

ŽILINSKÁ UNIVERZITA V ŽILINE
Fakulta prevádzky a ekonomiky
dopravy a spojov



Medzinárodná vedecká konferencia

ROZVOJ EUROREGIÓNU BESKYDY XIX

Nové perspektívy regionálneho rozvoja

pod záštitou

rektora Žilinskej univerzity v Žiline

prof. Ing. Jána Čelku, CSc.

a

rektora Akademii nauk stosowanych w Bielsku-Białej

dr hab. inż. Jacka Bindy, Prof. ANSBB

Zborník vedeckých príspevkov



Žilina 12. december 2026

Programový a vedecký výbor konferencie:

prof. Ing. Miloš POLIAK, PhD., dekan FPEDAS, Žilinská univerzita v Žiline
prof. Ing. Anna KRIŽANOVÁ, CSc., prorektorka, UNIZA
prof. Ing. Jozef RISTVEJ, PhD. EMBA, prorektor, UNIZA
prof. Mgr. Dagmar ČAGÁNOVÁ, Ph.D., prorektorka vysokej školy NEWTON
doc. Ing. Jozef HABÁNIK, PhD., rektor TnUAD Trenčín
prof. Ing. Iveta HAJDÚCHOVÁ, PhD., TU Zvolen
prof. Ing. Anna VAŇOVÁ, PhD., UMB v Banskej Bystrici
dr hab. Mariusz ANDRZEJEWSKI, prof. UEK, UE w Krakowie
doc. Ing. Eva SVENTEKOVÁ, PhD., dekanica FBI UNIZA
Ing. Eva IVANOVÁ, PhD., dekanica FSEV TnUAD Trenčín
dr. Jolanta POCHOPIEN, prodiakan, ANS
prof. Ing. Martin BUGAJ, PhD., prodekan UNIZA
prof. Ing. Jozef GAŠPÁRIK, PhD., prodekan UNIZA
prof. Ing. JUDr. Alena NOVÁK SEDLÁČKOVÁ, PhD., UNIZA
dr hab. Konrad GRABIŇSKI, prof. UEK, UE w Krakowie
prof. Ing. Radovan MADLEŇÁK, PhD., UNIZA
prof. h.c. prof. Ing. Milan MAJERNÍK, PhD.
prof. Ing. Andrej VELAS, PhD., UNIZA
prof. Ing. Anna ZAUŠKOVÁ, PhD., Univerzita sv. Cyrila a Metoda v Trnave
doc. Ing. Katarína BUGANOVÁ, PhD., UNIZA
doc. Ing. Naqibullah DANESHJO, PhD., EU Bratislava
doc. Ing. Iveta KREMEŇOVÁ, PhD., UNIZA
doc. Ing. Erika LOUČANOVÁ, PhD., TU Zvolen
doc. Ing. Lucia MADLEŇÁKOVÁ, PhD. UNIZA
doc. Dr. Ing. Margita MAJERČÁKOVÁ, UNIZA
doc. Ing. Hubert PALUŠ, PhD., TU Zvolen
doc. Ing. Adela POLIAKOVÁ, PhD., EUR ING, UNIZA
doc. Ing. Mariana STRENITZEROVÁ, PhD., UNIZA
doc. Ing. Viktor ŠOLTÉS, PhD., MV SR
MUDr. Ing. Zuzana ŠTOFKOVÁ, PhD., UNIZA
RNDr. Patrik BŮHM, PhD., UNIZA
RNDr. Gabriela BŮHMOVÁ, PhD., UNIZA
Ing. Vladimíra BIŇASOVÁ, PhD., UNIZA
Ing. Juraj FABUŠ, PhD., UNIZA
Ing. Natália STALMAŠEKOVÁ, PhD. UNIZA

Garanti konferencie:

prof. Ing. Jana ŠTOFKOVÁ, PhD.
Dr.h.c. prof. Ing. Tatiana ČOREJOVÁ, PhD.
dr hab. inž. Jacek BINDA, prof. ANSBB
doc. Ing. Katarína REPKOVÁ ŠTOFKOVÁ, PhD.
doc. Ing. Jozef KUBÁS, PhD.

Organizačný výbor:

Ing. M. Kováčiková, PhD., Ing. I. Buday., Ing. M. Garbárová, PhD., Ing. J. Fabuš, PhD., Ing. N. Stalmašeková, PhD., Ing. M. Konovalova, Ing. V. Cvacho, Ing. R. Neumannová, Mgr. I. Chupáň Kunertová, Ing. D. Gachulinec, Mgr. G. Binda-Piecka, Mgr. E. Grygierczyk-Ciupak, Ing. D. Morozov.

Zostavovatelia: Ing. Ivan Buday, Ing. Rebecca Neumannová

Každý príspevok bol recenzovaný dvomi recenzentmi. Autori sú zodpovední za obsah a jazykovú úpravu príspevkov. Publikácia je vydaná s podporou projektu KEGA 051-4/2025.

Vydala Žilinská univerzita v Žiline / EDIS – vydavateľstvo UNIZA, © Kolektív autorov 2025

ISBN 978-80-554-2277-0

OBSAH

Erika Loučanová	9
MODEL REGIONÁLNEHO ROZVOJA V KONTEXTE UDRŽATEĽNOSTI <i>THE MODEL OF REGIONAL DEVELOPMENT IN THE CONTEXT OF SUSTAINABILITY</i>	
Mariana Strenitzerová.....	16
HODNOTENIE STAVU A MOŽNOSTÍ ROZVOJA MESTSKEJ CIRKULÁRNEJ EKONOMIKY: IDENTIFIKÁCIA INDIKÁTOROV CIRKULÁRNEHO MESTA <i>ASSESSMENT OF THE STATUS AND OPPORTUNITIES FOR THE DEVELOPMENT OF THE URBAN CIRCULAR ECONOMY: IDENTIFICATION OF CIRCULAR CITY INDICATORS</i>	
Martin Decký, Eva Remišová, Martin Samek.....	27
ZHODNOCOVANIE ODPADOV Z CIGARIET V UDRŽATEĽNÝCH ASFALTOVÝCH VOZOVKÁCH <i>CIGARETTE WASTE RECYCLING IN SUSTAINABLE ASPHALT ROADS</i>	
Patrik Böhm, Gabriela Böhmová	41
ŠTATISTICKÉ PRÍSTUPY K ANALÝZE VÝVOJA DOPRAVY V EUROREGIÓNE BESKYDY <i>STATISTICAL APPROACHES TO THE ANALYSIS OF TRANSPORT DEVELOPMENT IN THE EUROREGION BESKYDY</i>	
Iveta Marková, Jozef Kubás.....	48
MODERNÉ INFORMAČNÉ A SOFTVÉROVÉ SYSTÉMY NA PODPORU ROZHODOVANIA PRI UDALOSTIACH S NEBEZPEČNÝMI LÁTKAMI <i>MODERN INFORMATION AND SOFTWARE SYSTEMS FOR DECISION SUPPORT IN HAZARDOUS MATERIALS INCIDENTS</i>	
Viktória Cvacho, Radovan Madleňák.....	56
TEORETICKÁ ANALÝZA SPOTREBITEĽSKÉHO SPRÁVANIA V SEKTORE DIGITÁLNYCH TELEKOMUNIKÁCIÍ NA SLOVENDKU <i>THEORETICAL ANALYSIS OF CONSUMER BEHAVIOUR IN SLOVAKIA'S DIGITAL TELECOMMUNICATIONS SECTOR</i>	
Marianna Mrvová.....	70
INTERNÁ MARKETINGOVÁ KOMUNIKÁCIA PODNIKU: PRÍPADOVÁ ŠTÚDIA SLOVENSKEHO PODNIKU <i>INTERNAL MARKETING COMMUNICATION OF A COMPANY: A CASE STUDY OF A SLOVAK COMPANY</i>	
Adela Poliaková, Jakub Malík.....	81
ZA HRANICOU VÝNOSNOSTI: AKO SLOVENSKO A POESKO REAGUJÚ NA ZMENY DAŇOVÝCH SADZIEB <i>BEYOND PROFITABILITY: HOW SLOVAKIA AND POLAND ARE RESPONDING TO CHANGES IN TAX RATES</i>	

Maryna Konovalova, Tatiana Čorejová.....	91
ANALÝZA SÚČASNÝCH TRENDOV A PERSPEKTÍV INTELIGENTNÝCH SLUŽIEB V ŽILINSKOM KRAJI <i>EXPLORING CURRENT TRENDS AND PERSPECTIVES OF SMART SERVICES IN THE ŽILINA REGION</i>	
Daniel Gachulinec, Lucia Madleňáková, Radovan Madleňák.....	103
PRÍLEŽITOSTI A LIMITY VYUŽITIA UMELEJ INTELIGENCIE V SAMOSPRÁVACH <i>OPPORTUNITIES AND LIMITS OF THE USE OF ARTIFICIAL INTELLIGENCE IN THE LOCAL GOVERNMENTS</i>	
Jozef Kubás, Ivan Buday, Katarína Petrlová, Alexandra Trličíková ...	114
INTEGRÁCIA 3D TLAČE DO VÝUČBY CIVILENJOCHRAŇY <i>INTEGRATING 3D PRINTING INTO CIVIL PROTECTION EDUCATION</i>	
Lukáš Valla	122
INTOXIKÁCIE DETÍ A MLÁDEŽE V ŽILINSKOM KRAJI – ŠTATISTIKA HOSPITALIZÁCIÍ A VÝJAZDOV ZDRAVOTNEJ ZÁCHRANNEJ LUŽBY <i>INTOXICATION OF CHILDREN AND YOUTH IN THE ŽILINA REGION – STATISTICS ON HOSPITALIZATIONS AND EMERGENCY MEDICAL SERVICE CALLS</i>	
Iveta Hajdúchová, Monika Rajtóková	134
SPOLOČENSKY ZODPOVEDNÉ PODNIKANIE A VÝKONNOSŤ LESNÍCKO- DREVÁRKSEHO KOMPLEXU <i>SOCIALLY RESPONSIBLE BUSINESS AND PERFORMANCE OF THE FORESTRY AND WOOD INDUSTRY COMPLEX</i>	
Katarína Buganová, Erika Mošková	143
ZVYŠOVANIE KONKURENCIESCHOPNOSTI PODNIKU PORSTREDNÍCTVOM PREPOJENIA MANAŽMENTU RIZÍK, MANAŽMENTU KONTINUITY A KRÍZOVÉHO MANAŽMENTU <i>INCREASING THE COMPETITIVENESS OF THE COMPANY THROUGH THE CONNECTION OF RISK MANAGEMENT, CONTINUITY MANAGEMENT AND CRISIS MANAGEMENT</i>	
Samuel Hubočan.....	149
MOŽNOSTI PREVENČIE KRIMINALITY MLADISTVÝCH A DELIKVENCIE MALOLETÝCH V MESTE ŽILINA AKTÍVNOU PARTICIPÁCIOU VYSOKOŠKOLSKÝCH ŠTUDENTOV <i>OPTIONS FOR PREVENTING JUVENILE CRIME AND MINOR DELINQUENCY IN THE CITY OF ŽILINA THROUGH ACTIVE PARTICIPATION OF UNIVERSITY STUDENTS</i>	
Emília Palkechová.....	161
INTERPRETAČNÉ VÝCHODISKÁ ESG STRATÉGIE A REPORTINGU V BANKÁCH <i>INTERPRETATIVE FOUNDS OF ESG STRATEGY AND REPORTING IN BANKS</i>	

Boris Kollár, Jozef Kubás, Ivan Buday.....	173
POŽIADAVKY A PRÁVNÝ RÁMEC INTEGRÁCIE ÚDAJOV PRE POTREBY KRÍZOVÉHO RIADENIA V PODMIENKACH SLOVENSKEJ REPUBLIKY <i>REQUIREMENTS AND LEGAL FRAMEWORK FOR DATA INTEGRATION FOR CRISIS MANAGEMENT PURPOSES IN THE SLOVAK REPUBLIC</i>	
Rebecca Neumannová, Jana Štofková.....	184
NOVÉ PRÍSTUPY PODNIKOV PRI TVORBE STRATÉGIÍ NA PODPORU KONKURENCIESCHOPNOSTI V PODMIENKACH DIGITALIZÁCIE EKONOMIKY <i>NEW APPROACHES OF ENTERPRISES TO STRATEGY FORMULATION FOR ENHANCING COMPETITIVENESS IN THE CONTEXT OF THE DIGITALIZATION OF THE ECONOMY</i>	
Lucia Madleňáková, Daniel Gachulínek, Peter Malacký.....	197
CIRKULÁRNA EKONOMIKA A UMELÁ INTELIGENCIA V REGIONÁLNO ROZVOJI <i>CIRCULAR ECONOMY AND ARTIFICIAL INTELLIGENCE IN REGIONAL DEVELOPMENT</i>	
Ivona Chupaň Kunertová, Marianna Strenitzerová.....	204
DIGITÁLNA PRIPRAVENOSŤ A DOPADY NA TRH PRÁCE V KRAJINÁCH VYŠEHRADSKÉJ SKUPINY (V4): KOMPARATÍVNA NALÝZA <i>DIGITAL READINESS AND LABOUR MARKET IMPLICATIONS IN THE VISEGRAD GROUP (V4): A COMPARATIVE ANALYSIS</i>	
Daniil Morozov, Tatiana Čorejová.....	215
THE IMPACT OF DIGITAL AND GREEN TECHNOLOGIES ON INTERNAL AND EXTERNAL COSTS OF ENTERPRISES: AN EMPIRICAL STUDY	
Boris Kollár, Jozef Ristvej, Daniel Chovanec.....	230
MOŽNOSTI VYUŽITIA GEOGRAFICKÉHO INFORMAČNÉHO SYSTÉMU V SÚVILOSTI S ÚNIKOM NEBEZPEČNEJ LÁTKY <i>POSSIBILITIES OF USING A GEOGRAPHIC INFORMATION SYSTEM IN THE CONTEXT OF A HAZARDOUS SUBSTANCE LEAK</i>	
Daniel Chovanec, Jozef Ristvej, Boris Kollár.....	241
VYUŽITIE SATELITNÝCH TECHNOLOGIÍ V OBLASTI MAPOVANIA RIZÍK <i>USE OF SATELLITE TECHNOLOGIES IN THE FIELD OF RISK MAPPING</i>	
Michal Miške.....	250
VYUŽITIE BEZPILOTNÝCH LETECKÝCH PROSTRIEDKOV V DOPRAVNEJ KRITICKEJ INFRAŠTRUKTÚRE <i>USING OF UNMANNED AERIAL VEHICLES IN TRANSPORT CRITICAL INFRASTRUCTURE</i>	
Alexandra Valicová, Tatiana Čorejová.....	261
VPLYV INFLUENCER MARKETINGU NA ONLINE PREDAJ <i>THE IMPACT OF INFLUENCER MARKETING ON ONLINE SALES</i>	

Jozef Kubás.....	271
VÝZNAM GEOGRAFICKÉHO INFORMAČNÝCH SYSTÉMOV A PRIESTOROVÝCH DÁT PRE HODNOTENIE RIZÍK ÚZEMIA V RÁMCI KRÍZOVÉHO RIADENIA NA SLOVENSKU <i>THE IMPORTANCE OF GEOGRAPHIC INFORMATION SYSTEMS AND SPATIAL DATA FOR TERRITORIAL RISK ASSESSMENT WITHIN CRISIS MANAGEMENT IN SLOVAKIA</i>	
Michal Titko.....	277
POSUDZOVANIE A MAPOVANIE RIZÍK ÚZEMIA POMOCOU GIS <i>ASSESSMENT AND MAPPING OF TERRITORIAL RISKS USING GIS</i>	
Stanislava Strelcová, Alexandra Kelišek.....	288
VPLYV VZDIALENOSTI VZDELÁVACÍCH A KULTÚRNYCH INŠTITÚCIÍ NA KVALITU ŽIVOTA OBYVATELSTVA <i>THE IMPACT OF THE DISTANCE OF EDUCATIONAL AND CULTURAL INSTITUTIONS ON THE QUALITY OF LIFE OF THE POPULATION</i>	
Lukáš Lencsés, Lucia Figuli.....	300
KVANTIFIKÁCIA RIZIKA ÚTOKU NA BANKOMATY V EUROREGIÓNE BESKYDY <i>QUANTIFICATION OF ATM ATTACK RISK IN THE EUROREGION BESKYDY</i>	
Zuzana Štofková, Jozef Kubás, Marian Hrubizna, Zuzana Podhorská.....	311
SUBJEKTÍVNE VNÍMANIE BEZPEČNOSTI A KVALITY ŽIVOTA V KONTEXTE MIGRÁCIE <i>SUBJECTIVE PERCEPTIONS OF SAFETY AND QUALITY OF LIFE IN THE CONTEXT OF MIGRATION</i>	
Beata Hoza.....	320
E-FAKTUROVANIE – VAT W ERZE CYFROWEJ <i>E-INVOICING – VAT IN THE DIGITAL AGE</i>	
Grzegorz Sroślak.....	326
POLITYKA PIENIEŽNA POLSKI I JEJ WPLYW NA ROZWÓJ REGIONALNY (WPROWADZENIE DO BADAŃ) <i>POLAND'S MONETARY POLICY AND ITS IMPACT ON REGIONAL DEVELOPMENT (INTRODUCTION TO RESEARCH)</i>	
Zbigniew Tetlak.....	329
ZASTOSOWANIE WSKAŹNIKA NET PROMOTER SCORE (NPS) DO BADANIA LOJALNOŚCI KLIENTÓW W PRZEDSIĘBIORSTWIE KOMUNALNYM – STUDIUM PRZYPADKU BESKID ŻYWIEC SP. Z O.O. <i>APPLICATION OF THE NET PROMOTER SCORE (NPS) INDICATOR TO THE STUDY OF CUSTOMER LOYALTY IN A MUNICIPAL COMPANY – A CASE STUDY OF BESKID ŻYWIEC SP. Z O.O.</i>	

Krzysztof Senczyna.....	340
PRZEGLĄD PRZYKŁADOWYCH APLIKACJI INFORMATYCZNYCH	
WSPOMAGAJĄCYCH PROCES USTALANIA CEN W FIRMIE	
<i>REVIEW OF THE SAMPLE IT APPLICATION SUPPORTING A PRICING PROCESS IN</i>	
<i>THE COMPANY</i>	
Janusz Okrzesik.....	352
ROLA SAMORZĄDU TERYTORIALNEGO W NOWYM SYSTEMIE OCHRONY	
LUDNOŚCI W POLSCE	
<i>THE ROLE OF LOCAL GOVERNMENT IN THE NEW CIVIL PROTECTION SYSTEM IN</i>	
<i>POLAND</i>	

PREDHOVOR

Medzinárodná vedecká konferencia Rozvoj Euroregiónu Beskydy XIX s podtitulom „Nové perspektívy regionálneho rozvoja“ pod záštitou rektora Žilinskej univerzity v Žiline prof. Ing. Jána Čelku, CSc. a rektora Akademii Nauk Stosowanych w Bielsku-Białej dr hab. inż. Jacka Bindy, prof. ANS, sa konala 12. decembra 2025 na Žilinskej univerzite v Žiline. Podujatie bolo organizované pracovníkmi Žilinskej univerzity v Žiline v spolupráci s Akademiou Nauk Stosowanych w Bielsku-Białej.

Konferenciu v zastúpení rektora prof. Ing. Jána Čelku, CSc. pozdravil prof. Ing. Jozef Ristvej, PhD., EMBA, prorektor Žilinskej univerzity v Žiline, dr hab. inż. Jacek Binda, prof. ANS, rektor Akademii Nauk Stosowanych w Bielsku-Białej a v zastúpení dekana prof. Ing. Miloša Poliaka, PhD. prodekan Fakulty PEDAS Žilinskej univerzity v Žiline doc. Ing. Katarína Valašková, PhD. Konferenciu pozdravil prof. Ing. Radovan Madleňák, PhD. riaditeľ Univerzitného vedeckého parku Žilinskej univerzity v Žiline.

Organizovanie medzinárodnej vedeckej konferencie je výsledkom dlhodobej a úspešnej spolupráce oboch inštitúcií, ktorá trvá už od roku 2002. Počas tohto obdobia bolo realizovaných množstvo aktivít, ako napríklad Letná škola, výmena študentov, projekty cezhraničnej spolupráce (Cross Border Cooperation CBC), program Erasmus, prednáškové pobyty pedagógov, ako aj medzinárodné bilaterálne vedecko výskumné a vzdelávacie projekty. Rozvíjať túto spoluprácu a organizovať konferencie takéhoto formátu by nebolo možné bez výraznej podpory vedenia Fakulty prevádzky a ekonomiky dopravy a spojov Žilinskej univerzity v Žiline pod vedením dekana prof. Ing. Miloša Poliaka, PhD., ktorému patrí úprimné poďakovanie. Garanti a účastníci konferencie ocenili aj podporu a možnosti spolupráce zo strany Univerzitného vedeckého parku Žilinskej univerzity v Žiline zastúpeného riaditeľom prof. Ing. Radovanom Madleňákom, PhD.

Cieľom medzinárodnej vedeckej konferencie bola výmena skúseností a vedeckých poznatkov o aktuálnych otázkach regionálneho rozvoja s dôrazom na nové technologické a spoločenské trendy. Odborný program a tematické zameranie boli rozdelené do nasledujúcich okruhov:

- *Digitalizácia ekonomiky a spoločnosti, zdieľaná ekonomika, cirkulárna a zelená ekonomika*
- *Inovácie a financie rozvoja regiónov*
- *Smart City a Smart región*
- *Súčasný trendy manažmentu a stratégia podnikov*
- *Sociálno-ekonomický vývoj regiónov a bezpečnosť občanov*
- *AI (umelá inteligencia) v súčasnej spoločnosti a ekonomike*

Príspevky jednotlivých účastníkov medzinárodnej vedeckej konferencie sú uvedené v predkladanom vedeckom zborníku.

prof. Ing. Jana Štofková, PhD.

dr. hab. inż. Jacek Binda, prof. ANS

Dr.h.c. prof. Ing. Tatiana Čorejová, PhD.

doc. Ing. Katarína Repková Štofková, PhD.

doc. Ing. Jozef Kubás, PhD.

garanti konferencie



MODEL REGIONÁLNEHO ROZVOJA V KONTEXTE UDRŽATEĽNOSTI

THE MODEL OF REGIONAL DEVELOPMENT IN THE CONTEXT OF SUSTAINABILITY

Erika Loučanová^{1,a}

¹Technická univerzita vo Zvolene, Drevárska fakulta, Katedra marketingu, obchodu a svetového lesníctva, T. G Masaryka 24, 960 01 Zvolen, Slovenská republika

^aloucanova@tuzvo.sk

Abstrakt. Príspevok mapuje koncept regionálneho rozvoja, ktorý prešiel zásadnými zmenami. Primárny význam týchto zmien spočíva v prechode od dôrazu na exogénne faktory k rastúcemu zameraniu na endogénne faktory, ako sú inovácie, podnikanie, líderstvo a inštitucionálna kapacita. Táto transformácia je reakciou na meniacu sa situáciu a udržateľný rozvoj regiónov. Model udržateľnosti predstavuje kvalitatívny posun od čisto kvantitatívneho rastu k rozvoju, ktorý je ekonomický, sociálne orientovaný a environmentálne zodpovedný. Tento udržateľný proces je primárne iniciovaný a riadený podnikateľmi, ktorí komercializujú znalosti a spúšťajú lokálne endogénne faktory rastu.

Kľúčové slová: Rozvoj regiónu, udržateľnosť, inovácie, model Canvas.

Abstract. The paper maps the concept of regional development, which has undergone fundamental changes. The primary significance of these changes lies in the shift from an emphasis on exogenous factors to an increasing focus on endogenous factors, such as innovation, entrepreneurship, leadership and institutional capacity. This transformation is a response to the changing situation and sustainable development of regions. The sustainability model represents a qualitative shift from purely quantitative growth to development that is economically, socially oriented and environmentally responsible. This sustainable process is primarily initiated and managed by entrepreneurs who commercialize knowledge and trigger local endogenous growth factors.

Keywords: Regional development, sustainability, innovation, Canvas model.

JEL Classification: O39, R11.



Úvod

V priebehu posledných dvoch desaťročí prešla teória a prax regionálneho ekonomického rozvoja zásadným posunom. Strategický význam tejto zmeny spočíva v prechode od dôrazu na exogénne (vonkajšie) faktory k rastúcemu zameraniu na endogénne (vnútorné) faktory, ako sú podnikanie, inovácie, líderstvo a inštitucionálna kapacita. Ako ukázali práce [1, 2, 3, 4], táto transformácia je reakciou na obmedzenia tradičných neoklasických modelov a na zmenené podmienky spôsobené globalizáciou a štrukturálnymi zmenami. Vlados et al. [2] tento posun charakterizujú ako prechod od tradičnej regionálnej analýzy k dynamike lokálneho rozvoja, ktorá je schopná lepšie interpretovať a navrhovať governance riešenia vychádzajúce z potenciálu miestneho rozvoja, inovácií a podnikania.

Tvorcovia politik v tomto novom, nestabilnom globálnom prostredí čelia dileme, ktorú opísali Stimson, Stough a Roberts [1]. Na jednej strane stoja želané výsledky regionálneho rozvoja, ako sú tvorba pracovných miest a bohatstva, na druhej strane sú to procesy, ktoré tieto výsledky vytvárajú. Zosúladiť tieto dva aspekty je čoraz náročnejšie, pretože vonkajšie faktory, ako zahraničná konkurencia, čoraz viac ovplyvňujú rozhodovacie procesy na regionálnej úrovni. To si vyžaduje nové, flexibilnejšie a na vnútorné zdroje zamerané prístupy.

Cieľom tohto príspevku je zmapovať evolúciu myslenia v oblasti regionálneho rozvoja, analyzovať kľúčové prvky a identifikovať meniaci sa model regionálneho rozvoja v kontexte udržateľnosti.

1. Metodika

Primárnou metódu príspevku je analyticko-syntetická metóda, prostredníctvom ktorej sme mapovali teoretické charakteristiky v oblasti regionálneho rozvoja. Analýza poukazuje jednotlivé prístupy k modelom a teóriám regionálneho rozvoja a identifikuje posun paradigmy, kľúčové faktory a konceptualizáciu udržateľného rozvoja v rámci nového meniaceho sa prístupu a modelovaniu rozvoja regiónov. Syntézou, dedukciou a sumarizáciou týchto zistení bol spracovaný prehľad regionálneho rozvoja vyúsťujúci do modelu regionálneho rozvoja v kontexte udržateľnosti prostredníctvom inovatívneho podnikateľského modelu CANVAS [5, 6]. Na spracovanie príspevku boli použité osobitné funkcionality Microsoft a Google.

2. Regionálny rozvoj

Tradičný prístup k regionálnemu rozvoju sa sústredili na produkčnú funkciu regiónu, kde je produkcia funkciou dvoch základných vstupov, a to kapitálu a práce. Tento neoklasický model bol neskôr rozšírený o ďalšie faktory, ako je technológia alebo podnikanie. Tieto prístupy vychádzali z predpokladov homogenity výrobných faktorov, dokonalej funkčnosti cenového mechanizmu a kľúčovej úlohy akumulácie kapitálu. Predpokladalo sa, že v dlhodobom horizonte dôjde k prirodzenému



vyrovnávaníu ekonomických rozdielov medzi regiónmi prostredníctvom samoregulačných trhových síl.

Avšak nedokonalosti trhu a kumulatívne procesy môžu viesť aj k prehľbovaniu regionálnych disparít, kde výrobné faktory sú nehomogénne, trhy sú nedokonalé a cenový mechanizmus je narušený externalitami. Táto polarizačná teória tak pripúšťala, že okrem ekonomických faktorov zohrávajú kľúčovú úlohu aj sociálne, kultúrne a inštitucionálne faktory.

Kritika neoklasického prístupu však poukázala aj na jeho ďalšie zásadné obmedzenia, ako sú imobilita výrobných faktorov medzi krajinami, dokonalá konkurencia a statické chápanie technológií. Toto výrazne obmedzuje interpretovať moderné, globalizované a dynamické ekonomiky. Práve tieto zjavné nedostatky v schopnosti tradičných modelov vysvetliť pretrvávajúcu divergenciu regiónov vytvorili intelektuálny priestor pre novú vlnu teórií zameraných na endogénne faktory, ktoré sa stali dominantnými v nasledujúcom období.

Teoretické modely regionálneho rozvoja boli vždy úzko prepojené s dominantnými paradigmami hospodárskej politiky. Pochopenie týchto politických posunov je strategicky dôležité, pretože priamo formovali ciele, nástroje a celkovú filozofiu, s akou vlády pristupovali k regionálnym nerovnostiam. Tieto politické a strategické zmeny, spolu s rastúcim vplyvom globalizácie vytvorili priestor pre vznik nových teórií regionálneho rastu, ktoré sa už nespoliehali na vonkajšie intervencie, ale hľadali zdroje dynamiky vo vnútri samotných regiónov [1, 2, 3, 4].

3. Model regionálneho rozvoja v kontexte udržateľnosti

Teoretické koncepty novej teórie rastu nachádzajú svoj empirický odraz vo faktoroch ako postoje a hodnoty (kultúra experimentovania), komunikácia a siete, rozmanitosť a široko založené líderstvo sú v podstate praktickým prejavom fungovania endogénnych procesov na lokálnej úrovni. Predstavujú "mäkkú" infraštruktúru, ktorá umožňuje regiónom generovať a absorbovať inovácie, a tým si budovať udržateľnú konkurencieschopnosť. Nové teórie rastu tak poskytujú možnosť budovať robustnejší teoretický rámec pre pochopenie, prečo sú vnútorné zdroje a kapacity rozhodujúce a tvorba politík sa zameriava na vytváranie modelov a nástrojov, ktoré dokážu tieto abstraktné faktory uchopiť a cielene rozvíjať.

Nové koncepty modelov regionálneho rozvoja dopĺňajú "inovačné prostredie, tvorené tromi kľúčovými zložkami: know-how (technické a organizačné zručnosti), pravidlá (formálne a neformálne normy, dôvera) a relačný kapitál (siete a vzájomná znalosť aktérov).

Tieto moderné rámce sú v súlade s prechodom od "top-down" (zhora-nadol) k "bottom-up" (zdola-nahor) prístupom v rozvojovej politike.

Strategický odklon od tradičných prístupov k regionálnemu rozvoju sa nesnaží iba zmieriňovať nevýhody zaostávajúcich regiónov, smerom k proaktívnemu



budovaniu vnútorných kapacít a konkurencieschopnosti, sa stal ústredným bodom modernej praxe. Cieľom už nie je len dotovať, ale investovať do faktorov, ktoré regiónom umožnia dlhodobo prosperovať.

Tento posun paradigmy výstižne sumarizuje porovnanie vypracované OECD. V praxi sa táto nová paradigma premieta do konkrétnych politických iniciatív [1, 2, 3, 4]. Cavaye [3] identifikoval niekoľko kľúčových smerov pre komunity, ktoré ilustrujú tento prístup zameraný na budovanie kapacít:

- Spolupráca viacerých komunít
- Inovácie v riadení (governance)
- Podnikateľské inkubátory a klastre
- Podnikanie mládeže
- Inovatívne partnerstvá

Neoddeliteľnou súčasťou novej paradigmy je aj udržateľný rozvoj. Kým tradičný rastový model bol založený na maximalizácii zisku a predpoklade dominancie človeka nad prostredím, model udržateľnosti sa zameriava na dlhodobý udržateľný rast, ochranu zdrojov a uznáva vzájomnú závislosť medzi človekom a prostredím. To predstavuje kvalitatívny posun od čisto kvantitatívneho rastu k rozvoju, ktorý je ekonomicky životaschopný, sociálne spravodlivý a environmentálne zodpovedný. Aj keď je trend jasný, nová paradigma čelí ďalším výzvam.

Niektoré výzvy sú špecifické pre typ regiónu, ako je ziskovosť a udržateľnosť poľnohospodárstva, demografické zmeny v regiónoch životného štýlu z morských alebo stromových zmien a podpora rýchleho rastu prímestských oblastí. Ďalšie výzvy sú zdieľané naprieč regiónmi:

- migrácia mládeže,
- starnúce populácie,
- posuny od služieb k znalostným ekonomikám,
- globalizácia, a
- Nedostatok zručností [4].

Tieto výzvy prispievajú k spoločným kľúčovým súborom problémov:

- Infraštruktúra – nielen fyzická a sociálna infraštruktúra, ale aj postojová a intelektuálna "infraštruktúra", ktorá pomáha regionálnym ľuďom riadiť zmeny a podporovať inovácie;
- Ekonomická základňa – rozvoj a diverzifikácia ekonomickej základne komunít a vytváranie nových ekonomických možností;
- Majetok – ochrana a rozvoj majetku: ekonomické, sociálne, ľudské, environmentálne a kultúrne aktíva;

- Vedenie – Rozvoj kapacít pre plánovanie a rozhodovanie, vrátane koordinácie a riadenia; a
- Podpora – Zabezpečiť, aby komunity mali podporu a služby [4].

Tieto otázky sú zodpovednosťou rôznych aktérov, ktorí majú potenciál prispieť a niekedy aktívne bránia inovačným schopnostiam. Rozmanitosť a zložitosť výziev znamená, že žiadna organizácia ich nedokáže riešiť. Medzi zúčastnenými sú:

- Všetky úrovne vlády;
- Komunitné organizácie;
- Univerzity
- Výskumné organizácie
- Výskumné a vývojové subjekty
- Priemyselné organizácie a korporácie
- Miestne podniky a obchodné skupiny
- Skupiny prírodných zdrojov a regionálne orgány [4].

Úsilie týchto aktérov presahuje transakčné programy, ktorých cieľom nie sú len inovácie, ale aj charakteristiky inovatívnych komunít [4], ako:

- Postoje a hodnoty – kultúra experimentovania a kreativity,
- Komunikácia a siete – jednoduchosť zdieľania informácií a myšlienok a vytváranie silných sietí na diskusiu a podporu akcie,
- Diverzita – mať rôzne perspektívy a prijímať kreativitu, ktorá môže vzniknúť interakciou medzi rôznymi sektormi komunity,
- Funkčné organizácie a usporiadania na diskusiu – s rozšírenými riadiacimi opatreniami a otvorenými participatívnymi možnosťami komunitnej diskusie,
- Široko založené vedenie – efektívne zdieľané vedenie a schopnosť riadiť miestnu politiku,
- Ľudia so zručnosťami a vedomosťami – vrátane silných medziľudských a neformálnych zručností,
- Prístup k zdrojom, infraštruktúre a aktívam – spôsoby redefinovania miestnych aktív a prístupu k vhodným zdrojom,
- Prístup k odborným znalostiam a spojencom – budovanie vzťahov s kľúčovými informovanými ľuďmi v komunite aj mimo nej, a



- Spolupráca a partnerstvo – rozvíjanie spolupráce v rámci komunity a s vonkajšími "spojencami" [1, 2, 3, 4].

Avšak napriek angažovanosti všetkých aktérov, ideálny proces regionálnej dynamiky, predstavujúci udržateľný model regionálneho rozvoja (viď. obrázok 1), je aj tak primárne iniciovaný a riadený podnikateľmi, ktorí preberajú riziká a komercializujú znalosti, čím spúšťajú lokálne endogénne faktory rastu. Tento prístup zohľadňuje najefektívnejší mechanizmus pre generovanie regionálnych inovácií, bohatstva a dosiahnutie udržateľného rozvoja a dlhodobého rastu.

Kľúčový partneri	Kľúčové zdroje	Hodnota	Budovanie vzťahov	Zákaznícke segmenty
Lídri Vlády a komunitné skupiny Školy, Univerzity a vzdelávacie inštitúcie Podniky a organizácie	Endogénne faktory a zdroje regiónu Ľudský kapitál Know-how Inovačné prostredie	Dosiahnutie udržateľného rozvoja a dlhodobého rastu Tvorba pracovných miest a bohatstva, zvyšovanie príjmov Zlepšenie kvality života a sociálnej/finančnej rovnosti Prechod na znalostnú ekonomiku	úrovňami vlády pre integrované riadenie Budovanie sociálneho kapitálu Podpora podnikov a klastrov Budovanie inštitucionálneho prostredia	Ekonomicke aktéri - firmy, rezidenti, návštevníci Lokálne/sociálno-priestorové entity, komunity Podnikatelia a podnikové systémy Komunity
	Kľúčové aktivity		Distribúcia	
	Podpora podnikania a podnikateľskej dynamiky Podpora inovácií a zavádzania nových technológií Identifikácia a akumulácia regionálnych kľúčových kompetencií Budovanie inštitucionálnej kapacity a schopností Integrované riadenie Rozvoj trhového spravodajstva a riadenia rizík		Regionálne ekonomické rozvojové stratégie a politiky Programy na budovanie lokálneho podnikateľského povedomia a kapacít Budovanie flexibilnej strategickej infraštruktúry Inovatívne modely poskytovania služieb	

Obrázok 1 : Model regionálneho rozvoja v kontexte udržateľnosti

Zdroj: vlastné spracovanie

Záver

Teória a prax regionálneho rozvoja prešli za posledné dve desaťročia zásadným strategickým posunom, od exogénnych zásahov k endogénnym procesom. Nový pohľad na model regionálneho rozvoja v kontexte udržateľnosti poskytuje robustnejší teoretický rámec, ktorý uznáva, že kľúčové zdroje a kapacity sú rozhodujúce pre udržateľnú konkurencieschopnosť. Udržateľný rozvoj vyžaduje kvalitatívny posun, ktorým sa zabezpečí, že rast je nielen ekonomický, ale aj sociálne orientovaný a environmentálne zodpovedný. Kľúčové faktory úspechu spočívajú v budovaní inovatívnych komunit a mäkkej infraštruktúry regiónu. Efektívny rast regiónu si však vyžaduje koordináciu a spoluprácu všetkých aktérov, kde riziká a komercializáciu znalostí na seba preberajú podnikatelia a lídri regiónu. Tento mechanizmus sa považuje za najefektívnejší pre generovanie regionálnych inovácií, bohatstva a dlhodobého udržateľného rastu.

Grantová podpora

Príspevok bol spracovaný v rámci riešenia projektu VEGA 1/0513/25 Biznis model inovácií založených na princípe udržateľnosti.

Zoznam použitej literatúry

- [1] Stimson, R. J., & Stough, R. R. (2008). Changing approaches to regional economic development: Focusing on endogenous factors. *Financial Development and Regional Economies, Buenos aires*, 13-14.
- [2] Vlados, C., Deniozos, N., Chatzinikolaou, D., & Digkas, A. (2019). From traditional regional analysis to dynamics of local development: Foundations and theoretical reorientations. *International Journal of Regional Development*, 6(1), 1-38.
- [3] Cavaye, J. (2006). Understanding community development. *Cavaye Community Development*, 1, 1-19.
- [4] Čad (2018). Characteristics of regional and place-based innovation development. *Sidewaysthoughts* [online]. Dostupné na: <https://sidewaysthoughts.com/blog/2018/07/characteristics-of-regional-and-place-based-innovation-development/>
- [5] Loučanová, E., Olšiaková, M., & Štofková, J. (2022). Open business model of eco-innovation for sustainability development: Implications for the open-innovation dynamics of Slovakia. *Journal of Open Innovation: Technology, Market, and Complexity*, 8(2), 98.
- [6] Janošková, P., Bajza, F., Repková-Štofková, K., Štofková, Z., & Loučanová, E. (2024). Business Models of Public Smart Services for Sustainable Development. *Sustainability*, 16(17), 7420.

HODNOTENIE STAVU A MOŽNOSTÍ ROZVOJA MESTSKEJ CIRKULÁRNEJ EKONOMIKY: IDENTIFIKÁCIA INDIKÁTOROV CIRKULÁRNEHO MESTA

ASSESSMENT OF THE STATUS AND OPPORTUNITIES FOR THE DEVELOPMENT OF THE URBAN CIRCULAR ECONOMY: IDENTIFICATION OF CIRCULAR CITY INDICATORS

Mariana Strenitzerová^{1,a}

¹ University of Žilina, Faculty of Operation and Economics of Transport and Communications, Univerzitná 8215/1, 010 26 Žilina (Slovak Republic)

^amariana.strenitzerova@uniza.sk

Abstrakt. Mestá majú globálne nadmerný vplyv na súčasnosť a budúcnosť spoločnosti, čo do značnej miery odôvodňuje veľké množstvo výskumných aktivít investovaných do rozvoja miest počas posledných dvoch desaťročí. V tomto kontexte došlo k rýchlemu nárastu záujmu o koncepty udržateľného, inteligentného, odolného, či cirkulárneho mesta, a o to, či a ako môže koncept obehového hospodárstva nahradiť lineárny model hospodárstva, ktorý v súčasnosti používame. Cieľom príspevku je priblížiť metodiku merania a hodnotenia výkonnosti miest v oblasti cirkulárnej ekonomiky, na príklade krajských miest SR stanoviť a vyhodnotiť jednoduchý súbor indikátorov cirkulárneho mesta.

Kľúčové slová: Mestská cirkulárna ekonomika, udržateľné mesto, inteligentné mesto, odolné mesto, cirkulárne mesto, indikátory cirkulárneho mesta.

Abstract. Cities have a globally disproportionate influence on the present and future of society, which largely justifies the extensive research activities invested in urban development over the past two decades. In this context, there has been a rapid increase in interest in the concepts of sustainable, smart, resilient, and circular cities, as well as in whether and how the concept of the circular economy can replace the linear economic model currently in use. The aim of this paper is to present a methodology for measuring and evaluating the performance of cities in the field of the circular economy and, using the example of regional cities in the Slovak Republic, to establish and assess a simple set of circular city indicators.



Keywords: Urban circular economy, sustainable city, smart city, resilient city, circular city, circular city indicators.

JEL Classification: R11, R58, Q56

Úvod

Mestá patria medzi najdôležitejších aktérov, ktorí môžu pozitívne ovplyvniť regionálny rozvoj, ak sa stanú cirkulárnymi. Existujú však výzvy, ktoré je potrebné riešiť, aby sa mestá mohli transformovať na cirkulárne mesto [1, 2]. Patrí medzi ne potreba technických inovácií, vytváranie novej alebo prepracovanie existujúcej infraštruktúry, pochopenie a využitie potenciálu nových obchodných modelov, riadenie prechodu na udržateľnejšie a spravodlivejšie obstarávanie, ako aj vývoj prístupov na motiváciu občanov k prijatiu udržateľného životného štýlu [3, 4]. Pri pohľade na to „ako dosiahnuť pokrok“ je zrejmé, že je potrebná spoločná spolupráca medzi rôznymi skupinami zainteresovaných strán v mestách – ako sú občania, podnikatelia, mimovládne organizácie, tvorcovia politik a akademická obec [5].

Pojmy „udržateľné mesto“, „inteligentné mesto“, „odolné mesto“ a „cirkulárne mesto“ predstavujú odlišné, ale čoraz viac sa prekrývajúce paradigmy rozvoja miest. Normy ISO 37122 a ISO 37123 poskytujú medzinárodne uznávané definície inteligentných a odolných miest, zatiaľ čo definície cirkulárnych a udržateľných miest sú odvodené z kombinácie medzinárodných rámcov, ako sú Ciele udržateľného rozvoja OSN, ISO 37101 a Deklarácia obehových miest. Čo majú tieto termíny spoločné a ako sa vzájomne dopĺňajú? Udržateľné mesto (s odkazom na ISO 37101:2016 a ciele udržateľného rozvoja OSN) je mesto, ktoré dosahuje environmentálnu, sociálnu a ekonomickú udržateľnosť, čím zlepšuje kvalitu života bez toho, aby ohrozilo schopnosť budúcich generácií uspokojovať svoje potreby. Jeho kľúčovými charakteristikami sú: vyvážený rozvoj (sociálny, environmentálny, ekonomický), rovnosť a inklúzia, dlhodobé plánovanie a riadenie, opatrenia v oblasti klímy a ochrana biodiverzity. Pojem úzko súvisí s cieľom udržateľného rozvoja OSN č. 11: „Udržateľné mestá a komunity“. Existuje množstvo definícií inteligentného mesta; definícia používaná v rámci TC268 je však oficiálna definícia, ktorú odsúhlasila Technická riadiaca rada ISO. Inteligentné mesto je mesto, ktoré zvyšuje tempo, akým zabezpečuje výsledky v oblasti sociálnej, ekonomickej a environmentálnej udržateľnosti, a reaguje na výzvy, ako sú klimatické zmeny, rýchly rast populácie a politická a ekonomická nestabilita, a to zásadným zlepšením spôsobu, akým zapája spoločnosť, uplatňuje metódy kolaboratívneho vedenia, pracuje naprieč disciplínami a mestskými systémami a využíva dátové informácie a moderné technológie na poskytovanie lepších služieb a kvality života obyvateľom mesta (obyvateľom, podnikom, návštevníkom) teraz aj v dohľadnej budúcnosti bez nespravodlivého znevýhodňovania ostatných alebo degradácie prírodného prostredia. Inteligentné mesto (s odkazom na ISO 37122:2019) využíva digitálne technológie na zvýšenie výkonnosti, pohody a zníženie nákladov a spotreby zdrojov v celom meste. Zapája občanov a zlepšuje mestské služby (ako je energia, doprava a



verejné služby) pomocou informačných a komunikačných technológií (IKT). Odolné mesto (s odkazom na ISO 37123:2019) má schopnosť absorbovať, zotaviť sa a pripraviť sa na budúce otrasy (ekonomické, environmentálne, sociálne a inštitucionálne). Patria sem akútne otrasy (napr. zemetrasenia, záplavy) aj chronické stresy (napr. nezamestnanosť, starnúca infraštruktúra) [6]. Cirkulárne mesto (definícia mimo ISO, ale široko odkazované, napr. v Deklarácii o obehových mestách a Nadácii Ellen MacArthurovej) uplatňuje princípy cirkulárnej ekonomiky v mestskom kontexte [7]. Navrhuje elimináciu odpadu a znečistenia, udržiava produkty a materiály v prevádzke a regeneruje prírodné systémy s cieľom znížiť vplyvy na životné prostredie a zlepšiť kvalitu života. Jeho kľúčové charakteristiky sú: efektívne využívanie zdrojov, obehové dodávateľské reťazce a uzavreté systémy, udržateľná výstavba a urbanistické plánovanie, predchádzanie vzniku odpadu, opätovné použitie a recyklácia, zelené pracovné miesta a inovačné ekosystémy.

Dnes je potrebné aktívnejšie sa zaoberať integráciou existujúcich a nových technológií v oblasti cirkulárnej ekonomiky a implementáciou cirkulárnej ekonomiky v mestských oblastiach. Nová vízia pre inteligentné mestá, t. j. inteligentné cirkulárne mestá, môže poskytnúť účinný prostriedok na urýchlenie prechodu na model cirkulárnej ekonomiky. V snahe skombinovať súčasné pohľady na inteligentné mestá a cirkulárnu ekonomiku bola navrhnutá nasledujúca definícia inteligentných cirkulárnych miest [8, 9]. Inteligentné cirkulárne mesto využíva informačné a komunikačné technológie (IKT) na zlepšenie svojej obyvateľnosti, udržateľnosti a odolnosti a zároveň zmysluplne integruje princípy cirkulárnej ekonomiky do svojho digitálneho ekosystému s cieľom minimalizovať odpad a maximalizovať produktivitu a opätovné využitie zdrojov. Táto konvergencia technológií s cirkulárnou ekonomikou vytvára mestský systém, kde sa na optimalizáciu prevádzky a služieb mesta, ako aj spokojnosti, zdravia a pohody občanov využíva rozhodovanie založené na údajoch, efektívne využívanie energie, inteligentné dopravné systémy a prepojenia medzi digitálnym a fyzickým svetom. Okrem toho sú postupy cirkulárnej ekonomiky, ako je remanufacturing, digitalizácia materiálových/hodnotových tokov, mestská ťažba spolu so zapojením komunity, integrované do technologickej chrbtice mesta s cieľom posunúť sa smerom k udržateľnému, odolnému, zdravému a cirkulárnemu mestskému ekosystému. Konvergencia medzi technologickými faktormi a paradigmou cirkulárnej ekonomiky sa zohľadňuje aj na politickej/regulačnej úrovni, čím sa vytvára trvalý a prenosný model. V tomto zmysle môže takéto mesto dosiahnuť vyššiu úroveň udržateľnosti integráciou aspektov cirkulárnej ekonomiky a zároveň do určitej miery pomôcť urýchliť cirkulárnu transformáciu využitím výskumu inteligentných miest. Otázkou je: Ako merať a hodnotiť úroveň rozvoja mesta v oblasti udržateľnosti, inteligentnosti, odolnosti a cirkulárnej ekonomiky? Cieľom príspevku je priblížiť metodiku merania a hodnotenia výkonnosti miest v oblasti cirkulárnej ekonomiky. Na príklade krajských miest SR bol stanovený a vyhodnotený jednoduchý súbor indikátorov cirkulárneho mesta.



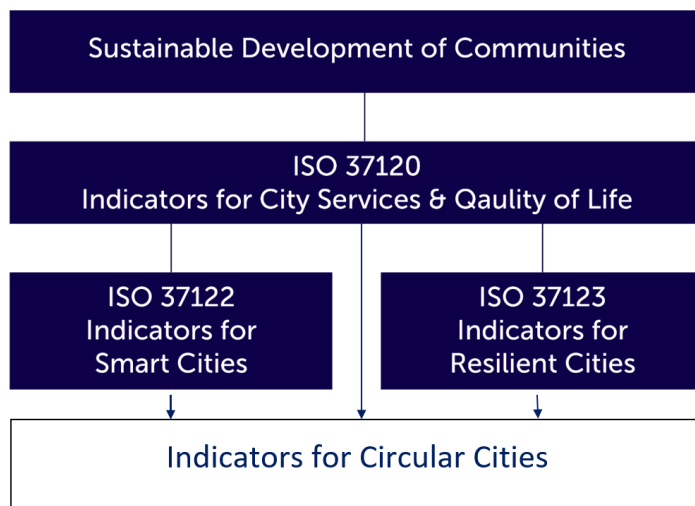
1. Štandardy merania a hodnotenia výkonnosti mesta

Mestá potrebujú ukazovatele na stanovenie svojej východiskovej hodnoty a na meranie a hodnotenie svojej výkonnosti. Monitorovanie a hodnotenie udržateľnosti, inteligentnosti, odolnosti a obehového hospodárstva v mestách zahŕňa:

- zber údajov, ich identifikáciu a prístup k nim;
- vývoj vhodných ukazovateľov a metrík za celé mesto, ako aj pre jednotlivé projekty;
- meranie a hodnotenie prínosov jednotlivých opatrení.

Údaje umožňujú lepšie plánovanie, rozhodovanie a podnecujú ambicióznejšie opatrenia v mestách. Monitorovanie opatrení a cieľov poskytuje mestám prehľad o ich aktivitách a umožňuje im vyhodnotiť vplyv súčasných iniciatív a ich potenciál na splnenie cieľov a zvýšenie udržateľnosti, inteligentnosti, odolnosti a obehového hospodárstva v meste.

Na riešenie týchto výziev sa vyvíja nová séria medzinárodných noriem, ktoré poskytujú štandardizované ukazovatele umožňujúce jednotný prístup k tomu, čo sa meria a ako sa má toto meranie vykonávať (obrázok 1). Norma *ISO 37120:2018 Udržateľné mestá a obce – Ukazovatele mestských služieb a kvality života* definuje a stanovuje metodiky pre súbor ukazovateľov na riadenie a meranie výkonnosti mestských služieb a kvality života. Riadi sa zásadami stanovenými v norme *ISO 37101 (Udržateľné mestá a obce)*. Obsahuje 104 kľúčových ukazovateľov výkonnosti (KPI) v 19 témach (hospodárstvo, vzdelávanie, energetika, životné prostredie a klimatické zmeny, financie, riadenie, zdravie, obyvateľstvo a sociálne podmienky, rekreácia, bezpečnosť, tuhý odpad, šport a kultúra, telekomunikácie, doprava, mestské/miestne poľnohospodárstvo a potravinová bezpečnosť, mestské plánovanie, odpadová voda, voda) [6].



Obrázok 1: Vzťah medzi skupinou štandardov mestských ukazovateľov
Zdroj: vlastné spracovanie podľa [6].

Norma ISO 37122 – Ukazovatele pre inteligentné mestá špecifikuje a stanovuje metodiky pre súbor ukazovateľov pre inteligentné mestá (20 sektorov, 81 ukazovateľov). Norma ISO 37123:2019 Ukazovatele pre odolné mestá - ukazovatele sú štruktúrované podľa rôznych sektorov a služieb poskytovaných mestami. Ukazovatele možno usporiadať aj podľa procesu riadenia rizík, procesu riadenia katastrof, cieľov udržateľného rozvoja a Sendaiského rámca pre znižovanie rizika katastrof 2015-2030 [6].

1.1 Ukazovatele pre cirkulárne mestá

Niekoľko výskumov viedlo k vytvoreniu ďalších zoznamov ukazovateľov na monitorovanie a hodnotenie výkonnosti miest v oblasti cirkulárnej ekonomiky [10]. Podľa správy Circular City Declaration z roku 2024 viac ako dve tretiny signatárskych miest vyvinulo alebo vyvíja súbor cirkulárnych ukazovateľov. Bolo identifikovaných 69 % miest, ktoré už využívajú alebo sa zúčastňujú na projektoch na zlepšenie kvality údajov o cirkulárnej ekonomike vo svojich mestách. Využívanie existujúcich spoločných rámcov a nástrojov je však nízke: 36 % signatárskych miest je bez meracieho rámca, 43 % miest využíva rámec vyššej úrovne (regionálna alebo národná úroveň, monitorovací rámec EÚ) a len 19 % používa rámec merania mestskej cirkularity (CityLoops, CCRI) [7].

Vytvorenie metodiky merania a hodnotenia výkonnosti mesta je však náročná úloha. V súčasnosti chýbajú dostupné údaje na úrovni miest, ktoré sa spoliehajú na zmenšovanie národných údajov a vyžadovanie súkromných údajov. Existujúce ukazovatele však často nie sú štandardizované, konzistentné ani porovnateľné v priebehu času alebo medzi mestami. V súčasnosti len niekoľko miest zdieľa

stratégie, ktoré zahŕňajú kvantifikovateľné ciele pre celé mesto v oblasti udržateľnosti, inteligentnosti, odolnosti a cirkulárnej ekonomiky.

1.2 Hodnotenie úrovne a výkonnosti krajských miest SR v oblasti cirkulárnej ekonomiky

Mestá zohrávajú v procese implementácie princípov cirkulárnej ekonomiky významnú úlohu, keďže sú centrami ekonomických aktivít, spotreby zdrojov a produkcie odpadu. Krajské mestá Slovenskej republiky majú osobitné postavenie v regionálnom rozvoji, keďže fungujú ako administratívne, hospodárske a inovačné uzly jednotlivých regiónov. Úroveň a výkonnosť týchto miest v oblasti cirkulárnej ekonomiky preto výrazne ovplyvňuje nielen ich vlastný udržateľný rozvoj, ale aj rozvoj širšieho regionálneho zázemia. Cieľom tohto článku je hodnotenie úrovne a výkonnosti krajských miest Slovenskej republiky v oblasti cirkulárnej ekonomiky prostredníctvom vybraných indikátorov. Analýza sa zameriava na identifikáciu rozdielov medzi jednotlivými mestami, posúdenie ich silných a slabých stránok a na zhodnotenie miery, do akej implementujú princípy cirkulárnej ekonomiky v praxi. Výsledky článku môžu slúžiť ako podklad pre tvorbu verejných politík, strategických dokumentov a opatrení zameraných na podporu udržateľného mestského a regionálneho rozvoja.

Zdroje údajov:

- Eurostat – Data – Statistical themes – Circular economy – Database – CE indicators;
- Databázy Štatistického úradu SR: DATAcube - Mestská štatistika SR – Krajské mestá;
- Výročné správy krajských miest;
- Ostatné dokumenty miest, napr.: *Plán spoločenskej zodpovednosti* na rok 2025 za mesto Žilina, *Vyhodnotenie plánu spoločenskej zodpovednosti* za rok 2024 za mesto Žilina, *Spoločný Program hospodárskeho rozvoja a sociálneho rozvoja mesta Žilina* a obcí Bitarová, Divinka, Horný Hričov, Hôrky, Lietavská Lúčka, Mojš, Ovčiarsko, Teplička nad Váhom, Višňové 2023 – 2032;
- Rozhovory so zástupcami mestského zastupiteľstva a zamestnancami mesta;
- Výročné správy dopravných podnikov jednotlivých krajských miest;
- www.imhd.sk;
- CIVITAS - program, ktorý pomáha Európskej komisii dosiahnuť ciele v oblasti mobility a dopravy, ciele Európskej zelenej dohody;
- *Cirkulárne mapy krajských miest.*



Ukazovatele boli navrhnuté v rámci štyroch tematických oblastí: Odpadové a vodné hospodárstvo, Mobilita a sharing, Digitalizácia a informačná spoločnosť, Cirkulárne služby (vychádzajúce z cirkulárnej mapy krajských miest). Z hľadiska porovnateľnosti údajov za jednotlivé mestá, boli vybrané ukazovatele prepočítané na 1000 resp. 10000 obyvateľov, podľa významu ukazovateľa (Tabuľka 1). Každá oblasť bola vyhodnotená pomocou sady kvantitatívnych indikátorov normalizovaných na škálu 0–100. Celkový index cirkulárneho mesta bol vypočítaný ako aritmetický priemer indexov jednotlivých oblastí.

Tabuľka 1: Výpočet indexu mestskej cirkulárnej ekonomiky– vstupné údaje

Mesto	BA	BB	KE	NR	PO	TN	TT	ZA	Trend vývoja
Indikátor									
Odpady a voda									
celková spotreba vody (m ³ /osoba)	62,9	52	43,1	61,9	42,3	45,8	54,9	50,8	↓
množstvo komunálneho odpadu (kg/osoba)	403	506,8	391,6	585,6	436	481,6	568,6	476,1	↓
podiel obyvateľov zásobovaných vodou z verejných vodovodov (%)	100	99,3	99	94,4	75,7	95,7	92,9	95,2	↑
podiel obyvateľov napojených na verejnú kanalizačnú sieť (%)	99,5	84	98,2	72,7	65,6	82,5	85,5	75,9	↑
podiel obyvateľov napojených na verejnú kanalizačnú sieť s ČOV (%)	99,5	81,4	98,2	72,7	65,7	82,6	85,5	75,9	↑

Mesto	BA	BB	KE	NR	PO	TN	TT	ZA	Trend vývoja
Indikátor									
Mobilita & sharing									
Registrované súkromné osobné autá na 1000 obyvateľov	385,6	350,2	332,9	392,5	305,9	367,3	408,8	344,2	↓
Počet prevádzkových vozidiel MHD na 10000 obyvateľov	22,52867713	23,25486516	13,8145012	67,15386135	11,62762233	7,943838906	17,09401709	47,84629378	↑
Počet najazdených km MHD na 10000 obyvateľov	1223736,006	525614,35	590625,8103	500362,1042	555800,3476	354516,9038	0	481503,2957	↑
Počet cestujúcich, počet prepravených osôb MHD na 10000 obyvateľov	5935028,693	1236859,641	3384910,452	3686878,662	4642726,004	1047478,293	1899335,233	3256597,182	↑
Počet zdieľaných bicyklov na 10000 obyvateľov	4,171977246	0	0	0	24,47920492	0	19,15163026	24,29694606	↑
Dĺžka cyklistickej siete (km)	187,3	1,93	195,71	34,8	32,8	41,33	29,32	15	↑



pokračovanie tabuľky 1

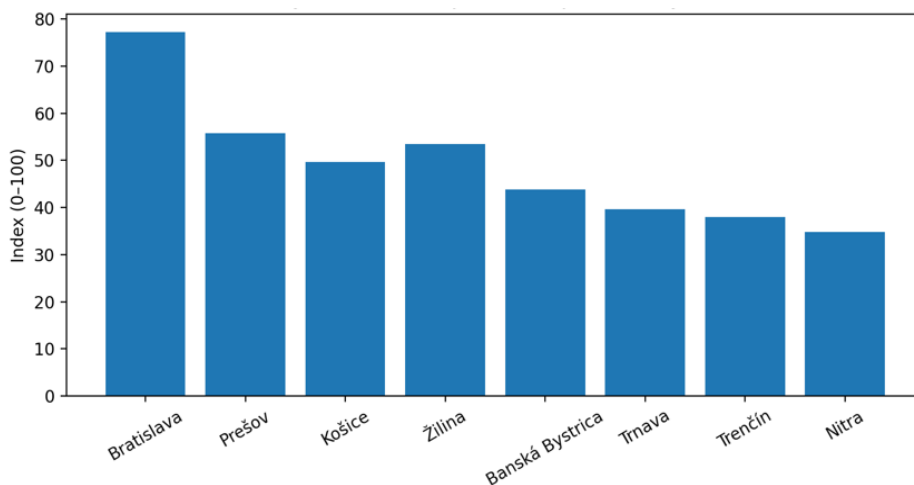
Mesto	BA	BB	KE	NR	PO	TN	TT	ZA	Trend vývoja
Indikátor									
Digitalizácia a informačná spoločnosť									
domácnostiam s prístupom na internet z domu (%)	94,3	89,3	91	89,3	88,5	89,1	90,6	91,3	↑

Mesto	BA	BB	KE	NR	PO	TN	TT	ZA	Trend vývoja
Indikátor									
Cirkulárne služby - cirkulárna mapa mesta									
<u>Zero waste</u> - obchody na 10000 obyvateľov	1,522771695	4,079800906	0,402364113	1,843439331	3,059900614	0,923702198	1,741057297	2,242795021	↑
<u>Second-handly, upcyklované</u> oblečenie na 10000 obyvateľov	0,688376246	0,543973454	0,536485484	1,053393903	2,325524467	0,923702198	1,107945552	0,498398894	↑
Zberné miesta na 10000 obyvateľov	6,591724049	10,0635089	2,727134542	3,686878662	2,93750459	8,313319786	3,482114593	2,616594191	↑
<u>Car & Bike sharing</u> na 10000 obyvateľov	2,795224755	0	0,044707124	2,106787807	6,242197253	0	0,158277936	2,491994468	↑
Servisy/ opravovne na 10000 obyvateľov	3,358441683	6,93566154	2,727134542	1,711765093	7,466157499	4,249030113	4,115226337	1,619796404	↑
Požičovne na 10000 obyvateľov	0,896975108	3,263840725	1,296506585	1,053393903	2,080732418	1,477923517	1,266223488	2,242795021	↑
Komunitné kompostoviská na 10000 obyvateľov	1,042994312	0,135993364	0	0,131674238	0,489584098	0	0	0,37379917	↑
Komunitné záhrady na 10000 obyvateľov	0,417197725	0,135993364	0	0,263348476	0,489584098	0	0,158277936	0	↑
Knižnice, antikvariáty, knižné budovy na 10000 obyvateľov	1,731370557	0,135993364	0	0,65837119	0,244792049	2,032144837	0,316555872	1,495196681	↑

Zdroj: vlastné spracovanie

1.3 Celkový index cirkulárneho mesta

Obrázok 2 znázorňuje porovnanie celkového indexu mestskej cirkulárnej ekonomiky medzi hodnotenými krajskými mestami SR. Najvyššie skóre dosiahla Bratislava, ktorá výrazne dominuje najmä v oblasti digitalizácie a mobility. Prešov a Žilina dosahujú vyrovnané výsledky vďaka silným cirkulárnym službám a environmentálnym ukazovateľom. Naopak, Nitra, Trenčín a Trnava vykazujú nižšie hodnoty indexu, najmä v oblasti mobility a zdieľaných služieb.

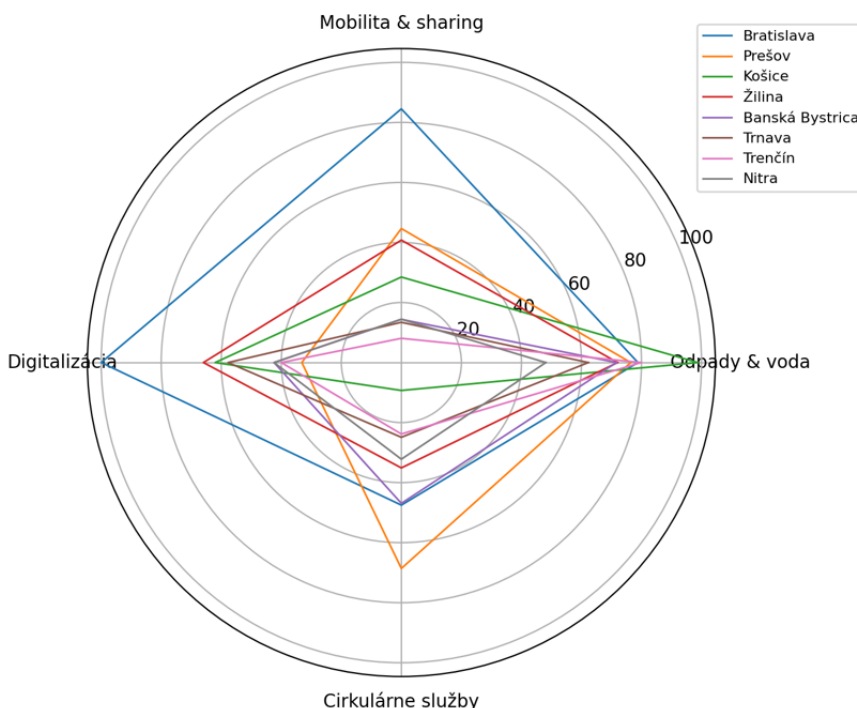


Obrázok 2: Celkový index mestskej cirkulárnej ekonomiky – krajské mestá SR

Zdroj: vlastné spracovanie

1.4 Profil oblastí mestskej cirkulárnej ekonomiky

Obrázok 3 poskytuje komplexný pohľad na profil jednotlivých miest v rámci štyroch hodnotených oblastí. Umožňuje identifikovať silné a slabé stránky miest a poukazuje na rozdielne trajektórie rozvoja cirkulárnej ekonomiky. Kým niektoré mestá vynikajú v technickej a digitálnej infraštruktúre, iné profitujú z rozvinutých komunitných a zdieľaných foriem spotreby.



Obrázok 3: Profil mestskej cirkulárnej ekonomiky – porovnanie oblastí

Zdroj: vlastné spracovanie

Záver

Výsledky potvrdzujú, že miera rozvoja cirkulárnej ekonomiky v mestách SR je výrazne diferencovaná. Zatiaľ čo väčšie mestá profitujú zo silnej infraštruktúry a inštitucionálnej kapacity, menšie mestá vykazujú potenciál najmä v oblasti komunitných a lokálnych cirkulárnych iniciatív. Metodika použitá v tomto hodnotení umožňuje transparentné a porovnateľné posúdenie výkonnosti miest a môže slúžiť ako analytický nástroj pre tvorbu mestských politík a stratégií udržateľného rozvoja.

Grantová podpora

Príspevok bol spracovaný v rámci riešenia projektu VEGA 1/0333/24 Inovatívne biznis modely v mestskej cirkulárnej ekonomike.

Zoznam použitej literatúry

- [1] Strenitzerová, M. (2022). Cirkulárna ekonomika z pohľadu mestskej infraštruktúry. In: Rozvoj Euroregiónu Beskydy 16: diagnostika spoločensko-ekonomických podmienok podnikania, rozvoja regiónov, miest a obcí: zborník vedeckých príspevkov. - 1. vyd. - Žilina: Žilinská univerzita v Žiline, 2022. - ISBN 978-80-554-1937-4 (online). - s. 183-194



- [2] Strenitzerová, M. (2023). Udržateľnosť v meste Žilina: angažovanosť mesta a občanov na aktivitách mestskej cirkulárnej ekonomiky. In: Rozvoj Euroregiónu Beskydy 17: aktuálne otázky ekonomiky a manažmentu miest a regiónov: zborník vedeckých príspevkov. – 1. vyd. – Žilina (Slovensko): Žilinská univerzita v Žiline, 2023. – ISBN (elektronické) 978-80-554-2058-5, s. 213-224
- [3] Strenitzerová M. (2024). Inovatívne modely cirkulárneho mesta. In: Rozvoj Euroregiónu Beskydy 18: Výzvy 21. storočia a regionálne stratégie: zborník vedeckých príspevkov. – 1. vyd. – Žilina (Slovensko): Žilinská univerzita v Žiline, 2024. – ISBN (elektronické) 978-80-554-2165-0, s. 163-171
- [4] Čorejová, T., Haľamová E., Madleňák R., & Neszmelyi G. I. (2021). The concept of smart city and the perceptions of urban inhabitants: a case study from Žilina, Slovakia. In: Hungarian Geographical Bulletin [print, electronic]. - ISSN 2064-5031. - Roč. 70, č. 2 (2021), s. 113-128
- [5] Circular Economy Guidebook for Cities. Dostupné na: <https://www.cscp.org/publications/ce-guidebook-cities/>
- [6] WCCD ISO 37120 Series on city data. Dostupné na: <https://www.dataforcities.org/wccd-iso-37120-series-on-city-data>
- [7] Circular Cities Declaration Report 2024. Dostupné na: <https://circularcitiesdeclaration.eu/about/ccd-report>
- [8] Mylonas, G., Kalogeras, A., Petersen, S. A., Munoz, L., & Chatzigiannakis, I. (2024). When Circular Economy Meets the Smart City Ecosystem: Defining the Smart and Circular City. 2024 *Ieee International Smart Cities Conference, Iscc2*, P06024. <https://doi.org/10.1109/ISC260477.2024.11004284>
- [9] Serpanos, D., Munoz, L., & Chatzigiannakis, I. (2022). Smart and Circular Cities. *COMPUTER*, 55(12), 38–41. <https://doi.org/10.1109/MC.2022.3208843>
- [10] CIRCULAR CITY INDICATOR SET Deliverable 6.1. Nordland Research Institute, ICLEI, Metabolism of Cities, Capital Region Denmark, Wageningen Research. Dostupné na: https://cityloops.eu/fileadmin/user_upload/CityLoops_evaluation_framework_and_Circular_City_indicator_set.pdf

ZHODNOCOVANIE ODPADOV Z CIGARIET V UDRŽATEĽNÝCH ASFALTOVÝCH VOZOVKÁCH

CIGARETTE WASTE RECYCLING IN SUSTAINABLE ASPHALT ROADS

Martin Decký^{1,a}, Eva Remišová^{1,b} Martin Samek^{2,c}

¹ Katedra cestného a environmentálneho inžinierstva, Stavebná fakulta Žilinskej univerzity
v Žiline, Univerzitná 8215/1, 010 26 Žilina

² Správa ciest Bratislavského samosprávneho kraja, Čučoriedková 6, 827 12 Bratislava

^amartin.decky@uniza.sk, ^beva.remisova@uniza.sk, ^cmartin.samek@scbsk.s

Abstrakt. V článku sú uvedené poznatky z oblasti zhodnocovania priemyselných odpadov v konštrukciách udržiateľných vozoviek. Autori uvádzajú svoj návrh systémového prístupu zhodnocovania R-materiálov zo stavieb vozoviek s dôrazom za zhodnocovanie zmesných R-materiálov z asfaltových vozoviek. Sú tu prezentované teoretické základy možností zhodnocovania odpadov z cigariet, cigaretové náplne a ohorky, v obrusných vrstvách asfaltových vozoviek. Článok v rámci Slovenska prezentuje prvé výstupy pilotného projektu rehabilitácie vozovky cesty II/121 v Malinove prostredníctvom asfaltového koberca mastixového SMA (Stone Mastic Asphalt) s využitím cigaretových odpadov ako náhrady celulóзовých vlákien v asfaltovej zmesi SMA.

Kľúčové slová: udržiateľné vozovky, priemyselné odpady, zhodnocovanie odpadov, cigaretové filtre, cigaretové ohorky

Abstract. The article presents knowledge from the field of industrial waste recovery in sustainable road construction. The authors present their proposal for a system approach to the recovery of R-materials from road construction with an emphasis on the recovery of mixed R-materials from asphalt pavements. The theoretical foundations of the possibilities of recovering cigarette waste, cigarette butts and cigarette butts in the wearing courses of asphalt pavements are presented here. The article presents the first outputs of the pilot project for the rehabilitation of the road II/121 in Malinovo within Slovakia using a mastic asphalt carpet (stone mastic asphalt) with recycled cigarette waste as a substitute for cellulose fibers in the SMA asphalt mixture.

Keywords: sustainable pavements, industrial waste, waste recovery, cigarette filters, cigarette butts

JEL Classification: O3, Q2



Úvod

Princípy trvalo udržateľného rozvoja nadobúdajú čoraz väčší globálny význam v paradigmatickej zmene od lineárneho k cirkulárnemu systému výstavby pozemných komunikácií. Pozemnú komunikáciu tvorí cestné teleso a jej súčasti. Súčasti pozemných komunikácií, vrátane ich vozoviek, majú byť navrhnuté, postavené, spravované, udržiavané, recyklované, likvidované (dekomponované) za primeranú cenu, v primeranej kvalite, rešpektujúc relevantné požiadavky užívateľov, obyvateľov ich okolia a zásady trvalo udržateľného rozvoja, vrátane zásad cirkulárnej ekonomiky, počas celého ich životného cyklu. Udržateľné vozovky minimalizujú vplyv na životné prostredie znížením spotreby energie, neobnoviteľných prírodných zdrojov a súvisiacich emisií, pričom musia spĺňať všetky výkonnostné požiadavky a normy vo vzťahu k užívateľom ako aj obyvateľom ich okolia. Na dosiahnutie tejto minimalizácie musí cestné inžinierstvo zaujať holistický, kontextový prístup k životnému cyklu vozoviek. Cestné inžinierstvo 21. st. musí zahŕňať interdisciplinárne, globálne zavedené holistické prístupy k inovatívnym: stavebným materiálom a technológiám výstavby ciest, aplikáciám BIM v systémoch výstavby a riadenia ciest, cestám s nízkou hlučnosťou a nízkymi emisiami, materiálom prispôsobivým klíme a energeticky úsporným cestným technológiám, pričom sa zabezpečí požadovaná prevádzková schopnosť a bezpečnosť. Autori tejto širokej problematiky venujú významnú výskumnú [1] až [4], edukačnú ako aj publikačnú pozornosť (obr.1).



Obrázok 1: Pohľady na obálky knižných publikácií autorov z oblasti udržateľných vozoviek pozemných komunikácií

V poslednom období sa podrobnejšie zameriavajú na problematiku zhodnocovania priemyselných odpadov v konštrukciách vozoviek.



Podľa zákona č. 79/2015 Z. z. [5] **zhodnocovanie odpadu** je činnosť, ktorej hlavným výsledkom je prospešné využitie odpadu za účelom nahradiť iné materiály vo výrobnej činnosti alebo v širšom hospodárstve, alebo zabezpečenie pripravenosti odpadu na plnenie tejto funkcie.

1. Možnosti zhodnocovania priemyselných odpadov

Priemyselný odpad je podľa [6] odpad z rôznych procesov výroby. Patria sem napríklad: kaly, zvyšky produktov, prach z pecí, trosky a popol. Väčšina priemyselného odpadu pochádza z troch typov priemyselných odvetví: metalurgický, nemetalurgický a potravinársky priemysel. Priemyselný odpad sa môže v jednotlivých odvetviach líšiť podľa použitých surovín, výrobných procesov a výstupných produktov [7]. Priemyselné odpady predstavujú vyše 80 % množstva všetkých odpadov vyprodukovaných na Slovensku.

Tabuľka 1: Príloha č. 1 k zákonu č. 79/2015 Z. z. o kategorizácii zhodnocovania odpadov

Kód	Zhodnocovanie odpadu
R1	Využitie najmä ako palivo alebo na získavanie energie iným spôsobom
R2	Spätné získavanie alebo regenerácia rozpúšťadiel
R3	Recyklácia alebo spätné získavanie organických látok, ktoré nie sú používané ako rozpúšťadlá (vrátane kompostovania a iných biologických transformačných procesov)
R4	Recyklácia alebo spätné získavanie kovov a kovových zlúčenín
R5	Recyklácia alebo spätné získavanie ostatných anorganických materiálov
R6	Regenerácia kyselín a zásad
R7	Spätné získavanie komponentov používaných pri odstraňovaní znečistenia
R8	Spätné získavanie komponentov z katalyzátorov
R9	Prečisťovanie oleja alebo jeho iné opätovné použitie
R10	Úprava pôdy na účel dosiahnutia prínosov pre poľnohospodárstvo alebo na zlepšenie životného prostredia
R11	Využitie odpadov vzniknutých pri činnostiach R1 až R10
R12	Úprava odpadov určených na spracovanie niektorou z činností R1 až R11
R13	Skladovanie odpadov pred použitím niektorej z činností R1 až R12 (okrem dočasného uloženia pred zberom na mieste vzniku)

Priemyselný odpad je odpad produkovaný priemyselnou činnosťou zahŕňajúcou akýkoľvek materiál, ktorý sa stane nepoužiteľným počas výrobného procesu, ako sú



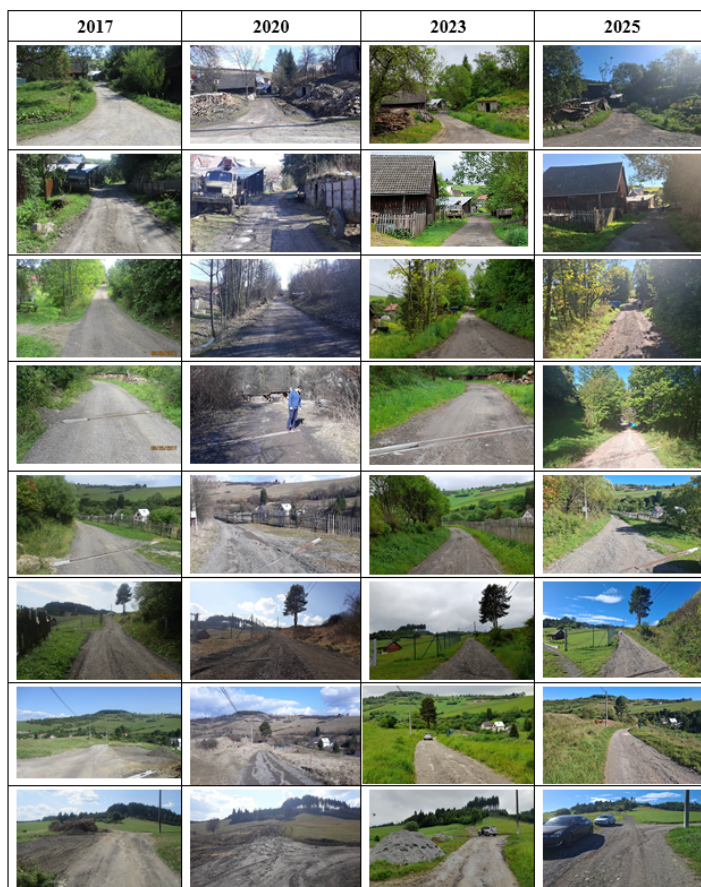
továrne, mlyny a banské prevádzky. Medzi typy priemyselného odpadu podľa [8] patrí:

- zemina a štrk,
- murivo a betón,
- kovový šrot,
- olej, rozpúšťadlá a chemikálie,
- zvyšky dreva,
- rastlinný odpad z reštaurácií.

Priemyselný odpad môže byť v pevnej, polotuhej alebo kvapalnej forme, môže znečisťovať blízku pôdu alebo priľahlé vodné plochy a kontaminovať podzemné vody, jazerá, potoky, rieky alebo pobrežné vody [9]. Priemyselný odpad sa často mieša s komunálnym odpadom, čo sťažuje presné odhady. Odhad pre USA dosahuje až 7,6 miliardy ton priemyselného odpadu vyrobeného ročne, v roku 2017 [10].

2. Systémový prístup zhodnocovania zmesného asfaltového R-materiálu

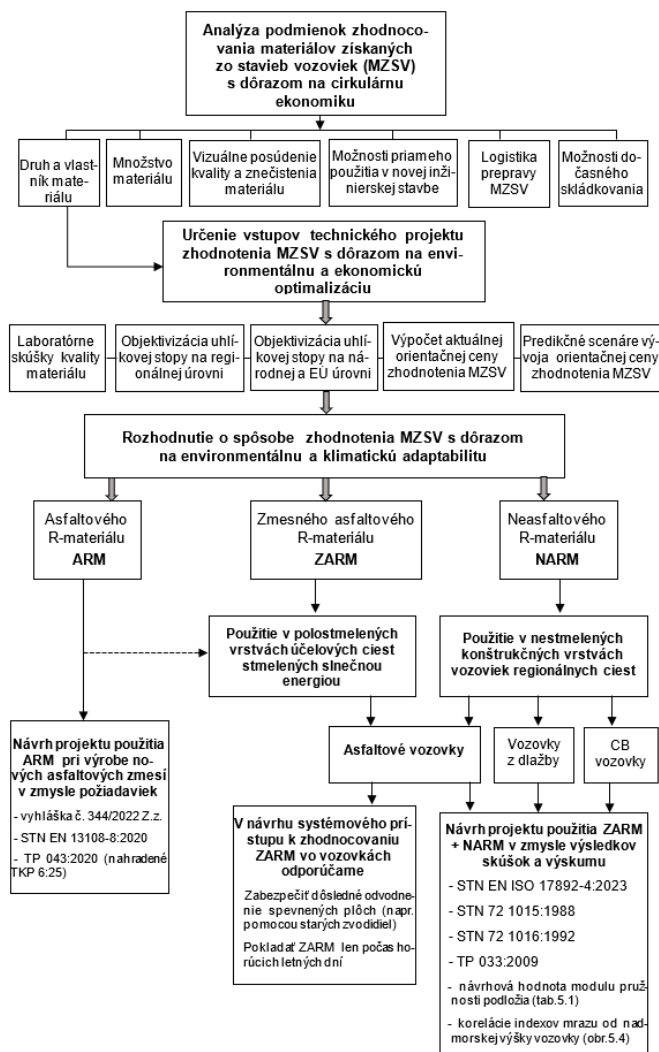
Autori tohto článku sa posledných 10 rokov intenzívne venovali výskumu (obr.2) zhodnocovania asfaltových R-materiálov z konštrukcií vozoviek pozemných komunikácií [1] až [4], [12] až [14].



Obrázok 2: Pohľady autorov z rokov 2017 až 2025 na recyklovanú vozovku s využitím priemyselného odpadu (zmesný R-materiál)

TP 046 [11] **R-materiál** ako asfaltovú zmes získaná z konštrukčných vrstiev vozoviek rozrušením – rozpojením recyklérom. Podľa prevládajúceho druhu spojiva sa delí na:

- **zmesný R-materiál – ZRM**, materiál získaný rozrušením materiálov z konštrukcií vozoviek stmelených rôznymi typmi spojiva spolu s nestmelenými vrstvami, obsah asfaltom stmelených zŕn v zmesi sa pohybuje v intervale (20 až 80) %, obsah spojiva (0,7 až 4,0) % hmotnosti celej zmesi,
- **neasfaltový R-materiál – NRM**, materiál získaný rozrušením materiálov z vrstiev vozoviek; obsah asfaltom stmelených zŕn zmesi je menší ako 20 % hmotnosti, obsah asfaltu je menší ako 0,7 % hmotnosti.



Obrázok 3: Autorský návrh systémového prístupu zhodnocovania materiálov získaných zo stavieb asfaltových vozoviek

3. Teoretické základy použitia odpadov z cigariet v asfaltových zmesiach

V oblastiach s horúcim podnebí asfaltové vozovky často trpia nadmernou akumuláciou tepla, čo vedie k predčasným poškodeniam, ako je tvorba koľají, potenie a degradácia povrchu [15]. Na riešenie tohto problému sa ako sľubné riešenie ukázali materiály s fázovou zmenou (PCM - Phase Change Materials) vďaka svojej schopnosti absorbovať, ukladať a uvoľňovať teplo počas fázových prechodov, čím regulujú teplotu vozovky [16]. Okrem toho sa ako nová prísada do



mikrovlákna získaného z odpadu zavádzajú drvené cigaretové filtre (CF) prispievajúce k udržateľnosti využitím perzistentného a toxického mestského odpadu. Kombinácia PCM a CF má za cieľ zlepšiť tepelnú odolnosť zmesi, jej spracovateľnosť a environmentálnu stopu a ponúknuť multifunkčný a ekologický prístup k návrhu asfaltových vozoviek [17].



Obrázok 4: Ročná kapacita produkcie tabaku v krajinách (v tonách)

Zdroj: [18]

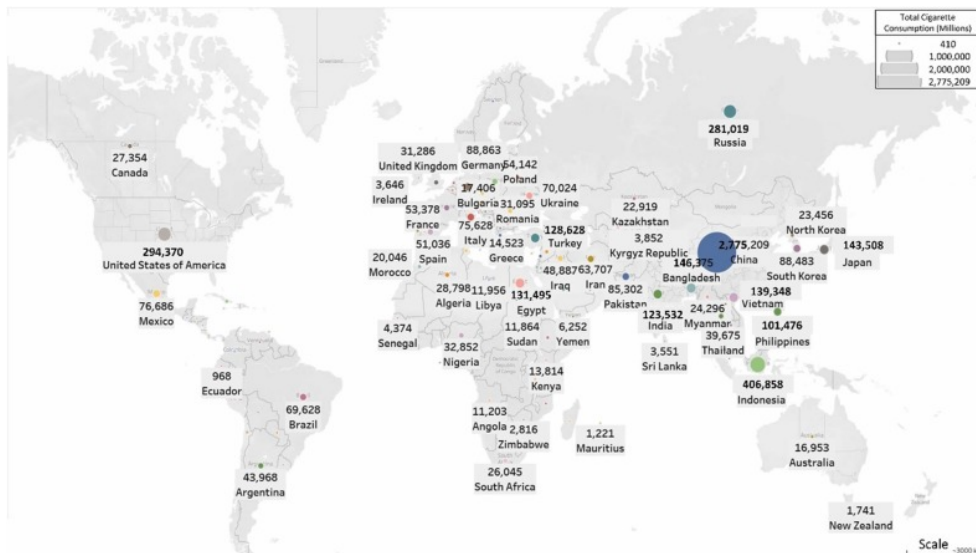
Cigaretové filtre (CF) medzi najčastejšie vyhadzované odpadové materiály na celom svete, pričom sa odhaduje, že každý rok sa nesprávne vyhodí 4,5 bilióna kusov. Zloženie prevažne z nebiologicky rozložiteľnej celulózy znižuje maximálne teploty vozovky a znižuje tvorbu koľají v horúcom podnebí, zatiaľ čo pridanie CF ako vlákna z odpadu zvyšuje stabilitu zmesi a podporuje udržateľnosť využitím bežného mestského odpadu [19].

Začlenenie materiálov s fázovou zmenou (PCM - Phase Change Materials) do zmesi teplých asfaltových zmesí (WMA - Warm Mix Asphalt) vykazuje významný potenciál pre zlepšenie tepelnej regulácie aj mechanických vlastností. Ma a kol. [20] skúmajú integráciu mikroenkapsulovaných binárnych eutektických materiálov s fázovou zmenou (PCM) do asfaltových spojív, čo preukazuje významné zlepšenie v ukladaní tepelnej energie a regulácii teploty vozovky. Ich štúdiá zdôrazňuje účinnosť mikrokapsúl PCM pri znižovaní poškodenia spôsobeného teplotou pri zachovaní mechanickej integrity asfaltu. V tejto štúdii sú Rubitherm RT55, Climator Salt S10 a kyselina laurová vybrané ako potenciálne PCM pre zmesi teplého asfaltu (WMA) na dosiahnutie podobných výhod tepelnej regulácie.

Okrem toho Fu a kol. [21] skúmali reologické správanie asfaltových spojív modifikovaných nízkoteplotnými mikroenkapsulovanými eutektickými materiálmi s fázovou zmenou (PCM). Ich zistenia naznačujú, že začlenenie týchto PCM zvýšilo odolnosť spojiva voči tepelným výkyvom, najmä pri nízkych prevádzkových teplotách, pričom si zachovalo uspokojivé viskoelastické vlastnosti. V porovnaní s tým, okrem skúmania rôznych kandidátov PCM na tepelnú reguláciu na úrovni spojiva aj zmesi v asfaltovom miešaní (WMA), štúdiá využíva aj drvené cigaretové filtre (CF) ako výstužný odpadový materiál, čím zavádza paralelnú stratégiu

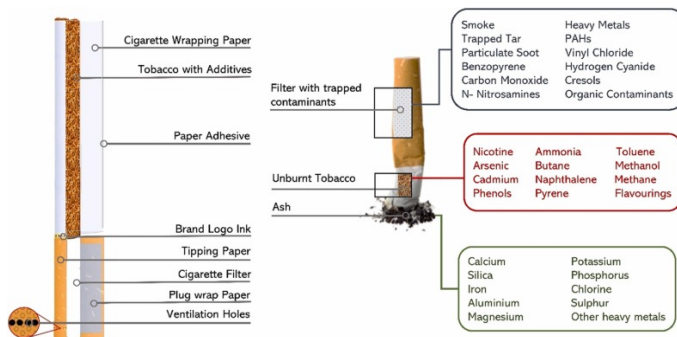


udržateľnosti prostredníctvom hodnotových vlastností odpadu. Súčasný výskum rozširuje skúmanie o mechanické vlastnosti v mierke zmesi.



Obrázok 5: Celkový počet cigariet spotrebovaných dospelými (15+ rokov) ročne v miliónoch podľa krajiny

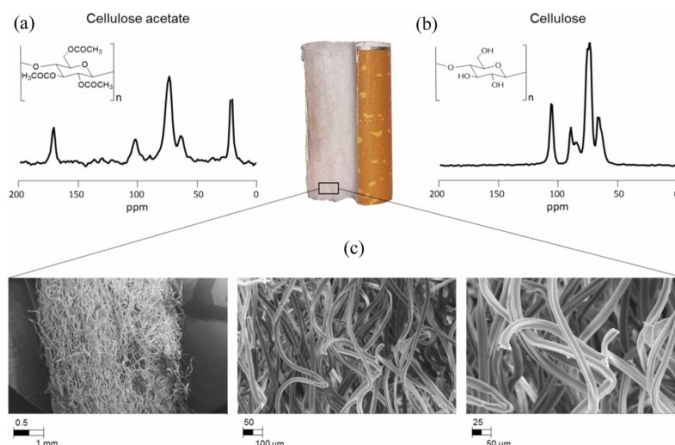
Zdroj: [18]



Obrázok 6: Fyzikálna štruktúra a komponenty cigariet a ohorkov cigariet

Zdroj:[18]

PCM ponúkajú dynamickú tepelnú reguláciu absorbovaním a uvoľňovaním tepla počas fázových prechodov, čo poskytuje štruktúrne aj tepelné výhody, zatiaľ čo začlenenie cigaretových filtrov (CF) ako vlákna z odpadu zvyšuje stabilitu zmesi a prispieva k udržateľnosti.



Obrázok 7: Štruktúra a chemické zloženie cigaretového ohorka. Spektrum nukleárnej magnetickej rezonancie a štruktúra opakujúcich sa jednotiek (a) acetátu celulózy (vnútorný filter cigaretového ohorka), (b) celulózy (vonkajšia vrstva cigaretového ohorka), (c) snímky vyfajčeného a nerozloženého cigaretového ohorka zo skenovacieho elektrónového mikroskopu pri troch úrovniach zväčšenia

Zdroj:[18]

Milad A. a kol. [22] vykonali porovnávací prehľad technológií horúcich a teplých asfaltových zmesí so zameraním na ich environmentálne a ekonomické vplyvy. Ich zistenia zdôraznili výhody WMA pri znižovaní spotreby energie, emisií skleníkových plynov a celkových výrobných nákladov.

Saboo N a Das A. [23] preskúmali stav návrhu a výkonnosti asfaltových vozoviek v kontexte indickej dopravnej infraštruktúry a zdôraznili výzvy súvisiace so zvyšujúcim sa dopravným zaťažením, teplotnými extrémami a materiálovými obmedzeniami. Ich práca zdôraznila potrebu inovatívnych materiálov a technológií na zvýšenie odolnosti vozoviek a prispôsobenie sa meniacim sa klimatickým a zaťažovacím podmienkam. V reakcii na tieto výzvy štúdia skúmala použitie PCM v zmesiach WMA na zlepšenie tepelnej regulácie a mechanického výkonu a zároveň zavádza CF ako novú vlákňitú výstuž na podporu environmentálnej udržateľnosti a materiálovej efektívnosti asfaltových vozoviek.

Cigaretové filtre (CF) sú jednou z najrozšírenejších foriem mestského odpadu, ktoré sa skladajú prevažne z biologicky nerozložiteľných vlákien acetátu celulózy. Ich zapracovanie do asfaltových zmesí predstavuje udržateľný prístup k nakladaniu s odpadom a zároveň potenciálne zlepšuje výkonnosť vozovky prostredníctvom vlákňitej výstuže [3]. Pred zapracovaním CF do asfaltových zmesí je nevyhnutná správna príprava, aby sa zabezpečila bezpečnosť, výkonnosť a kompatibilita.



Obrázok 8: (a) Zapuzdrenie CB parafínom, (b) sušenie CB v jednej vrstve,
 (c) ochladené a vytvrdené zapuzdrené CB

Zdroj: [27]

4. Slovenský pilotný projekt použitia cigaretového odpadu v asfaltovej vozovke

Bratislavskému samosprávnemu kraju (BSK) sa v rámci udržateľnosti vozoviek a zhodnocovania odpadov podarilo uskutočniť nasledujúce inovatívne aktivity. Na ceste II/121 v Malinove, okres Senec bol vybudovaný prvý pokusný úsek na Slovensku, kde v obrusnej vrstve asfaltovej vozovky sú použité vlákna z recyklovaných cigaretových filtrov a tabakových náplní. Odpad znečisťujúci ulice, môže predĺžiť životnosť vozoviek a znížiť ich ekologickú stopu. Projekt realizácie pripravila Správa ciest (SC) BSK v spolupráci so spoločnosťami Reneso a STRABAG.



Obrázok 9: Sme svetoví! SCBSK asfaltuje cesty s prísadami recyklovaných ohorkov z cigariet / 27.10.2025 (na fotografii Martin Samek – technický riaditeľ SC BSK, Hugo Repáň - Reneso, s. r. o., Juraj Droba – predseda BSK)

Zdroj: [25]

Je to inovácia, ktorá spája ekológiu, výskum a praktické využitie. BSK sa chce posúvať smerom k udržateľnej infraštruktúre – nielen opravovať cesty, ale robiť ich lepšie, efektívnejšie a s menšou ekologickou stopou. Ak sa tento pilotný projekt osvedčí, môže sa stať štandardom aj pre ďalšie úseky v kraji," uviedol predseda BSK Juraj Droba. Použitá technológia Revitalizácie vozovky cesty II/121 v Malinove prostredníctvom SMA (stone mastic asphalt) je navrhnutá tak, aby bola

odolnejšia voči opotrebovaniu, deformáciám a prenikaniu vody. Kľúčovou inováciou je nahradenie bežných celulózových vlákien, používaných na stabilizáciu asfaltu, recyklovanými vláknami Reneso Fibers vyrobenými z filtrov tabakových výrobkov. Tieto vlákna vznikajú spracovaním cigaretového odpadu na certifikovaný materiál s porovnateľnými alebo lepšími vlastnosťami, než má pôvodná surovina.

V rámci pilotného projektu bola použitá jedna tona recyklovaných vlákien, čo predstavuje približne dva milióny ohorkov a tabakových náplní. Výsledkom je pevnejšia, odolnejšia a trvácnejšia vozovka, ktorá lepšie odoláva extrémnym teplotám, vode aj vysokému zaťaženiu.



Obrázok 10: Pokládka obrusnej vrstvy SMA vozovky cesty II/521 v Malinove – 27.11.2025

Zdroj: [25]

Pre BSK je dôležité, aby sa inovácie neostali len v laboratóriách, ale aby sa testovali priamo v teréne. Vďaka spolupráci s partnermi ako Reneso, STRABAG a Žilinská univerzita dokážeme overiť, ako sa recyklované materiály správajú v reálnej premávke a v rôznych klimatických podmienkach. Naším cieľom je nájsť riešenia, ktoré predĺžia životnosť ciest, znížia náklady na ich údržbu a prinesú environmentálny prínos," uviedol Martin Samek, technický riaditeľ SC BSK. Úprimne povediac očakávame že pri výstavbe diaľnic to bude technológia možná ale nie bežná, (to by sme museli oveľa viac fajčiť). Realizáciou tohto úseku pokračujeme v systematickej modernizácii ciest II. a III. triedy a zároveň ukazujeme, že aj regionálne projekty môžu byť nositeľom inovácií a nových ekologických riešení, dodal župan Juraj Droba.

Záver

Autori v príspevku publikujú svoje najnovšie výsledky výskumu z oblasti zhodnocovania priemyselných odpadov v konštrukciách vozoviek pozemných komunikácií. Na základe 10 ročného výskumu uvádzajú autorský návrh systémového prístupu zhodnocovania zmesných asfaltových R-materiálov získaných zo stavieb vozoviek. Uvádzajú teoretické východiská pre výskum zhodnocovania cigaretových odpadov v konštrukciách asfaltových vozoviek. V rámci výskumných aktivít [3] sa autori sústreďujú na verifikáciu premisy, že predmetná technológia nezhoršuje vodoodolnosť asfaltovej zmesi, ani riziko vzniku trhlin a poškodení spôsobených mrazom či dažďom. Zároveň bude overovaná hypotéza, že použitie

cigaretového odpadu v obrusnej vrstve SMA zvyšuje mechanickú stabilitu povrchu, čím sa zároveň znižuje riziko tvorby koľají a deformácií, ktoré patria medzi najčastejšie príčiny zníženia prevádzkovej spôsobilosti vozoviek.

Grantová podpora

Príspevok bol spracovaný v rámci riešenia projektov VEGA č. 1/0448/25 Výskum udržateľných asfaltových technológií z hľadiska prevádzkovej spôsobilosti vozoviek a emisií CO₂.

Zoznam použitej literatúry

- [1] Decký, M., Remišová, E., Samek, M. & Grenčík, M. (2025). Systémový prístup zhodnocovania zmesných asfaltových R-materiálov s dôrazom na cirkulárnu ekonomiku. In *Inžinierske stavby*, roč. 73, č. 1 (2025), s. 58-62, ISSN 1335-0846.
- [2] Decký, M., Remišová, E. & Samek, M. (2025). Research on the Possibilities of Reusing Mixed Reclaimed Asphalt Materials with a Focus on the Circular Economy. *Applied Sciences*, 15(22), 12004.
- [3] Samek, M. (2025). Holistický prístup k zhodnocovaniu priemyselných odpadov v konštrukciách vozoviek. Projekt dizertačnej práce, SvF UNIZA, s. 90.
- [4] Remišová, E. Decký, M. & Papán, D (2025). Sustainable materials and technologies for design and construction of pavements. Harlow: Pearson, 2025, p.120.
- [5] Zákon č. 79/2015 Z. z. o odpadoch a o zmene a doplnení niektorých zákonov v znení neskorších predpisov.
- [6] https://sk.wikipedia.org/wiki/Priemyselný_odpad, 13.1.2026.
- [7] JeyaSundar, P. G. S. A., Ali, A., & Zhang, Z. (2020). Waste treatment approaches environmental sustainability. In *Microorganisms for sustainable environment and health* (pp. 119-135). Elsevier.
- [8] https://en.wikipedia.org/wiki/Industrial_waste, 13.1.2026.
- [9] Maczulak, A. E. (2010). Pollution: treating environmental toxins. Infobase Publishing.
- [10] Industrial Waste Management: Waste Stream Statistics. Recover Inc. 2017-02-28. Retrieved 2019-04-23.
- [11] TP 046 Opätovné spracovanie vrstiev netuhých vozoviek za studena na mieste. MDV SR 2017.

- [12] Remišová, E., Decký, M. et al (2016). Design of road pavement using recycled aggregate. In *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science* (Vol. 44, No. 2, p. 022016). IOP Publishing.
- [13] Decký, M., Pitoňák, M., Juhás, M. et al (2020). Holistické prístupy k trvalo udržateľnej výstavbe a správe pozemných komunikácií. In *Časopis Inžinierske stavby*, ročník 68, s.20-22, ISSN 1335-0846.
- [14] Decký, M., Remišová, E. a kol. (2023): Trvaloudržateľné materiály a technológie výstavby vozoviek a spevnení dopravných plôch. Druhé prepracované vydanie, Žilinská univerzita v Žiline, EDIS – vydavateľstvo ŽU, s. 284.
- [15] Almeida, A., & Picado-Santos, L. (2022). Asphalt road pavements to address climate change challenges—an overview. *Applied Sciences*, 12(24), 12515.
- [16] Nazir, H., Batool, M., Osorio, F. J. B. et al (2019). Recent developments in phase change materials for energy storage applications: A review. *International Journal of Heat and Mass Transfer*, 129, 491-523.
- [17] Vafaeva, K. M., & Zegait, R. (2024). Carbon nanotubes: revolutionizing construction materials for a sustainable future: A review. *Research on Engineering Structures and Materials*, 10(2), 559-621.
- [18] Vanapalli, K. R., Sharma, H. B., Anand, S. et al (2023). Cigarettes butt littering: The story of the world's most littered item from the perspective of pollution, remedial actions, and policy measures. *Journal of Hazardous Materials*, 453, 131387.
- [19] Torkashvand, J., Farzadkia, M., Sobhi, H. R., & Esrafil, A. (2020). Littered cigarette butt as a well-known hazardous waste: a comprehensive systematic review. *Journal of hazardous materials*, 383, 121242.
- [20] Ma, F., Hou, Y., Fu, Z., Qin, W., Tang, Y., Dai, J., ... & Peng, C. (2023). Microencapsulated binary eutectic phase change materials with high energy storage capabilities for asphalt binders. *Construction and Building Materials*, 392, 131814.
- [21] Fu, Z., Hou, Y., Ma, F., Fu, Z., Cui, J., Liu, Z., & Liu, J. (2024). Investigation of rheological properties of asphalt modified with low-temperature microencapsulated eutectic phase change materials. *Case Studies in Construction Materials*, 20, e03201.
- [22] Milad, A., Babalghaith, A. M., Al-Sabaei, A. M. et al (2022). A comparative review of hot and warm mix asphalt technologies from environmental and economic perspectives: towards a sustainable asphalt pavement. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 19(22), 14863.



- [23] Saboo, N., & Das, A. (2022). Research Trends in Materials and Design of Asphalt Pavements. *Transportation Research in India: Practices and Future Directions*, 31-45.
- [24] Mohajerani, A., Tanriverdi, Y., Nguyen, B. T., Wong, K. K., Dissanayake, H. N., Johnson, L., ... & Rezaei, A. (2017). Physico-mechanical properties of asphalt concrete incorporated with encapsulated cigarette butts. *Construction and Building Materials*, 153, 69-80.
- [25] SCBSK. (n. d.). *Industrial waste and recycling processes* [fotografický album]. Flickr. Dostupné na internete: <https://www.flickr.com/photos/scbsk/albums/72177720329927746>

ŠTATISTICKÉ PRÍSTUPY K ANALYZE VÝVOJA DOPRAVY V EUROREGIÓNE BESKYDY

STATISTICAL APPROACHES TO THE ANALYSIS OF TRANSPORT DEVELOPMENT IN THE EUROREGION BESKYDY

Patrik Böhm ^{1,a}, Gabriela Böhmová ^{1,b}

¹Žilinská univerzita v Žiline, FPEDAS, Univerzitná 1, 010 26 Žilina, SR

^apatrik.bohm@uniza.sk, ^bgabriela.bohmova@uniza.sk, ^ce-mail

Abstrakt. Príspevok sa zameriava na analýzu vývoja cestnej dopravy v regiónoch úrovne NUTS 2 v Slovenskej republike, Českej republike, Poľsku, Maďarsku a Rakúsku. Analýza vychádza z údajov Eurostatu o počte registrovaných vozidiel cestnej dopravy pre roky 2019 a 2023, prepočítaných na 1 000 obyvateľov. Pomocou zhlukovej analýzy sme identifikovali typické dopravné profily regiónov a zhodnotili ich dynamiku v období po pandémii COVID-19. Výsledky poukazujú na existenciu stabilných typov regiónov s odlišnou štruktúrou cestnej dopravy a na pretrvávajúci trend rastu individuálnej motorizácie.

Kľúčové slová: regionálna doprava, cestná doprava, zhluková analýza, Euroregión Beskydy

Abstract. This paper focuses on the analysis of the development of road transport in NUTS 2 regions in the Slovak Republic, the Czech Republic, Poland, Hungary, and Austria. The analysis is based on Eurostat data on the number of registered road transport vehicles for the years 2019 and 2023, expressed per 1,000 inhabitants. Using cluster analysis, typical regional transport profiles were identified and their dynamics in the post-COVID-19 period were assessed. The results suggest the existence of stable regional types with distinct road transport structures and confirm a persistent increasing trend in individual motorization.

Keywords: regional transport, road transport, cluster analysis, Euroregion Beskydy

JEL Classification: C38, R40.

Úvod

Doprava predstavuje jeden z kľúčových faktorov regionálneho rozvoja, keďže ovplyvňuje dostupnosť územia, mobilitu obyvateľstva, fungovanie hospodárstva a celkovo kvalitu života. Jej štruktúra a intenzita zároveň odráža socioekonomické charakteristiky regiónov, úroveň urbanizácie a priestorové usporiadanie ekonomických aktivít.



Euroregión Beskydy predstavuje špecifický priestor strednej Európy, v ktorom sa stretávajú rozdielne historické, ekonomické a dopravné modely. Vzhľadom na jeho cezhraničný charakter je vhodným objektom pre porovnávaciu regionálnu analýzu dopravy v širšom stredoeurópskom kontexte. Cieľom tohto príspevku je prostredníctvom zhlukovej analýzy analyzovať vývoj cestnej dopravy nielen v regiónoch Euroregiónu Beskydy, ale aj v ďalších štátoch strednej Európy na úrovni NUTS2. Pozornosť zameriame na identifikáciu typických dopravných profilov regiónov a na posúdenie ich zmien v období rokov 2019 až 2023, teda v období zahŕňajúcom pandémiu COVID-19.

1. Súčasný stav problematiky

Analýza regionálneho vývoja dopravy predstavuje výskumnú oblasť, ktorá spája viacero vedných disciplín, napríklad regionálnu ekonómiu, dopravnú geografiu a aplikovanú štatistiku. V európskom kontexte sa doprava často hodnotí ako jeden z kľúčových faktorov regionálnej konkurencieschopnosti, dostupnosti a územnej kohézie [1]. V empirických štúdiách zameraných na regionálnu dopravu sa často využívajú agregované indikátory na úrovni regiónov NUTS, ktoré umožňujú medzinárodnú porovnateľnosť a dlhodobé sledovanie trendov [2].

Počet registrovaných vozidiel podľa kategórií patrí medzi základné ukazovatele dopravného systému, keďže jednak popisuje mieru motorizácie obyvateľstva, ale aj štruktúru hospodárstva a logistických aktivít v danom regióne. Hoci tieto ukazovatele nezachytávajú priamo dopravné výkony, v literatúre sú často využívané ako proxy premenné pri analýze regionálnych rozdielov v doprave [3].

Metodicky sa pri výskume regionálnych dopravných profilov štandardne využívajú viacrozmerné štatistické metódy, ktoré umožňujú analyzovať vzťahy medzi viacerými premennými. Medzi najčastejšie používané štatistické nástroje patrí zhluková analýza [4], ktorej cieľom je vytvoriť typológiu regiónov na základe podobnosti ich charakteristík. Jej výhodou je schopnosť odhaliť prirodzené skupiny regiónov bez potreby vopred špecifikovať funkčnú závislosť medzi premennými.

2. Dáta a metodika

Analýza je realizovaná na úrovni regiónov NUTS 2, ktoré poskytujú kompromis medzi dostupnosťou dát a regionálnou diferenciáciou. Do nášho výskumu boli zahrnuté regióny Slovenskej republiky, Českej republiky, Poľska, Maďarska a Rakúska, ktoré tvoria územie Euroregiónu Beskydy a ich okolité štáty.

Vstupné dáta pochádzajú z databázy Eurostatu [5] a zahŕňajú počty registrovaných vozidiel cestnej dopravy podľa jednotlivých kategórií:

- BUS – počet registrovaných autobusov a trolejbusov v danom regióne,
- CAR – počet registrovaných osobných motorových vozidiel na prepravu osôb,

- LOR – počet registrovaných nákladných automobilov,
- MOTO – počet registrovaných motocyklov,
- TRC – počet registrovaných cestných ťahačov.

Pre zabezpečenie porovnateľnosti boli všetky premenné prepočítané na 1 000 obyvateľov regiónu.

Metodický postup pozostáva z exploračnej analýzy dát, ich štandardizácie a aplikácie zhlukovej analýzy, ktorej cieľom bolo zoskupiť regióny s podobnými dopravnými charakteristikami.

Optimálny počet zhlukov sme určili na základe kombinácie silhouette metódy a metódy „elbow“, pričom oba prístupy jednoznačne identifikovali existenciu troch zhlukov.

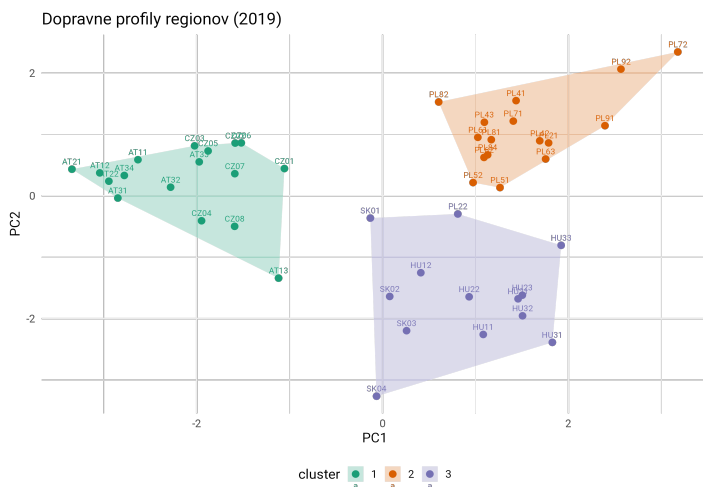
3. Výsledky analýzy

Analýza hlavných komponentov určila dve dominantné osi variability, ktoré zachytávajú podstatnú časť informácie obsiahnutej v pôvodných premenných. Prvý hlavný komponent vyjadruje kontrast medzi regiónmi s vysokým podielom autobusovej a ťažkej nákladnej dopravy a regiónmi, v ktorých dominuje individuálna, ľahká doprava, najmä motocykle. Druhý hlavný komponent súvisí s celkovou mierou motorizácie obyvateľstva.

3.1 Charakteristika dopravných profilov

Na základe zhlukovej analýzy pre dáta za rok 2019 boli identifikované tri základné typy regiónov, ktoré sa vyznačujú odlišnou štruktúrou cestnej dopravy (Obrázok 1).

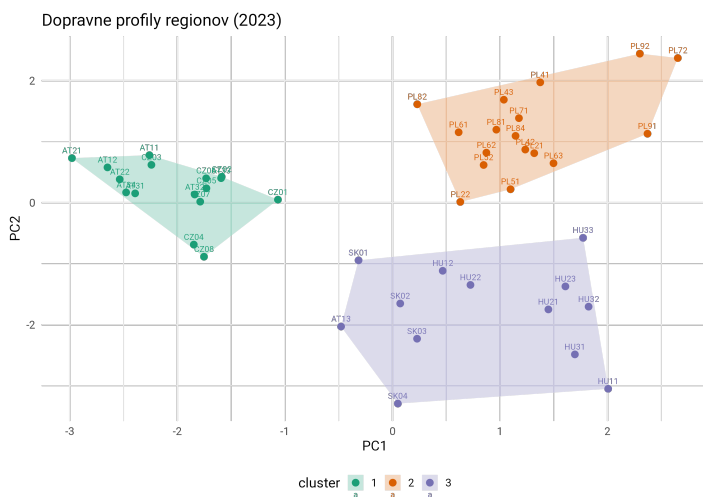
- 1) Prvý zhluk zahŕňa najmä regióny Českej republiky a Rakúska, pre ktoré je charakteristický vyšší podiel motocyklov a nižší podiel autobusovej a ťažkej nákladnej dopravy. Ide o regióny, kde je vozový park orientovaný skôr na individuálnu, ľahkú dopravu
- 2) Druhý zhluk tvoria predovšetkým poľské regióny s výraznou logistickou funkciou, vysokým zastúpením nákladných vozidiel, cestných ťahačov a autobusov. Ide o logisticky orientované, zároveň však pomerne motorizované regióny.
- 3) Tretí zhluk zahŕňa regióny Slovenska a Maďarska, kde dominuje individuálna automobilová doprava pri stredných hodnotách ostatných kategórií.



Obrázok 1: Dopravné profily regiónov – rok 2019

Zdroj: vlastné spracovanie na základov údajov z Eurostat-u

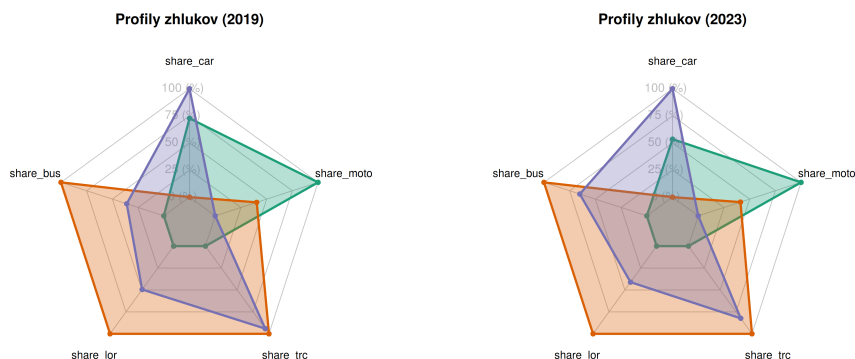
Zhluková analýza pre dáta za rok 2023 rozdelila NUTS2 regióny na takmer identické zhľuky ako v roku 2023 (Obrázok 2). Identifikovali sme len dva regióny, ktoré v rozmedzí rokov 2019 až 2023 zmenili svoj charakter: región AT13: Viedeň (presun z prvého zhľuku do tretieho zhľuku) a región PL22: Sliezske (presun z tretieho zhľuku do druhého). V prípade regiónu Viedne tak môžeme konštatovať, že došlo k nárastu individuálnej dopravy, zatiaľ čo v prípade Sliezska k nárastu nákladnej dopravy.



Obrázok 2: Dopravné profily regiónov – rok 2023

Zdroj: vlastné spracovanie na základov údajov z Eurostat-u

Porovnanie charakteristík regiónov v rokoch 2019 a 2023 uvádzame na Obrázku 3. Je z nich evidentné, že v uvedenom časovom priestore nedošlo k výrazným zmenám v charakteristikách jednotlivých zhlukov.



Obrázok 3: Zhluková analýza – porovnanie charakteristík regiónov 2023 vs. 2019

Zdroj: vlastné spracovanie na základov údajov z Eurostat-u

3.2 Dynamika vývoja v rokoch 2019 – 2023

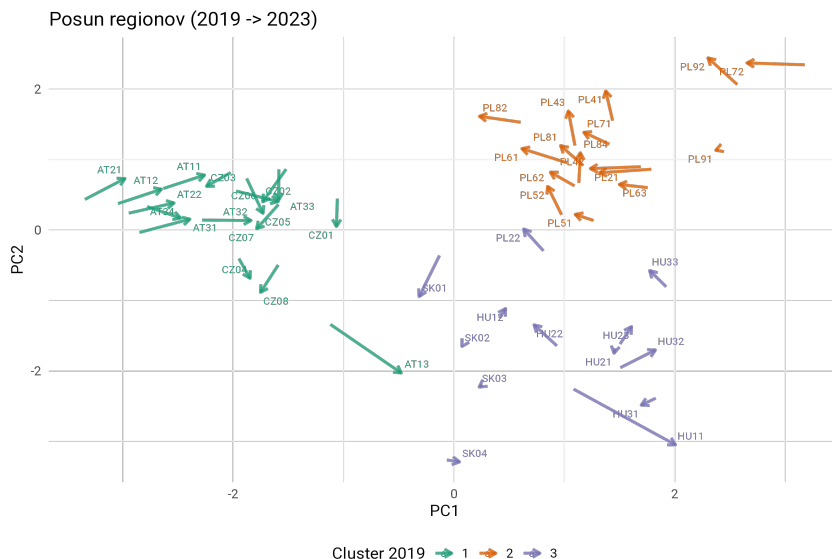
Porovnanie rokov 2019 a 2023 pomocou zhlukovej analýzy naznačuje, že základná typológia regiónov zostáva stabilná. Väčšina regiónov si zachovala svoju príslušnosť k rovnakému typu dopravného profilu, čo poukazuje na pretrvávajúce štrukturálne rozdiely v organizácii cestnej dopravy medzi sledovanými regiónmi. Zároveň však analýza odhalila rozdiely v dynamike vývoja jednotlivých kategórií vozidiel v sledovanom období (Obrázok 4).

Najvýraznejší rast počtu nákladných vozidiel a cestných ťahačov bol zaznamenaný v poľských logisticky orientovaných regiónoch. Tento vývoj možno interpretovať ako dôsledok rastúceho významu cestnej nákladnej dopravy v medzinárodných logistických reťazcoch, ako aj posilnenia úlohy Poľska v tejto oblasti.

Naopak, počet autobusov prepočítaný na obyvateľa vo väčšine regiónov mierne klesal alebo stagnoval. Tento trend možno zrejme pripísať poklesu dopytu po verejnej doprave počas pandemického obdobia a pomalému návratu cestujúcich po jeho skončení. Zároveň môže odrážať iné faktory ako je nárast individuálnej automobilovej dopravy.

Počet osobných automobilov a motocyklov rástol takmer vo všetkých analyzovaných regiónoch, čo potvrdzuje pokračujúci trend individualizácie dopravy.

Rast počtu motocyklov môže zároveň súvisieť s rekreačnými a sezónnymi aspektmi mobility.



Obrázok 4: Posun regiónov NUTS 2 medzi rokmi 2019 a 2023

Zdroj: vlastné spracovanie na základov údajov z Eurostat-u

4. Diskusia, limity a ďalší výskum

Zistené výsledky poukazujú na výraznú priestorovú diferenciaciu dopravných profilov, ktorá do značnej miery rešpektuje štátne hranice. To naznačuje význam národných dopravných politík, ekonomickej štruktúry a hlavne historického vývoja pri formovaní regionálnej dopravy.

Hlavným obmedzením analýzy je použitie dát na úrovni NUTS 2, ktoré môže zakrývať vnútroregionálne rozdiely. Ďalší výskum by sa mal zamerať na podrobnejšiu úroveň NUTS 3, zahrnutie železničnej dopravy a analýzu dlhších časových radov s využitím pokročilejších štatistických a ekonometrických metód. Takýto výskum by si však v prvom rade vážadoval získanie vierohodných dát.

Záver

Príspevok demonštruje využiteľnosť štatistických metód pri analýze regionálneho vývoja dopravy. Výsledky poukazujú na existenciu troch stabilných dopravných profilov regiónov Euroregiónu Beskydy a na pretrvávajúci trend rastu individuálnej motorizácie. Zistenia môžu slúžiť ako podklad pre ďalší výskum aj pre praktické rozhodovanie v oblasti regionálnej dopravnej politiky.



Zoznam použitej literatúry

- [1] Ferrara, A. R et al. (2017). *Assessing the impacts of Cohesion Policy on EU regions: A non-parametric analysis on interventions promoting research and innovation and transport accessibility*. Papers in Regional Science, Volume 96, Issue 4, Pages 817-842, ISSN 1056-8190, <https://doi.org/10.1111/pirs.12234>.
- [2] Eurostat (n. d.). Glossary: *Nomenclature of territorial units for statistics (NUTS)*. [online]. Dostupné na: [https://ec.europa.eu/eurostat/statistics-explained/index.php?title=Glossary:Nomenclature_of_territorial_units_for_statistics_\(NUTS\)](https://ec.europa.eu/eurostat/statistics-explained/index.php?title=Glossary:Nomenclature_of_territorial_units_for_statistics_(NUTS))
- [3] Rodrigue, J.-P. (2020). *The Geography of Transport Systems (5th ed.)*. Routledge. <https://doi.org/10.4324/9780429346323>
- [4] Hair, J. F., Black, W. C., Babin, B. J., & Anderson, R. E. (2019). *Multivariate Data Analysis (8th ed.)*. Cengage Learning EMEA.
- [5] Eurostat (n. d.). *Stock of vehicles by category and NUTS 2 region*. [online]. Dostupné na https://ec.europa.eu/eurostat/databrowser/view/tran_r_vehst/

MODERNÉ INFORMAČNÉ A SOFTVÉROVÉ SYSTÉMY NA PODPORU ROZHODOVANIA PRI UDALOSTIACH S NEBEZPEČNÝMI LÁTKAMI

MODERN INFORMATION AND SOFTWARE SYSTEMS FOR DECISION SUPPORT IN HAZARDOUS MATERIALS INCIDENTS

Iveta Marková^{1,a}, Jozef Kubás^{2,b}

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

^aiveta.markova@uniza.sk, ^bjozef.kubas@uniza.sk

Abstrakt. Online nástroje, ako sú systémy a softvéry používané pri riešení krízových situácií v súvislosti s nebezpečnými látkami, prešli v posledných rokoch významným vývojom. Ich moderné zhodnotenie ukazuje posun od jednoduchých databáz k integrovaným, geograficky orientovaným platformám, ktoré podporujú rýchle, efektívne a kvalifikované rozhodovanie. Dôležitú úlohu v tomto procese zohráva aj analýza rizík, ktorá umožňuje presné vyhodnotenie hrozieb a optimalizáciu reakčných opatrení. Príspevok predstavuje aktuálne používané systémy označovania nebezpečných látok pri ich manipulácii (skladovaní a transporte) a zároveň uvádza prehľad moderných softvérových riešení a databáz využívaných pri práci s nebezpečnými látkami.

Kľúčové slová: nebezpečné látky, dáta, databázy nebezpečných látok, analýza rizík, GIS.

Abstract. Online tools, such as systems and software used in managing emergency situations involving hazardous materials, have undergone significant development in recent years. Their modern evaluation shows a shift from simple databases to integrated, geographically oriented platforms that support rapid, effective, and well-informed decision-making. Risk analysis also plays an important role in this process, enabling accurate assessment of threats and optimization of response measures. This paper presents the currently used systems for labeling hazardous materials during their handling (storage and transport) and provides an overview of modern software solutions and databases utilized when working with hazardous materials.

Keywords: hazardous materials, data, hazardous materials databases, risk assessment, GIS.

JEL Classification: C88, H12

Úvod

Význam bezpečnosti si ľudia spravidla uvedomujú až vtedy, keď pociťujú jej nedostatok, cítia sa ohrození a nemajú pocit bezpečia. Na zaistenie bezpečnosti sa plnia tri základné úlohy [1]:

- Security – zaistenie bezpečnosti osobného majetku a všetkého, čo človek získa alebo nadobudne.
- Certainty – dosiahnutie istoty, že človek bude mať dostatok informácií pre každodenné rozhodovanie.
- Safety – zaistenie a garantovanie ochrany zdravia človeka a životného prostredia.

Prítomnosť nebezpečných látok v prostredí predstavuje riziko pre všetky vyššie uvedené úlohy. Európska únia venovala legislatívnemu riešeniu prítomnosti nebezpečných látok v životnom, a samozrejme aj pracovnom, prostredí veľkú pozornosť. Úsilie vyvrcholilo prijatím európskej a svetovej legislatívy o chemických látkach. V súčasnosti platia pravidlá EÚ zosúladené so svetovým systémom GHS (Globally Harmonised System). Je potrebné zdôrazniť, že vytvorený systém je len prvým krokom k tvorbe bezpečného prostredia, pretože uvedené látky sú síce zaregistrované, označené a kategorizované, ale následne sa ďalej transportujú a manipulujú podľa požiadaviek samotného výrobcu alebo spotrebiteľa a ďalších zúčastnených subjektov (napr. dodávateľia, subdodávateľia, transportné spoločnosti, skladovatelia atď.).

Cieľom príspevku je prezentovať informačné systémy pre rýchlu identifikáciu nebezpečných látok nachádzajúcich sa v prepravnej cisterne na cestnej premávke – HAZCHEM a DIAMANT, spôsoby zbierania a ukladania dát o nebezpečných látkach, ako aj softvérové riešenia pre krízové situácie.

1. Informačný systém HAZCHEM

Informačný systém HAZCHEM (Hazard Chemicals) nie je určený na identifikáciu látky, ale na stanovenie prvoradých opatrení pri zásahu. Bol vyvinutý hasičmi mesta Londýn a je využívaný v informačných databázach o nebezpečných látkach. Poskytuje okamžité pokyny týkajúce sa použitia vhodných hasiacich prostriedkov, znižovania nebezpečenstva pri úniku látky – predovšetkým jej zriadením vodou alebo ohradením miesta úniku s následnou neutralizáciou uniknutej látky – a informuje o opatreniach na ochranu nasadených síl. Ďalej upozorňuje na potrebu evakuácie osôb z ohrozenej oblasti.

Kód HAZCHEM sa skladá z číslice a skupiny písmen. Číslica je vždy na prvom mieste a charakterizuje odporúčanú hasiacu látku. Písmeno na druhom mieste

informuje o potrebnom stupni ochrany zasahujúcich jednotiek, možných ďalších reakciách a o spôsobe zaobchádzania s látkou, prípadne o spôsobe odstránenia nebezpečnej látky. Výstražné tabule systému HAZCHEM sú oranžové, s rozmermi 40 × 30 cm a ohraničené 15 mm čiernym rámčekom. Pri špeciálnom použití je tabuľa uprostred rozdelená na dve polovice.



Obrázok 1: Príklad výstražnej tabule v HAZCHEME

Zdroj: [2]

Príklad výstražnej tabule v HAZCHEME je zobrazený na obrázku 1. Ľavé horné číslo je EAC, ktoré určuje hasičskej jednotke, aký postup zvoliť pri likvidácii mimoriadnej udalosti. EAC číslo je Eurázijský certifikačný kód (Eurasian Conformity number), ktorý potvrdzuje, že výrobok spĺňa technické predpisy a bezpečnostné normy Eurázijskej hospodárskej únie (EAEU). Číslo naľavo v strede je označované ako UN číslo (UN číslo (United Nations Number) je štvorciferné identifikačné číslo pridelené nebezpečným látkam a predmetom, ktoré sa používajú pri preprave) a určuje typ chemickej látky, Číslo naľavo dole označuje telefónne číslo, na ktoré je možné zavolať pokiaľ sú potrebné nejaké špeciálne informácie, Varovný symbol napravo hore označuje nebezpečenstvo, ktoré chemická látka predstavuje, Napravo dole sa nachádza logo spoločnosti, ktorá chemickú látku vyrobila.



Obrázok 2: Príklad použitia čísla EAC v HAZCHEMe

Zdroj: [3]

Legenda k HAZCHEM kódu zobrazená na obrázku 2 je nasledovná: číslica 2 znamená použitie vodnej hmly, písmeno T upozorňuje na nutnosť použitia dýchacieho prístroja a písmeno E signalizuje potrebu zvážiť evakuáciu osôb.

2. Diamant nebezpečenstva

DIAMANT (obr. 3) nebezpečenstiev je rýchly informačný systém vyvinutý v USA Národnou asociáciou požiarnej ochrany (NFPA – National Fire Protection Association). Systém bol vytvorený na základe dlhoročných výskumov, podložených praktickými skúsenosťami zásahových jednotiek a znalosťami požiaro-technických a toxikologických charakteristík nebezpečných látok.



Obrázok 3: Schéma identifikačného systému DIAMANT

Štvorec je rozdelený na štyri farebne odlišené polia: modré, červené, žlté a biele. Všetky nebezpečenstvá sú podľa intenzity pôsobenia rozdelené do štyroch stupňov – platí pravidlo, že čím vyššie číslo, tým vyššie nebezpečenstvo. V bielom poli sa používajú symboly, ktoré upozorňujú na ďalšie možné nebezpečenstvá (tab.1).

Tabuľka 1: Vysvetlenie významov jednotlivých farieb

Stupeň	Farba a forma nebezpečenstva			
	Modrá poškodenia zdravia	Červená požiarne	Žltá Reaktivita/stabilita	Biele zvláštne pokyny
4	Mimoriadne nebezpečné! Zabrániť akémukoľvek kontaktu s parami alebo kvapalinou bez špeciálnej ochrany	Extrémne ľahko zápalné pri rôznych teplotách.	Veľké nebezpečenstvo výbuchu! Vytvoriť bezpečnostné zóny, požiarom zasiahnutý priestor okamžite opustiť.	Prázdne pole - k haseniu je možné použiť vodu
3	Veľmi nebezpečné! Pobyt v zasiahnutej oblasti len za použitia úplnej ochrany tela a dýchacích prístrojov	Nebezpečenstvo zapálenia pri normálnych teplotách.	Nebezpečenstvo výbuchu pri pôsobení tepla alebo silných otrasoch, nárazoch, úderoch a pod! Vytvoriť	W – preškrtnuté - k haseniu sa nesmie použiť voda, je možné očakávať chemickú reakciu



			bezpečnostné zóny. Hasiace práce vykonávať z krytých pozícií.	
2	Nebezpečné! Pobyt v zasiahnutej oblasti iba za použitia dýchacej techniky a jednoduchého ochranného obleku..	Nebezpečenstvo zapálenie pri zahriatí.	Je možnosť prudkých chemických reakcií. Zosilniť bezpečnostné opatrenia. Hasiace práce vykonávať z bezpečnej vzdialenosti.	Rádioaktívny znak –pri uvoľnení látky do okolia vniká nebezpečenstvo rádioaktívneho žiarenia
1	Málo nebezpečné! Odporúčajú sa dýchacie prístroje.	Nebezpečenstvo zapálenie iba pri silnom ohriatí.	Nestabilné pri silnejšom zahrievaní. Sú potrebné bezpečnostné opatrenia.	OXY – látka pôsobí ako silné oxidačné činidlo COR - veľké korozívne účinky
0	Bez zvláštneho nebezpečenstva	Žiadne nebezpečenstvo za bežných podmienok	Za normálnych podmienok bez nebezpečenstva!	ALK - silná zásada ACID - silná kyselina

Zdroj: vlastné spracovanie

Tabuľka 1 popisuje význam farieb a stupňov nebezpečenstva v systéme DIAMANT. Štvorec je rozdelený na štyri farebné polia, pričom každé z nich reprezentuje iný typ rizika: modré pole označuje nebezpečenstvo pre zdravie, červené pole sa týka horľavosti, žlté pole označuje reaktivitu alebo stabilitu látky a biele pole obsahuje zvláštne pokyny. Stupne nebezpečenstva sú číslované od 0 do 4, pričom vyššie číslo znamená vyššie riziko. Napríklad v modrom poli stupeň 4 označuje mimoriadne nebezpečnú látku, pri ktorej je kontakt s parou alebo kvapalinou životu nebezpečný, zatiaľ čo stupeň 0 predstavuje látku bez zvláštneho zdravotného rizika. V červenom poli stupeň 4 signalizuje extrémne ľahko zápalnú látku, zatiaľ čo stupeň 0 nepredstavuje nebezpečenstvo požiaru za bežných podmienok. V žltom poli stupeň 4 upozorňuje na veľké nebezpečenstvo výbuchu, zatiaľ čo stupeň 0 predstavuje látku stabilnú za normálnych podmienok. V bielom poli sú uvedené špeciálne symboly, ako napríklad zákaz použitia vody, rádioaktivita, silné oxidačné činidlá alebo korozívne účinky, ktoré poskytujú ďalšie informácie o bezpečnostných opatreniach pri manipulácii s látkou.

3. Ďalšie systémy a softvéry uplatňované pri riešení krízových situácií v súvislosti s nebezpečnými látkami

Európska únia zriadila Európsku chemickú agentúru (ECHA), ktorá koordinuje činnosť v oblasti chemických látok a poskytuje odborné poradenstvo. Prostredníctvom systému REACH (Registration, Evaluation, Authorisation and Restriction of Chemicals) stanovuje EÚ hlavný právny rámec, ktorý ukladá firmám povinnosť preukázať bezpečné používanie chemikálií. Softvéry ako IUCLID a CHESAR sú nástroje vyvinuté ECHA na podporu dodržiavania tohto nariadenia. Existuje mnoho foriem a spoločností, ktoré poskytujú tieto nástroje. V tabuľke 2 je súpis vybraných nástrojov spolu so stručným komentárom.

Tabuľka 1: Vysvetlenie významov jednotlivých farieb

Názov	Spoločnosť	Úloha nástroja
Softvéry		
IUCLID (International Uniform Chemical Information Database) verzia 6	ECHA, EU	Kľúčový nástroj pre správu a predkladanie údajov o chemických látkach regulačným orgánom (nielen v EÚ, ale aj v Austrálii, Novom Zélande, USA, Kanade).
CHESAR (Chemical Safety Assessment and Reporting tool)	ECHA, EU	Pomáha firmám pri vykonávaní posúdení chemickej bezpečnosti (CSA) a príprave správ o chemickej bezpečnosti (CSR).
ALOHA (Areal Locations of Hazardous Atmospheres)	NOAA & EPA, USA	Softvér na modelovanie únikov nebezpečných látok do atmosféry; používa sa pri plánovaní a reakciách na núdzové situácie na predpovedanie šírenia nebezpečného mraku. Voľne dostupný a pravidelne aktualizovaný.
NIOSH TIC-2	NIOSH, USA	Online vyhľadávací nástroj pre literatúru a informácie týkajúce sa pracovnej bezpečnosti.
BASINS (Better Assessment Science Integrating Point and Nonpoint Sources)	EPA, USA	Používaný na hodnotenie vplyvu znečistenia na vodné útvary; špecializovaný nástroj na environmentálne modelovanie, nie na všeobecnú správu chemikálií.
Databázy zamerané na nebezpečné látky		
PubChem	U.S. National Library of Medicine (NLM), súčasť NIH	Veľmi relevantná a komplexná chemická databáza nebezpečných látok a ich vlastností; obsahuje aj HSDB, TOXLINE, CHEM-BANK
Merck Index	Online encyklopédia	Obsahuje informácie o chemikáliách, liekoch a biologických látkach: štruktúry, fyzikálne



		vlastnosti, toxikológia a použitia.
IRIS (Integrated Risk Information System)	EPA, USA	Databáza a hodnotiaci program poskytujúci komplexné informácie o potenciálnych účinkoch znečisťujúcich látok na ľudské zdravie.
INCHEM (International Programme on Chemical Safety) / INTOX / INTOMTOX	IPCS, WHO	Zhromažďuje medzinárodne recenzované informácie o chemickej bezpečnosti; obsahuje databázu IRPTC. Zdroje voľne dostupné online.
CHEMM, ERG	EPA, USA	Komerčné databázy pre havarijnú odozvu pri chemických incidentoch.
OHMTADS (Oil and Hazardous Materials Technical Assistance Data System)	EPA, USA	Nástroj pre informácie a podporu pri havarijných situáciách s chemikáliami.

Zdroj: [3-13]

Záver

Prítomnosť nebezpečných látok v prostredí predstavuje predpoklad vzniku krízových situácií, preto je nevyhnutné využívať moderné softvérové nástroje na ich riadenie a predchádzanie rizikám. Tieto nástroje možno rozdeliť do niekoľkých kategórií, ktoré často fungujú v súčinnosti. Integrované databázy nebezpečných látok (napr. PubChem, Merck Index, ECHA databázy) poskytujú rýchly prístup k toxikologickým a fyzikálnym údajom a pokynom pre prvú pomoc, pričom sa presunuli z offline formátov na aktualizované cloudové a webové platformy. Softvér na modelovanie únikov (napr. ALOHA) umožňuje predpovedať šírenie nebezpečných látok v reálnom čase a určiť zóny ohrozenia, evakuačné trasy a potrebné ochranné opatrenia, čo predstavuje zlatý štandard pre záchranné jednotky.

Geografické informačné systémy (GIS) integrujú mapové podklady s údajmi o nebezpečenstvách a umožňujú vizualizovať polohu havárie, miesta skladovania chemikálií, hustotu obyvateľstva, kritickú infraštruktúru a meteorologické dáta, čím poskytujú kľúčovú priestorovú inteligenciu pre taktické plánovanie. Komunikačné a veliace systémy zase koordinujú zásahy, sledovanie zdrojov a komunikáciu medzi rôznymi agentúrami, čím zvyšujú efektivitu zásahu a udržiavajú jednotné situačné povedomie. Pre bezpečnú prácu s nebezpečnými látkami je nevyhnutné byť oboznámený s ich vlastnosťami a charakterom, a vytvoriť preventívne opatrenia. Online nástroje a špecializovaný softvér (IUCLID 6, CHESAR, ALOHA) umožňujú identifikáciu nebezpečenstva, bezpečnú manipuláciu a efektívne riadenie krízových situácií, čím prispievajú k ochrane života, zdravia a majetku.

Grantová podpora

Táto práca bola podporená Agentúrou na podporu výskumu a vývoja na základe Zmluvy č. APVV-24-0153.

Zoznam použitej literatúry

- [1] Marková, I., Kubás, J., Buganová, K., & Ristvej, J. (2023). Usage of sorbents for diminishing the negative impact of substances leaking into the environment in car accidents. *Frontiers in Public Health*, 10, 95709.
- [2] States of Jersey. (2024). Petroleum-Spirit (Carriage by Road) (Jersey) Regulations 2001 (verzia platná od 11. januára 2024). Dostupné online: https://www.jerseylaw.je/laws/current/ro_57_2001_20240110
- [3] HAZCHEM – Označení nebezpečných látok. (2025). FDPS Tódulky. Dostupné online: https://www.fdpstodulky.eu/stodulky/hasici_soubory/haso_hazchem.htm
- [4] European Chemicals Agency (ECHA). (2025). IUCLID 6 – International Uniform Chemical Information Database. Dostupné online: <https://iuclid6.echa.europa.eu/>
- [5] European Chemicals Agency (ECHA). (2025). CHESAR – Chemical Safety Assessment and Reporting Tool. Dostupné online: <https://echa.europa.eu/support/software-tools/chesar>
- [6] National Oceanic and Atmospheric Administration (NOAA) & Environmental Protection Agency (EPA). (2025). ALOHA – Areal Locations of Hazardous Atmospheres. Dostupné online: <https://www.epa.gov/cameo/aloha-software>
- [7] National Institute for Occupational Safety and Health (NIOSH). (2025). NIOSHTIC-2. Dostupné online: <https://www.cdc.gov/niosh/nioshtic2/>
- [8] Environmental Protection Agency (EPA), USA. (2025). BASINS – Better Assessment Science Integrating Point and Nonpoint Sources. Dostupné online: <https://www.epa.gov/waterdata/basins>
- [9] U.S. National Library of Medicine (NLM), National Institutes of Health (NIH). (2025). PubChem. Dostupné online: <https://pubchem.ncbi.nlm.nih.gov/>
- [10] Merck Index. (2025). Online Encyclopedia of Chemicals, Drugs and Biologicals. Dostupné online: <https://www.rsc.org/merck-index>
- [11] Environmental Protection Agency (EPA), USA. (2025). IRIS – Integrated Risk Information System. Dostupné online:
- [12] World Health Organization (WHO), International Programme on Chemical Safety (IPCS). (2025). INCHEM / INTOX / INTOMTOX. Dostupné online: <https://www.inchem.org/>
- [13] Environmental Protection Agency (EPA), USA. (2025). OHMTADS – Oil and Hazardous Materials Technical Assistance Data System. Dostupné online: <https://www.osti.gov/servlets/purl/1130731>

THEORETICAL ANALYSIS OF CONSUMER BEHAVIOUR IN SLOVAKIA'S DIGITAL TELECOMMUNICATIONS SECTOR

Viktória Cvacho^{1,a}, Radovan Madleňák^{2,b}

¹ FPEDAS, Žilinská univerzita v Žiline, Univerzitná 8215/1, 010 26 Žilina, Slovensko

² FPEDAS, Žilinská univerzita v Žiline, Univerzitná 8215/1, 010 26 Žilina, Slovensko

^aviktoria.cvacho@stud.uniza.sk, ^bradovan.madlenak@uniza.sk

Abstract. This article examines the theoretical foundations of consumer behaviour and their applicability within the digital telecommunications sector in Slovakia. It draws on key marketing and behavioural theory approaches that describe decision-making processes, the formation of preferences, and the evaluation of alternatives in online environments. Based on a review of the relevant literature, the article systematises core concepts explaining how consumers perceive services, process information, develop attitudes, and choose between available options. These theoretical frameworks are subsequently linked to the specific features of digital channels used by Slovak telecommunications operators in order to illustrate how they can enhance understanding of user behaviour when selecting services. The article also outlines opportunities for further research, including the use of neuroscientific methods to examine attention and information processing.

Keywords: Consumer behaviour, Digital telecommunications, Customer loyalty, User Experience (UX), 5G technology.

JEL Classification: M31, L96, O33

Introduction

The telecommunications sector, which ensures the fundamental functioning of the digital economy, is currently paradoxically facing one of the most significant challenges of its development – the gradual commoditisation of services and the weakening of personal contact with the customer due to the shift of interactions into the digital environment. The transition from traditional brick-and-mortar shops to the online environment, e-shops, and self-service mobile applications has transformed the linear purchasing process into a complex network of digital interactions, in which traditional marketing models are becoming insufficient. As noted by Fox and van den Dam [1] in their analysis of the impact of economic changes on telecommunications, we are witnessing the rise of the so-called 'empowered consumer'. This type of customer is tech-savvy, price-sensitive, and has immediate access to comparisons of competitive offers. In the digital environment,



barriers to switching are lowering, and loyalty ceases to be a matter of habit, becoming instead the result of continuous satisfaction with every single interaction. Consumer decision-making in telecommunications is complicated by the intangible nature of the service. Unlike purchasing physical goods (e.g. a smartphone), when selecting a plan or internet connection, the customer is buying a 'promise' of availability and quality. This process is accompanied by a high level of perceived risk and cognitive load stemming from the complexity of price lists, contractual commitments, and technical parameters (5G, FUP, transmission speeds). Laitkep and Červkovskis [2], in their research on the Slovak market, point out that purchasing behaviour is shifting to social networks and mobile applications, which serve not only as communication channels but directly as transactional environments. For operators, this means that the quality of the digital interface (User Experience – UX) is becoming just as important a product as internet speed itself or the number of free minutes. Alfadul and AlKubaisy [3] expand this context with the concept of Digital Social Responsibility (DSR), arguing that in the online environment, customer trust is directly contingent upon the perception of security and ethics in the processing of their data.

Slovak Market Context (2024)

The Slovak telecommunications market represents a specific environment characterised by a high rate of saturation and an oligopolistic structure. There are four network operators active on the market – Slovak Telekom, Orange Slovensko, O2 Slovakia, and SWAN (4ka). According to data from the operators' annual reports and the regulatory authority, SIM card penetration reached a level of approximately 113% in 2024 [4]. The high degree of digitalisation of the population is further confirmed by the Digital 2025 report, which states that the number of internet users in Slovakia continues to grow, thereby increasing pressure on data services [5]. This situation indicates that the market is no longer growing through the acquisition of new, previously unserved customers (greenfield), but primarily through winning over customers from competitors (churn) and efforts to maximise the value of the existing customer (upselling and cross-selling). In their latest study, Suchánek and Bučičová [6] point out that following the COVID-19 pandemic, the determinants of satisfaction in the Slovak and Czech markets have shifted, with the operator's overall image and perceived network quality—currently defined primarily by 5G technology coverage—coming to the fore.

Research Problem, Aim and Objectives

Despite the availability of vast quantities of transactional data (Big Data), telecommunications operators often struggle to comprehend the underlying motives behind consumer behaviour. Traditional declarative research methods (questionnaires, NPS) are reaching their limits, as consumers tend to retrospectively rationalise their purchasing decisions and are unable to accurately describe the subconscious processes that preceded clicking the 'Order' button. Therefore, the aim of this paper is to systematise theoretical knowledge regarding consumer behaviour

in the digital environment and apply it to the current situation within the telecommunications sector in Slovakia. The work aims to identify the discrepancies between declared preferences and actual market behaviour based on data from 2024, and to outline the possibilities of utilising modern behavioural and neuroscientific methods for a deeper understanding of the customer's decision-making processes.

1. Theoretical Background and Literature Review

Understanding consumer behaviour in the service sector requires a shift away from classical economic theories of rational choice towards behavioural models that acknowledge the influence of emotions, cognitive biases, and social context. In the telecommunications sector, which is characterised by a high degree of intangibility, contractual commitment, and technological complexity, the decision-making process becomes non-linear and cyclical.

1.1 Consumer Decision-Making in Digital Environments

Traditional models of purchasing behaviour, such as AIDA (Attention – Interest – Desire – Action), assumed a linear customer journey from unawareness to purchase. However, in the digital environment, this model fails. As noted by Fox and van den Dam [1], the contemporary consumer is ‘empowered’ – possessing immediate access to information and social references. The path to purchase thus transforms into a complex process, which is defined as ‘Messy Middle’. In this space, the customer constantly oscillates between two modes:

- Exploration – Extensive searching for information on new plans, 5G phones, or benefits.
- Evaluation – Narrowing down options based on reviews, price comparison sites, and peer experiences.

In the context of the Slovak market, this model explains the high rate of price comparison, yet simultaneously the relatively low rate of actual churn. Customers often get ‘stuck’ in the evaluation loop and, due to cognitive load (the paradox of choice), ultimately choose the status quo – that is, remaining with their original operator. A significant shift in the understanding of competition in this environment is introduced by Madleňáková, Majerčáková, and Madleňák [7], who draw attention to the specifics of defining relevant markets in the digital space. The authors argue that for digital services and innovative markets, it is no longer sufficient to rely solely on traditional price tests (such as SSNIP), but it is essential to apply qualitative approaches as well, such as the SSNDQ (Small but Significant Non-transitory Decrease of Quality) test. Indeed, consumers in the digital ecosystem react to a decrease in quality (e.g. deteriorated UX, increased advertising, slower data)

just as sensitively as to a price increase, which fundamentally alters the competitive dynamics between operators [7].

1.2 Determinants of Customer Satisfaction and Loyalty in the Service Sector

A key issue for operators is what constitutes loyalty in an era when switching operators is a matter of a few clicks. In their latest study focusing on the Slovak and Czech markets following the COVID-19 pandemic, Suchánek and Bučičová [6] present a fundamental finding. The traditional Expectation-Confirmation Theory model, wherein satisfaction arises from a comparison between expectations and reality, proves to be insufficient. The authors identified that the strongest predictor of satisfaction and subsequent loyalty is the operator's image (Corporate Image) and the perceived quality of services. Their research suggests that if an operator possesses a strong, credible image (built, for example, through CSR activities or technological leadership in 5G), customers tend to overlook minor quality lapses and remain loyal. Price (Perceived Value) plays a role, but within the hierarchy of factors, it is often subordinate to image and quality.

1.3 The Role of Corporate and Digital Social Responsibility in Consumer Decision-Making

With the increasing environmental and ethical sensitivity of consumers, sustainability factors are entering the decision-making process. Strenitzerová and Gaňa [8] applied the ECSI (European Customer Satisfaction Index) model to the Slovak telecommunications market, confirming a direct correlation between the perception of an operator's CSR activities and customer loyalty. Alfadul and AlKubaisy [3] extend this concept to include Digital Social Responsibility (DSR). In the digital telecommunications sector, consumers assess not only environmental aspects (e.g. the recycling of old mobile phones) but also ethics in the online space – data protection, algorithmic transparency, and the fight against disinformation. Their study demonstrates that perceived DSR has a direct positive impact on purchase intention.

1.4 Behavioural Patterns of Slovak Digital Consumers

In their analysis of the Slovak e-commerce environment, Laitkep and Červkovskis [2] identified specific behavioural patterns. For the Slovak online consumer, critical factors include impulses from social networks and the availability of purchasing via a mobile application. This confirms the importance of User Experience (UX). An operator's application is no longer merely a tool for monitoring consumption, but a primary sales channel. If the app's UX is intuitive and utilises gamification elements (rewards, data visualisation), user engagement increases and the likelihood of defecting to a competitor decreases. At the same time, however, Tian et al. [9] draw attention to the other side of the coin –

Algorithm Awareness. With increasing offer personalisation (tailor-made AI recommendations), consumers' privacy concerns also rise, which can act as a barrier to the adoption of fully digital services.

1.5 Switching Costs and Cognitive Barriers in Operator Change

The analysis of customer base stability (despite the existence of cheaper competition such as 4ka) necessitates taking into account the psychological phenomenon known as switching costs. These are not merely financial (penalties), but primarily:

- Procedural – The time and effort associated with number porting and setting up new services.
- Relational – The loss of loyalty programme benefits (e.g. Magenta 1, Love group discounts). These barriers create a lock-in effect, which explains why even a rational consumer often remains with a more expensive but ‘more convenient’ alternative.

2. Research Design and Methodology

This paper is designed as a theoretical-analytical study that integrates contemporary academic knowledge of consumer behaviour with secondary market data describing the Slovak telecommunications sector in 2024. The methodological approach consists of three systematically connected phases:

1. Systematic literature review and critical analysis,
2. Collection and processing of secondary market data,
3. Synthesis of theoretical and empirical insights to formulate conclusions and research implications.

2.1 Study Design

The first phase focused on defining the theoretical framework relevant to consumer decision-making in digital service markets. A systematic literature review was conducted using major academic databases, including Web of Science, Scopus, and ResearchGate. The search relied on keyword combinations such as:

- consumer behaviour,
- telecommunications,
- digital customer experience,
- customer loyalty,
- 5G adoption.

The selection criteria included:

- publication period 2018–2025, ensuring relevance to post-pandemic changes;
- thematic relevance to digital purchasing behaviour, UX, behavioural economics, and telecommunications markets;
- prioritisation of peer-reviewed articles and established theoretical models.

Key studies informing the framework include Suchánek & Bučičová's post-pandemic satisfaction model, analyses of digital purchasing behaviour in Slovakia by Laitkep & Červkovskis, and sustainability-related factors influencing loyalty identified by Strenitzerová & Gaňa [2,6,8].

The theoretical sources were processed using analysis, synthesis, and conceptual abstraction, with particular emphasis on behavioural and cognitive mechanisms shaping digital decision-making, including the “Messy Middle”, perceived value models, switching costs, UX principles, and algorithm awareness.

2.2 Data Sources and Data Collection

The empirical component relies exclusively on quantitative analysis of secondary data describing market conditions and operator performance in 2024. These sources include:

1. Annual Reports of Telecommunications Operators – from the reports of the Slovak telecommunications operators mentioned below, variables such as total revenues, EBITDA, customer base (SIM cards), market share, and capital investments (CAPEX) were extracted. These indicators were used to illustrate competitive strategies, market polarisation, and technological positioning.

- Slovak Telekom, a.s. [10],
- Orange Slovensko, a.s. [11],
- O2 Slovakia, s.r.o. [12],
- SWAN a.s. (4ka) [13].

2. Regulatory and Statistical Data – Data from the Regulatory Office for Electronic Communications and Postal Services (RÚ) provided market-level indicators such as SIM penetration and network infrastructure development [4].

3. International Indices – The study incorporates data from the DESI index (European Commission) and the OECD Digital Economy Outlook, which provide contextual information regarding Slovakia's digital maturity relative to EU and OECD standards [14,15].

2.3 Analytical Procedures

Several analytical methods were applied to process and interpret the collected data:

- **Comparative Analysis** – Used to benchmark the performance of operators and compare declared strategies (e.g., value-oriented vs. cost-leadership models) with observable outcomes.
 - **Deduction** – Applying general behavioural theories (e.g., Messy Middle, Expectation-Confirmation Theory, flat-rate bias) to the Slovak telecommunications context.
 - **Induction** – Generalising behavioural patterns from observed trends (e.g., impact of 5G availability on loyalty and acquisition).
- **Abstraction** – Used to identify managerial implications by isolating essential behavioural drivers (UX quality, perceived value, switching costs) from operational details.

2.4 Methodological Limitations

This study relies exclusively on secondary data, which imposes several limitations:

- It does not allow for causal interpretation of consumer motivations.
- It cannot capture subconscious or non-verbal aspects of decision-making.
- Operator reports may vary in structure and reporting methodology.

These limitations justify the recommendation for future research integrating neuroscientific and biometric methods, such as eye-tracking and facial coding, which can capture cognitive load, attention patterns, and emotional responses in digital environments.

3. Results and Market Analysis

The analysis of the telecommunications market in 2024 confirms that the sector is undergoing a phase of technological turning point and strategic transformation. Amidst high saturation, where the number of SIM cards exceeds the population, the focus of competition has shifted from the acquisition of new customers to maximising value (ARPU) and achieving technological dominance in 5G.

3.1 Financial and Operational Performance of Key Players

A detailed analysis of the annual reports of the four network operators reveals distinct strategies for adapting to market conditions (Table 1).

- **Slovak Telekom** maintained its position as the market's financial leader with total revenues of €864.3 million and high profitability (EBITDA AL of €389.4 million). A key strategic move in 2024 was the spin-off of passive infrastructure into a separate entity, Slovak Telekom Infra, enabling more efficient asset management [10]. The operator focused on migrating customers to fibre and cleaning up its portfolio of inactive SIM cards.

- **Orange Slovensko** adopted a defensive strategy focused on value. Although it recorded a slight decline in total revenues of 2% (to €574.3 million) due to lower device sales and regulation, service revenues grew. With massive investments (CAPEX €121.8 million), it concentrated on closing the technological gap in 5G and expanding its fibre network [11].
- **O2 Slovakia** positions itself as a technological challenger. In 2024, it achieved leadership in 5G coverage (87.1% of the population), thereby surpassing both traditional competitors. With 2.34 million customers, O2 has come dangerously close to the market leader, although it still lags behind in financial indicators (revenues of €363 million), which is attributed to a historically weaker position in the B2B and fixed segments [12].
- **SWAN (4ka)** has definitively moved away from the position of a mere low-cost player. With year-on-year revenue growth of 11.6% and a positive EBITDA (€41.2 million), it demonstrated financial stability. The operator's growth is underpinned by an acquisition strategy (e.g. the purchase of operator e-Net) and the targeted deployment of 5G in urban agglomerations (3.7 GHz band), rather than blanket rural coverage [13].

Table 1 Financial and Operational Indicators of Slovak Operators (2024)

Indicator	SLOVAK TELEKOM	ORANGE SLOVENSKO	O2 SLOVAKIA	4KA (SWAN)
FINANCIALS				
Total Revenues	864,3 mil. €	574,3 mil. €	363,0 mil. €	160,5 mil. €
Revenues (year-on-year)	+ 5,1 %	- 2,0 %	+ 4,0 %	+ 11,6 %
EBITDA*	389,4 mil. €	231,5 mil. €	78,0 mil. €	41,2 mil. €
Investments (CAPEX)	175,0 mil. €	121,8 mil. €	40,8 mil. €**	28,9 mil. €
CUSTOMERS				
Mobile Services (SIM)	2 211 000	2 392 000	2 340 000	647 000
SIM Change (year-on-year)	- 24 000	+ 2 000	+ 27 000	+ 4,4 %
Fixed Internet	813 000	325 000	-	~90 000***
TV Services	681 000	188 000	182 000	~40 000***
TECHNOLOGIES				
5G Coverage (population)	> 70 %	82,6 %	87,1 %	~100 lokalít

Source: Own processing based on [10, 11, 12, 13]

Notes to the table: *EBITDA: For Telekom, Orange, and O2, this refers to EBITDA AL (After Leases). For SWAN, it refers to accounting EBITDA. **O2's investments are lower as the infrastructure is managed and built by the partner company CETIN. ***Estimate based on the total number of 129,000 fixed customers reported in the annual report.

3.2 Market Polarisation and Consumer Segments

A synthesis of the aforementioned data and theory indicates that the Slovak market is polarised. On the one hand, there is the ‘Value Seekers’ segment, who are loyal to the major operators (Telekom, Orange, O2) due to network quality (5G), convergent discounts, and corporate image. The data confirms that O2 successfully utilises its technological leadership in 5G as a marketing tool to acquire this segment. This technological lead correlates with O2’s revenue growth of 4% and an increase in its customer base to 2.34 million. Applying Expectation-Confirmation Theory, we can conclude that O2 has successfully met the expectations of ‘early adopters’ and demanding data users [12].

On the other hand, there is the ‘Price Sensitive’ segment, which responds to the offer of 4ka/SWAN. Its growth indicates that price-based rational decision-making remains relevant, particularly when underpinned by sufficient service quality in urban areas. Traditional economic theory posits that in a saturated market with a homogeneous product (connectivity), the consumer will migrate to the provider offering the lowest price. Data from 2024 confirm this assumption only partially. This growth indicates the existence of a segment of highly price-sensitive customers whose behaviour corresponds to the rational decision-making model.

However, the fact that operators with higher ARPU (Telekom and Orange) did not experience a massive outflow of customers confirms the validity of the Perceived Value model described by Suchánek and Bučičová [6]. The Slovak consumer is willing to pay a ‘premium’ for stability, comprehensive services (convergent mobile+internet+TV bundles), and a strong brand image. This phenomenon corresponds to the findings of Lambrecht and Skiera [16], who describe the so-called ‘flat-rate bias’ – the tendency of customers to pay more for flat-rate services due to a psychological sense of security (the ‘insurance effect’), even though they would pay less with a different type of tariff based on their actual consumption. The lock-in strategy via convergence plays a crucial role. Data indicates that households utilising a combination of services (fixed + mobile) exhibit a significantly lower churn rate. This strategy effectively increases switching costs, as changing operators would entail not only replacing a SIM card for the consumer but also the reinstallation of home internet and the loss of group discounts.

3.3 Digital Channels and User Experience as Performance Drivers

In line with the research by Laitkep and Červkovskis [2] on the importance of mobile applications, the operators’ financial results reflect the success of their digital transformation. The high profitability of the Slovak Telekom group indicates high operational efficiency, partially achieved through the digitalisation of service and sales. Shifting interactions to applications (e.g. activating data bundles, paying invoices) reduces service costs (Cost to Serve) while simultaneously increasing the frequency of brand interaction. Conversely, operators who have previously

neglected the UX (User Experience) of their digital channels face greater pressure on price, as they are unable to build an emotional bond through gamification and personalised offers.

A synthesis of the data and theory confirms that no universal consumer model exists, and operators must therefore segment their strategies: either through technological excellence (O2), comprehensive care (Telekom, Orange), or cost leadership (4ka).

4. Future Research Directions

Traditional marketing research in telecommunications has long relied on declarative methods (questionnaires, in-depth interviews, Net Promoter Score). However, these methods encounter a fundamental limit of human cognition – consumers are often unable to verbalise their subconscious feelings or they retrospectively rationalise their decisions to appear consistent. In the context of digital services, where purchase decisions are determined by milliseconds and micro-interactions within an application, the integration of biometric and neuroscientific methods appears essential. Telecommunications products are characterised by a high degree of information density (price lists, FUP parameters, speeds, bundle combinations). This leads to a phenomenon known as cognitive load. If an offer on a website is too complex, the consumer's brain activates a defence mechanism and ignores the information. The Eye-Tracking method allows for the precise identification of so-called attention heatmaps. Research in UX (User Experience) shows that users often suffer from 'banner blindness' and ignore marketing slogans, fixing their gaze only on key numerical anchors (price and data volume). For operators, this implies a need to design price lists not according to aesthetic but according to cognitive principles (so-called processing fluency), in order to reduce the bounce rate. While Eye-Tracking measures attention, the Facial Coding method (analysis of facial micro-expressions) measures emotional valence. The significance of emotions in the service environment is underscored by the classic Mehrabian-Russell model [17], which explains how the environment (in this case, the digital application environment) influences emotional state (pleasure, arousal) and subsequent behaviour (approach or avoidance). When testing operators' mobile applications, Facial Coding technology can detect moments of frustration even before the user consciously realises them. Eliminating these 'friction points' in the digital customer journey is key to building long-term satisfaction. As suggested by Strenitzzerová and Gaňa [8], loyalty is not merely about rational satisfaction but about an emotional bond, which, however, is instantly destroyed by frustration resulting from dysfunctional UX.

5. Discussion

Based on a synthesis of theoretical models and an analysis of market data for the year 2024, we formulate the following recommendations for the management of telecommunications operators in Slovakia:

- **Complexity Reduction (Simplicity by Design)** – The analysis has shown that customers get lost in the ‘Messy Middle’ process. Operators should abandon the strategy of complicated small print conditions. The success of 4ka (SWAN) in the B2C segment indicates that there is strong demand for transparent products of the ‘what you see is what you pay’ type. Simplifying the portfolio reduces cognitive load and accelerates the purchasing decision.
- **Hyper-personalisation vs. Privacy Operators** – possess a vast volume of data (Big Data). This data should be utilised for contextual marketing (offering a data bundle exactly at the moment when the customer is running low, rather than spamming with a generic offer). At the same time, however, it is necessary to respect the findings of Tian et al. [9] and transparently communicate how this data is utilised in order to prevent privacy concerns.
- **Technology as a Marketing Tool** – The example of O2 Slovakia demonstrates that investment in infrastructure (specifically superior 5G coverage) is the strongest marketing tool. Operators should not merely communicate technical parameters (Mb/s) but rather the benefits (reliability, ubiquitous availability) which directly influence the perceived quality of service and brand image.
- **Digital Social Responsibility (DSR)** – In accordance with the research of Alfadul and AlKubaisy [3], operators should include topics of digital ethics (cybersecurity, online child protection) in their communication. This builds trust, which is a key currency in an intangible environment.

Conclusion

The objective of the present paper was to analyse the transformations in consumer behaviour within the digital telecommunications sector in Slovakia and to confront theoretical decision-making models with real market data for 2024. A synthesis of insights from the annual reports of key market players and relevant academic literature led to the identification of several fundamental trends shaping both the current and future development of this industry.

Firstly, the analysis confirmed that the Slovak market is significantly polarised, yet the locus of decision-making is shifting from price to value. Although the growth of the operator SWAN (4ka) demonstrates that a segment of highly price-sensitive customers still exists and responds to rational economic stimuli, the dominant portion of the market is governed by the more complex model of Perceived Value. For customers of major operators (Slovak Telekom, Orange, O2), the key

determinant of loyalty is becoming a combination of technological stability (5G coverage), service convergence (fixed and mobile services under a single contract), and brand credibility. This confirms the validity of the post-pandemic satisfaction model, in which image and quality outweigh marginal price savings.

A second significant finding is the role of technology as a marketing signal. The success of O2 in 2024, which managed to grow both its customer base and revenues thanks to the widest 5G coverage, indicates that Slovak consumers are technologically sophisticated and that 'early adopters' constitute a high-value portion of the customer base. In this context, the 5G network functions not merely as a technical parameter, but as a psychological tool for mitigating perceived risk when selecting a provider.

The third pillar of the transformation is the digitalisation of the customer journey. The traditional linear purchasing model has been replaced by the cyclical 'Messy Middle' process, in which the User Experience (UX) of digital channels plays a decisive role. Operators who have successfully transformed their applications from consumption monitoring tools into platforms for daily interaction and gamification (e.g. Slovak Telekom) are achieving higher operational efficiency and stronger behavioural loyalty. Conversely, complicated terms and cluttered interfaces increase cognitive load, leading to frustration and potential customer churn.

In terms of scientific contribution, the article highlighted the limitations of current methodological approaches. Declarative methods (questionnaires) are unable to fully capture the subconscious processes and emotional reactions that accompany split-second purchasing decisions in the online environment. We therefore envisage the future of telecommunications research lying in the interdisciplinary convergence of marketing and neuroscience. The application of methods such as Eye-Tracking or Facial Coding represents an essential step towards a deeper understanding of the 'black box' of consumer behaviour.

In conclusion, it can be stated that telecommunications operators in Slovakia can no longer compete solely on price or infrastructure, as these are becoming commoditised. In the near future, competitive advantage will belong to those entities capable of leveraging data for the hyper-personalisation of their offering, whilst simultaneously maintaining a high degree of digital ethics and transparency.

Acknowledgements

This contribution was undertaken as a part of the project "Consumer Behaviour Research Using Neuroscience in Virtual and Real Environments," supported by the Grant System of the University of Žilina (Project ID: 20450).

References

- [1] B. Fox and R. van den Dam, "How Recession and the Empowerment of Consumers Impact the Telecommunications Industry: A European Perspective," *Int. J. Interdiscip. Telecommun. Netw.*, vol. 4, no. 2, pp. 38-47, 2012.
- [2] D. Laitkep and E. Červkovski, "Online Consumer Purchasing Behaviour in Slovakia," *Transp. Commun.*, vol. 8, no. 1, pp. 13-18, 2020. [Online]. Available: <https://doi.org/10.26552/tac.C.2020.1.3>.
- [3] A. Alfadul and Z. M. AlKubaisy, "The Effect of Digital Social Responsibility on Consumer Behaviour in the Mobile Telecom Industry," *Mark. Manag. Innov.*, vol. 15, no. 3, pp. 13-26, 2024. [Online]. Available: <https://doi.org/10.21272/mmi.2024.3-02>.
- [4] Úrad pre reguláciu elektronických komunikácií a poštových služieb, "Štatistické údaje o trhu elektronických komunikácií," Bratislava, 2024. [Online]. Available: https://www.teleoff.gov.sk/files/urad/odbory-oddelenia/odbor-spravy-frekvencneho-spektra/konzultacne-miesto/2025_aukcia/posudenie-situacie-trhu.pdf.
- [5] DataReportal, "Digital 2025: Slovakia," 2025. [Online]. Available: <https://datareportal.com/reports/digital-2025-slovakia>.
- [6] P. Suchánek and N. Bučičová, "The customer satisfaction model in the mobile telecommunications sector after Covid-19 pandemic," *PLOS ONE*, vol. 20, no. 1, Art. no. e0317093, 2025. [Online]. Available: <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0317093>.
- [7] L. Madleňáková, M. Majerčáková, and R. Madleňák, "Stanovenie relevantných trhov v digitálnom priestore," *Transport And Communications*, vol. 20, pp. 32-43, 2025. [Online]. Available: https://pteo.uniza.sk/artkey/ptk-202501-0005_stanovenie-relevantnych-trhov-v-digitálnom-priestore.php.
- [8] M. Strenitzerová and J. Gaňa, "Customer Satisfaction and Loyalty as a Part of Customer-Based Corporate Sustainability in the Sector of Mobile Communications Services," *Sustainability*, vol. 10, no. 5, p. 1657, 2018. [Online]. Available: <https://doi.org/10.3390/su10051657>.
- [9] S. Tian, B. Zhang, and H. He, "Role of Algorithm Awareness in Privacy Decision-Making Process: A Dual Calculus Lens," *J. Theor. Appl. Electron. Commer. Res.*, vol. 19, pp. 899-920, 2024. [Online]. Available: <https://doi.org/10.3390/jtaer19020047>.
- [10] Slovak Telekom, "Výročná správa 2024," Slovak Telekom, a.s., Bratislava, 2025. [Online]. Available: <https://www.telekom.sk/o-spolocnosti/rocne-spravy>.
- [11] Orange Slovensko, "Výročná správa 2024," Orange Slovensko, a.s., Bratislava, 2025. [Online]. Available: https://www.orange.sk/fileadmin/orange/user_uploads/pages/384/doc/osk-vyroчна-sprava-2024-sk.pdf.



- [12] O2 Slovakia, "Výročná správa 2024," O2 Slovakia, s.r.o., Bratislava, 2025. [Online].
Available: <https://spolocnost.o2.sk/media/2717/lBOZHFXS58KMA0TPbPAC9iiEc eXXPINEFyKM6X7t.pdf>.
- [13] SWAN, "Výročná správa 2024," SWAN, a.s., Bratislava, 2025. [Online].
Available: https://www.swan.sk/media-files/filer_public/56/4a/564a1a2f-6b6f-4d7a-811e-6a2a5f670f2d/455_4ka_vyrocná_správa_2024.pdf.
- [14] European Commission, "Digital Economy and Society Index (DESI)," 2025. [Online]. Available: <https://digital-strategy.ec.europa.eu/en/library/state-digital-decade-2025-report>
- [15] OECD, "Digital Economy Outlook," 2024 (Volume 1): Embracing the Technology Frontier, OECD Publishing, Paris, [Online]. Available: <https://doi.org/10.1787/a1689dc5-en>.
- [16] A. Lambrecht, & B. Skiera, B. (2006). Paying Too Much and Being Happy About It: Existence, Causes, and Consequences of Tariff-Choice Biases. *Journal of Marketing Research*, 43(2), 212–223. [Online]. Available: <https://doi.org/10.1509/jmkr.43.2.212A>. Mehrabian and J. A. Russell, *An Approach to Environmental Psychology*. Cambridge, MA: MIT Press, 1974. ISBN: 0262130904.

INTERNÁ MARKETINGOVÁ KOMUNIKÁCIA PODNIKU: PRÍPADOVÁ ŠTÚDIA SLOVENSKEHO PODNIKU

INTERNAL MARKETING COMMUNICATION OF A COMPANY: A CASE STUDY OF A SLOVAK COMPANY

Marianna Mrvová^{1,a}

¹ Žilinská univerzita v Žiline, Fakulta prevádzky a ekonomiky dopravy a spojov, Katedra ekonomiky, Univerzitná 1, 010 26 Žilina, Slovakia

^amrvova5@stud.uniza.sk

Abstrakt. Interná marketingová komunikácia je kľúčová pre angažovanosť zamestnancov a celkovú výkonnosť podniku. Cieľom článku je analyzovať súčasný stav internej komunikácie v slovenskom podniku. Na získanie hĺbkových dát bola použitá kvalitatívna metóda skupinových rozhovorov s manažermi a zamestnancami. Výsledky potvrdili efektivitu digitálnych nástrojov, ale aj odhalili zásadné nedostatky v informovaní a v komunikácii medzi oddeleniami. Zamestnanci vyžadujú väčšiu transparentnosť a systematickú spätnú väzbu. Článok poskytuje hodnotný pohľad na skutočnosť, ktorá porovnáva dôležitosť využívaných nástrojov so skutočnými potrebami zamestnancov, najmä vo vzťahu k transparentnosti a systematizácii.

Kľúčové slová: Komunikácia. Interná marketingová komunikácia. Interné prostredie.

Abstract. Internal marketing communication is crucial for employee engagement and overall business performance. This article aims to analyse the current state of internal communication in a Slovak company. A qualitative method of group interviews with managers and employees was used to obtain in-depth data. The results confirmed the effectiveness of digital tools but also revealed fundamental shortcomings in information sharing and communication between departments. Employees demand greater transparency and systematic feedback. The article provides a valuable insight into the reality that compares the importance of the tools used with the actual needs of employees, especially in relation to transparency and systematization.

Keywords: Communication. Internal marketing communication. Internal environment.

JEL Classification: D83



Úvod

Efektívna interná marketingová komunikácia je jedným z hlavných pilierov moderného riadenia organizácií. [6,8] Komunikácia tvorí dôležitý prvok každej organizácie, nakoľko na nej sú závislé všetky činnosti. [2, 4] Stále viac podnikov si uvedomuje, že spokojní zamestnanci predstavujú prvý krok k spokojnosti zákazníkov [13], a že komunikácia medzi vedením, manažérmi a zamestnancami vytvára kultúru, ktorá priamo ovplyvňuje výkonnosť, fluktuáciu a reputáciu podniku. [1,5]

V súčasnosti je čoraz viac podstatné sa venovať spokojnosti svojich zamestnancov a zvyšovaniu ich informovanosti. [2] Väčšina podnikov pre svojich zamestnancov ponúka možnosť pracovať či už z domu alebo z kancelárie, a preto je dôležité, aby interná marketingová komunikácia v podniku fungovala a zamestnanci, a to či už počas práce z domu (home office) alebo v kancelárii mali rovnaký prístup ku všetkým informáciám. Z tohto dôvodu je vytváraný čoraz väčší dôraz na vnútroorganizačnú komunikáciu. [7, 10, 11]

Stratégia internej marketingovej komunikácie zabezpečuje systematickosť vo vnútroorganizačnej komunikácii, zabezpečuje úsporu nákladov a ich efektívne využitie i zaisťuje odstraňovanie neželaných činností. [5] Používa sa ako návod na uskutočnenie komunikačných činností organizácie. [3] Každý podnik by si mal uvedomiť a brať do úvahy, že zlepšovaním a starostlivosťou o internú komunikáciu si vytvára konkurenčnú výhodu a je viac atraktívny, a to nielen pre svojich súčasných zamestnancov, ale aj pre nových potenciálnych zamestnancov. [9, 12]

Článok sa zameriava na prístup slovenského podniku k stratégii internej marketingovej komunikácie vo svojom internom prostredí. Cieľom predkladaného článku je predstavenie výsledkov prípadovej štúdie, ktorá skúma stav internej marketingovej komunikácie v slovenskom podniku zo Žiliny. Nasledujúce časti článku sa skladajú z teoretického náhľadu do internej marketingovej komunikácie podniku, z objasnenia použitej metodológie, výsledkov interného prieskumu v podniku a, v neposlednom rade, zo záveru.

1. Interná komunikácia

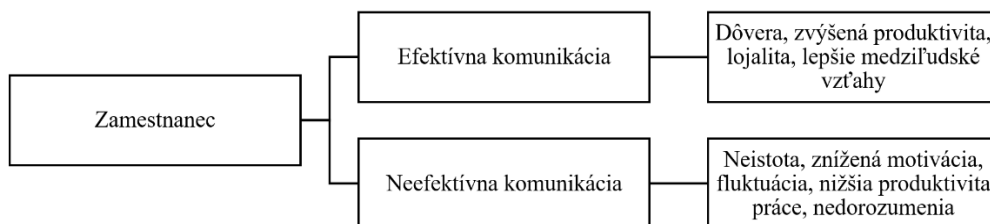
Komunikácia patrí medzi dôležité aspekty úspechu firiem. Schopnosť porozumieť si pri práci vedie k vytváraniu priaznivých pracovných podmienok a pracovného prostredia. [14] Komunikácia v podnikoch je významná pre vytvorenie synergického efektu medzi manažérmi a zamestnancami podniku, čo pozitívne vplýva na dosiahnutie podnikových cieľov. [2, 15] Interná komunikácia by mala fungovať obojsmerne a informácie by mali byť poskytované včas, aby mohli zamestnanci vykonávať svoju prácu efektívne a dosahovať požadovaný výsledok. [2, 16]

Interná marketingová komunikácia napomáha pracovníkom cítiť sa ako súčasť organizácie a porozumieť podnikovým cieľom a stratégii. [17] Vnútropodniková komunikácia má pozitívny vplyv na participáciu zamestnancov a pracovnú spokojnosť. [18] Efektívna interná komunikácia funguje aj ako hlavný motivátor pri práci. [19] Spokojnejší a správne motivovaní zamestnanci dopomáhajú aj k spokojnosti spotrebiteľov. [20]

Vnútropodniková marketingová komunikácia má priamy vplyv na úspech každého podniku. Je to skupina procesov, ktorá zahŕňa nielen efektívny prenos informácií a vedomostí, ale i spoluprácu medzi vrcholovým manažmentom, manažmentom a zamestnancami. Za komunikáciu v podniku nezodpovedá len vedenie, ale všetci členovia organizácie. [21, 22] Interná komunikácia prebieha na všetkých organizačných úrovniach a pozostáva z formálnej a neformálnej komunikácie, uľahčuje prenos informácií, napomáha budovať vzťahy, dôveru a pocit spolupatričnosti. [1]

Výber správnych nástrojov internej komunikácie závisí od viacerých faktorov, ako sú napr. veľkosť podniku, kultúra, kvalifikácia zamestnancov i úroveň technického rozvoja. [23] Medzi najčastejšie využívané nástroje internej marketingovej komunikácie zaraďujeme (1) interný marketingový prieskum, (2) firemné nástenky a tabule, (3) formálne a neformálne stretnutia, (4) podnikový intranet a (5) školenia a semináre. [24]

Obrázok 1 znázorňuje rozdielne dopady efektívnej a neefektívnej komunikácie na zamestnancov.



Obrázok 1 Vplyv internej komunikácie

Zdroj: vlastné spracovanie

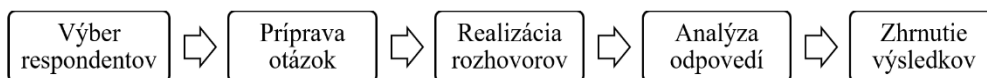
Ako ukazuje obrázok 1, efektívna interná komunikácia vytvára prostredie dôvery, lojality a vyššej produktivity, zatiaľ čo jej nedostatok vedie k neistote, fluktuácii a zníženej motivácii. Tento kontrast potvrdzuje, že komunikácia nie je len doplnkovým procesom, ale strategickým faktorom úspechu podniku.

2. Metodológia

Na zistenie súčasného stavu internej marketingovej komunikácie v podniku bola použitá kvalitatívna metóda prieskumu, konkrétne skupinové rozhovory. Aplikovaný prístup bol zvolený z dôvodu získania hlbších poznatkov o postojoch, skúsenostiach a očakávaniach interných zákazníkov, teda zamestnancov

a manažérov, vo vzťahu k vnútropodnikovej marketingovej komunikácii. Cieľom prieskumu bolo analyzovať a determinovať aktuálnu úroveň internej marketingovej komunikácie podniku a určiť potreby prípadne nedostatky z pohľadu zamestnancov a manažérov.

Celkový priebeh prieskumu prebiehal v rámci procesu, ktorý je zobrazený na obrázku 2.



Obrázok 2 Proces rozhovorov

Zdroj: vlastné spracovanie

Prieskum bol uskutočnený v roku 2025 v slovenskom podniku, sídlacom v meste Žilina. Podnik je organizačne rozdelený na štyri hlavné oddelenia, z ktorých každé riadi vlastný manažér. Tieto oddelenia sa ďalej členia na menšie sekcie, ktoré majú svojich samostatných riadiacich pracovníkov. Rozhovory prebiehali v priestoroch podniku a to v mesiaci júl. Respondenti v podniku boli vybraní cielene s ohľadom na zastúpenie každého oddelenia a to či už v skupine manažérov alebo radových zamestnancov. Celkovo sa rozhovorov zúčastnilo 10 manažérov a 10 zamestnancov.

Otázky v rozhovoroch boli vytvárané s cieľom získať porovnateľné názory manažérov a ich zamestnancov na rovnaké oblasti, aby bolo možné identifikovať rozdiely a podobnosti v ich vnímaní internej marketingovej komunikácie. *Rozhovor so zamestnancami* bol svojimi desiatimi otázkami zameraný na vnímanie vnútropodnikovej komunikácie z pohľadu radových zamestnancov. Otázky boli tvorené, aby sa zistila ich spokojnosť s internou komunikáciou a jej nástrojmi v podniku. Ďalším dôležitým aspektom bola aj ich motivácia k práci a medziľudské vzťahy na pracovisku, a to či už s nadriadenými alebo spolupracovníkmi. *Skupinový rozhovor s manažérmi* bol zacielený na ich individuálne vnímanie internej marketingovej komunikácie. Zisťovala sa ich motivácia k práci, záujem o zamestnancov a ich potreby a názory. Predmetom záujmu bola, samozrejme, aj informovanosť, a to či už zo strany zamestnancov k manažérovi, ale aj opačne zo strany manažéra k zamestnancom.

Po uskutočnení rozhovorov boli jednotlivé odpovede analyzované a zoskupené do anonymných súhrnov. V prípadoch, kde sa názory manažérov a zamestnancov z líšili, boli tieto rozdiely osobitne zdôraznené.

3. Výsledky

Analýza odpovedí umožnila identifikovať aktuálny stav internej marketingovej komunikácie v podniku, jej silné stránky, nedostatky a oblasti vyžadujúce zlepšenie.

3.1 Rozhovory so zamestnancami

Rozhovory so zamestnancami poskytli detailný pohľad na vnímanie internej marketingovej komunikácie z perspektívy radových zamestnancov. Respondenti uviedli, že komunikácia v podniku je otvorená a prístupná, avšak poukázali na viaceré nedostatky, ktoré ovplyvňujú ich spokojnosť a efektivitu práce.

Zamestnanci hodnotili informovanosť o bežnom dianí v podniku ako primeranú, no polovica z nich zdôraznila nedostatok detailných informácií o strategických cieľoch a dlhodobom smerovaní podniku. Tento nedostatok vnímajú ako prekážku pri pochopení širšieho kontextu svojej práce. Informácie sa často šíria prostredníctvom manažérov, ale nie vždy sú komunikované včas alebo dostatočne jasne. Najefektívnejším nástrojom podľa zamestnancov sú vnútro podnikové systémy (napr. Slack, Odo), ktoré umožňujú rýchlu a prehľadnú komunikáciu. Pozitívne hodnotili aj pravidelné mítingy a ranné stand-upy, hoci traja uviedli, že tieto stretnutia sú niekedy príliš formálne a neumožňujú otvorenú diskusiu. Naopak, školenia a spoločné raňajky boli označené za najmenej efektívne z hľadiska prenosu pracovných informácií.

Medzi hlavné motivačné faktory zamestnanci uvádzali finančné ohodnotenie, možnosť neustáleho vzdelávania sa a príjemné pracovné prostredie. Celkovo osem respondentov potvrdilo pocit spolupatričnosti v tíme, čo považujú za silnú stránku podniku. Napriek tomu sa objavili názory, že vzťahy medzi oddeleniami sú slabšie a chýba intenzívnejšia komunikácia naprieč celou organizáciou. Zamestnanci ocenili, že manažéri poskytujú spätnú väzbu, avšak poukázali na jej nepravidelnosť. Viac ako polovica respondentov zo skupiny zamestnancov by privítala častejšie uznanie za vykonanú prácu a systematické hodnotenie výkonu.

V závere rozhovorov sa zamestnanci vyjadrili k najdôležitejším zlepšeniam, ktoré by, z ich pohľadu, vylepšili aktuálnu situáciu v internej komunikácii podniku:

- Pravidelné stretnutia o cieľoch a smerovaní podniku,
- systematické podávanie spätnej väzby od manažérov a
- zvýšenie transparentnosti.

3.2 Rozhovory s manažérmi

Rozhovory s manažérmi poskytli komplexný pohľad na internú marketingovú komunikáciu v podniku a jej význam pre efektívne riadenie tímov. Väčšina manažérov potvrdila, že komunikácia v podniku je funkčná, ale aj identifikovali viaceré oblasti, ktoré je potrebné vylepšiť.

Manažéri uviedli, že sa snažia pravidelne informovať svojich zamestnancov o cieľoch oddelenia a podniku, avšak priznali, že komunikácia medzi oddeleniami je



nedostatočná. Viacerí zdôraznili potrebu systematizácie toku informácií, aby sa predišlo oneskoreniam a nejasnostiam.

Za najefektívnejšie nástroje manažéri považujú vnútropodnikové systémy a pravidelné mítingy. Tieto nástroje umožňujú rýchlu výmenu informácií a koordináciu úloh. Naopak, školenia a spoločné podujatia sú vnímané skôr ako doplnkové aktivity, ktoré majú nízky vplyv na formálnu komunikáciu. Manažéri oceňujú aj neformálne stretnutia, ktoré pomáhajú zlepšovať vzťahy v tíme.

Najsilnejšími motivačnými faktormi pre manažérov sú sebarozvoj, plnenie stanovených cieľov a finančné ohodnotenie. Viacerí uviedli, že ich motivuje aj kolektív a uznanie zo strany vedenia. Manažéri sa snažia budovať dobré vzťahy prostredníctvom teambuildingov a neformálnych aktivít, ktoré považujú za dôležité pre tímovú súdržnosť.

Podávanie spätnej väzby je realizované prevažne formou osobných stretnutí, pričom štyria manažéri poskytujú hodnotenie svojim zamestnancom raz týždenne. Rovnako títo manažéri dopĺňajú spätnú väzbu mesačnými zhrnutiami, ktoré sú zamestnancom posielané prostredníctvom vnútropodnikových systémov. Manažéri zdôraznili, že pravidelná komunikácia a uznanie výkonu zamestnancov sú kľúčové pre udržanie motivácie. Spätná väzba je podľa manažérov na dostatočnej úrovni, ale potreba uznania je podľa nich ich slabšou stránkou, ktorú by radi vylepšili.

Manažéri vo svojich odpovediach najviac poukázali na dôležitosť:

- Zvýšenia transparentnosti,
- zavedenia pravidelných stretnutí o stratégii podniku a
- poskytovania uznania svojim zamestnancom.

3.3 Porovnanie výsledkov z rozhovorov

Analýza odpovedí oboch skupín odhalila viaceré zhody, ale aj významné rozdiely vo vnímaní internej marketingovej komunikácie. Pohľady oboch skupín respondentov sú zaznamenané v tabuľke 1.

Tabuľka 1 Porovnanie názorov respondentov

Oblasť hodnotenia	Zamestnanci	Manažéri
Najefektívnejší spôsob komunikácie	Vnútropodnikové systémy	Vnútropodnikové systémy
Komunikácia na pracovisku	Otvorená v rámci jedného oddelenia, ale medzi oddeleniami je slabá	Otvorená v rámci jedného oddelenia, ale medzi oddeleniami je slabá
Informovanosť o budúcnosti podniku	V nedostatočnom rozsahu	Zamestnancom poskytujú pravidelne informácie
Spätná väzba	Chýba pravidelnosť a uznanie	Z pohľadu manažérov je spätná väzba dostatočná, ale uvedomujú si nedostatok uznania svojich zamestnancov
Motivačné aspekty	Finančné ohodnotenie a medziľudské vzťahy	Plnenie cieľov a vzdelávanie

Zdroj: vlastné spracovanie

Obe skupiny respondentov sa zhodli na tom, že interná komunikácia je funkčná a podnik využíva široké spektrum nástrojov. *Vnútropodnikové systémy* (Slack, Odoo) boli označené ako najefektívnejšie formy komunikácie, ktoré zjednodušujú prenos informácií a koordináciu úloh. Zamestnanci aj manažéri ocenili *otvorenú komunikáciu* a možnosť vyjadriť názory, pričom obidve skupiny považujú dobré vzťahy na pracovisku za kľúčový faktor spokojnosti. Na druhej strane však obe skupiny poznamenali, že komunikácia medzi oddeleniami je na nízkej úrovni a je potrebné ju vylepšiť.

Najvýraznejšie rozdiely sa prejavili v oblasti *informovanosti o cieľoch podniku*. Manažéri sú presvedčení, že zamestnanci majú dostatok informácií, zatiaľ čo zamestnanci poukazujú na nedostatok detailov o strategických cieľoch a smerovaní podniku. Druhé rozdielne tvrdenie je spojené s podávaním *spätnej väzby*. Z pohľadu manažérov je spätná väzba pravidelne a dostatočne poskytovaná, no zamestnanci ju vnímajú ako nepravidelnú a nedostatočnú. V oblasti *motivácie* sa manažéri orientujú najmä na plnenie cieľov a sebarozvoj, zatiaľ čo zamestnanci kladú väčší dôraz na finančné ohodnotenie a kolektív.



V rámci možných zlepšení, manažéri aj ich zamestnanci vidia príležitosť v zavedení pravidelných stretnutí o smerovaní podniku, zlepšení komunikácie medzi oddeleniami a, v neposlednom rade, v posilnení transparentnosti v rámci procesov fungovania podniku.

Záver

Interná marketingová komunikácia predstavuje základný pilier efektívneho fungovania podniku, pretože priamo ovplyvňuje angažovanosť zamestnancov, ich spokojnosť a celkovú motiváciu. Výsledky prípadovej štúdie slovenského podniku zo Žiliny poukázali na tri hlavné výsledky: (1) digitálne komunikačné systémy v podniku patria medzi najčastejšie využívané na prenos informácií, (2) nesúlad v názoroch ohľadom informovanosti o stratégii, cieľoch a smerovaní podniku a (3) nepravidelnosť a nedostatočnosť spätných väzieb a uznania zo strany manažérov. Práve tieto tri zistenia zdôraznili, že aj napriek využívaniu moderných digitálnych nástrojov a otvorenej komunikácii, existujú slabé miesta v oblasti transparentnosti, systematického poskytovania spätnej väzby a informovanosti o strategických cieľoch.

Výsledky poukazujú, že využívanie efektívnych digitálnych komunikačných nástrojov nezaručuje vysokú kvalitu internej komunikácie. Rozhodujúcim je práve spôsob ich používania, nastavenie procesov v podniku a najmä schopnosť manažérov poskytovať jasné, včasné a transparentné informácie.

Na základe identifikovaných slabých stránok sa odporúča, aby podnik zaviedol nasledujúce návrhy, ktoré pomôžu dosiahnuť vyššiu efektivitu:

- systematické podávanie spätnej väzby – minimálne raz za dva týždne prostredníctvom osobných stretnutí alebo písomným zhrnutím,
- pravidelné informovanie zamestnancov o smerovaní podniku – zavedenie spoločných stretnutí každý mesiac,
- navýšenie celkovej transparentnosti medzi oddeleniami – uskutočnenie spoločných neformálnych stretnutí.

Implementácia týchto opatrení môže výrazne prispieť k optimalizácii internej komunikácie, budovaniu dôvery, zlepšeniu interpersonálnych vzťahov a k udržaniu si konkurencieschopného postavenia podniku v súčasnom dynamickom prostredí.

Obmedzenia predkladanej štúdie spočívajú v zameraní sa len na jeden podnik a malú vzorku respondentov. Pre ďalšie prieskumy, by bolo vhodné zacieliť sa na väčšie množstvo podnikov a vytvoriť detailnejšiu analýzu aj prostredníctvom využitia kvantitatívnej metódy analýzy dát.



Zoznam použitej literatúry

- [1] Michulek, J., & Križanová, A. (2022). *Analysis of internal marketing communication tools of a selected company in Industry 4.0 using McKinsey 7S analysis*. Management Dynamics in the Knowledge Economy, 10(2), s. 154–166. <https://doi.org/10.2478/mdke-2022-0011>
- [2] Michulek, J. (2021). *Internal Marketing Communication of the Global Company in Slovak Republic*. SHS Web of Conferences, 129. 8 s. <https://doi.org/10.1051/shsconf/202112902011>
- [3] Ližbetinová, L., Štarchoň, P., Lorincová, S., Weberová, D., & Průša, P. (2019). *Application of Cluster Analysis in Marketing Communications in Small and Medium-Sized Enterprises: An Empirical Study in the Slovak Republic*. Sustainability, 11(8), 2302. <https://doi.org/10.3390/su11082302>
- [4] Gogolova, M., Ponisciakova, O., & Sedlakova, I. (2016). *Analysis of internal personnel marketing in selected mechanical engineering company in Slovakia*. Global Journal of Business, Economics and Management: Current Issues, 6(2), 97–106. <https://doi.org/10.18844/gjbem.v6i2.1374>
- [5] Kuczman, K., Jenei, S., Singh, D. P., Cseri, P., Poyda-Nosyk, N., Varga, E., & Dávid, L. D. (2024). *Strategic Importance of Corporate Communication and Leadership Styles in the Performance of Slovakian SMEs*. Journal of Ecohumanism, 3(8). <https://doi.org/10.62754/joe.v3i8.5432>
- [6] Mazuga, N. (2025). *Internal communication management as a tool for employee engagement and enterprise quality policy enhancement*. Scientific Papers of Silesian University of Technology Organization and Management Series, 2025(218), s. 467-488. <http://dx.doi.org/10.29119/1641-3466.2025.218.26>
- [7] Patra, R. K. (2017). *Importance of Internal Communication: Impact on employee engagement in organizations*. 8(2), s. 29-38. ISSN 2249-8818
- [8] Verčič, A. T., Verčič, D., & Sriramesh, K. (2012). *Internal communication: Definition, parameters, and the future*. Public Relations Review, 38(2), 223–230. <https://doi.org/10.1016/j.pubrev.2011.12.019>
- [9] Carter, E. (2024). *The impact of communication strategies on employee engagement: a comprehensive review*. Journal of Organizational Culture, Communications and Conflict, 28(2), 3 s.
- [10] Zhu, Y. (2025). *Navigating Communication in hybrid work environments: Strategies for building cohesion and engagement*. The Proceedings of the International Conference on Humanities, Psychology and Social Sciences., 2(1), s. 1–18. <https://doi.org/10.33422/hpsconf.v2i1.811>



- [11] Wu, Y. J., Antone, B., DeChurch, L., & Contractor, N. (2023). Information sharing in a hybrid workplace: understanding the role of ease-of-use perceptions of communication technologies in advice-seeking relationship maintenance. *Journal of Computer-Mediated Communication*, 28(4), s. 15. <https://doi.org/10.1093/jcmc/zmad025>
- [12] Santos, S., Augusto, L., Ferreira, S., Santo, P. E., & Vasconcelos, M. (2023). *Recommendations for Internal Communication to Strengthen the Employer Brand: A Systematic Literature review*. *Administrative Sciences*, 13(10), s. 15. <https://doi.org/10.3390/admsci13100223>
- [13] Fernandes, R., Sousa, B. B., Fonseca, M., & Oliveira, J. (2023). *Assessing the impacts of internal communication: employer branding and human resources*. *Administrative Sciences*, 13(6), 155. <https://doi.org/10.3390/admsci13060155>
- [14] Michulek, J., & Blazek, R. (2022). *The Influence of Communication Barriers on the Work Performance*. *Economics & Law*, 4(1), 68–83. <https://doi.org/10.37708/el.swu.v4i1.6>
- [15] Miklošević, I., Čobovič, V. M. & Markuz, A. (2022). *Reasons for one-way communication and possible ways to improve communication in companies from employees' point of view*. *Proceedings of International conference Interdisciplinary Management Research XVIII, 2022*. s. 298-318. ISSN: 1847-0408.
- [16] Sudarmadji, S. (2022). *The influence of organizational communications on effective business management*. *Polish Journal of Management Studies*, 25(2), 308-322. <https://doi.org/10.17512/pjms.2022.25.2.20>.
- [17] Florea, N. V., & Croitoru, G. (2025). *The impact of artificial intelligence on communication dynamics and performance in organizational leadership*. *Administrative Sciences*, 15(2), 33. <https://doi.org/10.3390/admsci15020033>
- [18] Kulachai, W., Narkwatchara, P., Siripool, P. & Vilailert, K. (2018). *Internal communication, employee participation, job satisfaction, and employee performance*. *Proceedings of the 15th international symposium on management (INSYMA 2018)*, 2018. roč. 186. s. 124-128. ISSN: 2352-5398
- [19] Majerova, J., Gajanova, L., Nadanyiova, M., & Derecskei, A. K. (2021). *Intrinsic motivation sources as pillars of sustainable internal marketing communication in turbulent Post-Pandemic times*. *Sustainability*, 13(16), 8799. <https://doi.org/10.3390/su13168799>
- [20] Milanović, V., Bačulina-Matić, A., & Jurčić, A. (2022). *The impact of green internal communication on employees' satisfaction*. *Bizinfo Blace*, 13(2), 83–90. <https://doi.org/10.5937/bizinfo2202083m>



- [21] Jouany, V (2024). *The Ultimate Guide of Internal Communications in 2024*. [online]. Dostupné na: <https://blog.haiilo.com/blog/internal-communication-definition-challenges-and-top-reasons-why-its-more-important-than-ever/>
- [22] Sarka, H. (2014). *Tools of Internal Communication from Knowledge Transfer Perspective*. Journal of competitiveness. 2014, roč. 6, č. 4, s. 50-62. <https://doi.org/10.7441/joc.2014.04.04>
- [23] Verčič, T. A. & Špoljarić. A. (2020) *Managing internal communication: How the choice of channels affects internal communication satisfaction*. NEW YORK: ELSEVIER SCIENCE INCSTE 800, 2020. roč. 46, č. 3. s. 46. <https://doi.org/10.1016/j.pubrev.2020.101926>
- [24] Vavrovič, M. P. (2022). *Interné public relations a tipy pre vnútrofirémnu komunikáciu*. [online]. Dostupné na: <https://printtalk.sk/biznis-tipy/interne-public-relations-a-tipy-pre-vnutrofiremnu-komunikaciju/>

ZA HRANICOU VÝNOSNOSTI: AKO SLOVENSKO A POĽSKO REAGUJÚ NA ZMENY DAŇOVÝCH SADZIEB

BEYOND PROFITABILITY: HOW SLOVAKIA AND POLAND ARE RESPONDING TO CHANGES IN TAX RATES

Adela Poliaková^{1,a}, Jakub Malik^{1,b}

¹Žilinská univerzita v Žiline, Fakulta prevádzky a ekonomiky dopravy a spojov, Katedra ekonomiky, Slovensko

^aadela.poliakova@uniza.sk ^bjakub.malik@stud.uniza.sk

Abstrakt. Článok analyzuje Lafferovu krivku a odhaduje optimálnu sadzbu dane z príjmov právnických osôb pre Slovensko a Poľsko pomocou kvadratickej regresie s diskontovanými daňovými príjmami. Výsledky ukazujú, že optimálna sadzba dosahuje približne 17,64 % na Slovensku a 35,03 % v Poľsku. Slovensko sa nachádza blízko svojho optimálneho bodu, zatiaľ čo Poľsko má priestor na zvýšenie výnosov pri vyššej sadzbe. Analýza zároveň potvrdzuje, že daňové príjmy ovplyvňuje aj hospodársky vývoj a legislatívne podmienky. Zistenia poskytujú podklad pre efektívnejšiu tvorbu daňovej politiky.

Kľúčové slová: Daňová efektívnosť, optimálne zdanenie, fiškálna politika, daň z príjmov právnických osôb.

Abstract. The article analyzes the Laffer curve and estimates the optimal corporate income tax rate for Slovakia and Poland using quadratic regression with discounted tax revenues. The results show that the optimal rate is approximately 17.64% in Slovakia and 35.03% in Poland. Slovakia is close to its optimal point, while Poland has room to increase revenues at a higher rate. The analysis also confirms that tax revenues are influenced by economic developments and legislative conditions. The findings provide a basis for more effective tax policy-making.

Keywords: Tax efficiency, optimal taxation, fiscal policy, corporate income tax.

JEL Classification: H21, H25, H87

Úvod

Daň z príjmov právnických osôb je významným a stabilným zdrojom príjmov štátu, ktorý mu umožňuje financovať verejné výdavky, programy sociálnej podpory a investície do infraštruktúry. Okrem svojho fiškálneho významu majú tieto dane kľúčový vplyv na obchodné rozhodnutia, vrátane investícií, inovácií, držby hotovosti a rozdelenia príjmov medzi jurisdikcie [1, 2]. Reakcie spoločností na zmeny sadzieb dane z príjmov právnických osôb sú preto kľúčové pre tvorcov daňovej politiky a pre pochopenie mechanizmov daňovej efektívnosti a hospodárskeho rastu. Empirické štúdie ukazujú, že firmy často prispôbujú svoje finančné správanie v závislosti od charakteristík trhu, veľkosti spoločnosti a dostupnosti finančných zdrojov, pričom vplyv zvýšenia alebo zníženia daňovej sadzby je heterogénny a nelineárny [3, 4].

Pre krajiny strednej a východnej Európy, ako je Slovensko a Poľsko, je daň z príjmov právnických osôb strategickým nástrojom fiškálnej politiky. Na jednej strane sa nízke daňové sadzby považujú za stimul pre podnikateľské investície, ktoré podporujú konkurencieschopnosť a priťahujú zahraničný kapitál [5, 6]. Na druhej strane, príliš nízke sadzby môžu znížiť daňové príjmy štátu a obmedziť jeho schopnosť financovať verejné služby. Empirické dôkazy ukazujú, že efektívna daňová sadzba, ktorá zohľadňuje nielen zákonnú sadzbu, ale aj špecifiká daňového systému a možnosti optimalizácie, je kľúčom k správne posúdeniu skutočného daňového zaťaženia a fiškálnej efektívnosti [7].

Literatúra tiež zdôrazňuje dôležitosť daňovej konkurencie medzi krajinami. Rozdiely v daňových systémoch a sadzbách dane z príjmov právnických osôb umožňujú spoločnostiam presúvať zisky alebo optimalizovať svoje daňové záväzky prostredníctvom prevodov, medzinárodných prevodov dlhov alebo investičných rozhodnutí, čo môže viesť k významným daňovým stratám pre štát [8, 9]. Takéto praktiky, známe ako presun ziskov alebo daňová inverzia, poukazujú na potrebu komplexného prístupu k tvorbe daňovej politiky, ktorý zohľadňuje nielen zákonné sadzby, ale aj skutočné správanie spoločností a ich schopnosť prispôbiť sa meniacim sa pravidlám.

Na makroekonomickej úrovni výskumy ukazujú, že zmeny sadzieb dane z príjmov právnických osôb môžu mať nielen priame fiškálne účinky, ale aj sekundárne vplyvy na hospodársky rast, inovácie a konkurencieschopnosť trhu [3, 6]. Niektoré štúdie naznačujú inverzný vzťah v tvare písmena U medzi daňovými sadzbami a inovačnou činnosťou, pričom nízke aj vysoké sadzby môžu obmedzovať inováciu podnikov. Takéto zistenia podčiarkujú potrebu určiť optimálny bod zdanenia, pri ktorom sa dosiahnu maximálne daňové príjmy bez významného negatívneho vplyvu na podnikateľské prostredie a hospodársky rast [10].

Cieľom tohto článku je preskúmať reakcie Slovenska a Poľska na zmeny sadzieb dane z príjmov právnických osôb a identifikovať prah daňovej efektívnosti, pri



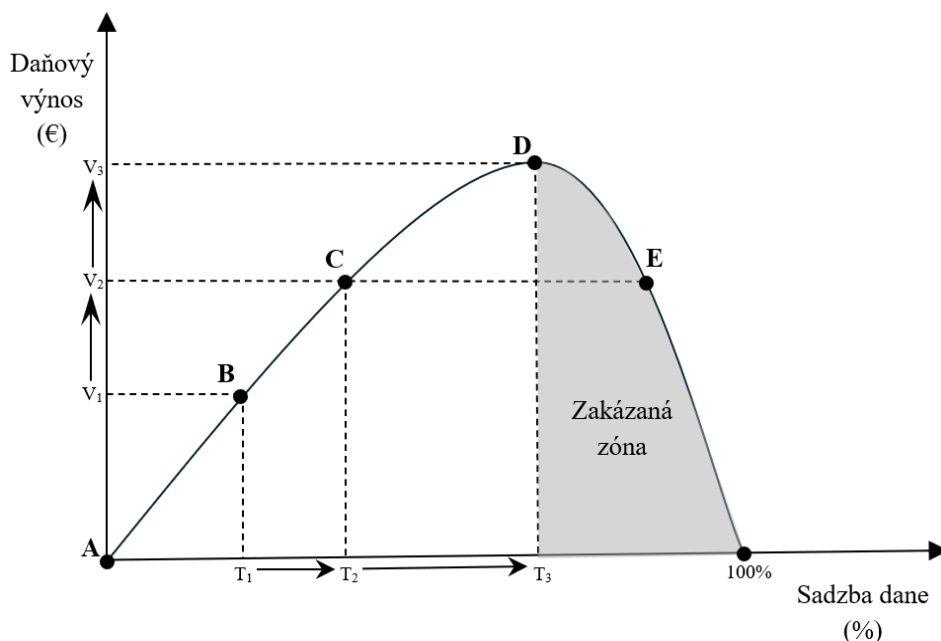
ktorom ďalšie zvyšovanie sadzieb už negeneruje dodatočné daňové príjmy. Zistenia poskytnú odporúčania pre tvorcov daňovej politiky, ako optimalizovať sadzby s cieľom maximalizovať príjmy a minimalizovať negatívne vplyvy na hospodársky rast a investičnú činnosť. Tento výskum tiež prispieva k komparatívnej analýze fiškálnej efektívnosti v stredoeurópskom kontexte, čo umožňuje lepšie pochopiť dynamiku daňových systémov, ich konkurencieschopnosť a mikroekonomické reakcie firiem na daňovú politiku. Širšie pochopenie týchto mechanizmov je kľúčom k vytvoreniu udržateľnej, efektívnej a konkurencieschopnej daňovej politiky, ktorá odráža nielen fiškálne potreby štátu, ale aj ekonomické správanie podnikateľských subjektov.

1. Metodológia

Lafferova krivka predstavuje hlavný teoretický konštrukt v ekonómii strany ponuky. Prvý krát ju pomenoval americký žurnalista Jude Wanniski. Pomenovanie dostala podľa amerického ekonóma Artura Laffera, ktorý ako prvý popísal myšlienku tejto krivky. Znárodňuje závislosť medzi objemom vybranej dane pri určitej daňovej sadzbe. Ide o porovnanie skutočného daňového výnosu a percentuálnou daňovou sadzbou. Medzi ďalšiu jej vlastnosť patrí to, že zachytuje elasticitu zdaniteľného príjmu. Nepriamo určuje situáciu, kedy môže štát daňový výnos maximalizovať, keď nastaví daňový systém do optimálneho bodu, ide o takzvaný Lafferov bod. Krivka má rastúcu tendenciu do situácie kedy sa dostane na úroveň Lafferovho bodu, za týmto bodom krivka začína klesať [11]. V dlhom období krivka dokáže dobre reagovať na zmeny daňových sadzieb. Krivka obsahuje dve extrémne situácie. Jednu situáciou predstavuje úroveň daňovej sadzby nula, pričom je jasné, že štát nemá žiadne príjmy. Druhý extrém predstavuje sto percentné zdanenie, pri ktorom by teoreticky mohol povedať, že príjmy budú maximálne. Avšak pri sto percentnej úrovni zdanenia sa bude strácať motivácia ekonomických subjektov vykonávať akúkoľvek ekonomickú činnosť, pretože z toho nebudú mať žiadny úžitok. Pri takejto situácii existuje aj predpoklad, že podniky prestanú priznávať príjmy a začnú vznikať daňové úniky, čiže štát môže prísť o výnosy z daní [12].

Obrázok 1. znázorňuje zmeny v príjme do štátneho rozpočtu v závislosti od daňového zaťaženia. Krivka daňového výnosu znázorňuje vzťah medzi daňovou sadzbou a príjmami štátu. V bode A je daňová sadzba nulová a výber daní taktiež nulový. Od bodu A po B výnos rastie progresívne, teda rýchlejšie ako miera zdanenia. Medzi bodmi B a C rastie výnos proporcionálne, pričom od bodu C po D už len regresívne, teda pomalšie. V bode D štát dosahuje maximálny výnos (V_3) pri optimálnej sadzbe (T_3). Po jeho prekročení začína výnos klesať, aj keď sa sadzba dane zvyšuje. V bode E je výnos rovnaký ako v bode C, no pri vyššej sadzbe, čo poukazuje na neefektívnosť zdanenia. Za bodom E výnos ďalej klesá, až pri 100 % zdanení zaniká ekonomická aktivita a výber daní sa zastavuje. Ďalej sa na obrázku nachádza zakázaná zóna, tej sa snaží väčšina štátov vyhnúť, pretože existuje predpoklad, že by mohlo dôjsť k veľkým problémom v ekonomike. V zakázanej

zóny sú rastúce daňové sadzby sprevádzané poklesom výnosov z tejto dane [13]. Podstatou Lafferovej krivky je, že vysoká miera zdanenia má negatívny dopad na výkonnosť a ekonomický rast.



Obrázok 3: Lafferova krivka

Zdroj: Vlastné spracovanie.

Podľa Wanniského [14] Lafferova krivka zobrazuje nelineárny vzťah medzi daňovými príjmami a daňovou sadzbou. Tento nelineárny vzťah sa zvyčajne prezentuje prostredníctvom konkávnej kvadratickej funkcie. Pri empirických odhadoch Lafferovej krivky sa tradične používa len daňová sadzba ako vysvetľujúca premenná a daňové príjmy ako závislá premenná, ako je vidieť v rovnici (1) nižšie:

$$y = ax^2 + bx + c \quad (1)$$

Kde:

y – daňový výnos,

x – sadzba dane

a, b, c – koeficienty

Existencia Lafferovej krivky si vyžaduje zápornú a významnú hodnotu koeficientu „a“ a kladnú hodnotu koeficientu b“. Keď zaručíme túto situáciu, máme prítomnosť Lafferovej krivky a môžeme vypočítať optimálnu daňovú sadzbu, čím získame maximálne daňové príjmy, ktoré môže daný štát vybrať. Optimálnu sadzbu

dane získame maximalizáciou rovnice (2) (y) k daňovej sadzbe (x) a tá je daná nasledujúcou rovnicou:

$$x = -\frac{b}{2a} \quad (2)$$

Kde:

x – optimálna sadzba dane podľa rovnice

Dosadením optimálnej daňovej sadzby (x) do rovnice (2) dostaneme optimálne daňové príjmy, ako je možné vidieť na rovnici (3):

$$y^* = a + bx^* + cx^{*2} \quad (3)$$

Kde y^* predstavuje optimálne daňové príjmy.

2. Výsledky

Aby sme zabezpečili porovnateľnosť daňových výnosov v časovom rade, všetky údaje o skutočných daňových príjmoch boli diskontované na čistú súčasnú hodnotu (NPV) pomocou priemernej ročnej miery diskontu v našom prípade pôjde o ročnú mieru inflácie ktorá bola vo výške 2,80 %. Tento krok reflektuje klesajúcu hodnotu peňazí v čase a umožňuje objektívnejšie porovnanie príjmov medzi jednotlivými rokmi. Následne bola vytvorená regresná rovnica druhého stupňa, ktorá zohľadňuje predpokladaný parabolický vzťah medzi výškou daňovej sadzby a výškou čistých daňových príjmov. Pre spracovanie bola zvolená kvadratická funkcia vzhľadom na teoretický rámec Lafferovej krivky, ktorá má typicky konkávny tvar. Model sme vytvorili pomocou softvéru IBM SPSS, do modelu sme vložili ako závislú premennú diskontovaný reálny príjem a nezávislou premennou bola nominálna sadzba dane z príjmu. Nasleduje sumarizácia modelu, pri ktorej sme si stanovili hypotézy a hladinu významnosti:

H_0 : model je štatisticky nevýznamný

H_1 : model je štatisticky významný

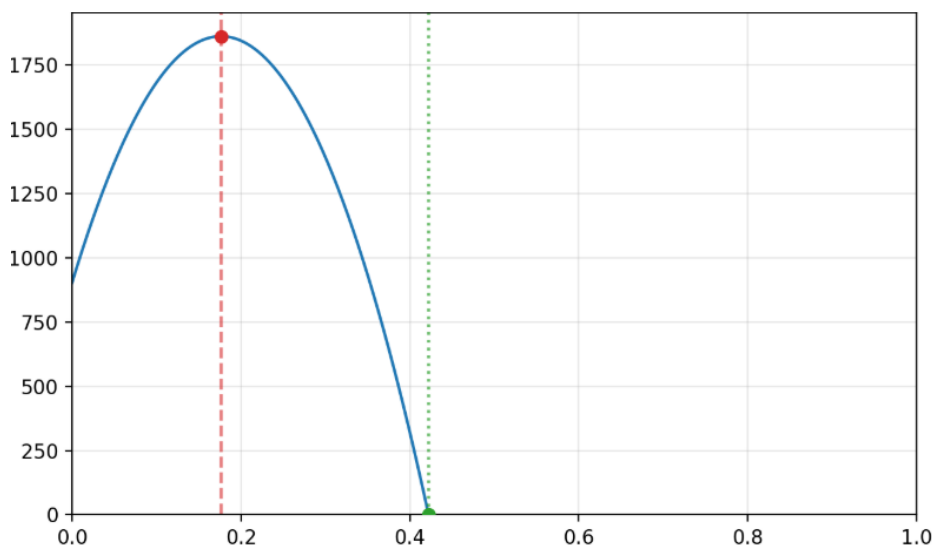
$\alpha=0,5$

Tabuľka 1. Sumarizácia modelu a odhad parametrov regresnej rovnice pre Slovensko

Závislá premenná: diskontovaný reálny príjem								
sumarizácia modelu						odhad parametrov		
Rovnica	R^2	F	df	df	p-hodnota	konštanta	a	b
Kvadratická	0,23	5,27	2	30	0,029	902,87	-30800	10864

Zdroj: Vlastné spracovanie.

Sledujeme p-hodnotu testu, ktorá v našom prípade dosahovala hodnotu 0,029 porovnáme ju s hladinou významnosti α , vidíme, že je nižšia, takže zamietame nulovú a prijímame alternatívnu hypotézu a teda model je štatisticky významný. Obrázok 2 zobrazuje Lafferovu krivku pre Slovensko.



Obrázok 2: Lafferova krivka pre Slovensko

Zdroj: Vlastné spracovanie.

Výsledná regresná rovnica, ktorá vyjadruje vzťah medzi efektívnou sadzbou dane z príjmov právnických osôb (x) a čistou súčasnou hodnotou daňových príjmov (y), nadobudla nasledovný tvar:

$$y = -30\,800x^2 + 10\,864x + 902,87$$

Tvar funkcie potvrdzuje očakávaný konkávny charakter Lafferovej krivky. Z rovnice vyplýva, že zvyšovanie daňovej sadzby má pozitívny efekt na výnos iba do určitej miery; následne začína výnos klesať v dôsledku poklesu motivácie podnikov podnikat', rastu daňových únikov či presunu ziskov mimo územia SR. Na určenie maximálneho bodu tejto funkcie (Lafferovho bodu) sme derivovali funkciu a stanovili jej extrém:

$$x = -\frac{10\,864}{2 \cdot (-30\,800)} = 0,1764 = 17,64\%$$

Z toho vyplýva, že optimálna daňová sadzba, pri ktorej Slovenská republika dosahuje maximálnu hodnotu daňových výnosov z príjmov právnických osôb, je približne 17,64 %. Koeficient determinácie $R^2 = 0,23$ čo naznačuje, že približne 23

% variability daňových výnosov možno vysvetliť zmenami v daňovej sadzbe. Hoci hodnota nie je vysoká, je akceptovateľná vzhľadom na to, že daňový výnos je ovplyvňovaný aj inými faktormi, ako sú hospodársky cyklus, miera zamestnanosti, daňová disciplína či legislatívne zmeny.

Rovnako sme postupovali aj pri Poľsku, do modelu sme vložili ako závislú premennú diskontovaný reálny príjem a nezávislou premennou bola nominálna sadzba dane z príjmu. Nasleduje sumarizácia modelu, pri ktorej sme si stanovili hypotézy a hladinu významnosti:

H0: model je štatisticky nevýznamný

H1: model je štatisticky významný

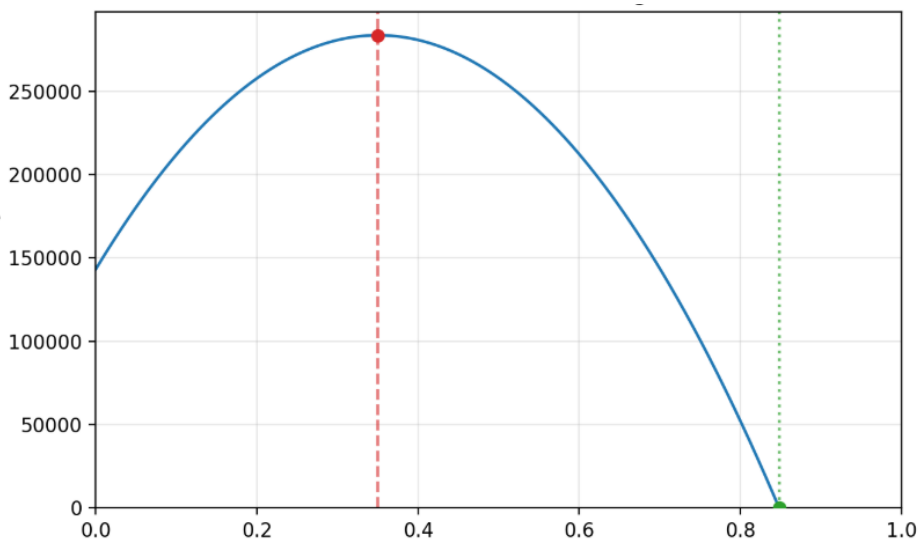
$\alpha=0,05$

Tabuľka 2: Sumarizácia modelu a odhad parametrov regresnej rovnice pre Poľsko

Závislá premenná: diskontovaný reálny príjem								
sumarizácia modelu						odhad parametrov		
Rovnica	R2	F	df	df	p-hodnota	konštanta	a	b
Kvadratická	0,281	5,27	2	30	0,012	143 203,43	-1 144 332,65	801 698,79

Zdroj: Vlastné spracovanie.

Na základe výsledkov regresnej analýzy bola p-hodnota štatistického testu rovná 0,012, čo predstavuje hodnotu nepresahujúcu stanovenú hladinu štatistickej významnosti $\alpha = 0,05$. Zamietame teda nulovú hypotézu a prijímame alternatívnu hypotézu a teda model je štatisticky významný. Na obrázku 3. môžeme vidieť Lafferovu krivku pre Poľsko.



Obrázok 3: Lafferova krivka pre Poľsko

Zdroj: Vlastné spracovanie.

Výsledná regresná rovnica, ktorá vyjadruje vzťah medzi efektívnou sadzbou dane z príjmov právnických osôb (x) a čistou súčasnou hodnotou daňových príjmov (y), nadobudla nasledovný tvar:

$$y = -1\,144\,332,65x^2 + 801\,698,79x + 143\,203,43$$

Tvar funkcie vykazuje miernu odchýlku od typického konkávneho tvaru Lafferovej krivky, podobne ako pri Maďarsku. Z rovnice však vyplýva, že zvyšovanie daňovej sadzby má pozitívny efekt na výnos iba do určitej miery; následne začína výnos klesať v dôsledku poklesu motivácie podnikov podnikať, rastu daňových únikov či presunu ziskov mimo územia Poľska. Na určenie maximálneho bodu tejto funkcie (Lafferovho bodu) sme derivovali funkciu a stanovili jej extrém

$$x = -\frac{801\,698,79}{2 \cdot (-1\,144\,332,65)} = 0,3503 = 35,03\%$$

Na základe regresnej analýzy bola pre Poľsko odhadnutá optimálna sadzba dane z príjmov právnických osôb, pri ktorej je daňový výber maximalizovaný, tzv. Lafferov bod. Tento bod bol stanovený na úrovni 35,03 %, čo naznačuje, že historický výber dane by mohol byť teoreticky maximalizovaný pri vyššej sadzbe, než je aktuálne nastavená základná sadzba. Koefficient determinácie pre tento regresný model bol $R^2 = 0,281$, čo znamená, že iba 28,1 % variability reálneho výberu dane je vysvetlených zmenami sadzby dane. Zvyšných 71,9 % je ovplyvnených ďalšími faktormi, ako sú ekonomický rast, legislatívne úpravy,



investičná aktivita alebo štrukturálne zmeny v hospodárstve. Tento výsledok zároveň ilustruje, že zmeny sadzby môžu mať silný dopad na výber dane, no jej efekt je modulovaný ďalšími ekonomickými a legislatívnymi faktormi. V kontexte daňovej politiky je tento odhad dôležitý pre pochopenie, že príliš vysoké sadzby dane nemusia viesť k maximálnemu výberu, a poukazuje na potrebu optimalizácie sadzby dane s ohľadom na širší ekonomický kontext.

Záver

Lafferova krivka predstavuje významný teoretický nástroj na pochopenie vzťahu medzi daňovou sadzbou a daňovými príjmami štátu. Na základe regresnej analýzy pre Slovenskú republiku a Poľsko bolo potvrdené, že existuje optimálna daňová sadzba tzv. Lafferov bod, pri ktorej štát dosahuje maximálne možné daňové výnosy. Pre Slovensko bola táto sadzba odhadnutá na približne 17,64 %, pre Poľsko na 35,03 %. V porovnaní s aktuálnymi sadzbami dane je viditeľné, že Slovensko sa nachádza blízko Lafferovho bodu, čo naznačuje, že súčasná daňová politika umožňuje relatívne efektívny výber dane bez výrazného znižovania motivácie podnikov podnikat'. Naopak, v prípade Poľska je optimálna sadzba vyššia než súčasná, čo znamená, že pri zvýšení sadzby na odhadovanú úroveň by teoreticky mohli byť daňové príjmy vyššie, hoci takéto zvýšenie by muselo zohľadniť možné negatívne dopady na podnikateľskú aktivitu a daňovú disciplínu.

Analýza zároveň poukazuje na to, že daňový výnos je ovplyvňovaný nielen výškou sadzby, ale aj širším hospodárskym kontextom, legislatívou a štrukturálnymi faktormi. Získané výsledky zdôrazňujú význam optimalizácie daňovej politiky a poskytujú praktické odporúčania pre tvorcov daňovej legislatívy s cieľom maximalizovať príjmy štátu bez ohrozenia ekonomickej aktivity. Lafferova krivka tak zostáva relevantným a užitočným konceptom pre analýzu daňovej efektívnosti a strategické rozhodovanie v oblasti fiškálnej politiky.

Grantová podpora

Príspevok bol spracovaný v rámci riešenia projektu KEGA Projekt Č. 050ŽU-4/2025: Synergia vzdelávania a praxe v oblasti finančného účtovníctva a daní podporou rozvoja Študentskej účtovnej a daňovej kancelárie

Zoznam použitej literatúry

- [1] GOMEZ, Camilo, Ligia MELO-BECERRA a Hector ZARATE-SOLANO. Firms' Responses to Changes in Corporate Income Tax Rates: A Retrospective of Colombia's Tax Reforms. *Journal of Tax Reform* [online]. 2024, 10(2), 417–434. ISSN 2412-8872, 2414-9497. Dostupné z: doi:10.15826/jtr.2024.10.2.176
- [2] SONG, Xiao a Ming YUAN. Save It for a Rainy Day: Evidence from State Corporate Income Tax Rate Changes. *Journal of the American Taxation Association* [online]. 2024, 46(2), 123–149. ISSN 0198-9073, 1558-8017. Dostupné z: doi:10.2308/JATA-2023-018



- [3] ZHU, Xiaoyang. Corporate tax competition and innovation: An inverted-U relationship. *Economics Bulletin*. 2022, 42(2). ISSN 1545-2921.
- [4] MARQUES, Mario, Carlos PINHO a Tania Menezes MONTENEGRO. The effect of international income shifting on the link between real investment and corporate taxation. *Journal of International Accounting Auditing and Taxation* [online]. 2019, 36, 100268. ISSN 1061-9518, 1879-1603. Dostupné z: doi:10.1016/j.intaccudtax.2019.100268
- [5] BAKER, Paul L. An Analysis of the Corporate Income Tax Policy of Less Developed Countries. *Scandinavian Journal of Economics* [online]. 2018, 120(2), 400–427. ISSN 0347-0520, 1467-9442. Dostupné z: doi:10.1111/sjoe.12237
- [6] SUZUKI, Keishun. Corporate tax cuts in a Schumpeterian growth model with an endogenous market structure. *Journal of Public Economic Theory* [online]. 2022, 24(2), 324–347. ISSN 1097-3923, 1467-9779. Dostupné z: doi:10.1111/jpet.12545
- [7] ZAMASLO, Olha. The Role of the Corporate Income Tax in the State Budget Revenues of Ukraine. *Baltic Journal of Economic Studies* [online]. 2017, 3(4), 90–95. ISSN 2256-0742, 2256-0963. Dostupné z: doi:10.30525/2256-0742/2017-3-4-90-95
- [8] BEER, Sebastian, Ruud DE MOOIJ a Li LIU. International Corporate Tax Avoidance: A Review of the Channels, Magnitudes, and Blind Spots. *Journal of Economic Surveys* [online]. 2020, 34(3), 660–688. ISSN 0950-0804, 1467-6419. Dostupné z: doi:10.1111/joes.12305
- [9] YANG, James G. S., Leonard J. LAURICELLA a Frank J. AQUILINO. Abuses and Penalties of a Corporate Tax Inversion. *International Journal of Financial Studies* [online]. 2019, 7(1), 5. ISSN 2227-7072. Dostupné z: doi:10.3390/ijfs7010005
- [10] HÁJEK, Jan, Karel ŠAFR, Jiří ROTSCHEDEL a Jan ČADIL. The Laffer Curve Decomposed. *Ekonomický časopis* [online]. 2021, 69(3), 306–326. ISSN 0013-3035, 2729-7470. Dostupné z: doi:10.31577/ekoncas.2021.03.05
- [11] KOVÁČ, Filip. Lafferova krivka – teória a prax. In: *PROBLEMS AND PROSPECTS OF TERRITORIES' SOCIO-ECONOMIC DEVELOPMENT*. 2013. ISBN 978-966-2261-48-6.
- [12] MACH, Petr. On the Origin of the Laffer Curve O pôvodu Lafferovy krivky. *ACTA VŠFS*. 2019, 13.
- [13] LAFFER, Arthur. The Laffer Curve: Past, Present, and Future. *The Heritage Foundation* [online]. 2004 [vid. 2025-10-14]. Dostupné z: <https://www.heritage.org/taxes/report/the-laffer-curve-past-present-and-future>
- [14] WANNISKI, Jude. Taxes, Revenues, and the Laffer Curve. *National Affairs Inc*. 1978, (50). ISSN 0033-3557.

ANALÝZA SÚČASNÝCH TRENDOV A PERSPEKTÍV INTELIGENTNÝCH SLUŽIEB V ŽILINSKOM KRAJI

EXPLORING CURRENT TRENDS AND PERSPECTIVES OF SMART SERVICES IN THE ŽILINA REGION

Maryna Konovalova^{1,a}, Tatiana Čorejová^{2,b}

^{1,2} Žilinská univerzita v Žiline, Univerzitná 8215/1, 01026 Žilina, Slovenská republika

^akonovalova@stud.uniza.sk, ^btatiana.corejova@uniza.sk

Abstract. Táto štúdia analyzuje súčasné trendy a perspektívy inteligentných služieb v Žilinskom kraji so zameraním na inteligentné mestá, inteligentnú mobilitu a elektronickú verejnú správu. Hodnotí implementáciu týchto riešení a ich vplyv na zlepšenie verejných služieb, kvalitu života a udržateľný rozvoj. Zistenia ukazujú, že Žilina aktívne zavádza inovatívne projekty na optimalizáciu dopravy, parkovania, zníženie spotreby energie a emisií. Štúdia okrem toho zdôrazňuje dôležitosť spolupráce medzi vzdelávacími inštitúciami a miestnymi samosprávami s cieľom zlepšiť digitálne zručnosti a pripravenosť na inteligentné technológie. Poskytuje odporúčania pre ďalší rozvoj inteligentných služieb v regióne.

Keywords: inteligentné služby, Žilinský samosprávny kraj, inteligentné mestá.

Abstract. This research analyses current trends and future perspectives of smart services in the Žilina region, focusing on smart cities, smart mobility, and e-governance. It evaluates the implementation of these solutions and their impact on improving public services, quality of life, and sustainable development. The findings show that Žilina is actively adopting innovative projects to optimize transportation, parking, reduce energy consumption, and lower emissions. Additionally, the study highlights the importance of collaboration between educational institutions and local governments to enhance digital skills and readiness for smart technologies. Recommendations for further development of smart services in the region are provided.

Keywords: smart services, Žilina Self-Governing Region, smart cities.

JEL Classification: O30, P25, R58

Introduction

Smart services represent a class of digitally enabled public and private services that leverage advanced technologies—such as the Internet of Things (IoT), data analytics, and digital governance—to optimise regional performance, quality of life, and sustainability. At the global level, smart governance and smart city initiatives aim to improve the accessibility of public services, the efficiency of infrastructure, and citizen participation in decision-making processes [1].

Although the characteristics and components of smart services vary, they are typically considered to be data-driven and customer-centric, delivered across organisations and sectors. These services are characterised by the integration of advanced technologies, including artificial intelligence, internet of things, and big data analytics, which enable adaptation to individual user needs. Smart services are not limited to a single market segment; rather, they are flexible and applicable across multiple industries, ranging from healthcare and retail to transportation.

The emergence of smart services has largely been driven by the development of new intelligent products, improved cybersecurity and encrypted data transmission, advanced data analytics models, and customer-oriented business models. New intelligent products that combine artificial intelligence, IoT, and other advanced technologies have enabled the creation of services capable of adapting to customer needs in real time and responding to requests in an automated manner.

Enhanced cybersecurity and encrypted data transmission play a crucial role in the development of smart services, as they enable the secure processing and transfer of sensitive information between customers and service providers. These technologies support the protection of personal data, help prevent fraud, and strengthen user trust in digital environments.

1. Theoretical background

Modern cities constitute complex socio-technical systems composed of interdependent components, including dense populations, economic actors, multimodal transport networks, communication infrastructures, public services, and utilities. Accelerating population growth and urbanisation generate technical, social, economic, and organisational pressures that can undermine both the economic and environmental sustainability of urban areas. The rapid expansion of many cities has contributed to persistent traffic congestion, increased pollution, and widening social inequalities [2].

Within this context, scholarly and policy debates have increasingly focused on the extent to which technology-driven solutions, together with new approaches to urban planning and everyday living, can support the long-term sustainability and prosperity of metropolitan regions [3-6]. In particular, the concept of Smart Cities (SCs) has gained substantial attention and is frequently framed as an emerging



paradigm for intelligent urban development and sustainable socio-economic growth [7]. Its conceptual roots are often associated with the Smart Growth Movement of the late 1990s [8].

Despite the growing prominence of SCs in discussions about the future of cities, the heterogeneous implementation of smart city initiatives across countries with diverse needs and institutional contexts—both developed and developing—complicates the establishment of universally accepted definitions and globally consistent trends. Consequently, there is no overarching consensus regarding the meaning of a smart city or its defining characteristics. Nevertheless, a broad agreement exists that SCs are strongly associated with the extensive adoption of Information and Communication Technologies (ICT), which enable cities to optimise resources and improve performance across multiple urban domains.

Given the absence of a unified conceptual framework, analysing the global diffusion of SC initiatives may provide valuable insights into their common features and emerging trajectories, thereby contributing to the ongoing academic debate. Importantly, such analysis also highlights that the dissemination of SC initiatives is constrained by multiple barriers. Evidence reported by *The Economist* (2013) indicates that most companies operating in the market for city-oriented ICT solutions did not meet their revenue targets between 2010 and 2013, suggesting persistent economic and implementation challenges within this domain [9].

2. Methodology

This study uses a qualitative case-study design to examine the development and implementation of smart services in the Žilina Self-Governing Region. The case-study approach is suitable because smart services represent a complex transformation integrating technological infrastructure, data-driven decision-making, institutional capacity, and citizen-oriented service delivery. The analysis focuses on three key areas of regional smart development: smart cities, mobility, and e-governance, including practical examples such as traffic management in Žilina, the integrated IDS PLUS transport system, and digitalization measures in regional governance projects.

The research is based on secondary data collected through desk research, including strategic documents, publicly available descriptions of projects, and information from digital platforms. The data were analyzed using a thematic framework that identifies enabling factors and implementation barriers.

The study evaluates the development of smart services across seven areas: infrastructure, data and analytics, public services, education and employment, the environment, regional cooperation, and financing. These dimensions are summarized as opportunities and challenges, enabling the interpretation of factors such as the expansion of digital infrastructure (5G, fiber-optic networks), the use of

IoT and big data, and the application of advanced analytical tools (including digital twins).

3. European Framework for Smart Cities

The European Commission supports the digital transformation of cities and communities through a portfolio of instruments that combine technological toolkits, data infrastructures, procurement support, and community-based governance mechanisms.

A key contribution is the EU Local Digital Twins Toolbox, which provides reusable tools, reference architectures, open standards, and technical specifications to enable cities and local communities to develop AI-enabled local digital twins. Such digital twins can be used to simulate and evaluate alternative urban scenarios, including potential impacts on traffic flows, air pollution, and public health outcomes. To complement technical deployment, the Commission also promotes the Online Procurement Helpdesk for Cities, a targeted support service aimed at improving digital readiness and advancing the digital maturity of cities and communities in the early stages of transformation [10].

The Commission further advances citizen engagement through CitiVERSE, a digital environment that leverages virtual and augmented reality technologies to allow residents to explore their cities and assess the potential implications of planned interventions. CitiVERSE is being shaped through EU co-funding of four pioneering projects—x-CITE, SENSE, CU, and 3DxVERSE—which collaborate to align approaches, share knowledge, and generate a complementary ecosystem supporting Europe's future digital urban spaces [10].

In addition to technological infrastructures, the Commission fosters collaborative governance through networks such as the Smart Communities Network, which connects organisations representing cities and municipalities across all 27 EU Member States. This network supports early-stage digital transformation by strengthening connectivity, knowledge exchange, and operational efficiency in urban governance. Similarly, the Living-in.EU movement provides a city-led collaborative platform that accelerates citizen-centred digital transformation by promoting open, interoperable, and reusable digital solutions for addressing shared societal challenges [10].

Finally, the DIGITAL programme serves as a core EU funding mechanism supporting the above initiatives through dedicated calls for proposals aimed at expanding digital technologies for businesses, citizens, and public administrations [10].

4. Smart Cities in Žilina Region

The implementation of smart solutions in the Žilina Region has been developing dynamically, with a primary focus on smart cities, smart mobility, and e-

governance. In the field of smart cities, the region has implemented projects aimed at modernising public lighting, deploying intelligent transport systems, and improving waste management governance.

Within smart mobility, the region supports the development of cycling infrastructure, the introduction of intelligent parking systems, and the promotion of public transport in order to reduce traffic congestion and improve accessibility for residents.

The Žilina Self-Governing Region actively promotes the development of smart cities through the Regional Innovation and Smart Strategy 2021+, which focuses on the systematic use of modern technologies to improve public services and develop infrastructure [12].

In the context of intelligent solutions, the city of Žilina represents a significant example, having invested substantial financial and organisational resources into the modernisation of urban public transport. In September 2019, Žilina became the first city in Slovakia to launch an active public transport priority project at nine signalised intersections. In the area of smart mobility, projects implemented in the Žilina Region focus on optimising transport systems, including the deployment of intelligent elements of public lighting and traffic management systems [11,13].

An important role is also played by the development of cycling infrastructure and the introduction of intelligent parking systems, which contribute to reducing congestion and improving the accessibility of transport services for residents. In a broader context, these measures support sustainable mobility and reduce the negative externalities associated with private car transport [13].

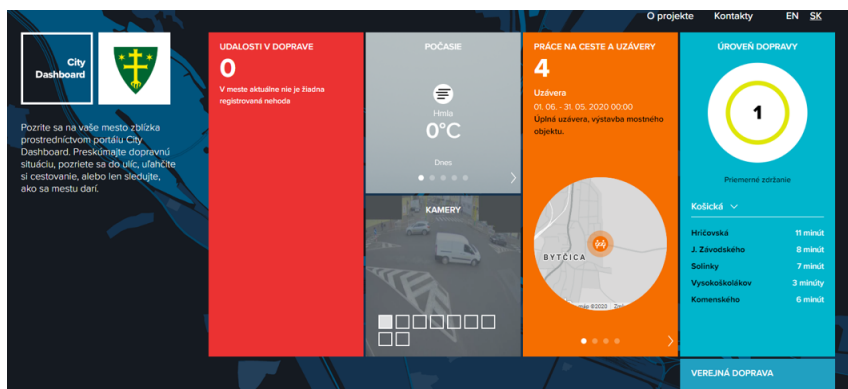


Figure 4. City dashboard: overview of smart management of municipal services in Žilina.

Source: [11]

A key component of Žilina's intelligent transport ecosystem is the integration of transport data and related information services into the Invipo software platform, which serves as a tool for supporting informed passenger decision-making and operational traffic management. The platform is accessible through the Smart Žilina mobile application and via the web interface smart.zilina.sk, and its functionalities are used both by residents and by the public transport operator's dispatching units [14].

4.1 Integrated Transport System IDS PLUS

The integrated transport system IDS PLUS represents a modern regional mobility ecosystem that comprehensively manages and coordinates public transport in the Žilina Self-Governing Region, with the objective of increasing accessibility, passenger comfort, and overall travel efficiency. The system operates as an integrated fare and information framework that covers multiple transport modes—ranging from urban bus services and regional bus transport to rail services—under a unified tariff regime and digital service environment. In the summer of 2025, the original system was expanded and consolidated under the name IDS PLUS, thereby creating a unified transport network covering the entire territory of the Žilina Region, including the Orava and Liptov sub-regions [15].

The main innovative feature of IDS PLUS is fare integration, which enables passengers to use a single ticket within defined fare zones regardless of the operator or mode of transport. This approach reduces barriers to transfers between different transport services and simplifies the fare structure, which is consistent with the principles of intermodality. The system connects multiple operators, including “Slovenská autobusová doprava Žilina” (SAD Žilina), “Železničná spoločnosť Slovensko” (ZSSK), The Public Transport Company of the City of Žilina (DPMŽ), The Public Transport Company of the City of Martin (DPMM), ARRIVA Liorbus, and Umbrella City Lines SK, ensuring coverage of both urban and regional routes within the integrated framework [15].

Digital tools constitute a key component of IDS PLUS. In particular, the IDS PLUS mobile application provides passengers:

- a clear journey planner with the option to display real-time delays and route details,
- the ability to purchase electronic tickets, including single-ride, daily, and season tickets valid across all participating operators,
- QR code integration for ticket inspection,
- notifications on service changes and operational updates directly within the mobile interface.

By extending IDS PLUS across the entire Žilina Region, including cities such as Ružomberok (which became part of the system from November 2025), a unified

platform for public transport is being established with the potential to reduce private car use and mitigate environmental externalities associated with congestion and emissions [15].

4.2 E-governance in the Žilina Self-Governing Region

At the level of regional governance, the Žilina Self-Governing Region has implemented the project “Intelligent and Better Žilina Self-Governing Region” since 2020. The strategic objective of this initiative is to improve the efficiency of regional management and enhance the performance of regional competences. The project is supported by the Operational Programme Effective Public [12-14].

Within the implementation framework, a set of activities is being carried out to develop intelligent services and strengthen the ability of public administration to respond to citizens’ needs through digitalisation, data-driven management, and process optimisation. A practical example is the pilot implementation of an **intelligent parking system** in the city of Žilina. The system is based on the installation of sensors that detect parking space occupancy, thereby supporting more effective parking management and reducing the time spent searching for available parking [12].

In addition, a **SMART cultural development concept** is being prepared in the region, focusing on the use of modern technologies to improve access to cultural services, expand opportunities for citizen participation, and enhance the quality of cultural infrastructure [13].

E-governance represents an important instrument for the modernisation of public administration in the Žilina Region, as it enables simplification of administrative procedures, increases service accessibility, and strengthens transparency in governance [12,13].

Within e-governance, the above-mentioned project “Intelligent and Better Žilina Self-Governing Region”, launched in May 2020, remains a central instrument. The project aims to improve the efficiency of regional governance and the execution of competences, with an emphasis on prudent use of public resources and the enhancement of service quality [13].

Another pillar of the project is staff training, under which more than 500 internal employees and staff of affiliated organisations have been trained. The training programmes focused on developing digital competencies, soft skills, and supporting adaptation to organisational changes.

The project is financed through the **Operational Programme Effective Public Administration**, with total financial support exceeding EUR 2.3 million, highlighting its strategic relevance in the context of regional modernisation and the implementation of intelligent governance principles [13].



The implementation of smart solutions in the Žilina Region is also reflected in specific municipal initiatives. In the city of **Martin**, reconstruction of selected problematic intersections is underway, including the introduction of intelligent traffic signals designed to optimise traffic flows and reduce congestion. At the same time, Martin has developed activities aimed at strengthening the digital readiness of residents, for example through digital literacy courses organised by the regional library, which support the ability to use digital services and technologies in everyday life [13].

In **Dolný Kubin**, an important step towards sustainable mobility has been the installation of electric vehicle charging stations integrated into public lighting poles, supporting the development of electromobility and reducing greenhouse gas emissions. Socially oriented initiatives have also been implemented, such as the establishment of a centre supporting employment opportunities for people with disabilities, contributing to inclusion and equal opportunities in the regional labour market [13].

The city of **Ružomberok** focuses on supporting innovation and the start-up ecosystem, which can contribute to strengthening the local economy, diversifying employment opportunities, and improving regional competitiveness [13].

Additional examples of smart solutions include the CleverNET project in Žilina, implemented by the University of Žilina in cooperation with CITIQ. The project uses a sensor network to monitor traffic and climate data, as well as selected public spaces. The collected data can serve as a basis for analytical evaluation, planning, and more efficient city management, and the project represents a potential model applicable to other cities seeking to develop data-driven solutions [13].

4.3 Opportunities and Challenges for the Development of Smart Services in the Žilina Region

The development of smart services in the Žilina Region represents a complex process that depends on the simultaneous fulfilment of technological, organisational, financial, and societal prerequisites. Given the nature of smart solutions—based on digitalisation, data integration, and automated decision-making—their implementation should be analysed as a multidimensional transformation of public services.

Table 1. Opportunities and Challenges for the Development of Smart Services in the Žilina Region

Area	Opportunities	Challenges
Infrastructure	Deployment of 5G and fibre-optic networks – Use of edge computing for fast data processing	Insufficient coverage in remote areas – High investment costs for network modernisation
Data and analytics	Use of big data and IoT to optimise services – Implementation of digital twins for regional modelling	Data system interoperability issues – Concerns about personal data protection and cybersecurity
Public services	Digitalisation and optimisation of service delivery through smart solutions	Public resistance to technological change – Insufficient digital literacy among residents
Education and employment	Introduction of digital learning platforms – Support for lifelong learning in IT and smart technologies	Shortage of qualified specialists in smart technologies – Low motivation of young people to work in technology-related sectors
Environment	Sensor-based monitoring of air and water quality – Efficient management of waste systems and energy consumption	High costs of implementing green technologies – Resistance to behavioural changes related to environmental protection
Regional cooperation	Building partnerships among cities, municipalities, and the business sector – Use of EU funds to support smart projects	Fragmentation of decision-making across levels of self-government – Insufficient coordination between the public and private sectors
Financing and investment	Access to national and European funds for digitalisation – Opportunities for public-private partnerships (PPP)	Complexity of administrative procedures for obtaining funding – Concerns about investment returns in the short term

Source: Authors

Key opportunities primarily lie in the development of digital infrastructure (5G, fibre-optic networks, edge computing), the expansion of data-driven approaches (IoT, big data), and the application of advanced analytical tools, including digital twins. These elements create the preconditions for optimising public services, increasing process efficiency, and supporting sustainable development at the regional level [14].

At the same time, significant implementation constraints have been identified, particularly uneven infrastructure coverage in peripheral areas, high investment costs, and insufficient interoperability of data systems. Critical risks also include issues related to personal data protection and cybersecurity, which affect public trust

and the stability of digital services. From a societal perspective, barriers include lower levels of digital literacy among residents and potential resistance to technological change [14].

From the perspective of the long-term sustainability of smart solutions, the availability of qualified human resources, effective coordination across different levels of self-government, and the capacity to efficiently leverage external funding mechanisms—including European funds and PPP models—are decisive [14].

Conclusion and Discussion

This study examined the development of smart services in the Žilina Self-Governing Region, highlighting the region as an example within the broader European smart city context. The findings emphasize that smart services should not only be seen as technological solutions but as socio-technical and institutional innovations that restructure public service delivery through data integration, automation, and citizen-centred design. The effectiveness of these initiatives depends on governance capacity, coordination across sectors, and the ability to translate digital inputs into measurable public value.

The European Commission supports local and regional digital transformation through frameworks such as the EU Local Digital Twins Toolbox and the European Data Space, which promote interoperability, standardization, and scalable smart solutions. For regions like Žilina, alignment between local and regional governance is essential for success.

The Žilina Region is advancing in the implementation of smart services, especially in smart mobility and e-governance. The city of Žilina's intelligent transport management, such as the real-time prioritization of public transport, illustrates a shift towards adaptive management. However, barriers such as uneven digital infrastructure, high modernization costs, limited data interoperability, and social resistance remain challenges to scalability.

In conclusion, the Žilina Region is developing a coherent smart services model combining smart mobility innovations, regional transport integration through IDS PLUS, and governance modernization. The long-term success of these initiatives will depend on strengthening governance coordination, ensuring data interoperability, and securing stable funding. Future research should incorporate primary data to better measure the impact and sustainability of smart services in the region.

Acknowledgments

This contribution was undertaken as a part of the projects: VEGA 1/0333/24 Innovative business models in the urban circular economy and 101147113-RETIME-HORIZON-CL-2023-D4-02

Literature review

- [1] OECD. (2023). Smart governance and smart city initiatives. OECD Publishing.
- [2] Kim, S. & Han, D. (2012). Urbanization and its Impact on Sustainable Cities. *Journal of Urban Development*, 29(3), 115-130.
- [3] Alawadhi, S., et al. (2012). From Smart Cities to Sustainable Cities: Exploring Key Opportunities and Challenges. *International Journal of Smart Cities and Society*, 3(1), 7-19.
- [4] Dirks, S., et al. (2009). A Vision of Smarter Cities. *IBM Global Business Services*, 45, 20-28.
- [5] Nam, T., & Pardo, T. (2011). Smart City as Urban Innovation: Focusing on Management, Policy, and Planning. *Journal of Urban Technology*, 18(3), 11-29.
- [6] Nijaki, L. K., & Worrel, D. (2012). Sustainable Smart Cities and the Role of Smart Technologies. *International Journal of Environmental Science and Technology*, 9(4), 132-146.
- [7] Hollands, R. G. (2008). Will the Real Smart City Please Stand Up? *City*, 12(3), 303-320.
- [8] Harrison, C., & Donnelly, I. A. (2011). A Theory of Smart Cities. *Proceedings of the 55th Annual Meeting of the International Society for the Philosophy of Technology*, 55(2), 119-130.
- [9] The Economist. (2013). Smart Cities: The Next Big Thing in Urban Innovation. *The Economist Intelligence Unit*.
- [10] Smart cities and communities. (2025). European Commission – Shaping Europe’s digital future. [online]. Dostupné na: https://digital--strategy-ec-europa-eu.translate.google/en/policies/smart-cities-and-communities?_x_tr_sl=en&_x_tr_tl=sk&_x_tr_hl=sk&_x_tr_pto=sc
- [11] Smart Cities Klub. (2020, 15. november). Najväčší smart projekt na Slovensku majú v Žiline. Smart Cities Klub. [online]. Dostupné na: <https://new2020.smartcitiesklub.sk/najvacsi-smart-projekt-na-slovensku-maju-v-ziline/>



- [12] Žilinská župa. (2021, január). Regionálna inovačná a smart stratégia Žilinského kraja. [online]. Dostupné na: https://www.zilinskazupa.sk/files/2021_01_ris_zilina.pdf
- [13] Žilinská župa. (2021). Projekty realizácie podporené z eurofondov. [online]. Dostupné na: <https://www.zilinskazupa.sk/sk/eurofondy/projekty-realizacii.html>
- [14] Smart City Slovensko. (2023). Výzvy v oblasti smart riešení pre Žilinský kraj. Smart City Slovensko. [online]. Dostupné na: <https://www.smartcity.gov.sk/vyzvy/filter/vsetky/zilinsky-kraj/vsetky/>
- [15] IDS PLUS. (2025). Integrovaný dopravný systém IDS PLUS – Žilinský a Trenčiansky kraj. [online]. Dostupné na: <https://idsplus.sk>

CIRKULÁRNA EKONOMIKA A UMELÁ INTELIGENCIA V REGIONÁLNOM ROZVOJI

CIRCULAR ECONOMY AND ARTIFICIAL INTELLIGENCE IN REGIONAL DEVELOPMENT

Lucia Madleňáková^{1,a}, Daniel Gachulínek^{2,b}, Peter Malacký^{3,c}

¹University of Žilina, Univerzitná 1, 010 26 Žilina, Slovakia

²University of Žilina, Univerzitná 1, 010 26 Žilina, Slovakia

³University of Žilina, Univerzitná 1, 010 26 Žilina, Slovakia

^amadlenakova@uniza.sk, ^bgachulínek@stud.uniza.sk, ^cpeter.malacky@uniza.sk

Abstrakt. Umelá inteligencia (AI) a strojové učenie (ML) ponúkajú významný potenciál na posilnenie cirkulárnej ekonomiky (CE) a regionálneho rozvoja. Tento príspevok analyzuje kľúčové aplikácie AI v oblasti CE, najmä automatizované triedenie odpadu, predikciu vzniku odpadu, reverznú logistiku a riadenie zdrojov v dodávateľských reťazcoch. Napriek vysokému technickému výkonu zostáva regionálne zavádzanie týchto riešení obmedzené dostupnosťou údajov, vysokými nákladmi, nedostatkom technických kapacít a fragmentovaným riadením. Výsledky zdôrazňujú význam organizačnej podpory, ekonomických stimulov a zapojenia zainteresovaných strán a naznačujú smerovanie ďalšieho výskumu a verejných politík.

Kľúčové slová: Cirkulárna ekonomika, umelá inteligencia, regionálny rozvoj, odpadové hospodárstvo, udržateľnosť, digitálna transformácia.

Abstract. Artificial intelligence (AI) and machine learning (ML) offer significant potential for strengthening circular economy (CE) practices and regional development. This paper examines key AI-based CE applications, including automated waste sorting, predictive waste generation, reverse logistics, and supply chain resource management. Despite strong technical performance, regional adoption remains limited by data constraints, high costs, insufficient technical capacity, and fragmented governance. The findings emphasize the role of organizational support, economic incentives, and stakeholder engagement, and propose policy and research directions to enable scalable AI-driven circular economy implementation.

Keywords: Circular economy, artificial intelligence, regional development, waste management, sustainability, digital transformation.

JEL Classification: Q56, O33, R11, Q53

Introduction

The circular economy paradigm represents a fundamental shift from linear “take-make-dispose” models toward regenerative systems that minimize waste and maximize resource efficiency [1]. As global resource consumption accelerates and environmental pressures intensify, regions worldwide are adopting CE strategies to decouple economic growth from resource depletion [2]. Simultaneously, artificial intelligence and machine learning technologies have matured to enable sophisticated pattern recognition, predictive analytics, and autonomous decision-making across diverse domains [3].

The convergence of AI and CE presents unprecedented opportunities for regional development. AI technologies can optimize material flows, automate waste sorting, predict resource demands, and enable real-time monitoring of circular systems [4], [5]. However, the practical implementation of AI-driven CE initiatives at regional scales remains challenging, with significant gaps between technical potential and operational reality [6].

This paper addresses three critical research questions: (1) What AI methodologies and applications are currently deployed or proposed for circular economy implementation at regional scales? (2) What empirical evidence exists regarding the performance and outcomes of these applications? (3) What barriers and success factors influence the adoption and scaling of AI-enabled CE practices in different regional contexts?

1. Literature Review

1.1 Conceptual Foundations

The circular economy framework, articulated by the Ellen MacArthur Foundation and embedded in EU policy, emphasizes closing material loops through strategies including reduction, reuse, remanufacturing, and recycling [1], [7]. Regional CE implementation requires coordination across multiple scales—from individual firms to industrial clusters and municipal systems [8].

Artificial intelligence encompasses computational techniques that enable machines to perform tasks requiring human-like intelligence [9]. Machine learning, a subset of AI, allows systems to learn from data without explicit programming [10]. Key ML paradigms relevant to CE include supervised learning for classification and prediction, unsupervised learning for pattern discovery, and reinforcement learning for sequential decision-making [11].

The integration of AI and CE is theoretically grounded in industrial ecology, systems thinking, and digital transformation frameworks [12], [13]. AI serves as an enabling technology that enhances visibility, traceability, and optimization across circular value chains [14].

1.2 AI Applications in Circular Economy

Automated Waste Sorting and Classification: Computer vision and deep learning enable automated identification and sorting of waste materials. Convolutional neural networks (CNNs) and artificial neural networks (ANNs) have been deployed for municipal and facility-level sorting, with reported accuracies of 90-91.7% for common material classes [1], [2]. These systems reduce contamination rates and improve recovery efficiency compared to manual sorting.

Predictive Waste Generation and Collection Optimization: ML models integrated with IoT sensors forecast waste volumes and optimize collection routes for smart city operations [3], [4]. Time-series forecasting and regression models enable dynamic scheduling that reduces fuel consumption and operational costs.

Reverse Logistics and Recovery Optimization: AI-enabled platforms improve return flows for reuse and remanufacturing. Decision support systems optimize routing, inventory management, and quality assessment in reverse supply chains [5], [15]. These applications are particularly relevant for electronics, automotive, and packaging sectors.

Resource and Supply Chain Optimization: ML analytics support circular procurement, demand forecasting, and lifecycle extension strategies [6], [16]. Predictive maintenance models reduce premature equipment replacement, while optimization algorithms minimize material waste in production.

Digital Twins and Real-Time Control: Integrated digital twin frameworks combined with AI simulate material flows, test scenarios, and control circular manufacturing processes [7], [17]. These systems enable real-time monitoring and adaptive management of regional CE systems.

Decision Support for Industrial Symbiosis: Agent-based models, GIS analysis, and recommender systems identify symbiotic partnerships, optimize eco-cluster locations, and support strategic planning [4], [18]. These tools facilitate resource exchange networks among co-located industries.

1.3 Regional Development Perspectives

Regional CE transitions require alignment of technical, economic, institutional, and social factors [19]. AI adoption in regional contexts is influenced by digital infrastructure maturity, policy frameworks, stakeholder capabilities, and cultural factors [20].

Empirical studies reveal significant variation in AI-CE implementation across regions. European initiatives benefit from strong policy support and digital infrastructure but face challenges in data integration [21]. Developing regions show growing interest but face barriers in financing, technical capacity, and governance [22], [23]. Small and medium enterprises (SMEs), which dominate many regional economies, face particular challenges in adopting AI technologies due to resource constraints [24].

Success factors identified include top management support, clear economic incentives, stakeholder engagement, and integrated digital architectures [5], [7]. However, longitudinal evidence on sustained impacts remains limited [25].

2. Methodology

This study employs a systematic literature review methodology to synthesize current knowledge on AI applications in regional circular economy implementation. We adopt an integrative approach that combines quantitative performance metrics with qualitative insights from case studies [26].

We conducted comprehensive searches across multiple scholarly databases, including Scopus, Web of Science, IEEE Xplore, and Google Scholar, spanning 2018-2025. Search terms combined variations of “artificial intelligence,” “machine learning,” “circular economy,” “regional development,” and related concepts.

We classified AI applications along three dimensions: (1) Technical approach (supervised learning, unsupervised learning, reinforcement learning, hybrid systems); (2) Application domain (waste management, supply chain, industrial symbiosis, product lifecycle, urban systems); and (3) Implementation scale (facility-level, municipal, regional, national).

3. Results

3.1 Methodological Landscape

Our analysis identified diverse AI methodologies applied to CE challenges. Table 1 summarizes the primary approaches, their typical applications, data requirements, and representative sources.

Table 1: AI Methodologies for Regional Circular Economy

Method	Typical Application	Data Requirements	Key Sources
Supervised ML (CNN, ANN, RF,	Image classification for sorting; forecasting CE	Labeled images or time series; compute	[1], [2], [3], [9]

XGBoost)	indicators	resources	
Digital Twins + AI	Simulate material flows; optimize operations	High-fidelity sensor data; integration expertise	[7], [17]
Agent-Based Modeling	Simulate industrial symbiosis; stakeholder behavior	Rule definitions; socio-economic data	[4], [18]
GIS Spatial Analysis	Facility siting; transport optimization	Spatial/industrial location datasets	[4], [27]
Life Cycle Assessment / MFA	Environmental impact assessment	Material flows; emission factors	[4], [28]
Structural Equation Modeling	Test adoption drivers at firm/region level	Survey data; statistical expertise	[5]
Qualitative Case Study	Process tracing; governance analysis	Organizational access; interview data	[7]

Source: Authors

3.2 Application Domains and Performance Metrics

This section systematically reviews the main application domains of artificial intelligence in the circular economy and synthesizes the key performance metrics used to assess their effectiveness in regional and organizational contexts.

Waste Sorting and Classification - automated sorting systems using ANNs and CNNs achieved 91.7% and ~90% classification accuracy respectively in experimental datasets [1], [2]. These systems demonstrate particular strength in identifying plastics, metals, paper, and glass. However, performance degrades with contaminated or mixed waste streams.

Predictive Regional CE Indicators - Supervised ML models forecasting country-level CE indicators produced strong fits with $R^2 > 0.85$ and acceptable RMSE values [9]. Random Forest and XGBoost models outperformed traditional regression approaches, enabling policy benchmarking and scenario planning.

Reverse Logistics Optimization - A survey-based structural equation modeling study of 363 MSMEs in India found that AI-based reverse logistics adoption positively correlates with CE performance indicators [5]. Key adoption drivers included relative advantage ($\beta=0.24$), trust ($\beta=0.19$), top management support ($\beta=0.31$), technology readiness ($\beta=0.28$), and government support ($\beta=0.22$). The relationship between AI reverse logistics and CE performance showed a path coefficient of 0.67 ($p<0.001$).

Supply Chain Resource Management - ML-enabled supply chain optimization reported reductions in material waste (15-25%), improved inventory turnover, and enhanced demand forecasting accuracy [6], [16]. However, quantitative metrics varied significantly across sectors and implementation contexts.

Digital Twin Applications - Case studies of digital twin implementations in agricultural and manufacturing sectors demonstrated improved material flow visibility and process optimization, though specific performance metrics were often proprietary [7], [17].

3.3 Regional Case Studies

Italy – Alia Servizi Ambientali: A qualitative case study of this utility company examined AI implementation in waste management using the Gioia methodology [7]. Key findings included the critical role of user proactivity, economic incentives (e.g., pay-as-you-throw schemes), and stakeholder engagement. The study identified AI's transformative potential in shifting from reactive to predictive waste management, though implementation required significant organizational change management.

Ireland – National CE Initiatives: Ireland has developed policy frameworks and pilot projects integrating AI into national and local CE strategies [10]. Applications include smart waste collection systems in Dublin and Cork, and AI-enabled resource tracking in industrial parks. Challenges included data standardization across municipalities and coordination among multiple agencies.

China – Agricultural Digital Twins: Multiple case studies documented AI and digital twin applications in agricultural CE systems [4]. These implementations focused on optimizing resource flows (water, nutrients, organic waste) and demonstrated measurable improvements in resource productivity. Success factors included strong government support, digital infrastructure investment, and integration with existing agricultural extension systems.

India – MSME Reverse Logistics: The survey of 363 MSMEs revealed that while awareness of AI-CE benefits is growing, adoption rates remain modest due to cost barriers, limited technical expertise, and uncertain ROI [5]. Firms with top management support and prior technology experience showed significantly higher adoption rates.

East Africa – Waste Management Pilots: Emerging initiatives in Kenya and Rwanda have piloted AI-enabled waste sorting and collection optimization [22]. These projects face challenges related to informal waste sector integration, limited digital infrastructure, and financing constraints. However, mobile-based data collection and simplified ML models show promise for resource-constrained contexts.

Nordic Countries – Industrial Symbiosis Networks: Sweden, Finland, and Denmark have deployed AI-supported platforms for industrial symbiosis matching [18], [21].

These systems use recommender algorithms and spatial optimization to identify potential resource exchange partnerships. Success factors include strong regulatory frameworks, established industrial clusters, and cultural norms supporting collaboration.

3.1 Implementation Challenges

Our synthesis identified six major categories of implementation barriers:

- **Data Availability and Quality** - fragmented datasets, lack of standardized material passports, and inconsistent data collection protocols hinder AI model development and deployment [4], [29]. Many regions lack comprehensive waste composition data or real-time material flow information.
- **Financial Constraints** - high upfront costs for sensors, computing infrastructure, and AI expertise create barriers, particularly for SMEs and developing regions [11], [22]. Limited financing mechanisms and uncertain ROI delay adoption decisions.
- **Technical Capacity Gaps** - shortages of local AI expertise, low digital literacy among stakeholders, and limited maintenance capabilities constrain deployment and sustainability [11], [23]. Many regions lack training programs tailored to AI-CE applications.
- **Governance and Policy Fragmentation** - inconsistent regulations across jurisdictions, lack of interoperability standards, and insufficient policy incentives impede scaling [4], [13]. Coordination challenges among multiple agencies slow implementation.
- **Energy and Environmental Footprint** - concerns about energy-intensive ML training and lifecycle impacts of digital infrastructure raise questions about net environmental benefits [12], [30]. Life cycle assessments of AI-CE systems remain scarce.
- **Socio-Cultural Factors** - resistance to automation, concerns about job displacement, and low stakeholder trust in AI systems create adoption barriers [7], [20]. Effective change management and stakeholder engagement are essential but often underestimated.

4. Discussion

3.4 Technical Performance versus Practical Adoption

Our findings reveal a significant gap between technical performance in controlled settings and practical adoption in regional contexts. While AI models achieve impressive accuracy rates (90%+) in waste classification experiments [1], [2], real-

world deployment faces challenges related to data quality, system integration, and operational complexity.

This gap reflects broader patterns in digital transformation where technical feasibility does not guarantee organizational or regional adoption [20]. The high performance of supervised learning models depends on availability of large, labeled datasets—a requirement often unmet in regional CE contexts where data collection infrastructure is limited [29].

3.5 Success Factors and Enablers

Cross-case analysis identifies several critical success factors:

Organizational Leadership - top management support emerges as the strongest predictor of AI-CE adoption in the MSME study ($\beta=0.31$) [5]. Leadership commitment enables resource allocation, risk-taking, and organizational change management.

Economic Incentives - clear business cases, subsidies, and regulatory drivers (e.g., landfill taxes, extended producer responsibility) accelerate adoption [4], [7]. Pay-as-you-throw schemes and material recovery revenues provide tangible economic benefits.

Integrated Digital Architectures - successful implementations combine IoT sensors, ML analytics, digital twins, and user interfaces into coherent systems [7], [17]. Interoperability and data integration are essential.

Stakeholder Engagement - user proactivity, facilitator roles, and citizen-facing tools (e.g., chatbots for sorting guidance) enhance participation and correct usage [7], [8]. Co-design approaches build trust and address local needs.

Policy and Institutional Support - stable regulatory frameworks, standardization efforts, and public investment in digital infrastructure create enabling environments [10], [21]. Multi-stakeholder governance mechanisms facilitate coordination.

4. Future Directions and Recommendations

Based on our analysis, we identify priority research directions:

Longitudinal Studies - track AI-CE implementations over multi-year periods to assess persistence of benefits, rebound effects, and system evolution [25].

SME and Developing Economy Focus - expand empirical research in resource-constrained contexts to develop appropriate technologies and implementation strategies [22], [23].

Integrated Evaluation Frameworks - develop metrics combining environmental, economic, and social dimensions to holistically assess AI-CE system performance [13], [28].

Energy and Life Cycle Assessment - quantify net environmental impacts of AI deployments, including energy consumption, hardware lifecycle, and system-level effects [12], [30].

Interoperability and Standardization - advance technical standards for material passports, data schemas, and platform protocols to enable scaling [4], [29].

Socio-Technical Research - investigate linkages between technical performance, behavioral change, governance designs, and equity outcomes [7], [20].

Comparative Regional Studies - conduct systematic comparisons across regions with varying institutional, economic, and cultural contexts to identify transferable lessons.

Conclusion

This systematic analysis reveals that AI and ML technologies offer substantial potential to accelerate regional circular economy transitions through automated sorting, predictive analytics, reverse logistics optimization, and decision support. Technical performance in controlled settings is impressive, with waste classification accuracies exceeding 90% and strong predictive model fits for CE indicators.

However, practical implementation at regional scales faces significant barriers, including data availability constraints, high upfront costs, limited technical capacity, fragmented governance, and socio-cultural resistance. Success factors include top management support, clear economic incentives, integrated digital architectures, stakeholder engagement, and supportive policy frameworks.

The gap between technical potential and practical adoption underscores the need for holistic approaches that address not only technological challenges but also organizational, institutional, and social dimensions. Regional CE transitions require coordinated action across multiple stakeholders, sustained investment in data infrastructure and capacity building, and adaptive governance mechanisms.

Future research should prioritize longitudinal evaluations, focus on underrepresented contexts (SMEs, developing regions), develop integrated assessment frameworks, and investigate socio-technical dynamics. Policymakers should invest in data infrastructure, design targeted financial mechanisms, harmonize regulations, and ensure the sustainability assessment of AI deployments.

As AI technologies continue to advance and regional CE ambitions grow, the integration of these domains will likely intensify. Realizing the transformative potential of an AI-enabled circular economy requires evidence-based strategies that bridge the gap between technical capability and regional implementation reality.

Acknowledgement

VEGA 1/0333/24 Innovative business models in the urban circular economy

References

- [1] Alonso, R. S., et al. (2021). Digitalization, circular economy and environmental sustainability: The application of artificial intelligence in the efficient self-management of waste. *Sustainability*, 13(4), 2092.
- [2] Bashynska, I., et al. (2024). Leveraging Artificial Intelligence for Circular Economy: Transforming Resource Management, Supply Chains, and Manufacturing Practices. *WSFiP Scientific Journal*, 2, 13.
- [3] Hernandez, J. E., et al. (2025). Smart Innovation for a Circular Economy: A Systematic Review of Emerging Trends and the Future of AI in the Sustainable Economy. *Sustainability*, 17(13), 5793.
- [4] Kristoffersen, E., et al. (2020). Smart Circular Economy: CIRCit Workbook 4. SINTEF.
- [5] Mukherjee, A., et al. (2024). Artificial intelligence-based reverse logistics for improving circular economy performance: a developing country perspective. *The International Journal of Logistics Management*, 35(3), 789-815.
- [6] Karim, R., et al. (2025). A framework-based meta-analysis of artificial intelligence-driven ERP solutions for circular and sustainable supply chains. *Journal of Business and Web Science*, 2e49.
- [7] Aroul, R. R. (2024). Enabling Circular Economy through Integrated Digital Twins: A Framework for AI-Driven Business Transformation. *Indian Scientific Journal Of Research In Engineering And Management*, 28351.
- [8] Dhanya, M., et al. (2023). Data Analytics and Artificial Intelligence in the Circular Economy. In *Advances in Civil and Industrial Engineering*.
- [9] Radenović, T., et al. (2025). Machine learning methods for predicting circular economy performances of the western balkan countries. *YFNTS Journal*.
- [10] Bashynska, I., et al. (2024). Innovative Technologies and Digital Platforms: AI's Role in a Sustainable Circular Economy. *WSFiP Scientific Journal*, 3, 10.
- [11] Umar, M., et al. (2025). Application of AI in the circular economy: development finance institutions' role in resource optimization in the industry. *Journal of Social Sciences and Innovation*, 63.
- [12] Despotović, D., et al. (2024). Challenges and Opportunities of Artificial Intelligence and Machine Learning in Circular Economy. *OSF Preprints*.
- [13] Singh, P. (2024). AI-Driven Innovations for Enabling a Circular Economy. In *Advances in Finance, Accounting, and Economics*.
- [14] Bashynska, I., et al. (2024). Adoption of Circular Economy Strategies With Artificial Intelligence. In *Advances in Logistics, Operations, and Management Science*.
- [15] Rane, N., et al. (2024). Artificial Intelligence and business intelligence to enhance Environmental, Social, and Governance (ESG) strategies: Internet of



- things, machine learning, and big data analytics in financial services and investment sectors. In *Advances in Finance, Accounting, and Economics*.
- [16] Bouazzaoui, M., et al. (2023). Artificial intelligence for the circular economy: better waste recovery for sustainable development. *Zenodo*.
- [17] Decision-Support Tools for Smart Transition to Circular Economy. (2022). *Advanced Series in Management*, 28.
- [18] Szpilko, D., et al. Artificial intelligence in the smart city a literature review.
- [19] Geissdoerfer, M., et al. (2017). The Circular Economy – A new sustainability paradigm? *Journal of Cleaner Production*, 143, 757-768.
- [20] Dwivedi, Y. K., et al. (2021). Artificial Intelligence (AI): Multidisciplinary perspectives on emerging challenges, opportunities, and agenda for research, practice and policy. *International Journal of Information Management*, 57, 101994.
- [21] Nobre, G. C., & Tavares, E. (2017). Scientific literature analysis on big data and internet of things applications on circular economy: a bibliometric study. *Scientometrics*, 111(1), 463-492.
- [22] Schröder, P., et al. (2020). Circular economy and power relations in global value chains: Tensions and trade-offs for lower income countries. *Resources, Conservation and Recycling*, 136, 77-78.
- [23] Govindan, K., & Hasanagic, M. (2018). A systematic review on drivers, barriers, and practices towards circular economy: a supply chain perspective. *International Journal of Production Research*, 56(1-2), 278-311.
- [24] Rizos, V., et al. (2016). Implementation of circular economy business models by small and medium-sized enterprises (SMEs): Barriers and enablers. *Sustainability*, 8(11), 1212.
- [25] Kirchherr, J., et al. (2018). Barriers to the circular economy: Evidence from the European Union (EU). *Ecological Economics*, 150, 264-272.
- [26] Snyder, H. (2019). Literature review as a research methodology: An overview and guidelines. *Journal of Business Research*, 104, 333-339.
- [27] Chertow, M. R. (2007). "Uncovering" industrial symbiosis. *Journal of Industrial Ecology*, 11(1), 11-30.
- [28] Haupt, M., et al. (2017). Measuring the environmental sustainability of a circular economy. *Environmental and Sustainability Indicators*, 1-2, 100005.
- [29] Pagoropoulos, A., et al. (2017). The emergent role of digital technologies in the Circular Economy: A review. *Procedia CIRP*, 64, 19-24.
- [30] Strubell, E., et al. (2019). Energy and policy considerations for deep learning in NLP. *Proceedings of the 57th Annual Meeting of the Association for Computational Linguistics*, 3645-3650. <https://doi.org/10.18653/v1/P19-1355>

Integrácia 3D tlače do výučby civilnej ochrany

Integrating 3D Printing Into Civil Protection Education

Jozef Kubás^{1,a}, Ivan Buday^{1,b}, Katarína Petrlová^{2,c}, Alexandra Trličíková^{2,d}

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

² Matematický ústav v Opavě, Slezská univerzita v Opavě, 746 01 Opava, Česká republika

^ajozef.kubas@uniza.sk, ^bbuday@uniza.sk, ^ckatarina.petrlova@math.slu.cz,

^dsasa.trlici@seznam.cz

Abstrakt. Vzdelávanie v oblasti civilnej ochrany je dôležitým prvkom prípravy na mimoriadne udalosti, ako aj ich riešenia a zvládania. Na zabezpečenie ochrany života, zdravia a majetku je nevyhnutné, aby sa obyvatelia v tejto oblasti priebežne vzdelávali. Správne nastavenie vzdelávacieho procesu, výber vhodných metód a pomôcok umožňuje lepšie pochopenie problematiky a jej efektívne využitie v praxi. Medzi vhodné vzdelávacie pomôcky patria aj moderné technológie, ktoré je možné aplikovať v procese výučby. Jednou z nich je trojrozmerná tlač. Táto technológia umožňuje vytvárať rôzne predmety podporujúce vzdelávanie, hlbšie porozumenie téme a v neposlednom rade aj samotné využitie pri odstraňovaní následkov mimoriadnych udalostí.

Kľúčové slová: civilná ochrana, mimoriadna udalosť, trojrozmerná tlač, vzdelávanie

Abstract. Education in civil protection is an important element in preparing for, responding to, and managing emergencies. To ensure the protection of life, health, and property, it is essential for residents to receive continuous training in this field. Properly setting up the educational process and selecting suitable methods and tools enables better understanding of the subject matter and its effective application in practice. Modern technologies that can be incorporated into the learning process also serve as suitable educational tools. One such technology is three-dimensional printing. This technology makes it possible to create various objects that support education, enhance understanding of the topic, and, not least, can be used directly in the process of dealing with the consequences of emergencies.

Keywords: civil protection, emergency, three-dimensional printing, education

JEL Classification: I20, F52, H12



Úvod

Vzdelávanie predstavuje jednu zo základných úloh civilnej ochrany. Správne nastavený vzdelávací proces spolu s vhodne zvolenými pomôckami umožňuje efektívnu prípravu na rôzne mimoriadne udalosti. Práve didaktické pomôcky zohrávajú kľúčovú úlohu pri pochopení problematiky, ktorá je v oblasti civilnej ochrany mimoriadne rozsiahla a zahŕňa široké spektrum tém. Preto je nevyhnutné prispôbiť im aj používané vzdelávacie nástroje. S nástupom moderných technológií sa otvárajú nové možnosti, ako modernizovať výučbu a priblížiť študentom zložité situácie realistickejším spôsobom. Technológie, akými sú 3D tlač, virtuálna realita či rôzne simulačné softvéry, poskytujú lepší prehľad o témach, ako sú evakuácia, ukrytie, organizácia síl a prostriedkov či konštrukcia a usporiadanie úkrytov civilnej ochrany. Cieľom vzdelávania v oblasti civilnej ochrany je zabezpečiť pripravenosť nielen u žiakov základných, stredných a vysokých škôl, ale aj u širokej verejnosti, aby dokázali adekvátne reagovať na vznik a priebeh mimoriadnych udalostí. Pripravenosť pritom tvorí neoddeliteľnú súčasť cyklu krízového riadenia. Jej efektivita závisí nielen od úrovne vzdelávania, ale aj od dostupných prostriedkov, ktoré je možné využiť pri riešení následkov mimoriadnych udalostí. S príchodom trojrozmiernej tlače sa zabezpečovanie pomôcok pre vzdelávací proces, ale aj rôznych predmetov pre potreby obyvateľstva, stáva jednoduchším a dostupnejším. Táto technológia umožňuje vytvárať modely a objekty priamo podľa požiadaviek danej témy výučby, pričom nevyžaduje nákup drahých licencií či pravidelné aktualizácie softvéru, ako je to v prípade virtuálnej reality. Problematika civilnej ochrany nie je len o teoretických poznatkoch, ale vyžaduje aj vizualizáciu a modelovanie, ktoré dokážu zlepšiť pochopenie jednotlivých javov a súvislostí. Implementovanie nových technológií, akou je 3D tlač, je v súčasnosti bežným trendom, keďže sa investuje do moderného a inovatívneho vzdelávania. Civilná ochrana by nemala byť výnimkou, najmä v čase, keď sa výskyt mimoriadnych udalostí zvyšuje. Článok sa bude zaoberať integráciou 3D tlače do vzdelávania o problematike civilnej ochrany a možnosťami jej využitia pre študentov.

1. Charakteristika a princíp fungovania 3D tlače

Civilná ochrana je definovaná podľa zákona č. 42/1994 ako komplex úloh, opatrení a činností zaoberajúcich sa zabezpečením ochrany zdravia, života obyvateľov a rovnako aj majetku či životného prostredia. Úlohy je možné rozdeliť na viacero častí, kde významné postavenie zohráva práve pripravenosť a vzdelávanie [1]. Civilnú ochranu definujú viacerí autori. Podľa Pietreka je civilná ochrana chápaná ako súhrn operácií uskutočnených štátnymi orgánmi, záchrannými a bezpečnostnými zložkami ale aj rôznymi humanitárnymi organizáciami či obyvateľstvom v snahe zabezpečiť ochranu spoločnosti ako celku.[2] Naopak Skrabacz a Woloch popisujú že civilná ochrana je interdisciplinárne zoskupenie



činností a úloh vykonávaných subjektami štátnych orgánov s cieľom ochrániť život, zdravie, majetok a životné prostredie pred akýmkoľvek potencionálnym nebezpečenstvom [3].

Vzdelávanie zohráva v rámci cyklu krízového riadenia významnú pozíciu. Podporuje pripravenosť, ktorá je základným prvkom tohto cyklu. Je preto potrebné aby výber vzdelávanie bol efektívny a správne vykonaný. Vhodný výber spôsobu vzdelávania dokáže zabezpečiť že všetci účastníci cyklu krízového riadenia budú pripravení na vznik mimoriadnej udalosti. Týmto sa môžu znížiť škody či straty na životoch nakoľko obyvatelia ale aj záchranné zložky budú vedieť reagovať. Školský zákon č. 245/2008 definuje vzdelávanie ako cieľavedomý proces poskytovania informácií a pôsobenia na rozvoj dieťaťa alebo študenta v súlade s jeho schopnosťami, predpokladmi, ktoré podporujú jeho snahu o vytvorenie osobnosti.[4] Káčer popisuje vzdelávanie v oblasti civilnej ochrany dokáže poskytnúť študentom a jednotlivcom poznatky a zručnosti v danej problematike, ktoré im dokážu pomôcť zvládať mimoriadne udalosti.[5] V civilnej ochrane sú zavedené určité plány, postupy a metódy ako by mali reagovať obyvatelia ale aj bezpečnostné zložky počas vzniku rôznych mimoriadnych udalostí. Do týchto postupov je preto vhodné zavádzať nové technológie a nástroje na zlepšenie pochopenia vzniknutej udalosti. Integrovanie nových technológií je zdĺhavý proces, na ktorý treba mať vyškolených ľudí [6].

Trojrozmerná tlač (3D) je popisovaná ako aditívny výrobný proces vychádzajúci z tvorby trojrozmerných objektov pomocou použitia digitálnych programov a súborov. Materiál (plast, sklo, kov) je nanášaný po vrstvách, ktoré sa spájajú pri vysokej teplote a tým sa vytvára hotový výrobok [7]. Technológia 3D tlače poskytuje vytváranie rýchlych a jednoduchých návrhov. Tieto návrhy je možné prispôbovať priamo požiadavkám zákazníka, čím sa skracuje čas a aj znižujú sa náklady [8]. Používanie 3D technológie vo vzdelávacom procese prináša, že vzdelávanie je pútavejšie, zábavnejšie, viac odbornejšie a poskytuje nové pohľady na problematiku. Aplikovanie 3D tlače do vzdelávacieho procesu je v súčasnej dobe čoraz viac využívané [7]. 3D tlač dokáže skvalitniť vzdelávací proces a zároveň zabezpečiť aj adekvátnu prípravu v oblasti civilnej ochrany a iných oblastí. V oblasti vzdelávacieho procesu na úseku civilnej ochrany sa dokáže 3D tlač využívať pre tvorbu zmenšených 3D modelov, máp, prostriedkov individuálnej ochrany, zmenšených modelov technologických zariadení v podobe sirén, protipovodňové zábrany či rôznych prierezov budov alebo aj simulovanie zemetrasení [9].

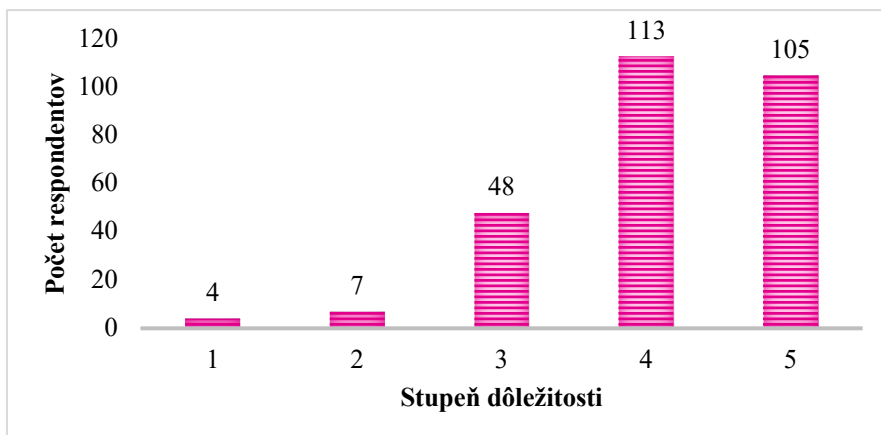
V rámci využívania 3D tlače vo vzdelávacom procese existuje viacero výhod spojených so zavádzaním tejto technológie. Medzi najdôležitejšie patria získanie

väčšieho záujmu študentov o danú problematiku, zjednodušenie a lepšie pochopenie učiva, prenášanie teoretických poznatkov do reálnej praxe, zlepšenie pripravenosti študentov a možnosť výroby veľkého množstva vzdelávacích pomôcok [10].

Jednou z ďalších výhod zavedenia 3D tlače do vzdelávania je, že študenti majú slobodu myslieť, tvoriť a navrhovať rôzne prototypy, modely. Tým pretvárajú svoje predstavy o problematike do reálnej podoby. Takáto technológia zabezpečuje zvýšenie záujmu u tých, ktorí uprednostňujú praktické skúsenosti pred teoretickými poznatkami [10]. Spoločnosť XVR, ktorá sídli v Holandsku, patrí k lídrom poskytovania vzdelávania a školenia v oblasti verejnej bezpečnosti. Vedenie si uvedomuje, že na zabezpečenie kvalitnej prípravy a vzdelávania musí vytvárať určité pomôcky, scenáre a tréningy, aby boli študenti pripravení zvládať všetky mimoriadne udalosti. Pomocou 3D tlače digitálnu vodnú trysku. Nástroj je implementovaný do vzdelávania budúcich hasičov a jeho výhodou je, že sa používa bez skutočného ohňa, čo má za následok zvýšenie bezpečnosti pre kadetov [11].

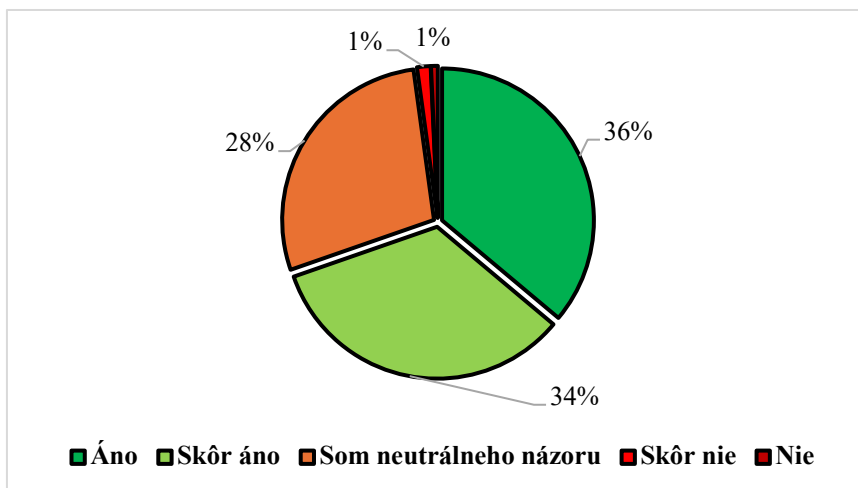
2. Názory vysokoškolských študentov na integráciu 3D tlače do vzdelávania

Zámerom článku bolo získať názor vysokoškolských študentov na integrovanie 3D tlače do vzdelávacieho procesu na úseku civilnej ochrany. Ideálne podmienky pre vyplnenie dotazníka poskytla Fakulta bezpečnostného inžinierstva Žilinskej univerzity v Žiline. Práve táto fakulta sa zameriava na problematiku civilnej ochrany a ochrany obyvateľstva. Dotazník bol distribuovaný počas výučby predmetu *Civilná ochrana*. Zber dát prebiehal od 10. do 17. novembra 2024. Dotazník vyplnilo 277 respondentov. Z toho tvorí 65 % mužov ($n = 180$) a 35 % žien ($n = 97$). Priemerný vek študenta bol 20. Podľa katedier vyplnilo dotazník 48% z katedry krízového manažmentu, 35% z katedry požiarneho inžinierstva a zvyšných 17 % tvorilo študentov katedry bezpečnostného manažmentu. Najviac zastúpení boli študenti 1. ročníka 41% , následne 2. ročník 32% a zvyšných 27% boli študenti 3. ročníka. Predmet civilná ochrana na ktorom sa študenti naučia ako zabezpečiť ochranu života, zdravia, majetku či ako riadiť mimoriadnu udalosť absolvovalo 39 (14%). 127 (46%) študentov uviedlo, že predmet práve navštevuje a zvyšných 40% (111 študentov) uviedlo, že predmet bude len absolvovať. Tento údaj je dôležitý pre získavanie názorov v implementácii 3D technológie do oblasti civilnej ochrany a krízového manažmentu. Otázky boli kombináciou kontinuálnej, nominálnej a ordinálnej odpovedi. Obrázok č.1 Zobrazuje otázku zameranú na hodnotenie dôležitosti vzdelávania na úseku civilnej ochrany, kde 1 predstavuje nedôležité a 5 veľmi dôležité.



Obrázok č. 5 Hodnotenie dôležitosti vzdelávania civilnej ochrany

Obrázok č.1 zobrazuje ako študenti hodnotia dôležitosť vzdelávania na úseku civilnej ochrany. Viac ako 200 študentov považuje vzdelávanie o problematike civilnej ochrany za dôležité. Je to spôsobené tým, že študenti si uvedomujú možné nebezpečenstvá, ktoré na nich môžu vplývať počas mimoriadnej udalosti. Študenti tým dávajú najavo, že je nutné aby boli dostatočne pripravení čeliť následkom mimoriadnej udalosti a poskytnúť pomoc nie len seba ale aj ostatným. Nasledujúca otázka bola zameraná na implementovanie 3D tlače do vzdelávacieho procesu čo zobrazuje obrázok č. 2.



Obrázok č. 6 Názor na zavedenie 3D tlače do vzdelávania

Na obrázku č. 2 sú znázornené odpovede študentov na implementovanie 3D tlače do vzdelávacieho procesu na úseku civilnej ochrany. 70% (193) respondentov by uvítalo aby technológia 3D tlače bola integrovaná do vzdelávania. 28% (78)

respondentov sú neutrálneho názoru. Výsledok otázky je spôsobený tým, že väčšia časť respondentov sa s technológiou 3D tlače stretla už alebo priamo si dávali vytvárať komponenty na stredných školách. Zvyšní študenti technológiu buď nepoznajú alebo neprejavovali záujem sa informovať ohľadom nových technológií.

Záver

Vzdelávanie je dôležitým prvkom v rámci zabezpečenia pripravenosti na mimoriadne udalosti. Využívanie vhodným pomôcok sa vzdelávanie stáva atraktívnejšie a lepšie na pochopenie. Nové technológie ako je napríklad trojrozmerná tlač predstavujú pre vzdelávanie civilnej ochrany vhodný prostriedok na skvalitnenie poskytovania informácií či zlepšenie vizualizácie preberanej problematiky. Nasvedčujú tomu aj výsledky z dotazníka, kde viac ako 200 študentov považuje práve vzdelávanie za základný bod pri ich príprave na zvládanie mimoriadnych udalostí. Za implementovanie 3D tlače do vzdelávania je cez 70% (193) študentov. Tento názor je možné posúdiť podľa toho, že technológia 3D tlače je vhodným prostriedkom, ktorý by teoretický výklad problematiky a pretavoval by ho do fyzickej podoby. Viacerí autori popisujú integrovanie 3D tlače ako prínosné a efektívne. [12,13,14]. 3D tlač dokáže vytvárať predmety, ktoré bežné pomôcky nedokážu poskytnúť a tým tak prispieva k lepšiemu pochopeniu učiva a získaniu aj iných pohľadov na problematiku. Vďaka tejto technológii je možné aj viacej študentom priblížiť civilnú ochranu na školách.

Grantová podpora

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.

Zoznam použitej literatúry

- [1] Zákon č. 42/1994 Z. z. Národnej rady Slovenskej republiky o civilnej ochrane obyvateľstva
- [2] Pietrek, G. 2017. *The crisis management system and the civil protection system. Similarities, differences, possibilities of standardisation.* 16 (3). s. 75-88. ISSN 2300-8741
- [3] Skrabacz, A. Woloch, F. 2024. *Protective structures as a device of ensuring the safety of victims in a war situation.* In: Inżynieria Bezpieczeństwa Obiektów Antropogenicznych. No 1. s. 1-12. 2024. ISSN 2450-1859. Dostupné na: <https://dx.doi.org/10.37105/iboa.198>

- [4] Zákon č. 245/2008 Z. z. o výchove a vzdelávaní (školský zákon)
- [5] Káčer, J. 2014. *Výuka ochrany obyvatelstva na základných školách*. In: Zkvalitnění systému vzdělávání výzkumu v oblasti ochrany obyvatelstva. Zlín :Academia centrum UTB, 2014. s. 121-125. [cit. 12-05-2025]. ISBN 978-80-7454-336-4.
- [6] Migliorini, M. et al. 2021. *Virtual and Augmented Reality for Disaster Risk Reduction*. In: 1st Croatian Conference on Earthquake Engineering - 1CroCEE. Zahreb, Chorvátsko. [online]. 2021. s. 157- 164. [cit. 12-05-2025]. Dostupné na: <https://crocee.grad.hr/event/1/contributions/58/>
- [7] Technology development. 2024. *What are the challenges and opportunities of 3D printing in education?* [online]. 2024. [cit. 12-05-2025]. Dostupné na: How 3D Printing Can Enhance Education: Benefits, Challenges, and Tips
- [8] Guo, S. et al. 2022. *Self-design fun: Should 3D printing be employed in mass customization operations?*, In: European Journal of Operational Research, Volume 299, Issue 3, 2022, Pages 883-897, ISSN 0377-2217, Dostupné na: <https://doi.org/10.1016/j.ejor.2021.07.009>
- [9] Černý, M. 2016. *3D tlač v školskom prostredí*. [online]. blogy.rvp.cz. 2016. [cit. 12-12 2025]. Dostupné na: 3D tlač v školskom prostredí – Vzdělávací technologie
- [10] Dassault systemes. 2024. *3D printing in education*. [online]. 3ds.com. 2024. [cit. 12-12 2025]. Dostupné na: 3D printing in education| Dassault Systèmes
- [11] O'NEAL, B. 2015. *Netherlands: Firefighters to Train with XVR's 3D Printed Water Nozzles, Fight Virtual Reality Fire*. [online]. 3DPrint.com. 2015. [cit. 12-12-2025]. 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
- [12] Arbabian, M. Wagner, M. 2020. *The impact of 3D printing on manufacturer–retailer supply chains*, In: European Journal of Operational Research, Volume 285, Issue 2, 2020, Pages 538-552, ISSN 0377-2217, Dostupné na: <https://doi.org/10.1016/j.ejor.2020.01.063>
- [13] Kantaros, Antreas, Florian Ion Tiberiu Petrescu, Konstantinos Brachos, Theodore Ganetsos, and Nicolae Petrescu. 2024. *"Leveraging 3D Printing for Resilient Disaster Management in Smart Cities"* Smart Cities 7, no. 6: 3705-3726. <https://doi.org/10.3390/smartcities7060143>



-
- [14] Pearson, H.A., Dubé, A.K. *3D printing as an educational technology: theoretical perspectives, learning outcomes, and recommendations for practice.* Educ Inf Technol 27, 3037–3064 (2022). <https://doi.org/10.1007/s10639-021-10733-7>

INTOXIKÁCIE DETÍ A MLÁDEŽE V ŽILINSKOM KRAJI – ŠTATISTIKA HOSPITALIZÁCIÍ A VÝJAZDOV ZDRAVOTNEJ ZÁCHRANNEJ SLUŽBY

INTOXICATION OF CHILDREN AND YOUTH IN THE ŽILINA REGION – STATISTICS ON HOSPITALIZATIONS AND EMERGENCY MEDICAL SERVICE CALLS

Lukáš Valla^{1,a}

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

^alukas.valla@uniza.sk

Abstrakt. Príspevok analyzuje výskyt intoxikácií detí a mládeže v Žilinskom kraji v rokoch 2019 – 2024 a porovnáva ich s celoslovenskými trendmi. Hodnotené sú intoxikácie alkoholom, kanabinoidmi, sedatívami, halucinogénmi, tabakom, rozpúšťadlami a prípady kombinovaného užívania viacerých psychoaktívnych látok. Výsledky ukazujú rozdiely vo frekvencii a dynamike jednotlivých diagnóz, pričom najvýraznejšie problémy sa vyskytujú u mladistvých. Identifikované trendy poukazujú na potrebu posilnenia preventívnych opatrení a koordinácie medzi zdravotníckymi a sociálnymi inštitúciami s cieľom znížiť zdravotné riziká spojené s užívaním psychoaktívnych látok v detskej populácii.

Kľúčové slová: intoxikácie, maloletí a mladiství, výjazdy zdravotnej záchrannej služby, hospitalizácie

Abstract. The article analyses the incidence of intoxication among children and adolescents in the Žilina region between 2019 and 2024, and compares it with nationwide trends. The evaluation encompasses the assessment of alcohol, cannabinoid, sedative, hallucinogenic, tobacco, solvent, and cases of combined use of multiple psychoactive substances. The results indicate disparities in the frequency and dynamics of individual diagnoses, with the most significant problems occurring among adolescents. The identified trends indicate the necessity to reinforce preventive measures and collaboration between health and social institutions in order to minimise the health risks associated with the use of psychoactive substances in the child population.

Keywords: intoxication, emergency medical service calls, hospitalizations

JEL Classification: I12, I18, R11, C10

Úvod

Problematika intoxikácií detí a mládeže predstavuje v posledných rokoch významnú výzvu pre verejné zdravie, systém zdravotnej záchranej služby aj preventívne politiky zamerané na rizikové správanie mladých ľudí. Citlivosť detského organizmu na účinky omamných a psychotropných látok, ako aj rýchly rozvoj závažných klinických stavov, spôsobuje, že tieto prípady si často vyžadujú nielen okamžitý zásah posádok zdravotnej záchranej služby, ale aj následnú ústavnú zdravotnú starostlivosť. Napriek tomu, že intoxikácie predstavujú dlhodobu sledovanú tému v odbornej literatúre, regionálne rozdiely a dynamika ich vývoja na úrovni krajov sú menej preskúmané. Cieľom tohto príspevku je analyzovať výskyt intoxikácií detí a mladistvých v Žilinskom kraji v období rokov 2019 – 2024 a porovnať ho s celoslovenskými priermi. Pozornosť je venovaná najčastejším skupinám látok, ako sú alkohol, kanabinoide, sedatíva, halucinogény či tabak, ako aj špecifickej kategórii intoxikácií viacerými psychoaktívnymi látkami. Štúdia poskytuje detailný prehľad o výjazdoch zdravotnej záchranej služby, o počtoch hospitalizácií a o trendoch vo výskyte jednotlivých diagnóz, pričom zdôrazňuje regionálne špecifiká a možné implikácie pre preventívne opatrenia v oblasti práce s mládežou. Výsledky práce sú postavené na údajoch získaných zo zdravotníckych informačných systémov a štatistík poskytovaných zložkami ZZS, čo umožňuje objektívne hodnotenie vývoja intoxikácií v sledovanom období.

1. Intoxikácie

Intoxikácia je stav otravy organizmu spôsobený pôsobením toxických látok (jedov, drog a omamných látok). Môže ísť o intoxikáciu akútnu, spôsobenú jednorazovým pôsobením vysokej dávky jedu, alebo chronickú, spôsobenú dlhodobým vystavením organizmu menším dávkam jedov. Intoxikácia môže byť spôsobená rôznymi faktormi, od požitia kontaminovaných potravín a nápojov až po nadmerné užívanie liekov alebo drog [1]. Významným problémom súčasnosti je narastajúca frekvencia medializovaných prípadov intoxikácie detí a mladistvých rôznymi omamnými a psychotropnými látkami. Na rozdiel od dospelého organizmu nedokáže detský organizmus efektívne kompenzovať účinky týchto látok, čo má za následok častý rozvoj závažných klinických stavov vyžadujúcich zásah zdravotníckych záchranárov alebo hospitalizáciu. V článku sú analyzované najčastejšie typy intoxikácií, ku ktorým sú vysielané posádky zdravotnej záchranej služby, pričom značná časť týchto prípadov končí ústavnou zdravotnou starostlivosťou. Súčasťou textu je aj hodnotenie trendov vývoja intoxikácií za uplynulé šesťročné obdobie [2, 3].

1.1 Intoxikácie alkoholom

Intoxikácia alkoholom predstavuje dlhodobý trend so závažnými zdravotnými dôsledkami. Výrazné rozdiely však možno pozorovať medzi reakciou dospelého a



detského organizmu na príjem alkoholu. Kým dospelý jedinec je spravidla schopný tolerovať vyššie dávky alkoholu bez akútneho rozvoja porúch vedomia, u detí sa intoxikácia rozvíja pri podstatne nižších množstvách a je spojená s výrazne vyšším rizikom závažných komplikácií.

Kóma a vracanie sú najčastejšími príznakmi u mladých tínedžerov intoxikovaných alkoholom. Závažná toxicita, prejavujúca sa ako kóma, sa u mladých tínedžerov vyskytuje pri nižších koncentráciách alkoholu v krvi ako u dospelých. Vplyv etanolu na stav vedomia je priamo úmerný koncentrácii alkoholu v krvi. U detí mladších ako 5 rokov je riziko hypoglykémie zvýšené. Významným rizikom pri akútnej intoxikácii alkoholom je rýchly rozvoj kómy, ktorá v chladnom prostredí môže viesť k smrteľnej hypotermii. U detí predškolského veku sa uvádza, že etanol vylučujú dvakrát rýchlejšie ako dospelí, zatiaľ čo mladí tínedžeri ho vylučujú rýchlosťou dospelých. Biochemické poruchy u detí vo veku 11 až 16 rokov s intoxikáciou alkoholom sa podobajú poruchám u dospelých [4].

V tabuľke 1 sú analyzované prípady intoxikácie alkoholom podľa jednotlivých krajov Slovenskej republiky. Zahrnuté sú všetky výjazdy zdravotnej záchrannej služby k deťom vo veku 6 až 13 rokov a mladistvým vo veku 14 až 17 rokov, u ktorých bola potvrdená intoxikácia alkoholom a ktorí si vyžadovali ambulantnú alebo ústavnú zdravotnú starostlivosť (ÚZS). Tabuľka poskytuje prehľad o medziročnom vývoji a regionálnych rozdieloch v období 2019 – 2024.

Z hľadiska trestnoprávnej roviny je potrebné zdôrazniť, že Policajný zbor eviduje v tejto oblasti len minimum trestnej činnosti maloletých a mladistvých. Je to spôsobené tým, že zdravotnícke zariadenia a výjazdové zložky ZZS majú zákonnú povinnosť hlásiť tieto prípady prednostne orgánom sociálnoprávnej ochrany detí, nie polícii. Z tohto dôvodu sa väčšina incidentov nedostáva do štatistík trestnej kriminality.

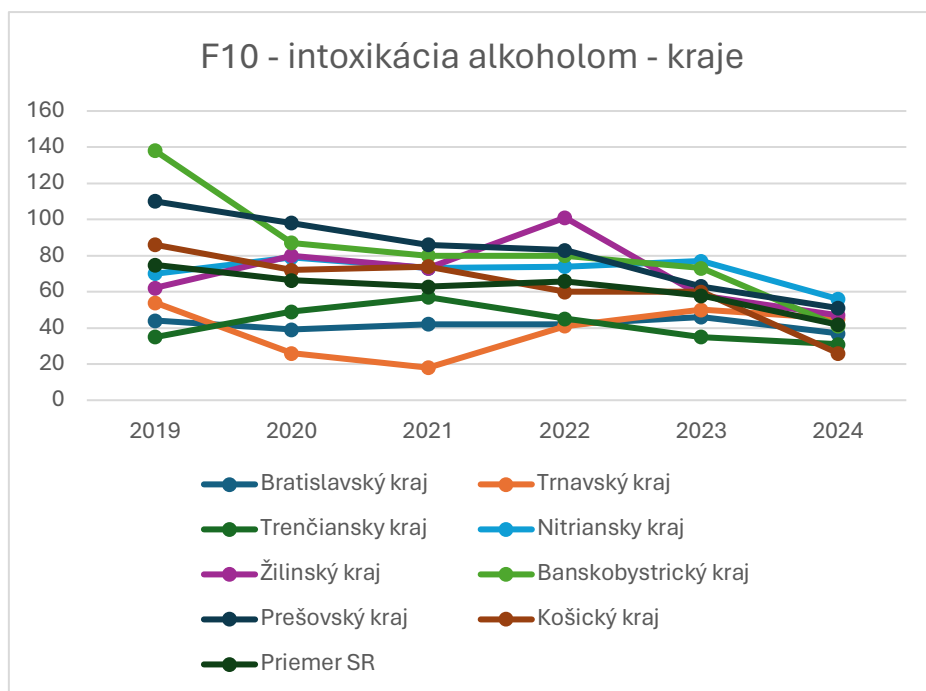


Tabuľka 1: Počet výjazdov ZZS k alkoholom intoxikovaným vo veku 6 až 17 rokov

	2019	2020	2021	2022	2023	2024
Bratislavský kraj	44	39	42	42	46	37
Trnavský kraj	54	26	18	41	50	45
Trenčiansky kraj	35	49	57	45	35	31
Nitriansky kraj	70	79	73	74	77	56
Žilinský kraj	62	80	73	101	58	47
Banskobystrický kraj	138	87	80	80	73	41
Prešovský kraj	110	98	86	83	63	51
Košický kraj	86	72	74	60	60	26
Priemer SR	74,875	66,25	62,875	65,75	57,75	41,75

Zdroj: [2, 3]

Na obrázku 1 je prezentovaný trend vývoja intoxikácií detí a mládeže alkoholom v jednotlivých krajoch Slovenskej republiky. Analýza zahŕňa obdobie 2019 – 2024 a umožňuje sledovať dynamiku výskytu týchto prípadov v čase. Z dostupných údajov vyplýva, že viaceré preventívne a represívne opatrenia zamerané na znížovanie konzumácie alkoholu u maloletých prispeli k celkovému poklesu počtu intoxikácií. Z grafu je zrejmé, že napriek roku 2022, v ktorom bol v Žilinskom kraji zaznamenaný najvyšší počet prípadov intoxikácií v sledovanom období, sa tento kraj vo zvyšných rokoch pohyboval v blízkosti národného priemeru. Priemerná hodnota naprieč krajmí dosiahla v roku 2019 úroveň približne 74 prípadov, zatiaľ čo v roku 2024 klesla na 41 prípadov, čo predstavuje výrazný medziročný pokles a celkový pozitívny trend.



Obrázok 1: Graf vývoja intoxikácií alkoholom u detí a mladistvých v krajocho

Zdroj: [2, 3]

V tabuľke č. 2 je prezentovaný počet výjazdov zdravotnej záchrannej služby a následných hospitalizácií maloletých a mladistvých v Žilinskom kraji v súvislosti s intoxikáciou alkoholom. Súčasťou tabuľky sú aj priemerné hodnoty za celé územie Slovenskej republiky, čo umožňuje komparatívne zhodnotenie regionálnej situácie. Z údajov vyplýva, že v rokoch 2022 a 2024 bol počet hospitalizovaných a ošetrovaných maloletých v Žilinskom kraji výrazne vyšší než celonárodný priemer, zatiaľ čo v roku 2023 sa hodnoty pohybovali pod priemernou úrovňou SR. V kategórii mladistvých možno pozorovať, že v niekoľkých sledovaných rokoch dosahuje počet ošetrovaných osôb hodnoty prevyšujúce priemer Slovenska. Výrazne sa to prejavilo najmä v roku 2022, keď celoslovenský priemer predstavoval 57 prípadov, zatiaľ čo v Žilinskom kraji bolo evidovaných až 88 ošetrovaných mladistvých. Zároveň je možné identifikovať klesajúci trend v počte intoxikovaných mladistvých v nasledujúcich rokoch, čo naznačuje pozitívny vývoj v tejto oblasti.



Tabuľka 2: Alkoholové intoxikácie detí a mládeže v Žilinskom kraji

	2019	2020	2021	2022	2023	2024
Maloletí ZA	7	10	7	13	3	14
Celkový počet maloletí SR za rok	87	85	63	67	63	82
Priemer SR - maloletí	10,875	10,625	7,875	8,375	7,875	10,25
Mladiství ZA	55	70	66	88	55	33
Celkový počet mladiství SR za rok	512	445	440	459	399	252
Priemer SR - mladiství	64	55,625	55	57,375	49,875	31,5

Zdroj: [2, 3]

1.2 Intoxikácie a ich vývoj v Žilinskom kraji

Táto kapitola sa zameriava na problematiku intoxikácií psychotropnými látkami u maloletých a mladistvých. V tabuľke č. 3 je prezentované porovnanie vývoja jednotlivých typov intoxikácií, pričom údaje zachytávajú ich frekvenciu a dynamiku v čase. V nasledujúcej časti sú postupne analyzované jednotlivé kategórie intoxikácií, ich možná súvislosť s charakterom užitých látok a trendy zaznamenané v Žilinskom kraji v porovnaní s celoslovenským priemerom.

- **F11 intoxikácia opíatmi** – typickým predstaviteľom tejto skupiny látok je ópium, ktoré sa získava z nezrelých makovíc maku siateho a slúži ako základná surovina na výrobu heroínu, morfinu a kodeínu. Tieto látky majú výrazný narkotický účinok, spojený najmä s tlmením bolesti a navodením eufórie. Na základe dostupných štatistík o výjazdoch a ošetrovaných detských pacientoch možno konštatovať, že Žilinský kraj sa vyskytuje v blízkosti celoslovenského priemeru, bez výrazných odchýlok v počte intoxikácií touto skupinou psychotropných látok.
- **F12 intoxikácia kanaboidmi** – typickým predstaviteľom intoxikácií spôsobených kanabinoidmi je konope rodu Cannabis. Rastlina obsahuje dve hlavné účinné látky: tetrahydrokanabinol (THC), ktorý je psychoaktívny, a kanabidiol (CBD), ktorý psychoaktívne účinky nemá. Kanabinoidy sa užívajú najmä pre svoj sedatívny a euforizačný efekt, pričom môžu vyvolávať halucinácie, zmeny percepcie a poruchy kognitívnych funkcií. Na základe štatistických údajov možno konštatovať, že priemerný počet intoxikovaných detí v Žilinskom kraji zodpovedá celoslovenskému priemeru. Dlhodobé údaje ukazujú, že ide prevažne o približne sedem prípadov ročne, v rámci ktorých boli detskí pacienti ošetrení buď posádkami



zdravotnej záchrannej služby, alebo prijatí do ústavnej zdravotnej starostlivosti.

- **F13 intoxikácia sedatívami** – ide o skupinu liečiv, ktorých primárnou funkciou je navodenie sedácie a zníženie psychickej tenzie u pacienta. Typickými predstaviteľmi sú benzodiazepíny (napr. diazepam), anxiolytiká (napr. alprazolam – komerčne známy ako Xanax) a antipsychotiká (napr. levomepromazín – známy ako Lexaurin). Tieto lieky sa používajú najmä na zmiernenie stavov psychickej záťaže, úzkosti či agitovanosti. Mimoriadne rizikovou je kombinácia sedatív s alkoholom, ktorá môže viesť k závažným zdravotným komplikáciám vrátane respiračnej depresie a v extrémnych prípadoch až k úmrtiu. Štatistické údaje ukazujú, že okrem rokov 2019 a 2022 sa Žilinský kraj v počte intoxikácií sedatívami u detských pacientov nachádza pod celoslovenským priemerom, čo poukazuje na nižší výskyt týchto prípadov v porovnaní s ostatnými regiónmi.
- **F14 intoxikácie kokaínom** – kokaín je biela kryštalická látka používaná ako základ pre výrobu drog so silným stimulačným účinkom. Jeho pravidelné užívanie vedie k vysokej návykovosti, pričom u konzumentov sa rozvíja najmä psychická závislosť podmienená somatickými a mentálnymi účinkami drogy. Tento mechanizmus často vedie k postupnému zvyšovaniu dávok, aby sa dosiahli alebo udržali požadované psychoaktívne účinky. Na základe dostupných štatistických údajov možno konštatovať, že v Žilinskom kraji neboli v uplynulých šiestich rokoch evidované žiadne prípady intoxikácie kokaínom u detských pacientov.
- **F16 intoxikácie halucinogénmi** – Halucinogény predstavujú skupinu psychoaktívnych látok, ktorých užitie vyvoláva zmeny vnímania, myslenia, emócií a vedomia. Môžu sa prirodzene vyskytovať v rastlinách a hubách, no rovnako môžu byť synteticky vyrábané v laboratórnych podmienkach. Analýza štatistických údajov ukazuje, že vplyv halucinogénov v Žilinskom kraji je výrazný. Vo všetkých sledovaných rokoch – s výnimkou roku 2020 – bol počet intoxikovaných detí v tomto regióne vyšší ako celoslovenský priemer, čo poukazuje na nadpriemerný výskyt týchto intoxikácií v porovnaní s ostatnými krajinami.
- **F17 intoxikácie tabakom** – problematika intoxikácií tabakom u detí predstavuje čoraz frekventovanejšiu tému v oblasti verejného zdravia. Súčasná generácia má výrazne jednoduchší prístup k tabakovým výrobkom, najmä prostredníctvom elektronických vaporizérov a bezdymových foriem tabaku, ako sú žuvacie či nikotínové výrobky. Intoxikácia tabakom je často ťažko rozpoznateľná, keďže jej klinické prejavy sú nešpecifické a zahŕňajú najmä nauzeu, vracanie a v závažnejších prípadoch aj poruchy vedomia. Štatistické údaje ukazujú, že do roku 2021 neboli v Žilinskom kraji



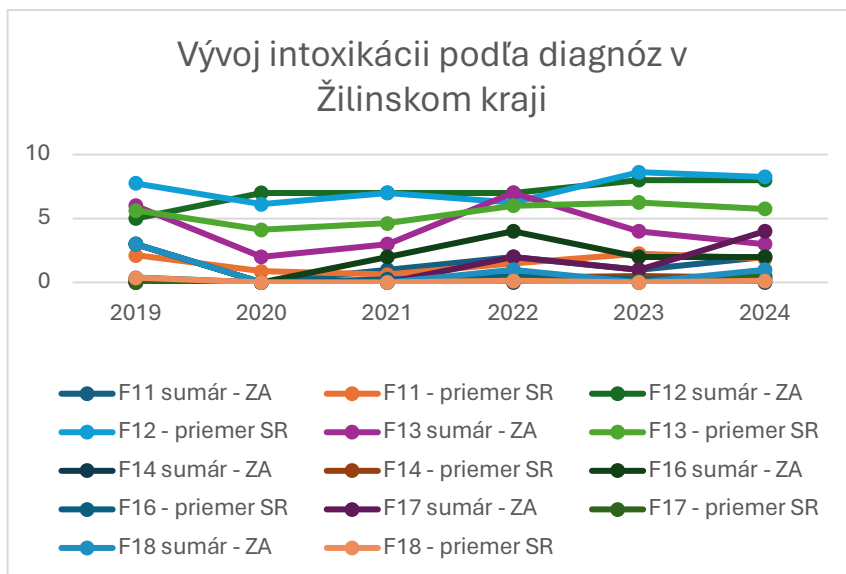
evidované žiadne prípady intoxikácie tabakom u detských pacientov. Od roku 2022 však dochádza k postupnému nárastu týchto intoxikácií, čo poukazuje na zmenu trendu aj správania detskej populácie v súvislosti s užívaním tabakovým výrobkov.

- **F18 intoxikácie rozpúšťadlami** – typickým predstaviteľom tejto kategórie intoxikácií je inhalácia prchavých látok, najmä acetónu. Ide o tzv. „drogu chudobných“, ku ktorej majú deti a mladiství relatívne jednoduchý a lacný prístup, čo zvyšuje riziko jej experimentálneho užívania. Štatistické údaje však ukazujú, že v Žilinskom kraji sa s intoxikáciami touto skupinou látok u detí a mládeže stretávame len minimálne, pričom ich výskyt je zanedbateľný v porovnaní s inými typmi psychotropných látok.

Tabuľka 3: Vývoj intoxikácií podľa diagnóz v Žilinskom kraji

	2019	2020	2021	2022	2023	2024
F11 opiáty - ZA	3	0	1	2	1	2
F11 opiáty- p. SR	2,125	0,875	0,625	1,5	2,25	1,875
F12 kanabiody - ZA	5	7	7	7	8	8
F12 kanabiody - priemer SR	7,75	6,125	7	6,25	8,625	8,25
F13 sedatíva - ZA	6	2	3	7	4	3
F13 sedatíva - priemer SR	5,625	4,125	4,625	6	6,25	5,75
F14 kokain - ZA	0	0	0	0	0	0
F14 kokain – p. SR	0,125	0	0,125	0,375	0,5	0,375
F16 halucinogény - ZA	3	0	2	4	2	2
F16 halucinogény - priemer SR	0,375	0	0,25	0,5	0,25	0,25
F17 tabak - ZA	0	0	0	2	1	4
F17 tabak - priemer SR	0	0	0	0,25	0,125	0,5
F18 rozpúšťadlá- ZA	3	0	0	1	0	1
F18 rozpúšťadlá - priemer SR	0,375	0	0	0,125	0	0,125

Zdroj: [2, 3]



Obrázok 2: Vývoj intoxikácií podľa diagnóz v Žilinskom kraji

Zdroj: [2, 3]

Na obrázku č. 2 je znázornený trendový vývoj počtu intoxikovaných detí a mládeže v jednotlivých diagnostických kategóriách. Z grafu je zrejmé, že niektoré typy intoxikácií vykazujú rastúci trend, napríklad intoxikácie kanabinoidmi, zatiaľ čo iné diagnózy majú stagnujúci charakter, ako je tomu pri intoxikáciách prechavými rozpúšťadlami. Naopak, intoxikácie tabakom a tabakovými výrobkami vykazujú v posledných rokoch zvýšenú incidenciu, čo poukazuje na ich narastajúci význam v sledovanom období.

1.3 Intoxikácie viacerými psychoaktívnymi látkami

Poslednou kategóriou, ktorá nebola definovaná v predchádzajúcej podkapitole, sú intoxikácie viacerými psychoaktívnymi látkami. Ide o diagnózu F19 podľa Medzinárodnej klasifikácie chorôb (MKCH), ktorá označuje stavy vznikajúce po súčasnom užití viacerých psychoaktívnych látok alebo ich kombinácií. Typickým príkladom je užitie sedatív v kombinácii s alkoholom, prípadne súbežná konzumácia viacerých tzv. „tvrdých drog“, napríklad kokaínu a halucinogénov. Ak zdravotnícke zariadenie identifikuje, že ide o intoxikáciu vzniknutú na základe takejto kombinácie, pacient je zaradený pod diagnózu F19. Dôležité je zdôrazniť, že kombinácia viacerých psychoaktívnych látok predstavuje podstatne vyššie zdravotné riziko než intoxikácia jedinou látkou. Hoci pri niektorých drogách existujú špecifické antidotá, ktoré môžu blokovať ich účinok, v prípadoch viacnásobnej intoxikácie je ich využitie často limitované alebo neúčinné vzhľadom na súčasný účinok rôznych látok a ich vzájomné interakcie.

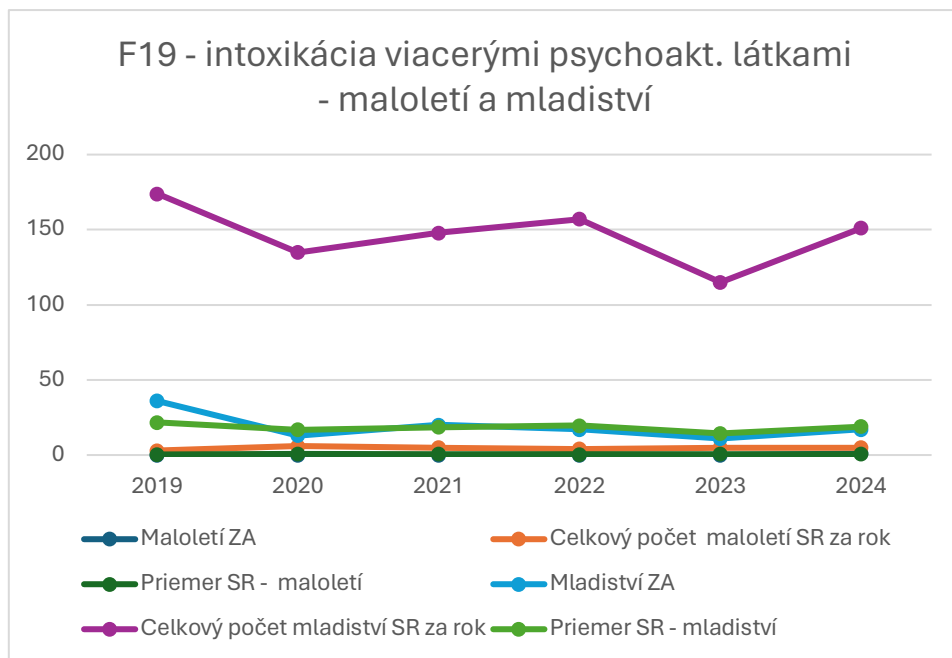
Tabuľka 4: Intoxikácia viacerými psychoaktívnymi látkami detí a mládeže v Žilinskom kraji



	2019	2020	2021	2022	2023	2024
Maloletí ZA	0	0	0	0	0	1
Celkový počet maloletí SR za rok	3	6	5	4	5	5
Priemer SR - maloletí	0,375	0,75	0,625	0,5	0,625	0,625
Mladiství ZA	36	13	20	17	11	17
Celkový počet mladiství SR za rok	174	135	148	157	115	151
Priemer SR - mladiství	21,75	16,875	18,5	19,625	14,375	18,875

Zdroj: [2, 3]

V tabuľke č. 4 je zrejmé, že v Žilinskom kraji sa intoxikácie maloletých (detí vo veku 6 – 13 rokov) prakticky nevyskytovali, s výnimkou posledného sledovaného roku. Výraznejším problémom však ostáva výskyt intoxikácií u mladistvých, ktorý sa v regióne objavuje relatívne často. V roku 2019 dokonca Žilinský kraj zaznamenal najvyšší počet intoxikovaných mladistvých spomedzi všetkých krajov Slovenskej republiky. Tento nepriaznivý trend sa v nasledujúcom roku podarilo zvrátiť, keďže Žilinský kraj sa v roku 2020 nachádzal pod celoslovenským priemerom. V rokoch 2021 až 2024 sa počet intoxikácií mladistvých viacerými psychoaktívnymi látkami stabilizoval na úrovni blízkej priemeru ostatných krajov. Obrázok č. 3 znázorňuje vývoj intoxikácií maloletých a mladistvých v dôsledku užívania viacerých psychoaktívnych látok. Významná je najmä krivka celkového počtu intoxikovaných mladistvých, ktorá vykazuje pokles v rokoch 2020 a 2023, avšak v ostatných rokoch nadobúda mierne stúpajúcu tendenciu. Tento vývoj poukazuje na pretrvávajúce problémy súvisiace nielen s rizikovým správaním a kriminalitou mládeže, ale aj so závažnými zdravotnými komplikáciami, ktoré kombinované užitie viacerých drog predstavuje.



Obrázok 3: F19 – intoxikácia viacerými psychoaktívnymi látkami – maloletí a mladiství
Zdroj: [2, 3]

Záver

Analýza vývoja intoxikácií detí a mladistvých v Žilinskom kraji v období 2019 – 2024 poukazuje na viacero významných trendov. V oblasti intoxikácií alkoholom je možné pozorovať celkový pokles prípadov, ktorý korešponduje s celoštátnymi preventívnymi aktivitami. Napriek tomu sa v niektorých rokoch vyskytujú výrazné výkyvy, najmä v kategórii mladistvých. Pri intoxikáciách psychotropnými látkami možno identifikovať rozdiely medzi jednotlivými diagnózami: kým opiáty či rozpúšťadlá sa vyskytujú skôr sporadicky, intoxikácie kanabinoidmi, sedatívami a halucinogénmi predstavujú pretrvávajúci problém, pričom niektoré z nich vykazujú stúpajúci trend. Špecifickú pozornosť si vyžadujú intoxikácie viacerými psychoaktívnymi látkami, ktoré sú spojené s najvyšším zdravotným rizikom a potenciálom závažných komplikácií. V prípade mladistvých sa tieto intoxikácie objavujú pravidelne a v niektorých rokoch dosahujú nadpriemerné hodnoty v porovnaní s ostatnými krajinami. Tento trend zdôrazňuje potrebu cielej primárnej prevencie, systematickej edukácie mladých ľudí a intenzívnej spolupráce medzi školským prostredím, sociálnymi službami a zdravotníckymi zariadeniami. Výsledky prezentované v tomto príspevku podčiarkujú dôležitosť kontinuálneho monitorovania výskytu intoxikácií a hodnotenia efektivity preventívnych stratégií. Zároveň poukazujú na potrebu ďalšieho výskumu, ktorý by zahŕňal analýzu socioekonomických faktorov, rodičovského dohľadu či dostupnosti omamných látok v jednotlivých regiónoch. Systematické sledovanie týchto ukazovateľov môže

významným spôsobom prispieť k zvýšeniu bezpečnosti detí a mládeže a k efektívnejšiemu plánovaniu opatrení v oblasti verejného zdravia.

Grantová podpora

Príspevok bol spracovaný v rámci riešenia projektu KEGA 035ŽU-4/2025 Inovatívne modulárne vzdelávacie kurzy ako účinný nástroj na zvýšenie bezpečnosti v školách.

Zoznam použitej literatúry

- [1] Abczone. *Intoxikácia - definícia*. [online, 2025]. Online citované: 10.12.2025. Online dostupné: <https://abczone.sk/synonyma/i/intoxikacia/>
- [2] Operačné stredisko zdravotnej záchrannej služby. *Štatistiky výjazdov zdravotnej záchrannej služby v období 2019 až 2024*. [Interné štatistiky].
- [3] Národné centrum zdravotníckych informácií SR. *Štatistika hospitalizovaných pacientov s diagnózami F10 až F19*. [Interné štatistiky].
- [4] Lamminpää, A. *Alcohol intoxication in childhood and adolescence* [odb. článok, 1995]. Online citované: 10.12.2025. Online dostupné: <https://academic.oup.com/alcalc/article-abstract/30/1/5/96386>
- [5] Valla, L. *Analýza výjazdov zdravotnej záchrannej služby na Slovensku a vývojové trendy*. [odb. článok, 2025]. Online citované: 10.12.2025. Online dostupné: https://fbi.uniza.sk/mlada_veda/Mlada_veda_2025.pdf

SPOLOČENSKY ZODPOVEDNÉ PODNIKANIE A VÝKONNOSŤ LESNÍCKO-DREVÁRSKEHO KOMPLEXU

SOCIALLY RESPONSIBLE BUSINESS AND PERFORMANCE OF THE FORESTRY AND WOOD INDUSTRY COMPLEX

Iveta Hajdúchová^{1,a}, Monika Rajtóková^{2,b}

¹ Katedra lesníckej ekonomiky a politiky, Lesnícka fakulta, Technická univerzita vo Zvolene, T. G. Masaryka 24, 960 01 Zvolen, Slovenská republika

² Katedra lesníckej ekonomiky a politiky, Lesnícka fakulta, Technická univerzita vo Zvolene, T. G. Masaryka 24, 960 01 Zvolen, Slovenská republika

^ahajduchova@tuzvo.sk, ^bxrajtokova@is.tuzvo.sk

Abstrakt. Cieľom článku je poukázať na postup, meranie a možnosti zvyšovania výkonnosti lesného hospodárstva a drevospracujúceho priemyslu z hľadiska dodržiavania zásad ekonomickej, environmentálnej a spoločenskej zodpovednosti podnikov. Analýza je založená na údajoch za obdobie od roku 2010 do roku 2022. Výkonnosť hodnotíme na základe ukazovateľa hrubej pridanej hodnoty. Dodržiavanie environmentálnych postojov sme analyzovali na základe uplatňovania certifikačných noriem PEFC, FSC, ISO 14001 a sociálnej zodpovednosti podnikov na základe vývoja zamestnanosti a odmeňovania zamestnancov v uvedených odvetviach. Výsledky poukazujú na sociálnu zodpovednosť podnikov a odhaľujú rezervy, ktoré sú riešené v odporúčaníach.

Kľúčové slová: lesníctvo, drevospracujúci priemysel, výkonnosť, spoločenská zodpovednosť podnikov

Abstract. The aim of the article is to point out the procedure, measurement and possibilities of increasing the performance of forestry and the wood processing industry in terms of compliance with the principles of economic, environmental and corporate social responsibility. The analysis is based on data for the period from 2010 to 2022. We assess performance based on the gross value-added indicator. We analysed compliance with environmental attitudes by applying the PEFC, FSC, ISO 14001 certification standards and corporate social responsibility based on the development of employment and employee remuneration in the above sectors. The results point to corporate social responsibility and reveal reserves, which are addressed in the recommendations.

Keywords: forestry, wood processing industry, performance, corporate social responsibility

JEL Classification: Q23, M14, L73, Q56, Q01



Úvod

Výkonnosť sa v prvej polovici 20-teho storočia sústreďovala hlavne na zabezpečenie objemovej, alebo finančnej výkonnosti, pričom metódy analýzy zohľadňovali hlavne kritériá časovej hodnoty peňazí a mieru rizika. Peniaze, ktoré máme dnes majú inú hodnotu, ako peniaze, ktoré očakávame v budúcnosti. Súčasné peniaze podliehajú inflácii a budúce riziku. Hovorí sa, že bezpečné euro má vyššiu hodnotu ako rizikové. Ale, ktoré je v súčasnosti bezpečné? Štátne obligácie, ktoré sa kedysi (a nie je to tak dávno – pred krízou v 2008) pokladali za bezpečné sú v súčasnosti rizikové. Maximalizácia bohatstva vlastníkov je maximalizácia čistej súčasnej hodnoty podniku. Teda nie zisk, ako sme boli zvyknutí. V súlade s uvedeným boli vypracované viaceré metodické postupy hodnotenia výkonnosti podniku, ktorých teoretické základy vznikali v osemdesiatych rokoch v USA. Ich zakladateľmi boli profesori amerických business schools [1,2]. V druhej polovici minulého storočia sa však prestáva klásť najväčší dôraz na zvyšovanie zisku a do popredia sa dostáva zvyšovanie hodnoty a trvalá udržateľnosť podniku. Ďalšie dve kritériá, ktorými je potrebné sa zaoberať, vyplývajú z toho, že zvyšovaním výkonnosti by sme nemali ohroziť sociálny a environmentálny systém a tiež zvyšovanie výkonnosti by nemalo byť na úkor udržateľnosti.

Metódy a princípy udržateľnosti vyplývajú jednak z požiadaviek na zabezpečenie environmentálnej udržateľnosti, ktoré sa v lesníctve uplatňujú prostredníctvom certifikačných noriem PEFC a FSC a v drevospracujúcom priemysle prostredníctvom ISO noriem zameraných na ekológiu, kvalitu a efektívnosť výroby. Udržateľnosťou v oblasti ekonomiky, environmentalistiky a sociálneho systému sa zaoberajú princípy Spoločensky zodpovedného podnikania (SZP). Ich prvé myšlienky sa objavujú už v 50. rokoch 20. storočia v USA. Termín „Corporate social responsibility (CSR)“ predstavuje záväzok podnikateľov usilovať sa o také stratégie a robiť také rozhodnutia alebo vykonávať také aktivity, ktoré sú žiaduce z pohľadu cieľov a hodnôt našej spoločnosti [3]. Spočiatku sa uvedený termín vyskytoval len v odbornej literatúre pre manažérov, neskôr v 80. rokoch sa už v USA a západnej Európe dostáva tento koncept aj do praxe pri samotnom správaní firiem. Pre Slovensko pokladáme za najvýstižnejšiu definíciu Európskej komisie, ktorá už v roku 2001 vysvetlila takéto podnikanie a správanie sa firmy ako: „Dobrovoľné integrovanie sociálnych a ekologických záujmov do každodenných firemných činností a interakcií s firemnými subjektmi.“ Pod pojmom firemné a zainteresované subjekty sa myslia: zákazníci, zamestnanci, obchodní partneri, dodávatelia a subdodávatelia, akcionári, vlastníci a lokálna a miestna komunita v okolí firmy. SZP tvorí základ cieľov stratégie Európa 2020 a výrazne prispieva k plneniu cieľov zmluvy o Európskej únii, ktoré sa týkajú trvalo udržateľného rozvoja a vysoko konkurencieschopného sociálneho trhového hospodárstva. Analýzou výkonnosti podnikov lesného hospodárstva (LH) a drevospracujúceho priemyslu (DSP) sa na Slovensku zaoberajú práce viacerých autorov [4, 5], avšak výkonnosťou na úrovni odvetví sa budeme zaoberať prvý krát.

1. Cieľ a metodika

Cieľom článku je analyzovať výkonnosť LH a DSP z hľadiska dodržiavania princípov ekonomického, environmentálneho a sociálneho spoločensky zodpovedného podnikania. Aby sme naplnili cieľ článku, je potrebné odpovedať na 3 výskumné otázky:

1. Je rast výkonnosti komplexu LH a DSP udržateľný? Znamená to, že rast výkonnosti musí byť intenzívny, teda objem výstupov musí rásť rýchlejšie, ako objem vstupov.
2. Je pri raste výkonnosti lesnícko-drevárskeho komplexu dodržiavaný princíp environmentálneho rastu? Ako sme už vyššie uviedli, environmentálna udržateľnosť v LH sa overuje prostredníctvom dodržiavania certifikačných noriem PEFC, alebo FSC. V DSP je to schéma EMS – Environmentálny manažérsky systém (ISO 14001) a jej nadstavba EMAS – Schéma pre environmentálne manažérstvo a audit, ktorá je zameraná na dodržiavanie noriem environmentálneho manažérstva a auditu.
3. Je pri raste výkonnosti dodržiavaný princíp SZP v oblasti sociálnej? V rámci zainteresovaných subjektov sme sa zamerali na zamestnancov, teda, či dokáže LH a DSP vytvárať nové pracovné miesta a prispievať tak k rozvoju zamestnanosti v oboch odvetviach.

Pre overenie rastu výkonnosti LH a DSP sme vychádzali z ukazovateľov hrubej pridanej hodnoty (HPH) uvedených odvetví, pričom sme údaje čerpali zo Zelenej správy MPRV SR za roky 2010 až 2022. Rast výkonnosti sme analyzovali na základe grafickej analýzy, zmeny stavu HPH a tempa rastu HPH, teda relatívneho prírastku, ktorý vyjadruje podiel absolútneho prírastku HPH v danom období a dosiahnutej úrovne reálneho HPH v predchádzajúcom období podľa vzťahu 1.

$$q = \frac{(Y_t - Y_{t-1})}{Y_{t-1}} \quad (1)$$

Kde: q = rast výkonnosti podľa HPH
 Y_t = reálna HPH v období t

Vzhľadom na to, že výkony LH sú závislé od produkcie dreva, vychádzali sme z celkového objemu ťažby. V DSP sú výkony závislé od spotreby dreva, ktorý sme analyzovali na základe objemu dodávok dreva pre DSP. Pre analýzu rastu sme využili grafickú metódu a ukazovateľ rastu podľa vzťahu 1. Tempo rastu výstupov a vstupov sme analyzovali regresnou a korelačnou analýzou. Korelačná analýza je obzvlášť užitočná pri odhaľovaní smeru (kladný alebo záporný) a intenzity vzťahu

medzi premennými, pričom výsledky sú vyjadrené prostredníctvom korelačného koeficientu (2).

$$r = \frac{\sum (x_i - \bar{x})(y_i - \bar{y})}{\sqrt{\sum (x_i - \bar{x})^2 \times \sum (y_i - \bar{y})^2}} \quad (2)$$

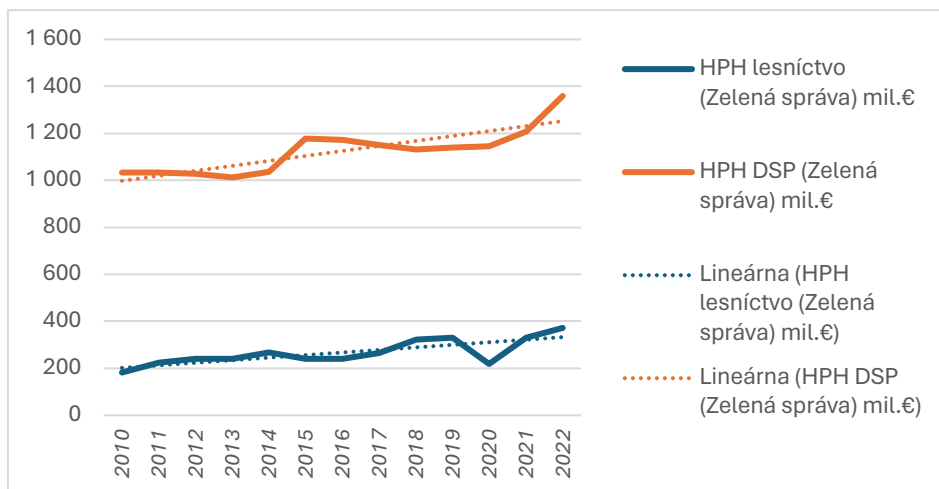
Kde „ X_i “ a „ Y_i “ sú hodnoty jednotlivých premenných X a Y, „ $\bar{x}$ “ a „ $\bar{y}$ “ sú priemery hodnôt X a Y. Ku korelačnej analýze bude následne pridaná aj regresná analýza. Regresná analýza je štatistická metóda, ktorá skúma a modeluje vzťah medzi závislou premennou (označovanou často ako Y) a jednou alebo viacerými nezávislými premennými (označovanými ako X). Jej cieľom je identifikovať, kvantifikovať a predpovedať tento vzťah, čo umožňuje lepšie pochopenie štruktúry a správania skúmaných dát [6].

Princíp environmentálneho rastu v LH sme analyzovali na základe podielu výmery lesov certifikovaných k celkovej výmere lesov a v DSP na základe podielu podnikov využívajúcich schému EMS a EMAS pre environment k celkovému počtu podnikov.

Tretiu výskumnú otázku sme testovali na základe analýzy zamestnanosti v sektoroch LH a DSP. Údaje sme čerpali z portálu Slovenského štatistického úradu za roky 2000 až 2023. Starostlivosť o zamestnancov sme hodnotili na základe porovnania vývoja priemernej mzdy v oboch sektoroch s priemernou mzdou v národnom hospodárstve (NH) SR.

2. Výsledky

Pre analýzu výkonnosti LH a DSP sme použili ukazovateľ hrubej pridanej hodnoty, ktorým sa meria prínos jednotlivých podnikov a sektorov k tvorbe bohatstva v hospodárstve. Z grafickej analýzy (pozri graf 1) vyplýva, že trend HPH oboch odvetví je lineárne rastúci. Z hodnoty korelačného koeficientu 0,6896 vyplýva, že medzi LH a DSP je stredne silná závislosť rastu výkonnosti. Mierne odchýlky trendu vidíme v roku 2013, kedy HPH DSP je klesajúca a HPH LH rastie a opačne v roku 2015 HPH DSP rastie a HPH LH klesá. Od roku 2015 HPH LH rastie až do roku 2020, kedy opäť zaznamenávame pokles. Trend HPH DSP je po roku 2015 mierne klesajúci až do roku 2018 a od roku 2019 sa HPH DSP zvyšuje.



Graf 1 Výkonnosť LH a DSP na základe hrubej pridanej hodnoty (HPH)

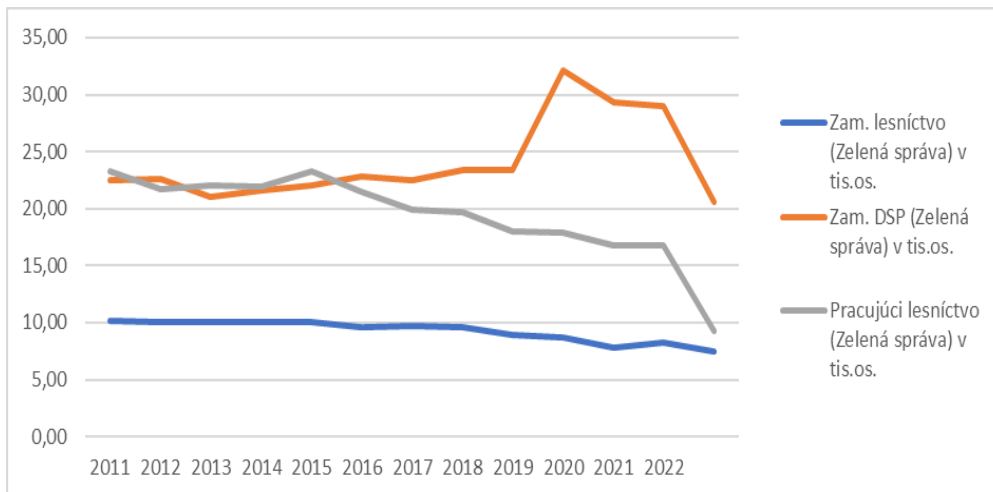
Zdroj: vlastné spracovanie

Z analýzy na základe zmeny stavu HPH vyplýva, že najväčšie rozdiely boli zaznamenané v roku 2015, kedy bol medziročný pokles HPH LH 28 mil. EUR, pričom HPH DSP vzrástla o 142 mil. EUR. Produkcia (ťažba) drevnej suroviny bola 9,14 mil. m³, takmer na rovnakej úrovni ako v roku 2014, kedy dosahovala hodnotu 9,42 mil. m³. Rozdiel bol v spotrebe, kým v roku 2014 bola spotreba dreva v DSP 6,86 mil. m³, v roku 2015 sa spotreba zvýšila na 8,99 mil. m³. Na zvýšenej spotrebe v roku 2015 sa podieľal aj dovoz dreva v celkovom objeme 2 mil. m³ [7]. Od roku 2016 bol postupný pokles výkonnosti v DSP, ktorý pokračoval do roku 2019, kedy bol zaznamenaný mierny rast HPH v oboch odvetviach. V DSP pokračoval trend rastu až do roku 2022, kým LH zaznamenalo v roku 2020 najväčší pokles výkonnosti. Pokles bol spôsobený opatreniami v dôsledku pandémie Covid 19. Zníženie dopytu po drevnej surovine vzhľadom na obmedzenie výroby v uzavretých priestoroch malo za následok prudký pokles cien drevnej suroviny, pokles objemu produkcie z 9,22 na 7,51 mil. m³ a prepád HPH LH o 111 mil. EUR. Opätovné zvýšenie dopytu v roku 2021 znamenalo návrat cenovej hladiny a vzrast HPH LH o identických 111 mil. EUR napriek tomu, že produkcia sa zvýšila len na 7,64 mil. m³. Rast HPH LH pokračoval aj v roku 2022, avšak zvýšenie už bolo len o 42 mil. EUR. DSP v roku 2022 zaznamenal najvyšší nárast HPH o 151 mil. EUR napriek tomu, že spotreba klesla zo 7,25 na 7,03 mil. m³ drevnej suroviny. Korelačný koeficient medzi HPH LH a ťažbou vykazuje stredne silnú závislosť 0,4535. Silnejšia závislosť 0,5797 je medzi HPH DSP a spotrebou drevnej suroviny. Najsilnejšia závislosť 0,6896 sa prejavuje medzi HPH LH a HPH DSP, čo poukazuje na stredne silnú závislosť rastu výkonnosti oboch odvetví.

Dodržiavanie princípov zelenej ekonomiky a environmentálneho rastu sme overovali aj prostredníctvom PEFC (Programme for the Endorsement of Forest Certification) a FSC (Forest Stewardship Council). Podľa schémy PEFC je v SR

certifikovaných 1 131,7 tis. ha porastovej pôdy. Podľa schémy FSC je certifikovaná výmera 603,0 tis. ha. Z dôvodu, že 520,5 tis. ha je pokrytých dvojitou certifikáciou (PEFC aj FSC) bola v roku 2023 celková výmera certifikovaných lesov na Slovensku 1 214,2 tis. ha, t. j. 62,1 % z celkovej výmery porastovej pôdy. Oproti roku 2022 sa dvojité certifikácia výrazne zvýšila (o 166,4 tisíc ha) [7]. Podiel podnikov DSP, ktoré využívajú schémy environmentálneho manažérstva EMS, EMAS a ISO 14001 nie je sledovaný. Informáciu sme sa pokúšali zistiť dotazníkovou formou. Vzhľadom na to, že počet korektne vyplnených dotazníkov netvoril reprezentatívny súbor, nie je možné výsledky zovšeobecniť. Napriek tomu, z vyššie uvedených analýz výkonnosti a spotreby vyplýva, že v roku 2021 a 2022 dochádzalo v obidvoch odvetviach k intenzívnemu rastu v súlade s princípmi zelenej ekonomiky, vzhľadom na to, že rast HPH bol zabezpečovaný pri nižšej spotrebe obnoviteľných surovínových zdrojov.

Princíp spoločensky zodpovedného podnikania by sa mal dodržiavať aj v oblasti sociálnej, kde sme sa zamerali na analýzu vývoja zamestnanosti v LH a DSP. V LH sme okrem zamestnancov analyzovali aj vývoj v oblasti pracovníkov, ktorých tvoria nielen zamestnanci na základe riadneho pracovného pomeru, ale aj samostatne hospodáriaci lesníci, ktorí vykonávajú činnosti na vlastnú zodpovednosť bez pracovnej zmluvy.



Graf 2 Vývoj zamestnanosti LH a DSP

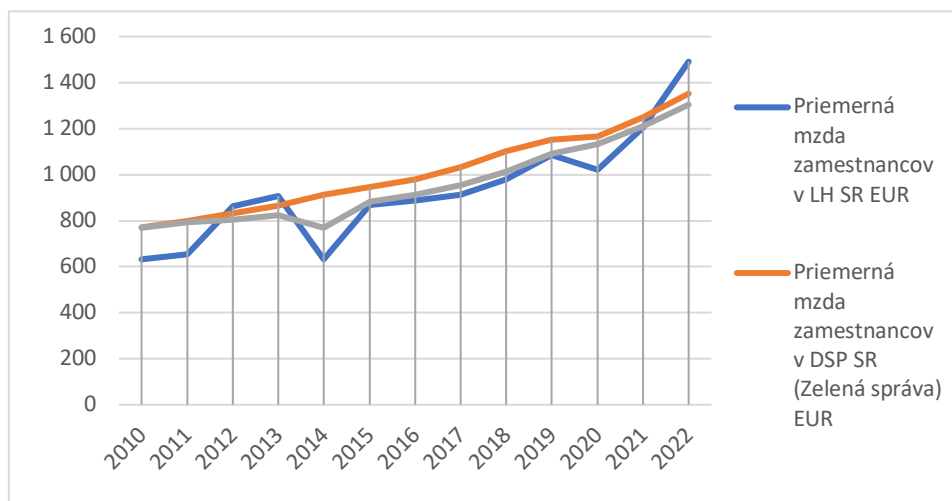
Zdroj: vlastné spracovanie

Ako vidíme z grafu 2, zamestnanosť v LH od roku 2011 klesala do roku 2014 veľmi mierne z 10,12 tis. osôb na 10 tis. osôb. Najväčší pokles bol v roku 2022, kde počet zamestnancov sa znížil o 850 osôb a počet pracovníkov klesol zo 16,8 na 9,25 tis. osôb, teda o 7,55 tis. osôb. Veľké



turbulencie vo vývoji počtu zamestnancov a pracovníkov sme zaznamenali aj v predchádzajúcom decéniu, teda od roku 2000 do roku 2010, kedy počet zamestnancov sa znížil z 22 tis. osôb na 10,12 tis., teda o viac ako polovicu, kým počet pracovníkov mierne vzrástol z 21,02 tis. na 23,3 tis. osôb. Uvedené zmeny boli spôsobené zmenou v štruktúre vlastníctva, reštrukturalizačnými zmenami v štátnych lesoch, uplatňovaním outsourcingu, ako zmenami v spôsobe hospodárenia a využívaní modernej techniky v oblasti pestovnej a najmä ťažbovej činnosti. Zamestnanosť v DSP do roku 2018 oscilovala okolo 22 tis. osôb. Najvyššiu hodnotu 32,184 tis. osôb dosiahla v roku 2019, čo bolo v porovnaní s rokom 2018 o 8,75 tis. osôb viac. V ďalších rokoch sa v dôsledku pandemickej krízy Covid 19 znížila a v roku 2022 klesla na hodnotu 20,568 tis. osôb, čo znamenalo nižšiu zamestnanosť v DSP, ako v roku 2016. Na základe vývoja korelačnej závislosti zamestnanosti v obidvoch odvetviach a zamestnanosťou na úrovni národného hospodárstva SR môžeme konštatovať, že záporná korelácia LH SR -0,8589 poukazuje na to, že zamestnanosť v LH rastie v prípade poklesu zamestnanosti v NH SR. Znamená to, že lesníctvo je stále odvetvím, kde zamestnanci hľadajú pracovné príležitosti len v prípade, že majú problém získania zamestnania s nižšou náročnosťou a spoločenskou atraktivitou. Stredne silná pozitívna korelácia 0,5801 medzi zamestnanosťou na úrovni NH SR a DSP poukazuje na to, že zamestnanosť v DSP rastie, ak sa zvyšuje zamestnanosť na národohospodárskej úrovni.

Príčiny vývoja zamestnanosti sme hľadali v starostlivosti o zamestnancov, ktorú sme analyzovali na základe vývoja priemerných miezd v odvetviach LH a DSP a ich vzťahu k priemerným mzdám v národnom hospodárstve. Výsledky môžeme vidieť v grafe 3.



Graf 3 Vývoj priemernej mzdy zamestnancov



Zdroj: vlastné spracovanie

V porovnaní s priemernými mzdami NH SR boli v roku 2010 priemerné mzdy LH nižšie o 137 EUR a v porovnaní s DSP nižšie o 139 EUR. Rozdiel medzi priemernou mzdou v NH SR a DSP bol len 2 EUR-á v prospech DSP. Kým vývoj priemerných miezd v DSP kopíruje rast priemernej mesačnej mzdy v NH SR, čo potvrdzuje aj koeficient korelácie 0,978, vývoj priemernej mzdy v LH SR je rozkolísaný. Najväčší pokles -275 EUR priemernej mzdy bol v roku 2014 a – 62 EUR v roku 2020. Naproti tomu najvyšší rast + 236 EUR bol v roku 2015 a v roku 2022, kedy sa priemerná mzda v LH zvýšila o 285 EUR. Výsledky korelačnej analýzy potvrdzujú, že tesnejšia závislosť rastu miezd 0,9365 bola na vývoji miezd v NH SR, ako na raste HPH LH SR, kde hodnota korelačného koeficientu bola na úrovni 0,8009.

Záver

Na základe vykonanej analýzy môžeme konštatovať, že obidve odvetvia LH a DSP zabezpečujú rast výkonnosti udržateľným spôsobom. Prejavuje sa to nižšou spotrebou surovínových, ako aj ľudských zdrojov. Tempo rastu výkonnosti je rýchlejšie v DSP, čo poukazuje na rýchlejšie zavádzanie inovácií v uvedenom odvetví ako v LH. Na jednej strane to môžeme považovať za pozitívne vzhľadom na to, že z národohospodárskeho hľadiska prevláda záujem o podporu odvetví s vyššou výkonnosťou a nižšou prácnosťou. Na druhej strane význam LH, ako producenta obnoviteľnej suroviny a ekosystémových služieb lesa je nenahradiateľný a jedinečný. Odporúčame teda, aby zvyšovanie výkonnosti prostredníctvom investícií a inovácií smerovalo najmä do oblasti zvyšovania pridanej hodnoty v oblasti spracovania a finalizácie výrobkov z drevnej suroviny a efektívnejšieho využívania ekosystémových služieb lesa.

Analýza spoločenskej zodpovednosti poukazuje na to, že zodpovednejšie postupuje odvetvie LH. Vyplýva to jednak z uplatňovania postupov certifikácie, ktorá je dlhodobo sledovaná a zavádzaná. V súčasnosti je až 62,1 % výmery porastov certifikovaných schémou PEFC, alebo FSC, prípadne obidvoma. V DSP údaj o environmentálnej certifikácii a dodržiavaní pravidiel ekologizácie výroby na základe medzinárodnej normy ISO 14001 nie je sledovaný. Zverejňovanie informácií o dodržiavaní environmentálnych noriem a postupov by výrazne prispelo k pozitívnejším postojom verejnosti na producentov a spracovateľov drevnej suroviny.

Sociálna starostlivosť o zamestnancov vykazuje v odvetví DSP stabilne pozitívny trend. Priemerné mzdy zamestnancov sa počas celého sledovaného obdobia pohybovali nad úrovňou priemernej mzdy v NH SR. V LH je vývoj rozkolísaný a nad úroveň priemernej mzdy v NH SR sa priemerná mzda v LH dostala len v rokoch 2013 a 2022. Spoločensky zodpovedné podnikanie v danej oblasti by bolo potrebné sledovať aj podľa ďalších ukazovateľov, ako napr. možnosť



vzdelávania a kariérneho rastu zamestnancov, zabezpečenie prístupu k informáciám, poskytovanie pracovných pomôcok a ochranných odevov, dodržiavanie rovnosti pohlaví, možnosť podávania sťažností atď. Dotazníkový prieskum v danej oblasti poukázal na pozitívne výsledky. Návratnosť dotazníkov však netvorila reprezentatívny súbor, preto výsledky nezverejňujeme. V prípade, že by sa uvedené informácie dostali do oficiálnych štatistík, mohli by zvýšiť atraktivnosť obidvoch odvetví.

Grantová podpora

Článok vznikol na základe výsledkov výskumu projektov APVV-23-0116, APVV-18-0520 a projektu VEGA 1/0319/25.

Zoznam použitej literatúry

- [1] BREALEY, R. A. – MYERS, S. C.: Teórie a praxe firemných financií. Victoria publishing, McGraw-Hill, Inc., 1992.
- [2] COPELAND, T. – KOLLER, T. – MURRIN, J.: Stanovení hodnoty firem. Victoria publishing, a. s., Praha 1991, ISBN 80-85605-41-4, 359 s.
- [3] HOWARD R. BOWEN, 1953 Social Responsibilities of the Businessman,, University of Iowa, 248 p. ISBN: 978-160938206-3;1609381963;978-160938196-7
- [4] HAJDÚCHOVÁ, I. - GIERTLIOVÁ, B. - Š ULEK, R. Specifics of forest enterprises' performance measurement. In: Austrian journal of forest science. 2017. zv. 134, s. 23 – 40. ISSN 0375-524X .VEGA 1/0688/16 ; VEGA 1/0570/16. WOS, SCOPUS.
- [5] HAJDÚCHOVÁ, I. - MIKLER, C. - GIERTLIOVÁ, B. Corporate social responsibility in forestry. In: Journal of forest science. 2019. zv. 65, č. 11, s. 423 – 427. ISSN 1212-4834. KEGA 013TU Z-4/2018 ; APVV-18-0520. WOS, SCOPUS.
- [6] HINDLS, R. ET AL. Statistika v ekonomii. Professional Publishing s.r.o., Příbram 2018, ISBN 978-80-88260-09-7, 395 s.
- [7] Správy o stave lesného hospodárstva (Zelená správa; NLC) (<https://www.mpsr.sk/?navID=123>)

ZVYŠOVANIE KONKURENCIESCHOPNOSTI PODNIKU PROSTREDNÍCTVOM PREPOJENIA MANAŽMENTU RIZÍK, MANAŽMENTU KONTINUIITY A KRÍZOVÉHO MANAŽMENTU

INCREASING THE COMPETITIVENESS OF THE COMPANY THROUGH THE CONNECTION OF RISK MANAGEMENT, CONTINUITY MANAGEMENT AND CRISIS MANAGEMENT

Katarína Bugarová^{1,a}, Erika Mošková^{2,b}

¹KKM FBI UNIZA, Univerzitná 8215/1, 010 26 Žilina, SR

² SKR, MV SR, Pribinova 2, 812 72 Bratislava, SR

^akatarina.bugarova@uniza.sk, ^berika.moskova@minv.sk

Abstrakt. Súčasné podnikateľské prostredie je charakterizované vysokou mierou dynamiky a neistoty, ktoré významne ovplyvňujú fungovanie podnikateľských subjektov. V priebehu životného cyklu sa podniky stretávajú s krízovými situáciami, ktoré môžu negatívne ovplyvniť ich prevádzku. Efektívne zvládanie týchto situácií si vyžaduje systematický prístup zo strany manažmentu. Článok sa zameriava na procesné prepojenie manažmentu rizík, manažmentu kontinuity činností a krízového manažmentu. Cieľom je poukázať na význam prevencie vzniku rizík, pripravenosti a koordinovanej reakcie pri minimalizácii negatívnych následkov krízových udalostí.

Kľúčové slová: riziko, kríza, kontinuita, manažment, prevencia.

Abstract. The current business environment is characterized by a high degree of dynamism and uncertainty, which significantly affect the functioning of business entities. During the life cycle, companies encounter crisis situations that can negatively affect their operations. Effective management of these situations requires a systematic approach from the management. The article focuses on the process connection of risk management, business continuity management and crisis management. The aim is to point out the importance of risk prevention, preparedness and coordinated response in minimizing the negative consequences of crisis events.

Keywords: risk, crisis, continuity, management, prevention.

JEL Classification: R1, F6.



Úvod

Globálne podnikateľské prostredie čelí zvýšenej neistote spôsobenej štrukturálnymi zmenami v medzinárodnom obchode, geopolitickým napätím, diverzifikácii výrobných sietí a tlakom na transformáciu globálnych hodnotových reťazcov, čo si vyžaduje vyššiu úroveň strategického riadenia rizík s dôrazom na prevenciu vzniku kríz. Slovenské podniky realizujú svoje podnikateľské aktivity v relatívne náročnom podnikateľskom prostredí, kde väčšina malých a stredných podnikov vníma aktuálne podmienky negatívne a len malý podiel subjektov disponuje dostatočnými finančnými rezervami na krytie neočakávaných výdavkov.

V priebehu svojho životného cyklu sa každý podnik môže ocitnúť v krízovej situácii, ktorej často nemožno úplne predísť a ktorá môže výrazne negatívne ovplyvniť jeho fungovanie. Preto je nevyhnutné, aby každý podnikový manažment disponoval schopnosťou krízu efektívne zvládnuť a minimalizovať jej dôsledky. Primárnym cieľom krízového manažmentu je eliminácia negatívnych dopadov a návrat podniku do pôvodného, prípadne akceptovateľného stavu pre obnovu kritických funkcií (procesov). Keďže čas predstavuje kľúčový faktor pri rozhodovaní, vhodne nastavená prevencia a preventívne opatrenia zvyšujú pripravenosť a reakčnú schopnosť organizácie a tým aj jej udržateľnosť pri náhlých narušeníach prevádzky.

Prerušenie prevádzky môže vzniknúť v dôsledku zmien rôznorodých faktorov prostredia, v ktorom podnik pôsobí. Podnikateľské prostredie je vždy špecifické, závislé od charakteru organizácie, jej schopnosti reagovať na neočakávané udalosti a od dostupných zdrojov. Slovenskí podnikatelia často identifikujú vysoké operačné náklady, regulačnú záťaž a geopolitickú nestabilitu ako hlavné bariéry rozvoja, pričom zdôrazňujú potrebu aktivít zameraných na digitalizáciu a technickú transformáciu podnikov. V kontexte negatívnych zmien podnikateľského prostredia sa slovenské podniky musia čoraz viac spoliehať na robustné riadenie rizík, adaptívne strategické plánovanie a posilnené mechanizmy na zabezpečenie kontinuity prevádzky.

1. Význam prepojenia manažmentu rizík s manažmentom kontinuity a krízovým manažmentom

V 14. ročníku prieskumu Allianz Risk Barometer sa zúčastnilo 3 778 odborníkov na manažment rizík zo 106 krajín a 24 odvetví, pričom sa identifikovali najväčšie obchodné riziká pre rok 2025. Výsledky odrážajú rastúcu komplexnosť a prepojenosť medzi rizikami, čo si vyžaduje, aby podniky prijali holistický prístup k riadeniu rizík. Odolnosť sa v súčasnom nestabilnom prostredí považuje za kľúčovú, existujú však obavy, že by mohla stratiť prioritu v dôsledku krátkodobých tlakov. Výsledky prieskumu poukazujú, že na prvom mieste sa umiestnili kybernetické incidenty avšak práve prerušenie podnikania sa za posledné desaťročie umiestnilo na 1. alebo 2. mieste v každom rebríčku Allianz Risk Barometer, a to v dôsledku



kybernetických incidentov, narušení dodávateľského reťazca a geopolitickej nestability. [1]

Pre zabezpečenie kontinuity činnosti musí podnik účinne využívať schopnosti, odborné znalosti, kompetencie a rozhodovacie právomoci svojich ľudských zdrojov. Kľúčovú úlohu zohráva prevencia rizík, plánovanie opatrení a ich následná implementácia, ktoré zvyšujú adaptabilitu organizácie voči nežiaducim situáciám ohrozujúcim jej prevádzkyschopnosť. V prípade nedostatočnej pripravenosti môže negatívna udalosť spôsobiť rozsiahle, až existenčné straty alebo viesť k trvalému prerušeniu prevádzky. Naopak, ak podnik dokáže zmenu adekvátne absorbovať a prispôsobiť sa jej, môže vzniknutú situáciu premeniť aj na strategickú príležitosť.

V domácej aj zahraničnej odbornej literatúre možno identifikovať rôzne koncepčné prístupy k prepojeniu manažmentu rizík, business continuity managementu (BCM) a krízového manažmentu. Rozdiely spočívajú najmä v mierke ich integrácie, v spôsobe metodologického uchopenia a vo vnímaní ich vzájomných väzieb. Prepojenie medzi manažmentom rizík a BCM vychádza z potreby hlbšieho porozumenia fungovaniu organizácie, jej kritickým procesom a faktorom zabezpečujúcim kontinuitu prevádzky. Do popredia sa kladie význam prevencie pred negatívnymi javmi, ktoré môžu podnik ohroziť. Ich spoločným zámerom je vytvoriť odolný podnikový systém schopný reagovať na nečakané situácie. [2, 7]

Kľúčový význam manažmentu rizík a BCM spočíva najmä v pripravenosti organizácie čeliť mimoriadnym udalostiam. Aplikácia vhodných metód, techník a nástrojov môže výrazne prispieť k vytvoreniu udržateľného systému riadenia, ktorý zahŕňa plánovanie opatrení, prevenciu, včasnú reakciu, obnovu činností a priebežné monitorovanie a hodnotenie dosiahnutých výsledkov. Implementácia týchto prístupov umožňuje nielen zlepšiť reakčnú schopnosť podniku v prípade incidentov a kríz, ale aj zvýšiť efektívnosť každodenných prevádzkových procesov. BCM je v podstate orientované na identifikáciu kritických procesov, ktoré sa často prekrývajú s kľúčovými procesmi organizácie. Jeho hlavným cieľom je minimalizácia dopadov incidentov a krízových situácií prostredníctvom systematického plánovania kontinuity činností a ich následnej obnovy. [2, 5, 6]

Systematická prevencia a integrácia manažmentu rizík a business continuity managementu (BCM) do všetkých podnikových aktivít výrazne redukuje potenciálne negatívne dopady mimoriadnych udalostí. Efektívne riadenie rizík prispieva k udržiavaniu organizačnej stability a konkurencieschopnosti, zároveň posilňuje prevádzkovú životaschopnosť a tým aj dlhodobú udržateľnosť podnikania. Kľúčovým predpokladom odolnosti organizácie je dôsledné plánovanie a modelovanie najkritickejších scenárov, ako aj príprava a implementácia opatrení, ktoré zabezpečia kontinuitu kľúčových procesov.



2. Možnosti prepojenia manažmentu rizík s manažmentom kontinuity a krízovým manažmentom

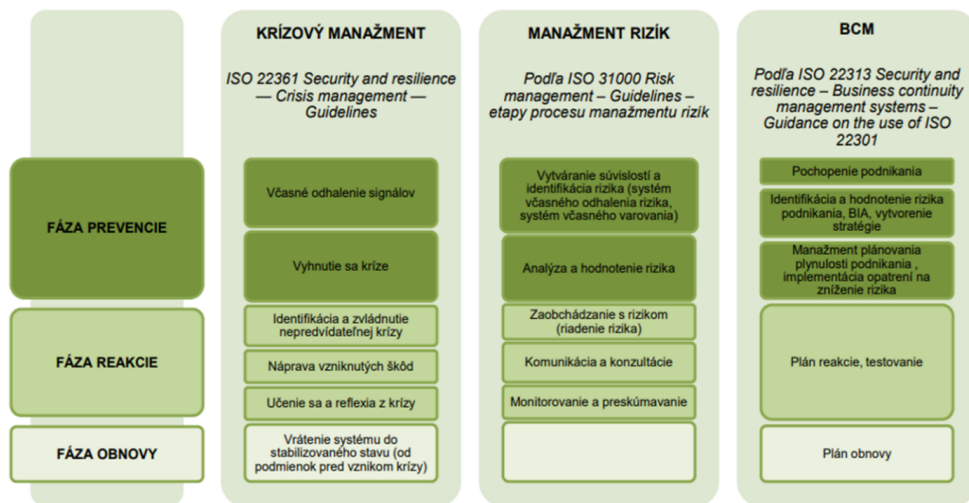
Ak podnik implementuje manažment rizík a realizoval proces identifikácie, analýzy a hodnotenia rizík, ako aj návrh a zavedenie opatrení na mitigáciu neprijateľných rizík, ďalším kľúčovým krokom je ich kontinuálne monitorovanie. Táto požiadavka sa vzťahuje nielen na riziká s neprijateľnou úrovňou, ale aj na riziká posúdené ako akceptovateľné, keďže ich intenzita a pravdepodobnosť sa môže v čase meniť. Spôsoby implementácie priebežného monitorovania sú rôznorodé a závisia od charakteru organizácie a jej procesov.

Základným predpokladom efektívneho riadenia rizika prerušenia alebo obmedzenia prevádzky je vytvorenie komplexného katalógu rizík. Tento katalóg by mal obsahovať identifikované riziká spolu s opisom ich príčin a následkov, výsledkami analýzy a hodnotenia (vrátane pravdepodobnosti výskytu a odhadovaného rozsahu dopadov), ako aj návrhom primeraných opatrení na ich zmiernenie. Nevyhnutnou súčasťou je určenie vlastníka rizika (risk owner), ktorý zabezpečuje jeho kontinuálne sledovanie, vyhodnocovanie zmien a návrh korekčných opatrení. Súčasťou katalógu rizík sú aj príležitosti, ako to stanovuje norma ISO 31000 Risk Management – Guidelines. V kontexte krízových udalostí môžu predstavovať priestor pre diverzifikáciu produktov alebo služieb. [2, 4, 6]

V prípade business continuity managementu (BCM) je hlavnou úlohou tvorba účinnej stratégie založenej na výsledkoch analýzy dopadov na podnikanie (Business Impact Analysis – BIA), ktorá zohľadňuje prevádzkové a obchodné riziká. Na základe tejto stratégie sa následne vytvárajú plány kontinuity činností, zahŕňajúce reakciu, udržiavanie prevádzky a obnovu kľúčových procesov. [2, 7]

V rámci monitorovania rizík je potrebné definovať kľúčové ukazovatele rizík (Key Risk Indicators – KRI), ktoré reflektujú kritické faktory ovplyvňujúce kontinuitu činností. Môžu zahŕňať napríklad ukazovatele viazané na kľúčových dodávateľov, od ktorých si podnik musí vyžiadať informácie o schopnosti zabezpečiť kontinuitu dodávok počas krízových situácií, ako bola pandémia. Ďalšími významnými faktormi sú dostupnosť pracovnej sily, zmeny v preferenciách zákazníkov alebo zmeny podmienené vývojom životného a podnikateľského prostredia (napr. v cestovnom ruchu či kultúrnom sektore). [2, 8]

Prepojenie manažmentu rizík, business continuity managementu (BCM) a krízového manažmentu spočíva v ich vzájomnej prierezovej integrácii a logickej nadväznosti v jednotlivých fázach životného cyklu krízy – od obdobia pred jej vznikom, cez jej manifestáciu a dynamický vývoj, až po jej útlm a ukončenie. Tieto tri disciplíny sa navzájom dopĺňajú a vytvárajú komplexný, systémovo organizovaný rámec, ktorý umožňuje rizikám predchádzať, efektívne ich mitigoval a zmiernovať negatívne dopady krízových udalostí na organizáciu. [2, 3]



Obrázok 1: Prepojenie procesov MR, BCM a KM podľa jednotlivých prístupov

Zdroj: [2]

Podľa normy ISO 31000:2018 Risk Management – Guidelines [4] je primárnym účelom riadenia rizík tvorba a ochrana hodnoty, ktorá sa dosahuje uplatňovaním princípov uvedených na obr. 1. Tvorba a ochrana hodnoty podporujú zvyšovanie výkonnosti organizácie, stimulujú inovačné aktivity a zefektívňujú dosahovanie strategických a operatívnych cieľov. Princípy manažmentu rizík predstavujú metodické východiská zabezpečujúce efektívne identifikovanie, analyzovanie a riadenie rizík. Mali by byť reflektované pri navrhovaní rámca a procesov riadenia rizík v organizácii, aby podnik dokázal adekvátne reagovať na dopady neistoty ovplyvňujúce jeho ciele. Koncept tvorby a ochrany hodnoty zahŕňa aspekty, ako sú integrovanosť, štruktúrovanosť a komplexnosť systému, jeho prispôsobivosť, dynamický charakter, využívanie najlepších dostupných informácií, zohľadňovanie ľudských a kultúrnych faktorov a tiež princíp neustáleho zlepšovania.

Záver

Riziká spojené s prerušením podnikateľských činností predstavujú významný faktor ovplyvňujúci nielen udržateľný rozvoj jednotlivých podnikov, ale aj stabilitu regiónov a fungovanie obchodných vzťahov v širšom ekonomickom kontexte. Zvyšujúca sa frekvencia a komplexnosť narušení, vyplývajúcich z globálnych kríz, geopolitickej nestability, klimatických zmien a technologických zlyhaní, vytvára tlak na systematickejší a integrovanejší prístup k manažmentu rizík. V snahe zmierniť negatívne dopady týchto rizík sa organizácie čoraz viac orientujú na diverzifikáciu dodávateľských reťazcov, investície do environmentálne udržateľných a čistých technológií, ako aj na posilňovanie poistného a finančného krytia. Napriek týmto opatreniam však plánovanie dlhodobej organizačnej odolnosti zostáva komplexnou výzvou, s cieľom efektívne reagovať na dynamicky sa meniacu



riziková situáciu. Znalosť metód, procesov a nástrojov manažmentu rizík, manažmentu kontinuity a krízového manažmentu umožňuje organizáciám efektívnejšie realizovať svoje činnosti už od počiatočných fáz ich pôsobenia, a to pri stanovovaní strategických a operatívnych cieľov, ako aj pri prijímaní kľúčových manažérskych rozhodnutí. Manažment rizík systematicky zohľadňuje vplyvy a zmeny externého aj interného prostredia organizácie, čím vytvára analytický rámec pre identifikáciu neistôt a potenciálnych hrozieb. Je integrálnou súčasťou všetkých podnikových procesov a úrovní riadenia, pričom podporuje zosúladenie strategických zámerov s operatívnymi aktivitami. V kontexte zložitých a dynamických situácií tak manažment rizík významne prispieva k zvyšovaniu efektívnosti riadiacich systémov, posilňovaniu organizačnej odolnosti a dlhodobej udržateľnosti podnikania.

Grantová podpora

Príspevok bol spracovaný v rámci riešenia projektu *KEGA: Implementácia výsledkov vedeckovýskumnej činnosti do vyučovacieho procesu a tvorby nových študijných materiálov v II. stupni vysokoškolského štúdia v študijnom programe krízový manažment (034ŽU-4/2023)*

Zoznam použitej literatúry

- [1] Allianz Risk Barometer 2025 – Key Business Risks | International. [online]. Dostupné na: <https://www.asquarepartners.com/en/allianz-risk-barometer-2025-key-business-risks/>
- [2] Mošková, E. 2023. Procesne orientovaný model manažmentu rizík: dizertačná práca. -- [1. vyd.]. -- V Žiline: Žilinská univerzita v Žiline, Fakulta bezpečnostného inžinierstva, 2023. -- 176 s.
- [3] Buganová, K. a kol. Manažment rizika v podniku. Prvé vydanie. Žilina: EDIS – vydavateľské centrum ŽU, 2012. s. 226. ISBN 987-80554-0459-2.
- [4] ISO 31000: 2018 Risk management – Guidelines.
- [5] ISO 22301: 2019 Security and resilience — Business continuity management systems — Requirements.
- [6] Hudáková, M., Buganová, K., Míka, V.T. a Masár, M. Integrovaný systém manažmentu rizík v podniku. Prvé vydanie. Žilina: EDIS – vydavateľské centrum ŽU, 2021. s. 375. ISBN 978-80-554-1759-2.
- [7] De Matteis, J., Elia, G., Del Vecchio, P. (2023). Business continuity management and organizational resilience: A small and medium enterprises (SMEs) perspective. In: Journal of Contingencies and Crisis Management.
- [8] Sanchez, M.A., De Batista, M. (2023). Business continuity for times of vulnerability: Empirical evidence. In: Journal of Contingencies and Crisis Management.

MOŽNOSTI PREVENČIE KRIMINALITY MLADISTVÝCH A DELIKVENCIE MALOLETÝCH V MESTE ŽILINA AKTÍVNOU PARTICIPÁCIOU VYSOKOŠKOLSKÝCH ŠTUDENTOV

OPTIONS FOR PREVENTING JUVENILE CRIME AND MINOR DELINQUENCY IN THE CITY OF ŽILINA THROUGH ACTIVE PARTICIPATION OF UNIVERSITY STUDENTS

Samuel Hubočan^{1,a}

¹Žilinská univerzita v Žiline, Fakulta bezpečnostného inžinierstva, Katedra bezpečnostného manažmentu, Slovenská republika

^asamuel.hubocan@uniza.sk

Abstrakt. Bezpečnosť detí a mládeže predstavuje jeden z kľúčových pilierov trvalo udržateľného rozvoja každého regiónu, vrátane Euroregiónu Beskydy. Tento príspevok sa zameriava na analýzu dynamiky kriminality mladistvých a delikvencie maloletých v Žilinskom kraji s cieľom identifikovať trendy ich vývoja. Hlavným cieľom príspevku je predstaviť opatrenia prevencie kriminality založené na aktívnej participácii vysokoškolských študentov Fakulty bezpečnostného inžinierstva Žilinskej univerzity v Žiline. Príspevok objasňuje praktický prínos činnosti FBI UNIZA pre všetky zapojené subjekty – základné a stredné školy, univerzitu a študentov. Zistenia poukazujú na to, že prepájanie akademickej sféry s praxou v oblasti prevencie je efektívnym nástrojom na zvyšovanie bezpečnosti, ktorý je aplikovateľný v celom prihraničnom priestore euroregiónu.

Kľúčové slová: bezpečnosť, prevencia kriminality, ochrana mäkkých cieľov, mládež.

Abstract. The security of children and youth is one of the key pillars of sustainable development of every region, including the Beskydy Euroregion. This paper focuses on the analysis of the dynamics of juvenile crime and minor's delinquency in the Žilina Region in order to identify trends in their development. The main objective of the paper is to present crime prevention measures based on the active participation of university students of the Faculty of Security Engineering of the University of Žilina. The paper clarifies the practical benefits of the activities of FBI UNIZA for all involved entities – primary and secondary schools, the university and students. The findings indicate that linking academia with practice in the field of crime

prevention is an effective tool for increasing security, which is applicable throughout the euroregion.

Keywords: security, crime prevention, protection of soft targets, youth.

JEL Classification: I24, I29, K14, K42

Úvod

Problematika bezpečnosti detí a mládeže je v súčasnosti jednou z populárnych tém medzi odborníkmi na bezpečnosť a kriminológiu. Táto téma sa netýka len Slovenskej republiky, nakoľko vyspelé krajiny uznávajú, že zdravý a bezpečný vývin mladých jedincov je garanciu celkovej budúcej prosperity spoločnosti. Jedným z významných fenoménov, ktorý môže narušiť bezpečný a zdravý vývoj detí je kriminalita a protispoločenská činnosť [1, 2].

Kriminalitu je vo všeobecnosti možné chápať ako konanie, s negatívnymi dopadmi na celkovú spoločnosť ovplyvňujúcu ekonomiku, rozvoj a bezpečnosť spoločnosti. Podľa zákona [3]. č. 583/2008 Z. z. O prevencii kriminality a inej protispoločenskej činnosti v znení neskorších predpisov je možné za kriminalitu považovať všetko to, čo je trestným činom v súlade so zákon [4]. č. 300/2005 Z. z. Trestným zákonom v znení neskorších predpisov. Inú protispoločenskú činnosť možno definovať rovnakými právnymi normami ako konanie, ktoré je priestupkom, iným správnym deliktom ale aj ostatné správanie, ktoré spoločnosť vo všeobecnosti netoleruje a berie ako negatívne správanie [3].

Kriminalita a iná protispoločenská činnosť ako jav ovplyvňujúci deti nie je sporadický. Pokiaľ je skúmaná kriminalita, ako trestná činnosť, tak je možné vychádzať zo štatistických údajov vedených Ministerstvom vnútra Slovenskej republiky. Tieto údaje môžu byť využité na skúmanie dynamiky vývoja kriminality na celom Slovensku alebo len vybraných krajoch [5].

Na predchádzanie kriminality je možné využívať rôzne preventívne opatrenia. Prevencia kriminality, ako súčasť samostatnej vednej disciplíny kriminológie, skúma opatrenia, ktoré môžu byť uplatňované v snahe predísť páchaniu kriminality spolu s jej negatívnymi dopadmi na spoločnosť [6]. V rámci moderných prístupov prevencie kriminality mladistvých a delikvencie maloletých je možné pri aplikácii preventívnych opatrení využívať samotnú mládež ako jeden zo subjektov prevencie [7].

Cieľom tohto príspevku je charakterizovať dynamiku kriminality z Žilinskom kraji v podobe, ktorá by umožnila jej porovnanie s ostatnými časťami Slovenska a Euroregiónu Beskyd. Zároveň príspevok predstavuje možnosti participácie vysokoškolských študentov pri realizácii preventívnych aktivít na území mesta Žilina. Cieľom týchto aktivít je formou peer-to-peer interaktívnych osvetových besied zvyšovať informovanosť v oblasti prevencie kriminality medzi žiakmi



základných a stredných škôl, a tým aktívne prispievať k prevencii kriminality a inej protispoločenskej činnosti mládeže.

1. Kriminalita mladistvých a delikvencia maloletých

Sociálno-patologické, za ktoré je možné vo všeobecnosti považovať kriminalitu a inú protispoločenskú činnosť, predstavujú jav, ktorý sa mení a časom vyvíja. Kriminalita mládeže sa vyznačuje určitými špecifikami na rozdiel od kriminality dospelých [2]. Špecifikum kriminality mládeže spočíva v príčinách a podmienkach jej vzniku v porovnaní s kriminalitou dospelých. Podľa viacerých výskumov spočíva najzásadnejší rozdiel v neurobiologickom vývoji mozgu, čo predstavuje významný endogénny kriminogénny činiteľ. Mladiství páchatelia vo veku 14 – 18 rokov majú nedostatočne vyvinutý prefrontálny kortex, ktorý dozrieva okolo 25. roku života. Táto oblasť mozgu je zodpovedná za plánovanie, sebakontrolu, reguláciu impulzov a posudzovanie dôsledkov konania. Nezrelosť prefrontálneho kortexu vysvetľuje, prečo je mládež výrazne impulzívnejšia, menej schopná ovládať svoje emócie a slabšia v predvídaní dlhodobých dôsledkov svojho konania [8, 9]. Pokiaľ ide o exogénne kriminogénne činitele, mládež môže byť v porovnaní s dospelými náchylnejšia na tlak rovesníkov, strach zo zmeškania dôležitých udalostí (FOMO) a na vzťahy medzi rodičmi a deťmi [1, 6].

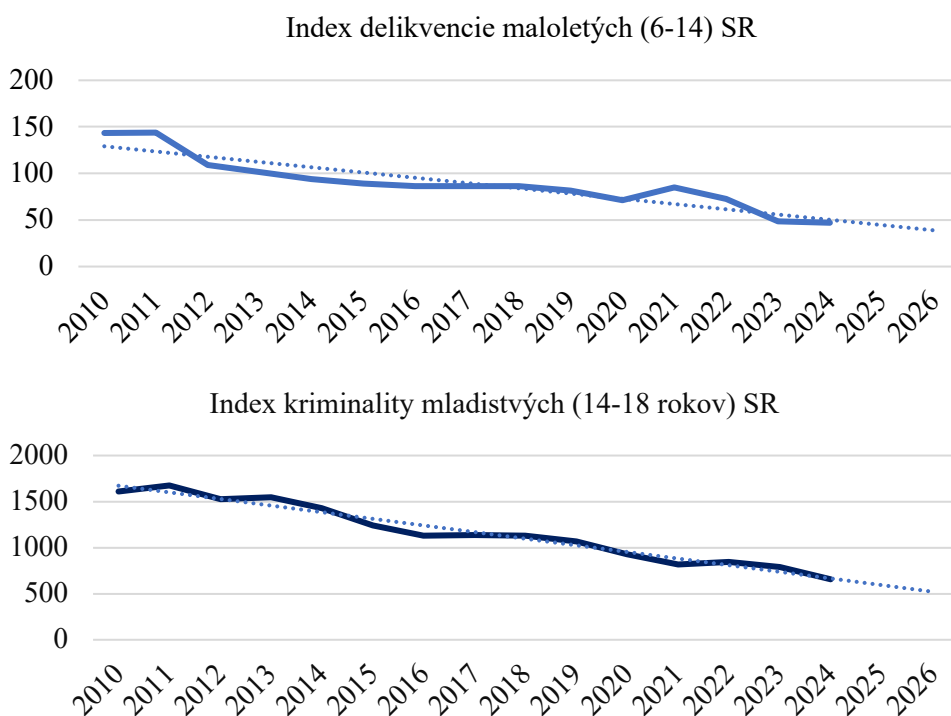
Voľne dostupné štatistické údaje týkajúce sa kriminality spracovávané Ministerstvom vnútra Slovenskej republiky umožňujú skúmať fenomenologické veličiny v rámci kriminológie. Fenomenológia sa zaoberá skúmaním kvantitatívnych aj kvalitatívnych veličín kriminality, ktoré je možné jednoznačne vyjadriť. Fenomenológia skúma: stav, úroveň, štruktúru, dynamiku a objasnenosť kriminality [6].

Stav kriminality vyjadruje počet registrovaných trestných činov na určitom území v určitom čase. Vyjadruje sa v absolútnych číslach. Stav kriminality nezohľadňuje demografiu daného územia, čo z neho robí ukazovateľ s nízkou výpovednou hodnotou. Za presnejší kvantitatívny ukazovateľ je možné považovať úroveň kriminality. Tento ukazovateľ zohľadňuje veľkosť populácie. Úroveň kriminality sa vyjadruje indexom kriminality (I_k). Spravidla udáva počet trestných činov pripadajúcich na 100 000 obyvateľov. Vypočíta sa podľa uvedeného vzorca (1) [6]:

$$I_k = \frac{\text{Počet zistených trestných činov alebo delikvencií}}{\text{Počet obyvateľov na danom území}} \cdot 100\,000 \quad (1)$$

Dynamika kriminality vyjadruje zmeny stavu či úrovne kriminality v určitom časovom období. Prostredníctvom dynamiky je možné vyjadriť tendenciu vývoja kriminality, ktorá môže mať charakter rastúci (vzostupný), klesajúci (zostupný) alebo stagnujúci (ustálený) [6].

Na základe uvedených informácií je možné konštatovať, že prostredníctvom štatistických dát spracovávaných Ministerstvom vnútra Slovenskej republiky [5] a demografických údajov sprostredkovaným cez portál DataCube spravovaný Štatistickým úradom Slovenskej republiky [10], je možné skúmať fenomenológiu kriminality. Je dôležité poznamenať, že presnosť štatistického skúmania kriminality prostredníctvom týchto dát závisí od spoľahlivého vykazovania štatistík v rámci štátnej správy. Na účely tohto príspevku bude spracovaný prehľad indexu delikvencie maloletých (deti do 14 rokov) a kriminality mladistvých (deti od 14 do 18 rokov). Prehľad vývoja indexu delikvencie maloletých a kriminality mladistvých v celej Slovenskej republike je možné vidieť na obrázku 1.



Obrázok 1 Grafické znázornenie vývoja indexu delikvencie a kriminality

Zdroj: podľa Ministerstvo vnútra Slovenskej republiky a Štatistického úradu Slovenskej republiky [5, 10]

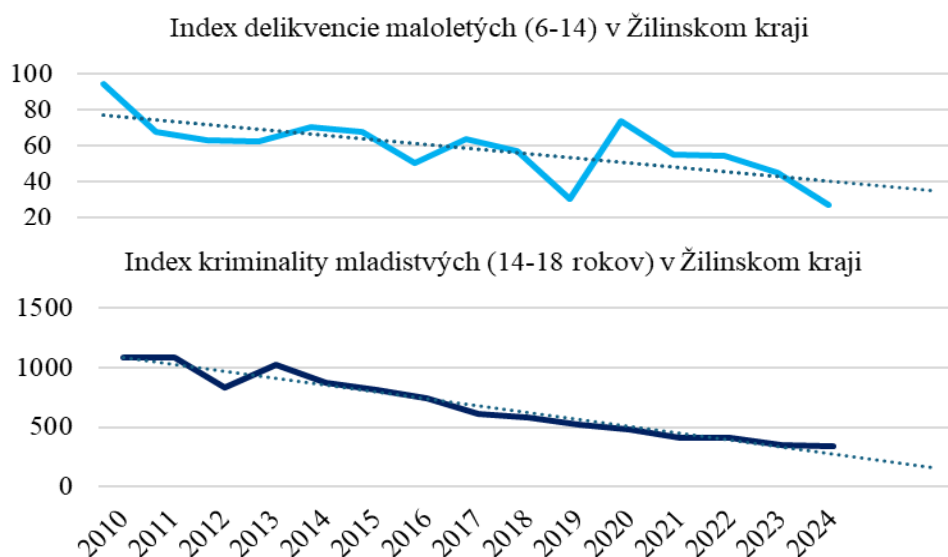
Vo všeobecnosti je možné konštatovať, že úroveň kriminality mladistvých je rádovo 10 násobne vyššia ako delikvencia maloletých. Na základe vykonanej analýzy možno konštatovať, že vo všetkých prípadoch sa tendencia budúceho vývoja delikvencie maloletých a kriminality mladistvých javí ako klesajúca. Dôležité je však poznamenať, že nie je možné jednoznačne predpovedať budúci vývoj delikvencie a kriminality, pretože existuje viacero faktorov, ktoré majú vplyv

na vývoj kriminality – napríklad nezamestnanosť, rozvodovosť, celkový stav životnej úrovne a zmeny v právnych normách [6].

S uvedenými analyzovanými dátami je možné porovnať vývoj úrovne kriminality a delikvencie v Žilinskom kraji.

1.1 Dynamika úrovne kriminality a delikvencie v Žilinskom kraji

Vďaka voľne dostupným údajom je možné vykonať komparáciu vývoja indexu kriminality a delikvencie mladistvých a maloletých v Žilinskom kraji so Slovenskou republikou. Grafickú reprezentáciu vývoja indexu kriminality a delikvencie je možné vidieť na obrázku 2.



Obrázok 2 Grafické znázornenie vývoja indexu delikvencie a kriminality

Zdroj: podľa Ministerstvo vnútra Slovenskej republiky a Štatistického úradu Slovenskej republiky [5, 10]

Na základe uvedených informácií je možné konštatovať, že klesajúci trend vývoja indexu je zachovaný v súlade s dynamikou úrovne kriminality a delikvencie celej Slovenskej republiky.

Výraznú zmenu - nárast indexu vývoja je možné vidieť medzi rokmi 2019 a 2020. Medzi týmito rokmi je možné pozorovať nárast. Tento nárast mohol byť spôsobený práve obťažným obdobím pandémie Covid-19, ktoré je vo všeobecnosti považované za významný kriminogénny činiteľ. Deti trávili viac času doma, mimo dozoru učiteľov, a vo voľnom čase sa mohli dopustiť nátlakom rovesníckych skupín



na páchaní delikvencie [11]. V následných rokoch je možné opäť pozorovať klesajúci trend vývoja s výrazným poklesom medzi rokmi 2023-2024.

Pri kriminalite mladistvých je pokles indexu kriminality stabilný od roku 2013. Od roku 2021 je možné konštatovať spomalenie medziročného poklesu, čo môže v budúcnosti znamenať stagnáciu vývoja, pokiaľ tento trend bude pokračovať. Z logického hľadiska je tento stav očakávaný, nakoľko medziročne výrazný klesajúci trend nie je z dlhodobého hľadiska možný.

Aj napriek poklesu kriminality a delikvencie mladistvých a maloletých je možné na základe empirických skúseností v rámci celej Slovenskej republiky konštatovať nárast inej protispoločenskej činnosti. Pod protispoločenskou činnosťou je možné chápať priestupky, správne delikty ale aj správanie, ktoré je spoločnosťou považované ako negatívne [1, 3]. Tento problém je prítomný aj v Žilinskom kraji. Reakciou na tento znepokojivý trend je pripravovaná stratégia ochrany mäkkých cieľov a viaceré preventívne opatrenia realizované Policajným zborom, obecnými políciami alebo mimovládnyimi organizáciami. Tieto opatrenia sú realizované najmä na školách, nakoľko práve škola predstavuje miesto výskytu sociálno-patologických javov, ktoré môžu viesť k útokom na mäkké ciele [1, 12].

2. Prevencia kriminality mladistvých a delikvencie maloletých

Sociálno-patologické javy (pod ktoré spadá aj kriminalita a iná protispoločenská činnosť) možno vo všeobecnosti definovať ako nežiaduce sociálne správanie. Predstavujú formy správania, ktoré narušajú všeobecne akceptované spoločenské normy [2, 3, 4]. V školskom prostredí patria medzi typické sociálno-patologické javy problémy súvisiace so vzdelávaním a výchovou mladých ľudí. Tieto sa často prejavujú vo forme rovesníckeho násillia a zvýšenej agresivity, užívania alkoholu a návykových látok medzi maloletými a mladistvými, ako aj záškoláctva. S pokrokom informačných technológií sa tieto sociálno-patologické javy neustále vyvíjajú a nadobúdajú nové formy [2].

Osveta v oblasti kybernetickej bezpečnosti, kyberšikany, vyšetrovania trestných činov, možných dôsledkov pre páchatel'ov a pomoci možným obetiam môže motivovať mladých ľudí k racionálnejšiemu správaniu v kybernetickom priestore aj v školskom prostredí, čo vedie k potrebe prevencie sociálno-patologických javov medzi mládežou [7].

V snahe o zabezpečenie prevencie sociálno-patologických javov, delikvencie maloletých a kriminality mladistvých sú už tretí akademický rok vykonávané opatrenia prevencie kriminality formou „peer-to-peer besied“, ktoré organizuje Fakulta bezpečnostného inžinierstva Žilinskej univerzity v spolupráci s Mestskou políciou Žilina. Táto aktivita prevencie kriminality a inej protispoločenskej činnosti je jedinečná, pretože peer-to-peer prístup je navrhnutý tak, aby:

- poskytol vysokoškolským študentom prax v oblasti prevencie kriminality pod dohľadom skúsených lektorov,
- posilnil vplyv aktivít prevencie kriminality realizovanej na miestnej úrovni v rámci Národnej stratégie prevencie kriminality Slovenskej republiky,
- poskytol praktické informácie učiteľom a študentom týkajúce sa ochrany mäkkých cieľov a prevencie kriminality.

Uvedený prístup predstavuje inovatívny spôsob zvyšovania bezpečnosti mládeže v regióne mesta Žilina a zároveň ponúka možnosť inšpirácie aj pre ostatné súčasti Euroregiónu Beskydy.

2.1 Prínos realizovaných preventívnych opatrení pre participujúce školy

Prínosom diskusií bola okrem osvetovej činnosti aj možnosť monitorovania bezpečnostnej situácie v školských kolektívoch. Odpovede získané z anonymných dotazníkových prieskumov od zúčastnených žiakov boli sprístupnené vedeniu školy. Tieto informácie slúžili škole ako základ pre prijatie vhodných preventívnych opatrení v oblasti šikanovania, kybernetickej šikany, radikalizácie, konzumácie drog a konzumácie alkoholu.

V súčasnosti sa pripravujú opäť pravidelné besedy, na ktorých budú participovať študenti FBI UNIZA spolu s Mestskou políciou Žilina. Zároveň sa pripravujú štandardizované dotazníky, ktoré aj v nasledujúcich rokoch umožnia priebežné monitorovanie výskytu sociálno-patologických javov na školách. Tieto dotazníky by umožnili porovnávať školy z hľadiska bezpečnosti a výskytu sociálno-patologických javov. Doteraz obdobné dotazníky neboli využívané. Zber dát bol vykonávaný študentmi FBI UNIZA individuálne pre potreby spracovania záverečných prác. Najrelevantnejšie súhrnné zistenia za školský rok 2023/2024 a 2024/2025 od 282 žiakov sú spracované v tabuľkách 1 – 4.

Tabuľka 1. Skúsenosť s kybernetickou šikanou

	<i>Máš osobnú skúsenosť s kyberšikanou?</i>	<i>Máš osobnú skúsenosť s kyberšikanou? (%)</i>
Áno	64	22,7
Nie	16	5,7
Neviem/nechcem sa vyjadriť	202	71,6

Zdroj: vlastné spracovanie

Tabuľka 2. Postoj k názorom s ktorými žiaci nesúhlasia

	<i>Ako by si reagoval na názor, s ktorým nesúhlasíš?</i>	<i>Ako by si reagoval na názor, s ktorým nesúhlasíš ? (%)</i>
Ignoroval by som	187	66,3
Slušne by som vyjadril nesúhlas	58	20,6
Sarkasticky by som reagoval	27	9,6
Slovne by som zaútočil	10	3,5

Zdroj: vlastné spracovanie

Tabuľka 3. Skúsenosť s tabakovými výrobkami

	<i>Ako často užívaš tabakové výrobky?</i>	<i>Ako často užívaš tabakové výrobky? (%)</i>
Aspoň 1x / týždeň	8	2,8
1-2x / mesiac	11	3,9
Raz som to vyskúšal	28	9,9
Nikdy	234	83

Zdroj: vlastné spracovanie

Tabuľka 4. Skúsenosť s katalyzátorom násilia – alkoholom

	<i>Ako často piješ alkohol?</i>	<i>Ako často piješ alkohol? (%)</i>
Aspoň 1x/týždeň	6	2,1
1-2x/ mesiac	50	17,7
Raz som to vyskúšal	48	17,1
Nikdy	178	63,1

Zdroj: vlastné spracovanie

Na základe spracovaných štatistických údajov je možné konštatovať, že výskyt viacerých sociálno-patologických javov v zúčastnených školách môže mať významný vplyv na bezpečnosť žiakov a učiteľov. Celkovo je možné pozorovať skúsenosti s kybernetickou šikanou (v 22,7 %), tendencie k násilným reakciám v



prípade nesúhlasu s inou osobou (v 3,5 % prípadov), skúsenosti s konzumáciou alkoholu (v 36,9 % prípadov) a skúsenosti s konzumáciou tabakových výrobkov (v 16,6 % prípadov).

Tieto štatistiky je možné spracovať aj pre každú triedu alebo školu samostatne, čo otvára školám možnosť individuálne monitorovať výskyt nežiaducich sociálno-patologických javov. Štatistiky je možné neskôr použiť na navrhovanie preventívnych opatrení podľa potrieb školy, mesta alebo regiónu, v závislosti od dostupných údajov.

Pre efektívny návrh preventívnych opatrení by mala existovať šandardizovaná metóda zhromažďovania údajov, ktorá by jednotne popisovala atmosféru v školskom prostredí. Táto metóda je v súčasnosti pripravovaná v rámci záverečných prác študentov FBI UNIZA.

2.2 Prínos realizovaných preventívnych opatrení pre zapojených študentov

Študenti, ktorí sa zúčastnili na realizácii osvetových besied, mali možnosť uplatniť svoje teoretické vedomosti pri príprave adresných preventívnych opatrení na miestnej úrovni. Využili najmä vedomosti v predmetoch:

- prevencia kriminality,
- kriminológia,
- manažment.

Tieto predmety možno považovať za nosné predmety štúdia na Fakulte bezpečnostného inžinierstva, Katedre bezpečnostného manažmentu, Žilinskej univerzity v Žiline. Tento prístup poskytuje študentom nielen teoretické vedomosti, ale aj možnosť zapojiť sa do miestnej stratégie prevencie kriminality s podporou Mestskej polície Žilina. Účasť študentov bola prínosom aj pre dokončenie ich bakalárskych a diplomových prác.

Vzdelávacie aktivity, ako forma sociálnej sekundárnej prevencie, sú častým preventívnym opatrením uplatňovaným v Slovenskej republike. Frekventovaným nedostatkom týchto preventívnych opatrení býva skutočnosť, že lektori často nemajú dostatočné teoretické znalosti v oblasti bezpečnostných vied a ich rady a odporúčania len povrchovo prispievajú k prevencii sociálno-patologických javov v kontexte ochrany mäkkých cieľov a zvyšovaniu bezpečnosti na školách. Táto skutočnosť viedla k tomu, že Ministerstvo vnútra Slovenskej republiky spustilo akreditované vzdelávacie programy „Špecialista prevencie kriminality“ [13], ktorých absolventi budú mať možnosť v dostatočnej miere získať vzdelanie, ktoré študenti Fakulty bezpečnostného inžinierstva získavajú počas bakalárskeho a inžinierskeho štúdia. Na základe týchto informácií možno konštatovať, že aktívna účasť študentov na realizácii preventívnych opatrení umožní ich adekvátnu prípravu

na budúce povolanie v oblasti prevencie kriminality v súlade s požiadavkami Ministerstva vnútra Slovenskej republiky.

2.3 Prínos realizovaných preventívnych opatrení pre Žilinskú univerzitu v Žiline

Prínosom pre univerzitu je najmä zviditeľnenie jej aktivít pre širokú verejnosť – prostredníctvom účasti študentov na príprave a realizácii adresných preventívnych opatrení. Univerzita takýmto spôsobom vykonáva aktivity, ktoré bezodplatne prospievajú spoločnosti, čo je v súlade s princípmi spoločensky zodpovedného prístupu organizácie. Medzi významný prínos je možné považovať snahu o zvyšovanie úrovne bezpečnosti na školách v regióne Žilina. Táto činnosť môže byť príkladom pre ostatné univerzity či vysoké školy, oddelenia obecných polícii a celkovo ostatné časti Euroregiónu Beskydy v snahe zaistiť prevenciu kriminality a inej protispoločenskej činnosti. Taktiež je možné konštatovať, že tento prístup môže mať pozitívny vplyv na marketing Žilinskej univerzity v Žiline. Univerzita zároveň pripravuje kvalitných absolventov, čo vytvára príležitosť pre aktívnu spoluprácu so štátnou správou. Kvalitní absolventi Žilinskej univerzity v Žiline sú následne schopní uspokojiť potreby potenciálnych zamestnávateľov.

Záver

Implementácia preventívnych opatrení v oblasti vzdelávania medzi rovesníkmi v sektore základného a stredného školstva predstavuje sľubný prístup k posilneniu ochrany mäkkých cieľov a zároveň k aktívnej podpore prevencie kriminality a inej protispoločenskej činnosti. Preventívne aktivity zastrešované univerzitami a vysokými školami môžu účinne prispieť k zvyšovaniu bezpečnosti za školách, respektíve aj v iných subjektoch.

Štatistické zistenia od 282 zúčastnených žiakov odhaľujú významný výskyt sociálno-patologických javov v zúčastnených inštitúciách, pričom 22,7 % uviedlo priamu skúsenosť s kybernetickou šikanou, 36,9 % s konzumáciou alkoholu a 16,6 % s užívaním tabakových výrobkov. Tieto zistenia zdôrazňujú naliehavú potrebu komplexných preventívnych opatrení, ktoré riešia vzostupný trend dynamiky vývoja sociálno-patologických javov.

Rovesnícky prístup, ktorý implementuje Fakulta bezpečnostného inžinierstva pri realizácii preventívnych opatrení, preukazuje niekoľko kľúčových výhod. Zapojenie univerzitných študentov ako lektorov nielenže premostuje generačnú priepasť, ktorá často narúša preventívne programy vedené dospelými, ale poskytuje aj autentické vzdelávacie príležitosti pre budúcich bezpečnostných manažérov. Empirické skúsenosti ukazujú, že lektori z radov študentov na preventívnych besedách prispeli k rozvoju medziludských vzťahov a komunikačných schopností a zároveň prispievali k rozvoju miestnej komunity. Trojúrovňová štruktúra benefitov –



slúžiaca školám, študentom vysokých škôl a samotnej univerzite – vytvára udržateľný model pre prebiehajúce aktivity v oblasti prevencie kriminality.

Grantová podpora

Príspevok bol spracovaný v rámci riešenia inštitucionálneho grantového projektu IGP UNIZA číslo 21103 Tvorba softvérového nástroja na analýzu zraniteľností základných a stredných škôl a projektu KEGA 058ŽU-4/2025 Gamifikácia a inovácie učebných pomôcok v oblasti kriminológie a verejnej správy.

Zoznam použitej literatúry

- [1] Pálka, D. (2024). *Minister školstva predstavil pravidlá regulácie mobilov na školách, pre niektoré ročníky bude platiť úplný zákaz*. Dostupné na: <https://spravy.rtvs.sk/2024/04/minister-skolstva-predstavil-pravidla-regulacie-mobilov-na-skolach-pre-tieto-rocniky-bude-platit-uplny-zakaz/>
- [2] Kraus, B., Hroncová, J. (2007). *Sociální patologie*. Hradec Králové: Gaudeamus. ISBN 978-80-7041-896-3
- [3] Zákon č. 583/2008 Z. z. o prevencii kriminality a inej protispoločenskej činnosti a o zmene a doplnení niektorých zákonov v znení neskorších predpisov
- [4] Zákon č. 300/2005 Z. z. Trestný zákon v znení neskorších predpisov
- [5] Ministerstvo vnútra Slovenskej republiky (2025). *Štatistiky kriminality*. Dostupné na: <https://www.minv.sk/?statistika-kriminality-v-slovenskej-republike-xml>
- [6] Gašpírik, L. (2010). *Prevencia kriminality a inej protispoločenskej činnosti*. Multiprint Košice. ISBN:978-80-970410-0-7
- [7] Shamsi Al A. A. (2019). *Effectiveness of Cyber Security Awareness Program for young children: A Case Study in UAE*. Dubai: British University in Dubai 2019. ISSN: 2521-8727
- [8] Icenogle, G., Steinberg, L., Duell, N., Chein, J., Chang, L., Chaudhary, N., Di Giunta, L., Dodge, K. A., Fanti, K. A., Lansford, J. E., Oburu, P., Pastorelli, C., Skinner, A. T., Sorbring, E., Tapanya, S., Uribe Tirado, L. M., Alampay, L. P., Al-Hassan, S. M., Takash, H. M. S., & Bacchini, D. (2019). Adolescents' cognitive capacity reaches adult levels prior to their psychosocial maturity: Evidence for a "maturity gap" in a multinational, cross-sectional sample. *Law and Human Behavior*, 43(1), 69–85. <https://doi.org/10.1037/lhb0000315>
- [9] Steinberg, L., Cauffman, E., Woolard, J., Graham, S., & Banich, M. (2009). Are adolescents less mature than adults?: Minors' access to abortion, the juvenile death penalty, and the alleged APA "flip-flop." *American Psychologist*, 64(7), 583–594. <https://doi.org/10.1037/a0014763>



- [10] Štatistický úrad Slovenskej republiky, 2024. Demografia a sociálne štatistiky. Vekové zloženie - SR-oblasť-kraj-okres [online]. Oficiálne štatistické údaje [cit. 15. 11. 2024]. Dostupné na: https://datacube.statistics.sk/#!/view/sk/vbd_dem/om7009rr/v_om7009rr_00_0_00_sk
- [11] Sandberg S, Fondevila G. (2022). Corona crimes: How pandemic narratives change criminal landscapes. *Theor Criminol.*; 26(2), 224-244. doi: 10.1177/1362480620981637. PMID: 35527800; PMCID: PMC9057829.
- [12] Ministerstvo vnútra Slovenskej republiky, 2025. *Ochrana mäkkých cieľov* Dostupné na: <https://www.minv.sk/?OMC>
- [13] Ministerstvo vnútra Slovenskej republiky, 2025. *Akreditovaný vzdelávací program Špecialista prevencie a kriminality a inej protispoločenskej činnosti má prvých absolventov.* Dostupné na: https://www.minv.sk/?prevencia_aktuality&sprava=akreditovany-vzdelavaci-program-specialista-prevencie-a-kriminality-a-inej-protispolocenskej-cinnosti-ma-prvych-absolventov

INTERPRETAČNÉ VÝCHODISKÁ ESG STRATÉGIE A REPORTINGU V BANKÁCH

INTERPRETATIVE FOUNDATIONS OF ESG STRATEGY AND REPORTING IN BANKS

Emília Palkechová^{1,a}

¹Fakulta managementu, Univerzita Komenského v Bratislave,
Odbojárov 10, 820 05 Bratislava, Slovensko

^apalkechova9@uniba.sk

Abstrakt. Príspevok identifikuje interpretačné východiská ESG stratégie a ESG reportingu v bankovom sektore na základe kvalitatívnej analýzy vedeckej literatúry a relevantných regulačných rámcov. Výsledky ukazujú, že ESG sa z dobrovoľného prístupu vyvinulo na komplexný, reguláciami riadený systém, ktorý zásadne ovplyvňuje riadenie rizík a transparentnosť bánk. Diskusia poukazuje na prínosy ESG pre stabilitu finančných inštitúcií, ako aj na pretrvávajúce výzvy spojené s metodickou nejednotnosťou a dostupnosťou kvalitných dát. Štúdiá zároveň porovnáva závery príbuzných akademických prác a identifikuje priestor pre ďalší výskum v oblasti hodnotenia ESG rizík a implementácie európskych štandardov udržateľnosti.

Kľúčové slová: ESG, bankový sektor, reporting

Abstract. The paper identifies the interpretation foundations of ESG strategy and ESG reporting in the banking sector based on a qualitative analysis of scientific literature and relevant regulatory frameworks. The findings show that ESG has evolved from a voluntary approach into a complex, regulation-driven system that significantly influences risk management and the transparency of banks. The discussion highlights the benefits of ESG for the stability of financial institutions, as well as ongoing challenges related to methodological inconsistency and the availability of high-quality data. The study also compares the conclusions of related academic works and identifies opportunities for further research in the assessment of ESG risks and the implementation of European sustainability standards.

Keywords: ESG, banking sector, reporting

JEL Classification: G21, G28, M14, O16, Q56

Úvod

Téma ESG stratégie a ESG reportingu sa v poslednom desaťročí stala jedným z najvýznamnejších fenoménov finančného riadenia a podnikovej transparentnosti.



Bankový sektor v tomto procese zohráva zásadnú úlohu, keďže prostredníctvom úverovania a alokácie kapitálu ovplyvňuje smerovanie ekonomiky a podporuje prechod k udržateľným modelom podnikania. Banky preto nevystupujú iba ako subjekty, ktoré zverejňujú vlastné environmentálne, sociálne a riadiace informácie, ale najmä ako inštitúcie formujúce udržateľné správanie iných aktérov.

V odbornej literatúre sa pozornosť sústreďuje na teoretické rámce, ktoré vysvetľujú vznik a význam ESG konceptov a ich prepojenie s fungovaním finančných inštitúcií. ESG sa vyvinulo z pôvodných prístupov spoločenskej zodpovednosti podnikov do komplexného systému, ktorý ovplyvňuje strategické plánovanie aj riadenie rizík. Súčasťou vývoja je aj postupné zavádzanie harmonizovaných pravidiel reportovania v rámci Európskej únie, ktoré posilňujú transparentnosť a porovnateľnosť údajov.

Téma je aktuálna aj v slovenskom bankovom sektore, ktorý sa prispôbuje novým požiadavkám na kvalitu dát, analytickú infraštruktúru a rastúce očakávania stakeholderov. Výzvy zdôrazňujú potrebu pevného teoretického ukotvenia ESG, keďže len správne pochopenie jeho princípov umožňuje vytvoriť efektívne prístupy k udržateľnosti a reportingu.

Cieľom príspevku je identifikovať a objasniť interpretačné východiská ESG stratégie a ESG reportingu v bankách a syntetizovať poznatky, ktoré sú relevantné pre ich pochopenie a ďalší výskum. Uplatnená metodológia založená na analýze, syntéze a komparácii literárnych zdrojov vytvára rámec pre interpretáciu ESG problematiky a pre posúdenie jej implikácií pre finančný sektor.

1. Prehľad literatúry

Koncept ESG (Environmental, Social, Governance) sa v priebehu posledných desaťročí etabloval ako jeden z najvýznamnejších rámcov hodnotenia udržateľnosti v podnikaní a financiách. V literatúre sa ESG postupne vyprofiloval z pôvodnej oblasti spoločenskej zodpovednosti podnikov (CSR) na robustný systém merateľných ukazovateľov, ktorý zásadným spôsobom ovplyvňuje strategické riadenie firiem, prístup investorov a regulátorov, ako aj stabilitu a transparentnosť finančného sektora. Dynamika ESG je obzvlášť výrazná v oblasti bankovníctva, kde sa ESG faktory spájajú nielen s vlastnou prevádzkou banky, ale predovšetkým s vplyvom financovaných aktivít na ekonomiku a životné prostredie.

1.1 Teoretické základy ESG

Vedecký diskurz o udržateľnom podnikaní má svoj fundament v teórii stakeholderov (Freeman, 1984) [1], podľa ktorej podniky musia prihliadať na potreby širokého spektra zainteresovaných strán, nie iba akcionárov. Teoretický základ predstavuje prvotné východisko pre ESG, keďže environmentálne, sociálne a riadiace opatrenia sú koncipované práve ako odpoveď na očakávania investorov, klientov, zamestnancov, verejných inštitúcií a celej spoločnosti. Literatúra

potvrďuje, že zohľadňovanie záujmov stakeholderov podporuje dlhodobú výkonnosť a znižuje reputačné riziká podnikov (Loew et al., 2021) [2]. S tým úzko súvisí aj rozvoj konceptu udržateľného a zodpovedného investovania (SRI), ktorý predstavuje významný most medzi tradičným CSR a súčasným ESG rámcom, keďže pri investičnom rozhodovaní explicitne zohľadňuje environmentálne, sociálne a riadiace faktory (Vartiak, 2017) [3].

Rozvoj ESG významne ovplyvnila aj koncepcia Triple Bottom Line (TBL) Elkingtona (1994) [4], ktorá zavádza hodnotenie podnikových aktivít na základe troch pilierov: ekonomického, environmentálneho a sociálneho. TBL vytvoril priestor na integráciu mimofinančných ukazovateľov do strategického rozhodovania, čím predznamenal vznik dnešných ESG štandardov. Jeho uplatnenie je výrazné najmä v oblasti financií, kde autori ako Schoenmaker a Schramade (2019) [5] argumentujú, že banky sa stávajú nositeľmi systémových zmien smerom k udržateľnosti, keďže prostredníctvom finančných tokov ovplyvňujú štruktúru celej ekonomiky.

Zásadným míľnikom vo vedeckej diskusii je rozsiahla metaanalýza Friede et al. (2015) [6], ktorá na vzorke vyše 2000 empirických štúdií identifikovala prevažne pozitívnu koreláciu medzi ESG výkonom a finančnou výkonnosťou firiem. Autori poukazujú na to, že podniky s vysokým ESG skóre profitujú zo znížených rizík, stabilnejších výnosov a lepšej reputácie. Podobné závery prinášajú Bătae et al. (2020) [7], ktorí pre európsky bankový sektor preukázali, že ESG prístupy zohľadňujú širšie spoločenské dopady bankových aktivít a môžu znižovať kreditné a trhové riziko. Zistenia Barauskaite & Streimikiene (2021) [8] vo sfére hodnotenia ESG metodík tiež potvrdzujú rastúci konsenzus o pozitívnej väzbe medzi udržateľnosťou a ekonomickou prosperitou.

Governance, ako jeden z troch pilierov ESG, má v bankách osobitné postavenie, keďže riadenie rizík, transparentnosť a etika sú základom ich kredibility. Remišová (2011, 2015) [9, 10] zdôrazňuje, že etické riadenie je nevyhnutným predpokladom dôveryhodnosti a dlhodobej udržateľnosti podnikov. Governance rámce majú v bankovníctve priamy dopad na kultúru riadenia rizík, kvalitu rozhodovania a na schopnosť podnikov reagovať na externé výzvy. Citovaná literatúra dopĺňa tvrdenia autorov ako Kaplan & Ramanna (2024) [11], ktorí upozorňujú na kritický význam spoľahlivosti ESG údajov a potrebu robustného regulačného rámca na predchádzanie skresľovaniu reportov a greenwashingu.

1.2 Regulačné rámce ESG

ESG reporting sa v Európe vyvíjal z pôvodne dobrovoľného modelu do podoby prísne regulovaného systému. Smernica NFRD (2014/95/EÚ) [12] zaviedla prvé povinnosti pre veľké podniky a banky, čím vytvorila základ pre harmonizáciu nefinančných informácií v EÚ. Postupne však bolo zrejmé, že NFRD neposkytuje dostatočne podrobné a porovnateľné dáta, čo viedlo k prijatiu smernice CSRD (2022/2464). CSRD je v literatúre označovaná za zásadnú regulačnú reformu

(European Commission, 2024) [13], pretože zavádza robustný rámec Európskych štandardov vykazovania udržateľnosti (ESRS), prináša požiadavky na audit ESG dát a rozširuje okruh povinne vykazujúcich subjektov vrátane väčšiny bánk a finančných inštitúcií.

Nariadenie SFDR (2019/2088) dopĺňa reporting o povinnosť pre finančné inštitúcie odkrývať informácie o udržateľnosti investičných produktov. SFDR je úzko prepojené s Taxonómiou EÚ (2020/852) [14], ktorá kategorizuje environmentálne udržateľné aktivity a predstavuje jeden z najkomplexnejších hodnotiacich mechanizmov pre zelené financovanie. Autori jako Cort & Esty (2020) [15] a Bose (2020) [16] upozorňujú, že práve regulačné iniciatívy sa snažia odstrániť fragmentáciu ESG rámcov, ktorá dlhodobo komplikovala porovnateľnosť údajov naprieč sektormi a regiónmi.

Z literatúry jednoznačne vyplýva, že regulácia je hlavným akceleratorom ESG reportingu v bankovom sektore. Európska centrálna banka (ECB, 2024) [17] zdôrazňuje, že klimatické riziká sa musia stať súčasťou riadenia rizík, kapitálových požiadaviek a stresových testov. Elderson & Senkovic (2024) [18] uvádzajú, že klimatické a environmentálne riziká majú potenciál ovplyvniť finančnú stabilitu, čo vyžaduje prepracované metodiky merania ich vplyvov. EBA svojimi usmerneniami priamo smeruje banky k integrácii ESG faktorov do ICAAP, čo predstavuje výrazný zásah do doterajších prudenciálnych rámcov.

1.3 ESG výkonnosť, stabilita bánk a finančné výsledky

Empirická literatúra potvrdzuje, že ESG faktory majú pre banky strategický význam. Chiaramonte et al. (2021) [19] v kontexte európskeho finančného trhu uvádzajú, že banky s pokročilými ESG stratégiami vykazovali vyššiu stabilitu počas období finančného stresu. Výskumy Andries & Sprincean (2023) [20] dopĺňajú, že lepšie ESG skóre môže viesť k nižším nákladom na financovanie, čo je spôsobené nižším rizikovým profilom a väčšou dôverou investorov. Rovnako významné sú zistenia Aevoae et al. (2022) [21], ktorí preukázali, že ESG opatrenia môžu znižovať systémové riziko v bankovom sektore, najmä prostredníctvom dekarbonizácie portfólií a diverzifikácie investícií.

Lamanda & Tamásné Vőneki (2024) [22] prinášajú regionálne špecifický pohľad na krajiny V4. Autori identifikujú, že banky v tomto regióne významne zaostávali za západoeurópskymi inštitúciami, najmä v oblasti environmentálnych ukazovateľov, pričom úroveň ESG reportingu bola silne korelovaná s veľkosťou banky a jej kapitálovou primeranosťou. Z ich štúdie vyplýva, že integrácia ESG bola v regióne dlhodobo skôr formálna ako strategicky prepojená s výkonnosťou. Zistenia dopĺňajú výsledky Chiaramonte et al. (2021) [19], ktorí preukazujú absenciu priamej súvislosti medzi tradičnými finančnými ukazovateľmi (ROA, ROE) a ESG skóre v menej rozvinutých trhoch.



Významné poznatky do diskusie prinášajú aj autori ako Liang et al. (2025) [23], ktorí sa venujú hodnoteniu ESG metódik a poukazujú na problémy s heterogenitou ESG ukazovateľov a ich interpretáciou. Fragmentácia hodnotiacich systémov (MSCI, Sustainalytics, ISSB, GRI, SASB) vedie podľa autorov k obmedzenej porovnateľnosti a vytvára priestor pre greenwashing. Kaplan & Ramanna (2024) [11] preto navrhuje zavedenie štandardizovaného rámca, ktorý by zjednotil metodiky hodnotenia ESG výkonu a posilnil dôveryhodnosť reportingu. V tejto súvislosti zohrávajú čoraz dôležitejšiu úlohu aj inovatívne technológie vo finančnom manažmente, ktoré zvyšujú presnosť, dostupnosť a efektívnosť spracovania ESG dát, čo zdôrazňujú aj Veteška a Kajanová (2023) [24].

1.4 Výzvy ESG reportingu

V literatúre sa opakovane zdôrazňuje, že jedným z najväčších problémov ESG je absencia jednotného metodologického prístupu. Bose (2020) [16] a Cort & Esty (2020) [15] upozorňujú, že historický vývoj ESG rámcov bol silne decentralizovaný, pričom jednotlivé organizácie vyvíjali vlastné metodiky hodnotenia ESG výkonu. Uvedený stav spôsoboval, že porovnávanie ESG ukazovateľov bolo často skreslené a neumožňovalo robustnú interpretáciu výsledkov. Na potrebu metodickej jednotnosti a presnejšieho uchopovania environmentálnych faktorov upozorňujú aj Loučanová, et al.(2022) [25], ktoré poukazujú na to, že aj v oblasti ekologických inovácií dochádza k fragmentácii ukazovateľov a rozdielnym spôsobom ich hodnotenia, čo následne komplikuje porovnateľnosť výstupov.

Greenwashing predstavuje ďalšiu významnú výzvu. Autori ako Kaplan & Ramanna (2024) [11] tvrdia, že ak korporácie nedisponujú auditovanými a transparentnými ESG dátami, môže dochádzať k strategickému skresľovaniu informácií. Gallego-Álvarez & Pucheta-Martínez (2022) [26] zdôrazňujú, že overovanie ESG údajov prostredníctvom nezávislého auditu je nevyhnutné na zníženie informačnej asymetrie a zvýšenie dôveryhodnosti reportov. Popísaná problematika má zásadný význam pre banky, ktoré sú nielen subjektmi vykazovania, ale aj používateľmi ESG informácií pri hodnotení rizikovosti klientov a investičných portfólií.

Existujú aj metodické výzvy spojené s meraním klimatických rizík. Autori Elderson & Senkovic (2024) [18] upozorňujú, že klimatické riziká sa ťažko premietajú do tradičných kvantitatívnych modelov. Vyžadujú nové prístupy, dlhšie časové horizonty a komplexné scenáre, čo posúva výskum ESG do multidisciplinárneho prostredia.

1.5 Domáci kontext ESG

V slovenskom kontexte literatúra upozorňuje na viaceré štrukturálne problémy. Zvariková (2023) [27] identifikuje nízku úroveň pripravenosti podnikov na udržateľnostné požiadavky, slabú integráciu ESG tém do strategického riadenia a nedostatok odborníkov. Palkechová (2025) [28] zdôrazňuje potrebu väčšieho dôrazu



na etické riadenie a adaptáciu na nové regulačné požiadavky. NBS (2025) [29] zdôrazňuje, že slovenské banky majú potenciál byť lídrami v ESG implementácii, avšak musia investovať do dátovej infraštruktúry, expertných kapacít a interných kontrolných mechanizmov.

Konkrétne tvrdenia potvrdzujú aj regionálne porovnania Lamanda & Tamásné Vőneki (2024) [22], podľa ktorých banky v krajinách V4 zaostávajú za európskym priemerom najmä v oblasti environmentálnych údajov a v implementácii pokročilých ESG metodík.

2. Metodológia

Cieľom príspevku je identifikovať a syntetizovať interpretačné východiská ESG stratégie a ESG reportingu v bankách na základe dostupných vedeckých zdrojov, európskej regulačnej dokumentácie a publikovaných akademických prác v oblasti udržateľného financovania. Uvedený cieľ vyplýva z potreby systematicky uchopiť interdisciplinárny rámec ESG, ktorý v sebe spája environmentálne, sociálne a riadiace faktory prostredníctvom jednotnej analytickej perspektívy, a súčasne reflektovať jeho špecifiká v bankovom sektore. Banky vystupujú v ekonomike ako významní nositelia kapitálových tokov a sprostredkovatelia investičných rozhodnutí, a preto literárne, teoretické a regulačné zdroje predstavujú prioritný fundament pre pochopenie ich úlohy v implementácii a vykazovaní ESG iniciatív. Predkladaný príspevok je koncipovaný ako interpretačná štúdia, ktorej ambíciou je zmapovať existujúce poznatky, interpretovať ich vo vzájomných súvislostiach a identifikovať hlavné smerovania výskumu ESG v kontexte bankového sektora.

Metodologický rámec príspevku je založený na kombinácii analýzy, syntézy, komparácie a integrovanej interpretácie sekundárnych zdrojov. Primárnym postupom bola kvalitatívna obsahová analýza dostupnej literatúry, ktorá zahŕňala akademické štúdie, odborné publikácie, pracovné dokumenty európskych inštitúcií a teoretické práce uplatňované pri vysvetľovaní ESG rámcov. Analýza spočívala v identifikácii opakujúcich sa konceptov, teoretických prístupov a empirických zistení v súvislosti s ESG v bankách. Zvláštny dôraz bol kladený na tie publikácie, ktoré umožňujú vysvetlenie vývoja ESG konceptov, ich integračných mechanizmov a dopadov na finančný sektor, pričom objektívnym kritériom výberu bola ich vedecká relevancia a frekvencia citovania v odbornej diskusii.

Po uskutočnení analytickej fázy nasledovala syntéza poznatkov, ktorej účelom bolo prepojiť jednotlivé teoretické a empirické prístupy do uceleného konceptuálneho rámca. Syntetizovali sa najmä významné teoretické koncepcie, ako je teória stakeholderov vysvetľujúca interakciu medzi bankami a ich záujmovými skupinami, koncepcia Triple Bottom Line pri vymedzovaní multidimenzionálnej povahy udržateľnosti a empirické štúdie, ktoré potvrdzujú vzťah medzi ESG výkonom a finančnou stabilitou či výkonnosťou bankových inštitúcií. Syntetický prístup umožnil identifikovať spoločné historické a intelektuálne východiská ESG



rámca a zároveň uchopiť jeho transformačný dopad na riadenie rizík, kapitálové požiadavky a strategické smerovanie bánk.

V rámci metodológie bola súčasťou práce aj komparácia vybraných teoretických prístupov a regulačných dokumentov. Porovnávali sa rozdielne metodické prístupy používané v literatúre na meranie a interpretáciu ESG ukazovateľov, ako aj ich vplyv na bankové stratégie. Komparatívny postup umožnil presne identifikovať rozdiely medzi tradičnými, prevažne dobrovoľnými ESG rámcami a súčasným regulovaným režimom, ktorý vychádza zo smernice CSRD a štandardov ESRS. Stanovený postup je vhodný najmä pre oblasť bankovníctva, kde rozdielne metodiky priamo ovplyvňujú tvorbu reportov, ich auditovateľnosť a rozhodovacie procesy regulačných orgánov.

Záverečnou metodologickou fázou bola interpretácia výsledkov analýzy a syntézy, ktorá pri formulovaní záverov vychádzala z integrovaného pohľadu na teoretické, empirické a regulačné zdroje. Interpretácia sa opierala o vedeckú logiku indukcie a dedukcie – indukcia umožnila vyvodiť všeobecné závery na základe opakujúcich sa tvrdení a zistení v literatúre, zatiaľ čo deduktívna perspektíva bola využitá pri posudzovaní, do akej miery sa jednotlivé východiská uplatňujú v bankovom sektore a aké implikácie prinášajú pre jeho ďalší rozvoj. Kombinácia logických postupov tvorí základ akademickej integrácie poznatkov a umožňuje identifikovať interpretačné východiská ESG v ich komplexnosti.

Metodológia príspevku sa opiera o kvalitatívny vedecký prístup, keďže jeho cieľom nie je kvantifikovať vzťahy medzi premennými, ale porozumieť ich významu, kontextu a vzájomným súvislostiam. Takto koncipovaný prístup je adekvátny charakteru ESG problematiky, ktorá je multidisciplinárna a vo svojej podstate interpretatívna. Zvolená metodológia umožňuje identifikovať široké spektrum poznatkov, ktoré sú nevyhnutné pre následné pochopenie praktických implikácií ESG pre bankový sektor.

Výsledkom uplatnených metodických postupov je interpretačne ukotvený a logicky vystavaný rámec, ktorý poskytuje dôkladné vymedzenie ESG stratégie a reportingu v bankách z pohľadu existujúcej literatúry. Popísaný metodologický základ umožňuje následne identifikovať hlavné výzvy, smerovania a odporúčania pre prax aj výskum v oblasti udržateľného bankovníctva.

3. Výsledky a diskusia

Výsledky interpretačného skúmania potvrdzujú, že problematika ESG stratégie a ESG reportingu v bankovom sektore predstavuje multidimenzionálnu a dynamicky sa vyvíjajúcu oblasť, ktorá je formovaná kombináciou regulačných, ekonomických a spoločenských faktorov. Na základe analyzovanej literatúry možno konštatovať, že ESG sa stalo integrálnou súčasťou riadenia bánk, pričom jeho význam presahuje rámec dobrovoľnej spoločenskej zodpovednosti. ESG dnes zohráva úlohu v



oblastiach strategického smerovania, riadenia rizík, reputačného postavenia aj v samotnej finančnej výkonnosti bánk.

Z výsledkov syntézy vyplýva, že zásadným faktorom, ktorý redefinuje ESG prístup v bankách, je regulačný tlak vyplývajúci zo smernice CSRD, nariadenia SFDR a Taxonómie EÚ. Predpisy nielenže harmonizujú reporting, ale zároveň nútia banky integrovať udržateľné princípy do svojich interných procesov, politik a systémov riadenia rizík. Dôležitým faktorom je aj tlak investorov a stakeholderov, ktorí vnímajú ESG ako ukazovateľ kvality riadenia, transparentnosti a dlhodobého smerovania inštitúcie. Empirické štúdie potvrdzujú, že banky s rozvinutými ESG politikami vykazujú vyššiu odolnosť voči finančným šokom, nižšie finančné náklady a stabilnejší vývoj výkonnostných ukazovateľov.

Výsledky interpretačnej analýzy ukazujú, že ESG reporting je v bankách dôležitým nástrojom nielen pre komunikáciu nefinančných informácií, ale aj pre podporu interného rozhodovania. Zvyšujúca sa požiadavka na auditovateľnosť a verifikáciu dáť mení charakter ESG reportingu na rovnocenný prvok finančného výkazníctva. Súčasne však literatúra upozorňuje na pretrvávajúce problémy – najmä na metodickú nesúrodosť ESG ukazovateľov, nejednotnosť hodnotiacich rámcov a riziko greenwashingu. Uvedené problémy sú špecificky citelné v menších krajinách a menších bankových inštitúciách, kde chýbajú kapacity pre robustné dátové systémy a odborné analytické tímy.

Dôležitým výsledkom je aj identifikácia regionálnych rozdielov, ktoré sa prejavujú najmä v krajinách V4. Banky v týchto regiónoch dosahujú nižšiu úroveň ESG pripravenosti ako západoeurópske banky, pričom zaostávanie je najvýraznejšie v environmentálnej oblasti. Výskumy poukazujú, že bariéry predstavuje nedostatok odborníkov, slabšia dátová infraštruktúra a historicky nižšia orientácia podnikateľského prostredia na udržateľnosť.

3.1 Diskusia výsledkov v kontexte príbuzných akademických prác

Súčasťou diskusie je aj porovnanie s vybranými záverečnými prácami, ktoré sa venovali problematike ESG stratégie a reportingu. Napriek tomu, že ich metodický prístup a výskumné otázky sa odlišujú, poskytujú cenné doplnujúce vhľady.

Nemoga (2025) [30] spracoval tému ESG reportingu v bankovom sektore so zameraním na komparáciu Tatra banky a ČSOB. Cieľom jeho práce bolo preskúmať úroveň transparentnosti, rozsah zverejňovaných informácií a pripravenosť týchto bánk na nové regulačné rámce. Autor dospel k záveru, že obe banky vykazujú progres v implementácii ESG iniciatív, pričom Tatra banka sa vyznačuje vyšším stupňom strategickej integrácie ESG faktorov, zatiaľ čo ČSOB kladie väčší dôraz na sociálne aktivity a komunitné projekty. Nemoga tiež identifikoval potrebu metodického zjednotenia a dôležitosť zavedenia konkrétnych, merateľných ESG ukazovateľov. Zistenia autora sú v súlade so závermi prezentovanými v teoretickej

literatúre a potvrdzujú, že slovenský bankový sektor je v procese transformácie, avšak stále čelí výzvam v oblasti kvality a porovnateľnosti dát.

Sadloňová (2025) [31] sa vo svojej diplomovej práci venovala širšiemu konceptu ESG stratégie a reportingu v európskych podnikoch, pričom analyzovala nielen legislatívne rámce, ale aj ESG ukazovatele. Jej cieľom bolo vysvetliť vývoj ESG konceptu, charakterizovať jednotlivé piliere a prezentovať najčastejšie používané metodiky reportingu. Sadloňová dospela k záveru, že ESG prechádza zásadnou profesionalizáciou, pričom regulácia v oblasti udržateľnosti predstavuje významný faktor harmonizácie európskych trhov. Zistila tiež, že najväčšou bariérou pre podniky, vrátane bánk, je vysoká administratívna záťaž a potreba kontinuálneho vzdelávania a budovania odborných tímov. Jej poznatky dopĺňajú výsledky nášho príspevku najmä v tom, že zdôrazňujú význam štandardizácie ESG rámcov a potrebu jednotných metodík pre porovnateľnosť údajov na úrovni EÚ.

Raždíková (2024) [32] vo svojej práci skúmala proces zavádzania ESG reportingu a jeho implementačné bariéry v podnikoch. Hoci sa nezameriavala výlučne na bankový sektor, jej výsledky sú relevantné pre analýzu všeobecných problémov ESG implementácie. Autorka identifikovala potrebu kultúrnej zmeny v organizáciách, zdôraznila význam jasného určenia kompetencií pri riadení ESG agendy a poukázala na nevyhnutnosť kvalitnej dátovej a metodickej prípravy. Raždíková dospela k záveru, že ESG reporting môže predstavovať významnú konkurenčnú výhodu, avšak len za predpokladu, že organizácie disponujú dostatočnými zdrojmi, odbornosťou a podporou vedenia. Záver je plne kompatibilný so závermi vedeckej literatúry, ktorá opakovane zdôrazňuje úlohu governance pri úspešnej implementácii ESG.

Vyššie uvedené práce spoločne vytvárajú kontext, ktorý potvrdzuje hlavné zistenia prezentované v našom príspevku.

3.2 Priestor pre ďalší výskum

Na základe analyzovaných zdrojov je zrejmé, že hoci je výskum ESG v bankovom sektore pomerne rozsiahly, existuje niekoľko oblastí, ktoré si vyžadujú hlbšie skúmanie. Jednou z nich je merateľný vzťah medzi ESG ukazovateľmi a kvantifikovanými rizikovými modelmi bánk, keďže integrácia klimatických rizík do tradičných modelov úverového rizika je stále v počiatočnej fáze. Rovnako je potrebné preskúmať efektívnosť implementácie ESRS v praxi, najmä v bankách odlišnej veľkosti. Perspektívnou oblasťou výskumu je taktiež porovnanie ESG stratégií v rôznych regulačných prostrediach a identifikácia toho, do akej miery ESG ovplyvňuje investičné rozhodnutia a prístup ku kapitálu.

Záver

Cieľom príspevku bolo identifikovať interpretačné východiská ESG stratégie a ESG reportingu v bankách a objasniť ich význam pre fungovanie finančného

sektora. Analýza a syntéza literatúry potvrdila, že ESG sa stalo uceleným rámcom, ktorý zásadne ovplyvňuje strategické smerovanie bánk, ich prístup k riadeniu rizík a celkovú transparentnosť. Teoretické koncepcie, ako teória stakeholderov či model Triple Bottom Line, poskytujú základné vysvetlenie, prečo ESG presahuje úroveň komunikačného nástroja a nadobúda charakter ústredného prvku riadenia.

Empirické zistenia poukazujú na to, že banky s rozvinutými ESG politikami môžu dosahovať vyššiu stabilitu a priaznivejšie finančné podmienky, zatiaľ čo regulačný rámec Európskej únie vytvára jednotné prostredie pre hodnotenie a porovnateľnosť ESG údajov. Diskusia ukázala, že teoretické poznatky sa odrážajú aj v aplikovanom výskume, ktorý potvrdzuje potrebu štandardizácie, kvalitných dát a odborných kapacít pri implementácii ESG. Zároveň sa preukázali rozdiely medzi jednotlivými subjektmi, najmä pokiaľ ide o úroveň pripravenosti a schopnosť integrovať udržateľnosť do interných procesov.

Príspevok naplnil svoj cieľ tým, že poskytol ucelený prehľad o interpretačných základoch ESG a ich implikáciách pre bankový sektor. Zistenia potvrdzujú, že ESG predstavuje dynamicky sa rozvíjajúci rámec, ktorý bude aj naďalej formovať podobu moderného bankovníctva. Priestor pre ďalší výskum sa otvára najmä v oblasti merania ESG rizík, hodnotenia efektívnosti implementácie regulačných štandardov a skúmania vplyvu ESG na dlhodobú výkonnosť finančných inštitúcií. Udržateľnosť tak zostáva jednou zo zásadných výziev aj príležitostí, ktoré budú formovať stratégie bánk v nasledujúcich rokoch.

Grantová podpora

Príspevok vznikol ako súčasť výskumného projektu VEGA 1/0551/24.

Zoznam použitej literatúry

- [1] Freeman, R. E. (1984). *Strategic management: A stakeholder approach*. Pitman Publishing.
- [2] Loew, E., Erichsen, G., Liang, B., & Postulka, M. L. (2021). CSR and ESG disclosure of European banks. *European Banking Institute Working Paper Series*, No. 83.
- [3] Vartiak, L. (2017). Globálne udržateľné a zodpovedné investičné aktivity a stratégie spoločností. *New Trends and Issues Proceedings on Humanities and Social Sciences*, 3 (4), 77–87. <https://doi.org/10.18844/prosoc.v3i4.1610>
- [4] Elkington, J. (1994). *Cannibals with forks: The triple bottom line of 21st century business*. Capstone Publishing.
- [5] Schoenmaker, D., & Schramade, W. (2019). *Principles of sustainable finance*. Oxford University Press.



- [6] Friede, G., Busch, T., & Bassen, A. (2015). ESG and financial performance: Aggregated evidence from more than 2000 empirical studies. *Journal of Sustainable Finance & Investment*, 5(4), 210–233.
- [7] Bătae, O.-M., Dragomir, V. D., & Feleagă, L. (2020). Environmental, social, and governance (ESG), and financial performance of European banks. *Journal of Accounting and Management Information Systems*, 19(3), 480–501.
- [8] Barauskaite, G., & Streimikiene, D. (2021). Corporate social responsibility and financial performance of companies. *Corporate Social Responsibility and Environmental Management*, 28(1), 278–287.
- [9] Remišová, A. (2011). *Etika a ekonomika*. Kalligram.
- [10] Remišová, A. (2015). *Súčasný trendy podnikateľskej etiky: Od teórie k praxi*. Wolters Kluwer.
- [11] Kaplan, S. R., & Ramanna, K. (2024). *How to fix ESG reporting: A proposal for a standardized framework (Working paper)*. University of Oxford.
- [12] European Parliament & Council. (2014). *Directive 2014/95/EU (NFRD)*.
- [13] European Commission. (2024). *Corporate sustainability reporting directive (CSRD) — Clarifications*. <https://finance.ec.europa.eu>
- [14] European Parliament & Council. (2020). *Regulation (EU) 2020/852 on sustainable investment (EU Taxonomy)*.
- [15] Cort, T., & Esty, D. C. (2020). ESG standards: Looming challenges and pathways forward. *Organization & Environment*, 33(4), 491–510.
- [16] Bose, S. (2020). Evolution of ESG reporting frameworks. In T. Cort & D. C. Esty (Eds.), *Values at work: Sustainable investing and ESG reporting* (pp. 13–29). Palgrave Macmillan.
- [17] European Central Bank. (2024). *ECB Banking Supervision annual report 2024*. <https://www.bankingsupervision.europa.eu/press/other-publications/annualreport/html/ssm.ar2024~700cba1314.en.html#toc25>
- [18] Elderson, F., & Senkovic, J. (2024). Climate-related financial risks and bank capital buffers: *A review of emerging evidence and methodologies (ECB Working Paper No. 2952)*. European Central Bank.
- [19] Chiamonte, L., Dreassi, A., Girardone, C., & Piserà, S. (2021). Do ESG strategies enhance bank stability during financial turmoil? *The European Journal of Finance*, 28(12), 1173–1211.
- [20] Andries, A. M., & Sprincean, N. (2023). ESG performance and banks' funding costs. *Finance Research Letters*, 54, 103717. <https://doi.org/10.1016/j.frl.2023.103717>



- [21] Aevoae, G. M., Andries, A. M., Ongena, S., & Sprincean, N. (2022). ESG and systemic risk. *Applied Economics*, 55(1), 1–15. <https://doi.org/10.1080/00036846.2022.2102567>
- [22] Lamanda, G., & Tamásné Vőneki, Z. (2024). Is ESG disclosure associated with bank performance? *Management of Environmental Quality*, 35(1), 201–219.
- [23] Liang, L., Tao, D., Ruipeng, T., & Malin, S. (2025). *ESG performance evaluation and reporting: Challenges and opportunities*. ResearchGate.
- [24] Veteška, L., & Kajanová, J. (2023). Inovatívne technológie v procesoch finančného manažmentu. *MANažment a EKOnomika podniku*, 15(1), 67–77.
- [25] Loučanová, E., Olšiaková, M., & Štofková, J. (2022). Ecological Innovation: Sustainable Development in Slovakia. *Sustainability*, 14(19), 12620. <https://doi.org/10.3390/su141912620>
- [26] Gallego-Álvarez, I., & Pucheta-Martínez, M. C. (2022). The moderating effects of corporate social responsibility assurance in the relationship between corporate social responsibility disclosure and corporate performance. *Corporate Social Responsibility and Environmental Management*, 29(3), 535–548. <https://doi.org/10.1002/csr.2218>
- [27] Zvariková, K. (2023). *Spoločensky zodpovedné podnikanie*. EDIS.
- [28] Palkechová, E. (2025). *Firemná etika a spoločenská zodpovednosť firiem v oblasti finančných služieb v EÚ* (Diplomová práca). Ekonomická univerzita v Bratislave.
- [29] Národná banka Slovenska. (2025). *Udržateľné financie (ESG)*. <https://nbs.sk>
- [30] Nemoga, M. (2025). *ESG reporting v bankovom sektore* (Bakalárska práca). Univerzita Komenského v Bratislave, Fakulta managementu.
- [31] Sadloňová, E. (2025). *ESG stratégia a reporting* (Diplomová práca). Univerzita Komenského v Bratislave, Fakulta managementu.
- [32] Raždíková, K. (2024). *ESG reporting* (Diplomová práca). Univerzita Komenského v Bratislave, Fakulta managementu.

POŽIADAVKY A PRÁVNÝ RÁMEC INTEGRÁCIE ÚDAJOV PRE POTREBY KRÍZOVÉHO RIADENIA V PODMIENKACH SLOVENSKEJ REPUBLIKY

REQUIREMENTS AND LEGAL FRAMEWORK FOR DATA INTEGRATION FOR CRISIS MANAGEMENT PURPOSES IN THE SLOVAK REPUBLIC

Boris Kollár^{1,a}, Jozef Kubás^{1,b}, Ivan Buday^{1,c}

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

^aboris.kollar@uniza.sk, ^bjozef.kubas@uniza.sk, ^civan.buday@uniza.sk

Abstrakt. Príspevok sa zameriava na analýzu právneho rámca v oblasti integrácie údajov z informačných systémov verejnej správy v podmienkach Slovenskej republiky. Krízový manažment potrebuje disponovať v rámci jednotlivých fáz krízového riadenia presnými a úplnými informáciami. Súčasťou fázy prevencie a posudzovania rizík sú činnosti spojené so zberom a analýzou údajov. Výsledky týchto analýz predstavujú informačné vstupy pre ďalšie fázy. Súčasťou príspevku je tiež analýza právneho rámca a prístupov v oblasti dostupnosti, integrácie a využívania údajov v podmienkach krízového riadenia Českej republiky. Výsledky analýzy môžu slúžiť ako príklad dobrej praxe v rámci budovania informačného systému krízového riadenia Slovenskej republiky a ukotvenia jeho právneho rámca.

Kľúčové slová: Krízový manažment, posudzovanie rizík, integrácia údajov, informačné systémy.

Abstract. The paper focuses on the analysis of the legal framework for the integration of data from public administration information systems in the Slovak Republic. Crisis management requires accurate and complete information at each phase of crisis management. Activities related to data collection and analysis are part of the prevention and risk assessment phase. The results of these analyses provide information inputs for subsequent phases. The paper also includes a comparative analysis of the legal framework and approaches to data availability, integration, and use in crisis management in the Czech Republic. The results of the analysis can serve as an example of good practice in building the crisis management information system of the Slovak Republic and establishing its legal framework.

Keywords: Crisis Management, Risk Assessment, Data Integration, Information Systems.

JEL Classification: H12, L86, L88



Úvod

Potrebu a význam informácií v krízovom manažmente charakterizovali viacerí domáci a zahraniční autori [1], [2], [3], [4]. Presné, včasné a úplné informácie tvoria predpoklad pre plnenie úloh krízového manažmentu a vykonávanie jeho činností [2]. Informácie a jednotlivé údaje sa využívajú tiež pre potreby identifikácie podmienok ohrozenia, zraniteľnosti alebo pripravenosti v rámci posudzovania rizík krízových javov [5].

Proces posudzovania rizík zahŕňa využívanie veľkého množstva údajov a informácií z rôznych zdrojov. Ide najmä o empirické údaje, ktoré boli získané na základe historickej skúsenosti alebo pomocou špecializovaných meraní pomocou senzorov a iných moderných technológií. Tieto údaje sú dopĺňané odvodenými (modelovanými) údajmi, ktoré vznikli na základe odborných výpočtov a simulácií prostredníctvom špecializovaných modelov [6].

Význam údajov a informácií je tiež súčasťou rámca Sendai pre redukciu rizika katastrof. Odborníci z celého sveta sa v rámci dokumentu NDRA (National Disaster Risk Assessment), ktorý je súčasťou rámca Sendai, zhodujú, že požadované údaje na posudzovanie rizík by mali byť integrované v rámci jednotného dátového úložiska, resp. jednotnej databázy [6]. V podmienkach Slovenskej republiky (ďalej SR) nebola problematike dátovej integrácie v oblasti krízového riadenia venovaná dostatočná pozornosť. Toto potvrdzuje tiež Koncepcná reforma krízového riadenia a civilnej ochrany pre obdobie 2025-2030 [7].

Slovenská republika v súčasnosti nedisponuje ani žiadnym informačným systémom v oblasti krízového riadenia alebo posudzovania rizík územia [8]. Cieľom tohto príspevku je preto identifikovať a analyzovať právne prostredie v podmienkach SR v oblasti možností a požiadaviek pre dátovú integráciu. Súčasťou príspevku bude tiež identifikácia hlavných informačných systémov a databáz potrebných pre proces posudzovania rizík územia. Pre potreby budúcej integrácie údajov do jednotného dátového modelu krízového riadenia v oblasti posudzovania rizík územia je súčasťou príspevku analýza prístupov v podmienkach Českej republiky.

1. Hlavné zdroje údajov pre posudzovanie rizík územia

Riziká vyskytujúce sa na konkrétnom území majú potenciál zasiahnuť jeho konkrétne prvky. Týmito prvkami územia sú najmä budovy, infraštruktúra, obyvateľstvo, plochy rôzneho využitia a ďalšie prírodné prvky. Zdroj ohrozenia je potom tiež prvkom územia. Na základe toho je potom možné konštatovať, že riziká vyskytujúce sa v území majú priestorový charakter [9].

Na základe priestorového charakteru prvkov územia a požiadaviek vyplývajúcich z pokynu pre spracovanie dokumentu Analýza územia z hľadiska vzniku možných



mimoriadnych udalostí (ďalej Analýza územia) [10], je zrejme, že požadované údaje v procese posudzovania rizík budú mať priestorový ale aj atribútový charakter.

Priestorové údaje v podmienkach Slovenskej republiky

Právny rámec infraštruktúry priestorových informácií je tvorený najmä zákonom č. 3/2010 Z. z. o národnej infraštruktúre pre priestorové informácie. Tento zákon upravuje povinnosti povinných osôb v oblasti zberu, tvorby, poskytovania a aktualizácie priestorových informácií ako tiež charakter národného geoportálu. Súčasťou zákona sú témy priestorových informácií, ktoré definujú konkrétne oblasti priestorových informácií. Správu jednotlivých priestorových informácií zabezpečujú povinné osoby, ktoré sú podľa tohto zákona orgány verejnej správy, právnické osoby zriadené na základe zákona, právnické osoby zriadené v pôsobnosti orgánu verejnej správy, právnické osoby a fyzické osoby- podnikatelia [11].

Jednotlivé priestorové informácie sú súčasťou Národného geoportálu. Prostredníctvom Národného geoportálu je možné vyhľadať, konkrétnu oblasť, resp. dataset priestorových informácií. Poskytovanie údajov je zabezpečené prostredníctvom sieťových služieb. Množstvo z verejne dostupných priestorových informácií je poskytovaných prostredníctvom Registra priestorových informácií.

V podmienkach SR je základom priestorových informácií o prvkoch územia Základná báza údajov geografického informačného systému (ZBGIS). Obsah, správu a poskytovanie údajov ZBGIS upravuje zákon č. 215/1995 Z. z. o geodézii a kartografií a vyhláška č. 300/2009 Z. z., ktorou sa vykonáva zákon Národnej rady Slovenskej republiky č. 215/1995 Z. z. o geodézii a kartografii v znení neskorších predpisov. ZBGIS tvoria referenčné priestorové údaje, ortofotosnímky, digitálny výškový model územia, ostatné priestorové údaje, generalizované údaje, základné štátne mapové dielo a kartografické diela [12], [13].

Obsah a popis údajov ZBGIS, ktoré reprezentujú jednotlivé prvky územia je súčasťou Katalógu tried objektov. Prvky (objekty), ktoré sú súčasťou ZBGIS sú napríklad:

- Budova,
- Cesta
- Most
- Železnica
- Obec (hranica katastrálneho územia) a pod. [14].

Ako ďalšie hlavné zdroje priestorových informácií vzhľadom na prvky územia a jednotlivé riziká je možné identifikovať nasledujúce informačné systémy, registre, datasety a pod.:

- Informačný systém závažných priemyselných havárií.

- Portál máp povodňového ohrozenia a máp povodňového rizika.
- Mapový portál svahových deformácií.
- Informačný systém modelu cestnej siete.

Atribútové údaje v podmienkach Slovenskej republiky

Atribútové údaje, nazývané tiež opisné, sú údaje, ktoré bližšie charakterizujú prvok / objekt územia [15]. V kontexte posudzovania rizík ide najmä o údaje, ktoré slúžia na identifikáciu alebo kategorizáciu prvkov alebo na bližšie analýzy z pohľadu následkov a vystavenia prvkov pôsobeniu krízových javov.

Z pohľadu atribútových údajov potrebných pre proces posudzovania rizík je možné spomenúť najmä základné referenčné údaje, ako napríklad údaje o adresách, fyzických osobách a právnických osobách. Obsah údajov a podrobnosti o registri fyzických osôb upravuje zákon č. 253/1998 Z. z. o hlásení pobytu občanov Slovenskej republiky a registri obyvateľov Slovenskej republiky. Podrobnosti o registri adries upravuje zákon č. 125/2015 Z. z. o registri adries a o zmene a doplnení niektorých zákonov. Správu nad oboma registrami zabezpečuje Ministerstvo vnútra SR.

Obsah jednotlivých referenčných údajov a ich popis je k dispozícii v Katalógu dátových prvkov, ktorý je k dispozícii na stiahnutie v prílohe 3 vyhlášky č. 78/2020 Z. z. o štandardoch pre informačné technológie verejnej správy [16], [17], [18].

Informácie z uvedených registrov sú využiteľné napríklad pri:

- určení počtu osôb s trvalým alebo prechodným pobytom na adrese,
- určení ohrozených adries jednotlivými mimoriadnymi udalosťami,
- určení adresy sídla alebo prevádzky výrobných podnikov a ich ekonomickej činnosti a pod.

Ďalšie atribútové údaje sa vzťahujú na konkrétne typy zariadení v území, ktoré je potrebné identifikovať podľa pokynu na vypracovanie dokumentu Analýza územia. Tieto údaje sa nachádzajú v nasledujúcich informačných systémoch:

- Národný register poskytovateľov zdravotnej starostlivosti.
- Informačný systém sociálnych služieb.
- Register škôl a školských zariadení.
- Centrálny register hospodárskych zvierat a pod.

Obsah, povinnosti a poskytovanie údajov z týchto informačných zdrojov sú upravené v príslušajúcich právnych predpisoch. Z množstva uvedených informačných zdrojov vyplýva, že dátový model, ktorý by mal zastrešovať údaje

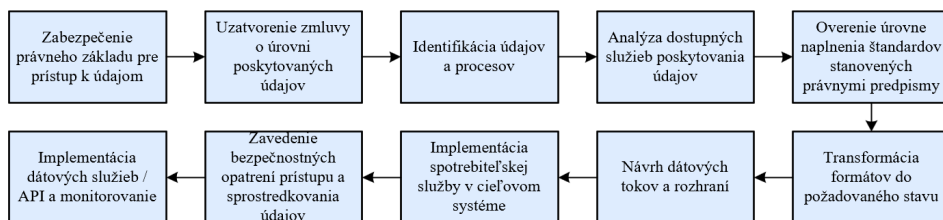
z týchto zdrojov pre potreby posudzovania rizík územia a spracovanie dokumentu Analýza územia bude musieť riešiť problematiku ich integrácie.

2. Právny rámec integrácie údajov v podmienkach Slovenskej republiky

Integrácia údajov z informačných systémov verejnej správy je z hľadiska právnych noriem zastrešená najmä zákonom č. 95/2019 Z. z. o informačných technológiách vo verejnej správe a o zmene a doplnení niektorých zákonov a príslušnými vyhláškami. Príkladom je vyhláška č. 78/2020 Z. z. o štandardoch pre informačné technológie verejnej správy. Hlavným gestorom v oblasti integrácie informačných systémov verejnej správy je Ministerstvo investícií, regionálneho rozvoja a informatizácie Slovenskej republiky. Pri integrácii údajov je ďalej potrebné dodržiavať požiadavky a pravidlá Národnej koncepcie informatizácie verejnej správy. Národná koncepcia informatizácie verejnej správy stanovuje nasledujúce základné princípy:

- údaje sa získavajú a vyžadujú iba z pôvodného zdroja,
- zabezpečenie modularity a interoperability sa dosahuje tak, že pri výmene údajov sa využívajú iba štandardizované dátové služby alebo API,
- výmena údajov medzi orgánmi verejnej správy a ich informačnými systémami sa zabezpečuje výlučne prostredníctvom centrálnych integračných prvkov,
- integrácia údajov musí zabezpečiť ochranu osobných údajov, kybernetickú bezpečnosť a ďalšie ustanovenia týkajúce sa bezpečnosti údajov [19], [20], [21].

Uvedené princípy integrácie údajov z informačných systémov verejnej správy je možné zahrnúť do postupu integrácie. Tento postup je zobrazený na nasledujúcom obrázku č. 1.



Obrázok 1: Postup integrácie údajov verejnej správy

Zdroj: [21]

Z pohľadu postupu integrácie údajov, ktorý bol spracovaný na základe analýzy právnych predpisov a konzultovaný s odborníkmi z praxe je potrebné zdôrazniť najmä prvé dva kroky:

- Zabezpečenie právneho základu pre prístup k údajom.
- Uzatvorenie zmluvy o úrovni poskytovaných služieb medzi poskytovateľom a spotrebiteľom údajov.

Zabezpečenie právneho základu

Poskytnutie údajov z informačných systémov verejnej správy musí byť zákonne zdôvodnené. Sprístupnenie údajov z identifikovaných zdrojov (informačných systémov verejnej správy) pre krízové riadenie v podmienkach Slovenskej republiky musí byť podložené právnym predpisom.

V oblasti krízového riadenia v súčasnosti neexistuje takýto právny predpis. Koncepčná reforma krízového riadenia a civilnej ochrany na roky 2025-2030 však uvádza, že dôjde k legislatívnym úpravám v oblasti krízového riadenia [7]. Súčasťou týchto legislatívnych zmien by preto malo byť aj jasné vymedzenie potreby využívania údajov z iných informačných systémov verejnej správy.

Uzatvorenie zmluvy o úrovni poskytovaných služieb

Aktuálne právne predpisy v oblasti krízového riadenia neuvádzajú zdôvodnenie povinnosti poskytovania údajov ich vlastníkom. Okrem zdôvodnenia je ďalej potrebné špecifikovať kvalitu, spôsob, obsah, nosič a proces odovzdávania týchto údajov [22].

Tieto náležitosti je možné obsiahnuť v zmluve medzi poskytovateľom a prijímateľom údajov. Takáto zmluva sa nazýva tiež: Zmluva o úrovni poskytovaných služieb: Zmluva by mala obsahovať najmä informácie o:

- rozsahu poskytovaných údajov,
- časoch aktualizácií údajov,
- spôsobe prístupu k údajom
- a bezpečnostné aspekty [21].

3. Zabezpečenie prístupu k údajom pre krízové riadenie v Českej republike

Zabezpečenie prístupu k údajom pre potreby posudzovania rizík územia a celkovo pre potreby krízového riadenia prostredníctvom právneho predpisu odporúča tiež dokument NDRA v súvislosti s rámcom Sendai [6]. Vhodným príkladom v tejto problematike môžu byť pre SR jej susedné štáty. V súvislosti s integráciou a využívaním údajov v rámci informačných systémov krízového riadenia Českej republiky môže ísť o najvhodnejší príklad dobrej praxe pre SR.

Jednotlivé systémy krízového riadenia využívajú údaje, ktoré sa nachádzajú v **centrálnom dátovom sklade** Hasičského záchranného zboru Českej republiky. Dátový sklad spravuje Inštitút ochrany obyvateľstva. Centrálny dátový sklad



obsahuje priestorové aj atribútové údaje. Príkladom sú údaje o výške záplavovej vlny, druh, miesto a množstvo skladovaných nebezpečných látok alebo počet osôb nachádzajúcich sa v objektoch. Jednotlivé údaje pochádzajú od rôznych poskytovateľov, pričom časť je do dátového skladu dodávaná online službami. Všetky údaje v dátovom sklade sú upravené podľa jednotného **dátového modelu** [23].

Ako príklad informačných systémov, ktoré využívajú tieto údaje je možné spomenúť napríklad Terinos alebo Portál krízového riadení Ústeckého kraje. V rámci druhého menovaného je vytvorený modul zdroje ohrozenia. Po výbere konkrétneho ohrozenia sa v mapovom okne zobrazí priestorová informácia o rozsahu pôsobenia mimoriadnej udalosti. Zároveň sa v mapovom okne zvýraznia ohrozené prvky územia. Súčasne sa objaví panel s identifikovanými ohrozenými prvkami spolu s ich bližšou charakteristikou [24].

Právna úprava v oblasti zberu a prístupu k údajom pre krízové riadenie je v podmienkach Českej republiky zabezpečená prostredníctvom zákona č. 240/2000 Sb. Okrem zákonného zdôvodnenia prístupnosti údajov pre krízové riadenie upravuje tento zákon požiadavky a práva v oblasti informačného systému krízového riadenia a mapových podkladov pre krízové riadenie [25].

Všeobecne je prístup k údajom zabezpečený prostredníctvom paragrafu 9 odseku 3 písmena „e“, ktoré uvádza, že Ministerstvá a iné ústredné správne úrady: „poskytujú si bezplatne a bez zbytočného odkladu údaje z informačných systémů veřejné správy, které spravují, a to v rozsahu nezbytném pro zajišťování připravenosti na krizové situace a při jejich řešení, nebrání-li tomuto poskytnutí zvláštní právní předpis“ [25].

Paragraf 15 odsek 2 ďalej špecifikuje obsah údajov, ktoré môže Hasičský a záchranný zbor Českej republiky vyžadovať, zhromažďovať a evidovať. Sú to najmä údaje o:

- kapacity ubytovacích, zdravotníckych a stravovacích zariadení,
- predmete a rozsahu činností podnikov a podnikateľov v oblasti výroby a služieb, ich skladových zásobách a zamestnancoch,
- počte zamestnancov vo výrobných zariadeniach,
- nebezpečných látkach, ich skladovaní a množstve,
- množstve zadržanej vody vo vodných nádržiach,
- type a počtoch dopravných, mechanizačných a výrobných prostriedkov vo vlastníctve právnických osôb a fyzických osôb,
- priestorovom rozložení výrobných podnikoch, vodovodoch, kanalizácii, produktovodoch a energetických sietach,



- poľnohospodárskej pôde, pestovaných plodinách, farmách a hospodárskych zvierat,
- ochranných stavbách, úkrytoch a skladoch civilnej ochrany [25].

V rámci zákona 240/2000 Sb. o krízovom riadení je špecifikovaný tiež informačný systém krízového riadenia (ďalej IS KR). IS KR je informačným systémom verejnej správy. Musí teda spĺňať požiadavky podľa špecifického zákona. V podmienkach SR je takýmto zákon č. 95/2019 Z. z. o informačných technológiách vo verejnej správe. V zákone č. 240/2000 Sb. sa ďalej uvádza, že orgány krízového riadenia sú povinné využívať IS KR. IS KR obsahuje tiež údaje z iných informačných systémov verejnej správy. Sú to najmä informačné systémy:

- evidencie obyvateľstva,
- katastra nehnuteľností,
- právnických osôb, podnikajúcich fyzických osôb a orgánov verejnej moci,
- územnej identifikácie, adres [25].

Tieto informačné systémy sú totožné s informačnými systémami v podmienkach SR, ktoré boli popísané v prvej kapitole. Okrem týchto informačných systémov, zákon č. 240/2000 Sb., špecifikuje tiež geografické podklady využívané v krízovom riadení. Tieto majú byť v analógovej alebo digitálnej forme a musia spĺňať zásady interoperability a šandardizácie všetkých orgánov krízového riadenia v domacom ale i medzinárodnom rozsahu. Pre tento účel sa využívajú štátne mapové diela a špecifické geografické produkty, ktoré sú v súlade so zákonom č. 200/1994 Sb. o zememeračstve [25]. Ide teda o právny predpis v rovnakej oblasti ako je v podmienkach SR zákon č. 215/1995 Z. z. o geodézii a kartografií, ktorý právne zastrešuje ZBGIS.

Záver

Predložený príspevok poukazuje na význam presných, dostupných a integrovaných údajov pre všetky fázy krízového riadenia, najmä však pre posudzovanie rizík územia. Analýza dostupnosti údajov preukázala, že Slovenská republika disponuje dostatočným množstvom relevantných priestorových a atribútových údajov. Tieto údaje sú súčasťou rôznych informačných systémov verejnej správy. Napriek tomu však tieto údaje v súčasnosti nie sú systematicky integrované do jednotného informačného systému krízového riadenia. Slovenská republika takýmto informačným systémom v súčasnosti ani nedisponuje. Zistenia zároveň potvrdili, že hlavným limitujúcim faktorom je najmä absencia jednoznačného právneho rámca, ktorý by explicitne upravoval oprávnený prístup krízového manažmentu k týmto dátovým zdrojom.



Komparácia s prístupom Českej republiky v analyzovanej oblasti preukázala, že existencia centrálného dátového skladu a jednotného dátového modelu pre krízové riadenie, výrazne napomáha k využiteľnosti údajov v rôznych informačných systémoch alebo portáloch zameraných na posudzovanie rizík územia. Český model predstavuje funkčný príklad dobrej praxe, ktorý je v mnohých aspektoch prenositeľný aj do podmienok Slovenskej republiky, keďže využíva obdobné registre, geografické podklady a princípy interoperability informačných systémov. Základom je však legislatívne ukotvenie povinnosti poskytovania údajov v právnych predpisoch a bližšia špecifikácia týchto údajov.

Do budúcnosti sa preto javí dôležité využiť pripravované legislatívne zmeny v rámci Koncepcnej reformy krízového riadenia a civilnej ochrany na vytvorenie jasného právneho rámca pre integráciu údajov. Systematické prepojenie existujúcich informačných systémov do jednotného dátového modelu môže vytvoriť pevný základ dátovo orientovaného krízového riadenia v podmienkach SR. Takýto prístup prispeje k vyššej pripravenosti územia, lepšej podpore rozhodovania a v konečnom dôsledku k zvýšeniu bezpečnosti obyvateľstva a odolnosti spoločnosti voči krízovým javom.

Grantová podpora

Financované EÚ NextGenerationEU prostredníctvom Plánu obnovy a odolnosti SR v rámci projektu č. 09I03-03- V05-00002.

Táto práca bola podporená Agentúrou na podporu výskumu a vývoja na základe Zmluvy č. APVV-24-0153.

Zoznam použitej literatúry

- [1] Šimák, L. (2015). *Krízový manažment vo verejnej správe*, 2. vydanie. Žilina: EDIS- Žilinská univerzita v Žiline, 263 s. ISBN 978-80-554-1165-1.
- [2] Ristvej, J., Zagorecki, A., Riska, T. (2015). *Krízový manažment II.- časť 2. Aplikčné softvéry v krízovom manažmente*, Žilina: EDIS- Žilinská univerzita v Žiline, 272 s. ISBN 978-80-554-1073-9.
- [3] Pursiainen, Ch. (2017) *The crisis management cycle*, 1. vydanie. Abingdon: Routledge. 194 s. ISBN: 978-1-315-62917-9.
- [4] Víchová, K. & Hromada, M. (2018). *Information Support of Crisis Management*. In: Titko, M. – Hollá, K. – Ristvej, J. (eds.). *Crisis Management: Theory and Practice*. 2018, s. 37-58. ISBN 978-1-78923-234-9.
- [5] Zuccaro, G., Leone, F.M., Martucci, C. (2020). *Future research and innovation priorities in the field of natural hazards, disaster risk reduction, disaster risk management and climate change adaptation: a shared vision from the ESPREssO project*. [online]. In: *International Journal of Disaster Risk*



Reduction, Vol. 51. ISSN: 2212-4209. Dostupné na:
<https://doi.org/10.1016/j.ijdr.2020.101783>

- [6] Kollár, B., Chovanec, D., Ristvej, J. (2024). *Význam a dostupnosť údajov pre posudzovanie rizík územno-správnych jednotiek* [online]. In: Mezinárodní konference CrisCon 2024, Uherské Hradiště, s. 133-151. ISBN 978-80-7678-286-0. Dostupné na:
https://digilib.k.utb.cz/bitstream/handle/10563/56785/criscon_2024_sbornik.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- [7] Koncepčná reforma krízového riadenia a civilnej ochrany na obdobie 2025-2030. 2025 [online]. Ministerstvo vnútra Slovenskej republiky. Dostupné na:
<https://rokovania.gov.sk/RVL/Material/30933/1>
- [8] Bíbelová, B. (2024). *Informácia o dostupnosti a využívaní informačných systémov v krízovom manažmente SR* [elektronická pošta]. Správa pre: Boris Kollár. 2024-04-07 (cit. 2025-12-03). Osobná komunikácia.
- [9] Krömer, A., Musial, P., Folwarczny, L. (2010). *Mapování rizik*. 1. vydanie. Ostrava: Sdružení požárního a bezpečnostního inženýrství, 126 s. ISBN 978-80-7385-086-9.
- [10] SKR-19-21/2014- Pokyn generálnej riaditeľky, (2014) [online]. Ministerstvo vnútra Slovenskej republiky. Dostupné na:
<https://www.minv.sk/?ciastka-8-vydana-18-decembra-2014>
- [11] Zákon č. 3/2010 Z. z. o národnej infraštruktúre pre priestorové informácie.
- [12] Zákon č. 215/1995 Z. z. o geodézii a kartografií.
- [13] Vyhláška č. 300/2009 Z. z., ktorou sa vykonáva zákon Národnej rady Slovenskej republiky č. 215/1995 Z. z. o geodézii a kartografii v znení neskorších predpisov.
- [14] Katalóg tried objektov, (2023) [online]. Úrad geodézie, kartografie a katastra Slovenskej republiky. Dostupné na:
https://www.skgeodesy.sk/files/sk/slovensky/ugkk/geodezia-kartografia/zb-gis/kto_zbgis.pdf
- [15] Ďuračiová, R., (2014). *Databázové systémy v GIS*. 1. vydanie. Bratislava: Slovenská technická univerzita v Bratislave. 2014, 178 s. ISBN 978-80-227-4292-4.
- [16] Zákon č. 253/1998 Z. z. o hlásení pobytu občanov Slovenskej republiky a registri obyvateľov Slovenskej republiky.
- [17] Zákon č. 125/2015 Z. z. o registri adres a o zmene a doplnení niektorých zákonov.



- [18] Vyhláška č. 78/2020 Z. z. o štandardoch pre informačné technológie verejnej správy.
- [19] Zákon č. 95/2019 Z. z. o informačných technológiách vo verejnej správe a o zmene a doplnení niektorých zákonov.
- [20] Národná koncepcia informatizácie verejnej správy, (2025) [online]. Ministerstvo investícií, regionálneho rozvoja a informatizácie Slovenskej republiky. Dostupné na: <https://mirri.gov.sk/sekcie/informatizacia/dokumenty/strategicke-dokumenty-2/narodna-koncepcia-informatizacie-verejnej-spravy-nikvs/>
- [21] Hurychová, V., (2025). Informácie k procesu integrácie informačných systémov verejnej správy [elektronická pošta]. Správa pre: Boris Kollár. Ministerstvo investícií, regionálneho rozvoja a informatizácie- Oddelenie bezpečnosti a krízového riadenia. 2025-09-12 (cit. 2025-12-04). Osobná komunikácia.
- [22] Staníková, M., (2025). Informácie k téme: dostupnosť údajov a informácií pre krízové riadenie na základe vyhlášky č. 388/2006 Z. z. [elektronická pošta]. Okresný úrad Žilina: Vedúca odboru krízového riadenia a civilnej ochrany. 2025-02-06 (cit. 2025-12-04). Osobná komunikácia.
- [23] Kolektív autorů, (2015). *Ochrana obyvatelstva a krizové řízení- skripta*. 1. vydanie. Praha: MV-generální ředitelství Hasičského záchranného sboru ČR. 2015. 328 s. ISBN 978-80-86466-62-0.
- [24] Portál krizového řízení. 2025 [online]. Ústecký kraj [cit. 2025-12-04]. Dostupné na: <https://sypos.kr-ustecky.cz/pkr/>
- [25] Zákon č. 240/2000 Sb. o krizovém řízení a o změně některých zákonů.

NEW APPROACHES TO ENTERPRISE STRATEGY DEVELOPMENT FOR ENHANCING COMPETITIVENESS IN THE DIGITAL ECONOMY

Rebecca Neumannová ^{1,a}, Jana Štofková ^{2,b}

¹ Univerzitná 1215, Žilina 010 26, Fakulta PEDAS, Katedra spojov, Žilinská univerzita
v Žiline, Slovenská republika

² Univerzitná 1215, Žilina 010 26, Fakulta PEDAS, Katedra spojov, Žilinská univerzita
v Žiline, Slovenská republika

^aneumannova1@stud.uniza.sk, ^bjana.stofkova@uniza.sk

Abstract. This paper analyzes labor market requirements for digital competencies within the Slovak Republic. The primary objective of the research was to identify key digital skills requested by employers and compare them with the current level of workforce digital readiness, based on the DESI index. The empirical part of the study relies on a quantitative content analysis of 384 job advertisements from relevant recruitment platforms (Profesia.sk, LinkedIn, and others), conducted in the third quarter of 2025. The skills classification methodology is based on the European DigComp 2.2 framework. The results revealed significant differences in requirements depending on the industry and enterprise size. While the IT sector and large enterprises show high demand for advanced skills (data analytics, AI, cybersecurity), small and medium-sized enterprises primarily focus on basic information literacy and digital communication. The findings highlight a persistent mismatch between market needs and the supply of skills, representing a barrier to enhancing competitiveness in the digital economy.

Keywords: Digital economy, digital competencies, labor market, competitiveness, DigComp 2.2.

JEL Classification: J23, J24, M15, O33

Introduction

Digital competencies constitute a fundamental pillar of the modern digital economy and society. The level of these skills directly influences the capacity of individuals, enterprises, and public institutions to adapt to technological changes, implement digital innovations, and operate effectively in an environment driven by data and connectivity.

To quantify these capabilities, the European Commission developed the Digital Economy and Society Index (DESI).

This complex analytical tool enables the monitoring and benchmarking of digital progress across European Union member states. The index evaluates national performance through four primary dimensions, each carrying an equal weight of 25%:

1. **Connectivity:** Assesses the deployment, quality, and coverage of broadband networks.
2. **Human Capital:** Monitors the population's digital skills and workforce readiness for digital transformation.
3. **Integration of Digital Technology:** Focuses on the adoption of digital solutions by businesses (Cloud Computing, Big Data, AI).
4. **Digital Public Services:** Analyses the availability and quality of e-government services.

Since 2023, DESI has been integrated into the Digital Decade report, monitoring progress toward the EU's 2030 digital targets [1].

Analysis of Digital Proficiency in Slovakia

Data presented in Figure 1 indicates that Slovakia faces significant challenges regarding basic digital literacy. Since 2021, the share of citizens with at least basic digital skills has declined from 55% to 51%, widening the gap with the EU average, which remains stable at 55% [2].

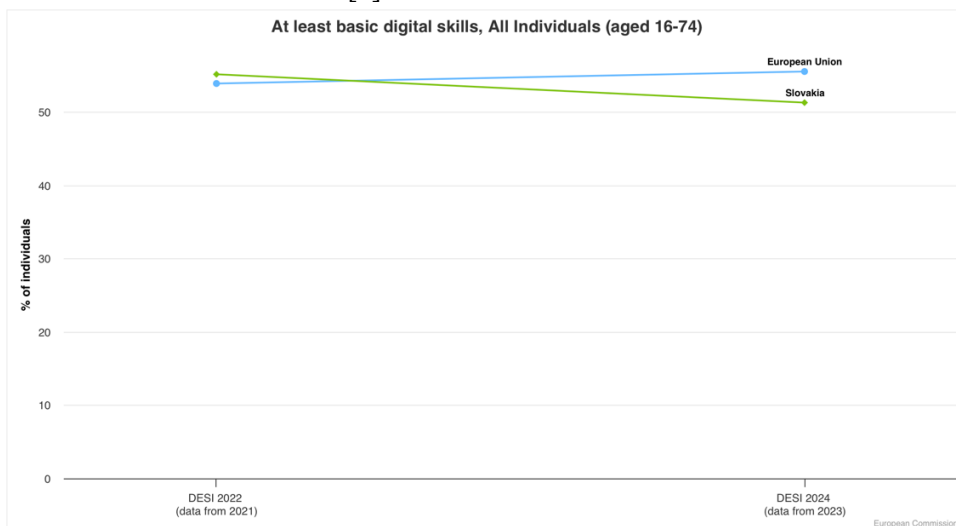


Figure 1: At least basic digital skills (all individuals aged 16 – 74)

Source: [6]

To mitigate this negative trend, several national initiatives were implemented in 2023:

- **Educational Programs:** Over 500 courses were conducted for seniors and disadvantaged groups, training more than 13,000 participants in computer and smartphone usage [3,4].
- **"Digitálny žiak" (Digital Pupil) Project:** A pilot scheme providing over 130,000 digital devices to Slovak students to foster skill development. An extension of this project provided 9,300 devices to displaced Ukrainian students [3,4].
- **Assessment Tools:** The "IT FITNESS TEST", available in V4 languages and English, has been utilized by over 550,000 participants since 2009, serving as a key instrument for verifying digital competencies [3,4].

The Gap in Advanced Skills

Regarding advanced digital skills, Slovakia has set an ambitious target to have 30% of the population performing above the basic level by 2030. Currently, however, the country reaches only 22%, falling short of the EU average of 27% (see Figure 2) [5].

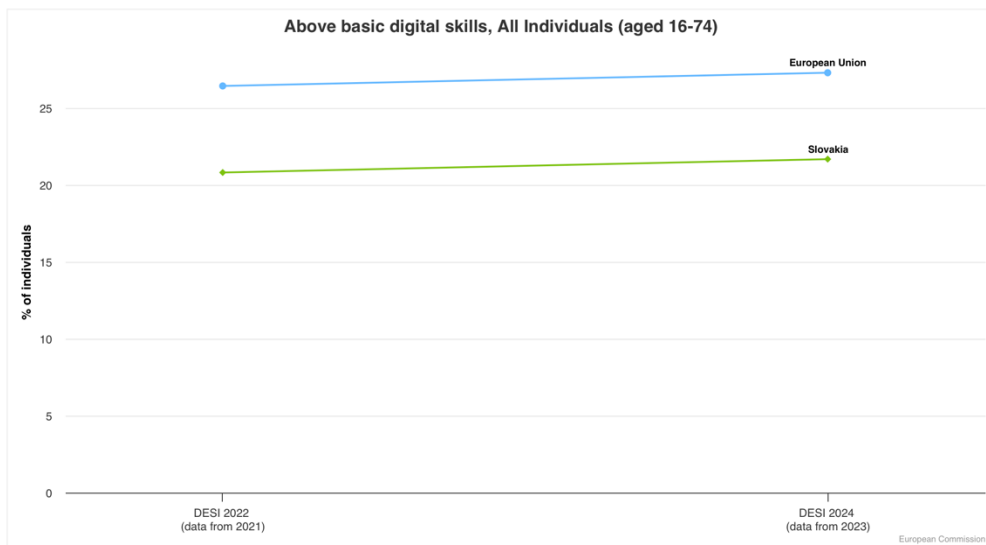


Figure 2: Above basic digital skills (all individuals aged 16 – 74)

Source: [6]

This deficit in digital competencies negatively impacts the modernization rate of production processes and service delivery within enterprises. Consequently, there is an urgent need for systemic reforms in digital education and initiatives promoting STEM fields and female participation in the ICT sector to ensure a balanced and competitive workforce [3,5].

Focus on Human Capital

This study places particular emphasis on the second dimension - Human Capital. This category encompasses the digital proficiency of the general population and IT professionals, factors that are critical for strategic business management, innovation capacity, and economic competitiveness.

The following analysis compares the digital skill levels of the Slovak population against the EU average, examining two key categories: Basic Digital Skills (Figure 1) and Above Basic Digital Skills (Figure 2) [3,4].

1. Methodology

The primary objective of this study is to identify and analyze the demand for digital skills within the Slovak labor market. The research addresses the persistent mismatch between employer requirements in the context of digital transformation and the actual competencies of job applicants. This gap hinders the effective implementation of Industry 4.0 strategies and reduces enterprise competitiveness.

The study aims to determine which digital competencies are most requested across various economic sectors (industry, services, IT, trade) and enterprise sizes. These findings provide empirical input for a broader research framework focused on designing a business model to enhance competitiveness in the digital economy.

1.1 Research Design and Data Collection

This quantitative research was conducted through systematic observation and content analysis of job advertisements between July 15, 2025, and September 22, 2025. Data were collected from randomly selected recruitment platforms operating in Slovakia.

To ensure terminological consistency, the European Digital Competence Framework (DigComp 2.2) was utilized as the reference tool for categorization.

Job requirements were classified into five key areas and subsequently divided into two proficiency levels:

- **Basic Digital Skills:** Defined as the minimum requirement for the digital economy. These include information literacy (e.g., MS Office, Google Workspace), digital communication (e.g., MS Teams, Slack), content creation, and basic cybersecurity awareness (GDPR).

- **Advanced Digital Skills:** Defined as strategic competencies necessary for digital transformation. These include problem-solving via digital tools (e.g., ERP, Power BI, Python), automation (AI, Cloud, RPA), advanced cybersecurity, and strategic digital management.

1.2 Sample Size Determination

Given the large population size of total job postings, Cochran's formula was applied to calculate the representative sample size (n).

Where:

- Z = Z-score for a 95% confidence level (1.96)
- p = estimated population proportion (0.5 for maximum variability)
- E = margin of error (0.05)

Based on this calculation, the minimum sample size was established at **n=384 job postings**, ensuring 95% reliability with a $\pm 5\%$ margin of error.

1.3 Data Processing

The collected data were coded and processed using Microsoft Excel. The analysis utilized descriptive statistics to compare the frequency of specific digital competencies across different sectors and company sizes. The research was self-funded and conducted independently by the authors.

2. Results

Data Sources for Primary Research via Recruitment Platforms

Table 1 presents an overview of the recruitment platforms from which data for the primary research were obtained. The objective was to achieve a representative and diversified sample of job postings reflecting various economic sectors of the Slovak Republic.

The largest share of data originated from the Profesia.sk portal, which represents the dominant source of recruitment activities in Slovakia. The LinkedIn Jobs portal supplemented the research with specialized and managerial positions featuring a higher representation of advanced digital skills (e.g., AI, data analytics, cloud computing).

The Pracuj.sk, Kariéra.sk, and Jooble.sk portals ensured the expansion of the data base to include positions in small and medium-sized enterprises (SMEs), thereby enabling a comparison of digitalization requirement levels according to size categories and sectors.

The total number of analyzed postings, 384, was determined based on a statistically representative sample calculation (at a 95% confidence interval and a 5% margin of error).

Table 2 Data Sources for Primary Research on Recruitment Platforms

Platform Name	Platform Type	Number of Analyzed Job Postings	Target Sectors	Data Access Method
Profesia.sk	National platform	150	Manufacturing, Services, Administration	Manual filtering and coding of postings
LinkedIn Jobs	International platform	80	IT, Management, Finance	Export and categorization of positions by sector
Pracuj.sk	National platform	70	Trade, Marketing, Logistics	Text analysis of job advertisements
Kariéra.sk	National platform	50	Industry, Manufacturing, Services	Manual data collection
Jooble.sk	Aggregation platform	34	Various sectors	Automated observation
Total		384		

Source: Author's own processing

Table 2 displays the distribution of analyzed job postings by economic sector and enterprise size category. The aim of this table is to identify in which sectors the demand for digital skills is most pronounced and how these requirements differ depending on the size of the enterprise.

The results indicate that the largest share of job postings (almost 29%) originates from the industrial sector, which is simultaneously one of the main drivers of digitalization processes within Industry 4.0. This is followed by the IT sector with a share of 25,5%, characterized by a high concentration of positions requiring advanced technical skills such as programming, cloud technologies, data systems management, and cybersecurity.

Trade and services account for 20,8% of the analyzed postings, representing a segment where digitalization is manifested primarily through the automation of sales processes, CRM systems, e-commerce, and digital customer communication.

Conversely, the financial and banking sector represents 17,2%, with digitalization in this industry focusing mainly on the implementation of data analytics, Business Intelligence (BI), and the automation of financial processes.

Logistics and transport constitute the smallest share (7,8%); however, a gradual increase in digitalization requirements can be observed here as well, particularly in

the areas of shipment tracking, route optimization, and warehouse management systems.

regarding enterprise size, medium (39%) and large enterprises (37%) dominate, generating a combined total of 76% of job postings. These enterprises also exhibit the highest demand for advanced digital skills, such as ERP system administration, the use of data analytics, process automation, and digital project management.

Small enterprises account for 24% of the total sample, with their demand predominantly focused on basic and intermediate digital competencies, specifically work with MS Office, online communication, and e-shop administration.

Table 3 Distribution of Analyzed Job Postings by Sector and Enterprise Size

Sector	Small Enterprises	Medium Enterprises	Large Enterprises	Total	Share (in %)
IT Sector	22	35	41	98	25.5%
Industry and Manufacturing	28	46	36	110	28.6%
Trade and Services	25	30	25	80	20.8%
Finance and Banking	10	26	30	66	17.2%
Logistics and Transport	8	12	10	30	7.8%
Total	93	149	142	384	100%

Source: Author's own processing

Main Part of Primary Research on Recruitment Platforms

Table 3 provides a detailed overview of digital skills requirements by industry, categorizing them into five main areas. The data is expressed as a percentage of the occurrence of a given category out of the total number of analyzed job postings in the respective sector.

The results show that the IT sector unequivocally dominates in requirements for advanced digital skills (92%) and cybersecurity (75%), reflecting a high degree of technological maturity and a focus on modern solutions in artificial intelligence, data analytics, and cloud services. The high share in the area of digital communication (65%) indicates the need for effective project management and internal processes via CRM and ERP systems.

In Industry and Manufacturing, basic digital skills predominate (70%), but there is a growing demand for automation and robotics (65%), which aligns with Industry 4.0 trends where digitalization intersects with physical production through smart technologies. nevertheless, advanced digital skills are represented in this sector at a level of only 50%, signalling a need for further development of technological expertise and digital innovations.

Trade and Services show the highest share in the area of basic digital skills (85%), reflecting a strong orientation towards administrative and customer service positions. The category of digital communication (70%) is also significant, associated with e-shop management, online marketing, and work with customer platforms.

A similar trend can be observed in Finance and Banking, where 80% of positions require advanced digital skills in BI and AI, while 70% of postings emphasize the need for cybersecurity and data management, confirming the ongoing digital transformation of financial institutions and the growing importance of information protection.

Logistics and Transport represents a sector with a lower level of digitalization, dominated by basic skills (75%); however, demand for automation (35%) and digital communication (50%) is gradually increasing, indicating adaptation to modern digital transport and warehouse management systems (e.g., WMS, TMS).

Table 4 Required Digital Skills by Industry (in % of occurrence)

Sector	Basic Digital Skills	Advanced Digital Skills (BI, AI, Cloud)	Cybersecurity and Data	Digital Communication (CRM, ERP)	Automation and Robotics
IT Sector	45%	92%	75%	65%	40%
Industry and Manufacturing	70%	50%	25%	60%	65%
Trade and Services	85%	40%	20%	70%	15%
Finance and Banking	60%	80%	70%	55%	25%
Logistics and Transport	75%	45%	30%	50%	35%

Source: Author's own processing

Table 4 provides an overview of how the level of digital skills varies depending on enterprise size. The results indicate that small enterprises focus primarily on basic digital skills (88%), such as work with text editors, spreadsheets, and online communication.

Advanced technical skills and digital management skills (ERP/CRM systems) are represented at levels of only 25% to 35%, suggesting a lower degree of digital maturity and limited investment capacities for implementing complex IT solutions.

Medium enterprises achieve a more balanced profile; up to 45% require advanced technical skills, and more than half (55%) focus their needs on digital business management. Thus, this segment represents a key group in the transitional phase between basic and advanced digitalization.



Large enterprises exhibit the highest level of digital readiness: 70% require advanced technical skills, 80% actively use digital management (ERP, CRM, BI), and 40% require skills in artificial intelligence and data analytics. Furthermore, 45% of large enterprises emphasize the need for cybersecurity, which correlates with their greater data exposure and technological complexity.

The results point to a clear correlation between enterprise size and the level of digitalization. The larger the enterprise, the higher the probability of implementing advanced technologies and sophisticated digital management systems. This relationship confirms the theory that digital transformation requires not only technological resources but also organizational capacity, which smaller enterprises often lack.

For the design of an effective business model, these findings imply that the model must be adaptive according to size category; i.e., for small enterprises, it should include accessible digitalization tools, while for large enterprises, it should incorporate advanced elements of strategic management and data analytics.

Table 5 Digital Skills by Enterprise Size

Enterprise Size	Basic Skills	Advanced Technical Skills	Digital Management (ERP, CRM, BI)	AI and Data Analytics	Cybersecurity
Small Enterprises	88%	25%	35%	10%	12%
Medium Enterprises	75%	45%	55%	20%	25%
Large Enterprises	60%	70%	80%	40%	45%

Source: Author's own processing

Table 5 illustrates the relationship between economic sector and enterprise size in terms of digitization levels. The data shows that the IT sector achieves the highest rate of digitization across all enterprise categories, ranging from 65% in small enterprises to 95% in large ones, confirming its role as a leader in digital transformation.

The financial sector ranks immediately after (50 - 85%), with larger banking and insurance institutions having already fully implemented solutions in data analytics, automation, and security.

Industry and Manufacturing reach 30% digitization in small enterprises and 75% in large ones, indicating significant differences in approaches to technological investments and the use of industrial IoT solutions.

Trade and Services remain the most heterogeneous segment; only a quarter of small firms (25%) show digitization activity, while in large firms, digitization reaches a level of 60%.

In Logistics and Transport, the trend is similar, the growth of digitization correlates with firm size, with progress related primarily to the introduction of intelligent transport and warehouse systems.

Table 5 clearly shows that large enterprises in technologically intensive sectors (IT, Finance, Manufacturing) are the key drivers of digital transformation. Conversely, small enterprises in trade, services, and logistics lag behind, constituting the segment with the highest need for the development of digital skills and strategic digitization planning.

These results are crucial for the proposal of a differentiated competitiveness model, which must reflect not only the technological level of the sector but also the size structure of enterprises. At the same time, they provide an empirical basis for the formulation of research hypotheses in the main dissertation thesis regarding the relationship between digital maturity, strategic management, and business performance.

Table 6 The Link Between Sector and Company Size

Sector	Small Enterprises	Medium Enterprises	Large Enterprises
IT Sector	65%	80%	95%
Industry and Manufacturing	30%	55%	75%
Trade and Services	25%	40%	60%
Finance and Banking	50%	70%	85%
Logistics and Transport	35%	45%	65%

Source: Author's own processing

Table 5 summarizes the most frequently requested digital skills according to the DigComp framework, which represents a standardized model for evaluating digital competencies in five main areas.

The aim of this analysis is to determine which areas of digital skills dominate in the requirements of Slovak employers and how these requirements correspond with digital transformation trends in the labor market.

The results indicate that the highest incidence rate (72%) belongs to skills in the area of Information and Data Literacy, which includes working with digital information, documents, and data. The area of Communication and Collaboration (65%) ranks second, represented by the use of tools such as Teams, Outlook, Slack, or CRM systems. The area of Digital Content Creation (43%) reflects the need for employees to create, edit, and present digital materials. Typical tools

include WordPress, PowerPoint, and Canva, which are used primarily in marketing and administrative professions.

The area of Safety (21%) has a relatively low representation, suggesting that Slovak enterprises still do not attribute sufficient weight to cybersecurity, despite the growing threat of cyberattacks. The most frequent requirements concern knowledge of GDPR, password management, and antivirus systems. The area of Problem Solving (37%) represents the most advanced level of digital competencies, including data analytics, process automation, and the use of tools such as ERP, Power BI, Python, and SQL. These skills are characteristic of medium and large enterprises that are already implementing advanced forms of digitalization and data-driven management.

Table 7 Most Frequently Requested Digital Skills According to the DigComp Methodological Framework

Digital Area (DigComp)	Description	Incidence Rate (in %)	Most Frequently Requested Skills
Information and Data Literacy	Working with digital information and data	72%	MS Office, Excel, Google Workspace
Communication and Collaboration	Digital communication, CRM, and collaboration	65%	Teams, Outlook, Slack, CRM systems
Digital Content Creation	Working with documents, presentations, and content	43%	WordPress, PowerPoint, Canva
Safety	Data protection and cybersecurity	21%	GDPR, password management, antivirus systems
Problem Solving	Digital innovations, data analysis, automation	37%	ERP, Power BI, Python, SQL

Source: Author's own processing

3. Discussion

The research results provide a comprehensive view of the current state of demand for digital skills in Slovakia and confirm the existence of a structural gap identified in the DESI index analysis. While national initiatives such as "Digitálny žiak" or educational programs for seniors aim to improve general digital literacy, our empirical data indicate that the corporate sector - especially large enterprises and the IT industry requires a significantly higher level of specialized competencies.

A critical finding is the strong correlation between enterprise size and digital maturity. The analysis showed that large enterprises act as the primary drivers of digital transformation, with 80% utilizing advanced digital management tools like ERP or CRM. In contrast, small enterprises (SMEs) lag significantly, focusing

predominantly on basic skills such as information literacy and simple online communication. This discrepancy suggests that SMEs may face barriers in adopting Industry 4.0 technologies due to limited resources or a lack of qualified personnel, potentially widening the competitiveness gap between small and large market players.

Furthermore, the sectoral analysis revealed that while the IT and Finance sectors are highly digitized, sectors like Logistics and Transport or Trade are still in the early stages of digital adaptation, often limiting their requirements to basic operational tools. The relatively low demand for cybersecurity skills (21% overall incidence) is particularly alarming given the increasing global cyber threats, suggesting a potential underestimation of security risks by Slovak businesses.

Conclusion

The study successfully identified and analyzed the requirements for digital skills in the Slovak labor market. The findings confirm that while basic digital literacy (DigComp levels covering information processing and communication) is now a prerequisite for the majority of jobs, advanced strategic skills necessary for the digital economy such as data analytics, AI application, and advanced problem solving are concentrated mainly in specific high-tech sectors and large corporations.

To enhance the competitiveness of the Slovak economy, it is insufficient to merely increase the number of digitally literate individuals. It is essential to align the educational system more closely with specific market needs, focusing on the transition from basic user skills to advanced creative and analytical digital competencies. Future research should focus on developing a differentiated business model that provides specific support mechanisms for SMEs to bridge the digital gap. Only through a coordinated approach between educational institutions, policymakers, and the business sector can Slovakia improve its position in the DESI ranking and ensure sustainable economic growth in the digital era.

Acknowledgements

This article was prepared with the support of the project KEGA 051ŽU-4/2025.

References

- [1] European Commission. *Europe's Digital Decade: Digital targets 2030*. 2021. [online]. [accessed 2025-05-12]. Available online: <https://commission.europa.eu/strategy-and-policy/priorities-2019-2024/europe-fit-digital-age/europes-digital-decade-digital-targets-2030_en>
- [2] European Commission. *DESI: Above basic digital skills: country comparison (EU, SK). Data for 2024*. [online]. [accessed 2025-02-10]. Available online: <<https://digital-decade-desi.digital->



strategy.ec.europa.eu/datasets/desi/charts/compare-countries-progress?indicator=desi_dsk_ab&breakdown=ind_total&unit=pc_ind&country=EU,SK>

- [3] European Commission. *DESI: Basic digital skills: country comparison (EU, SK). Data for 2024*. [online]. [accessed 2025-01-02]. Available online: <https://digital-decade-desi.digital-strategy.ec.europa.eu/datasets/desi/charts/compare-countries-progress?indicator=desi_dsk_ab&breakdown=ind_total&unit=pc_ind&country=EU,SK>
- [4] European Commission. Expert group on digital transformation. *Final Report on the Impact of the Digital Transformation on EU Labour Markets*. [online]. 2019. [accessed 2025-02-12]. Available online: <<https://health-inequalities.eu/wp-content/uploads/2021/03/FinalReportHLGontheImpactoftheDigitalTransformationonEULabourMarkets.pdf>>
- [5] Ministry of Investments, Regional Development and Informatization of the Slovak Republic (MIRRI SR). *Strategy of the Digital Transformation of Slovakia 2030*. Bratislava: 2019. [online]. [accessed 2025-02-18]. Available online: <<https://mirri.gov.sk/wp-content/uploads/2019/06/Strategia-digitalnej-transformacie-Slovenska-2030.pdf>>
- [6] European Commission. DESI: Basic digital skills: country comparison (EU, SK). Data for 2024. [online]. [accessed 2024-01-02]. Available online: <https://digital-decade-desi.digital-strategy.ec.europa.eu/datasets/desi/charts/compare-countries-progress?indicator=desi_dsk_bab&breakdown=ind_total&unit=pc_ind&country=EU,SK>.

PRÍLEŽITOSTI A LIMITY VYUŽITIA UMELEJ INTELIGENCIE V SAMOSPRÁVACH

OPPORTUNITIES AND LIMITS OF THE USE OF ARTIFICIAL INTELLIGENCE IN THE LOCAL GOVERNMENTS

Daniel Gachulínek^{1,a}, Lucia Madleňáková^{1,b}, Radovan Madleňák^{1,c}

¹University of Žilina, Faculty of Operation and Economics of Transport and
Communications, Univerzitná 8215/1, 010 26 Žilina, Slovakia

^agachulínek@stud.uniza.sk, ^blucia.madlenakova@uniza.sk, ^cradovan.madlenak@uniza.sk

Abstrakt. Miestne samosprávy čoraz viac skúmajú potenciál umelej inteligencie (AI) a strojového učenia (ML) na zlepšenie efektivity a služieb občanom. Táto prehľadová štúdia mapuje existujúcu literatúru o aplikáciách AI/ML vo verejnom sektore so zameraním na miestnu samosprávu. Prehľad zahŕňa 20 štúdií z databázy Web of Science. Výsledky odhaľujú rôznorodé aplikácie vrátane mestského plánovania, environmentálneho manažmentu, verejnej bezpečnosti a finančného riadenia.

Kľúčové slová: umelá inteligencia, strojové učenie, miestna samospráva, verejný sektor, prehľadová štúdia

Abstract. Local governments are increasingly exploring artificial intelligence (AI) and machine learning (ML) to improve efficiency and service delivery. This scoping review maps the existing literature on AI/ML applications in the public sector, focusing on local government contexts. The review included 20 studies from Web of Science database. Results reveal diverse AI/ML applications including urban planning, environmental management, public safety, and financial management.

Keywords: artificial intelligence, machine learning, local government, public sector, scoping review

JEL Classification: H83, O33, O38

Introduction

Artificial intelligence (AI) and machine learning (ML) are rapidly transforming various sectors, and the public sector, particularly local government, is no exception [6]. Local governments are increasingly exploring the potential of these technologies to enhance service delivery, improve efficiency, and address complex urban challenges such as traffic congestion, environmental pollution, and public safety [8, 13]. AI/ML applications can range from predictive policing and intelligent transportation systems to automated administrative tasks and personalized citizen services [15].

The adoption of AI/ML in local government is driven by several factors, including increasing data availability, advancements in AI/ML algorithms, and growing pressure to improve public services with limited resources [19]. However, the implementation of AI/ML in the public sector also presents significant challenges, such as ethical concerns, data privacy issues, and the need for skilled personnel [18]. Understanding the current landscape of AI/ML applications in local government is crucial for informing future research, policy decisions, and practical implementations.

The primary objective of this scoping review is to map the existing literature on AI/ML applications within the public sector, specifically focusing on local government contexts. This review is guided by the PCC (Population, Concept, Context) framework. The Population of interest is local governments and their various departments and agencies. The Concept under investigation is the application of AI and ML technologies. The Context is the diverse range of functions and services provided by local governments, including urban planning, transportation, public safety, environmental management, and financial management.

1. Methods

1.1 Eligibility Criteria

The eligibility criteria were defined using the PCC framework. The population included local governments, encompassing their various departments, agencies, and employees. The concept of interest was the application of AI and ML technologies, including natural language processing (NLP), computer vision, predictive analytics, and robotic process automation (RPA). Studies were included if they described the use of AI/ML to address a specific problem or improve a particular process within local government.

Studies were excluded if they were review or meta-analysis papers, non-English papers, conference abstracts without full text, or focused solely on private sector AI

applications. To be included, studies had to be peer-reviewed empirical studies, include a methodology description, and report findings or outcomes.

1.2 Information Sources and Search Strategy

The search for relevant studies was conducted using Web of Science database. This database was selected because it provides comprehensive coverage of scholarly literature in a wide range of disciplines, including computer science, engineering, public administration, and urban studies. The search was limited to peer-reviewed articles published in English.

1.3 Selection and Data Extraction

The selection of sources was conducted in a two-stage process. First, the titles and abstracts of all identified records were screened by two independent reviewers to determine their eligibility for inclusion. Any disagreements between the reviewers were resolved through discussion and consensus. Second, the full texts of all potentially eligible records were retrieved and assessed against the inclusion criteria. Data were extracted using a pre-defined charting template including study characteristics, AI/ML techniques used, application areas, data sources, and reported outcomes.

2. Results

2.1 Selection of Sources of Evidence

The initial search strategy identified 80 records from Web of Science database. Following the removal of duplicates, 77 records were screened based on their titles and abstracts. During this screening phase, 57 records were excluded because they did not meet the pre-defined inclusion criteria. This process left 20 full-text articles to be assessed for eligibility. Of these 20 articles, none were excluded, resulting in a final inclusion of 20 studies in this scoping review.

2.2 Characteristics of Sources of Evidence

The included studies exhibit a diverse geographic distribution, with a notable concentration in China [4, 5, 12, 16, 20]. Multiple studies adopted a multi-country approach [18, 19, 11]. Other countries represented include Germany [10], Denmark [7], Belgium [13], Indonesia [9], and Spain [1]. The publication years reveal a recent surge in research interest, with the majority of studies published between 2022 and 2025.

The study designs employed are varied, encompassing both qualitative and quantitative approaches. Several studies utilized quantitative methods, including panel data analysis [5], machine learning algorithms [3, 4, 16], and statistical modeling [13]. Qualitative studies adopted methods such as semi-structured interviews [6], case studies [7, 9, 10], and policy document analysis [11].

2.3 Synthesis of Results

Theme 1: Decision-Making and Resource Allocation. One of the most prominent themes is the use of AI to enhance decision-making and optimize resource allocation. Diwandari et al. [9] utilized decision trees to prioritize social aid distribution during the Covid-19 pandemic. Li et al. [3] developed an early warning system for local government debt risk using machine learning. Li and Chen [16] employed random forests for debt risk assessment.

Theme 2: Environmental Management and Sustainability. Another significant theme revolves around AI application in environmental management. Lv et al. [5] examined how government environmental concerns affect haze pollution. Präger et al. [17] provided a bottom-up approach for calculating GHG Protocol Scope 3 emissions related to construction activities of municipalities.

Theme 3: Public Perception and Acceptance of AI. The theme of public perception and acceptance is crucial for ensuring successful AI adoption. David et al. [18] explored public perceptions of responsible AI using the theory of planned behavior. Yigitcanlar et al. [6] examined perceptions of city managers on AI adoption prospects, identifying data bias and lack of ethical frameworks as key constraints.

Theme 4: Ethical and Governance Challenges. Ethical and governance challenges represent a critical theme. David et al. [11] analyzed international municipal policy documents to understand local government responsible AI strategies. Nikiforova et al. [19] theorized the evolution of public data ecosystems, considering emerging technologies such as AI.

Theme 5: AI and Automation in Public Services. AI and automation are increasingly transforming public services. Kowalczyk [15] explored robotic process automation in accounting for public sector entities. Sievers and Russwinkel [10] found that a humanoid robot with NLP capabilities was preferred over tablet-based solutions in the Kiel City Council.

3. Discussion

The scoping review reveals a multifaceted landscape of AI applications within local government, spanning decision-making, resource allocation, environmental management, and public service delivery. A central theme is the potential of AI to

enhance efficiency and effectiveness, particularly with limited resources. Studies such as Diwandari et al. [9] and Ma et al. [8] demonstrate the capacity of AI to optimize resource allocation. The application extends to proactive risk management, as evidenced by Li et al. [3].

The review highlights the importance of ethical and governance frameworks [11, 18]. The integration of AI into environmental management represents another significant area. Studies such as Hussain et al. [20] demonstrate AI use in haze management. However, successful implementation requires careful consideration of public perception. Yigitcanlar et al. [6] and David et al. [18] highlight the importance of addressing public concerns and ensuring transparency.

This review has certain limitations. It was limited to English-language studies and specific databases. The time period was limited to 2022-2025. The scoping review methodology does not allow for critical appraisal of individual study quality.

Conclusion

This scoping review provides a comprehensive overview of AI applications in local government, highlighting its potential to enhance efficiency, improve decision-making, and address complex challenges. The review underscores the importance of considering ethical, social, and governance implications. The key takeaway is that AI has the potential to transform local government operations, but successful implementation requires careful planning, collaboration, and commitment to ethical principles.

For future research, the review identifies gaps including the need for more research on ethical implications, impact on public sector employment, and development of robust evaluation frameworks. For practice, recommendations include developing clear AI strategies, investing in data infrastructure, engaging with citizens, and ensuring transparency and accountability.

Acknowledgements

This research was funded by Slovak Research and Development Agency grant number VVMVP-24-0375.

References

- [1] J. Criado and L. de Zarate-Alcarazo, "Technological frames, CIOs, and Artificial Intelligence in public administration: A socio-cognitive exploratory study in Spanish local governments," *Government Information Quarterly*, 2022. [Online]. Available: <http://dx.doi.org/10.1016/j.giq.2022.101688>



- [2] J. Qi, L. Ding, and S. Lim, "A Decision-Making Framework to Support Urban Heat Mitigation by Local Governments," *Resources Conservation and Recycling*, 2022. [Online]. Available: <http://dx.doi.org/10.1016/j.resconrec.2022.106420>
- [3] X. Li, X. Ge, and C. Chen, "Several explorations on how to construct an early warning system for local government debt risk in China," *PLoS ONE*, 2022. [Online]. Available: <http://dx.doi.org/10.1371/journal.pone.0263391>
- [4] C. Xie, R. Ahmad, and E. Koh, "Does credit rating agency reputation matter in China's local government bond market?," *PLoS ONE*, 2022. [Online]. Available: <http://dx.doi.org/10.1371/journal.pone.0274828>
- [5] Y. Lv et al., "How do government environmental concerns affect haze pollution?," *Frontiers in Environmental Science*, 2022. [Online]. Available: <http://dx.doi.org/10.3389/fenvs.2022.945226>
- [6] T. Yigitcanlar, D. Agdas, and K. Degirmenci, "Artificial intelligence in local governments: perceptions of city managers on prospects, constraints and choices," *AI & Society*, 2023. [Online]. Available: <http://dx.doi.org/10.1007/s00146-022-01450-x>
- [7] C. Hallin and N. Lipka, "Reinventing local government through collective intelligence and artificial intelligence: How a Danish municipality harnesses citizen insights," *Routledge Handbook of Collective Intelligence for Democracy and Governance*, 2023. [Online]. Available: <http://dx.doi.org/10.4324/9781003215929-18>
- [8] J. Ma et al., "Optimizing inland port scale and function decisions: A bilevel programming approach," *International Journal of Industrial Engineering Computations*, 2023. [Online]. Available: <http://dx.doi.org/10.5267/j.ijiec.2023.5.001>
- [9] S. Diwandari et al., "The Utility of Decision Tree and Analytics Hierarchy Process in Prioritizing of Social Aid Distribution due to Covid-19 Pandemic in Indonesia," *Journal of ICT Research and Applications*, 2023. [Online]. Available: <http://dx.doi.org/10.5614/itbj.ict.res.appl.2023.17.1.6>
- [10] T. Sievers and N. Russwinkel, "Project Report: Requirements for a Social Robot as an Information Provider in the Public Sector," *Künstliche Intelligenz*, 2024. [Online]. Available: <http://dx.doi.org/10.1007/s13218-024-00840-1>
- [11] A. David et al., "Understanding local government responsible AI strategy: An international municipal policy document analysis," *Cities*, 2024. [Online]. Available: <http://dx.doi.org/10.1016/j.cities.2024.105502>



- [12] J. Shen et al., "Are PPP projects poor fundability in China: Based on ensemble learning," *Project Leadership and Society*, 2024. [Online]. Available: <http://dx.doi.org/10.1016/j.plas.2024.100121>
- [13] P. Iliopoulos and K. De Witte, "The expenditure composition and trade-offs in local government budgets," *Socio-Economic Planning Sciences*, 2024. [Online]. Available: <http://dx.doi.org/10.1016/j.seps.2024.101900>
- [14] S. Mohri et al., "Last-Mile logistics with on-premises parcel Lockers: Who are the real Beneficiaries?," *Transportation Research Part E-Logistics and Transportation Review*, 2024. [Online]. Available: <http://dx.doi.org/10.1016/j.tre.2024.103458>
- [15] M. Kowalczyk, "Robotic Process Automation in accounting for public sector entities from the perception of clerks-evolution or revolution?," *Zeszyty Teoretyczne Rachunkowości*, 2024. [Online]. Available: <http://dx.doi.org/10.5604/01.3001.0054.7263>
- [16] K. Li and Z. Chen, "Leveraging Multi-source Data for Local Government Financing Vehicles Debt Risk Assessment Via Random Forests," *International Journal of Computational Intelligence Systems*, 2025. [Online]. Available: <http://dx.doi.org/10.1007/s44196-025-00778-8>
- [17] L. Präger et al., "LCA-based calculation of GHG Protocol Scope 3: A bottom-up approach to determine GHG emissions of the construction activity of municipalities," *Building and Environment*, 2025. [Online]. Available: <http://dx.doi.org/10.1016/j.buildenv.2025.113502>
- [18] A. David et al., "Public perceptions of responsible AI in local government: A multi-country study using the theory of planned behaviour," *Government Information Quarterly*, 2025. [Online]. Available: <http://dx.doi.org/10.1016/j.giq.2025.102054>
- [19] A. Nikiforova et al., "Theorizing the evolution of public data ecosystems: An empirically grounded multi-generational model and future research agenda," *Government Information Quarterly*, 2025. [Online]. Available: <http://dx.doi.org/10.1016/j.giq.2025.102062>
- [20] J. Hussain et al., "AI-strategic game-theoretic analysis of haze management: A study on local government decision-making in China," *Sustainable Futures*, 2025. [Online]. Available: <http://dx.doi.org/10.1016/j.sftr.2025.100725>

DIGITAL READINESS AND LABOUR MARKET IMPLICATIONS IN THE VISEGRAD GROUP (V4): A COMPARATIVE ANALYSIS

Ivona Chupaň Kunertová^{1,a}, Mariana Strenitzerová^{1,b}

¹ University of Žilina (SLOVAKIA)

^aivona.kunertova@stud.uniza.sk, ^bmariana.strenitzerova@fpedas.uniza.sk

Abstract. This paper analyses the digital readiness of the Visegrad Four countries using the Digital Decade indicators and the DESI framework, and discusses their implications for labour markets in the V4 region. The analysis is based on the European Commission's Digital Decade 2025 Country Reports and focuses on digital infrastructure, business digitalisation, and workforce digital skills. The findings reveal persistently low adoption of advanced digital technologies, shortages of ICT specialists, and a mismatch between technological ambitions and workforce readiness, posing risks to the long-term competitiveness of the region.

Keywords: Digital transformation, Digital Decade, DESI, labour market, digital skills, Visegrad Four (V4)

JEL Classification: J21, J24, O33, O52

Introduction

Digital transformation represents one of the key determinants of economic growth, competitiveness, and resilience of European economies in the 21st century [1]. In response to accelerating technological change, automation, and increasing global technological competition, the European Union has adopted the strategic framework of the Digital Decade, which sets concrete targets to be achieved by 2030 in the areas of digital infrastructure, digital skills, business digitalisation, and digital public services [2]. Progress of Member States is monitored through the Digital Decade Key Performance Indicators, which build upon the Digital Economy and Society Index (DESI) and enable systematic comparison of digital readiness across countries [3].

In this context, particular attention should be paid to the Visegrad Four countries—Slovakia, the Czech Republic, Poland, and Hungary. This region is characterised by shared historical and structural features, notably a high share of industrial production, export-oriented economies, and the dominant role of small and medium-sized enterprises [10]. These characteristics increase the sensitivity of the region to automation processes, digitalisation of production, and transformation of jobs [5]. At the same time, V4 countries enter the Digital Decade with differing levels of digital infrastructure, population digital skills, and firms' capacity to adopt

advanced digital technologies, as documented by the Digital Decade indicators and DESI results [4], [6–9].

Existing analyses indicate that although V4 countries achieve comparable or above-average results in selected digital domains within the EU, significant challenges persist, particularly in business digitalisation and development of advanced digital skills [4], [11]. A mismatch between technological ambitions, institutional strategies, and workforce readiness may weaken the region's ability to maintain competitiveness and adapt to changing working conditions in the long run [10].

The aim of this paper is to analyse the digital readiness of the Visegrad Four countries based on the Digital Decade indicators and the DESI framework, identify common trends and differences in digital performance, and discuss their implications for labour markets in the V4 region [3], [6–9]. The analysis focuses primarily on digital infrastructure, business digitalisation, and digital skills, which play a crucial role in shaping the future structure of employment [4], [5]. The human dimension of digital transformation, including potential psychosocial consequences of rapid workplace digitalisation, is outlined as a relevant area for further research [12], [13].

1. Theoretical and Policy Framework of Digital Transformation

Digital transformation in the European Union is shaped not only by technological progress but also by strategic policy frameworks that define its direction, pace, and evaluation criteria [1], [2]. A key instrument in this approach is the Digital Decade framework, which enables the assessment of digital readiness across economies through a set of measurable indicators covering infrastructure, businesses, skills, and public services [2], [3]. From a theoretical perspective, digital transformation within this framework is closely linked to competitiveness, economic resilience, and labour market dynamics [10].

1.1 The EU Digital Decade and Its Pillars

The Digital Decade represents a comprehensive strategic framework aimed at coordinating digital transformation across EU Member States through clearly defined targets, measurable indicators, and national implementation pathways [2]. It builds upon the DESI index, which has long served as an analytical tool for assessing digital development, while extending it through a stronger policy orientation and integration with EU economic and industrial objectives [3].

The Digital Decade introduces a set of Digital Decade KPIs directly linked to national digital strategies and policy commitments, covering digital infrastructure, business digitalisation, digital skills, and digital public services [2], [3]. These indicators enable systematic monitoring of progress while revealing structural differences in digital readiness across regions and countries [4].

Moreover, the Digital Decade explicitly links digital transformation with competitiveness and economic resilience. Development of high-capacity connectivity, adoption of advanced digital technologies by firms, and systematic upgrading of workforce digital skills are regarded as prerequisites for sustaining productivity and innovation in the global economy [1], [11].

1.2 Digital Transformation and the Labour Market

Digital transformation has profound implications for labour markets, employment structures, and skill requirements. Automation and increasing digital intensity of firms reshape work processes and raise demand for advanced digital and transversal skills [5], [11]. At the same time, these processes deepen disparities between regions and sectors depending on their ability to adapt to technological change [10].

Uneven impacts of digital transformation are particularly evident in industrially oriented economies, including the Visegrad Four countries [10]. Regions with high concentrations of manufacturing activities are more exposed to automation of routine tasks, while insufficient digital skills development and low digital intensity of SMEs may limit positive employment effects of digitalisation [4], [6–9].

Beyond structural labour market changes, the literature increasingly highlights psychosocial aspects of workplace digitalisation. Rapid technological change and increasing adaptation demands may generate technostress as a side effect of digital transformation, particularly where organisational and institutional support is insufficient [12], [13]. However, this phenomenon is not systematically captured by DESI or Digital Decade KPIs, indicating a gap between digital performance measurement and assessment of working conditions [12].

2. Methodology and Data

The analysis is based on official Digital Decade 2025 Country Reports for Slovakia, the Czech Republic, Poland, and Hungary, which provide harmonised data on digital transformation using Digital Decade indicators and the DESI framework [6–9]. These reports are complemented by DESI methodological documentation and the Digital Decade DESI visualisation tool, which enables cross-country comparison of digital performance [3], [4].

Methodologically, the study applies descriptive and comparative analysis focusing on indicators relevant to labour market adaptation: basic digital skills, ICT specialists, digital intensity of enterprises, and adoption of advanced digital technologies [3], [4]. Digital infrastructure indicators (FTTP, VHCN, 5G) are analysed as enabling conditions for digitalisation [6–9].

The analysis identifies common patterns and differences across V4 countries and interprets them in the context of regional structural characteristics, particularly industrial orientation and SME dominance [10]. Methodological limitations stem

from the aggregated nature of DESI indicators, which do not capture qualitative aspects of digital transformation, including working conditions and psychosocial impacts [12].

3. Digital Readiness of the V4 Countries – Results of the Analysis

This section presents the results of a comparative analysis of the digital readiness of the Visegrad Four countries based on the Digital Decade indicators and the DESI framework. The analysis focuses on three key areas – digital infrastructure, business digitalisation, and workforce digital skills – which fundamentally shape the adaptive capacity of the V4 region in the context of digital transformation.

3.1 Digital Infrastructure

Digital infrastructure represents a fundamental prerequisite for successful digital transformation of an economy, which is also reflected in its prominent role within the Digital Decade framework, where it constitutes one of the key pillars of digital readiness assessment. The results of the analysis reveal substantial differences among the Visegrad Four countries, with Poland and Hungary generally achieving better outcomes in high-capacity network coverage compared to Slovakia and the Czech Republic [6–9]. In particular, disparities in FTTP and VHCN coverage are evident not only at the national level but also across regions.

Poland and Hungary benefit from relatively earlier and more extensive investments in digital infrastructure, which is reflected in their more favourable positions relative to the EU average in terms of fixed very high-capacity connectivity and 5G network coverage [8], [9]. By contrast, Slovakia and the Czech Republic have recorded gradual improvements in 5G connectivity, yet they continue to lag behind in the development of fibre networks, particularly in less urbanised areas [6], [7]. These differences point to persistent investment and regulatory barriers that slow down the even expansion of digital infrastructure.

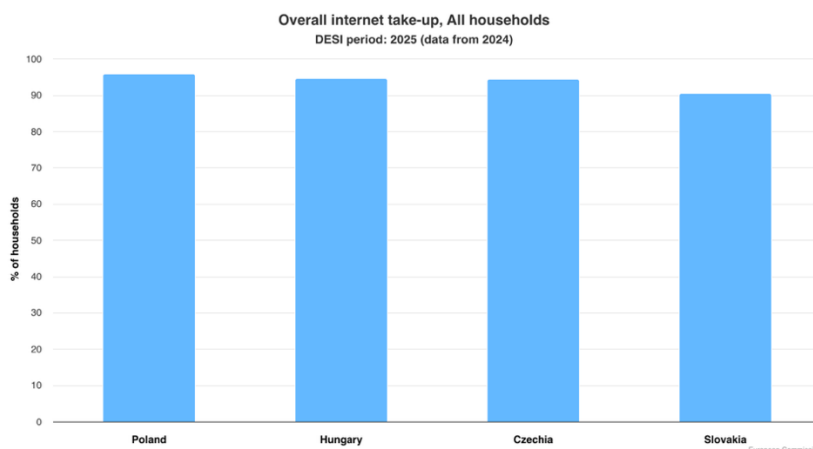


Figure 1: Overall internet take-up in the Visegrad (V4) region

Source: [4]

A specific challenge across the V4 region remains pronounced urban–rural disparities in access to high-quality internet connectivity, which are most evident in Slovakia and the Czech Republic [6], [7]. Insufficient coverage of rural areas by high-capacity networks limits business digitalisation, constrains the development of remote work, and restricts access to digital public services. In this context, digital infrastructure becomes not only a technical but also a regional and socio-economic factor that may deepen existing regional disparities and negatively affect the long-term competitiveness of V4 countries.

3.2 Business Digitalisation and Technology Adoption

Business digitalisation constitutes one of the core pillars of the Digital Decade, as the level of digital technology adoption directly affects productivity, innovation capacity, and economic competitiveness. The results of the analysis indicate that despite gradual improvements in firms' digital intensity, the Visegrad Four region remains below the EU average, particularly with regard to the adoption of advanced digital technologies [4], [6–9]. This pattern is common across all V4 countries and represents one of their most significant structural challenges in the digital transformation process.

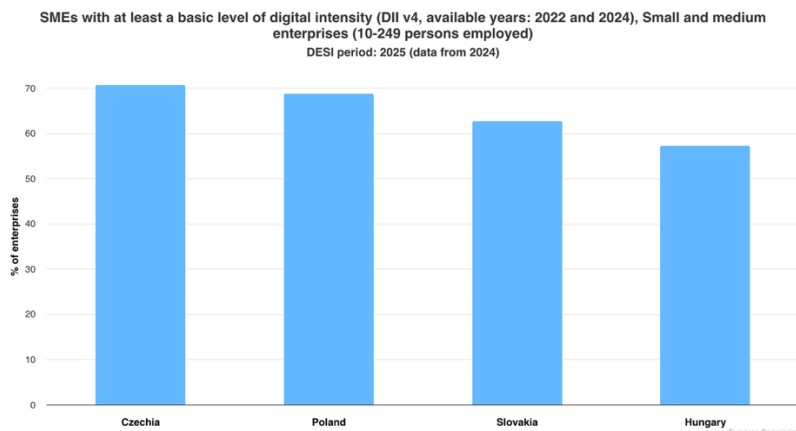


Figure 2: SMEs with at least basic level of digital intensity in the Visegrad (V4) region

Source: [4]

The adoption of artificial intelligence remains particularly low across the V4 countries, with 2024 levels remaining far below the targets set for 2030 under the Digital Decade framework [4], [6–9]. Even in countries that perform relatively well in terms of digital infrastructure or cloud adoption, the use of AI is largely confined to a narrow group of firms, primarily large organisations and technology-oriented enterprises. This discrepancy suggests that technological availability alone is insufficient to ensure widespread adoption of innovative solutions.

Small and medium-sized enterprises represent a major bottleneck in the digital transformation of the V4 region, despite constituting the dominant segment of the business structure. Low digital intensity of SMEs, limited financial resources, shortages of qualified personnel, and managerial barriers slow down the implementation of advanced digital technologies, including artificial intelligence, data analytics, and automation [6–9], [11]. As a result, business digitalisation in the V4 countries progresses unevenly, which may weaken their ability to integrate into higher segments of global value chains and maintain competitiveness in the digital economy over the long term.

3.3 Digital Skills and the ICT Workforce

Digital skills of the population and the availability of a qualified ICT workforce are among the decisive factors of successful digital transformation and constitute a key pillar of the Digital Decade. The results of the analysis suggest that the Visegrad 4 countries achieve relatively favourable outcomes in basic digital skills, in some cases approaching or slightly exceeding the EU average [4], [6–9]. However, this positive trend contrasts sharply with persistent shortages of advanced digital competencies and the low share of ICT specialists in total employment.

The lack of ICT professionals represents a common challenge across all V4 countries and a significant barrier to further business digitalisation, particularly in the adoption of advanced technologies such as artificial intelligence, data analytics, and cybersecurity [6–9], [11]. Although some countries have recorded gradual increases in the number of ICT specialists, the pace of growth remains insufficient to meet rising labour market demand. This mismatch between the supply and demand of digital skills may slow down innovation processes and reduce the ability of V4 economies to fully exploit the potential of digital technologies.

This skills gap is further reflected in firm-level investment in digital upskilling. According to the DESI 2025 indicator Enterprises providing ICT training, only a limited share of enterprises in the Visegrad 4 countries actively support the development of ICT skills among their employees. While Poland (approximately 31%) and Czechia (around 27%) show comparatively higher engagement in ICT training, Hungary and Slovakia remain below 20%, indicating weaker involvement of enterprises in systematic digital skills development. Insufficient workplace-based ICT training may reinforce existing shortages of advanced digital competencies and constrain the capacity of firms to adopt and effectively use advanced digital technologies, particularly in knowledge-intensive and innovation-driven activities [6–9].

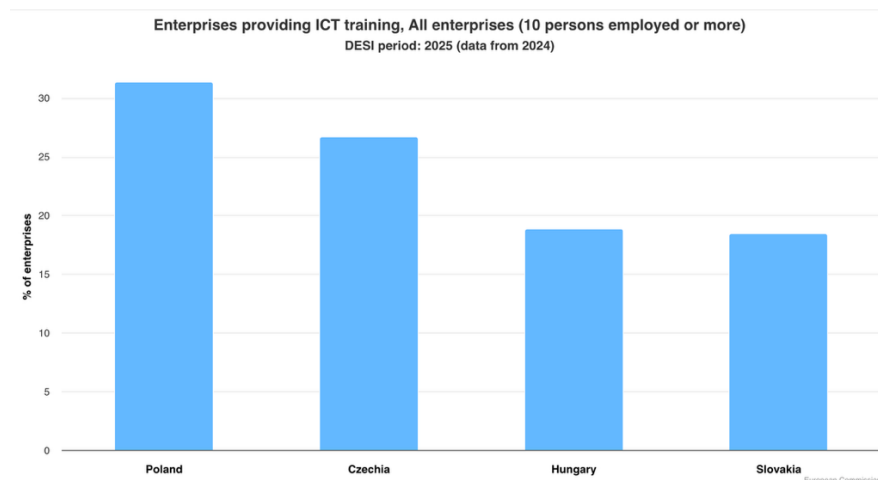


Figure 3: Enterprises providing ICT training in the Visegrad (V4) region

Source: [4]

From a long-term perspective, the combination of relatively well-developed basic digital skills and shortages of highly qualified ICT professionals has important implications for the competitiveness of the V4 region. Without systematic strengthening of advanced digital skills, expansion of lifelong learning, and closer alignment between education systems and labour market needs, V4 countries risk remaining primarily users rather than creators of digital technologies [1], [10]. This

highlights the strategic importance of investment in human capital as a necessary condition for sustainable digital transformation of the region.

4. Discussion: Implications for the Labour Market in the V4 region

The results of the analysis point to a significant mismatch between the technological ambitions of digital transformation and the actual readiness of the workforce in the Visegrad Four countries. Although the Digital Decade framework and DESI indicators capture gradual progress in digital infrastructure and basic digital skills, the ability of V4 economies to translate technological development into sustainable productivity growth and high-quality employment remains limited [4], [6–9]. This mismatch is particularly evident in business digitalisation and the availability of advanced digital competencies, which are crucial for the creation of high value-added jobs.

Table 1: Digital Decade KPI Comparison (DESI 2025)

KPI	Czechia	Hungary	Poland	Slovakia	EU
VHCN coverage (%)	53.9	86.0	83.8	73.0	82.5
FTTP coverage (%)	40.6	79.9	77.8	67.8	69.2
Overall 5G coverage (%)	99.1	85.6	89.3	87.9	94.3
Edge nodes (estimate)	21	16	82	10	2257
SMEs with basic digital intensity (%)	70.8	57.4	69.0	62.9	72.9
Cloud adoption (%)	35.2	39.8	46.5	30.2	—
AI adoption (%)	11.3	7.4	5.9	10.8	13.5
Data analytics (%)	19.5	53.2	19.3	30.2	—
AI/Cloud/Data analytics (%)	43.1	65.6	51.8	45.8	—
Unicorns (count)	4	0	11	0	286
Basic digital skills (%)	69.1	58.9	44.3	51.3	—
ICT specialists (% workforce)	4.5	4.5	4.5	4.6	5.0

Source: Digital Decade 2025: Country Reports. Available at: [6], [7], [8], [9]

One of the key risks associated with digital transformation in the V4 region is labour market polarisation. Automation and increasing digital intensity of firms may raise demand for highly skilled workers, while routine and low-skilled jobs typical of industrial sectors face increasing pressure to transform or disappear [5], [10]. In regions with a high concentration of manufacturing activities, this process may deepen disparities between qualification groups and generate imbalances in regional

labour markets, particularly in areas with limited access to reskilling and digital education.

At the same time, growing pressure is placed on employees in industrial sectors who are exposed to rapid technological change without adequate support from firms and public policies. Digitalisation of work processes, introduction of new digital tools, and increasing demands for flexibility and continuous learning raise individual adaptation requirements, which may negatively affect job quality. In this context, the concept of technostress increasingly appears in the literature as a potential side effect of rapid workplace digitalisation, particularly in environments where technological change is not accompanied by systematic skills development and organisational support [12], [13].

From the perspective of digital readiness assessment, the absence of systematic monitoring of psychosocial aspects of workplace digitalisation represents a significant research gap. While DESI and Digital Decade KPIs provide a robust picture of the technological and institutional dimensions of digital transformation, they do not capture its impacts on working conditions, employee well-being, and adaptive capacity. For a comprehensive assessment of the sustainability of digital transformation in the V4 region, it is therefore necessary to complement existing quantitative indicators with dimensions reflecting the human aspects of digital work [12].

Conclusion

This paper analysed the digital readiness of the Visegrad Four countries based on the Digital Decade indicators and the DESI framework, with a focus on digital infrastructure, business digitalisation, and workforce digital skills [3], [6–9]. The findings highlight persistent differences among V4 countries as well as shared structural weaknesses, particularly low adoption of advanced digital technologies by firms and shortages of ICT specialists. These factors constrain the ability of the region to fully leverage the potential of digital transformation in support of productivity growth and long-term competitiveness [4], [11].

The analysis further demonstrates that digital transformation in the V4 countries is characterised by a mismatch between technological ambitions and workforce readiness, which creates labour market risks, especially in industrially oriented economies [5], [10]. Although the Digital Decade framework provides a robust tool for assessing technological and institutional progress, its limitation lies in the absence of indicators capturing job quality and workforce adaptive capacity.

From a future research perspective, there is a clear need to complement existing quantitative assessments of digital readiness with dimensions reflecting the human aspects of digital transformation. Linking DESI and Digital Decade KPIs with labour market indicators, job quality measures, and psychosocial aspects of

digitalisation would enable a more comprehensive evaluation of the sustainability of digital transformation in the Visegrad Four region [12], [13].

Acknowledgements

VEGA 1/0333/24 Innovative business models in the urban circular economy

References

- [1] European Commission. (2020). Shaping Europe's Digital Future. Brussels: European Commission. Available at: https://commission.europa.eu/system/files/2020-02/communication-shaping-europes-digital-future-feb2020_en_4.pdf
- [2] European Commission. (2021). Policy Programme "Path to the Digital Decade". Brussels: European Commission. Available at: <https://digital-strategy.ec.europa.eu/en/policies/digital-decade-policy-programme>
- [3] European Commission. (2024). Digital Economy and Society Index (DESI): Methodological Overview. Brussels: European Commission. Available at: <https://digital-decade-desi.digital-strategy.ec.europa.eu/datasets/desi/charts>
- [4] European Commission. (2024). Digital Decade DESI Visualisation Tool. European Commission – Digital Strategy. Available at: <https://digital-decade-desi.digital-strategy.ec.europa.eu/>
- [5] Acemoglu, D., & Restrepo, P. (2018). Artificial intelligence, automation and work. *Journal of Economic Perspectives*, 34(3), 30–65. <https://www.nber.org/papers/w24196>
- [6] European Commission. (2025). Digital Decade 2025: Country Report – Slovakia. Brussels: European Commission. Available at: <https://digital-strategy.ec.europa.eu/en/library/digital-decade-2025-country-reports>
- [7] European Commission. (2025). Digital Decade 2025: Country Report – Czechia. Brussels: European Commission. Available at: <https://digital-strategy.ec.europa.eu/en/library/digital-decade-2025-country-reports>
- [8] European Commission. (2025). Digital Decade 2025: Country Report – Poland. Brussels: European Commission. Available at: <https://digital-strategy.ec.europa.eu/en/library/digital-decade-2025-country-reports>
- [9] European Commission. (2025). Digital Decade 2025: Country Report – Hungary. Brussels: European Commission. Available at: <https://digital-strategy.ec.europa.eu/en/library/digital-decade-2025-country-reports>
- [10] OECD. (2019). THE FUTURE OF WORK. OECD Employment Outlook 2019. Paris: OECD Publishing. Available at: https://www.oecd.org/content/dam/oecd/en/publications/reports/2019/04/oecd-employment-outlook-2019_0d35ae00/9ee00155-en.pdf



- [11] OECD. (2019). Going Digital: Shaping Policies, Improving Lives. Paris: OECD Publishing. Available at: https://www.oecd.org/en/publications/going-digital-shaping-policies-improving-lives_9789264312012-en.html
- [12] Eurofound. (2020). Digitalisation and Working Conditions in the European Union. Luxembourg: Publications Office of the European Union. Available at: <https://www.eurofound.europa.eu/en/surveys-and-data/surveys/european-working-conditions-survey>
- [13] Tarafdar, M., Cooper, C. L., & Stich, J. F. (2019). The technostress trifecta – techno eustress, techno distress and design. Information Systems Journal, 29(1), 6–42. <https://doi.org/10.1111/isj.12169>

THE IMPACT OF GREEN AND DIGITAL TECHNOLOGIES ON INTERNAL COSTS OF SMES

Daniil Morozov^{1,a}, Tatiana Čorejová^{2,b}

^{1,2} Žilinská univerzita v Žiline, Univerzitná 8215/1, 01026 Žilina, Slovenská republika

^a morozov1@stud.uniza.sk, ^b tatiana.corejova@uniza.sk,

Abstrakt. Výskum dvojitej zelenej a digitálnej transformácie v malých a stredných podnikoch sa vo veľkej miere zameriaval na externé výsledky udržateľnosti, zatiaľ čo dôsledky interných nákladov zostávajú menej preskúvané. Táto práca syntetizuje relevantnú literatúru a porovnáva zdokumentované prípady malých a stredných podnikov s kvantifikovanými výsledkami s cieľom posúdiť, ako zelené a digitálne technológie ovplyvňujú interné náklady a nákladovú efektívnosť. Doterajšie zistenia naznačujú, že intervencie v digitálnych procesoch zlepšujú nákladovú efektívnosť prostredníctvom zlepšenia pracovných postupov a ich koordinácie, zatiaľ čo zelené opatrenia znižujú náklady najmä prostredníctvom nižšej spotreby energie a zdrojov, pričom výsledky sa líšia v závislosti od kontextu a rozsahu. Digitálne nástroje súvisiace s ESG môžu ďalej podporovať environmentálny manažment a znižovať administratívnu záťaž tam, kde sa meria. Štúdia zdôrazňuje potrebu harmonizovaného merania interných nákladov v budúcom výskume malých a stredných podnikov, najmä v Európe.

Kľúčové slová: zelené technológie, digitálne technológie, interné náklady, malé a stredné podniky

Abstract. Research on the twin green and digital transition in small and medium-sized enterprises (SMEs) has largely emphasized external sustainability outcomes, while internal cost implications remain less explored. This paper synthesizes relevant literature and compares documented SME cases with quantified results to assess how green and digital technologies affect internal costs and cost efficiency. The evidence suggests that digital process interventions improve cost efficiency through workflow and coordination gains, whereas green measures mainly reduce costs via lower energy and resource use, with outcomes varying by context and scale. ESG-related digital tools can further support environmental management and reduce administrative burdens where measured. The study highlights the need for harmonized internal-cost measurement in future SME research, particularly in Europe.

Keywords: green technologies, digital technologies, internal costs, small and medium-sized enterprises

JEL Classification: L26, Q55

Introduction

In recent years, digitalization has become one of the most significant drivers of organizational and economic change. The diffusion of technologies such as cloud computing, automation, big data analytics, the Internet of Things (IoT), and artificial intelligence has transformed how enterprises operate, manage processes, and create value. Digital transformation is increasingly understood not only as a technological shift, but as a strategic reconfiguration of business models, processes, and capabilities aimed at improving efficiency, decision-making, and competitiveness [10], [15], [16]. For small and medium-sized enterprises (SMEs), digitalization is particularly relevant because it offers opportunities to overcome resource constraints, streamline operations, and enhance innovation performance [16].

At the same time, the global business environment has been shaped by the growing emphasis on sustainability and the “green agenda,” driven by initiatives such as the European Green Deal, national regulations, and broader ESG expectations. Governments, markets, and stakeholders increasingly require firms to reduce their environmental footprint, improve energy efficiency, and adopt more sustainable production and management practices [4], [12]. As a result, green technologies such as renewable energy systems, waste reduction solutions, and environmentally friendly production methods have become an integral part of contemporary business strategies, including those of SMEs [2], [14].

Consequently, SMEs face dual pressure: they are expected to be both more digitally efficient and more environmentally responsible, while also remaining competitive in increasingly technology-driven markets [9], [15]. However, digital tools are often associated with cost savings through automation and better data management, their implementation requires investments in infrastructure, training, and organizational change [10], [16]. Similarly, green technologies can generate long-term savings in energy and resource use, but typically involve substantial initial capital expenditures and managerial effort [2], [14].

Research on digital and green transformation has expanded rapidly, yet it has mainly emphasized external outcomes such as environmental performance, corporate reputation, and societal benefits, rather than firm-level economic implications [5], [7], [9], [13], [15]. Studies on the “twin transition” often frame technological change in terms of systemic and policy-driven impacts instead of internal cost dynamics within firms [2], [12], [17].

However, much less attention has been paid to how these technologies reshape internal cost structures, particularly in small and medium-sized enterprises (SMEs). While digital tools can reduce operational and energy costs [10], [11], there is limited systematic analysis of how these savings interact with implementation, cybersecurity, and training expenses [3], [17]. Similarly, although green technologies are associated with long-term efficiency gains, empirical work rarely

examines how they affect labor, administrative, and compliance-related costs in SMEs [1], [14], [17].

Furthermore, most evidence is based on large enterprises with greater resources and specialized capabilities [16], whereas SMEs face tighter financial and organizational constraints. Consequently, relatively few studies explicitly analyze how green and digital technologies influence cost structures specifically in SMEs [3], [7], [17].

Consequently, a clear research gap emerges. While the literature provides valuable insights into the environmental, strategic, and societal benefits of digital and green transformation, there is **still limited systematic research on how these technologies affect the internal cost structures of SMEs** [3], [10], [14], [17]. This gap is particularly important because cost considerations play a central role in SMEs' decision-making regarding technology adoption, especially under increasing regulatory pressure in the European Union [18].

Addressing this gap is therefore essential for both academic understanding and managerial practice, as it can clarify whether, how, and under what conditions green and digital technologies generate economic benefits for SMEs in terms of internal cost efficiency.

1. Methodology

This study employs a **theoretical and qualitative analytical approach** combining a systematic literature review with a comparative analysis of empirical case studies. Given the exploratory aim of examining how green and digital technologies influence the internal costs of SMEs, this approach enables a structured synthesis of existing knowledge rather than primary data collection.

The first methodological component is a **systematic review of academic literature and policy reports** addressing digital transformation, green technologies, and sustainability in SMEs. Sources were selected based on their relevance to technology adoption and its operational, organizational, or cost-related implications.

The second component is a **comparative analysis of SME case studies** reported in the literature. The cases cover different sectors and types of technologies and were analysed according to the technology implemented, the reported environmental effects, and the impact on internal costs. Only cases providing **explicit numerical evidence** (e.g., percentage reductions, monetary savings, or efficiency improvements) were included in the synthesis and summarized.

Finally, a **cross-case synthesis** was conducted to identify recurring patterns in how digital and green technologies reshape internal cost structures in SMEs. While the study relies on secondary data and is therefore subject to differences in reporting and measurement, the combined use of literature review and structured case

comparison provides a robust basis for conceptual insights and managerial implications.

2. Literature Review

The body of research on green and digital transformation in SMEs has grown significantly in recent years, driven by the increasing relevance of sustainability and digitalization in modern business practice. Existing studies have approached these issues from various angles, focusing on technology adoption, organizational transformation, environmental outcomes, and innovation development. Although a considerable part of this literature emphasizes the strategic advantages and environmental gains associated with digital and green technologies, there remains a lack of systematic investigation into how these technologies reshape internal processes and cost structures at the firm level, especially within the context of SMEs.

2.1 Digital technologies in SMEs

Digital transformation has become a central theme in contemporary business and management research, particularly in studies focusing on SMEs. It is commonly conceptualized as a comprehensive organizational change process enabled by digital technologies and accompanied by strategic reconfiguration of business models, processes, and capabilities [9], [14]. Rather than simple digitization or isolated IT upgrades, it represents a broader shift toward data-driven, interconnected, and technology-enabled operations [9], [16], [17].

For SMEs, digital transformation is especially relevant because it can enhance productivity, streamline internal processes, improve decision-making, and strengthen competitiveness despite constraints in financial resources, human capital, and technological infrastructure [3], [10], [16]. However, adoption often requires organizational adjustments, investments in IT infrastructure, employee training, and cybersecurity, which may be particularly burdensome for resource-constrained firms [3], [4], [17]. In the European context, these challenges are further shaped by requirements related to data protection, cybersecurity, and digital reporting, which can add administrative and compliance-related costs for SMEs [18].

The literature identifies several digital technologies as particularly relevant for SME transformation. **Enterprise systems** such as ERP and CRM support data integration, customer and process management, and cross-functional coordination, reducing inefficiencies and improving information quality [5], [9], [10], [15], [17]. **Cloud computing** enables access to scalable IT infrastructure with lower upfront investments, though it also increases the need for data governance and security capabilities [10], [17], [18]. **Automation and digital workflow solutions** reduce routine workload and errors and are often linked to cost optimization in administrative and production-related activities [10], [16], [17]. **AI and big data**



analytics strengthen predictive and data-driven management (e.g., demand forecasting and process optimization) but require new skills and organizational learning [3], [10], [13], [16], [17]. **IoT technologies** support real-time monitoring particularly in energy and resource management yet raise challenges of interoperability and data security [11], [17]. **Digital platforms** (e-commerce and ecosystem-based collaboration) can expand market reach and reduce transaction frictions while enabling knowledge sharing and innovation through external networks [11], [15], [16]. In addition, research highlights **Industry 4.0** and digitally integrated value chains as pathways to improved coordination, reduced downtime, and more efficient production, albeit with higher investment and capability requirements [16], [17].

Finally, studies on the twin green and digital transition emphasize that digital technologies can enable sustainability-oriented practices by supporting environmental monitoring, reporting, and resource optimization [7], [17]. At the same time, the dual transition can increase the complexity of adoption for SMEs, particularly under growing EU and other regulators pressure [17], [18]. Overall, the literature suggests that digital technologies may substantially improve efficiency and performance in SMEs, but these gains are often accompanied by new financial, organizational, cybersecurity, and compliance-related costs that must be considered when assessing internal cost outcomes.

2.2 Green technologies in SMEs

For SMEs, the adoption of green technologies is increasingly driven by market expectations, stakeholder demands, and regulatory and policy pressures, which in the European context are reinforced by environmental regulation and sustainability reporting requirements [18]. At the same time, SMEs often face barriers to green technology implementation, including limited financial resources, lack of technical expertise, and uncertainty regarding economic returns [3], [17].

The literature identifies several categories of green technologies particularly relevant for SMEs. **Energy-efficiency solutions** such as upgraded lighting, optimized heating and cooling, and energy-saving machinery can reduce electricity consumption and improve operational efficiency, but typically require upfront investment that may be challenging for smaller firms [1], [14], [17]. **Renewable energy technologies** (e.g., solar and other alternatives) can lower dependence on fossil fuels and mitigate energy price volatility, yet they often involve high initial capital expenditures and may require external financing or policy support to be feasible for SMEs [2], [14], [17]. **Waste reduction and resource-efficiency technologies**, including recycling systems and process measures that minimize material losses, can reduce disposal costs and improve material utilization, though they may require process changes and staff training that increase short-term operational burden [1], [14]. In addition, **sustainable production approaches** (e.g., eco-design and circular production practices) aim to reduce environmental impacts

across the product life cycle and can enhance long-term resource efficiency, but often demand process redesign, managerial commitment, and technological upgrading [2], [14], [17].

Several studies also connect green technology adoption to the “twin green and digital transition,” in which digital tools support environmental initiatives through monitoring, tracking, and data-driven optimization [7], [17]. For example, IoT-based systems enable real-time monitoring of energy use and can support more informed decisions on efficiency investments [11], [17]. Overall, the literature suggests that green technologies can deliver substantial environmental benefits and contribute to internal cost efficiency through reduced energy and resource use, yet these gains often materialize over the medium to long term, while implementation may impose high initial costs and organizational demands [1], [2], [14], [17].

2.3 Internal Cost Dynamics under the Green and Digital Transition

In SMEs, **internal costs** refer to expenditures incurred within the firm to operate, coordinate, and manage activities covering day-to-day operations, process and workforce management, resource and energy use, administration, and internal coordination. Unlike external costs (e.g., taxes or environmental liabilities), internal costs arise directly from the firm’s own organizational and production practices and therefore depend strongly on how the enterprise is structured and how it uses technology.

Recent literature indicates that **digital and green technologies can reshape internal costs**, though through different mechanisms and often over different time horizons. Digital technologies such as cloud computing, automation, data analytics, and digital management systems primarily influence costs by improving process efficiency, reducing manual work, and enabling more data-driven decision-making. They may lower administrative and operational burdens by streamlining workflows, minimizing errors, and reducing reliance on paper-based and fragmented systems [9], [10]. At the same time, digital transformation typically requires upfront investments in infrastructure, training, and organizational change, which can increase internal costs before efficiency gains materialize [9], [16].

Green technologies such as energy-efficient systems, renewable energy solutions, and waste reduction practices tend to affect internal costs mainly through changes in resource use rather than process automation. Although they often involve substantial initial expenditures, they can generate longer-term savings by reducing energy consumption, lowering waste disposal costs, and optimizing material use [1], [15]. Evidence from manufacturing SMEs suggests that even relatively simple measures (e.g., adjusting air-conditioning settings, installing LED lighting, or improving water management) can reduce monthly operating expenses, though the magnitude of savings varies across firms [15].



Importantly, these effects are often **interconnected**. Digital tools can enable greener practices by improving monitoring of energy use, emissions, and resource flows, supporting the identification of inefficiencies and investment justification [9], [11]. Conversely, green initiatives may drive further digitalization by increasing the need for systematic data collection and reporting, particularly under ESG and compliance requirements [20]. Overall, the relationship between technology adoption and internal costs is neither purely cost-increasing nor purely cost-saving; rather, digital and green technologies tend to **reconfigure internal cost structures**, increasing some costs in the short term while reducing others over time through efficiency and resource savings [9], [15], [20]. Consequently, the economic impact of green technologies on SMEs' internal cost structures is typically context-dependent and shaped by the trade-off between short-term investment burdens and longer-term efficiency gains, as we can see it in next chapter [2], [14], [17].

3. Case studies: green technologies and processes affect internal costs

This section presents comparative case evidence on how green and digital technologies influence SMEs' internal costs and cost efficiency. Only cases that report **explicit, quantified outcomes** (e.g., percentage reductions, monetary savings, or measurable efficiency indicators) are included, enabling cross-case comparison of environmental effects and internal cost implications. The cases cover both digital process innovations and resource-efficiency interventions, reflecting the diversity of pathways through which the twin transition can translate into firm-level cost outcomes.

3.1 Digital process technology case: paperless digital workflow in an SME

A sustainable digital transformation case study reports the implementation of a paperless digital workflow, i.e., replacing paper-based documentation and related administrative routines with a digital solution and monitored implementation phases (scoping, process mapping, customization/planning, structured communication, execution/testing, and post-implementation monitoring). The green effect is explicitly reported as a 100% reduction in paper consumption (and "repurposing/reuse of electronic devices" is also noted as an environmental measure). The internal-cost effect is quantified in two ways: 100% cost savings in paper usage, and direct costs reduced from EUR 14,014.56 to EUR 1,427.60. In addition, the case reports an operational efficiency improvement relevant to internal cost efficiency: "issue resolution efficiency" increased from 75% to 98.6%. [9]

3.2 Quantified green resource-efficiency cases in manufacturing SMEs (ProGED calculations)

Air-conditioning operating schedule (ON/OFF). This measure means implementing a fixed operating schedule for air-conditioning (ON at 9:00 and OFF at 16:00 for an 8-hour day), reducing run-time and therefore electricity use. The reported green effect is reduced electricity consumption. The internal-cost effect varies by scale (number of units): monthly savings range from EUR 228.28 to EUR 456.55. [15]

Air-conditioning temperature setpoint at 25°C. This measure means standardizing the thermostat at 25°C, lowering load and consumption relative to colder settings. The green effect is again reduced electricity consumption. The internal-cost effect is larger than simple scheduling in these cases: monthly savings range from EUR 958.77 to EUR 1,917.53. [15]

Lighting retrofit to LED bulbs. This measure is a classic efficiency upgrade: replacing fluorescent bulbs with LED bulbs. The green effect is reduced electricity consumption from lighting. The internal-cost effect depends on the number of bulbs replaced: monthly savings range from EUR 18.26 to EUR 100.44. [15]

Water conservation measures. These cases report explicit “before–after” water cost levels. The green effect is reduced water consumption. The internal-cost effect is reported as monthly savings ranging from EUR 8.70 to EUR 86.96. [15]

3.3 Lean process-improvement case in a food factory: SMED and OEE outcome

A food-factory case reports implementation of SMED (Single-Minute Exchange of Die) a lean method aimed at reducing changeover time and stabilizing production flow. The source quantifies the outcome as a 70% improvement in the overall OEE indicator (Overall Equipment Effectiveness). For this specific case, the source does not report a quantified green indicator (e.g., energy or emissions) nor a monetary internal-cost figure; the quantified result is the OEE improvement only. [14]

3.4 Green accounting and ESG tool cases

A set of named SME case examples illustrates how different green accounting and ESG-related digital tools were implemented in practice. These tools generally combine digital data collection, monitoring, and reporting with operational changes in energy use, waste management, and environmental governance. By integrating environmental indicators into managerial decision-making, they enable SMEs to systematically track their resource consumption, emissions, and compliance while also influencing internal processes and cost structures. The following cases demonstrate how such tools were applied in different sectors and what effects they generated in terms of environmental performance and internal costs. [20]



Enablon – Vaayu Mitti Clean Energy (Pune). In this case, the SME adopted the Enablon platform as a comprehensive sustainability management system. The tool was used to collect, analyse, and report data on energy consumption, carbon emissions, waste generation, and regulatory compliance. Through continuous monitoring and data visualization, managers were able to identify inefficient practices and prioritize corrective actions. As a result, the company achieved a 15% reduction in its carbon footprint, reflecting improved environmental performance. At the same time, the better management of resources and processes contributed to a 10% reduction in production costs, indicating that environmental improvements were accompanied by internal cost efficiency gains. The study also reports a 20% increase in sales, but this is considered a market outcome rather than a direct internal cost effect. [20]

Workiva – Eco-Care Engineering (Gujarat). Eco-Care Engineering implemented Workiva as a digital platform to integrate environmental and financial information within a single reporting system. The tool automated many aspects of ESG reporting, reduced manual data entry, and facilitated alignment with GRI standards. Although the case does not quantify a specific environmental percentage outcome, it highlights improved transparency and regulatory compliance. From an internal cost perspective, the automation of reporting processes led to a reduction in administrative expenses of approximately ₹1.5 lakh per year (EUR 1,423), suggesting that digitalization of sustainability reporting can lower labour and documentation-related costs. [20]

EcoReal – GreenLeaf Foods (Mumbai). GreenLeaf Foods adopted the EcoReal platform to analyse energy consumption patterns and monitor waste flows within its operations. By using data-driven insights, the company was able to optimize its energy use and reduce unnecessary packaging waste. While the exact percentage reduction in packaging waste is not specified, the case demonstrates a clear environmental improvement. Internally, the firm achieved a 12% reduction in energy costs, corresponding to savings of approximately ₹5 lakhs per year (EUR 4,744). In addition, improved waste management practices led to a 10% decrease in waste disposal expenses, indicating that environmental measures also generated tangible cost savings. [20]

GRI Standards – Sunlit Solar Solutions (Jaipur). Sunlit Solar Solutions used the GRI Standards as a structured framework for documenting and communicating its sustainability initiatives, particularly those related to renewable energy and carbon reduction. The case emphasizes improved transparency and stakeholder communication rather than specific operational changes. Although the study does not report quantified internal cost savings, the company attracted an external investment of ₹10 lakh (EUR 9,488), suggesting that credible sustainability reporting can enhance financial credibility, even if direct internal cost effects are not measured. [20]



Energy Star Portfolio Manager – BrightEco Textiles (Ludhiana). BrightEco Textiles applied the Energy Star Portfolio Manager tool to benchmark its energy performance against industry standards. By identifying inefficient machinery and outdated processes, the company was able to prioritize energy-efficiency upgrades. While no exact percentage reduction in energy use is provided, the improved energy management resulted in annual savings of approximately ₹3 lakh (EUR 2,846), demonstrating that data-driven benchmarking can translate into reduced operational costs. [20]

Waste Works – EcoServe Packaging (Hyderabad). EcoServe Packaging implemented the Waste Works platform to digitally track waste streams, monitor disposal practices, and identify opportunities for recycling and reduction. Through systematic measurement and process adjustments, the firm achieved a 20% reduction in waste generation. This environmental improvement was accompanied by annual savings of approximately ₹2.5 lakh (EUR 2,372), indicating that better waste management not only benefits the environment but also lowers internal disposal and material costs. [20]

iAuditor – GreenGrow Horticulture (Bengaluru). GreenGrow Horticulture used the iAuditor platform to conduct regular digital environmental audits based on customized checklists. The tool enabled real-time monitoring of water usage and operational practices, making it easier to detect inefficiencies. As a result, the company reduced its water consumption by 25%, demonstrating a clear environmental benefit. This reduction also generated annual savings of approximately ₹1 lakh (EUR 949), showing that digital auditing tools can support both sustainability and cost efficiency. [20]

Energy LogicIQ – Chaitanya Paper Mills (Karnataka). Chaitanya Paper Mills implemented Energy LogicIQ to analyse energy use in industrial heating systems and identify inefficiencies. Based on the tool's recommendations, the company undertook targeted retrofitting and optimization measures. Although the study does not specify a percentage reduction in emissions or energy use, the improvements led to annual savings of approximately ₹6 lakh (EUR 5,693), demonstrating that advanced energy analytics can significantly reduce internal operational costs. [20]

A comparative overview of the implemented technologies, their quantified green effects, and their impacts on internal costs is presented in Table 1.



Table 1: Summary of quantified case-study evidence

Case	Technology / measure implemented	Quantified green effect	Quantified impact on internal costs
Paperless SME [9]	Paperless digital workflow with monitored implementation phases	Paper use –100%	Direct costs EUR from 14,014.56 to 1,427.60; issue-resolution efficiency from 75% to 98.6%
Manufacturing SMEs [15]	Air-conditioning ON/OFF schedule	Reduced electricity consumption (not quantified in %)	EUR 228.28–456.55 / month
Manufacturing SMEs [15]	Air-conditioning setpoint at 25°C	Reduced electricity consumption (not quantified in %)	EUR 958.77–1,917.53 / month
Manufacturing SMEs [15]	LED lighting retrofit	Reduced electricity consumption (not quantified in %)	EUR 18.26–100.44 / month
Manufacturing SMEs [15]	Water conservation measures	Reduced water consumption (not quantified in %)	EUR 8.70–86.96 / month
Vaayu Mitti Clean Energy [20]	Enablon sustainability platform	Carbon footprint –15%	Production costs –10%
Eco-Care Engineering [20]	Workiva (automated ESG reporting)	Not quantified	≈ EUR 1,423 / year admin cost reduction
GreenLeaf Foods [20]	EcoReal (energy & waste analytics)	Packaging waste reduced (not quantified)	Energy costs –12% (≈ EUR 4,744/year); waste disposal –10%
Sunlit Solar Solutions [20]	GRI Standards reporting	Sustainability transparency (not quantified)	Not quantified (but ≈ EUR 9,488 investment attracted)
BrightEco Textiles [20]	Energy Star Portfolio Manager	Energy efficiency improved (not quantified)	≈ EUR 2,846 / year savings
EcoServe Packaging [20]	Waste Works platform	Waste –20%	≈ EUR 2,372 / year savings
GreenGrow Horticulture [20]	iAuditor digital audits	Water use –25%	≈ EUR 949 / year savings

Chaitanya Paper Mills [20]	Energy LogicIQ analytics + retrofitting	Energy efficiency improved (not quantified)	≈ EUR 5,693 / year savings
----------------------------	---	---	----------------------------

Source: Prepared by the author based on the indicated sources

Across the cases, environmental and internal-cost effects are heterogeneous but reveal clear mechanisms. Digital process interventions (e.g., paperless workflow) deliver immediate environmental gains and substantial cost reductions by eliminating recurring material inputs and lowering coordination costs [9]. Resource-efficiency measures in manufacturing SMEs generate recurring savings through reduced electricity and water use, although outcomes vary by baseline consumption and scale of implementation [15]. ESG and green accounting tools link digital monitoring and reporting with measurable environmental improvements (e.g., carbon, waste, and water reductions) and, where quantified, translate into lower production, energy, or administrative costs [20]. Overall, the evidence suggests that digital technologies primarily improve internal cost efficiency through process and coordination optimization, whereas green measures reduce costs via resource consumption reductions, with results strongly dependent on firm context and implementation scope [9], [15], [20].

Discussion and Conclusion

This paper contributes to the twin transition literature by emphasizing SMEs' internal cost implications, which remain less systematically examined than external sustainability outcomes [3], [10], [14]. The reviewed evidence suggests that green and digital technologies can improve internal cost efficiency, but the effects are mechanism-dependent, vary across firms, and often materialize over different time horizons.

Two main pathways emerge. Digital process interventions can reduce internal costs by eliminating recurring material inputs and lowering coordination effort through workflow digitalization and improved information integration [9]. Green resource-efficiency measures affect internal costs primarily via reduced energy and water consumption, generating recurring savings that depend on baseline consumption and implementation scope [15]. ESG and green accounting tool cases further indicate that digitalized monitoring and reporting can support environmental improvements while also lowering internal costs through improved resource control and more efficient administrative and compliance processes where measured [20]. Overall, the findings support the view that digital capabilities frequently enable green performance by improving measurement and decision-making, while sustainability and compliance pressures can increase the need for structured data and reporting, especially in the EU context [9], [11], [18].

The study is limited by reliance on secondary sources and non-standardized reporting across cases, which constrains comparability and generalization [14]. Future research should apply harmonized internal-cost measurement and sector-

specific empirical designs, particularly for European SMEs facing increasing digital and sustainability compliance requirements [18].

Acknowledgments

This contribution was undertaken as a part of the projects: VEGA 1/0333/24 Innovative business models in the urban circular economy and 17040 Memorandum of NUT China - UNIZA Slovakia on the cooperation in education for transportation engineering and in technology transfer.

Literature

- [1] Wong, F. L. & Santosa, W. (2025). The Effect of the Implementation of Internal Green Supply Chain Management on Operational Flexibility, Delivery, Product Quality and Production Costs in Convection SME in Bogor City, Indonesia. *Golden Ratio of Data in Summary*, 5(1). DOI: 10.52970/grdis.v5i1.747
- [2] Van Der Krogt, A., Rensma, A. & van Reijswoud, V. (2022). Twin Green and Digital Innovation by SMEs in the Construction Sector. (Conference/working paper).
- [3] Abilakimova, A., Bauters, M. & Ogunyemi, A. A. (2025). Systematic literature review of digital and green transformation of manufacturing SMEs in Europe. *Production & Manufacturing Research*, 13(1), 2443166. DOI: 10.1080/21693277.2024.2443166
- [4] Šimberová, I., Korauš, A., Schüller, D., Širáňová, L., Straková, J. & Váchal, J. (2022). Threats and Opportunities in Digital Transformation in SMEs from the Perspective of Sustainability: A Case Study in the Czech Republic. *Sustainability*, 14, 3628. DOI: 10.3390/su14063628
- [5] Costa Melo, I., Queiroz, G. A., Alves Junior, P. N., de Sousa, T. B., Yushimito, W. F., Pereira, J. et al. (2023). Sustainable digital transformation in small and medium enterprises (SMEs): A review on performance. *Heliyon*, 9, e13908. DOI: 10.1016/j.heliyon.2023.e13908
- [6] Costa Melo, I., Alves Junior, P. N., Queiroz, G. A., Yushimito, W. & Pereira, J. (2023). Do We Consider Sustainability When We Measure Small and Medium Enterprises' (SMEs') Performance Passing through Digital Transformation? *Sustainability*, 15, 4917. DOI: 10.3390/su15064917
- [7] Burinskienė, A. & Nalivaikė, J. (2024). Digital and Sustainable (Twin) Transformations: A Case of SMEs in the European Union. *Sustainability*, 16, 1533. DOI: 10.3390/su16041533
- [8] Wu, S., Cheng, P. & Yang, F. (2024). Study on the impact of digital transformation on green competitive advantage: The role of green innovation and government regulation. *PLOS ONE*, 19(8), e0306603. DOI: 10.1371/journal.pone.0306603



- [9] Martínez-Peláez, R., Escobar, M. A., Félix, V. G., Ostos, R., Parra-Michel, J., García, V. et al. (2024). Sustainable Digital Transformation for SMEs: A Comprehensive Framework for Informed Decision-Making. *Sustainability*, 16, 4447. DOI: 10.3390/su16114447
- [10] Bobro, N., Lisova, R., Parfentieva, O., Dmytrovska, V. & Kyrylenko, S. (2025). Digital Transformation for Cost Optimisation and Sustainable Business Operations. *European Journal of Sustainable Development*, 14(2), 158–172. DOI: 10.14207/ejsd.2025.v14n2p158
- [11] Ben Ali, M., Rauch, E. & Matt, D. T. (2024). Exploring the Synergy of Digitalization and IoT: A Literature Review on Energy Monitoring for SMEs. In: 2024 10th International Conference on Control, Decision and Information Technologies (CoDIT). IEEE. DOI: 10.1109/CoDIT62066.2024.10708527
- [12] Kesidou, E. & Ri, A. (2021). Twin Green and Digital Transitions: Joint adoption of net zero and digital practices by UK SMEs. ERC Insight Paper. Enterprise Research Centre (ERC), October 2021.
- [13] Hernández, V., Revilla, A. & Rodríguez, A. (2024). Digital data-driven technologies and the environmental sustainability of micro, small, and medium enterprises: Does size matter? *Business Strategy and the Environment*. DOI: 10.1002/bse.3765
- [14] Queiroz, G. A., Alves Junior, P. N. & Costa Melo, I. (2022). Digitalization as an Enabler to SMEs Implementing Lean-Green? A Systematic Review through the Topic Modelling Approach. *Sustainability*, 14, 14089. DOI: 10.3390/su142114089
- [15] Vrontis, D., Chaudhuri, R. & Chatterjee, S. (2022). Adoption of Digital Technologies by SMEs for Sustainability and Value Creation: Moderating Role of Entrepreneurial Orientation. *Sustainability*, 14, 7949. DOI: 10.3390/su14137949
- [16] Radicic, D. & Petković, S. (2023). Impact of digitalization on technological innovations in small and medium-sized enterprises (SMEs). *Technological Forecasting & Social Change*, 191, 122474. DOI: 10.1016/j.techfore.2023.122474
- [17] Oliveira, G. A., Piovesan, G. T., Setti, D., Takechi, S., Tan, K. H. & Tortorella, G. L. (2022). Lean and Green Product Development in SMEs: A Comparative Study between Small- and Medium-Sized Brazilian and Japanese Enterprises. *Journal of Open Innovation: Technology, Market, and Complexity*, 8, 123. DOI: 10.3390/joitmc8030123
- [18] Rzepecka, J., Fuksiewicz, A., Squillante, F., Alijošius, L., Godlovitch, I., Stamm, P. et al. (2024). The impact of EU legislation in the area of digital and green transition, particularly on SMEs. Study requested by the IMCO

Committee. Policy Department for Economic, Scientific and Quality of Life Policies, European Parliament. PE 754.213, June 2024.

- [19] Alfaro, M. T. B. & Diaz, R. A. (2020). Impact of Green Initiatives on the Financial Performance of Small and Medium Enterprises: The Case of Manufacturing Firm in Central Luzon. Preprints (not peer-reviewed). DOI: 10.20944/preprints202011.0207.v1
- [20] Thadeshwar, R. J. & Radadiya, P. P. (2025). Green Accounting Tools for SMEs: Integrating Sustainability into Financial Practices. International Research Journal on Advanced Engineering and Management, 3(5), 1935–1941. DOI: 10.47392/IRJAEM.2025.0304
- [21] Hindarsah, I., Fauzi, T. H., Fachrudin, A. & Ali, K. S. (2025). The Impact of Green Innovation on Business Sustainability: A Case Study of SMEs. International Journal of Science and Society, 7(3). (No DOI stated in the provided PDF.)
- [22] Utaminingsih, A., Priyanto, S. H., Ihalauw, J. J. O. I. & Kusuma, L. (2020). Green Business Behaviour, Green Technologies, and Sustainability in SMEs. International Journal of Economics and Business Administration, VIII(1), 417–424.
- [23] Judijanto, L., Rizani, A., Latuconsina, Z., Suparwata, D. O. & Murthada. (2024). The Effect of Green Technology Implementation and Cleaner Production Practices on Productivity and Sustainability of SMEs in the Organic Agriculture Sector. Sustainable Development Insights, 1(1), 17–23.

MOŽNOSTI VYUŽITIA GEOGRAFICKÉHO INFORMAČNÉHO SYSTÉMU V SÚVISLOSTI S ÚNIKOM NEBEZPEČNEJ LÁTKY

POSSIBILITIES OF USING A GEOGRAPHIC INFORMATION SYSTEM IN THE CONTEXT OF A HAZARDOUS SUBSTANCE LEAK

Boris Kollár^{1,a}, Jozef Ristvej^{1,b}, Daniel Chovanec^{1,c}

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

^aboris.kollar@uniza.sk, ^bjozef.ristvej@uniza.sk, ^cdaniel.chovanec@uniza.sk

Abstrakt. Geografické informačné systémy sú významným nástrojom podpory rozhodovania v krízovom manažmente. Príspevok je zameraný na možnosti využitia geografického informačného systému v súvislosti s únikom neznámej nebezpečnej látky. Po prijatí informácie o úniku nebezpečnej látky sú prostredníctvom GIS integrované priestorové a atribútové údaje s cieľom podporiť operatívne rozhodovanie záchranných zložiek a krízového riadenia. Vizualizácia potenciálne ohrozeného územia umožní identifikáciu ohrozených objektov a cestných uzáver. S podporou doplnujúcich informácií je možné identifikovať kritické zariadenia ako sú školy alebo objekty s vysokou koncentráciou osôb. Výsledky poukazujú na význam GIS pri zlepšovaní prehľadnosti situácie, koordinácie zásahu a znižovaní rizík pre obyvateľstvo.

Kľúčové slová: Geografický informačný systém, únik nebezpečnej látky, krízový manažment.

Abstract. Geographic information systems are an important tool for supporting decision-making in crisis management. This paper focuses on the possibilities of using geographic information systems in connection with the release of unknown hazardous substances. After receiving information about a hazardous substance leak, spatial and attribute data are integrated through GIS to support operational decision-making by rescue services and crisis management. Visualization of the potentially endangered area allows for the identification of endangered objects and road closures. With the support of additional information, it is possible to identify critical facilities such as schools or buildings with a high concentration of people. The results highlight the importance of GIS in improving the clarity of the situation, coordinating the response, and reducing risks to the population.

Keywords: Geographic Information System, Hazardous substance leak, Crisis Management.

JEL Classification: D81, H12, L86



Úvod

Únik nebezpečnej látky (NL) môže mať závažné následky pre obyvateľstvo nachádzajúce sa v blízkosti zdroja. Ohrozenie predstavujú najmä chemické, biologické, toxické alebo rádioaktívne vlastnosti týchto látok. Riziko úniku NL môže pochádzať zo stacionárneho zdroja alebo pri ich preprave [1].

Pri úniku NL je potrebné disponovať pripravenými postupmi, silami a materiálom. Takýmto materiálom sú najmä ochranné prostriedky zasahujúcich zložiek [2] a sorpčné prostriedky na jeho zachytenie [3]. Dôležitou súčasťou efektívneho zásahu a minimalizácie negatívnych následkov sú informácie. Informácie sú kľúčovým aktívom v rámci celého cyklu krízového riadenia. Zasahujúce zložky musia disponovať informáciami o charaktere úniku a charaktere NL. Tieto informácie zahŕňajú najmä údaje o vlastnostiach NL ale aj bezpečnostné pokyny pre manipuláciu s nimi. Pre tento účel je v súčasnosti možné využiť rôzne databázy, ktoré obsahujú všetky potrebné informácie pre široké spektrum NL [4]. S využitím informácií o zdroji je následne možné modelovať únik konkrétnej NL podľa charakteru prostredia a meteorologických podmienok, ktoré sa v danej situácii vyskytujú. Pre tento účel je možné využiť rôzne modelovacie aplikačné softvéry [5].

Výsledky modelovania je tiež možné využiť v rámci procesu posudzovania rizík a následného plánovania opatrení [6]. Výsledkom analýzy územia by mali byť informácie o charaktere územia, jeho prvkoch a obyvateľstve. Tieto informácie vstupujú do procesu posudzovania rizík a následného plánovania preventívnych opatrení alebo prípravy plánov pre potreby reakcie [7]. V kontexte úniku NL a informácií, ktoré sa v krízovom manažmente využívajú, majú tieto informácie najmä priestorový charakter. Preto je na podporu činností jednotlivých fáz krízového riadenia a na podporu rozhodovania možné využiť geografické informačné systémy (GIS) [8].

Cieľom článku je poukázať na možnosti využitia GIS v súvislosti s únikom NL vo fáze reakcie na vzniknutý krízový jav. GIS bude využitý pri vizualizácii a príprave priestorových podkladov pre potreby rozhodovania krízového manažmentu a záchranných zložiek v súvislosti s únikom neznámej NL v meste Žilina, ku ktorému došlo dňa 4. decembra 2025. Všetky mapové podklady a obrázky boli vytvorené pomocou geografického informačného systému Quantum GIS (QGIS).

1. Únik neznámej nebezpečnej látky v meste Žilina

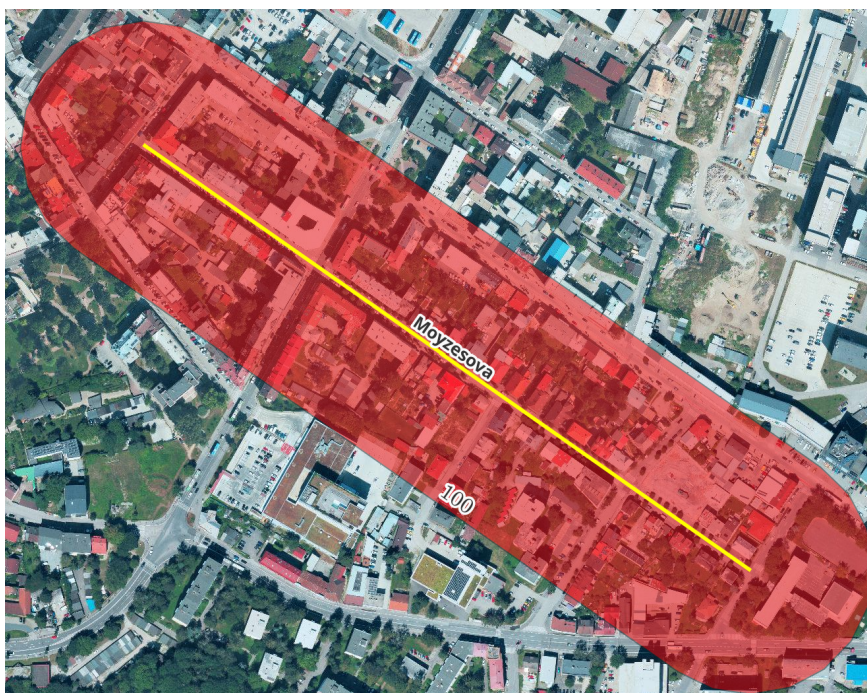
Dňa 4. decembra 2025 v skorých ranných hodinách bola na Krajskom operačnom stredisku Hasičského a záchranného zboru v Žiline (HaZZ) prijatá informácia o možnom úniku plynu na Moyzesovej ulici v Žiline. Informácia o úniku plynu bola neskôr vyvrátená, pričom ďalší postup záchranných zložiek pracoval s informáciou o úniku **neznámej nebezpečnej látky** [9].



V prípade úniku neznámej nebezpečnej látky a nedostupnosti informácií o zdroji NL nie je možné využiť aplikačné softvéry na modelovanie úniku a získanie informácií o ohrozenej časti územia. V takomto prípade postupujú záchranné zložky podľa metodického listu č. 100 Prezídia Hasičského a záchranného zboru- Zásah s prítomnosťou nebezpečných látok. Pri neznámej nebezpečnej látke je podľa tohto metodického listu odstupová vzdialenosť spravidla 100 metrov [10]. V takomto prípade sú k dispozícii základné informácie, ktoré je možné aplikovať v prostredí GIS. Sú to:

- Miesto úniku: Moyzesova ulica- Žilina.
- Odstupová vzdialenosť / rozsah ohrozenia: 100 metrov (polomer)

Nasledujúci obrázok č. 1 zobrazuje využitie informácií v prostredí GIS pre priestorovú interpretáciu udalosti.



Obrázok 1: Rýchla vizualizácia potenciálne ohrozeného územia

Zdroj: vlastné spracovania + [11]

Na obrázku č. 1 je spracovaná vizualizácia potenciálne ohrozeného územia nebezpečnou látkou. Ako podkladová mapa bola využitá WMS zobrazovacia služba ortofotomozaiky Slovenskej republiky. Ďalej je potrebná priestorová znalosť spracovateľa informácií v GIS. Táto znalosť je potrebná na vytvorenie jednoduchej vektorovej línie, ktorá symbolizuje Moyzesovu ulicu (žltá farba). Priestorová

znalosť môže byť nahradená získaním informácie z verejne dostupných mapových aplikácií ako je napríklad Google Maps.

Červená farba na obrázku č. 1 symbolizuje zónu ohrozenia s polomerom 100 metrov, ktorá bola vytvorená pomocou geopriestorového nástroja Buffer v QGIS. Takto vytvorená základná priestorová interpretácia udalosti môže slúžiť ako rýchly podklad pre osoby s rozhodovacou právomocou a zložky IZS. Pomocou obrázka je možná základná identifikácia ohrozených budov a potenciálnych miest cestných uzáver a obmedzení. S využitím väčšieho počtu údajov je ďalej možné vytvoriť podrobnejšie mapové podklady a získanie podrobnejších informácií potrebných pre zásah zložiek IZS a rozhodovanie pracovníkov krízového riadenia.

2. Dostupnosť údajov pre reakciu na vzniknutú udalosť s podporou GIS

Geografický informačný systém je tvorený najmä hardvérom, programovým vybavením (softvérom) a údajmi [12]. Úroveň analytických výstupov vytvorených v prostredí akéhokoľvek GIS preto závisí do veľkej miery od dostupných údajov a informácií.

Základná vizualizácia vzniknutej udalosti zo dňa 4. decembra 2025 v Žiline na obrázku č. 1 využíva iba ortofotomozaiku Slovenskej republiky, ktorú sprístupňuje Geodetický a kartografický ústav v Bratislave prostredníctvom Registra priestorových informácií (RPI). Ostatné priestorové údaje boli vytvorené pomocou nástrojov QGIS. S využitím podrobnejších údajov z rôznych zdrojov je možné získať podrobnejšie údaje o sledovanom území.

Súčasťou územia sú jeho prvky. Týmto prvkami sú najmä objekty (budovy), infraštruktúra (cesty, železnice,...) a prírodné prvky. V kontexte riešenej udalosti s únikom neznámej nebezpečnej látky je potrebné disponovať podrobnejšími informáciami o potenciálne ohrozených budovách, ich účele využitia, cestách a uliciach, prípadne o konkrétnych adresách pre potreby evakuácie.

V podmienkach Slovenskej republiky sú priestorové údaje o prvkoch územia súčasťou základnej bázy údajov geografického informačného systému (ZBGIS), ktoré vytvára a spravuje Úrad geodézie, kartografie a katastra Slovenskej republiky. Podrobný obsah dostupných údajov sa nachádza v katalógu tried objektov ZBGIS. Zo ZBGIS je možné využiť vektorové údaje o budovách, ktoré nesú informáciu o type, účele využitia jednotlivých budov [13].

ZBGIS obsahuje tiež priestorové a atribútové údaje o pozemných komunikáciách, ktoré sú kategorizované podľa zákona č. 135/1961 Z. z. o pozemných komunikáciách (cestný zákon). V kontexte riešenej problematiky však tieto údaje neobsahujú informáciu o názve ulíc. Táto informácia je však z pohľadu riešenej udalosti dôležitá, nakoľko práve názvy ulíc sú potrebné pre určenie cestných uzáver, plánovaní obchádzkových trás alebo plánovaní evakuácie.

Rýchlym riešením pri nedostupnosti priestorových údajov, ktoré obsahujú informáciu o názve ulice je rozšírenie v QGIS s názvom „Quick OSM“. Toto rozšírenie obsahuje údaje z Open Street Map (OSM). OSM obsahuje priestorové a atribútové údaje o prvkoch územia z celého sveta, ktoré vytvárajú dobrovoľníci [14].

Evakuácia potenciálne ohrozených obyvateľov by mala byť plánovaná vopred. Únik neznámej nebezpečnej látky z neznámeho zdroja je však situácia, na ktorú je ťažké sa vopred pripraviť. Dostupnosť údajov o adresách a obytných budovách môže poskytnúť cenné informácie v prípade potreby náhle evakuácie. Tieto údaje sú verejne dostupné cez RPI pričom ich poskytovateľom je Ministerstvo vnútra Slovenskej republiky [15]. Nasledujúca tabuľka č. 1 sumarizuje dostupné a potrebné priestorové údaje k udalosti zo dňa 4. decembra 2025.

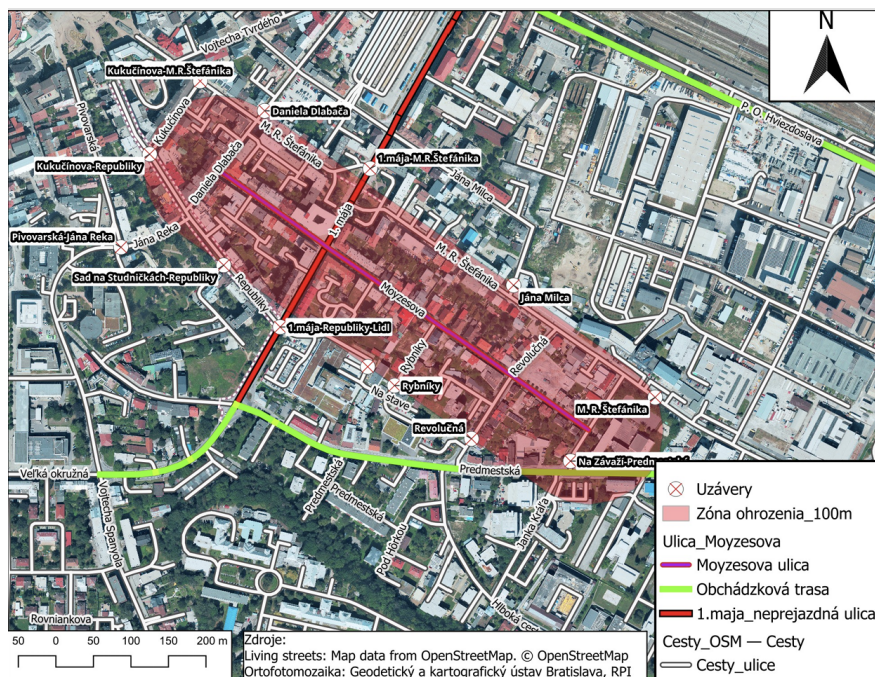
Tabuľka 1: Dostupné priestorové údaje pre prácu s GIS

Názov	Zdroj / Poskytovateľ	Popis
Ortofotomozaika	Geodetický a kartografický ústav Bratislava	Podkladová mapa územia
ZBGIS- Budova	Úrad geodézie, kartografie a katastra Slovenskej republiky	Budovy / objekty v území
Highway_living_street_Žilina	OpenStreetMap	Cesty / ulice
Adresy	Ministerstvo vnútra Slovenskej republiky	Adresné body s informáciami o adrese

Zdroj:[11], [13], [14], [15]

3. Podrobnejšia analýza vzniknutej udalosti s podporou GIS

S využitím dostupných informácií a údajov z tabuľky č. 1 je možné vytvoriť situačné mapy pre jednotlivé zasahujúce zložky a krízové riadenie mesta Žilina alebo odbor krízového riadenia okresného úradu Žilina. Prvou takouto mapou je mapa cestných uzáver v potenciálne zasiahnutej oblasti. Táto mapa je zobrazená na obrázku č. 2.

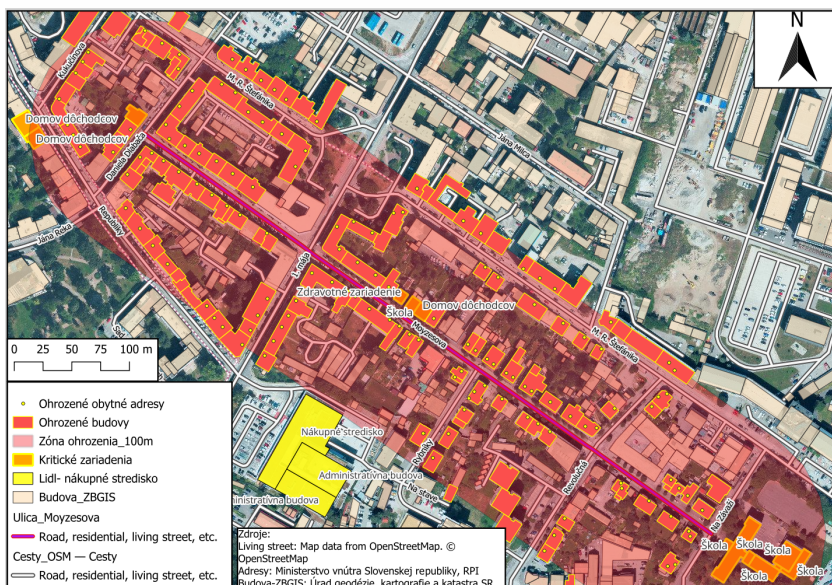


Obrázok 2: Mapa zóny ohrozenia a cestných uzáver

Zdroj: vlastné spracovania + [11], [16]

Obrázok č. 2 zobrazuje Moyzesovu ulicu v meste Žilina spolu so zónou ohrozenia v dôsledku úniku neznámej nebezpečnej látky. Vytvorením línie okolo tejto zóny je možné získať priesečníky s cestami (vrstvou ciest). Tieto priesečníky symbolizujú body, kde by mali byť cestné a pešie komunikácie uzavreté. Umiestnenie týchto bodov bolo upravené na základe znalosti sledovaného územia aby lepšie a najmä logicky vyjadrovali miestne podmienky. Pomocou vykreslenia popisov a agregáciou údajov o názve ulíc je možné vizualizovať spolu s cestnými uzávermi (bodmi) tiež názvy križovatiek alebo ulíc. Na mape je zobrazená tiež ulica 1. mája, ktorá križuje Moyzesovu ulicu a preto by mala byť uzavretá. Ulica 1. mája je frekventovaná ulica z pohľadu cestnej premávky ale aj pešej dostupnosti. V blízkosti sa nachádza autobusová a železničná stanica, Fakulta bezpečnostného inžinierstva a ďalšie prevádzky a podniky. Preto je súčasťou mapy na obrázku č. 2 tiež návrh obchádzkovej trasy (zelená farba).

Ďalšou oblasťou priestorovej analýzy je analýza ohrozených objektov, prípadne identifikácia ohrozených adries obytných budov. Nasledujúci obrázok č. 3 zobrazuje mapu ohrozených objektov a adries.



Obrázok 3: Mapa potenciálne ohrozených objektov a adres

Zdroj: vlastné spracovania + [11], [16]

Na obrázku č. 3 je možné vidieť jednotlivé budovy (objekty) v sledovanom území. Na tento účel boli využité vektorové údaje zo ZBGIS. Na základe typu, účelu využitia budovy v atribútovej tabuľke je možné filtrovať a následne vytvoriť novú vrstvu pre „kritické zariadenia“. Kritické zariadenia je možné charakterizovať ako zariadenia s výskytom zraniteľných osôb. V bezprostrednej blízkosti ohrozenej zóny sa nachádza tiež nákupné stredisko (žltá farba). Pridaním popisov priamo do mapy sa zvyšuje jej prehľadnosť a využiteľnosť.

Na obrázku č. 3 je možné vidieť, že priamo v zóne ohrozenia sa nachádza niekoľko kritických zariadení. Osobitú pozornosť je potrebné venovať najmä školám a zariadeniam sociálnych služieb. Údaje ZBGIS neobsahujú priamo informáciu o názve a type školského zariadenia alebo zariadenia sociálnych služieb. Tieto údaje je však možné rýchlo dohľadať na základe priestorovej informácie. Vďaka názvu ulice a lokácii zariadenia je ho možné vyhľadať v Centrálnom registri Ministerstva školstva, výskumu, vývoja a mládeže Slovenskej republiky alebo v Informačnom systéme sociálnych služieb. Podrobnejšie informácie o ohrozených zariadeniach sú k dispozícii v nasledujúcej tabuľke č. 2.



Tabuľka 2: Informácie o kritických zariadeniach v ohrozenej zóne

Zariadenie	Názov	Adresa	Kapacita
Škola	Elokované pracovisko ako súčasť Spojenej školy- deti a žiaci so špeciálnymi potrebami	Moyzesova 25, Žilina	11
Škola	Základná škola Kráľovnej pokoja	Na Závaži 2, Žilina	199
Domov sociálnych služieb	Synnómia	Moyzesova 912/27, Žilina	23
Domov sociálnych služieb	Harmónia	Republiky 1045/22, Žilina	4
Zariadenie pre seniorov	Harmónia	Republiky 1045/22, Žilina	5
Špecializované zariadenie	Harmónia	Republiky 1045/22, Žilina	50

Zdroj: [16], [17]

Z dostupných informácií a pri naplnení kapacít potenciálne ohrozených zariadení by bolo potrebné evakuovať 292 osôb, pričom ide najmä o deti a zdravotne znevýhodnené osoby. Z údajov ZBGIS je ďalej možné získať informáciu o objektoch, ktoré sú využívané na bývanie. Filtráciou údajov a prepojením s vrstvou adries je takto možné získať adresné body obytných budov v ohrozenej oblasti. Agregáciou údajov do jedného stĺpca je potom možné získať zoznam ohrozených obytných adries spolu s typom budovy. Vizualizácia takéhoto zoznamu je zobrazená na nasledujúcom obrázku č. 4.

ohrozene_adresy
Republiky 1001/17-Bytový dom
Moyzesova 964/26-Bytový dom
M. R. Štefánika 836/33-Bytový dom
Moyzesova 976/2-Polyfunkčná budova
Daniela Dlabáča 976/6-Polyfunkčná budova
Nám. gen. M. R. Štefánika 894/13-Polyfunkčná budova
Nám. gen. M. R. Štefánika 894/14-Polyfunkčná budova
1.mája 1009/9-Bytový dom
M. R. Štefánika 825/21-Bytový dom
Moyzesova 929/63-Rodinný dom

Obrázok 4: Časť zoznamu ohrozených obytných adries

Zdroj: vlastné spracovania + [15]

Celkovo je takto identifikovaných 141 obytných adries. Zoznam potenciálne ohrozených adries môže pomôcť zložkám IZS pri prehľadávaní objektov a evakuácii obyvateľov. Tento zoznam by bolo ďalej potrebné doplniť o informáciu o počte osôb, ktoré majú na jednotlivých adresách trvalý pobyt. Táto informácia by pomohla spresniť informáciu o počte potenciálne ohrozených osôb. V súčasnosti však táto informácia nie je voľne prístupná.

Záver

Príspevok bol zameraný na analýzu mimoriadnej udalosti, ktorá nastala dňa 4. decembra 2025 v meste Žilina. Konkrétne sa jednalo o únik neznámej nebezpečnej látky. Príspevok nemal za cieľ mapovať časovú os udalosti a riešenia prijaté krízovým manažmentom, ale na základe dostupných informácií poukázať na možnosti využitia geografických informačných systémov pri podpore získavania detailnejších informácií a podpore rozhodovania. Pre prácu s priestorovými údajmi boli využité verejne dostupné informácie, ktoré boli spracované pomocou Quantum GIS.

Priestorové údaje zo ZBGIS, nie sú verejne dostupné. Ich poskytnutie je poplatné. V prípade nedostupnosti údajov zo ZBGIS je možné využiť verejne dostupné údaje z OSM. Údaje ZBGIS však nesú informáciu o type alebo účele využitia jednotlivých budov. Dostupnosť údajov pre krízové riadenie v podmienkach Slovenskej republiky je samostatná téma, ktorá si vyžaduje podrobnejšie skúmanie. V príspevku boli využité viaceré zdroje údajov, avšak tieto sa nenachádzajú na jednom mieste pre rýchle a efektívne využitie. Je potrebná znalosť ich existencie a v prípade potreby rýchlej reakcie tiež znalosť práce s jednotlivými registrami a informačnými systémami alebo aplikáciami.

Samostatnou oblasťou je znalosť práce s GIS. Krízové riadenie v podmienkach Slovenskej republiky v súčasnosti nedisponuje pozíciami vyžadujúcimi znalosť GIS. Príspevok preukázal výhody využívania GIS pri spracovaní mapových podkladov pri vzniku mimoriadnej udalosti. Výsledky tiež poukázali na výhody využívania GIS pri získavaní nových priestorových a atribútových údajov a informácií. Do budúcnosti je preto potrebné analyzovať možnosti využívania GIS v krízovom riadení Slovenskej republiky ako tiež personálne možnosti zabezpečenia ich využívania.

Grantová podpora

Financované EÚ NextGenerationEU prostredníctvom Plánu obnovy a odolnosti SR v rámci projektu č. 09I03-03- V05-00002.

Táto práca bola podporená Agentúrou na podporu výskumu a vývoja na základe Zmluvy č. APVV-24-0153.



Zoznam použitej literatúry

- [1] Kubás, J. et al. (2022). *Use of Toxic Substance Release Modelling as a Tool for Prevention Planning in Border Areas* [online], Atmosphere, Vol. 13, No. 5, ISSN: 2073-4433. Dostupné na: <https://doi.org/10.3390/atmos13050836>
- [2] Kubás, J. et al. (2024). *Testing Protective Clothing with an Emphasis on Subjective Opinions* [online], Applied Sciences, Vol. 14, No. 2, ISSN: 2076-3417. Dostupné na: <https://doi.org/10.3390/app14020484>
- [3] Marková, I. et al. (2023). *Reducing the negative impact of accidents associated with the release of dangerous substances to environment* [online], Frontiers in Public Health, Vol. 11, ISSN: 2296-2565. Dostupné na: <https://doi.org/10.3389/fpubh.2023.1270427>
- [4] Novotný, P. (2016). *CAMEO Chemicals- využitie databázy nebezpečných chemických látok pre váš smartfón* [online]. Revue civilnej ochrany, Roč. 18., č. 3. Dostupné na: https://www.minv.sk/swift_data/source/civilna_ochrana/dokument_skr/revue_co/revue_co_2016/Revue_CO_3_2016_zobrazenie_web.pdf
- [5] Šofranko, P. (2015). *GIS v praxi- prepojenie s programom Aloha 5.4.4* [online]. Revue civilnej ochrany, Roč. 17., č. 1. Dostupné na: https://www.minv.sk/swift_data/source/civilna_ochrana/dokument_skr/revue_co/revue_co_2015/Revue_CO_1_2015_pre_web.pdf
- [6] Šullová, M. & Monoši, M. (2018). *Ochrana obyvateľstva mesta Žilina pred účinkami nebezpečných látok* [online]. Krízový manažment, Roč. 17., č. 1, ISSN: 1336 – 0019. Dostupné na: <https://krm.uniza.sk/pdfs/krm/2018/01/08.pdf>
- [7] Kollár, B. (2024). *Význam posudzovania rizík v rámci cyklu krízového riadenia* [online]. Mladá veda, Roč. 12., č. 3, ISSN: 1339-3189. Dostupné na: https://www.mladaveda.sk/casopisy/2024/03/03_2024_08.pdf
- [8] Ristvej, J. a kol. (2025). *Využitie geografických informačných systémov v rámci cyklu krízového riadenia* [online]. Krízový manažment, Roč. 24., č. 2, ISSN: 1336 – 0019. Dostupné na: https://fbi.uniza.sk/uploads/Dokumenty/casopis_km/archiv/2025/2/KM_02_2025.pdf
- [9] Únik neznámej látky a evakuácia: Žilina zažíva rušný deň, (2025). Žilinský večerník [online]. Dostupné na: <https://www.zilinskyvecernik.sk/clanok/unik-neznamej-latky-a-evakuacia-zilina-zaziva-rusny-den/15867/>
- [10] ML č. 100: zásah s prítomnosťou nebezpečných látok, (2007). Prezídium Hasičského a záchranného zboru [online]. Dostupné na: <https://elearnhazz-sk.webnode.sk/subory-na-stiahnutie/metodicke-listy/>



- [11] Zobrazovacia služba WMS- Ortofotomozaika, (2024). Geodetický a kartografický ústav Bratislava [online]. Dostupné na: <https://rpi.gov.sk/metadata/6db4d064-cd47-4284-b4b2-4b3f8558d00e>
- [12] Ďuračiová, R. (2014). *Databázové systémy v GIS*. 1. vydanie. Bratislava: Slovenská technická univerzita v Bratislave. 2014, 178 s. ISBN 978-80-227-4292-4.
- [13] Katalóg tried objektov, (2023). Úrad geodézie, kartografie a katastra Slovenskej republiky [online]. Dostupné na: https://www.skgeodesy.sk/files/sk/slovensky/ugkk/geodezia-kartografia/zbgis/kto_zbgis.pdf
- [14] OpenStreetMap- About, (2025). OpenStreetMap [online]. Dostupné na: <https://www.openstreetmap.org/about>
- [15] Adresy, (2025). Register priestorových informácií- Ministerstvo vnútra Slovenskej republiky [online]. Dostupné na: <https://rpi.gov.sk/metadata/e94d090f-464c-4b98-a000-6cb9d130d2c0>
- [16] Poskytovatelia sociálnych služieb, (2025). Informačný systém Sociálnych služieb [online]. Dostupné na: <https://sos.mpsvr.gov.sk/pm/poskytovatel-sos>
- [17] Aktuálne prehľady vybraných údajov- RIS portál, (2025). Centrálny register Ministerstva školstva, výskumu, vývoja a mládeže Slovenskej republiky [online]. Dostupné na: <https://crinfo.iedu.sk/risportal/catalogue/>

VYUŽITIE SATELITNÝCH TECHNOLOGIÍ V OBLASTI MAPOVANIA RIZÍK

USE OF SATELLITE TECHNOLOGIES IN THE FIELD OF RISK MAPPING

Daniel Chovanec^{1,a}, Jozef Ristvej^{1,b}, Boris Kollár^{1,c}

¹ Žilinská univerzita v Žiline, Univerzitná 8215/1, 010 26 Žilina, Slovenská republika

^adaniel.chovanec@uniza.sk, ^bjozef.ristvej@uniza.sk, ^cboris.kollar@uniza.sk

Abstrakt. Príspevok analyzuje možnosti využitia satelitných dát diaľkového prieskumu Zeme (EO) a pri mapovaní povodňového rizika v kontexte krízového manažmentu na príklade mesta Žilina. Predstavuje hlavné typy EO dát a rámec programu Copernicus, najmä službu CEMS a povodňové komponenty pre monitoring a včasné varovanie. Porovnaním scenára Q100 z národných máp povodňového ohrozenia (RPI) s modelovanými výstupmi Copernicus (GloFAS) sa preukázali rozdiely súvisiace najmä s nedostatočným zohľadnením lokálnej protipovodňovej infraštruktúry a vodných diel v celoeurópskych modeloch. Záver zdôrazňuje potrebu kombinovať satelitné produkty s detailnými národnými dátami a verifikáciou na lokálnej úrovni, pričom satelitné snímkovanie má veľký potenciál pri rýchlej detekcii záplav, monitoringu a podpore rozhodovania.

Kľúčové slová: Posudzovanie rizík, satelitné technológie, mapovanie rizík, geodáta

Abstract. The paper analyses the potential use of Earth observation (EO) satellite data for flood risk mapping in the context of crisis management, using the city of Žilina as a case study. It presents the main types of EO data and the Copernicus programme framework, particularly the Copernicus Emergency Management Service (CEMS) and its flood-related components for monitoring and early warning. By comparing the Q100 scenario from national flood hazard maps (RPI) with Copernicus model outputs (GloFAS), differences were identified, mainly due to the limited representation of local flood protection infrastructure and hydraulic structures in pan-European models. The conclusion highlights the need to combine satellite products with detailed national datasets and local-level verification, while emphasizing the high potential of satellite imagery for rapid flood detection, monitoring, and decision support.

Keywords: Risk assessment, satellite technologies, risk mapping, geodata.

JEL Classification: D81, H12, L86



Úvod

Satelitné technológie predstavujú súbor vesmírnych systémov a súvisiacich pozemných segmentov, ktoré umožňujú zber, prenos a spracovanie informácií o Zemi a jej prostredí. V kontexte mapovania rizík majú kľúčové postavenie najmä satelitné systémy diaľkového prieskumu Zeme (Earth Observation, EO), ktoré poskytujú priestorovo súvislé a opakovane získavané dáta o povrchu, vodných útvaroch, vegetácii, zástavbe či deformáciách terénu. V porovnaní s terénnym meraním umožňujú satelity rýchlo pokryť rozsiahle územia, štandardizovať pozorovania v čase a dopĺňať informácie v oblastiach s obmedzenou dostupnosťou [1].

Z technologického hľadiska EO zahŕňa viacero typov senzorov a režimov snímania. Optické a multispektrálne senzory podporujú identifikáciu pokryvu krajiny, stavu vegetácie či zmien v urbanizovanom prostredí, zatiaľ čo radarové systémy typu SAR (Synthetic Aperture Radar) umožňujú snímame nezávislé od oblačnosti a denného osvetlenia, čo je zásadné najmä pri mimoriadnych udalostiach. Kombinácia rôznych rozlíšení (od metrov po stovky metrov) a rôznej frekvencie opakovania snímania umožňuje prispôbiť výber dát charakteru rizika a požadovaného rozsahu analýzy. Súčasne rastie význam automatizovaných spracovateľských reťazcov a integrácie dát z viacerých zdrojov, ktoré zvyšujú operatívnosť a reprodukovateľnosť výstupov [1,2].

Mapovanie rizík stojí na priestorovom prepojení nebezpečenstva, expozície a zraniteľnosti, pričom kvalitný výsledok predpokladá porovnateľné a pravidelne aktualizované vstupné vrstvy. Práve satelitné pozorovania tu prinášajú výraznú pridanú hodnotu. Umožňujú plošne zachytiť zmeny v krajine, odhadovať rozsah a intenzitu javov a odvodiť kvantifikovateľné indikátory, ktoré sa dajú využiť nielen na jednorazové hodnotenie, ale aj na priebežný monitoring. Výskum zároveň zdôrazňuje, že EO môže podporovať hodnotiace potreby v oblasti posudzovania rizika katastrof aj cez koncept „essential variables“ (EVs), teda sadu merateľných premenných odvodených zo satelitných dát, ktoré je možné mapovať konzistentne v priestore a čase [3,4,5].

V tomto príspevku sa zameriavame na identifikáciu kľúčových zdrojov satelitných dát a na možnosti uplatnenia satelitných technológií pri mapovaní rizík v kontexte krízového manažmentu s ohľadom na povodňové riziko v meste Žilina. Dôraz kladieme na prehľad typov satelitných dát a možnosti ich využitia pri tvorbe mapových podkladov pre vybrané rizikové javy a podporu rozhodovania. Cieľom je ukázať, ako môžu EO dáta prispieť k rýchlejšej a priestorovo konzistentnej identifikácii ohrozených území ako aj možné limitácie v praktickom prevedení.

1. Dostupnosť satelitných dát v EÚ

Program Copernicus predstavuje nosný rámec EÚ pre systematické pozorovanie Zeme a je koncipovaný ako dlhodobá udržateľná infraštruktúra, ktorá



zabezpečuje neprerušený prísun spoľahlivých pozorovacích dát a ich premenu na operačne použiteľné informácie. Je súčasťou Európskeho vesmírneho programu a jeho cieľom je poskytovať pridanú hodnotu vo forme dát pre potreby tvorby politik a verejnej správy, vrátane situácií, keď je potrebné prijímať rozhodnutia počas mimoriadnych udalostí (napr. prírodné katastrofy). Copernicus je zároveň definovaný ako komplexný systém systémov, pretože nepracuje iba so satelitnými snímkami: integruje vesmírny segment (Sentinel misie a prispievajúce misie), in-situ pozorovania (pozemné,orské a letecké merania) a nad tým stojacu vrstvu Copernicus služieb, ktoré údaje spracúvajú, harmonizujú a distribuujú v štandardizovaných formách. Výsledkom nie sú len surové dáta, ale aj porovnateľné časové rady a tematické produkty, napríklad mapy, identifikácia zmien a anomálií či podklady pre predikčné výstupy v oblastiach ako atmosféra a oceán, ktoré sú priamo použiteľné pri plánovaní, monitoringu a riadení kríz. Tieto aktivity sú organizované do šiestich tematických služieb (Atmosphere, Marine, Land, Climate Change, Security, Emergency), pričom program explicitne počíta s tým, že hlavnými koncovými používateľmi sú verejné orgány a tvorcovia politik, ktorí potrebujú rýchle a dôveryhodné informácie aj pre civilnú ochranu a krízové rozhodovanie [6,7].

Základom vesmírneho segmentu sú Sentinel misie, vyvíjané špecificky pre potreby Copernicus a nastavené na vysokú spoľahlivosť, kontinuitu a opakovanie snímání. Z hľadiska dostupnosti dát a ich využiteľnosti pri mapovaní rizík sú kľúčové tieto misie [7,8]:

- **Sentinel-1** – radarové snímání (SAR), schopné poskytovať dáta nezávisle od oblačnosti a denného osvetlenia, čo je zásadné pri rýchlom mapovaní udalostí s častou oblačnosťou (napr. povodne).
- **Sentinel-2** – multispektrálne optické snímání s vysokým priestorovým rozlíšením, vhodné pre mapovanie pokryvu krajiny, zmien v území a hodnotenie následkov udalostí v krajine.
- **Sentinel-3** – kombinované merania pre pevninu a oceány (vrátane teplotných a oceánografických parametrov), dôležité pre širší environmentálny kontext rizík.
- **Sentinel-4 a Sentinel-5** – atmosférické prístroje na meteorologických satelitoch (EUMETSAT) pre monitoring zloženia atmosféry.
- **Sentinel-5P** – samostatná predchodcovská atmosférická misia na preklopenie dátovej kontinuity pred Sentinel-5.
- **Sentinel-6** – altimetrická misia, najmä pre oceán a hladinu morí, významná pre pobrežné a klimatické súvislosti rizík.

Kľúčovou črtou Copernicu je politika plného, otvoreného a bezplatného prístupu k dátam a informáciám, ukotvená v pravidlách EÚ pre registráciu a licencovanie používateľov a v dokumentácii programu. Prakticky to znamená, že



používateľské bariéry sú minimálne a prístup nie je viazaný na členské štáty EÚ. Dáta a služby sú navrhnuté tak, aby boli využiteľné celosvetovo (s tým, že pri niektorých produktoch môžu existovať obmedzenia z dôvodu bezpečnosti alebo špecifických pravidiel sprístupnenia).

Copernicus teda nepredstavuje iba distribúciu surových satelitných snímok, ale najmä operačnú vrstvu služieb, ktorá premieňa pozorovania (Sentinel + prispievajúce misie + in-situ a ďalšie otvorené zdroje) na štandardizované, dokumentované a pravidelne aktualizované produkty. Služby sú koncipované ako stabilné produkčné reťazce. Majú definované portfóliá výstupov, jednotné špecifikácie, kontrolu kvality a distribučné kanály (portály, katalógy, API), aby boli výstupy použiteľné v praxi verejnej správy aj v operatívnych scenároch. Vďaka tomu môže používateľ pracovať nielen so snímkom, ale s tematickou informáciou pripravenou pre analýzu v GIS (napr. vrstvy pokryvu krajiny, parametre oceánu a atmosféry, klimatické dátové sady, krízové mapy) [9]. Samotné služby Copernicusu sú definované nižšie:

- 1) **Copernicus Land Monitoring Service (CLMS)** - CLMS poskytuje geografické informácie o pokryve a využití krajiny a ich zmenách, vrátane vrstiev pre stav vegetácie, vybrané zložky vodného cyklu a energetickej bilancie povrchu, ako aj produkty súvisiace s pohybmi povrchu (relevantné napr. pre geohazardy). Portfólio je zostavené tak, aby podporovalo porovnateľné mapovanie naprieč územiaми (Európa aj globálne produkty) a tvorilo referenčný základ pre vrstvy expozície (zástavba, infraštruktúra, využitie územia) pri hodnotení rizík [10,11].
- 2) **Copernicus Marine Service (CMEMS)** - CMEMS poskytuje pravidelné a systematické informácie o stave oceánu a morí. Typickými výstupmi sú časové rady a polia parametrov (napr. prúdy, teplota, slanosť, výška hladiny, vlny, ľad, biogeochemické premenné) vo forme analýz, reanalýz a predpovedí pre globálny oceán aj európske regionálne moria. Pre mapovanie rizík je to dôležité najmä pri pobrežných a námorných hrozbách (napr. extrémne vlny, pobrežné zaplavovanie, zľadovatenie, znečistenie a pod.) [12,13].
- 3) **Copernicus Atmosphere Monitoring Service (CAMS)** - CAMS dodáva operačné produkty o zložení atmosféry v podobe denných analýz a predpovedí (globálne aj regionálne) pre reaktívne plyny, aerosóly a ďalšie kľúčové zložky, vrátane výstupov pre kvalitu ovzdušia a epizódy so zvýšeným znečistením. Z pohľadu krízového manažmentu ide o dôležitý podklad napríklad pri udalostiach s dymom a aerosólmi (lesné požiare), pri transportoch prachu alebo pri environmentálnych incidentoch, kde je potrebný priestorovo-časový obraz šírenia znečistenia [14,15].
- 4) **Copernicus Climate Change Service (C3S)** - C3S poskytuje informácie o klíme, ktoré sú využiteľné pre hodnotenie trendov, extrémov a klimatických

súvislostí rizík. Praktickým jadrom je prístup k dátovým sadám a nástrojom (vrátane analýz, indikátorov a ďalších klimatických produktov) cez služobnú infraštruktúru a portály C3S. V mapovaní rizík má C3S význam najmä vtedy, keď je potrebné zasadiť hazard do dlhodobejšieho kontextu (napr. pravdepodobnostné a klimatologické pozadie extrémov, zmeny režimu sucha, teplotných vln a pod.) a pripravovať podklady pre adaptáciu [16,17].

- 5) Copernicus Emergency Management Service (CEMS) - CEMS je pre krízový manažment najpriamejšie využiteľná služba, pretože dodáva časovo citlivé geopriestorové informácie pre prírodné katastrofy, antropogénne udalosti a humanitárne krízy. Má dve hlavné časti:
 - a. Mapovacia zložka (On-Demand Mapping) s celosvetovým pokrytím: zahŕňa rýchle mapovanie bezprostredne po udalosti (typicky v horizonte hodín až dní) a tiež produkty pre pripravenosť, obnovu a hodnotenie rizika mimo bezprostrednej reakcie [18,19].
 - b. Včasné varovanie a monitoring (Early Warning & Monitoring): systémovo pokrýva povodne, sucho a lesné požiare, pričom kombinuje európske a globálne komponenty (napr. EFAS a GloFAS pre povodne, EDO a GDO pre sucho, EFFIS a GWIS pre požiare) a poskytuje priebežné prehľady a predikčné produkty pre pripravenosť a včasnú reakciu [18,20].
- 6) Copernicus Security Service (CSS) - Bezpečnostná služba Copernicus podporuje politiky EÚ tým, že z EO dát vytvára informačné produkty pre prevenciu, pripravenosť a reakciu v oblastiach hraníc, námornej bezpečnosti a podpory externých a bezpečnostných aktivít EÚ (vrátane rozvojovej vetvy pre bezpečnostné aplikácie EO). Hoci jej primárnym cieľom nie je klasické mapovanie prírodných rizík, v širšom rámci civilnej bezpečnosti a situačného povedomia dopĺňa krízové rozhodovanie najmä v prihraničných a námorných scenároch [21].

1.1 Mapovanie povodňového rizika na území SR

Mapovanie povodňového ohrozenia je kľúčový vstup do hodnotenia povodňového rizika. V rámci porovnania sme sa zamerali na scenár tzv. 100-ročnej vody. Odborne ide o N-ročný návrhový prietok s priemernou dobou opakovania 100 rokov (Q100), ktorý sa často interpretuje aj ako prietok s ročnou pravdepodobnosťou prekročenia 1 % [22].

Ako referenčnú vrstvu povodňového ohrozenia pre Q100 sme použili oficiálne sprístupňované mapové podklady, ktorých sprostredkovateľom je Slovenský vodohospodársky podnik, š. p., a ktoré sú publikované ako súčasť máp povodňového ohrozenia a povodňového rizika v súlade s národnou implementáciou rámca EÚ pre povodne. Vrstvy typu Q100 záplavové územie sú spracované tak, aby reprezentovali

rozsah zaplavenia pre zvolený návrhový scenár a boli použiteľné v GIS ako štandardizované priestorové podklady [23].

Druhou porovnávanou vrstvou boli produkty povodňovej služby Copernicus, ktoré poskytujú rýchlo dostupné a priestorovo konzistentné informácie v celoeurópskom až globálnom rozsahu. Tieto produkty sú mimoriadne užitočné pre situačný prehľad a porovnateľnosť medzi regiónmi, avšak ich zmysel a obmedzenia sa líšia podľa toho, či ide o modelový scenár ohrozenia alebo o pozorované zaplavenie odvodené zo satelitov počas konkrétnej udalosti.

Pri porovnaní scenára Q100 pre územie mesta Žilina sa ukázali výrazné rozdiely medzi národnými mapami a Copernicus výstupmi. Kľúčovým dôvodom je rozdielna miera zohľadnenia lokálnej protipovodňovej infraštruktúry a hydraulických zásahov do režimu toku. Európske modelové mapy povodňového ohrozenia (využívané v rámci služieb Copernicus) explicitne uvádzajú, že vo všeobecnosti nezohľadňujú vplyv lokálnych protipovodňových opatrení (napríklad hrádze a súvisiace ochranné systémy), a to najmä pre nedostatok konzistentných údajov v celoeurópskom meradle [24].

V priestore Žiliny je pritom významným zásahom do povodňovej hydrauliky Vodné dielo Žilina. Z hľadiska technicko-bezpečnostného dohľadu je vodná stavba zaradená do I. kategórie, pri čom je dimenzovanie týchto vodných stavieb na úrovni Q1000. Rozdiely v mapovaní je možné vidieť na obrázku 1.



Obrázok 1: Povodňové ohrozenie Q100 v Žiline podľa RPI a CEMS.

Zdroj: Register priestorových informácií (RPI), mapy povodňového ohrozenia [23] a Copernicus Emergency Management Service (CEMS), Global Flood Awareness System: GloFAS forecasting [25].

Záver

Produkty programu Copernicus predstavujú robustný a operatívny zdroj pre rýchlu orientáciu, priebežné monitorovanie a medziúzemné porovnanie povodňového ohrozenia vo veľkom meradle. Pri lokálnom hodnotení rizika v urbanizovaných územiach (napr. Žilina) však samotné modelované výstupy nemusia

dostatočne zachytiť špecifiká konkrétneho povodia, najmä vplyv technických zásahov, vodných diel a existujúcich protipovodňových opatrení. Z tohto dôvodu je vhodné uprednostniť detailné národné mapy povodňového ohrozenia a doplniť ich o relevantné informácie o hydrotechnickej infraštruktúre a režime prevádzky ochranných objektov.

Súčasne je potrebné zdôrazniť, že satelitné snímkovanie a produkty diaľkového prieskumu Zeme majú napriek uvedeným obmedzeniam mimoriadne vysoký aplikačný potenciál. Umožňujú rýchlu detekciu a mapovanie rozsahu záplav, identifikáciu zmien v krajine, priebežné sledovanie vlhkostných a hydrologických indikátorov a poskytujú konzistentné údaje aj pre územia s obmedzenou dostupnosťou terénnych meraní. Ich prínos je zvlášť výrazný pri včasnom varovaní, pri podpore krízového riadenia, ako aj pri spätnom vyhodnocovaní dopadov povodní a kalibrácii modelov. Optimálny prístup preto spočíva v integrácii viaczdrojových dát, kombinovať výhody satelitných produktov s presnosťou a kontextom národných dát (detail, lokálne parametre, ochranné opatrenia) a výsledky systematicky overovať na národnej a lokálnej úrovni.

Grantová podpora

Financované EÚ NextGenerationEU prostredníctvom Plánu obnovy a odolnosti SR v rámci projektu č. 09I03-03- V05-00002.

Táto práca bola podporená Agentúrou na podporu výskumu a vývoja na základe Zmluvy č. APVV-24-0153.

Zoznam použitej literatúry

- [1] Zhao, Q., Yu, L., Du, Z., Peng, D., Hao, P., Zhang, Y. et al. (2022). An Overview of the Applications of Earth Observation Satellite Data: Impacts and Future Trends. *Remote Sensing*, ročník 14(8), článok 1863
- [2] Amitrano, D., Di Martino, G., Di Simone, A. & Imperatore, P. (2024). Flood Detection with SAR: A Review of Techniques and Datasets. *Remote Sensing*, ročník 16(4), článok 656.
- [3] Taubenböck, H., Post, J., Roth, A., Zosseder, K., Strunz, G. & Dech, S. (2008). A conceptual vulnerability and risk framework as outline to identify capabilities of remote sensing. *Natural Hazards and Earth System Sciences*, ročník 8(3), s. 409–420.
- [4] Li, B., Gong, A., Liu, L., Li, J., Li, J., Li, L. et al. (2023). An Earth Observation Framework in Service of the Sendai Framework for Disaster Risk Reduction 2015–2030. *ISPRS International Journal of Geo-Information*, ročník 12(6), článok 232.
- [5] Andries, A., Morse, S., Murphy, R., Lynch, J., Woolliams, E. & Fonweban, J. (2019). Translation of Earth observation data into sustainable development

indicators: An analytical framework. *Sustainable Development*, ročník 27(3), s. 366–376.

- [6] Európska komisia. *Copernicus Earth Observation (EU Space Programme)*. [online]. Dostupné na: https://defence-industry-space.ec.europa.eu/eu-space/copernicus-earth-observation_en
- [7] Copernicus. *Infrastructure overview*. [online]. Dostupné na: <https://www.copernicus.eu/en/about-copernicus/infrastructure-overview>
- [8] Európska vesmírna agentúra (ESA). *The Sentinel missions*. [online]. Dostupné na: https://www.esa.int/Applications/Observing_the_Earth/Copernicus/The_Sentinel_missions
- [9] Európska environmentálna agentúra (EEA). *Copernicus*. [online]. Dostupné na: <https://www.eea.europa.eu/en/about/key-partners/copernicus>
- [10] Copernicus Land Monitoring Service (CLMS). *Copernicus Land*. [online]. Dostupné na: <https://land.copernicus.eu/en>
- [11] Copernicus Land Monitoring Service (CLMS). *Products*. [online]. Dostupné na: <https://land.copernicus.eu/en/products>
- [12] Copernicus Marine Service. *Products*. [online]. Dostupné na: <https://data.marine.copernicus.eu/products>
- [13] Copernicus Marine Service. *Monitoring and forecasting (Operational oceanography)*. [online]. Dostupné na: <https://marine.copernicus.eu/explainers/operational-oceanography/monitoring-forecasting>
- [14] Peuch, V.-H., Engelen, R., Rixen, M., Dee, D., Flemming, J., Suttie, M. et al. (2022). The Copernicus Atmosphere Monitoring Service: From Research to Operations. *Bulletin of the American Meteorological Society*, ročník 103(12), s. E2650–E2668.
- [15] Eskes, H., Tsikerdekis, A., Ades, M., Alexe, M., Benedictow, A. C., Bennouna, Y. et al. (2024). Technical note: Evaluation of the Copernicus Atmosphere Monitoring Service Cy48R1 upgrade of June 2023. *Atmospheric Chemistry and Physics*, ročník 24(16), s. 9475–9514.
- [16] Buontempo, C., Burgess, S. N., Dee, D., Pinty, B., Thépaut, J.-N., Rixen, M. et al. (2022). The Copernicus Climate Change Service: Climate Science in Action. *Bulletin of the American Meteorological Society*, ročník 103(12), s. E2669–E2687.
- [17] Copernicus Climate Change Service (C3S). *Copernicus Climate Change Service*. [online]. Dostupné na: <https://climate.copernicus.eu/>



- [18] Copernicus. *Copernicus Services – Emergency*. [online]. Dostupné na: <https://www.copernicus.eu/en/copernicus-services/emergency>
- [19] Copernicus Emergency Management Service (CEMS). *Rapid Mapping Portfolio*. [online]. Dostupné na: <https://mapping.emergency.copernicus.eu/about/rapid-mapping-portfolio/>
- [20] Copernicus. *European Flood Awareness System (EFAS)*. [online]. Dostupné na: <https://www.copernicus.eu/en/european-flood-awareness-system>
- [21] Copernicus. *Copernicus Services – Security*. [online]. Dostupné na: <https://www.copernicus.eu/en/copernicus-services/security>
- [22] Slovenský vodohospodársky podnik, š. p. *Definovanie pojmu N-ročného prietoku*. [online]. Dostupné na: <https://www.svp.sk/wp-content/uploads/2016/12/Definovanie-pojmu-N-ročného-prietoku.pdf>
- [23] Register priestorových informácií (RPI). *Metadáta záznamu (ID: 6992fd06-bd02-4a6e-a896-b68628e7b200)*. [online]. Dostupné na: <https://rpi.gov.sk/metadata/6992fd06-bd02-4a6e-a896-b68628e7b200>
- [24] Dottori, F., Alfieri, L., Bianchi, A., Skoien, J. & Salamon, P. (2021). A new dataset of river flood hazard maps for Europe and the Mediterranean Basin region. [online]. *Earth System Science Data Discussions* (Hydrology). Dostupné na: <https://essd.copernicus.org/articles/14/1549/2022/essd-14-1549-2022-discussion.html>
- [25] Copernicus Emergency Management Service (CEMS). *GloFAS Forecasting*. [online]. Dostupné na: <https://global-flood.emergency.copernicus.eu/glofas-forecasting/>

USING OF UNMANNED AERIAL VEHICLES IN TRANSPORT CRITICAL INFRASTRUCTURE

Michal Miške^{1,a}

¹ Univerzitná 8215, Slovensko

^a michal.miske@uniza.sk

Abstrakt. Článok sa zameriava na využitie bezpilotných lietadiel (dronov) v oblasti ochrany a údržby dopravnej infraštruktúry. V kontexte narastajúcich bezpečnostných rizík a zvyšujúcich sa nárokov na správu infraštruktúrnych objektov predstavujú drony moderné technologické riešenie s výrazným aplikačným potenciálom. Cieľom príspevku je analyzovať možnosti ich využitia a zhodnotiť prínos bezpilotných systémov pri zvyšovaní úrovne bezpečnosti a efektivity údržby objektov kritickej infraštruktúry. V článku poukazujeme na praktické využitie dronu pri inšpekcii mostného objektu, ktorá demonštruje jeho reálny prínos pri identifikácii porúch a rizík.

Kľúčové slová: Bezpečnosť, Dron, Kritická infraštruktúra, Riziko.

Abstract. The article focuses on the use of unmanned aerial vehicles (drones) in the field of transport infrastructure protection and maintenance. In the context of growing security risks and increasing demands on infrastructure management, drones represent a modern technological solution with significant application potential. The aim of this paper is to analyze the possibilities of their use and to evaluate the contribution of unmanned systems in increasing the level of safety and efficiency of critical infrastructure maintenance. In the article, we point out the practical use of drones in bridge inspection, which demonstrates their real contribution to the identification of faults and risks.

Keywords: Security, UAV, Critical infrastructure, Risk.

JEL Classification: H, R.

Introduction

Transport, as a critical infrastructure sector, forms an essential foundation for modern societies and comprises important systems, services, and facilities. The proper functioning of these systems is key to ensuring economic stability, public safety, and the daily lives of citizens. In addition to transport, critical infrastructure includes the energy sector, water management, telecommunications networks, healthcare facilities, and others. Any disruption or complete destruction of these systems has negative consequences for individuals, society, and the state. For this reason, the protection of critical infrastructure is one of the main priorities of states, international organizations, and security forces. Over the past decade, the world has



experienced rapid technological progress, which has brought new possibilities in the field of protection and critical infrastructure. One of the most innovative tools are unmanned aerial vehicles, known as drones. These devices enable the monitoring and control of hard-to-reach or risky locations, the delivery of fast shipments between two points, and more, opening up new avenues for improving safety and maintenance efficiency. The ability of drones to perform detailed inspections, transmit image data in real time, analyze the environment, or provide support in crisis situations makes this technology an effective tool for use in various areas of critical infrastructure.

The article focuses on a detailed examination of the potential use of drones in the protection, management, and maintenance of critical infrastructure. The aim is not only to analyze their possibilities and benefits, but also to provide specific suggestions and recommendations for the implementation of this technology in various areas. The importance of this work is highlighted by the growing need to protect critical systems in the context of increasing security threats, climate change, and ever-evolving demands for efficiency and sustainability.

1. Unmanned Aerial Vehicles (UAVs)

Drones in aviation can be divided into various categories based on different characteristics, such as their flight mechanisms, design, weight, intended use, or communication method. Unmanned aerial vehicles are primarily used for monitoring infrastructure due to their ability to access locations that are difficult or, in some cases, entirely inaccessible to humans. In some instances, this does not involve drones in the strict sense, but rather robots capable of overcoming various obstacles. As a result, inspectors are not exposed to the risks associated with inspecting infrastructure objects [1]. Drones enable non-contact visual inspection of hard-to-reach areas of bridges. When combined with artificial intelligence models, they are used to detect cracks, corrosion, or destructive changes. For example, in the study by Zhang et al. [2], a UAV system with crack mapping integrated into GIS is proposed, achieving a damage identification accuracy rate of 80.5%. Another study presents a method based on the YOLOv7-CD approach for fast and efficient real-time crack detection on bridge structures [3]. Within NATO's science and security programs, several conferences have been devoted to this issue. The book focused on the use of drones in the monitoring and protection of critical infrastructure by unmanned systems. Also refer to this topic [4],[5].

Classification by Design

Drones and unmanned aerial vehicles (UAVs) can be classified into three main categories according to their design [6]:



- Multi-rotor drones are these drones, also known as rotary-wing drones, use vertical take-off and landing (VTOL). They are highly maneuverable, capable of hovering over a fixed point, and provide continuous coverage of specific areas. They are suitable for precise operations at specific locations; however, their mobility is limited, and they consume a large amount of energy.
- Fixed-wing drones: These drones are more energy-efficient than multi-rotor drones. Due to their gliding capability and high-speed flight, they can carry heavier payloads. Their disadvantages include the need for a take-off and landing runway (HTOL) and the inability to hover over a fixed point. In addition, they require more expensive software and hardware equipment.
- Hybrid-wing drones: These represent a newer type of drone combining rotary and fixed wings. They can quickly reach their target by gliding through the air while also being able to hover using four rotors.

Each drone consists of three main components [6]:

- Flight controller: This component serves as the central processing unit of the drone and is responsible for its control and stability.
- Ground Control Station (GCS): This is a ground-based device that allows operators to monitor and remotely control the UAV. Different GCSs are adapted according to the type and size of drones as well as specific mission requirements.
- Data links: These wireless links enable the transmission of information between the drone and the GCS for communicating and navigating UAV by operator or code.

Drone operation is further classified according to the distance between the drone and the GCS. First one is Visual Line of Sight (VLOS) [6] when control is carried out via direct radio waves and essential, visual contact with the drone. Second one Beyond Visual Line of Sight (BVLOS) control is performed via satellite communication, enabling operation over longer distances. But now DJI company for drones come with new solution that also provide BVLOS as drone to drone, where one drone is defined as „satellite“ and the other one is defined as operating drone.

Classification by Weight

According to Regulation No. 2/2019 of the Transport Authority of the Slovak Republic [7] dated 14 November 2019, drones are classified into the following weight categories in EASA [8]:

- **C0:** Drones with a maximum take-off mass of less than 250 g,

- **C1:** Drones with a maximum take-off mass greater than 250 g but not exceeding 900 g,
- **C2:** Drones with a maximum take-off mass greater than 900 g but not exceeding 4 kg,
- **C3:** Drones with a maximum take-off mass greater than 4 kg but not exceeding 25 kg, and with a typical dimension of less than 3 m,
- **C4:** Model aircraft with a maximum take-off mass greater than 4 kg but not exceeding 25 kg.

2. Case study of using UAVs for monitoring

This Regular inspection of railway bridges is a key aspect of ensuring the safety of railway transport. But traditional inspection methods often require traffic interruptions, the deployment of specialized personnel, and expensive equipment, which increases both the economic costs and the time demands of the process. In this section is provided the case study of using UAV for monitoring and visual control of the potential critical infrastructure object. More specifically, this section covers the visual inspection of the metal railway bridge in the town of Čadca.

Characteristics of the unmanned aerial vehicle used

A professional DJI Matrice 300 RTK drone, one of the most advanced unmanned aerial vehicle systems, was selected for the purpose of inspecting the railway bridge. Company DJI introduced a new model Matrice 400, which is even better for payload capacity, flight time and performance. Table 1 displays parameters of the used drone DJI Matrice 300 RTK.

Tabule 2 The parameters of the UAV DJI Matrice 300 [9]

Parameter	Represent
Maximum flight time	Up to 55 minutes
Maximum speed	23 m/s
Wind resistance	Up to 15 m/s
Operating temperature	-20 °C to 50 °C
Protection class	IP45 (protection against dust and splashing water)
Maximum transmission distance	15 km
RTK accuracy	Horizontal: ± 1 cm, Vertical: ± 1.5 cm



Parameter	Represent
Maximum payload capacity	2.7 kg
Obstacle detection	6-directional
Battery	TB60 (5935 mAh)
Dimensions (unfolded)	810 × 670 × 430 mm
Weight (without accessories)	3.6 kg

For the purposes of comprehensive inspection of the railway bridge, the unmanned aircraft was equipped with the Zenmuse H20T camera. This camera provides 20 megapixel wide-angle, 23x hybrid optical zoom (200 × maximum zoom), thermal camera with a resolution of 640 × 512 pixels and Laser rangefinder with a range of up to 1200 meters. The Zenmuse H20T camera is an integrated solution combining multiple types of sensors in a single device. All this allows you to obtain different types of data during a single flight, which significantly increases the efficiency of the inspection. The wide-angle camera is used to obtain an overview of the structure, while the hybrid optical zoom allows detailed imaging of specific bridge components without the need to bring the drone to a dangerous distance. The integrated thermal camera allows the detection of hidden defects that are not visible to the naked eye, such as anomalies in temperature distribution that may indicate structural damage or material defects. The laser rangefinder provides accurate distance data, enabling precise measurement of the dimensions of structural elements and identified defects.

As mentioned before for the case study, was selected a railway bridge located between the railway stations Čadca and Čadca city station (Figure 1). The bridge is metal and double-tracked. Its supports are made of stone reinforced with hard concrete, and the upper part of the track is fenced off with metal mechanical barriers. The bridge is part of an important international railway line connecting Slovakia railway road from Žilina to the Czech Republic and Poland. A large number of passenger and freight trains pass over it every day, making it one of the busiest railway bridges in Slovakia. The bridge plays a crucial role in the transportation of passengers and goods, including materials of strategic importance. For this reason, it can be considered a potential object of critical infrastructure, the failure of which would have serious economic and transport consequences. Due to its importance, the bridge was selected as an ideal candidate for testing inspection methods using drones.



Figure 1 Case study railway bridge

In the Figure 2 we can see the bridge has a steel truss structure consisting of a system of diagonal and vertical braces connected by rivets. This type of structure ensures high load-bearing capacity and allows the load to be distributed over several points. Several joints and reinforcements are visible, highlighting the robustness and stability of the bridge. A detailed view from a drone provides an accurate picture of the technical solution and the current condition of the individual parts of the steel structure.



Figure 2 Detailed look of railway bridge construction



From the perspective of visual inspection, image processing technology can be used to create an AI model to streamline the inspection process in terms of reducing errors and time. This model has to be trained for defect detection such as cracks, rust, carbonization and other kind of defects [10][11]. But for whole process of bridge monitoring the most essential part is design of digital twin. Digital twin represents true copy of the real object in digital environment, where the object could be examined in very details. The digital twin is a technology that is currently very popular, especially in Asian countries such as China, Singapore, and South Korea. A digital twin is an exact virtual replica of a real-world object, created by capturing a point cloud. The point cloud can be generated using high-quality scanning devices or total stations. This technology, in combination with sensors that monitor precise position, temperature, and other parameters, can provide real-time information about the object's external condition and, depending on the sensors used, its internal condition as well [12]. Digital twins are currently widely used not only for monitoring critical infrastructure but also for manufacturing processes, visualizing specific point elements, and predictive design. In various projects, digital twins have been applied, for instance, in the NATO IRIS project, the DESDEMONA project, project APRIORI and in the phase of realization of the Slovak Republic in the REMAKE 3D project [13][14][15][16].

3D modeling is an important tool for visual inspection of infrastructure, as it allows for additional measurements to be taken directly in a digital environment. During the mission, the inspection was divided into two stages – the first part took the form of a test flight at an altitude of approximately 110 meters, the aim of which was to test the conditions and trajectory of the scanning. In the second phase, the drone performed planned circular movements around the structure at an altitude of approximately 90 meters, scanning the bridge from different angles. Interestingly, based on the course set in the controller, the drone automatically divided the planned route into four separate missions. It then performed each of these missions separately from a single starting point. It should be noted that for an even more detailed analysis of the structure, it would be necessary to perform several 3D modeling attempts at different flight altitudes and combine manual control with automated flight modes of the drone. This 3D model was then visualized in an application from DJI, where it was possible to freely rotate, zoom in, and examine individual parts of the structure in detail [15][16].



Figure 3 Railway bridge in digital environment (Digital twin)

Based on the acquired 3D model of the bridge, additional analyses were performed, focusing on measuring specific parts of the structure. Using visualization tools, it was possible to accurately determine the dimensions of concrete supports, the lengths of steel beams, and other structural elements without the need for physical access. This method significantly increases work efficiency and allows for the acquisition of accurate technical data necessary for further analysis or documentation of the bridge's condition. Thanks to the 3D model, it is possible to analyze the bridge structure in detail, including the individual parts of which it is composed, and to perform accurate measurements even on small structural elements.

Conclusion and discussion

The case study demonstrated the practical applicability and significant potential of unmanned aerial vehicles (UAVs) in the monitoring of railway bridge structures. Using UAV-based inspection, several structural defects were successfully identified, particularly surface cracks and corrosion of structural elements. These defects are typical manifestations of material degradation caused by long-term operational loading and environmental influences. The use of UAV technology enabled the acquisition of high-resolution visual data from otherwise difficult-to-access areas without the need for direct physical access to the bridge structure or interruption of railway traffic.

Subsequent analyses and digital simulations showed that the detected defects currently do not have a critical impact on the overall structural functionality or load-



bearing capacity of the bridge. However, from a preventive maintenance perspective, these defects cannot be considered negligible. Their continued development may lead to progressive deterioration of the structural elements and, in the long term, to a reduction in the safety and service life of the bridge. Early identification through UAV monitoring therefore plays a crucial role in timely maintenance planning and risk mitigation. An important operational challenge is the fact that any extensive repair intervention on the bridge would require a temporary closure of a key international railway corridor. The resulting diversion of traffic via the Púchov–Zlín route would significantly affect both freight and passenger transport, potentially leading to economic losses, logistical complications, and reduced transport capacity. This underlines the importance of accurate diagnostics and well-timed decision-making based on reliable inspection data, which UAV systems are capable of providing efficiently.

The results of this study confirm that the use of unmanned aerial vehicles represents an effective, safe, and economically advantageous tool for the monitoring and inspection of railway bridges. UAV-based inspections enable rapid data collection, minimize the need for human exposure to hazardous environments, and significantly reduce the necessity for traffic restrictions during inspection activities. In the presented case study, the UAV inspection successfully detected multiple structural defects, such as cracks and corrosion, which were subsequently evaluated through digital modeling. Although the identified defects do not currently pose an immediate threat to the structural integrity or operational safety of the bridge, their existence highlights the importance of preventive maintenance and continuous monitoring. Timely repair interventions could prevent future structural degradation and avoid more serious failures with potentially severe economic and transport consequences. At the same time, the study highlights the complex decision-making process associated with maintenance of critical transport infrastructure, where technical necessity must be balanced with the continuity of international rail transport. The possibility of long-term route closures and mandatory diversions emphasizes the strategic importance of early diagnostics enabled by UAV technologies.

In conclusion, UAVs represent a promising tool for modern bridge management within critical infrastructure systems. Their integration into regular inspection regimes can significantly enhance diagnostic capabilities, improve safety levels, and support more sustainable and cost-effective infrastructure maintenance strategies.

Acknowledgement

The article was supported by GS_Michal Miške I-24-028-05 Slovak research and development agency, grant number APVV-22-0562 Strengthening the REsilience MAnagement of Key infrastructue Elements using advances in 3D modeling.

Zoznam použitej literatúry

- [1] Ottaviano, E., et al. 2023. Simulation of a Hybrid Robot for Bridge Inspection. Available at: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2352146523004908>
- [2] Zhang, J., et al. 2024. Intelligent Detection of Concrete Apparent Defects Based On A Deep Learning - Literature Review, Knowledge Gaps And Future Developments. Available at: https://www2.irsm.cas.cz/materialy/cs_content/2024_doi/Zhang_CS_2024_0025.pdf?utm_source=chatgpt.com
- [3] Wu, Y., et al. 2025. Deep learning in crack detection: A comprehensive scientometric review. Available at: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2772991525000076>
- [4] Yang Y., et al. 2024. An modified intelligent real-time crack detection method for bridge based on improvised target detection algorithm and transfer learning. Available at: <https://www.frontiersin.org/journals/materials/articles/10.3389/fmats.2024.1351938/full>
- [5] Daponte, P., et al. 2024. UAV test-bench platform for propeller diagnostics using Machine Learning. Available at: <https://ieeexplore.ieee.org/document/10863162>
- [6] PACHPUTE, S. 2024. Working Principle and Components of Drone [online]. [cit. 2025-01-29]. Dostupné na: <https://cfdflowengineering.com/working-principle-and-components-of-drone/>
- [7] Rozhodnutie č. 2/2019. 2019. Dopravný úrad SR [online]. Dostupné na: <https://nsat.sk/wp-content/uploads/2019/11/R2-2019.pdf>
- [8] EASA – Privacy by design. Available at: <https://www.easa.europa.eu/en/domains/civil-drones/privacy/privacy-by-design>
- [9] DJI Matrice 300. 2025. Available at: https://www.dronerepublic.sk/dji-matrice-300/?gad_source=1&gad_campaignid=18413941828&gbraid=0AAAAADOSdWJQmzO78MqntNmOpl2sosoOD&gclid=CjwKCAiA0eTJBhBaEiwA-Pa-hYTi0Quyp5w9162qGuNXFadM3fm4_ph7f0RaKvIWnaZHzPhRKP4lOxoCDPUQAvD_BwE
- [10] Blaho, M.: AI pre spracovanie obrazu a vizuálna inšpekcia. HUMUSOFT: Workshop, 2025.
- [11] Studnička, J.: Low code nástroje pro efektivní analýzu a vizualizaci dat. HUMUSOFT: Workshop, 2025.



-
- [12] Kompanets, A., et al. 2024. Deep Learning for Segmentation of Cracks in High-Resolution Images of Steel Bridges. Available at: <https://arxiv.org/abs/2403.17725>
- [13] Gatulli, V. et al. 2024. IRIS NATO Project. Available at: <https://irisnatoproject.eu/>
- [14] DESDEMONA Project. Available at: <https://www.desdemonaproject.eu/>
- [15] De Vito, L., et al. 2025. APRIORI Project. Available at: <https://aprioriproject.eu/>
- [16] Figuli, L., et al. 2025. REMAKE 3D Project. Available at: <https://remake3d.uniza.sk/>

THE IMPACT OF INFLUENCER MARKETING ON ONLINE SALES

Alexandra Valicová^{1,a} Tatiana Čorejová^{2,b}

¹Žilinská univerzita v Žiline, Univerzitná 1, 010 26, Žilina

²Žilinská univerzita v Žiline, Univerzitná 1, 010 26, Žilina

^aalexandra.valicova@fpedas.uniza.sk

^btatiana.corejova @fpedas.uniza.sk

Abstract: This article analyzes how influencer marketing influences online sales in social media environments. It focuses on the role of influencers in shaping consumer buying behavior and increasing brand visibility. The study aims to evaluate how effectively influencer-based strategies can be incorporated into marketing campaigns. Various categories of influencers are examined, as well as the difficulties involved in assessing campaign performance. The findings provide valuable guidance for companies seeking to improve their digital marketing efforts.

Key words: Influencer marketing, Social networks, E-commerce

JEL Classification: M31, M37

Introduction

Social media plays a significant role in today's e-commerce landscape, enabling businesses to effectively communicate with their customers, promote their products and services, and create personalized shopping experiences. Leading platforms such as Facebook, Instagram, and YouTube have become the foundation of modern marketing strategies, enabling intense interaction between consumers and brands. This form of communication not only helps to increase brand awareness, but also helps build trust and customer loyalty, thereby strengthening the relationship between businesses and their customers. [1]

Influencer marketing is currently one of the most effective tools used on social media, as influencers can significantly influence the purchasing decisions of their followers. Research suggests that up to 70% of consumers trust influencer recommendations, with 60% of them subsequently deciding to purchase products promoted by these creators. This strategy allows brands to not only increase sales, but also build long-term relationships with customers through authentic content and direct interaction in real time. [2]

1. Theoretical backgrounds

In the digital age, social media is playing a crucial role in the transformation of e-commerce. Businesses are using it not only to communicate with their customer base, but also to implement personalized marketing strategies that optimize the promotion of products and services. This interactivity not only helps increase brand awareness, but also builds mutual trust and loyalty between consumers and businesses, thereby contributing to more effective business relationship management. [1]

Influencers can be classified into different categories based on the number of followers they have and the extent of the impact they have on their target audience:

- Nano-influencers: These individuals have fewer than 10,000 followers but excel at high levels of engagement within smaller, niche communities. They are valued for their authenticity and personal approach to their followers, which can be advantageous for targeted marketing campaigns. Although they have a smaller reach, their ability to build trust and strong connections with their audience often makes up for the lower number of followers.
- Micro-influencers: Micro-influencers have followers between 10,000 and 100,000, while maintaining a high level of authenticity and personal connection with their audience. Micro-influencers often have stronger engagement compared to larger influencers, making them effective in building trust in brands and increasing their credibility.
- Macro-influencers: These influencers have between 40,000 and 1,000,000 followers and are often public figures or experts in specific fields. Their influence can be valuable in increasing brand awareness, but they typically have lower engagement rates than smaller influencers. They are effective in reaching broader audiences, but may have a less personal approach to their followers.
- Mega-influencers: These individuals have over 1 million followers and are often world-famous celebrities or content creators with massive reach. They are very effective at generating huge brand awareness, but their campaigns can be more expensive and less targeted to specific market segments. [3]

2. Objectives and methodology

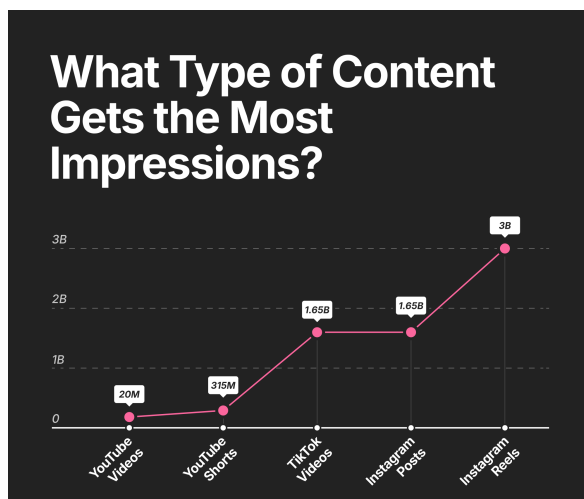
The aim of this article is to analyze the impact of influencer marketing on online sales in the context of social networks. The paper focuses on how influencers influence consumers' purchasing decisions, what impact their influence has on brand awareness, and how this strategy can be effectively integrated into marketing campaigns.

This article focuses on analyzing the impact of influencer marketing on online sales using secondary data obtained from available online sources. Qualitative

research methods were used, primarily content analysis and information synthesis from professional articles, studies, reports, and other relevant publications. The collected data were analyzed using the following methods: Content analysis was used to identify key themes, trends, and relationships in the data. Texts, images, and videos were analyzed to extract relevant information about the impact of influencer marketing. Information synthesis: The information obtained was synthesized and grouped into logical units to create a coherent picture of the impact of influencer marketing on online sales. Comparative analysis: Different data sources were compared to identify similarities and differences and to verify the validity and reliability of the information.

3. The impact of influencer marketing on online sales

Artificial intelligence (AI) is expected to have a major impact on personalized recommendations in influencer marketing by 2026. With advanced analytics, AI will be able to analyze user behavior and optimize content in real time, ensuring that recommendations are not only relevant but also tailored to individual customer preferences and interests. This will improve the effectiveness of marketing campaigns and strengthen consumer engagement. [4]



Picture 1: What type of content gets the most impressions?

Source:[5]

Shoppable content is an interactive format on social media that allows users to purchase products directly from posts, videos, or live streams. Available on platforms like Instagram, TikTok, and YouTube, this feature greatly simplifies the shopping process by eliminating the need to navigate to external websites. On Instagram, brands can tag products directly in posts and stories, while TikTok Shop



allows users to make an instant purchase during live streams, encouraging impulse buying decisions. YouTube uses clickable links in videos and live streams to showcase products in detail. This format has proven to be extremely effective in increasing conversions and building consumer trust through visually appealing and engaging content. [6]

Live shopping events, where influencers showcase products and interact with their audience in real time, are gaining popularity. This format allows brands to communicate directly with customers, answer their questions, and offer exclusive discounts. The combination of authenticity and immediate feedback creates a sense of urgency, which encourages impulse purchases. Platforms like Instagram, TikTok, and Facebook provide a platform for this type of interactive selling. Statistics show that live shopping significantly increases conversions because customers can see products in action and ask questions during the broadcast, increasing their engagement and trust in the product. [7]

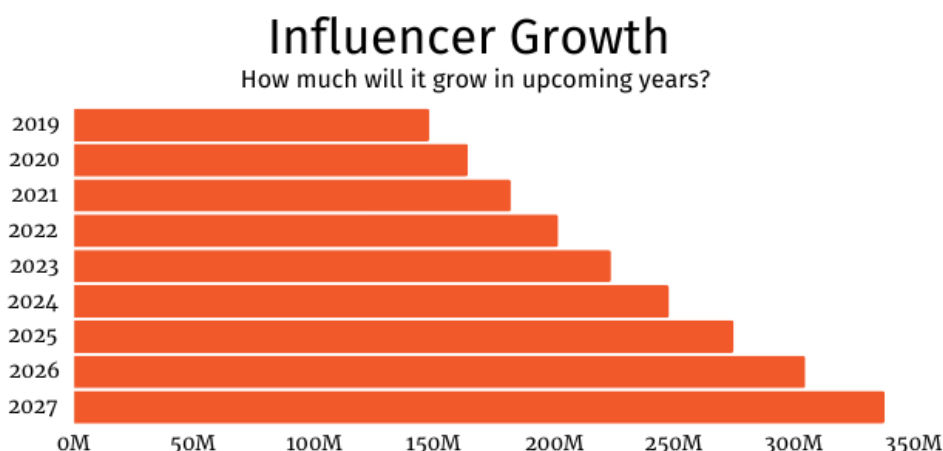
Trends suggest that the future of influencer marketing will be centered around micro- and nano-influencers, who have smaller but more engaged audiences. These influencers build close communities around shared interests and are perceived as more authentic and trustworthy. They are also more affordable, allowing brands to collaborate with multiple influencers and effectively reach different audiences, increasing the flexibility and effectiveness of marketing campaigns. [8]

Influencers are increasingly becoming long-term brand ambassadors, representing their values and messages. These lasting partnerships allow brands to build authentic relationships with their audiences, which in turn helps build customer trust and loyalty. As brand ambassadors, influencers also play an important role in spreading green and sustainability messages, helping brands to build their image as responsible and sustainable businesses. [9]

Influencer marketing plays a key role in building brand trust and authenticity, as influencers are seen as trusted authorities within their communities. Through interactions with their audience, such as responding to comments or sharing personal experiences, influencers create a strong emotional connection between the brand and consumers. Influencers' authenticity, which is based on their transparency and value consistency, further strengthens trust in the products or services they promote. Research suggests that when influencers are seen as reliable and trustworthy sources of information, their recommendations significantly impact brand perception and contribute to higher brand credibility. [10]

Influencer marketing has proven to be an effective tool for increasing conversions compared to traditional advertising formats. Brands that partner with influencers can achieve higher engagement and conversion rates because influencers are reaching an audience that is already interested in their products or services. This targeted approach leads to a higher likelihood of purchase as consumers trust the recommendations of influencers who have become authorities in their fields. [11]

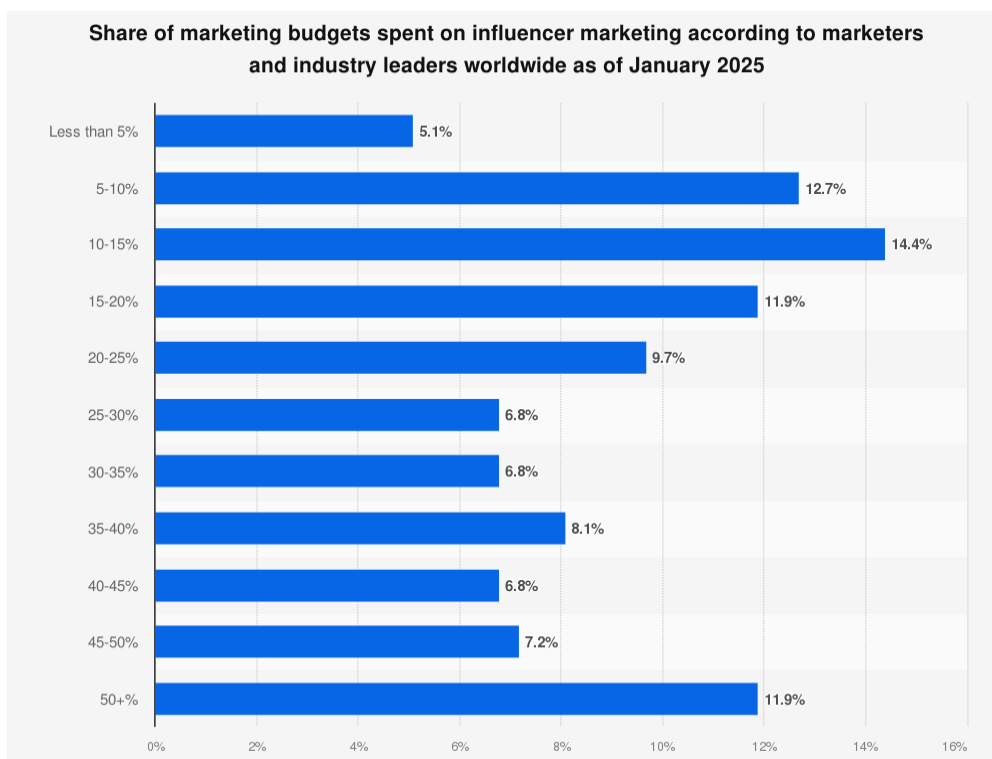
Influencer marketing provides brands with the opportunity to effectively expand their reach into new markets and diverse demographics. By collaborating with influencers who have built loyal followings on social platforms, brands can reach audiences that would otherwise be out of reach with traditional marketing tools. This approach allows brands to not only increase their visibility, but also actively engage in interactions with relevant customer segments. A key element of this strategy is the right choice of influencer who resonates with the brand's values and can reach the desired target audience, ensuring authenticity and credibility of the collaboration.



Picture 2: Influencer growth

Source:[13]

Influencers play a key role in influencing purchasing behavior, especially impulse purchases. Through live shopping events, during which they present products in real time, they can increase the likelihood of impulse purchases. These events allow viewers to immediately react to products, ask questions and receive answers, which creates a sense of urgency and encourages quick purchase decisions. Statistics indicate that up to 80% of consumers have made a purchase based on an influencer's recommendation, with up to 68% of customers trusting these recommendations as much as recommendations from family members. In this way, influencers fundamentally influence the entire purchasing process, from initial product information to the final purchase decision. [14]



Picture 3: Share of marketing budgets spent on influencer marketing according to marketers and industry leaders worldwide as of January 2025

Source:[15]

Challenges and limitations of influencer marketing

As the number of influencers and marketing campaigns continues to grow, the market is becoming increasingly saturated, leading to a phenomenon known as "influencer fatigue." This occurs when consumers become less receptive to and engaged with content created by influencers, especially if the content is overly commercial or inauthentic. Social media users often find marketing posts repetitive and uninteresting, leading to a loss of attention. If the content seems too salesy or feels like "push" advertising, consumers may lose trust not only in the influencers themselves, but also in the brands behind the communication. This negative effect can significantly reduce the effectiveness of influencer marketing campaigns, reducing their impact on the audience and their effectiveness in raising awareness of products or services. Ultimately, this trend can weaken consumer trust in the products being promoted, which can result in lower engagement and reduced sales. [16]



Measuring return on investment (ROI) in influencer marketing is one of the biggest challenges, as it can be difficult to determine the specific impact of campaigns, especially when it comes to indirect goals such as building brand awareness or improving image. While metrics such as engagement rates or website traffic provide some insight into campaign performance, they do not always fully reflect their real impact on sales or long-term customer loyalty. Therefore, it is essential to use advanced analytics tools that can help monitor various performance indicators in real time. It is also crucial to set specific and measurable goals before launching a campaign, so that its success can be effectively evaluated and the strategy can be adjusted if necessary. This way, brands can get a more accurate picture of how influencer marketing contributes to their business goals. [17]

Transparency is an integral part of ethical influencer marketing, which is based on trust between influencers, brands, and consumers. It is crucial that influencers clearly label sponsored content and disclose their financial relationships with brands. This step is essential to ensure open communication and maintain consumer trust. Despite existing rules, such as the Federal Trade Commission (FTC) guidelines in the US, there are still influencers who do not comply with the regulations on the disclosure of paid collaborations, which can cause significant problems. This lack of transparency can damage a brand's reputation and lead to a loss of trust from consumers. In today's world, authenticity and openness are increasingly expected of influencers, so labeling sponsored content is essential to maintaining their trust. Ethical practices in influencer marketing, such as promoting products that align with the influencer's values and benefit their audience, are fundamental to maintaining the integrity of this type of marketing. [18]

Brands are increasingly dependent on social platforms to achieve their marketing goals, but this poses a certain threat. If these platforms adjust their algorithms or policies, it can negatively affect the visibility and reach of the brand. For example, a change in the way posts are displayed can lead to a decrease in audience engagement. Therefore, brands should expand their marketing channels and not rely on just one platform. This approach allows you to minimize the risks associated with changes in social media and ensures a stable reach to target groups. [19]

4. Discussion

By 2026, artificial intelligence (AI) is expected to play a key role in the process of selecting and managing influencers. Using advanced analytics tools and algorithms, AI will be able to analyze user behavior on social media in detail, allowing brands to create customized campaigns tailored to their target groups. These technologies will enable automated selection of influencers who best resonate with specific customer segments, while optimizing content in real time. Such an approach will not only simplify the selection of suitable partners, but also increase the effectiveness of campaigns by allowing content to be constantly adapted to current trends and user preferences. The result will not only be better targeting of

relevant audiences, but also an improvement in the return on investment in influencer marketing, as all campaign steps will be supported by accurate data and analytics. [20]

The development of augmented reality (AR) and virtual reality (VR) technologies is becoming an integral part of influencer marketing strategies, allowing brands to create unique, interactive and immersive experiences for their customers. AR technologies give brands the opportunity to implement filters that allow customers to try on products, such as cosmetics or clothing, directly through mobile social media applications. This approach increases consumer engagement by providing them with a personalized shopping experience. On the other hand, VR technology offers an even deeper experience that allows consumers to experience products in a simulated environment, which significantly strengthens their emotional connection with the brand. Thanks to these innovations, brands not only differentiate themselves from their competitors, but also create new ways to attract customers and gain their long-term loyalty. Thus, these advanced technologies significantly increase the attractiveness of campaigns and open up new possibilities in digital marketing. [21] [22]

Long-term partnerships between brands and influencers are becoming a key element in today's marketing strategies. These ongoing collaborations allow brands to build deeper relationships with their target audience and build trust, which is extremely important in today's advertising environment. Unlike one-off campaigns that can act as short-term incentives, long-term partnerships allow influencers to present products and services naturally and authentically, which increases customer engagement and loyalty. These collaborations ensure that the audience is not just confronted with marketing messages, but with a real story that develops over time. This process increases the emotional value of the relationship between the brand and its consumers. Long-term partnerships can include various forms of interaction, such as exclusive events, special limited edition products, or special offers, which reinforce mutual trust and authenticity. Such collaborations are a powerful tool for consolidating and expanding the brand in the market, because consumers feel like they are part of something real and long-term. [8, 22]

Conclusion

Influencer marketing, which has become an integral part of digital marketing in recent years, has undergone a fundamental change. While a decade ago, brands were primarily focused on collaborating with celebrities and mass influencers, today there is an increasing emphasis on the importance of micro- and nano-influencers who have an authentic connection with their audience and higher levels of engagement. This shift highlights the need for greater authenticity, transparency, and long-term relationships between brands and influencers.

Literature

- [1] THAPA, M. (2024). Role of social media in e-commerce: Its influence in consumer engagement and purchase decision with reference to the consumers of Darjeeling Hills of West Bengal, India. *International Journal of Creative Research Thoughts*, 12(3), 2680–2686. Available at: <https://www.ijcrt.org/papers/IJCRT24A3297.pdf>
- [2] SELMO. (2023). Vplyvní predajcovia: kľúč k úspešnej marketingovej stratégii. Available at: <https://www.selmo.io/sk/instagram/blog/vplyvni-predajcovia-kluc-k-uspesnej-marketingovej-strategii>
- [3] LEE, C. K. M., HUSSAIM, H., & ALJIFRI, A. K. (2024). A Comprehensive Overview of Micro-Influencer Marketing. *Sustainability*, 16(6), 2340. Available at: <https://doi.org/10.3390/su16062340>
- [4] SONEYE, T. (2025, February 26). *The Future of Influencer Marketing: Key Trends to Watch in 2025*. MENA Bloom. Available at: <https://menabloom.com/the-future-of-influencer-marketing-key-trends-to-watch-in-2025/>
- [5] Influencer Marketing Report (2025) Available at: 2025 Influencer Marketing Report: Trends and Statistics for Influencer Marketing, UGC, and the Creator Economy | Collabstr
- [6] SHOPIFY. (2025). *7 Effective Types of Shoppable Content To Boost Digital Sales*. Available at: <https://www.shopify.com/blog/shoppable-content>
- [7] CILLANKI, A. (2025). *Boost Influencer Marketing Strategy with Livestream Shopping*. Firework. Available at: <https://firework.com/blog/influencer-marketing-strategy-live-shopping>
- [8] FAUZI, M. A., ALI, Z., SATARI, Z., MEGAT RAMLI, P. A., & OMER, M. (2024). Social media influencer marketing: Science mapping of the present and future trends. *International Journal of Quality and Service Sciences*, 16(2), 199–217. Available at: <https://doi.org/10.1108/IJQSS-10-2023-0174>
- [9] DNA MARKETING. (2024). *Trendy v udržateľnom marketingu a ich prepojenie s influencer kampaňami v roku 2025*. Available at: <https://www.dna-marketing.sk/l/trendy-v-udrzatelnom-marketingu-a-ich-prepojenie-s-influencer-kampanami-v-roku-2025>
- [10] ATLANTIS PRESS. (2024). *The Role of Influencer Interactivity and Authenticity in Forming Brand Trust*. Available at: <https://www.atlantispress.com/article/126003897.pdf>
- [11] LOU, C., & YUAN, S. (2021). The effectiveness of influencer marketing: A meta-analysis. *Journal of Advertising Research*, 61(3), 309–323. Available at:



https://www.researchgate.net/publication/360603543_Influencer_Marketing_Effectiveness

- [12] FREBERG, K., GRAHAM, K., McGAUGHEY, K., & FREBERG, L. (2022). Influencer marketing: A new era of marketing strategy. *Journal of Marketing Management*, 38(7-8), 775–792. Available at: <https://doi.org/10.1080/0267257X.2022.2078345>
- [13] WEBAREAL (2024). Ako ovplyvňuje influencer marketing nákupné rozhodovanie zákazníka. Available at: <https://blog.webareal.cz/ako-ovplyvnuje-influencer-marketing-nakupne-rozhodovanie-zakaznika/>.
- [14] Influencer share of marketing budgets(2025) Statista. Online. Available at: Influencer share of marketing budgets 2025| Statista
- [15] INFLUENCER MARKETING HUB (2025). *Influencer Marketing Benchmark Report 2025*. Available at: <https://influencermarketinghub.com/influencer-marketing-benchmark-report/>
- [16] GOODSON, C. (2025). *The State of Influencer Marketing in 2025: Trends, Challenges and What's Next*. Find Your Influence. Available at: <https://findyourinfluence.com/blog/the-state-of-influencer-marketing-in-2025-trends-challenges-and-whats-next/>
- [17] JETIR (2025). The Ethics of Influencer Marketing: Transparency and Disclosure. Available at: <https://impact.com/influencer/navigating-influencer-marketing-compliance/>
- [18] Influeancer marketing statistics. (2026). Online. Available at : 100+ Influencer Marketing Statistics For 2026 (Industry Data)
- [19] VENCIUTE, E., AURUSKEVICIENE, V., & REARDON, J. (2023). The influence of social media algorithms on brand visibility and customer engagement. *Journal of Emerging Trends in Marketing and Management*, 4(1), 12–25. Available at: <https://www.journaltesm.com/index.php/journaltesm/article/download/31/8/19>
- [20] WHITNEY, R. (2025). *Ako mení AI marketing influencerov?* Available at: <https://firmbee.sk/ako-meni-ai-marketing-influencerov-ai-v-podnikani-114>
- [21] SÝKOROVÁ, A. (2025). Trendy v social media marketingu na rok 2025. *Visibility*. Available at: <https://visibility.sk/blog/trendy-v-social-media-marketingu-na-rok-2025/>
- [22] ČAJKOVÁ, V. (2025). Návrh online marketingovej komunikácie Katedry spojov. Diplomová práca.

VÝZNAM GEOGRAFICKÉHO INFORMAČNÝCH SYSTÉMOV A PRIESTOROVÝCH DÁT PRE HODNOTENIE RIZÍK ÚZEMIA V RÁMCI KRÍZOVÉHO RIADENIA NA SLOVENSKU

THE IMPORTANCE OF GEOGRAPHIC INFORMATION SYSTEMS AND SPATIAL DATA FOR TERRITORIAL RISK ASSESSMENT WITHIN CRISIS MANAGEMENT IN SLOVAKIA

Jozef Kubás

Fakulta bezpečnostného inžinierstva Žilinskej univerzity v Žiline, 1. mája 32, 010 26 Žilina,
Slovensko

jozef.kubas@uniza.sk

Abstrakt. Geografické informačné systémy (GIS) a priestorové dáta predstavujú významný nástroj pri hodnotení rizík územia v rámci krízového riadenia na Slovensku. Umožňujú systematický zber, spracovanie, analýzu a vizualizáciu priestorovo viazaných informácií, ktoré sú nevyhnutné na identifikáciu ohrozených oblastí, hodnotenie zraniteľnosti územia a podporu rozhodovacích procesov v jednotlivých fázach krízového riadenia. Príspevok sa zameriava na význam využívania GIS pri hodnotení rizík, so zameraním na povodne, ktoré patria medzi najčastejšie mimoriadne udalosti na Slovensku s významným dopadom na obyvateľstvo a infraštruktúru. Osobitná pozornosť je venovaná mapovým podkladom, ktoré poukazujú na ohrozenie územia povodňami na Slovensku, čo umožňuje presnejšie hodnotenie rizík a následne kvalitnejšie a efektívnejšie spracovanie krízových plánov. Využívanie GIS tak významne prispieva k zvyšovaniu bezpečnosti územia a ochrane obyvateľstva.

Kľúčové slová: GIS, priestorové dáta, hodnotenie rizík, mimoriadne udalosti, krízové riadenie, verejná správa

Abstract. Geographic Information Systems (GIS) and spatial data represent an important tool for assessing territorial risks within crisis management in Slovakia. They enable the systematic collection, processing, analysis, and visualization of spatially referenced information that is essential for identifying endangered areas, assessing territorial vulnerability, and supporting decision-making processes in individual phases of crisis management. The paper focuses on the importance of using GIS in risk assessment, with particular emphasis on floods, which are among



the most frequent emergency events in Slovakia and have significant impacts on the population and infrastructure. Special attention is paid to map-based materials that highlight flood-prone areas in Slovakia, which allows for more accurate risk assessment and, consequently, higher-quality and more effective preparation of crisis management plans. The use of GIS thus significantly contributes to increasing territorial safety and the protection of the population.

Keywords: GIS, spatial data, risk assessment, emergency events, crisis management, public administration

JEL Classification: C80, Q54, H12

Úvod

Hodnotenie rizík územia predstavuje neoddeliteľnú súčasť krízového riadenia, ktorej cieľom je minimalizovať negatívne dopady mimoriadnych udalostí na obyvateľstvo, majetok a životné prostredie. V podmienkach Slovenskej republiky sa čoraz častejšie stretávame s výskytom prírodných aj antropogénnych hrozieb, medzi ktoré patria najmä povodne, extrémne prejavy počasia, technické havárie či iné mimoriadne udalosti s regionálnym alebo lokálnym dosahom. Efektívne zvládanie týchto situácií si vyžaduje presné, aktuálne a priestorovo orientované informácie, ktoré tvoria základ pre kvalifikované rozhodovanie orgánov verejnej správy a záchranných zložiek. Geografické informačné systémy a priestorové dáta predstavujú moderný a účinný nástroj, ktorý umožňuje komplexné spracovanie informácií o území a jeho ohrozeniach. Prostredníctvom analýzy a vizualizácie priestorových údajov je možné identifikovať rizikové oblasti, hodnotiť zraniteľnosť územia a modelovať možné scenáre vývoja mimoriadnych udalostí. Význam GIS v krízovom riadení spočíva nielen v podpore prevencie a pripravenosti, ale aj v zefektívnení reakcie a obnovy po vzniku krízovej situácie.

Cieľom tohto článku je poukázať na význam geografických informačných systémov a priestorových dát pri hodnotení rizík územia v rámci krízového riadenia na Slovensku, so zameraním na povodne ako najčastejšiu formu mimoriadnych udalostí. Pozornosť je venovaná najmä využívaniu mapových podkladov v procese identifikácie ohrozených území a ich významu pre tvorbu kvalitných a efektívnych krízových plánov v prostredí verejnej správy.

1. GIS a mapovanie rizík v krízovom manažmente

Proces detailnej analýzy rizík a tvorby rizikových máp prináša výrazné výhody pre efektívne krízové riadenie. Počas tohto procesu sa krízoví manažéri a používatelia rizikových máp zoznamujú s jednotlivými rizikami na hodnotenom území a získavajú podrobné informácie o ich charaktere, rozsahu a možných dôsledkoch. Výstupy z mapovania rizík predstavujú kľúčový podklad pre rozhodovanie vo všetkých fázach krízového riadenia – od prevencie, cez pripravenosť a reakciu, až po obnovu územia. Rizikové mapy umožňujú aj



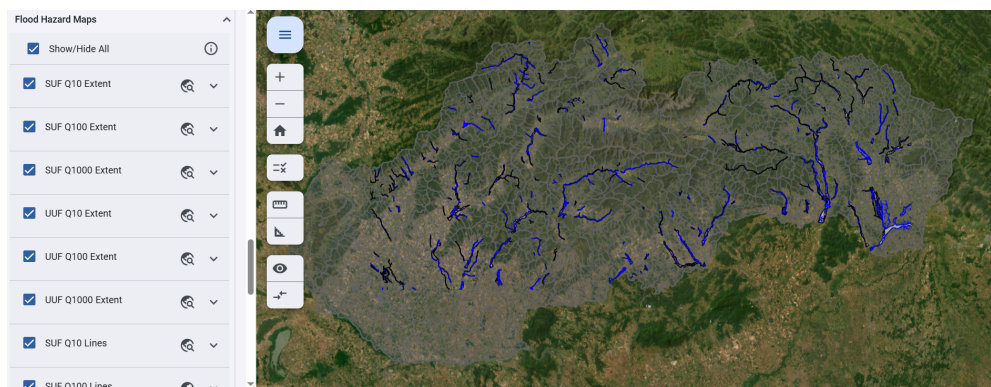
porovnávanie jednotlivých rizík a územných celkov, čo pomáha identifikovať najviac ohrozené oblasti a efektívne smerovať preventívne opatrenia a investície [1].

Na spracovanie priestorových údajov a samotné mapovanie rizík sa využívajú geografické informačné systémy. GIS zahŕňajú priestorové dáta a softvérové nástroje umožňujúce ich spracovanie, analýzu a vizualizáciu [2]. Dnes predstavujú GIS jeden zo základných nástrojov krízového manažmentu, najmä pri zobrazovaní jednotlivých prvkov rizika na mapách. Ich využitie je možné vo všetkých fázach cyklu krízového riadenia [3]. V oblasti prevencie a hodnotenia rizík GIS podporujú tvorbu rizikových máp, modelovanie krízových javov, analýzu dát a hodnotenie rizík. GIS sa využívajú aj pri mapovaní zasiahnutých oblastí, kritickej infraštruktúry, núdzových zariadení a evakuačných trás. Dôležitú úlohu zohrávajú aj pri informovaní verejnosti o priebehu a následkoch mimoriadnych udalostí, pri simuláciách, vizualizácii poškodených objektov a porovnávaní stavu územia pred a po udalosti, ako aj pri podpore rozhodovania v procese obnovy [4,5,6].

Efektívne využívanie GIS a mapovania rizík však závisí od dostupnosti kvalitných, aktuálnych a spoľahlivých dát. Preto je nevyhnutné zavedenie systematického dátového manažmentu v krízovom riadení. [8]. V súčasnosti v podmienkach Slovenskej republiky takéto ucelený dátový model a systematický manažment údajov chýbajú. Analýzy územia sa často spracovávajú na neaktuálnych mapách, nezohľadňujú všetky relevantné údaje a potreby územia, čo obmedzuje presnosť vypracovávaných plánov ochrany obyvateľstva. Ministerstvo vnútra SR zatiaľ nedisponuje komplexným informačným systémom pre krízové riadenie a posudzovanie rizík [9].

2. Integrácia povodňových máp do GIS platformy

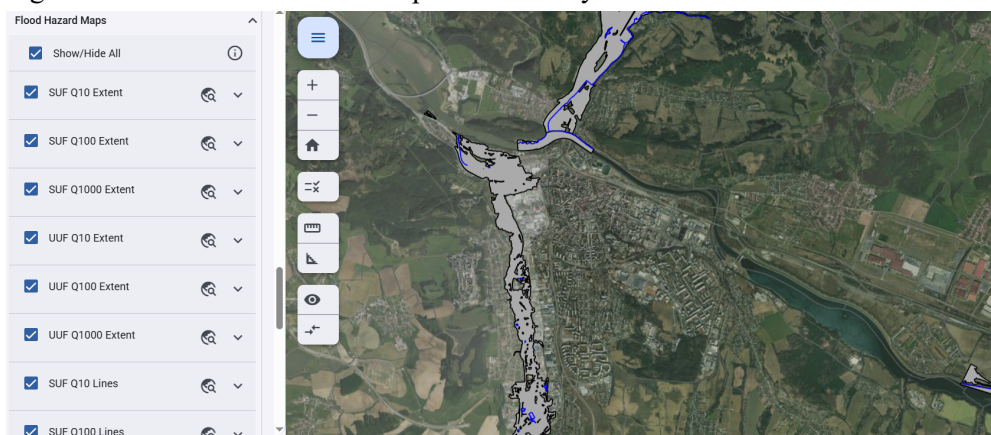
Pri riešení problematík zameraných na riadenie rizík katastrof je dôležité vytvárať nástroje, ktoré podporujú rozhodovanie a plánovanie na miestnej aj národnej úrovni. Jednou z takých aktivít je zhromažďovanie, vizualizácia a analýza priestorových dát, ktoré umožňujú lepšie predvídať a zvládať mimoriadne udalosti. V rámci projektu DRM-FRAME, spolufinancovanom programom Erasmus+ (KA220-VET), bol jedným z výstupov vývoj interaktívnej GIS platformy a rôznych nástrojov, ktoré umožňujú integráciu dát pre jednotlivé partnerské krajiny. Pre Slovensko sa do platformy integrovali povodňové mapy a dáta o iných mimoriadnych udalostiach. Tento výstup projektu vytvára základ pre ďalšie riešenia v oblasti riadenia rizík na Slovensku. Umožňuje miestnym orgánom, civilnej ochrane aj dobrovoľníckym organizáciám lepšie plánovať prevenciu, pripravenosť a reakciu na katastrofy, a zároveň podporuje rozvoj odolnosti a schopnosti reagovať na extrémne situácie. Na obrázku 1 je zobrazená mapa Slovenska v GIS s povodňovými rizikami.



Obrázok 1: Mapa povodňových rizík Slovenska

Zdroj: [10]

Na obrázku 2 je zobrazené územie Žiliny s vyznačeným povodňovým rizikom. V rámci interaktívnych nástrojov platformy je možné prepínať a zobrazovať rôzne typy ohrození, čo umožňuje prehľadne posúdiť riziká v konkrétnych oblastiach. Tento prístup umožňuje nielen lepšie pochopiť rozsah a lokalizáciu rizík, ale aj vytvárať ďalšie plány a opatrenia, napríklad plány evakuácie. Pri ich tvorbe sa kladie dôraz na územia, ktoré sú najviac ohrozené povodňami, aby bolo možné vhodne naplánovať postupy, zabezpečiť evakuáciu obyvateľov a pripraviť potrebné ochranné opatrenia. Takýto systematický prístup zvyšuje pripravenosť miestnych orgánov a efektivitu riadenia rizík pri mimoriadnych udalostiach.



Obrázok 2: Mapa povodňových rizík Žilina

Zdroj: [10]



Záver

Analýza rizík predstavuje systematický postup pre hodnotenie pravdepodobnosti a dopadov rôznych mimoriadnych udalostí na území. Jej účinnosť je priamo závislá od dostupnosti a kvality údajov, ktoré sa využívajú pri hodnotení. Pre úplné a presné posúdenie rizík je potrebné kombinovať historické záznamy o povodniach, extrémnych meteorologických javoch a iných hrozbách s priestorovými dátami, environmentálnymi informáciami, demografickými a infraštruktúrnymi údajmi. Doplnkom môžu byť predikčné modely založené na klimatických simuláciách alebo algoritmicky spracovaných veľkých dátach, ktoré umožňujú identifikovať potenciálne ohrozené oblasti a trendové zmeny v rizikovom profile územia.

GIS platformy slúžia ako analytický rámec pre integráciu týchto dát, umožňujú ich vizualizáciu, priestorovú analýzu a syntetické hodnotenie rizík. Vytvárajú prehľad o rozložení rizík, identifikujú kritické oblasti a poskytujú základ pre tvorbu plánov prevencie, pripravenosti a reakcie. Aj keď existujú čiastkové mapy jednotlivých hrozieb, ich fragmentárny charakter často neumožňuje komplexné hodnotenie. Preto je potrebné vypracovať integrovanú mapu rizík, ktorá spojí všetky dostupné dáta, umožní porovnávanie hrozieb a podporí rozhodovanie založené na dôkazoch. Takáto integrovaná analýza umožňuje nielen lepšie plánovať evakuačné postupy a ochranné opatrenia v oblastiach vystavených povodniam, ale aj optimalizovať alokáciu zdrojov a koordináciu medzi inštitúciami a organizáciami zapojenými do riadenia rizík. Celkovo prispeje k zvýšeniu odolnosti územia, efektivity reakcie na mimoriadne udalosti a vedeckému základu pre ďalší rozvoj nástrojov a stratégií riadenia rizík.

Grantová podpora

Táto práca bola podporená Agentúrou na podporu výskumu a vývoja na základe Zmluvy č. APVV-24-0153.

Zoznam použitej literatúry

- [1] Krömer, A., Musial, P., ; Folwarczny, L. (2010). Mapovanie rizík v krízovom riadení. 1. vydanie. Praha: Grada Publishing, 126 s. ISBN 978-80-247-3456-2.
- [2] Milenković, M., Kekic, D. (2016). Using GIS in Emergency Management. Paper presented at Sinteza 2016 - International Scientific Conference on ICT and E-Business Related Research. doi:10.15308/Sinteza-2016-202-207
- [3] Jánošíková, M., Ristvej, J. (2018). Podpora rozhodovania v krízovom manažmente prostredníctvom simulácií [The support of decision making in crisis management through simulation]. Mladá veda / Young Science, 6(3), 71–80. ISSN 1339-3189. Ristvej, J. (2018). Krízové riadenie a informačné systémy. Bratislava: Vydavateľstvo Ekonóm, 234 s. ISBN 978-80-225-4561-8.



- [4] Ficek, M. (2018). Simulation and modeling in crisis management. *Journal of Applied Engineering Science*, 16(3), 320–327. <https://doi.org/10.5937/jaes16-16447>
- [5] Řehák, D., Hromada, M., & Šenovský, P. (2019). Resilience kritické infrastruktury: Teorie, principy, metody. Praha: Sdružení požárního a bezpečnostního inženýrství. ISBN 978-80-7385-224-5.
- [6] Řehák, D., Splichalová, A., Janečková, H., Oulehlová, A., Hromada, M., Kontogeorgos, M., Ristvej, J. (2024). Critical Entities Resilience Assessment (CERA) to small-scale disasters. *International Journal of Disaster Risk Reduction*, 111, 104748. <https://doi.org/10.1016/j.ijdr.2024.104748>
- [7] Proag, V. (2014). The concept of vulnerability and resilience. *Procedia Economics and Finance*, 18, 369–376. [https://doi.org/10.1016/S2212-5671\(14\)00952-6](https://doi.org/10.1016/S2212-5671(14)00952-6)
- [8] Kútik, J. (2006). Organizácia a krízový manažment verejnej správy. 1. vydanie. Trenčín: Trenčianska univerzita Alexandra Dubčeka. ISBN 80-8075-142-0
- [9] Pokyn (2014) generálnej riaditeľky sekcie krízového riadenia Ministerstva vnútra Slovenskej republiky, ktorým sa upravuje štruktúra a obsah dokumentu vypracovávaného na všetkých úrovniach štátnej správy s názvom „Analýza územia z hľadiska možných mimoriadnych udalostí“
- [10] DRM-FRAME Project. (2025). Interactive GIS map. Civil Engineering Department, University of Thessaly. Retrieved December 24, 2025, from <https://drm-frame.civ.uth.gr/map>

POSUDZOVANIE A MAPOVANIE RIZÍK ÚZEMIA POMOCOU GIS

ASSESSMENT AND MAPPING OF TERRITORY RISK USING GIS

Michal Titko^{1,a}

¹Žilinská univerzita v Žiline, Fakulta bezpečnostného inžinierstva, Katedra krízového manažmentu, Žilina, Slovensko

^amichal.titko@uniza.sk

Abstrakt. Komplexnosť súčasných hrozieb vyžaduje pokročilé posudzovanie rizík s využitím GIS nástrojov. Cieľom tohto príspevku je preskúmať aktuálnu úroveň implementácie týchto technológií v českom prostredí a posúdiť potenciál ich využitia v podmienkach Slovenskej republiky. Pochopenie východísk posudzovania rizík územia a prístupov k spracovaniu priestorových dát v Českej republike pomáha identifikovať funkčné procesy využiteľné pre zefektívnenie všetkých fáz krízového cyklu aj v domácich podmienkach. Výstupy práce poukazujú na možnosti súčasnej praxe na danom úseku v Českej republike a načrtávajú možnosti, ako posilniť pripravenosť štátu a bezpečnosť územia a jej obyvateľov prostredníctvom mapovania rizík územia na báze GIS.

Kľúčové slová: krízový manažment, posudzovanie rizík územia, mapovanie rizík, GIS.

Abstract. The complexity of contemporary threats necessitates advanced risk assessment through the use of GIS tools. This paper aims to examine the current level of implementation of these technologies within the Czech environment and to assess the potential for their application in the Slovak Republic. Understanding the foundations of territorial risk assessment and spatial data processing approaches in the Czech Republic helps identify functional processes that can streamline all phases of the crisis cycle in domestic conditions. The findings highlight current practices in the Czech Republic and outline ways to strengthen state preparedness and the security of the territory and its inhabitants through GIS-based risk mapping.

Keywords: crisis management, territorial risk assessment, risk mapping, GIS.

JEL Classification: H12, F52, Q54



Úvod

Súčasný bezpečnostný prostredie čelí rastúcej komplexnosti hrozieb, ktoré sa vyznačujú vysokou mierou priestorovej previazanosti a potenciálom pre kaskádové šírenie následkov. Krízové riadenie je v tomto kontexte vnímané ako ucelený súbor opatrení a inštitucionálnych aktivít, ktorých primárnym poslaním je prevencia a riešenie krízových situácií v záujme ochrany životov, zdravia a majetku [1]. Pre efektívne zvládnutie týchto dynamických javov sa využívajú modely členiace krízové riadenie na logické fázy [1, 2], pričom aktuálne trendy zdôrazňujú potrebu neustálej adaptácie schopností bezpečnostného systému na nové typy antropogénnych a prírodných hrozieb [3].

Posudzovanie rizík územia predstavuje v krízovom riadení zásadný pilier pre podporu rozhodovacích procesov. Tento proces, metodicky ukotvený v medzinárodnej norme ISO 31 000:2018 Manažérstvo rizika, už nie je len statickou analýzou, ale stáva sa dynamickým nástrojom identifikácie hrozieb a hodnotenia ich potenciálnych dopadov v konkrétnom prostredí. Práve priestorový charakter rizík a zraniteľných prvkov územia [4] si vyžaduje implementáciu pokročilých technologických nástrojov, ktoré umožňujú nielen kvalitnú vizualizáciu, ale najmä exaktné modelovanie dopadov mimoriadnych udalostí.

Geografické informačné systémy (GIS), definované ako integrovaný celok hardvéru, softvéru a priestorových údajov [5], sa v tejto oblasti profilujú ako dominantný nástroj. V podmienkach Českej republiky umožňujú GIS systémy komplexné prepojenie informácií o území s požiadavkami na bezpečnosť a ochranu obyvateľstva, čím vytvárajú predpoklady pre precízne mapovanie zdrojov nebezpečenstva a kritickej infraštruktúry [6]. Český model tak predstavuje vyspelé prostredie, v ktorom integrácia dát v reálnom čase priamo podporuje efektívne rozloženie síl a prostriedkov záchranných zložiek.

Cieľom tohto článku je preskúmať aktuálnu úroveň implementácie GIS technológií v českom prostredí a na tomto základe posúdiť potenciál ich širšieho aplikačného využitia v podmienkach Slovenskej republiky (SR). Pochopenie českých východísk posudzovania rizík a prístupov k spracovaniu priestorových dát pomáha identifikovať funkčné procesy, ktoré sú využiteľné pre zefektívnenie všetkých fáz krízového cyklu aj v domácich podmienkach. Výstupy práce načrtávajú možnosti, ako prostredníctvom mapovania rizík na báze GIS posilniť pripravenosť štátu a celkovú bezpečnosť územia a jeho obyvateľov.

1. Posudzovanie a mapovanie rizík územia v Českej republike

Rastúca komplexnosť hrozieb a z nich plynúcich rizík priamo alebo sprostredkované ovplyvňuje zaistovanie ochrany obyvateľstva a vyžaduje neustálu adaptáciu schopností zložiek bezpečnostného systému Českej republiky (ČR). Potenciálne hrozby sa môžu reťaziť a ich dopady na chránené záujmy spoločnosti sa



môžu vzájomne násobiť. S ohľadom na neustále rastúci počet prírodných a človekom spôsobených mimoriadnych udalostí a závažnosť ich následkov nadobúda na význame integrovaný prístup zameraný na znižovanie vplyvu týchto javov. V rámci systematického uplatňovania politiky prevencie mimoriadnych udalostí a krízových situácií má teda analýza hrozieb a z nich plynúcich rizík kľúčový význam.

V koncepcii ochrany obyvateľstva do roku 2020 s výhľadom do roku 2030 (prijatej uznesením vlády ČR č. 805/2013) bola stanovená úloha: „Spracovať analýzu hrozieb pre Českú republiku a jej závery premietnuť do metodických a strategických materiálov v oblasti bezpečnosti štátu.“ Zodpovednosť bola uložená Ministerstvu vnútra v súčinnosti s ostatnými rezortmi [7].

Reflektované sú aj medzinárodné požiadavky kladené na členské štáty Európskej únie v oblasti preventívnych aktivít (Rozhodnutie č. 1313/2013/EU o mechanizme civilnej ochrany Únie) [8]. Zdieľaním výstupov o posudzovaní rizík s Európskou komisiou prispieva ČR k jednotnému prístupu pri zvládaní rozsiahlych krízových situácií.

1.1 Analýza hrozieb a posudzovanie rizík

Analýza hrozieb pre ČR sumarizuje prvú fázu kľúčovej vládnej úlohy, ktorá bola stanovená v spomínanej koncepcii ochrany obyvateľstva a jej hlavným cieľom je prispieť k systematickému uplatňovaniu politiky prevencie mimoriadnych udalostí a krízových situácií a adaptovať schopnosti bezpečnostného systému ČR na rastúcu komplexitu hrozieb [9, 10].

1.1.1 Metodický postup analýzy hrozieb

Realizácia Analýzy hrozieb pre ČR je rozdelená do dvoch obsahových častí úlohy [9, 10]:

- analýza v širšom zmysle – zahrňujúca identifikáciu hrozieb, vlastnú analýzu, následné hodnotenie a určenie úrovne rizika.
- implementácia - zapracovanie výstupov do zásadných bezpečnostných dokumentov štátu (zvládanie rizík).

Pre prvú časť s presahom na druhú časť bol zvolený postup riešenia, ktorý rešpektuje normatívne dokumenty v oblasti manažmentu rizík (napr. ČSN ISO 31000) a zahŕňa kľúčové a prierezové aktivity [9, 10].

Kľúčové aktivity postupu sú:

- stanovenie zámeru - definovanie spracovania analýzy hrozieb, rozdelenie rizík podľa ich významu a určenie typov nebezpečenstva pre spracovanie typových plánov,
- posúdenie rizík - kľúčová aktivita pozostávajúca z identifikácie, analýzy a hodnotenia rizík (venovaná pozornosť v ďalšej časti článku),

- zvládanie rizík - implementácia analytických výstupov do materiálov kľúčových pre zabezpečenie bezpečnosti štátu (druhá časť plnenia úlohy).

Prierezové aktivity postupu sú:

- komunikácia a konzultácie,
- monitorovanie a prehodnocovanie.

1.1.2 Proces posudzovania rizík

Posúdenie rizík predstavuje kľúčovú aktivitu riešenia analýzy hrozieb. Proces pozostáva z nasledujúcich čiastkových činností [9, 10]:

- identifikácia nebezpečenstiev (hrozieb),
- analýza rizík,
- hodnotenie rizík.

Identifikácia hrozieb: Členovia pracovnej skupiny Hasičského záchranného zboru ČR a zástupcovia dotknutých ministerstiev identifikovali jednotlivé typy nebezpečenstva (hrozieb) a vytvorili ich jednotný register. Pričom hrozba je synonymum pre pojem nebezpečenstvo a je chápané ako akýkoľvek jav, ktorý má schopnosť poškodiť chránené záujmy. Je to vlastnosť látky alebo fyzikálna situácia (stav, okolnosť), ktorá má potenciál spôsobiť straty na živote a zdraví človeka, životnom prostredí alebo na majetku. Hrozby boli kategorizované ako naturogénne (abiotické, biotické, kozmické) a antropogénne (technogénne, sociogénne, ekonomické).

Analýza rizík: Pre optimalizáciu postupu je analýza vykonávaná v dvoch krokoch:

- predbežná analýza - slúži na selekciu, rozdelenie hrozieb na nízkorizikové (prijateľné, nevyžadujúce ďalšie opatrenia) a vysokorizikové ($R = F \times N$, kde F je frekvencia a N následky).
- detailná multikriteriálna analýza - uskutočnená pre všetky typy hrozieb spadajúce do oblasti s vysokým rizikom. Pravdepodobnosť aj následky sú hodnotené v desiatich semikvantitatívnych škálach. Následky sú agregovanou veličinou, ktorá zohľadňuje dopady na životy a zdravie osôb, životné prostredie, ekonomiku štátu a spoločnosť.

Hodnotenie rizík: Identifikácia prioritných rizík pre diferenciáciu prijímaných opatrení prebieha na základe limitných hodnôt:

- prijateľné riziká (úroveň rizika 0 – 10) - zvládnuteľné v režime bežnej činnosti a nevyžadujú mimoriadne opatrenia,



- podmiennečne prijateľné riziká (úroveň rizika 11 – 29) - vyžadujú opatrenia vedúce k ich eliminácii, spadajú do oblasti havarijného plánovania a prípravy typových činností integrovaného záchranného systému,
- neprijateľné riziká (úroveň rizika 30 a vyššie) - vyžadujú najvyššiu prioritu na všetkých stupňoch verejnej správy a opatrenia spadajú do oblasti krízového plánovania.

1.1.3 Výsledky analýzy hrozieb

Celkovo bolo na celoštátnej úrovni identifikovaných 72 typov hrozieb. Z toho tvorili antropogénne nebezpečenstvá 54% a naturogénne nebezpečenstvá 46 % [9].

Po predbežnej analýze bolo 21 typov nebezpečenstva vyradených pre nízke riziko, zatiaľ čo detailnej analýze bolo podrobených celkom 49 typov. Vojenské napadnutie ČR, ako jedna z hrozieb zaradených do tejto kategórie, však bolo z ďalšieho procesu vyčlenené, a to s ohľadom na skutočnosť, že pre túto oblasť je vypracovaný ucelený samostatný systém. Dva ďalšie typy (narušenie bezpečnosti kritickej informačnej infraštruktúry a narušenie finančného hospodárstva) boli bez predchádzajúcej analýzy označené za neprijateľné, pretože zákonné podmienky pre ne predpokladajú vyhlásenie krízového stavu [9].

Celkovo teda bolo pre ČR identifikovaných 22 typov nebezpečenstiev, pri ktorých možno odôvodnene očakávať vyhlásenie krízového stavu. Pre tieto prípady je potrebné prijímať opatrenia smerujúce k eliminácii ich rizík a v rámci systému krízového plánovania vypracovať novú generáciu typových plánov [9].

1.2 Metodika mapovania rizík v Českej republike

Metodika mapovania rizík v ČR bola vyvinutá na základe popísanej Analýzy hrozieb pre ČR. Mapovanie rizík je definované ako proces, ktorého cieľom je znázornenie a vizualizácia rizík na mape s podporou Geografického informačného systému (GIS). Nejde len o znázornenie, ale o komplexný proces klasifikácie a kvantifikácie rizík vo vzťahu ku konkrétnemu územiu. Hlavným výstupom tohto procesu je Mapa rizík, ktorá farebne vizualizuje úroveň očakávaných strát a škôd, pričom identifikuje zloženie a veľkosť rizika v analyzovanom územnom celku [11-13].

Mapovanie rizík na území je založené na interakcii troch základných veličín alebo charakteristík územia: úroveň rizika (z Analýzy hrozieb), zraniteľnosť a pripravenosť. Tento vzťah sa matematicky vyjadruje základným vzorcom [11-13]:

$$RÚ = \frac{([F \times N] \times (Z))}{(P)} \quad (1)$$

kde: $RÚ$ je riziko na území

F je frekvencia alebo početnosť výskytu udalosti za určité časové obdobie

N je predpokladaný následok udalosti

$F \times N = R$, pričom R predstavuje úroveň rizika z Analýzy hrozieb (pre účely mapovania rizík územia sa opäť používa aj pojem nebezpečenstvo)

Z je úroveň zraniteľnosť územia voči danej udalosti

P je úroveň pripravenosti územia na danú udalosť

Postupy, princípy a výpočty stanovenie úrovne nebezpečenstva, zraniteľnosti a pripravenosti spolu s upresňujúcimi koeficientmi sú detailnejšie uvedené v Metodike mapovania rizík na území ČR a jeho prílohách [11].

1.1.4 Proces mapovania rizík a kľúčová úloha GIS

Mapovanie rizík je realizované v piatich na seba nadväzujúcich fázach, ktoré vedú k dvom hlavným kartografickým výstupom: Mape kumulovaného rizika a Mape korigovaného rizika [11]:

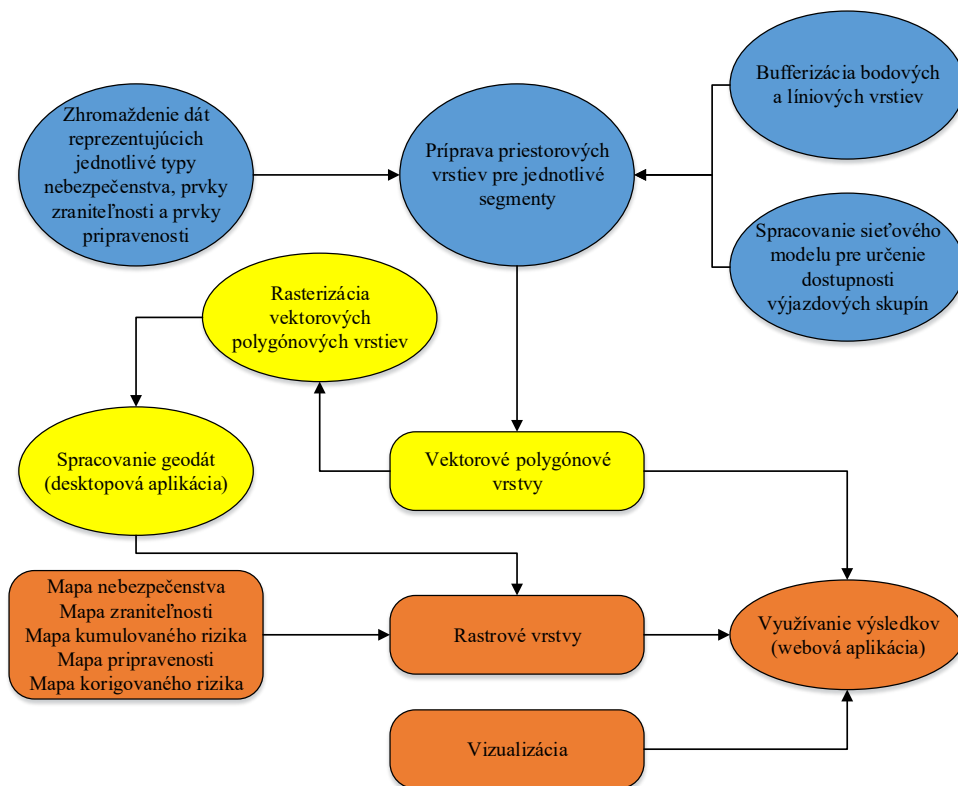
- Fáza 1 (Mapa nebezpečenstva) - stanovenie miery rizika na základe Analýzy hrozieb a modifikácie úrovne rizika pomocou spresňujúcich koeficientov.
- Fáza 2 (Mapa zraniteľnosti) - stanovenie miery zraniteľnosti pre jednotlivé prvky zraniteľnosti s použitím multikriteriálnej analýzy a spresňujúcich koeficientov.
- Fáza 3 (Mapa kumulovaného rizika) - interakcia miery rizika a miery zraniteľnosti. Kumulované riziko ukazuje potenciálne straty bez zohľadnenia pripravenosti.
- Fáza 4 (Mapa pripravenosti) - stanovenie miery pripravenosti pre prvky pripravenosti, s použitím multikriteriálnej analýzy a spresňujúcich koeficientov.
- Fáza 5 (Mapa korigovaného rizika) - interakcia kumulovaného rizika a miery pripravenosti. Korigované riziko je vedľajší produkt, ktorý ukazuje, ako pripravenosť znižuje pôvodné kumulované riziko.

1.1.5 Využitie GIS v procese mapovania rizík

Využitie GIS je nosnou podmienkou pre mapovanie rizík, pretože zabezpečuje spracovanie a vizualizáciu dát a zohľadnenie priestorových aspektov všetkých troch základných charakteristík (nebezpečenstvo, zraniteľnosť, pripravenosť). GIS je využívaný nielen na spracovanie vstupných geoinformačných dát, ale aj ako prostredie na ich uchovávanie v priestorovej databáze a sprístupňovanie používateľom. Uvádzaná metodika je implementovaná v desktopovej aplikácii ArcGIS, ktorú odborníci využívajú na pravidelné hromadné spracovanie a aktualizáciu údajov v súlade s krízovou dokumentáciou. Na túto časť nadväzuje



webová aplikácia určená pre odborných používateľov, ktorá slúži na vizualizáciu výsledkov mapovania rizík a vyhľadávanie informácií o typoch nebezpečenstiev, ako aj o úrovni zraniteľnosti a pripravenosti v konkrétnom území. Sumarizácia činností smerujúca k využívaniu GIS v mapovaní rizík je zobrazená na nasledujúcom obrázku (Obr. 1) [11].



Obrázok 1: GIS v mapovaní rizík v rámci Českej republiky

Zdroj: Spracované podľa: Metodika mapování rizik na území České republiky [11]

Kľúčové aspekty využitia GIS zahŕňajú [11-13]:

Vektorové a rastrové dátové modely - jednotlivé segmenty (typy nebezpečenstva, prvky zraniteľnosti a pripravenosti) sa spracovávajú ako priestorové vrstvy s využitím vektorového dátového modelu (bod, línia, plocha). Výsledné mapy rizík sú však vyjadrené pomocou rastrového dátového modelu, kde každá bunka (pixel) rastra nesie číselnú hodnotu miery rizika, zraniteľnosti alebo pripravenosti. Veľkosť bunky rastra je stanovená na 25 metrov.

Bufferizácia - pretože mapovanie rizík kombinuje vrstvy (prekrývanie polygónov), je nutné previesť bodové a líniové prvky na polygóny pomocou funkcie buffer (obalová zóna). Odporúčané polomery bufferov sú napríklad 100 m pre

nadzemné objekty a dopravné siete, 50 m pre nadzemné inžinierske siete a tunely a 25 m pre podzemné inžinierske siete (ako vodovody a kanalizácie).

Sieťová analýza - táto analýza sa používa na výpočet dostupnosti síl a prostriedkov, napríklad jednotiek požiarnej ochrany. Výsledkom sú dojazdové zóny tvorené izochronami, ktoré spájajú miesta s rovnakou časovou hodnotou dojazdu.

1.1.6 Využitelnosť a aplikácia máp rizík

Mapy rizík slúžia ako základný podklad pre krízové a havarijné plánovanie v ČR. Hlavné možnosti využitia sú [11-13]:

- optimalizácia rozmiestnenia síl a prostriedkov zložiek integrovaného záchranného systému na základe dojazdových časov,
- optimalizácia systému varovania obyvateľstva (napr. plánovanie výstavby sirén), vďaka rozboru pripravenosti na území,
- detailné skúmanie resp. obraz o skúmanej lokalite. Pomocou GIS je možné zadávať priestorové a databázové požiadavky na konkrétne lokality (budovy, areály, regióny) a zistiť presné rozloženie rizika, napr. akou nebezpečnou látkou je dané miesto ohrozené, alebo za aký čas je predpokladaný príchod zložiek integrovaného záchranného systému a pod. Súčasne je možné porovnávanie vybraných lokalít alebo územných celkov (napr. okresy, obce s rozšírenou pôsobnosťou) na základe dostupných ukazovateľov,
- územné a krízové (preventívne) plánovanie. Mapy môžu slúžiť ako kvalitný podklad pre kvalifikované rozhodovanie o využití územia v rámci územného plánovania a potrebe realizácie preventívnych opatrení (napr. podľa úrovne rizika).

2. Hlavné podobnosti a rozdiely v prístupe k posudzovaniu rizík územia a mapovaniu rizík v ČR a SR

Na základe posúdenia prístupov v jednotlivých krajinách a nadväzujúcich metodík a článkov je možné konštatovať, že prístup k posudzovaniu a mapovaniu rizík v SR a ČR vykazuje spoločné teoretické základy, ale výrazne sa líši v úrovni technologickej implementácie a dátovej integrácie.

Hlavné podobnosti môžeme vidieť hlavne v teoretických a normatívnych východiskách. Oba štáty vychádzajú pri posudzovaní rizík z medzinárodnej technickej normy ISO 31 000:2018 Manažérstvo rizika a rešpektujú fázy cyklu krízového riadenia. Súčasne majú tieto štáty veľmi podobné až totožné zameranie na chránené záujmy a to primárne orientácia na ochranu života a zdravia osôb, majetku, životného prostredia a ekonomickej stability. Značné podobnosti sú aj v štruktúra procesu, pričom v oboch krajinách posudzovanie rizík územia v podstate zahŕňa tri základné etapy: identifikáciu nebezpečenstva resp. rizík, analýzu rizík a

ich následné hodnotenie. Oba systémy využívajú obdobné zdrojové dáta, čerpajú údaje z demografie, meteorológie, geológie a iných zdrojov, hoci forma spracovania sa líši.

Hlavných rozdielov v posudzovaní rizík a mapovaní rizík v daných krajinách je niekoľko:

- východiskový dokument a priestorová úroveň – pre SR je to Analýza územia z hľadiska vzniku možných mimoriadnych udalostí (prioritne sa spracováva pre územie na úrovni okresu, následne spojením sa spracuje pre územie Okresné úradu v sídle kraja, následne spojením týchto analýz je tvorená Analýza územia pre SR); pre ČR je Analýza hrozieb pre ČR a nadväzujúce mapy rizík pre konkrétne regióny a oblasti.
- dátová integrácia – v SR sú údaje fragmentované, rozptýlené a ich zber je často manuálny a časovo náročný, v ČR existuje Centrálny dátový sklad spravovaný Inštitútom ochrany obyvateľstva.
- stav digitalizácie – v SR je zrejmá absencia komplexného informačného systému s podporou GIS, prevláda manuálna práca s neštruktúrovanými dátami; v ČR je plne implementovaný systém v prostredí ArcGIS [14] s webovými aplikáciami pre koncových užívateľov (napr. SYPOS, Terinos [15-18]).
- metodika výpočtu – našli by sme podobnosti, pretože krajiny vychádzajú z určovania pravdepodobnosti a dopadov resp. následkov, ale v metodike ČR je značne viac prepracovaná úroveň posúdenia zraniteľnosti a pripravenosti.
- mapové výstupy – vzhľadom na nekonzistentné využívanie GIS v podmienkach SR, mapy rizík často chýbajú alebo sú zastaralé, v primeranej kvalite sú spracovávané hlavne mapy povodňového rizika a ohrozenia v gescii Ministerstva životného prostredia SR; v ČR vedie viac systematický proces k tvorbe máp rizika, taktiež máp kumulovaného rizika a máp korigovaného rizika.

V ČR je GIS hlavným nástrojom, ktorý umožňuje zohľadniť priestorové aspekty nebezpečenstva, zraniteľnosti a pripravenosti súčasne. ČR využíva pokročilé funkcie ako bufferizácia (obalové zóny) pre líniové a bodové prvky a sieťové analýzy na výpočet dojazdových časov zložiek integrovaného záchranného systému. Výstupy sú dostupné cez špecializované portály ako SYPOS (služi na podporu zabezpečovania pripravenosti na všetkých úrovniach štátnej správy, odporuje tvorbu krízových plánov, evidenciu a integráciu potrebných údajov ale i vykonávanie rôznych priestorových analýz) [15, 16] alebo TERINOS (pre potreby krízového manažmentu umožňuje napríklad zobraziť lokáciu úkrytov, územia ohrozeného povodňou, prvky varovania obyvateľstva alebo lokáciu zložiek integrovaného záchranného systému a ďalšie priestorové dáta) [17, 18].



V SR je situácia odlišná. V rámci krízového riadenia a civilnej ochrany v súčasnosti absentuje dostatočné technické a softvérové vybavenie pre využitie GIS. Hoci zložky integrovaného záchranného systému využívajú systémy s podporou GIS (napr. CoordCom), tieto nie sú integrované do procesu všeobecného posudzovania rizík územia. Kollár a kol. vo svojej práci navrhujú riešenie tejto situácie prostredníctvom implementácie dátového modelu a dátového manažmentu a vytvorenia databázy s prepojením na posudzovanie rizík (podobný princíp ako centrálné dátové úložisko v ČR [14]), čím by sa SR priblížila k českému modelu [19].

Záver

Posudzovanie a mapovanie rizík územia predstavuje kľúčový proces, ktorý umožňuje vizualizáciu ohrozenia konkrétneho územia. Implementácia GIS je v tomto procese nevyhnutnou podmienkou, nakoľko poskytuje nástroje na komplexné spracovanie priestorových dát a modelovanie potenciálnych dopadov krízových javov. Výsledné mapy rizík slúžia ako dôležitý podklad pre optimalizáciu rozmiestnenia síl integrovaného záchranného systému, plánovanie varovných systémov a kvalifikované rozhodovanie v rámci preventívneho krízového, ale aj územného plánovania. Zatiaľ čo ČR úspešne prepojila matematické modely rizík s pokročilými nástrojmi GIS a centrálnou správou dát, SR sa nachádza vo fáze identifikácie týchto nedostatkov a návrhu teoretických modelov pre budúcu digitalizáciu. V ČR je tento systém už plne implementovaný s využitím centrálného dátového skladu, v podmienkach SR bude pre zefektívnenie krízového cyklu pravdepodobne taktiež veľmi vhodné budovať podobné úložisko a integrovať pokročilé analytické nástroje do bežnej praxe. Vzhľadom na neustály vývoj územia musí byť mapovanie rizík chápané ako dynamický a cyklicky aktualizovaný proces, ktorý priamo reflektuje zmeny v bezpečnosti sledovaného prostredia a posilňuje tak celkovú odolnosť spoločnosti voči súčasným hrozbám.

Grantová podpora

Táto práca bola podporená Agentúrou na podporu výskumu a vývoja na základe Zmluvy č. 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“.

Zoznam použitej literatúry

- [1] Šimák, L. (2015). *Krízový manažment vo verejnej správe* (2nd rev. ed.). Žilinská univerzita v Žiline, EDIS.
- [2] Ristvej, J., Kubás, J., Kollár, B. & Chovanec, D. (2025). *Využitie geografických informačných systémov v rámci cyklu krízového riadenia*. Krízový manažment. Žilina: Žilinská univerzita v Žiline, č. 2, s. 6-11.



- [3] Kollár, B. (2024). *Význam posudzovania rizík v rámci cyklu krízového riadenia*. Mladá veda, 12(3), 78-89. https://www.mladaveda.sk/casopisy/2024/03/03_2024_08.pdf
- [4] Krömer, A., Musial, P., & Folwareczny, L. (2010). *Mapování rizik* (1st ed.). Sdružení požárního a bezpečnostního inženýrství.
- [5] Ďuračiová, R. (2014). *Databázové systémy v GIS* (1st ed.). Slovenská technická univerzita v Bratislave.
- [6] Jánošíková, G., Hudecová, D. (2013). *Metodika hodnotenia vybraných rizík na vnútroštátnej úrovni* [online]. Ministerstvo vnútra Slovenskej republiky. Dostupné na: https://www.minv.sk/?Dokumenty_na_stiahnutie_CO
- [7] Ministerstvo vnitra – generální ředitelství Hasičského záchranného sboru České republiky. 2013. *Koncepce ochrany obyvatelstva do roku 2020 s výhledem do roku 2030*.
- [8] Rozhodnutie č. 1313/2013/EU o mechanizme civilnej ochrany Únie.
- [9] Paulus, F., Krömer, A., Petr, J. & Černý, J. (2015). *Analýza hrozeb pro Českou republiku: Závěrečná zpráva*. Praha: Ministerstvo vnitra ČR.
- [10] Kolektiv autorov (2015). *Analýza rizik pro úroveň krajů a obcí s rozšířenou působností: Návrh metodického postupu – „Metodický postup ANALÝZA“*.
- [11] Brumarová, L. a kol. (2020). *Metodika: Mapování rizik na území České republiky*, 1. vydanie. Ostrava: VŠB-TU Ostrava, s. 1-67.
- [12] Krömer, A. (2020). *Mapování rizik, Základní prezentace*. Ostrava: VŠB-TU Ostrava.
- [13] Krömer, A. (2020). *Mapování rizik: Metodika*. Ostrava: VŠB-TU Ostrava.
- [14] Institut ochrany obyvatelstva (2025). Sekce GIS a specializační činnost. Lázne Bohdaneč: Hasičský záchranný sbor ČR. Dostupné na: <https://hzscr.gov.cz/clanek/gis-centralni-datovy-sklad.aspx>
- [15] Portál krizového řízení. 2025 online. Ústecký kraj. Dostupné na: <https://sypos.kr-ustecky.cz/pkr/>
- [16] SYPOS-Informačný systém. 2025 online. TLP SOLUTIONS. Dostupné na: <https://www.tlp-solutions.cz/produkty/informacni-system-sypos/>
- [17] Terinos. 2025 [online]. T-Mapy. Dostupné na: <https://www.tmapy.cz/terinos>
- [18] Terinos-Webový GIS klient pro HZS ČR. Uživatelská příručka pro uživatele. 2025 [online]. T-Mapy. Dostupné na: <https://drive.google.com/file/d/1iMoO8uVc1-sG3MAK-LYPqR3XiVzZitRi/view>
- [19] Kollár, B., Chovanec, D., Ristvej, J. 2024. *Význam a dostupnosť informácií pre posudzovanie rizík územno-správných jednotiek*. Medzinárodná konferencia CrisCon 2024, Uherské hradište, 133-151.

VPLYV VZDIALENOSTI VZDELÁVACÍCH A KULTÚRNYCH INŠTITÚCIÍ NA KVALITU ŽIVOTA OBYVATEĽSTVA

THE IMPACT OF THE DISTANCE OF EDUCATIONAL AND CULTURAL INSTITUTIONS ON THE QUALITY OF LIFE OF THE POPULATION

Stanislava Strelcová^{1,a}, Alexander Kelíšek^{2,b}

¹Ul. 1. mája 32, 010 26 Žilina, Slovenská republika

² Ul. 1. mája 32, 010 26 Žilina, Slovenská republika

^astanislava.strelcova@uniza.sk, ^balexander.kelisek@uniza.sk

Abstrakt. Príspevok nadväzuje na skúmanie kvality života obyvateľov z roku 2024. Cieľom príspevku je analyzovať vplyv prístupu k vzdelávaniu a voľnočasovým aktivitám na kvalitu života obyvateľstva na základe dostupných kvantitatívnych údajov. Vychádza z údajov Štatistického úradu Slovenskej republiky, databázy MUMAP spravovanej Najvyšším kontrolným úradom Slovenskej republiky a rebríčka škôl na Slovensku, ktorý každoročne zostavuje Inštitút pre ekonomické a sociálne reformy INEKO. Záverečné odporúčania sa zameriavajú na zlepšenie prístupu ku kvalitnému vzdelávaniu, najmä v menej rozvinutých oblastiach regiónu, a na podporu inkluzívneho systému celoživotného vzdelávania ako nástroja na zlepšenie kvality života obyvateľstva na regionálnej aj národnej úrovni.

Kľúčové slová: Kvalita života, vzdelávanie, kultúra, voľný čas, regionálne rozdiely.

Abstract. This article follows up on the 2024 study of the quality of life of the population. The aim of article is to analyse the impact of access to education and leisure activities on the quality of life of the population based on available quantitative data. It is based on data from the Statistical Office of the Slovak Republic, the MUMAP database administered by the Supreme Audit Office of the Slovak Republic, and the ranking of schools in Slovakia compiled by the Institute for Economic and Social Reforms INEKO. The final recommendations focus on improving access to quality education, especially in less developed areas of the region, and on promoting an inclusive and lifelong learning system as a tool for improving the quality of life of the population at both regional and national levels.

Keywords: Quality of life, education, culture, leisure time, regional disparities.

JEL Classification: H12, I3, O18



Úvod

Kvalita života je všeobecný termín, ktorý zahŕňa súhrn vlastností odlišujúcich konkrétny jav od ostatných [1,2], pričom kvalita života sa hodnotí v kontexte javov a procesov ovplyvňujúcich existenciu ľudského bytia. V ekonómii sa spája s dosiahnutou životnou úrovňou obyvateľov [3, 4], Ďalší autori ju vnímajú ako zložitý fenomén, pri ktorom sa uplatňuje množstvo rôznorodých pohľadov a prístupov [5], či ako šťastie, životnú spokojnosť, rovnováhu, psychickú pohodu a dobrý život [6]. Možno teda konštatovať, že kvalita života sa nespája len s hmotnou spotrebou, ale s potrebou seberealizácie, aktívneho využitia voľného času, nadväzovania pozitívnych medziľudských vzťahov, ... Aj z tohto dôvodu sa na meranie kvality života využíva kombinácia kvalitatívnych a kvantitatívnych údajov.

Kvalitu života skúmajú mnohé organizácie a inštitúcie, pričom využívajú rôzne indikátory, ktoré vypovedajú o naplnení požiadaviek a predstáv obyvateľov o plnohodnotnom živote v krajine. Globálne štatistiky vyhodnocujú napr. Organizácia spojených národov, Medzinárodný menový fond, Organizácia pre hospodársku spoluprácu a rozvoj. V Slovenskej republike sa komplexnému sledovaniu kvality života jednotlivcov venuje Štatistický úrad Slovenskej republiky, ktorý vychádza z tzv. Stiglitz - Sen - Fitoussiho správy z roku 2009 a zo všeobecne prijatého konceptu Európskeho štatistického systému. Sledované indikátory kvality života sú rozdelené do 9 oblastí zahŕňajúcich objektívnu aj subjektívnu stránku kvality života [7]:

- materiálne životné podmienky,
- produktivita,
- zdravie,
- vzdelanie,
- voľný čas a sociálne vzťahy,
- fyzická a ekonomická bezpečnosť,
- vládnutie a ľudské práva,
- prírodné a životné podmienky,
- celková životná skúsenosť.

Skúmaniu kvality života v mestách a obciach sa venuje Najvyšší kontrolný úrad Slovenskej republiky. Kvalita života je hodnotená na základe 16 ukazovateľov zaradených do 10 skupín [7]:

- demografia,
- ekonomická aktivita,
- zdravotná starostlivosť,
- vzdelávanie,
- bezpečnosť,
- životné prostredie,
- záujem o veci verejné,
- sociálna starostlivosť,



- kultúra,
- doprava.

Autori sa v príspevku zamerajú na hodnotenie kvality života v Žilinskom kraji, konkrétne v okrese Žilina, keďže je súčasťou Euroregiónu Beskydy. Svoje závery vytvoria predovšetkým na základe údajov zistených Najvyšším kontrolným úradom Slovenskej republiky a doplnia ich na základe rebríčka škôl zverejneného Inštitútom pre ekonomické a sociálne reformy. Napriek tomu, že hodnotením kvality života v oblasti vzdelania sa venuje aj Štatistický úrad Slovenskej republiky, neboli tieto údaje využité, pretože zisťované indikátory kvality majú prevažne subjektívny charakter. Hodnotí sa pri nich: stupeň dosiahnutého vzdelania, predčasne ukončené vzdelávanie a odborná príprava, miera účasti mladých ľudí na formálnom a neformálnom vzdelávaní a odbornej príprave. V rámci voľného času a sociálnych interakcií sa zameriava skôr na subjektívne ukazovatele, ako osobné názory na spôsob využitia voľného času, frekvenciu stretávania sa s príbuznými a priateľmi, využívanie či poskytovanie dobrovoľníckych aktivít.

1. Charakteristika okresu Žilina

Okres Žilina, ktorý sa nachádza na severe Slovenska, ponúka vo všeobecnosti vysokú kvalitu života, ktorú charakterizuje rovnováha medzi ekonomickými príležitosťami, prírodnou krásou a silnými tradíciami komunity [9]. Okres má najvyššiu hustotu obyvateľstva v Žilinskom kraji, s približne 197 obyvateľmi na km² [10], a jeho centrum, mesto Žilina, funguje ako centrum zamestnanosti, zdravotníctva, vzdelávania a kultúry. Priemyselný rozvoj, najmä v oblasti strojárstva, automobilového priemyslu, elektroniky, IKT [9] a služieb, podporuje nízku mieru nezamestnanosti okolo 3,3 % a mieru zamestnanosti presahujúcu 80 % [10]. Kým v meste a jeho okolí je veľa pracovných príležitostí, menšie vidiecke obce stále čelia výzvam v podobe menšieho počtu miestnych možností, čo vedie k odchodu mladších ľudí.

Životné náklady sú nižšie ako v hlavnom meste Slovenska, Bratislave, alebo v mestách západnej Európy, hoci ceny bývania v samotnom meste Žilina môžu byť v porovnaní s miestnymi príjmami relatívne vysoké. Obce sú vo všeobecnosti cenovo dostupnejšie, hoci náklady a čas strávený dochádzaním do práce sa zvyšujú pre tých, ktorí pracujú v meste. Zdravotná starostlivosť a sociálne služby sú v Žiline dobre rozvinuté, sú tu k dispozícii nemocnice a špecializované pracoviská, ale obyvatelia menších obcí často cestujú za zdravotnou starostlivosťou do mesta. Vzhľadom na starnutie obyvateľstva je pravdepodobné, že tlak na zdravotný a sociálny systém v budúcnosti porastie.

Okres vyniká svojím prostredím a prístupom k prírode. Obklopený horskými masívami, ako je Malá Fatra, ponúka vynikajúce podmienky pre turistiku, zimné športy a ekoturistiku. Obce ako Strážavy a Belá kombinujú malebné prostredie s pomalším tempom života, zatiaľ čo veľmi malé obce, ako Porúbka, kladú dôraz na pokojný vidiecky život a úzke sociálne väzby. Horšie spojenie verejnou dopravou



však môžu sťažiť mobilitu v odľahlých oblastiach, špeciálne v zimnom období. Kvalita ovzdušia v Žiline môže byť problémom, najmä v chladnejších mesiacoch, keď stúpa úroveň znečistenia.

Z kultúrneho hľadiska má Žilina živé historické centrum, divadlá, múzeá, festivaly a vzdelávacie inštitúcie, ktoré v porovnaní s okolitými obcami ponúkajú rušný spoločenský život. Menšie obce zachovávajú ľudové tradície a komunitný život, hoci ponúkajú menej vybavenia a možností voľnočasových aktivít pre mladých ľudí. Úroveň bezpečnosti je vo všeobecnosti vysoká v celom okrese, pričom miera kriminality je nižšia ako v mnohých európskych mestách. Celkovo okres Žilina poskytuje dobrú kvalitu života, najmä pre tých, ktorí si cenia cenovú dostupnosť, komunitu a blízkosť prírody, hoci životná úroveň sa líši medzi dobre dostupným mestským centrom a pokojnejšími obcami.

Tabuľka 1: Základné charakteristiky kvality života v okrese Žilina

Charakteristika	Silné stránky	Slabé stránky / Výzvy
Ekonomika a zamestnanosť	Región je priemyselne rozvinutý: silné strojárstvo, automobilový priemysel, elektro-nika a rastúci sektor IKT / výskumu a vývoja / služieb [9]. Miera zamestnanosti ľudí vo veku 20–64 rokov je okolo 80,7 % a miera nezamestnanosti v roku 2024 dosahuje približne 3,3 % [10].	Zatiaľ čo príležitosti sú dobré najmä v meste Žilina a jeho okolí, vidiecke alebo odľahlejšie obce môžu zaostávať v ponuke pracovných miest. Obavy vyvoláva ekonomická migrácia a úbytok mladších generácií [10].
Životné náklady a bývanie	Životné náklady sú nižšie ako v Bratislave alebo iných veľkých mestách. Žilina má nízky index životných nákladov v porovnaní s mnohými západoeurópskymi mestami [11]. Bývanie je vo vidieckych oblastiach zvyčajne dostupnejšie ako v meste.	Pomer ceny nehnuteľností k príjmom je v Žiline relatívne vysoký [11]. Dojazd z obcí navyše zvyšuje časovú a finančnú náročnosť. Infraštruktúra v menších obciach môže byť menej rozvinutá.
Zdravotná starostlivosť a sociálne služby	V Žiline sa nachádzajú dôveryhodné zdravotnícke zariadenia. Ako regionálne centrum disponuje nemocnicami, špecialistami a pod.. [12]. Základné zdravotné služby poskytuje aj mnoho obcí.	V odľahlejších obciach môže byť prístup k špecializovanej zdravotnej starostlivosti spojený s cestovaním, pričom verejná doprava môže byť menej častá. Starnutie obyvateľstva zvýši dopyt po službách.
Životné prostredie a príroda	Okres Žilina je obklopený krásnymi horskými masívmi (Malá Fatra a ďalšie), množstvom prírodných parkov a divokými oblasťami. Ponúka	Niektoré environmentálne výzvy: kvalita ovzdušia v Žiline môže byť stredná až problematická, najmä pre citlivé skupiny. [13] Takisto zimné znečistenie,



	dobré možnosti pre turistiku, pobyt v prírode a cestovný ruch [9]. V regióne sa nachádza mnoho chránených území, prírodných rezervácií, ľudovej archi-tektúry atď. [9].	problémy s kúrením a doprava (v meste / v blízkosti mesta) môžu zhoršovať kvalitu ovzdušia a hluk.
Doprava a spojenie	Žilina je dopravným uzlom: dobré cestné spojenie, železnica, pomerne dobrá verejná doprava v meste. Okolité obce majú často priame cestné spojenie so Žilinou. Mnohé služby sú dostupné z centra okresu.	Niektoré vzdialenejšie obce majú horšiu frekvenciu verejnej dopravy. V zime môže horský terén sťažiť cestovanie. Dojazd z vidieka zvyšuje náklady a čas. Dopravné kongescie v Žiline počas dopravnej špičky.
Kultúra, vzdelávanie a spoločenský život	Žilina má historické centrum, pešie zóny, kultúrne inštitúcie a dobré vzdelávacie inštitúcie. Množstvo festivalov a kultúrnych podujatí [14]. Ekoturizmus je tiež bonusom. Obce majú často miestny spoločenský život a tradície.	Menšie obce majú menej vybavenia (menej reštaurácií, možností zábavy). Mladí ľudia sa môžu presťahovať do mesta alebo ďalej, aby mali viac možností. Niektoré mestské časti môžu mať problémy s infraštruktúrou alebo údržbou.
Bezpečnosť	Všeobecne bezpečná; nižšia kriminalita ako v mnohých zahraničných mestách. Komunitné väzby v obciach sú zvyčajne silné.	Ako na mnohých miestach, niektoré štvrte alebo sídliská môžu mať viac sociálnych problémov; problémom môže byť aj bezpečnosť na cestách. Nie je to extrémne, ale existujú rozdiely.

Zdroj: [9, 10, 11, 12, 13, 14]

2. Dostupnosť vzdelávacích a kultúrnych inštitúcií a ich vplyv na kvalitu života v okrese Žilina

V tejto časti príspevku sa autori zamerali na vyhodnotenie vzťahu medzi dostupnosťou vzdelania, kultúrnou infraštruktúrou a kvalitou života obyvateľov slovenských obcí, so zameraním na okres Žilina. Uplatnili kvantitatívny prístup a využili sekundárne údaje z oficiálnych národných a regionálnych databáz, doplnené o nezávislé rebríčky a verejne dostupné správy. Boli použité tri primárne zdroje údajov:

- Štatistický úrad Slovenskej republiky - demografické a socioekonomické ukazovatele, ako je hustota obyvateľstva, miera zamestnanosti a štatistiky týkajúce sa vzdelávania,
- Najvyšší kontrolný úrad Slovenskej republiky - ukazovatele na úrovni obcí týkajúce sa kapacity materských škôl, vzdialenosti od základných a stredných škôl, prístupu k zdravotnej starostlivosti, zariadení sociálnej starostlivosti a účasti v miestnych voľbách,



- Inštitút pre ekonomické a sociálne reformy INEKO - na zachytenie kvalitatívnych rozdielov medzi školami z hľadiska vzdelávacích výsledkov a vnímanej kvality.

Analyzované ukazovatele boli vybrané tak, aby odzrkadľovali objektívne aj štrukturálne aspekty kvality života súvisiace so vzdelávaním a voľným časom. Patríli medzi ne:

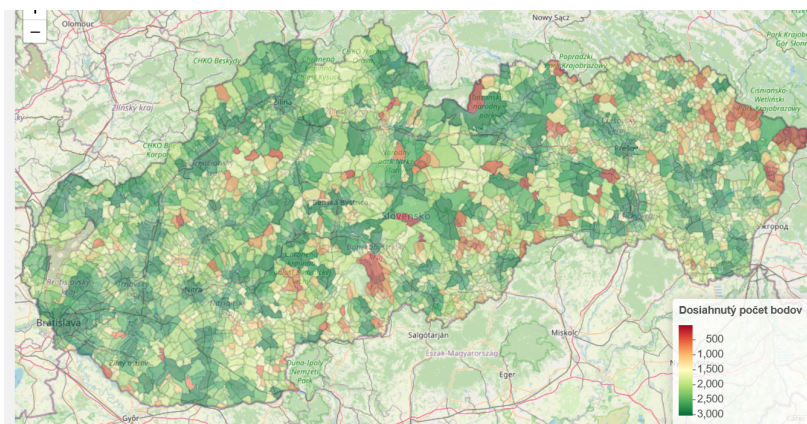
- indikátory vzdelávania: kapacita materských škôl, vzdialenosť od najbližšej základnej školy,
- vzdialenosť od najbližšej strednej školy a skóre vzdelávania odvodené z rebríčka INEKO.
- indikátory kultúry a voľného času: počet knižníc, divadiel, kín, múzeí, galérií a voľnočasových združení v každej obci.

Bola vykonaná komparatívna analýza s dôrazom na podmnožinu obcí v okrese Žilina. Údaje boli štandardizované a agregované do kompozitných skóre, aby bolo možné porovnať obce rôznej veľkosti a profilu. Na identifikáciu obcí s najvyššou a najnižšou výkonnosťou z hľadiska dostupnosti vzdelávania a kultúry boli použité deskriptívne štatistiky a metódy hodnotenia.

Osobitná pozornosť sa venovala identifikácii extrémov – obcí s maximálnymi a minimálnymi skóre v každej kategórii. Tento prístup umožnil poukázať na regionálne rozdiely a priepasť medzi mestskými centrami, ako je Žilina, kde sa koncentrujú vzdelávacie a kultúrne zdroje, a okrajovými obcami, ako sú Čičmany alebo Lutiše, kde tieto zdroje chýbajú alebo sú obmedzené.

Analýza je obmedzená dostupnosťou a porovnateľnosťou sekundárnych údajov. Hoci kvantitatívne ukazovatele, ako sú vzdialenosti škôl alebo kapacity materských škôl, sú objektívne, nezachytávajú v plnej miere kvalitatívny rozmer vzdelávania, ako je kvalita výučby alebo spokojnosť študentov. Podobne kultúrne ukazovatele merajú prítomnosť inštitúcií, ale nie frekvenciu alebo dostupnosť kultúrnych podujatí. Tieto obmedzenia naznačujú, že ďalší výskum kombinujúci kvantitatívne údaje s prieskumami alebo kvalitatívnymi rozhovormi by poskytol komplexnejší pohľad na vplyv vzdelávania a možnosti kultúrneho využitia na kvalitu života.

Vzdelávanie v okrese Žilina zohráva ústrednú úlohu pri formovaní kvality života, najmä prostredníctvom dostupnosti a kvality základných a stredných škôl. Okres je štruktúrovaný na základe jasného rozdelenia na mestské a vidiecke oblasti: zatiaľ čo mesto Žilina sústreďuje väčšinu vyšších vzdelávacích inštitúcií v regióne, obce a menšie mestá poskytujú predovšetkým predškolské vzdelávanie. Obrázok 1 názorne poukazuje na vysokú kvalitu života z hľadiska dostupnosti vzdelávacích inštitúcií v okrese Žilina, keďže väčšina miest a obcí je označená zelenou farbou.



Obrázok 1: Kvalita života z hľadiska dostupnosti vzdelávania

Zdroj: [8]

Základné vzdelávanie je široko dostupné, keďže väčšina obcí prevádzkuje materské školy a základné školy, ktoré pokrývajú 1. až 4. alebo 1. až 9. ročník, v závislosti od ich veľkosti. To zabezpečuje, že malé deti môžu často začať školskú dochádzku v mieste bydliska, čo posilňuje rodinný a spoločenský život v menších obciach.

Kvalita a rozsah dostupných zdrojov sa však výrazne líšia. Väčšie obce, ako napríklad Belá alebo Stráňavy, môžu vo všeobecnosti ponúknuť lepšie vybavené školy s mimoškolskými aktivitami, zatiaľ čo veľmi malé obce, ako napríklad Porúbka, môžu mať len malú základnú školu alebo vyžadovať, aby žiaci po ukončení nižších ročníkov dochádzali do susedných obcí, či miest.

Stredoškolské vzdelávanie je sústredené v meste Žilina, ktoré funguje ako vzdelávacie centrum okresu. V meste sa nachádzajú gymnáziá, špecializované technické stredné školy a odborné školy, ktoré reflektujú priemyselný profil okresu. Študenti si môžu vybrať napríklad programy v oblasti strojárstva, informatiky, dopravy a ekonómie, ktoré sú v súlade so zameraním ekonomickej aktivity v okrese. Reputácia žilinských gymnázií a technických škôl ich robí atraktívnymi nielen pre obyvateľov okresu, ale aj pre študentov z okolitých regiónov.

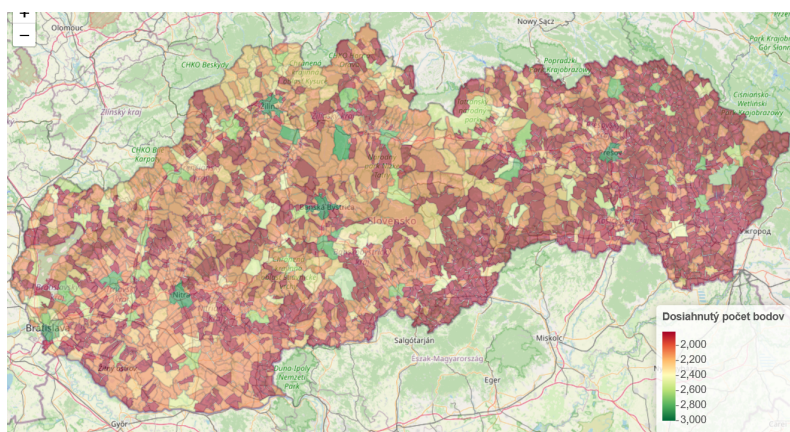
Táto centralizácia prináša nové príležitosti, ale aj výzvy. Na jednej strane majú študenti k dispozícii širokú škálu programov, moderné zariadenia a cesty vedúce buď k vyššiemu vzdelaniu (najmä na Žilinskej univerzite), alebo priamo k zamestnaniu. Na druhej strane mladí ľudia z menších obcí často čelia dlhým každodenným cestám do Žiliny alebo musia počas školského týždňa využívať ubytovanie v internátoch. To môže klásť logistický a finančný tlak na rodiny, najmä vo vzdialenejších a menej osídlených oblastiach okresu, kde je verejná doprava menej frekventovaná.

Celkovo okres Žilina ponúka silné vzdelávacie základy, pričom miestne školy v obciach pokrývajú prvotné potreby a mesto Žilina poskytuje vysokokvalitné



stredoškolské možnosti. Systém funguje dobre pre motivovaných študentov, ktorí môžu dochádzať alebo sa presťahovať, ale rozdiely pretrvávajú: vidiecke školy často nemajú taký rozsah mimoškolských aktivít a moderné zariadenia ako školy v meste. Zabezpečenie rovnomernejšieho prístupu ku kvalitnému vzdelávaniu v celom okrese je trvalým faktorom ovplyvňujúcim kvalitu života, najmä pre rodiny žijúce mimo bezprostredného dosahu Žiliny.

Vyhodnotenie vplyvu dostupnosti kultúrnych inštitúcií je komplikovanejšie. Kultúrne a voľnočasové inštitúcie ako knižnice, divadlá, kiná, múzeá, galérie či iné voľnočasové združenia sú sústredené vo väčších, predovšetkým okresných mestách, príp. väčších obciach. Tomu zodpovedá aj farebná škála na obrázku 2.



Obrázok 2: Kvalita života z hľadiska dostupnosti knižníc, divadiel, kín, múzeí, galérií a voľnočasových združení

Zdroj: [8]

V okrese Žilina sú len dve mestá, v ktorých sa nachádza múzeum – okrem okresného mesta Žilina, je to mesto Rajec. V okresnom meste sa nachádzajú aj divadlá, kiná a galérie. Vo väčšine obcí a miest okresu (36/53) sa nachádza obecná/mestská/krajská knižnica. Voľnočasové združenia sú v Žiline, Rajci a ôsmich obciach, konkrétne v Belej, Dlhom Poli, Hôrkach, Lietavskej Lúčke, Mojši, Stráňavách, Strečne a v Tepličke nad Váhom.

V závere sa autori zamerali na komplexné zhodnotenie vplyvu dostupnosti vzdelávacích a kultúrnych inštitúcií na kvalitu života obyvateľstva v okrese Žilina. Najväčší rozdiel je medzi mestskými oblasťami (najmä Žilina) a malými okrajovými obcami (napríklad Čičmany alebo Lutiše). Tento kontrast poukazuje na skutočnosť, že hoci je región ako celok jedným z najdynamickejších na Slovensku, existujú v ňom výrazné vnútorné rozdiely.

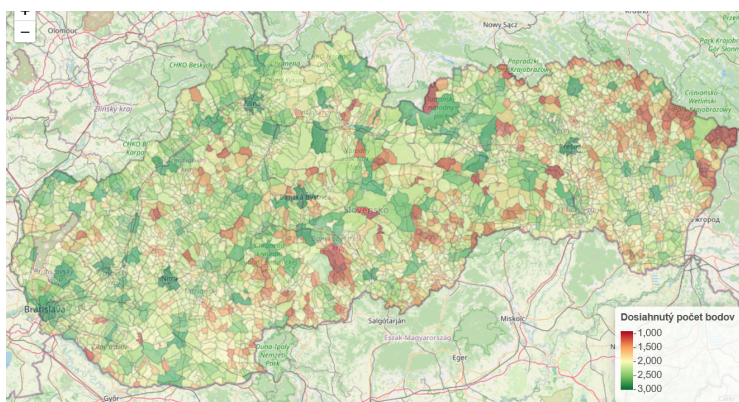
Kľúčovým faktorom je vzdelávanie. Žilina potvrdzuje svoju úlohu centra, kde sa koncentrujú základné a stredné školy rôznych zameraní. Na opačnom konci spektra sú obce ako Čičmany a Lutiše, kde vzdelávacia infraštruktúra prakticky neexistuje a deti sú nútené dochádzať do vzdialenejších obcí a miest. Tento rozdiel má



d'alekosiahle dôsledky – od pohodlia rodín s malými deťmi, cez motiváciu mladých rodín zostať v obci, až po dlhodobé pracovné príležitosti.

Podobne jasné rozdiely existujú aj v oblasti kultúry. Opäť dominuje, ktorá ponúka divadlá, kiná, galérie, múzeá a festivaly. V mnohých menších obciach je kultúrna ponuka obmedzená na obecnú knižnicu. Zaujímavé však je, že aj niektoré stredne veľké obce s kvalitnou základnou školou alebo dobrou infraštruktúrou (napríklad Višňové) dosahujú len priemerné výsledky kvôli nedostatku širších kultúrnych možností.

Materské školy predstavujú špecifickú kategóriu - tento ukazovateľ priamo odzrkadľuje atraktivnosť obce pre nových obyvateľov. Obce Rosina, Teplička nad Váhom, Terchová, Varín a Višňové majú vyššiu kapacitu materských škôl (viac ako 100 miest), čo ich výrazne odlišuje od iných obcí podobnej veľkosti. Je to pravdepodobne spôsobené demografiou obce, kde zvýšenú kapacitu materských škôl vyžadovalo množstvo mladých rodín s deťmi. Naopak, viaceré obce, ako napríklad Kľače a Malá Čierna, majú nulovú kapacitu, čo je logistickou záťažou pre mladé rodiny. Ďalším dôležitým faktorom je dochádzanie do základných škôl. Obce ako Belá, Dolná Tižina a Rosina majú výhodu nulového dochádzania, čo výrazne zvyšuje komfort života. Na druhej strane, Čičmany a Lutiše čelia veľkým vzdialenostiam do stredných škôl – študenti sú nútení každý deň cestovať desiatky minút, čo môže viesť k odchodu mladých rodín. Tento parameter tak priamo ovplyvňuje demografický vývoj obcí. Voľnočasové zariadenia sú posledným aspektom, ktorý dotvára obraz kvality života. Žilina má 23 zariadení (knižnice, galérie, združenia) a Rajec má 3, čo z nich robí kultúrne centrá svojich mikroregiónov. Menšie obce, ktoré nemajú žiadne zariadenia, sú v tomto ohľade závislé od susedných miest. Hoci to nemusí byť existenčný problém, absencia komunitných a voľnočasových priestorov oslabuje sociálnu súdržnosť a znižuje atraktivnosť prostredia. Celkové skóre logicky odzrkadľuje úroveň jednotlivých kategórií, viď obr. 3.



Obrázok 3: Kvalita života z hľadiska dostupnosti oboch zvolených kritérií

Zdroj: [8]



Žilina je najvyššie hodnotená, kombinuje silnú vzdelávaciu a kultúrnu ponuku s dobrou kapacitou a minimálnou dobou cestovania. Nasledujú ju mestá ako Rajec a Rajecké Teplice, ktoré nedosahujú tak vysoké skóre ako Žilina, ale kombinujú dostupnosť škôl s bohatšou infraštruktúrou pre voľný čas. Na druhom konci rebríčka sa nachádzajú malé a odľahlé obce – Čičmany, Lutiše a Malá Čierna –, ktoré zaostávajú hlavne v kategóriách vzdelávania a dostupnosti. Zaujímavým pozorovaním je, že niektoré obce s veľmi dobrou polohou a možnosťami dochádzania do práce (ako Rosina, Strážavy a Varín) dosahujú nadpriemerné celkové hodnotenie napriek svojej obmedzenej kultúrnej ponuke. V ich prípade sa zdá, že vzdelávanie a dostupnosť škôl majú pri hodnotení kvality života väčšiu váhu ako kultúra. Pre menšie obce je preto kľúčové udržiavať aspoň základné školy a kvalitnú dopravnú infraštruktúru, aby kompenzovali nedostatok služieb.

Záver

Kvalita života je multidimenzionálny fenomén, ktorý zahŕňa nielen materiálne podmienky, ako sú príjem a bývanie, ale aj nemateriálne faktory, ako sú vzdelanie, zdravie, sociálne vzťahy a pocit spokojnosti. Vzdelanie je považované za kľúčový determinant, pretože ovplyvňuje nielen individuálne šance na trhu práce, ale aj schopnosť prispôbiť sa zmenám a celkový rozvoj spoločnosti. Na tomto základe príspevok zdôrazňuje potrebu prístupu k vzdelávaniu a podpory celoživotného vzdelávania. Analýza v Žilinskom okrese ukazuje výrazný kontrast medzi mestskými centrami a menšími vidieckymi komunitami. Žilina ako okresné a regionálne centrum dosahuje najvyššiu kvalitu života v kategóriách vzdelávania a kultúry – má vysokú koncentráciu základných a stredných škôl, bohatú ponuku divadiel, kín a múzeí a poskytuje širokú škálu voľnočasových aktivít. Na druhom konci spektra sú malé a odľahlé obce, ako napríklad Čičmany alebo Lutiše, ktoré trpia zlou školskou infraštruktúrou, nedostatkom materských škôl a obmedzenou kultúrnou ponukou. Tento rozdiel má priamy vplyv na atraktivnosť obcí pre mladé rodiny, ich motiváciu zostať a tým aj na dlhodobý demografický vývoj.

Zvlášť zaujímavým faktorom je kapacita materských škôl. Niektoré obce, ako napríklad Rosina alebo Teplička nad Váhom, majú vysoký počet miest, čo ich robí atraktívnymi pre mladé rodiny. Naopak, nulová kapacita v obciach ako Kľače alebo Malá Čierna je pre rodiny záťažou, pretože deti musia dochádzať. Rovnako dôležitá je dostupnosť základných a stredných škôl: obce s nulovou vzdialenosťou dochádzania (ako Belá alebo Rosina) majú výhodu, zatiaľ čo Čičmany alebo Lutiše, s vzdialenosťou dochádzania viac ako 10 km, strácajú konkurencieschopnosť. Infraštruktúra kultúrnych inštitúcií ďalej zdôrazňuje rozdiely. Žilina s 23 a Rajec s tromi inštitúciami sú kultúrnymi centrami mikroregiónu, zatiaľ čo niekoľko malých obcí nemá žiadne zariadenia a musí sa spoliehať na okolité obce a mestá. Absencia takýchto priestorov oslabuje komunitný život a znižuje atraktivnosť obce.

Celkové porovnanie ukazuje, že najlepšie hodnotené mestá a väčšie obce – Žilina, Rajec, Rajecké Teplice, Rosina a Teplička nad Váhom – kombinujú vysokú



kvalitu vzdelávania [16], infraštruktúru a kultúrnu ponuku. Najslabšie výsledky sú v malých a odľahlých obciach, kde prevládajú problémy s dostupnosťou škôl, kapacitou materských škôl a nedostatkom kultúrnych inštitúcií.

Je pozoruhodné, že dostupnosť vzdelávania a škôl zohráva pri hodnotení kvality života väčšiu úlohu ako samotná kultúrna ponuka. To naznačuje, že pre menšie obce je strategické investovať do údržby základných škôl a infraštruktúry, čo môže kompenzovať absenciu širších služieb. Príspevok vo všeobecnosti poukazuje na to, že prístup k vzdelávaniu je jedným z najsilnejších faktorov ovplyvňujúcich kvalitu života v okrese Žilina. V súvislosti s potrebou znížiť odlev mladých rodín z menších obcí a podporiť vyvážený rozvoj regiónu je nevyhnutné cieleným spôsobom posilniť školskú infraštruktúru, kapacitu materských škôl a dopravné spojenie s okresným mestom.

Grantová podpora

Príspevok bol spracovaný v rámci riešenia projektu KEGA 046ŽU-4/2025 Vzdelávacia online platforma pre prípravu obyvateľov na sebaobranu a vzájomnú pomoc a interaktívna vysokoškolská učebnica zameraná na problematiku civilnej ochrany a APVV-24-0153 Vytvorenie dátového modelu a jeho implementácia do geografických informačných systémov na zvýšenie pripravenosti verejnej správy zvládať mimoriadne udalosti

Zoznam použitej literatúry

- [1] Doruľa, J. a kol. (2003). Krátky slovník slovenského jazyka. Bratislava: Veda 985 s. ISBN 80-224-0750-X.
- [2] Švehlíková, L. & Heretik, A. (2008). Kvalita života – o čom to hovoríme? Psychiatria-psychoterapia-psychomatika, 15, č. 3, s. 194-198.
- [3] Šíbl, D. a kol. (2002). Veľká ekonomická encyklopédia. Výkladový slovník. Bratislava: Sprint. 967 s. ISBN 80-89085-04-0.
- [4] Lisý, J. a kol. (2005). Ekonomie v novej ekonomike. Bratislava: Iura Edition. 622 s. ISBN 80-8078-063-3.
- [5] Andráško, I. (2013). Quality of Life: An Introduction to the Concept. Brno (Masarykova univerzita), 88 s., ISBN 978-80-210-6669-4.
- [6] Rapley, M. (2003). Quality of Life Research: A Critical Introduction. London, Sage Publications 2003, 286 s. ISBN: 978-0761954576.
- [7] Štatistický úrad Slovenskej republiky (2023). Indikátory kvality života [online]. Dostupné na: <https://www.google.com/url?sa=t&source=web&rct=j&opi=89978449&url=https://susr.statistics.sk/wps/portal%3Furil%3Dwcm%253Apath%253Aobsah-sk/static-content/temy/indikatory/indikatory-kvality-zivota/o-teme>



- [8] Najvyšší kontrolný úrad Slovenskej republiky (2024). MUMAP Kvalita života [online]. Dostupné na: <http://mumap.nku.gov.sk>
- [9] EGTC Tritia. 2025. Žilinská samospráva. [online] Dostupné na: <https://egtctritia.eu/en/about-us/members-of-the-grouping/zilina-local-government/?utm>
- [10] Štatistický úrad Slovenskej republiky. 2025. Žilinský kraj – regionálne charakteristiky. [online]. Dostupné na: <https://slovak.statistics.sk/wps/portal/ext/themes/regional/zilinsky%20kraj/about/>
- [11] Numbeo. 2025. Kvalita života v Žiline, Slovensko. [online] Dostupné na: <https://www.numbeo.com/quality-of-life/in/Zilina>
- [12] Scrape4U. 2025. Pohľad na ulice: Žilina – Slovensko. [online] Dostupné na: <https://scrape4u.com/streets-insights/Slovakia/Zilina>
- [13] IQAIR. 2025. Kvalita ovzdušia v Žiline. [online] Dostupné na: <https://www.iqair.com/slovakia/zilina/zilina?utm>
- [14] TIK Žilina. 2025. O Žiline. [online] Dostupné na: <https://www.tikzilina.eu/en/about-zilina/>
- [15] INEKO. 2024. Portál pre základné a stredné školy – rebríček škôl. [online] Dostupné na: <https://skoly.ineko.sk/rebricky/>

KVANTIFIKÁCIA RIZIKA ÚTOKU NA BANKOMATY V EUROREGIÓNE BESKYDY QUANTIFICATION OF ATM ATTACK RISK IN THE EUROREGION BESKYDY

Lukáš Lencsés^{1,a}, Lucia Figuli^{2,b}

^{1,2} Žilinská univerzita v Žiline, Fakulta bezpečnostného inžinierstva, Katedra
bezpečnostného manažmentu, Univerzitná 8215/1, 010 26 Žilina

^alencses@uniza.sk, ^blucia.figuli@uniza.sk,

Abstrakt. Počet fyzických útokov na bankomaty v Európe naďalej rastie. Vzhľadom na závažnosť situácie sa predložená štúdia zaoberá kvantitatívnym hodnotením rizika útoku na bankomaty v Euroregióne Beskydy, cezhraničnom území Českej republiky, Poľska a Slovenska. Hlavným cieľom štúdie je predpovedať ročnú frekvenciu útokov spolu s ich pravdepodobnosťou výskytu v jednotlivých častiach euroregiónu Beskydy. Na splnenie cieľa je potrebné určenie počtu bankomatov v regióne pomocou proporcionálneho priradenia na základe národných demografických a územných ukazovateľov a následné stanovenie základnej miery fyzických útokov na základe európskych incidentov publikovaných organizáciou EAST. Tieto parametre sú integrované do pravdepodobnostného modelu Poissonovho rozdelenia. Zistenia vytvárajú štatistický základ pre budúce plánovanie bezpečnostných opatrení v regióne.

Kľúčové slová: Bankomaty, fyzické útoky, pravdepodobnosť.

Abstract. The number of physical attacks on ATMs in Europe continues to rise. Given the seriousness of the situation, the present study focuses on a quantitative assessment of the risk of ATM attacks in the Euroregion Beskydy, a cross-border area of the Czech Republic, Poland and Slovakia. The main objective of the study is to predict the annual frequency of attacks together with their probability of occurrence in the individual parts of the Beskydy Euroregion. To achieve this objective, it is necessary to estimate the number of ATMs in the region using proportional allocation based on national demographic and territorial indicators, followed by determining the baseline rate of physical attacks derived from European incidents published by organization EAST. These parameters are integrated into a Poisson probability model. The findings provide a statistical basis for future planning of security measures in the region.

Keywords: ATMs, physical attacks, probability.

JEL Classification: C02, C53, G29,



Introduction

Physical attacks on automated teller machines (ATMs) represent a persistent and evolving security threat across Europe. According to reports by the European Association for Secure Transactions (EAST), thousands of attacks targeting ATM infrastructure occur each year, including explosive attacks, gas explosions and other forms of physical tampering that generate significant financial losses and endanger public safety. EAST statistics indicate that despite gradual improvements in security technologies, organized criminal groups continue to adapt their methods, often exploiting vulnerabilities in remote or rural locations and coordinating cross-border operations. Europol case intelligence similarly highlights that ATM attacks frequently involve well-structured criminal networks operating across several EU member states before detection, underscoring the transnational dimension of this type of crime [1,2].

Cross-border regions are therefore particularly relevant areas for analyzing ATM-related risks. Euroregions, which facilitate cooperation among neighboring states, often combine diverse settlement structures, varied transport accessibility and heterogeneous socio-economic conditions, factors that may influence both the attractiveness of ATM locations and the capacity of authorities to monitor criminal activity. The Euroregion Beskydy, connecting border areas of Slovakia, the Czech Republic and Poland, forms a mountainous and highly mobile region characterized by dispersed municipalities, tourism flows and intensive everyday cross-border movement. These features make the region sensitive to disruptions in financial infrastructure and potentially more exposed to criminal activity targeting vulnerable ATM sites [3].

Several structural aspects further justify a focused assessment of ATM attack risk in the Beskydy region. Reliance on a limited number of ATMs in many small municipalities increases the functional importance of each ATM as a primary access point to cash services. Multiple border crossings and the coexistence of three national jurisdictions create opportunities for rapid offender mobility and challenges for law-enforcement coordination. Offender groups frequently select peripheral or border locations where escape routes across national boundaries are accessible and police response is slowed by jurisdictional boundaries [4].

Given these contextual factors, this study quantifies the probability of physical ATM attacks within the Euroregion Beskydy by applying a Poisson probability model to estimated ATM densities in the Slovak, Czech and Polish parts of the region. The approach uses a Europe-wide physical attack rate derived from the most recent EAST statistical data, allowing the calculation of expected annual attack frequencies and the evaluation of event likelihoods for different severity levels. This probabilistic framework provides a structured basis for comparing relative risk across subregions and offers empirical insights relevant for local authorities, financial institutions and cross-border security planning [2, 5].

Because no unified or publicly available database reports the exact number of ATMs located specifically within the Euroregion Beskydy, it was necessary to estimate this value indirectly. National ATM statistics for Slovakia, the Czech Republic and Poland are available, but they are not disaggregated to the micro-regional or Euroregional level. To address this gap, the study applied proportional estimation methods based on population size, territorial area and the number of municipalities in each national part of the Euroregion.

1. Methodology

This study applies a multi-step quantitative approach to estimate the likelihood of physical attacks on Automated Teller Machines (ATMs) in the cross-border Euroregion Beskydy. The methodological procedure consists of three core components:

- Estimating the number of ATMs located in the Slovak, Czech and Polish parts of the Euroregion.
- Defining a baseline attack rate derived from European trends.
- Applying a Poisson probability model to calculate the expected likelihood of future attacks in each subregion.

1.1 Estimating the Number of ATMs in the Euroregion

ATM availability was modelled indirectly, since no unified ATM database exists at the Euroregional level. ATM counts were estimated using three proportional methods, each based on a different structural characteristic:

- **Population,**
- **Territory (km²),**
- **Territorial units.**

National baselines for ATM density were derived from official statistics for Slovakia, the Czech Republic and Poland, covering:

- **ATM per 100 000 inhabitants,**
- **ATM per 100 km²,**
- **ATM per municipality.**

These values were then applied to the respective population, area and number of municipalities inside the Euroregion Beskydy. Because population proportion

offered the most balanced representation of service demand, the **population-derived estimates were selected as the primary figures** for subsequent risk modelling.

1.2 Establishing the Baseline Attack Rate

To model the expected frequency of ATM attacks, the study used a unified physical attack rate representing the proportion of ATMs affected by any form of physical attack (including vandalism, burglary, explosive manipulation, or forced entry). Numbers in EAST report from 2025 were inserted to below formula to calculate the physical attack rate on ATM. Subsequently, total number of ATMs was also used from another EAST article.

$$\text{Physical attack rate} = \frac{\text{Number of physical attacks in a year}}{\text{Total number of ATMs}} \quad (1)$$

Physical attack rate value will be used in Poisson prediction formula.

1.3 Poisson Model for Risk Estimation

To estimate the likelihood of physical attacks on ATMs within the Euroregion Beskydy, the study uses a Poisson probability model. The Poisson distribution is appropriate for modelling low-frequency, discreet, and independent events occurring over a fixed time interval, which aligns with the characteristics of physical attacks on ATMs. Poisson formula gives the probability of observing exactly k events when the expected number of events is λ [5]:

$$P(X = k) = \frac{e^{-\lambda} \lambda^k}{k!} \quad (2)$$

Where:

- X = number of events (attacks),
- k = specific number of events (0,1,2,3, ...),
- λ = the expected number of events in a given time period,
- e = Euler's number [5].

The Poisson model requires an expected annual event frequency λ for each subregion.

This value is derived as [5]:

$$\lambda = \text{physical attack rate} \times \text{number of ATMs} \quad (3)$$

To compute the probability of at least one event [5]:

$$P(X \geq 1) = 1 - e^{-\lambda} \quad (4)$$

To compute the probability of zero events [5]:

$$P(X = 0) = e^{-\lambda} \quad (5)$$

2. Results

To estimate how many ATMs are in the Euroregion Beskydy, it was necessary to collect several basic national-level indicators from Slovakia, the Czech Republic and Poland. These included the total number of ATMs, population size, territorial area and the number of municipalities in each country. An overview of these baseline indicators is presented in Table 1, which summarizes the national context required for further calculations.

Table 1: National baseline indicators for Slovakia, the Czech Republic and Poland

Country	ATMs	Population (Million)	Area (km ²)	Municipalities
 Slovakia	2,700	5.47	49,035	2,891
 Czech Republic	5,432	10.60	78,871	6,258
 Poland	20,741	38.14	312,696	43,000

Source: [6-15]

Because ATM data is not available directly for the Euroregion, ATM numbers must be estimated using national densities. These density measures—ATMs per population, area and municipality—are shown in Table 2, which illustrates how ATM accessibility differs across the three countries. After gathering these baseline indicators, it became possible to calculate how many ATMs statistically belong to each part of the Euroregion (chapter 2.1), which then enabled the computation of the expected annual event frequency λ (chapter 2.2) and the subsequent application of the Poisson model (chapter 2.3).

Table 2: ATM density indicators (ATMs per population, area and municipality)

Country	ATMs / 100,000 inhabitants	ATMs / 100 km ²	ATMs / municipality
 Slovakia	49	5.5	0.9
 Czech Republic	51	6.8	0.9
 Poland	54	6.6	0.5

Source: Author's own calculations

Table 2 shows that ATM availability is broadly comparable in Slovakia and the Czech Republic, which both exhibit similar densities per population, area and municipality. Poland records slightly higher values per population and per area, although its lower number of ATMs per municipality reflects its much larger administrative units. Overall, ATM density across all three countries suggests a relatively even distribution of financial infrastructure within the Euroregion Beskydy.

2.1 Estimating the number of ATMs in Euroregion Beskydy

To obtain these estimates, it was first necessary to determine how the Euroregion is structured in terms of territorial size, population and number of municipalities in each national part. Table 3 presents these baseline indicators for the Slovak, Czech and Polish parts of the Euroregion Beskydy. As shown in the table, the three subregions differ substantially in both population density and administrative fragmentation, which directly affects the distribution of financial infrastructure in cross-border regions.

Table 3: Baseline indicators for the Slovak, Czech and Polish parts of the Beskydy

Euroregion Beskydy			
Country	Area (km ²)	Population (thousands)	Municipalities
 Slovakia	2 083	295	78
 Czech Republic	972	161	63
 Poland	3 037	720	30

Source:[16]

Using these baseline indicators together with national ATM densities (ATMs per 100,000 inhabitants, per 100 km² and per municipality), it then became possible to

approximate how many ATMs statistically fall within each national part of the Euroregion.

These calculations are summarized in Table 4, which shows the estimated number of ATMs located within the subregions of the Euroregion Beskydy.

Table 4: Estimated number of ATMs located within the subregions

Euroregion Beskydy – ATM estimation	
Country	ATMs
 Slovakia	144
 Czech Republic	82
 Poland	389

Source: Author's own calculations

2.2 Defining the base attack rate and annual event frequency λ

To quantify the expected frequency of physical attacks on ATMs, a unified annual physical attack rate was adopted for all three subregions. According to the EAST 2025 report, there were 5,953 physical attacks on ATMs in the European Union, with a total stock of 339,794 ATMs in operation. The annual physical attack rate r was therefore calculated as [2, 17]:

$$r = \frac{5,953}{339,794} \approx 0.017. \quad (5)$$

$$\text{Physical attack rate} = 0.017$$

This means that statistically 1.7% of all ATMs experience a physical attack per year. Using this rate, the expected annual number of attacks (λ) for each subregion was calculated using:

$$\lambda_{\{SK\}} = 0.017 \times 144 = 2.448 \quad (6)$$

$$\lambda_{\{CZ\}} = 0.017 \times 82 = 1.394 \quad (7)$$

$$\lambda_{\{PL\}} = 0.017 \times 389 = 6.613 \quad (8)$$

These λ values represent the expected number of physical attacks per year for each national part of the Euroregion Beskydy.

2.3 Applying a Poisson probability model

Physical attacks on ATMs are rare, discrete events that can be treated as statistically independent within a given year. For this reason, the number of attacks in each subregion of the Euroregion Beskydy was modelled using a Poisson distribution.

Probability of at least one attack in a year:

$$\lambda_{\text{Total}} = \lambda_{\text{SK}} + \lambda_{\text{CZ}} + \lambda_{\text{PL}} = 10.455 \quad (9)$$

$$P(X \geq 1) = 1 - e^{-10.455} = 0.99997 \quad (8)$$

Probability of at least one attack in Euroregion Beskydy next year is **99.99 %**

Table 5 summarizes the cumulative Poisson probabilities $P(X \geq k)$ for the occurrence of at least k physical ATM attacks per year in each national subregion of the Euroregion Beskydy. The results clearly show substantial regional differences in the expected frequency and severity of attack events.

Table 5: Cumulative Probability of ATM Attacks in the Euroregion Beskydy (1-5)

Euroregion Beskydy					
Country	P(X ≥ 1)	P(X ≥ 2)	P(X ≥ 3)	P(X ≥ 4)	P(X ≥ 5)
 SR	91.35%	70.19%	44.28%	23.14%	10.20%
 CZ	75.19%	40.61%	16.51%	5.31%	1.40%
 PL	99.87%	98.98%	96.04%	89.57%	78.87%

Source: Author's own calculations

The cumulative probability patterns reveal a clear gradient of risk across the Euroregion Beskydy. While all subregions show a reasonable likelihood of at least one attack per year, only the Polish area demonstrates a substantial probability of high-frequency attack events. Slovakia occupies a middle position, and the Czech subregion shows comparatively low and rapidly declining probabilities. Table 6 further expands probability of more attacks across the Euroregion Beskydy.

Table 6: Cumulative Probability of ATM Attacks in the Euroregion Beskydy (6-10)

Euroregion Beskydy					
Country	$P(X \geq 6)$	$P(X \geq 7)$	$P(X \geq 8)$	$P(X \geq 9)$	$P(X \geq 10)$
 SR	3.86%	1.28%	0.38%	0.099%	0.023%
 CZ	0.31%	0.061%	0.010%	0.0016%	0.0002%
 PL	64.72%	49.12%	34.38%	22.20%	13.25%

Source: Author's own calculations

Table 7 shows the probability of observing zero physical ATM attacks per year in each national part of the Euroregion Beskydy. The results indicate strong differences in risk levels.

Table 7: Probability of zero ATM attacks for next year

Part of Beskydy	$P(X = 0)$
Beskydy	0.0029%
 Slovakia	8.65%
 Czech Republic	24.81%
 Poland	0.13%

Source: Author's own calculations

Limitations of the Poisson Method:

- **Assumes independence of events** – real ATM attacks may occur in clusters or be carried out by the same offenders,
- **Assumes a constant attack rate** – in reality, crime levels change with policing, technology, or offender behavior,
- **Assumes equal probability across all ATMs** – does not account for local risk factors (isolation, visibility, security level),
- **Cannot model seasonal or temporal patterns** – attacks may peak at specific times, which Poisson cannot reflect,
- **Does not capture spatial variation** – regional hotspots or border effects are ignored,
- **Sensitive to inaccuracies in λ** – if ATM counts or attack rates are estimates, all results inherit that uncertainty.

Conclusion

The results of this study demonstrate clear differences in the expected frequency of physical attacks on ATMs across the Slovak, Czech, and Polish parts of the Euroregion Beskydy. Using a regionally adjusted attack rate derived from EAST statistics, the analysis shows that the Polish subregion containing the highest estimated number of ATMs, also exhibits the highest risk profile. The probability of experiencing at least one physical attack per year in Poland exceeds 99%, and the probability of five or more attacks is approximately 79%, indicating a sustained and significant threat to financial infrastructure.

By contrast, the Slovak subregion shows a lower but still meaningful level of risk: the likelihood of at least one attack is approximately 91%, while the chance of five or more attacks drops to approximately 10%. The Czech subregion presents the lowest exposure, with a 75% probability of at least one annual attack and only 1% likelihood of five or more incidents. These differences illustrate how ATM density, population distribution, and infrastructure concentration shape the vulnerability of each part of the Euroregion.

Overall, the Poisson modelling approach proved useful for identifying structural exposure to ATM attacks, even under conditions where incident data are scarce. While the model has limitations, such as assuming independence of events and equal risk across all ATMs, it offers a practical framework for estimating relative risk and guiding preventive measures. The findings highlight the need for targeted interventions, particularly in the Polish and Slovak parts of the Euroregion, where the probability of repeated attacks is considerably higher.

Zoznam použitej literatúry

- [1] EAST. (2024). *ATM Physical Attacks Rise in Europe (16th April 2024)*. [online]. European Association for Secure Transactions. Available at: <https://www.association-secure-transactions.eu/wp-content/uploads/ATM-Physical-attacks-rise-in-Europe-for-release-to-the-media-on-16th-April-2024.pdf>
- [2] EAST. (2025). *European Terminal Fraud Attacks Double (14th April 2025)*. [online]. European Association for Secure Transactions. Available at: <https://www.association-secure-transactions.eu/wp-content/uploads/European-Terminal-Fraud-attacks-double-for-release-to-the-media-on-14-April-2025.pdf>
- [3] Howaniec, H. & Lis, M. (2020). *Euroregions and Local and Regional Development — Local Perceptions of Cross-Border Cooperation and Euroregions Based on the Euroregion Beskydy*. *Sustainability*, 12(18), 7834. Available at: <https://doi.org/10.3390/su12187834>
- [4] Van der Woude, M. & van der Leun, J. (2017). *Criminal mobility and jurisdictional complexity in European border regions*. *European Journal of Criminology*, 14(1), . Available at: <https://doi.org/10.1177/1477370816640139>



- [5] Scribbr. (2025). *Poisson Distribution*. [online]. Scribbr Statistics Guides. Available at:
<https://www.scribbr.com/statistics/poisson-distribution/>
- [6] banky.sk. (2025). *Počet platobných kariet a bankomatov na Slovensku*. [online]. Available at:
<https://banky.sk/pocet-platobnych-kariet-a-bankomatov-na-slovensku/>
- [7] Narodowy Bank Polski. (2025). *Informacja o kartach płatniczych – Q4 2024*. [online]. Available at:
<https://nbp.pl/wp-content/uploads/2025/04/2024-Q4-inf-o-kartach-platniczych.pdf>
- [8] ČeskoNoviny.cz. (2024). *Tisková zpráva Sdružení pro bankovní karty SBK – vývoj domácího sektoru platebních karet v roce 2024*. [online]. Available at:
<https://www.ceskenoviny.cz/tiskove/zpravy/tiskova-zprava-sdruzeni-pro-bankovni-karty-sbk-k-vyvoji-domaciho-sektoru-platebnich-karet-plateb-a-souvisejicich-technologie-v-roce-2024-/2638500>
- [9] Worldometers. (2025). *World Population*. [online]. Available at:
<https://worldometers.info/world-population>
- [10] Slovak Academic Information Agency (SAIA). (n.d.). *About Slovakia – Geography*. [online]. Available at:
<https://www.researchinslovakia.saia.sk/en/main/welcome/about-slovakia/geography>
- [11] Wikipedia. (2025). *Czech Republic*. [online]. Available at:
https://en.wikipedia.org/wiki/Czech_Republic
- [12] Wikipedia. (2025). *Poland*. [online]. Available at:
<https://en.wikipedia.org/wiki/Poland>
- [13] Wikipedia. (2025). *List of municipalities and towns in Slovakia*. [online]. Available at:
https://en.wikipedia.org/wiki/List_of_municipalities_and_towns_in_Slovakia
- [14] Czech Statistical Office (ČSÚ). (n.d.). *Uzemní jednotky – territorial units*. [online]. Available at:
<https://csu.gov.cz/uzemni-jednotky>
- [15] Wikipedia. (2025). *List of Polish gminas*. [online]. Available at:
https://en.wikipedia.org/wiki/List_of_Polish_gminas
- [16] Wikipedia. (2025). *Euroregión Beskydy*. [online]. Available at:
https://sk.wikipedia.org/wiki/Euroregi%C3%B3n_Beskydy
- [17] EAST. (2025). *ATM numbers in Europe – European ATM installed base*. [online]. European Association for Secure Transactions. Available at:
<https://www.association-secure-transactions.eu/industry-information/atm-numbers-europe/>

SUBJEKTÍVNE VNÍMANIE BEZPEČNOSTI A KVALITY ŽIVOTA V KONTEXTE MIGRÁCIE

SUBJECTIVE PERCEPTIONS OF SAFETY AND QUALITY OF LIFE IN THE CONTEXT OF MIGRATION

Zuzana Štofková^{1a}, Jozef Kubás^{2b}, Marian Hrubizna^{3c}, Zuzana Podhorská^{4d}

¹ Fakulta prevádzky a ekonomiky dopravy a spojov, Žilinská univerzita v Žiline, Univerzitná 1, 010 26 Žilina, Slovensko

² Fakulta bezpečnostného inžinierstva, Žilinská univerzita v Žiline, Univerzitná 1, 010 26 Žilina, Slovensko

³ Ústav znaleckého výskumu a vzdelávania, Ulica 1. mája 32, 010 01 Žilina

⁴ EQUITA o.z., Černyševského 48, 851 01 Bratislava, Slovakia

^azuzana.stofkova@uniza.sk, ^bjozef.kubas@fbi.uniza.sk, ^cmarian.hrubizna@usi.sk,
^dzuzana.podhorska@equita.sk

Abstrakt. Príspevok sa zameriava na skúmanie názorov obyvateľov pohraničnej obce Ubl'a k hromadnému prílevu cudzincov na územie Slovenskej republiky, so zameraním na príchod odídencov z Ukrajiny v dôsledku vojnového konfliktu. Vzhľadom na bezprostrednú blízkosť štátnej hranice patrí obec medzi územia, kde sa dôsledky migračných pohybov prejavujú najintenzívnejšie a priamo ovplyvňujú každodenný život miestnych obyvateľov. Cieľom príspevku je poukázať na dôležitosť vnímania subjektívnych názorov miestneho obyvateľstva, najmä pokiaľ ide o pocit bezpečia, kvalitu života a sociálnu stabilitu v obci. Subjektívne postoje obyvateľov zohrávajú významnú úlohu pri hodnotení dopadov migračných procesov, keďže práve ony formujú mieru akceptácie nových skupín, dôveru v inštitúcie a celkovú spoločenskú klímu v pohraničných regiónoch. Zohľadnenie týchto postojov je nevyhnutné pre lepšie porozumenie lokálnych reakcií na mimoriadne migračné situácie a predstavuje dôležitý východiskový bod pre tvorbu opatrení zameraných na posilnenie bezpečnosti, sociálnej súdržnosti a kvality života v dotknutých komunitách.

Kľúčové slová: civilná ochrana, mimoriadna udalosť, kvalita života, bezpečnosť, migrácia.

Abstract. The paper focuses on examining the views of residents of the border municipality of Ubl'a regarding the mass influx of foreign nationals into the territory of the Slovak Republic, with particular emphasis on the arrival of displaced persons from Ukraine as a result of the armed conflict. Due to its immediate proximity to the state border, the municipality belongs to areas where the impacts of migration movements are most pronounced and directly affect the everyday lives of local

residents. The aim of the paper is to highlight the importance of considering the subjective perceptions of the local population, particularly with regard to feelings of safety, quality of life, and social stability within the municipality. Subjective attitudes of residents play a significant role in assessing the impacts of migration processes, as they shape the level of acceptance of new groups, trust in institutions, and the overall social climate in border regions. Taking these perceptions into account is essential for a better understanding of local responses to extraordinary migration situations and represents an important starting point for the development of measures aimed at strengthening security, social cohesion, and quality of life in the affected communities.

Keywords: Civil protection, Emergency situation, Quality of life, Security, Migration..

JEL Classification: I20, F52, H12

Úvod

Migračné pohyby sú ako sociálne procesy odpoveďou na zložité ekonomické, ekologické, sociálne a kultúrne, náboženské, etnické a politické podmienky a výzvy, v konzekvencii čoho migrácia postupne preniká do všetkých sfér života [1]. Motivácie pre migráciu sú pritom rôzne, avšak všeobecne je ich možné identifikovať v rámci piatich primárnych kategórií, a síce materiálne zlepšenie, riadenie rizík, symbolické uspokojenie, sociálne prepojenie a vyhýbanie sa hrozbám, pričom práve snaha vyhýbať sa hrozbám rezonuje a s najväčšou pravdepodobnosťou rezonovať i bude vzhľadom na, nielen rastúce občianske násilie, ale i klimatické zmeny [2,3]. V tejto súvislosti je potrebné spomenúť i medzinárodnú migráciu, ktorá predstavuje istý typ priestorovej mobility populácie, ktorej primárnym faktorom je cezhraničný pohyb osôb so zámerom usadiť sa na istý čas v inej krajine [4].

Migrácia a utečenci sú v súčasnosti často diskutované pojmy, ktoré nadobúdajú nový význam, najmä v európskom kontexte. Podľa Kadlečíková (2016), ide o mimoriadne intenzívny jav, ktorý ovplyvňuje prakticky všetky oblasti spoločenského života. Zatiaľ čo migrácia môže prinášať pozitívne efekty, ako je ekonomický rozvoj či šírenie inovácií, jej negatívna stránka je často spájaná s masovým presunom obyvateľstva z menej rozvinutých krajín do ekonomicky stabilnejších štátov, ktoré svojim občanom garantujú vyššiu kvalitu života [5]. Ekonomický prospech však nie je jediným faktorom, ktorý núti ľudí migrovať, čo jasne dosvedčujú udalosti posledných rokov, na ktoré upozorňujú i Rayevnyevaová a kol. (2023). Autori Rayevnyevaová a kol. (2023) prízvukujú, že proces globalizácie a vojna na Ukrajine ukazujú, že migrácia je jedným z najsilnejších globálnych trendov modernej ekonomiky. Motivácií, ktoré podporujú tento globálny trend, ako bolo spomenuté, je viacero, avšak zároveň je možné tvrdiť, že motivácie k migrácii definuje samotný typ migrácie [6].



1. Vplyv prílevu cudzincov na kvalitu života obyvateľov

Stiglitz a kol. (2009, s. 41) uvádzajú: „Kvalita života je širší pojem ako ekonomická produkcia a životná úroveň. Zahŕňa celý rad faktorov, ktoré ovplyvňujú to, čo si na živote ceníme, a siaha aj za jeho materiálnu stránku“ [7]. Uvedené dosvedčuje i definícia kvality života podľa Svetovej zdravotníckej organizácie, ktorá ju vymedzuje z pozície jednotlivca ako vnímanie vlastnej pozície v živote s ohľadom na hodnotové a kultúrne systémy, v rámci ktorých jednotlivec žije, ale súčasne i v interakcii k jednotlivcovým štandardom, očakávaniam, záujmom a cieľom [8]. Väčšina odborníkov pritom vníma meranie kvality života nielen ako dynamický, ale i ako subjektívny koncept, pričom subjektívny koncept mapuje názory jednotlivcov, zatiaľ čo dynamický koncept podlieha zmene v čase, a preto je nutné merať ho isté obdobie, no napriek tomu je subjektívny koncept nevyhnutný, avšak nie postačujúci, v dôsledku čoho je vhodné zohľadňovať subjektívny i objektívny koncept merania kvality života [9].

Zdrojom údajov pre meranie kvality života, najmä jej subjektívnej stránky, môžu byť pritom rôzne databázy, ako napríklad EU SILC (EU Statistics on Income and Living Conditions) alebo rôzne prieskumy medzi obyvateľmi. Európska únia (EÚ) navyše už zopár rokov realizuje prieskum verejnej mienky Eurobarometer, pričom jednou zo sfér Eurobarometra je i spokojnosť obyvateľov Európskej únie s mestom, v ktorom žijú. Organizácia pre hospodársku spoluprácu a rozvoj (OECD) pravidelne mapuje zhodnotenie indexu kvality života v rámci všetkých členských krajín, pričom zaujímavosťou je to, že OECD tento index zhodnocuje primárne z perspektívy obyvateľa danej krajiny.

Hromadný prílev cudzincov je v poslednom období prirodzenou súčasťou denného diania v mnohých krajinách, predovšetkým v dôsledku úniku týchto cudzincov zo svojich domovských krajín, postihnutých vojenským konfliktom. Spôsob, akým ovplyvňuje tento prílev cudzincov kvalitu života verejnosti v rámci hostiteľských krajín, bolo smerodajné pre viacero štúdií. Mnohé štúdie sa pritom zaoberali vplyvom prílevu cudzincov na kvalitu života hostiteľskej krajiny, pričom boli napríklad preukázané pozitívne účinky imigrácie na domáce zárobky pozitívny a silný vplyv prisťahovalectva na blahobyt domorodcov, ale i to, že migrácia má síce pozitívny vplyv na HDP hostujúcej krajiny, no negatívny vplyv na aktívne obyvateľstvo [5,9,10].

Postojmi obyvateľov hostiteľských krajín k prílevu cudzincov, ale i dôvodmi týchto ich postojov, sa zaoberalo mnoho štúdií, Bansak a kol. svojou štúdiou zisťovali, aké typy žiadateľov o azyl Európania akceptujú, v záujme čoho autori zrealizovali experiment, na ktorom participovalo 18 000 oprávnených voličov v 15 európskych krajinách. Participanti mali vyhodnotiť 180 000 profilov žiadateľov o azyl. Zistenia Bansaka a kol. naznačili, že najviac naklonení boli participanti žiadateľom o azyl, ktorí disponujú vyššou predikovanou zamestnateľnosťou, vierohodnými a závažnými dôvodmi pre azyl a sú kresťania (primárne nemalo ísť o



moslimov). Tento prieskum naznačil pomerne striktný postoj voči náboženstvu, závažným dôvodom pre imigráciu ale i predpokladov žiadateľov nebyť odkázaní na pomoc hostiteľskej krajiny. Všetky tieto postoje boli identifikované nezávisle od sledovaných premenných, vrátane politického presvedčenia [11].

Ferwerda a kol. (2017) sa zasa zamerali na Spojené štáty americké, a síce na obdobie, kedy prezident Donald Trump podpísal kontroverzný výkonný príkaz na zníženie prílevu utečencov do Spojených štátov. V rámci tohto prieskumu sa autori snažili pochopiť postoje amerických občanov k presídľovaniu utečencov, pričom ich zistenia poukázali na kolektívny problém, a síce že americkí občania sústavne menej podporujú presídľovanie v rámci svojich vlastných komunít ako presídľovanie inde v krajine. Medzi ďalšie zistenia patrí napríklad, že ohrozujúce mediálne rámce výrazne znižujú podporu pre národné aj miestne presídľovanie, mediálne rámce, ktoré vyvracajú presvedčenie, že utečenci sú hrozbou, nemajú výrazný vplyv a americkí občania v rámci okresov s hustým osídlením utečencami menej reagujú na ohrozujúce rámce, čo naznačuje, že vzájomná blízkosť môže znížiť vplyv vnímaných bezpečnostných hrozieb. Je veľmi pravdepodobné, že mediálne dianie skutočne dokáže vo významnej miere ovplyvňovať verejnú mienku, avšak súčasne je prínosné zistenie, že súžitie s imigrantami v rámci okresov dokáže odbúravať predsudky [12].

2. Názor obyvateľov v pohraničných oblastiach na Slovensku

Východiskom pre ďalšie smerovanie práce bol súčasný stav riešenej problematiky doma a v zahraničí, komunikovaný v úvode príspevku, ktorého výstupy a zistenia formovali samotný problém práce v znení: „Ako obyvatelia Uble hodnotia vplyv prílevu cudzincov na svoju kvalitu života a aký postoj majú k týmto cudzincom, s dôrazom na cudzincov z Ukrajiny?“. Pre sledovanie vplyvu prílevu utečencov z vojnou zasiahnutej Ukrajiny na kvalitu života obyvateľov hostiteľskej krajiny bola vybraná obec Ubl'a. Obec Ubl'a sa nachádza na východe Slovenskej republiky na hraniciach s Ukrajinou. Administratívne patrí pod okres Snina v Prešovskom samosprávnom kraji. Počet obyvateľov obce je 774 osôb s hustotou obyvateľstva 27 obyvateľ/a / km². Celková rozloha obce je 29 km² (Ubl'a, 2021). Na hraniciach katastrálneho územia obce sa nachádza cestný hraničný prechod Ubl'a - Malýj Berežnyj. Práve tento hraničný prechod bol jedným z najvyťaženejších. Boli stanovené 3 výskumné otázky:

- Výskumná otázka 1: Aký postoj majú obyvatelia Uble k hromadnému prílevu cudzincov, s apelom na cudzincov z Ukrajiny, v závislosti od svojho vzdelania?
- Výskumná otázka 2: Ako vplýva hromadný prílev cudzincov na kvalitu života obyvateľov Uble z perspektívy samotných obyvateľov Uble a s ohľadom na ich zamestnanecký status?



- Výskumná otázka 3: Ako vnímajú obyvatelia Uble systém riadenia mimoriadnej udalosti v súvislosti s hromadným prílevom obyvateľov Ukrajiny na Slovensko?

Po overení výskumných hypotéz je ďalej potrebné zodpovedať výskumné otázky. Výskumné otázky 1-3 sa vyhodnocujú na základe položiek dotazníka. Vyhodnotenie prvej výskumnej otázky: „Aký postoj majú obyvatelia Uble k hromadnému prílevu cudzincov, s apelom na cudzincov z Ukrajiny, v závislosti od svojho vzdelania?“, ukázalo že:

- obyvatelia so stredoškolským vzdelaním s maturitou majú v majorite negatívny názor na hromadne prichádzajúcich cudzincov na Slovensko, zatiaľ čo obyvatelia s VŠ vzdelaním ho majú vo väčšine čiastočne pozitívny;
- obyvatelia so stredoškolským vzdelaním s maturitou súhlasia s tým, že Slovensko by malo prijímať takých cudzincov, ktorí majú na Slovensku potenciál zamestnať/študovať, majú závažné dôvody pre odchod z vlasti, vyznávajú bežné náboženstvo pre SR, zatiaľ čo obyvatelia s VŠ vzdelaním s uvedeným skôr súhlasia;
- obyvatelia so stredoškolským vzdelaním s maturitou v majorite nesúhlasia s tým, že vznik vojnového konfliktu na Ukrajine je vhodný dôvod na príchod ukrajinských občanov na Slovensko, zatiaľ čo obyvatelia s VŠ vzdelaním s uvedeným skôr súhlasia;
- obyvatelia so stredoškolským vzdelaním s maturitou skôr súhlasia s tým, že odídenci z Ukrajiny by mali mať prístup ku vzdelaniu i k zdravotnej starostlivosti na Slovensku, pričom obyvatelia s VŠ vzdelaním s uvedeným v majorite súhlasia;
- obyvatelia so stredoškolským vzdelaním s maturitou skôr súhlasia, že ich názor na prijímanie cudzincov na Slovensko ovplyvňujú názory politickej strany i informácie v médiách, s ktorou sympatizujú, zatiaľ čo obyvatelia s VŠ vzdelaním s uvedeným v majorite jednoznačne nesúhlasia;
- obyvatelia Uble majú, bez ohľadu na vzdelanie, negatívny postoj ku hromadnému prijímaniu cudzincov, ak nadobudnú presvedčenie, že sú hrozbou pre ich pocit bezpečia na Slovensku.

Vyhodnotenie druhej výskumnej otázky „Ako vplýva hromadný prílev cudzincov na kvalitu života obyvateľov Uble z perspektívy samotných obyvateľov Uble a s ohľadom na ich zamestnanecký status?“ ukázalo, že:

- nezamestnaní obyvatelia súhlasia s tým, že hromadne prichádzajúci cudzinci ovplyvňujú výšku zárobkov na Slovensku klesajúcou tendenciou a zároveň obsadzujú voľné pracovné miesta, zamestnaní s



uvedeným skôr súhlasia, zatiaľ čo podnikatelia vyjadrili v majorite jednoznačný nesúhlas s ovplyvňovaním výšky zárobkov a skôr nesúhlas s obsadzovaním voľných pracovných miest;

- nezamestnaní obyvatelia nesúhlasia s tým, že hromadne prichádzajúci cudzinci dokážu Slovensko kultúrne obohatiť či podporiť slovenskú ekonomiku, pričom v majorite skôr nesúhlasia i zamestnaní, zatiaľ čo podnikatelia skôr súhlasia, že hromadne prichádzajúci cudzinci môžu Slovensko kultúrne i ekonomicky obohatiť;
- zamestnaní a nezamestnaní obyvatelia v majorite súhlasia s tým, že hromadne prichádzajúci cudzinci sú hrozbou infekčných ochorení pre Slovensko a že narúšajú ich pocit bezpečia, čo môže byť i dôvodom, prečo charakterizujú zmenu svojej celkovej životnej spokojnosti v majorite ako negatívnu, zatiaľ čo väčšina podnikateľov sa vo väčšine nevie vyjadriť k tomu, ako sa zmenila ich celková životná spokojnosť po hromadnom príchode cudzincov na Slovensko, avšak napriek tomu skôr súhlasia s tým, že hromadne prichádzajúci cudzinci sú hrozbou infekčných ochorení pre Slovensko. Podnikatelia ďalej skôr nesúhlasia s tým, že hromadne prichádzajúci cudzinci narúšajú ich pocit bezpečia.

Vyhodnotenie tretej výskumnej otázky: „Ako vnímajú obyvatelia Uble systém riadenia mimoriadnej udalosti v súvislosti s hromadným prílevom obyvateľov Ukrajiny na Slovensko?“, ukázalo, že:

- obyvatelia Uble boli skôr komplexne nespokojní s prijatými opatreniami na zvládnutie krízovej situácie súvisiacej s počiatočným hromadným prílevom obyvateľov Ukrajiny na Slovensko, vo všeobecnosti boli nespokojní i počas trvania situácie, pričom ich spokojnosť sa významne nezmenila ani dodnes, avšak v majorite prevláda skôr nesúhlasný názor;
- čo sa týka zhodnotenia aktivity jednotlivých zložiek krízového riadenia na hromadný prílev Ukrajincov na Slovensko, tak aktivitu obce hodnotia obyvatelia Uble ako čiastočne efektívnu, aktivitu okresu ako čiastočne neefektívnu, aktivitu štátu za absolútne neefektívnu, aktivitu mimovládnych organizácií hodnotia obyvatelia Uble ako čiastočne efektívnu, zatiaľ čo aktivitu dobrovoľníkov hodnotia obyvatelia Uble v majorite ako absolútne efektívnu;
- obyvatelia Uble jednoznačne vnímajú ako závažný problém (vzácná zhoda naprieč celým výskumným súborom) zlyhanie štátu vo veci riešenia hromadného prílevu Ukrajincov na Slovensko, ale i to, že nikto nekomunikoval situáciu smerom k obyvateľom;
- obyvatelia Uble vyjadrili súhlasný názor s tým, že závažným problémom hromadného prílevu Ukrajincov na Slovensko bolo i neefektívne využitie poskytnutých zdrojov a nezapojenie do pomoci aktívnych občanov;



- obyvatelia Uble vnímajú ako závažný problém hromadného prílevu Ukrajincov na Slovensko i nekoordinovanosť dopravy v obci od začiatku;
- obyvatelia Uble v majorite vnímajú ako závažný problém hromadného prílevu Ukrajincov na Slovensko i neobmedzovanie hlučnosti a svetelnosti v obci, pričom však na otázku, či bolo závažným problémom i poškodenie obecných budov, priestorov a ciest, nevedeli v majorite odpovedať. Názory sa rozdeľovali medzi skôr súhlasím a nemám vyhranený názor.

Záver

Migrácia, najmä ak má charakter náhleho a masívneho prílevu, predstavuje významný faktor ovplyvňujúci kvalitu života v hostiteľských komunitách, obzvlášť v pohraničných oblastiach. Skúsenosti obyvateľov obce Ubl'a ukazujú, že dopady migrácie nemožno vnímať výlučne prostredníctvom objektívnych ukazovateľov, ale je nevyhnutné brať do úvahy aj subjektívne hodnotenia miestneho obyvateľstva. Práve tie výrazne formujú celkovú spokojnosť, pocit bezpečia a sociálnu klímu v obci. Výsledky poukazujú na to, že vnímanie migrácie je úzko prepojené s pocitom ohrozenia, obavami o bezpečnosť, zdravotné riziká či ekonomickú stabilitu, pričom tieto obavy sa môžu líšiť v závislosti od sociálneho postavenia, životnej situácie a osobných skúseností jednotlivcov. Subjektívny pocit bezpečia sa ukazuje ako kľúčový prvok, ktorý významne ovplyvňuje postoje obyvateľov k migrantom a ich ochotu akceptovať prítomnosť nových skupín v miestnom prostredí. Ak je tento pocit narušený, dochádza aj k zhoršeniu vnímanej kvality života, bez ohľadu na reálnu mieru rizika. Zároveň sa potvrdzuje, že spôsob zvládania migračnej situácie zo strany verejných inštitúcií má zásadný vplyv na dôveru obyvateľov v štát, samosprávu a krízové riadenie. Nedostatočná komunikácia, nekoordinované opatrenia či slabé zapojenie miestnej komunity môžu prehlbovať pocity neistoty a frustrácie, zatiaľ čo viditeľná pomoc, dobrovoľnícka aktivita a efektívna spolupráca na lokálnej úrovni prispievajú k zmierneniu negatívnych vplyvov migračnej záťaž. Je možné konštatovať, že pri hodnotení vplyvu migrácie na kvalitu života je nevyhnutné klásť dôraz na subjektívne vnímanie miestnych obyvateľov, najmä v oblasti bezpečnosti a každodenného fungovania obce. Tieto postoje predstavujú dôležitý zdroj informácií pre tvorbu verejných politík a opatrení, ktoré by mali smerovať nielen k zvládaniu samotnej migračnej situácie, ale aj k posilňovaniu sociálnej súdržnosti, dôvery a pocitu bezpečia v dotknutých oblastiach.

Grantová podpora

Príspevok bol vypracovaný v rámci riešenia projektu KEGA 051ŽU-4/2025.



Použitá literatúra

- [1] Bade, K. J. (2015). Migration History. In J. D. Wright (Ed.), International Encyclopedia of the Social & Behavioral Sciences (Second Edition) (pp. 446–451). Elsevier. <https://doi.org/10.1016/B978-0-08-097086-8.62091-3>
- [2] Massey, D. S. (2015). Migration: Motivations. In J. D. Wright (Ed.), International Encyclopedia of the Social & Behavioral Sciences (Second Edition) (pp. 452–456). Elsevier. <https://doi.org/10.1016/B978-0-08-097086-8.32090-6>
- [3] Gubáš, F. (2016). EURÓPSKA UTEČENECKÁ KRÍZA A ASPEKTY POSKYTOVANIA ZDRAVOTNEJ STAROSTLIVOSTI MIGRANTOM A UTEČENCOM. Krízový Manažment, 15(1), Article 1. <https://doi.org/10.26552/krm.C.2016.1.54-59>
- [4] Ondrušek, M., & Markovič, A. (2010). MEDZINÁRODNÁ MIGRÁCIA AKO ODOZVA NA DISPARITY V SOCIÁLNO-EKONOMICKOM ROZVOJI SVETOVÝCH REGIÓNŮ. Krízový Manažment, 9(1), Article 1. <https://doi.org/10.26552/krm.C.2010.1.75-85>
- [5] Baková, D. (2015). Historical context of migration and refugee in the world. In Immigrants in the European Union: Proceedings from the international conference, Piešťany, Hotel Park Avenue, December 15, 2015 (pp. 75–90). Danubius University, Faculty of Social Studies, Institute of Applied Ethics.
- [6] Kadlečíková, J. (2016). Expert background on migration. In Reasonably about migration: A manual for public event organizers [Online manual] (pp. 5–41). Slovak Debate Association. http://cvek.sk/wp-content/uploads/2016/02/Manua%CC%81l_Rozumne-o-migracii_finalna-verzia.pdf
- [7] Rayevnyeva, O., Stryzhchenko, K., & Matúšová, S. (2023). Impact of Migration Processes on GDP. Engineering
- [8] Stiglitz, P. J. E., Sen, P. A., & Fitoussi, P. J.-P. (n.d.). Report by the Commission on the Measurement of Economic Performance and Social Progress.
- [9] Liba, J. (2016). Health education in school education (1st ed.). Prešov: University of Prešov in Prešov, Faculty of Education. ISBN 978-80-555-1612-7.
- [10] Koochi, F., Nedjat, S., Yaseri, M., & Cheraghi, Z. (2017). Quality of Life among General Populations of Different Countries in the Past 10 Years, with a Focus on Human Development Index: A Systematic Review and Meta-analysis. Iranian Journal of Public Health, 46(1), 12–22.
- [11] Bond, M., & Gaston, N. (2011). The Impact of Immigration on Australian-born Workers: An Assessment Using the National Labour Market Approach.



Economic Papers: A Journal of Applied Economics and Policy, 30(3), 400–413.
<https://doi.org/10.1111/j.1759-3441.2011.00126.x>

- [12] Bansak, K., Hainmueller, J., & Hangartner, D. (2016). How economic, humanitarian, and religious concerns shape European attitudes toward asylum seekers. *Science*, 354(6309), 217–222. <https://doi.org/10.1126/science.aag2147>
- [13] Ferwerda, J., Flynn, D. J., & Horiuchi, Y. (2017). Explaining opposition to refugee resettlement: The role of NIMBYism and perceived threats. *Science Advances*, 3(9), e1700812. <https://doi.org/10.1126/sciadv.1700812>

E-FAKTUROWANIE – VAT W ERZE CYFROWEJ E-INVOICING - VAT IN THE DIGITAL AGE

Beata Hoza^{1,a}

¹ Akademia Nauk Stosowanych w Bielsku-Białej, Polska

^a bhoza@ansbb.edu.pl

Abstrakt. Polska w 2026 r. wprowadza Krajowy System e-Faktur (KSeF), który stanowi kluczowy element cyfryzacji systemu podatkowego. Głównym celem podjętych działań jest ograniczenie luki w podatku VAT, która zarówno w Polsce, jak i innych państwach UE, prowadzi do znacznych uszczupień dochodów budżetowych. Celem niniejszego artykułu jest przedstawienie działań mających na celu ograniczenie luki w podatku VAT, podjętych w Polsce w latach 2016-2026, ze szczególnym uwzględnieniem e-fakturowania.

Kľúčové slová: luka w podatku VAT, e-faktura, uczelnianie systemu podatkowego.

Abstract. In 2026, Poland introduces Krajowy System e-Faktur (KSeF), which is a key element of the digitization of tax system. The main objective of the measures taken is to reduce the VAT gap, which leads to significant reductions in budget revenues both in Poland and in other EU countries. The aim of this article is to present the actions taken in Poland in the years 2016-2026 to decrease the VAT gap, with particular emphasis on e-invoicing.

Keywords: VAT gap, e-invoice, tax system reforms

JEL Classification: H21, H26, H25.

Wstęp

Podatek od towarów i usług (VAT) stanowi jedno z kluczowych źródeł dochodów budżetowych państwa, a jego efektywność ma istotne znaczenie dla stabilności finansów publicznych. W ostatnich latach szczególną uwagę poświęca się zjawisku luki w podatku VAT, rozumianej jako różnica pomiędzy teoretycznymi a faktycznymi wpływami z tego podatku.. Polska, podobnie jak inne państwa członkowskie Unii Europejskiej, przez długi czas zmagала się z relatywnie wysokim poziomem luki VAT. W odpowiedzi na te wyzwania wprowadzono szereg działań legislacyjnych i organizacyjnych mających na celu uszczelnienie systemu podatkowego. Szczególną rolę w tym procesie odgrywa postępująca cyfryzacja administracji skarbowej. Rozwój narzędzi informatycznych umożliwił skuteczniejsze monitorowanie obrotu gospodarczego oraz identyfikację nieprawidłowości podatkowych. Jednym z kluczowych elementów tej transformacji

jest wdrażanie systemów e-fakturowania. Elektroniczne faktury pozwalają na automatyzację procesów rozliczeniowych oraz zwiększenie transparentności transakcji. System e-faktur stanowi istotne wsparcie w walce z oszustwami podatkowymi, w tym z wyłudzeniami podatku VAT. Jednocześnie rodzą one nowe wyzwania natury prawnej, technicznej oraz organizacyjnej. Analiza wpływu e-fakturowania na poziom luki VAT wymaga uwzględnienia specyfiki krajowego systemu podatkowego. znaczenia e-fakturowania w kontekście uszczelniania podatku VAT w Polsce w erze cyfrowej.

1. Luka w podatku VAT w Polsce

Pojęcie *luki w podatku VAT* odnosi się do różnicy między teoretycznymi wpływami z podatku na podstawie danych makroekonomicznych a faktycznie zrealizowanymi dochodami budżetowymi, co obrazuje stopień nieściągalności i niezgodności podatkowej. Metodyka szacowania luki VAT w Polsce opiera się na tzw. podejściu odgórnym (*top-down*) z wykorzystaniem danych rachunków narodowych publikowanych przez GUS, umożliwiając porównanie potencjalnych i rzeczywistych wpływów podatkowych. Analizy danych (wykres 1) wskazuje, że Polska od początku 2000 r. do 2024 r. przeszła od wysokiej luki VAT typowej dla gospodarek transformujących się, przez okres sukcesywnego jej ograniczania, aż do wyzwań wynikających z cyklicznych zmian ekonomicznych i zawirowań systemowych.

Obrazek 1: Luka w podatku VAT w Polsce w latach 2000-2024

Zdroj: Opracowanie własne na podstawie: (CASE, 2025)

Długoterminowe ograniczanie luki VAT pozostaje kluczowym celem polityki fiskalnej, ponieważ stabilne i wysokie wpływy z tego podatku są istotne dla równowagi budżetowej i finansów publicznych (Hoza, 2022).

Podsumowując, luka VAT w Polsce w latach 2000–2024 charakteryzowała się znacznymi fluktuacjami, które były efektem zarówno czynników

makroekonomicznych wpływających na ściągalność podatku, jak i podjętych działań mających na celu ograniczenie nadużyć w tym podatku.

2. Uszczelnianie podatku VAT w Polsce

Uszczelnianie podatku od towarów i usług w Polsce stanowiło jeden z kluczowych kierunków reform systemu podatkowego w ostatnich latach. Działania te zostały wprowadzone w odpowiedzi na znaczącą skalę luki VAT, wynikającą z oszustw podatkowych, agresywnej optymalizacji oraz działalności w szarej strefie (wykres 2).

Obrázok 2: Etapy uszczelnienie Polskiego systemu podatkowego

Zdroj: Opracowanie własne

Jednym z podstawowych instrumentów było wprowadzenie Jednolitego Pliku Kontrolnego (JPK), umożliwiającego organom podatkowym bieżącą analizę danych księgowych podatników. Istotną rolę odegrało również wdrożenie mechanizmu podzielonej płatności (split payment), który ograniczył możliwość wyłudzenia podatku poprzez kontrolę przepływu środków pieniężnych. Kolejnym działaniem było utworzenie systemu STIR, służącego do monitorowania transakcji bankowych i identyfikacji podejrzanych operacji finansowych. W ramach uszczelniania VAT wprowadzono także obowiązek raportowania schematów podatkowych (MDR), zwiększający transparentność działań podatników. Znaczące znaczenie miało zaostrzenie sankcji karnoskarbowych za przestępstwa związane z wyłudzeniami VAT. Administracja skarbową została wzmocniona organizacyjnie poprzez



utworzenie Krajowej Administracji Skarbowej, integrującej dotychczasowe służby podatkowe i celne. Wprowadzono również rejestr podatników VAT oraz tzw. białą listę podatników, co ułatwiło weryfikację kontrahentów. Działania legislacyjne objęły także ograniczenie rozliczeń kwartalnych oraz skrócenie terminów zwrotu VAT podlegających kontroli. Rozszerzono zakres odpowiedzialności solidarnej w obrocie towarami wrażliwymi. Wprowadzono obowiązek stosowania kas rejestrujących online w wybranych branżach szczególnie narażonych na nadużycia. Istotnym elementem było również zwiększenie wykorzystania narzędzi analitycznych i informatycznych w kontroli podatkowej. Działania te były wspierane przez współpracę międzynarodową w zakresie wymiany informacji podatkowych.

5. System e-faktur

E-fakturowanie stanowi jeden z kluczowych elementów globalnej cyfryzacji systemów podatkowych i finansowych. Na świecie jest ono wdrażane zarówno w formie dobrowolnej, jak i obligatoryjnej, w zależności od modelu administracji publicznej oraz poziomu rozwoju infrastruktury cyfrowej. Pionierami obowiązkowego e-fakturowania były kraje Ameryki Łacińskiej, takie jak Brazylia, Meksyk i Chile, gdzie systemy te stały się narzędziem skutecznej walki z oszustwami podatkowymi. W państwach tych dominują scentralizowane modele raportowania, oparte na bieżącej transmisji danych do administracji skarbowej.

W Unii Europejskiej e-fakturowanie rozwija się stopniowo, z uwzględnieniem harmonizacji przepisów i zasad jednolitego rynku. Dyrektywa 2014/55/UE odegrała istotną rolę w upowszechnieniu e-fakturowania w zamówieniach publicznych. Coraz więcej państw członkowskich wprowadza krajowe systemy e-faktur jako element strategii uszczelniania podatku VAT. Przykładem są Włochy, Francja oraz Polska, które wdrażają modele oparte na centralnych platformach państwowych. W Azji e-fakturowanie rozwija się dynamicznie, szczególnie w Chinach, Indiach i Korei Południowej, gdzie łączy się z szeroką cyfryzacją administracji publicznej. W Stanach Zjednoczonych e-fakturowanie ma charakter głównie rynkowy i dobrowolny, bez jednolitego systemu federalnego. Globalnym trendem jest rosnąca standaryzacja formatów danych oraz interoperacyjność systemów transgranicznych. E-fakturowanie sprzyja automatyzacji procesów księgowych i redukcji kosztów administracyjnych przedsiębiorstw (Wille, 2025). Jednocześnie jego wdrażanie rodzi wyzwania związane z ochroną danych, cyberbezpieczeństwem oraz dostosowaniem małych podmiotów. Z perspektywy państw systemy e-faktur zwiększają transparentność obrotu gospodarczego i efektywność poboru podatków. W rezultacie e-fakturowanie staje się powszechnym i strategicznym elementem nowoczesnych systemów finansów publicznych na świecie.

W Polsce Krajowy System e-Faktur (KSeF) został wprowadzony w celu ujednolicenia i cyfryzacji procesu wystawiania oraz obiegu faktur. Głównym celem systemu jest zwiększenie efektywności administracji podatkowej poprzez



automatyzację kontroli rozliczeń podatku od towarów i usług. KSeF ma również na celu ograniczenie nadużyć podatkowych, w szczególności wyłudzeń VAT, dzięki bieżącemu dostępowi organów skarbowych do danych fakturowych. Idea systemu opiera się na centralnym repozytorium faktur ustrukturyzowanych, które są wystawiane i przechowywane w jednolitym formacie. Rozwiązanie to sprzyja zwiększeniu transparentności obrotu gospodarczego oraz poprawie jakości danych finansowych. KSeF wspiera standaryzację procesów księgowych i upraszcza wymianę dokumentów pomiędzy podmiotami gospodarczymi. Istotnym założeniem systemu jest również redukcja kosztów administracyjnych po stronie przedsiębiorców oraz organów publicznych (MF, 2026). Wdrożenie KSeF wpisuje się w szerszą strategię cyfryzacji państwa i modernizacji systemu podatkowego. System ma na celu zwiększenie bezpieczeństwa obrotu poprzez zapewnienie autentyczności pochodzenia i integralności treści faktur. W konsekwencji KSeF stanowi narzędzie wspierające efektywność, przejrzystość oraz stabilność systemu finansów publicznych.

Zakończenie

Znaczący wpływ na rozmiar luki podatkowej ma sama konstrukcja systemu podatkowego. Złożoność przepisów podatkowych, niestabilność oraz wysoki poziom obciążeń fiskalnych sprzyjają naruszeniu przepisów, jak i celowemu unikaniu opodatkowania. Międzynarodowy Indeks Konkurencyjności Podatkowej (*ang.* ITCI) sporządzany przez Tax Foundation ocenia systemy podatkowe poszczególnych krajów pod kątem konkurencyjności i neutralności. Według ITCI sposób w jaki zbudowany jest system podatkowy ma ogromny wpływ na gospodarkę kraju. Dobry system podatkowy jest prosty i zrozumiały dla podatników. Powinien wspierać rozwój gospodarczy kraju i zapewniać wystarczające wpływy do budżetu. Natomiast źle zaprojektowany system generuje wysokie koszty, utrudnia prowadzenie działalności i szkodzi całej gospodarce. W rankingu przeprowadzonym w 2025r. przez ITCI dotyczącym oceny systemu podatkowego, Polska zajęła 35 miejsce na 38 wśród krajów OECD (Tax foundation, 2025) Tym samym Polski system podatkowy został zaopiniowany jako jeden z najtrudniejszych i najmniej przyjaznych systemów podatkowych.

Krajowy System e-Faktur (KSeF) stanowi istotny element modernizacji polskiego systemu podatkowego i cyfryzacji obrotu gospodarczego. Z perspektywy administracji publicznej system ten zwiększa efektywność kontroli podatkowej poprzez zapewnienie dostępu do danych fakturowych w czasie zbliżonym do rzeczywistego. KSeF przyczynia się do poprawy transparentności rozliczeń oraz ograniczenia ryzyka nadużyć w podatku od towarów i usług. Pozytywnie należy ocenić również standaryzację formatu faktur, która sprzyja automatyzacji procesów księgowych i poprawie jakości danych. Jednocześnie wdrożenie systemu wiąże się z istotnymi wyzwaniem organizacyjnymi i technologicznymi po stronie przedsiębiorców. Szczególne trudności mogą dotyczyć małych i średnich podmiotów, dla których dostosowanie systemów informatycznych generuje

dodatkowe koszty. Z punktu widzenia pewności obrotu gospodarczego istotne znaczenie ma zapewnienie stabilności działania systemu oraz ochrony danych. KSeF wymaga również wysokiego poziomu kompetencji cyfrowych użytkowników oraz odpowiedniego wsparcia informacyjnego ze strony administracji. Ogólnie rzecz biorąc, KSeF można ocenić jako narzędzie o dużym potencjale systemowym, którego efektywność zależy od jakości wdrożenia i akceptacji ze strony uczestników rynku.

Wykaz literatury

- [1] Council Directive (EU) 2025/516 of 11 March 2025 amending Directive 2006/112/EC as regards VAT rules for the digital age (25 March 2025)
- [2] Directive 2014/55/EU of the European Parliament and of the Council of 16 April 2014 on electronic invoicing in public procurement Text with EEA relevance, Dz.U. L 133
- [3] European Commission: Directorate-General for Taxation and Customs Union, CASE, (2025), *VAT gap in Europe: country report 2025*, Publications Office of the European Union
- [4] Hoza B., *Determinants of the VAT gap – part 2* [w], ASEJ 2022; 26 (4): 125-130; DOI 10.19192/wsfig.sj4.2022.20
- [5] Implementation Strategy - VAT in the Digital Age
- [6] Krajowy System e-faktur, MF, <https://www.gov.pl/web/kas/krajowy-system-e-faktur>, (dostęp: 21.01.2026)
- [7] Wille P., *European Union - EU VAT in the Digital Age*, https://research.ibfd.org/#/login?redirect_path=L2RvYz91cmw9L2NvbGx1Y3Rpb25zL2l2bS90dG1sL2l2bV8yMDIzXzAxX2UyXzUuaHRtbA%3D%3D
- [8] https://taxfoundation.org/research/all/global/2025-international-tax-competitiveness-index/#_ftn56 (dostęp: 21.01.2026)

POLAND'S MONETARY POLICY AND ITS IMPACT ON REGIONAL DEVELOPMENT. (INTRODUCTION TO RESEARCH)

POLITYKA PIENIĘŻNA POLSKI I JEJ WPŁYW NA ROZWÓJ REGIONALNY. (WPROWADZENIE DO BADAŃ)

Grzegorz Sroślak ¹,

¹ Akademia Nauk Stosowanych w Bielsku-Białej, Polska

Abstrakt. Celem niniejszego opracowania jest wprowadzenie do badań nad zależnością pomiędzy polityką pieniężną Polski a rozwojem regionalnym w okresie transformacji gospodarczej lat 90. XX wieku. Szczególna uwaga została poświęcona analizie mechanizmów inflacyjnych oraz roli Narodowego Banku Polskiego w kształtowaniu podaży pieniądza. W pracy wskazano, że inflacja w Polsce miała charakter złożony i nie mogła być wyjaśniona wyłącznie czynnikami monetarnymi. Uwzględniono również znaczenie oczekiwań inflacyjnych, strukturalnych uwarunkowań gospodarki oraz ograniczeń instytucjonalnych, które wpływały zarówno na stabilność makroekonomiczną, jak i na rozwój społeczno-gospodarczy regionów.

Kľúčové slová: polityka pieniężna, inflacja, Narodowy Bank Polski, rozwój regionalny, transformacja gospodarcza

Abstract. The purpose of this paper is to provide an introduction to research on the relationship between Poland's monetary policy and regional development during the economic transformation of the 1990s. Particular attention is devoted to analyzing inflation mechanisms and the role of the National Bank of Poland in shaping the money supply. The paper demonstrates that inflation in Poland was complex and could not be explained solely by monetary factors. The paper also considers the importance of inflation expectations, the structural conditions of the economy, and institutional constraints, which influenced both macroeconomic stability and the socioeconomic development of regions.

Keywords: monetary policy, inflation, National Bank of Poland, regional development, economic transformation

JEL Classification: E52, E31, P24

Wprowadzenie

Rozwój regionalny stanowi jeden z kluczowych elementów trwałego wzrostu gospodarczego oraz poprawy jakości życia społeczeństwa. Region, rozumiany jako



wspólnota społeczno-kulturowa i gospodarcza, opiera swój rozwój na wykorzystaniu lokalnego potencjału ekonomicznego, instytucjonalnego i społecznego. W tym kontekście istotne znaczenie ma polityka gospodarcza państwa, w tym przede wszystkim polityka pieniężna, która oddziałuje na warunki funkcjonowania przedsiębiorstw, rynku pracy oraz stabilność cen. Celem niniejszego opracowania jest wprowadzenie do badań nad wpływem polityki pieniężnej Polski na rozwój regionalny, ze szczególnym uwzględnieniem procesów inflacyjnych w okresie transformacji ustrojowej lat 90. XX wieku. Okres ten miał fundamentalne znaczenie dla kształtowania współczesnej gospodarki rynkowej w Polsce i wyznaczył nowe ramy funkcjonowania systemu finansowego oraz instytucji monetarnych.

1. Polityka pieniężna, inflacja i ich znaczenie dla rozwoju regionalnego Polski

Transformacja gospodarcza zapoczątkowana na początku lat 90. była związana z odejściem od systemu nakazowo-rozdzielczego i wprowadzeniem mechanizmów rynkowych. Program reform realizowany przez rząd Tadeusza Mazowieckiego oraz ministra finansów Leszka Balcerowicza opierał się na założeniach tzw. terapii szokowej, której głównymi celami były stabilizacja makroekonomiczna, ograniczenie inflacji oraz stworzenie warunków dla długookresowego wzrostu gospodarczego. Kluczowymi elementami reform były liberalizacja cen, wprowadzenie wewnętrznej wymienialności złotego, restrykcyjna polityka budżetowa oraz zmiany w polityce kredytowej banków. Skutkiem tych działań było jednak gwałtowne przyspieszenie inflacji, szczególnie widoczne na początku 1990 roku. Choć w kolejnych latach tempo wzrostu cen stopniowo malało, inflacja pozostawała jednym z najpoważniejszych problemów gospodarczych, wpływającym na funkcjonowanie przedsiębiorstw, gospodarstw domowych oraz rozwój regionalny.

Narodowy Bank Polski prowadził politykę pieniężną ukierunkowaną na kontrolę podaży pieniądza, jednak jego wpływ na procesy inflacyjne był ograniczony. Znaczną rolę odgrywały banki komercyjne, a także czynniki strukturalne, takie jak niski poziom konkurencyjności gospodarki, dziedzictwo systemu centralnie planowanego oraz słabość rynku wewnętrznego. Istotne znaczenie miały również oczekiwania inflacyjne, które – zgodnie z teorią racjonalnych oczekiwań R. Lukasa – były kształtowane m.in. przez oficjalne komunikaty rządowe. Analiza rynku pracy wskazuje, że w badanym okresie realne wynagrodzenia rosły wolniej niż produkt narodowy brutto, co tworzyło silny czynnik antyinflacyjny. Jednocześnie inflacja powodowała liczne negatywne skutki gospodarcze i społeczne, takie jak dezorganizacja systemu cen, osłabienie skłonności do oszczędzania oraz utrudnienia w prowadzeniu rachunku ekonomicznego. Zjawiska te miały bezpośredni wpływ na tempo i kierunki rozwoju regionalnego, pogłębiając dysproporcje pomiędzy poszczególnymi obszarami kraju.



Zakończenie

Przeprowadzona analiza wskazuje, że inflacja w Polsce w latach 90. miała charakter wieloczynnikowy i nie może być interpretowana wyłącznie jako rezultat ekspansywnej polityki pieniężnej. Ograniczony wpływ Narodowego Banku Polskiego na podaż pieniądza, istnienie silnych oczekiwań inflacyjnych oraz strukturalne słabości gospodarki sprawiły, że procesy stabilizacyjne były długotrwałe i złożone. Z punktu widzenia rozwoju regionalnego polityka pieniężna oddziaływała pośrednio, poprzez warunki makroekonomiczne, stabilność cen oraz możliwości finansowania działalności gospodarczej. Doświadczenia transformacji wskazują, że skuteczna polityka pieniężna powinna być uzupełniona działaniami strukturalnymi i instytucjonalnymi, które sprzyjają wzrostowi konkurencyjności regionów oraz trwałemu rozwojowi społeczno-gospodarczemu.

Wykaz literatury

- [1] Barańska A., Inflacja w Polsce i sposoby jej zwalczania. Dąbrowa Górnicza, Wydaw.
- [2] Kamerschen D. R., McKenzie R.B., Nardineli C., Ekonomia. Gdańsk, Fundacja Gospodarcza NSZZ „Solidarność”, 1991
- [3] Kołodko G. Polska w świecie inflacji. Warszawa, Książka i Wiedza, 1996;
- [4] Szachowa G.J., O mechanizmie osiągnięcia zrównoważenia pieniężnych i towarowych strumieni. *Finanse* 1996, Nr 6
- [5] Tudor Z., Inflacja w Polsce – przyczyny, przebieg oraz sposoby walki z tym zjawiskiem. Dąbrowa Górnicza, Wyd. WSB 1997;
- [6] Żukow P.E., Puginski S.B., Wyjście z pułapki zapadalności. „*Finanse*” 1999 Nr 3

ZASTOSOWANIE WSKAŹNIKA NET PROMOTER SCORE (NPS) DO BADANIA LOJALNOŚCI KLIENTÓW W PRZEDSIĘBIORSTWIE KOMUNALNYM – STUDIUM PRZYPADKU BESKID ŻYWIEC SP. Z O.O.

APPLICATION OF THE NET PROMOTER SCORE (NPS) INDICATOR TO THE STUDY OF CUSTOMER LOYALTY IN A MUNICIPAL COMPANY – A CASE STUDY OF BESKID ŻYWIEC SP. Z O.O.

Zbigniew Tetlak¹

¹Head of the Department of Finance and Logistics, Academy of Applied Sciences
Bielsko-Biala.

Abstract The aim of this paper is to present the applicability of the Net Promoter Score (NPS) indicator in measuring customer loyalty in a municipal company operating under conditions of regulated competition. The study was conducted in BESKID ŻYWIEC Sp. z o.o. in two survey waves in 2025, involving 161 and 725 respondents respectively. The research employed the diagnostic survey method, the questionnaire survey technique, and a research instrument in the form of an online questionnaire based on the NPS methodology. The results indicate a very high level of declared customer loyalty in both survey waves, as well as an increase in the NPS value in the mass survey, despite a significant expansion of the sample size. The findings confirm that NPS may serve as a useful tool for monitoring relationships between a municipal company and residents and for supporting decision-making processes in the field of public service quality management.

Keywords: Net Promoter Score (NPS), customer loyalty, municipal company, public utility services, municipal waste management

JEL Classification: M31, H44, L97

Introduction

In recent years, the importance of systematic measurement of service quality, customer satisfaction, and customer loyalty has increased significantly. In the private sector, such tools constitute a standard element of customer relationship management, forming the basis for monitoring customer experience, identifying areas requiring improvement, and building competitive advantage. At the same time,



selected methods of service quality assessment have gradually been transferred to the sphere of public services, where the recipient is a resident, and evaluation criteria include not only economic aspects but also social dimensions, such as trust, transparency, and social acceptance. One of the most widely used loyalty indicators in business practice is the Net Promoter Score (NPS). This method is based on a single question concerning the willingness of customers to recommend a given service or organization. Due to its simplicity and comparability, NPS is widely applied in service companies, banking, and the telecommunications sector. However, the literature emphasizes that despite its numerous advantages, NPS requires conscious adaptation to the specificity of the analyzed sector, particularly in the case of public utility services, where the “customer–organization” relationship differs from a typical market relationship. Municipal companies performing public utility tasks and owned by local governments represent a specific area for the application of loyalty measurement tools. In this case, service recipients are members of the local community, and the assessment of the company’s activity encompasses both operational quality aspects (e.g. timeliness, reliability) and elements of social trust in the institution responsible for public service delivery. Measuring residents’ loyalty may therefore serve a dual function: first, supporting service quality management; second, providing information on social perception and legitimacy of a municipal company’s activities.

The purpose of this paper is to present the application of the NPS indicator in measuring customer loyalty in the municipal company BESKID ŻYWIEC Sp. z o.o., based on two survey waves conducted in 2025 (June and November). The paper adopts a case study approach and presents preliminary research results, indicating their relevance for municipal enterprise management and for further work within a university–company research project. It is assumed that NPS may constitute a useful tool for monitoring relations with residents; however, its interpretation should take into account the specificity of public services, the method of reaching respondents, and sample heterogeneity. The structure of the paper is as follows: Section 2 discusses the essence of the NPS indicator along with its advantages and limitations; Section 3 addresses the specificity of loyalty research in municipal enterprises; Section 4 presents the research methodology; Section 5 contains the results of the two survey waves and their comparison; Section 6 provides a discussion of the findings; and Section 7 formulates conclusions and indicates directions for further research.

1. Net Promoter Score as a Tool for Measuring Customer Loyalty

Net Promoter Score (NPS) is one of the most commonly used customer loyalty indicators in management practice. The method was proposed by F. Reichheld as a simple and synthetic tool for assessing customer relationships with an organization based on their willingness to recommend its products or services. The measurement



is based on a single question posed to respondents: “*How likely is it that you would recommend this company or service to others?*”, answered on a scale from 0 to 10.¹ Based on the responses, respondents are classified into three categories. Individuals giving ratings of 9–10 are referred to as **promoters**, representing loyal and satisfied customers willing to provide positive recommendations. Ratings of 7–8 form the group of **passives**, i.e. moderately satisfied customers who do not exhibit strong loyalty. Respondents selecting values from 0 to 6 are classified as **detractors**, whose experiences are negative and who may generate unfavorable word-of-mouth communication. The NPS value (1) is calculated as the difference between the percentage of promoters and the percentage of detractors among all respondents, according to the following formula:

$$\text{NPS} = \% \text{ Promoters} - \% \text{ Detractors} \quad (1)$$

The resulting score ranges from –100 to +100, where positive values indicate a predominance of promoters over detractors, and higher scores correspond to higher levels of customer loyalty. The main advantages of NPS include its simplicity, ease of interpretation, and the possibility of conducting intertemporal and interorganizational comparisons. The use of a single survey question reduces respondent burden and facilitates obtaining a high response rate, which is particularly important in online research. Moreover, NPS is widely recognized in managerial practice, making it a convenient tool for supporting decision-making processes. At the same time, the literature points to certain limitations of the NPS methodology. A single question does not allow for identification of detailed causes of dissatisfaction or loyalty, and the obtained score is of a synthetic nature. Therefore, NPS does not replace comprehensive satisfaction surveys but should be treated as a tool for monitoring overall customer relationships. Additionally, interpretation of NPS results requires consideration of industry specificity, service type, and the institutional context in which the analyzed organization operates.² For these reasons, the application of NPS in the public service sector and municipal enterprises requires a conscious methodological approach. Although the tool was originally developed for the private sector, its adaptation to public utility services may provide valuable insights into perceived service quality and levels of social trust in institutions delivering public tasks.

2. Specificity of Loyalty Research in Municipal Enterprises

Measuring customer loyalty in municipal enterprises requires a different approach than in organizations operating under fully competitive market conditions.



Municipal enterprises perform public utility tasks, operate under legal regulations, and act in the interest of the local community. The service recipient is a resident who, in many cases, does not freely choose a service provider but uses services within a specific territorial and organizational framework. In this context, loyalty cannot be interpreted solely in economic or behavioral terms typical of the private sector. Resident loyalty toward a municipal enterprise is multidimensional and includes the level of social acceptance of service delivery, trust in the public institution, assessment of service quality, and willingness to communicate positive opinions within the social environment. The reputational aspect is particularly important, as negative opinions may influence social perception of the company's activity even in situations of limited market alternatives.

Therefore, measuring residents' opinions serves not only as a managerial tool but also as an element of social dialogue and trust-building toward institutions responsible for public service provision. Applying the Net Promoter Score indicator in a municipal enterprise thus requires interpretation in a broader context than in commercial services. Willingness to recommend municipal services does not merely reflect satisfaction with service quality but may also be interpreted as an expression of overall assessment of the company's credibility and its relationship with the local community. In this case, the NPS response becomes a synthetic indicator of social acceptance of the enterprise's activities. It should also be emphasized that even in conditions of limited or regulated competition, the need to measure loyalty remains valid. On the contrary, under conditions of natural or regulated monopoly, resident opinion surveys may constitute one of the few available tools for verifying service quality from the recipients' perspective. Regular loyalty measurements make it possible to identify potential areas of social tension, monitor the effectiveness of communication activities, and support continuous improvement of municipal services. For these reasons, the application of NPS in a municipal enterprise may be considered methodologically justified, provided that the specificity of the public sector and the nature of the relationship between the company and residents are duly considered.³ In this paper, NPS is treated not as the sole tool for service quality assessment, but as a useful synthetic indicator enabling monitoring of changes in the perception of municipal enterprise activities over time.

3. Research Methodology

3.1 Research Method, Technique, and Instrument

The study was conducted using the diagnostic survey method, the questionnaire survey technique, and a research instrument in the form of an online questionnaire based on the Net Promoter Score (NPS) methodology. The instrument included a

single measurement question on a 0–10 scale, consistent with the NPS standard: “*How likely is it that you would recommend the services of BESKID ŻYWIEC Sp. z o.o. to others?*”. Responses were classified into three categories: promoters (9–10), passives (7–8), and detractors (0–6). The NPS value was calculated as the difference between the percentage of promoters and the percentage of detractors in the total number of responses. The study had a quantitative and cross-sectional character in each survey wave, with the aim of obtaining a synthetic assessment of customer/resident loyalty toward services provided by the municipal enterprise.

3.2 Organization of the Study and Two Survey Waves

Customer loyalty measurement was conducted in two survey waves in 2025:

- **First survey wave (June 2025)** – 161 completed questionnaires
- **Second survey wave (November 2025)** – 725 completed questionnaires

In both waves, the same research instrument and response scale were used, enabling direct comparison of results. The difference between the waves concerned sample size, which resulted from different levels of information outreach. The first wave was treated as a pilot study, while the second wave was regarded as a mass survey involving a broader and more diversified group of respondents.

3.3 Sample Selection and Data Characteristics

The sample selection was voluntary and non-random (self-selection), which is typical for online survey research. Consequently, the results reflect declarations of individuals who chose to participate rather than a statistically representative sample. At the same time, the significant increase in the number of responses in the second wave improved the stability of percentage estimates for individual NPS categories and enhanced the comparative value of the results. No demographic questions or open-ended questions were included in the survey. Therefore, the analysis focused on the distribution of responses on the 0–10 scale, the structure of responses by NPS categories, and the value of the synthetic indicator. This approach is consistent with the objective of the paper, which is to present the application of NPS in a municipal enterprise and provide a preliminary assessment of its usefulness in measuring customer loyalty.

3.4 Organizational Context and Competitive Environment

The study was conducted in BESKID ŻYWIEC Sp. z o.o., a municipal company responsible for municipal waste management services. The company is owned by all municipalities of Żywiec County and by the municipality of Szczyrk. BESKID ŻYWIEC operates the only municipal waste treatment installation and landfill within the county, which gives it a key role in the regional waste management

system. At the same time, the company operates under conditions of regulated competition resulting from public procurement procedures. Waste collection and processing services are contracted through tenders in which private entities also participate. As a result, despite municipal ownership, some municipalities commission services to other contractors, and waste streams are directed both to the company's installations and to private facilities. This model implies that the relationship between the company and residents is shaped under conditions of indirect market competition, where service quality, corporate image, and social trust may affect the company's long-term position.

3.5 Support of the Study through Information Activities

Between the first and second survey waves, actions were undertaken to increase the reach of the survey, including intensified communication on the company's website and in social media. These activities were informational rather than selective in nature. As a result, the survey reached a broader group of recipients and increased sample diversification.

3.6 Data Analysis Procedure

Data analysis included:

- compilation of response distributions on the 0–10 scale for both survey waves,
- calculation of the shares of promoters, passives, and detractors,
- determination of NPS values for each wave,
- comparative analysis of results between the two waves.

Percentage shares were presented rounded to one decimal place, while NPS values were reported as whole numbers, in accordance with common reporting practice. The results were presented in graphical form to facilitate interpretation of changes in customer loyalty over time.

4. Research Results

4.1 Results of the First Survey Wave (June 2025)

In the first survey wave conducted in June 2025, 161 complete responses were obtained. The distribution of ratings on the 0–10 scale showed a strong concentration in the upper part of the scale. The vast majority of respondents selected values of 9 and 10, with the highest rating (10) being the dominant category. A notable feature of the first wave was the absence of extremely negative ratings; no responses were recorded in the 0–3 range. A small number of responses appeared in the 4–6 range, while ratings of 7–8 were marginal. This distribution

suggests that the first wave involved respondents who were highly engaged and positively inclined toward the company's activities.

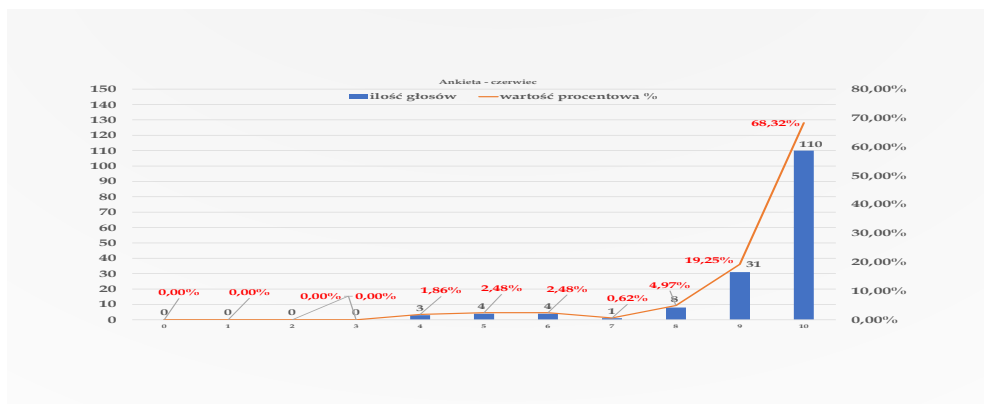


Figure 1. Distribution of responses on the 0–10 scale (Wave I)

The structure of responses by NPS categories confirms this picture. The share of promoters was very high, while the share of detractors was low, resulting in an NPS value of 81, indicating a very high level of declared loyalty among respondents in the first survey wave.

4.2 Results of the Second Survey Wave (November 2025)

The second survey wave conducted in November 2025 included 725 respondents and had a mass character. Compared to the first wave, a significantly greater diversity of responses was observed. The distribution covered the full scale from 0 to 10, indicating participation of a broader and more heterogeneous group of respondents. Despite the appearance of low and medium ratings, the distribution remained dominated by high scores. Ratings of 9 and 10 were the most frequent, with the highest rating accounting for the largest share of responses. Ratings of 7–8 occurred more frequently than in the first wave, reflecting greater diversity of service quality perception in the mass sample.

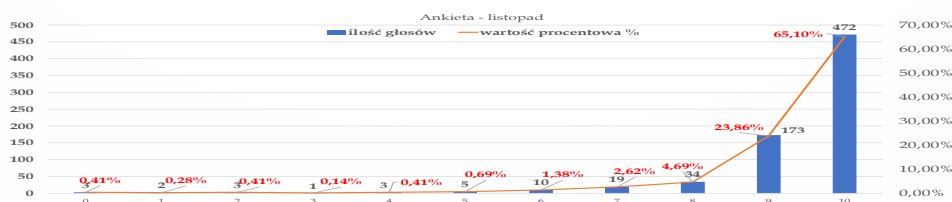


Figure 2. Distribution of responses on the 0–10 scale (Wave II)

Analysis of the response structure by NPS categories shows that although the absolute number of detractors increased, their percentage share remained low. At the same time, the share of promoters remained very high. Consequently, the NPS value in the second wave amounted to **85**, representing an increase compared to the first wave.

4.3 Comparison of Both Survey Waves and Interpretation of NPS

Comparison of the two survey waves reveals an interesting pattern. Despite a four-and-a-half-fold increase in the number of respondents and greater response diversity in the second wave, the NPS value not only did not decline but increased from 81 to 85. This indicates that the positive assessment of the company's activities was maintained in the mass sample encompassing a broader group of service recipients.

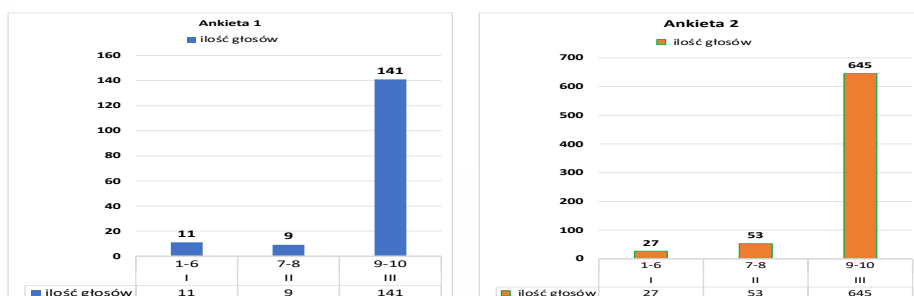


Figure 3. Comparison of response structure (Wave I vs. Wave II)

The change in response structure—from a more homogeneous sample in the first wave to a more diversified sample in the second—supports the interpretation that a high level of customer loyalty remained stable. Increased sample size revealed a wider range of opinions, but this did not translate into a decrease in the synthetic NPS indicator.

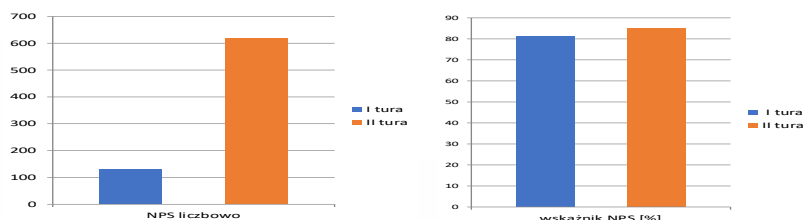


Figure 4. Comparison of NPS values (Wave I vs. Wave II)

From the perspective of municipal enterprise management, these results suggest that positive perception of the company's activities is not limited to a narrow group of highly engaged recipients but is also present among a broader population of respondents. In this sense, NPS proved to be a useful tool for monitoring relationships with the local community and assessing the effects of informational and communication activities conducted between survey waves.

5. Discussion of Results

The obtained results confirm that the Net Promoter Score indicator may be effectively applied to measure customer loyalty in a municipal enterprise operating under conditions of regulated competition. In both survey waves, very high NPS values were recorded, indicating dominance of promoters and a low share of detractors. Importantly, the increase in the number of respondents and greater sample diversity in the second wave did not lead to a decrease in the indicator but was accompanied by its further growth. Comparison of the two survey waves highlights a clear difference in sample characteristics. The first wave was more homogeneous and included respondents with strongly positive attitudes toward the company's activities, reflected in the concentration of ratings in the upper part of the scale. The second wave, involving a significantly larger number of respondents, revealed the full range of ratings, indicating greater heterogeneity of opinions. At the same time, the sustained high share of ratings 9 and 10 suggests that positive perception of the company's activities was not limited to a narrow group of highly engaged service recipients. From a methodological perspective, it is noteworthy that



increasing sample size did not result in a decline of the synthetic loyalty indicator. In survey research, sample expansion often leads to lower satisfaction or loyalty indicators due to the disclosure of a broader spectrum of opinions. In the analyzed case, such an effect did not occur, which may indicate relative stability of service quality assessments in the municipal enterprise.

The results should be interpreted in the context of the specificity of the municipal sector and the relationship between the enterprise and residents. Willingness to recommend municipal services does not solely reflect behavioral loyalty but may also represent an overall assessment of the public utility institution, including trust, credibility, and social acceptance. In this sense, NPS functions as a synthetic reputational indicator reflecting social perception of the company's activities. From the perspective of management practice, the results suggest that NPS may serve as a useful tool for monitoring relationships between a municipal enterprise and service recipients. Regular application of this indicator enables assessment of changes in perception over time and may support decision-making processes related to communication and public service quality management.

Conclusions and Directions for Further Research

The conducted study confirms that the Net Promoter Score indicator may be successfully used to measure customer loyalty in a municipal enterprise operating under conditions of regulated competition. The results demonstrate a very high level of declared loyalty toward services provided by BESKID ŻYWIEC Sp. z o.o. in both the pilot and mass surveys. Importantly, the increase in the number of respondents and greater sample diversity in the second wave did not lead to a decline in the NPS value. Application of NPS in a municipal enterprise enabled the acquisition of synthetic information on how residents perceive the company's activities and their willingness to recommend its services. The findings suggest that this indicator may function as a tool for monitoring relationships with the local community and supporting decision-making processes in communication and public service quality management.

A limitation of the presented study is the use of a single measurement question and the lack of demographic data, which precludes in-depth analysis of factors determining customer loyalty. Therefore, NPS should be treated as a tool for preliminary diagnosis rather than a substitute for comprehensive satisfaction research. At the same time, the simplicity of the indicator encourages high respondent participation and enables its cyclical application. The obtained results constitute a starting point for further research on the application of loyalty measurement tools in the municipal sector and for more comprehensive analysis within a research project conducted in cooperation between a university and a municipal company.



Wykaz literatury

- [1] F.F. Reichheld, The One Number You Need to Grow, 3 Harvard Business Review, December 2003, www.hbr.org, pp. 2-10.
- [2] P. Gajewska, I. Szewczyk, NPS index in the assessment of loyalty and consumer satisfaction of services of selected catering outlets in Żywiec, Economic problems of services, Scientific Papers of the University of Szczecin 2012, no. 84 (699), p. 413.
- [3] Z. Tetlak, „Social responsibility of a municipal enterprise”, ASEJ, t. 27, no 3, pp. 49–54, September. 2023.

Przegląd przykładowych aplikacji informatycznych wspomagających proces ustalania cen w firmie

Review of the Sample IT Applications Supporting a Pricing Process in the Company

Krzysztof Senczyna¹

¹Akademia Nauk Stosowanych w Bielsku-Białej Katedra Finansów i logistyki

Abstract. This paper examines selected information technology solutions that support the pricing process in companies operating in dynamic and highly competitive market environments. Pricing is treated as a continuous and data-driven process rather than a static managerial decision, influenced by fluctuating costs, market conditions, and negotiation parameters. The study focuses on three contemporary pricing models implemented in practice: the Price Waterfall Model, Configure–Price–Quote (CPQ), and Vendavo Price Point (VPP). Special attention is devoted to the Price Waterfall Model as a comprehensive framework enabling real-time monitoring of transaction profitability through the calculation of Pocket Margin. The paper discusses how structured price points and adjustments improve transparency, control price erosion, and support margin management. Simpler, rule-based pricing tools such as CPQ and VPP are presented as complementary solutions that address the growing need for faster decision-making and reduced pricing complexity.

The paper also explores the increasing role of artificial intelligence in pricing systems, emphasizing predictive analytics, customer segmentation, and anomaly detection. The findings indicate that modern pricing models are evolving toward integrated, data-driven, and value-oriented systems, where AI enhances rather than replaces established pricing frameworks. The study highlights the strategic importance of combining pricing models with advanced analytics to improve profitability, pricing discipline, and organizational decision-making.

Keywords: pricing models, Price Waterfall, CPQ, price-point pricing, pricing software, artificial intelligence, margin management, dynamic pricing

JEL Classification: M31, M15, L11, D40

Introduction

The pricing process, understood as determining the price of a product or service produced as part of a business activity, is a fundamental operation. However, due to the complexity of valuation structures, it is often difficult to pinpoint a single, definitive moment in the process. Simply put, the entire process is dynamic; there is no fixed price, and virtually every variable in the process can fluctuate, as illustrated in Figure 1. As a result of widespread digitalization and instantaneous access to data, the situation appears as a continuous, dynamic price shift, often creating an impression of day-to-day chaos.

This article discusses exemplary IT solutions that support the determination of the negotiated price—the "near-final" price. These examples were developed in collaboration with Vendavo Ostrava, a company that implements a wide range of pricing software solutions in the market.

1. Pricing Models and the Price Waterfall Concept

The pricing process in contemporary enterprises is characterized by a high degree of volatility and uncertainty, resulting from fluctuating costs, changing market conditions, and dynamic customer behavior. Prices are no longer fixed values but evolve continuously over time as a response to internal and external factors. Digitalization and real-time access to market data further intensify this dynamic, making price formation an ongoing and adaptive process rather than a single managerial decision.

Figure 1 illustrates an example of price volatility observed for a single product over time, highlighting the non-linear and dynamic nature of pricing in modern market environments.

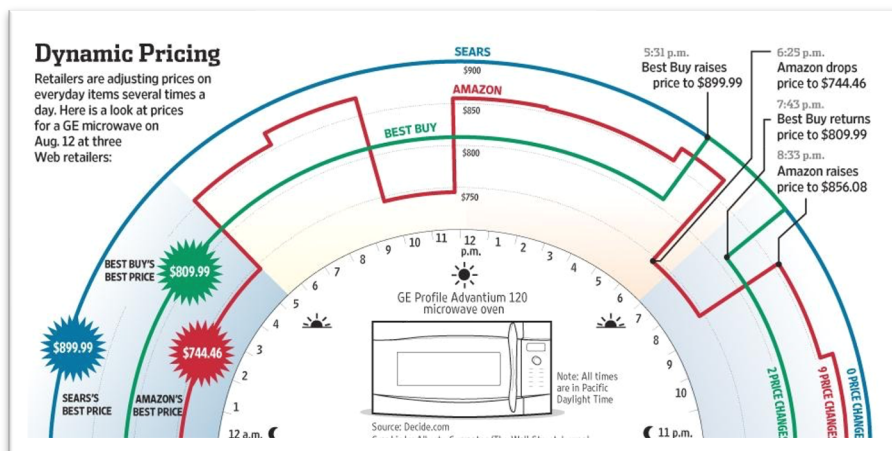


Figure 1. An example of price volatility based on a single product (microwave oven)

Pricing models refer to the structured frameworks organizations use to determine how prices are set and charged for goods or services. These models influence revenue streams, market positioning, and customer behavior, and are therefore central to strategic decision-making. Common pricing models include cost-based, value-based, competition-based, subscription, usage-based, and dynamic pricing approaches, each reflecting different assumptions about cost structures, demand elasticity, and perceived customer value. The selection of an appropriate pricing model depends on multiple factors, including production costs, competitive dynamics, consumer willingness to pay, and long-term strategic objectives. An effective pricing model aligns economic efficiency with market acceptance, enabling firms to achieve sustainable profitability while maintaining competitive advantage.

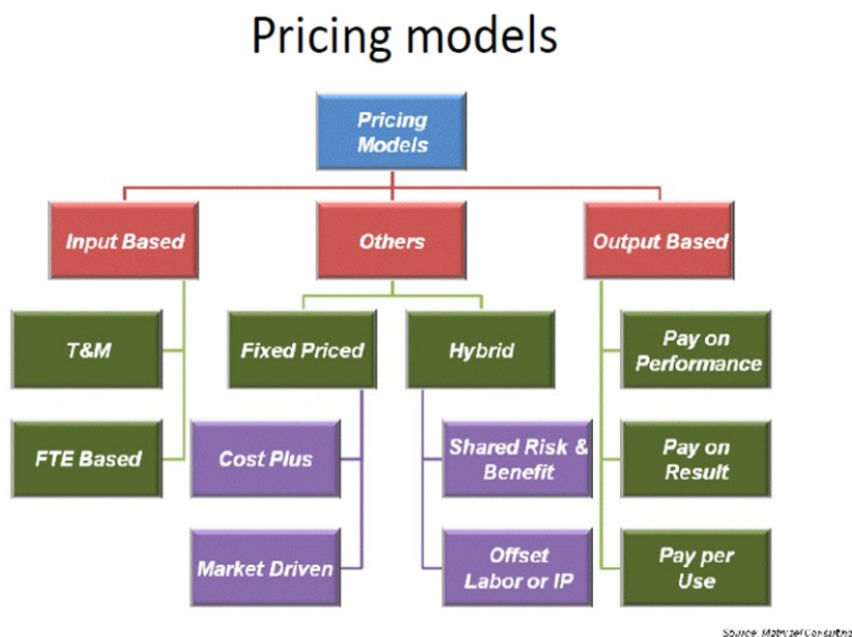


Figure 2. One of many pricing model hierarchy specifications found in literature

1.1 The VENDAVO Price Waterfall Model

The Waterfall model has been presented before, but it has remained the core solution for Vendavo for many years, frequently cited as the most comprehensive example of a pricing model. A brief overview is provided below.

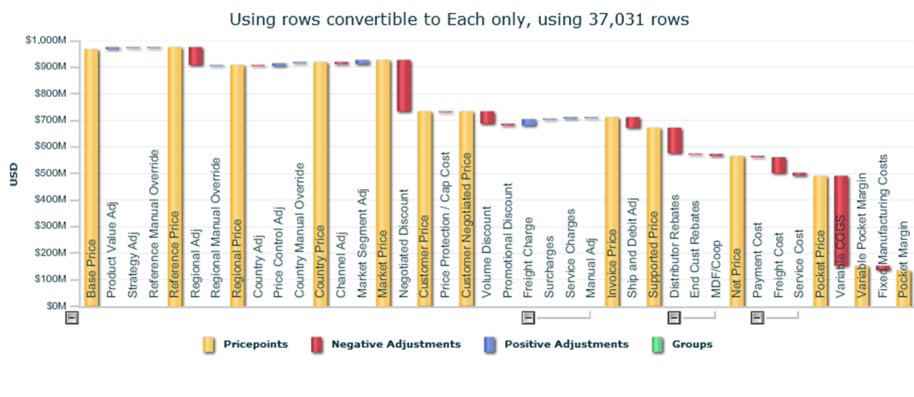


Fig. 3. The Price Waterfall model

The structure of the Price Waterfall (PWm) shown in Fig. 3 follows a cascade format. The **Base Price** serves as the starting point. The elements marked in yellow in Fig. 2 are **Price Points (PP)**, which act as the nodal points or price thresholds of the cascade. At each PP, a specific value for that threshold is determined. Between individual Price Points, **Adjustments** are introduced, defined by the overarching **Pricing Policy** currently in effect within the company. Adjustments can be positive (indicated in blue in Fig. 3), increasing the value of the subsequent Price Point, or negative (indicated in red in Fig. 3), decreasing it.

Subsequent Price Points ($k = 1...n$) are calculated based on the following relationship: the value of the preceding Price Point ($k-1$) is summed with the Adjustments (Adj) between PP(k) and PP($k-1$). The equation for this definition is as follows:

$$\text{Price Point (k)} = \text{Price Point (k-1)} + \sum (\text{Adjustments} \setminus \text{between} \setminus \text{PP})$$

The following Price Points should be mandatorily defined for every PWm model:

- **Base Price** – the beginning/start point.
- **Invoice Price** – the value charged to the customer.
- **Pocket Price** – the gross value.
- **Pocket Margin** – the final value, representing the resulting "profit or loss."

The Price Point closing the PWm structure is the **Pocket Margin (PM)**. The PM value of the final PP concludes the entire transaction, summarizing the result of the cascade. Naturally, the desired outcome is $PM > 0$; if $PM = 0$ or, worse, $PM < 0$, the transaction is not profitable and generates a loss for the company.

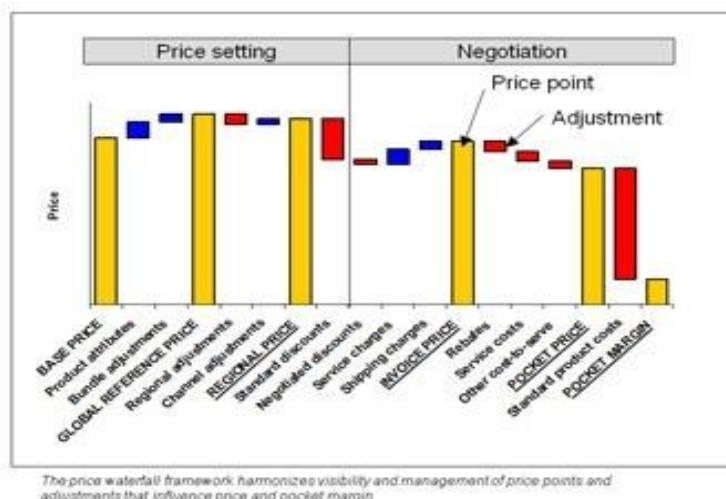


Fig 4 . Waterfall Model

In the diagram 4, the model is divided into two sections:

1. Price settings
2. Negotiation settings

The **Price settings** section includes adjustments directly linked to the company's pricing strategy. Under this strategy, a customer from a specific region may receive predefined discounts or be subject to additional charges.

The **Negotiation settings** section determines the price of a specific transaction by considering all customer and product data, including adjustments in this part of the Waterfall (WF)—specifically, direct transactional parameters such as logistics costs and other expenses associated with the deal. The primary purpose of the PWm is to monitor the Pocket Margin during the finalization of the transaction. During negotiations, all transaction parameters are defined, including adjustments where the specific discount granted to the customer is negotiated. At any given moment, the Pocket Margin is automatically recalculated for the current transaction parameters and proposed discount.

Consequently, the current profit from the transaction is determined at every stage of the discussion with the client. This real-time access to Pocket Margin (PM) data, accounting for all transaction parameters, is the most critical element of the model from a corporate profitability perspective.



Every transaction is characterized by a full set of data and attributes, allowing for the creation of a unified database of all transactions. Formatting each transaction within the PWm model enables the use of advanced data analysis tools. The goal of this analysis is to identify areas where **Price Erosion** (also known as **Pricing Leakage**) occurs. Transactions may occur where $SPM < 0\$$ due to excessive discounts or incorrectly entered adjustments. Ongoing transaction analysis allows for the detection of such errors across various stages of the Waterfall—for example, if a product was sold in a single month at significantly different prices, the root cause can be identified.

The structure of the Waterfall cascade should be unique to each company, as it reflects its internal structure and market environment. One could say that the PWm is akin to the "**Cost and Market DNA**" of a company. Defining the shape of the PWm is a complex process involving senior management on the client side and a **Pricing Analyst** on the provider side. The more accurately this process is executed, the more significant the impact of the PWm will be.

The implementation of the PWm enables:

- Multidimensional analysis of transactional data.
- Control over cost elements within a given pricing process.
- Monitoring of price erosion and identifying its sources.
- Strengthening cost control and identifying high unit-cost phenomena.
- Analysis of sales and the effectiveness of the current pricing strategy.

This model represents the most sophisticated solution, as illustrated in Fig. 5

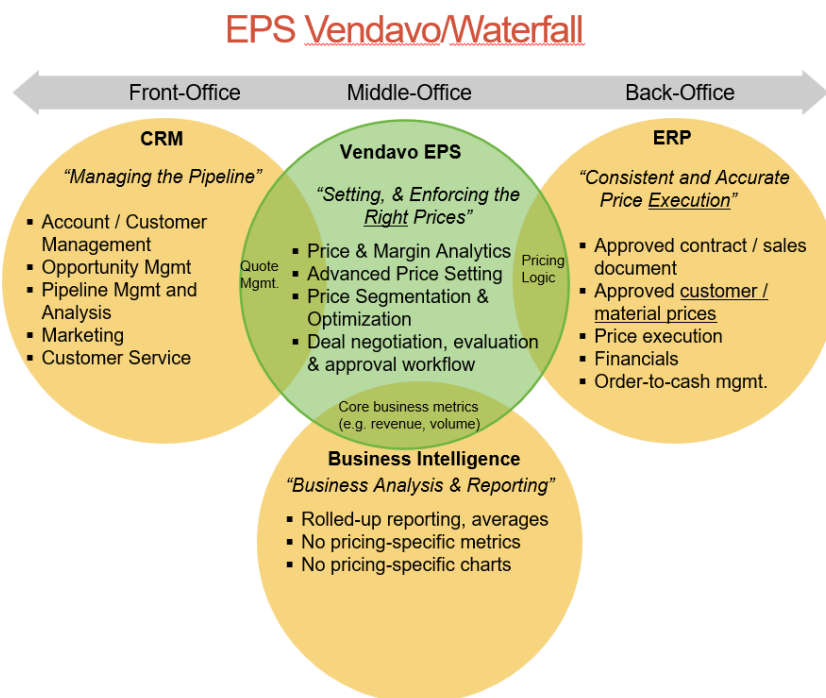


Figure 5 Model Waterfall Vendavo

The necessity and demand for new, less complex solutions have led to the creation of a simpler class of tools. As shown, these tools easily generate a **Price Agreement** based on **Rules**, without the need for the extensive data analysis required by the previously discussed Waterfall model.

2. Rule-Based Pricing Models and the Role of Artificial Intelligence

The Configure, Price, Quote (CPQ) model is a structured pricing and sales framework designed to support the efficient creation of customized product or service offerings. CPQ systems enable organizations to configure complex products based on predefined rules and customer requirements, calculate prices dynamically by incorporating variables such as components, quantities, discounts, and contractual terms, and generate accurate, standardized quotations. The CPQ model is particularly relevant in industries characterized by high product complexity, customization, and long sales cycles, such as manufacturing, enterprise software, and business-to-business services. By integrating configuration logic with pricing



rules and quoting processes, CPQ enhances pricing accuracy, reduces sales cycle time, ensures compliance with pricing policies, and improves coordination between sales, engineering, and finance functions. As a result, the CPQ model contributes to operational efficiency, revenue optimization, and improved customer experience.

Figure 5 CPQ Price Agreement

PA-65409-8MDKZ2		Expired
Products (1)		History
Products		1 Item
Product	Search	
Allocation	Product	List Price
False	ACTARA SC 12x1 L 240	R 505,00
Fixed Discount %	0,00	R 505,00
Payment Due in 90 Days (standard)		
Rule Log		
Syngenta South Africa		
This rule log will display all rules that are currently running in the order that they occur. Please use this log as a guide in troubleshooting your rules.		
Rule Processing Elapsed Time:		821,7227 ms
Number of Rules processed:		37
Number of Distinct Rules:		58
Rule Performance		
Global Parameter		
Rule Set: _PR (143,3190 ms)		
Rule Performance		
Global Parameter		
Expand All		Contract All
Run		Ons
Conditions (0)		Actions

Figure 6 CPQ Rules



The price-point pricing model is a pricing approach in which products or services are offered at predefined, discrete price levels rather than on a continuous or fully customized pricing scale. Each price point is typically associated with a specific set of features, quality attributes, quantities, or service levels, enabling firms to segment customers according to willingness to pay. By limiting choice to a finite number of price options, the price-point model simplifies consumer decision-making, facilitates clearer value comparisons, and supports predictable revenue structures. This model is commonly employed in retail, consumer goods, and subscription-based markets, where standardized offerings and transparent pricing are critical. From a strategic perspective, price-point pricing allows firms to balance cost control, perceived value, and competitive positioning while reducing pricing complexity and operational variability.

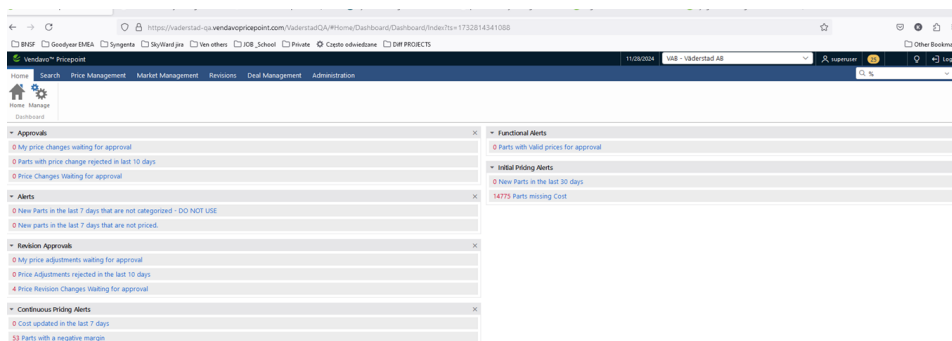


Figure 7 VPP- PA

The screenshot shows a detailed table of pricing rules in the VPP-PA interface. The table has columns for 'Search Results', 'Part Description', 'Additional Description', 'Discontinues', 'Sales (SOM)', 'Sales Price (S-Family ID)', 'Family Descr', 'Sales Group ID', 'Sales Price', 'Target Price', 'Target Price (Currency)', 'Global Reference Price (Valid Price Currency)', 'Counted', and 'Cans'. The table lists various parts and their associated pricing rules, including details like 'Tempo V Base Ma...', 'Hydraulic can', 'D80/50 L158/335', 'M112', 'Hydraulic ...', '152', 'Spare Parts', '1,528 14 SEK', '1,528 14 SEK', '100,000.00 SEK', '100,000.00 SEK', '2,022.00 SEK', etc.

Figure 8 VPP - Rules



Contemporary pricing models are evolving in response to the increasing complexity of product offerings, the digitalization of sales processes, and growing pressure for price personalization and transparency. Models such as **Vendavo Price Point (VPP)**, **Configure, Price, Quote (CPQ)**, and **Waterfall Pricing** demonstrate significant development potential; however, their future roles will vary depending on market and technological contexts.

Vendavo Price Point (VPP) shows particularly strong growth prospects in knowledge-intensive sectors, innovation-driven industries, and digital services. Advances in data analytics, artificial intelligence, and customer value modeling enable increasingly accurate estimation of willingness to pay and the actual economic value delivered to customers. The development of VPP supports a shift away from pricing approaches based solely on costs or competitive benchmarks toward strategic management of value and profitability. At the same time, high implementation complexity and the need for close integration between sales, marketing, and controlling functions remain key challenges.

The **CPQ model** is gaining importance in B2B environments characterized by a high degree of product configuration, long sales cycles, and complex discount structures. Its development is closely linked to the automation of sales processes, integration with ERP and CRM systems, and the use of price optimization algorithms. In the long term, CPQ is evolving from an operational tool into a platform that supports strategic pricing decisions, enabling dynamic margin management, pricing policy compliance, and offer scenario modeling.

Waterfall Pricing, based on the sequential transition from list price to transaction price through discounts, surcharges, and adjustments, remains an important reference model, particularly in large organizations with complex sales structures. Its future development lies not in replacement but in enhanced transparency and more advanced analytical use of waterfall data. Integrating the Waterfall model with advanced analytics enables the identification of sources of price erosion, optimization of discount policies, and improved management of customer and channel profitability.

In summary, the development prospects of VPP, CPQ, and Waterfall Pricing indicate a gradual transition from static, transaction-oriented pricing models toward integrated, data-driven, and value-centric pricing management systems. Digital technologies, analytical capabilities, and organizational maturity in treating pricing as a strategic management instrument will play a key role in this transformation.

The modern pricing process has evolved from a static business decision into a dynamic, data-driven ecosystem. The **Price Waterfall (PWm)** model remains a pivotal tool in this transformation, providing organizations with full cost transparency and the ability to identify price erosion (pricing leakage). Through a

structure based on Price Points and Adjustments, companies can monitor the Pocket Margin in real-time, even during complex negotiations.

However, increasing market volatility has necessitated the emergence of a new class of solutions. Alongside in-depth waterfall analysis, **Rule-Based Pricing** systems are gaining importance by automating Price Agreements. The answer to the question regarding **AI** lies in the progressive integration of these models: artificial intelligence does not replace the waterfall; rather, it enhances it with predictive analytics, enabling a shift from reactive price management to proactive profit optimization.



AI PRICING SOFTWARE MADE SIMPLE
 AI Price Management and Optimization Software
 from Base Price to Profit Margin
 TALK TO AN EXPERT CHAT WITH US

Winners are Extending Their Lead with Pricefx
 Join companies who use the full suite of our **AI-based price management software** to maximize margins, increase profits, and close better deals by unlocking the potential within your business in the first 12 months after full adoption. What's more, you could expect up to **70X ROI**.
 With that kind of lead, you can comfortably remain an industry leader.

Figure 8 So, is it AI ?

The question "**So, is it AI?**" marks the transition into the next frontier of pricing maturity. While the Price Waterfall provides the essential diagnostic framework (the "What"), Artificial Intelligence provides the prescriptive power (the "How much").

In the context of the solutions discussed, AI serves three primary functions that go beyond simple rules:

- **Predictive Guidance:** Unlike static rules, AI analyzes historical transaction patterns to predict a customer's "Willingness to Pay," offering sales teams a precise "Target Price" that maximizes the probability of winning the deal at the highest possible margin.
- **Clustering and Segmentation:** AI identifies hidden similarities between customers and products, dynamically updating price segments that would be too complex for a human analyst to manage manually.



- **Anomaly Detection:** By scanning the Waterfall in real-time, AI can automatically flag "Pricing Leakage" before a deal is finalized, acting as an automated guardian of the company's Pocket Margin.

Conclusions

Ultimately, AI is not a replacement for the Pricing Waterfall or the expertise of a Pricing Analyst. Instead, it is the engine that drives the data through the cascade. While the Waterfall defines the DNA of a company's costs and market structure, AI provides the intelligence to adapt that DNA to a rapidly changing environment. The "chaos" mentioned in the introduction is thus tamed not by manual control, but by the seamless integration of structured data models and algorithmic intelligence.

Rola samorządu terytorialnego w nowym systemie ochrony ludności w Polsce

Úloha miestnej samosprávy v novom systéme civilnej ochrany v Poľsku

Janusz Okrzesik¹

¹Akademia Nauk Stosowanych w Bielsku-Białej, Polska

Abstract. The research problem addressed in this article is the crisis and reconstruction process of civil protection institutions in Poland. Civil protection have become more important parts in the non-military security of Poland, especially in the face of full-scale Russian invasion of Ukraine. The starting point for the author of the article is the statement that the civil protection system in Poland has undergone far-reaching degradation since 1989. The Act of December 5, 2024 is intended to enable the reconstruction of the state's potential in this area. In assessing the chances of achieving this result, the author focuses on the competences and tasks of local government. The article presents the legal basis, organizational system and mechanisms for financing local activities in the field of civil protection in Poland.

Keywords: civil defence, civil protection, local government, legislation

JEL Classification: H56, H72, K32

Wprowadzenie

Ochrona ludności i obrona cywilna stały się w Polsce, podobnie jak w innych krajach europejskich, mimowolną ofiarą kilku dekad pokoju w Europie i doktryny politycznej, zakładającej brak zagrożeń militarnych w tej części świata. Po zakończeniu okresu konfrontacji geopolitycznej i militarnej między NATO a obozem państw socjalistycznych pozostały w państwach postkomunistycznych (np. w Polsce i na Słowacji) rozbudowane, ale niewydolne i nieprzystosowane do nowych okoliczności struktury obrony cywilnej. Z biegiem lat uległy one daleko posuniętej dezintegracji i degradacji materialnej. Dopiero agresywna polityka Rosji i zbrojna napaść na Ukrainę wymusiła refleksję na temat stanu systemu ochrony ludności i zmusiła do intensywniejszych wysiłków w celu odbudowy potencjału obrony cywilnej. W odróżnieniu od systemu odziedziczonego po okresie PRL, w nowych regulacjach prawnych podstawowe funkcje ochrony ludności i obrony cywilnej skupione są w rękach samorządu terytorialnego na szczeblu gmin i powiatów. Celem artykułu jest zdefiniowanie kompetencji samorządowych organów

i podmiotów ochrony ludności oraz identyfikacja potencjalnych trudności, które samorządy mogą napotkać w realizacji swoich zadań.

1. System ochrony ludności w Polsce: historia, legislacja i rola samorządu

Stan obrony cywilnej w Polsce do 2024

Po upadku komunizmu w Polsce w 1989 roku państwo odziedziczyło rozbudowane struktury Obrony Cywilnej (OC). Formacja ta była jednak ukształtowana w zupełnie odmiennych realiach w okresie tzw. „zimnej wojny”. Oznaczało to, że Obrona Cywilna (OC) obarczona była dwiema fundamentalnymi wadami:

- jej struktury były oparte na państwowych zakładach pracy, które w ciągu kilku następnych lat przeszły gwałtowną transformację; część upadła, z tych które przetrwały - większość została sprywatyzowana. Prawo, które w poprzedniej epoce regulowało przede wszystkim obowiązki struktur państwowych w zakresie funkcjonowania Obrony Cywilnej (OC) w żaden sposób nie zostało dostosowane do zmienionej rzeczywistości gospodarczej i nowej struktury właścicielskiej, w związku z czym formacje Obrony Cywilnej (OC) w prywatnych przedsiębiorstwach, pozbawione finansowania budżetowego, de facto przestały funkcjonować.
- drugim czynnikiem prowadzącym do zaniku struktur był przestarzały potencjał techniczny i przepisy regulujące działalność Obrony Cywilnej (OC), wynikające z przestarzałej doktryny wojny nuklearnej i ochrony ludności w warunkach użycia broni masowego rażenia (BMR) na dużą skalę. Pomimo całkowitej zmiany paradygmatu geopolitycznego i pojawienia się nowych form zagrożenia (terroryzm, tzw. „wojna hybrydowa”, zagrożenie cybernetyczne itp.) struktury państwowe nie podjęły prób odpowiedzi legislacyjnych czy systemowych w celu dostosowania się do nowej sytuacji.

Istotnym czynnikiem wpływającym na funkcjonowanie Obrony Cywilnej (OC) stało się również w tym okresie usytuowanie i słaba pozycja Szefa OC. Funkcję tę pełnił Komendant Główny Państwowej Straży Pożarnej, dla którego był to dodatkowy obowiązek poza główną sferą odpowiedzialności za Krajowy System Ratowniczo-Gaśniczy (KSRG). Szef OC dysponował wątpliwym zapleczem administracyjnym i – przede wszystkim – nie będąc członkiem Rady Ministrów i nie posiadając silnej pozycji politycznej, był faktycznie pozbawiony wpływu na ramy prawne i budżetowe dowodzonej przez siebie formacji.



W efekcie degradacji potencjału Obrony Cywilnej (OC) doszło do sytuacji, w której państwo polskie nie było w stanie wywiązywać się ze swoich zadań w zakresie obrony cywilnej o ochrony ludności. Dostrzegły to także instytucje kontrolne państwa: raport Najwyższej Izby Kontroli (NIK) z 2018 roku wskazuje na „całkowitą teoretyczność istnienia struktur OC, która faktycznie nie jest w stanie spełniać swoich zadań”. Ponowny raport NIK z 2024 roku jako jeden z głównych objawów kryzysu wymienia brak schronów i miejsc schronienia dla ludności cywilnej, a jako przyczynę identyfikuje przede wszystkim brak podstawowych przepisów, wskazujących odpowiedzialnych za zarządzanie budowlami ochronnymi, określających ich niezbędne wyposażenie oraz wymogi techniczne, jakie muszą spełniać.

Po rozpoczęciu w lutym 2022 roku pełnoskalowej inwazji Rosji na Ukrainę, sytuacja nie tylko nie uległa poprawie lecz dalszemu pogorszeniu. Paradoksalnie przyczyną pogłębienia kryzysu w dziedzinie ochrony ludności stało się uchwalenie w marcu 2022 r. nowej Ustawy o obronie Ojczyzny, z której – w związku z prowadzonymi równolegle pracami nad projektem ustawy o ochronie ludności – usunięto wszystkie uregulowania dotyczące obrony cywilnej, obowiązujące we wcześniejszej Ustawie o powszechnym obowiązku obrony z 1967 r. Według kontrolerów NIK stało się tak, ponieważ ówczesny Minister Spraw Wewnętrznych i Administracji nie zadbał o wprowadzenie do tej ustawy przepisów przejściowych, przedłużających obowiązywanie dotychczasowych uregulowań. W efekcie w latach 2022-2024 obrona cywilna i ochrona ludności w Polsce została pozbawiona podstaw prawnych.

Wymienione powyżej zjawiska doprowadziły do poważnego deficytu zdolności państwa do zapewnienia bezpieczeństwa swoim obywatelom. Przeprowadzona przez Państwową Straż Pożarną w 2025 szeroko zakrojona kontrola obiektów zgłoszonych przez samorządy jako miejsca przeznaczone do schronienia się ludności na wypadek zagrożenia wykazała, że na 3971 obiektów tylko 947 daje szansę bycia uznanym za schrony, przy czym żaden obiekt nie spełnia wszystkich funkcji wymaganych od tego typu budowli.

Opisując sytuację w sferze obrony cywilnej i ochrony ludności w Polsce w latach 1989-2024 trzeba zauważyć, że podobne procesy zachodziły w większości krajów Europy i były spowodowane powszechnym przekonaniem zarówno elit jak i społeczeństw, że Europie nie grozi konflikt militarny na dużą skalę. Zjawisko to w literaturze przedmiotu opisywane jest jako korzystanie z „renty pokojowej” lub „rozbrojeniowej”.

Przykładem funkcjonowania podobnych mechanizmów są m.in. procesy zachodzące na Słowacji. W Republice Słowackiej także obowiązywały regulacje prawne pochodzące z okresu rządów komunistycznych, z tą różnicą, że odpowiedzialność za ochronę ludności ponosił bezpośrednio członek rządu (minister

spraw wewnętrznych). Przeprowadzona w 2024 roku kontrola wskazała na brak wystarczającej informacji o lokalizacji miejsc schronienia, a dźwiękowy system alarmowy pokrywa jedynie 80% powierzchni kraju. Również na początku 2024 roku słowackie media podkreślały, że od chwili wybuchu konfliktu w Ukrainie ani jedno z posiedzeń rządu nie zostało poświęcone tematowi ochrony ludności i zarządzaniu kryzysowemu.

Pod rządami nowej Ustawy o ochronie ludności i obronie cywilnej z 5.12.2024

Prace nad nową ustawą o ochronie ludności i obronie cywilnej trwały od 2018 roku, jednak ze względu na przeciągający się proces uzgodnień międzyresortowych dopiero w 2023 roku rządowy projekt ujrzał światło dzienne i trafił do Sejmu RP. Procedura legislacyjna nie została zakończona przed upływem kadencji Sejmu, w związku z czym prace po wyborach i zmianie rządu ruszyły od nowa. Rada ministrów zdecydowała się przedstawić nowy projekt, który choć w dużej mierze został oparty na regulacjach wypracowanych wcześniej, to jednak w kilku zasadniczych kwestiach różnił się od poprzedniego projektu. Ostatecznie ustawa została uchwalona przez Sejm 5 grudnia 2024 roku, a po akceptacji przez Senat już 12 grudnia 2024 roku podpis pod nią złożył Prezydent RP.

Zasadniczy cel ustawy to stworzenie spójnego systemu, zapewniającego warunki do przetrwania ludności w razie konfliktu zbrojnego lub katastrofy naturalnej czy przemysłowej na dużą skalę. Ustawa z 5.12.2024 r. reguluje:

- zadania ochrony ludności i obrony cywilnej;
- organy i podmioty realizujące zadania ochrony ludności i obrony cywilnej;
- zasady planowania ochrony ludności i obrony cywilnej;
- zasady funkcjonowania systemów wykrywania zagrożeń oraz powiadamiania, ostrzegania i alarmowania o zagrożeniach;
- zasady użytkowania i ewidencjonowania oraz warunki techniczne obiektów zbiorowej ochrony;
- zasady funkcjonowania i organizację obrony cywilnej oraz sposób powoływania personelu do obrony cywilnej;
- finansowanie ochrony ludności i obrony cywilnej.

Większość zapisów ustawy weszło w życie od 1.01.2025 roku, część wymagająca wydania nowych rozporządzeń lub dłuższych przygotowań organizacyjnych zacznie obowiązywać od 2027 roku. Podstawową ideą ustawy jest



stworzenie systemu ochrony ludności, który będzie integrował dotychczas istniejący potencjał i wykorzystywał synergię istniejących struktur, obejmujących w szczególności Państwową Straż Pożarną, OSP, a także struktury zarządzania kryzysowego, systemu powiadamiania ratunkowego, Państwowego Ratownictwa Medycznego, podmiotów leczniczych oraz organizacji pozarządowych .

Ustawa wprowadza rozróżnienia na organy i podmioty ochrony ludności. Organami ochrony ludności są: wójt lub burmistrz/prezydent miasta, starosta, marszałek województwa, wojewoda, ministrowie kierujący działami administracji rządowej i minister spraw wewnętrznych. Natomiast podmiotami ochrony ludności w świetle przepisów ustawy są m. in. Rządowe Centrum Bezpieczeństwa, jednostki organizacyjne PSP, ochotnicze straże pożarne, służby, inspekcje i straże, Rządowa Agencja Rezerw Strategicznych, podmioty lecznicze, społeczne organizacje ratownicze (PCK, PZW, PZŁ, Caritas Polska, Aeroklub Polski, organizacje harcerskie i skautowe), a także podmioty gospodarcze zapewniające podstawowe usługi społeczne (woda, energia).

Zmienia się polityczne usytuowanie Szefa Obrony Cywilnej (OC). W razie wprowadzenia stanu W funkcje tę będzie pełnił Minister Spraw Wewnętrznych i Administracji. Na co dzień minister jest wspierany przez Rządowy Zespół Ochrony Ludności (RZOL), czyli organ, który m.in. będzie doradzał rządowi w sprawach ochrony ludności i obrony cywilnej. Poza ministrem spraw wewnętrznych w jego skład wchodzi także przedstawiciele kluczowych resortów, m.in. MON, zdrowia, energii, klimatu, aktywów państwowych, a także Komendant Główny Państwowej Straży Pożarnej oraz Dyrektor Rządowego Centrum Bezpieczeństwa (RCB).

Wzmocniona została również rola Rządowego Centrum Bezpieczeństwa, które będzie wiodące na poziomie centralnym w zakresie informowania, ostrzegania i alarmowania ludności przez zagrożeniami.

Ustawa tworzy Korpus Obrony Cywilnej. W skład korpusu mają wchodzić personel obrony cywilnej i krajowa rezerwa obrony cywilnej. Personel obrony cywilnej tworzą osoby, które otrzymały przydział mobilizacyjny obrony cywilnej, osoby powołane do służby w obronie cywilnej w drodze zaciągu ochotniczego, powołani do służby w obronie cywilnej członkowie krajowej rezerwy obrony cywilnej oraz osoby zaliczone do personelu obrony cywilnej decyzją szefa MSWiA. Krajowa Rezerwa OC to z kolei znajdujący się w stanie spoczynku funkcjonariusze i żołnierze Sił Zbrojnych RP, Policji, Straży Granicznej, Służby Ochrony Państwa, SOP, PSP, Służby Więziennej, KAS, Służby Celno-Skarbowej, Straży Ochrony Kolei, ABW, Agencji Wywiadu, Służby Wywiadu Wojskowego, Służby Kontrwywiadu Wojskowego i CBA.

Zadania samorządu terytorialnego w zakresie ochrony ludności

Pomimo znaczącego wzmocnienia politycznego i organizacyjnego organów rządowych odpowiedzialnych za ochronę ludności, nadal większość zadań należy do kompetencji i obowiązków samorządów terytorialnych. Ustawa z 5.12.2024 r. ustala, że samorządy prowadziły będą ewidencję zasobów ochrony ludności dotyczącą sił i środków służących realizacji zadań ochrony ludności. Ewidencja ta będzie zawierała m.in. szczegółowy opis sił i środków, którymi dysponują władze lokalne oraz inne podmioty, zobowiązane do uczestnictwa w systemie ochrony ludności i udostępniania swoich zasobów organizacyjnych i technicznych.

Ustawa nakłada także na samorządy obowiązek przeprowadzania ćwiczeń z zakresu ochrony ludności, narzucając częstotliwość takich ćwiczeń nie rzadziej niż raz na rok. Kolejnym obowiązkiem, nałożonym przez ustawę na samorządowe organy ochrony ludności, jest sporządzanie planów ewakuacji ludności z terenu podległej jednostki samorządu terytorialnego. W ramach przygotowań do ewakuacji wójt, burmistrz/prezydent miasta i starosta przygotowują plany ewakuacji ludności, w których należy uwzględnić:

- liczbę osób przewidzianych do ewakuacji na danym obszarze
- wykaz dóbr kultury i dziedzictwa narodowego przewidzianych do ewakuacji na danym obszarze
- wykaz dróg i linii kolejowych przewidzianych do wykorzystania podczas ewakuacji
- wykaz miejsc zakwaterowania przygotowanych na potrzeby przyjęcia ludności ewakuowanej
- wykaz niezbędnych sił i środków transportowych niezbędnych do przeprowadzenia ewakuacji na danym obszarze.

Ustawa, a w ślad za nią odpowiednie rozporządzenie MSWiA nakłada na samorządy nowe obowiązki dotyczące szkoleń. Za przeszkolenie organów ochrony ludności (m.in. wójtów, burmistrzów/prezydentów i starostów) odpowiadają wojewodowie, ale za organizację pozostałych kategorii szkoleń odpowiedzialność spoczywa na samorządach, przede wszystkim szczebla gminnego. W ich gestii znajduje się organizacja następujących kategorii szkoleń:

- szkolenie zasadnicze i aktualizujące dla kadry w urzędach obsługujących organy ochrony ludności oraz w innych urzędach, jednostkach organizacyjnych JST i organach jednostek pomocniczych gminy

- szkolenie zasadnicze i aktualizujące dla osób posiadających przydziały mobilizacyjne do obrony cywilnej
- szkolenia dla kadry podmiotów ochrony ludności
- szkolenia dla członków zrzeszeń i przedsiębiorców
- szkolenia dla ludności.

Ustawa wprowadza istotne zmiany w klasyfikacji obiektów zbiorowej ochrony. Zgodnie z ustawą zostaną one podzielone na budowle ochronne i tymczasowe miejsca doraźnego ukrycia. Do budowli ochronnych zalicza się schrony (budowle hermetyczne z urządzeniami filtrowentylacyjnymi) oraz ukrycia, które nie wymagają konstrukcji hermetycznej. Tymczasowe miejsca doraźnego ukrycia to z kolei obiekty budowlane, przystosowane do tymczasowego ukrycia ludzi, nie zapewniające jednak ani ochrony przed atakiem ani możliwości długotrwałego przebywania osób szukających schronienia.

W zakresie obiektów zbiorowej ochrony ustawa wprowadza jeszcze jedno istotne rozwiązanie, mianowicie daje rządowi prawo do wydania rozporządzenia określającego kryteria prawa budowlanego, które wyznaczy kryteria konieczne do spełnienia przy oddawaniu do użytku nowych budynków mieszkaniowych i obiektów użyteczności publicznej. Wejście w życie takiego rozporządzenia narzuci na samorządy nowe obowiązki, zarówno w zakresie uchwalania planów przestrzennych jak i wydawania zezwoleń budowlanych czy innych czynności z zakresu nadzoru budowlanego.

Z punktu widzenia samorządów najważniejszy jest mechanizm finansowania powierzonych im zadań z zakresu ochrony ludności. W trakcie prac nad ustawą organizacje samorządowe wyrażały obawy, że za nowymi obowiązkami – jak to już wielokrotnie w przeszłości bywało – nie przyjdą z budżetu centralnego środki adekwatne do nowego zakresu zadań. Szczególne obawy budziły wstępnie zidentyfikowane koszty przywrócenia do użytku istniejących budowli ochronnych, które znacznie przerastały możliwości budżetów lokalnych. Ustawodawca odpowiedział jednakże na te obawy wprowadzając ustawowy obowiązek przeznaczania z budżetu państwa na finansowanie zadań z zakresu ochrony ludności corocznie środków w wysokości nie niższej niż 0,3 proc. Produktu Krajowego Brutto.

W „Programie ochrony ludności i obrony cywilnej na lata 2025-2026” przewidziano środki w wysokości 0,3% PKB. W 2025 r. to jest ponad 16,7 miliardów złotych, z tego ponad 5,1 miliarda złotych to dodatkowe środki na zadania związane z ochroną ludności i obroną cywilną. Z kolei w 2026 r. to będzie ponad 17,2 miliarda zł. Środki są rozdzielane na podstawie następujących kryteriów:

- liczba mieszkańców,
- stopień urbanizacji regionu,
- realizacja zadań w ramach programu Tarcza Wschód (przewidziano zwiększone finansowanie).

W ramach „Programu ochrony ludności i obrony cywilnej środków na lata 2025-2026” zostaną przeznaczone na następujące zadania:

- obiekty zbiorowej ochrony,
- zabezpieczenie logistyczne i zapewnienie mechanizmów ciągłości dostaw,
- utrzymanie i rozwój podmiotów ochrony ludności, z uwzględnieniem współpracy cywilno-wojskowej,
- edukacja i szkolenia,
- system Bezpiecznej Łączności Państwa oraz systemy alarmowania, ostrzegania i powiadamiania,
- Korpus Obrony Cywilnej.

Podsumowanie

Ustawa z 5.12.2024 r. o ochronie ludności i obronie cywilnej jest aktem prawnym likwidującym systemowe deficyty w zakresie obrony cywilnej w Polsce, jednak automatycznie nie rozwiąże wszystkich problemów, narosłych w wyniku wieloletnich zaniedbań w tej sferze. Jej implementacja będzie należeć nie tylko do organów rządowych, ale przede wszystkim do lokalnych organów i podmiotów ochrony ludności. Odbudowa fundamentów wydolnego systemu ochrony ludności zależy od efektywnego działania samorządów lokalnych: gmin i powiatów. Dokonany w artykule przegląd wprowadzanych rozwiązań skłania do wniosku, że samorządy lokalne otrzymały na mocy ustawy skuteczne narzędzia do wzmacniania potencjału odporności społecznej na współczesne zagrożenia.

O autorze:

Janusz Okrzesik – dr nauk społecznych, wykładowca Akademii Nauk Stosowanych w Bielsku-Białej, autor kilkudziesięciu publikacji w dziedzinie bezpieczeństwa wewnętrznego i narodowego oraz systemów politycznych

Literatura

- [1] Ustawa z dnia 5 grudnia 2024 r. o ochronie ludności i obronie cywilnej. *Dziennik Ustaw* 2024, poz. 1907.
- [2] Ustawa z dnia 11 marca 2022 r. o obronie Ojczyzny. *Dziennik Ustaw* 2022, poz. 655, z późn. zm.
- [3] Ustawa z dnia 26 kwietnia 2007 r. o zarządzaniu kryzysowym. *Dziennik Ustaw* 2007, nr 89, poz. 590.
- [4] Ustawa z dnia 21 listopada 1967 r. o powszechnym obowiązku obrony Rzeczypospolitej Polskiej. *Dziennik Ustaw* 1967, nr 44, poz. 220.
- [5] Rozporządzenie Ministra Spraw Wewnętrznych i Administracji z dnia 6 lutego 2025 r. w sprawie programów szkoleń z zakresu ochrony ludności i obrony cywilnej oraz wymagań dla podmiotów prowadzących szkolenia. *Dziennik Ustaw* 2025, poz. 162.
- [6] Rozporządzenie Rady Ministrów z dnia 25 czerwca 2002 r. w sprawie szczegółowego zakresu działania Szefa Obrony Cywilnej Kraju, szefów obrony cywilnej województw, powiatów i gmin. *Dziennik Ustaw* 2002, nr 96, poz. 850.
- [7] Uchwała nr 72 Rady Ministrów z dnia 27 maja 2025 r. w sprawie zatwierdzenia Programu Ochrony Ludności i Obrony Cywilnej na lata 2025–2026.
- [8] Najwyższa Izba Kontroli (2024). *Zapewnienie obywatelom miejsc schronienia w budowlach ochronnych na wypadek wystąpienia zagrożenia*. Informacja o wynikach kontroli. Warszawa: NIK [online]. Dostępne na: <https://www.nik.gov.pl>
- [9] Najwyższa Izba Kontroli (2018). *Ochrona ludności w ramach zarządzania kryzysowego i obrony cywilnej*. Informacja o wynikach kontroli. Warszawa: NIK [online]. Dostępne na: <https://www.nik.gov.pl>
- [10] Misiuk, A. (2013). *Instytucjonalny system bezpieczeństwa wewnętrznego*. Warszawa: Difin.
- [11] Ostrowska, R. (2021). Civil defense in Poland from a historical perspective [online]. *Scientific Journal of the Military University of Land Forces*, Vol. 53, No. 3(201), s. 496–506.
- [12] Pawłuszko, T. (2023). Kryzys obrony cywilnej w Polsce. Perspektywa instytucjonalna. *Studia Bezpieczeństwa Narodowego*, Zeszyt 30, s. 41–62.
- [13] Szyski, M. (red. nauk.) (2025). *Ochrona ludności i obrona cywilna. Komentarz*. Warszawa: Wolters Kluwer.



- [14] 0,3% PKB na ochronę ludności i obronę cywilną – projekt MSWiA nabiera rozpędu (2024) [online]. *InfoSecurity24*. Dostępne na: <https://infosecurity24.pl/legislacja/03-proc-pkb-na-ochrone-ludnosci-i-obrone-cywilna-projekt-mswia-nabiera-rozpedu>
- [15] Jak działa czeska i słowacka obrona cywilna? Obecnie ludzie nie wiedzą, gdzie się schronić (2024) [online]. *Portal Obronny*. Dostępne na: <https://portalobronny.se.pl/polityka-obronna/jak-dziala-czeska-i-slowacka-obrona-cywilna-obecnie-ludzie-nie-wiedza-gdzie-sie-schronic-aa-L8H5-uYcd-VVAT.html>
- [16] Pierwsze wnioski samorządów w ramach Programu Ochrony Ludności i Obrony Cywilnej (2025) [online]. Serwis Rzeczypospolitej Polskiej. Dostępne na: <https://www.gov.pl/web/obrona-cywilna/pierwsze-wnioski-samorzadow-w-ramach-programu-ochrony-ludnosci-i-obrony-cywilnej>
- [17] Rząd przyjął Program Ochrony Ludności i Obrony Cywilnej na lata 2025–2026 (2025) [online]. Ministerstwo Spraw Wewnętrznych i Administracji. Dostępne na: <https://www.gov.pl/web/mswia/rzad-przyjal-program-ochrony-ludnosci-i-obrony-cywilnej-na-lata-20252026>

NÁZOV **ROZVOJ EUROREGIÓNU BESKYDY XIX**
 Výzvy 21. storočia a regionálne stratégie

Druh publikácie Zborník z medzinárodnej vedeckej konferencie

Vydala Žilinská univerzita v Žiline v EDIS - vydavateľstvo ŽU v roku
 2026 ako publikáciu

Vydanie prvé

Náklad 40 výtlačkov USB

ISBN 978-80-554-2277-0