.

Tabuľka 4 Ukazovatele miery závislosti medzi implementovanými manažérskymi systémami a zodpovedným pracovníkom za riadenie rizík pomocou kontingencie v malých podnikoch

| Parameter                      | Hodnota                   |
|--------------------------------|---------------------------|
| Chí-kvadrát                    | 100,602                   |
| df (Stupeň voľnosti)           | 25                        |
| p hodnota                      | $4,96969 \times 10^{-11}$ |
| $\alpha$ (Hladina významnosti) | 0,05                      |
| Chí kritická                   | 37,652                    |
| Cramerov V test                | 0,310                     |

Výsledky chí-kvadrát testu ukazujú významnú závislosť medzi premennými ( $\chi^2 = 100,602$ ), keďže táto hodnota výrazne prevyšuje kritickú hodnotu chí (37,652). Nízka p hodnota, teda hodnota pravdepodobnosti distribúcie odpovedí ( $4.96969 \times 10^{-11}$ ) potvrdzuje, že vzťah medzi implementáciou ISO systémov a osobou zodpovednou za riadenie rizík nie je náhodný. Miera asociácie pomocou Cramerovho V testu (0,310) naznačuje stredne silnú asociáciu medzi premennými. To znamená, že zavedenie ISO noriem v malých podnikoch závisí od toho, kto je zodpovedný za riadenie rizík.

Z kontingenčnej závislosti medzi implementovanými manažérskymi systémami a zodpovedným pracovníkom za riadenie rizík v stredných podnikoch vyplýva, že najväčší podiel stredných podnikov bez zavedeného manažérského systému nemá určenú konkrétnu osobu na riadenie rizík. V podnikoch s viacerými ISO normami (ISO 9001, ISO 14001, ISO 45001) je najčastejšie zodpovednou osobou vlastník hlavných procesov ako manažéri kvality, životného prostredia alebo BOZP.

Tabuľka 5 Ukazovatele miery závislosti medzi implementovanými manažérskymi systémami a zodpovedným pracovníkom za riadenie rizík pomocou kontingencie v stredných podnikoch

| Parameter                      | Hodnota                  |
|--------------------------------|--------------------------|
| Chí-kvadrát                    | 49,370                   |
| df (Stupeň voľnosti)           | 20                       |
| p hodnota                      | $2,72403 \times 10^{-4}$ |
| $\alpha$ (Hladina významnosti) | 0,05                     |
| Chí kritická                   | 31,410                   |
| Cramerov V test                | 0,284                    |

Hodnota chí-kvadrát testu (49,370) presahuje kritickú hodnotu chí (31,410), čo znamená, že medzi premennými existuje štatisticky významná závislosť. P hodnota ( $2,72403 \times 10^{-4}$ ) je výrazne nižšia ako hladina významnosti 0,05, čo potvrdzuje, že vzťah nie je náhodný. Cramerov V test (0,284) naznačuje stredne silnú asociáciu medzi premennými. To znamená, že zavedenie ISO noriem v stredných podnikoch ovplyvňuje výber osoby zodpovednej za riadenie rizík, aj keď tento vplyv nie je extrémne silný.

## 2.4 Skúmanie závislostí medzi zodpovedným pracovníkom a prioritnou činnosťou pri riadení rizík pomocou kontingencie (otázky 6 a 8)

V nasledujúcej časti budeme skúmať, či výber pracovníka zodpovedného za riadenie rizík v podniku má vplyv na prioritizáciu činností v procese riadenia rizík v podniku. Pre skúmanie závislosti použijeme metódu kontingencie. Z kontingenčnej závislosti medzi zodpovedným pracovníkom a prioritnou činnosťou pri riadení rizík v malých podnikoch vyplýva, že majiteľ podniku zohráva kľúčovú úlohu v

sledovaní rizík a identifikácii rizík, čo odzrkadľuje jeho priamu zainteresovanosť a prehľad o fungovaní podniku. Špecialista je najviac zapojený do sledovania rizík, čo naznačuje, že v malých podnikoch sa odborné znalosti využívajú najmä v tejto fáze riadenia rizík. Zaujímavé je, že externá organizácia sa najviac podieľa na identifikácii rizík, čo môže naznačovať, že malé podniky využívajú externé zdroje pre objektívne posúdenie rizík. Poverený manažér sa najviac podieľa na hodnotení rizík, čo naznačuje, že v malých podnikoch sa táto úloha deleguje na manažérov. Celkovo výsledky potvrdzujú, že v malých podnikoch je riadenie rizík často priamo spojené s majiteľom alebo sa deleguje na manažérov, pričom odborné znalosti špecialistov a externých organizácií sa využívajú najmä v špecifických fázach riadenia rizík.

Tabuľka 6 Ukazovatele miery závislosti medzi zodpovedným pracovníkom a prioritnou činnosťou pri riadení rizík pomocou kontingencie v malých podnikoch

| Parameter                      | Hodnota                 |
|--------------------------------|-------------------------|
| Chí-kvadrát                    | 63,516                  |
| df (Stupeň voľnosti)           | 25                      |
| p hodnota                      | $3,3684 \times 10^{-5}$ |
| $\alpha$ (Hladina významnosti) | 0,05                    |
| Chí kritická                   | 37,652                  |
| Cramerov V test                | 0,247                   |

Hodnota chí-kvadrát 63,516 je vyššia ako kritická hodnota 37,652 pre hladinu významnosti 0,05. To znamená, že medzi pracovníkmi zodpovednými za riadenie rizík a prioritnou činnosťou v procese riadenia rizík existuje štatisticky významná asociácia. Na základe týchto dát môžeme s istotou tvrdiť, že existuje významný vzťah medzi týmito dvoma premennými. Nízka hodnota pravdepodobnosti distribúcie odpovedí ( $3,3684 \times 10^{-5}$ ) potvrdzuje, že vzťah medzi osobou zodpovednou za riadenie rizík a prioritnou činnosťou v procese riadenia rizík nie je náhodný. Cramerov V test s hodnotou 0,247 naznačuje skôr slabšiu asociáciu medzi skúmanými premennými.

Z kontingenčnej závislosti medzi zodpovedným pracovníkom a prioritnou činnosťou pri riadení rizík v stredných podnikoch vyplýva, že poverený manažér zohráva kľúčovú úlohu v hodnotení rizík, čo odzrkadľuje jeho zodpovednosť za strategické rozhodnutia a posúdenie rizík. Vlastníci procesov sú najviac zapojení do analýzy rizík, čo naznačuje, že v stredných podnikoch sa dôraz kladie na odborné znalosti a priamu účasť na analýze rizík. Zaujímavé je, že špecialista sa najviac podieľa na hodnotení rizík, čo môže naznačovať, že stredné podniky využívajú odborné znalosti špecialistov v záverečnej fáze posudzovania rizík. Na druhej strane, príprava opatrení je najviac spojená s majiteľom podniku, čo môže znamenať, že v stredných podnikoch sa táto fáza riadenia rizík často spája s rozhodnutiami majiteľa. Externá organizácia sa najviac podieľa na sledovaní rizík, čo naznačuje, že stredné podniky využívajú externé zdroje pre objektívne monitorovanie rizík. Celkovo výsledky potvrdzujú, že v stredných podnikoch je riadenie rizík rozdelené medzi rôzne zodpovedné osoby v závislosti od konkrétnej fázy riadenia rizík, pričom sa využívajú interné aj externé zdroje.

Tabuľka 7 Ukazovatele miery závislosti medzi zodpovedným pracovníkom a prioritnou činnosťou pri riadení rizík pomocou kontingencie v stredných podnikoch

| Parameter                      | Hodnota |
|--------------------------------|---------|
| Chí-kvadrát                    | 25,236  |
| df (Stupeň voľnosti)           | 20      |
| p hodnota                      | 0,193   |
| $\alpha$ (Hladina významnosti) | 0,05    |
| Chí kritická                   | 31,410  |
| Cramerov V test                | 0,203   |

Hodnota chí-kvadrát 25,236 je nižšia ako kritická hodnota 31,410 pre hladinu významnosti 0,05. To znamená, že medzi pracovníkmi zodpovednými za riadenie rizík a prioritnou činnosťou v procese riadenia rizík existuje štatisticky nevýznamná asociácia. Na základe týchto dát nemôžeme s istotou

tvrdiť, že existuje významný vzťah medzi týmito dvoma premennými. Potvrdzuje to aj vyššia hodnota pravdepodobnosti distribúcie odpovedí (0,192), čo znamená, že existuje štatisticky nevýznamná závislosť medzi zodpovednou osobou za riadenie rizík a prioritnou činnosťou v procese riadenia rizík v stredných podnikoch. Cramerov V test s hodnotou 0,203 naznačuje skôr slabšiu asociáciu medzi premennými.

### 3. DISKUSIA

Výsledky výskumu ukázali, že s rastúcou veľkosťou podniku klesá podiel organizácií bez zavedenej ISO normy, čo potvrdzuje, že väčšie podniky majú väčšiu tendenciu implementovať formálne systémy riadenia rizík. To znamená, že s rastúcou veľkosťou podniku rastie aj tendencia implementovať systémy riadenia rizík. Najviac podnikov má zavedenú kombináciu troch ISO noriem (ISO 9001, ISO 14001 a ISO 45001). Najrozšírenejšou samostatnou normou je ISO 45001:2018, ktorá reflektuje vysokú dôležitosť bezpečnosti a ochrany zdravia pri práci. V malých podnikoch sa riadenie rizík nachádza najčastejšie v kompetencii majiteľa, zatiaľ čo v stredných podnikoch sa do tejto oblasti zapájajú špecialisti alebo vlastníci procesov. Rozdiely sa ukázali aj v prioritách – malé podniky sa sústreďujú najmä na identifikáciu rizík, zatiaľ čo stredné podniky na ich hodnotenie. Externé organizácie sa využívajú predovšetkým v malých podnikoch.

Z odpovedí vyplynulo, že najčastejšie prioritné činnosti v procese riadenia rizík sa líšia v závislosti od veľkosti podniku. V malých podnikoch je to identifikácia rizík, v stredných podnikoch hodnotenie rizík. To môže byť spôsobené tým, že malé podniky majú obmedzené zdroje a preto sa zameriavajú na základné činnosti, ako je identifikácia rizík. Stredné podniky už majú viac zdrojov a preto sa môžu zamerať na komplexnejšie činnosti, ako je hodnotenie rizík. Zaujímavé je tiež, že najmenej častou prioritnou činnosťou v procese riadenia rizík je sledovanie rizík. To môže byť spôsobené tým, že sledovanie rizík je časovo náročné a vyžaduje si neustálu pozornosť. Je tiež možné, že podniky sa domnievajú, že ak už raz riziká identifikovali a vyhodnotili, tak ich nemusia sledovať.

V neposlednom rade sa preukázalo, že najčastejšie zodpovedné osoby za riadenie rizík sa líšia v závislosti od veľkosti podniku. V malých podnikoch je to majiteľ podniku, v stredných podnikoch špecialista. To môže byť spôsobené tým, že v malých podnikoch je majiteľ podniku často jediný, kto má dostatočné znalosti a skúsenosti na riadenie rizík. V stredných podnikoch už existujú špecialisti, ktorí sa môžu venovať riadeniu rizík. Tieto zistenia je potrebné interpretovať s ohľadom na viaceré limity výskumu. Dáta boli získané prostredníctvom dotazníkového prieskumu, čo môže prinášať subjektívne skreslenie zo strany respondentov. Štúdia bola realizovaná v špecifickom prostredí Slovenskej republiky, a preto jej výsledky nemusia byť plne prenositeľné do medzinárodného kontextu. Výskum sa sústredil na obdobie rokov 2022 – 2023, pričom dynamika ekonomického a regulačného prostredia sa neustále mení. Okrem toho vzorka nezahŕňala mikropodniky, ktoré môžu mať odlišný prístup k implementácii ISO noriem. Napokon, aj keď sa potvrdili viaceré štatisticky významné závislosti, ich intenzita bola prevažne slabšia až stredná, čo poukazuje na to, že implementácia ISO noriem je iba jedným z faktorov ovplyvňujúcich proces riadenia rizík. Pri interpretácii výsledkov je užitočné zohľadniť aj sektorové špecifiká. V oblasti obchodu a služieb dominuje norma ISO 9001, ktorá pomáha zabezpečiť kvalitu procesov a posilniť dôveryhodnosť voči zákazníkom, pričom environmentálne normy tu zohrávajú menšiu úlohu. Stavebníctvo je charakteristické vysokou mierou bezpečnostných rizík, a preto je v tomto sektore dominantná implementácia normy ISO 45001, ktorá sa orientuje na identifikáciu a prevenciu pracovných úrazov. Vo výrobných podnikoch sú dôležité najmä ISO 9001 a ISO 14001, ktoré podporujú štandardizáciu výrobných procesov a kontrolu environmentálnych aspektov. V službách so spoločenským dosahom, ako sú zdravotníctvo, vzdelávanie alebo sociálne služby, sa častejšie uplatňujú princípy ISO 26000, keďže tieto odvetvia sú vystavené etickým a reputačným rizikám a vyžadujú intenzívnejšiu spoluprácu so zainteresovanými stranami.

V predchádzajúcej kapitole sme prostredníctvom kontingencie skúmali nasledovné závislosti:

1. Závislosť medzi implementovanými systémami ISO a prioritnou činnosťou pri riadení rizík (otázky dotazníka 4 a 8);

2. Závislosť medzi implementovanými systémami ISO a zodpovedným pracovníkom za riadenie rizík (otázky dotazníka 4 a 6);
3. Závislosť medzi zodpovedným pracovníkom a prioritnou činnosťou pri riadení rizík (otázky dotazníka 6 a 8).

Zo skúmania kontingenčnej závislosti vyplýva, že existuje štatisticky významná závislosť medzi skúmanými premennými. Nepotvrdila sa len závislosť medzi zodpovedným pracovníkom a prioritnou činnosťou pri riadení rizík (otázky dotazníka 6 a 8) v stredných podnikoch. V nasledujúcej Tab. 8 môžeme vidieť, či boli hypotézy prijaté alebo zamietnuté.

Tabuľka 8 Výsledky testovania hypotéz

| Hypotéza | Znenie  | Výsledok testovania    |
|----------|---|------------------------|
| H1 (1)   | Existuje štatisticky významná závislosť medzi mierou implementácie ISO noriem a prioritnou činnosťou pri riadení rizík.                   | Malé podniky H1 (1)    |
|          |   | Stredné podniky H1 (1) |
| H1 (2)   | Existuje štatisticky významná závislosť medzi mierou implementácie ISO noriem a zodpovedným pracovníkom za riadenie rizík.                | Malé podniky H1 (2)    |
|          |   | Stredné podniky H1 (2) |
| H1 (3)   | Existuje štatisticky významná závislosť medzi výberom pracovníka zodpovedného za riadenie rizík a prioritnou činnosťou pri riadení rizík. | Malé podniky H1 (3)    |
|          |   | Stredné podniky H0 (3) |

Na základe výsledkov chí-kvadrát testu a Cramerovho V testu môžeme s veľkou istotou povedať, že medzi skúmanými premennými existuje závislosť. Hypotézu H1 (1) sa nám podarilo potvrdiť u všetkých veľkostných kategórií podnikov. Hypotézu H1 (2) sme potvrdili u malých a stredných podnikov. Hypotézu H1 (3) sa nám podarilo potvrdiť len u malých podnikov, pričom u stredných sme prijali nulovú hypotézu.

V prípade hypotézy H1 (1) sme zistili, že najčastejšou prioritnou činnosťou v procese riadenia rizík v malých podnikoch je identifikácia rizík, a to u všetkých typov ISO noriem. V prípade ISO 45001:2018 je dokonca táto kategória výrazne dominantná. Dôvod je ten, že efektívna implementácia manažmentu rizík v BOZP prispieva nielen k znižovaniu pracovných úrazov a chorôb z povolania, ale aj k optimalizácii podnikových procesov a zvýšeniu celkovej produktivity (Oliveira et al. 2019). Na identifikáciu nebezpečenstiev sa napríklad odporúča aplikovať kontrolný zoznam, ktorý umožňuje komplexnejšie posúdenie pracovného prostredia a nasmerovanie hodnotenia rizík aj na menej závažné riziká (Thimm 2015). K zlepšeniu identifikácii rizík prispieva integrácia moderných technológií, ako je metóda Fine and Kinney (Latorre Aizaga et al. 2016). Kládie sa dôraz na vypracovanie jednotného registra rizík a jasne stanovených kritérií pracovných rizík (Kas'yanov et al. 2018).

Zaujímavé je tiež sledovať, že príprava opatrení je najčastejšie prioritnou činnosťou u ISO 26000, čo naznačuje, že v tejto oblasti malé podniky kladú väčší dôraz na prevenciu a minimalizáciu rizík. V stredných podnikoch v prípade ISO 45001:2018 je najčastejšie prioritnou činnosťou identifikácia rizík. U ostatných typoch ISO noriem je najčastejšou prioritnou činnosťou v procese riadenia rizík hodnotenie rizík. Na druhej strane, najmenej časté je, že by sa stredné podniky zameriavali na sledovanie rizík. Zaujímavé je tiež sledovať, že analýza rizík je najčastejšie prioritnou činnosťou u ISO 9001:2015 a ISO 14001:2019, čo naznačuje, že v týchto oblastiach stredné podniky kladú väčší dôraz na detailné posúdenie rizík. Kontinuálne monitorovanie a posudzovanie rizík je nevyhnutným predpokladom pre udržanie vysokého štandardu kvality (anon. no date, s. 14). Kľúčovú úlohu zohráva dôkladná analýza procesov a využitie vhodných nástrojov manažmentu rizík, pretože ich prostredníctvom môžeme minimalizovať potenciálne ohrozenie a zvyšovať efektívnosť pocesov (Gremyr et al. 2021).

V prípade hypotézy H1 (2) sme zistili, že najviac malých podnikov, ktoré nemajú zavedený žiadny ISO systém, nemá ani určenú zodpovednú osobu pre riadenie rizík. **Podnikom, ktoré zvažujú implementáciu systémov ISO, odporúčame, aby venovali dostatočnú pozornosť procesu**

**riadenia rizik. Implementácia systémov ISO môže pomôcť podnikom zlepšiť ich proces riadenia rizik a minimalizovať potenciálne riziká.** Naopak, v podnikoch s viacerými ISO normami (ISO 9001, ISO 14001, ISO 45001) je najčastejšie zodpovednou osobou vlastníkom hlavných procesov, ako manažéri kvality, životného prostredia alebo BOZP. Najväčší podiel stredných podnikov bez zavedeného manažérskeho systému nemá určenú konkrétnu osobu na riadenie rizik.

Zaujímavé je tiež sledovať, že externá organizácia (BOZP, ŽP) je najčastejšie poverená manažmentom rizik u ISO 26000, čo naznačuje, že v tejto oblasti podniky často využívajú externé služby. ISO 26000 podporuje integráciu sociálnej zodpovednosti do existujúcich systémov manažérstva, čo umožňuje holistický prístup k riadeniu rizik, ktorý zahŕňa etické hľadiská popri tradičných podnikateľských rizikách (Logan et al. 2021). K tomuto významu sa prikláňajú aj viacerí autori, ktorí tvrdia, že je dôležité zabezpečiť integráciu sociálnej zodpovednosti do základných procesov riadenia, čím sa umožní organizáciám zmierniť riziká spojené s ich prevádzkou a interakciami so zainteresovanými stranami (Pulido 2018; ISO/IEC 27001:2022 2022). Dôležité je, aby organizácie správne identifikovali potenciálne riziká súvisiace so sociálnou zodpovednosťou, vrátane zhoršovania životného prostredia a sociálnych nerovností, ktoré môžu ovplyvniť ich povesť a prevádzkovú životaschopnosť (ISO 37001:2025 2025). Práve potreba zapojenia zainteresovaných strán do procesu riadenia rizik, pričom sa zabezpečí, že sa zohľadnia ich obavy a očakávania, môže viesť k efektívnejším stratégiám na zmierňovanie rizik (Gerek a Aydin 2025). Riešenie rizik v rámci CSR nie je len o predchádzaní negatívnym výsledkom, ale podniky môžu zlepšiť svoju povesť, zabezpečiť dodržiavanie predpisov, zlepšiť finančnú výkonnosť, konkurencieschopnosť a prispieť k trvalo udržateľnému rozvoju (anon. no date; Lukáč 2022). Výsledky z týchto štúdií poukazujú na proaktívny prístup k riadeniu rizik v rámci spoločenskej zodpovednosti podnikov, ktoré môže výrazne znížiť pravdepodobnosť poškodenia dobrého mena a finančných strát korporácií, čo vedie k odolnejšiemu a úspešnejšiemu podnikaniu. **Podnikom odporúčame, aby venovali dostatočnú pozornosť výberu zodpovedného pracovníka za riadenie rizik. Zodpovedný pracovník by mal mať dostatočné znalosti a skúsenosti v oblasti riadenia rizik a mal by byť schopný efektívne komunikovať s ostatnými zamestnancami.** V tomto prípade je jedným z odporúčaní vytvorenie angažovaného tímu, ktorý by odovzdal príslušné usmernenia, ktoré umožňujú úspešné riadenie rizik (Boyd et al. 2022). Preto sa odporúča identifikovať kontext organizácie, aby ste pochopili pracovnú oblasť, v ktorej sa bude manažment rizik uplatňovať, berúc do úvahy jej záujmové skupiny, zdroje a organizačnú kultúru. Len tak je možné vytvoriť riadenie rizik, ktoré bude adekvátne reagovať na konkrétne výzvy. **Podnikom, ktoré už majú implementované systémy ISO, odporúčame, aby pravidelne prehodnocovali svoj proces riadenia rizik a identifikovali oblasti na zlepšenie. Je dôležité, aby podniky boli proaktívne v riadení rizik a neustále sa snažili zlepšovať svoje procesy.**

V prípade hypotézy H1 (3) sme zistili, že u vlastníkov procesov v malých podnikoch je najčastejšou prioritnou činnosťou sledovanie rizik. U ostatných typov zodpovedných pracovníkov v malých podnikoch je najčastejšou prioritnou činnosťou v procese riadenia rizik je **identifikácia rizik**. Na druhej strane, najmenej časté je, že by sa malé podniky zameriavali na prípravu opatrení. **Malým podnikom preto odporúčame, aby venovali väčšiu pozornosť príprave opatrení na minimalizáciu rizik. Výsledky štúdie ukázali, že malé podniky sa najviac zameriavajú na identifikáciu rizik, ale menej na prípravu opatrení.** Zaujímavé je tiež pozorovať, že majitelia podniku sa najviac zameriavajú na identifikáciu a sledovanie rizik, čo naznačuje, že v týchto oblastiach malé podniky kladú najväčší dôraz na prevenciu a **minimalizáciu rizik**. V stredných podnikoch je u vlastníkov procesov najčastejšou prioritnou činnosťou identifikácia rizik. V prípade ostatných typov zodpovedných pracovníkov je najčastejšou prioritnou činnosťou v procese riadenia rizik hodnotenie rizik. Je nevyhnutné nielen implementovať opatrenia na zníženie rizik, ale aj pravidelne hodnotiť ich efektívnosť (Cabeças 2015; Chencheva et al. 2024). Výsledky týchto štúdií poukazujú, že je potrebné zabezpečiť včasnú identifikáciu potenciálnych rizik vzniku nezhody, prijímať proaktívne opatrenia a tak prispievať k zvýšeniu spokojnosti zákazníkov a zabezpečeniu dlhodobej konkurencieschopnosti a úspechu podniku. Zaujímavé je tiež sledovať, že poverený manažér sa najviac zameriava na hodnotenie rizik, čo naznačuje, že v tejto oblasti stredné podniky kladú najväčší dôraz na posúdenie a vyhodnotenie rizik. Vo veľkých podnikoch u vlastníkov procesov je najčastejšou prioritnou činnosťou príprava opatrení. Ostatné typy zodpovedných pracovníkov majú ako najčastejšiu prioritnú činnosť v procese riadenia rizik identifikáciu rizik. Na druhej strane, najmenej časté je, že by sa veľké podniky zameriavali na sledovanie

rizík. Zaujímavé je tiež sledovať, že poverený manažér sa najviac zameriava na identifikáciu rizík, čo naznačuje, že v tejto oblasti veľké podniky kladú najväčší dôraz na prevenciu a minimalizáciu rizík.

Výsledky tejto štúdie majú niekoľko dôležitých implikácií pre prax. Predovšetkým, potvrdzujú, že implementácia systémov ISO má pozitívny vplyv na proces riadenia rizík v podnikoch. Podnikom sa odporúča systematicky podporovať informovanosť a vzdelávanie, keďže školenia a workshopy pre majiteľov a manažérov výrazne prispievajú k správne nastaveniu procesov. Malý podnik po školení k norme ISO 9001 môže zaviesť procesné mapy, čím skráti čas vybavenia zákazníckych objednávok (Proces 2025). Finančná podpora v podobe dotácií alebo zvýhodnených úverov je dôležitá najmä pre MSP s obmedzeným kapitálom. ISO norma ISO 14001 umožňuje zefektívnenie odpadového hospodárstva, čo sa prejaví na znížení nákladov (Schéma 2024). Významnú úlohu zohráva aj personálne a organizačné zabezpečenie. Zavedenie ISO 45001 a poverenie zodpovedného pracovníka BOZP môže viesť k zníženiu počtu pracovných úrazov (ECTA 2024). Integrácia viacerých ISO systémov vedie k synergickým efektom a redukcii duplicity procesov, zavedenie kombinácie ISO 9001, 14001 a 45001 zvyšuje exportnú konkurencieschopnosť (EUCERT 2025). Digitalizácia a využívanie moderných nástrojov prinášajú ďalšie výhody. Softvér na monitorovanie rizík môže odhaliť slabiny v kybernetickej bezpečnosti a dokázať ich efektívne odstrániť (RUZ 2021). V neposlednom rade je potrebné prepojiť ISO normy s princípmi spoločenskej zodpovednosti. Implementáciou ISO 26000 môže viesť k optimalizácii výroby z pohľadu environmentálneho aspektu spoločenskej zodpovednosti (EMAS 2021).

Podniky s implementovanými systémami ISO majú tendenciu venovať väčšiu pozornosť identifikácii, analýze a hodnoteniu rizík. Ďalej, výsledky ukazujú, že výber zodpovedného pracovníka za riadenie rizík je dôležitým faktorom úspešného riadenia rizík. Björnsdottir 2022 vo svojom výskume potvrdzuje, že normy ISO možno v systémoch riadenia rizík uplatniť mnohými spôsobmi, v závislosti od charakteru prevádzky a obchodných potrieb (Björnsdottir et al. 2022). Dôkazy, výsledky potvrdzujú, že riadenie rizík je pre podnikanie čoraz dôležitejšie a stáva sa integrovanou súčasťou systému riadenia. Výsledky jeho štúdie ukazujú, že môže byť ťažké posúdiť účinnosť riadenia rizík, aj keď je systém riadenia rizík certifikovaný podľa ISO. Certifikácia nie je zárukou schopnosti identifikovať a posúdiť všetky relevantné riziká v obchodných operáciách. Kontinuálne monitorovanie a posudzovanie rizík je nevyhnutným predpokladom pre udržanie vysokého štandardu kvality (ISO 14001:2015 2015). S podobným záverom prichádzajú aj iní autori, ktorí poukazujú na kľúčovú úlohu dôkladnej analýzy procesov a využitia vhodných nástrojov manažmentu rizík pri minimalizácii potenciálnych ohrození a zvyšovaní efektívnosti procesov (Gremyr et al. 2021). Nevyhnutné je teda nielen implementovať opatrenia na zníženie rizík, ale aj pravidelne hodnotiť ich efektívnosť (Cabeças 2015; Chencheva et al. 2024). Výsledky týchto štúdií poukazujú, že je potrebné zabezpečiť včasnú identifikáciu potenciálnych rizík vzniku nehody, prijímať proaktívne opatrenia a tak prispievať k zvýšeniu spokojnosti zákazníkov a zabezpečeniu dlhodobej konkurencieschopnosti a úspechu podniku.

Napriek týmto pozitívnym príkladom narážajú malé a stredné podniky pri implementácii odporúčaní na viaceré bariéry. Najvýraznejšou prekážkou sú finančné obmedzenia, keďže náklady na certifikáciu a udržiavanie ISO systémov sú pre malé podniky často ťažko dostupné. Dôležitým problémom je aj nedostatok kvalifikovaného personálu, keďže špecialisti na kvalitu, BOZP či environmentálny manažment chýbajú a manažment rizík ostáva v rukách majiteľa. Prekážkou je aj slabá informovanosť a vnímanie ISO noriem ako byrokratickej záťaž, ako aj odpor voči zmenám v podnikovej kultúre. Administratívna náročnosť dokumentácie môže byť odrádzajúca najmä pre menšie firmy bez digitalizovaných procesov. Napokon, absencia širšej metodologickej a finančnej podpory zo strany štátu alebo profesijných združení často vedie k tomu, že mnohé podniky zostávajú bez potrebných stimulov na zavádzanie ISO systémov.

Celkovo možno konštatovať, že implementácia ISO noriem má pozitívny vplyv na kvalitu procesov riadenia rizík v malých a stredných podnikoch, pričom jej účinnosť závisí od sektorových špecifik, dostupnosti zdrojov a pripravenosti podniku na zmenu. Výsledky výskumu ukazujú, že systematická podpora, kombinácia finančných stimulov, vzdelávania a digitalizácie, ako aj prekonávanie bariér spojených s odporom voči zmene, sú kľúčovými predpokladmi pre úspešné a dlhodobo udržateľné zavádzanie ISO systémov v MSP.

## ZÁVER

Manažment rizík je pre malé a stredné podniky kľúčový, pretože každá organizácia, bez ohľadu na svoju veľkosť, čelí rôznym interným a externým rizikám, ktoré môžu ohroziť jej ciele a existenciu. Pre malé podniky, ktoré často disponujú obmedzenými zdrojmi, môže efektívne riadenie rizík znamenať rozdiel medzi prežitím a zánikom. Stredné podniky, ktoré sa nachádzajú v rastovej fáze, potrebujú riadiť riziká spojené s expanziou a inováciami, aby zabezpečili udržateľný rast. Bez ohľadu na veľkosť, efektívny manažment rizík umožňuje podnikom identifikovať potenciálne hrozby, vyhodnotiť ich vplyv a prijať opatrenia na ich minimalizáciu, čím sa zvyšuje ich odolnosť a schopnosť dosahovať svoje strategické ciele. Táto štúdia potvrdila, že existuje štatisticky významná závislosť medzi implementovanými systémami ISO, zodpovedným pracovníkom za riadenie rizík a prioritnou činnosťou pri riadení rizík. Výsledky štúdie majú niekoľko dôležitých implikácií pre prax a môžu pomôcť podnikom zlepšiť ich proces riadenia rizík. Kľúčové oblasti výskumu manažmentu rizík zahŕňajú metódy hodnotenia rizík, podnikové a systémovú integráciu, schvaľujúce ISO 31000 ako cenný nástroj. Budúci výskum by mal uprednostňovať dlhodobé štúdie na sledovanie vplyvu normy ISO 31000, štúdium efektívnych stratégií komunikácie rizika, skúmanie postupov RM špecifických pre daný sektor a posúdenie aplikácie ISO 31000 v nových technológiách (Widianti, Firdaus, Rakhmawati 2024). Integrácia ISO noriem umožňuje organizáciám efektívne riadiť riziká v rôznych oblastiach. To vedie k zlepšeniu rozhodovacieho procesu a v nádväznosti to má vplyv na celkovú odolnosť organizácie. Implementácia kombinácie viacerých ISO noriem znižuje redundantnosť niektorých procesov a dokumentácie, čo následne vedie k zefektívneniu prevádzky a úsporám nákladov. Jednotlivé štandardy stanovujú osvedčené postupy, ktoré zvyšujú kvalitu produktov a služieb. Vo výsledku vnímame v integrácii ISO noriem možnosť pre organizácie riadiť riziká prostredníctvom holistického prístupu vďaka identifikácii rôznorodých potenciálnych rizík.

## POĎAKOVANIE

*Publikovanie tohto príspevku bolo podporené Kultúrnou a edukačnou grantovou agentúrou Ministerstva školstva, vedy, výskumu a športu SR - KEGA 034ŽU-4/2023 „IMPLEMENTÁCIA VÝSLEDKOV VEDECKO-VÝSKUMNEJ ČINNOSTI DO VYUČOVACIEHO PROCESU A TVORBY NOVÝCH ŠTUDIJNÝCH MATERIÁLOV V II. STUPNI VYSOKOŠKOLSKÉHO ŠTÚDIA V ŠTUDIJNOM PROGRAME KRÍZOVÝ MANAŽMENT.“*

## LITERATÚRA

- Akwei, C., Zhang, L. (2018). Integrating risk and performance management in quality management systems for the development of complex bespoke systems (CBSs). *Production Planning & Control*. 18 November 2018. Vol. 29, no. 15, p. 1275–1289. DOI 10.1080/09537287.2018.1520316.
- Aven, T., Krohn, B. S. (2014). A new perspective on how to understand, assess and manage risk and the unforeseen. *Reliability Engineering & System Safety*. 1 January 2014. Vol. 121, p. 1–10. DOI 10.1016/j.ress.2013.07.005.
- Baird, I.S., Thomas, H. (1985). Toward a Contingency Model of Strategic Risk Taking. *Acad. Manag. Rev.* 1985, 10, 230–243.
- Bercovici, A., Bercovici, E.G., Maftei, M. (2019). Applying a risk management model in intellectual property management. *Calitatea* 2019, 20, 56–60.
- Bissacot, T.C.C., Oliveira, S.M.A.C. (2016). Instrumento Para o Gerenciamento de Riscos Ambientais. *Eng. Sanit. E Ambient.* 2016, 21, 227–232. <https://doi.org/10.1590/S1413-41522016140442>.
- Björnsdottir, S.H., Jensson, P., Thorsteinsson, S.E., Dokas, I.M., de Boer, R.J. (2022). Benchmarking ISO Risk Management Systems to Assess Efficacy and Help Identify Hidden Organizational Risk. *Sustainability* 2022, 14, 4937. <https://doi.org/10.3390/su14094937>.
- Boholm, Å. (2010). On the Organizational Practice of Expert-Based Risk Management: A Case of Railway Planning | Request PDF. *Risk Manag.* 2010, 12, 235–255. <https://doi.org/10.1057/rm.2010.4>.
- Boholm, Å., Corvellec, H.; Karlsson, M. (2012). The Practice of Risk Governance: Lessons from the Field. *J. Risk Res.* 2012, 15, 1–20.
- Boyd, L., Mills, L., Jacintho, A., Martinez, G. (2022). Risk Assessments to Improve Workplace Compliance and Safety. In *Proceedings of the International Petroleum Technology Conference, Dhahran, Saudi Arabia, 21–23 February 2022*.
- Breitenstein, M., Nguyen, D.K., Walther, T. (2021). Environmental Hazards and Risk Management in the Financial Sector: A Systematic Literature Review. *J. Econ. Surv.* 2021, 35, 512–538. <https://doi.org/10.1111/joes.12411>.
- Cabeças, J.M.M. (2015). Taxonomy to Characterize Occupational Hazards (Risk Factors) at the Workplace Level. *Work* 2015, 51, 703–713. <https://doi.org/10.3233/WOR-152023>.

- Chencheva, O., Sukach, S., Rieznik, D., Petrenko, I., Lashko, Y., Hladiuk, O. (2024). Сучасна концепція управління безпекою та гігієною праці на основі ризикоорієнтованого підходу. *Munic. Econ. Cities* 2024, 4, 221–227. <https://doi.org/10.33042/2522-1809-2024-4-185-221-227>.
- Dias, G.C., Hernandez, C.T., de Oliveira, U.R. (2020). Supply Chain Risk Management and Risk Ranking in the Automotive Industry. *Gest. Prod.* 2020, 27, e3800.
- Dias, G.C., Leal Junior, I.C., Oliveira, U.R. (2019). Supply Chain Risk Management at Seaport Container Terminals. *Gest. Prod.* 2019, 26, e4900. <https://doi.org/10.1590/0104-530X4900-19>.
- Domańska-Szaruga, B. (2020). Maturity of Risk Management Culture. *Entrep. Sustain. Issues* 2020, 7, 2060–2078. [https://doi.org/10.9770/jesi.2020.7.3\(41\)](https://doi.org/10.9770/jesi.2020.7.3(41)).
- ECTA 2024. Zdravie a bezpečnosť na prvom mieste: Prínosy ISO 45001 pre vašu firmu. Available online: <https://www.ecta.sk/blog/zdravie-a-bezpecnost-na-prvom-mieste-prinosy-iso-45001-pre-vasu-firmu/>
- EMAS – ISO 26000. 2021. Available online: <https://www.sazp.sk/dokument/f/4-emas-a-iso-26000-1-3-2-informacne-listy-emas-feb-2021.pdf>
- EUCERT 2025. Integrovaný manažérsky systém ISO 9001, ISO 14001 a ISO 45001 – výhody a riziká. Available online: <https://eucert.sk/integrovaný-manazersky-system-iso-9001-iso-14001-a-iso-45001-vyhody-a-rizika/>
- Etges, A.P.B.D.S., Grenon, V., Souza, J.S. de, Neto, F.J.K., Felix, E.A. (2018). ERM for Health Care Organizations: An Economic Enterprise Risk Management Innovation Program (E2RMhealth Care). *Value Health Reg. Issues* 2018, 17, 102–108. <https://doi.org/10.1016/j.vhri.2018.03.008>.
- Fischbacher-Smith, D., Fischbacher-Smith, M. (2009). The Changing Nature of Risk and Risk Management: The Challenge of Borders, Uncertainty and Resilience. *Risk Manag.* 2009, 11, 1–12. <https://doi.org/10.1057/rm.2009.1>.
- Gerek, Y., Aydin, M.N. (2025). Management Frameworks and Management System Standards in the Context of Integration and Unification: A Review and Classification of Core Building Blocks for Consilience. *Systems* 2025, 13, 234. <https://doi.org/10.3390/systems13040234>.
- Gremyr, I., Lenning, J., ELG, M., Martin, J. (2021). Increasing the Value of Quality Management Systems. *IJQSS* 2021, 13, 381–394. <https://doi.org/10.1108/IJQSS-10-2020-0170>.
- Grimashevich, O., Ivashina, M., Natsypaeva, E., Andreeva, T., Kolesnikova, D., Kontorovich, E. (2019). Improvement of Industrial Enterprise Quality Management System Based on Risk-Oriented Approach Implementation. *Calitatea Acces La Success* 2019, 20, 42–46.
- Huang, J., Bian, Y. (2011). Effectiveness Research of Quality Management System on Verification Risk. In *Proceedings of the 2011 International Conference on Quality, Reliability, Risk, Maintenance, and Safety Engineering*, Xi'an, China, 17–19 June 2011; pp. 571–575.
- ISO 14001:2015. Environmental Management Systems—Requirements with Guidance for Use. International Organization for Standardization: Geneva, Switzerland, 2015. Available online: <https://www.iso.org/obp/ui/#iso:std:iso:14001:ed-3:v1:en>
- ISO 26000:2010. Available online: <https://www.iso.org/standard/42546.html>
- ISO/IEC 27001:2022. Information Security, Cybersecurity and Privacy Protection—Information Security Management Systems—Requirements. International Organization for Standardization: Geneva, Switzerland, 2022. Available online: <https://www.iso.org/standard/27001>
- ISO 31000:2018. Risk Management—Guidelines. International Organization for Standardization: Geneva, Switzerland, 2018.
- ISO 37001:2025. Anti-Bribery Management Systems—Requirements with Guidance for Use. International Organization for Standardization: Geneva, Switzerland, 2025. Available online: <https://www.iso.org/standard/37001>
- ISO 45001:2018. Available online: <https://www.iso.org/standard/63787.html>
- Kas'yanov, V., Danilchenko, V., Amelin, V., Tolmacheva, V. (2018). Environmental Risk Management. Forecasting and Modeling of Emergency Risk Management Situations. *MATEC Web Conf.* 2018, 251, 06030.
- Lalonde, C., Boiral, O. (2012). Managing Risks through ISO 31000: A Critical Analysis. *Risk Manag.* 2012, 14, 272–300.
- Latorre Aizaga, F.L., Latorre Aizaga, H.J., Perez Sisa, F.G. (2016). Environmental Management Audit. *Rev. Publicando* 2016, 3, 676–687.
- Lerbinger, O. (1997). *The Crisis Manager: Facing Risk and Responsibility*. Lerbinger, Otto: Free Download, Borrow, and Streaming. Available online: <https://archive.org/details/crisismanagerfac0000lerb>
- Logan, T.M., Aven, T., Guikema, S., Flage, R. (2021). The Role of Time in Risk and Risk Analysis: Implications for Resilience, Sustainability and Management. *Risk Anal.* 2021, 41, 1959–1970.
- Lukáč, J. (2023). *Vznik a Zánik Malých a Stredných Podnikov na Slovensku v Roku 2022*; Slovak Business Agency: Bratislava, Slovakia, 2023. Available online: <https://monitoringmsp.sk/wp-content/uploads/2023/10/Vznik-a-zanik-malych-a-strednych-podnikovna-Slovensku-v-roku-2022.pdf>
- Mabrouki, C., Bentaleb, F., Mousrij, A. (2014) A Decision Support Methodology for Risk Management within a Port Terminal. *Saf. Sci.* 2014, 63, 124–132.
- Malik, M.F., Zaman, M., Buckby, S. (2020). Enterprise Risk Management and Firm Performance: Role of the Risk Committee. *J. Contemp. Account. Econ.* 2020, 16, 100178.

- Oliveira, F.N. de, Leiras, A., Ceryno, P. (2019). Environmental Risk Management in Supply Chains: A Taxonomy, a Framework and Future Research Avenues. *J. Clean. Prod.* 2019, 232, 1257–1271.
- Pearson, C.M., Clair, J.A. (1998). Reframing Crisis Management. *Acad. Manag. Rev.* 1998, 23, 59–76.
- Petchenko, I.V. (2023). Evaluation of the occupational safety management system: Occupational safety audit as a key tool to enhance safety in the enterprise. *Labour Prot. Probl. Ukr.* 2023, 39, 59–63.
- Power, M. (2004). The Risk Management of Everything. *J. Risk Financ.* 2004, 5, 58–65.
- Proces nakupovania v podmienkach systému manažérstva kvality podľa ISO 9001. 2025. Available online: <https://isocertifikat.sk/proces-nakupovania-v-podmienkach-systemu-manazerstva-kvality-podla-iso-9001/>
- Pulido, M.P. (2018). Chapter 5—ISO 26000:2010 Guidance on Social Responsibility: Concept and Practical Application. In *Ethics Management in Libraries and Other Information Services*; Pulido, M.P., Ed.; Chandos Publishing: Witney, UK, 2018; pp. 127–168. ISBN 978-0-08-101894-1.
- Putyatina, L.M., Tikhonov, G.V., Lavrova, L.A., Arsenyeva, N.V. (2020). Questions for Improving the Quality of Machine – Building Enterprises Workforce Management in Post - Crisis Conditions. *TEM J.* 2020, 1543–1549.
- RUZ (2021). Analýza dôvodov pre viacročný pokles digitálnej konkurencieschopnosti SR a návrh opatrení na zvrátenie tohto vývoja. Available online: [https://www.fsr.gov.sk/wp-content/uploads/2022/09/RUZ\\_Analyza\\_dovodov\\_pre\\_viacrocny\\_pokles\\_digitalnej\\_konkurencieschopnosti\\_SR\\_a\\_n\\_avrh\\_opatreni\\_na\\_zvratenie\\_tohto\\_vyvoja.pdf?csrc=14715223722600754980](https://www.fsr.gov.sk/wp-content/uploads/2022/09/RUZ_Analyza_dovodov_pre_viacrocny_pokles_digitalnej_konkurencieschopnosti_SR_a_n_avrh_opatreni_na_zvratenie_tohto_vyvoja.pdf?csrc=14715223722600754980)
- Rudakov, M.; Gridina, E.; Kretschmann, J. Risk-Based Thinking as a Basis for Efficient Occupational Safety Management in the Mining Industry. *Sustainability* 2021, 13, 470.
- Samani, M.A., Ismail, N., Leman, Z., Zulkifli, N. (2019). Development of a Conceptual Model for Risk-Based Quality Management System. *Total Qual. Manag. Bus. Excell.* 2019, 30, 483–498.
- SBA (2024). Malé a stredné podnikanie v číslach v roku 2023; Slovak Business Agency: Bratislava, Slovakia, 2024. Available online: [https://monitoringmsp.sk/wp-content/uploads/2024/05/MSP\\_v\\_cislach\\_2023.pdf](https://monitoringmsp.sk/wp-content/uploads/2024/05/MSP_v_cislach_2023.pdf)
- Simchenko, N. (2012). Quality management system fundamentals at enterprises. *Actual Probl. Econ.* 2012, 171–175.
- Schéma štátnej pomoci. 2024. Available online: [https://envirofond.sk/wp-content/uploads/2024/09/Schema-statnej-pomoci\\_OOH-MZP-SR\\_EF-1.pdf](https://envirofond.sk/wp-content/uploads/2024/09/Schema-statnej-pomoci_OOH-MZP-SR_EF-1.pdf)
- Thimm, H.(2015). A Continuous Risk Estimation Approach for Corporate Environmental Compliance Management. In *Proceedings of the 2015 IEEE 15th International Conference on Environment and Electrical Engineering (EEEEIC)*, Rome, Italy, 10–13 June 2015; pp. 83–88.
- Verenikina, A.Y., Finley, J.T. (2018). Managing Environmental Risks by ISO-14001 Implementation: A Case of Russian UC RUSAL. In *Proceedings of the 2018 7th International Conference on Industrial Technology and Management (ICITM)*, Oxford, UK, 7–9 March 2018; pp. 167–173.
- Widianti, T., Firdaus, H., Rakhmawati, T. (2024). Mapping the Landscape: A Bibliometric Analysis of ISO 31000. *Int. J. Qual. Reliab. Manag.* 2024, 41, 1783–1810.
- Willumsen, P., Oehmen, J., Stingl, V., Geraldi, J. (2019). Value Creation through Project Risk Management—CBS Research Portal. Available online: <https://research.cbs.dk/en/publications/value-creation-through-project-risk-management>
- Zieba, M., Durst, S., Hinteregger, C. (2022). The Impact of Knowledge Risk Management on Sustainability. *J. Knowl. Manag.* 2022, 26, 234–258. <https://doi.org/10.1108/JKM-09-2021-0691>.

---

**Jana Studená, Mgr., PhD.**

*Žilinská univerzita v Žiline, Fakulta bezpečnostného inžinierstva, Katedra krízového manažmentu, ul. 1. mája 32, 010 01 Žilina*  
e-mail: [jana.studena@uniza.sk](mailto:jana.studena@uniza.sk)

**Alexander Kelíšek, Ing., PhD.**

*Žilinská univerzita v Žiline, Fakulta bezpečnostného inžinierstva, Katedra krízového manažmentu, ul. 1. mája 32, 010 01 Žilina*  
e-mail: [alexander.kelisek@uniza.sk](mailto:alexander.kelisek@uniza.sk)

**Katarína Buganová, doc., Ing., PhD.**

*Žilinská univerzita v Žiline, Fakulta bezpečnostného inžinierstva, Katedra krízového manažmentu, ul. 1. mája 32, 010 01 Žilina*  
e-mail: [katarina.buganova@uniza.sk](mailto:katarina.buganova@uniza.sk)

**Mária Hudáková, doc., Ing., PhD.**

*Žilinská univerzita v Žiline, Fakulta bezpečnostného inžinierstva, Katedra krízového manažmentu, ul. 1. mája 32, 010 01 Žilina*  
e-mail: [maria.hudakova@uniza.sk](mailto:maria.hudakova@uniza.sk)

---



# EXPERIMENTÁLNE VERIFIKAČNÉ MERANIA ZAMERANÉ NA POSÚDENIE PRESNOSTI 3D DOKUMENTÁCIE TRASOLOGICKÝCH STÔP

## EXPERIMENTAL VERIFICATION MEASUREMENTS AIMED AT ASSESSING THE ACCURACY OF THE 3D DOCUMENTATION OF FOOTWEAR TRACES

VERONIKA ADAMOVÁ, EDUARD KOLLA, LUKÁŠ SZABO

**ABSTRACT:** *The submitted article presents a partial objective of the ongoing research entitled “Investigation of the Potential of 3D Technologies in Securing and Extracting 3D Footwear Impression Traces.” This objective, also addressed within a diploma thesis, consisted of a series of experimental measurements focused on acquiring 3D models of footwear impressions created with a reference substitute shoe sole, in order to maintain repeatable conditions. The article further proposes a procedure for analysing the collected data using available software tools and for evaluating the accuracy of the applied 3D methods for documenting volumetric footwear impressions. Particular attention is devoted to the application of photogrammetry in documenting these impressions and to the subsequent extraction of their volumetric parameters along the x, y, and z axes. Such data can be especially useful for more complex biomechanical assessments, for example, when estimating physical parameters such as the perpetrator’s body weight.*

**KEYWORDS:** *Crime, footwear impressions, forensic, investigation, photogrammetry, traces, 3D imaging.*

### ÚVOD

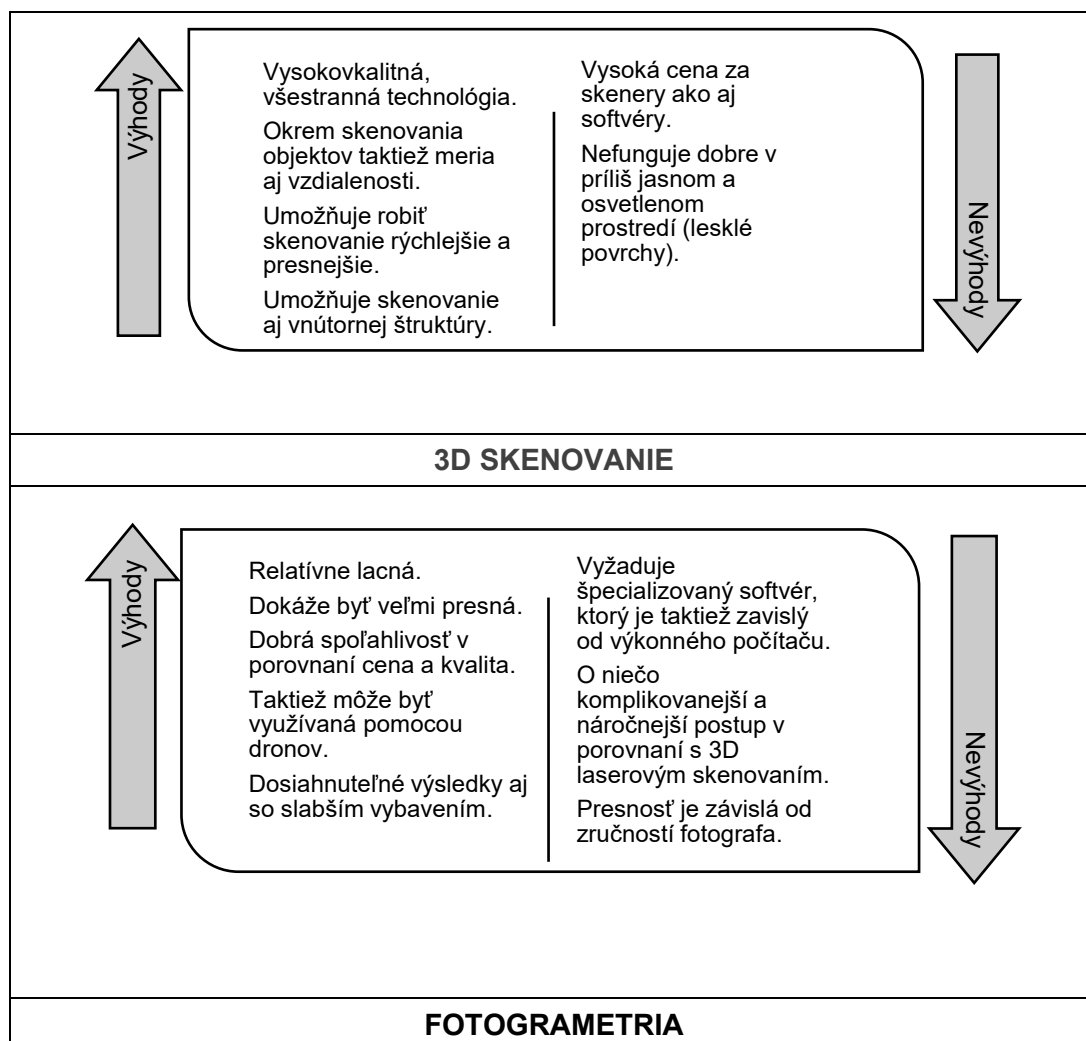
Trasologické stopy obuvi predstavujú jeden z najvýznamnejších druhov kriminalisticky relevantných stôp, ktoré umožňujú skupinovú, a v optimálnych prípadoch aj individuálnu identifikáciu. V domácej kriminalistickej praxi sa tieto stopy štandardne zaisťujú tradičnými metódami. Narastá však dôraz na zavádzanie technológií 3D dokumentácie, ako sú 3D laserové skenovanie, fotogrametria a 3D tlač. Tieto techniky majú potenciál významne zvýšiť presnosť dokumentácie a umožniť detailnú analýzu objemových parametrov stôp v osiach x, y a z. Predkladaný článok predstavuje časť aktuálne prebiehajúceho výskumu, ktorý reaguje na identifikovanú absenciu komplexnej a systematickej verifikácie presnosti týchto postupov. Ďalej sa sústreďuje na zvýšenie ich vedeckej spoľahlivosti a praktickej využiteľnosti v kriminalistickej expertíznej činnosti. Primárnym vedeckým cieľom výskumu je preskúmanie presnosti a relevancie 3D dokumentácie trasologických stôp. Sekundárnym vedeckým cieľom je hodnotenie mechanických vlastností vybraných druhov podložia, v ktorých sa trasologické stopy vyskytujú. Dôraz sa kladie na reálne podmienky páchania trestnej činnosti. Výsledkom má byť využitie získaných údajov na biomechanické vyťažovanie parametrov objemových stôp. Napĺňanie týchto cieľov predpokladá realizáciu viacerých čiastkových úloh, ako sú napr.:

- Navrhnutie a zhotovenie parametrického substitučného 3D modelu podrážky obuvi (referenčnej podrážky).
- Konštrukcia zariadenia na tvorbu referenčných trasologických stôp pomocou referenčnej podrážky za účelom overovania presnosti 3D dokumentácie.
- Experimentálne vytváranie a 3D dokumentovanie týchto referenčných stôp.
- Analýza získaných dát prostredníctvom matematicko-štatistických metód s cieľom posúdiť presnosť aplikovaných 3D dokumentačných postupov.
- Skúmanie možností praktickej a užívateľsky efektívnej aplikácie 3D technológií v kriminalisticko-technickej a expertíznej praxi.
- Doplnenie zariadenia o tzv. „impaktor“ – vhodnú nárazovú plochu pre zisťovanie mechanických vlastností podložia.
- Experimentálne určovanie tuhosti testovaných podložných materiálov.
- Vyhodnotenie možností využitia získaných priestorových parametrov v osiach x, y a z na potreby kriminalistickej identifikácie a expertíz a ďalšie.

V preloženom článku bude pozornosť zameraná na preskúmanie, do akej miery sú metódy 3D snímkovania presné pri zaisťovaní objemových trasologických stôp. Taktiež, či sú aplikovateľné do kriminalistickej a forenznej praxe. Ďalej budú načrtnuté možnosti vyťažovania objemových vlastností 3D stopy obuvi pre účely bližšej identifikácie osoby, ktorá na mieste činu stopu zanechala. Výsledky uvedené v tomto článku súčasne vychádzajú z diplomovej práce riešenej na tému „Experimentálne verifikačné merania zamerané na posúdenie presnosti 3D dokumentácie trasologických stôp“ (Kadnár, 2025).

## 1. ÚVOD DO PROBLEMATIKY

Fotogrametria a 3D skenovanie prešli významným technologickým vývojom, vďaka ktorému, dnes, umožňujú rýchlejšie, presnejšie a spoľahlivejšie forenzne skúmania či dokumentáciu miest činu. Tieto metódy za pár minút zachytia milióny dátových bodov, čím šetria čas a vytvárajú detailný 360° obraz miesta činu. To umožňuje znížiť riziko chýb a zvyšuje efektívnosť. Napríklad, vo forenznej patológii, antropológii a odontológii 3D skenery pomáhajú preskúmať kostrové pozostatky a určiť čas smrti, príčinu úmrtia, charakter zranení či identitu obetí. Výhodou je taktiež ich archivácia. 3D modely dôkazov možno uložiť k spisu a využiť v trestnom konaní na znalecké posudky či vizualizáciu demonštratívneho zobrazenia priebehu relevantného deja, napr. dopravnej nehody. Toto všetko umožňuje lepšie pochopenie prípadu aj osobám, ktoré sa vyšetrovania nezúčastnili, respektíve neboli priamo prítomné pri obhliadke miesta činu (Gregor a kol., 2016, McMillion, 2025).



Obrázok 1 Výhody a nevýhody techník 3D skenovania a fotogrametrie (Kadnár 2025)

V kontexte trasologických stôp (Straus, 2017, Kozár, 2020, Rak, 2008, Porada a kol., 2019 a ďalší) a ich spôsobe zaisťovania, najmä stôp obuvi, je možné stále hovoriť o zaisťovaní sadrovým odlievaním. Takýto prístup môže stopu čiastočne poškodiť a jeho aplikácia je čiastočne obmedzená vlastnosťami podložja. V prípade stôp v snehu alebo piesku je odlievanie ešte náročnejšie. Metódy 3D snímkovania umožňujú výrazne rýchlejšie, bezkontaktné a nedeštruktívne zaistenie stôp, pričom zachovávajú pôvodnú morfológiu. Pri 3D skenovaní nezáleží na type podložja, postup je rovnaký a s minimálnymi odchýlkami umožňuje vo vhodnom softvéri vytvoriť detailný 3D model vhodný na expertízne skúmanie a analýzu a prakticky aj na prípadnú 3D tlač (Kriminalistickí technici, 2025, Kadnár, 2025, Adamová, 2022). Súhrn výhod a nevýhod uvedených metód dokumentácie sú uvedené na Obrázku 1.

Výskumy z posledných rokov potvrdzujú rastúci význam 3D dokumentácie (nie len trasologických stôp obuvi) a poukazujú na jej praktické výhody oproti tradičným metódam.

- V oblasti dokumentácie dopravných nehôd spoločnosť 3DSurvey uskutočnila experiment, pri ktorom bol použitý dron DJI Phantom 4 PRO na fotogrametrické snímkovanie plochy s rozmermi 50 × 50 m. V priebehu 15 minút bolo vyhotovených 120 snímok, z ktorých vznikol 3D model s reálnymi mierami. Následné spracovanie dát trvalo tri hodiny a prinieslo úsporu až 79 % obstarávacích nákladov v porovnaní s tradičnými metódami (Photogrammetry as a tool..., 2025)
- Žuralis, Levulyte a Skolovskij sa vo svojom výskume zamerali na dokumentáciu stôp pneumatík a ich odklonu, ktoré zohrávajú kľúčovú úlohu pri určovaní trajektórie pohybu vozidla a vypracovaní znaleckých posudkov. Výsledky potvrdili, že aj malé odchýlky v dokumentácii môžu výrazne ovplyvniť závery expertíz (Žuralis a kol., 2025).
- Tóth a kol. využili fotogrametriu ako nástroj pre dištančné vzdelávanie študentov foreznej patológie počas pandémie COVID-19. Proces snímania trval 3–4 minúty a nebolo potrebné prerušovať pitvu. Výsledné 3D modely vznikli aj pomocou bežného smartfónu, čo potvrdilo dostupnosť tejto metódy. Dotazník potvrdil vysokú spokojnosť, pričom 100 % študentov odporúčalo využitie fotogrametrie ako doplnok tradičného vzdelávania (Tóth, 2021).
- Massini a kol. vytvorili 3D vizualizácie umelo vytvorených poranení, ktoré následne hodnotili forezní patológovia. Výskum ukázal, že fotogrametria má vysokú variabilitu a je vhodná ako doplnková metóda dokumentácie (Massini a kol., 2021).
- Bašić, Perković a Marenić porovnávali klasické a moderné 3D metódy zaisťovania identifikačných znakov trasologických stôp. Zistili, že tradičné metódy sú lacnejšie a rýchlejšie, zatiaľ čo 3D technológie sú menej deštruktívne, umožňujú opakované analýzy a detailnejšie spracovanie, hoci modelovanie v 3D tlačiarňach trvalo približne 30 hodín. Kvalita výsledku závisela od kvality použitých zariadení (Bašić a kol., 2021).
- Larsen a Bennett hodnotili spoľahlivosť fotogrametrie pri zaisťovaní stôp obuvi. Ich experimenty potvrdili, že rozdiely medzi 3D modelmi a originálmi sú minimálne. Fotogrametria sa ukázala ako rýchlejšia než sadrové odlievanie a bola úspešne realizovaná pomocou profesionálneho fotoaparátu aj smartfónu. Čím viac záberov z rôznych uhlov sa vytvorilo, tým kvalitnejší bol výsledok (Larsen a kol., 2020).
- Montgomerie, Raneri a Maynard testovali presnosť 3D skenovania pomocou Artec Spider pri dokumentácii najčastejších typov obuvi na miestach činu. Výsledné 3D modely vykazovali odchýlku len v desatinách milimetra (Montgomerie a kol., 2020).
- Crabbe a kol. prezentovali mobilný prototyp 3D skenera s vysokým rozlíšením, ktorý na mieste činu okamžite generoval 3D modely a umožňoval kontrolu kvality ešte pred odchodom z miesta. Systém dopĺňal softvér R3 Forensic na vyhodnocovanie markantov stôp pre skupinovú alebo individuálnu identifikáciu (Crabbe a kol., 2015).
- Thoma, Häring a Leismann analyzovali štatistiky z regiónu Zeeland, kde až 22,91 % zaistených stôp tvorili trasologické stopy. Ich porovnanie tradičných a moderných metód zaisťovania ukázalo, že 3D skenovanie je rýchlejšie, nedeštruktívne a používateľsky jednoduchšie (Crabbe a kol., 2014).

Z uvedených výskumov je zrejmé, že 3D technológie predstavujú významný prínos pri dokumentácii trasologických stôp, a to najmä v presnosti, rýchlosti a možnosti opakovaného vyhodnocovania, čím dopĺňajú a v niektorých aspektoch prekonávajú klasické postupy. Cieľom predloženého článku je publikovanie čiastkových výstupov dosiahnutých v rámci riešených projektov. Pozornosť je zameraná na aplikáciu vybranej 3D snímkovacej techniky, v tomto prípade na fotogrametrickú dokumentáciu

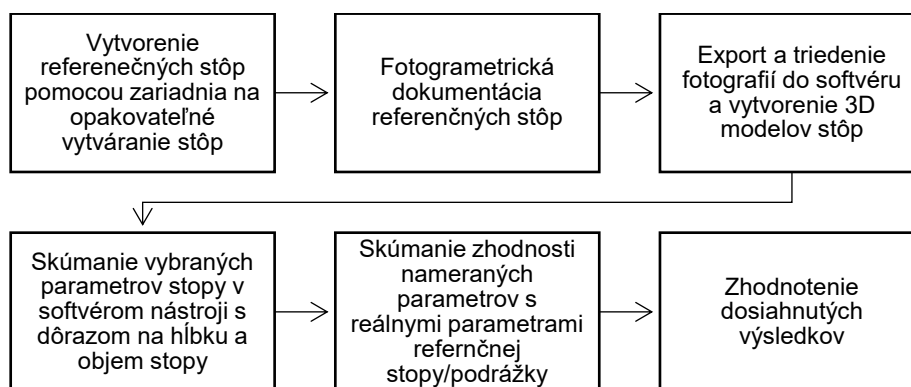
trasologickej stopy. Pre potreby experimentu bola vytvorená referenčná stopa do pieskového podložia pomocou zariadenia na opakovateľné vytváranie stôp. Stopa bola následne zadokumentovaná prostredníctvom série fotografií. Fotografie slúžili ako podklad pre spracovanie modelu stopy, ktorý bol ďalej predmetom skúmania. Skúmanie objemovej trasologickej stopy bolo v tomto štádiu obmedzené len na skúmanie vybraných parametrov, prioritne na skúmanie hĺbkového parametra stopy. Dôvodom tohto skúmania je predpoklad, že objem stopy, a teda hĺbka v akej je stopa vo vybranom podloží vytvorená, budú predurčovať parameter páchatel'a, ktorý stopu na mieste činu zanechal. Konkrétne jeho telesnú hmotnosť. Postup realizácie experimentu a použité pomôcky budú popísané v nasledujúcej kapitole.

## 2. POUŽITÉ POMÔCKY A METODIKA PRÁCE

Na dosiahnutie stanoveného cieľa, ktorým bolo **experimentálne verifikačné meranie zamerané na:**

- aplikáciu 3D dokumentácie objemovej stopy obuvi pomocou fotogrametrie a
- skúmanie vybraného parametra stopy (hĺbky) pomocou využitia softvérových nástrojov,

bolo nevyhnutné spracovať návrh experimentu (Obrázok 2) a zabezpečiť materiálne a softvérové pomôcky a vybavenie (podkap. 2.1). Podmienky realizácie experimentu sú bližšie rozpracované v podkap. 2.2.



Obrázok 2 Plánované základné kroky experimentu s ohľadom na vytýčený cieľ

### 2.1 Materiálne a softvérové zabezpečenie

V rámci materiálového zabezpečenia bolo potrebné pripraviť nasledujúce technické vybavenie a pomôcky. Na snímanie/ fotogrametrickú dokumentáciu stôp bol použitý digitálny fotoaparát **Sony Alpha 7 IV ILCE – 7 M4K** s 33 Mpx full – frame obrazovým snímačom a s **objektívom FE 28–70 mm f/3.5–5.6 OSS**, ktorý zabezpečil detailné a farebne verné zábery pre tvorbu 3D modelov. Ohnisková vzdialenosť fotoaparátu je 28-70mm. Objektív disponuje automatickým zaostrovaním pomocou motorčeku AF. Objektív je kompaktný s hmotnosťou 295 g.



Obrázok 3 Zľava doprava: Sony Alpha 7 IV ILCE – 7 M4K, objektív FE 28–70 mm, pamäťová karta zn. Samsung 128 GB Pro Ultimate, filter UV SMC L395 55mm (Kadnár, 2025)

Ďalej boli použité: **pamäťová karta zn. Samsung 128 GB Pro Ultimate** spolu s SD adaptérom pre micro SD karty a **filter UV SMC L395 55mm**, ktorý slúži na redukciu zbytočných odrazov a zamedzuje priepustnosť UV svetla pod 395 nm (Kadnár, 2025). Fotoaparát spolu s príslušenstvom je zobrazený na Obrázku 3.

Na zabezpečenie stabilných a konštantných svetelných podmienok počas celej doby dokumentácie boli použité **2 svetlomety s LED svetlami zn. Godox Litemons LA200D**. Na meranie úrovne intenzity osvetlenia bol použitý **luxmeter zn. Voltcraft LX-1108**. Na experimentálne overenie presnosti 3D dokumentácie bolo využité zariadenie, ktoré umožňuje reprodukovateľne vytvárať referenčné trasologické stopy v podloží. Pozostáva z konštrukcie, piestu so sensorom sily napojeným na silomer, nádoby s pieskom, dosky so stopou a diaľkového ovládania. Princíp činnosti spočíva v kontrolovanom spúšťaní piestu s modelom podrážky do podložia, pričom po dosiahnutí stanovenej sily sa piest automaticky zastaví a následne zdvihne späť. Tento postup zaručuje presné a opakovateľné vytvorenie stopy pre účely verifikácie. Vzhľadom na prebiehajúci výskum tohto zariadenia, nebudú uvádzané bližšie informácie. **Referenčná podrážka obuvi** na vytváranie trasologických stôp bola vyrobená pomocou 3D tlačne. Podrážka bola vytvorená z materiálu **TPU 95A od zn. SUNLU**. Zjednodušený model obuvi predstavuje topánky zn. **Nike Air Force 1**. Ide o jednu z najznámejších typov obuvi (tenisiek). Veľkosť referenčnej podrážky je **40 EU**, čo predstavuje **dĺžku obuvi 27 cm**, **šírku podrážky je 9,6 cm** a **hĺbka podrážky je 1,5 cm**. 3D model podrážky je umiestnený zospodu drevenej dosky, medzi ním a doskou je **3 cm vrstva podstavy, ktorá je z materiálu PLA**. Bližšie informácie o vytváraní referenčnej podrážky obuvi je uvedené v diplomovej práci (Žiak, 2025). Pri experimente boli ďalej použité: **kriminalistické pravítko a vlicovacie terčiky**, ktoré slúžia ako záchytné body pre softvér Agisoft Metashape. Vďaka nim softvér dokáže lepšie zmerať vzdialenosti medzi jednotlivými bodmi. Pri experimente boli tieto terče umiestnené do tvaru trojuholníka (Kadnár, 2025). Uvedené pomôcky sú zobrazené na Obrázku 4.



Obrázok 4 Zľava doprava: Svetlomet s LED svetlami zn. Godox Litemons LA200D, luxmeter zn. Voltcraft LX-1108, referenčná podrážka obuvi, kriminalistické pravítko a vlicovací terč (Kadnár, 2025)

Fotografie boli spracované v softvéri **Agisoft Metashape** Professional. Ide o nástroj určený na fotogrametrické spracovanie digitálnych snímok a generovanie 3D modelov. Uplatňuje sa v oblastiach, ako sú medicína, biológia, archeológia či forenzné vedy. V tejto diplomovej práci bola použitá verzia Professional, ktorá oproti základnej verzii poskytuje rozšírené funkcie vrátane možnosti určenia mierky modelu pomocou referenčných terčov (targetov). Experiment prebiehal s 30-dňovou skúšobnou licenciou tohto softvéru. Všetky fotografie a vyhodnocovacia práca bola vykonávaná prostredníctvom **počítača iMac**. Pre potreby následného porovnávania modelov a preskúmania presnosti a hĺbky modelov bol použitý voľne dostupný program „**CloudCompare**“ (Kadnár, 2025).

## 2.2 Metodický postup

Experimentálna dokumentácia trasologických stôp sa uskutočnila **25. 4. 2025 v čase od 10:30 do 18:00 hod.** v priestoroch Fakulty bezpečnostného inžinierstva Žilinskej univerzity v Žiline. V miestnosti bola

**priemerná teplota 23 °C a vlhkosť vzduchu cca 44,5 %**. Podložie, do ktorého bola stopa výtvarná bol **piesok**, ktorý pochádzal z lomu **Polanka nad Odrou, jeho vlhkosť bola 0,387 %** a bol uložený v **plastovej nádobe s rozmermi 56 × 39 × 20 cm**, zhutnený do výšky približne 20 cm. Počas experimentu sa menili **tri rôzne indexy uľahnutosti a tri rôzne hmotnosti piesku**, pre každý variant bola vytvorená a dokumentovaná samostatná trasologická stopa (Kadnár, 2025). Viac o podmienkach podložia, do ktorého bola stopa vytváraná je uvedené v diplomovej práci (Ondrejčíková, 2025). Na začiatku sa vyskytli určité technické obmedzenia kvôli výške piestu a obmedzenému priestoru, čo zapríčinilo, že nebolo možné fotiť priamo nad stopou so statívom a nebolo možné plnohodnotne fotodokumentovať zo všetkých strán (Kadnár, 2025).

**Meranie 1:** pri stope bola nameraná intenzita osvetlenia **2595 luxov**. Použité nastavenia fotoaparátu boli: manuálny režim, ISO 100, clona F6,3 a expozičný čas 1/40 s. V prvej fáze bolo v nádobe **68,28 kg** piesku s **indexom uľahnutosti 0,15**. Počas experimentu vzniklo 10 referenčných stôp (10 pokusov), pričom na dokumentáciu bola vybraná až posledná, aby sa minimalizovalo riziko jej poškodenia. Stopa č. 1 bola vytvorená pri sile **742,5 N** a zadokumentovaná kolmo na jej os s kriminalistickým pravítkom. Následne bola stopa nafotená z rôznych uhlov a vzdialeností (Obrázok 5), celkovo vzniklo **110 fotografií**, ktoré boli hneď zálohované na USB kľúč, aby sa predišlo strate dát. **Meranie 2:** po ukončení prvej fázy experimentu (Meranie 1) bol do nádoby dosypaný piesok a zhutnený na **index uľahnutosti 0,65**. Celková hmotnosť piesku tak dosiahla **75,49 kg**, pričom výška vrstvy ostala 20 cm. Pri druhom meraní dosiahla priemerná sila poslednej stopy hodnotu **750 N**. Nameraná intenzita osvetlenia pri stope bola **2888 luxov**. Nastavenia fotoaparátu zostali nezmenené. Dokumentácia prebiehala rovnakým postupom (Obrázok 5) a celkovo vzniklo **98 fotografií**. **Meranie 3:** prebiehalo rovnakým spôsobom ako predchádzajúce. Po ukončení druhej fázy bol do nádoby opäť dosypaný piesok a zhutnený na **index uľahnutosti 0,85**, čím jeho celková hmotnosť dosiahla hmotnosť **78,82 kg**. Priemerná sila pri poslednej stope bola **691,25 N** a nameraná intenzita osvetlenia **2899 luxov**. Nastavenia fotoaparátu zostali nezmenené. Po vytvorení stopy bola stopa zdokumentovaná (Obrázok 5), pričom vzniklo **95 fotografií** (Kadnár, 2025)



Obrázok 5 Dokumentácia priebehu fotenia a príklad stopy vytvorenej vo vybranom podloží (Kadnár, 2025)

Po ukončení dokumentácie boli do softvéru Agisoft Metashape nahraté len ostré fotografie, pretože rozmazané zábery by mohli spomaliť spracovanie alebo znížiť kvalitu výsledných 3D modelov stôp. Pre každú stopu bol vytvorený samostatný súbor („chunk“) obsahujúci **80–90 fotografií**.

#### **Pracovné kroky:**

- Najskôr boli vyhľadané a označené terčičky („targety“), ktoré slúžia na určenie mierky modelu. Keďže softvér nedokáže automaticky rozpoznať všetky tri terčičky na každej snímke, bolo nutné ich doplniť manuálne. Pre kontrolu presnosti boli navyše pridané dva referenčné body (PR 1 a PR 2) umiestnené na kriminalistickom pravítku vo vzájomnej vzdialenosti 15 cm, aby sa predišlo chybe v mierke (Obrázok 6).
- V ďalšom kroku bolo spustené zarovnanie fotografií („Align photos“) s nastavením presnosti na „high“, limitom kľúčových bodov 40 000 a tie point limit 4000. Po vytvorení mračna bodov bola

použitá funkcia Cube, ktorou sa zúžil výpočtový priestor len na oblasť stopy, čím sa odľahčil procesor a urýchlil ďalší postup (Obrázok 6).

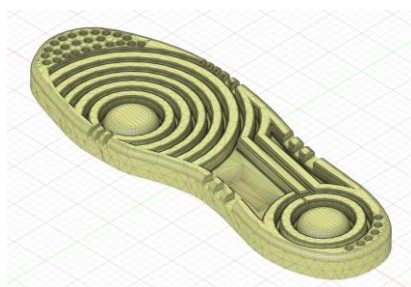
- Následne bolo vygenerované husté mračno bodov („Build point cloud“) s kvalitou „medium“, aby sa dosiahla rovnováha medzi detailnosťou a časom spracovania (Obrázok 6).
- Potom bol vytvorený samotný 3D model („Build model“) taktiež na strednej kvalite, pretože vyššie nastavenia by vyžadovali niekoľko desiatok hodín výpočtového času (základný model na Obrázku 6 stred). V poslednom kroku bola pridaná textúra a detaily („Build texture“), čím vznikol finálny 3D model viditeľný na Obrázok 6 (Kadnár, 2025).



Obrázok 6 Výsledné 3D modely zobrazené v programe Agisoft Metashape (Kadnár, 2025)

### 3. VÝSLEDKY EXPERIMENTU

Pre potreby experimentálneho skúmania, vyťažovania a overovania presnosti 3D modelov stôp obuvi bol vytvorený 3D model referenčnej podrážky v softvéri Autodesk Fusion (Obrázok 7). Tento model slúžil ako substitučná podrážka obuvi pre účely vedeckého skúmania. Hodnotenými boli tieto kľúčové parametre: dĺžka stopy, šírka stopy, hĺbka stopy a rozmery vybraných charakteristických markantov (Kadnár, 2025).



**Dĺžka stopy:**

27,0 cm

**Šírka stopy:**

9,6 cm

**Priemer malého kruhu:**

1,0 cm

**Priemer veľkého kruhu:**

3,7 cm

**Veľkosť rýh:**

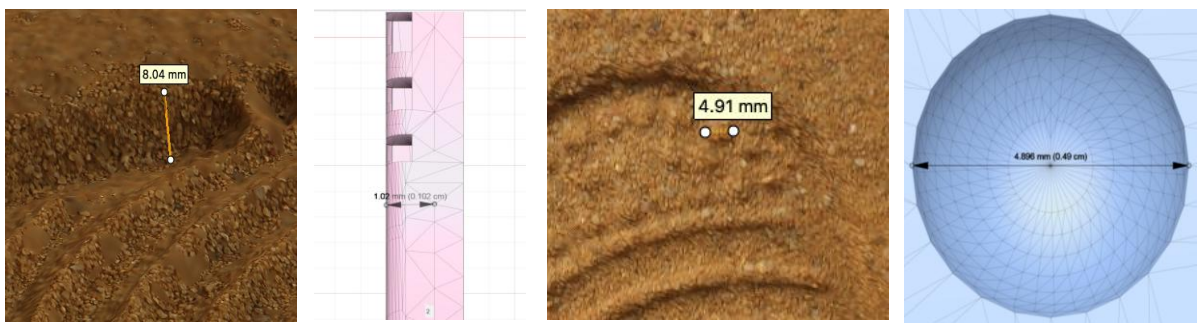
5,5 cm

Obrázok 7 3D model substitučnej podrážky obuvi pre vedecko-výskumné účely (Kadnár, 2025)

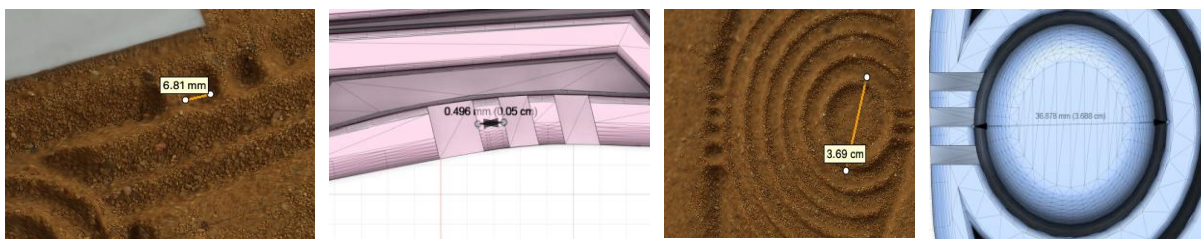
Rozmery (vybrané parametre) referenčného modelu podrážky sú uvedené na Obrázku 8. Údaje špecifických markantov sú zapísané v centimetroch. Experimentálne stopy vznikli pri rôznych úrovniach zaťaženia a v podlahách s rozdielnou mierou zhutnenia. Hĺbka stôp bola zisťovaná manuálnym meraním, čo umožnilo priamo porovnať hodnoty získané fotogrametriou s reálnym meraním. Všetky výsledky boli zaokrúhľované na jedno desatinné miesto. V prvej fáze porovnania sa hodnotili základné rozmery stopy – dĺžka, šírka a hĺbka, pričom výsledky sú zobrazené na Obrázok 8 až Obrázok 10.



Obrázok 8 Komparácia dĺžky (vľavo) a šírky (vpravo) 3D modelu stopy s 3D substitučnou podrážkou (Kadnár, 2025)



Obrázok 9 Komparácia hĺbky (vľavo) a priemeru guľčiek (vpravo) 3D modelu stopy s 3D substitučnou podrážkou (Kadnár, 2025)

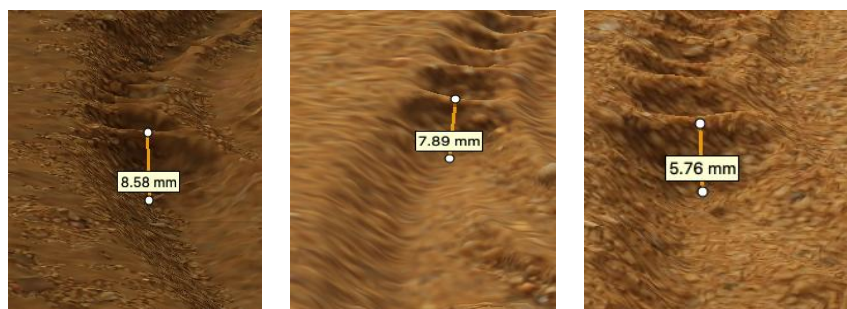


Obrázok 10 Komparácia rýh (vľavo) a priemeru veľkých kruhov (vpravo) 3D modelu stopy s 3D substitučnou podrážkou (Kadnár, 2025)

Z výsledkov vyplýva, že odchýlka medzi fotogrametrickými modelmi a referenčnou stopou sa pohybovala maximálne do 2 mm. Je však potrebné zohľadniť, že pri otláčení podrážky do piesku prirodzene dochádza k miernemu rozšíreniu stopy v dôsledku deformácie podložia (Kadnár, 2025).

### 3.1 Porovnanie hĺbok 3D modelov – manuálne meranie

V predchádzajúcej časti boli porovnávané základné rozmery stopy č. 1 s parametrami 3D modelu substitučnej podrážky. V tejto časti je pozornosť zameraná najmä na **hĺbku stopy** (bližšie zdôvodnenie v kap. 1). Tá je stanovená dvoma metódami: manuálnym meraním pomocou kriminalistického pravítka a digitálnou analýzou 3D modelu stopy. Na **Obrázok 11 (vľavo)** je zaznamenaná maximálna **hĺbka stopy č. 1 8,5 mm**, pričom stopa vznikla pôsobením **sily 742,5 N**. **Ručné meranie v tom istom mieste určilo priemernú hĺbku na úrovni 8 mm**. Na **Obrázok 11 (stred)** je znázornená **stopa č. 2**, vytvorená pôsobením **sily 750 N**. **Priemerná nameraná hĺbka tejto stopy č. 2 dosiahla 7 mm**. Na **Obrázok 11 (napravo)** je zobrazená **stopa č. 3**, vytvorená pri **sile 691,25 N**. Ručné meranie preukázalo hĺbku približne 4 mm, zatiaľ čo 3D model vykázal hĺbku 5,76 mm (Kadnár, 2025).



Obrázok 11 Zľava doprava: hĺbka stopy č. 1 zmeraná v 3D modeli stopy, hĺbka stopy č. 2 zmeraná v 3D modeli stopy, hĺbka stopy č. 3 zmeraná v 3D modeli stopy (Kadnár, 2025)

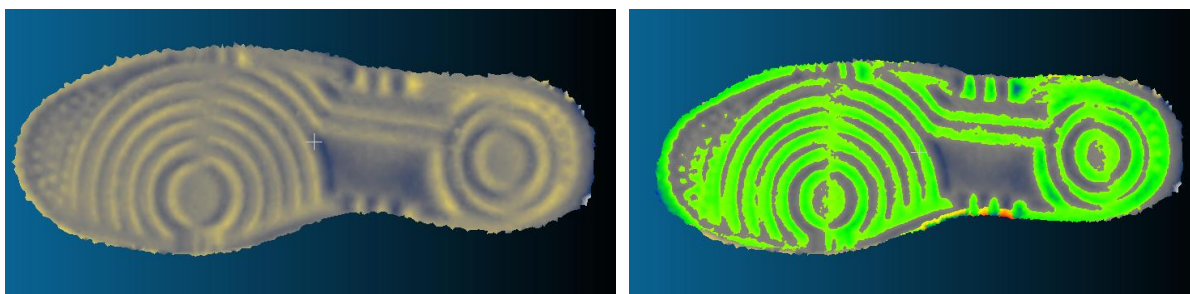
V nasledujúcej tabuľke (Tabuľka 1) je uvedený súhrn meraní 1. až 3. s uvedením hĺbky nameranej pri manuálnom meraní hĺbky stopy v piesku a hĺbky nameranej v 3D modeli stop v programe Agisoft Metashape. Rozdiely (odchýlky) v nameranom parametri je uvedený v poslednom stĺpci Tabuľky 1.

| Meranie | Index uľahnutosti piesku | Sila (N) | Manuálne meranie hĺbky stopy v piesku (mm) | Softvérové meranie hĺbky 3D modelu stopy (mm) | Rozdiel (mm) |
|---------|--------------------------|----------|--|---|--------------|
| 1.      | 0,15                     | 742,50   | 8,00                                       | 8,58  | 0,58         |
| 2.      | 0,65                     | 750,00   | 7,00                                       | 7,89  | 0,89         |
| 3.      | 0,85                     | 691,25   | 4,00                                       | 5,76  | 1,76         |

Tabuľka 1 Prehľad výsledkov merania

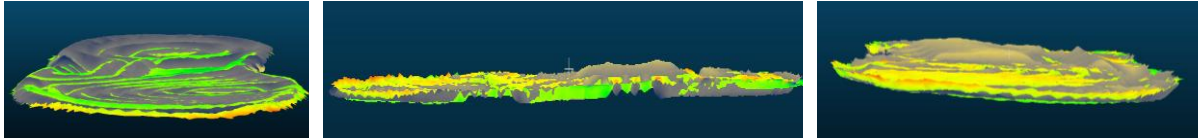
### 3.2 Porovnanie hĺbok 3D modelov – pomocou softvéru

V rámci tejto podkapitoly bola pozornosť zameraná na komparáciu hĺbok 3D modelov stôp (boli vybrané stopy vzniknuté pri meraní 2 a 3). Na porovnanie hĺbok stôp z meraní č. 2 a 3 boli modely najprv orezané v softvéri Agisoft Metashape a následne importované do softvéru CloudCompare. Vzhľadom k tomu, že program CloudCompare umožňuje porovnávať vždy dva modely súčasne, bol zvolený nasledujúci postup: v prvom kroku boli oba modely zarovnané do jednej línie pomocou funkcie „Align by two clouds“. Na tento účel boli na oboch modeloch vybrané zarovnávací body, ktoré určili spôsob zarovnania. Už v tomto kroku sa ukázali prvotné rozdiely v hĺbkach. V ďalšom kroku bola použitá funkcia „Finely registers already aligned entities“, ktorá zobrazila základné farebné rozdiely medzi stopami. Na záver bola aplikovaná funkcia „Compute cloud/mesh distance“, ktorá vypočítala presné rozdiely hĺbok medzi oboma modelmi (Kadnár, 2025). Na Obrázku 12 sú zobrazené rozdiely v hĺbkach medzi stopami č. 2 a 3. formou farebného prekrytia.



Obrázok 12 Komparácia hĺbky stopy č. 2 a stopy č. 3 (Kadnár, 2025)

Vysvetlenie Obrázka 12 – stopa č. 2, vytvorená väčšou silou 750 N, je znázornená v šedej farbe a má väčšiu hĺbku než stopa č. 3, ktorá vznikla pôsobením sily 691,25 N. Pestrofarebná vizualizácia stopy č. 3 ukazuje odchýlky voči hlbšej stope č. 2 – zelené plochy predstavujú miesta, kde je povrch stopy plytší. Detailnejší pohľad na tieto rozdiely prináša Obrázok 13 (Kadnár, 2025).



Obrázok 13 Pohľady na stopy zospodu (vľavo), z boku (stred) a zhora (vpravo) (Kadnár, 2025)

Obrázok 13 ukazuje, že stopa č. 2 má v oblasti klenby nahromadenú vyššiu vrstvu piesku ako stopa č. 3. V týchto miestach bol taktiež umiestnený piest zariadenia, čo mohlo mať za následok pôsobenia väčšej sily na jedno miesto. Rozdiely je možné vidieť taktiež na Obrázku 13 (vpravo).

## ZÁVER

Cieľom predloženého článku, ktorý vychádza z výsledkov diplomovej práce (Kadnár, 2025) bolo overiť využitie 3D snímkovacej metódy (fotogrametrie) pri dokumentácii trasologických stôp a zhodnotiť jej presnosť. V teoretickej časti boli spracované poznatky z oblasti kriminalistiky a štúdie zo zahraničia, kde sa táto metóda už častejšie využíva. Praktická časť zahŕňala prípravu materiálu, realizáciu experimentu, vytvorenie 3D modelov a ich porovnanie s referenčnou stopou. Výsledky ukázali, že rozdiely medzi modelmi boli väčšinou do 2 mm, čo potvrdzuje relatívne vysokú presnosť fotogrametrie aj napriek technologickým a priestorovým obmedzeniam. K drobným odchýlkam prispeli faktory ako kvalita fotografií, obmedzené uhly snímania a výkon počítača, a taktiež aj schopnosti obsluhujúceho. Fotogrametria má významný potenciál pre kriminalistickú prax najmä vďaka bezkontaktnosti a možnosti presnej 3D dokumentácie. V súčasnosti by bolo vhodné ju využívať ako doplnkovú metódu k tradičným postupom, najmä pri menej závažných prípadoch. Porovnanie oboch metód v praxi by mohlo ukázať, ktorá je rýchlejšia, presnejšia a ekonomickejšia. Ak by sa v budúcnosti presnosť fotogrametrie potvrdila aj v reálnych podmienkach, mohla by sa stať plnohodnotnou súčasťou kriminalistickej dokumentácie a následne aj expertízneho skúmania.

## POĎAKOVANIE

*Tento príspevok bol vypracovaný v rámci projektu:*

- VEGA: 1/0775/24: Zvýšenie presnosti 3D dokumentácie trasologických stôp pre účely kriminalisticko-technickej a expertíznej činnosti.
- Grantového systému UNIZA č. 20451: Skúmanie potenciálu 3D technológií pri zaisťovaní a vyťažovaní trasologických stôp.
- Financované EÚ NextGenerationEU prostredníctvom Plánu obnovy a odolnosti SR v rámci projektu č. 09I03-03-V05-00002.

*Podakovanie patrí Ing. Matejovi Kadnárovi, autorovi diplomovej práce: „ Experimentálne verifikačné merania zamerané na posúdenie presnosti 3D dokumentácie trasologických stôp“, z ktorej vychádza predložený článok.*

## 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.
- Bašić, A; - Perković, T. – Marendić, S. Application of 3D technologies in footwear trace evidence collection and identification. 2021. [online]. [cit. 2025-02-07]. Dostupné na: [https://www.researchgate.net/publication/363862920\\_Application\\_of\\_3d\\_technologies\\_in\\_footwear\\_trace\\_evidence\\_collection\\_and\\_identification](https://www.researchgate.net/publication/363862920_Application_of_3d_technologies_in_footwear_trace_evidence_collection_and_identification)
- Crabbe, S. a kol. Results from 3D – forensics – mobile high – resolution 3D- scanner and 3D data analysis for forensic evidence. 2015. [online]. [cit. 2025-02-07]. Dostupné na: [https://www.researchgate.net/publication/302958551\\_Results\\_from\\_3D-Forensics\\_-\\_Mobile\\_high-resolution\\_3D-Scanner\\_and\\_3D\\_data\\_analysis\\_for\\_forensic\\_evidence](https://www.researchgate.net/publication/302958551_Results_from_3D-Forensics_-_Mobile_high-resolution_3D-Scanner_and_3D_data_analysis_for_forensic_evidence)
- Crabbe, S. a kol. 3D forensics – mobile high – resolution 3D- scanner and 3D data analysis for forensic evidence. 2014. [online]. [cit. 2025-02-07]. 215 s. ISBN 978-3-8396-0778-7. Dostupné na: [https://www.researchgate.net/publication/302958860\\_3D-Forensics\\_-\\_Mobile\\_high-resolution\\_3D-Scanner\\_and\\_3D\\_data\\_analysis\\_for\\_forensic\\_evidence](https://www.researchgate.net/publication/302958860_3D-Forensics_-_Mobile_high-resolution_3D-Scanner_and_3D_data_analysis_for_forensic_evidence)

- Gregor, M. a kol. 2016. 3D laserové skenovanie veľkých objektov. vyd. Žilina: Printio s.r.o. 2016. 310 s. ISBN 978-80 971684-9-0
- Kadnár, M. (2025). Experimentálne verifikačné merania zamerané na posúdenie presnosti 3d dokumentácie trasologických stôp. Diplomová práca. Žilinská univerzita v Žiline.
- Kozár, M. (2020). Základy kriminalistiky pre školy a prax. Ružomberok: Epos.
- Kriminalistický technici. (2025). Prezídia Policajného zboru Slovenskej Republiky. Osobná komunikácia [2025-02-01].
- Larsen, H. J. – Bennett, M. R. Empirical evaluation of the reliability of photogrammetry software in the recovery of three – dimensional footwear impressions. 2020. [online]. [cit. 2025-02-07]. Dostupné na: [https://www.researchgate.net/publication/341391368\\_Empirical\\_Evaluation\\_of\\_the\\_Reliability\\_of\\_Photogrammetry\\_Software\\_in\\_the\\_Recovery\\_of\\_Three-Dimensional\\_Footwear\\_Impressions](https://www.researchgate.net/publication/341391368_Empirical_Evaluation_of_the_Reliability_of_Photogrammetry_Software_in_the_Recovery_of_Three-Dimensional_Footwear_Impressions).
- Massini, F. a kol. Comparison of superficial wound documentation using 2D forensic photography, 3D photogrammetry, Botscan and VR real-life examination. 2021. [online]. [cit. 2025-02-07]. Dostupné na: <https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC8413216/>.
- McMillion, M. 3D documentation of footwear impressions at crime scenes in minutes, no contact needed. [online]. [cit. 2025-02-07]. Dostupné na: <https://www.artec3d.com/cases/3d-scanning-footwear-impressions-for-forensics>
- Montgomerie, C. – Reneri, D. – Maynard, P. Validation study of three – dimensional of footwear impressions. 2020. [online]. [cit. 2025-02-07]. Dostupné na: [https://www.researchgate.net/publication/342685639\\_Validation\\_study\\_of\\_three-dimensional\\_scanning\\_of\\_footwear\\_impressions](https://www.researchgate.net/publication/342685639_Validation_study_of_three-dimensional_scanning_of_footwear_impressions).
- Ondrejčíková, T. (2025). Obsah a význam informácií získaných z trasologických stôp pre identifikačné účely. kumné problémy kriminalistického skúmania.
- Photogrammetry as a tool for forensic documentation. 2020. [online]. [cit. 2025-02-07]. Dostupné na: <https://3dsurvey.si/photogrammetry-as-a-tool-for-forensic-documentation/>
- 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
- Tóth, D. a kol. Application of photogrammetry in forensic pathology education of medical students in response to COVID-149. 2021. [online]. [cit. 2025-02-07]. Dostupné na: <https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC8251483/>.
- Straus, J., & Porada, V. (2017). Teorie forenzní biomechaniky. 1. vydání. Praha: VŠFS.
- Žiak, J. (2025). Aplikácia 3D tlače na vybrané praktické a výskumné problémy kriminalistického skúmania. Diplomová práca. Žilinská univerzita v Žiline.
- Žuraulis, V. – Levulyté, L. – Sokolovskij, E. Vehicle speed prediction from yaw marks using photogrammetry of image of traffic accident scene. 2016. [online]. [cit. 2025-02-07]. Dostupné na: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1877705816000461>.

---

### **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](mailto:veronika.adamova@uniza.sk)

### **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](mailto:kolla@uniza.sk)

### **Lukáš Szabo, Ing.**

Žilinská univerzita v Žiline, Fakulta bezpečnostného inžinierstva, Katedra bezpečnostného manažmentu, Univerzitná 8215/1, Žilina, 010 26

e-mail: [lukas.szabo666@gmail.com](mailto:lukas.szabo666@gmail.com)

---



# MECHATRONICS AS A FRAMEWORK FOR DEVELOPING AND STANDARDISING ENGINEERING COMPETENCES IMPORTANT FOR SECURITY ENGINEERS

LUCIA FIGULI, FERNANDO JOSÉ CASTILLO GARCÍA, ERIKA OTTAVIANO,  
PIERLUIGI REA

**ABSTRACT:** *The presented paper deals with the identification and evaluation of engineering competences that are important for security engineering. The skills are considered from the multidisciplinary field mechatronics, which plays a critical role in addressing crises and security challenges in the modern world. Presented results are outcomes from the international project entitled MISCE - Mechatronics for Improving and Standardising Competences in Engineering.*

**KEYWORDS:** *Digital competences. Mechatronics. Certification and validation of competences. Security engineers.*

## INTRODUCTION

Mechatronics is a multidisciplinary field combining mechanical engineering, electronics, computer science, and control systems. It plays a critical role in addressing crises and security challenges in the modern world. The University of Žilina, Faculty of Security Engineering, is one of the partners of an international project co-funded by the Erasmus+ Programme with the title “*MISCE – Mechatronics for Improving and Standardising Competences in Engineering*” (Project Number: 2022-1-ES01-KA220-HED-000089155).

The project has a duration of 36 months, starting 1st September 2022 and ending 31 August 2025. The project consortium consists of a polytechnic and universities from five different countries, grouped into two types. The project coordinator is the University of Castilla-La Mancha (Spain), with the other partners, namely Università degli Studi di Cagliari (Italy), Università degli Studi di Cassino e del Lazio Meridionale (Italy), ICEP s.r.o (Slovakia), Universidade do Minho (Portugal), Politechnika Rzeszowska (Poland), and Universitat Politècnica de València (Spain), pursuing the goals of the project.

The project aims to share knowledge, design and develop an infrastructure to support and train higher education teachers, creating a systematic framework so that university teaching and training systems and materials can be streamlined and shared. The goal of the project is also to fill the gap between academia and companies. Objectives of the project are: (i) strengthening partnerships and exchanging good practices in mechatronics engineering, (ii) increasing digital upskilling of European professionals to build the competencies needed to keep pace with fast-moving digital technology developments, (iii) closing the gender gap in STEM (Science, Technology, Engineering, and Mathematics), (iv) boosting sustainable economic growth and competitiveness by reinforcing innovation capacity, and (v) integrating the Knowledge Triangle.

The development of the project was divided into 5 work packages to achieve the outcomes of the project: (i) a better level of acquisition of technical competencies in engineering degrees, (ii) the integration of professionals from a specific sector in measuring the competencies, (iii) creation of a network for a continual improvement process in the acquisition of competencies, and (iv) standardisation of good practices in engineering degrees.

Table 1 Organisation of the project MISCE

| N° of work packages (WP) | Name of work packages  | Outcomes/tasks   |
|--------------------------|--|--|
| 1                        | <b>Project Management</b>                                      | <ul style="list-style-type: none"> <li>• To create and implement the quality plan</li> <li>• To organise the regular meetings of the consortium</li> <li>• To monitor budget implementation and outputs by analysing the project progress concerning the planned activities</li> <li>• Constantly tracking of the scientific, technical and administrative development of the project</li> </ul>   |
| 2                        | <b>Identification of engineering competences</b>               | <ul style="list-style-type: none"> <li>• To analyse the engineering degrees to be handled in the project</li> <li>• To create the list of technical competences to be analysed</li> <li>• To quantify the level of the acquisition of the analysed competences</li> <li>• To create the final list of the competences to be improved in the project</li> </ul>   |
| 3                        | <b>Development of teaching material and digital repository</b> | <ul style="list-style-type: none"> <li>• To create the documentations – Preliminary Design Review (PDR) of the different devices, which is a technical assessment that establishes the allocated baseline of the device to ensure a system is operationally effective, Critical Design Review (CDR) of the different devices, which is a multidisciplinary technical review to ensure that a system can proceed into fabrication and demonstration</li> <li>• To create the real repository</li> </ul> |
| 4                        | <b>Competences monitoring and reengineering</b>                | <ul style="list-style-type: none"> <li>• To measure the level of competence acquisition</li> <li>• To improve the devices and its corresponding documentation</li> <li>• To generate reports which will include the main characteristic, parameters of teaching activity, the segmentation of the students, and the level of competence acquisition</li> <li>• To modify PDR and CDR of the devices and their documentation</li> </ul>   |
| 5                        | <b>Diffusion and VET competences network creation</b>          | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Creating of transnational network for monitoring and improving competences in engineering</li> <li>• Dissemination of project outputs, increasing the number of females in STEM</li> <li>• Creation of HE network for monitoring and improving competences in engineering</li> </ul>  |

The main idea of this project is to establish a collaborative network among the partners to support the interconnection of university systems and education, to develop innovative teaching methods, and to promote STEM/STEAM development in higher education, reward excellence in learning, teaching, and skills development, and create inclusive university systems. The goal is to stimulate competition by updating the digital skills of people directly and indirectly involved in the project, with a particular focus on female participation. The target groups of the project are professors, students, and professionals.

The project addresses activities in the following areas: international cooperation between higher education institutions (HEIs) and other competence bodies, such as enterprises, colleges, and research institutes, to accelerate innovation and knowledge transfer; training for vocational education and training (VET) teachers organised in close collaboration with stakeholders across EU countries. The introduction of digital sharing and remote access for VET training in mechatronics technology will facilitate the establishment of a global VET knowledge repository, which can be shared with and contributed to by a wider group of participants.

Among the clear objectives is the creation of a digital network to make best practices of HEI professors accessible and standardised. The project also aims to support the interconnection of university systems, develop innovative teaching methods, promote STEM/STEAM development in higher education, reward excellence in learning, teaching, and skills development, create inclusive university systems, and support the development of digital skills.

## **1. MECHATRONICS IN SECURITY ENGINEERING**

Mechatronics is a powerful enabler in handling and preventing crises, as well as in ensuring safety and security in a rapidly evolving world. Knowledge in mechatronics contributes to life-saving technologies, the building of resilient systems, and intelligent responses to emergencies.

Knowledge and competences in mechatronics for security engineers are fundamental and can be applied in various areas:

- (i) Disaster Response and Management: Robotic systems (e.g., drones, search-and-rescue robots) can access hazardous or collapsed areas after earthquakes, floods, or fires; autonomous systems can deliver aid or assess damage without risking human lives (Karluklu et al., 2025).
- (ii) National and Cyber Security: Mechatronic systems are essential in surveillance, defence drones, and automated border control, cyber-physical systems must be secured from hacking, making mechatronics a frontline in cybersecurity defence.
- (iii) Critical Infrastructure Protection: Many critical systems (power grids, water supply, transportation) use mechatronic control systems (SCADA - Supervisory Control and Data Acquisition, PLCs - Programmable Logic Controllers), as reported in (Rea, P., 2025a), (Rea, P., 2025b), (Rea, P., 2025c). A failure or attack on these systems can cause national-level crises. Security engineers help design, monitor, and secure such critical infrastructure elements (Ottaviano, E., 2023), (Rea, P; 2024).
- (iv) Pandemic and Health Crisis Response: Automation and robotics in medical equipment, telemedicine, and disinfection robots are powered by mechatronics. Mechatronics enabled fast development and deployment of ventilators and automated testing devices during COVID-19.
- (v) Environmental Monitoring and Climate Crisis: Mechatronic systems such as sensor networks, satellites, and autonomous underwater vehicles help monitor pollution, deforestation, and climate change and can help prevent or mitigate ecological disasters by early detection.

## **2. IDENTIFICATION OF ENGINEERING COMPETENCES**

One of the aims of the project is to design a certification scheme for students to enhance the digital skills of people directly and indirectly involved in higher education and training, with a particular focus on female participation, following a digital approach under the framework of the MISCE project.

An essential part of the project is to identify the technical competencies in engineering degrees that require improvement at different levels or locations. To achieve this goal, the process involves not only higher education teachers but also students and professionals from specific sectors. The theoretical acquisition of technical competencies by students will be mandatorily contrasted with the assessments of professionals to provide a more realistic validation.

Following the identification of competencies, validation of non-formal and informal competencies plays an important role in promoting lifelong learning, enhancing social inclusion, and boosting employability. This process allows individuals to identify, document, assess, and certify the full range of abilities, competencies, and knowledge acquired throughout life, whether gained from non-formal or informal settings, or through work experience. From the perspective of the European regulatory context, the Council Recommendation (2012) provides important guidance for EU Member States to promote and facilitate the validation of non-formal and informal learning.

For the recognition of skills and the validation and certification of acquired competencies, the Digital Competence Framework (DigComp, 2025) is determinative. The Digital Competence Framework for Educators (DigCompEdu) is a scientifically sound framework describing what it means for educators to be digitally competent. It provides a general reference framework to support the development of educator-specific digital competences in Europe. DigCompEdu is directed towards educators at all levels, from early childhood to higher and adult education, including general and vocational education and training, special needs education, and non-formal learning contexts.

Validation of competencies will be conducted on the ICEP dedicated certification platform (ICEP, 2025), with individuals receiving certification through the European digital certificate.

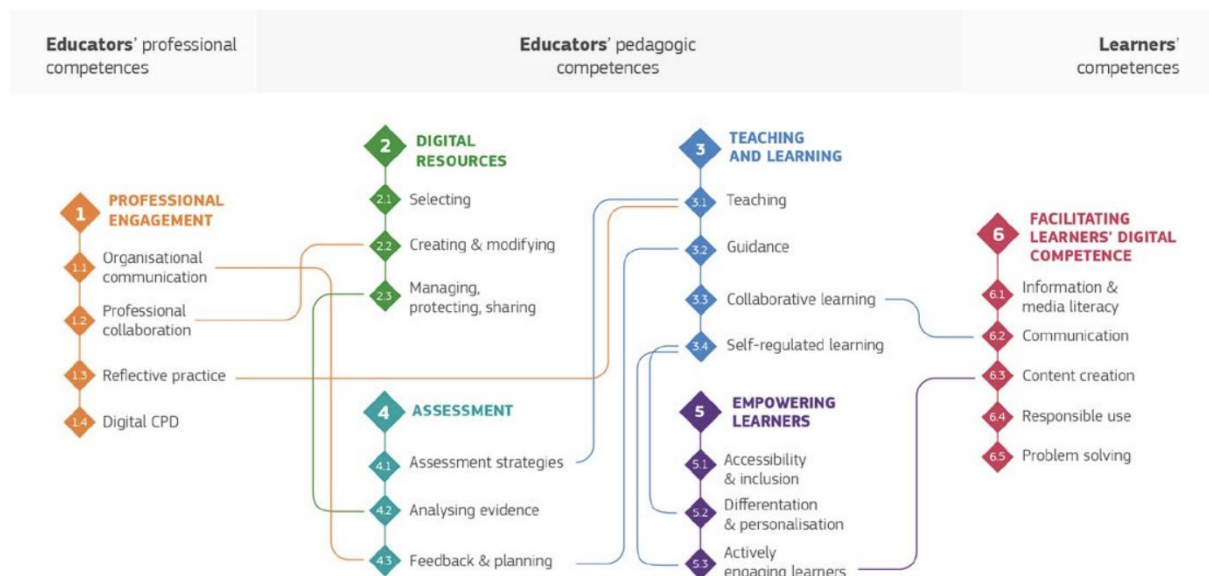


Figure 1 Digital Competence Framework (DigCompEdu, 2017)

During the development of the project, the competences were identified with a focus on mechatronics, related to the ESCO framework. ESCO (European Skills, Competences, Qualifications and Occupations) is a multilingual classification system developed by the European Commission to standardise and harmonise the description of skills, competences, occupations, and qualifications within the European Union. It serves as a common language to facilitate communication and collaboration between different stakeholders in the labour market and education sectors. ESCO defines competences as the ability of an individual to apply knowledge, skills, and personal, social, and methodological abilities in work or study situations. Competences are broader than skills and refer to the capacity to use knowledge and skills in a flexible and adaptable way, particularly in new and unforeseen situations. ESCO competences are categorised within the skills pillar of the classification.

During the project, in Work Package No. 2 – Identification of Engineering Competences – the technical competencies of engineering degrees requiring improvement at different levels or locations were identified. A total of 16 competences were selected (see Table 2).

Table 2 Identified ESCO competences with the project MISCE

|   |   |  |
|---|---|--|
| 1 | Control engineering                               | Understanding the static and dynamic responses of a system                           |
|   |   | Proficiency in implementing/utilising PID-type controllers                           |
|   |   | Tuning various controller parameters   |
|   |   | Identifying unknown systems  |
|   |   | Enhancing the dynamic responses of controlled systems                                |
| 2 | working with machinery and specialised equipment, | To identify the main functional components of equipment                              |
|   |   | To understand the functional behaviour of the machinery and equipments               |
|   |   | To design/modify different components of the system                                  |
|   |   | To know the security rules of the machinery  |
| 3 | using precision instrumentation and equipment     | To apply the proper maintenance of the machinery                                     |
|   |   | To know the main parameters of the measurement instruments                           |
|   |   | To know how to configure/setup the instruments                                       |
|   |   | To know how to calibrate the equipment   |
|   |   | To maintain the precision instrumentation and equipment                              |
| 4 | management skills                                 | To be able to interpret the obtained measurement                                     |
|   |   | To manage the human resources communication  |
|   |   | To schedule the time planning of the production and the budget planning              |
|   |   | To ensure a proper communication channel between different roles                     |
|   |   | To coordinate the available resources  |
| 5 | mechanical design                                 | To manage the conflicts and solve the problems                                       |
|   |   | To know the main mechanical element of a device                                      |
|   |   | To be able to solve and understand the kinematics and dynamics behaviour             |
|   |   | To know the material properties of the different functional element of the machine   |
|   |   | To know how to integrate the mechanical parts with other main system                 |
| 6 | automation technology                             | To design/modify different components of the system                                  |
|   |   | To know the main electric/pneumatic and hydraulics elements                          |
|   |   | To be able to design the functional behaviour of the system                          |
|   |   | To be able to understand the technical documentation of a project/product            |
|   |   | To program the functional behaviour of the device                                    |
| 7 | robotics  | To debug the final planned behaviour of the system                                   |
|   |   | To know the different robotic architectures and their main features/applications     |
|   |   | To understand the main parameters of a robotic system                                |
|   |   | To understand the inverse kinematic and robot trajectories                           |
|   |   | To be able to programme the robot's behaviour  |
| 8 | material mechanics                                | To know security rules to a safety operation   |
|   |   | To know the main mechanical properties of the materials                              |
|   |   | To know the correct application of materials   |
|   |   | To know the procedures to analyse the material properties                            |
|   |   | To know the different manufacturing and surface treatment techniques                 |
| 9 | computer engineering                              | To know the response of the materials to different static, dynamic and cycling loads |
|   |   | To know the main parameters of current computer architectures                        |
|   |   | To be able to characterise and evaluate computer performance for a given application |

|    |  |  |
|----|--|--|
|    |  | To understand optimisation techniques of current computer architectures  |
|    |  | To understand the implications of application binary interface in software development                               |
|    |  | To understand communication issues in computer architectures   |
| 10 | computer programming                           | To be able to use proper data structures   |
|    |  | To be able to develop programmes to solve engineering problems   |
|    |  | To be able to characterise the performance of programmes   |
|    |  | To be able to debug faulty programs  |
|    |  | To be able to optimise programmes  |
| 11 | mechatronics                                   | To develop an integral design of a mechatronic device  |
|    |  | To design the mechanical and electromechanical parts of the device   |
|    |  | To integrate and programme the system behaviour  |
|    |  | To design the calibration/maintenance procedures of the device   |
|    |  | To validate the final product/process  |
| 12 | database and network design and administration | To develop an integral design of databases and networks  |
|    |  | To design databases and networks   |
|    |  | To know how to ensure the security of databases and networks   |
|    |  | To know how to protect the critical data   |
|    |  | To validate the final databases and network architecture   |
| 13 | programmable logic controller                  | To know the basics architecture of PLC   |
|    |  | To know how to manage Digital IO   |
|    |  | To know how to manage Analog IO  |
|    |  | To know how to implement the complete functional behaviour of a system   |
|    |  | To integrate PLC into an industrial network  |
| 14 | mechanical systems                             | To understand the different energy conversion process to produce movement  |
|    |  | To know to design a mechanical system  |
|    |  | To know the different movement transmissions   |
|    |  | To be able to analyse and optimise a mechanical device   |
|    |  | To know the force and torque involved in mechanical systems  |
| 15 | set up machine controls                        | To know the main security rules involved in the machine installation   |
|    |  | To ensure the proper installation process of the machinery   |
|    |  | To know the main functional components of the machine  |
|    |  | To understand the supply requirements for the machine setup  |
|    |  | To be able to modify the machinery setup   |
| 16 | CAD software                                   | To properly select the CAD software according to their main features and the project requirements                    |
|    |  | To be able to interpret technical drawings   |
|    |  | To have the basic knowledge necessary to recreate the geometry of machine elements and its modification              |
|    |  | To know how to efficiently use the CAD programme to create parametric 2D and 3D technical drawings                   |
|    |  | To know how to use CAD systems to design a simple device or mechatronic system according to the given specifications |

During Work Package No. 4 – Competences Monitoring and Reengineering – selected competences were reengineered, and the final twelve main ESCO domains were established, with five sub-competences/practical skills selected for each. From the previously identified competencies, five were removed: (3) Using precision instrumentation and equipment, (4) Management skills, (8) Material mechanics, (9) Computer engineering, and (15) Setting up machine controls. One competence was modified: instead of *Mechanical Design*, *Mechanical Engineering* was considered. Additionally, one competence was added – *Wind Energy* – with five sub-competences: understanding different turbine designs, engineering and designing turbine components and systems, practical skills in setting up onshore turbines, ongoing maintenance of wind farms, and assessing the suitability of wind farm sites.

### 3. DEVELOPMENT OF TEACHING MATERIAL AND DIGITAL REPOSITORY

#### 3.1. Teaching Material

The main requirements for designing the teaching material for each technical competence are as follows:

- It shall clearly contribute to the development of the skills associated with each competence.
- The materials for building the designed platform shall be accessible and inexpensive relative to the device’s performance.
- The software for managing the devices shall allow easy operation of the device.
- Each competence/device shall include the corresponding documentation: Preliminary Design Review, Critical Design Review, Mounting Instructions, Software, and Teaching Material for both professors and students.

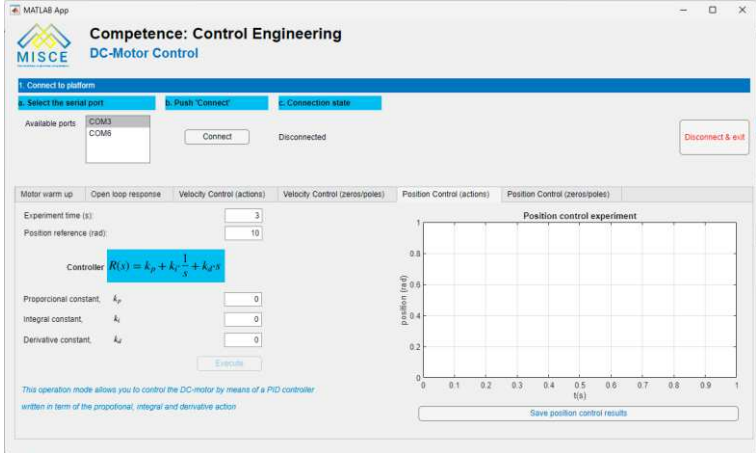
As an illustrative example, Figure 2 shows the design of the experimental platform developed, the actual device, and the software created to manage it for the *Control Engineering* competence.



a) Design of the DC motor control platform



b) Final aspect



c) Developed software to manage the ‘DC motor control’ platform

Figure 2 Control Engineering competence: ‘DC motor control’ platform

### 3.2. Digital Repository

A standard file format has been established for organising the documentation of each device or virtual platform, which contributes to achieving the expected level of competence acquisition. In this way, the structure of each folder contains several subfolders with information summarised in Table 3. These folders have been hosted on Dropbox.

The online repository of teaching material was initially built as a fully static AstroJS/Starlight application, stored in a private GitHub repository (uclm-mantis/misc) and synchronised with the aforementioned Dropbox folder. However, it grew rapidly, prompting a reconsideration of the architecture as the GitHub repository size limits were being approached.

Table 3 Content of the subfolder's repository for each competence

| Folder                       | Content  |
|------------------------------|--|
| Preliminary Design Review    | This document contains the analysis of the competence and their skills, the different proposals and their contribution to the competence/skills.               |
| Critical Design Review       | This document contains the detailed design of the device/virtual platform developed by the competence workgroup.   |
| Mounting Instruction         | It provides the detailed instructions to mount/install the device/virtual platform developed by the workgroup.   |
| Software                     | This folder contains the software required or developed to manage the device/virtual platform.   |
| Teaching Material            | According to the device/virtual platform developed, it contains the teaching material for both, professors and students.                                       |
| Teaching Activities and KPIs | This is a brief document which describes the teaching activities developed during the project and the contribution to the different Key Performance Indicator. |
| Questionnaire                | This folder contains the satisfaction questionnaire that the student completed and a summary of the result.  |

Today, the system is built as a cooperation of three different repositories: uclm-mantis/misc-dropbox mirrors data from the main shared Dropbox folder once a day; an auxiliary repository, uclm-mantis/misc-docs, automatically filters data from the Dropbox mirror, adds licensing statements to PDF documents, and exposes documents through a private web interface; and a third repository, uclm-mantis/misc, provides an AstroJS/Starlight frontend implementing several views of the available data. In the near future, uclm-mantis/misc will provide direct access to all the results of the MISCE project, including assessment data, through the URL: <https://uclm-mantis.github.io/misc/>.

This repository design is flexible and easily scalable. To add a new competence, device, or virtual platform to the digital repository, the user only needs to upload the corresponding documents to the Dropbox folder, following the structure shown in Table 3. Every day, at 03:00 a.m., the MISCE repository automatically updates its content with the information found in the Dropbox folder. For illustrative purposes, the final structure of the digital repository is shown in Figure 3.

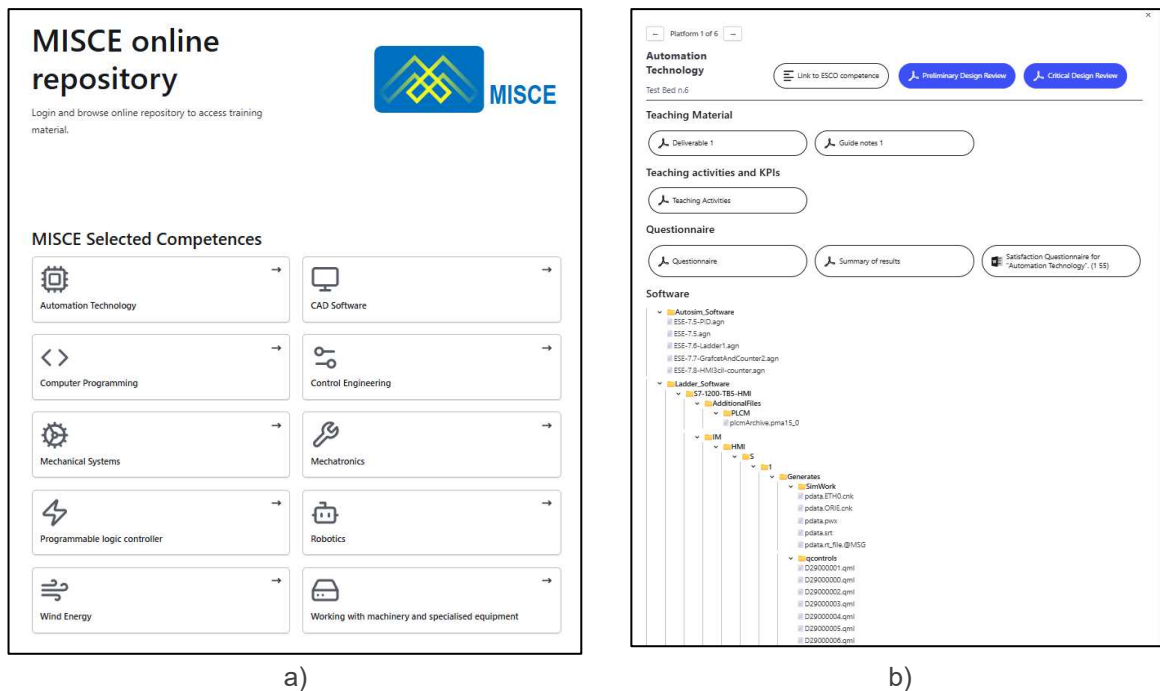


Figure 3 Final aspect of the digital repository. a) Main view; b) Competence view (automation technology)

## CONCLUSION

The MISCE project represents a significant step forward in the identification, development, and validation of technical competences essential for engineering education, with a strong focus on security-related challenges. By adopting mechatronics as a unifying framework, the project effectively bridges academic training and industry demands, fostering a modern, multidisciplinary approach to engineering education. Through the collaborative efforts of universities and institutions across Europe, the project has defined a standardised set of engineering competences aligned with ESCO guidelines and supported by robust teaching materials and digital infrastructure. The creation of physical and virtual training platforms, along with an open-access repository, enhances accessibility and fosters innovation in higher education. Moreover, the project contributes to the advancement of digital skills, the inclusion of underrepresented groups in STEM, and the promotion of lifelong learning through certification mechanisms recognising informal and non-formal learning. The integration of these strategies into security engineering ensures that future professionals are better prepared to address societal challenges, including crisis management, critical infrastructure protection, and environmental monitoring.

A transversal dimension that emerged during the project is the role of **artificial intelligence (AI)** in the development of **cyber-physical systems (CPS)**. While AI is explicitly recognised as a competence in the ESCO framework, MISCE has chosen a different strategy: rather than treating AI as an isolated competence, it has been **embedded into other domain-specific competences** such as control engineering, robotics, automation, network security, and database management. This reflects the reality that AI increasingly permeates all areas of engineering practice and acts both as a catalyst for innovation and as a potential source of risk.

By adopting this integrated approach, MISCE highlights AI's dual role. On the opportunity side, AI supports predictive maintenance, real-time risk detection, autonomous decision-making, and adaptive responses to crises, thereby strengthening CPS resilience. On the threat side, AI-driven systems are vulnerable to adversarial manipulation, biased or opaque decision processes, and cascading failures if compromised. Embedding AI considerations across competences ensures that engineers not only master the enabling technologies but also remain critically aware of the vulnerabilities and ethical implications linked to their use.

Overall, MISCE offers a replicable and scalable model for competence development in engineering, reinforcing the relevance of mechatronics in education and its impact on security, sustainability, and innovation in Europe.

## ACKNOWLEDGEMENTS

*The paper was supported by the project co-funded by the Erasmus+ Programme - "MISCE - Mechatronics for Improving and Standardising Competences in Engineering" (Project Number: 2022-1-ES01-KA220-HED-000089155).*

## REFERENCES

- Council recommendation. (2012). Council recommendation of 20 December 2012 on the validation of non-formal and informal learning (2012/C 398/01)
- DigComp (2025): The Digital Competence Framework. <https://digital-skills-jobs.europa.eu/en/actions/european-initiatives/digital-competence-framework-digcomp>
- DigCompEdu (2017). European Framework for the Digital Competence of Educators: <https://publications.jrc.ec.europa.eu/repository/handle/JRC107466>
- ICEP (2025). Institute of European Certification of Personnel. <https://competenceinstitute.com>
- Karluklu, D., Rinaldi, C., Crognale, M., Figuli, L., & V Gattulli (2025). Enhanced image processing and storage for defect evaluation in BIM of inspected steel bridges. *Discover Civil Engineering* 2 (1), 11, Springer International Publishing
- Ottaviano, E., Rea, P., Figuli, L. (2023). Simulation of a Hybrid Robot for Bridge Inspection. *Transportation Research Procedia* 74, 648-655
- Rea, P., Ottaviano, E., Figuli, L. (2024). Simulation based study of ground mobile robots for inspection and control of the bridge assembly process. *Technologia i Automatykacja Montażu (Assembly Techniques and Technologies ...Technologia i Automatykacja Montażu (Assembly Techniques and Technologies)*, Volume 123, Issue 1/2024, Pages 30-36, <https://doi.org/10.7862/tiam.2024.1.5>
- Rea, P., Mulas, L., Ruggiu, M., Ottaviano, E. (2025). Design and Test of a SCADA Teaching Testbed for Simulating Industrial Applications. In: Machado, J., Trojanowska, J., Soares, F., Rea, P., Butdee, S., Gramescu, B. (eds) *Innovations in Mechatronics Engineering IV. icieng 2025. Lecture Notes in Mechanical Engineering*. Springer, Cham. [https://doi.org/10.1007/978-3-031-94223-5\\_3](https://doi.org/10.1007/978-3-031-94223-5_3)
- Rea, P., Pala, P., Ruggiu, M., Ottaviano, E., Fois, F. (2025). Modeling and Simulation of a New Hydraulic Robot for Industrial Applications, in: K. Antosz, J.D. Carvalho, J. C. Vieira De Sá, J. Trojanowska, (eds) *Advances in Lean Manufacturing -Volume 2 - LEAN in Action: Solutions for Operational Excellence*, Springer, Cham. (in print)
- Rea, P., Castellet y Ballarà, G.E., Ruggiu, M., Ottaviano E. (2025). Development of an Automated Control System for Laboratory Hydroponic Cultivation, In: D. D. Ciobotă, J. Mendes Machado, *International Conference on Reliable Systems Engineering (ICoRSE) – 2025*, Springer, Cham. (in print).

---

### Lucia Figuli, Assoc. Prof

*University of Žilina, Faculty of Security Engineering, Univerzitná 8215/1, 01026 Žilina, Slovakia  
e-mail: lucia.figuli@uniza.sk*

### Fernando José Castillo García, Prof

*University of Castilla-La Mancha, Av. Carlos III, SN, Toledo, Spain  
e-mail: Fernando.Castillo@uclm.es*

### Erika Ottaviano, Prof

*University of Cassino and Southern Lazio, Via Di Biasio 43, 03043 Cassino, Italy  
e-mail: ottaviano@unicas.it*

### Pierluigi Rea, Prof

*University of Cagliari, Via Marengo 2, 09123 Cagliari, Italy  
e-mail: pierluigi.rea@unica.it*

---



# EKONOMICKÁ BEZPEČNOSŤ PODNIKU V KONCEPTE CYKLU EKONOMICKEJ ODOLNOSTI PODNIKU

## ECONOMIC SECURITY OF ENTERPRISES IN THE CONCEPT OF THE ECONOMIC RESILIENCE CYCLE

PAVOL PRIEVOZNÍK, STANISLAVA STRELCOVÁ

**ABSTRACT:** *Economic security of the enterprise is increasingly studied by scholars to address not only the profit-maximisation goal of an enterprise but also other important areas of stakeholder interest. Risk management, crisis management, and business continuity management do not focus solely on profit maximisation but also on minimising harm to the enterprise. The degree of harm reduction depends strongly on the enterprise's ability to mitigate risks, take timely reactive crisis management actions, and maintain recovery time objectives in the event of business interruption. Therefore, the enterprise, as a socio-economic system, can be characterised by capacities that enable it to build its own economic resilience.*

*The aim of this paper is to provide a framework for the economic resilience cycle of the enterprise, based on an analysis of literature on ecological, engineering, adaptive, and economic resilience. The cycle consists of prevention, absorption, recovery, and adaptation phases, culminating in a higher level of prevention. Capacities such as robustness, recoverability, adaptability, redundancy, agility, resourcefulness, and flexibility are further discussed. This concept helps to understand the current state and future outlook of the economic security of the enterprise.*

**KEYWORDS:** *Absorption. Adaptation. Economics. Enterprise. Resilience. Security.*

### ÚVOD

Ekonomickú bezpečnosť podniku (ďalej len EBP) možno vnímať ako ekonomickú bezpečnosť systému vnútropodnikových prvkov, vzťahov medzi nimi a súvisiacich procesov, a to v nadväznosti na okolie podniku. Základným predpokladom akejkoľvek bezpečnosti každého systému je zachovanie jeho stability tak, aby sa nedostal do krízy. Preto je dôležité, aby bol systém schopný účinne znižovať riziká, ktorým čelí, a zároveň, aby bol schopný vytvárať včasné ochranné opatrenia voči ohrozeniam, ktoré z daných rizík vyplývajú (Šimák 2016).

Pojem bezpečnosti sa v zahraničnej literatúre, na rozdiel od domácej, vníma cez dva rôzne termíny, pričom rozdiel vo význame vychádza buď z úmyslu alebo pôvodu hrozby. (Pettersen Gould a Bieder 2020, Jore 2023, Nicoletti 2023, Soltani a kol. 2024) Šimák (2006b) rozlišuje oblasti bezpečnosti vo vertikálnom členení podľa súvisiaceho subjektu (jednotlivec, podnik apod.), a ďalej aj v členení horizontálnom podľa činiteľov, ktoré vplyvujú na dosahovanie cieľov daného subjektu, resp. systému (ekonomická bezpečnosť, informačná bezpečnosť apod.). Stav EBP je teda ovplyvnený, na jednej strane, ekonomickými činiteľmi, ktoré ovplyvňujú dosahovanie zisku podniku, kontinuitu podnikania, či dodávanie tovarov alebo služieb v požadovanom rozsahu. Na druhej strane určuje EBP jej disponibilnosť zdrojmi EBP a schopnosťou implementovať opatrenia na zvýšenie EBP.

Skupina noriem ISO 22xxx spája bezpečnosť s odolnosťou organizácie, a teda aj podniku. Odolnosť podniku voči nepriaznivému pôsobeniu vnútorných aj vonkajších činiteľov zvyšuje bezpečnosť podniku a to buď cez jeho schopnosť absorbovať nepriaznivé pôsobenie činiteľov, alebo cez jeho schopnosť obnovy a prispôbenia sa zmeneným podmienkam. Ponímanie bezpečnosti v súvislosti s vlastnosťou odolnosti systému má svoj pôvod v ekológii (Holling 1973), ale rozšírilo sa ako prístup k porozumeniu rôznych socio-ekologických a iných systémov. (Řehák a kol. 2019, Sterk 2017, Tendall a kol. 2015, Fancis a Bekera 2014, Doherty a kol. 2023, Béné a kol. 2016) Základné ponímanie ekologickej a inžinierskej odolnosti podľa Hollinga (1973) bolo rozpracované do dynamického konceptu odolnosti s adaptabilitou a transformáciou systému (Béné a kol. 2016), a to aj v ekonomickom zmysle (ZOE Institute), ďalej do konceptu cyklického procesu (Řehák a kol. 2019), ako aj do cyklického procesu odolnosti podniku (Conz a Magnani, 2020). Koncept ekonomickej odolnosti sa ďalej objavuje vo

vymedzení na regionálnu ekonomickú odolnosť (Martin 2012, Bristow a Healy 2018), alebo aj na ekonomickú odolnosť podniku, ktorá je však úzko vymedzená v podobe zmien transformačného výkonu podniku pri prechode na digitálnu ekonomiku (Xu a kol. 2024), resp. zmien exportného výkonu podniku v závislosti od politickej neistoty (Zhu a Ye 2024).

Cieľom tejto štúdie je vytvoriť návrh konceptu cyklu ekonomickej odolnosti podniku s fázami prevencie, absorpcie, obnovy a adaptácie vzhľadom k hrozbám, ktorým je vystavená EBP. Na základe rešerše vedeckej literatúry a analýzy existujúcich konceptov bezpečnosti a odolnosti a ďalej cez syntézu prezentovaných poznatkov je navrhnutý koncept cyklu ekonomickej odolnosti podniku. Takýto koncept pomáha porozumieť dynamike zmien stavu aj výhľadu EBP a adekvátnemu výberu vhodných opatrení proti účinkom hrozieb EBP.

## 1. METODOLÓGIA

Návrh cyklu ekonomickej odolnosti podniku je výsledkom syntézy poznatkov, ktorá vychádza z analýzy dostupných vedeckých publikácií z oblastí bezpečnosti a odolnosti so zameraním na ekonomickú bezpečnosť a ekonomickú odolnosť.

V oblasti bezpečnosti boli analyzované domáce aj zahraničné zdroje pre vymedzenie a klasifikáciu pojmu bezpečnosť. V štúdií sú prezentované výsledky spracovania vybraných zdrojov a rovnako sú prezentované aj zistené rozdiely vo vnímaní pojmu bezpečnosť. Podobne sú prezentované aj výsledky analýzy vedeckých publikácií v súvislosti s vymedzením pojmu odolnosť a ďalších priamo súvisiacich pojmov. Dôraz je pritom kladený na porovnanie rôznych prístupov k odolnosti na základe druhu odolnosti ako aj na základe objektu, ktorého odolnosť je skúmaná.

Hlavným výsledkom štúdie je návrh konceptu ekonomickej odolnosti podniku, ktorý vznikol syntézou zistených poznatkov v súvislosti s ekonomickou bezpečnosťou a ekonomickou odolnosťou podniku.

## 2. VÝSLEDKY A DISKUSIA

Výsledkom štúdie je analýza vedeckej literatúry z oblasti ekonomickej bezpečnosti a ekonomickej odolnosti podniku, ktorá tvorí prvú podkapitolu tejto kapitoly. V druhej podkapitole je prezentovaný návrh konceptu cyklu ekonomickej odolnosti podniku.

### Bezpečnosť

Dosahovanie bezpečnosti prvkov systému, väzieb medzi týmito prvkami, ako aj bezpečnosti súvisiacich procesov sa považuje za nevyhnutný predpoklad trvalo udržateľného rozvoja systému. Podľa Šimáka (2006a) je bezpečnosť „stav spoločenského, prírodného, technického, technologického systému alebo iného systému, ktorý v konkrétnych vnútorných a vonkajších podmienkach umožňuje plnenie stanovených funkcií a ich rozvoj v záujme človeka a spoločnosti.“

V zahraničnej literatúre sa vyskytujú dva rôzne termíny označujúce bezpečnosť, a to „safety“ a „security“. Hoci obidva termíny vyjadrujú v princípe absenciu ujmy (freedom from harm), ich význam v cudzojazyčnom akademickom aj praktickom prostredí (predovšetkým v anglickom jazyku), sa rozlišuje na základe 2 kritérií. Prvé súvisí s úmyslom, kde safety sa zameriava na neúmyselné hrozby a riziká, zatiaľ čo security na úmyselné škodlivé hrozby. (Pettersen Gould a Bieder 2020, Jore 2023, Nicoletti 2023, Soltani a kol. 2024) Druhým kritériom je pôvod, kde bezpečnosť (safety) systému znamená, že nespôsobí ujmu prostrediu a bezpečnosť (security) znamená, že prostredie nespôsobí ujmu systému. V mnohých jazykoch však existuje pre pojem bezpečnosť len jeden termín. Autori, rešpektujúc rozdiely vo význame dvoch rôznych termínov, prezentujú snahu o zjednotený prístup k hrozbám vzhľadom k ich previazanosti. Spoločným prístupom ako dospieť k obom aspektom bezpečnosti je manažment rizík. (Pettersen Gould a Bieder 2020, Jore 2023, Nicoletti 2023) Podobne ponúka prepojenie medzi bezpečnosťou a manažmentom rizík aj Šimák (2006b) s tým, že stabilita systému závisí na zmene vonkajších a vnútorných podmienok a na riziku, ktoré je potrebné pre zachovanie stability systému adekvátne znížiť.

Moderný prístup k bezpečnosti rozširuje pozornosť tradičného prístupu na prelínanie sa a pôsobenie komplikovane štruktúrovaných a prepojených rizík prírodného a spoločenského pôvodu a charakteru (Volner 2009). Buzan a kol. (2005) rozdeľujú bezpečnosť štátu v horizontálnom ponímaní na niekoľko sektorov: politický, vojenský, ekonomický, spoločenský a environmentálny. Jednotlivým sektorom bezpečnosti zodpovedajú aj rôzne smery vedeckého diškurzu ako aj úlohy a ciele autorít pre zvyšovanie bezpečnosti rôznych objektov záujmu, ktoré tiež možno typologicky rozčleniť do vertikálnej štruktúry bezpečnosti. Základným vertikálnym rozdelením objektov bezpečnosti je rozdelenie na bezpečnosť jednotlivca, spoločnosti a medzinárodných spoločenstiev. Strelcová (2015) však upozorňuje, že prvkami spoločnosti sú aj regióny, mestá a obce či podnikateľské subjekty. Šimák (2006b) uvádza vertikálne členenie bezpečnosti podľa subjektu bezpečnosti na globálnu bezpečnosť, regionálnu bezpečnosť, bezpečnosť štátu, bezpečnosť spoločnosti, bezpečnosť objektu a bezpečnosť občana. Tiež uvádza, podobne ako Strelcová (2015) horizontálne členenie bezpečnosti, a to, okrem iného, na základe definovaných skupín činiteľov, ktoré vplyvujú na schopnosť splnenia stanovených cieľov, ktorých významnosť súvisí s jednotlivými oblasťami činnosti a prostredím, v ktorom sú činnosti uskutočňované:

- **Politická bezpečnosť** – určená politickými činiteľmi, ako sú charakter a forma politickej moci, systém správy vecí verejných alebo medzinárodné postavenie.
- **Vojenská bezpečnosť** – určená vojenskými činiteľmi, ako sú schopnosť obrany a zabezpečenia územnej celistvosti vlastnými silami alebo medzinárodnou kooperáciou.
- **Ekonomická bezpečnosť** – určená ekonomickými činiteľmi, ako sú fungovanie hospodárstva štátu (subjektu), štruktúra a schopnosť štátu (subjektu) reagovať na krízové javy alebo vytvárať prijateľnú životnú úroveň občanov (mzdy, resp. podiel na zisku).
- **Informačná bezpečnosť** – určená činiteľmi, ako sú podmienky pre informovanosť, zjednodušovanie procesov, či ochranu údajov.
- **Technická a technologická bezpečnosť** – určená technickými a technologickými činiteľmi, ako sú umožnenie činností súvisiacich s výrobou či poskytovaním služieb bez ohrozenia ľudí, prírody či hospodárstva.
- **Energetická (a surovínová) bezpečnosť** – určená činiteľmi, ako sú pokrytie všetkých potrieb energie (a surovín) pre výrobu, služby aj domácnosti.
- **Bezpečnosť životného prostredia (environmentálna bezpečnosť)** – určená činiteľmi, ktoré vytvárajú podmienky pre život na planéte a zachovávajú predpísané štandardy aj pre budúce generácie.

Šimák (2006b) uvádza, že možno identifikovať ešte rad ďalších oblastí ľudskej činnosti a zodpovedajúcich oblastí bezpečnosti, napr. potravinovú bezpečnosť. Strelcová (2015) uvádza navyše osobnú bezpečnosť, spoločenskú bezpečnosť a zdravotnú bezpečnosť. Uvedené činitele sa môžu líšiť vzhľadom na uvažovaný subjekt bezpečnosti. Napríklad ekonomická bezpečnosť podniku je určovaná inou skupinou činiteľov ako ekonomická bezpečnosť jednotlivca, hoci medzi obidvomi skupinami existuje značný prienik.

## Odolnosť

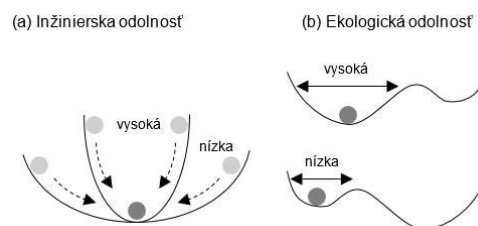
Koncept absencie neúmyselných a úmyselných hrozieb pre bezpečnosť systému je široko skúmaný v kontexte pojmu odolnosť. Řehák a kol. (2019) upozorňujú, že súčasné systémy manažmentu rizík nie sú postačujúce pre posilňovanie odolnosti, nakoľko nepokrývajú celé spektrum odolnosti. Odolnosť podľa autorov poskytuje širší pohľad na bezpečnosť tým, že pokrýva tak procesné ako aj technické komponenty. Francis a Bekera (2014) prezentujú potrebu rozšíriť analýzu rizík o analýzu odolnosti, keďže k statickému vyjadreniu pravdepodobnosti a dôsledku narušenia systému (manažment rizík), analýza odolnosti pridáva dynamickú schopnosť systému predpovedať a absorbovať potenciálne narušenie, vyvinúť prostriedky adaptácie na zosúladenie systému s okolím a tiež určiť postupy odozvy a vytvorenie dodatočnej kapacity pre odolanie narušeniu alebo rýchle zotavenie sa z neho.

Ponímanie bezpečnosti v súvislosti s vlastnosťou odolnosti systému má svoj pôvod v ekológii, ale rozšírilo sa ako prístup k porozumeniu rôznych socio-ekologických systémov. Skôr ako testovateľnú teóriu označujú Tendall a kol. (2015) odolnosť za paradigmu, ktorú charakterizujú ako zbierku konceptov uplatniteľnú naprieč rôznymi disciplínami. Podľa autorov mnoho z definícií dáva odolnosť do súvisu s kapacitou systému odolať, resp. prispôbiť sa v čase nepriaznivým vplyvom, a zachovať si schopnosť

plniť si svoje funkcie. Podľa viacerých autorov (Řehák a kol. 2019, Sterk 2017, Tendall a kol. 2015, Fancis a Bekera 2014, ZOE Institute) má pojem odolnosti pôvod v základnej definícii Hollinga (1973), hoci Doherty a kol. (2023) nachádzajú pôvod už u Gallie (1956), ktorý ho zaradil medzi „v podstate sporné koncepty.“ Béné a kol. (2016) nachádzajú korene konceptu odolnosti v súvislosti s budovaním vojnového loďstva v 19. storočí, ktorý bol rozvinutý do inžiniersko-fyzikálnej formulácie konceptu v 60-tych a 70-tych rokoch 20. storočia. Paralelne sa v 40-tych a 50-tych rokoch 20. storočia presadil koncept odolnosti v psychológii, a to v kontexte vplyvov traumatizujúcich stresorov na zraniteľné osoby. Holling (1973) vo svojej práci ponúka základné 2 typy definícií odolnosti, z ktorých vychádzajú neskoršie socio-ekologické koncepty. Ide o inžiniersku odolnosť a ekologickú odolnosť. Řehák a kol. (2019) upresňujú, že pôvodná aplikovaná definícia odolnosti na ekologické systémy ako schopnosti systému absorbovať alebo odolať účinkom zlyhania bez znefunkčnenia systému sa začala objavovať aj v iných vedeckých oblastiach, vrátane sociológie, psychológie, ekonómie a neskôr aj v inžinierstve. Podľa autorov je odolnosť ekosystémov formovaná v istom rozsahu autonómne, ale odolnosť antropogénnych systémov musí byť budovaná a posilňovaná umelo, keďže predstavuje skôr želaný cieľový stav.

Doherty a kol. (2023) vnímajú odolnosť ako koncept so značným analytickým potenciálom a dostatočnými kvalitami na to, aby mohol spájať rôzne akademické komunity pre riešenie spoločných problémov. Tiež rozlišujú „inžiniersky“ a „ekologický“ pohľad na odolnosť. Inžiniersky pohľad na odolnosť je charakteristický cieľom návratu do pôvodného stavu po narušení systému, teda do jedného a toho istého rovnovážneho stavu. Implicitne predpokladaná linearita konceptu súvisí s tradičnou logikou manažmentu „veliť a kontrolovať“, ktorá predpokladá stabilitu, predpovedateľnosť a kontrolovateľnosť človeka a environmentálnych systémov. Oproti tomu ekologický pohľad na odolnosť predpokladá existenciu viac možných rovnovážnych stavov, a teda po narušení systému aj jeho posun k inému rovnovážnemu stavu, a to aj mimo tých pôvodne existujúcich. Vychádza zo živých systémov, ktoré sú komplexné, nelineárne a adaptabilné.

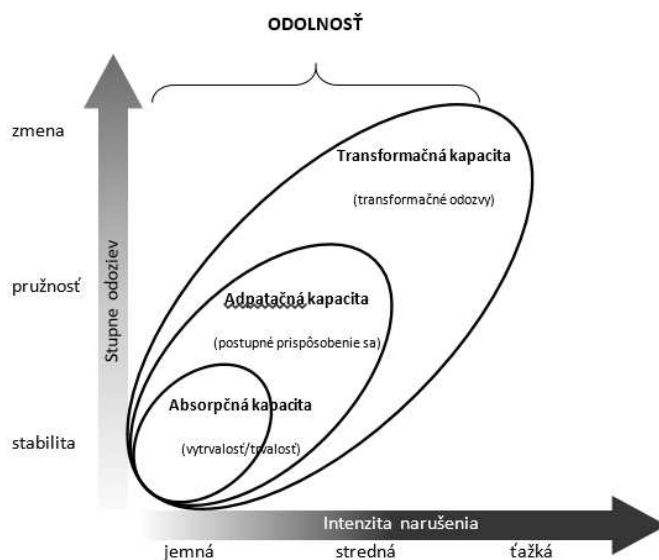
Sterk a kol. (2017) používajú pojem inžinierska odolnosť pre definíciu odolnosti, podľa ktorej úroveň odporu (resistance) systému a rýchlosť návratu do rovnovážneho stavu určujú mieru odolnosti. Zameriava sa na účinnosť, konštantnosť a predpovedateľnosť a, podobne ako podľa Doherty a kol. (2023), spája sa so súčasnou filozofiou manažmentu „veliť a kontrolovať“, ktorá vníma priestorovú a časovú dynamiku systému ako poruchy (perturbations) inak stabilného systému. Na druhej strane ekologická definícia odolnosti zdôrazňuje rozsah narušenia, ktoré je systém schopný absorbovať pred tým, ako sa presunie do nového rovnovážneho stavu. Ekologická odolnosť je zameraná na trvalosť (persistence), zmenu a nepredvídateľnosť, teda na prvky, ktoré sú vlastné modernej filozofii adaptívneho manažmentu, v ktorom je časová a priestorová dynamika systému vnímaná ako prirodzená vlastnosť ekosystémov.



Obrázok 1 Schematická reprezentácia (a) inžinierskej odolnosti a (b) ekologickej odolnosti (Sterk a kol., 2017)

Na obrázku 1 je ilustrovaný rozdiel medzi inžinierskym a ekologickým prístupom k odolnosti podľa Sterk a kol. (2017). Tmavé guľôčky reprezentujú systémy v rovnovážnom stave, svetlé guľôčky predstavujú systém v rôznych narušených stavoch. Inžinierska odolnosť je charakterizovaná silou odporu voči narušeniu a rýchlosťou návratu do pôvodného rovnovážneho stavu (a). Ekologická odolnosť je určená rozsahom narušenia, ktoré je systém schopný absorbovať pred tým, ako sa posunie do nového rovnovážneho stavu, ktorý môže byť kvalitatívne na iných úrovniach ako pôvodný (b). Šírka domény stability systému môže byť rozširovaná opatreniami tak, aby nebolo potrebné kontrolovať niektoré nepredvídateľné narušenia systému.

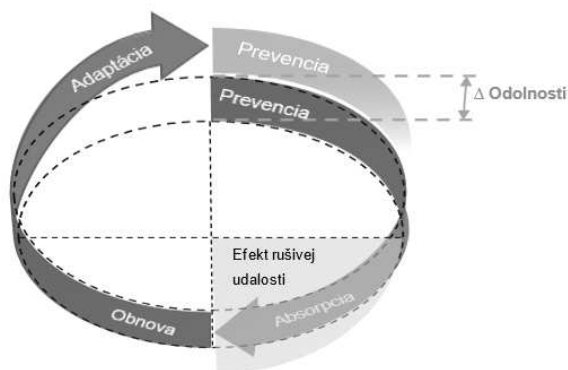
Koncom 90-tych rokov 20. storočia vznikol koncept socio-ekologickej odolnosti, ktorý pomohol prekonať oddelenie sociálnych vied od prírodných a posunul vnímanie prístupov k odolnosti na 3 vlastnosti (kapacity systému). Po tom, čo pojem odolnosti získal postupne na význame v ekológii rozšíril sa do mnohých ďalších disciplín, do redukcie rizika katastrof, adaptácie na klimatickú zmenu, urbanizácie či sociálneho zabezpečenia. Popri tom sa v sociálnych vedách tiež prijal koncept odolnosti pre potrebu popisu sociálnych systémov a ich odolnosti. Nová verzia konceptu odolnosti priniesla uvedomenie si, že odolnosť je výsledkom kombinácie 3 typov kapacít systému, ktoré prinášajú rôzne krátkodobé výsledky, a to (1) absorpčná kapacita, (2) adaptačná kapacita a (3) transformačná kapacita. Absorpčná kapacita vedie k trvalosti systému bez výrazných zmien, adaptačná kapacita vedie k postupným zmenám systému a jeho prispôbeniu sa a transformačná kapacita vedie k transformačným odozvám systému. Obrázok 2 ilustruje typ odozvy systému v súvislosti s intenzitou narušenia systému a stupňom zmeny tohto systému.



Obrázok 2 Odolnosť ako výsledok absorpčnej, adaptačnej a transformačnej kapacity (Béné a kol., 2016)

Čím je intenzita narušenia systému nižšia vzhľadom ku kapacite systému na spracovanie tohto narušenia, tým stabilnejší tento systém zostáva vďaka svojej absorpčnej schopnosti, ktorú možno vhodnými úpravami (opatreniami) zväčšovať. (Béné a kol., 2016)

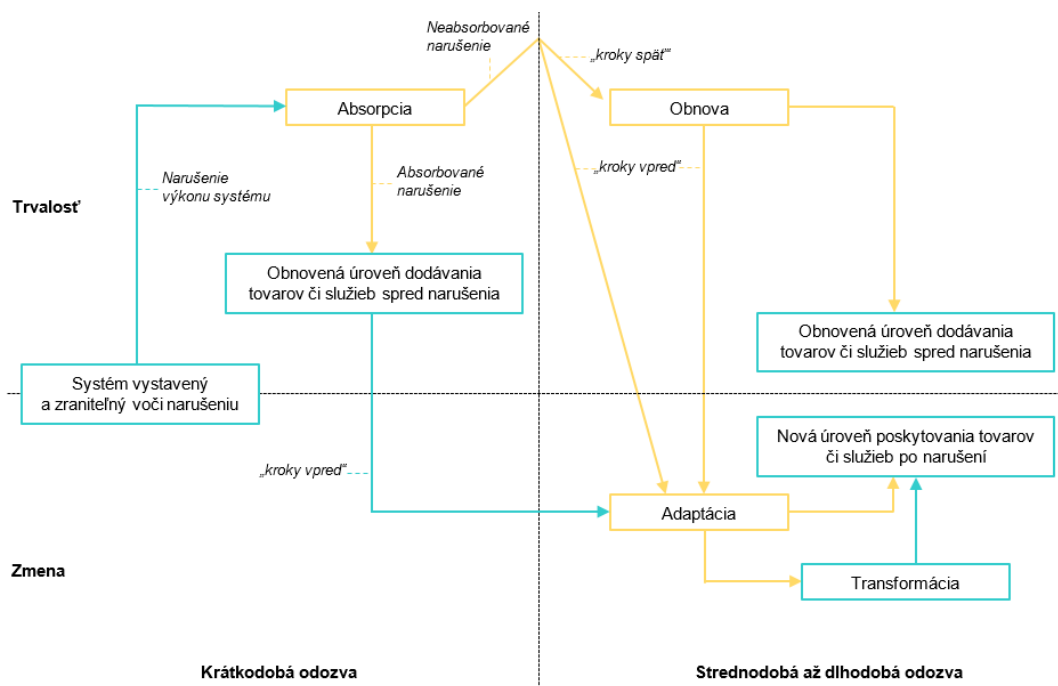
Řehák a kol. (2019) tiež prezentujú odolnosť s adaptačnou kapacitou, keď ponúkajú model odolnosti antropogénneho systému (systému kritickej infraštruktúry) s tromi odlišne identifikovanými kapacitami oproti Béné a kol. (2016), ktoré sú navyše vnímané ako usporiadané časti 4-fázového cyklu odolnosti, pozri obrázok 3.



Obrázok 3 Cyklus odolnosti kritickej infraštruktúry (Řehák a kol., 2019)

Prvou zo štyroch fáz je fáza prevencie, ktorá vystihuje kontinuálnu prípravu systému na budúce narušenie. Druhou fázou cyklu je absorpcia, ktorá je určená robustnosťou podsystémov a vyjadruje schopnosť podsystémov absorbovať negatívne vplyvy ich narušenia bez potreby výkyvov v poskytovaní služieb celého systému. Tretia fáza, fáza obnovy, začína po tom, čo vplyv negatívneho narušenia systému odznel a je charakterizovaná obnoviteľnosťou, čo je kapacita podsystému obnoviť svoju funkciu na požadovanú úroveň výkonu. Poslednou fázou cyklu je adaptácia, čo je schopnosť systému (organizácie) prispôbiť podsystémy potenciálnemu budúcemu narušeniu. Celý cyklus sa potom vracia do svojej prvej fázy, prevencie, ale už na vyššej úrovni odolnosti.

ZOE Institute prezentuje model adaptívnej odolnosti (ekonomického) systému (Obrázok 4), ktorý odstraňuje nedostatky inžinierskeho prístupu k odolnosti, v ktorom sa uvažuje o jedinom rovnovážnom stave, aj ekologického prístupu k odolnosti, v ktorom sa uvažuje o viacerých možných rovnovážnych stavoch. Podľa ZOE Institute inžinierska aj ekologická definícia odolnosti systému sú statické a nevhodné pre dynamické socio-ekonomické systémy. Adaptívna odolnosť pripúšťa nielen návrat systému k rovnovážnemu stavu, ale aj jeho prispôbenie sa celkovou zmenou štruktúry, poučenie sa z narušenia svojej rovnováhy a nakoniec aj posilnenie.

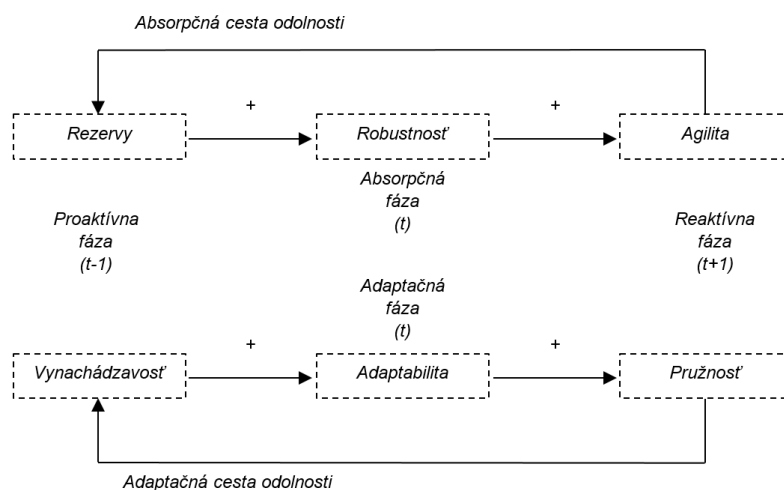


Obrázok 4 Koncept ekonomickej odolnosti (ZOE Institute)

Ekonomická odolnosť podľa ZOE Institute znamená schopnosť hospodárstva rýchlo obnoviť svoje základné funkcie, keď je zasiahnuté krízou, čím sa minimalizuje trvanie, počas ktorého nie je schopné plniť svoje základné funkcie. To môže zahŕňať prispôbenie svojich štruktúr, aby sa stalo odolnejším voči budúcim výzvam. Na obrázku 4 je ilustrovaná adaptácia systému po narušení rovnovážneho stavu s návratom k pôvodnej úrovni plnenia funkcie systému (dodávanie výrobkov či služieb), ale aj s transformáciou k novému spôsobu plnenia svojej funkcie. Koncept ekonomickej odolnosti podľa ZOE Institute bol vytvorený pre potreby posudzovania odolnosti ekonomík v rámci sociálnych a ekologických obmedzení. Pojem sa stal populárnym a používajú ho Organizácia pre hospodársku spoluprácu a rozvoj (OECD), Medzinárodný menový fond (MMF), Svetová obchodná organizácia (WTO) aj Európska komisia. ZOE Institute spája pojem ekonomickej odolnosti s tromi kapacitami odolnosti – Absorpcia (nadbytok), Obnova (diverzita a kohézia) a Adaptácia (adaptabilita, diverzita a kohézia). Koncept ekonomickej odolnosti sa ďalej objavuje vo vymedzení na ekonomickú odolnosť regiónu (Martin 2012, Bristow a Healy 2018) s dimenziami odporu (resistance), obnovy (recovery), presmerovania (re-orientation) a vynovenia (re-newal), alebo aj na ekonomickú odolnosť podniku, ktorá však nie je konceptuálne ukotvená a slúži na vyjadrenie závislosti transformačného výkonu podniku pri prechode na digitálnu ekonomiku od úzko určených zmien podmienok v digitálnej ekonomike (Xu a kol. 2024),

závislosti odolnosti podnikového exportu na neistote hospodárskej politiky (Zhu a Ye 2024). Francis a Bekera (2014) uvádzajú stručný prehľad definícií odolnosti z pohľadu rôznych vedných disciplín a to v niekoľkých kategóriách. Ide o kategórie odolnosti kritickej infraštruktúry, odolnosti ako paradigmy bezpečnostného manažmentu, odolnosť organizácie, socio-ekologickú odolnosť a párové ekologicko-inžinierske systémy, a ekonomickú odolnosť. Vo svojej práci navrhujú v rámci schémy pre posudzovanie odolnosti model 3 kapacít odolnosti, a to absorpčnú kapacitu, kapacitu obnoviteľnosti a adaptačnú kapacitu.

V oblasti výskumu odolnosti podnikov ponúkajú Conz a Magnani (2020) širokú analýzu definícií odolnosti pričom navrhujú konceptuálny rámec pozostávajúci z 2 variantov cyklu odolnosti, absorpčnej cesty a adaptačnej cesty (obrázok 5). Definíciu odolnosti obohacujú o časovú dimenziu a s tým súvisí aj pozícia a kvalitatívna charakteristika jednotlivých kapacít odolnosti v uvedených cykloch. Jednotlivé cykly pozostávajú z troch časových fáz. Prvá a tretia fáza sú terminologicky označené rovnako, proaktívna fáza a reaktívna fáza. Cykly sa líšia v označení fázy v časovom okamihu narušenia odolnosti. V prípade absorpcie tohto narušenia sa jedná o absorpčnú fázu a v prípade potreby prispôsobenia sa podniku ide o adaptačnú fázu. Podnik môže prejsť jedným alebo obidvomi cyklami súčasne pre prispôsobenie sa narušeniu odolnosti. Cykly sú charakterizované kapacitami podniku pre zvládnutie každej z troch fáz.



Obrázok 5 Konceptuálny rámec odolnosti podnikov (Conz a Magnani, 2020)

V absorpčnom cykle kapacita rezervných zdrojov (nadbytku) tvorí predpoklad pre úspešné využitie kapacity robustnosti, ktorá znamená schopnosť prevencie a redukcie dôsledkov narušenia odolnosti. Kapacita robustnosti tvorí predpoklad pre zvládnutie agilnej reakcie na narušenie odolnosti pri zachovaní organizačných štruktúr a stratégií. V absorpčnom cykle je teda kľúčová preventívna akumulácia rezerv už v proaktívnej fáze.

V adaptačnom cykle je proaktívna fáza charakterizovaná kapacitou pohotovosti, resp. vynachádzavosti (preklad anglického „resourcefulness“), ktorá znamená schopnosť akumulovať a ťažiť z rôznorodých aktív a zdrojov (finančných, hmotných, ľudských, technologických, organizačných a dobrej povesti). Nasledujúca fáza závisí na kapacite adaptability, čo je schopnosť nastaviť odozvu podniku a prispôbiť vnútorné procesy meniacim sa vonkajším podmienkam. Reaktívna fáza vychádza z kapacity pružnosti, čo je schopnosť podniku implementovať procesy rýchleho rozhodovania, vnútornej komunikácie a učenia sa, aby sa rutinné činnosti a stratégie rýchlo prispôbili meniacim sa podmienkam.

### Cyklus ekonomickej odolnosti podniku

Vychádzajúc z uvedených konceptuálnych rámcov možno konštatovať, že ekonomickú odolnosť podniku ako systému v dynamickom prostredí, ktorý je schopný sa prispôbovať zmenám prostredia a nadobúdať vývojovo odlišné stavy rovnováhy, vystihuje adaptačný prístup k definovaniu odolnosti, a to v cyklickom ponímaní podľa Conz a Magnani (2020), ale aj so zmenou úrovne odolnosti podľa

Řehák a kol. (2019) aj ZOE Institute. Teoretické prístupy k posúdeniu odolnosti systémov potvrdzujú, že ekonomická odolnosť podniku by mala vychádzať z posúdenia fáz, v ktorých sa podnik môže nachádzať, a príslušných kapacít podniku na zvládnutie jednotlivých fáz. Tabuľka 1 uvádza prehľad analyzovaných zdrojov. Béné a kol. (2016) identifikujú 3 kapacity absorpčnú, adaptačnú a transformačnú, ktoré korešpondujú s fázami absorpcie, adaptácie a transformácie. Fáza transformácie je ale podľa ZOE Institute v podstate predĺžením alebo rozšírením fázy adaptácie, a preto je možné zakomponovať fázu transformácie do fázy adaptácie za predpokladu, že transformácia štruktúry podniku je vnímaná ako forma prispôsobenia sa zmeneným podmienkam. Koncepty ZOE Institute a Béné a kol. (2016) nezahŕňajú fázu prevencie, ktorá je prítomná v konceptoch podľa Řehák a kol. (2019) aj podľa Conz a Magnani (2020) a v podnikovom prostredí tvorí kľúčovú úlohu predovšetkým vo forme aplikácie manažmentu rizík, manažmentu kontinuity podnikania ako aj krízového manažmentu. Cyklický prístup v návrhu konceptu ekonomickej odolnosti podniku (obrázok 6) preto začína fázou prevencie. Túto fázu charakterizuje vytváranie kapacity rezerv pre budúcu absorpciu potenciálne škodlivých účinkov zmien prostredia a kapacity vynachádzavosti pre včasnú a efektívnu reakciu na škodlivé účinky zmien prostredia a pre prispôsobenie sa týmto zmenám v budúcnosti.

Tabuľka 1 Porovnanie fáz a súvisiacich kapacít odolnosti systémov podľa rôznych zdrojov (vlastné spracovanie)

| Zdroj                 | Fázy   | Kapacity   |
|-----------------------|--|--|
| Béné a kol. (2016)    | absorpcia, adaptácia, transformácia                      | absorpčná, adaptačná, transformačná                                  |
| Řehák a kol. (2019)   | prevencia, absorpcia, obnova, adaptácia                  | robustnosť, obnoviteľnosť, adaptabilita                              |
| ZOE Institute         | absorpcia, obnova, adaptácia (+ transformácia)           | robustnosť, obnoviteľnosť, adaptabilita                              |
| Conz a Magnani (2020) | proaktívna (preventívna), absorpčná/adaptačná, reaktívna | rezervy, robustnosť, agilita, vynachádzavosť, adaptabilita, pružnosť |

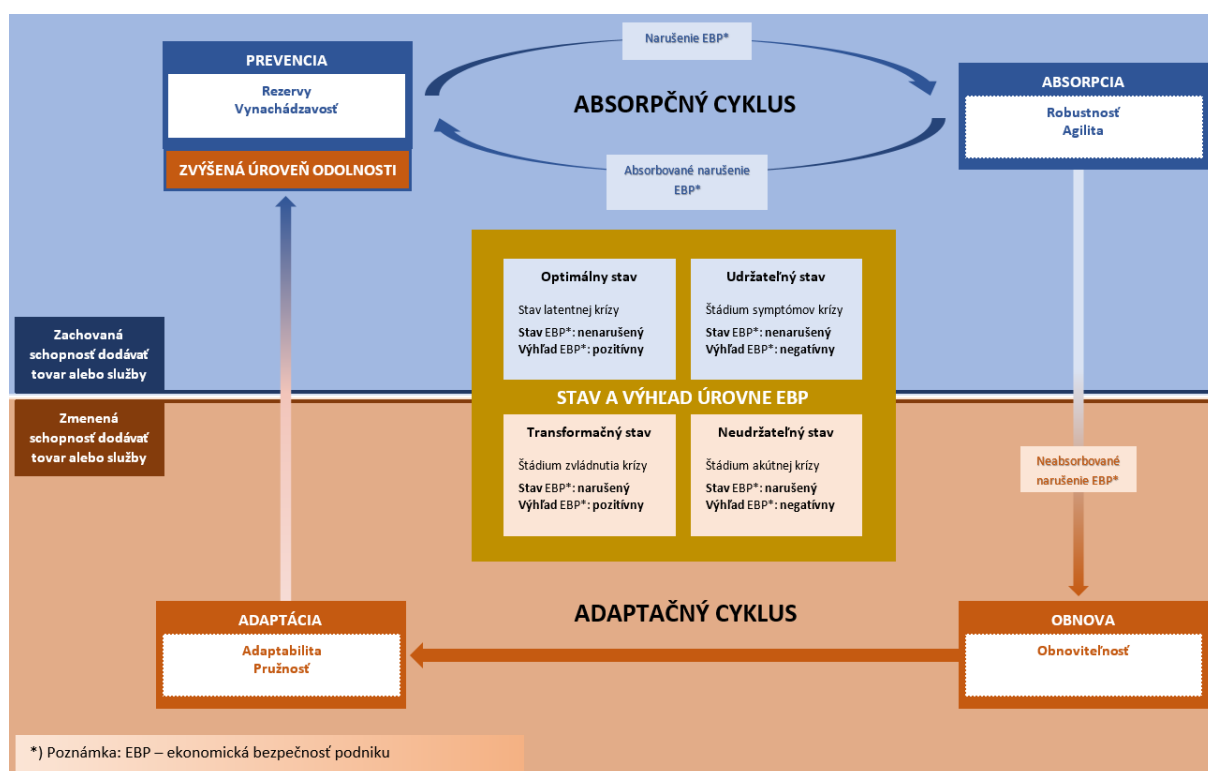
Jediná fáza, ktorá sa objavuje v podstate v rovnakej forme v každom z porovnávaných konceptov je fáza absorpcie a vo väčšine z konceptov je k nej priradená kapacita robustnosti. Fáza absorpcie nasleduje fázou prevencie. Fázy prevencie a absorpcie zároveň uzatvárajú absorpčný podcyklus v návrhu cyklu ekonomickej odolnosti podniku.

Na rozdiel od konceptu Conz a Magnani (2020), ktorý nezahŕňa fázu obnovy, Řehák a kol. (2016) fázou obnovy zaraďuje v cykle za fázu absorpcie a podobne v ekonomickom koncepte podľa ZOE Institute nasledujú fázu absorpcie paralelne fázy obnovy a adaptácie. V navrhnutom cykle ekonomickej odolnosti podniku je fáza obnovy zaraďovaná za fázu absorpcie podľa Řehák a kol. (2016) a spolu s nasledujúcou fázou adaptácie uzatvárajú širší cyklus ekonomickej odolnosti podniku, ktorý tvorí absorpčný podcyklus rozšírený o proces obnovy a adaptácie. Na základe porovnania jednotlivých konceptov a súvisiacich pojmov je význam použitých termínov v kontexte ekonomickej bezpečnosti a odolnosti aplikovanom na podnik nasledujúci:

- **Ekonomická odolnosť podniku** – schopnosť podniku rýchlo obnoviť svoje základné funkcie, keď je zasiahnutý krízou, čím sa minimalizuje trvanie, počas ktorého nie je schopný plniť svoje základné funkcie. To môže zahŕňať prispôsobenie svojich štruktúr, aby sa stal odolnejším voči budúcim výzvam. (upravené podľa definície ZOE Institute)
- **Robustnosť podniku** – schopnosť odolávať nepriaznivým zmenám prostredia prevenciou a znižovaním účinkov tých faktorov, ktoré môžu spôsobiť zraniteľnosť podniku v jeho operačnom prostredí. (upravené podľa Conz a Magnani, 2020)
- **Obnoviteľnosť podniku** – schopnosť podniku obnoviť svoje základné funkcie na pôvodnú (požadovanú) úroveň po ukončení pôsobenia dopadov nepriaznivej zmeny prostredia. (upravené podľa Řehák a kol., 2018)
- **Adaptabilita podniku** – schopnosť prispôbiť reakciu podniku a prispôbiť jeho vnútorné procesy meniacim sa vonkajším podmienkam. (upravené podľa Conz a Magnani, 2020)
- **Rezervy (redundancia)** – schopnosť držať si rezervné zdroje, bezpečnostnú zásobu, záložné priestory, ktoré môžu byť použité v prípade potreby. (upravené podľa Conz a Magnani, 2020)

- **Vynachádzavosť** – schopnosť akumulovať rôzne a rôznorodé aktíva a zdroje – finančné, fyzické, ľudské, technologické, organizačné a reputačné. (upravené podľa Conz a Magnani, 2020)
- **Agilita** – schopnosť rýchlej organizačnej odozvy v prípade turbulentného narušenia rovnovážneho stavu a udržania pôvodných organizačných štruktúr a stratégií. (upravené podľa Conz a Magnani, 2020)
- **Pružnosť** – schopnosť zavedenia rýchlych rozhodovacích procesov, vnútornej komunikácie a učenia sa pre rýchle prispôsobenie sa rutinných činností a stratégií meniacim sa podmienkam. (upravené podľa Conz a Magnani, 2020)

Takto navrhnutý koncept cyklu ekonomickej odolnosti podniku môže tvoriť základný rámec k posudzovaniu stavu a výhľadu ekonomickej bezpečnosti podniku (obrázok 6). Optimálny stav ekonomickej bezpečnosti podniku (ďalej len EBP) zodpovedá fáze prevencie pri nenarušenom stave EBP a pozitívnom výhľade EBP, tj. pri dostačujúcich kapacitách rezerv a vynachádzavosti. V prípade, že tieto kapacity sú nedostatočné, dochádza k absorpcii účinkov nepriaznivých zmien prostredia vďaka dostačujúcim kapacitám robustnosti a agility. Hoci je výhľad EBP negatívny, stav EBP je stále nenarušený. Pri nedostatočných kapacitách absorpčnej fázy, dochádza k prechodu do fázy obnovy s narušeným stavom EBP a negatívnym výhľadom EBP.



Obrázok 6 Koncept cyklu ekonomickej odolnosti podniku (vlastné spracovanie)

V prípade nedostatočnej kapacity obnoviteľnosti podniku, dochádza k zániku podniku. V opačnom prípade prechádza podnik do fázy adaptácie, pričom dostatočné kapacity adaptability a pružnosti ho privedú na začiatok nového cyklu, tj. do fázy prevencie. Stav EBP je ešte stále narušený, ale výhľad EBP je pozitívny.

## ZÁVER

Návrh cyklu ekonomickej odolnosti podniku spája teoretické prístupy k pojmu odolnosť od ekologického a inžinierskeho prístupu, ktorý bol upravený pre potreby socio-ekologického systému na adaptačný prístup, ale aj prístupy, ktoré berú do úvahy špecifiká podniku, resp. ekonomické činitele prostredia, ktoré určujú stav a výhľad ekonomickej bezpečnosti podniku. Navrhnutý cyklus vystihuje tak absorpčný

cyklus robustného podniku, v ktorom sú účinky nepriaznivých zmien prostredia eliminované bez potreby zmien organizačnej štruktúry a stratégií, ako aj adaptívny cyklus, v rámci ktorého podnik obnovuje základné funkcie na pôvodnú úroveň a prispôsobuje sa zmeneným podmienkam pri dosiahnutí novej úrovne plnenia svojich základných funkcií. Celý cyklus ekonomickej odolnosti podniku vystihuje rôzne stavy a výhľady ekonomickej bezpečnosti podniku.

## POĎAKOVANIE

*Príspevok vznikol za podpory projektu KEGA 035ŽU-4/2025 „Inovatívne modulárne vzdelávacie kurzy ako efektívny nástroj na zvýšenie bezpečnosti na školách“ a projektu KEGA 034ŽU-4/2023 „Implementácia výsledkov vedecko-výskumnej činnosti do vyučovacieho procesu a tvorby nových študijných materiálov v II. stupni vysokoškolského štúdia v študijnom programe Krízový manažment“.*

## LITERATÚRA

- Béné, C., Headey, D., Haddad, L. et al. (2016). Is resilience a useful concept in the context of food security and nutrition programmes? Some conceptual and practical considerations. *Food Sec.* 8, 123–138. <https://doi.org/10.1007/s12571-015-0526-x>
- Bristow, G., & Healy, A. (2018). Innovation and regional economic resilience: an exploratory analysis. *Ann Reg Sci* 60, 265–284. <https://doi.org/10.1007/s00168-017-0841-6>
- Buzan, B., Waeber, O. & de Wilde, J. (2005). *Bezpečnosť: nový rámec pro analýzu*. Brno: Centrum strategických studií, ISBN 80-903333-6-2
- Conz, E. & Magnani, G. (2020). A dynamic perspective on the resilience of firms: A systematic literature review and a framework for future research. *European Management Journal*, Volume 38, Issue 3, 400-412, ISSN 0263-2373. <https://doi.org/10.1016/j.emj.2019.12.004>
- Doherty, B., Ensor, J., Heron, T. & Prado, P. (2023). Food systems resilience: towards an interdisciplinary research agenda. *Emerald Open Research*, Vol. 1 No. 10. <https://doi.org/10.1108/EOR-10-2023-0001>
- Francis, R., & Bekera, B. (2014). A metric and frameworks for resilience analysis of engineered and infrastructure systems. *Reliability Engineering & System Safety*, Volume 121, Pages 90-103, ISSN 0951-8320. <https://doi.org/10.1016/j.res.2013.07.004>
- Gallie, W. B. (1956). IX.—Essentially Contested Concepts. *Proceedings of the Aristotelian Society*, Volume 56, Issue 1, 1 June 1956, 167–198, <https://doi.org/10.1093/aristotelian/56.1.167>
- Holling, C. S. (1973). Resilience and stability of ecological systems. *Annual Review of Ecology and Systematics*, 4, 1-23, doi: <https://doi.org/10.1146/annurev.es.04.110173.000245>
- Jore, S. H. (2023). On security and safety, Governing terrorism and security through risk. In: Ädel, A. & Östman, J.-O. (eds) *Risk Discourse and Responsibility*, John Benjamins Publishing Company, 232-243. <https://doi.org/10.1075/pbns.336.10jor>
- Martin, R. (2012). Regional economic resilience, hysteresis and recessionary shocks. *J. Econ. Geogr.*, 12, 1–32.
- Nicoletti, S. M., Peppelman, M., Kolb, C., & Stoelinga, M. (2023). Model-based joint analysis of safety and security: Survey and identification of gaps, *Computer Science Review*, Volume 50, 100597. ISSN 1574-0137. <https://doi.org/10.1016/j.cosrev.2023.100597>
- Řehák, D., Šenovský, P., Hromada, M., & Loveček, T. (2019). Complex approach to assessing resilience of critical infrastructure elements. *International Journal of Critical Infrastructure Protection*, Volume 25, 125-138. ISSN 1874-5482. <https://doi.org/10.1016/j.ijcip.2019.03.003>
- Pettersen Gould, K., & Bieder, C. (2020). Safety and Security: The Challenges of Bringing Them Together. In: Bieder, C., Pettersen Gould, K. (eds) *The Coupling of Safety and Security*. SpringerBriefs in Applied Sciences and Technology. Springer, Cham. [https://doi.org/10.1007/978-3-030-47229-0\\_1](https://doi.org/10.1007/978-3-030-47229-0_1)
- Soltani, R., Özceylan, B., Lopuhaä-Zwakenberg, M., Kolb, C., & Hoogsteen, G. (2024). Safety and Security Dependencies for Gridshield. Conference: IEEE PES Innovative Smart Grid Technologies Europe (ISGT EUROPE), Dubrovnik, Croatia, 1-6. [10.1109/ISGTEUROPE62998.2024.10863084](https://doi.org/10.1109/ISGTEUROPE62998.2024.10863084)
- Sterk, M., van de Leemput, I. A., Peeters, E. THM, (2017). How to conceptualize and operationalize resilience in socio-ecological systems?. *Current Opinion in Environmental Sustainability*, Volume 28, 108-113. ISSN 1877-3435. <https://doi.org/10.1016/j.cosust.2017.09.003>
- Strelcová, S. (2015). *Ekonomická bezpečnosť*. Žilina: EDIS. ISBN 978-80-554-1061-6
- Šimák, L. (2006a). Terminologický slovník krízového riadenia. [online], <http://fbw.uniza.sk/kkm/old/publikacie/tskr.pdf> [cit. 2025-07-09]
- Šimák, L. (2006b). Manažment rizík. [online] [http://fbw.uniza.sk/kkm/old/publikacie/mn\\_rizik.pdf](http://fbw.uniza.sk/kkm/old/publikacie/mn_rizik.pdf) [cit. 2025-07-09]
- ŠIMÁK, L. (2016). *Krízový manažment vo verejnej správe*. Žilina: EDIS. ISBN 978-80-554-1165-1.

- Tendall, D.M., Joerin, J., Kopainsky, B., Edwards, P., Shreck, A., Le, Q. B., Kruetli, P., Grant, M., & Six, J. (2015). Food system resilience: Defining the concept. *Global Food Security*, Volume 6, 17-23. ISSN 2211-9124. <https://doi.org/10.1016/j.gfs.2015.08.001>
- Volner, Š. (2009). Bezpečnosť, riziká a hrozby v 21. storočí. Bratislava: Iris. ISBN 978-80-89256-47-1
- Xu, T., Shen, Z., Zhang, H., Zhang, C., & Huang, H. (2024). Digital HP finance's role in the economic resilience of enterprises' digital transformation, *Finance Research Letters*, Volume 63, 105312. ISSN 1544-6123. <https://doi.org/10.1016/j.frl.2024.105312>
- Zhu, X., & Ye, Y. (2024). Economic policy uncertainty and enterprise export resilience in China: Does the digital economy matter?, *Heliyon*, Volume 10, Issue 10, e31091. ISSN 2405-8440. <https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2024.e31091>
- ZOE Institute for Future-fit Economies, Economic Resilience [online] <https://sustainable-prosperity.eu/sustainable-prosperity/economic-resilience/> [cit. 2025-07-08]

---

**Pavol Prievozník, Mgr.**

Žilinská univerzita v Žiline, Fakulta bezpečnostného inžinierstva, 1. mája 32, Žilina, Slovensko  
[pavol.prievoznik@uniza.sk](mailto:pavol.prievoznik@uniza.sk)

**Stanislava Strelcová, doc. Ing. PhD.**

Žilinská univerzita v Žiline, Fakulta bezpečnostného inžinierstva, 1. mája 32, Žilina, Slovensko  
[stanislava.strelcova@uniza.sk](mailto:stanislava.strelcova@uniza.sk)

---



## WORD FOCUS

### FALSE FRIENDS V OBLASTI KRÍZOVÉHO MANAŽMENTU

LENKA MŔCOVÁ

**ABSTRACT** *This article examines false friends - words in different languages that look similar but have different meanings and their impact in crisis management. Misunderstandings caused by false friends can lead to serious communication failures, as illustrated by real-life incidents from the medical and aviation fields. The paper identifies commonly misused English-Slovak false friends in crisis management terminology and emphasizes the importance of mastering them. The author proposes practical learning strategies, including practising model sentences and creating a personal glossary, to help professionals avoid critical misunderstandings.*

**KEYWORDS:** *False friends, Crisis Management, English-Slovak interference.*

#### ÚVOD

False friends (falošní priatelia) sú slová v dvoch rôznych jazykoch, ktoré vyzerajú alebo znejú podobne, no majú odlišný význam. Tento jav predstavuje významnú prekážku pri učení sa cudzích jazykov, pretože falošní priatelia môžu viesť k nesprávnemu pochopeniu termínov, komunikačným nedorozumeniam a v niektorých prípadoch aj k zlyhaniu v medzikultúrnej komunikácii. Falošní priatelia vznikajú buď tak, že pôvodne príbuzné slová časom nadobudnú rozdielne významy (tzv. semantic false friends, napríklad anglické *flannel* a nemecké *Flanell*), alebo sa podobajú len náhodou, pričom nemajú spoločný etymologický pôvod (tzv. chance false friends, napríklad slovenské *misa* a španielske *misa*, ktoré znamená omša). Tento fenomén sa vyskytuje najmä medzi jazykmi patriacimi do rovnakej jazykovej rodiny, ako sú napríklad indoeurópske jazyky, ale môže sa objaviť aj medzi jazykmi z úplne odlišných skupín (Chamizo Domínguez & Nerlich, 2002). Nesprávne používanie falošných priateľov môže mať závažné dôsledky v akademickom, profesijnom aj spoločenskom prostredí. Preto je ich správne rozpoznávanie a aktívne osvojovanie nevyhnutné pre efektívne a presné ovládanie cudzieho jazyka.

#### 1. ČO MÔŽU SPÔSOBIŤ FALSE FRIENDS

Prípado Willieho Ramireza z roku 1980 je klasickým príkladom, ako môže nesprávny preklad spôsobiť vážne následky. Willie Ramirez, 18-ročný chlapec z Texasu, bol privezený do nemocnice v bezvedomí. Jeho rodina, ktorá hovorila po španielsky, opísala jeho stav slovom *intoxicado*, ktoré v španielčine znamená *otrávený* – môže ísť o otravu jedlom, alebo liekmi. Zdravotnícky personál si však slovo *intoxicado* preložil ako *intoxicated*, čo v angličtine znamená, že je človek pod vplyvom drog alebo alkoholu. Lekári preto predpokladali, že ide o prípad predávkovania, a nesprávne posúdili situáciu. Willie mal v skutočnosti krvácanie do mozgu, ktoré nebolo okamžite diagnostikované ani liečené a v dôsledku oneskorenej liečby ochrnul. Tento prípad sa stal významným poučením o tom, aké dôležité je správne pochopiť jazyk a kultúrne rozdiely v medicínskej komunikácii (Price-Wise, 2008).

Nesprávne použitie podobného výrazu tiež prispelo k leteckému nešťastiu spoločnosti Avianca Flight v roku 1990. Posádka lietadla bola na palube s nedostatkom paliva a v komunikácii s riadením letu použila výraz *priority landing* (prioritné pristátie) namiesto *emergency landing*. V anglo-americkom kontexte *priority* neznačí extrémnu naliehavosť, len zvýšenú prioritu, na rozdiel od ekvivalentného výrazu v španielčine *prioridad*, ktorý by naznačoval pohotovosť. Toto jazykové nedorozumenie viedlo k tomu, že nepridelili lietadlu vysoko prioritný status a tragicky došlo k havárii (Federal Aviation Administration, 2022). Ako ukazujú tieto dva tragické prípady, znalosť tzv. false friends môže doslova zachraňovať životy.

## 2. FALSE FRIENDS V KRÍZOVOM MANAŽMENTE

V nasledujúcej kapitole prinášam krátky zoznam tzv. false friends termínov, často používaných v krízovom manažmente. Pochopiteľne, termínov je oveľa viac, uvádzam tie najčastejšie, pričom vychádzam z dlhoročnej empirickej skúsenosti.

**Actual** je termín, ktorý často mylne prekladáme ako **aktuálny**, v angličtine znamená **skutočný** alebo **reálny**.

**Agenda** je program rokovania, nie **dohoda**, alebo **plán**.

Správny preklad slova **comprehensive** je **komplexný**, **úplný**, zatiaľ čo **complex** by sa malo preložiť ako **zložitý**.

Termín **conception** najlepšie vyjadria slovenské slová **poňatie**, **predstava**, alebo **počatie**. Slovenský termín **konceptia** je v angličtine v závislosti od kontextu **plan**, **strategy**, **policy** alebo **design**.

**Control** je sloveso s významom **riadiť**, **ovládať**, nie **kontrolovať**.

**Critical** znamená **rozhodujúci**, **závažný**, nie iba **kritizujúci** alebo **negatívny**.

**Evidence** je **dôkaz** nie **evidencia**, ktorá by sa dala najlepšie preložiť slovami **records**, alebo **register**.

**Incident** taktiež nemusí znamenať len **konflikt**, ale podľa kontextu aj **udalosť**, alebo **nehoda**.

**Lokalita** sa zvykne nepresne prekladať ako **locality**, hoci v kontexte krízového manažmentu je často viac vhodné **site** alebo **location**.

**Manifestation** neznamená **manifestáciu**, ale **výskyt**, **prejav** niečoho.

**Mayor** je **starosta** alebo **primátor**, nie **(vojenská) hodnosť majora**.

**Provision** nie je **provízia z predaja**, to je **commission**, ale skôr **ustanovenie** alebo **opatrenie**.

**Objekt** v zmysle budovy a okolia by sa najlepšie vyjadril termínom **premises**, nie **object**, ktorý by sa dal preložiť ako **predmet** alebo **cieľ**.

Pri preklade termínu **realizovať** by som sa vyhla slovu **realize** a nahradila ho slovesami **carry out**, alebo **implement**.

Často sa tiež stáva, že preklad termínu je vo všeobecnosti správny, ale vzhľadom na kontext krízového manažmentu by bol vhodnejší špecifickejší termín.

Príkladom je slovo **training**, kde je správnym prekladom slovo **tréning**, avšak v krízovom manažmente sa často prekladá ako **exercise** alebo **drill**. Taktiež **informovať** je správny preklad termínu **to inform**, ale v danom prostredí by bol často vhodnejší **to brief** alebo **to notify**.

## ZÁVER

Ako sa teda vyhneme týmto falošným priateľom? Neexistuje žiadna zázračná metóda, najefektívnejším sa zdá byť precvičovanie modelových viet. Z vlastnej praxe odporúčam vytvorenie osobného glosára často používaných termínov, kde bude termín uvedený aj s príkladom použitia. Takýto glosár vám umožní rýchlo si overiť správne významy a zároveň si systematicky upevňovať slovnú zásobu. Okrem toho je veľmi užitočné venovať pozornosť kontextu, v ktorom sa slovo vyskytuje, a pravidelne čítať odborné texty, kde sa správne použitie prirodzene opakuje. Čím viac sa s týmito slovami stretnete v autentických materiáloch, tým ľahšie si na ne vytvoríte správne jazykové reflexy.

## POUŽITÁ LITERATÚRA

Federal Aviation Administration. *Boeing 707-321B*. (2022, December 19).

Dostupné na [https://www.faa.gov/lessons\\_learned/transport\\_airplane/accidents/AVA052](https://www.faa.gov/lessons_learned/transport_airplane/accidents/AVA052)

Chamizo Domínguez, P.J., & Nerlich, B. (2002): False friends: their origin and semantics in some selected languages, In *Journal of Pragmatics*, 34(12), 1833–1849.

Price-Wise, G. (2008, November 19). Language, Culture, And Medical Tragedy: The Case Of Willie Ramirez. In *Health Affairs*, Online. Dostupné na: <https://www.healthaffairs.org/content/forefront/language-culture-and-medical-tragedy-case-willie-ramirez>

---

**PaedDr.Lenka Môcová, PhD.**

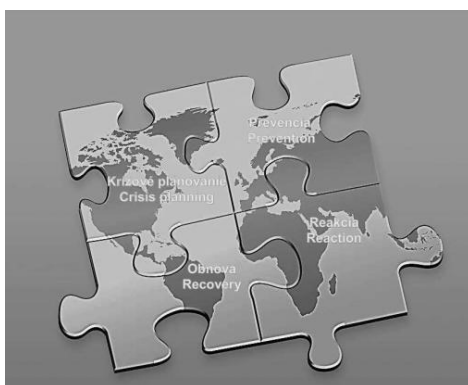
*Ústan celoživotného vzdelávania, Žilinská univerzita v Žiline*

*lenka.mocovaniza.sk*

---



(voľný riadok Arial 10)



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

Číslo a názov obrázku pisať 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**<sup>1</sup>. 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.

---

<sup>1</sup> *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 tabelátor.  
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
- výborná,
  - priemerná,
  - nevyhovujúca
- b) odborná terminológia
- správna,
  - drobné nedôslednosti,
  - závažné nedostatky,
- c) grafická úroveň  
obrázkov a grafov
- výborná,
  - priemerná,
  - 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: \_\_\_\_\_