

JARNÁ ŠKOLA DOKTORANDOV UPJŠ 2025



XI. ročník
26. - 29. 5. 2025
Stará Lesná

ZBORNÍK VEDECKÝCH PRÍSPEVKOV

UNIVERZITA PAVLA JOZEFA ŠAFÁRIKA V KOŠICIACH

JARNÁ ŠKOLA DOKTORANDOV 2025

Zborník príspevkov z XI. ročníka

Monika Halánová (ed.)

Košice 2025

JARNÁ ŠKOLA DOKTORANDOV UPJŠ 2025.
ZBORNÍK VEDECKÝCH PRÍSPEVKOV.

Zostavovateľka zborníka:

prof. MVDr. Monika Halánová, PhD.
Univerzita Pavla Jozefa Šafárika v Košiciach

Recenzenti:

prof. PhDr. Marián Andričík, PhD.; doc. Mgr. Markéta Andričíková, PhD.; RNDr. Michaela Bačovčinová, PhD.;
doc. ThDr. Peter Borza, PhD.; RNDr. Jana Borzová, PhD.; doc. JUDr. Karin Čakoci, PhD.; MUDr. Judita Capková, PhD.;
JUDr. Ľudmila Elbert, PhD., univ. doc.; doc. JUDr. Simona Ferenčíková, PhD.; Mgr. Patrícia Fogelová PhD.;
Mgr. Pavol Gajdoš, PhD.; doc. PhDr. Richard Geffert Ph.D.; MUDr. Ahmad Gharaibeh, PhD., MPH;
RNDr. Alexandra Gubóová, PhD.; Ing. Kristína Guzyová PhD.; prof. Ivan Halász Ph.D.; RNDr. Slávka Hamuláková, PhD.;
RNDr. Šimon Horvát, PhD.; doc. PhDr. Slávka Janigová, PhD.; prof. JUDr. Juraj Jankuv, PhD.; Mgr. Martin Jarinkovič,
PhD.; doc. JUDr. Mgr. Michal Jesenko PhD.; doc. Mgr. Adriana Jesenková, PhD.; doc. PhDr. Štefan Jusko, PhD.;
RNDr. Mária Kolesárová, PhD.; MUDr. Erika Komanová, PhD.; PhDr. Bibiána Kováčová-Holevová, PhD.;
doc. RNDr. Adela Kravčáková, PhD.; doc. JUDr. Alena Krunková, PhD.; PhDr. Katarína Kušnírová, PhD.;
MUDr. Dušan Leško, PhD.; RNDr. Marcela Martončíková, PhD.; RNDr. Martin Menkyna, PhD.; doc. RNDr. Andrej Mock,
CSc.; RNDr. Veronika Niščáková, PhD.; doc. Mgr. Štefan Parimucha, PhD.; RNDr. Natália Pipová, PhD.;
doc. JUDr. Tibor Seman, PhD.; RNDr. Tibor Sopčák, PhD.; prof. PhDr. Pavel Stekauer, DrSc.; MUDr. Miloš Šimurda, PhD.;
doc. PhDr. Katarína Šišňanská, PhD.; MUDr. Miloš Šimurda, PhD.; RNDr. Jana Špaková Raschmanová, PhD.;
doc. JUDr. Martin Štrkolec, PhD.; doc. JUDr. Jozef Tekeli, PhD.; doc. JUDr. Diana Treščáková, PhD.;
MUDr. Anna Ťurgeová PhD.; Mgr. Martin Vodička, Dr. rer. nat.; doc. RNDr. Adriana Zelenáková, DrSc.;

Tento text je publikovaný pod licenciou Creative Commons CC BY NC ND Creative Commons Attribution-NonCommercial-No-derivates 4.0 (nekomerčné používanie diela bez možnosti akéhokoľvek spracovania textu a za predpokladu uvedenia autora)



Za odbornú a jazykovú stránku tejto publikácie zodpovedajú autori jednotlivých príspevkov. Rukopis neprešiel redakčnou ani jazykovou úpravou.

Dostupné od: 25.05.2025

Umiestnenie: www.unibook.upjs.sk

ISBN 978-80-574-0409-5 (e-publikácia)

Predslov

Na Univerzite Pavla Jozefa Šafárika v Košiciach, druhej najstaršej univerzite na Slovensku, je doktorandské štúdium výnimočné tým, že spája intenzívne vzdelávanie s tvorivým výskumom. Formuje tak budúce generácie odborníkov schopných prispievať k rozvoju vedy, výskumu a inovácií naprieč rôznymi odbormi. Naši doktorandi sú neoddeliteľnou súčasťou vedeckých tímov univerzity, podieľajú sa na objavovaní nových poznatkov, posúvajú hranice poznania a zároveň sa učia od svojich školiteľov a kolegov.

Jarná škola doktorandov sa počas svojho doterajšieho pôsobenia stala neodmysliteľnou súčasťou akademického života našej univerzity. Vznikla s cieľom vytvoriť priestor pre vzájomné stretnutie, výmenu skúseností a prezentáciu výskumných výsledkov naprieč odbormi. Jej hlavným poslaním je prepájať mladých výskumníkov, inšpirovať ich a podporovať vznik interdisciplinárnych väzieb.

S potešením konštatujem, že tento rok sa koná už XI. ročník Jarnej školy doktorandov, do ktorého sa zapojilo 52 doktorandov zo všetkých piatich fakúlt našej univerzity. Počas podujatia zaznejú nielen odborné príspevky v tematických sekciách, ale aj šesť plenárnych prednášok renomovaných odborníkov z UPJŠ, ktoré sa budú venovať čoraz aktuálnejšej téme – kritickému mysleniu, vyvracaniu mýtov a boju proti hoaxom. Súčasťou programu budú aj dva workshopy zamerané na dôležité súčasné témy – bezpečnosť a poskytovanie pomoci.

Som presvedčená, že aj tento ročník Jarnej školy doktorandov bude plný inšpirácie, obohatí vás nielen po odbornej, ale aj ľudskej stránke a stane sa impulzom pre nové nápady a spolupráce.

Prajem vám všetkým úspešné vystúpenia, podnetné diskusie a príjemne strávený čas v spoločnosti kolegov, ktorí, hoci z iných odborov, kráčajú po rovnakej ceste vedeckého objavovania.

Nech je tento ročník ešte úspešnejší než ten predchádzajúci a nech Jarná škola doktorandov naďalej naplňa svoje poslanie.

prof. MVDr. Monika Halánová, PhD.
prorektorka pre akademické kvalifikácie a doktorandské štúdium

Sekcia LF / PF	6
Termodynamika a kinetika čistého nitridu grafického uhlíka (gCN), dopovaného meďou (Cu-gCN) a kompozitu oxidu meďi s grafickým nitrídom uhlíka (CuO/gCN).....	7
Vysoko entropické oxidy pre udržateľnú energiu: Zvýšenie výkonu OER a kinetiky redoxu síry v Li-S batériách.....	9
Účinok plazmy bohatej na trombocyty pri liečbe pokročilej osteoartrózy	13
Štúdium rezonancií na experimente ALICE	19
Exploring Morphological Variations in Cave-Dwelling <i>Heteromurus nitidus</i> , (Templeton, 1835) (Collembola: Entomobryidae) from different caves in Slovakia	25
Diferenciálne rovnice riadené fuzzy mierami – existencia a jednoznačnosť riešenia Cauchyho úlohy.....	33
Vplyv chalkónu 1C na reguláciu ABC transportérov	43
Selektívna stimulácia vodivého systému srdca pri bradykardiách.....	51
"Routing Optimization for Offshore Wind Farm Maintenance: A Hybrid Approach"	55
Štúdium dynamickej izotropnej perkolácie vo vyšších rádoch poruchovej teórie	61
Experimentálne štúdium magnetických vlastností Cu(en)(sal)Cl – kvázi dvojrozmerného $S = \frac{1}{2}$ feromagnetika na štvorcovej mriežke.....	65
Nové deriváty tiazolidinón-akridínov: dizajn, syntéza, štruktúrna charakterizácia a biologická aktivita.....	71
Autoimúnne aspekty syndrómov ortostatickej intolerancie.....	76
Glykoproteín PECAM-1 je súčasťou Reissnerovho vlákna a buniek subkomisurálneho orgánu u potkana	80
Premenlivá svetelná krivka symbiotického systému AX Persei	85
Modulácia sekundárneho metabolizmu <i>Hypericum perforatum</i> : elicítory vs. inhibítory	92
STEROSELEKTÍVNA SYNTÉZA C-ALKYLPIPERIDÍN-3,4,5-TRIOLOV AKO POTENCIÁLNYCH SFINGOMIMETÍK	100
Vývoj novej vysoko-entropickej zliatiny pre elektrochemickú výrobu vodíka v kyslom prostredí.....	107
Rizikové faktory súvisiace s výskytom karcinómu pankreasu.....	111
Vplyv výškového gradientu na diverzitu a štruktúru spoločenstiev chvostoskokov (Collembola) vo Vysokých Tatrách.....	116
Čo je medzi grupou $\mathbb{Z}_n$ a okruhom $\mathbb{Z}_n$?	122
Úloha lokálnych vibračných módov v magnetickej relaxácii $\text{Gd}[\text{H}_2\text{O}]_6\text{Cl}_3$	129
Perakútny priebeh nekrotizujúcej fascitídy z pohľadu intenzivistu	134
Význam video-EEG head-up tilt testu v diferenciálnej diagnostike krátkodobých porúch vedomia.....	139
Spájanie údajov o premenných hviezdach: Integrovaný online katalóg a nástroje na analýzu svetelných kriviek.....	143
Potenciálne protinádorové účinky scytonemínu izolovaného z cyanobaktérie <i>Nostoc commune</i> na modeli akútneho leukemického buniek	149
Sekcia PrF / FVS / FF	155
Kvalita života ľudí so zdravotným znevýhodnením vo vzťahu k „disability paradox“	156
Administratívna kriminológia a nulitosť.....	161
Environmentálne vysídľovanie a právo na čistý, zdravý a udržateľný oceán.....	169
Rodové rozdiely a postavenie onomatopojí v jazyku dospelých. Dôkazy z angličtiny a zo slovenčiny.....	175
Kontrastívna analýza kompozít a podobných konštrukcií s genitívom: Dôkazy z angličtiny a slovenčiny.....	181
Regióny podporujúce inovácie na Slovensku.....	188
Teoretické prístupy konceptu sociálnej spravodlivosti.....	194
Inovačný slovník: analýza nových terminologických trendov v názvoch súčasných sekundárnych právnych aktov EÚ.....	199

Vyhorenie a intolerancia neistoty	206
Volebné moratórium a jeho zmysel v súčasnej dobe.....	212
Reedukačné centrá a ich vplyv na ochrannú výchovu ako sankciu ukladanú mladistvým a maloletým páchatelom.....	217
Galileo Galilei a počiatok novej vedy bez metafyziky	222
Zákonné nároky starostu obce pri výkone verejnej funkcie.....	226
Kde žijú divé zvery? (Animálnosť v poézii a jej umiestnenie).....	231
Otázka ľudskej subjektívnosti u Jana Patočku.....	234
Legalizácia výnosu z trestnej činnosti: právne a praktické aspekty predikatívnych trestných činov v kontexte zásady prezumpcie nevinu	238
Využívanie umelej inteligencie v právnej praxi – etické a právne aspekty	241
Mestská hromadná doprava medzivojnových Košíc v lokálnych politických, hospodárskych a kultúrno-spoločenských štruktúrach – teoretické východiská	245
Právne aspekty DPH v oblasti elektronického obchodovania.....	255
Právne a inštitucionálne aspekty miestnej samosprávy Ukrajiny v období pred vojnou – diferenciácia kompetencií primátora, mestskej rady a výkonného výboru	260
Literárny topos prírody v dielach Tove Janssonovej – archetypálny a symbolický význam priestoru v jeho kultúrnych konotáciách.....	266
Exekutívne funkcie a schopnosť sebaregulácie; plodná spolupráca alebo silní individualisti?	270
Umelá inteligencia vs. správne konanie.....	277
Nastolenie diktatúry Alexandra I. Karadjordjevića – reflexia udalosti v slovenskej dobovej tlači	283
Idea slovenskej štátnosti v politickom myslení ľudáckej politickej elity.....	290
K polysémii v Shakespearových sonetoch 135 a 136 a ich prekladovým možnostiam	295

Sekcia LF / PF

Termodynamika a kinetika čistého nitridu grafického uhlíka (gCN), dopovaného meďou (Cu-gCN) a kompozitu oxidu medi s grafickým nitrídom uhlíka (CuO/gCN)

Thermodynamics and Kinetics of Pure Graphitic Carbon Nitride (gCN), Copper-Doped (Cu-gCN), and Composite of Copper Oxide with Graphitic Carbon Nitride (CuO/gCN)

Hussain AKBAR^a, Magdaléna STREČKOVÁ^b, Renáta ORIŇAKOVÁ^a

^a Pavol Jozef Šafárik University in Košice, Faculty of Science

^b Institute of Materials Research, Slovak Academy of Sciences, Košice, Slovak Republic

Abstract: Graphitic carbon nitride (g-C₃N₄) is a metal free polymeric compound consisting of carbon and nitrogen. In present work pure and copper based g-C₃N₄ (Cu doped and composite with CuO) were synthesized via simple pyrolysis method. The bifunctional activity of these catalysts toward OER/HER process was studied in alkaline medium (1 M KOH). CuO/gCN demonstrated excellent catalytic activity with smaller Tafel slope value of 91 mV·dec⁻¹ for OER and 73 mV·dec⁻¹ for HER process and activation energy (E_a) value of 43.29 kJ·mol⁻¹ and 30.57 kJ·mol⁻¹ for OER and HER respectively. The various retrieved parameters and long-term stability suggest it as potential candidate for electrode materials for various electrochemical applications.

Keywords: Hydrogen evolution reaction, oxygen evolution reaction, electrocatalysis, graphitic carbon nitride, water electrolysis.

Introduction

The world is facing a global energy crisis, where fossil fuel-based energy production contributes significantly to global warming. This challenge has accelerated the shift toward renewable, environmentally friendly energy solutions, positioning hydrogen as a pivotal energy carrier. Water electrolysis has emerged as a key technology for green hydrogen production^{1,2}. However, the high cost of platinum-based electrocatalysts hinders large-scale implementation. While both alkaline water electrolysis (AWE) and polymer electrolyte membrane (PEM) electrolysis offer promising pathways, developing efficient, durable, and cost-effective electrocatalysts for both the hydrogen evolution reaction (HER) and oxygen evolution reaction (OER) remains a critical scientific and technological challenge^{3,4}.

Transition metal-based catalysts have gained significant attention due to their low cost, easy availability, high stability, and excellent catalytic performance across a wide pH range. To further enhance catalytic activity, various strategies are employed, including doping, use of support materials, and fabrication of heterostructures. These approaches create synergistic effects that significantly improve catalytic performance. Carbon-based materials, particularly reduced graphene oxide (rGO) and carbon nanofibers, are commonly used as support materials due to their high active surface area and excellent stability^{4,5}. Recently, graphitic carbon nitride (g-C₃N₄) has attracted considerable research interest owing to its facile synthesis from nitrogen-rich precursors^{6,7}. In this work, we synthesized both pure and copper-modified graphitic carbon nitride catalysts using a simple pyrolysis method.

Experimental conditions

Electrochemical measurements were conducted in a 1 M KOH electrolyte using a Vionic potentiostat. The measurements were carried out in a potential range of 0 to 1.5 V vs. Ag/AgCl (3 M KCl) at a scan rate of 10 mV/s, with the working electrode rotating at 500 rpm. To determine the electrochemical active surface area (ECSA), cyclic voltammetry (CV) was performed in the non-faradaic region (−0.2 to 0 V vs. Ag/AgCl (3 M KCl)).

A three-electrode assembly was employed, consisting of: A glassy carbon electrode (GCE, 5 mm diameter) as the working electrode (WE), an Ag/AgCl (3 M KCl) reference electrode, and a Pt-wire counter electrode. The GCE was modified with pure and Cu-based gCN catalyst by drop-casting 10 μL of a gCN suspension (prepared by adding 30 mg of catalyst in 1 mL of 2-propanol and 10 μL of Nafion) onto its surface. The modified electrode was then dried in an oven at 45 °C for 30 minutes.

Results and discussion

The catalytic activity is closely correlated with surface area. To determine the ECSA, CV was performed in the non-faradaic region, as shown in Figure 1a. The ECSA value was calculated from the slope of the scan rate versus Δj plot.

The bar graph in Figure 1b compares the Tafel slope (TS) and activation energy (E_a) for both the OER and HER. TS is a key parameter for evaluating and comparing kinetic activity in electrocatalytic processes.

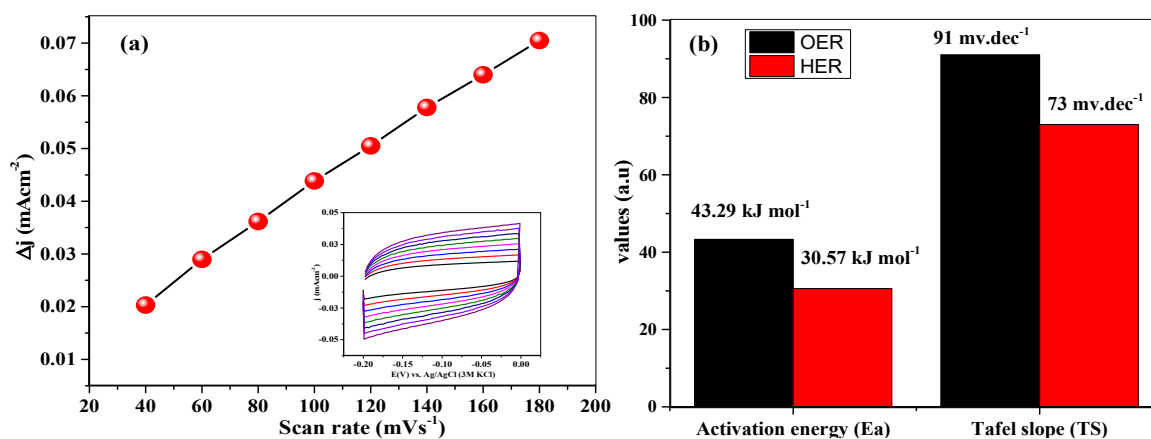


Figure 1. (a) Scan rate versus current density difference (Δj) plot for ECSA estimation, derived from CV measurements in the non-faradaic region (inset), (b) Comparative bar graphs of TS and Ea for OER and HER activities.

Conclusion

In conclusion this study investigates the bifunctional catalytic activity of g-C₃N₄-based materials in an alkaline (1 M KOH) environment. The experimental results demonstrate that transition-metal-modified g-C₃N₄ materials serve as a viable alternative to precious noble metal-based catalysts. Lower value of TS, Ea and high-temperature stability of these catalysts for both the OER and HER highlight their potential for practical applications in next-generation electrolyzers and fuel cells.

Acknowledgement

This work was supported by the Scientific Grant Agency of the Ministry of Education, Science, Research and Sport of the Slovak Republic (project VEGA 1/0057/25 and VEGA 2/0027/23), the Slovak Research and Development Agency (project APVV-20-0299).

References

- Ng, K. H.; Lai, S. Y.; Cheng, C. K.; Cheng, Y. W.; Chong, C. C. Photocatalytic water splitting for solving energy crisis: Myth, Fact or Busted? *Chemical Engineering Journal* **2021**, 417, 128847.
- Li, X.; Zhao, L.; Yu, J.; Liu, X.; Zhang, X.; Liu, H.; Zhou, W. Water splitting: from electrode to green energy system. *Nano-Micro Letters* **2020**, 12, 1-29.
- Salehmin, M. N. I.; Husaini, T.; Goh, J.; Sulong, A. B. High-pressure PEM water electrolyser: A review on challenges and mitigation strategies towards green and low-cost hydrogen production. *Energy Conversion and Management* **2022**, 268, 115985.
- Atri, A.; Khosla, A. A Review of Water Electrolysis, Fuel Cells and Its Use in Energy Storage. *Renewable Energy Optimization, Planning and Control: Proceedings of ICRTE 2022* **2023**, 275-288.
- Zhou, X.; Qiao, J.; Yang, L.; Zhang, J. A review of graphene-based nanostructural materials for both catalyst supports and metal-free catalysts in PEM fuel cell oxygen reduction reactions. *Advanced Energy Materials* **2014**, 4, 1301523.
- Mansor, N.; Miller, T. S.; Dedigama, I.; Jorge, A. B.; Jia, J.; Brázdová, V.; Mattevi, C.; Gibbs, C.; Hodgson, D.; Shearing, P. R. Graphitic carbon nitride as a catalyst support in fuel cells and electrolyzers. *Electrochimica Acta* **2016**, 222, 44-57.
- Safaei, J.; Mohamed, N. A.; Noh, M. F. M.; Soh, M. F.; Ludin, N. A.; Ibrahim, M. A.; Isahak, W. N. R. W.; Teridi, M. A. M. Graphitic carbon nitride (gC₃N₄) electrodes for energy conversion and storage: a review on photoelectrochemical water splitting, solar cells and supercapacitors. *Journal of Materials Chemistry A* **2018**, 6, 22346-22380.

Vysoko entropické oxidy pre udržateľnú energiu: Zvýšenie výkonu OER a kinetiky redoxu síry v Li-S batériách

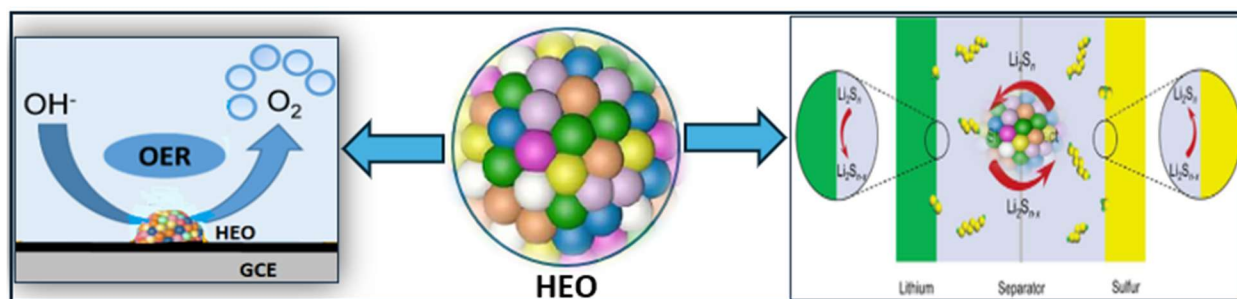
High Entropy Oxides for Sustainable Energy: Boosting OER Performance and Sulfur Redox Kinetics in Li-S Batteries

Muhammad ASIM, Andrea STRAKOVÁ FEDORKOVÁ

Pavol Jozef Šafárik University in Košice, Faculty of Science

Abstract: High entropy oxides (HEOs), inherited from high entropy alloys have garnered significant attention within the realm of energy storage and conversion technologies due to their diverse structural attributes, tailorable composition, superior conductivity, and corresponding synergetic effects. In this report, we presented HEOs with different compositions for efficient oxygen evolution reaction (OER) and as cathode material in lithium-sulfur batteries (LSBs). Due to superior electrocatalytic activity of synthesized HEOs, the OER activity and sulfur redox reaction kinetics was enhanced remarkably. During OER electrocatalysis in alkaline media, the optimum HEO composition demonstrated low overpotential (~ 333 mV), small Tafel slope (~ 45.1 mV $\cdot$ dec $^{-1}$), low charge transfer resistance (42.45 Ω) and long-term stability. As-synthesized HEOs materials facilitate the lithium polysulfide redox kinetics while delivering high initial discharge specific capacity of around ~ 1000 mAh $\cdot$ g $^{-1}$ with a long-term stability over 200 cycles of galvanostatic charge/discharge. This research puts forward fresh insights into the development of advanced energy storage materials for high-performance batteries and electrolyzers.

Graphical Abstract



Keywords: high entropy oxides, lithium-sulfur batteries, oxygen evolution reaction, lithium polysulfides, galvanostatic charge-discharge

Introduction

The growing need for sustainable energy storage and conversion systems has spurred significant research into advanced multifunctional materials[1]. High entropy oxides (HEOs), a recently developed class of materials distinguished by their complex compositional diversity and entropy-driven structural stabilization, have gained attention as potential solutions for electrochemical applications [2, 3]. These materials exhibit adjustable electronic characteristics, remarkable structural stability, and cooperative interactions among multiple constituent elements, rendering them suitable for dual-function electrocatalysis in the oxygen evolution reaction (OER) and as efficient cathode components in lithium-sulfur (Li-S) battery systems[4-7].

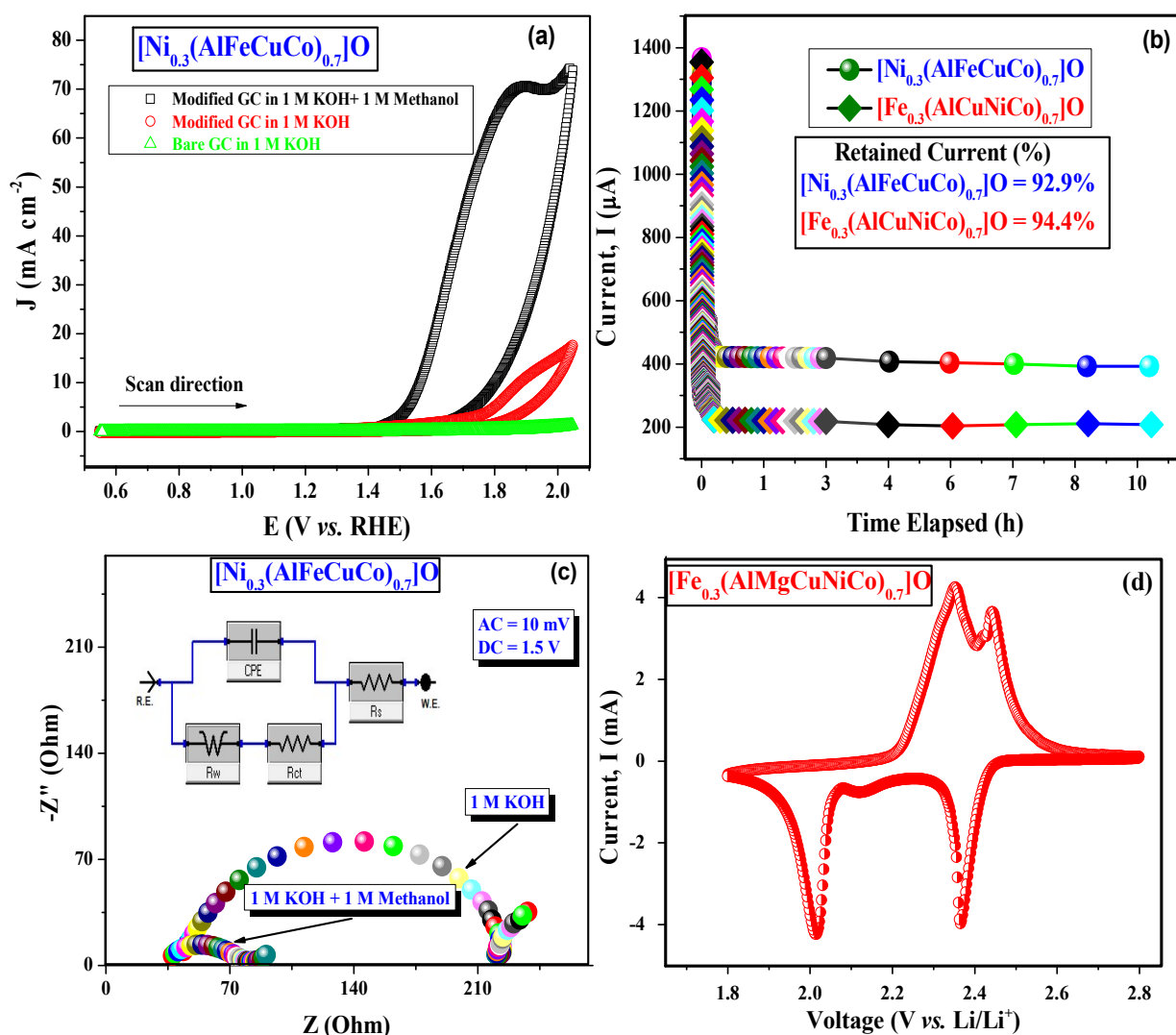
The OER, a critical process in water splitting and metal-air batteries, requires efficient and durable electrocatalysts to overcome its sluggish kinetics. Traditional noble-metal-based catalysts, though effective, suffer from high costs and scarcity[8]. HEOs, with their diverse active sites and optimized surface chemistry, offer a compelling alternative by enhancing catalytic activity and durability. Simultaneously, the polysulfide shuttling and poor sulfur utilization are the major challenges in the development of Li-S batteries as next-generation energy storage system with high theoretical capacity. HEO-based cathodes can mitigate these issues by providing strong polysulfide adsorption, improved redox kinetics, and structural stability[9]. By leveraging the intrinsic advantages of HEOs, we aim to demonstrate their dual functionality, paving the way for their integration into efficient energy conversion and storage systems. Our findings highlight the potential of HEOs to address key challenges in renewable energy technologies, offering a pathway toward more sustainable and high-performance electrochemical devices.

Results and discussion

The electrocatalytic performance of the synthesized high-entropy oxides (HEOs) for the oxygen evolution reaction (OER) was evaluated using cyclic voltammetry (CV), electrochemical impedance spectroscopy (EIS), and chronoamperometry. Electrochemical measurements were conducted in a standard three-electrode configuration, employing an Ag/AgCl reference electrode, a modified glassy carbon working electrode, and a Pt wire counter electrode. CV profiles were obtained in both 1 M KOH and 1 M KOH + 1 M methanol solutions using bare and modified glassy carbon electrodes, as depicted in Figure 1(a). The voltammetric analysis indicated that the HEOs exhibited exceptional OER activity, characterized by low overpotential (~ 333 mV) and minimal Tafel slope values (~ 45.1 mVdec $^{-1}$). To assess stability, chronoamperometric tests were performed over a 10-hour period, revealing excellent durability with over 90% current

retention (Figure 1(b)). Further investigation of OER kinetics *via* EIS, conducted at 1.5 V DC bias across a frequency range of 0.1 Hz to 20 kHz, yielded Nyquist plots (Figure 1(c)). Equivalent circuit modeling of the impedance data demonstrated low charge transfer resistance, further confirming the superior electrocatalytic performance of the synthesized HEOs. Different electrochemical parameters are summarized in Table 1.

As cathode materials in Li-S batteries, the HEOs exhibited exceptional electrochemical performance, featuring a high initial discharge capacity ($\sim 1000 \text{ mAh g}^{-1}$) and remarkable long-term cycling stability over 200 charge/discharge cycles. These properties stem from their entropy-stabilized crystal structure, which suppresses polysulfide shuttling and improves redox kinetics. Cyclic voltammetry (CV) revealed distinct redox behavior (Figure 1(d)), with two oxidation peaks and two well-defined reduction peaks corresponding to the reversible conversion between sulfur, lithium polysulfides, and lithium sulfide. Galvanostatic charge/discharge (GCD) test was conducted at 0.1 C and shown in Figure 1(e). Figure 1(f) represents the long term cyclic stability of HEO cathode material in terms of specific discharge capacity measured at 0.5 C for 200 GCD cycles. Electrochemical impedance spectroscopy (EIS) further confirmed low charge-transfer resistance (Figure 1(g)), reinforcing the material's efficient charge transport. The superior performance of HEOs is attributed to synergistic multi-cation interactions and oxygen vacancies within their structure, making them highly promising for advanced Li-S battery applications.



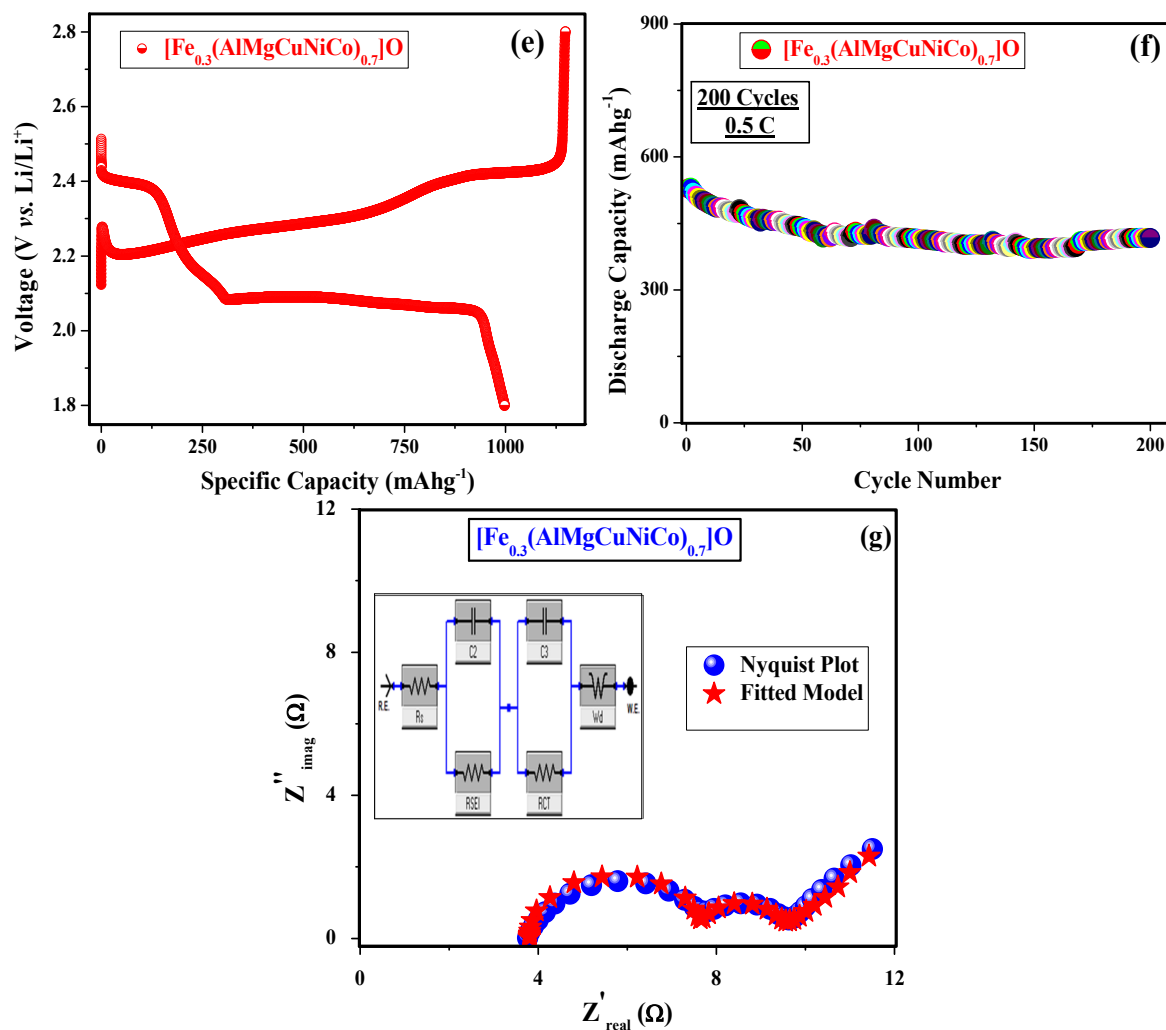


Figure 1. (a) CV response of bare and HEO-modified GCE in 1 M KOH and 1 M KOH+1 M methanol at 100 mVs⁻¹ scan rate (b) chronoamperometric response of HEOs for 10 hours of investigation, (c) Nyquist plot of HEO in 1 M KOH and 1 M KOH+1 M methanol at 1.5 V DC voltage, (d) CV response of HEO cathode material at 0.1 mVs⁻¹ in the potential range of 1.8-2.8 V vs. Li/Li⁺, (e) GCD curve of HEO cathode material at 0.1 C, (f) Cycle stability of HEO-cathode at 0.5 C for 200 cycles and (g) EIS response of HEO cathode, inset show the equivalent circuit model.

Table 1. Electrochemical parameters retrieved from CV, GCD, and EIS analysis.

Composition	Oxygen Evolution Reaction (OER)					
	η_{10} (mV)	Tafel slope (mVdec ⁻¹)	Current retention (%)	R _s (Ω)	R _{ct} (Ω)	
Ni _{0.3} (AlFeCuNiCo) _{0.7} O	333	45.1	92.9	34.61	42.45	
	Lithium-Sulfur Battery					
	Specific capacity (mAhg ⁻¹) at 0.1 C	R _s (Ω)	R _{SEI} (Ω)	R _{ct} (Ω)	CPE ₁ (μF)	CPE ₂ (mF)
Fe _{0.3} (AlMgCuNiCo) _{0.7} O	997.8	3.81	3.77	1.65	18.90	2.61

Conclusion

The synthesized high-entropy oxides (HEOs) demonstrate outstanding bifunctional performance, excelling both as electrocatalysts for the oxygen evolution reaction (OER) and as cathode materials for lithium-sulfur (Li-S) batteries. These findings highlight the immense potential of HEOs as versatile materials for sustainable energy conversion and storage technologies, offering a promising pathway toward high-efficiency electrocatalysts and next-generation battery

systems. Future research will be focus on optimizing their composition and microstructure to further enhance their catalytic and energy storage capabilities.

Aknowledgements

This work was funded by the project APVV-20-0111, project KEGA 002UPJŠ-4/2024, by the Recovery and Resilience Plan for Slovakia under the project SUNFLOWERS no. 09I02-03-V01-00022 and by the project APVV-20-0138. M.A. greatly acknowledge national scholarship program (NSP) of the Slovak Republic.

References

- Kittner, N., Lill, F. and Kammen, D.M., 2017. Energy storage deployment and innovation for the clean energy transition. *Nature Energy*, 2(9), pp.1-6.
- Dong, S., et al., 2025. High-entropy oxides: Emergent materials for electrochemical energy storage and conversion. *Journal of Materials Science & Technology*, Vol. 227, p. 192-215.
- Hua, Y., et al., 2025. High entropy oxides as a rising star in pollutant disposal and resource recycling: Emerging advancements and future challenges. *Critical Reviews in Environmental Science and Technology*,. 55(1): p. 25-48.
- Duan, L., et al., 2025. Recent Advances in High-Entropy Layered Oxide Cathode Materials for Alkali Metal-Ion Batteries. *Advanced Materials*,. 37(1): p. 2411426.
- Zhang, X., X. Wang, and X. Lv, 2025. Research Progress of High-entropy Oxides for Electrocatalytic Oxygen Evolution Reaction. *ChemSusChem*,. 18(2): p. e202401663.
- Asim, M., et al., 2025. Unveiling the potential of rock-salt type high entropy oxides synthesized by green microwave irradiation method for excellent oxygen evolution reaction. *Journal of Alloys and Compounds*: Vol. 1016, p. 178967.
- Asim, M., et al., 2024. Rapid microwave synthesis of medium and high entropy oxides for outstanding oxygen evolution reaction performance. *Materials Advances*,. 5(21): p. 8490-8504.
- Li, H., et al., 2024. Stability of electrocatalytic OER: from principle to application. *Chemical Society Reviews*.
- Heo, J., et al., 2025. Recent Advances in Achieving High Energy/Power Density of Lithium–Sulfur Batteries for Current and Near-Future Applications. *Battery Energy*: p. e20240051.

Účinnosť plazmy bohatej na trombocyty pri liečbe pokročilej osteoartrózy

Effect of Platelet Rich Plasma treatment of late-stage osteoarthritis

Omar Masoud Morshedy Mohamed AWAD, Marek LACKO, Denisa HARVANOVÁ, Lucia SLOVINSKÁ

Univerzita Pavla Jozefa Šafárika v Košiciach, Lekárska fakulta

Abstrakt

Cieľom štúdie je porovnať účinnosť a bezpečnosť intraartikulárnych injekcií autológnej plazmy bohatej na trombocyty (PRP) s injekciami kortikosteroidu a lokálneho anestetika (CSA) pri úľave od bolesti a zlepšení funkcie u pacientov s pokročilým štádiom osteoartrózy kolena (KOA). Sekundárnym cieľom je zhodnotiť účinok liečby na špecifické biomarkery osteoartrózy v sére a synoviálnej tekutine.

Táto randomizovaná, kontrolovaná štúdia zahŕňa 90 pacientov indikovaných na implantáciu totálnej náhrady kolenného kĺbu, rozdelených do dvoch skupín. Jedna skupina pacientov (PRP skupina) dostane dve liečebné dávky autológnych PRP injekcií v týždňovom intervale, druhá skupina pacientov (DIPRO skupina) dostane jednu dávku injekcie kortikosteroidu. Klinické hodnotenia budú realizované na pred začatím liečby a následne po 3 a 6 mesiacoch pomocou dotazníka WOMAC a vizuálnej analógovej škály pre bolesť (VAS).

Predbežne bolo vyhodnotených 44 pacientov (25 PRP, 19 DIPRO). Skupina liečená PRP vykázala signifikantné zníženie bolesti (VAS: -2,67 po 3 a 6 mesiacoch, $p < 0,001$) a zlepšenie funkčného stavu (WOMAC: -20,36 po 3 mesiacoch, -21,83 po 6 mesiacoch, $p < 0,01$). V skupine DIPRO neboli zaznamenané žiadne signifikantné zmeny. Porovnanie medzi skupinami potvrdilo, že PRP viedla k výrazne väčšiemu zlepšeniu v oboch sledovaných parametroch vo všetkých časových bodoch sledovania ($p < 0,05$). Vek, BMI a pohlavie nemali signifikantný vplyv na odpoveď na liečbu. Tieto predbežné výsledky podporujú nadradenú a pretrvávajúcu účinnosť PRP, pričom prebieha ďalšia analýza vrátane tretej skupiny liečenej pomocou nesteroidných antiflogistík a profilovania biomarkerov.

Kľúčové slová: osteoartróza, bolesť, biomarkery, plazma bohatá na trombocyty, kortikosteroidy

Abstract

The study aims to compare the efficacy and safety of intra-articular PRP injections with corticosteroid and local anesthetic (CSA) injections for pain relief and functional improvement in late-stage knee osteoarthritis (KOA). A secondary objective is to evaluate the effect of the treatment on specific osteoarthritis biomarkers in serum and synovial fluid.

This randomized, controlled study will involve 90 patients awaiting total knee replacement, divided into two groups. One group will receive two weekly doses of autologous PRP injections (PRP group), the second group will receive one dose corticosteroid injection (DIPRO group). Clinical assessments, including pain, stiffness, and function, will be conducted at baseline and at 3, and 6 months using the WOMAC questionnaire and the Visual Analog Scale for pain.

In this preliminary analysis of 44 patients were enrolled (25 PRP, 19 DIPRO). The PRP group showed significant reductions in pain (VAS: -2.67 at both 3 and 6 months, $p < 0.001$) and improvements in function (WOMAC: -20.36 at 3 months, -21.83 at 6 months, $p < 0.01$). No significant changes were observed in the DIPRO group. Between-group comparisons confirmed that PRP led to significantly greater improvements in both outcomes at all follow-up points ($p < 0.05$). Age, BMI, and gender were not significantly associated with treatment response. These preliminary findings support the superior and sustained efficacy of PRP, with further analysis underway to include a third group treated with non-steroidal anti-inflammatory drugs and biomarker profiling.

Keywords: osteoarthritis, pain, biomarkers, platelet rich plasma, corticosteroids.

Introduction

Osteoarthritis (OA) is a heterogeneous, chronic degenerative joint condition characterized by progressive cartilage degradation, subchondral bone remodeling, and osteophyte formation, resulting in pain, stiffness, swelling, and functional impairment (Figure 1) (1,2). It is the most common form of arthritis (1), with knee osteoarthritis (KOA) representing the most prevalent anatomical manifestation. KOA is strongly associated with increasing age and obesity (3).

Globally, over 654 million individuals are affected by KOA, with a prevalence of approximately 16 % in those aged 15 years and older, and around 22.9 % in individuals over 40 years of age (4). Furthermore, symptomatic KOA affects approximately 13 % of women and 10 % of men aged 60 years and older, underscoring the strong correlation between age and disease incidence. Given global demographic trends and rising obesity rates, the prevalence of KOA is projected to continue increasing (5).

The current standard treatment for knee osteoarthritis (KOA) consists of two main approaches: surgical and non-surgical. The choice of treatment guided by symptom severity, functional limitations, comorbidities, and patient preferences. The surgical approach primarily involves total knee arthroplasty (TKA), which is considered the definitive treatment, particularly for patients with advanced stage. However, non-surgical management remains the first line of therapy and includes both pharmacological and non-pharmacological modalities. Among non-pharmacological treatments, physical therapy has been shown to delay the need for knee replacement surgery. Weight loss, especially in

overweight or obese individuals, is also an essential factor, as it reduces joint loading and improves functional outcomes. Pharmacological treatments primarily involve the use of nonsteroidal anti-inflammatory drugs (NSAIDs), which provide symptomatic relief but are associated with considerable adverse effects, particularly with long-term use or in patients with comorbidities—such as renal dysfunction, gastrointestinal ulceration, and cardiovascular events. Intra-articular corticosteroid injections represent another pharmacological option, offering short-term pain relief, although their efficacy diminishes over time and repeated use raises concerns about cartilage degradation. Importantly, none of these conventional treatments alter the progression of the disease. As such, attention has shifted toward biologic therapies, most notably platelet-rich plasma (PRP). PRP is an autologous, and cost-effective product that has shown promise in providing sustained symptomatic relief. Another injectable biological treatment is hyaluronic acid, although its efficacy remains more modest compared to PRP in recent comparative studies (6,7,8,9).

PRP is derived by concentrating a significantly higher number of platelets than those found in normal plasma. This confers several biological advantages, primarily through the stimulation of growth factors and the downregulation of inflammatory mediators. Upon activation, platelets release a complex mix of growth factors, cytokines, and coagulation proteins, all of which contribute to enhancing the chondrocyte matrix and suppressing pro-inflammatory cytokines implicated in disease progression (10). Furthermore, as an autologous product, PRP carries minimal risk of immunological rejection or transmission of blood-borne diseases (11).

Clinical studies involving patients from early to nearly late stages of knee osteoarthritis have shown that PRP offers superior and sustained pain relief compared to other intra-articular injections such as hyaluronic acid and corticosteroids, with benefits persisting beyond six months post-injection. However, there are limited studies specifically examining the efficacy of PRP in late-stage KOA, where extensive joint degeneration poses a challenge. Given that existing conservative treatments fail to modify disease progression and also, acknowledging that some patients cannot undergo surgery due to medical, psychological, or socioeconomic barriers, there is a compelling need to evaluate PRP as a viable alternative. Comparative studies assessing PRP against conventional therapies like NSAIDs and corticosteroids are essential, not only to clarify its role in late-stage management but also to inform the development of standardized treatment protocols (12,13).

Given these considerations, the aim of this study is to evaluate and compare the efficacy and safety of intra-articular PRP injections with standard conservative treatments, namely NSAIDs and corticosteroids (Diprophos) in patients with late-stage knee osteoarthritis. The primary objective is to assess pain relief and functional improvement following treatment, while secondary objectives include analyzing changes in osteoarthritis-related biomarkers in serum and synovial fluid (Figure 2). This randomized controlled study targets patients awaiting total knee replacement, offering insights into minimally invasive alternatives that may help delay or reduce the need for surgery.

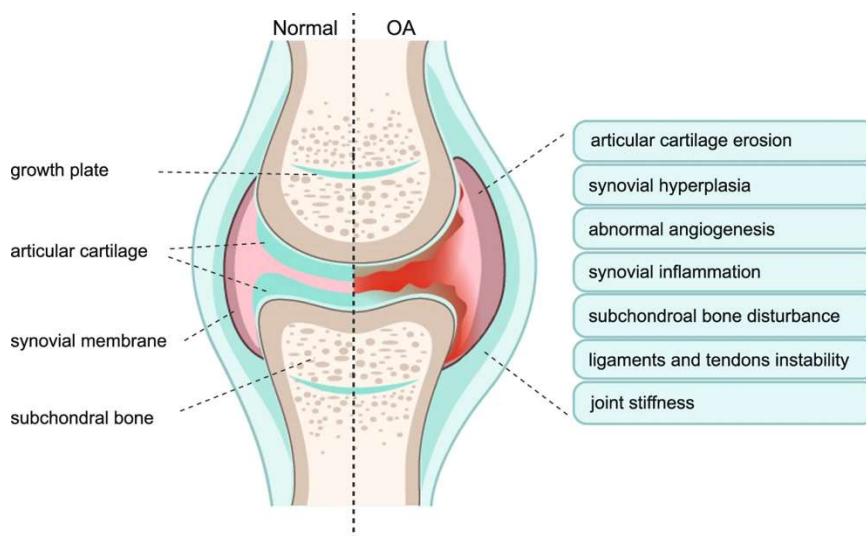


Figure 1. Schematic comparison between normal knee joint vs. osteoarthritic knee joint (14).

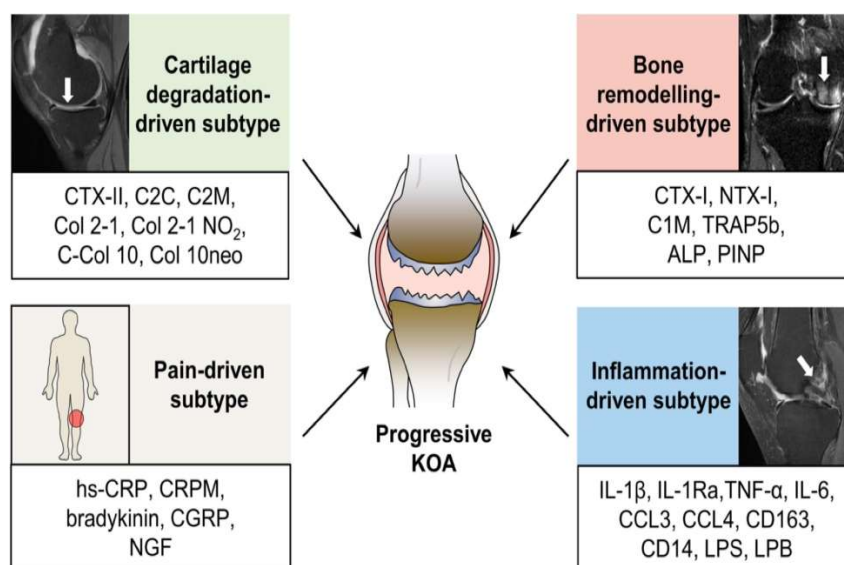


Figure 2 Biomarkers associated with KOA (15).

Methods

Aim of study

This is a prospective, randomized, active-controlled trial evaluating the efficacy and safety of intra-articular platelet-rich plasma (PRP) injections compared with corticosteroid with local anesthetic (CSA) injections and oral non-steroidal anti-inflammatory drugs (NSAIDs) in patients with late-stage knee osteoarthritis (KOA). A secondary aim is to assess the effects of PRP on osteoarthritis-related biomarkers in serum and synovial fluid.

The study was approved by the local ethics committee (Registration No. 2022/EK/10078). Written informed consent will be obtained from all participants.

Participants

A total of 90 patients with symptomatic K-L grade 4 of KOA. Diagnosis will be based on the American College of Rheumatology criteria. Inclusion criteria are as follows: age between 50–70 years, Kellgren–Lawrence grade 4 KOA, baseline VAS pain score greater than 6. Exclusion criteria include inability to provide informed consent; intra-articular injections or surgery within the past 6 months; chronic liver disease, coagulopathy, thrombocytopenia ($<150,000/\text{mm}^3$), or anemia (Hb $<11 \text{ g/dL}$); current use of anticoagulants; active infection, malignancy, or immunosuppression; presence of neuromuscular disorders or severe cardiovascular disease; pregnancy; inflammatory arthritis or connective tissue disease; known allergy to corticosteroids, mesocaine, or blood products; varus deformity $>20^\circ$ or valgus $>15^\circ$; severe ligamentous instability; and limitation of knee range of motion (flexion $<90^\circ$ or extension deficit $>20^\circ$).

Randomization and Interventions

Participants will be randomly allocated (1:1:1) to one of three groups (n=30 each):

- PRP Group: treated with two intra-articular injection of 4 mL autologous PRP at weekly intervals.
- CSA Group: treated with one intra-articular injection of 1 mL Diprophos (1.3 mg betamethasone acetate and 0.2 mg disodium phosphate) mixed with 5 mL Mesocaine 1%.
- NSAID Group: treated with oral Arthrotec Forte (75 mg diclofenac sodium + 200 mg misoprostol), 2 tablets daily.

Rescue analgesia with tramadol hydrochloride (50 mg) will be permitted. Dosage will be recorded and converted to morphine milligram equivalents (MMEs).

Outcome Measures

The primary outcomes are pain reduction (measured by Visual Analog Scale) and functional improvement (assessed using the WOMAC Index). Secondary outcomes include changes in biomarker levels in serum and synovial fluid, as well as documentation of adverse events by type, severity, and relationship to treatment. Clinical and laboratory assessments will be conducted at baseline, 3 months, and 6 months for the PRP groups, and at baseline, 3 months, and 6 months for the CSA and NSAID groups. Blood samples will be collected at baseline, 3 months, and 6 months, while synovial fluid samples will be collected at baseline and 6 months. All biological samples will be centrifuged and stored at -80°C . Biomarker concentrations will be analyzed using validated immunoassays.

Statistical Analysis

Statistical analysis will be performed using IBM SPSS V.30.0, it will be used for continuous variables and chi-square tests for categorical variables. Repeated measures ANOVA will assess within-group changes over time. A p-value <0.05 will be considered statistically significant.

Results

A total of 44 patients were enrolled in the study, with 25 patients receiving platelet-rich plasma (PRP) treatment and 19 patients receiving DIPRO therapy. Demographic parameters, including age, body mass index (BMI), and gender, were collected for all participants.

The mean age in the DIPRO group was 70.00 years (SD = 8.02), whereas the PRP group had a lower mean age of 64.79 years (SD = 9.07). An independent samples t-test indicated that this difference was statistically significant ($p = 0.040$).

This suggests that patients in the DIPRO group were significantly older than those in the PRP group, potentially introducing a confounding variable when interpreting treatment responses.

The mean BMI in the DIPRO group was 29.66 kg/m² (SD = 5.02), while in the PRP group it was slightly higher at 31.28 kg/m² (SD = 3.92). This difference was not statistically significant ($p = 0.274$).

Thus, BMI was relatively comparable between groups and is unlikely to have significantly influenced treatment outcomes.

Out of the 44 patients, 19 were male (43.2%) and 25 were female (56.8%). In the PRP group, 10 were male (40%) and 15 were female (60%). In the DIPRO group, 9 were male (47.4%) and 10 were female (52.6%; Table 1).

A chi-square test for independence showed no significant difference in gender distribution between the two treatment groups ($p = 0.625$).

Gender	PRP Group (n = 25)	DIPRO Group (n = 19)	Total (N = 44)
Male	10 (40.0%)	9 (47.4%)	19 (43.2%)
Female	15 (60.0%)	10 (52.6%)	25 (56.8%)
Total	25 (100%)	19 (100%)	44 (100%)

Table 1. Gender distribution between PRP and DIPRO groups.

Pearson correlation coefficients were computed to explore associations between demographic variables (age and BMI) and treatment responses (change scores in VAS and WOMAC at 3 and 6 months; Table 2).

Age showed weak, non-significant correlations with treatment improvement:

- VAS 3M: $r = -0.236$, $p = 0.160$
- WOMAC 3M: $r = -0.135$, $p = 0.419$

BMI correlations were similarly non-significant

- VAS 3M: $r = 0.080$, $p = 0.647$
- WOMAC 3M: $r = 0.010$, $p = 0.954$

These findings suggest that neither age nor BMI was a strong predictor of clinical improvement.

	VAS 3M	VAS 6M	WOMAC 3M	WOMAC 6M
Age	$r = -0.236$	$r = -0.137$	$r = -0.135$	$r = -0.013$
	$p = 0.160$	$p = 0.406$	$p = 0.419$	$p = 0.940$
BMI	$r = 0.080$	$r = 0.001$	$r = 0.010$	$r = 0.134$
	$p = 0.647$	$p = 0.993$	$p = 0.954$	$p = 0.422$

Table 2. Pearson correlation coefficients between demographic variables (age and BMI) and treatment response measures (VAS and WOMAC scores at 3 and 6 months)

For pain reduction measured by VAS, the PRP group showed a significant and sustained improvement at both 3 and 6 months ($p < 0.001$), whereas the DIPRO group did not show statistically significant changes. Between-group comparisons demonstrated that PRP yielded significantly greater pain reduction than DIPRO ($p < 0.001$ at 3 months; $p = 0.048$ at 6 months; Figure 5).

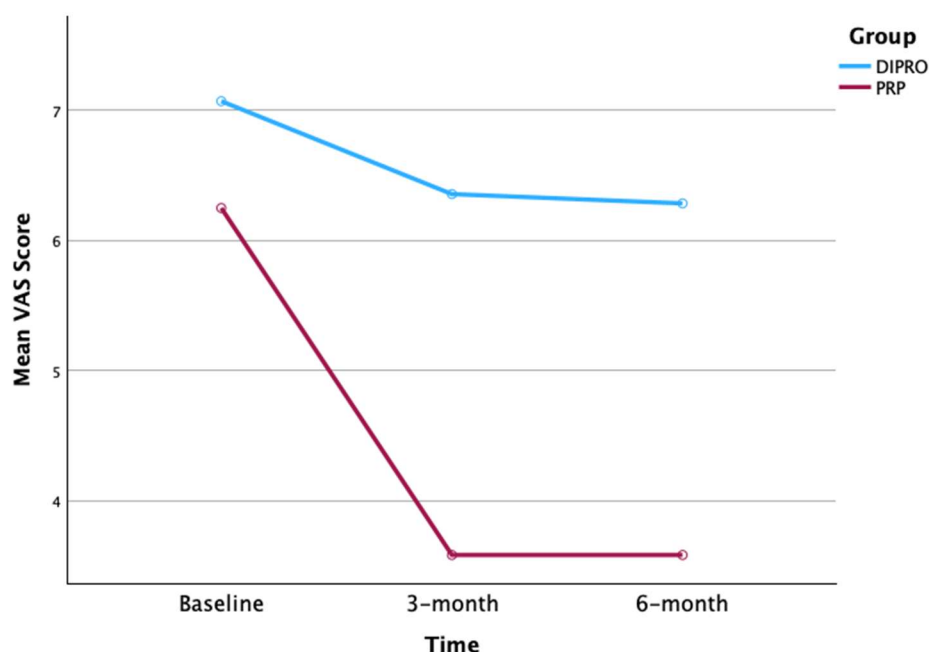


Figure 3. The progression of VAS scores across timepoints by treatment group. PRP demonstrated a greater and more sustained reduction in pain compared to DIPRO.

For functional improvement measured by WOMAC scores, the PRP group showed significant gains at both 3 and 6 months ($p < 0.001$), while the DIPRO group did not exhibit substantial improvements. The between-group comparisons favored PRP at both time points ($p < 0.001$ at 3 months; $p = 0.007$ at 6 months; Figure 6).

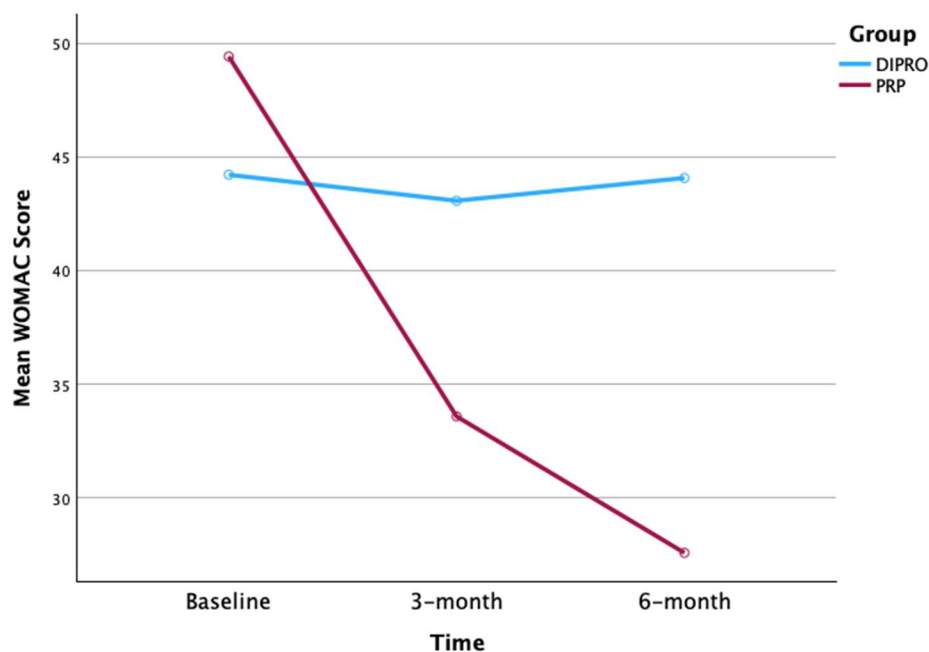


Figure 4. The progression of WOMAC scores over time in PRP and DIPRO groups. PRP group had consistent improvement in function across both 3- and 6-month follow-up periods, while the DIPRO group showed relatively modest.

Repeated measures ANOVA confirmed significant time effects and group $\times$ time interactions:

- VAS: Time effect $p < 0.001$; Group $\times$ Time interaction $p = 0.021$.
- WOMAC: Group $\times$ Time interaction $p = 0.009$; main group effect not significant ($p = 0.189$).

These results reinforce the superior performance of PRP over time in comparison to DIPRO, particularly in functional improvement.

Conclusion

The preliminary findings of this study demonstrated the superior clinical efficacy of PRP over corticosteroids in the treatment of late-stage knee osteoarthritis. Further analysis is underway to include a third group treated with non-steroidal anti-inflammatory drugs and biomarker profiling to investigate the mechanism of PRP treatment.

Acknowledgment

This study was supported by VEGA grant No.1/0686/24.

References

- Sen, R. and HURLEY, J.A., 2023. Osteoarthritis [online]. Bethesda: National Center for Biotechnology Information. [cit. 2025-03-30]. Dostupné na: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK482326/>
- ALLEN, K.D., THOMA, L.M. and GOLIGHTLY, Y.M., 2021. Epidemiology of osteoarthritis. *Osteoarthritis and Cartilage*. 30(2), 184–195. <https://doi.org/10.1016/j.joca.2021.04.020>.
- WALLACE, I.J. et al., 2017. Knee osteoarthritis has doubled in prevalence since the mid-20th century. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the USA*. 114(35), 9332–9336. <https://doi.org/10.1073/pnas.1703856114>.
- CUI, A. et al., 2020. Global, regional prevalence, incidence and risk factors of knee osteoarthritis in population-based studies. *EClinicalMedicine*. 29–30, 100587. <https://doi.org/10.1016/j.eclinm.2020.100587>.
- ZHANG, Y. and JORDAN, J.M., 2010. Epidemiology of osteoarthritis. *Clinics in Geriatric Medicine*. 26(3), 355–369. <https://doi.org/10.1016/j.cger.2010.03.001>.
- SURAKANTI, A., D. BECKLER, M. and KESSELMAN, M.M., 2023. Surgical Versus Non-Surgical Treatments for the Knee: Which Is More Effective?. *Cureus*. 15(2), e34860. <https://doi.org/10.7759/cureus.34860>.
- MINTARJO, J.A., POERWANTO, E. and TEDYANTO, E.H., 2023. Current Non-surgical Management of Knee Osteoarthritis. *Cureus*. 15(6), e40966. <https://doi.org/10.7759/cureus.40966>.
- MCALINDON, T.E. et al., 2014. OARSÍ guidelines for the non-surgical management of knee osteoarthritis. *Osteoarthritis and Cartilage*. 22(3), 363–388. <https://doi.org/10.1016/j.joca.2014.01.003>.
- POSNETT, J. et al., 2015. Patient preference and willingness to pay for knee osteoarthritis treatments. *Patient Preference and Adherence*. 9, 733–744. <https://doi.org/10.2147/PPA.S84251>.
- COOK, C.S. and SMITH, P.A., 2018. Clinical Update: Why PRP Should Be Your First Choice for Injection Therapy in Treating Osteoarthritis of the Knee. *Current Reviews in Musculoskeletal Medicine*. 11(4), 583–592. <https://doi.org/10.1007/s12178-018-9524-x>.
- TANGUILIG, G., DHILLON, J. and KRAEUTLER, M.J., 2024. Platelet-Rich Plasma for Knee and Hip Osteoarthritis Pain: A Scoping Review. *Current Reviews in Musculoskeletal Medicine*. 17(10), 415–421. <https://doi.org/10.1007/s12178-024-09916-9>.
- XIONG, Y. et al., 2023. Efficacy and safety of platelet-rich plasma injections for the treatment of osteoarthritis: a systematic review and meta-analysis of randomized controlled trials. *Frontiers in Medicine*. 10, 1204144. <https://doi.org/10.3389/fmed.2023.1204144>.
- QIAO, X. et al., 2023. Efficacy and safety of corticosteroids, hyaluronic acid, and PRP and combination therapy for knee osteoarthritis: a systematic review and network meta-analysis. *BMC Musculoskeletal Disorders*. 24, 926. <https://doi.org/10.1186/s12891-023-06925-6>.
- YAO, Q. et al., 2023. Osteoarthritis: pathogenic signaling pathways and therapeutic targets. *Signal Transduction and Targeted Therapy*. 8, 56. <https://doi.org/10.1038/s41392-023-01330-w>.
- LV, Z. et al., 2021. Molecular Classification of Knee Osteoarthritis. *Frontiers in Cell and Developmental Biology*. 9, 725568. <https://doi.org/10.3389/fcell.2021.725568>.

Štúdium rezonancií na experimente ALICE

Resonance study at experiment ALICE

Veronika BARBASOVÁ

Univerzita Pavla Jozefa Šafárika v Košiciach, Prírodovedecká fakulta

Abstrakt: Štúdium hadrónových rezonancií na experimente ALICE poskytuje cenné informácie o časovopriestorovej evolúcii zrážok ťažkých iónov, najmä v kontexte formácie a rozpadu kvarkovo-gluónovej plazmy (QGP). Tento príspevok sa zameriava na rezonanciu Φ mezónu, ktorý sa ukazuje ako vhodný kandidát na štúdium prostredia pred chemickým vymrznutím. V práci sú predstavené základné mechanizmy produkcie, *rescatteringu* a regenerácie rezonancií a ich význam pre pochopenie QGP.

Kľúčové slová: kvarkovo-gluónová plazma, hadrónové rezonancie, *rescattering*, regenerácia, Φ mezón.

Abstract: The study of hadronic resonances at the ALICE experiment provides valuable insights into the spatiotemporal evolution of heavy-ion collisions, particularly regarding the formation and decay of quark-gluon plasma (QGP). This contribution focuses on the Φ meson resonance, which serves as a reliable probe of the medium before chemical freeze-out. The mechanisms of resonance production, *rescattering*, and regeneration, along with their relevance to understanding QGP, are presented.

Keywords: quark-gluon plasma, hadronic resonances, *rescattering*, regeneration, Φ meson.

Úvod

Približne pred 13,7 miliardami rokov, len zlomok sekundy po Veľkom tresku, sa náš vesmír nachádzal v extrémne horúcom a hustom stave, v ktorom sa kvarky a gluóny (partóny) mohli pohybovať ako voľné častice. Tento stav hmoty, známy ako kvarkovo-gluónová plazma (QGP), tvoril jednu z prvotných fáz vesmíru. Ako sa vesmír rozpínal a chladol, kvarky a gluóny pod vplyvom procesu uväznenia vytvorili viazané stavy, ktoré nazývame hadróny [1].

V súčasnosti môžeme QGP pozorovať len v extrémnych podmienkach, napríklad v jadrách neutrónových hviezd alebo pri zrážkach ťažkých iónov v časticových urýchľovačoch. Tieto zrážky sa študujú na LHC (Large Hadron Collider) v CERN-e, kde sa pri najcentrálnejších zrážkach iónov olova pri energii $\sqrt{s_{NN}} = 5,02$ TeV pozoruje vznik až 21400 ± 1300 nabitých častíc [2]. Experiment ALICE (A Large Ion Collider Experiment), jeden zo 4 veľkých experimentov na LHC, je unikátne zariadenie špecializované na štúdium QGP a jej vlastností.

Evolúcia zrážky ťažkých iónov

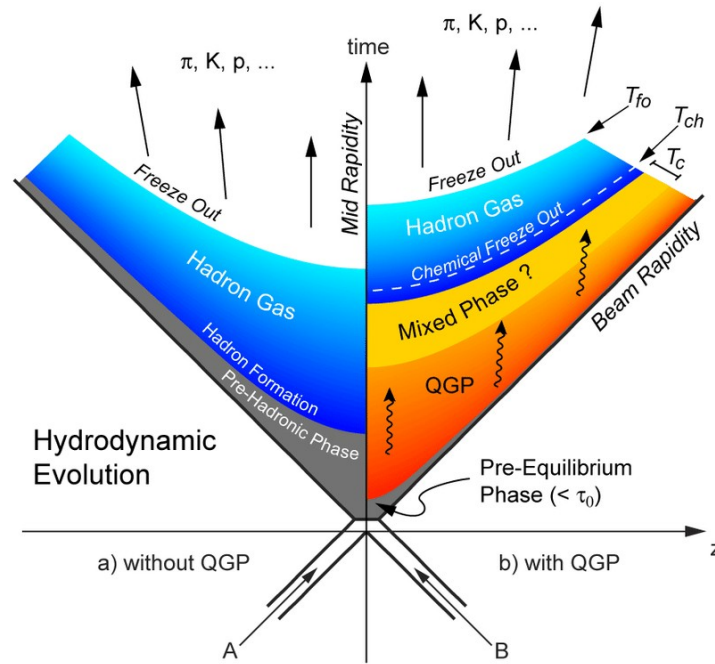
Na vytvorenie kvarkovo-gluónovej plazmy v laboratóriu je potrebné zraziť ťažké ióny urýchlené na ultra-relativistické energie. Pred samotnou zrážkou sa jadrá urýchlia na rýchlosti blízke rýchlosti svetla c , čo spôsobí, že jadrá budú vysoko Lorentzovsky kontrahované. Následne jadrá preletia cez seba, pričom dochádza k interakcii partónov. Fragmenty jadier, ktoré sa nezúčastňujú zrážky, sa nazývajú spektátory a pokračujú v svojej dráhe pozdĺž osi zväzku bez interakcie.

Počas zrážky je hustá oblasť partónov excitovaná energiou, ktorá sa odovzdá do prekrývajúcej sa oblasti zrážky. V tejto oblasti vzniká prostredie s extrémnymi podmienkami potrebnými na dosiahnutie teploty presahujúcej kritickú hodnotu, čo vedie k vzniku neviazaného stavu hmoty – kvarkovo-gluónovej plazmy.

Podobne ako v rannom vesmíre, QGP existuje iba veľmi krátky okamih (približne 10^{-15} sekundy), kým sa rýchlou expanziou ochladí pod pseudo-kritickú teplotu T_C , pri ktorej kvarky a gluóny začnú hadronizovať. Počas hadronizácie dochádza k zgrupovaniu kvarkov do viazaných stavov, pričom primárne vznikajú pióny (π), kaóny (K) a protóny (p). Po vychladnutí systému na teplotu chemického vymrznutia T_{CH} vzniknuté hadróny vo forme hadrónového plynu už naďalej neinteragujú prostredníctvom nepružných zrážok a ich kompozícia a výťažky sú stanovené. Po dosiahnutí kinetického vymrznutia ustanú aj pružné zrážky, hybnosti hadrónov sú stabilizované a vzniknuté častice voľne vylietajú von, prechádzajúc jednotlivými komponentami detektora. [1]

Z pohľadu kvantovej chromodynamiky (QCD) je QGP výsledkom fázového prechodu prvého rádu z normálnej jadrovej hmoty, zloženej z hadrónov, do stavu pozostávajúceho z asymptoticky voľných kvarkov a gluónov. Časovo-priestorová evolúcia malých kolíznych systémov sa principiálne líši od tej pre zrážky ťažkých iónov, kde sa predpokladá vznik QGP. V malých systémoch, kde nevzniká partónové médium, môže dôjsť k mnohým časticovým produkciám aj bez prechodu cez QCD fázový prechod.

Na Obr.1 je zobrazené schematické porovnanie časovo-priestorového diagramu evolúcie zrážky podľa hydrodynamického modelu pre malé systémy, v ktorých sa nepredpokladá vznik QGP (napríklad zrážky protónov, ľavá časť diagramu) a zrážky v ktorej QGP vznikla (napríklad zrážky jadier olova, pravá časť diagramu). Pri energiách LHC sa napriek tomu ukazuje, že aj v zrážkach p-p alebo p-Pb, považovaných za malé systémy, pozorujeme príznaky charakteristické pre formáciu QGP. Tieto zistenia majú veľký význam pre štúdium zrážok Pb-Pb, pretože zrážky p-p, hoci sa považujú za malý systém, sa využívajú ako referenčný bod pri určovaní vlastností prostredia vznikajúceho v zrážkach ťažkých iónov. Porovnaním týchto zrážok s tými, kde vzniká QGP pri rovnakej energii, je možné lepšie pochopiť dynamiku prostredia a oddeliť efekty špecifické pre QGP od iných interakcií. Preto je dôležité študovať p-p zrážky, aby sme získali informácie potrebné na interpretáciu výsledkov zo zrážok ťažkých iónov.[1]



Obr.1 Časovo priestorový diagram evolúcie zrážky podľa hydrodynamického modelu. Dve jadrá zrážajúce sa v čase $t=0$ a polohe v pozdĺžnom smere $z=0$. Vľavo: Bez vzniku QGP, Vpravo: Zahŕňajúci vznik QGP. Po uplynutí formačného času τ_0 prechádzajú zo stavu horúceho *fireballu* vo fáze preekvilíbria, cez formáciu QGP nasledovanú chladením a prechodom do hadrónového plynu, zakončené emitovaním častíc pozorovateľných v detektore [3].

Štúdium rezonancií

Rezonancie sú definované ako častice s hmotnosťou väčšou ako im korešpondujúce základné stavy častíc s podobným obsahom kvarkov. Vzhľadom na to, že v prípade hadrónov môžu byť rozdiely hmotností medzi základným stavom a rezonanciou aj niekoľkonásobné, uvažujeme o nich ako o samostatných časticiach. Keďže hadrónové rezonancie sa rozpadávajú prostredníctvom silnej interakcie, ich doba života je veľmi krátka, rádovo niekoľko fm/c (10^{-23} s). To má za následok aj fakt, že ich nevieme priamo rekonštruovať v detektore, ale len nepriamo pomocou ich rozpadových produktov.

Jedným z hlavných dôvodov prečo študujeme rezonancie na experimente ALICE je, že ich vlastnosti slúžia ako sonda, ktorá nesie informáciu o rôznych fázach evolúcie zrážky. Experimentálne merania ukazujú, že typická dĺžka života rezonancií sa pohybuje v rozmedzí 1,1 až 46,2 fm/c, čo je porovnateľné so škálou vývinu QGP [4]. Ich produkcia je citlivá na prostredie, ktorým prechádzajú a porovnávanie výťažkov a spektier v kolíznych systémoch rôznej veľkosti nám umožňuje skúmať efekty daného média. Ako referenčná vzorka, v ktorej sa nepredpokladá vznik QGP sa používajú zrážky protónov.

Jadrový modifikačný faktor R_{AA} slúži na porovnanie výťažkov častíc v jadrovo-jadrových N_{AA} zrážkach s výťažkami častíc v protónovo-protónových N_{pp} zrážkach škálovaných na počet binárnych kolízií N_{coll} pri rovnakej energii zrážky. Je definovaný nasledovne:

$$R_{AA} = \frac{dN^{AA}/dp_T}{\langle N_{coll} \rangle dN^{pp}/dp_T}$$

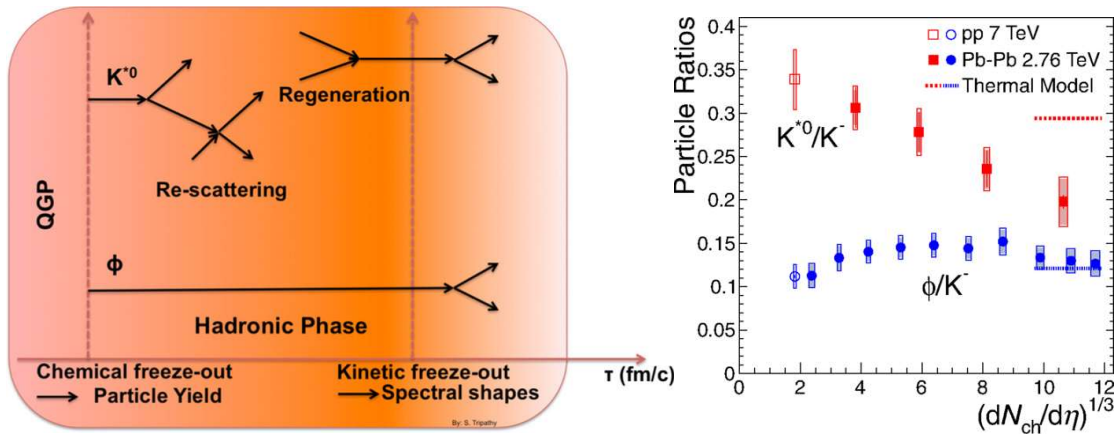
Hodnota $R_{AA} < 1$ naznačuje potlačenie produkcie častíc v hustých kolíznych systémoch, čo môže byť príznakom vzniku QGP. Naopak pri hodnote $R_{AA} > 1$ pozorujeme zvýšenie produkcie častíc, čo môže byť spôsobené zvýšenou hustotou partónov, regeneráciou rezonancií alebo iných kvantových efektov. R_{AA} zároveň kvantifikuje stratu energie partónu pri prechode silnointeragujúcou hmotou, kde môže prostredníctvom pružných a nepružných zrážok interagovať s voľnými farebnými nábojmi prostredia.

V závislosti od geometrie zrážky ťažkých iónov môžeme rozlišovať centrálnu a periférnu zrážku. Centrálnu zrážku nastávajú, keď sa jadrá pri zrážke výrazne prekryjú, čo vedie k vysokej multiplicitate produkovaných častíc a k vytvoreniu hustého, horúceho prostredia, v ktorom sa predpokladá vznik kvarkovo-gluónovej plazmy (QGP). Naopak, periférnu zrážku predstavujú kolízie s malým prekrytím jadier, kde interaguje menší počet partónov a vzniknuté médium je menej husté. V dôsledku toho sa pri periférnych zrážkach očakáva nižšia pravdepodobnosť vytvorenia QGP a produkcia častíc je bližšia k tej pozorovanej v protónovo-protónových zrážkach. Porovnávanie centrálnych a periférnych zrážok nám podobne ako porovnávanie zrážok ťažkých iónov so zrážkami protónov, umožňuje skúmať závislosť produkcie častíc od hustoty vytvoreného prostredia a dynamiky hadronizácie.

Hadrónové rezonancie sú produkované v expandujúcom prostredí, v ktorom sa môžu rozpadávať počas toho, čo ním prechádzajú. Ich dcérske častice môžu interagovať s inými časticami nachádzajúcimi sa v okolí, čo môže viesť na potlačenie výskytu týchto rezonancií pri ich rekonštrukcii, keďže invariantná hmotnosť rozpadových produktov nebude odpovedať materskej rezonancii. Tento proces označujeme ako *rescattering*. Na druhej strane, rezonancie môžu byť regenerované prostredníctvom kvázieleastických zrážok v hadrónovej fáze, čo vedie na zvýšenie výťažku rezonancií. Kvôli opačnému efektu týchto dvoch javov je analýza ich vplyvu z kvantitatívneho hľadiska komplikovaná, no je dôležitá pri interpretácii nameraných výťažkov rezonancií.

Schematické zobrazenie hadrónovej fázy na Obr.2 (vľavo) zobrazuje prechod od chemického vymrznutia, odkiaľ vieme určiť výťažok dlhožijúcich častíc, až po kinetické vymrznutie, kde sa fixuje ich finálne spektrum. Schematicky je znázornený proces *rescatteringu* a regenerácie na príklade K_0^* mezónu ($\tau = 4 \text{ fm/s}$), zatiaľ čo príklad dlhožijúcej rezonancie takmer nepodliehajúcej spomenutým procesom je zobrazený prostredníctvom Φ mezónu ($\tau = 46 \text{ fm/s}$). [6]

Na základe meraní bolo preukázané, že výťažky K_0^* sú v centrálnych zrážkach Pb-Pb potlačené vzhľadom na p-p a periférne Pb-Pb zrážky, kým pre Φ mezón sa žiadne potlačenie nepozoruje [2]. Ich pomery ku kaónom K^- , ktoré majú podobný kvarkový obsah ale výrazne dlhšiu dobu života, sú zobrazené v pravej časti Obr.2. Môžeme si všimnúť, že pomer K_0^*/K^- je nižší v centrálnych Pb-Pb zrážkach ako v p-p a periférnych Pb-Pb zrážkach. Na druhej strane podiel Φ/K^- nevykazuje žiadnu výraznú závislosť od centrality zrážky. Z toho vyplýva, že výťažky rezonancií merané cez hadrónové rozpadové kanály môžu byť ovplyvnené *rescatteringom* a regeneráciou častíc v hadrónovej fáze [3].



Obr.2 Vľavo: Schematické znázornenie *rescattering* a regenerácia rezonancií v hadrónovej fáze zrážky ťažkých iónov. [4]

Vpravo: Pomer produkcií častíc K_0^*/K^- a Φ/K^- ako funkcia tretej odmocniny hustoty multiplicity nabitých častíc meranej v midrapidite pre p-p a Pb-Pb zrážky [5].

Práve vďaka svojej dlhej životnosti a relatívne vysokej hmotnosti ($m=1020 \text{ MeV}/c^2$), podobnej protónu, sa Φ mezón považuje za výnimočnú sondu pre skúmanie skorých fáz evolúcie zrážky. Týmto spôsobom štúdium Φ mezónu prináša cenné informácie o prostredí pred chemickým vymrznutím a jeho analýza môže potvrdiť alebo vyvrátiť existenciu kvarkovo-gluónovej plazmy v zrážkach ťažkých iónov, resp. v zrážkach s vysokou multiplicitou.

Metóda extrakcie výťažkov Φ mezónu

Na získanie výťažkov rezonancií sa používa štandardný postup. Keďže je doba života Φ mezónu príliš krátka na to, aby sme jeho dráhu boli schopní zaznamenať v detektore, rekonštruujeme ho za pomoci jeho rozpadových produktov. Φ mezón je zložený z podivného páru kvark-antikvark ($s\bar{s}$) a rozpadáva prostredníctvom rôznych rozpadových kanálov, pričom najpravdepodobnejší rozpad je:

$$\Phi \rightarrow K^+ + K^- \quad (B.R. = 0.492 \pm 0.005)$$

Tento rozpad je energeticky preferovaný, pretože kaóny tiež obsahujú podivné kvarky. [6]

Tab.1: Selekčné kritériá na dráhy.

NCIFound	pt	η	dca _{xy}	dca _z	n σ_{TPC}
> 70	> 0.15 GeV/c	< 0.5	< 0.1 cm	< 0.1 cm	< 3

NCIFound – Počet klastrov nájdených v detektore TPC, η – pseudorapidita, dca - vzdialenosť medzi rekonštruovanou trajektóriou častice a primárnym vertexom v rovine kolmej na os zväzku (xy) a smere osi zväzku (z), $n\sigma_{\text{TPC}}$ - Odchýlka nameranej straty energie častice v TPC od očakávanej hodnoty, vyjadrená v jednotkách štandardnej odchýlky.

Všetky primárne dráhy v detektore, ktoré prešli selekčnými kritériami uvedenými v Tab.1 boli identifikované ako kaón (K) použitím PID (Particle Identification) z detektora TPC (Time Projection Chamber). Vyselektované kaóny sú dodatočne rozdelené na základe ich náboja do dvoch skupín, na pozitívne K^+ a negatívne K^- . Následne sú tvorené všetky kombinácie $K^+ + K^-$. Z informácií o dcérskych časticách - energie ($E_{1,2}$), hybností ($\vec{p}_{1,2}$) a hmotností ($m_{1,2}$) - sa vypočíta invariantná hmotnosť materskej častice, kandidáta na Φ mezón podľa vzťahu:

$$M_{KK}^2 = m_1^2 + m_2^2 + 2(E_1 E_2 - \vec{p}_1 \vec{p}_2)$$

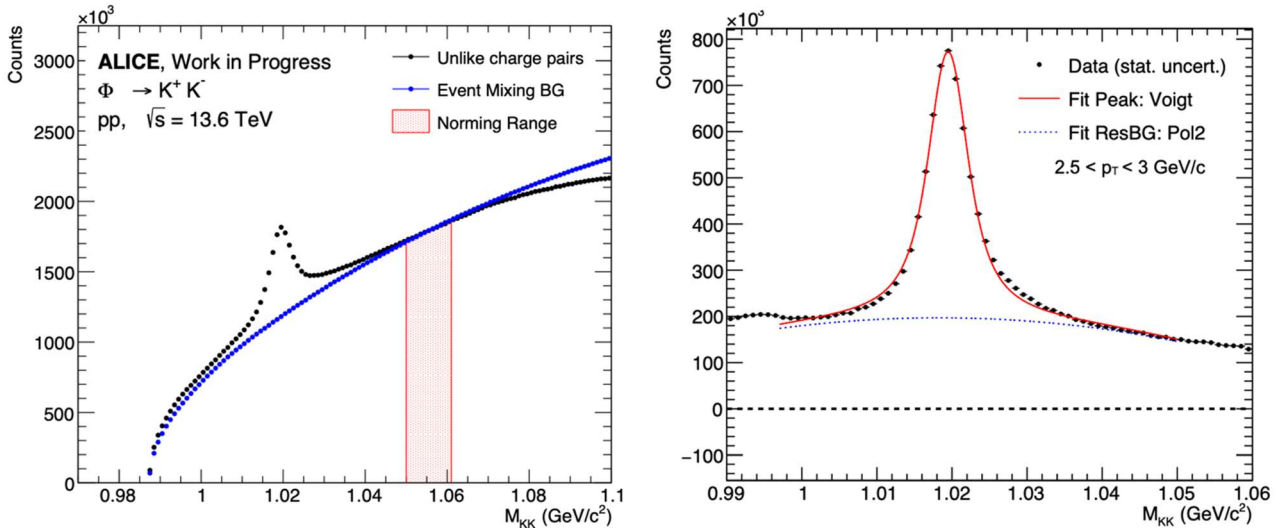
Z týchto hodnôt pre všetky kombinácie sa naplní distribúcia invariantnej hmotnosti.

Keďže distribúcia invariantnej hmotnosti obsahuje všetky kombinácie kaónov a nie len tie, ktoré pochádzajú z Φ mezónu, je potrebné eliminovať nežiadúce páry. Pozadie je prevažne spôsobené korelovanými pármí $K^+ K^-$ emitovanými v rámci *jetu*, korelovanými pármí z rozpadov iných častíc alebo misidentifikáciou korelovaných párov [5]. Kombinatorické pozadie vygenerujeme ako distribúciu invariantnej hmotnosti párov, o ktorých vieme, že určite nevznikli z rozpadu Φ mezónu. Na stanovenie kombinatorického pozadia sa využívajú rôzne prístupy. V tejto analýze pozadie získame z kombinácií kaónov, ktoré pochádzajú z rozličných, avšak podobných eventov. Tento prístup sa nazýva Event Mixing (EM). Podobnosť je stanovená na základe pozície vertexu pozdĺž osi z a percentilu multiplicity v danej zrážke. Pred odčítaním je EM pozadie normalizované na integrál pôvodnej distribúcie v intervale invariantnej hmotnosti na pravej strane od píku, $1.05 \leq M_{KK} \leq 1.06 \text{ GeV}/c^2$.

Po odčítaní kombinatorického pozadia fitujeme pík a reziduálne pozadie. Fitovanie píku je prevedené v intervale $0.997 \leq M_{KK} \leq 1.05 \text{ GeV}/c^2$ použitím Voigtovej fitovacej funkcie, ktorá je definovaná ako konvolúcia Breit-Wignera a Gausovej funkcie:

$$\text{Voigt}(M_{KK}; M, \Gamma, \sigma) = \frac{A}{\sigma\sqrt{2\pi}} e^{\{-(M_{KK}-M)^2/2\sigma^2\}} \frac{1}{2\pi} \frac{\Gamma}{(M_{KK} - M)^2 + (\Gamma/2)^2}$$

kde M_{KK} je stredná hmotnosť, ktorá určuje pozíciu vrcholu distribúcie, Γ je šírka píku, spojená s časom života častice (čím je doba života častice kratšia, tým širší je pík) a σ je šírka Gaussovskej zložky, ktorá sa spája s rozšírením píku v dôsledku náhodného pohybu častíc. Reziduálne pozadie je fitované polynómom druhého rádu. Odčítanie kombinatorického pozadia a fitovanie signálu pre príklad distribúcie invariantnej hmotnosti Φ mezónu v zrážkach s integrálnou multiplicitou v intervale priečnej hybnosti $2.5 < p_T < 3 \text{ GeV}/c$ je zobrazené na Obr.3.



Obr 3. Distribúcia invariantnej hmotnosti pre Φ mezón v *minimum bias* zrážkach v intervale priečnej hybnosti $2.5 < p_T < 3 \text{ GeV}/c$.

Spektrum priečnej hybnosti

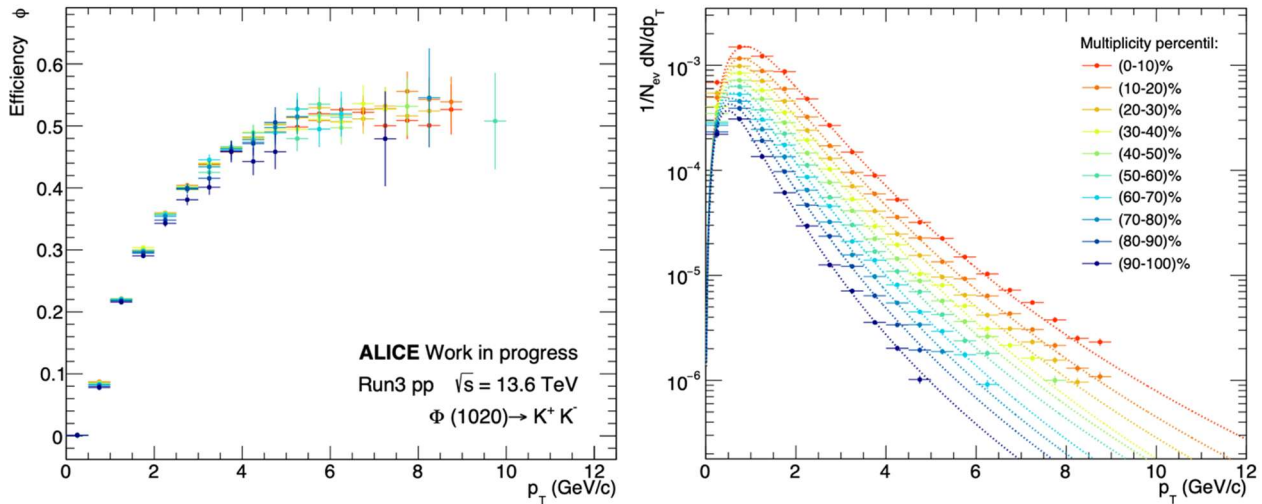
Nekorigované výťažky reprezentujú neopravené počty Φ mezónov a sú extrahované z integrálu distribúcie invariantnej hmotnosti po odstránení reziduálneho pozadia. Pre všetky zvolené intervaly priečnej hybnosti (p_T) a percentilu multiplicity je z fitu extrahovaný výťažok a iné parametre fitu Φ mezónu (hmotnosť, šírka). Z týchto výťažkov je následne vykreslené nekorigované spektrum priečnej hybnosti.

Aby sme získali opravené spektrá rezonancie, neopravené výťažky sú predelené na:

1. vetviaci pomer BR,
2. akceptanciu A,
3. efektívnosť rekonštrukcie ϵ_{rec} ,
4. efektívnosť identifikácie ϵ_{PID} .

Akceptancia zahŕňa geometrickú akceptanciu detektora ALICE, v rámci rapidity $|y| < 0.5$ a opravu na rozpady dcérskych častíc pred dosiahnutím detektora. Efektívnosť identifikácie súvisí so selekčným kritériom na $n\sigma_{TPC}$. Tento parameter vyjadruje, koľko štandardných odchýlok (σ) sa nameraná hodnota dE/dx (straty energie častice pri prechode plynom v TPC) líši od očakávanej hodnoty pre daný typ častice [5]. Čím užší interval je zvolený, tým čistejšia je vzorka, ale zároveň nižšia efektívnosť. Typické intervaly pre výber častíc sú zvyčajne medzi -3σ a $+3\sigma$, čo odpovedá 99,7% pokrytiu normálneho rozdelenia [7]. ϵ_{rec} meria efektívnosť rekonštrukcie dráh nabitých častíc vychádzajúcich z primárneho

vertexu a zahŕňa schopnosť dráhových detektorov zdetegovať a zrekonštruovať dráhu. Tieto veličiny sa určujú pomocou simulácií Monte Carlo, kde sú známe skutočné hodnoty premenných a je možné porovnať ich s rekonštruovanými údajmi. Prvé predbežné výsledky tejto analýzy uskutočnené za využitia spomenutej metódy, získané na skúšobnej vzorke dát sa nachádzajú na Obr.4. Distribúcia efektívnosti rekonštrukcie v závislosti od p_T a multiplicity sa nachádza vľavo a p_T spektrum opravené na túto efektívnosť rekonštrukcie sa nachádza vpravo. Efektívnosť rekonštrukcie narastá so zvyšujúcim sa p_T do nasýtenej hodnoty približne $\epsilon_{rec} = 0,5$. Oblasti veľmi nízkeho a vysokého p_T predpovedáme fitovaním Levyho-Tsallisovou funkciou, ktorá je na Obr.4 vyznačená prerušovanou čiarou. Levyho-Tsallisova funkcia sa používa na fitovanie spektra priečných hybností v hadronových zrážkach, pretože dokáže dobre opísať priebeh dát v širokom rozsahu p_T . Táto funkcia kombinuje vlastnosti termodynamického a mocninového prístupu, čo ju robí vhodnou pre opis správania častíc pri nízkych aj vysokých p_T . Pri nízkych hodnotách p_T zachytáva termalizovaný charakter systému, zatiaľ čo pri vysokých p_T reflektuje procesy tvrdého rozptylu. Preto je Levyho-Tsallisova funkcia vhodná na extrapoláciu p_T spektra aj mimo rozsah experimentálne pokrytých dát, pričom zohľadňuje fyzikálne mechanizmy dominantné v rôznych oblastiach p_T [8].



Obr 4. Distribúcia invariantnej hmotnosti Φ mezonu v rôznych multiplicitných intervaloch (vpravo), fitovaná Levyho-Tsallisovou funkciou (prerušovaná čiara), opravená na efektívnosť rekonštrukcie (vľavo).

Záver

Štúdium hadronových rezonancií, na experimente ALICE poskytuje kľúčové informácie o správaní kvarkovo-gluónovej plazmy a jej vzniku počas zrážok ťažkých iónov. Na základe pozorovaní z experimentu môžeme lepšie porozumieť procesom, ako sú produkcia, *rescattering* a regenerácia rezonancií, ktoré hrajú zásadnú úlohu v priebehu evolúcie zrážky a v štúdiu QGP. Významné výsledky ukazujú, že Φ mezon, so svojou dlhou životnosťou, je vynikajúcim kandidátom na skúmanie prostredia pred chemickým vymrznutím. Podľa experimentálnych dát z ALICE sa ukazuje, že výťažky Φ mezonu nie sú ovplyvnené *rescatteringom* v takom rozsahu ako u iných rezonancií, ako napríklad K_0^* . Tento fakt naznačuje, že Φ mezon poskytuje stabilný signál, ktorý odráža vlastnosti prostredia skôr, než došlo k chemickému vymrznutiu.

Je nevyhnutné vykonať presné merania charakteristík Φ mezonu, pretože tieto údaje budú následne porovnávané s výťažkami iných hadronov, čím získame dôležité informácie o rôznych fázach kvarkovo-gluónovej plazmy. Tieto porovnania prispievajú k lepšiemu pochopeniu správania silnointeragujúcich systémov a rôznych fázových prechodov. Pokračovanie v tejto oblasti výskumu bude kľúčové pre vylepšenie našich teórií o vývoji vysokoenergetických systémov, čo môže mať zásadný význam nielen pre časticovú fyziku, ale aj pre pochopenie raných štádií vesmíru.

Literatúra

- [1] ALICE Collaboration, 2024. The ALICE experiment: a journey through QCD. In: The European Physical Journal C. Vol. 84, no. 8. ISSN 1434-6052.
- [2] ALICE Collaboration, 2016. Centrality dependence of the charged-particle multiplicity density at midrapidity in Pb-Pb collisions at $\sqrt{s_{NN}} = 5.02$ TeV. In: Physical Review Letters. Vol. 116, no. 222302.
- [3] BETZ, B., 2009. Jet propagation and Mach-cone formation in (3+1)-dimensional ideal hydrodynamics. Frankfurt.
- [4] SAHU, Dushmanta et al. 2020. Role of event multiplicity on hadronic phase lifetime and QCD phase boundary in ultrarelativistic collisions at energies available at the BNL Relativistic Heavy Ion Collider and CERN Large Hadron Collider. In: Physical Review C. Vol. 101, no. 014902.
- [5] ALICE Collaboration, 2015. $K^*(892)0$ and $\phi(1020)$ production in Pb-Pb collisions at $\sqrt{s_{NN}} = 2.76$ TeV. In: Physical Review C. Vol. 91, no. 024609.

- [6] Particle Data Group Collaboration, 2024. Review of particle physics. In: Physical Review D. Vol. 110, no. 030001.
- [7] ALICE Collaboration. (2020). Measurement of the production of K^*0 and Φ mesons in proton–proton collisions at $\sqrt{s} = 7$ TeV. Physics Letters B, 802, 135219. ISSN 0370-2693.
- [8] STAR Collaboration, 2005. $K^*(892)$ resonance production in Au+Au and p + p collisions at $\sqrt{s_{NN}} = 200$ GeV. In: Physical Review C. Vol. 71, no. 064902.

Exploring Morphological Variations in Cave-Dwelling *Heteromurus nitidus*, (Templeton, 1835) (Collembola: Entomobryidae) from different caves in Slovakia

Kangkanjyoti BHATTACHARYYA, Andrea RENDOŠOVÁ, Mahmood MEHRAFROOZ MAYVAN, Ľubomír KOVÁČ

Pavol Jozef Šafárik University in Kosice, Faculty of Science

Abstract: Soil represents one of the most biologically rich environments on earth, supporting a vast array of organisms that are essential for maintaining ecosystem balance. Among these, springtails (Collembola) play a crucial ecological role due to their high sensitivity to environmental changes and their ability to survive in extreme conditions. Subterranean habitats, such as caves, create unique ecological pressures that drive specific morphological and physiological adaptations in species that inhabit them. *Heteromurus nitidus* (Templeton, 1835) (Collembola: Entomobryidae) is a cosmopolitan collembola species which are found in a broad variety of surface habitats from Antarctica, arctic region to deep inside caves. This study focuses on the morphological variations of *H. nitidus* collected from different cave systems in Slovakia. A comparative assessment of body proportions, chaetotaxy, and appendage morphology was performed to investigate potential adaptations to the underground environment. The findings indicate slight intraspecific differences in setal pattern and body structure, suggesting that cave-specific selective pressures may influence these traits.

Keywords: *Collembola, Heteromurus nitidus, Subterranean ecosystems, Troglomorphy, Cave habitat specialization*

Introduction

One of the planet's most complex habitats, soil is home to the vast majority of species and has a higher biodiversity per unit area than any other place on Earth. It is also considered to be one of the most biologically rich environments and a centre for biological interaction (Young and Crawford, 2004; Aleklett *et al.*, 2018; Brussaard *et al.*, 1997; Bardgett and van der Putten, 2014). Soil biota functions as a mediator in the delivery of ecosystem services, which include disease prevention and pollutant degradation via bioremediation, soil formation, and water infiltration, as well as climate regulation through their effects on carbon (C) dynamics. Decomposition, mineralization, and nutrient cycling are just a few of the critical ecological processes that people rely on, all of which depend on these biota (Swift and Anderson, 1979; Bardgett *et al.*, 2005; Nielsen *et al.*, 2011). Soil organisms are classified by size or function, like ammonia-oxidizing bacteria, mycorrhizal fungi, plant parasites, and predators, to clarify their roles. Moreover, these organisms are divided into three main groups: mesofauna (mites, springtails, enchytraeids) with body widths less than 2 mm; macro- and megafauna (earthworms, ants, millipedes, etc.); microbes (bacteria, fungi, archaea) and microfauna (protists, nematodes) (Swift *et al.*, 1979).

Cave sediments are formed and developed under different groundwater seepage and often contain considerable undecomposed organic matter, supporting intensive soil life that can create vermic soil structure characteristics (Dobos *et al.*, 2015). Various soil-dwelling organisms adapted to subterranean environments primarily occupy caves as a habitat, which serve as habitat islands characterized by unique environmental conditions distinct from those of the surrounding landscape (Culver and Pipan 2009, 2014). Cave ecosystems are among the most delicate on the planet (Elliott, 2000; Hamilton-Smith and Eberhard, 2000; Krajick, 2001). Cave adaptation drives distinct anatomical specializations across taxa. There are some characters such as loss or reduction of eyesight, loss of pigmentation, enhanced sensory perception etc., which are necessary for cave colonization by fauna that adapts to dark and moist environment and make efficient use of scarce resources (Rétaux and Casane, 2013; Kováč *et al.*, 2016; Venarsky *et al.*, 2014). With reduced or lost vision in subterranean environments, organisms develop alternative sensory mechanisms for environmental interaction. Troglomorphy, a suite of convergent adaptations, includes depigmentation, eye reduction, elongated appendages, and decreased metabolic rates (Soares & Niemiller, 2020; Culver & Pipan, 2019). Troglobionts, strictly cave-adapted animals, exhibit both regressive and constructive evolutionary changes. Cave-dwelling invertebrates, such as Collembola and Troglolithic arthropods, rely on chemo- and mechanoreceptors for navigation and foraging in complete darkness (Romero, 2009). These species often have low reproductive rates but extended lifespans, enhancing survival in nutrient-poor habitats (Moseley, 2009).

For scientists looking to comprehend the evolutionary mechanisms that form patterns of biological variety, subterranean ecosystems present an appealing system (Culver and Pipan, 2009). According to Romero (2009), cave fauna is typically very specialized and particularly fascinating for faunistics, biogeography, and evolutionary biology. The diversity patterns in caves are frequently linked to dispersal or vicariance, yet there is much disagreement about how much of an impact these processes had on the development and current distributions of cave fauna (Culver and Pipan, 2009; Porter, 2007). The early accounts of springtails in caves were provided by Carpenter (1897) and Wright & Haliday (1857). Springtails are extremely sensitive to variations in temperature and humidity. Surface species that find their way into these environments enter a frost-free environment with little to no climatic variation because many caverns have humidity levels near to 100% and temperatures that don't vary much from 9°C (Hopkin, 1997). Troglomorphic Collembola generally have lower fecundity, longer development, and higher resistance to starvation, all traits associated with an energy-poor environment (Christiansen, 1961). Although soil and leaf litter are the most typical habitats for springtails, they have also taken over other specialized areas like caves (Christiansen and Culver, 1987). *Heteromurus nitidus* (Templeton, 1835) (Collembola: Entomobryidae) is a cosmopolitan species frequently found in soils of forest and fields

of cultivated area (Fjellberg, 2007; Jørgensen *et al.*, 2003; Ponge, 1993; Salmon *et al.*, 2021). This species is primarily fungivorous with a broad food range (e.g. Ruess *et al.* 2005, Fiera, 2014), involving especially microalgae (Scheu and Folger, 2004), while it is also able to ingest fragments of leaf litter and bacteria (Haubert *et al.*, 2011). The objective of this study was to look at the morphological differences between cave-dwelling populations of *H. nitidus* obtained from several Slovakian caves. The study analysed differences in appendage shape, and setal patterns to better understand how isolated subterranean environments might induce morphological diversity within species. The findings show that *H. nitidus* populations in different Slovak caves have distinct morphological traits, such as appendage morphology, and setal arrangement, which are most likely the result of long-term isolation and adaptation to the subterranean habitat's specific conditions.

Materials and Methods

Collection Methods

In each study locality (See Tab 1 for the list of localities), 3–5 sites were selected for collecting soil arthropods using the following methods: (1) Pitfall trapping – at each site, five traps were kept, consisting of 150 mL plastic jars filled with three types of fixation liquids (95% ethyl alcohol – two traps, 4% water solution of formaldehyde – two traps, and a mixture of ethylene glycol and beer in a 1:1 ratio – one trap). (2) Baiting – wood shavings in a volume of ~100 cm³ were sterilized at low temperature and kept near the traps at each study site (3) Extraction of organic material (wood remains, bat guano, baits) in a high-gradient apparatus (Crossley and Blair, 1991). (4) Visual searching and hand collecting by brush and tweezers. The sites were sampled during visits, and pitfall traps and baits were installed for a period of ~5 months. Organic material was transported to the laboratory for extraction immediately after sampling.

Table 1: An overview of *Heteromurus nitidus* specimens from various cave systems from the Little Carpathians, Slovak Karst and Doline habitats.

Catalogue_No.	Country	Area	Cave/Locality	GPS
161-22 [870]	Slovakia	Little Carpathians	Malá skala	48.51027°N, 17.36219°E
172-22 [1071]	Slovakia	Little Carpathians	Malá skala	48.51027°N, 17.36219°E
185-22 [831]	Slovakia	Little Carpathians	Malá skala	48.51027°N, 17.36219°E
162-22 [845]	Slovakia	Little Carpathians	Malá skala	48.51027°N, 17.36219°E
162-22 [842]	Slovakia	Little Carpathians	Malá skala	48.51027°N, 17.36219°E
162-22 [840]	Slovakia	Little Carpathians	Malá skala	48.51027°N, 17.36219°E
187-22 [508]	Slovakia	Little Carpathians	Zbojnická jaskyňa	48.582620° N, 17.61902°E
188-22 [606]	Slovakia	Little Carpathians	Zbojnická jaskyňa	48.582620° N, 17.61902°E
188-23 [610]	Slovakia	Little Carpathians	Zbojnická jaskyňa	48.582620° N, 17.61902°E
Catalogue_No.	Country	Area	Cave/Locality	GPS
188-24 [620]	Slovakia	Little Carpathians	Zbojnická jaskyňa	48.582620° N, 17.61902°E
188-25 [626]	Slovakia	Little Carpathians	Zbojnická jaskyňa	48.582620° N, 17.61902°E
188-26 [625]	Slovakia	Little Carpathians	Zbojnická jaskyňa	48.582620° N, 17.61902°E

138-22 [21]	Slovakia	Little Carpathians	Oplentova jaskyňa	48.647976° N, 17.63552°E
SK100A	Slovakia	Little Carpathians	Čachtická jaskyňa	N 48°44.55543', E 17°47.21947'
SK101B	Slovakia	Little Carpathians	Čachtická jaskyňa	N 48°44.55543', E 17°47.21947'
SK103C	Slovakia	Slovak Karst	Ar dovská jaskyňa	N 48°31.27318', E 20°25.22528'
SK104D	Slovakia	Slovak Karst	Ar dovská jaskyňa	N 48°31.27318', E 20°25.22528'
SK105E	Slovakia	Little Carpathians	Medené Hámre	N 48°15.86000', E 17°7.03953'
SK106F	Slovakia	Little Carpathians	Medené Hámre	N 48°15.86000', E 17°7.03953'
SK107G	Slovakia	Little Carpathians	Plavecká jaskyňa	N 48°29.83140', E 17°16.00790'
SK108H	Slovakia	Little Carpathians	Plavecká jaskyňa	N 48°29.83140', E 17°16.00790'
295-21	Slovakia	Little Carpathians	Jaskyňa Sedmička	N 48°16.87835', E 17°7.62157'
297-21 (3 ex)	Slovakia	Little Carpathians	Jaskyňa Sedmička	N 48°16.87835', E 17°7.62157'
294-21 (3 ex)	Slovakia	Little Carpathians	Jaskyňa Sedmička	N 48°16.87835', E 17°7.62157'
283-21 (2)	Slovakia	Little Carpathians	Jaskyňa Sedmička	N 48°16.87835', E 17°7.62157'
843-19	Slovakia	Slovak Karst	Kečovo - závrť (Doline)	N 48° 30.53333', E 20° 28.38333'

Morphology Study

The preparation of *H. nitidus* for permanent slides followed the method described by Rusek (1975). The specimens were first placed in an evaporation glass dish containing 95% ethyl alcohol, along with glass marbles to prevent excessive boiling. The ethanol was then gently boiled on an electric cooking plate for approximately one minute to remove fat from the body. Afterward, the marbles were removed using tweezers, and the dish containing alcohol and specimens was placed under a binocular stereomicroscope. Using a loop, the specimens were transferred from the evaporation dish to a concave glass dish containing a 10% water solution of KOH, where they remained for about one minute for depigmentation. Following this, they were moved to another concave glass dish containing chloralphenol, where they became fully transparent within 1–2 minutes, depending on their body size. A drop of Swann medium, the size of which depended on the specimen's body size, was then placed on a microscopic slide using a dry glass rod. The specimen was carefully transferred onto the medium using a needle and adjusted into a dorso-lateral position. A cover slide was slowly placed over the drop to prevent air bubbles from forming, and its position can still be slightly adjusted if necessary. Finally, before examination under a light microscope, the medium on the permanent slide must air-dry for at least three days to ensure proper preservation.

Results and Discussion

Specimens Analysis

Similarities in coloration and setal pattern were found in the morphological analysis of specimens of *H. nitidus* that were gathered from eight distinct caves: Malá skala, Zbojnická jaskyňa, Oplentova jaskyňa, Čachtická jaskyňa, Ardovská jaskyňa, Medené Hámre, Plavecká jaskyňa, Jaskyňa Sedmička along with Kečovo - závrť (Doline) (Table no. 1). The morphological analysis focused on setal pattern and other morphological features of the collected specimens. Research revealed nearly identical patterns among groups.

Description of *Heteromurus nitidus* (Templeton, 1835)

Studied population was *Heteromurus nitidus* described by (Templeton, 1836) in Templeton & Westwood, 1836. The dorsal macrochaetotaxy pattern observed in our specimens is almost identical to that of *H. nitidus* (Templeton, 1835) described by Szeptycki, 1979; Szeptycki and Doświadczałnej, 1979.

The morphological characteristics observed in our specimen align closely with those previously described in similar taxa Lukić *et al.*, (2015) and Baquero *et al.*, (2021). The total length of the head and body, excluding the antennae, measured approximately 2.1 mm, which is slightly shorter than the 2.2 mm reported by Lukić *et al.* (2015). This minor variation in size could be attributed to intraspecific differences, environmental factors, or sample variability within the studied population [Fig: 1, & 2].

Antennae

The antennae of our specimen exhibit characteristics that are highly consistent with those reported by Lukić *et al.* (2015), with only minor differences in certain measurements and descriptive details. Antennae are approximately 0.90 times the total length of the head and body combined, while Lukić *et al.* (2015) reported a similar proportion of 0.85. This indicates a relatively elongated form of the antennae in both cases, suggesting that the antennae play an important sensory role in these species, potentially aiding in environmental navigation and chemical detection, which is particularly relevant in subterranean habitats where vision is limited or absent. Furthermore, both studies observe that the antennae are about 4.5 times longer than the diagonal length of the head, reinforcing the prominent role of the antennae relative to the overall body structure.

Mouthparts

The labral formula (4/5, 5, 4) in our specimen is consistent with that of Lukić *et al.* (2015), indicating similar chaetal arrangements (Fig 1 C). Both studies report the absence of labral papillae and note that prelabral and labral chaetae are smooth, acuminate, and uniform in size, suggesting their role in feeding. The labrum margin's inverted U-shaped intrusion and large, smooth distal area are also similar in both specimens, highlighting their structural function. The labial triangle contains 9-12 chaetae (Fig 1 B), with at least one serrated and the rest smooth, consistent with Lukić *et al.* (2015). Both studies also report five smooth setae in the submentum. The asymmetry of the mandibles, with five teeth on the right and four on the left, is another key similarity, suggesting specialized feeding adaptations (Fig 1 D). Overall, our results align closely with those reported by Lukić *et al.* (2015), with only minor descriptive differences, supporting the identification of the specimen within the same species.

Head and body

The scales covering the head and body are generally rounded to oval-elongated in shape, hyaline in appearance, and overlap one another. They vary in size and form a dense, uniform covering of short spicules, which are arranged in more or less regular linear patterns. On the dorsal side of the head and body, chaetae, scales, and trichobothria are often detached when observed under a microscope or when specimens are examined from skins preserved after DNA extraction. The dorsal region of the head features macrochaetae arranged in a specific pattern, as illustrated in, and is densely covered with small scales and short, serrated mes. On the lateral sides, the scales are interspersed with medium-sized serrated mes, creating a mixed texture. Meanwhile, the ventral side lacks scales entirely but contains both smooth and serrated mes. Additionally, there are 1+1 trichobothria located posterior to the ocular area, contributing to the structural complexity of the organism's body covering (Fig: 2 A & B).

The dorsal chaetotaxy observed in this study closely aligns with the findings of Lukic *et al.* (2015) and Baquero *et al.*, (2021), particularly in the pseudopore and trichobothrial formulas, which remain consistent across both datasets. The pseudopore formula (1,1/1,1,1,1) and trichobothrial arrangement (1/0,0/0,2,3,2) indicate a stable pattern within the examined specimens, suggesting a conserved taxonomic trait. Similarly, the macrochaeta formula was found similar with Baquero *et al.*, (2021) for the head (7+3+2+6+4), thorax-II (3+4), thorax-III (3+2), Abd-I (0), Abd-II (2), Abd-III (3), Abd-IV (3+3+6) and Abd-V (9) [Fig: 2].

Legs

Unguis is slender and elongated, with a sinuous external edge, similar to Lukić *et al.* (2015). Both studies describe a hyaline lamella covering the claw with 1+1 small latero-basal teeth. The unguiculus itself is slender, tapering to a pointed tip, and is equipped with a small outer tooth positioned at about 30% from its base, contributing to its distinctive morphology (Fig: 1 A).

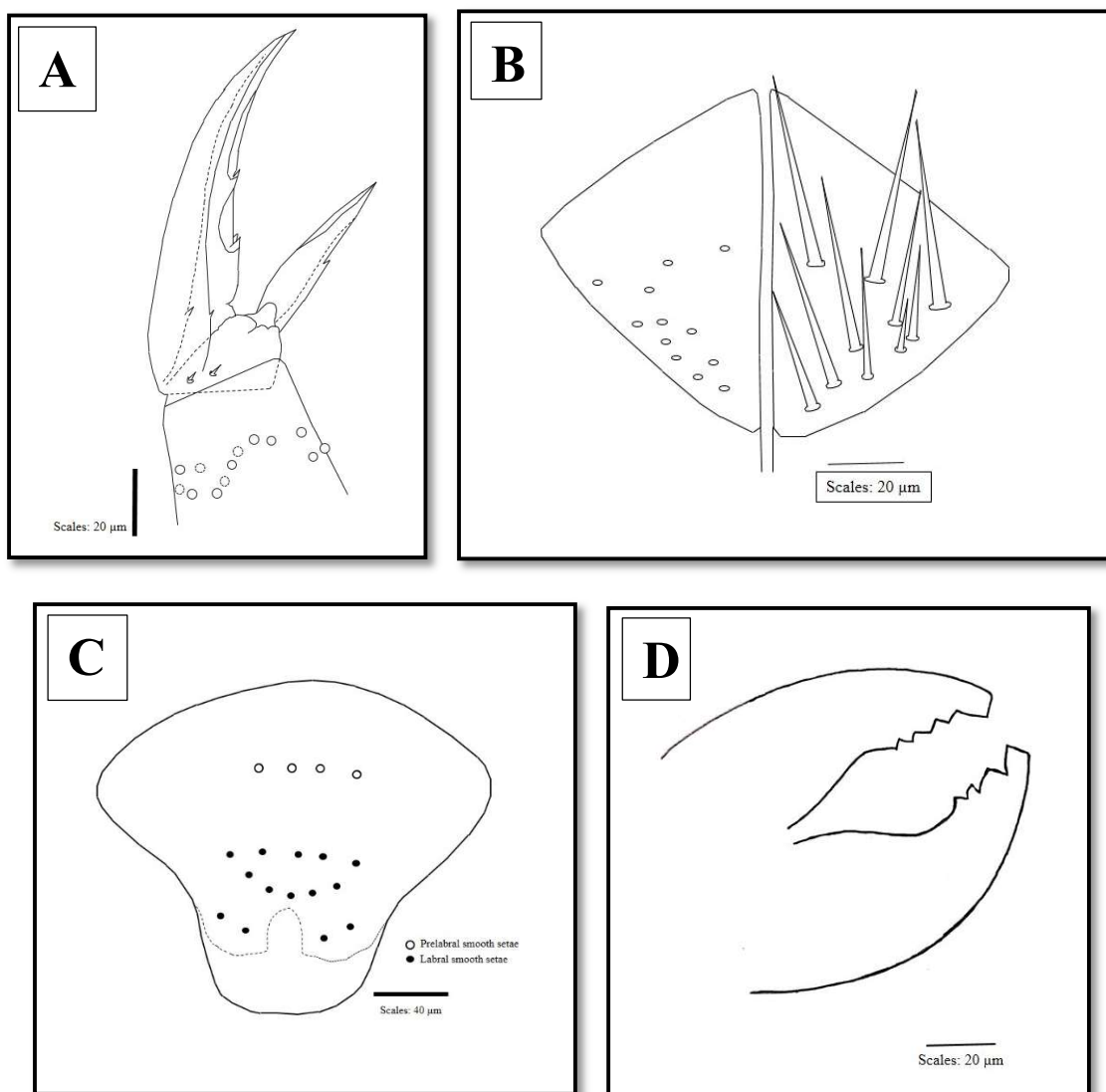


Figure 1 *Heteromurus nitidus*. A, Unguis and Unguiculus of leg III, posterior view (scale 20 μm); B, Labial Triangle. (Scale bar: 20 μm); C, Labrum (scale bar 40 μm); D, mandible (scale 20 μm)

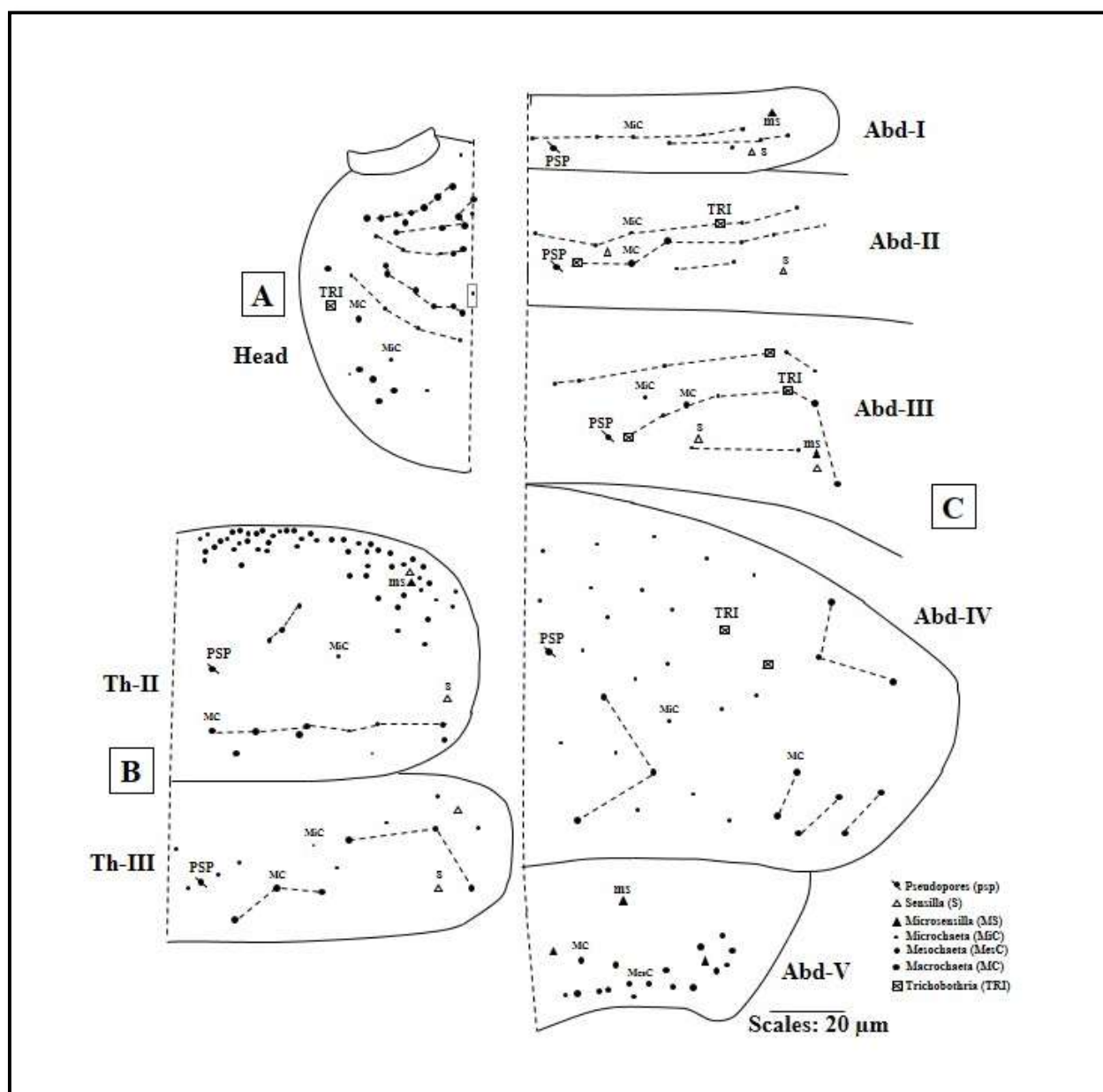


Figure 2 *Heteromurus nitidus*. A, Head macrochaetotaxy; B, ThII–III dorsal macrochaetotaxy; C, Abd II–IV dorsal macrochaetotaxy (scale bar 20 μ m)

[**Abbreviation.** Abd—abdomen or abdominal segment; MC—macrochaeta; MesC—mesochaeta; Mic—microchaeta; Th—thorax or thoracic segments. TRI—trichobothria; psp—pseudopores]

Conclusion

This study presents a comprehensive morphological analysis of *Heteromurus nitidus* (Templeton, 1835) collected from various cave environments in Slovakia. The recorded variations in chaetotaxy, appendage structure, and body proportions are consistent with prior descriptions, reaffirming the species' identity while also indicating possible intraspecific differences. Notably, traits such as elongated appendages and reduced pigmentation suggest adaptations to subterranean life, reinforcing the concept of troglomorphy in cave-dwelling Collembola. Future research incorporating molecular phylogenetic and ecological approaches will be essential for elucidating the evolutionary trajectories and population dynamics of *H. nitidus* across different cave environments. This work not only expands understanding of Collembola biodiversity but also underscores the importance of conserving fragile cave ecosystems.

References

1. Aleklett, K., Kiers, E.T., Ohlsson, P., Shimizu, T.S., Caldas, V.E. and Hammer, E.C., 2018. Build your own soil: exploring microfluidics to create microbial habitat structures. *The ISME journal*, 12(2), pp.312–319.
2. Baquero, E., Potapov, M. and Jordana, R., 2021. New species and records of Entomobryidae and Orchesellidae (Collembola) from the East Caucasus (Russia). *Zootaxa*, 4991(2), pp.247–270.

3. Bardgett, R.D. and Van Der Putten, W.H., 2014. Belowground biodiversity and ecosystem functioning. *Nature*, 515(7528), pp.505-511.
4. Bardgett, R.D., Bowman, W.D., Kaufmann, R. and Schmidt, S.K., 2005. A temporal approach to linking aboveground and belowground ecology. *Trends in ecology & evolution*, 20(11), pp.634-641.
5. Brussaard, L., 1997. Biodiversity and ecosystem functioning in soil. *Ambio*, pp.563-570.
6. Carpenter, G.H., 1897. The Collembola of Mitchelstown Cave [Report on Material Collected for the RIA Flora and Fauna Committee]. *The Irish Naturalist*, 6(9), pp.225-233.
7. Christiansen, K. and Culver, D., 1987. Biogeography and the distribution of cave Collembola. *Journal of Biogeography*, pp.459-477.
8. Christiansen, K., 1961. Convergence and parallelism in cave Entomobryinae. *Evolution*, pp.288-301.
9. Crossley Jr, D.A. and Blair, J.M., 1991. A high-efficiency, "low-technology" Tullgren-type extractor for soil microarthropods. *Agriculture, Ecosystems & Environment*, 34(1-4), pp.187-192.
10. Culver, D.C. and Pipan, T., 2014. Shallow subterranean habitats: ecology, evolution, and conservation. Oxford University Press.
11. Culver, D.C. and Pipan, T., 2019. The biology of caves and other subterranean habitats. Oxford University Press.
12. Culver, D.C. and Pipan, T.A.N.J.A., 2009. Caves, as islands. *Encyclopedia of islands*, pp.150-153.
13. Dobos, E., Bertóti, D., Kovács, K. and Vadnai, P., 2015, April. Cave-soils, the soils forming underneath the surface. In *EGU General Assembly Conference Abstracts* (p. 15267).
14. Elliott, W.R., 2000. Conservation of the North American cave and karst biota. *Ecosystems of the World*, pp.665-690.
15. Fiera, C., 2014. Detection of food in the gut content of *Heteromurus nitidus* (Hexapoda: Collembola) by DNA/PCR-based molecular analysis. *North-Western Journal of Zoology*, 10(1).
16. Fjellberg A. 2007. The Collembola of Fennoscandia and Denmark: Part I Poduromorpha by A. Fjellberg. *British Journal of Entomology and Natural History*, 12, pp.189-189.
17. Hamilton-Smith, E. and Eberhard, S., 2000. Conservation of cave communities in Australia. *Ecosystems of the World*, pp.647-664.
18. Haubert, D., Pollierer, M.M. and Scheu, S., 2011. Fatty acid patterns as biomarker for trophic interactions: changes after dietary switch and starvation. *Soil Biology and Biochemistry*, 43(3), 490-494.
19. Hopkin, S.P., 1997. Biology of the springtails: (Insecta: Collembola). OUP Oxford.
20. Jørgensen, H.B., Elmholt, S. and Petersen, H., 2003. Collembolan dietary specialisation on soil grown fungi. *Biology and Fertility of Soils*, 39, 9-15.
21. Kováč, L., Parimuchová, A. and Miklisová, D., 2016. Distributional patterns of cave Collembola (Hexapoda) in association with habitat conditions, geography and subterranean refugia in the Western Carpathians. *Biological Journal of the Linnean Society*, 119(3), pp.571-592.
22. Krajick, K., 2001. Cave biologists unearth buried treasure. pp. 2378-2381.
23. Lukić, M., Porco, D., Bedos, A. and Deharveng, L., 2015. The puzzling distribution of *Heteromurus* (*Verhoeffiella*) *absoloni* Kseneman, 1938 (Collembola: Entomobryidae: Heteromurinae) resolved: detailed redescription of the nominal species and description of a new species from Catalonia (Spain). *Zootaxa*, 4039(2), pp.249-275.
24. Moseley, M., 2009. Size matters: scalar phenomena and a proposal for an ecological definition of 'cave'. *Cave and Karst Science*, 35(3), pp.89-94.
25. Nielsen, U.N., Ayres, E., Wall, D.H. and Bardgett, R.D., 2011. Soil biodiversity and carbon cycling: a review and synthesis of studies examining diversity–function relationships. *European Journal of Soil Science*, 62(1), pp.105-116.
26. Ponge, J.F., 1993. Biocenoses of Collembola in atlantic temperate grass-woodland ecosystems. *Pedobiologia*, 37(4), 223-244.
27. Porter, M.L., 2007. Subterranean biogeography: what have we learned from molecular techniques. *Journal of Cave and Karst Studies*, 69(1), pp.179-186.
28. Rétaux, S. and Casane, D., 2013. Evolution of eye development in the darkness of caves: adaptation, drift, or both?. *EvoDevo*, 4, pp.1-12.
29. Romero, A., 2009. Cave biology: life in darkness. Cambridge university press.
30. Ruess, L., Schütz, K., Haubert, D., Häggblom, M.M., Kandeler, E. and Scheu, S., 2005. Application of lipid analysis to understand trophic interactions in soil. *Ecology*, 86(8), pp.2075-2082.
31. Rusek J. 1975. Eine Präparationstechnik für Springschwänze und ähnliche Gliederfüßer. *Mikrokosmos* 12: 376–381
32. Salmon, S., Vittier, T., Barot, S., Ponge, J.F., Assoula, F.B. and Lusley, P., 2021. Responses of Collembola communities to mixtures of wheat varieties: a trait-based approach. *Pedobiologia*, 87, 150755.
33. Soares, D. and Niemiller, M.L., 2020. Extreme adaptation in caves. *The Anatomical Record*, 303(1), pp.15-23.
34. Scheu, S. and Folger, M., 2004. Single and mixed diets in Collembola: effects on reproduction and stable isotope fractionation. *Functional Ecology*, 94-102.

35. Swift, M.J., Heal, O.W., Anderson, J.M. and Anderson, J.M., 1979. Decomposition in terrestrial ecosystems (Vol. 5). Univ of California Press.
36. Szeptycki, A. and i Doświadczalnej, Z.Z.S., 1979. Chaetotaxy of the Entomobryidae and its phylogenetical significance..
37. Szeptycki A (1979) Morpho-systematic studies on Collembola. IV. Chaetotaxy of the Entomobryidae and its phylogenetical significance. Polska Akademia Nauk, Kraków, Poland, 219 pp.
38. Venarsky, M.P., Huntsman, B.M., Huryn, A.D., Benstead, J.P. and Kuhajda, B.R., 2014. Quantitative food web analysis supports the energy-limitation hypothesis in cave stream ecosystems. *Oecologia*, 176, pp.859-869.
39. Wright, E.P. and Haliday, A.H., 1857. Notes of a visit to Mitchelstown caves. *Proceedings of Societies-British Association*, " in *The Natural History Review*, 4(3), pp.231-241.
40. Young, I.M. and Crawford, J.W., 2004. Interactions and self-organization in the soil-microbe complex. *Science*, 304(5677), pp.1634-1637.

Diferenciálne rovnice riadené fuzzy mierami - existencia a jednoznačnosť riešenia Cauchyho úlohy

Differential equations driven by fuzzy measures - existence and uniqueness of solution of initial value problem

Miloslav CÍSKO

Univerzita Pavla Jozefa Šafárika v Košiciach, Prírodovedecká fakulta

Abstrakt: Diferenciálne rovnice matematicky predstavujú rovnice popisujúce vzťah medzi funkciou, premennou, od ktorej je táto funkcia závislá a jej deriváciami. V praxi diferenciálne rovnice popisujú vzťahy medzi javmi, ktoré sa menia v závislosti od iných. Zvyčajne sa využívajú vo fyzike, ale aj vo finančnej matematike, biológii a ďalších prírodných vedách. V bežne používaných diferenciálnych rovniciach, zvyknú sa nazývať aj obyčajné diferenciálne rovnice, sa derivácia funkcie y závislá

od premennej x označuje $\frac{dy}{dx}$. To v sebe skrýva (cez Radonove-Nikodymove derivácie) Lebesgueovu mieru. V tejto práci sa budeme venovať diferenciálnym rovniciam vzhľadom na distortované Lebesgueove miery, ako aj ďalšie fuzzy miery. Priblížime si koncept fuzzy mier a Choquetovho integrálu, zovšeobecnenia Radonových-Nikodymových derivácií (nazývame ich Choquetove derivácie a označujeme $\frac{\partial y}{\partial \mu}$). Využitím týchto teoretických poznatkov budeme môcť definovať diferenciálne rovnice vzhľadom na fuzzy miery a pozrieme sa na existenciu a jednoznačnosť riešenia Cauchyho úloh $\frac{\partial y(\tau)}{\partial \mu_m} = F(\tau, y(\tau))$, $y(0) = 0$ a $\frac{\partial y(\tau)}{\partial \mu_m} = \alpha y(\tau)$, $y(0) = v_0 \in \mathbb{R}^+$, $\tau \in [0, \infty)$, $\alpha > 0$.

Kľúčové slová: fuzzy miera, Choquetov integrál, Choquetova derivácia, diferenciálna rovnica, Cauchyho úloha

Abstract: Differential equations are mathematical equations describing the relationship between a function, the variable on which this function depends, and its derivatives. In practice, differential equations describe relationships between phenomena that change depending on others. They are usually used in physics, but also in financial mathematics, biology, and other natural sciences. In commonly used differential equations, also called ordinary differential equations, the derivative of the function y dependent on the variable x is denoted by $\frac{dy}{dx}$. This contains (via Radon-Nikodym derivatives) the Lebesgue measure. In this work, we will deal with differential equations with respect to distorted Lebesgue measures, as well as other fuzzy measures. We will introduce the concept of fuzzy measures and the Choquet integral, a generalization of Radon-Nikodym derivatives (we call them Choquet derivatives and denote them by $\frac{\partial y}{\partial \mu}$). Using this theoretical knowledge, we will be able to define differential equations with respect to fuzzy measures and we will look at the existence and uniqueness of solutions to initial value problems $\frac{\partial y(\tau)}{\partial \mu_m} = F(\tau, y(\tau))$, $y(0) = 0$ and $\frac{\partial y(\tau)}{\partial \mu_m} = \alpha y(\tau)$, $y(0) = v_0 \in \mathbb{R}^+$, $\tau \in [0, \infty)$, $\alpha > 0$.

Keywords: fuzzy measure, Choquet integral, Choquet derivative, differential equation, initial value problem

1 Choquetov kalkulus

Choquetov kalkulus je vystavaný na teórii neaditívnych mier, ktoré sa dnes zvyknú nazývať fuzzy miery. Pomocou týchto mier sa neskôr definuje jeden z typov neaditívnych integrálov (Choquetov) a pomocou neho samotný Choquetov kalkulus.

Teória miery je jednou z najdôležitejších súčastí súčasnej matematickej analýzy. Zovšeobecňuje pojmy dĺžka, plocha či objem. Intuitívne mieru poznali už v starovekom Grécku, keď sa Archimedes snažil presne spočítať obsah kruhu. Trvalo však zhruba do konca 19. a začiatku 20. storočia, kedy sa stala predmetom výskumu. Zlomovým rokom v tejto oblasti bol rok 1902, kedy Henri Lebesgue,

vychádzajúc z prác Borela a Jordana, vydáva svoju dizertačnú prácu o Lebesgueovej miere a Lebesgueovom integráli. Pomocou tohto integrálu dnes vieme integrovať omnoho viac funkcií, ako pomocou Riemannovho integrálu.

Lebesgueov integrál a miera majú pomerne obmedzujúcu vlastnosť, a síce aditivitu. Táto vlastnosť sa nahradila monotónnosťou a okolo roku 1954 vzniká vďaka Gustavovi Choquetovi koncept kapacít (neaditívnych mier) a Choquetovho integrálu. Choquet pôvodne zamýšľal využitie v štatistickej mechanike a teórii potenciálov, avšak najväčšie uplatnenie získal v teórii rozhodovacích procesov. Na jeho prácu neskôr nadviazal Michio Sugeno, ktorý tento koncept rozšíril na dnes známy Sugenov integrál, a po ňom mnohí ďalší súčasní autori. Sugeno ako prvý tiež použil pre neaditívne miery názov fuzzy miery.

1.1 Fuzzy miera

Na začiatok uvádzame niekoľko pojmov potrebných pre definovanie miery.

Definícia 1.1 (σ -algebra) *Nech Ω je neprázdna množina. Nech $\Sigma \subseteq 2^\Omega$ je súbor podmnožín množiny Ω . Potom Σ je σ -algebra množiny Ω , ak:*

- $\emptyset \in \Sigma$,
- $\{A_n\}$ je súbor spočítateľne veľa množín a pre každé $n \in \mathbb{N}$, $A_n \in \Sigma$, tak $\bigcup A_n \in \Sigma$,
- $A \in \Sigma$, tak $A^c \in \Sigma$,

kde A^c je doplnok množiny A v množine Ω , teda $A^c = \Omega \setminus A$.

Usporiadanú dvojicu (Ω, Σ) potom nazývame **merateľný priestor**. Každú množinu $A \in \Sigma$ nazývame **merateľnou množinou**.

Definícia 1.2 (Merateľná funkcia) *Nech Ω_1 a Ω_2 sú neprázdne množiny a Σ_1 , resp. Σ_2 sú σ -algebry na Ω_1 , resp. Ω_2 . Potom $f : \Omega_1 \rightarrow \Omega_2$ je **merateľná funkcia** ak pre každé $A \in \Sigma_2$ platí, že $g^{-1}(A) = \{x \in \Omega_1 : g(x) \in A\} \in \Sigma_1$.*

Definícia 1.3 (Miera, priestor s mierou) *Nech (Ω, Σ) je merateľný priestor. Zobrazenie $\mu : \Sigma \rightarrow \mathbb{R}_0^+ := [0, \infty]$ nazývame **miera**. Trojicu (Ω, Σ, μ) nazývame **priestor s mierou**.*

V závislosti od toho, aké vlastnosti požadujeme od miery (väčšinou vychádzajú z kontextu danej úlohy) poznáme niekoľko typov mier. Spomínali sme Lebesgueovu mieru, ktorá je príkladom aditívnej miery. Vo všeobecnosti sa aditívne miery definujú nasledovne.

Definícia 1.4 (Aditívna miera) *Nech (Ω, Σ, μ) je priestor s mierou. Mieru nazývame aditívnou ak spĺňa nasledujúce vlastnosti:*

- $\mu(\emptyset) = 0$,
- $(\forall A \in \Sigma) \mu(A) \geq 0$,
- pre každú spočítateľnú postupnosť (A_j) , $A_j \in \Sigma$ po dvojiciach disjunktných množín platí

$$\mu\left(\bigcup_j A_j\right) = \sum_j \mu(A_j).$$

Ako sme spomínali, neaditívne miery upúšťajú od podmienky aditivity. Namiesto nej sa používa monotónnosť.

Definícia 1.5 (Fuzzy miera) *Nech (Ω, Σ, μ) je priestor s mierou. Mieru nazývame fuzzy mierou (neaditívnou), ak spĺňa nasledujúce vlastnosti:*

- $\mu(\emptyset) = 0$,
- $(\forall A \in \Sigma) \mu(A) \geq 0$,
- $(\forall A, B \in \Sigma : A \subseteq B) \mu(A) \leq \mu(B)$.

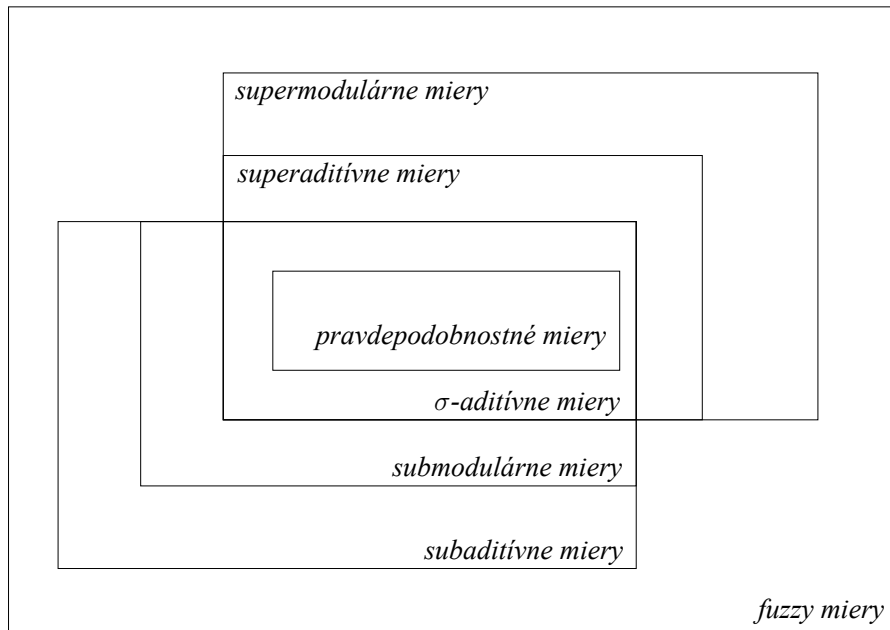
Jedným z najznámejších a najdôležitejších príkladov fuzzy mier je takzvaná distortovaná Lebesgueova miera, ktorú budeme používať aj neskôr v tejto práci. Definuje sa nasledovným spôsobom.

Definícia 1.6 (Distortovaná Lebesgueova miera) *Nech (Ω, Σ) je merateľný priestor, $\Omega = \mathbb{R}$ a $m : \mathbb{R}^+ \rightarrow \mathbb{R}^+$ je rastúca, spojitá funkcia, pre ktorú platí $m(0) = 0$. Potom **distortovanú Lebesgueovu mieru** μ_m definujeme nasledovne:*

$$(\forall A \in \Sigma) \mu_m(A) = m(\mu(A)).$$

Táto miera je fuzzy mierou. Funkciu m nazývame skreslenie (distorcia, deformácia) Lebesgueovej miery μ . Pričom ak $m(x) = x$, tak dostávame klasickú Lebesgueovu mieru.

Niekedy sa k vlastnostiam v Definícii 1.5 pridáva aj vlastnosť spojitosti. Fuzzy miery môžu mať aj nejaké ďalšie vlastnosti ako napríklad subaditivita, superaditivita, submodularita, alebo supermodularita. V závislosti od toho, ktorú vlastnosť fuzzy miere pridáme, dostáva aj svoje pomenovanie. Vzťahy medzi všetkými typmi mier popisuje nasledujúci diagram.



Obr. 1: Diagram vzťahov medzi typmi mier

1.2 Choquetov integrál

Koncept Choquetovho integrálu vychádza z definície Lebesgueovho integrálu. Kľúčovou myšlienkou je využitie takzvanej *dekumulatívnej distribučnej funkcie*, respektíve *survival funkcie*. Táto funkcia v sebe zahŕňa aj informácie o funkcii f , ktorú budeme integrovať, aj o fuzzy miere μ , podľa ktorej budeme integrovať. Survival funkciu $\mathcal{S}_{\mu, f}$ definujeme vzťahom

$$\mathcal{S}_{\mu, f}(\alpha) := \mu(x \in \Omega : f(x) \geq \alpha), \alpha \in \mathbb{R}.$$

Zjavne je to nezáporná, nerastúca a zľava spojitá funkcia.

Túto funkciu využil Choquet v roku 1954 kedy zaviedol dnes známy Choquetov integrál. Ten je dodnes využívaný v rozhodovacích procesoch, v matematickej štatistike, ale aj v informatike pri spracovávaní dát. Vznikol teda z Lebesgueovho integrálu pomocou survival funkcie a fuzzy miery a definovaný je nasledovným spôsobom.

Definícia 1.7 (Choquetov integrál) *Nech (Ω, Σ, μ) je priestor s mierou a μ je fuzzy miera. Choquetov integrál nezápornej funkcie f vzhľadom na μ , označíme $(C) \int f d\mu$, definujeme nasledovne:*

$$(C) \int f d\mu := \int_0^\infty \mathcal{S}_{\mu, f}(\alpha) d\alpha = \int_0^\infty \mu(\{x \in \Omega : f(x) \geq \alpha\}) d\alpha,$$

kde $\mathcal{S}_{\mu, f}$ je survival funkcia a integrál na pravej strane je nevlastný Riemannov integrál.

Takto definovaný integrál stráca vlastnosť aditivity, ktorú má Lebesgueov integrál a takisto pracuje len s nezápornými funkciami. Aby sme mohli počítať integrál ľubovoľnej reálnej funkcie, nebudeme vedieť použiť Lebesgueov prepis ľubovoľnej funkcie pomocou funkcii $f^+ = \max\{0, f\}$ a $f^- = \max\{0, -f\}$, kde $f = f^+ - f^-$, pretože nemáme k dispozícii aditivitu.

Napriek tomu existujú dva prístupy ako to urobiť, a to zavedením takzvaného symetrického a asymetrického Choquetovho integrálu.

Definícia 1.8 (Symetrický Choquetov integrál) *Nech (Ω, Σ, μ) je priestor s mierou a μ je fuzzy miera. Nech f je merateľná funkcia. Potom symetrický Choquetov integrál funkcie f vzhľadom na μ , označujeme $(SC) \int f d\mu$, a definujeme vzťahom*

$$(SC) \int f d\mu := (C) \int f^+ d\mu - (C) \int f^- d\mu.$$

Definícia 1.9 (Asymetrický Choquetov integrál) *Nech (Ω, Σ, μ) je priestor s mierou a μ je fuzzy miera. Nech f je merateľná funkcia. Potom asymetrický Choquetov integrál funkcie f vzhľadom na μ , označujeme $(AC) \int f d\mu$, a definujeme vzťahom*

$$(AC) \int f d\mu := (C) \int f^+ d\mu - (C) \int f^- d\bar{\mu},$$

kde $\bar{\mu}$ je duálna miera.

Definícia 1.10 (Duálna miera) *Nech μ je konečná fuzzy miera ($\mu(\Omega) < \infty$). Duálna miera k miere μ , označujeme ju $\bar{\mu}$, je definovaná predpisom*

$$\bar{\mu}(A) = \mu(\Omega) - \mu(A^c),$$

kde $(\forall A \in \Sigma) A^c = \Omega \setminus A$, teda je to komplement množiny A v Ω .

1.3 Choquetova derivácia

Ako už bolo spomenuté, v diferenciálnych rovniciach sa často používa zápis $\frac{dy}{dx}$, čo je v podstate špeciálny prípad takzvaných Radonových-Nikodymových derivácií. Tieto derivácie sa definujú pomocou integrálu nasledovným spôsobom.

Veta 1.11 (Lebesgueova-Radonova-Nikodymova veta) *Nech (Ω, Σ, μ) je priestor s mierou a μ je σ -aditívna miera. Nech ν je tiež σ -aditívna miera, pre ktorú platí $\nu \ll \mu$ (miera ν je dominovaná mierou μ). Potom existuje merateľná funkcia f na Ω taká, že pre každé $A \in \Sigma$ platí*

$$\nu(A) = \int_A f d\mu.$$

Definícia 1.12 (Lebesgueova-Radonova-Nikodymova derivácia) Funkciu f z predchádzajúcej vety nazývame **Lebesgueova-Radonova-Nikodymova derivácia**, ktorá je týmto vzťahom jednoznačne určená μ -skoro všade, pričom zapisujeme

$$f = \frac{d\nu}{d\mu}.$$

To, že ide o zovšeobecnenie klasicky známych derivácií sa dá vidieť tak, že ak uvažujeme klasický Lebesgueov integrál na reálnej osi, kde množina A je interval ($A = (a, x)$) a miesto ν uvažujeme funkciu g , máme vzťah

$$g(x) = \int_A f dt = \int_a^x f(t) dt,$$

z čoho po zderivovaní podľa x a použití fundamentálnej vety integrálneho kalkulu dostávame

$$\frac{dg(x)}{dx} = f(x).$$

Problém Lebesgueovej-Radonovej-Nikodymovej derivácie je však v tom, že je definovaná pre aditívne miery. My potrebujeme tento koncept zovšeobecniť pre fuzzy miery. Preto sa zavádzajú takzvané Choquetove derivácie, ktorých definícia je veľmi podobná, len využíva Choquetov integrál. V kontexte diferenciálnych rovníc však budeme uvažovať verziu s asymetrickým choquetovým integrálom, ktorý má vhodné vlastnosti.

Definícia 1.13 (Asymetrická Choquetova derivácia) Nech (Ω, Σ) je merateľný priestor a μ, ν sú fuzzy miery na tomto priestore. Hovoríme, že ν je asymetrický Choquetov integrál (AC) miery μ , ak existuje nezáporná merateľná funkcia h taká, že pre každé $A \in \Sigma$

$$\nu(A) = (AC) \int_A h d\mu.$$

Funkciu h potom nazývame **asymetrickou Choquetovou deriváciou** miery ν vzhľadom na μ a označujeme

$$h = \frac{\partial \nu}{\partial \mu}.$$

V kontexte hľadania riešenia diferenciálnych rovníc vzhľadom na neaditívne miery sa ukazujú kľúčové nasledujúce dve vlastnosti. Tieto vlastnosti sú špecifické pre Choquetov integrál, pretože pri Lebesgueovom platia triviálne.

Veta 1.14 (Komutativita Choquetových integrálov) Nech g je monotónna funkcia. Nech μ_m a μ_n sú distortované Lebesgueove miery. Potom platí

$$(C) \int \left[(C) \int g d\mu_m \right] d\mu_n = (C) \int \left[(C) \int g d\mu_n \right] d\mu_m.$$

Toto tvrdenie vyplýva z možnosti výpočtu Choquetovho integrálu cez Laplaceovu transformáciu.

Veta 1.15 (Komutativita Choquetových derivácií) Nech μ_m a μ_n sú distortované Lebesgueove miery a $m \neq n$. Nech $\frac{\partial f}{\partial \mu_m}(0) = \frac{\partial f}{\partial \mu_n}(0) = 0$. Potom platí

$$\frac{\partial}{\partial \mu_m} \frac{\partial f}{\partial \mu_n} = \frac{\partial}{\partial \mu_n} \frac{\partial f}{\partial \mu_m}$$

Toto tvrdenie podobne vyplýva z definície Choquetovej derivácie cez Laplaceovu transformáciu.

2 Diferenciálne rovnice vzhľadom na aditívne miery

Obyčajné diferenciálne rovnice (vzhľadom na Lebesgueovu mieru) sú dnes už do značnej miery preskúvané. Špeciálne postavenie v teórii diferenciálnych rovníc však majú takzvané diferenciálne rovnice vzhľadom na aditívne miery (mierou riadené diferenciálne rovnice). Ide o špeciálny prípad zovšeobecnených diferenciálnych rovníc. Sú to diferenciálne rovnice s mierami ako koeficientami. Vo fyzike sa používajú najmä pri modelovaní nespojitých, nehladkých alebo skokových javov. V podstate ide o limitný prípad obyčajných a parciálnych diferenciálnych rovníc.

Motivačným príkladom pre zavedenie diferenciálnych rovníc vzhľadom na aditívne miery je netriviálna diferenciálna rovnica, ktorej riešenie nevieme nájsť vo všeobecnosti metódami obyčajných diferenciálnych rovníc

$$\frac{d^2 y}{dx^2} + \rho(x)y = 0, \quad x \in [0, 1],$$

kde x, y sú jednorozmerné a $\rho(x)$ je nekonštantné. Takouto rovnicou je popísaná napríklad priestorová oscilácia jednorozmernej struny. Táto rovnica vedie k niekoľkým ďalším problémom, ktorých riešenia sa dajú opísať pomocou diferenciálnych rovníc vzhľadom na miery. Pre tzv. potenciál ρ , ktorý generuje absolútne spojitú mieru $\mu_\rho(x) = \int_0^x \rho(s)ds$ vieme na štúdium rovnice použiť klasickú teóriu diferenciálnych rovníc.

Zaujímavejšie to bude, ak miera bude napr. singulárna - vo všeobecnosti hovoríme o koncepte tzv. Radonových mier. Príkladom takejto diferenciálnej rovnice je

$$dy + yd\mu(x) = 0, \quad x \in [0, 1],$$

kde μ je síce aditívna, ale singulárna miera, s počiatočnou podmienkou (pre $x = 0$)

$$(y(0), \dot{y}(0)) = (y_0, v_0) \in \mathbb{R}^2 (\mathbb{C}^2).$$

Formálne je rovnica ekvivalentná so systémom

$$\begin{aligned} dy(x) &= z(x)dx, \\ dz(x) &= -y(x)d\mu(x). \end{aligned}$$

Riešenie y tejto Cauchyho úlohy spolu so zovšeobecnenou rýchlosťou $\dot{y}$ je potom určené systémom

$$\begin{aligned} y(x) &= y_0 + \int_{[0,x]} \dot{y}(s)ds, \quad x \in [0, 1], \\ \dot{y}(x) &= \begin{cases} v_0 & x = 0, \\ v_0 - \int_{[0,x]} y(s)d\mu(s) & x \in (0, 1]. \end{cases} \end{aligned}$$

Pre túto rovnicu sú potom známe výsledky:

- **úloha s počiatočnou podmienkou má jednoznačné riešenie na $[0, 1]$,**
- riešenia $y(x)$ sú absolútne spojité v $x \in [0, 1]$,
- $\dot{y}(x)$ sú nenormalizované miery alebo funkcie s ohraničenou variáciou na $[0, 1]$,
- pre $x \in (0, 1)$ sa $\dot{y}(x)$ zhoduje s klasickou jednostrannou deriváciou

$$\dot{y}(x) = \lim_{s \downarrow x} \frac{y(s) - y(x)}{s - x},$$

- ak $\Delta\mu(x_0) := \mu(x_0) - \mu(x_0^-) \neq 0$, tak má rýchlosť $\dot{y}(x)$ skok alebo impulz v $x = x_0$ rovný $-y(x_0)\Delta\mu(x_0)$.

Dôležité pozorovanie je, že takýto typ rovníc v sebe zahŕňa obyčajné diferenciálne rovnice. Okrem nich sa však pomocou týchto rovníc dajú popísať aj diferenčné rovnice, integrálne rovnice, impulzné rovnice a stochastické diferenciálne rovnice.

Príklad 2.1 (Stochastická diferenciálna rovnica) Z reálnej analýzy vieme, že pre aditívnu mieru μ existuje jej takzvaná dekompozícia.

$$\mu = \mu_{ac} + \mu_{sc} + \mu_{cs},$$

kde μ_{ac} je absolútne spojitá časť, μ_{sc} je singulárne spojitá časť a μ_{cs} je kompletne singulárna časť. Tento rozklad sa dá upraviť na

$$\mu = \mu_{ac} + \mu_s, \quad \text{kde } \mu_s := \mu_{sc} + \mu_{cs}.$$

Potom môžeme systém

$$\begin{aligned} dy(x) &= z(x)dx, \\ dz(x) &= -y(x)d\mu(x) \end{aligned}$$

prepísať na

$$\begin{aligned} dy(x) &= z(x)dx, \\ dz(x) &= -y(x)dx - y(x)d\mu_s, \end{aligned}$$

kde, keď použijeme štandardné značenie stochastického kalkulu, dostávame

$$\begin{aligned} dy_t &= z_t dt, \\ dz_t &= -y_t(t)dt - y_t dB_t. \end{aligned}$$

Teda sme prepísali diferenciálnu rovnicu vzhľadom na aditívnu mieru na systém stochastických diferenciálnych rovníc.

3 Diferenciálne rovnice vzhľadom na neaditívne miery

Na diferenciálne rovnice vzhľadom na aditívne miery nadviazal najmä Sugeno a neskôr Torra, ktorí sa venovali diferenciálnym rovniciam vzhľadom na neaditívne miery (najmä distortované Lebesgueove miery). Začneme motivačným príkladom od Laiate et al.

Príklad 3.1 Budeme modelovať situáciu, v ktorej je populácia obyvateľov nakazených vírusom HIV. $x(t)$ bude popisovať bezpríznakových pacientov v čase a $y(t)$ príznakových. Budeme predpokladať, že nikto nový sa nenakazí, ani nikto z populácie nezomrie. $\lambda(t)$ je funkcia popisujúca prechod z bezpríznakového na príznakové štádium. Opačný prenos nie je možný. Táto situácia sa dá modelovať nasledujúcim dynamickým systémom

$$\begin{aligned} \frac{dx(t)}{dt} &= -\lambda(t)x(t) \\ \frac{dy(t)}{dt} &= \lambda(t)x(t). \end{aligned}$$

Pričom platí, že $x(t) + y(t) = 1$ (nikto nový nepribudne ani nikto neodíde z nášho systému) a $x(0) = 1, y(0) = 0$, teda na začiatku sú všetci pacienti bezpríznakoví.

Jednoduchou úpravou dostávame

$$\frac{dy(t)}{dt} = \lambda(t)(1 - y(t)) \implies y(t) = \int_0^t \lambda(\tau)(1 - y(\tau))d\tau.$$

Keďže ale

$$(C) \int_{[0,t]} (1-y) d\mu_m = \int_0^t m'(\tau)(1-y(\tau)) d\tau,$$

tak ak stotožníme funkcie λ a m' , tak pôvodný systém vieme modelovať práve pomocou diferenciálnej rovnice vzhľadom na distortovanú (neaditívnu) mieru

$$\frac{dy(t)}{dt} = \lambda(t)(1-y(t)) \implies \frac{\partial y(t)}{\partial \mu_m} = (1-y(t)).$$

3.1 Existencia a jednoznačnosť riešenia Cauchyho úlohy pre diferenciálne rovnice vzhľadom na neaditívne miery

Rovnica v príklade je diferenciálna rovnica prvého rádu vzhľadom na neaditívnu mieru. Vo všeobecnosti ak nepoznáme pravú stranu diferenciálnej rovnice, tak diferenciálnu rovnicu v normálnom tvare značíme ako

$$\frac{\partial y(\tau)}{\partial \mu_m} = F(\tau, y(\tau)), \quad y(0) = 0.$$

Pre túto rovnicu platí nasledovné tvrdenie.

Veta 3.2 *Nech platia nasledovné podmienky:*

- m je distorcia Lebesgueovej miery, pričom $m(\tau) \leq \tau$, pre $\tau \in [0, 1]$ a $m \in C^2[0, 1]$,
- $F : [0, 1] \times [0, \infty)$ je spojitá, nezáporná a neklesajúca funkcia v prvej zložke a lipschitzovská v druhej zložke s Lipschitzovou konštantou L a $F(0, 0) = 0$,
- $F(\alpha, z) \leq \theta(\alpha)z^\gamma$, $\theta > 0$ a $\|\theta M_p\|_r < \infty$, kde $1 \leq \gamma r \leq p$,
- ak $M_p(\alpha, t) := \int_0^1 \left(\frac{\partial \mu_m([\alpha, t])}{\partial \alpha} \right)^p d\tau$, tak $L\|M_p\|_q < 1$, kde $q = \frac{p}{p-1}$.

Potom nasledujúca rovnica má práve jedno riešenie

$$\frac{\partial y(\tau)}{\partial \mu_m} = F(\tau, y(\tau)), \quad y(0) = 0.$$

Kľúčovou myšlienkou dôkazu je zavedenie premennej $y_1(\tau) = \int_0^\tau y(t)dt$. Vďaka tomu vieme prepísať našu rovnicu následovne

$$\frac{\partial y(\tau)}{\partial \mu_m} = F(\tau, y(\tau)), \quad y(0) = 0 \implies \frac{\partial}{\partial \mu_m} \left(\frac{dy_1(\tau)}{d\tau} \right) = F(\tau, y_1(\tau)), \quad y_1(0) = 0.$$

Potom za istých predpokladoch vieme využiť vety o komutatívite Choquetových derivácií a integrálov a dostaneme vyjadrenie

$$y(\tau) = \int_0^\tau \frac{\partial \mu([\alpha, \tau])}{\partial \tau} F(\alpha, y(\alpha)) d\alpha,$$

čo si označíme ako funkcionál $\mathcal{Y}(y(\tau))$ a budeme sa môcť na túto rovnicu pozerat' pomocou funkcionálnej analýzy. Pričom samotný dôkaz tejto vety je potom pomerne technický a vychádza z Banachovej vety o pevnom bode a využíva pokročilé metódy funkcionálnej analýzy.

Predpoklad na nerastúcosť funkcie F v predchádzajúcej vete vieme vynechať. Potom podobným spôsobom dostaneme podobný funkcionál a výsledkom budú rovnaké podmienky na normy ako v predpokladoch danej vety. Avšak predpoklad o znamienku funkcie F vynechať nevieme, pretože niektoré odhady by sa nám nepodarilo urobiť. To prináša problém pre prípad lineárnej diferenciálnej rovnice vzhľadom na distortovanú mieru, bez pravej strany, ktorej riešenia sa snažil popísať Sugeno.

3.2 Lineárna diferenciálna rovnica vzhľadom na distortované Lebesgueove (neaditívne) miery

Sugeno sa vo svojej práci zaoberal rovnicou

$$\frac{\partial y(t)}{\partial \mu_m(t)} - ay(t) = 0,$$

kde $a > 0$ a $y(0) = 0$, teda lineárnou diferenciálnou rovnicou prvého rádu vzhľadom na distortovanú Lebesgueovu mieru s nulovou pravou stranou. Ľahko sa ukáže, že riešením tejto rovnice je takzvaná m -exponenciálna funkcia e_m^{at} (zjavne ak distorcia m je identita, tak distortovaná Lebesgueova miera sa zredukje na štandardnú Lebesgueovu mieru a teda aj m -exponenciálna funkcia bude klasická exponenciálna funkcia e^{at}). Dokonca vieme povedať, že ak m a n sú dve rôzne distorcie Lebesgueovej miery, tak $e_m^{at} \neq e_n^{at}$. Problém však je, že nevieme nič povedať o znamienku funkcie ae_m^{at} a predchádzajúca veta vyžaduje, že ak máme rovnicu v normálnom tvare tak pravá strana musí byť nezáporná funkcia. Teda záverom o Sugenovej rovnici vieme, že e_m^{at} je jej riešením, nevieme však povedať či jediným.

Záver

Cieľom predloženej práce bolo oboznámenie sa s všeobecnou teóriou miery. Naštudovať aké typy neaditívnych mier poznáme a na ich základe vybudovať teóriu Choquetových integrálov. Ďalším cieľom bolo naštudovať si informácie o Choquetovom kalkule, založenom na zovšeobecnení Radonovej-Nikodymovej derivácie pre neaditívne miery (najmä distortované Lebesgueove miery) a integrály, takzvanej Choquetovej derivácii. Taktiež sme si ukázali jednoduché tvrdenia o komutativite Choquetovej derivácie a integrálu pre distortované miery, ktoré sme využili v dôkaze existencie a jednoznačnosti riešenia Cauchyho úlohy pre diferenciálne rovnice vzhľadom na neaditívne miery. V závere sme tiež ukázali, že tento prístup sa nedá aplikovať už pri jednoduchšej lineárnej diferenciálnej rovnici vzhľadom na neaditívne miery. Z toho vyplýva, že síce poznáme presný tvar riešenia, tak nevieme či je jediný. Riešením tohto problému by sme sa chceli zaoberať v ďalšom výskume.

Podakovanie

Financované EÚ NextGenerationEU prostredníctvom Plánu obnovy a odolnosti SR v rámci projektu č. 09I03-03-V05-00008, grant vvgs-2023-2928 a za podpory Agentúry na podporu výskumu a vývoja na základe Zmluvy č. APVV-21-0468.

Literatúra

1. BELIAKOV, G., JAMES, S., and WU, J.-Z. Discrete Fuzzy Measures. Computational Aspects. Springer Cham, (2020).
2. CHOQUET, G. Theory of capacities. Annales de l'institut Fourier 5 (1954), 131–295.
3. DENNENBERG, D. Non-Additive Measure and Integral. Theory and Decision Library B. Springer Netherlands, (1994).
4. GRABISCH, M., and LABREUCHE, C. The symmetric and asymmetric Choquet integrals on finite spaces for decision making. Statistical Papers 43, (2002), 37–52.
5. GRAF, S. A radon-nikodym theorem for capacities. Journal für die reine und angewandte Mathematik 320 (1980), 192–214.
6. LAIATE B., LAUREANO EE, de BARROS LC. Dinamica para transferencia de HIV com e sem tratamento a partir do Calculo de Choquet. Quinto Congresso Brasileiro de Sistemas Fuzzy, (2018), 323-334.
7. NEGI, S.S., TORRA, V., Existence and uniqueness of solutions of differential equations with respect to non-additive measures. Math. Methods Appl. Sci. 46 (2), (2023) 2174-2196.

8. NEGI, S.S., TORRA, V., A note on Sugeno exponential function with respect to distortion. *Applied Mathematics and Computation* 470 (2024),
9. NEUBRUNN, T., and RIEČAN, B. *Miera a integrál*. Veda, (1981).
10. SCHWABIK, S. *Generalized Ordinary Differential Equations (Series in Real Analysis)*. Series in Real Analysis 5. World Scientific Publishing Company, (1992).
11. SUGENO, M., *Theory of Fuzzy Integrals and Its Applications*. Tokyo Institute of Technology, (1974).
12. SUGENO, M. A note on derivatives of functions with respect to fuzzy measures. *Fuzzy Sets and Systems* 222 (2013), 1–17.
13. SUGENO, M. A way to choquet calculus. *Fuzzy Systems, IEEE Transactions on* 23 (2015), 1439–1457.
14. ZHANG, M. Solutions and eigenvalues of measure differential equations. <http://semed.ugr.es/slides/Zhang.pdf>, (2017).

Vplyv chalkónu 1C na reguláciu ABC transportérov

Effect of chalcone 1C on the regulation of ABC transporters

Ondrej FRANKO¹, Martina ČIŽMÁRIKOVÁ¹, Olga WESOŁOWSKA², Radka MICHÁLKOVÁ¹, Viktória HÁZIKOVÁ¹, Beáta LEŠKOVÁ¹

¹ Univerzita Pavla Jozefa Šafárika v Košiciach, Lekárska fakulta

² Oddelenie biofyziky a neurobiológie, Lekárska univerzita vo Vroclave

Abstrakt: Chalkóny, významné bioprekurzory flavonoidov, sú známe bohatou protinádorovou aktivitou, vrátane pôsobenia na membránové efluxné transportéry z rodiny ATP-viažucich kazetových (ABC) transportérov. Zvýšená činnosť týchto transportérov, najmä ABCB1 (P-glykoproteínu), sa spája s fenoménom tzv. mnohopočetnej liekovej rezistencie. V tejto štúdii sme preukázali významný inhibičný potenciál nového syntetického chalkónu 1C, pripraveného na báze akridínu, na efluxnú aktivitu ABCB1 v bunkách ľudského adenokarcinómu kolorekta (COLO 320), pričom jeho účinok bol signifikantne silnejší ako účinok verapamilu (referenčný inhibítor transportéra). Je málo pravdepodobné, že by antiefluxná aktivita chalkónu 1C bola výsledkom inhibície galektínov (3, 4 a 8), pretože látka nemala žiadny zistiteľný účinok na hladiny príslušných proteínov. Diferenciálna skenovacia kalorimetria naopak odhalila možný vplyv skúmanej látky na integritu membrány, čo by mohlo súvisieť so zmienou efluxnou aktivitou ABCB1. Uvedené zistenia podporujú význam ďalšieho skúmania chalkónu 1C ako potenciálnej antiefluxnej látky v boji proti liekovej rezistencii nádorových buniek.

Kľúčové slová: chalkón, ABCB1, P-glykoproteín, mnohopočetná lieková rezistencia, galektín

Abstract: Chalcones, important bioprecursors of flavonoids, are known for their rich anti-tumor activity, including their effects on membrane efflux transporters from the ATP-binding cassette (ABC) transporter family. Increased activity of these transporters, particularly ABCB1 (P-glycoprotein), is closely associated with multidrug resistance. In this study, we demonstrated the significant inhibitory potential of a novel synthetic chalcone, 1C, derived from acridine, on the efflux activity of ABCB1 in human colorectal adenocarcinoma cells (COLO 320). Notably, its effect was significantly stronger than that of verapamil (reference, a well-established ABCB1 inhibitor). The anti-efflux activity of chalcone 1C is unlikely to be mediated by galectin inhibition (3, 4, and 8), as the compound had no detectable impact on their protein levels. However, differential scanning calorimetry revealed a possible effect of 1C on membrane integrity, which may be linked to its influence on ABCB1 efflux activity. These findings highlight the potential of chalcone 1C as a promising anti-efflux agent in combating drug resistance in tumor cells, warranting further investigation.

Keywords: chalcone, ABCB1, P-glycoprotein, multidrug resistance, galectin

Úvod

Mnohopočetná lieková rezistencia (MDR), sprostredkovaná efluxom protinádorových liečiv cez ATP-viažuce kazetové (ABC) transportéry, predstavuje významnú prekážku farmakoterapie nádorov (Marques a kol. 2025). Medzi najvýznamnejšie ABC transportéry patrí proteín ABCB1 (proteín mnohopočetnej liekovej rezistencie typu 1, MDR1 alebo P-glykoproteín), ktorého expresia býva v nádorových bunkách zvýšená, vrátane malignít hrubého čreva, a často súvisí so zhoršenou prognózou (Bukowski a kol. 2020). Jeho inhibícia preto predstavuje perspektívny terapeutický cieľ. Vzhľadom na nepriaznivé vlastnosti (nízka špecifickosť, vysoká toxicita alebo interakčný potenciál) prvých troch generácií inhibítorov ABC transportérov sa dnes vedecká komunita sústreďuje na ich štvrtú generáciu (Karthikeyan a Hoti 2015; Duan a kol. 2023). Tam patria látky prírodného charakteru a ich deriváty, ktoré vykazujú nižšiu toxicitu a výhodnejšie farmakokinetické vlastnosti. Významnými zástupcami tejto skupiny sú chalkóny a ich deriváty, ktoré vykazujú sľubný potenciál v boji proti liekovej rezistencii nádorových buniek. Chalkóny sú prírodné alebo syntetické bioprekurzory bioflavonoidov a sú známe bohatou protinádorovou aktivitou (Vilková a kol. 2022; Kudličková a kol. 2023). Predmetom záujmu našej výskumnej skupiny sa stali deriváty chalkónov odvodených od akridínu, a to predovšetkým chalkón 1C. Ten preukázal významné antiproliferačné účinky na nádorových bunkách hrubého čreva HCT116, COLO 205 a COLO 320 (Takáč a kol. 2018; Čižmáriková a kol. 2019; Takáč a kol. 2020). Okrem iného ho charakterizuje schopnosť inhibovať efluxnú aktivitu ABCB1, čo bolo preukázané rodaminovým testom (Čižmáriková a kol. 2019). Rovnako sa zaznamenala jeho vyššia selektivita účinku voči nádorovým bunkám (Takáč a kol. 2018; Čižmáriková a kol. 2019; Gazdova a kol. 2022) a synergický účinok s doxorubicínom (Čižmáriková a kol. 2019). Prírodné a syntetické látky, vrátane chalkónov, môžu ovplyvňovať ABC transportéry rôznymi molekulárnymi mechanizmami, akými sú kompetitívna alebo nekompetitívna inhibícia, narušenie integrity membránovej lipidovej dvojvrstvy, modulácia regulátorov exprese a aktivity transportéra alebo zmeny signálnych dráh (Bharathiraja a kol. 2023).

Okrem priamej inhibície transportérov môžu prírodné látky ovplyvňovať regulačné mechanizmy spojené s ich expresiou a aktivitou. Medzi takéto regulačné molekuly patria aj galektíny (GAL). Tieto proteíny ovplyvňujú nádorový rast, migráciu, mikroprostredie nádoru, invazivnosť, angiogénzu a imunitný únik nádorových buniek (Li a kol. 2021; Kapetanakis a Busson 2023). V ľudskom organizme bolo identifikovaných 14 galektínov (Girotti a kol. 2020), pričom ich zvýšená expresia sa potvrdila vo viacerých nádorových tkanivách (Sanjuan a kol. 1997; Song a kol. 2012; Yamaki a kol. 2013). Nedávne štúdie ukázali, že galektíny regulujú expresiu a aktivitu ABC transportérov. Utlmenie génu pre galektín 3 (GAL3) v bunkách kolorektálneho karcinómu (Caco-2) viedlo k inhibícii epirubicínom indukovanej exprese ABCB1, ABCC1 a ABCC2, čo zvýšilo intracelulárnu akumuláciu epirubicínu (Lee a kol. 2013). Pridanie

rekombinantného galektínu 3 k bunkám folikulárneho karcinómu štítnej žľazy (FTC133) naopak zvýšilo fosforyláciu ABCB1 a prežívanie buniek, pričom jeho antagonizy zvyšovali senzitivitu na doxorubicín (Harazono a kol. 2015). Nedávna analýza zaznamenala vplyv xantohumolu na inhibíciu GAL3, aj keď nie v súvislosti s nádormi (Luís a kol. 2019). Galektín-4 (GAL4) je primárne exprimovaný v tráviacom systéme, pričom sa predpokladá jeho vplyv na stabilizáciu lipidových raftov a adherentných spojov prostredníctvom svojej schopnosti sieťovať glykány (Bum-Erdene a kol. 2016). Ďalšia vedecká práca poukázala na významné zvýšenie expresie galektínu 8 (GAL8) v bunkách rezistentných na farmakoterapiu (Chien a kol. 2025). Napriek týmto pozorovaniam vzťahy medzi zlúčeninami odvodenými od chalkónu, galektínmi a transportérmi ABC nie sú objasnené, čo poukazuje na dôležitosť výskumu v tejto oblasti.

Dôležitými faktormi ovplyvňujúcimi funkciu ABC transportérov sú aj integrita a fyzikálno-chemické vlastnosti bunkovej membrány, ktorých zmeny môžu modulovať chemorezistenciu nádorových buniek (Huang a Sadée 2006; Silvestrini a kol. 2012). Interakcie chalkónov s lipidovou dvojvrstvou nie sú doposiaľ dobre charakterizované, ale niektoré chalkóny, ako napr. prenylované deriváty (Wesołowska a kol. 2014; Palko-Łabuz a kol. 2021) alebo niektoré metoxychalkóny (Palko-Łabuz a kol. 2024) už preukázali významný vplyv na integritu modelových fosfatidylcholinových membrán. Či sú účinky chalkónov na integritu membrány spojené s inhibíciou ABC transportérov zatiaľ nie je objasnené.

Cieľom tejto práce je identifikovať potenciálne inhibičné účinky nového syntetického chalkónu 1C, pripraveného na báze akridínu, na aktivitu efluxného transportéra ABCB1 prítomného v bunkovej línii COLO 320 pomocou novej fluorescenčnej analýzy. Ďalším cieľom je experimentálne preskúmať mechanizmy, ktorými táto látka môže modulovať efluxnú aktivitu transportéra. Bližšie sa zameriame na štúdium vplyvu 1C na hladiny proteínov vybraných galektínov (GAL3, GAL4 a GAL8) využitím metódy Western blot, ako aj na posúdenie jeho účinkov na integritu bunkovej membrány pomocou diferenciálnej skenovacej kalorimetrie (DSC), pričom využijeme model lipidovej dvojvrstvy pripravenej z 1,2-dipalmitoylfosfatidylcholínu (DPPC).

Materiál a metodika

Testovaná látka

V experimentoch bol použitý syntetický derivát chalkónu (2E)-3-(akridín-9-yl)-1-(2,6-dimetoxyfenyl)prop-2-én-1-ón (1C). Látka bola pripravená Mgr. Tomášom Jánom Liškom na Ústave chemických vied Prírodovedeckej fakulty UPJŠ v Košiciach pod vedením doc. RNDr. Márie Vilkovej, PhD.

Bunkové línie

Na skúmanie účinku chalkónu 1C sme použili parentálnu bunkovú líniu kolorektálneho adenokarcinómu (COLO 205) a líniu kolorektálneho adenokarcinómu so zvýšenou expresiou transportéra ABCB1 (COLO 320). Bunky boli kultivované v médiu RPMI v inkubátore pri štandardných podmienkach (37 °C, 5 % CO₂).

Skríning inhibičnej aktivity chalkónu 1C na ABCB1 pomocou fluorescenčného testu

Na skríning vplyvu chalkónu 1C na aktivitu efluxného transportéra ABCB1 v bunkách COLO 320 bol použitý Multidrug Efflux Transporter P-Glycoprotein (ABCB1/MDR1/P-gp) Ligand Screening Kit (ab284553, K507; BioVision, Abcam). Tento test využíva inkubáciu buniek endogénne exprimujúcich transportér ABCB1 s jeho lipofilným nefluorescenčným substrátom. V prítomnosti inhibítorov tohto transportéra dochádza k intracelulárnej akumulácii substrátu a jeho metabolizácii vplyvom cytosolových esteráz na hydrofilný fluorescenčný metabolit. Ten nie je schopný prestupovať cez bunkovú membránu a zároveň už nie je substrátom ABCB1. Intracelulárna akumulácia tohto metabolitu vedie následne k zvýšeniu fluorescenčného signálu. Absencia inhibítorov sa spája s efluxom nefluorescenčného substrátu a nízkou fluorescenciou buniek. Množstvo akumulovaného fluorofóru tak slúži ako nepriamy ukazovateľ aktivity ABCB1, pričom zvýšená intracelulárna fluorescencia indikuje inhibíciu efluxnej funkcie. Test bol realizovaný podľa pokynov výrobcu. Na elimináciu autofluorescencie boli zahrnuté aj kontrolné vzorky bez substrátu a bez inhibítora. Na meranie fluorescenčného signálu sme použili zariadenie Cytation™ 3 (BioTek, Winooski, VT, USA) pri excitačných/emisných vlnových dĺžkach 488 a 532 nm.

Western blot

Western blot je semikvantitatívna metóda, ktorá sa využíva na hodnotenie vplyvu skúmaných látok na zmeny hladín rôznych proteínov využitím špecifických protilátok. V našich experimentoch boli na analýzy použité bunkové línie COLO 205 a COLO 320, ktoré sme nasadili do Petriho misiek s priemerom 10 cm ($1,5 \times 10^6$ buniek/miska). Po 24 hodinovej inkubácii sa k vzorkám pridala testovaná zlúčenina 1C v koncentrácii 5 μ mol, pričom expozícia prebiehala v priebehu 24, 48 a 72 hodín. Na detekciu proteínov sa využil substrát pre vylepšenú chemiluminiscenciu (ECL). Následná vizualizácia bola realizovaná na zariadení iBright FL1500. Experimenty sme vykonali v troch nezávislých opakovaniach, pričom výsledná expresia proteínov bola v jednotlivých experimentoch normalizovaná voči β -aktínu a analyzovaná pomocou zobrazovacieho systému iBright™ FL1500 (Thermo Fisher Scientific, Waltham, MA, USA).

Diferenciálna skenovací kalorimetria (DSC)

Uvedená metodika sa použila na štúdium vplyvu chalkónu 1C na tepelné vlastnosti modelovej lipidovej membránovej dvojvrstvy pripravenej z nasýteného fosfolipidu DPPC ($M_r = 734,039$ g/mol). Zásobný roztok chalkónu 1C (5 μ mol), sa

k lipidu (3 mg) pridával v molárnych pomeroch lipid:chalkón 1:(0,02; 0,04; 0,06). Pripravené suspenzie boli prepipetované do hliníkových kapsúl a následne hermeticky uzavreté. Kalorimetrické merania sa uskutočnili pomocou mikrokalorimetra DSC 600 (Unipan, Varšava, Poľsko) pri rýchlosti ohrevu 1,25 Kelvina (K) za minútu v rozsahu 300 – 330 K. Vzorky sa merali bezprostredne po príprave. Pre každý molárny pomer chalkón:lipid boli pripravené minimálne 2 nezávislé vzorky, pričom každá bola meraná minimálne v 4 opakovaniach.

Metódy štatistického vyhodnotenia

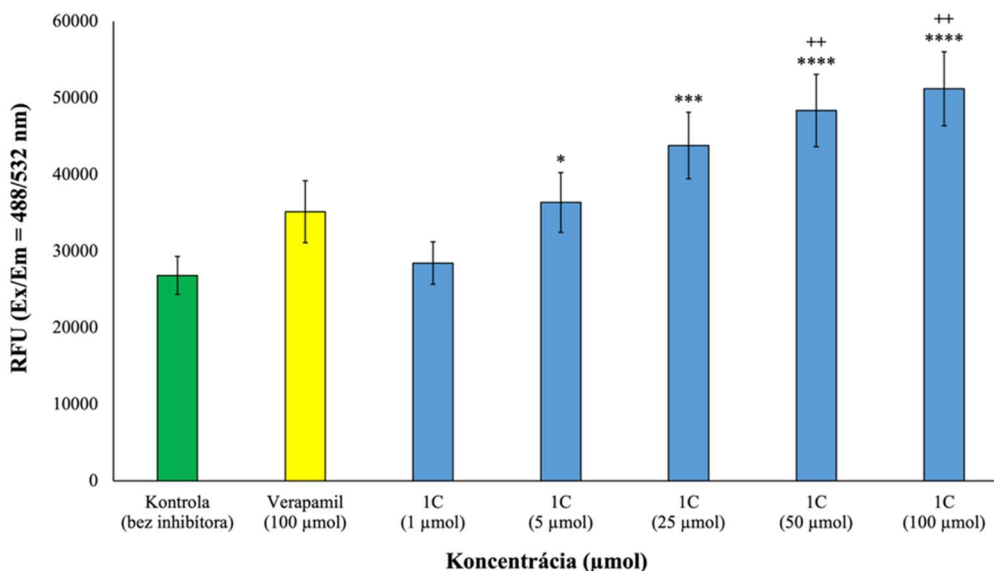
Získané údaje boli analyzované pomocou GraphPad Prism verzie 8.0.2 (GraphPad Software). Pri štatistickej analýze získaných údajov bol použitý ANOVA test. Za štatisticky významný rozdiel medzi analyzovanými skupinami sa považovali hodnoty p na úrovni štatistickej významnosti * $p < 0,05$, ** $p < 0,01$ a *** $p < 0,001$ a **** $p < 0,0001$. Kalorimetrické údaje boli analyzované off-line pomocou softvéru vyvinutého na Oddelení biofyziky a neurobiológie Lekárskej univerzity vo Vroclave, Poľsko.

Výsledky a diskusia

Vplyv chalkónu 1C na efluxnú aktivitu ABCB1

Vplyv chalkónu 1C na efluxnú aktivitu ABCB1 v bunkách COLO 320 bol hodnotený na základe analýzy fluorescenčného signálu podľa popisu metodiky. V porovnaní s kontrolou sme zaznamenali signifikantné zvýšenie akumulácie fluoregénnej látky v prítomnosti chalkónu 1C už od koncentrácie 5 μmol , čo indikuje významný inhibičný antiefluxný potenciál tejto skúmanej látky. Pozorovaný účinok bol navyše koncentračne závislý (Graf. 1, Tab. 1). Porovnanie fluorescenčného signálu počas inkubácie buniek s chalkónom 1C a verapamilom (referenčný inhibitor ABCB1) v rovnakej koncentrácii (100 μmol) odhalilo signifikantne silnejší antiefluxný potenciál látky 1C (Graf. 1, Tab. 1). Signifikantne zvýšený inhibičný vplyv na aktivitu ABCB1 v porovnaní s verapamilom (100 μmol) pretrvával pri 1C aj v koncentrácii 50 μmol (Graf. 1, Tab. 1). Súhrnne naše analýzy preukázali významný vplyv chalkónu 1C na efluxnú aktivitu ABCB1, pričom modulačný účinok bol v porovnaní s verapamilom pozorovaný už pri nižších dávkach. Tieto výsledky sú v súlade so štúdiami, ktoré taktiež využili fluorescenčné testy na báze kalceínu alebo iných substrátov, pričom potvrdili dávkovo závislú inhibíciu ABCB1 pomocou známych aj novo identifikovaných inhibítorov (Ansbro a kol., 2013; Armada a kol., 2016).

Graf. 1: Fluorescenčná analýza znázorňujúca schopnosť chalkónu 1C inhibovať funkciu ABCB1 transportéra v bunkách COLO 320.



Úrovně štatistickej významnosti sú označené nasledovne: * $p < 0,05$, ** $p < 0,01$ a *** $p < 0,001$ a **** $p < 0,0001$ v porovnaní s kontrolou; + $p < 0,05$, ++ $p < 0,01$ v porovnaní s pozitívnou kontrolou ovplyvnenou verapamilom. Em = emisija; Ex = excitácia; RFU = relatívna fluorescencia.

Tab. 1 Štatistická analýza retencie fluorofóru v prítomnosti chalkónu 1C v bunkách COLO 320.

Vzorka	C (μmol)	RFU $\pm$ SD	p	Vzorka	C (μmol)	RFU $\pm$ SD	p
Kontrola	–	26814,56 $\pm$ 2484,07	Ref.				
Verapamil	100	35116,50 $\pm$ 4047,65	0,0938	Verapamil	100	35116,50 $\pm$ 4047,65	Ref.
1C	1	28428,56 $\pm$ 2769,36	0,9902	1C	1	28428,56 $\pm$ 2769,36	0,2192
1C	5	36348,44 $\pm$ 3907,03	0,0469	1C	5	36348,44 $\pm$ 3907,03	0,9974

1C	25	43761,33 ± 4334,27	0,0007	1C	25	43761,33 ± 4334,27	0,0776
1C	50	48345,89 ± 4721,57	<0,0001	1C	50	48345,89 ± 4721,57	0,0054
1C	100	51174,56 ± 4828,22	<0,0001	1C	100	51174,56 ± 4828,22	0,001

C = koncentrácia; RFU = relatívna fluorescencia; SD = štandardná odchýlka.

Western blot

Pri analýze proteínovej expzie sme sa zamerali na regulačné proteíny z radu galektínov. U niektorých z nich bol zaznamenaný ich možný vzťah k regulácii ABC transportérov, predovšetkým ABCB1 (Harazono a kol. 2015). Inhibícia týchto mechanizmov by mohla viesť k zvýšenej intracelulárnej akumulácii substrátov ABCB1, vrátane cytostatík, a tým potenciálne prispieť k prekonaniu chemorezistencie sprostredkovanej týmto transportérom (Bugde a kol., 2017). Vzhľadom na ich modulačný vplyv v kľúčových procesoch karcinogenézy sú galektíny čoraz častejšie označované za perspektívne terapeutické ciele v onkológii (Laderach a Compagno 2023). Podľa našich znalostí doposiaľ nebola publikovaná žiadna vedecká práca, ktorá by sledovala vplyv chalkónov na báze akridínov vo vzťahu k hladinám viacerých galektínov.

Expzie vybraných galektínov (GAL3, GAL4 a GAL8) boli analyzované na úrovni proteínov v bunkových líniiach COLO 205 a COLO 320 pomocou štandardnej metódy Western blot (

Proteín	COLO 205				COLO 320				Molekulová hmotnosť (kDa)
	Kont.	24 h	48 h	72 h	Kont.	24 h	48 h	72 h	
GAL3									28
GAL4									35
GAL8									40
β-aktín									45

Obr. 5). Bunky boli vystavené účinku akridínového derivátu chalkónu (1C) v koncentrácii 5 μ mol po dobu 24, 48 a 72 hodín. V oboch líniiach a pri všetkých inkubačných časoch sa hladiny galektínov po liečbe výrazne nemenili. Na účely kvantifikácie boli hladiny príslušných proteínov normalizované na expziu referenčného proteínu (β -aktín), ktorý slúžil ako kontrola pre nasadenú koncentráciu proteínov. Vzhľadom na získané výsledky nepredpokladáme vplyv látky 1C na moduláciu efluxnej aktivity transportéra ABCB1 prostredníctvom zmien v expresii hodnotených proteínov zo skupiny galektínov.

Proteín	COLO 205				COLO 320				Molekulová hmotnosť (kDa)
	Kont.	24 h	48 h	72 h	Kont.	24 h	48 h	72 h	
GAL3									28
GAL4									35
GAL8									40
β-aktín									45

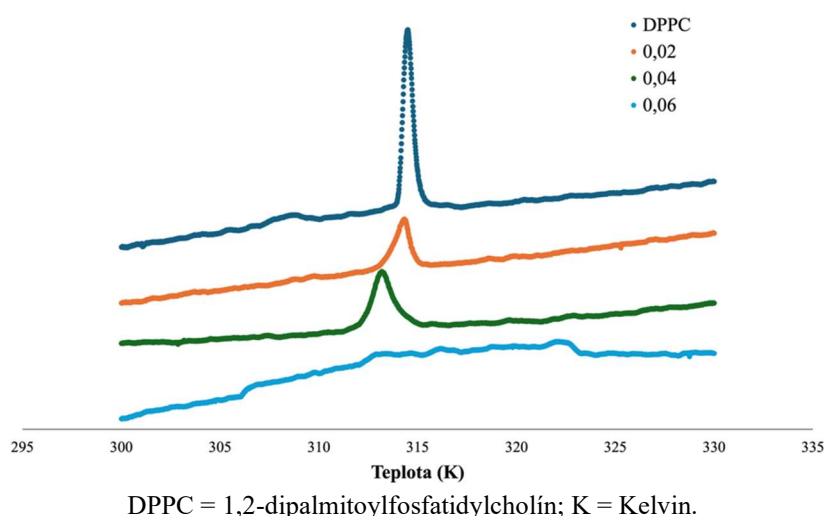
Obr. 5 Reprezentatívne snímky western blot membrán zobrazujúce vplyv chalkónu 1C na expziu galektínov v bunkových líniiach COLO 205 a COLO 320 (h = hodina).

Diferenciálna skenovací kalorimetria

Na testovanie vplyvu chalkónu 1C na integritu fosfolipidovej dvojvrstvy sme využili model s použitím DPPC. Analýza ukázala, že čistý lipid DPPC prechádza typickým fázovým prechodom z gélovej do kvapalno-kryštalickej fázy pri teplote

približne 314 – 315 K (41 – 42 °C), čo je v súlade s údajmi z literatúry (Liu a Conboy 2004). Zmeny v tvare a pozícii alebo chýbanie tepelného prechodu sa v našich experimentoch pozorovali vplyvom látky 1C pri molárnych pomeroch 1:0,02; 1:0,04 a 1:0,06 (Graf. 2). DSC tiež odhalila zníženie entalpie (ΔH) a rozšírenie fázového prechodu ($T_{1/2}$) vplyvom 1C (Tab. 2). Pri molárnom pomere 1:0,06 sa zdá, že štruktúra dvojvrstvy bola úplne narušená, čo poukazuje na výraznú interakciu zlúčeniny s membránou už pri relatívne nízkych koncentráciách (Graf. 2). Získané výsledky naznačujú, že chalkón 1C ovplyvňuje fázové správanie lipidovej dvojvrstvy DPPC, pravdepodobne prostredníctvom interkalácie do membrány alebo modifikáciou usporiadania lipidových koncov DPPC. Zníženie teploty prechodu poukazuje na destabilizáciu usporiadanej gélovej fázy, čo je v súlade s pozorovaniami pri aditívach schopných vytvárať vodíkové väzby alebo narušovať usporiadanie lipidov v membráne (Boggs a kol., 1986). Rozšírenie fázového prechodu ($T_{1/2}$) poukazuje na zníženú strmú fázového prechodu, čo môže súvisieť s tvorbou mikrodomén alebo zvlnených (ripple) štruktúr (Riske a kol., 2009). Podobné výsledky boli pozorované aj v predchádzajúcich štúdiách, kde sa preukázalo, že chalkónové deriváty s obsahom metoxyskupín (rovnaké obsahuje aj chalkón 1C) sa interkalovali do fosfatidylcholíkových dvojvrstiev, pričom dochádzalo k rozšíreniu prechodových pík (zvýšenie $T_{1/2}$) a zníženiu T_m (Palko-Łabuz a kol. 2024). Koncentračne závislý vplyv chalkónu 1C na fázové správanie lipidovej dvojvrstvy poukazuje na jeho potenciálny vplyv na integritu bunkových membrán v závislosti od dávky, pričom by mohlo ísť o jeden z jeho možných mechanizmov zodpovedných za moduláciu efluxnej aktivity ABCB1.

Graf. 2: DSC analýza vplyvu 1C na fosfolipidovú dvojvrstvu. Termogramy boli normalizované na rovnaké množstvo lipidov.



Tab. 2 DSC analýza vplyvu 1C na fázový prechod fosfolipidovej dvojvrstvy.

DPPC	T_m (K)	SD	ΔH	SD	$T_{1/2}$	SD
0	314,65	0,097	36,5	0,00	0,53	0,013
0,02	314,42	0,076	26,45915	7,58	1,51	0,634
0,04	313,37	0,150	27,99964	3,35	1,50	0,436

DPPC = 1,2-dipalmitoylfosfatidylcholín; DSC = diferenciálna skenovacia kalorimetria; ΔH = zmena entalpie; T_m = teplota fázového prechodu; $T_{1/2}$ = polovičná šírka fázového prechodu; SD = štandardná odchýlka.

Záver

Derivát chalkónu 1C, obsahujúci akridínovú molekulu, účinne inhiboval efluxnú aktivitu transportéra ABCB1 už pri nízkej koncentrácii, čo môže poukazovať na jeho potenciál pri prekonávaní mnohopočetnej liekovej rezistencie. Vplyv chalkónu 1C na proteínovú expresiu galektínov 3, 4 a 8 sme však nezaznamenali ani v jednej z hodnotených línii (COLO 205 a COLO 320), na základe čoho nepredpokladáme zapojenie týchto proteínov do modulácie efluxnej aktivity ABCB1 vplyvom sledovanej látky. Na druhej strane chalkón 1C významne ovplyvňoval fyzikálno-chemické vlastnosti lipidových dvojvrstiev, čo poukazuje na jeho schopnosť interagovať s bunkovými membránami. Tieto výsledky podporujú jeho potenciál ako účinného modifikátora MDR a perspektívneho terapeutického kandidáta v onkologickej liečbe. Na potvrdenie týchto predbežných zistení a dôkladnejšie objasnenie mechanizmov jeho antiefluxného účinku sú však potrebné ďalšie experimentálne štúdie.

Podakovanie

Výskum bol podporený projektmi VEGA 1/0446/22, VVGS-2023-2754 a Medicínskym univerzitným vedeckým parkom v Košiciach (MediPark, Košice – Fáza II.), kód ITMS2014 + 313011D103.

Literatúra

- ANSBRO, M. R. et al., 2013. Screening Compounds with a Novel High-Throughput ABCB1-Mediated Efflux Assay Identifies Drugs with Known Therapeutic Targets at Risk for Multidrug Resistance Interference. *PLoS ONE* . 2013, roč. 8, č. 4, s. e60334. ISSN 1932-6203. Dostupné na: doi:10.1371/journal.pone.0060334
- ARMADA, A. et al., 2016. Fluorimetric Methods for Analysis of Permeability, Drug Transport Kinetics, and Inhibition of the ABCB1 Membrane Transporter. *V: . s. 87–103*. Dostupné na: doi:10.1007/978-1-4939-3347-1_7
- BHARATHIRAJA, P. et al., 2023. Natural medicinal compounds target signal transduction pathways to overcome ABC drug efflux transporter-mediated multidrug resistance in cancer. *Drug Resistance Updates* . 2023, roč. 71, s. 101004. ISSN 13687646. Dostupné na: doi:10.1016/j.drug.2023.101004
- BOGGS, J. M. et al., 1986. Effect of hydrogen-bonding and non-hydrogen-bonding long chain compounds on the phase transition temperatures of phospholipids. *Chemistry and Physics of Lipids* . 1986, roč. 40, č. 1, s. 23–34. ISSN 00093084. Dostupné na: doi:10.1016/0009-3084(86)90059-9
- BUGDE, P. et al., 2017. The therapeutic potential of targeting ABC transporters to combat multi-drug resistance. *Expert Opinion on Therapeutic Targets* . 2017, roč. 21, č. 5, s. 511–530. ISSN 1472-8222. Dostupné na: doi:10.1080/14728222.2017.1310841
- BUKOWSKI, K. et al., 2020. Mechanisms of Multidrug Resistance in Cancer Chemotherapy. *International Journal of Molecular Sciences* . 2020, roč. 21, č. 9, s. 3233. ISSN 1422-0067. Dostupné na: doi:10.3390/ijms21093233
- BUM-ERDENE, K. et al., 2016. Structural characterisation of human galectin-4 N-terminal carbohydrate recognition domain in complex with glycerol, lactose, 3'-sulfo-lactose and 2'-fucosyllactose. *Scientific Reports* . 2016, roč. 6, č. 1, s. 20289. ISSN 2045-2322. Dostupné na: doi:10.1038/srep20289
- ČIŽMÁRIKOVÁ, M. et al., 2019. New Chalcone Derivative Inhibits ABCB1 in Multidrug Resistant T-cell Lymphoma and Colon Adenocarcinoma Cells. *Anticancer Research* . 2019, roč. 39, č. 12, s. 6499–6505. ISSN 0250-7005. Dostupné na: doi:10.21873/anticancer.13864
- DUAN, Ch. et al., 2023. Overcoming Cancer Multi-drug Resistance (MDR): Reasons, mechanisms, nanotherapeutic solutions, and challenges. *Biomedicine & Pharmacotherapy* . 2023, roč. 162, s. 114643. ISSN 07533322. Dostupné na: doi:10.1016/j.biopha.2023.114643
- GAZDOVA, M. et al., 2022. Chalcone-Acridine Hybrid Suppresses Melanoma Cell Progression via G2/M Cell Cycle Arrest, DNA Damage, Apoptosis, and Modulation of MAP Kinases Activity. *International Journal of Molecular Sciences* . 2022, roč. 23, č. 20, s. 12266. ISSN 1422-0067. Dostupné na: doi:10.3390/ijms232012266
- GIROTTI, M. R. et al., 2020. Sweetening the hallmarks of cancer: Galectins as multifunctional mediators of tumor progression. *Journal of Experimental Medicine* . 2020, roč. 217, č. 2. ISSN 0022-1007. Dostupné na: doi:10.1084/jem.20182041
- HARAZONO, Y. et al., 2015. Extracellular galectin-3 programs multidrug resistance through Na⁺/K⁺-ATPase and P-glycoprotein signaling . Dostupné na: www.impactjournals.com/oncotarget/
- HUANG, Y. a SADÉE W., 2006. Membrane transporters and channels in chemoresistance and -sensitivity of tumor cells. *Cancer Letters* . 2006, roč. 239, č. 2, s. 168–182. ISSN 03043835. Dostupné na: doi:10.1016/j.canlet.2005.07.032
- CHIEN, Y. et al., 2025. The clinical impact of galectin-8 in drug resistant breast cancer. *Journal of Cancer* . 2025, roč. 16, č. 4, s. 1296–1309. ISSN 1837-9664. Dostupné na: doi:10.7150/jca.104000
- KAPETANAKIS, N. a BUSSON P., 2023. Galectins as pivotal components in oncogenesis and immune exclusion in human malignancies. *Frontiers in Immunology* . 2023, roč. 14. ISSN 1664-3224. Dostupné na: doi:10.3389/fimmu.2023.1145268
- KARTHIKEYAN, S. a HOTI S., 2015. Development of Fourth Generation ABC Inhibitors from Natural Products: A Novel Approach to Overcome Cancer Multidrug Resistance. *Anti-Cancer Agents in Medicinal Chemistry* . 2015, roč. 15, č. 5, s. 605–615. ISSN 18715206. Dostupné na: doi:10.2174/1871520615666150113103439
- KUDLIČKOVÁ, Z. et al., 2023. Design, Synthesis, and Evaluation of Novel Indole Hybrid Chalcones and Their Antiproliferative and Antioxidant Activity. *Molecules* . 2023, roč. 28, č. 18, s. 6583. ISSN 1420-3049. Dostupné na: doi:10.3390/molecules28186583

- LADERACH, D. J. a COMPAGNO D., 2023. Inhibition of galectins in cancer: Biological challenges for their clinical application . 10. január 2023. B.m.: Frontiers Media S.A. Dostupné na: doi:10.3389/fimmu.2022.1104625
- LEE, Y et al., 2013. Galectin-3 Silencing Inhibits Epirubicin-Induced ATP Binding Cassette Transporters and Activates the Mitochondrial Apoptosis Pathway via β -Catenin/GSK-3 β Modulation in Colorectal Carcinoma. PLoS ONE . 2013, roč. 8, č. 11, s. e82478. ISSN 1932-6203. Dostupné na: doi:10.1371/journal.pone.0082478
- LI, Ch. et al., 2021. Galectins in Cancer and the Microenvironment: Functional Roles, Therapeutic Developments, and Perspectives. Biomedicines . 2021, roč. 9, č. 9, s. 1159. ISSN 2227-9059. Dostupné na: doi:10.3390/biomedicines9091159
- LIU, J. a CONBOY J. C., 2004. Phase Transition of a Single Lipid Bilayer Measured by Sum-Frequency Vibrational Spectroscopy. Journal of the American Chemical Society . 2004, roč. 126, č. 29, s. 8894–8895. ISSN 0002-7863. Dostupné na: doi:10.1021/ja031570c
- LUÍS, C. et al., 2019. Xanthohumol and 8-prenylnaringenin reduce type 2 diabetes-associated oxidative stress by downregulating galectin-3. Porto Biomedical Journal . 2019, roč. 4, č. 1, s. e23. ISSN 2444-8664. Dostupné na: doi:10.1016/j.pbj.0000000000000023
- MARQUES, A. V. L. et al., 2025. The association of ABC proteins with multidrug resistance in cancer. Biochimica et Biophysica Acta (BBA) - Molecular Cell Research . 2025, roč. 1872, č. 2, s. 119878. ISSN 01674889. Dostupné na: doi:10.1016/j.bbamcr.2024.119878
- PALKO-ŁABUZ, A. et al., 2021. Isobavachalcone as an Active Membrane Perturbing Agent and Inhibitor of ABCB1 Multidrug Transporter. Molecules . 2021, roč. 26, č. 15, s. 4637. ISSN 1420-3049. Dostupné na: doi:10.3390/molecules26154637
- PALKO-ŁABUZ, A. et al., 2024. Methoxychalcones as potential anticancer agents for colon cancer: Is membrane perturbing potency relevant? Biochimica et Biophysica Acta (BBA) - General Subjects . 2024, roč. 1868, č. 4, s. 130581. ISSN 03044165. Dostupné na: doi:10.1016/j.bbagen.2024.130581
- RISKE, K. A. et al., 2009. Lipid bilayer pre-transition as the beginning of the melting process. Biochimica et Biophysica Acta (BBA) - Biomembranes . 2009, roč. 1788, č. 5, s. 954–963. ISSN 00052736. Dostupné na: doi:10.1016/j.bbamem.2009.01.007
- SANJUAN, X. et al., 1997. Differential expression of galectin 3 and galectin 1 in colorectal cancer progression. Gastroenterology . 1997, roč. 113, č. 6, s. 1906–1915. ISSN 00165085. Dostupné na: doi:10.1016/S0016-5085(97)700106
- SILVESTRINI, Andrea, Elisabetta MEUCCI, Giuseppe Ettore MARTORANA, Bruno GIARDINA a Alvaro MORDENTE, 2012. Cancer Stem Cell and ATP-Binding Cassette: Which Role in Chemoresistance? V: Advances in Cancer Stem Cell Biology . New York, NY: Springer New York, s. 267–288. Dostupné na: doi:10.1007/978-1-4614-0809-3_16
- SONG, S. et al., 2012. Overexpressed Galectin-3 in Pancreatic Cancer Induces Cell Proliferation and Invasion by Binding Ras and Activating Ras Signaling. PLoS ONE . 2012, roč. 7, č. 8, s. e42699. ISSN 1932-6203. Dostupné na: doi:10.1371/journal.pone.0042699
- TAKAC, P. et al., 2018. New chalcone derivative exhibits antiproliferative potential by inducing G2/M cell cycle arrest, mitochondrial-mediated apoptosis and modulation of MAPK signalling pathway. Chemico-Biological Interactions . 2018, roč. 292, s. 37–49. ISSN 00092797. Dostupné na: doi:10.1016/j.cbi.2018.07.005
- TAKAC, P. et al., 2020. Antiproliferative Effect of Acridine Chalcone Is Mediated by Induction of Oxidative Stress. Biomolecules . 2020, roč. 10, č. 2, s. 345. ISSN 2218-273X. Dostupné na: doi:10.3390/biom10020345
- VILKOVÁ, M. et al., 2022. Discovery of novel acridine-chalcone hybrids with potent DNA binding and antiproliferative activity against MDA-MB-231 and MCF-7 cells. Medicinal Chemistry Research . 2022, roč. 31, č. 8, s. 1323–1338. ISSN 1054-2523. Dostupné na: doi:10.1007/s00044-022-02911-0
- WESOŁOWSKA, O. et al., 2014. Interaction of prenylated chalcones and flavanones from common hop with phosphatidylcholine model membranes. Biochimica et biophysica acta . 2014, roč. 1838, č. 1 Pt B, s. 173–84. ISSN 0006-3002. Dostupné na: doi:10.1016/j.bbamem.2013.09.009

YAMAKI, S. et al., 2013. Clinicopathological significance of decreased galectin-3 expression and the long-term prognosis in patients with breast cancer. *Surgery Today* . 2013, roč. 43, č. 8, s. 901–905. ISSN 0941-1291. Dostupné na: doi:10.1007/s00595-012-0378-3

Selektívna stimulácia vodivého systému srdca pri bradykardiách

Selective conduction system pacing in bradycardias

Eva GAJDOŠOVÁ

Univerzita Pavla Jozefa Šafárika v Košiciach, Lekárska fakulta

Abstrakt: Predmetom príspevku je selektívna stimulácia vodivého systému srdca pri bradykardiách. Úvod pojednáva o začiatkoch stimulácie vodivého systému srdca – stimulácia ľavého Tawarovho ramienka a stimulácia Hisovho zväzku. Samostatná časť je venovaná zavádzacím katétom a stimulačným elektródam, ktoré sú aktuálne dostupné a využívané v klinickej praxi pri samotnej implantačnej procedúre. Interindividuálna variabilita v anatómii ľavého Tawarovho ramienka je predmetom nasledujúcej sekcie. Príspevok poskytuje detailný opis celej implantačnej procedúry a uvádza prehľad komplikácií v periprocedurálnom a postimplantačnom období. Definuje postavenie stimulácie Hisovho zväzku v posledných odporúčaniach Európskej kardiologickej spoločnosti. Na záver porovnáva výhody a nevýhody oboch implantačných procedúr. Cieľom príspevku je predstaviť stimuláciu vodivého systému srdca ako novú a veľmi perspektívnu implantačnú metódu, ktorou dokážeme predísť nedostatkom spojenými so štandardnou pravokomorovou stimuláciou, avšak poukázať aj na odvrátenú stránku tejto novej implantačnej metódy.

KLúčové slová: ľavé Tawarove ramienko, vodivý systém srdca, Hisov zázok, implantačná procedúra, kardiostimulácia

Abstract: The subject of this paper is the selective stimulation of the heart's conduction system in cases of bradycardia. The introduction discusses the beginnings of conduction system stimulation, specifically the stimulation of the left bundle branch and the stimulation of the His bundle. A separate section is dedicated to the introduction of catheters and pacing electrodes currently available and used in clinical practice during the implantation procedure itself. Interindividual variability in the anatomy of the left bundle branch is the topic of the following section. The paper provides a detailed description of the entire implantation procedure and presents an overview of complications during the peri-procedural and post-implantation periods. It defines the role of His bundle stimulation in the latest recommendations from the European Society of Cardiology. Finally, it compares the advantages and disadvantages of both implantation procedures. The aim of the paper is to present conduction system pacing as a new and highly promising pacing technique that can prevent shortcomings associated with standard right ventricular stimulation, while also highlighting the potential downsides of this new implantation technique.

Keywords: left bundle branch, conduction system, His bundle, implantation procedure, pacing

Úvod a história začiatkov stimulácie ľavého Tawarovho ramienka

Pravokomorová stimulácia je štandardným liečebným postupom u pacientov so symptomatickou bradykardiou v dôsledku dysfunkcie sinoatriálneho uzla, porúch atrioventrikulárneho prevodu a ich spoločného výskytu, kedy hovoríme o binodálnej poruche. Jej začiatky sa v Európe datujú od polovice minulého storočia. Z dlhodobého hľadiska vedie stimulácia pravej komory k elektrickej a mechanickej dyssynchronii komôr, čo môže viesť k rozvoju kardiostimuláciou indukovanej kardiomyopatie (pacing induced cardiomyopathy, PICM). Tá sa u pacientov prejavuje progresiou chronického srdcového zlyhania a zvýšeným rizikom opakovaných hospitalizácií. Významným podielom prispieva k zvyšovaniu trendu mortality pacientov (1,2). V snahe znížiť riziko vzniku PICM sa implantácia pravokomorovej elektródy presunula z apexu do pravokomorového septa a do výtokového traktu pravej komory. Štúdie však nepreukázali vplyv polohy stimulačnej elektródy v pravej komore (septum, apex, výtokový trakt) na riziko vzniku PICM (3,4).

Stimulácia vodivého systému zachováva elektromechanickú synchroniu komôr a vo viacerých prípadových kontrolovaných a observačných štúdiách významne redukovala riziko vzniku srdcového zlyhania, potrebu rozšírenia systému na resynchronizačnú liečbu (cardiac resynchronization therapy, CRT) a celkovú mortalitu pacientov v porovnaní s pravokomorovou stimuláciou (5,6). Stimulácia Hisovho zväzku je asociovaná s dlhšou učebnou krivkou, variabilným implantačným úspechom a nestabilnými stimulačnými parametrami v porovnaní so stimuláciou ľavého Tawarovho ramienka. Tá zaznamenala nárast záujmu v európskej kardiológii najmä v posledných rokoch. Poskytuje stabilné stimulačné parametre, kratšiu učebnú krivku a menší počet opakovaných revízií elektród.

Stimulácia ľavého Tawarovho ramienka sa prvýkrát uskutočnila v roku 2017. Doktor Huang a jeho tím implantovali stimulačnú elektródu hlboko do interventrikulárneho septa u pacientky so srdcovým zlyhaním a blokom ľavého Tawarovho ramienka, u ktorej nebola resynchronizácia pomocou CRT úspešná (7). Z pozície alternatívnej metódy, ku ktorej sa v úvode pristupovalo až pri neúspešnosti zavedenia stimulačnej elektródy do Hisovho zväzku si postupne stimulácia ľavého Tawarovho ramienka získala na poli arytmológie prvenstvo, nakoľko ľavé Tawarove ramienko disponuje anatomickými, histologickými a s tým spojenými technickými výhodami oproti štruktúre Hisovho zväzku. Anatomicky je Hisov zväzok malou cieľovou areou (1 – 2 cm dlhý, 2 – 3 mm široký) oproti ľavému Tawarovmu ramienku, ktoré sa tiahne pozdĺž celého interventrikulárneho septa. Navyše je z histologického hľadiska Hisov zväzok súčasťou fibrózneho, elektricky nevodivého tkaniva pri porovnaní s ľavým Tawarovým ramienkom, ktoré je uložené v myokarde. Stabilný stimulačný prah, dobrý sensing, väčšia cieľová plocha a s tým spojená kratšia učebná krivka, to všetko sú dôvody prekleňujúce miskú váh v prospech stimulácie ľavého Tawarovho ramienka (8).

Implantačné nástroje

Stimulácia ľavého Tawarovho ramienka (left bundle branch pacing, LBBP) znamená zavedenie stimulačnej elektródy do muskulárnej časti interventrikulárneho septa až do oblasti ľavého Tawarovho ramienka. Najčastejšie sa na prienik interventrikulárnym septom využíva bezlúmenová bipolárna 3830 stimulačná elektróda s priemerom 4.1 F (14 mm), ktorá je dostupná v 3 dĺžkach, a to 59, 69 a 74 cm. Špičku elektródy tvorí helix (katóda) s dĺžkou 1,8 mm, od ktorého je vo vzdialenosti 9 mm uložená anóda s dĺžkou 3,5 mm. Najčastejším používaným zavádzacím katétrom je C315 His s dvoma preformovanými zakriveniami, ktoré uľahčujú vstup do pravej komory a následne kolmé nasmerovanie elektródy na interventrikulárne septum. K dispozícii máme aj C304 His katéter, ktorý je možné vychýliť podľa potreby a použiť ho v ťažších prípadoch (9).

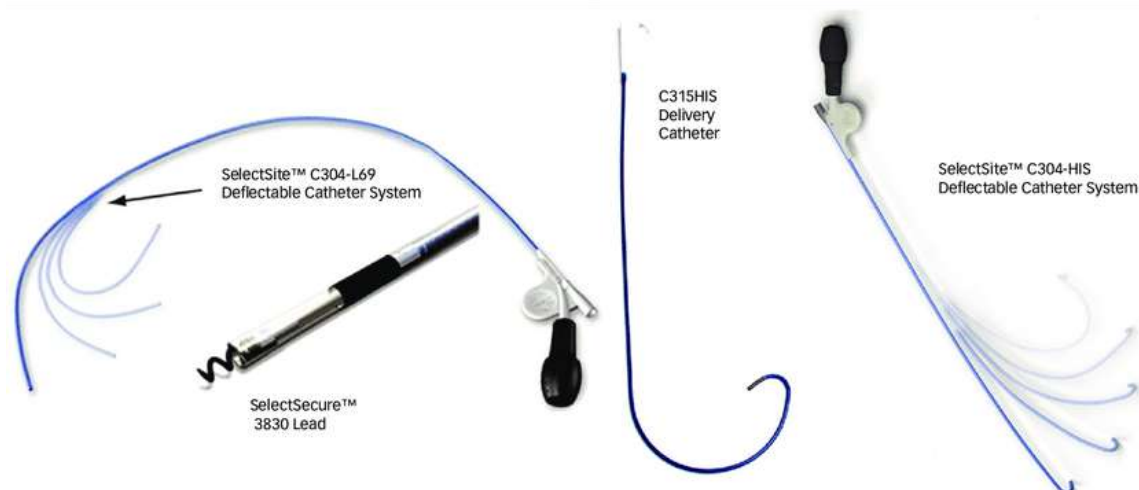
Výhodami bezlúmenových elektród sú fixný helix s nízkym rizikom jeho poškodenia a retrakcie, minimálne riziko myokardiálneho a cievneho poškodenia pri zavádzaní elektródy. Nevýhodami sú menšia pevnosť elektród, menší prenos sily počas krútiacieho momentu, užšie zavádzacie katétre s väčším sklonom k ohýbaniu a nestabilite (10).

Elektródy s vodičom sú pevnejšie a stabilnejšie čím uľahčujú prevrtávanie sa interventrikulárnym septom. Ich zavádzacie katétre majú väčší priemer, čím poskytujú lepšiu oporu a majú menší sklon k ohýbaniu. Nevýhodou je vysúvateľný helix a riziko jeho retrakcie počas rotovania v septe. Väčší diameter elektród zvyšuje riziko myokardiálneho a cievneho poškodenia (10).

Tab. 2:

Zavádzací katéter	Stimulačná elektróda
<i>Preformovaný</i>	<i>Bezlúmenová</i>
C315His (Medtronic)	3830 SelectSecure
Selectra 3D (Biotronik)	
SSP (Boston Scientific)	
<i>Tvarovateľný</i>	<i>S vodičom</i>
C304 SelectSite (Medtronic)	Solia S (Biotronik)
Agilis HisPro (Abbott)	Ingevity (Boston Scientific)
	Fineline II Sterox EZ (Boston Scientific)
	Tendril 2088TC (Abbott)

Aktuálne dostupné zavádzacie katétre a stimulačné elektródy využívané na stimuláciu Hisovho zväzku a ľavého Tawarovho ramienka. (Ponnusamy, Vijayaraman, 2022)



Obr. 1 Najčastejšie používané implantačné nástroje na stimuláciu Hisovho zväzku a ľavého Tawarovho ramienka. (Burri, 2019)

Implantačná technika

Cieľom implantácie je efektívnymi rotačnými pohybmi prejsť stimulačnou elektródou z pravej strany interventrikulárneho septa až na ľavú stranu do oblasti ľavého Tawarovho ramienka a pritom sa vyhnúť myokardiálnemu

a cievnemu poškodeniu, poškodeniu pravého Tawarovho ramienka a perforácie septa. V kontraste so stimuláciou Hisovho zväzku, pri ktorej vieme Hisov zväzok presne lokalizovať, je priebeh LBB v úvode LBBP určený iba nepriamymi znakmi vzhľadom na subendokardiálny priebeh ľavého Tawarovho ramienka na ľavej strane interventrikulárneho septa. V prvom kroku si pomocou stimulačnej elektródy lokalizujeme potenciály Hisovho zväzku a v pravej prednej šikmej projekcii (right anterior oblique, RAO) si pod fluoroskopickou kontrolou vyznačíme polohu Hisovho zväzku ako východiskového anatomického bodu. V niektorých prípadoch môžeme využiť aj trikuspidálnu chlopňu ako východiskový anatomický marker. V ďalšom kroku posunieme zavádzací katéter o 1-2 cm distálne od vymapovaného Hisovho zväzku smerom k apexu pravej komory. Dôležité je, že v tomto bode je elektróda stále vtiahnutá do zavádzacieho katétra, aby sa predišlo poškodeniu pri prechode cez trikuspidálny anulus. Následne otočíme katétrom proti smeru hodinových ručičiek tak, aby sa elektróda dostala do kontaktu s bazálnou časťou septa, kde predpokladáme priebeh ľavého Tawarovho ramienka na opačnej strane septa (10). Pri hľadaní správnej pozície elektródy na septe začíname stimulovať septum. Vo zvide V1 by sme mali vidieť QS konfiguráciu QRS (tzv. W vzor) a diskordantnú polaritu QRS komplexov v zvodoch aVR, aVL a II (predominantne pozitívny QRS komplex) a III (predominantne negatívny QRS komplex) (9). Pozitivita QRS komplexu s vysokým R kmitom v spodných zvodoch II, III, aVF svedčí pre polohu elektródy vo výtokom trakte pravej komory, čo nie je vhodná pozícia, nakoľko je v tejto oblasti vysoké riziko poškodenia pravého Tawarovho ramienka a veľkých septálnych arteriálnych vetiev. Pri nájdení správnej pozície na proximálnom septe musí byť zavádzací katéter s elektródou umiestnený kolmo na septum, čo docielime jeho jemným pootočením proti smeru hodinových ručičiek s jemným povytiahnutím inštrumentov smerom von z tela pacienta. Kolmé smerovanie zavádzacieho katétra na septum si potvrdíme v ľavej prednej šikmej projekcii (left anterior oblique, LAO) (10). Ak sú tieto podmienky splnené, môžeme začať s rýchlymi rotačnými pohybmi v smere hodinových ručičiek. Odporúča sa, aby elektróda a rovnako aj rukavice intervenčného arytmológa boli suché, pretože to zvyšuje efektivitu rotačných pohybov. Pri prechádzaní elektródy septom sprava doľava uvidíme počas unipolárnej stimulácie zmenu v konfigurácii QRS komplexu vo zvide V1. Začne sa formovať R kmit, polarita QRS komplexu sa stáva pozitívnou, stúpa impedancia. Nakoniec uvidíme vo zvide V1 Qr, qR, QR, alebo rSR' konfiguráciu QRS komplexu (tzv. inkompletný blok pravého Tawarovho ramienka alebo pseudoblokáda pravého Tawarovho ramienka) a prudký pokles impedancie o 100-200 Ohmov. To svedčí pre správnu polohu elektródy hlboko na ľavej strane interventrikulárneho septa v blízkosti vodivého systému (9). Pri prudkom rotovaní elektródy dochádza k vzniku predčasných komorových komplexov (11). Ako elektróda prechádza septom sprava doľava, mení sa morfológia ich QRS komplexov z konfigurácie QS vo zvide V1 až na konfiguráciu qR alebo rS. Takéto komorové extrasystoly s obrazom inkompletného bloku pravého Tawarovho ramienka nám s vysokou špecificitou a senzitivitou predikujú správnu polohu elektródy v oblasti ľavého Tawarovho ramienka (12).

Záver

Aj keď je stimulácia Hisovho zväzku najfyziologickejším spôsobom komorovej aktivácie, má táto metóda viaceré úskalia, ktoré limitujú jej uplatnenie v širšej klinickej praxi. Práve stimuláciou ľavého Tawarovho ramienka dokážeme predchádzať nedostatkom, ktoré vznikajú pri stimulácii Hisovho zväzku. Aj napriek doposiaľ malému množstvu výsledkov o bezpečnosti a uplatniteľnosti metódy v klinickej praxi predstavuje stimulácia ľavého Tawarovho ramienka novú éru v oblasti kardiostimulácie pri bradykardiách s možnosťou korekcie aj distálnych blokov ľavého Tawarovho ramienka. To otvára ďalší rozmer a smerovanie metódy aj do oblasti resynchronizačnej liečby, najmä u pacientov, ktorí sú nonrespondermi na liečbu CRT. Ďalší výskum a pribúdajúce množstvo klinických skúseností v európskych implantačných centrách bude dláždiť cestu tejto novej a veľmi perspektívnej metóde až na vrchol etablovanej a klinicky overenej metódy kardiostimulácie. V budúcnosti môže predstavovať rovnocenného partnera či náhradu metódy CRT v oblasti resynchronizačnej liečby u pacientov s chronickým srdcovým zlyhaním.

Literatúra

1. SWEENEY, M., et al. Adverse effect of ventricular pacing on heart failure and atrial fibrillation among patients with normal baseline QRS duration in a clinical trial of pacemaker therapy for sinus node dysfunction. *Circulation*. 2003, 107:2932–7.
2. LAMAS, G. A., et al. Ventricular pacing or dual-chamber pacing for sinus-node dysfunction. *N Engl J Med*. 2002, 346:1854–62.
3. DA COSTA, A., et al. Focus on right ventricular outflow tract septal pacing. *Arch Cardiovasc Dis*. 2013, 106:394–403.
4. ZOGRAFOS, T. A., et al. Apical vs. non-apical right ventricular pacing in cardiac resynchronization therapy: a meta-analysis. *Europace*. 2015, 17:1259–66.
5. ABDELRAHMAN, M., et al. Clinical outcomes of His bundle pacing compared with right ventricular pacing. *J Am Coll Cardiol*. 2018, 71:2319–2330.

6. VIJAYARAMAN, P., et al. Prospective evaluation of feasibility and electrophysiologic and echocardiographic characteristics of left bundle branch area pacing. *Heart Rhythm*. 2019, 16:1774–1782.
7. HUANG, W., et al. A novel pacing strategy with low and stable output: pacing the left bundle branch immediately beyond the conduction block. *Canadian Journal of Cardiology*. 2017, S0828282X17310322.
8. SUNDARAM, S., VIJAYARAMAN, P. Left bundle branch pacing; Linksschenkelstimulation; Herzschrittmachertherapie. *Elektrophysiologie*. 2020, 31(2), 124–134.
9. PONNUSAMY, S. S., VIJAYARAMAN, P. My preferred approach to left bundle branch pacing: Lumenless leads. *Heart Rhythm Society*. 2022, 2666-5018.
10. BURRI, H., JASTRZEBSKI, et al. EHRA clinical consensus statement on conduction system pacing implantation: endorsed by the Asia Pacific Heart Rhythm Society (APHRS), Canadian Heart Rhythm Society (CHRS), and Latin American Heart Rhythm Society (LAHRS). *EP Europace*. 2023, Pages 1208–1236.
11. PONNUSAMY S. S., VIJAYARAMAN, P. Left bundle branch pacing guided by premature ventricular complexes during implant. *HeartRhythm Case Rep*. 2020, 6:850–853.
12. PONNUSAMY S. S., et al. Template beat: a novel marker for left bundle branch capture during physiological pacing. *Circ Arrhythm Electrophysiol*. 2021, 14:e009677.

"Routing Optimization for Offshore Wind Farm Maintenance: A Hybrid Approach"

Mnaohar GOWDRU SHIRDHARA

Univerzita Pavla Jozefa Šafárika v Košiciach, Fakulty of Science

Abstract: Logistics routing optimization represents a pivotal area of inquiry within the broader field of operations research, particularly as it pertains to supply chain management, transportation, and delivery services. Central to this domain are combinatorial optimization problems, such as the Traveling Salesman Problem and the Vehicle Routing Problem, both of which are classified as NP-hard. To address these complexities, various approximate solutions have been developed, including Christofides' algorithm, 2-Opt, and 2-Opt++, alongside a range of heuristic and nature-inspired algorithms like genetic algorithms. These methodologies offer promising avenues for reducing computational time associated with routing challenges. This thesis aims to provide a comprehensive review of optimization algorithms and techniques, exploring their variations and applications across different contexts. We will delineate the current state of research in this area, highlighting identified gaps and challenges while examining methodologies employed in relevant scientific literature. A particular focus will be placed on the vessel routing problem in wind farm operations, inspired by the research conducted by VISSIM. We will present an overview of the available real-world data, propose a structured methodology for two case studies, and discuss preliminary results obtained from these investigations. Finally, the objectives of this dissertation will be articulated through three foundational projects, each designed to address specific challenges within the vessel routing problem. These initiatives aspire to enhance operational efficiency in wind farm management and improve the overall effectiveness of optimization techniques in this critical domain. Through the exploration of real-world data and innovative methodologies, this research aims to contribute significantly to the advancement of logistics routing optimization in the context of renewable energy infrastructure.

Overview of how combinatorial optimization can be applied to logistic routing problems, particularly in maintaining offshore wind farms. The paper discusses classic problems like the Traveling Salesman Problem (TSP) and the Vehicle Routing Problem (VRP), explaining that these are NP-hard (problems which are difficult to solve exactly in a short time). It presents a study where real data from VISSIM company is used to design an automated routing and scheduling method that leverages both traditional optimization techniques and machine learning. The proposed methodology focuses on optimizing vessel routes for service teams with an emphasis on reducing travel distances, fuel consumption, and overall operational downtime.

Keywords: *Traveling Salesman Problem, Scheduling optimization, Renewable energy logistics, Vehicle Routing Problem, Vessel routing, Offshore wind farms.*

Introduction

Effective routing and scheduling of vessels in wind farms is crucial for maximizing operational efficiency, reducing costs, and ensuring timely maintenance and service delivery. Logistics routing optimization represents a pivotal area of inquiry within the broader field of operations research, particularly as it pertains to supply chain management, transportation, and delivery services. Central to this domain are combinatorial optimization problems, such as the Traveling Salesman Problem and the Vehicle Routing Problem, both of which are classified as NP-hard. To address these complexities, various approximate solutions have been developed, including Christofides' algorithm and genetic algorithms, which aim to provide efficient routes while minimizing costs and time. These methods leverage heuristics and advanced computational techniques to navigate the intricate constraints associated with wind farm logistics, such as varying weather conditions, vessel capacities, and maintenance schedules. By implementing these optimization strategies, operators can significantly enhance their response times and resource allocation, ultimately leading to improved reliability and sustainability of energy production in offshore wind farms.

Starts by introducing well-known combinatorial optimization challenges in logistics, specifically the TSP [1] and VRP, which have applications in transportation and supply chain management. Establishes the importance of efficient routing, especially with growing offshore wind farm operations where maintenance is critical to ensure turbine longevity and operational efficiency. Highlights current challenges with traditional methods that rely on manual planning and do not consider dynamic real-time data such as weather or unpredicted events.

Background

1. Traveling Salesman Problem (TSP)

The Traveling Salesman Problem (TSP) is a classic problem in combinatorial optimization and operations research. It involves finding the shortest possible route that visits a set of cities (or nodes) exactly once and returns to the original city. The TSP is a well-known NP-hard problem [2], meaning that there is no known algorithm that can solve all instances of the problem efficiently (in polynomial time). As the number of cities increases, the number of possible routes grows factorially, making it computationally infeasible to evaluate every possible route [3].

TSP has numerous practical applications, including logistics, manufacturing, vehicle routing, and even DNA sequencing. Due to its complexity, researchers have developed various heuristic and approximation algorithms to find near-optimal solutions within a reasonable time frame. The Traveling Salesman Problem (TSP) is a classic optimization challenge that

seeks to determine the shortest possible route for a salesman to visit each city exactly once and return to the origin city [4].

Finding efficient solutions to the TSP is crucial for improving operational efficiency in various industries, prompting ongoing research into advanced algorithms and techniques such as genetic algorithms, simulated annealing, and branch-and-bound methods[5,6].

2. Christofides' Algorithm

Christofides' algorithm is a well-known approximation algorithm specifically designed to tackle the TSP in metric spaces, where the triangle inequality holds (the direct distance between two points is always less than or equal to the distance of going through a third point). The algorithm guarantees a solution that is at most 1.5 times the optimal solution, making it a valuable tool for solving TSP instances where exact solutions are impractical.

These innovative approaches not only enhance the ability to solve TSP instances more effectively but also contribute to a deeper understanding of combinatorial optimization as a whole. This understanding paves the way for developing even more sophisticated algorithms that can handle larger datasets and more complex constraints, further pushing the boundaries of what is achievable in optimization problems. Such advancements are crucial as they allow researchers and practitioners to tackle real-world applications of the Traveling Salesman Problem, from logistics and supply chain management to circuit design and network routing [4, 5].

Importance of Optimization in Wind Farms

Effective optimization in wind farms not only enhances operational efficiency but also maximizes energy output, reduces costs, and minimizes environmental impact, ultimately contributing to the sustainability of renewable energy sources. By leveraging advanced algorithms like Christofides', operators can make informed decisions that lead to improved performance and greater returns on investment in the renewable energy sector. The integration of such optimization techniques allows for better resource allocation, ensuring that each turbine operates at peak efficiency while adapting to changing wind patterns and operational demands. This strategic approach not only helps in managing the complexities associated with wind farm operations but also fosters innovation in energy management practices, paving the way for a more resilient and sustainable energy future [6,12].

Significance of the Research

The research aims to identify key inefficiencies in existing vessel routing and scheduling methodologies, providing insights that can lead to the development of more effective strategies tailored to the unique demands of renewable energy projects. By addressing these challenges, the study seeks to optimize logistics and reduce operational costs [7,8], thereby contributing to a more sustainable and efficient renewable energy infrastructure. This research will also explore the integration of advanced technologies, such as artificial intelligence and machine learning, to enhance decision-making processes in vessel routing and scheduling. The findings from this research are expected to not only improve the operational efficiency of maritime logistics but also support the broader transition towards greener energy solutions by ensuring timely and cost-effective delivery of resources necessary for renewable energy projects [13].

Objectives of the Study

Effective routing and scheduling of vessels in wind farms is crucial for maximizing operational efficiency. To address these complexities, various approximate solutions have been developed, including Christofides' algorithm, which provides a near-optimal solution for the traveling salesman problem and has been adapted to improve vessel routing in offshore wind farm logistics. This method significantly reduces operational costs and enhances service reliability by optimizing travel paths and minimizing downtime during maintenance activities and metaheuristic approaches like genetic algorithms and simulated annealing. These methods aim to provide near-optimal solutions within a reasonable timeframe, enabling logistics managers to make informed decisions that enhance the overall efficiency of wind farm operations. Optimizing these logistical challenges not only reduces costs but also contributes to the sustainability of energy production, aligning with global efforts to transition towards cleaner and more efficient energy sources. By improving the routing and scheduling of vessels, wind farm operators can significantly minimize downtime and ensure timely maintenance, ultimately leading to increased energy output and reliability in renewable energy supply. This strategic approach not only enhances operational performance but also fosters innovation in the renewable energy sector, paving the way for future advancements in technology and resource management [11].

Methodology, Presents a hybrid approach which integrates two solutions methods:

Exact and Heuristic Optimization via TSP:

Utilizes the classic Traveling Salesman Problem model combined with hierarchical clustering to group turbines and generate the most efficient route planning for the vessel. Discusses computational time complexities and provides examples (e.g., optimal routes for 4–7 turbines) to illustrate the feasibility of the method in real-world scenarios [7].

Christofides' Algorithm:

A heuristic algorithm offering an approximate solution within 1.5 times the optimal route, making it highly effective for larger task sets while reducing computational time. This algorithm is further described through steps including constructing a minimum spanning tree and then transforming it into a Hamiltonian circuit to produce the final route.

Integrates real-time data analysis from vessel traffic logs and crew manifest data to adjust planned routes dynamically based on actual operations [5,8].

SOLUTIONS 1

In the proposed solutions is hierarchical clustering to group turbines into clusters (each representing a vessel's workload) and then solves the Traveling Salesman Problem (TSP) within each cluster by generating all permutations of the routes and calculating the total distance for each permutation. The goal is to find the shortest possible route for each vessel, ensuring efficient servicing of the turbines.

Method: Permutations of pairs for each turbine (drop, pickup), Optimization of feasible combinations, Backtracking[9]

For the proposed solution, four maintenance teams have specific assignments: Team 1 will visit turbine B5, Team 2 will visit turbines C4 and C5, Team 3 will go to turbine D10, and Team 4 will visit turbine M9. The plan involves optimizing routes and schedules to minimize travel time and fuel consumption, ensuring that each team is properly equipped, and dynamically adjusting for real-time conditions. This strategic allocation and monitoring aim to enhance the efficiency and reliability of offshore wind park maintenance operations.

Input: 'team1': ['BE-B5'], 'team2': ['BE-C4', 'BE-C5'], 'team3': ['BE-D10'], 'team4': ['BE-M9']

The output optimized maintenance plan begins at the harbour base, with the vessel first dropping Team 4 at the nearest turbine, M9, followed by Team 3 at D10, Team 2 at C5 (noting that Team 2 is shared between turbines C4 and C5), and Team 1 at B5. After completing maintenance tasks, the pickup sequence starts with Team 2 at C5, then drops them off at C4 for shared resource utilization, followed by picking up Team 4 at M9, Team 3 at D10, and finally Team 1 at B5, before returning to the port. This output ensures efficient routing by servicing the nearest turbines first and prioritizing shared resource pickups and drop-off.

Output: [['HarbourBase', 'BE-M9_DROP', 'BE-D10_DROP', 'BE-C5_DROP', 'BE-B5_DROP', 'BE-C5_PICKUP', 'BE-C4_DROP', 'BE-M9_PICKUP', 'BE-D10_PICKUP', 'BE-C4_PICKUP', 'BE-B5_PICKUP', 'HarbourBase'], Distance: 75258.22]

The Traveling Salesman Problem (TSP) indeed known for its computational complexity, especially as the number of nodes (in this case, turbines) increases. As you've observed, the time required to generate an optimal solution for the TSP grows exponentially with the number of turbines [10]. While generating a manifest for four turbines may take only a few seconds, the execution time increases significantly as the number of turbines grows. For instance, generating a manifest for five turbines may take around 2 minutes, while for 6-7 turbines, the time required could extend to hours.

The time complexity of solution for 1 generated manifest:

Maximum 4 turbines (more than 86% of manifests): • 5 turbines (5% of manifests): < 5 seconds • 6 turbines (3% of manifests): < 2 minutes • At least 7 turbines (2% of manifests?): < 15 minutes in hours

SOLUTION 2: CHRISTOPHIDES ALGORITHM

The solution we propose is the Christofides algorithm. This heuristic algorithm is designed to solve the Traveling Salesman Problem (TSP) by constructing an approximate solution efficiently. It begins by creating a connected graph based on the given turbine dataset, where the weights represent distances between turbines. The algorithm then checks and create connected graph with weights based on input and applies the Minimum Spanning Tree (MST) algorithm to find a tree that connects all vertices with minimum total edge weight. Next, it identifies vertices with odd degrees in the MST and removes them, ensuring that each vertex has an even degree. The algorithm then finds a minimum-weight perfect matching for the remaining vertices in the MST. By combining the MST and the perfect matching, the Christofides algorithm

Inputs: {'team1': ['BE-B5', 'BE-B6'], 'team2': ['BE-C4', 'BE-C5'], 'team3': ['BE-D10'], 'team4': ['BE-M9'], 'team5': ['BE-G7', 'BE-L8', 'BE-L9']},

Input: A complete graph $C = (V, E)$, and a cost function $c : E \rightarrow \mathbb{N}^+$ satisfying the triangle inequality.

Step 1: Construct a minimal spanning tree T of C according to c .

- Input Edges of the graph: [('BE-Z05', 'BE-B5'), ('BE-Z05', 'BE-B6'), ('BE-Z05', 'BE-C4'), ('BE-Z05', 'BE-C5'), ('BE-Z05', 'BE-D10'), ('BE-Z05', 'BE-M9'), ('BE-Z05', 'BE-G7'), ('BE-Z05', 'BE-L8'), ('BE-Z05', 'BE-L9'), ('BE-B5', 'BE-B6'), ('BE-B5', 'BE-C4'), ('BE-B5', 'BE-C5'), ('BE-B5', 'BE-D10'), ('BE-B5', 'BE-M9'), ('BE-B5', 'BE-G7'), ('BE-B5', 'BE-L8'), ('BE-B5', 'BE-L9'), ('BE-B6', 'BE-C4'), ('BE-B6', 'BE-C5'), ('BE-B6', 'BE-D10'), ('BE-B6', 'BE-M9'), ('BE-B6', 'BE-G7'), ('BE-B6', 'BE-L8'), ('BE-B6', 'BE-L9'), ('BE-C4', 'BE-C5'), ('BE-C4', 'BE-D10'), ('BE-C4', 'BE-M9'), ('BE-C4', 'BE-G7'), ('BE-C4', 'BE-L8'), ('BE-C4', 'BE-L9'), ('BE-C5', 'BE-D10'), ('BE-C5', 'BE-M9'), ('BE-C5', 'BE-G7'), ('BE-C5', 'BE-L8'), ('BE-C5', 'BE-L9'), ('BE-D10', 'BE-M9'), ('BE-D10', 'BE-G7'), ('BE-D10', 'BE-L8'), ('BE-D10', 'BE-L9'), ('BE-M9', 'BE-G7'), ('BE-M9', 'BE-L8'), ('BE-M9', 'BE-L9'), ('BE-G7', 'BE-L8'), ('BE-G7', 'BE-L9'), ('BE-L8', 'BE-L9')]
- Is triangle inequality satisfied? True Is the graph connected? True

Step 2: $S := \{v \in V \mid \deg_T(v) \text{ is odd}\}$.

For minimum spanning tree, Edge Weights: ('BE-Z05', 'BE-D10'): 4650.74 ('BE-B5', 'BE-C4'): 1147.7 ('BE-B5', 'BE-B6'): 1170.84 ('BE-B6', 'BE-D10'): 6195.27 ('BE-C4', 'BE-C5'): 1121.71 ('BE-D10', 'BE-G7'): 3511.69 ('BE-M9', 'BE-L9'): 1169.72 ('BE-G7', 'BE-L8'): 5362.95 ('BE-L8', 'BE-L9'): 1173.16

Step 3: Compute a minimum-weight perfect matching M on S in C .

Step 4: Create the multigraph $C' = (V, E(T) \cup M)$ and construct an Eulerian tour w in C' .

Step 5: Construct a Hamiltonian tour H of C by shortening w (i.e., by removing all repetitions of the occurrences of every vertex in w in one run via w from the left to the right).

Output: Hamiltonian tour H as output. Fig 4.0 Approximate Christofides algorithm.

Output: Christofides algorithm ['BE-Z05_port', 'BE-M9', 'BE-L9', 'BE-L8', 'BE-G7', 'BE-D10', 'BE-C5', 'BE-C4', 'BE-B5', 'BE-B6', 'BE-Z05_port']

Input: Set of wind turbines T with coordinates (x_i, y_i) for $i=1, 2, \dots, n$. and Assignment of teams $\{T_1, T_2, \dots, T_m\}$ to turbines.

Output: Optimized path sequence L for vessel routing.

- Set of turbines with workers P .

Initialization: U is the set of unvisited turbines initially containing all turbines. $P = \emptyset$ is the set of turbines with workers initially empty. $L = \{\text{Port}\}$ is the path sequence starting with the port.

Assigning Closest Turbines to Teams (TSP): For each team T_i in teams:

- 1.1. Find the closest turbine T_j to the port for team T_i using the Euclidean distance:

$$d_{ij} = \sqrt{(x_j - x_{\text{port}})^2 + (y_j - y_{\text{port}})^2}$$

- 1.2. Add turbine T_j to set P and update path L accordingly:

$$P = P \cup \{T_j\}$$

$$L = L \cup \{T_j + \text{\_drop}\}$$

- 1.3. Remove turbine T_j from set U :

$$U = U - \{T_j\}$$

Iteratively Assign Teams (PDP):

- 2. While U is not empty:
- 2.1. For each team T_i in teams:
- 2.1.1. If team T_i has multiple turbines and any turbine is in set U :
 - Pick up team T_i from the last visited turbine T_k .

Update set P , path L , and remove the picked-up turbine from set U :

$$P = P \cup \{T_i\}$$

$$L = L \cup \{T_i + \text{\_pickup}\}$$

$U = U - \{T_i\}$ - Drop off team T_i at the closest unvisited turbine T_l . Update set P , path L , and remove the dropped-

off turbine from set U : $P = P \cup \{T_i\}$ $L = L \cup \{T_i + \text{\_drop}\}$ $U = U - \{T_i\}$

Sort Remaining Turbines:

3. Sort the remaining turbines in set U based on their distance from the last dropped turbine.

- Pick up each remaining team and drop them off at the sorted turbines.
- Update set P and path L accordingly.

Output:

- Final path sequence L including pick-ups and drop-offs. And Final set of turbines with workers P .

Comparing the results, Comparing the time complexity of the Traveling Salesman Problem (TSP) with the Christofides algorithm, the graph indicates that after the number of turbines exceeds six, the time complexity of the TSP increases

significantly, reaching more than several hours. In contrast, the Christofides algorithm shows only slight variations in time complexity in terms of seconds, even as the number of turbines increases from six to twenty. While the Christofides algorithm provides an approximate solution, it performs well in terms of efficiency. Additionally, the distance travelled by the Christofides algorithm is comparable to that of the TSP, with minor differences, demonstrating its practical applicability for minimizing travel distance.

Comparison of Distance vs Number of Turbines

In conclusion, the Christofides algorithm offers a superior solution for the problem of optimizing routes in offshore wind parks, especially when dealing with many turbines and teams. Our analysis shows that while the time complexity of the Traveling Salesman Problem (TSP) increases significantly with the number of turbines, often reaching impractical levels for real-time applications, the Christofides algorithm remains efficient. It demonstrates only slight variations in time complexity even as the number of turbines scales up. Furthermore, the distances traveled by the Christofides algorithm are comparable to those calculated by the TSP, with only minor differences, ensuring practical applicability and effectiveness. Therefore, the Christofides algorithm provides a viable and efficient approximate solution, making it suitable for real-world scenarios involving complex and large-scale routing problems [13, 14]. The above figures give the performance comparisons between the TSP and Christofides' algorithm, highlighting that the latter provides a near-optimal solution quickly and efficiently.

CONCLUSION

We presented real data, suggested a methodology for two case studies, and shared initial findings. In conclusion, one study example aims to create a system to improve vessel routing and scheduling for offshore wind farms using the Traveling Salesman Problem and Christofides' algorithm. The proposed method minimizes travel distances, enhances resource use, and increases operational efficiency to tackle the complex logistics challenges that arise in sustainable energy production. Results demonstrate significant improvements over traditional methods, with efficiency metrics indicating reductions in total mileage, total time, and total fuel consumption. Furthermore, the suggested system's effectiveness is validated through comparisons with benchmark models, highlighting its potential for practical application in real-world scenarios. This study paves the way for further practical validation in operational contexts and deeper improvement of sustainable energy logistics, setting the stage for a more efficient and sustainable future.

The optimizing vessel routing for wind farm maintenance can significantly improve resource utilization and operational efficiency. The proposed hybrid approach shows advantages over traditional manual planning methods, as it results in reduced travel distance and fuel consumption. For future work, further refinement of hybrid models to better integrate machine learning predictions with combinatorial optimization. There is a focus on adapting the system for dynamic, real-time conditions and on comparing these new methods against existing benchmarks through performance metrics such as solution quality and computational time.

References

- [1] Corlu, C.G. (2022). A simheuristic algorithm for the stochastic one-commodity pickup and travelling salesman problem. *Journal of Simulation*, 1-21. <https://doi.org/10.1080/17477778.2022.2062261>.
- [2] Goutham, M. A., & Stockar, S. (2023). Greedy Heuristics Adapted for the Multi commodity Pickup and Delivery Traveling Salesman Problem. *arXiv.org*. <https://doi.org/10.48550/arXiv.2303.05333>.
- [3] Kenfack, C. (2023). Solving Dynamic Traveling Salesman Problem. In *Synthesis lectures operations research and applications* (pp. 115-123). https://doi.org/10.1007/978-3-031-35719-0_7.
- [4] Lin, X. (2023). Solving Probabilistic Traveling Salesman Problem. In *Synthesis lectures on operations research and applications* (pp. 97-113). https://doi.org/10.1007/978-3-031-35719-0_6.
- [5] Goutham, M. A., & Stockar, S. (2023). Greedy Heuristics Adapted for the Multi commodity Pickup and Delivery Traveling Salesman Problem. *arXiv.org*. <https://doi.org/10.48550/arXiv.2303.05333>.
- [6] Krishnan, D., & Liu, T. (2022). A branch-and-cut algorithm for the pickup-and-delivery traveling salesman problem with handling costs. *Networks*, 80(3), 297-313. <https://doi.org/10.1002/net.22096>.
- [7] Zhang, H., & Du, J. (2022). An Algorithm for Solving The Traveling Salesman Problem. In *Proceedings of the International Conference on Interaction Sciences* (pp. 43-47). <https://doi.org/10.1109/icis54925.2022.9882346>.
- [8] Gefen, R. (2023). Solving Dynamic Multi-objective Traveling Salesman Problem. In *Synthesis lectures on operations research and applications* (pp. 125-141). https://doi.org/10.1007/978-3-031-35719-0_8.
- [9] Toni Pacheco, Rafael Martinelli, Anand Subramanian, Túlio A. M. Toffolo, Thibaut Vidal (2022). Exponential-Size Neighborhoods for the Pickup-and-Delivery Traveling Salesman Problem. *Transportation Science*. <https://doi.org/10.1287/trsc.2022.1176>.
- [10] Zhang, H., & Du, J. (2022). An Algorithm for Solving The Traveling Salesman Problem. *Proceedings of the International Conference on Interaction Sciences*, 43-47. <https://doi.org/10.1109/ICIS54925.2022.9882346>. 65

- [11] Christensen, J.M. (2017). Optimisation in liner shipping: Challenges in mega vessel's cargo-mix and loading operations. <https://backend.orbit.dtu.dk/ws/files/158905243/PhDThesis.pdf>.
- [12] Available at: Brouer, B.D., Karsten, C.V., Pisinger, D. (2016). Big Data Optimization in Maritime Logistics. In: Decision Making in Service Industries: A Practical Approach. Springer, Cham. DOI: 10.1007/978-3-319-30265-2_14.
- [13] Lakhmas, K., Sedqui, A. (2018). Port Logistics Optimization Model Study. In: 2018 IEEE International Conference on Logistics in conjunction with 2018 IEEE International Conference on Supply Chain Management and Logistics (LOGISTIQUA). DOI: 10.1109/LOGISTIQUA.2018.8428265.

Štúdium dynamickej izotropnej perkolácie vo vyšších rádoch poruchovej teórie

Analysis of dynamic isotropic percolation process in higher orders of perturbation theory

Matej KECER

Pavol Jozef Šafárik University in Košice, Faculty of Science

Abstract: V práci študujeme model dynamickej izotropnej perkolácie metódou poľovo-teoretickej renormalizačnej grupy. Hlavným cieľom je preskúmať analytické a numerické metódy pri výpočtoch vo vyšších rádoch poruchovej teórie. Model študujeme v blízkosti jeho kritickej dimenzie a uvádzame priebežné výsledky našej analýzy.

Key words: renormalizačná grupa, dynamická izotropná perkolácia, poľovo-teoretické metódy, nerovnovážna statistická fyzika, viac-slučkové výpočty

Abstract: We study a field-theoretic model of dynamic isotropic percolation. In particular, we focus on the challenging topic of obtaining higher-order results within the framework of field-theoretic renormalization group and both analytical and numerical algorithms for calculation thereof. The model is studied near the upper-critical dimension $d_c = 6$ and the progress in the calculations of three-loop Feynman diagrams is presented.

Keywords: renormalization group, dynamic isotropic percolation process, statistical field theory, non-equilibrium statistical physics, multi-loop calculations

Introduction

Percolation processes are one of the simplest examples of systems displaying non-equilibrium active-to-absorbing phase transition. In fact, directed percolation (DP) and dynamic isotropic percolation (dIP) embody the distinguished representatives of the respective universality classes in theory of non-equilibrium phase transitions [1]. These classes encompass not only models of transport in random media [1, 2], but also models of forest fire spreading [4] or epidemic spreading such as SEP - simple epidemic process [4] and GEP - general epidemic process [4-6]. A solid understanding of properties of such processes thus acquired a great importance and was pursued by number of institutions worldwide.

The presence of non-equilibrium phase transition is one of the most important properties of percolation problems. At criticality, the fluctuations on all temporal and spatial scales become simultaneously important and universal behavior is observed. There are several ways to quantitatively analyze this universal behavior.

One of these methods is the renormalization group (RG) approach [7-9], which not only provides particular theoretical framework but offers powerful techniques for calculation of universal quantities. In particular, a prominent role is played by the famous ϵ -expansion, where ϵ is the deviation from the upper critical dimension d_c of a model.

In contrast to typical problem of critical statics or critical dynamics, only very few non-equilibrium models have been analyzed in higher orders of perturbation theory (so-called multi-loop approximation). Only recently, the full three-loop calculation for DP process [10] was achieved. For isotropic case, however, only partial results have been obtained and the missing ingredient in a three-loop calculation is the dynamic exponent z , which is our main aim here.

In particular, in this work we give a brief overview of the field-theoretic model of dIP process and discuss the computational methods for obtaining regularized expressions for three-loop Feynman diagrams thereof.

Field-theory and Renormalization

Let us start with a formulation of the field-theoretic action for the dynamic IP process [1, 11, 12]. The formulation itself can be based on phenomenological considerations - setting up stochastic equations of motion and later constructing De Dominicis-Janssen action functional [13, 14], which we further employ. For brevity we skip the derivation (see [1, 12]) and only state the resulting field-theoretic action functional which reads

$$S = \int d^d x \int dt \left(\tilde{\psi} (-\partial_t + D_0^2 - D_0 \tau_0) \psi + \frac{u_0 D_0}{2} (\tilde{\psi}^2 \psi - 2 \tilde{\psi} \psi \phi) \right), \quad (1)$$

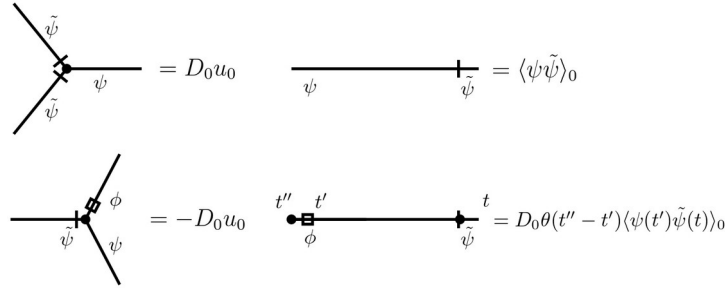
where $\psi = \psi(t, \mathbf{x})$ denotes a coarse-grained field corresponding to density of active (infected) sites and $\tilde{\psi} = \tilde{\psi}(t, \mathbf{x})$ is a Martin-Siggia-Rose response field [15]. Integrations over all space and time variables in the equation above are implied.

The main goal of the theory is to determinate the scaling behavior of Green functions as functions of the space and time. In perturbation theory, these functions can be represented as sums over Feynman diagrams [7, 8].

The functional formulation (1) allows direct analysis of the infrared (IR) asymptotic behavior of the model (that is, in large space and time scales). In the first step, the theory is regularized (i.e. integrals corresponding to divergent Feynman diagrams are made finite) and subsequently, the ultraviolet (UV) divergences are eliminated by the process of renormalization. Resulting universal quantities are then calculated in a form of asymptotic series in formally small parameter ε defined as $d = d_c - 2\varepsilon = 6 - 2\varepsilon$, where $d_c = 6$ is the upper critical dimension of the model (1).

The perturbation theory of the model is then constructed using the well-known Feynman diagrammatic technique [7-9]. The graphical representation of its basic elements for model (1) is shown in Fig. 1. Construction of a generic Feynman diagram from these elements is further complemented with a conservation law for overall momentum in each interaction vertex and integration over time variable in all internal vertices of a diagram. The UV divergences in resulting diagrams then, within the used dimensional regularization, manifest themselves as poles in the parameter ε as described above.

Fig. 1: Graphical representation of propagators and interaction vertices of the model (1).



The model (1) is multiplicatively renormalizable [1, 12], and renormalized action functional can be presented in the form

$$\mathcal{S}_R = \tilde{\psi}(-Z_1\partial_t + Z_2D\partial^2 - Z_3D\tau)\psi + \frac{Du\mu}{2}[Z_4\tilde{\psi}^2\psi - 2Z_5\tilde{\psi}\psi\phi], \quad (2)$$

which is related to the bare action (1) by means of the renormalization prescriptions

$$\psi_0 = \psi Z_\psi, \quad \tilde{\psi}_0 = \tilde{\psi} Z_{\tilde{\psi}}, \quad D_0 = D Z_D, \quad u_0 = u\mu^\varepsilon Z_u, \quad \tau_0 = \tau Z_\tau + \tau_c, \quad (3)$$

supplemented by following relations between renormalization constants

$$Z_1 = Z_\psi Z_{\tilde{\psi}}, \quad Z_2 = Z_D Z_\psi Z_{\tilde{\psi}}, \quad Z_3 = Z_\tau Z_D Z_\psi Z_{\tilde{\psi}}, \quad Z_4 = Z_D Z_u Z_\psi Z_{\tilde{\psi}}^2, \quad Z_5 = Z_D^2 Z_u Z_\psi^2 Z_{\tilde{\psi}}. \quad (4)$$

The model, as presented in (1)-(4), was already analyzed and renormalized in one-, and two-loop approximation and all the observables were calculated analytically in respective order of perturbation theory in works [1, 12]. The analysis in three-loop approximation, however, is still incomplete and its completion presents the main goal of our analysis.

Three-loop order

General theory of phase transitions dictate that every universality class is associated with several independent critical exponents, which fully determine the scaling behavior of the theory. For the dIP process there are three independent exponents, which need to be determined.

Naively, we should start with dynamic action (1) and proceed as usual in dynamic models [7] in order to calculate these. However, it turns out that two exponents can be obtained from a simpler so-called quasi-static limit [1]. In this limit the time dependence of fields drops out and actual perturbative calculations simplify considerably, in fact, they can be related to well-known Potts model [16]. Hence, the renormalization constants $Z_{\tilde{\psi}}$, Z_τ and Z_u can be read off from already known results up to four-loops [17, 18]. This is, however, not the case for constant Z_D .

To finalize the analysis of universal behavior of dIP process up to third order of perturbation theory, therefore, one renormalization constant (and subsequently one critical exponent) is yet to be calculated. This is the dynamical critical exponent z , and as such has to be obtained from the full dynamical action (1). This exponent is calculated from the two-point Green function $\Gamma_{\tilde{\psi}\psi}$, and in particular, from the part of $\Gamma_{\tilde{\psi}\psi}$ proportional to external frequency $\partial\Gamma_{\tilde{\psi}\psi}/\partial(i\Omega)$.

The diagram technique as introduced in Fig. (1) produces in total 93 Feynman diagrams corresponding to $\Gamma_{\tilde{\psi}\psi}$ Green function in three-loop order. These belong to 9 distinct topologies and can be unambiguously encoded in Nickel index representation [19-21]. The topologies along with their Nickel indices and number of diagrams in any given topology are summarized in Tab. (1).

Tab. 1: Distinct topologies of three-loop Feynman diagrams of $\Gamma_{\tilde{\psi}\psi}$ function.

Topology	Nickel index	No. of diagrams
$T1$	$e12 23 4 45 5 e :$	16
$T2$	$e12 23 4 e5 55 :$	16
$T3$	$e12 33 44 5 5 e :$	1
$T4$	$e12 34 34 5 5 e :$	10
$T5$	$e12 34 35 e 55 :$	4
$T6$	$e12 e3 34 5 55 :$	4
$T7$	$e12 e3 44 55 5 :$	2
$T8$	$e12 e3 45 45 5 :$	8
$T9$	$e12 34 35 4 5 e :$	32

The ammount and complexity of the diagrams involved thus renders calculations by-hand inconvenient and demands the use of computer methods. The relevant algorithms needed are similar to those used in calculation directed percolation process [10] or the calculations of model A of critical dynamics [22]. For the purposes of present analysis we have developed our own implementation in C++ programming language, using GiNaC [23] and CUBA [24] libraries. The program handles diagrams encoded by their Nickel indices, constructs and symbolically manipulates their integral representations and performs the sector decomposition techniques much like in [25]. The coefficients of individual poles are identified, and necessary integrations are further performed either symbolically using Wolfram Mathematica® (in the case of ε^{-3} pole) or numerically using CUBA library's Vegas algorithm [24].

At the moment, the calculations of all the relevant diagrams are ongoing and will be reported in future works.

Conclusion

In this paper, we give a brief overview of the recent developments in the ongoing investigations of the dynamic isotropic percolation process (dIP).

Namely, we have discussed the renormalization of the model, the importance of determining divergent parts of the two-point Greens function $\Gamma_{\tilde{\psi}\psi}$ to the three-loop precision, and proposed computational methods to obtain them.

We also provided overview of appearing diagram topologies. The calculation of individual diagrams and determination of the value of dynamical critical exponent z to order $O(\varepsilon^3)$ (and hence completing a three-loop analysis of dIP) is in the final stage and is to be published in near future.

References

- [1] JANSSEN, H.K. et al., 2005. The field theory approach to percolation processes. *Annals of Physics*, 315(1), pp.147-192.
- [2] CARDY, J.L. et al., 1980. Directed percolation and Reggeon field theory. *Journal of Physics A: Mathematical and General*, 13(12), p.L423.
- [3] HINRICHSEN, H., 2000. Non-equilibrium critical phenomena and phase transitions into absorbing states. *Advances in physics*, 49(7), pp.815-958.
- [4] MURRAY, J.D., 2007. *Mathematical biology: I. An introduction* (Vol. 17). Springer Science & Business Media.
- [5] MOLLISON, D., 1977. Spatial contact models for ecological and epidemic spread. *Journal of the Royal Statistical Society: Series B (Methodological)*, 39(3), pp.283-313.
- [6] BAILEY, N.T., 1975. *The mathematical theory of infectious diseases* (Griffin, London).
- [7] VASIL'EV, A.N., 2004. *The field theoretic renormalization group in critical behavior theory and stochastic dynamics*. Chapman and Hall/CRC.

- [8] ZINN-JUSTIN, J., 2021. Quantum field theory and critical phenomena (Vol. 171). Oxford university press.
- [9] TÄUBER, U.C., 2014. Critical dynamics: a field theory approach to equilibrium and non-equilibrium scaling behavior. Cambridge University Press.
- [10] ADZHEMYAN, L.T. et al., 2023. Field-theoretic analysis of directed percolation: Three-loop approximation. *Physical Review E*, 107(6), p.064138.
- [11] CARDY, J.L., 1983. Field theoretic formulation of an epidemic process with immunisation. *Journal of Physics A: Mathematical and General*, 16(18), p.L709.
- [12] JANSSEN, H.K., 1985. Renormalized field theory of dynamical percolation. *Zeitschrift für Physik B Condensed Matter*, 58(4), pp.311-317.
- [13] JANSSEN, H.K., 1976. On a Lagrangean for classical field dynamics and renormalization group calculations of dynamical critical properties. *Zeitschrift für Physik B Condensed Matter*, 23(4), pp.377-380.
- [14] DOMINICIS, C.D., 1976. Technics of field renormalization and dynamics of critical phenomena. In *J. Phys. (Paris), Colloq* (pp. C1-247).
- [15] MARTIN, P.C. et al., 1973. Statistical dynamics of classical systems. *Physical Review A*, 8(1), p.423.
- [16] AMIT, D.J., 1976. Renormalization of the Potts model. *Journal of Physics A: Mathematical and General*, 9(9), p.1441.
- [17] DE ALCANTARA BONFIRM, O.F. et al., 1981. Critical exponents for the percolation problem and the Yang-Lee edge singularity. *Journal of Physics A: Mathematical and General*, 14(9), p.2391.
- [18] GRACEY, J.A., 2015. Four loop renormalization of ϕ^3 theory in six dimensions. *Physical Review D*, 92(2), p.025012.
- [19] NAGLE, J.F., 1966. On ordering and identifying undirected linear graphs. *Journal of Mathematical Physics*, 7(9), pp.1588-1592.
- [20] NICKEL, B.G. et al., 1977. Compilation of 2-pt and 4-pt graphs for continuous spin model. University of Guelph report.
- [21] BATKOVICH, D. et al., 2014. GraphState-a tool for graph identification and labelling. *arXiv preprint arXiv:1409.8227*.
- [22] ADZHEMYAN, L.T. et al., 2018. Diagram reduction in problem of critical dynamics of ferromagnets: 4-loop approximation. *Journal of Physics A: Mathematical and Theoretical*, 51(15), p.155003.
- [23] BAUER, C. et al., 2002. Introduction to the GiNaC framework for symbolic computation within the C++ programming language. *Journal of Symbolic Computation*, 33(1), pp.1-12.
- [24] HAHN, T., 2005. Cuba—a library for multidimensional numerical integration. *Computer Physics Communications*, 168(2), pp.78-95.
- [25] BINOTH, T. et al., 2000. An automatized algorithm to compute infrared divergent multi-loop integrals. *Nuclear Physics B*, 585(3), pp.741-759

Experimentálne štúdium magnetických vlastností Cu(en)(sal)Cl – kvázi dvojrozmerného $S = \frac{1}{2}$ feromagnetika na štvorcovej mriežke

Experimental study on the magnetic properties of Cu(en)(sal)Cl – a quasi-two-dimensional $S = \frac{1}{2}$ ferromagnet on a square lattice

Illia KOZIN, Róbert TARASENKO

Univerzita Pavla Jozefa Šafárika v Košiciach, Prírodovedecká fakulta

Abstrakt: táto štúdia sa zaoberá magnetickými vlastnosťami kovovo-organickej zlúčeniny Cu(en)(sal)Cl ako príklad spin-1/2 Heisenbergovho feromagnetika na štvorcovej mriežke. Meraniami magnetizácie, susceptibility, tepelnej kapacity a EPR spektroskopie boli analyzované dominantne výmenné interakcie a anizotropia g-faktora. Zároveň, z experimentálnych dát vyplýva, že feromagnetický fázový prechod pozorovaný pri teplote 0,81 K je spôsobený vplyvom medzirovinových interakcií, ktoré zásadne ovplyvňujú magnetické usporiadanie v nízko-teplotnej oblasti. Tieto výsledky prispievajú k hlbšiemu porozumeniu magnetického správania kvázi 2D nízkorozmerných systémov.

Kľúčové slová: kvantový magnet, výmenná interakcia, susceptibilita, tepelná kapacita, štvorcová mriežka.

Abstract: the presented study investigates the magnetic properties of the metal-organic compound Cu(en)(sal)Cl as a case of the spin-1/2 Heisenberg ferromagnet on a square lattice. Measurements of magnetization, susceptibility, heat capacity, and EPR spectroscopy were used to analyze exchange interactions and g-factor anisotropy. The experimental data indicate that the ferromagnetic phase transition observed at 0.81 K is induced by the influence of interlayer interactions, which significantly affect the magnetic ordering in the low-temperature region. These findings contribute to a deeper understanding of the magnetic behavior of quasi-2D low-dimensional systems.

Keywords: quantum magnet, exchange interaction, susceptibility, heat capacity, square lattice.

Úvod

Predstavený výskum predstavuje logické pokračovanie dlhodobého štúdia kvantových magnetov, vrátane nízkorozmerných magnetických systémov v extrémnych podmienkach, realizovaného Ústavom fyzikálnych vied Prírodovedeckej fakulty Univerzity Pavla Jozefa Šafárika v Košiciach v spolupráci s Ústavom experimentálnej fyziky Slovenskej akadémie vied.

Štúdium kvantových magnetov umožňuje pozorovanie ich nekonvenčných magnetických vlastností, ktoré sa prejavujú najmä pri veľmi nízkych teplotách a vo vysokých magnetických poliach. Základný fyzikálny výskum týchto systémov nám poskytuje hlbšie pochopenie ich správania, čo otvára cestu k ich využitiu v moderných technológiách. Napríklad kvantové magnety zohrávajú kľúčovú úlohu pri vývoji kvantových počítačov, kde môžu slúžiť ako potenciálne nosiče kvantovej informácie – qubity – vďaka možnosti manipulácie so spinovými kvantovými stavmi [1].

V tomto príspevku je prezentovaný jeden z najnovších výskumov – experimentálne štúdium organometalickej zlúčeniny Cu(en)(sal)Cl . Kryštalická štruktúra tejto látky je dobre zdokumentovaná [2] a jej usporiadanie naznačuje potenciálne správanie systému ako nízkorozmerného kvantového magnetika. Preto bol realizovaný experimentálny výskum základných magnetických vlastností tejto zlúčeniny prostredníctvom merania tepelnej kapacity, jednosmernej susceptibility, magnetizácie a elektrónovej paramagnetickej rezonancie (EPR).

Teoretický úvod

Paramagnetické ióny Cu(II) s elektrónickou konfiguráciou $3d^9$ disponujú jedným nepárovým elektrónom so spinom $S = \frac{1}{2}$, čo je základom ich magnetických vlastností. V dôsledku spin-orbitálnej interakcie a asymetrického okolia ligandu dochádza k anizotropným hodnotám g-faktora.

V systémoch obsahujúcich viaceré Cu(II) ióny dochádza ku vzájomným interakciám medzi nimi prostredníctvom výmenných interakcií. Pri ňom sa uplatňujú kvantovo-mechanické princípy Coulombovej interakcie a Pauliho vylučovacieho princípu, čo vedie k preferenčnému usporiadaniu spinov. Výsledkom je buď feromagnetické (paralelné orientácie spinov), alebo antiferomagnetické (antiparalelné) usporiadanie, v závislosti od geometrie väzieb a symetrie okolia. Tento výmenný mechanizmus zohráva kľúčovú úlohu pri formovaní makroskopických fyzikálnych veličín.

Na teoretickej úrovni sa na aproximáciu nízkorozmerných magnetických systémov často uplatňuje Heisenbergov model, ktorý umožňuje získať vedomosti o výmenných interakciách medzi susednými, interagujúcimi spinmi. Nízkorozmerné magnetické systémy so spinom $S = \frac{1}{2}$ je možné najjednoduchšie popísať pomocou Hamiltoniánu vo forme:

$$H = -J \sum_{\langle i,j \rangle} S_i S_j, \quad (1)$$

kde sa uvažuje iba interakcia medzi najbližšími susedmi na štvorcovej mriežke a J predstavuje výmennú interakciu medzi nimi [3]. Hamiltonián popisuje energetické stavy systému a tým pádom určuje jeho správanie. Preto použitím numerických metód, ako sú napríklad Monte Carlo simulácie, je možné predpovedať a modelovať komplexné správanie veľkého počtu spinov a analyzovať výsledné makroskopické vlastnosti systému [4, 5].

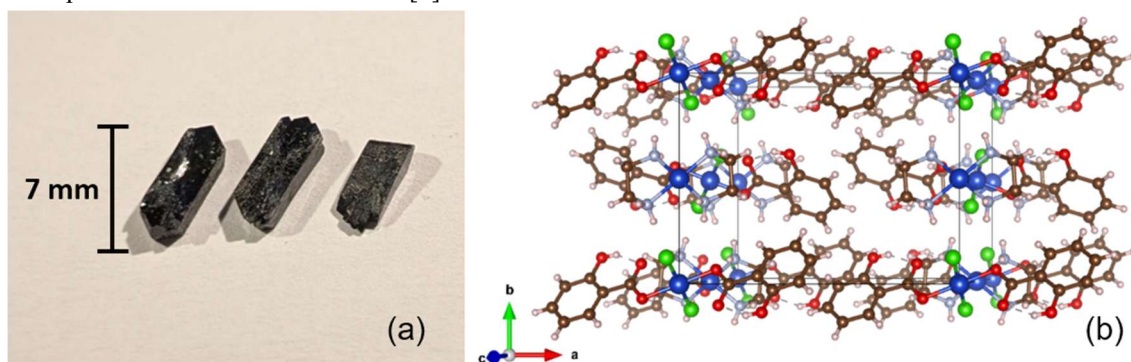
Kombinácia poznatkov o magnetochemických vlastnostiach paramagnetických Cu(II) iónov, analýze g-faktora a výmennej interakcii spolu s využitím Heisenbergovho modelu tak vytvára teoretický základ pre pochopenie kvantového magnetizmu Cu(en)(sal)Cl.

Syntéza, štruktúra a experimentálne metódy

Monokryštály systému Cu(en)(sal)Cl boli pripravené modifikáciou syntézy publikovanej v práci [2]. Pripravené monokryštály sú zobrazené na obr. 1(a).

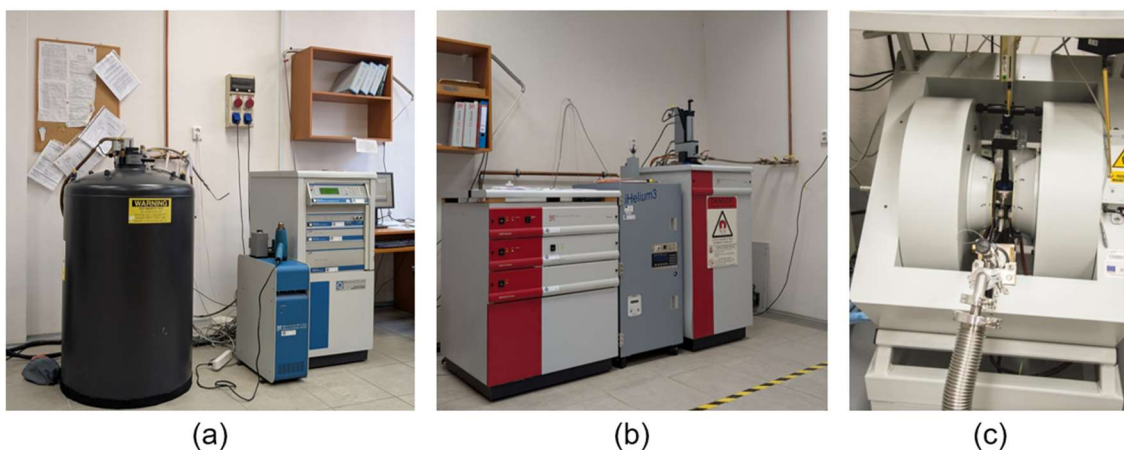
Z pohľadu na štruktúru komplexu Cu(en)(sal)Cl (obr. 1 (b)) možno predpokladať, že dominantné výmenné interakcie prebiehajú v rovinách *bc*, pričom vytvárajú štruktúru so štvorcovým usporiadaním v nich. Tieto magnetické roviny sú priestorovo oddelené komplexným systémom vodíkových väzieb pozdĺž kryštalografickej osi *a*.

Paramagnetické ióny Cu²⁺ sú prítomné v dvoch neekvivalentných polohách. V jednotke CuN₄Cl₂ je ión koordinovaný štyrmi atómami dusíka N z dvoch proti sebe orientovaných *en* (*en* = etyléndiamín = C₂H₈N₂) ligandov, ktoré tvoria ekvatoriálnu rovinu. Vzdialenosti Cu–N1 = 2,0298(16) Å a Cu–N2 = 2,0374(15) Å (rovnako aj pre opačný *en* ligand) sú približne rovnaké. Spojenie iónov Cu²⁺ pozdĺž osi *c* je zabezpečené prostredníctvom atómov chlóru Cl. V jednotke CuO₄Cl₂ je ión koordinovaný štyrmi atómami kyslíka O z dvoch asymetricky viazaných *sal* (*sal* = kyselina salicylová = C₇H₆O₃) aniónov. Na rozdiel od jednotky CuN₄Cl₂ sú vzdialenosti Cu–O1 = 1,9569(14) Å a Cu–O2 = 2,6455(13) Å značne odlišné, čo vedie k nesymetrickej a bidentátnej ekvatoriálnej rovine. Aj v tomto prípade sú ióny Cu²⁺ prepojené pozdĺž osi *c* prostredníctvom atómov chlóru [2].



Obr. 1. (a) Pripravené kryštály Cu(en)(sal)Cl. (b) Celkový pohľad na štruktúru Cu(en)(sal)Cl

Na meranie tepelnej kapacity práškovej vzorky formovanej do tablety bolo použité komerčné zariadenie Physical Property Measurement System (PPMS) od spoločnosti Quantum Design, vybaveného ³He insertom.. Tento systém umožňuje merania fyzikálnych vlastností materiálov pri nízkych teplotách a vysokých magnetických poliach. Merania prebiehali v teplotnom rozsahu od 0,38 do 60 K a v magnetických poliach až do 9 T.



Obr. 2. Použité meracie zariadenia: PPMS (a), MPMS (b) a EPR spektrometer (c)

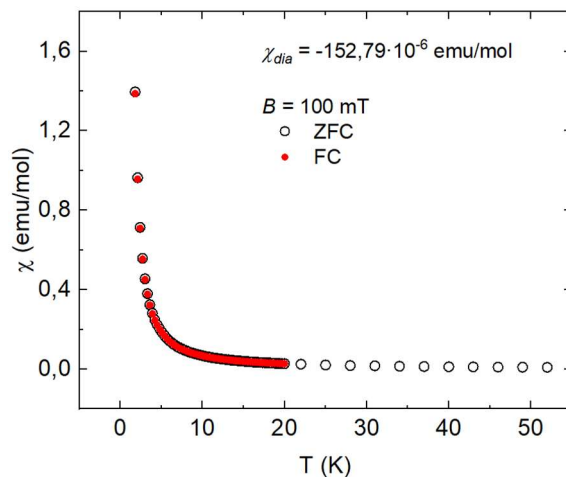
Magnetizácia a susceptibilita práškovej vzorky, umiestnenej v želatínovej kapsule, boli merané pomocou magnetometra Magnetic Property Measurement System (MPMS) od spoločnosti Quantum Design. Tento prístroj umožňuje presné merania magnetických vlastností materiálov pri nízkych teplotách. Merania prebiehali v teplotnom rozsahu od 1,8 K do 300 K a v magnetických poliach až do 7 T, pri čom boli použité 2 režimy merania – chladenie bez magnetického poľa (Zero-Field Cooling, ZFC) a chladenie v magnetickom poli (Field Cooling, FC). Pri ZFC sa vzorka ochladzuje v nulovom magnetickom poli a až potom sa aplikuje pole, zatiaľ čo pri FC je magnetické pole prítomné počas celého ochladzovacieho procesu.

Elektrónová paramagnetická rezonancia (EPR) je technika využívaná na štúdium materiálov s nepárovými elektrónmi. V prítomnosti vonkajšieho magnetického poľa dochádza k deleniu energetických hladín spinov, čo umožňuje prechody

medzi týmito stavmi pri absorpcii mikrovlnného žiarenia. V našich experimentoch sme použili EPR spektrometer Bruker ELEXSYS E500, ktorý pracuje vo frekvenčnom pásme X (9,4 GHz) a umožňuje merania v magnetických poliach až do 1 T. Tento prístroj je vybavený kryostatom, ktorý umožňuje dosiahnuť teploty až do 2 K. Vďaka týmto vlastnostiam bolo možné detailne analyzovať anizotropiu g-faktora v skúmanom systéme.

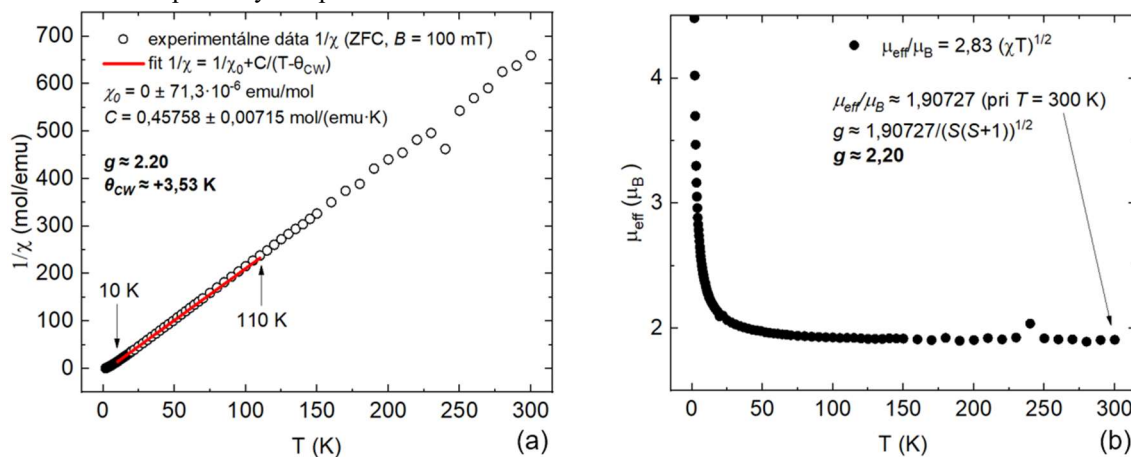
Výsledky a diskusia

Celková magnetizácia, nameraná v experimente, predstavuje súčet príspevkov želatínovej kapsuly a samotnej vzorky. Preto bol najprv od celkového signálu odpočítaný príspevok kapsuly podľa empirického vzorca. Následne bola, v súlade s klasickou definíciou, určená jednosmerná (DC) susceptibilita, ktorá bola vypočítaná ako pomer magnetizácie vzorky k aplikovanému magnetickému poľu, tj. $\chi = M/H$. Namerané dáta v režimoch ZFC a FC pri magnetickom poli 100 mT nevykázali žiadne rozdiely (obr. 3), čo svedčí o absencii magnetického fázového prechodu až do teploty 1,8 K.



Obr. 3. Porovnanie ZFC a FC dát v magnetickom poli 100 mT pre Cu(en)(sal)Cl

Následne boli experimentálne dáta inverznej susceptibility analyzované podľa Curie-Weisssovoho zákona (obr. 4 (a)). Okrem toho bola vykonaná aj analýza saturácie efektívneho magnetického momentu (obr. 4 (b)). Z týchto analýz je možné určiť hodnotu g-faktora pre skúmaný systém, ktorá sa pohybuje okolo $g = 2,20$, čo je typická hodnota pre podobné koordinačné prostredia iónu Cu^{2+} . Zároveň sa tu objavujú prvé náznaky prítomnosti výmennej interakcie feromagnetického (FM) pôvodu, čo naznačuje kladná hodnota Curie-Weisssovej teploty $\theta_{CW} = 3,53$ K a prudký nárast efektívneho momentu pri nízkych teplotách.



Obr. 4. (a) Teplotná závislosť inverznej susceptibility v poli 100 mT analyzovaná pomocou Curie-Weisssoho zákona. (b) Teplotná závislosť efektívneho magnetického momentu pre Cu(en)(sal)Cl

Následne boli experimentálne dáta analyzované pomocou nízko-teplotnej aproximácie (Low-Temperature Approximation, LTA), ktorá je definovaná pre Heisenbergov feromagnet so spinom $1/2$ na štvorcovej mriežke vzt'ahom [3]:

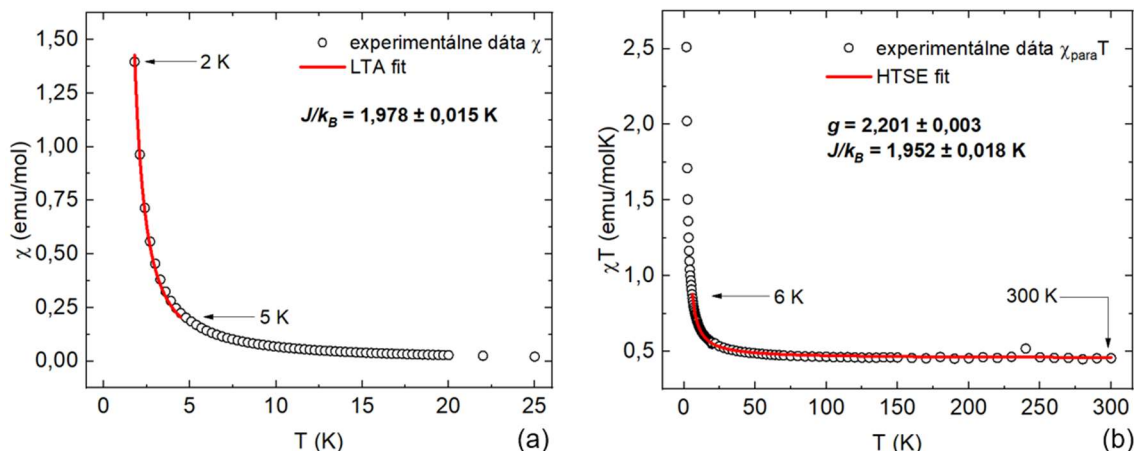
$$\chi = \frac{A}{T} \cdot e^{\frac{2\pi JS^2}{T}}, \quad (2)$$

kde A predstavuje voľný fitovací parameter. Fit vykonaný v teplotnom intervale 2 až 5 K naznačuje, že hodnota dominantnej výmennej interakcie je približne $J/k_B = 1,98$ K.

V oblasti vyšších teplôt experimentálne dáta boli analyzované pre Heisenbergov feromagnet so spinom $1/2$ pomocou metódy High-Temperature Series Expansion (HTSE) [4]:

$$\chi T = \frac{N_a g^2 \mu_B^2}{k_B} \left(1 + \sum_{n=1}^{10} \left[\frac{a_n}{2^n n!} \left(\frac{J}{k_B T} \right)^n \right] \right), \quad (3)$$

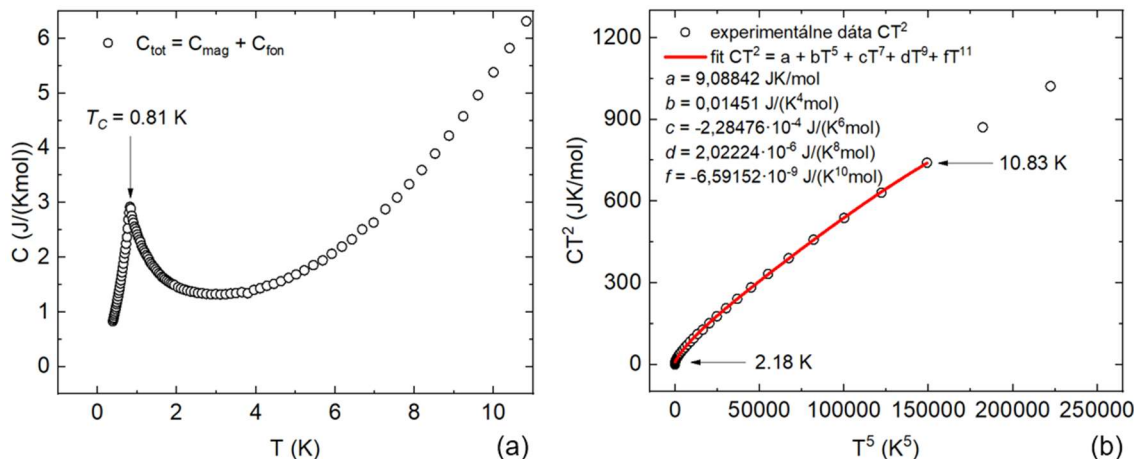
kde a_n sú koeficienty uvedené v práci [5] pre štvorcovú mriežku. Z tohto fitu v teplotnom intervale 6 až 300 K bola určená nie len hodnota výmennej interakcie $J/k_B = 1,95$ K, ale aj g -faktoru $g = 2,20$.



Obr. 5. (a) LTA fit experimentálnych dát susceptibility. (b) HTSE fit experimentálnych dát susceptibility pre Cu(en)(sal)Cl

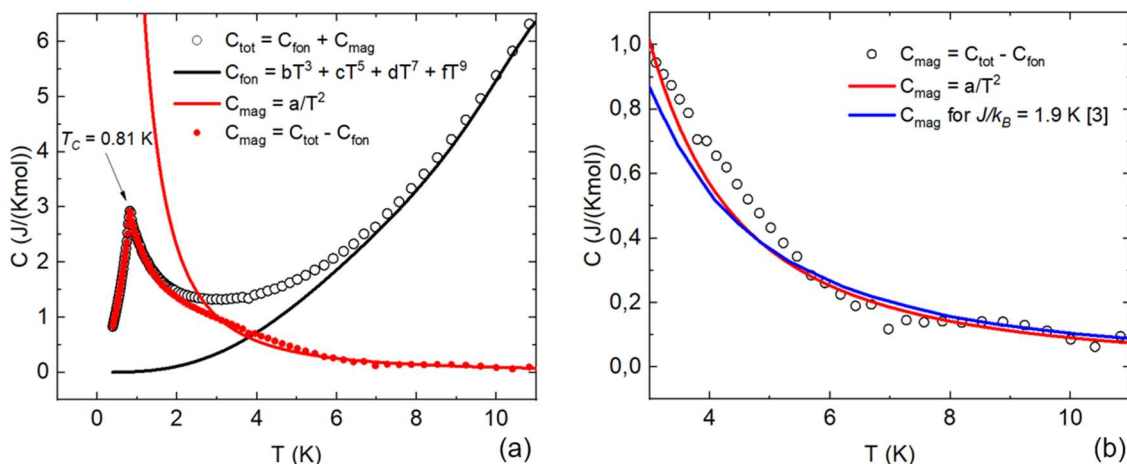
Skúmaný materiál patrí medzi magnetické izolátory, a preto je jeho tepelná kapacita C_{tot} zložená z dvoch nezávislých príspevkov – magnetického C_{mag} a fonónového C_{fon} (obr. 6 (a)). Pri nízkych teplotách prevláda magnetický príspevok, ktorý klesá so zvyšujúcou sa teplotou podľa $C_{\text{mag}} \approx a/T^2$. Naopak, vo vyšších teplotných oblastiach dominuje fonónový príspevok, ktorého nárast je popísaný vzťahom $C_{\text{mag}} \approx bT^3 + cT^5 + dT^7 + fT^9$, kde a, b, c, d a f sú fitovacie parametre.

Najprv bola vykonaná analýza fonónového príspevku v oblasti vyšších teplôt (obr. 6 (b)), pričom na základe fitu bol tento príspevok odpočítaný od celkových dát, aby bolo možné izolovať magnetický podsystem. Analýza entropie magnetického príspevku odhalila, že celková hodnota entropie magnetického podsystemu dosahuje približne 5,7 J/(mol·K), čo predstavuje 99 % teoreticky očakávanej hodnoty pre nízkorozmerné 2D systémy so spinom 1/2.



Obr. 6. (a) Celková tepelná kapacita C_{tot} systému Cu(en)(sal)Cl v nulovom magnetickom poli. (b) Fit fonónového príspevku C_{fon} ku celkovej tepelnej kapacite

Podobne ako dáta susceptibility, boli aj dáta tepelnej kapacity pri vyšších teplotách analyzované podľa príslušného modelu [3] pre spin 1/2 Heisebergov feromagnet na štvorcovej mriežke (obr. 7 (b)). Výsledky ukazujú, že pokles experimentálnych dát magnetického podsystemu je v relatívne dobrej zhode s teoretickou predpoveďou pre $J/k_B = 1,9$ K.



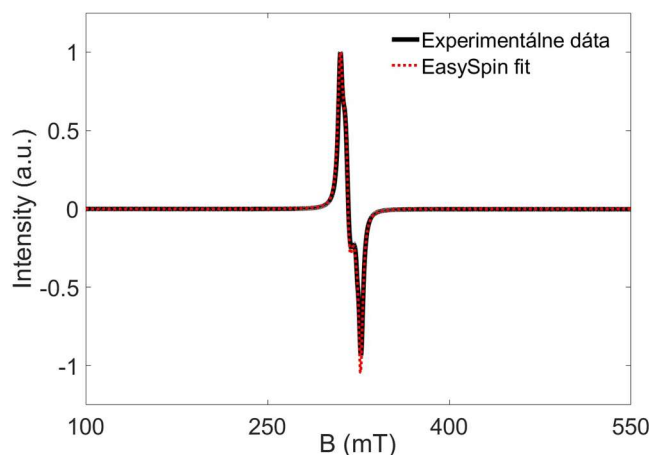
Obr. 7. (a) Celková tepelná kapacita C_{tot} a jej príspevky C_{fon} a C_{mag} pre Cu(en)(sal)Cl v nulovom magnetickom poli. (b) Porovnanie magnetického príspevku C_{mag} s modelom [3]

Okrem toho, v skúmanom systéme sa objavuje výrazná λ -anomália, ktorá indikuje magnetický fázový prechod do feromagnetického stavu pri Curieho teplote $T_c = 0,81$ K. Na základe tejto teploty a hodnoty dominantnej výmennej interakcie J bola odhadnutá hodnota medzirovinej interakcie J'/J podľa vzťahu, platného pre spin $S = \frac{1}{2}$ Heisebergov feromagnet:

$$\ln\left(\frac{J'}{J}\right) = B - A \frac{J \cdot S(S+1)}{T_c}, \quad (4)$$

pričom pre spin $S = \frac{1}{2}$ platia konštanty $A = 3,15$ a $B = 2,5$ [6]. Dosadením experimentálne získaných hodnôt pre J a T_c bola získaná hodnota $J'/J \approx 0,042$. Tento výsledok jednoznačne ukazuje, že aj keď sú medzirovinné výmenné interakcie v porovnaní s dominantnými slabšie, ich prítomnosť je rozhodujúca pre vznik magnetického fázového prechodu.

Ako posledná súčasť experimentálneho štúdia bolo získané EPR spektrum práškovej vzorky pri teplote $T = 15$ K, ktoré slúži na určenie anizotropie g-faktora. Vzhľadom na to, že štruktúra odhaľuje prítomnosť dvoch neekvivalentných polôh iónu Cu(II) , bola analýza realizovaná pomocou softvérového balíka EasySpin, ktorý umožňuje simultánne optimalizovať viaceré parametre (obr. 8). Výsledky fitu pomocou tejto analýzy sú sumarizované v tab.1.



Obr. 8. Fit EPR spektra pre Cu(en)(sal)Cl pri $T = 15$ K

Tab. 3: Výsledky fitu EPR spektrá z obr. 8.

	g_x	g_y	g_z
CuN_4Cl_2	2.05735	2.05201	2.16232
CuO_4Cl_2	2.16303	2.12002	2.06834

Predstavená analýza potvrdzuje hypotézu o prítomnosti dvoch neekvivalentných polôh Cu(II) iónov v našom systéme, ktoré vyplývajú z kryštalickej štruktúry. Ako je vidieť v tab. 1, ekvatoriálna rovina (odpovedajúca g_x a g_y) v prípade koordinácie CuN_4Cl_2 je takmer izotropná, čo naznačujú takmer rovnaké vzdialenosti medzi centrálnym Cu(II) a *en* ligandmi, pričom oktaédrická geometria vykazuje axiálne predĺženie. Na druhej strane, v prípade koordinácie CuO_4Cl_2 ide o stlačený oktaéder, v ktorom je zjavná anizotropia v ekvatoriálnej rovine, tvorenej *sal* ligandmi.

Záver

Analýza magnetických vlastností zlúčeniny Cu(en)(sal)Cl , reprezentujúcej spin-1/2 Heisenbergov feromagnet na štvorcovej mriežke, poskytla detailný pohľad na jej nízкотеплотné správanie. Merania jednosmernej susceptibility odhalili hodnoty výmennej interakcie $J/k_B \approx 1,9$ K a g -faktora $g = 2,20$. Tepelná kapacita potvrdila prítomnosť feromagnetického fázového prechodu pri teplote $T_C = 0,81$ K, ktorá súvisí s narastajúcim vplyvom medzirovinných interakcií $J'/J = 0,042$ v nízкотеплотnej oblasti. EPR spektroskopia odhalila anizotropiu g -faktora, ktorá vyplýva s komplikovanej koordinácie iónov Cu^{2+} a orientáciami ich ligandov.

PodĎakovanie

Rád by som vyjadril svoju vďaku všetkým členom tímu QMAGNA za ich neoceniteľnú podporu a spoluprácu. Ich odborné rady, podnetné diskusie a priateľská atmosféra vytvorili ideálne prostredie pre môj vedecký rozvoj. Tieto interakcie obohatili túto prácu a prispeli k úspešnému priebehu nášho výskumu.

Taktiež by som chcel poďakovať grantovým agentúram a projektom APVV-22-0172, APVV-23-0006 a VEGA 1/0132/22 za ich finančnú podporu, ktorá umožnila realizáciu tohto výskumu.

Literatúra

- 1 ZHONG, Han et al., 2025. Integrating 2D magnets for quantum devices: from materials and characterization to future technology. In: Materials Quantum Technologies. Vol. 5, p. 012001. ISSN 2633-43562
- 2 BATOOL, S. S. et al., 2016. Crystal structure and spectroscopic characterization of a coordination polymer of Copper(II) chloride with ethylenediamine and the 2-hydroxybenzoate ion. In: Journal of Structural Chemistry. Vol. 57, no. 6, p. 1176-1181. ISSN 0022-4766.
- 3 SUZUKI, Fumihisa, et al., 1994. Thermodynamics of Low-Dimensional Heisenberg Ferromagnets by the Green's Function Method. In: Journal of the Physical Society of Japan. Vol. 63, no. 4, p. 1539-1547. ISSN 0031-9015
- 4 MHADHBI, Nouredine et al., 2024. Investigation of the electronic, optical and magnetic properties of a novel two-dimensional lead-free perovskite: High visible-light absorption and long-range magnetic ordering. In: Journal of Alloys and Compounds. Vol. 1007, p. 176450. ISSN 0925-8388
- 5 BAKER, G.A. Jr. et al., 1967. On the two-dimensional, spin-1/2 Heisenberg ferromagnetic models. In: Physics Letters A. Vol. 25, no. 3, p. 207-209. ISSN 0375-9601.
- 6 JUHÁSZ Junger, et al., 2009. Thermodynamics of layered Heisenberg magnets with arbitrary spin. In: Physical Review B. Vol. 80, no. 6, p. 064425. ISSN 1098-0121.

Nové deriváty tiazolidinón-akridínov: dizajn, syntéza, štruktúrna charakterizácia a biologická aktivita

Novel Thiazolidinone-Acridine Derivatives: Design, Synthesis, Structural Characterization, and Biological Evaluation

Tomáš Ján LIŠKA^a, Radka MICHALKOVÁ^b, Danica SABOLOVÁ^a, Ivan POTOČNÁK^a, Erika SAMOEVOVÁ^c, Ladislav JANOVEC^a, Ján MOJŽIŠ^b, Mária VILKOVÁ^a

^a Univerzita Pavla Jozefa Šafárika v Košiciach, Prírodovedecká fakulta

^b Univerzita Pavla Jozefa Šafárika v Košiciach, Lekárska fakulta

^c Fyzikálny ústav Akadémie vied Českej republiky, Na Slovance 2, 182 00, Praha 8, Česká republika

Abstrakt: Dopyt po nových, cenovo dostupných a selektívnych liečivách neustále rastie. Jedným z prístupov k ich vývoju je molekulová hybridizácia, pri ktorej sa spájajú dve alebo viaceré biologicky aktívne časti do jednej kovalentne viazanej štruktúry. Tento koncept môže viesť k zvýšeniu účinnosti výslednej molekuly alebo k zníženiu nežiaducich účinkov jej východiskových zlúčenín. Cieľom práce bola syntéza nových tiosemikarbazónov, ktoré boli ďalej použité na prípravu dvoch sérií molekúl obsahujúcich tiazolidinónové a akridínové jadrá spojené krátkym organickým mostíkom. Štruktúra týchto zlúčenín bola analyzovaná pomocou NMR spektroskopie a molekulového modelovania, pričom sa ukázalo, že po 7 dňoch v roztoku chloroformu vystavenému viditeľnému svetlu dochádza k štrukturálnym zmenám. Röntgenová analýza dvoch zlúčenín potvrdila ich štruktúru v tuhej fáze. Keďže novosyntetizované zlúčeniny obsahujú dve bioaktívne jadrá, bola vyhodnotená aj ich biologická aktivita. Štyri pripravené molekuly vykazovali sľubnú účinnosť a jedna z nich sa vyznačovala aj vysokou selektivitou voči rakovinovým bunkám.

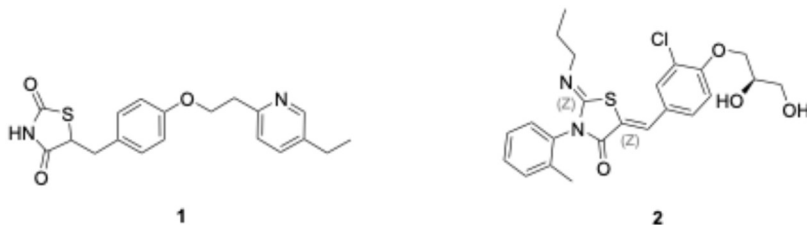
Kľúčové slová: tiazolidinón, akridín, štruktúra, aktivita, charakterizácia

Abstract: The demand for new, affordable, and selective drugs is continuously increasing. One approach to their development is molecular hybridization, which involves combining two or more biologically active fragments into a single covalently bonded structure. This concept can enhance the potency of the resulting molecule or reduce the side effects of its parent compounds. The aim of this work was the synthesis of new thiosemicarbazones, which were subsequently used to prepare two series of molecules containing thiazolidinone and acridine cores linked by a short organic bridge. The structures of these compounds were analyzed using NMR spectroscopy and molecular modeling, revealing that structural changes occur after 7 days in a chloroform solution exposed to visible light. X-ray analysis of two compounds confirmed their structure in the solid state. Since the newly synthesized compounds contain two bioactive cores, their biological activity was also evaluated. Four of the prepared molecules exhibited promising efficacy, and one of them demonstrated high selectivity against cancer cells.

Keywords: thiazolidinone, acridine, structure, activity, characterization

Úvod

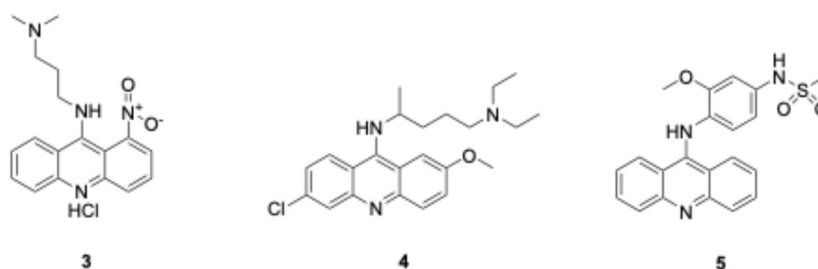
Cieľom mnohých chemikov vo svete je objavovanie nových cenovo dostupných biologicky aktívnych látok, ktoré majú lepšiu potenciú a zároveň minimálne vedľajšie účinky. Jedna zo syntetických metodológií, ktorá sa využíva na dizajn a prípravu nových biologicky aktívnych molekúl je molekulová hybridizácia. Pri tejto metóde sa dva alebo viac biologicky aktívnych farmakofórov spájajú do jednej kovalentne viazanej štruktúry s cieľom zvýšiť účinnosť alebo znížiť toxicitu výslednej molekuly v porovnaní s materskými molekulami (Seboletsw, Cele, Singh 2023). Heterocyklické zlúčeniny zohrávajú v biologických systémoch kľúčovú úlohu a sú často využívané pri syntéze liečiv práve pre ich široké spektrum biologických aktivít. Jedným z potentných heterocyklov je tiazolidinón, ktorého deriváty sú neustále skúmané kvôli dizajnu a syntéze nových zlúčenín (Kaur Manjal et al. 2017). Deriváty tiazolidinónu vykazujú viaceré zaujímavé biologické aktivity vrátane antioxidačnej (Afifi et al. 2019), analgetickej (Haiba et al. 2014), antikonvulzívnej (Mishchenko et al. 2020), protirakovinovej (Suthar et al. 2013; Garberová et al. 2023; da Silveira et al. 2017), antiparazitkej (Bhat et al. 2021; Mech, Kurowska, Trotsko 2021), protizápalovej (Singh et al. 2025), antidiabetickej (Pradhan et al. 2023; Gamal et al. 2024), a antimikrobiálnej (Trotsko 2021; Guo et al. 2025) (Obrázok 1).



Obrázok 6: Liečivá s tiazolidinónovým jadrom: **1** pioglitazón (obchodný názov Actos) je antidiabetikum a **2** ponesimod (obchodný názov Ponvory) slúži na liečbu roztrúsenej sklerózy.

Akridíny taktiež patria do skupiny heterocyklických zlúčenín. Ich deriváty sú jednou z najstarších a najviac využívaných tried bioaktívnych molekúl. Študované sú najmä ich chemoterapeutické vlastnosti. S DNA interagujú interkaláciou alebo viazaním sa do žliabkov a môžu blokovať replikáciu DNA, jej transkripciu alebo opravu. Akridíny sú tiež schopné inhibovať topoizomérázu I a II a indukovať bunkovú smrť (Rescifina et al. 2014). Viaceré typy akridínových derivátov

boli študované pre ich protirakovinové vlastnosti (Obrázok 2). Deriváty obsahujúce síru, ako akridínové tiomočoviny a tiosemikarbazóny, vykazujú dobrú aktivitu voči nádorovým bunkám, z čoho vyplýva ich vysoká terapeutická hodnota (Bečka et al. 2017; Othman, Kozurkova 2018). Akridín–triazolové a akridín–tiadiazolové deriváty tiež preukázali pozoruhodnú protinádorovú aktivitu s nižšou toxicitou v porovnaní s konvenčnými chemoterapeutikami ako je 5-fluóruracil (Huo et al. 2023). Tieto poznatky podčiarkujú význam ďalšieho výskumu akridínových derivátov, najmä síru obsahujúcich zlúčenín, ako sú akridínové tiomočoviny a tiosemikarbazóny, ktoré preukazujú sľubnú protinádorovú aktivitu.



Obrázok 7: Liečivá s akridínovým jadrom: **1** nitracrín hydrochlorid je cytostatikum a protinádorové liečivo, **4** mepacrín (obchodný názov Atabrine, Atebrin) je antiprotozoikum a antireumatikum a **5** amsacrín je protinádorové liečivo.

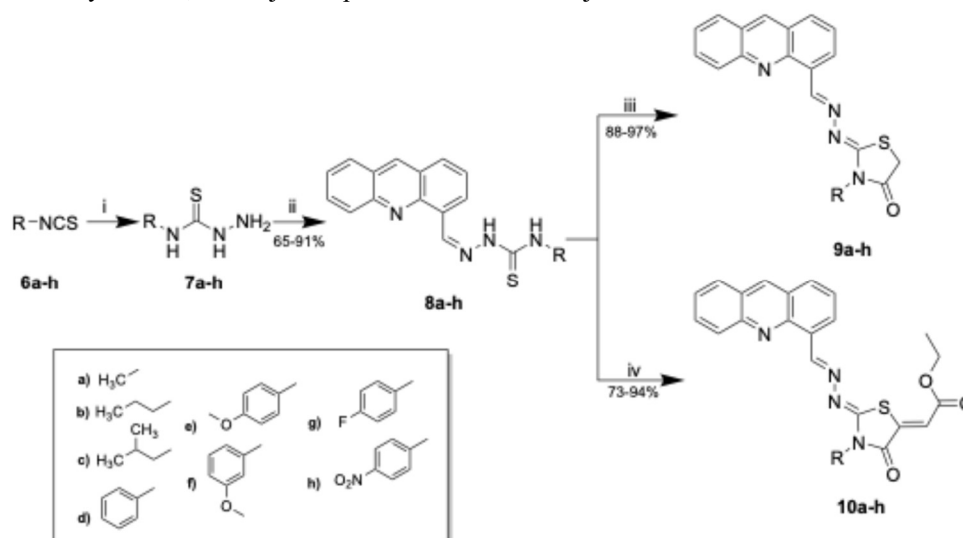
Syntéza

Pri syntéze 1-[(*E*)-[(akridín-4-yl)metylidén]amino]-3-alkyl tiosemikarbazónov **8a-h** sme vychádzali z izotiokyanátov **6a-h** (Obrázok 3). Izotiokyanáty majú vo svojej štruktúre elektrofilný uhlík, ktorý môže reagovať s nukleofilným dusíkom hydrazín hydrátu za vzniku substituovaných tiosemikarbazidov **7a-h**. Následnou adíciou tiosemikarbazidov **7a-h** na akridín-4-karbaldehyd sme získali širokú škálu produktov **8a-h** v dobrých výťažkoch. Priebeh reakcií sme pozorovali pomocou tenkovrstvovej chromatografie (TLC).

Produkty **8a-h** z reakčnej zmesi precipitovali. Po ukončení reakcie sme ich odfiltrovali a premyli studeným etanolom. Pre zabezpečenie vysokej čistoty produktov **8a-h** sme ich následne kryštalizovali zo zmesi dimetylformamid (DMF)/etanol (EtOH). Reakčné podmienky sa nám podarilo optimalizovať pre alkylové a taktiež pre aromatické substituenty, čo dokazuje univerzálnosť tejto metodológie.

Príprava produktov **9a-h** bola docieľená reakciou tiosemikarbazónov **8a-h** s metylbromacetátom. Reakcia prebieha za prítomnosti bázy (etoxidu sodného), ktorá vygeneruje nukleofil z tiosemikarbazónu **8a-h**, ktorý následne atakuje metylénový uhlík metylbromacetátu za vzniku izotiosemikarbazónu. V ďalšom kroku dochádza ku adično-eliminačnej reakcii za vzniku tiazolidinónového kruhu (Obrázok 3). Priebeh reakcií sme sledovali pomocou TLC. Získané surové produkty **9a-h** boli po reakcii kryštalizované zo zmesi DMF a metanolu (MeOH). Po kryštalizácii sme dostali tiazolidinón-akridíny **9a-h** v dobrom výťažku (88 – 97 %).

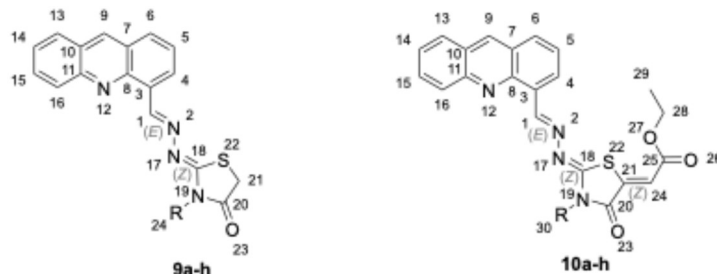
Poslednou časťou syntézy bola príprava produktov **10a-h** s modifikovaným tiazolidinónovým jadrom, ktoré navyše obsahuje etoxykarbonylmetylidénovú funkčnú skupinu. Reakciou tiosemikarbazónov **8a-h** s dietylacetyléndikarboxylátom v suchom etanole za refluxu sme získali produkty **10a-h** vo vysokej čistote, no napriek tomu boli ešte kryštalizované zo zmesi DMF/MeOH (Obrázok 3). Optimalizáciou reakčných podmienok sme zabránili rozkladu východiskových látok, vznikajúcich produktov alebo vedľajším reakciám.



Obrázok 8: Reakčná schéma prípravy derivátov **9a-h** a **10a-h**. i) hydrazín hydrát, etanol, rt, 1–4 h; ii) akridín-4-karbaldehyd, ľadová kyselina octová (katalytické množstvo), etanol, rt, 2–3 h; iii) metylbromacetát, etoxid sodný, etanol, rt, 1–4 h; iv) dietylacetyléndikarboxylát, etanol, reflux, 2–3 h

NMR a röntgenová charakterizácia

Štruktúra všetkých pripravených látok bola stanovená pomocou 1D a 2D NMR spektroskopie. V molekulách je viacero dvojítých väzieb. Geometrická konfigurácia väzby C1=N2 v derivátoch **9a-h** a **10a-h** bola stanovená na základe heteronukleárných interakčných konštánt, ktoré nadobúdali hodnoty 168,6–169,2 Hz. Tieto hodnoty naznačujú, že väzba C1=N2 je v konfigurácii *E*. Geometrická konfigurácia dvojitej väzby N17=C18 v derivátoch **9a-h** a **10a-h** ako aj dvojitej väzby C21=C24 v derivátoch **10a-h** bola stanovená pomocou röntgenovej analýzy, ktorá potvrdila na oboch väzbách *Z* konfiguráciu (Obrázok 4). Počas NMR experimentov bola pozorovaná druhá sada signálov, ktorá sa v roztoku objavila po 7 dňoch státia v NMR kyvete za prístupu svetla. Po tomto čase bolo opätovne vykonané NMR meranie a pomer dvoch sád signálov bol stanovený podľa dobre rozlíšených signálov vodíkov H-1.



Obrázok 9: Štruktúra pripravených zlúčenín **9a-h** a **10a-h** potvrdená pomocou NMR spektroskopie a röntgenovej kryštografie

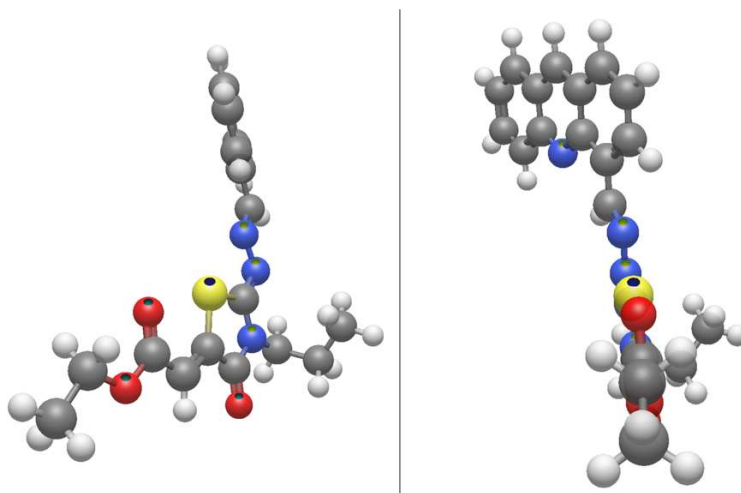
Zlúčeniny **8d** a **10b** boli podrobené röntgenovej analýze. Štruktúra **8d** v pevnom skupenstve je molekulárna a pozostáva z kostry tvorenej fenylovým a akridínovým jadrom, ktoré sú prepojené tiosemikarbazónovým mostíkom. Fenylové aj akridínové jadrá sú planárne. Štruktúra molekuly je stabilizovaná párom intramolekulových vodíkových väzieb. Tieto vodíkové väzby pravdepodobne spôsobujú aj planaritu celej molekuly, kedy z roviny len nepatrne vystupuje atóm síry a atóm dusíka z C=N zoskupenia. Usporiadanie molekúl v pevnom skupenstve (packing) je ovplyvnené intermolekulovými vodíkovými väzbami a π - π interakciami medzi fenylovým jadrom a akridínovým jadrom druhej molekuly. Intermolekulové väzby sú taktiež zodpovedné za tvorbu dimérov, ktoré ďalej vďaka π - π interakciám tvoria dvojreťazec.

Štruktúra **10b** obsahuje akridínové a tiazolidinónové jadro, ktoré sú prepojené -CH=N-N= mostíkom, pričom obe jadrá sú planárne. Väzby v mostíku sú konjugované, čo znamená, že tiazolidinónové a akridínové jadro sú koplanárne. Usporiadanie molekúl **10b** v pevnom skupenstve (packing) je riadené intermolekulovými vodíkovými väzbami a π - π interakciami tiazolidinónového a akridínového jadra. Kvôli intermolekulovým vodíkovým väzbám vzniká opäť dimér, ktorý je vďaka π - π interakciám vo forme dvojreťazca.

Molekulové modelovanie

Chémia a chemická syntéza sú nenahraditeľnými nástrojmi ľudstva pri riešení súčasných a budúcich výziev, ako sú efektívne ukladanie a premena energie, či dostupné lieky a zdravotná starostlivosť. Vo všetkých týchto oblastiach zohráva kľúčovú úlohu racionálny dizajn molekúl a materiálov. Spomedzi mnohých sú to napríklad nové katalyzátory, elektrolyty pre batérie, hostiteľské materiály pre organickú elektroniku či nové liečivá. V tomto kontexte je nevyhnutné pochopiť hmotu na úrovni atómovej a elektrónovej štruktúry, čo je možné len prostredníctvom chemickej syntézy, spektroskopie a kvantovochemických výpočtov. Posledná z týchto troch metód, výpočtová chémia, a konkrétne Kohn–Shamova teória funkcionálu hustoty (DFT), si v posledných desaťročiach upevnila svoju pozíciu ako tretí pilier popri syntéze a spektroskopii (Bursch et al. 2022). Syntézou sme sa dopracovali k cieľovým zlúčeninám. Röntgenová analýza pripravených látok preukázala, že látky v pevnej fáze existujú ako planárne molekuly. NMR spektroskopiou ale pozorujeme aj zmeny posunov vodíkov aj uhlíkov. Preto sme na objasnenie štruktúry novo vzniknutých derivátov využili vyššie spomínaný tretí pilier – chemické výpočty. Naším hlavným cieľom bolo určiť štruktúru konformérov/rotamérov, ktoré vznikali v roztoku v NMR kyvete (Obrázok 5).

Vygenerovanie konformérov a priradenie realistických 3D koordinát malým molekulám je základom dizajnu liečiv. Konformačné ansámble sú vyžadované pre algoritmy založené na porovnávaní rigidných telies, ako sú prístupy využívajúce tvar molekuly alebo farmakofóry. Dokonca aj metódy, ktoré zohľadňujú flexibilitu ligandu, ako napríklad dokovanie (molecular docking), sú závislé od kvality poskytnutých konformácií, keďže nezohľadňujú všetky stupne voľnosti (napr. zohľadňujú iba torzné uhly) (McNutt et al. 2023).



Obrázok 10: 3D usporiadanie hlavného izoméru zlúčeniny **10b** po vyhľadávaní konformérov a optimalizácii štruktúry pomocou DFT výpočtov – pozorované narušenie kopolanarity akridínového a tiazolidínového jadra.

Biologická aktivita

Antiproliferačná aktivita novopripravených zlúčenín **8a-h**, **9a-h** a **10a-h** bola stanovená na rakovinových bunkových líniiach A549 (adenokarcinóm pľúc), Hep G2 (hepatocelulárny karcinóm), MDA-MB-231 (trojito negatívny karcinóm prsníka), HeLa (rakovina krčka maternice), HCT116 (kolorektálny karcinóm), PATU (rakovina pankreasu), MCF-7 (rakovina prsníka s pozitívnymi estrogénovými receptormi), SK-BR-3 (rakovina prsníka s pozitívnymi HER2 receptormi), U-87 (glioblastóm), Jurkat (T-bunková leukémia), A2058 (melanóm) a na nerakovinovej bunkovej línii Bj-5ta. Pre línie U-87, Jurkat a A2058 boli IC_{50} hodnoty u všetkých sledovaných zlúčenín $>50 \mu M$.

Ako najaktívnejšie zlúčeniny boli vyhodnotené **8a** (PATU; $IC_{50} = 15.7 \pm 2.4 \mu M$), **8h** (HeLa; $IC_{50} = 7.5 \pm 2.5 \mu M$), **9d** (HeLa; $IC_{50} = 12.9 \pm 2.99 \mu M$) a **9g** (HeLa; $IC_{50} = 11.86 \pm 5.5 \mu M$). Zlúčeniny **8a**, **9d** a **9g** ale preukazovali voči nerakovinovým bunkám približne rovnakú toxicitu ako voči rakovinovým. Zlúčenina **8h** preukázala výborné hodnoty IC_{50} pre HeLa bunky $7,5 \pm 2,5 \mu M$ a pritom pre líniu Bj-5ta nevykazovala vysokú toxicitu, kedy boli namerané hodnoty ($IC_{50} = >50 \mu M$). Všetky štyri zlúčeniny sú vďaka svojej dobrej aktivite vhodnými kandidátmi na liečivá.

Záver

V tejto práci je opísaná syntéza tiosemikarbazónov **8a-h** a ich následná modifikácia na dve samostatné série tiazolidinón-akridínových derivátov **9a-h** a **10a-h**. Syntéza prebiehala pri miernych reakčných podmienkach, čo zvyšuje jej potenciálnu aplikovateľnosť v priemyselnej výrobe. Všetky pripravené molekuly boli charakterizované pomocou 1D a 2D NMR spektroskopie a dve molekuly taktiež röntgenovou kryštalografickou analýzou, čo nám umožnilo stanoviť ich štruktúru. Po 7-dňovej expozícii svetlu v roztoku chloroformu boli pozorované štrukturálne zmeny, ktoré sa prejavili zmenami posunov vodíkových a uhlíkových signálov v NMR spektre. Tieto zmeny sme analyzovali aj pomocou molekulového modelovania. Kvôli prítomnosti biologicky aktívnych jadier v pripravených látkach bola tiež stanovená ich biologická aktivita. Väčšina z novopripravených zlúčenín **8a-h**, **9a-h** a **10a-h** nepreukázala významnejšie biologické aktivity. Zlúčeniny **8a**, **8h**, **9d** a **9g** však dosiahli sľubné IC_{50} hodnoty, pričom zlúčenina **8h** podľa prvotných výsledkov vykazovala výbornú selektivitu medzi zdravými a rakovinovými bunkami. V ďalšom výskume sa zameriame na optimalizáciu týchto zlúčenín s cieľom zvýšiť ich selektivitu, objasniť mechanizmus ich účinku a posúdiť ich terapeutický potenciál v *in vivo* modeloch.

Podakovanie

Táto práca bola podporená Kultúrnou a edukačnou grantovou agentúrou MŠVVaM SR (KEGA) v rámci projektu 008UPJŠ-4/2023 a Vnútrotným vedeckým grantovým systémom PF výskum UPJŠ (vvgs-2023-3039).

Literatúra

- AFIFI, Ola S. et al., 2019. Synthesis and biological evaluation of purine-pyrazole hybrids incorporating thiazole, thiazolidinone or rhodanine moiety as 15-LOX inhibitors endowed with anticancer and antioxidant potential. *Bioorganic Chemistry*. Vol. 87, pp. 821–837. DOI 10.1016/j.bioorg.2019.03.076.
- BEČKA, Michal et al., 2017. 3-[(E)-(acridin-9'-ylmethylidene)amino]-1-substituted thioureas and their biological activity. *Spectrochimica Acta - Part A: Molecular and Biomolecular Spectroscopy*. Vol. 180, pp. 234–241. DOI 10.1016/j.saa.2017.03.014.

- BHAT, Saleem Yousuf et al., 2021. Development of quinoline-based hybrid as inhibitor of methionine aminopeptidase 1 from *Leishmania donovani*. *Chemical Biology and Drug Design*. Vol. 97, no. 2, pp. 315–324. DOI 10.1111/cbdd.13783.
- BURSCH, Markus et al., 2022. *Best Practice DFT Protocols for Basic Molecular Computational Chemistry*. DOI 10.26434/chemrxiv-2022-n304h.
- DA SILVEIRA, Elita F. et al., 2017. Synthetic 2-aryl-3-((piperidin-1-yl)ethyl)thiazolidin-4-ones exhibit selective in vitro antitumoral activity and inhibit cancer cell growth in a preclinical model of glioblastoma multiforme. *Chemico-Biological Interactions*. Vol. 266, pp. 1–9. DOI 10.1016/j.cbi.2017.02.001.
- GAMAL, Mona A. et al., 2024. Probing benzenesulfonamide–thiazolidinone hybrids as multitarget directed ligands for efficient control of type 2 diabetes mellitus through targeting the enzymes: α -glucosidase and carbonic anhydrase II. *European Journal of Medicinal Chemistry*. Vol. 271. DOI 10.1016/j.ejmech.2024.116434.
- GARBEROVÁ, Monika et al., 2023. Derivatives Incorporating Acridine, Pyrrole, and Thiazolidine Rings as Promising Antitumor Agents. *Molecules*. Vol. 28, no. 18. DOI 10.3390/molecules28186616.
- GUO, Xiao Meng et al., 2025. Synthesis of new 1,4-benzodioxin derivatives containing thiazolidin-4-one skeleton, molecular modelling and docking as antibacterial agents. *Journal of Molecular Structure*. Vol. 1322. DOI 10.1016/j.molstruc.2024.140424.
- HAIBA, Magedda E. et al., 2014. Synthesis and evaluation of anti-inflammatory and analgesic activity of some substituted thiazolyl and thiazolidinonyl tetrahydronaphthalene derivatives. *Medicinal Chemistry Research*. Vol. 23, no. 7, pp. 3418–3435. DOI 10.1007/s00044-014-0926-z.
- HUO, Lini et al., 2023. Design and Synthesis of Acridine-Triazole and Acridine-Thiadiazole Derivatives and Their Inhibitory Effect against Cancer Cells. *International Journal of Molecular Sciences*. Vol. 24, no. 1. DOI 10.3390/ijms24010064.
- KAUR MANJAL, Sundeep et al., 2017. *Synthetic and medicinal perspective of thiazolidinones: A review*. Academic Press Inc. Bioorganic Chemistry 75. DOI 10.1016/j.bioorg.2017.10.014.
- MCNUTT, Andrew T. et al., 2023. Conformer Generation for Structure-Based Drug Design: How Many and How Good? *Journal of Chemical Information and Modeling*. Vol. 63, no. 21, pp. 6598–6607. DOI 10.1021/acs.jcim.3c01245.
- MECH, Dominika, KUROWSKA, Antonina and TROTSKO, Nazar, 2021. *The bioactivity of thiazolidin-4-ones: A short review of the most recent studies*. MDPI. International Journal of Molecular Sciences 22. DOI 10.3390/ijms222111533.
- MISHCHENKO, Mariia et al., 2020. Thiazole-bearing 4-thiazolidinones as new anticonvulsant agents. *Scientia Pharmaceutica*. Vol. 88, no. 1. DOI 10.3390/scipharm88010016.
- OTHMAN, Salem and KOZURKOVA, Maria, 2018. Sulfur Containing Acridine Derivatives in Preclinical Studies with Cancer Cell Lines. *Current Medicinal Chemistry*. Vol. 25, no. 17, pp. 1968–1975. DOI 10.2174/0929867324666170414165019.
- PRADHAN, Tathagata et al., 2023. *A comprehensive review on the antidiabetic attributes of thiazolidine-4-ones: Synthetic strategies and structure–activity relationships*. John Wiley and Sons Inc. Archiv der Pharmazie 356. DOI 10.1002/ardp.202200452.
- RESCIFINA, Antonio et al., 2014. *Recent advances in small organic molecules as DNA intercalating agents: Synthesis, activity, and modeling*. Elsevier Masson s.r.l. European Journal of Medicinal Chemistry 74. DOI 10.1016/j.ejmech.2013.11.029.
- SEBOLETSWE, Pule, CELE, Nosipho and SINGH, Parvesh, 2023. *Thiazolidinone-Heterocycle Frameworks: A Concise Review of Their Pharmacological Significance*. John Wiley and Sons Ltd. ChemMedChem 18. DOI 10.1002/cmde.202200618.
- SINGH, Vikramjeet et al., 2025. Targeting inflammation through inhibition of COX-2 by substituted 4-thiazolidinone analogues: in-vitro, in-vivo and in-silico studies. *Journal of Molecular Structure*. Vol. 1319. DOI 10.1016/j.molstruc.2024.139393.
- SUTHAR, Sharad Kumar et al., 2013. Novel quinolone substituted thiazolidin-4-ones as anti-inflammatory, anticancer agents: Design, synthesis and biological screening. *European Journal of Medicinal Chemistry*. Vol. 63, pp. 589–602. DOI 10.1016/j.ejmech.2013.03.011.
- TROTSKO, Nazar, 2021. *Antitubercular properties of thiazolidin-4-ones – A review*. Elsevier Masson s.r.l. European Journal of Medicinal Chemistry 215. DOI 10.1016/j.ejmech.2021.113266.

Autoimúnne aspekty syndrómov ortostatickej intolerancie

Autoimmune aspects of orthostatic intolerance syndromes

Monika LUKÁČOVÁ

Univerzita Pavla Jozefa Šafárika v Košiciach, Lekárska fakulta

Abstrakt: Ortostatická intolerancia je definovaná ako rozvoj charakteristických symptómov po postavení sa, ktoré sa významne zlepšujú po horizontalizácii. Najbežnejšími formami syndrómov ortostatickej intolerancie sú vazovagálna synkopa, ortostatická hypotenzia a syndróm posturálnej ortostatickej tachykardie (POTS). V poslednej dobe pribúda vedeckých dôkazov, ktoré naznačujú, že v patofyziológii syndrómov ortostatickej intolerancie, a obzvlášť pri syndróme posturálnej ortostatickej tachykardie, môže zohrávať úlohu autoimunita. POTS je chronický heterogénny syndróm definovaný pretrvávajúcim vzostupom srdcovej frekvencie aspoň o 30 úderov za minútu počas 10 minút od postavenia sa, bez sprievodnej ortostatickej hypotenzie, spojený so symptómami ortostatickej intolerancie. Hypotéza autoimunitného podkladu vychádza z toho, že vzniku predchádza často vírusové ochorenie či vakcinácia, tehotenstvo alebo úrazy, títo pacienti častejšie trpia inými autoimunitnými ochoreniami, syndróm predomínuje u mladých žien a v neposlednom rade bola identifikovaná prítomnosť autoimunitných protilátok proti autonómnemu nervovému systému v sére pacientov. Jeho vyššiu prevalenciu pozorujeme taktiež v rámci post-COVID syndrómu. V liečbe dominuje nefarmakologická liečba, z farmakologickej liečby sa najčastejšie využívajú betablokátory a ivabradín. Perspektívami v liečbe POTS je torakoskopická ablácia šetriaca sínusový uzol, hlboká mozgová stimulácia či imunoterapia.

KLúčové slová: POTS, ortostatická intolerancia, autoimunita, autoprotilátka

Abstract: Orthostatic intolerance is defined as development of characteristic symptoms after standing up, which resolve after recumbency. Most common forms of orthostatic intolerance syndromes are vasovagal syncope, orthostatic hypotension and postural orthostatic tachycardia syndrome (POTS). Lately, there has been a lot of interest in the role of autoimmunity in orthostatic intolerance syndromes, especially in POTS. POTS is a chronic, heterogenous syndrome characterised by a sustained increase in heart rate ≥ 30 bpm during 10 minutes of standing in the absence of orthostatic hypotension with associated symptoms of orthostatic intolerance. The hypothesis of an autoimmune background is based on the fact that the onset is often preceded by a viral infection or vaccination, pregnancy or injuries, these patients more often suffer from other autoimmune disease, the syndrome predominates in young women and, last but not least, the presence of autoimmune antibodies against the autonomic nervous system in the patients' serum has been identified. Its higher prevalence is also observed in the post-COVID syndrome. Non-pharmacological treatment dominates in the therapeutic management, beta-blockers and ivabradine are the most commonly used drugs. Perspectives in the treatment of POTS are thoracoscopic ablation sparing the sinus node, deep brain stimulation or immunotherapy.

Keywords: POTS, orthostatic intolerance, autoimmunity, autoantibody

Úvod

Ortostatická intolerancia je definovaná ako vznik charakteristických symptómov počas státia, ktoré sa signifikantne zlepšia po horizontalizácii (Okamoto et al, 2012). Tieto príznaky môžu byť kardiovaskulárne (palpitácie, malátnosť, presynkopa až synkopa, rozmazané videnie) a nekardiovaskulárne (únava, celková slabosť, nauzea, dysfunkcie močového mechúra a ďalšie nešpecifické ťažkosti) (Aboseif et al, 2023)

Medzi syndrómy ortostatickej intolerancie radíme ortostatickú hypotenziu, syndróm posturálnej ortostatickej tachykardie a reflexnú synkopu.

Definícia POTS

POTS je chronický heterogénny syndróm definovaný pretrvávajúcim vzostupom srdcovej frekvencie aspoň o 30 úderov za minútu počas 10 minút od postavenia sa (alebo o viac ako 40 úderov za minútu u adolescentov vo veku 12 – 19 rokov) bez sprievodnej ortostatickej hypotenzie. Ortostatická hypotenzia je definovaná ako pokles systolického

tlaku krvi aspoň o 20 mmHg alebo diastolického tlaku o viac ako 10 mmHg. U väčšiny pacientov hovoríme o náraste srdcovej frekvencie nad 120 úderov za minútu (Aboseif et al, 2023). Viaceré odborné spoločnosti publikovali konsenzus ohľadom diagnostických kritérií pre POTS, ktoré sa zhodujú, že ortostatická tachykardia a symptomatická ortostatická intolerancia musia byť chronickými problémami pacienta, ktoré koexistujú (Raj et al, 2022). Diagnostické kritéria pre syndróm posturálnej ortostatickej tachykardie sú zhrnuté v tabuľke 1.

Všetky kritéria musia byť splnené
Pretrvávajúci nárast srdcovej frekvencie o ≥ 30 úderov/min behom 10 min po postavení sa.
Nepritomnosť ortostatickej hypotenzie (pokles sTK ≥ 20 mmHg, dTK ≥ 10).
Pritomnosť symptómov ortostatickej intolerancie, ktoré sa zhoršujú po postavení a zlepšujú sa po horizontalizácii (malátnosť, palpitácie, celková slabosť, rozmazané videnie, únava, synkopa).
Trvanie symptómov viac ako 3 mesiace.
Nepritomnosť iného stavu, ktorý by vysvetľoval sinusovú tachykardiu.

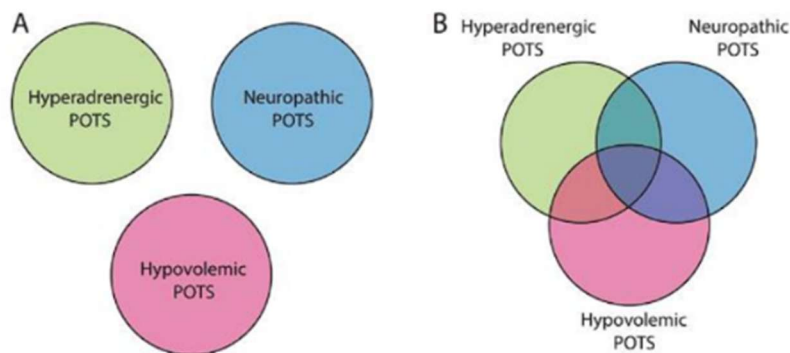
Tabuľka 1. Diagnostické kritéria syndrómu posturálnej ortostatickej tachykardie (preložené a upravené podľa Aboseif et al, 2023, Raj et al, 2022)

Pre diagnózu syndrómu posturálnej ortostatickej tachykardie musíme vylúčiť iné príčiny sínusovej tachykardie. Medzi tie patrí anémia, akútna hypovolémia, endokrinopatie, nežiaduce účinky liekov (diuretiká, vazodilatátory, antipsychotiká, anticholinergiká a iné), úzkostné stavy a iné (Raj et al, 2022).

Etiológia a patofyziológia POTS

Syndróm posturálnej ortostatickej tachykardie predstavuje syndróm, ktorého pôvod je multifaktoriálny. Jeho konkrétny vyvolávajúci mechanizmus zatiaľ nepoznáme, avšak diskutujú sa rôzne mechanizmy, ktoré sa môžu podieľať na jeho vzniku. Medzi nich patrí abnormálne zvýšená aktivita sympatikového nervového systému a cirkulujúcich katecholamínov, ktoré vedú k hyperadrenergnému stavu, periférna sympatiková denervácia, ktorá vedie ku kongescii krvi vo venóznom systéme a objemovej dysregulácii, nízky objem krvi, či dysregulácia imunitného systému (Aboseif et al, 2023).

Na základe jednotlivých mechanizmov sa v literatúre odlišujú 3 subtypy POTS - hyperadrenergný, neuropatický a hypovolemický typ (Aboseif et al, 2023). Napriek tomu, že štúdie prinášajú nové a nové mechanizmy, ktoré sa na vzniku POTS podieľajú, stále úplne nerozumieme ako sa tieto mechanizmy prekrývajú, ako medzi sebou interagujú a nakoľko prispievajú ku konečnému klinickému priebehu POTS (Gall et al, 2021). Schematické znázornenie jednotlivých subtypov POTS a ich prekrývanie zobrazuje obrázok 1.



Obrázok 1. Subtypy POTS a ich prekrývanie vo výsledkom klinickom obraze pacienta (prevzaté a preložené podľa Gall et al, 2021).

Autoimunita a POTS

V poslednej dobe pribúda štúdií venujúcich sa možnému imunitnému podkladu syndrómu posturálnej ortostatickej tachykardie. Jednoznačná autoimunitná etiológia POTS síce nebola identifikovaná, avšak viacero spoločných znakov medzi POTS a autoimunitnou navrhuje tento mechanizmus. Táto hypotéza vychádza z toho, že u väčšej časti pacientov vzniku POTS predchádza vírusové ochorenie (väčšinou infekcia horných dýchacích ciest či gastrointestinálna infekcia) či vakcinácia, tehotenstvo, menarché, operácie či úrazy (otras mozgu). Recentnú infekciu udáva 20 – 50 % pacientov s POTS. Klinický priebeh má zvyčajne 2 formy - akútny začiatok po niektorom z uvedených spúšťačov alebo pomaly progredujúce symptómy počas dlhšieho času (Vernino et al, 2021, Aboseif et al, 2023). Rovnako títo pacienti majú častejšie autoimunitné ochorenia (Hashimotova tyreoiditída, reumatoidná artritída, Sjogrenov syndróm, systémový lupus erythematosus a ďalšie), či ďalšie podobnosti ako predomnancia u mladých žien alebo identifikácia prítomnosti autoimunitných protilátok proti autonómnemu nervovému systému u pacientov s POTS (Aboseif et al, 2023).

U POTS pacientov boli doteraz popísané nešpecifické protilátky proti adrenergným či cholinergným receptorom, protilátky proti receptoru typu 1 angiotenzínu 2, antinukleárne či antifosfolipidové protilátky. Prítomnosť týchto

protilátok by mohla vysvetliť niektoré symptómy dysautónie (Ormiston et al, 2022). Ich prítomnosť môže predisponovať srdce a autonómny nervový systém k škodlivým patologickým stimulom a nežiaduca autoimunitná reakcia môže viesť k zápalovej reakcii s poškodením myokardu či periférnych autonómnych nervov (Dahan et al, 2016). V roku 2012, Wang et al boli prví, kto navrhol možnosť autoimunity ako možného mechanizmu uplatňujúceho sa pri POTS detekciou autoimunitných IgG protilátok u POTS pacientov (Wang et al, 2012). Neskôr v roku 2014, Li et al dokumentovali prítomnosť protilátok proti receptorom autonómneho nervového systému - G-proteín viazaným protilátkam - autoprotilátky proti adrenergným alfa-1 receptorom a proti beta-1 adrenergným receptorom (Li et al, 2014). Viaceré štúdie navrhujú, že antagonisticky pôsobiace protilátky proti alpha-1 receptorom by mohli viesť k zlyhaniu periférnej vazokonstrikcie počas ortostatickej výzvy. Agonisticky pôsobiace protilátky proti beta-1 a beta-2 adrenergným receptorom môžu viesť ku kompenzačnej tachykardii u POTS pacientov (Goodman, 2018). Protilátky proti muskarínovým cholinergným receptorom pravdepodobne pôsobia ako vazodilatátory. Poznáme 5 rôznych epitopov – M1, M2, M3, M4, M5 (Gunning et al, 2019). Protilátky proti angiotenzín 2 typu 1 receptoru boli tiež dokumentované pri POTS a môžu účinkovať prostredníctvom disrupcie systémovej vazokonstrikcie v odpovedi na vertikálnu polohu tela (Aboseif et al, 2023, Lu et al, 2004).

Aj napriek rozsiahlemu výskumu v tejto oblasti stále nepanuje konsenzus v tom, akú rolu hrá autoimunita v etiopatogéne syndrómu posturálnej ortostatickej tachykardie (Aboseif et al, 2023, Raj et al, 2022, Hall et al, 2022). Skutočný význam autoprotilátok v patofyziológii POTS bude určovať až schopnosť tieto špecifické protilátky blokať, inaktivovať alebo odstraňovať v rámci terapeutických možností. Vtedy budeme schopní konštatovať, či dochádza k zvráteniu priebehu ochorenia a tým lepšie porozumieme úlohe autoimunity v patofyziológii POTS (Li et al, 2014, Li et al, 2019).

POTS a COVID

Znalosť a manažment krátkodobých následkov COVID-19 infekcie je už pomerne dobre preskúmané, avšak stále chýba dostatok informácií a štúdií o manažmente pretrvávajúcich symptómov u pacientov s tzv. post-COVID syndrómom. Za post-COVID syndróm považujeme pretrvávajúce symptómy alebo oneskorené komplikácie nastupujúce

po viac ako 4 týždňoch od začiatku infekcie COVID-19 (Gómez-Moyano et al, 2023). Medzi symptómy post-COVID-19 syndrómu patrí dýchavica, palpitácie, únava, bolesť, kognitívne deficity ("brain fog"), poruchy spánku, ale aj príznaky ortostatickej intolerancie. Tieto ťažkosti v spojení s ortostatickou tachykardiou môžu tvoriť diagnózu syndrómu posturálnej ortostatickej tachykardie indukovanú COVID-19 infekciou (Ormiston et al, 2022). Odhaduje sa, že približne 2 – 14 % pacientov po COVID-19 infekcii rozvinie POTS a 9 – 61 % pacientov zažije v priebehu 6 – 8 mesiacov po tejto infekcii "POTS-like" symptómy ako tachykardiu či palpitácie (Ormiston et al, 2022). Možnými mechanizmami vysvetľujúcimi vznik POTS je, že koronavírus spúšťa produkciu autoprotilátok, ktoré mechanizmom molekulovej mimikry a skríženej reakcie interagujú s autonómnymi nervovými vláknami, G-proteín viazanými receptormi, autonómnymi gangliami a iným receptormi kardiovaskulárneho systému, čo vedie k dysfunkcii autonómneho nervového systému. Ďalším možným mechanizmom môže byť priamy toxický účinok SARS-CoV-2 vírusu na cieľové tkanivá spôsobujúci ich poškodenie. Ďalšou teóriou vysvetľujúcou vznik POTS u týchto pacientov je väzba spike proteínu koronavírusu na receptor angiotenzín-konvertujúceho enzýmu 2, ktorá neskôr narušuje reguláciu renín-angiotenzín-aldosterónového systému (RAAS) (Ormiston et al, 2022).

POTS a vakcinácia

Vakcínou indukovaná autoimunitná reakcia prostredníctvom molekulovej mimikry medzi jednotlivými patogénnymi elementami obsiahnutými vo vakcíne a ľudskými proteínmi môže viesť ku skríženej reakcii a možnému poškodeniu týchto ľudských proteínov reakciou imunitného systému. Konkrétny mechanizmus vakcínou indukovaného

POTS nie je úplne jasný, avšak vznik protilátok vyvolaný molekulovým mimikry medzi HPV L1 peptidmi a srdcovým myozínom alebo adrenergnými receptormi bol navrhnutý ako možný mechanizmus vzniku POTS po očkovaní vakcínou proti HPV (Eldokla, Numan, 2022).

Záver

Na spoločnom sympóziu expertov na POTS v roku 2019 vytýčili hlavne klinické a výskumne priority a ciele pre POTS. Hlavnými bodmi sú osveta zdravotníckych pracovníkov o tomto syndróme, vývoj štandardných diagnostických a terapeutických algoritmov, definovať rolu genetiky a faktorov pridružených ochorení, lepšie preskúmať rolu autoimunity a autoprotilátok v patogeneze POTS a mnoho ďalších (Raj et al, 2021).

Aktuálne, prítomnosť protilátok môže odrážať autoimunitnú etiológiu POTS, ale je dôležité odlíšiť medzi patogénnymi protilátkami a tými protilátkami, ktoré len navrhujú prítomnosť možnej autoimunitnej reakcie u daného pacienta, avšak bez špecifického patofyziologického efektu (El-Rhermoul et al, 2023). Prítomnosť protilátok zatiaľ nemá klinický význam a nezodpovedá ani závažnosti symptómov POTS. V klinickej praxi sa ich vyšetrenie zatiaľ neodporúča (Aboseif et al, 2023).

Literatúra

1. Aboseif A, Bireley JD et al (2023) Autoimmunity and postural orthostatic tachycardia syndrome: Implications in diagnosis and management. *Cleve Clin J Med* 90: 439-447. <https://doi.org/10.3949/ccjm.90a.22093>
2. Dahan S, Tomljenovic I, Shoenfeld Y (2016) Postural orthostatic tachycardia syndrome (pots) – A novel member of the autoimmune family. *Lupus* 25: 339-342. <https://doi.org/10.1177/0961203316629558>
3. Eldokla AM, Numan MT (2022) Postural orthostatic tachycardia syndrome after mrna covid-19 vaccine. *Clin Auton Res* 32: 307-311. <https://doi.org/10.1007/s10286-022-00880-3>
4. El-Rhermoul FZ, Fedorowski A et al (2023) Autoimmunity in long COVID and POTS. *Oxf Open Immunol* 4: iqas002. <https://doi.org/10.1093/oxfimm/iqad002>
5. Goodman BP (2018) Evaluation of postural tachycardia syndrome (POTS). *Auton Neurosci* 215: 12-19. <https://doi.org/10.1016/j.autneu.2018.04.004>
6. Gómez-Moyano E, Rodríguez-Capitán J et al (2023) Postural orthostatic tachycardia syndrome and other related dysautonomic disorders after SARS-COV- 2 infection and after covid-19 messenger RNA vaccination. *Front Neurol* 14:1221518. <https://doi.org/10.3389/fneur.2023.1221518>
7. Gunning WT, Kvale Het al (2019) Postural orthostatic tachycardia syndrome is associated with elevated g-protein coupled receptor autoantibodies. *J Am Heart Assoc* 8. <https://doi.org/10.1161/jaha.119.013602>
8. Li H, Yu X, Liles C et al (2014) Autoimmune basis for postural tachycardia syndrome. *J Am Heart Assoc*. 3. <https://doi.org/10.1161/jaha.113.000755>
9. Li H, Zhang G, Zhou L et al (2019) Adrenergic autoantibody-induced postural tachycardia syndrome in rabbits. *J Am Heart Assoc* 8. <https://doi.org/10.1161/jaha.119.013006>
10. Lloyd MG, Raj SR (2021) Pathophysiology and classification of pots. In: Gall N, Kavi L, Lobo MD (eds) *Postural tachycardia syndrome*. Springer nature Switzerland ag, pp 29-40
11. Lu CC, Tseng CJ, Tang HS, Tung CS (2004) Orthostatic intolerance: potential pathophysiology and therapy. *Chin J Physiol* 47: 101-109.
12. Mar PL, Raj SR (2020) Postural orthostatic tachycardia syndrome: Mechanism and new therapies. *Annu Rev Med* 71: 235-248. <https://doi.org/10.1146/annurev-med-041818-011630>
13. Okamoto LE, Raj SR, Biaggioni I (2012) Primer on the autonomic nervous system. In: Robertson D (ed) *Chronic fatigue syndrome and the autonomic nervous system*, 3rd edn. Academic press, United States of America, pp 531-534.
14. Ormiston CK, Swiatkiewicz I, Taub PR (2022) Postural orthostatic tachycardia syndrome as a sequela of COVID-19. *Heart Rhythm* 19: 1880-1889. <https://doi.org/10.1016/j.hrthm.2022.07.014>
15. Raj SR, Fedorowski A, Sheldon RS (2022) Diagnosis and management of postural orthostatic tachycardia syndrome. *CMAJ* 14: 194. <https://doi.org/10.1503/cmaj.211373>
16. Raj SR, Bourne KM et al (2021) Postural orthostatic tachycardia syndrome (POTS): Priorities for pots care and research from a 2019 national institutes of health expert consensus meeting – part 2. *Auton Neurosci* 235: 102836. doi: 10.1016/j.autneu.2021.102836
17. Vernino S, Bourne KM et al (2021) Postural orthostatic tachycardia syndrome (POTS): State of the science and clinical care from a 2019 national institutes of health expert consensus meeting – part 1. *Auton Neurosci* 235: 102828. doi: 10.1016/j.autneu.2021.102828
18. Wang XL, Chai Q, Charlesworth MC et al (2012) Autoimmunoreactive iggs from patients with postural orthostatic tachycardia syndrome. *Proteomics Clin Appl* 6:615-625. <https://doi.org/10.1002/prca.201200049>
19. Yong SJ, Halim A et al (2023) Pooled rates and demographics of pots following SARS-COV-2 infection versus COVID-19 vaccination: systemic review and meta- analysis. *Auton Neurosci* 250: 103132. <https://doi.org/10.1016/j.autneu.2023.103132>

Glykoproteín PECAM-1 je súčasťou Reissnerovho vlákna a buniek subkomisurálneho orgánu u potkana

PECAM-1 glycoprotein is a component of Reissner's fibre and subcommissural organ cells in the rat

Lukáš MALČICKÝ¹, Anna ALEXOVIČ MATIAŠOVÁ¹, Ján KOŠUTH¹, Daniel BARČÁK², Juraj ŠEVC¹

¹ Univerzita Pavla Jozefa Šafárika v Košiciach, Prírodovedecká fakulta

² Parazitologický ústav SAV v.v.i., Hlinkova 3, 040 01 Košice, Slovenská republika

Abstrakt: Reissnerovo vlákno predstavuje extracelulárnu štruktúru, ktorá sa tiahne naprieč treťou a štvrtou mozgovou komorou a centrálnym kanálom miechy. Ku vzniku Reissnerovho vlákna dochádza kontinuálnou sekréciou jeho komponentov zo špecializovaných buniek subkomisurálneho orgánu tretej mozgovej komory. Funkcia Reissnerovho vlákna nie je úplne objasnená, no je známe, že abnormality subkomisurálneho orgánu a produkcie Reissnerovho vlákna počas embryonálneho vývinu vedú k závažným patologickým stavom, akými sú deformácie tela alebo hydrocefalus. Vizualizácia Reissnerovho vlákna je pomerne zložitá, keďže je známa iba úzka paleta jeho spoľahlivých markerov. Výsledky našich experimentov naznačujú, že jednou zo zložiek Reissnerovho vlákna by mohla byť aj adhezívna molekula PECAM-1, ktorá je typická pre endotelové bunky ciev. V experimente sme sa zamerali na identifikáciu Reissnerovho vlákna a buniek subkomisurálneho orgánu u potkana pomocou elektrónovej mikroskopie, imunoznačenia a analýz génovej expresie. Imunodetekcia PECAM-1 potvrdila prítomnosť tohto glykoproteínu v Reissnerovom vlákne a v apikálnej cytoplazme buniek subkomisurálneho orgánu. Analýzy mRNA pre PECAM-1 v bunkách subkomisurálneho orgánu potkana izolovaných pomocou mikrodisekcie nepotvrdili expresiu génov kódujúcich PECAM-1, čo naznačuje, že tento glykoproteín nie je syntetizovaný priamo bunkami subkomisurálneho orgánu. Naše výsledky naznačujú, že PECAM-1 je vhodným markerom Reissnerovho vlákna pri jeho vizualizácii u potkana, no pre pochopenie mechanizmov zabudovania PECAM-1 do štruktúry Reissnerovho vlákna sú nevyhnutné ďalšie analýzy.

Kľúčové slová: PECAM-1, Reissnerovo vlákno, subkomisurálny orgán, ventrikulárny systém, centrálny kanál

Abstract: Reissner's fibre is an extracellular structure that extends along the third and fourth ventricle of the brain and the central canal of the spinal cord. The formation of Reissner's fibre occurs by continuous secretion of its components from specialized cells of the subcommissural organ of the third brain ventricle. The function of Reissner's fibre is not fully understood, but it is known that abnormalities of the subcommissural organ and Reissner's fibre production during embryonic development lead to severe pathological conditions such as body axis deformities or hydrocephalus. Visualization of Reissner's fibre may be challenging due to the very narrow palette of its reliable markers. The results of our experiments suggest that one of the components of Reissner's fibre could be the adhesion molecule PECAM-1, which is typical for vascular endothelial cells. In this experiment we focused on the identification of Reissner's fibre and subcommissural organ cells in rat using electron microscopy, immunolabeling, and gene expression analyses. Immunodetection of PECAM-1 confirmed its presence in Reissner's fibre and in the apical cytoplasm of subcommissural organ cells. However, analyses of mRNA for PECAM-1 in rat subcommissural organ cells isolated by microdissection did not confirm the expression of genes encoding PECAM-1, suggesting that PECAM-1 is not synthesized directly by subcommissural organ cells. Our results indicate that PECAM-1 is a suitable marker of Reissner's fibre when visualized in the rat, but further analyses are necessary to understand the mechanisms of PECAM-1 incorporation into Reissner's fibre structure.

Keywords: PECAM-1, Reissner's fibre, subcommissural organ, ventricular system, central canal

Úvod

Subkomisurálny orgán (SKO) je fylogeneticky konzervovaná štruktúra v tretej mozgovej komore. Hlavnou funkciou buniek SKO je produkcia multidoménového glykoproteínu SCO-spondín, ktorého agregáciou dochádza ku vzniku Reissnerovho vlákna (RV). Kontinuálna produkcia SCO-spondínu bunkami SKO zabezpečuje rast RV naprieč treťou a štvrtou mozgovou komorou a centrálnym kanálom miechy. K rozpadu RV a k prestupu jeho komponentov do krvi dochádza prostredníctvom ciev lokalizovaných na dorzálnnej strane koncového rozšírenia centrálného kanála miechy označovanom ako *ampulla caudalis*. Aj napriek tomu, že SKO a RV u stavovcov vznikajú už v skorých štádiách ontogenézy mozgu, ich funkcia ostáva pomerne málo preskúmaná (Muñoz et al., 2019).

Súčasná štúdia SKO a RV u nižších stavovcov naznačujú uplatnenie týchto štruktúr vo formovaní osi tela počas embryogenézy. Príkladom môže byť ventrálne stočenie tela larvy ryby *Danio rerio* ako následok *knock-out* mutácie v gène pre glykoproteín SCO-spondín (Orts-Del'Immagine et al., 2020). Deformácie chrbtice ako dôsledok mutácie tohto génu boli dokázané aj u myši (Xu et al., 2023). Funkcia SKO u človeka ostáva otázná. Zatiaľ čo u väčšiny stavovcov je SKO sekrečne aktívny počas celého života, u človeka dochádza v období dospelosti ku kompletnej strate tohto orgánu. Glykoproteín SCO-spondín je u človeka uvoľňovaný do cerebrospinálneho moku v solubilnej forme, ktorá neagreguje do podoby RV (Rodríguez et al., 2001). Aj napriek týmto špecifikám môže byť produkcia SCO-spondínu u človeka kľúčová pre správny vývin mozgu počas embryogenézy. U embryí rekombinatného kmeňa myši s geneticky indukovaným odumieraním buniek SKO bolo dokázané narušenie migrácie neurónov ako aj pokles ich celkového počtu v mozgovej kôre. Pre tento kmeň myši bol zároveň typický vznik hydrocefalu v postnatálnom období (Zhang et al., 2024).

Okrem SCO-spondínu ako základného komponentu RV sú s touto štruktúrou asociované aj ďalšie proteíny. U mihúľ boli SKO a RV charakterizované ako štruktúry značené protilátkou anti-GAP43, ktorá sa viaže na proteín GAP-43 (angl. *growth associated protein 43*) prítomný v rastúcich axónoch neurónov (Barreiro-Iglesias et al., 2009). Ďalším príkladom môže byť glykoproteín galektín-1 identifikovaný v RV a v apikálnej časti SKO u potkana (Muñoz et al., 2019). V našich experimentoch sme identifikovali glykoproteín PECAM-1 ako jeden z ďalších komponentov RV u potkana.

Materiál a metódy

Pre mikroskopické analýzy bolo použité intaktné tkanivo mozgu a miechy potkanov kmeňa Wistar vo veku 90 – 120 dní. Po transkardiálnej perfúzii heparinizovaným fyziologickým roztokom boli vzorky fixované – 4 % paraformaldehydom (PFA) pre imunofluorescenčné značenie, 4 % PFA a 0,1 % glutaraldehydom (GA) pre imunoznačenie v elektrónovej mikroskopii a 2 % PFA s 2,5 % GA pre analýzy pomocou transmisnej a skenovacej elektrónovej mikroskopie. Pre každý typ analýzy boli použité tkanivá izolované z troch experimentálnych zvierat.

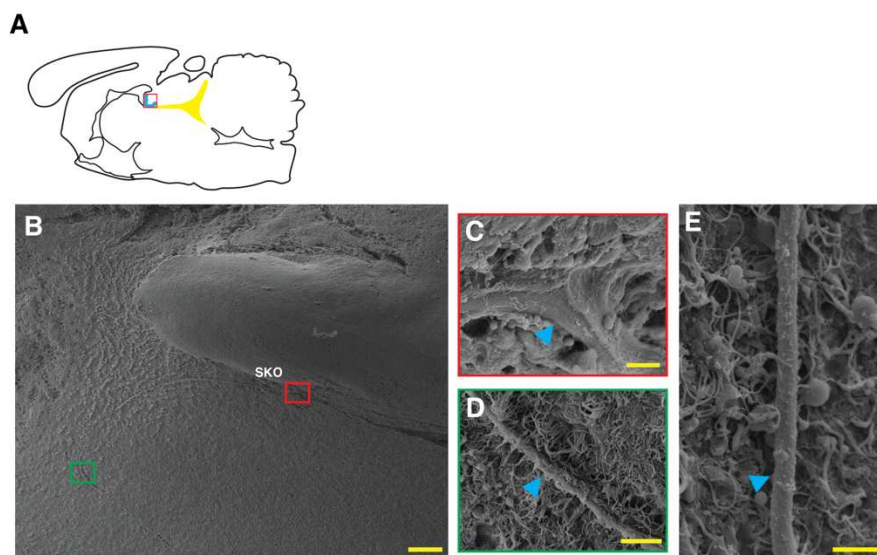
Pre analýzy ultraštruktúry boli izolované vzorky nakrájané na 200 µm hrubé koronálne rezy pomocou vibrátomu (Leica VT1000S, *Leica Microsystems, Nemecko*), postfixované v 2 % OsO₄, dehydratované a zaliate do zalievacieho média Epon. Pre imunoznačenie v elektrónovej mikroskopii boli tkanivové rezy zaliate v zalievacom médiu LRWhite. Ultratenké rezy tkanív nakrájané pomocou ultramikrotómu (Leica EM UC7, *Leica Microsystems*) boli prenesené na medené alebo niklové sieťky pokryté formvarom. Pre imunodektekciu PECAM-1 bola použitá kozia anti-PECAM-1 primárna protilátka (AF3628, *R&D systems*; riedenie 1:20). Na vizualizáciu väzby primárnej protilátky bola použitá oslia sekundárna protilátka syntetizovaná voči kozím antigénom konjugovaná s nanočasticami zlata o priemere 12 nm (705-205-147, *Jackson ImmunoResearch*; riedenie 1:50). Vzorky na sieťkach boli kontrastované a analyzované pomocou transmisného elektrónového mikroskopu JEOL JEM 1230 (*Jeol, Japonsko*). Pre imunofluorescenčné značenie boli použité 40 µm hrubé plávajúce rezy tkanív označené rovnakou primárnou protilátkou (riedenie 1:500) a sekundárnou protilátkou konjugovanou s fluorescenčnou značkou AlexaFluor488 (ab150129, *Abcam*; riedenie 1:500). Jadrá buniek boli označené pomocou DRAQ5 (1:1000, *Cell Signalling Technology*), tkanivá boli montované v montovacom médiu Prolong Gold s DAPI (CST) a analyzované pomocou konfokálneho systému Leica TCS SP5 X (*Leica Microsystems*).

Morfológia SKO a RF bola analyzovaná pomocou skenovacieho elektrónového mikroskopu JEOL JSM-6510 LA (*Jeol*). Po transkardiálnej perfúzii heparinizovaným fyziologickým roztokom bol otvorením miechových segmentov odhalený apikálny povrch buniek výstelky centrálného kanála miechy. Hemisféry koncového mozgu boli oddelené sagitálnym rezom, čím došlo k odkrytiu výstelky mozgových komôr. Tkanivá boli následne fixované, dehydratované, ponorené do hexametyldisilazánu, vysušené na vzduchu a pokovené tenkou vrstvou zlata.

Tkanivo mozgu pre analýzy génovej expresie bolo izolované z potkanov vo veku 90 dní (n=3). Po transkardiálnej perfúzii fyziologickým roztokom bolo izolované tkanivo zmrazené pri -80 °C. Pred mikrodisekciou boli vzorky nakrájané na 16 µm hrubé koronálne rezy a spracované podľa protokolu Garcia-Ovejero et al., (2018). Na izoláciu RNA z tkanív bol použitý kit Arcturus™ PicoPure™ RNA Isolation Kit (#12204, *Applied Biosystems*). Izolovaná RNA bola denaturovaná a reverzne transkribovaná do cDNA. Na detekciu relatívnej expresie génov sme použili techniku RT-qPCR. Relatívna expresia sledovaných génov vyjadrená hodnotou Ct bola normalizovaná na relatívnu expresiu referenčného génu *eEF1a1*. Výsledná normalizovaná expresia bola vyhodnotená metódou delta delta Ct.

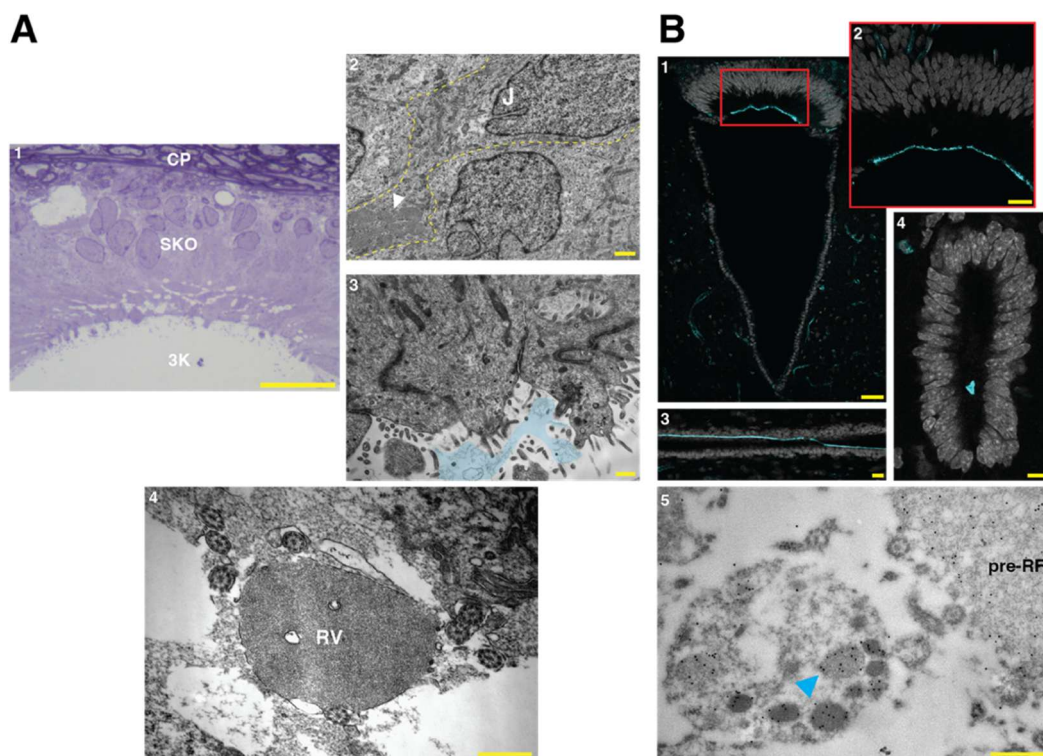
Výsledky a diskusia

Pre identifikáciu SKO a RV v mozgu potkana sme sa zamerali na analýzu oblasti tretej mozgovej komory (3K). SKO sme identifikovali v dorzo-kaudálnej oblasti komory pred vstupom do *aqueductus cerebri*. V blízkosti SKO bola prítomná štruktúra, ktorá morfológicky zodpovedá RV. Morfológia RV sa líšila vzhľadom na jeho vzdialenosť od SKO. Časť RV odstupujúca zo SKO mala menej kompaktný charakter. Postupom do *aqueductus cerebri* naberalo RV typický valcovitý tvar a bolo pokryté riasinkami ependýmových buniek. Obdobná morfológia RV bola identifikovaná aj v centrálnom kanáli miechy (Obr. 1).



Obr. 1: Morfológia SKO a RV potkana. A: Schematické znázornenie lokalizácie SKO (modrá farba) a *aqueductus cerebri* (žltá farba) na sagitálnom reze mozgu. Rozdielna morfológia RV (modré šípky) v blízkosti štruktúry identifikovanej ako SKO (B,C) a v jeho časti smerujúcej do *aqueductus cerebri* (B,D). E: RV v centrálnom kanáli miechy. Mierka: B = 100 μm; C = 10 μm; D = 5 μm; E = 5 μm.

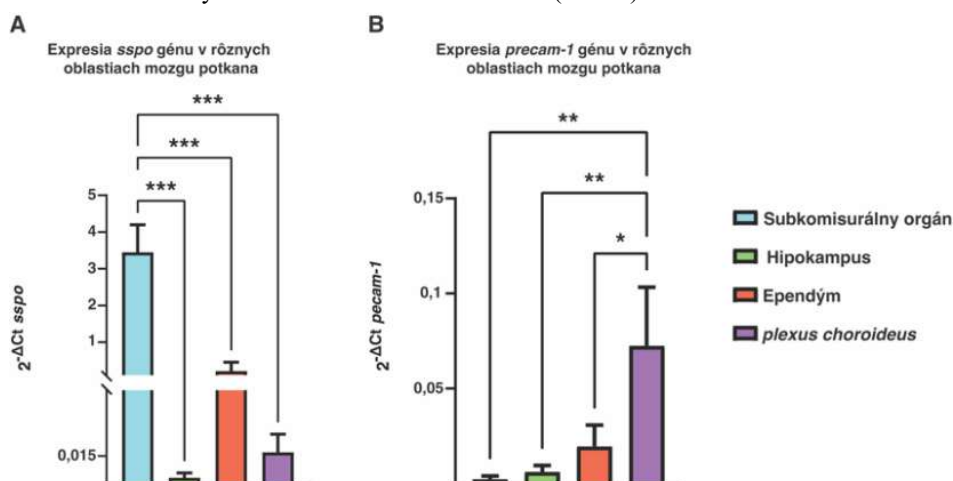
Na úrovni ultraštruktúry majú bunky SKO potkana bazálne lokalizované jadrá v blízkosti *commisura posterior* s výraznými invagináciami jadrovej membrány. Apikálne výbežky buniek pokryté riasinkami a mikrokľmkmi sú orientované do priestoru 3K. Vysokú mieru syntézy proteínov v bunkách SKO naznačujú početné cisterny drsného endoplazmatického retikula, ktoré vyplňajú prevažnú časť ich tela. V okolí apikálneho povrchu SKO sme identifikovali zhľuky vláknitého materiálu, ktorý morfológicky korešponduje s počiatočným štádiom RV označovaným ako *pre-Reissner fibre* (Nualart et al., 2023), zatiaľ čo RV v centrálnom kanáli miechy má nepravidelnú štruktúru typickú pre formované RV. Imunofluorescenčné značenie odhalilo prítomnosť PECAM-1 v RV aj na lumenálnom povrchu buniek SKO potkana. *Immunogold* značením oblasti SKO bol PECAM-1 identifikovaný vo vezikulách apikálnej časti buniek SKO. PECAM-1 bol zároveň detegovaný aj v extracelulárnom materiáli v priestore 3K a v štruktúre *pre-Reissner fibre* (Obr. 2).



Obr. 2: A1-4: Ultraštruktúra buniek SKO a RV potkana. A1: Bazálny pól buniek SKO lokalizovaný v blízkosti axónov *commisura posterior* (CP) a apikálny pól orientovaný do priestoru tretej mozgovej komory (3K). A2: Jadrá s invagináciami membrány (J) a početné cisterny endoplazmatického retikula (biela šípka) buniek SKO. A3: Materiál označovaný ako *pre-Reissner's fibre* (modrá farba) v blízkosti apikálnych výbežkov buniek SKO. A4: RV v centrálnom kanáli miechy. B1-5: PECAM-1⁺ SKO a RV u potkana. PECAM-1 fluorescenčný signál (modrý signál) detegovaný v apikálnej časti buniek SKO (B1-2) a ako súčasť RV v mieche (B3-4).

B5: PECAM-1⁺ vezikuly (modrá šípka) v apikálnom výbežku bunky SKO a v štruktúre *pre-Reissner's fibre*. Mierka: A1=20 µm; A2=2 µm; A3: 1 µm; A4= 500 nm; B1: 50 µm; B2-B3: 20 µm; B4: 10 µm; B5: 500 nm.

Výsledky imunoznačenia naznačujú, že glykoproteín PECAM-1 by u potkana mohli produkovať bunky SKO a následne by mohol byť inkorporovaný do štruktúry vznikajúceho RV. Pre overenie tejto hypotézy, boli bunky SKO izolované pomocou laserovej mikrodisekcie a expresia génov kódujúcich PECAM-1 a SCO-spondín v bunkách SKO bola analyzovaná pomocou RT-PCR. V bunkách SKO sme v porovnaní s kontrolnými oblasťami (hipokampus, ependým tretej mozgovej komory, *plexus choroideus*) identifikovali signifikantne zvýšenú mieru exprese génu pre SCO-spondín ($p < 0.001$), čo naznačuje, že daná oblasť bola izolovaná správne a zodpovedala SKO. Expresia génu pre PECAM-1 v bunkách SKO však bola v porovnaní s kontrolnými oblasťami len zanedbateľná (Obr. 3).



Obr. 3: Relatívna normalizovaná expresia génu *sspo* a *pecam-1* voči referenčnému génu *eEF1a1* vo vybraných oblastiach mozgu potkana. Údaje vyhodnotené ako priemerné hodnoty z tkaniva troch zvierat. A: Gén *sspo* je v signifikantne zvýšenej miere exprimovaný v bunkách subkomisurálneho orgánu. B: Najvyššia miera exprese génu *pecam-1* bola detegovaná v oblasti *plexus choroideus*. Štatistická významnosť: * $p \leq 0,05$; ** $p \leq 0,01$; *** $p \leq 0,001$.

Z našich výsledkov vyplýva, že v bunkách SKO ako aj v RV je prítomný glykoproteín PECAM-1. Analýza génovej exprese však nepotvrdila hypotézu, že SKO je zdrojom PECAM-1 v štruktúre RV. Možným vysvetlením je, že PECAM-1 je uvoľňovaný do cerebrospinálneho moku z iného miesta tretej mozgovej komory, než sú bunky SKO. PECAM-1 by následne mohol byť internalizovaný bunkami SKO a uvoľnený ako súčasť RV. Podobne ako v prípade glykoproteínu PECAM-1, aj glykoproteín galektín-1 bol identifikovaný ako súčasť štruktúry RV a apikálnej časti buniek SKO potkana. Muñoz et al. (2019) dokázali, že galektín-1 je produkovaný populáciou neurónov v blízkosti SKO. Uvoľnený galektín-1 je následne naviazaný na apikálny povrch buniek SKO. Úlohou galektínu-1 je pravdepodobne agregácia RV previazaním zvyškov kyseliny sialovej, ktoré sú súčasťou glykoproteínu SCO-spondín (Muñoz et al., 2019). Existencia solubilnej formy PECAM-1 glykoproteínu v cerebrospinálnom moku (Zaremba & Losy, 2002), ako aj jeho schopnosť viazať zvyšky kyseliny sialovej (Kitazume et al., 2014) naznačujú, že PECAM-1 môže predstavovať ďalší proteín dôležitý pre korektnú agregáciu RV. Kitazume et al. (2014) zároveň dokázali, že sializácia PECAM-1 vedie k internalizácii tohto glykoproteínu do endotelových buniek ciev (Kitazume et al., 2014). Internalizácia sialovanej formy PECAM-1 má pre endotelové bunky anti-apoptotický účinok a podporuje ich prežívanie. Ostáva však otázne, či internalizácia PECAM-1 má podobný efekt aj na bunky SKO. Alternatívnym miestom uvoľňovania PECAM-1 do cerebrospinálneho moku by mohol byť bohato vaskularizovaný *plexus choroideus* v komorovom priestore mozgu.

Záver

Naše výsledky naznačujú prítomnosť PECAM-1 glykoproteínu v štruktúre RV potkana. V priestore tretej mozgovej komory potkana sme PECAM-1 identifikovali aj ako súčasť vezikúl v apikálnych častiach SKO a v materiáli na ich apikálnom povrchu. Výsledky génovej exprese nepotvrdili zvýšenú mieru exprese génu pre PECAM-1 v bunkách SKO. V budúcich experimentoch sa technikami ako je RNA *in situ* hybridizácia zameriame na definitívne overenie SKO ako miesta produkcie PECAM-1 ako aj identifikáciu potenciálnej populácie buniek, ktorá by mohla produkovať tento glykoproteín z iného miesta v komorovom systéme mozgu.

Pod'akovanie

Táto štúdia bola realizovaná vďaka finančnej podpore Agentúry na podporu výskumu a vývoja na základe grantu: APVV-19-0279 a APVV-23-0274.

Literatúra

Barreiro-Iglesias, A., Villar-Cerviño, V., Anadón, R., & Rodicio, M. C. (2009). A monoclonal antibody as a tool to study the subcommissural organ and Reissner's fibre of the sea lamprey: An immunofluorescence study before and after a spinal cord transection. *Neuroscience Letters*, 464(1), 34–38. <https://doi.org/10.1016/j.neulet.2009.08.019>

- Garcia-Ovejero, D., Paniagua-Torija, B., Arevalo-Martin, A., Navarro-Galve, B., & Molina-Holgado, E. (2018). Laser-Capture Microdissection for the Analysis of Rat and Human Spinal Cord Ependyma by qPCR. *Methods in Molecular Biology (Clifton, N.J.)*, 1723, 285–318. https://doi.org/10.1007/978-1-4939-7558-7_17
- Kitazume, S., Imamaki, R., Kurimoto, A., Ogawa, K., Kato, M., Yamaguchi, Y., Tanaka, K., Ishida, H., Ando, H., Kiso, M., Hashii, N., Kawasaki, N., & Taniguchi, N. (2014). Interaction of Platelet Endothelial Cell Adhesion Molecule (PECAM) with α 2,6-Sialylated Glycan Regulates Its Cell Surface Residency and Anti-apoptotic Role*. *Journal of Biological Chemistry*, 289(40), 27604–27613. <https://doi.org/10.1074/jbc.M114.563585>
- Muñoz, R. I., Kähne, T., Herrera, H., Rodríguez, S., Guerra, Ma. M., Vío, K., Hennig, R., Rapp, E., & Rodríguez, E. (2019). The subcommissural organ and the Reissner fiber: Old friends revisited. *Cell and Tissue Research*, 375(2), 507–529. <https://doi.org/10.1007/s00441-018-2917-8>
- Nualart, F., Cifuentes, M., Ramírez, E., Martínez, F., Barahona, M. J., Ferrada, L., Saldivia, N., Bongarzone, E. R., Thorens, B., & Salazar, K. (2023). Hyperglycemia increases SCO-spondin and Wnt5a secretion into the cerebrospinal fluid to regulate ependymal cell beating and glucose sensing. *PLOS Biology*, 21(9), e3002308. <https://doi.org/10.1371/journal.pbio.3002308>
- Orts-Del'Imagine, A., Cantaut-Belarif, Y., Thouvenin, O., Roussel, J., Baskaran, A., Langui, D., Koëth, F., Bivas, P., Lejeune, F.-X., Bardet, P.-L., & Wyart, C. (2020). Sensory Neurons Contacting the Cerebrospinal Fluid Require the Reissner Fiber to Detect Spinal Curvature In Vivo. *Current Biology*, 30(5), 827-839.e4. <https://doi.org/10.1016/j.cub.2019.12.071>
- Rodríguez, E. M., Oksche, A., & Montecinos, H. (2001). Human subcommissural organ, with particular emphasis on its secretory activity during the fetal life. *Microscopy Research and Technique*, 52(5), 573–590. [https://doi.org/10.1002/1097-0029\(20010301\)52:5<573::AID-JEMT1042>3.0.CO;2-6](https://doi.org/10.1002/1097-0029(20010301)52:5<573::AID-JEMT1042>3.0.CO;2-6)
- Xu, H., Dugué, G. P., Cantaut-Belarif, Y., Lejeune, F.-X., Gupta, S., Wyart, C., & Lehtinen, M. K. (2023). SCO-spondin knockout mice exhibit small brain ventricles and mild spine deformation. *Fluids and Barriers of the CNS*, 20(1), 89. <https://doi.org/10.1186/s12987-023-00491-8>
- Zaremba, J., & Losy, J. (2002). sPECAM-1 in serum and CSF of acute ischaemic stroke patients. *Acta Neurologica Scandinavica*, 106(5), 292–298. <https://doi.org/10.1034/j.1600-0404.2002.01339.x>
- Zhang, T., Ai, D., Wei, P., Xu, Y., Bi, Z., Ma, F., Li, F., Chen, X., Zhang, Z., Zou, X., Guo, Z., Zhao, Y., Li, J.-L., Ye, M., Feng, Z., Zhang, X., Zheng, L., Yu, J., Li, C., ... Ge, W. (2024). The subcommissural organ regulates brain development via secreted peptides. *Nature Neuroscience*, 27(6), 1103–1115. <https://doi.org/10.1038/s41593-024-01639-x>

Premenlivá svetelná krivka symbiotického systému AX Persei

Variable light curve of the symbiotic system AX Persei

Pavol MÁRTONFI¹, Rudolf GÁLIS¹, Jaroslav MERC²

¹ Univerzita Pavla Jozefa Šafárika v Košiciach, Prírodovedecká fakulta

² Instituto de Astrofísica de Canarias, Španielsko

Abstrakt: Symbiotické premenné hviezdy sú interagujúce dvojhviezdne systémy, v ktorých prenos hmoty z chladnej zložky – červeného obra na horúcu zložku – bieleho trpaslíka je zodpovedný za prejavy ich aktivity – vzplanutia spojené s výraznými fotometrickými a spektroskopickými zmenami. Aj keď je symbiotický systém AX Persei študovaný desaťročia, nové výsledky jeho výskumu nás stále dokážu prekvapiť. V prezentovanej štúdii boli svetelné krivky tejto interagujúcej dvojhviezdy vo filtroch U , B , V , R_c a I_c rozdelené na 6 pokojných a 7 aktívnych období, v ktorých bolo identifikovaných celkom 28 vzplanutí. Z výsledkov korelačnej analýzy vyplýva závislosť zdroja emitovaného žiarenia na jeho vlnovej dĺžke. Periódovou analýzou sme zistili hodnotu orbitálnej periódy symbiotického systému ($680,4 \pm 4,3$) dní, ktorá je v dobrej zhode s jej predchádzajúcimi určeniami.

Kľúčové slová: symbiotické premenné hviezdy, AX Persei, vzplanutia, korelačná analýza, periódová analýza

Abstract: Symbiotic stars are interacting binary systems in which the mass transfer from the cool component – red giant to the hot one – white dwarf is responsible for the manifestation of their activity – outbursts related to significant photometric and spectroscopic changes. Although the system AX Persei is studied for decades, new results of its research can still surprise us. In the presented study, the light curves of this interacting binary in the filters U , B , V , R_c and I_c were divided into 6 quiescent and 7 active phases, in which totally 28 outbursts were identified. The results of the correlation analysis imply the dependence of the source of the emitted radiation on its wavelength. Using period analysis, the orbital period of the symbiotic system was found to be (680.4 ± 4.3) days, which is in the good agreement with its previous determinations.

Keywords: symbiotic stars, AX Persei, outbursts, correlation analysis, period analysis

Premenné hviezdy

Do tejto kategórie stelárnych objektov patria hviezdy alebo ich sústavy, u ktorých pozorujeme zmeny fotometrických a/alebo spektroskopických vlastností. Analýzou týchto variácií dokážeme určiť niektoré ich fyzikálne vlastnosti (napr. hmotnosť, teplotu, svietivosť). Podľa príčin variability rozdeľujeme premenné hviezdy na:

- **Geometrické:** K pozorovaným zmenám jasnosti (detegovaného toku žiarenia) dochádza v dôsledku zmien geometrického usporiadania (rotácie, zákryty).
- **Fyzikálne:** Dôvodom pozorovaných fotometrických a/alebo spektroskopických zmien sú vnútorné fyzikálne procesy v objektoch (pulzácie, vzplanutia).

Geometrické premenné hviezdy ďalej klasifikujeme na:

- **Rotujúce:** K zmenám pozorovaných charakteristík dochádza vďaka rotácii hviezd, na povrchu ktorých sa nachádzajú fotometrické nehomogenity (napr. škvrny).
- **Zákrytové:** Počas vzájomných zákrytov zložiek dvojhviezdneho systému, žiarenie zakrývaných hviezd nie je detegované, čo sa prejaví charakteristickými poklesmi jeho celkovej pozorovanej jasnosti.

Podľa vnútorných procesov možno fyzikálne premenné hviezdy rozdeliť na:

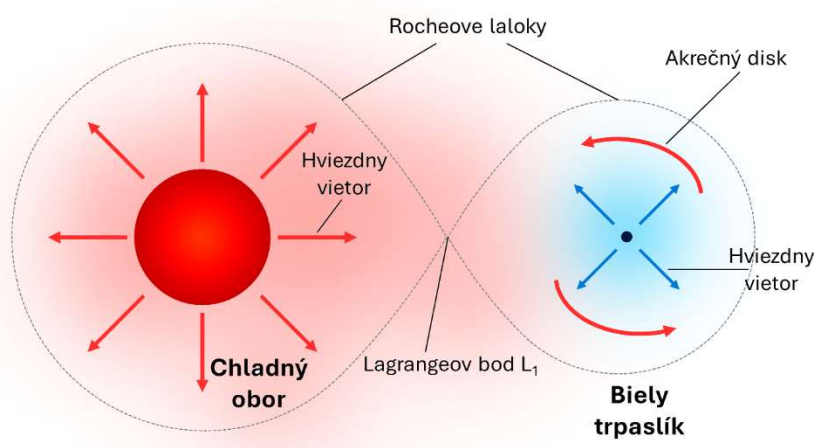
- **Pulzujúce:** Za premennosť sú zodpovedné expanzie a kontrakcie ich vonkajších obálok spojené so zmenami jasnosti, teploty (farby) a radiálnej rýchlosti. Pulzácie môžu byť radiálne (symetrické) alebo aj neradiálne.
- **Eruptívne:** Vyznačujú sa náhlým vzostupom jasnosti a jej pomalým poklesom na pôvodné hodnoty. Príčinou sú nestability vo vnútri hviezd alebo v hmote, ktorá ich obklopuje. Uvoľnenie energie nahromadenej v určitom mieste vedie k následnému vzplanutiu. Poznáme niekoľko podtypov tejto kategórie, napr.: *eruptívne trpaslíky*, *kataklizmatické premenné hviezdy*, *supernovy*, *novy*, *symbiotické premenné hviezdy*.

Symbiotické premenné hviezdy a AX Persei

Symbiotické premenné hviezdy sú interagujúce dvojhviezdne systémy obsahujúce vo väčšine prípadov chladného červeného obra spektrálneho typu M, ktorý stráca hmotu prostredníctvom hviezdneho vetra (prúd častíc opúšťajúcich hviezdu). Táto hmota je prenášaná aj na horúcu zložku – bieleho trpaslíka, čo môže viesť k nestabilite a následnému výbuchu spojenému s náhlým vzostupom jasnosti – *vzplanutím*. Model symbiotickej premennej hviezdy je znázornený na obr. 1.

AX Persei patrí medzi *klasické symbiotické premenné hviezdy*, pre ktoré je charakteristické striedanie pokojných a aktívnych období, počas ktorých pozorujeme niekoľko vzplanutí. Pozostáva z chladného obra spektrálneho typu M4,5 III (Mürset a Schmid 1999) a bieleho trpaslíka s polomerom $R_g = (102 \pm 3) R_{\text{Sun}}$ (Skopal 1994) a $R_{\text{wd}} = 0,08 R_{\text{Sun}}$ (Mürset a kol. 1991), efektívnymi teplotami $T_{\text{eff}, g} = (3400 \pm 150) \text{ K}$ (Skopal 2005) a $T_{\text{eff}, \text{wd}} = 120\,000 \text{ K}$ (Mikołajewska a Tijima 1987) a hmotnosťami $M_g \sin^3 i = (3,1 \pm 0,9) M_{\text{Sun}}$ a $M_{\text{wd}} \sin^3 i = (0,7 \pm 0,1) M_{\text{Sun}}$ (Mártonfi 2022; Merc a kol. 2019). Zložky

dvojhviezdy obiehajú okolo spoločného ťažiska s orbitálnou periódou $P_{\text{orb}} = (681,2 \pm 8,3)$ dní (Mártonfi a Gális 2022). Viaceré predchádzajúce výskumy poukazujú na zákryty (úplne alebo čiastočné) horúcej zložky chladnou.



Obr. 2 Model symbiotickej premennej hviezdy. Zvyčajne sa hmota medzi zložkami symbiotického systému prenáša prostredníctvom hviezdneho vetra. Ak chladný obor vyplní svoj Rocheov lalok, hmota sa môže prenášať aj v podobe prúdu cez Lagrangeov bod L_1 .

Ciele práce

Cieľom prezentovanej štúdie bolo zostrojenie multifrekvenčných svetelných kriviek symbiotického systému *AX Persei* vo fotometrických filtroch U , B , V , R_c a I_c pokrývajúcich čo najdlhší časový interval. Ďalšie spracovanie spočívalo v ich rozdelení na pokojné a aktívne obdobia, identifikácii vzplanutí, ako aj ich korelačnej a periódovej analýze.

Pozorovací materiál a jeho spracovanie

Keďže *AX Persei* patrí medzi dlhoperiodické systémy, na účely zamýšľaného výskumu je potrebné spracovať čo najväčšie množstvo meraní jasnosti pokrývajúcich čo najdlhšie časové obdobie. Fotometrické údaje možno nájsť publikované vo vedeckých článkoch, astronomických telegramoch (ATel, CBET) a cirkulároch (IAUC). Kompletný zoznam zdrojov poskytujúcich takúto informáciu možno nájsť v práci Mártonfiho (2020). Užitočné sú aj pozorovania amatérskych astronómov publikované v databáze AAVSO (American Association of Variable Star Observers; Kloppenborg 2025).

Korelačnú analýzu svetelných kriviek v jednotlivých filtroch sme vykonali pomocou softvérového prostredia CorrLAB (Merc a Gális 2018). Z ponúkaných metód sme použili *klasickú* a ako doplnok *diskrétnu korelačnú analýzu*. *Klasická korelačná analýza* sa uplatňuje v mnohých výskumných úlohách, pričom korelačné koeficienty sú normované na interval $[-1|1]$. V prípade tejto metódy sa však vyžaduje rovnomerné rozloženie vstupných dát, ktoré bolo v prezentovanom výskume dosiahnuté interpoláciou dát pomocou 3 metód: PCHIP (po častiach kubickými Hermitovými interpolačnými polynómami), pomocou spline a lineárnou interpoláciou. *Diskrétna korelačná analýza* spomínanú podmienku nepožaduje, avšak normalizácia na vyššie uvedený interval chýba.

Periódová analýza bola uskutočnená pomocou programu *Peranso* (Paunzen a Vanmunster 2016), v ktorom možno aplikovať viacero kvantitatívnych a kvalitatívnych metód. Z prvej menovanej skupiny bola zvolená *Lombova-Scargleho metóda* (LS; Lomb 1976 ; Scargle 1982) a z druhej metóda *minimalizácie fázovej disperzie* (PDM; Stellingwerf 1978).

Ďalšie teoretické podrobnosti o metódach korelačnej a periódovej analýzy možno nájsť v práci Mártonfiho (2020).

Výsledky práce a diskusia

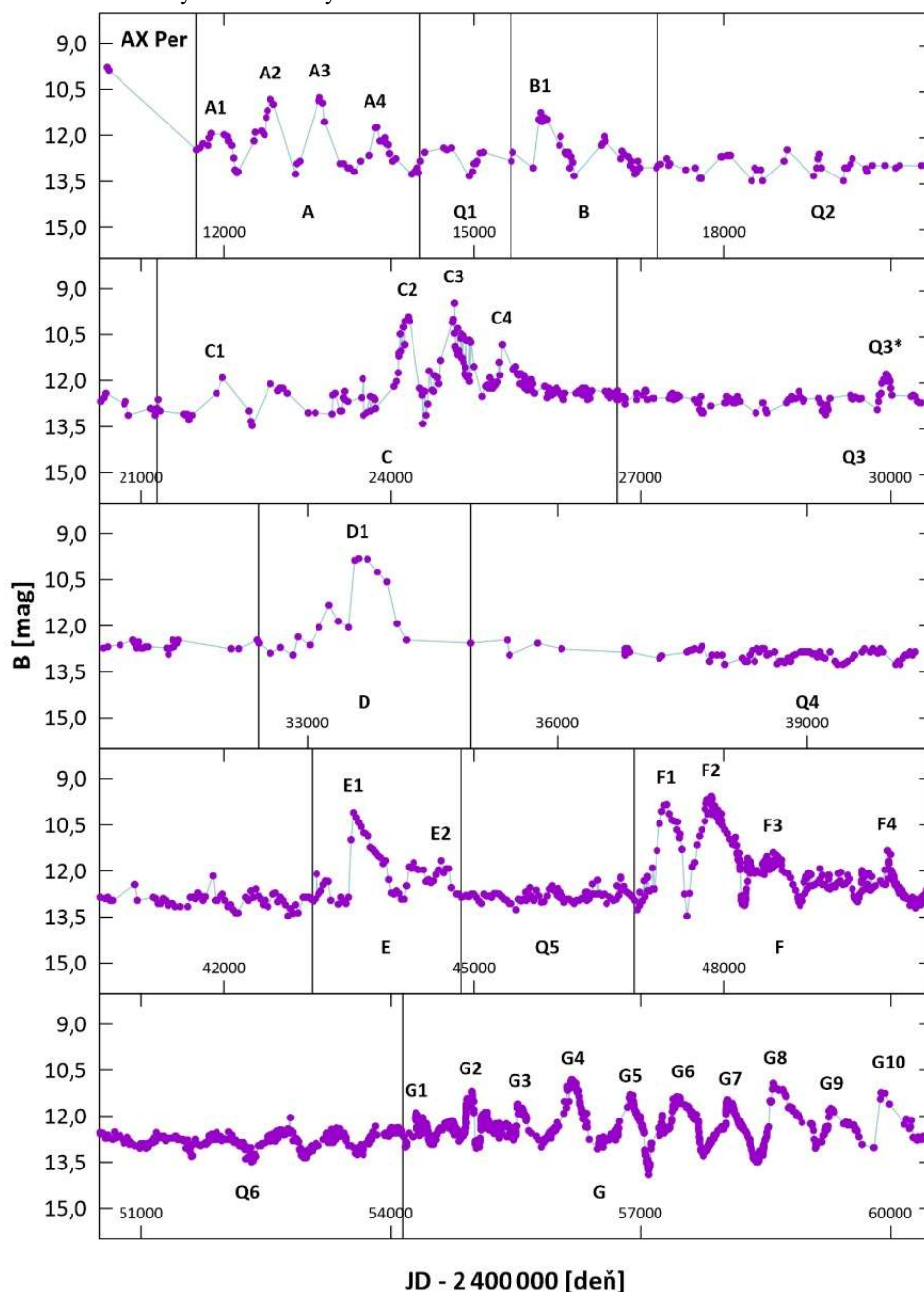
Historická svetelná krivka AX Persei

Zostrojenú historickú svetelnú krivku pokrývajúcu 137 rokov (1887 – 2024) fotometrických zmien symbiotického systému *AX Persei* znázorňuje Graf 1. Poznamenajme, že na horizontálnej osi je čas vyjadrený v Juliánskom dátume (JD), ktorý udáva počet dní uplynutých od 1. 1. 4713 pred n. l. Jeho zavedenie umožnilo označovať časové okamihy jednoznačným číslom bez členenia na mesiace a roky. Vertikálna os reprezentuje magnitúdu objektu vo filtri B , ktorá je mierou jeho jasnosti, pričom nižšia hodnota znamená vyššiu jasnosť.

Svetelná krivka bola rozdelená na 6 pokojných a 7 aktívnych období, v ktorých bolo identifikovaných celkovo 28 vzplanutí (pre detaily značenia, pozri popis Grafu 1). Na svetelnej krivke *AX Persei* si možno všimnúť 5 výrazných vzplanutí: **C2** (1925), **D1** (1950), **E1** (1978), **F1** (1988) a **F2** (1989). Tri z nich (**C2**, **D1** a **F1**), ako aj **A2** (1893) so skoršími určenými rokmi spomína ako významné aj Skopal (1994). Zvláštne je zjasnenie **Q3***, ktoré sa javí ako vzplanutie v pokojnom období, ako aj mimoriadne veľký časový odstup vzplanutia **F4** od ostatných **F**-vzplanutí. Pre každý prípad by bolo možné vyčleniť samostatné aktívne obdobie, a teda prezentované rozdelenie nie je možné považovať za definitívne.

Svetelné krivky *AX Persei* pokrývajúce aktívne obdobia **F** a **G** a pokojné obdobie **Q6** vo filtroch *U*, *B*, *V*, *R_c* a *I_c* sú vykreslené v Grafe 2. Je možno si všimnúť, že svetelná krivka vo filtri *I_c* vykazuje výrazne odlišné správanie a v prípade meraní v tomto fotometrickom filtri nebolo možné identifikovať žiadne vzplanutie študovaného symbiotického systému v uvedenom časovom období.

Graf 1: Historická svetelná krivka symbiotického systému *AX Persei* vo filtri *B*.



Aktívne obdobia symbiotického systému *AX Persei* sú označené ako **A** – **G** a pokojné **Q1** – **Q6**. Označenie vzplanutí pozostáva z označenia obdobia a poradového čísla vzplanutia v danom období (napr. **G5**). Horizontálna os označuje Juliánsky dátum, od ktorého je odčítané číslo 2 400 000 a vertikálna os príslušné magnitudy objektu vo filtri *B*. Vertikálne plné čiary ohraničujú jednotlivé obdobia.

Korelačná analýza svetelných kriviek

Korelačná analýza svetelných kriviek bola uskutočnená pre celý skúmaný časový interval a následne pre jednotlivé obdobia **F**, **Q6** a **G** (tabuľky 1, 2 a 3). Výsledky doplnkovej diskretnej korelačnej analýzy možno nájsť v práci Mártonfiho (2020). Možno zhrnúť, že počas pokojných období *AX Persei* zaznamenávame kvôli menším fotometrickým variáciám symbiotického systému a väčšiemu vplyvu chýb meraní v porovnaní s aktívnymi obdobiami nižšie hodnoty korelačných koeficientov. Všeobecne však platí, že korelačné koeficienty svetelných kriviek vo filtroch *R_c* a *I_c* sú významne nižšie oproti krivkám v ostatných fotometrických filtroch. Tento fakt poukazuje na odlišnosť zdroja svetelných variácií na krátkych (biely trpaslík) a dlhých (červený obor) vlnových dĺžkach.

Periódová analýza svetelných kriviek

Periodický signál sme hľadali vo svetelných krivkách pokrývajúcich celý skúmaný časový interval, ako aj jednotlivé obdobia pokoja a aktivity. Pre orbitálnu periódu *AX Persei* sme určili hodnotu $P_{\text{orb}} = (680,4 \pm 4,3)$ dní, čo je v dobrej zhode s jej predchádzajúcimi určeniami: 650 dní (Lindsay 1932); 675 dní (Payne-Gaposchkin 1946); 681,6 dní (Kenyon 1982); 679,9 dní (Skopal 1991); 680,83 dní (Skopal a kol. 2011); 681,48 dní (Leibowitz a Formigini 2013).

V mocninových spektrách a periodogramoch (pre celý skúmaný časový interval vykreslené v grafe 3) boli detegované aj harmonické a subharmonické periód (n- a 1/n-násobky, kde n je celé číslo), periód súvisiace s morfológiou skúmaného obdobia (trvanie skúmaného intervalu sa prezentovalo ako periód) a aj periód neznámeho pôvodu, ktoré bude potrebné vyšetriť ďalším výskumom.

V ďalšom výskume bola analýzou krivky radiálnych rýchlostí symbiotického systému *AX Persei* určená orbitálna periód s hodnotou $P_{\text{orb}} = (681,2 \pm 8,3)$ dní (Mártonfi a Gális 2022).

Tab. 4: Korelačné koeficienty svetelných kriviek *AX Persei* vo filtroch *U*, *B*, *V*, *R_c* a *I_c* pokrývajúcich obdobie aktivity **F** získané pomocou metódy klasickej korelačnej analýzy.

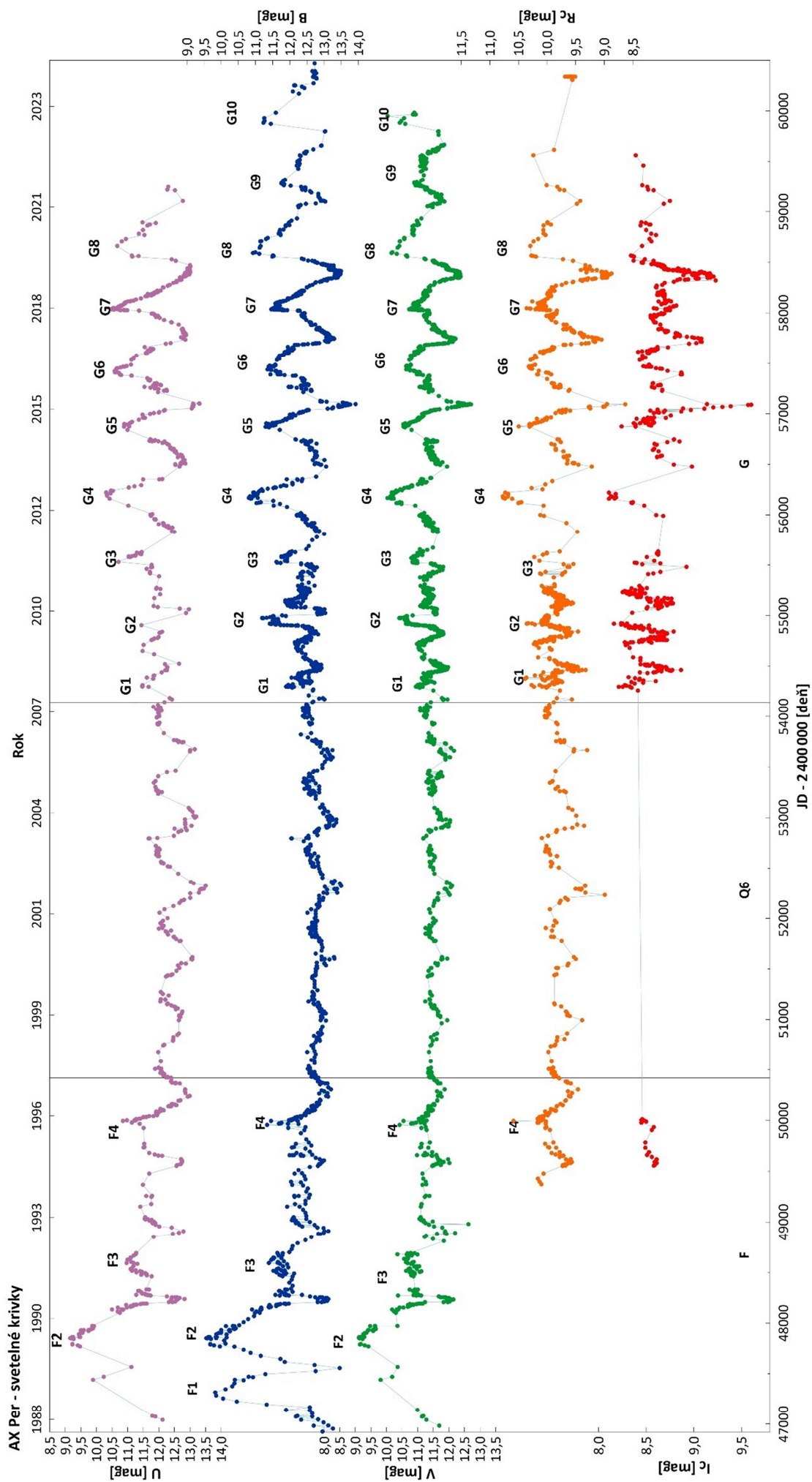
	<i>U</i>	<i>B</i>	<i>V</i>	<i>R_c</i>	<i>I_c</i>
<i>U</i>	1,00	0,85	0,85	0,83	-
<i>B</i>	0,85	1,00	0,91	0,84	-
<i>V</i>	0,85	0,91	1,00	0,89	-
<i>R_c</i>	0,83	0,84	0,89	1,00	-
<i>I_c</i>	-	-	-	-	-

Tab. 2: Korelačné koeficienty svetelných kriviek *AX Persei* vo filtroch *U*, *B*, *V*, *R_c* a *I_c* pokrývajúcich pokojné obdobie **Q6** získané pomocou metódy klasickej korelačnej analýzy.

	<i>U</i>	<i>B</i>	<i>V</i>	<i>R_c</i>	<i>I_c</i>
<i>U</i>	1,00	0,86	0,78	0,72	-
<i>B</i>	0,86	1,00	0,83	0,71	-
<i>V</i>	0,78	0,83	1,00	0,70	-
<i>R_c</i>	0,72	0,71	0,70	1,00	-
<i>I_c</i>	-	-	-	-	-

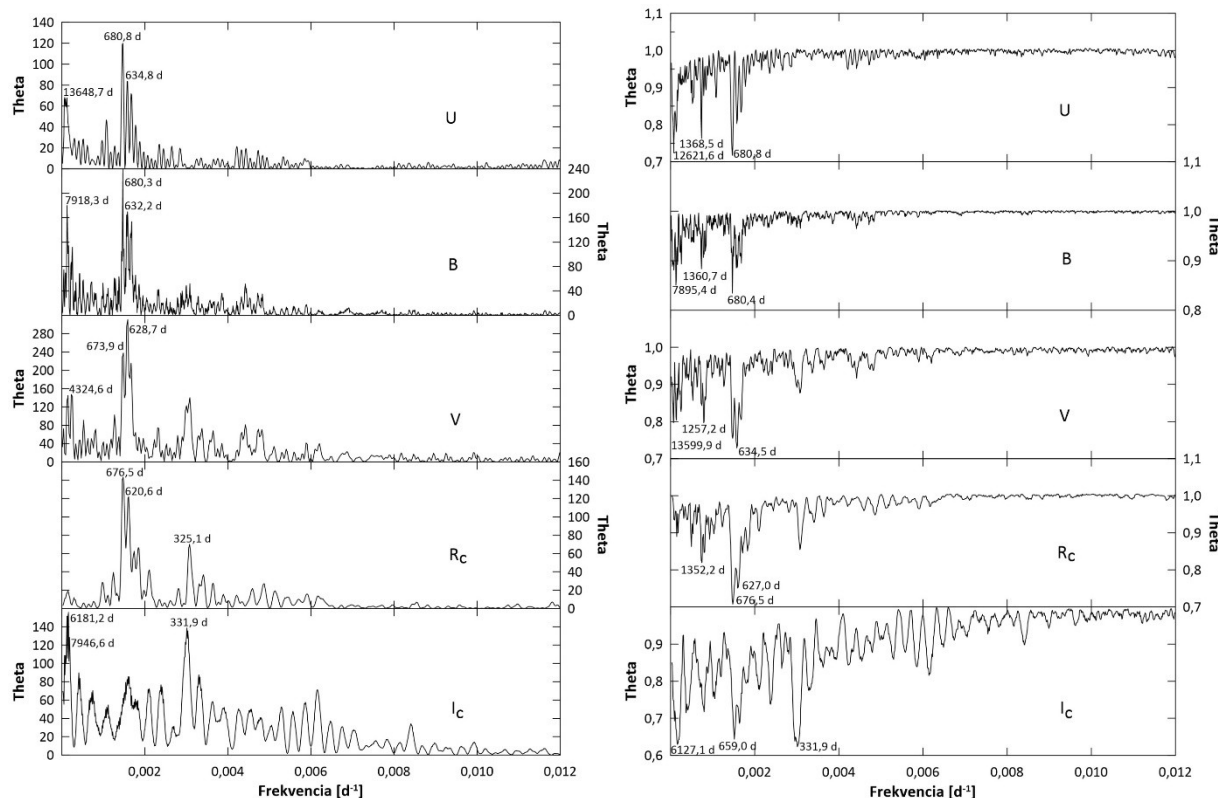
Tab. 3: Korelačné koeficienty svetelných kriviek *AX Persei* vo filtroch *U*, *B*, *V*, *R_c* a *I_c* pokrývajúcich obdobie aktivity **G** získané pomocou metódy klasickej korelačnej analýzy.

	<i>U</i>	<i>B</i>	<i>V</i>	<i>R_c</i>	<i>I_c</i>
<i>U</i>	1,00	0,88	0,83	0,83	0,50
<i>B</i>	0,88	1,00	0,94	0,86	0,61
<i>V</i>	0,83	0,94	1,00	0,93	0,74
<i>R_c</i>	0,83	0,86	0,93	1,00	0,75
<i>I_c</i>	0,50	0,61	0,74	0,75	1,00

Graf 2: Svetelné krivky AX Persei vo filtroch U , B , V , R_c a I_c .

Svetelné krivky AX Persei pokrývajú aktívne obdobie **F** a **G** a pokojné obdobie **Q6**. Značenie období a vzplanutí je podrobne vysvetlené v popise Grafu 1. Horizontálna os označuje Juliánsky dátum, od ktorého je odčítané číslo 2 400 000 a vertikálna os príslušné magnitudy symbiotického systému. Vertikálne plné čiary ohraničujú jednotlivé obdobia.

Graf 3: Mocninové spektrá (vľavo) a periodogramy (vpravo) ako výsledok periódovej analýzy svetelných kriviek AX Persei v jednotlivých filtroch pre celý skúmaný časový interval prevedenej pomocou LS a PDM metódy.



Theta na vertikálnej osi predstavuje charakteristickú veličinu pre použité metódy periódovej analýzy. V mocninových spektrách a periodogramoch sú vyznačené 3 najvýznamnejšie periódy.

Záver

V rámci prezentovanej štúdie sme spracovali a analyzovali svetelné krivky symbiotického systému *AX Persei* pozostávajúce z 4 586 pozorovaní pokrývajúcich časový interval 137 rokov. Svetelné krivky boli rozdelené na 6 aktívnych a 7 pokojných období a celkovo bolo identifikovaných 28 vzplanutí. Korelačná analýza ukázala nižšie vzájomné korelačné koeficienty v prípade svetelných kriviek vo filtroch R_c a I_c , čo je spojené s odlišnosťou zdroja detegovaného žiarenia v závislosti od jeho vlnovej dĺžky. Periódovú analýzou sme zistili hodnotu orbitálnej periódy symbiotického systému $P_{orb} = (680,4 \pm 4,3)$ dní, ktorá je v dobrej zhode s predchádzajúcimi určeniami. Boli detegované aj periódy neznámeho pôvodu, ktorý bude nutné vyšetriť ďalším výskumom.

Literatúra

- KENYON, S. J., 1982. The orbital period of the symbiotic star AX Per. In: Publications of the Astronomical Society of the Pacific, Vol. 94, p. 165-168.
- KLOPPENBORG, B. K., 2025. Observations from the AAVSO International Database, <https://www.aavso.org>.
- LEIBOWITZ, E. M., FORMIGGINI, L., 2013. The peculiar light curve of the symbiotic star AX Persei in last 125 years. In: The Astronomical Journal, Vol. 146, no. 5, 117 (7 pp).
- LINDSAY, E. M., 1932. Note on a Peculiar Star. In: Harvard College Observatory Bulletin, no. 888, p. 22-23.
- LOMB, N. R., 1976. Least-Squares Frequency Analysis of Unequally Spaced Data. In: Astrophysics and Space Science, Vol. 39, no. 2, p. 447-462.
- MÁRTONFI, P., 2020. Dlhodobá fotometrická aktivita symbiotického systému AX Persei: bakalárska práca. Košice: Prírodovedecká fakulta UPJŠ v Košiciach
- MÁRTONFI, P., 2022. Spektroskopický výskum symbiotického systému AX Persei: diplomová práca. Košice: Prírodovedecká fakulta UPJŠ v Košiciach.
- MÁRTONFI, P., GÁLIS, R., 2022. Orbital period of the symbiotic system AX Persei determined by the method of radial velocities. In: Journal of the ASB Society, Vol. 3, no. 1, p. 15-20.
- MERC, J., GÁLIS, R., 2018. CorrLAB: Correlation and Period Analysis Software. In: The Astronomical Journal, Vol. 156, no. 3, 111 (4pp)

- MERC, J., GÁLIS, R., WOLF, M., 2019. First Release of the New Online Database of Symbiotic Variables. In: Research Notes of the American Astronomical Society, Vol. 3, no. 2, článok č. 28.
- MIKOŁAJEWSKA J., TIJIMA, T., 1987. Symbiotic binaries: spectrophotometry of AX Persei. In: Acta Astronomica, Vol. 37, p. 17-28.
- MÜRSET, U., NUSSBAUMER, H., SCHMID, H. M. a kol., 1991. Temperature and luminosity of hot components in symbiotic stars. In: Astronomy and Astrophysics, Vol. 248, p. 458-474.
- MÜRSET, U., SCHMID, H. M., 1999. Spectral classification of the cool giants in symbiotic system. In: Astronomy and Astrophysics Supplement, Vol. 137, p. 473-493.
- PAUNZEN, E., VANMUNSTER, T., 2016. Peranso - Light Curve and Period Analysis Software. In: Astronomische Nachrichten, Vol. 337, p. 239-246
- PAYNE-GAPOSCHKIN, C., 1946. In: The Astrophysical Journal, Vol. 101, p. 362. Citované podľa: Skopal 1991.
- SCARGLE, J. D., 1982. Studies in astronomical time series analysis. II. Statistical aspects of spectral analysis of unevenly spaced data. In: The Astrophysical Journal, Vol. 263, p. 835-853.
- SKOPAL A., 1991. New Ephemeris of the Eclipsing Symbiotic Star AX Per. In: Information Bulletin on Variable Stars, Vol. 37, no. 3603
- SKOPAL, A., 1994. On the nature of the outburst stage in the symbiotic binary AX Persei. In: Astronomy and Astrophysics, Vol. 286, p. 453-462.
- SKOPAL, A., 2005. Disentangling the composite continuum of symbiotic binaries. I. S-type systems. In: Astronomy and Astrophysics, Vol. 440, no. 3, p. 995-1031.
- SKOPAL, A., TARASOVA, T. N., CARIKOVA, Z. a kol., 2011. Formation of a disk structure in the symbiotic binary AX Persei during its 2007–10 precursor-type activity. In: Astronomy and Astrophysics, Vol. 536, A27 (13 pp).
- STELLINGWERF, R. F., 1978. Period determination using phase dispersion minimization. In: The Astrophysical Journal, Vol. 224, p. 953-960.

Modulácia sekundárneho metabolizmu *Hypericum perforatum*: elicitory vs. inhibitory

Modulation of Secondary Metabolism in Hypericum perforatum: Elicitors vs. Inhibitors

Romana MATI, Katarína BRUŇÁKOVÁ

Univerzita Pavla Jozefa Šafárika v Košiciach, Prírodovedecká fakulta

Abstrakt: Rod *Hypericum* je významným zdrojom unikátnych bioaktívnych látok – sekundárnych metabolitov – s dôležitým využitím vo farmakológii. V medicíne sa využíva najmä extrakt z nadzemných častí *H. perforatum*, ktorý obsahuje široké spektrum biologicky aktívnych zlúčenín vrátane naftodiantrónov – hypericínov, ktoré sú súčasťou metabolómu približne 2/3 zástupcov rodu *Hypericum*. Biosyntéza hypericínov však nie je dosiaľ úplne objasnená, pričom jej pochopenie je predpokladom biotechnologickej produkcie týchto látok s fotodynamickým účinkom s perspektívou využívania v diagnostike a terapii nádorových ochorení. Cieľom tejto práce je príprava experimentálnych systémov explantátových kultúr výhonkov *H. perforatum* s významne stimulovanou, resp. zablokovanou biosyntézou vybraných fenolických látok, vrátane naftodiantrónov, antrachinónových derivátov, ako aj flavonoidov. Aplikácia elicitora chitosanu v koncentrácii 10 mg/l zvýšila produkciu celkových hypericínov viac ako 2,5-násobne a ich predpokladaného prekursora emodínu takmer 3-násobne. Aj keď bol zaznamenaný mierny pokles obsahu niektorých skyrínových derivátov – maximálne na 0,5-násobok ich obsahu, inhibičný vplyv proadifénu – nešpecifického inhibítora cytochrómu P450, enzýmu s predpokladanou dimerizačnou funkciou v biosyntéze fenolických látok – na biosyntézu hypericínu a vybraných flavonolov bol nejednoznačný.

Kľúčové slová: *Hypericum perforatum*., chitosan, proadifén, hypericín, antrachinóny, flavonoidy

Abstract: The genus *Hypericum* is a significant source of unique bioactive substances – secondary metabolites – with important use in pharmacology. In medicine, the extract from the aerial parts of *H. perforatum* is mainly used, which contains a wide range of biologically active compounds, including naphthodianthrone – hypericins, which are part of the metabolome of approximately 2/3 of the representatives of the genus *Hypericum*. However, the biosynthesis of hypericins has not yet been fully elucidated, and its understanding is a prerequisite for the biotechnological production of these substances with a photodynamic effect with the prospect of use in the diagnosis and therapy of cancer diseases. The aim of this work is to prepare experimental systems of explant cultures of *H. perforatum* shoots with significantly stimulated or blocked biosynthesis of selected phenolic substances, including naphthodianthrone, anthraquinone derivatives, as well as flavonoids. Application of the elicitor chitosan at a concentration of 10 mg/l increased the production of total hypericins more than 2.5-fold and their putative precursor emodin almost 3-fold. Although a slight decrease in the content of some skyrin derivatives was recorded – to a maximum of 0.5 times their content, the inhibitory effect of proadifen – a non-specific inhibitor of cytochrome P450, an enzyme with a presumed dimerization function in the biosynthesis of phenolic substances – on the biosynthesis of hypericin and selected flavonols was ambiguous.

Keywords: *Hypericum perforatum*, chitosan, proadifen, hypericin, anthraquinones, flavonoids

Literárny prehľad

Najznámejším a najlepšie preštudovaným zástupcom rodu *Hypericum* je *Hypericum perforatum* L. zo sekcie *Hypericum*. Je zdrojom širokého spektra sekundárnych metabolitov s rôznymi biologickými aktivitami, ktoré sa využívajú v medicíne a farmakológii. Spomedzi fenolických látok sú okrem flavonoidov a floriglucanolov najčastejšie predmetom štúdia naftodiantróny – hypericíny a antrachinónové deriváty, emodín a skyrín (Bálintová a kol., 2019; Ion a kol., 2022). Biosyntéza a akumulácia naftodiantrónov bola lokalizovaná v špecializovaných sekréčných štruktúrach, tzv. tmavých noduloch (žliazkach), ktoré sa diferencujú v pletivách nadzemných častí rastlín a sú typické výhradne pre zástupcov čeľade *Hypericaceae* (Ciccarelli, 2001; Crockett a Robson 2011; Rizzo a kol., 2020).

Podľa súčasných predstáv prebieha biosyntéza antrachinónov v rastlinách polyketidovou dráhou (Pillai a Nair, 2014). Existuje niekoľko modelov biosyntézy hypericínu, ktorých súčasťou sú predpokladané intermediáty – emodín (Huang a kol., 2014), skyrín (Kimáková a kol., 2018), alebo penicilliopsín/emodín diantrón (Rizzo a kol., 2019). Kľúčovým krokom biosyntetickej dráhy vedúcej k naftodiantrónom je dimerizačná reakcia dvoch antrachinónových monomérov, ktorá prebieha interakciou voľných radikálov alebo je sprostredkovaná niektorým z enzýmov s dimerizačnou aktivitou (Rizzo a kol., 2020; Su a kol., 2021). Nakoľko je známe, že cytochróm P450 je multifunkčný enzým so širokým spektrom aktivít a v rastlinách katalyzuje spájanie oxidovaných fenolových radikálov za vzniku kovalentnej väzby medzi dvoma aromatickými kruhmi (tzv. *coupling* reakcie) (Zetsche a Narayan, 2020), predpokladá sa aj jeho dimerizačná funkcia pri konverzii emodínu antrónu na emodín diantrón v biosyntéze hypericínu.

Viacere rastlinné biosyntetické dráhy boli objasnené prostredníctvom inhibície kľúčových enzymatických krokov pomocou špecifických inhibítorov. Ako jeden z experimentálnych prístupov sa využíva komparatívna transkriptomická analýza zameraná na štúdium diferenciálnej expresie v rastlinných druhoch, alebo pletivách, v ktorých biosyntéza cieľového metabolitu prebieha, resp. neprebieha. V experimentálne ovplyvnených rastlinách, v ktorých bola biosyntéza izoflavónov modifikovaná inhibítorom cytochrómu P450 – klotrimazolom, flukonazolom a resveratrolom – bol identifikovaný CYP158C1 z rodiny enzýmov CYP158, ktoré sa podieľajú na dimerizácii produktov polyketidsyntázy typu III, ktorými sú aj naftoly (Liu a kol., 2022). Alternatívnym prístupom je využitie elicitorov – stimulácia biosyntézy je spravidla sprevádzaná zvýšenou expresiou génov, ktoré kódujú enzýmy biosyntetickej dráhy (Shakaya a kol., 2019).

Na stimuláciu biosyntézy hypericínu v rastlinách rodu *Hypericum* sa najčastejšie používajú elicitory abiotického alebo biotického pôvodu, akými sú napr. chitosan, prípadne komplexné elicitory fungálneho alebo bakteriálneho pôvodu (Shakya a kol., 2019; Shasmita a kol., 2023). Analýza zmien v obsahu naftodiantrónov a ich predpokladaných prekursorov – antrachinónových derivátov – v kontrolných vs. experimentálne ovplyvnených explantátových kultúr *H. perforatum*, je jedným z východísk k objasneniu biosyntézy hypericínov s potenciálnym využitím v biotechnologickej produkcii týchto farmaceuticky významných látok.

Materiál a metódy

Rastlinný materiál a kultivačné podmienky

Pre jednotlivé experimenty v tejto práci bol použitý rastlinný materiál, ktorý predstavujú *in vitro* kultúry výhonkov *Hypericum perforatum*, ktoré sú súčasťou explantátovej banky Katedry genetiky UPJŠ. Zásobné kultúry *in vitro* výhonkov boli kultivované na tuhom MS médiu s obsahom minerálnych solí podľa Murashige & Skoog (1962), vitamínmi B5 podľa Gamborg a kol. (1968), 30 g/l sacharózy, 2 mg/l glycinu a 7 g/l agaru za štandardných podmienok: teplota 24 ± 2 °C, 40 % relatívna vlhkosť vzduchu, fotoperiódá 16/8 hodín (svetlo/tma) a iradiácia 90 $\mu\text{mol}/\text{m}^2/\text{s}$. pH médií bolo pred sterilizáciou v autokláve upravené na hodnotu 5,6 – 5,65 a médiá boli rozliate do kultivačných nádob po 30 ml. Subkultivácia prebiehala v pravidelných 5 – 6 týždňových intervaloch, jedna kultivačná nádoba obsahovala 8 výhonkov dlhých cca. 2 cm.

Elicitácia a inhibícia biosyntézy sekundárnych metabolitov pomocou chitosanu a proadifénu

Výhonky *H. perforatum* zo zásobných kultúr boli kultivované v tekutom médiu v kultivačných nádobách s 20 ml tekutého média a 0,5 mm sklenenými guľôčkami. Média obohatené elicitorom obsahovali chitosan v množstve 1 mg/l, 10 mg/l a 20 mg/l (Sigma-Aldrich). Chitosan bol pred pridaním do média rozpustený v 1 % kyseline octovej a jeho pH bolo upravené na 5,6. Na prípravu médií s obsahom inhibítora bol proadifén rozpustený v DMSO a pridaný do médií vo finálnej koncentrácii 1 μM , 25 μM , 50 μM , 100 μM , 200 μM , 300 μM a 400 μM . V experimentoch boli použité 2 typy kontrolných vzoriek pre každú testovanú látku – výhonky *H. perforatum* kultivované v tekutom médiu: a) bez prídavku elicítora alebo inhibítora, b) s prídavkom rozpúšťadla – 1 % kys. octovej alebo DMSO.

Výhonky boli kultivované 28 dní za rovnakých kultivačných podmienok. Po uplynutí kultivačnej periódy boli porovnávané morfológické zmeny týkajúce sa počtu a veľkosti tmavých nodulov. Listy výhonkov boli fotografované pomocou stereolupy Leica EZ4 D s použitím softvéru LAS EZ (Leica Application Suite).

Gradientová vysokoúčinná kvapalinová chromatografia (HPLC)

Príprava vzoriek na HPLC analýzu

Na konci kultivačného intervalu boli výhonky *H. perforatum* vysušené v sušičke BINDER pri teplote 40 °C a homogenizované (TissueLyser II Qiagen).

Na analýzu antrachinónových derivátov bola homogenizovaná sušina extrahovaná v alikvótnom množstve 100 % metanolu (MeOH) ultrazvukom po dobu 30 min. pri teplote 22 ± 2 °C. Filtrát bol odparený do sucha pri teplote 40 °C a 60 rpm pomocou rotačného evaporátora (Hei-VAP Advantage G1 HL; Heidolph, Nemecko) napojeného na vakuovú pumpu (KNF Laboport N 816.3KT.18, Neuberger). Na prípravu organických frakcií bola použitá extrakcia kvapalina-kvapalina (LLE, liquid-liquid extraction). Odparený filtrát (tzv. odparok) bol rozdelený do frakcií použitím destilovanej vody a etylacetátu v pomere 1:1. Etylacetátová frakcia (horná), bola odparená do sucha pri teplote 40 °C pomocou rotačného evaporátora. Odparok bol rozpustený v 1,5 ml 100 % MeOH (Sigma, Nemecko) a uskladnený v tme až do HPLC analýzy.

Na prípravu extraktov na analýzu hypericínov a emodínu bolo použitých 50 mg homogenizovanej sušiny extrahovanej v 1,5 ml extrakčnej zmesi zloženej z MeOH, etanolu a acetónu (1:1:1, v/v/v).

Na analýzu flavonoidov bolo použitých 100 mg homogenizovanej sušiny, ktorá bola extrahovaná 1,5 ml 70 % MeOH. Extrakcia prebiehala v ultrasonifikačnej vani 30 min. s následnou centrifugáciou po dobu 20 min. pri 14 000 rpm. Supernatant bol uskladnený v tme a priamo použitý na HPLC analýzu.

Analýza obsahu sekundárnych metabolitov metódou HPLC

Obsah sekundárnych metabolitov bol analyzovaný vysokoúčinnou kvapalinou chromatografiou (HPLC) s využitím systému Agilent 1260 HPLC (Agilent Technologies, USA) vybaveného DAD („diode array detector“) a UV-Vis (ultraviolet-visible) lampou. Metabolity boli detegované na základe porovnania absorbných spektier (AS) a retenčných časov (RT) chromatografických pík a príslušných referenčných látok (štandardov). Obsah metabolitov bol kvantifikovaný na základe kalibračných kriviek referenčných látok – hypericínov, emodínu, skyrínu, flavonoidov (kvercetín, hyperozid, izokvercetín, kvercitrín, kampferol-3-O-glukozid) a kys. chlorogénovej.

Antrachinónové deriváty a ich glykozidové formy boli detegované metódou podľa Mižákovéj (2022). Na analýzu flavonoidov bola použitá metódika podľa Bálintovej a kol. (2019). Stacionárna fáza pozostávala z kolóny Kinetex C18 100Å 150x4,6 mm s veľkosťou častíc 5 μm (Phenomenex, USA) a teplotou 30 °C. Injekčný objem vzoriek bol 20 μl a

prietok fázy cez kolónu 0,9 ml/min. Mobilná fáza bola miešaná z roztoku A – 5 % acetonitril (ACN; Centralchem, Slovensko), a roztoku B – 80 % ACN (Tab. 1). pH oboch roztokov bolo upravené na 2,7 použitím 25 % kyseliny trifluorooctovej (TFA). Antrachinónové deriváty boli detegované pri vlnovej dĺžke 440 nm, flavonoidy pri 254 nm.

Na analýzu hypericínov bola použitá metodika podľa autorov Bruňáková a Čellárová (2016) s modifikáciami. Stacionárnu fázu predstavovala kolóna Agilent Poroshell 120 EC-C18 3,0x50 mm 27s veľkosťou častíc 2,7 µm. Nástrek vzorky bol 20 µl a prietok mobilnej fázy 1 ml/min. Mobilná fáza pozostávala z roztoku A – 10 % ACN a roztoku B – 100 % ACN (Tab. 1) s pH upraveným 25 % TFA na hodnotu 2,7. Hypericíny boli detegované pri 590 nm, emodín pri 440 nm.

Tab. 1: Nastavenie elučných podmienok na analýzu antrachinónov podľa Mižákovskej (2022), flavonoidov podľa Bálintovej a kol. (2019) a hypericínov podľa Bruňákovskej a Čellárovej (2016)

ANTRACHINÓNY			FLAVONOIDY			HYPERICÍNY		
Čas (min.)	A (5% ACN)	B (80% ACN)	Čas (min.)	A (5% ACN)	B (80% ACN)	Čas (min.)	A (10% ACN)	B (100% ACN)
0	100 %	0 %	0	100 %	0 %	0	80 %	20 %
20	40 %	60 %	20	70 %	30 %	8,5	20 %	80 %
25	26 %	74 %	25	0 %	100 %	9,5	0 %	100 %
35	26 %	74 %	35	0 %	100 %	15,5	0 %	100 %
40	0 %	100 %	40	100 %	0 %	17	80 %	20 %
45	100 %	0 %				20	80 %	20 %

Výsledky a diskusia

Pre obsah fenolických látok v extraktoch *H. perforatum* pochádzajúcich z prírodných populácií je typická vysoká variabilita. Kultivácia rastlín *in vitro* prostredím eliminuje exogénne environmentálne faktory a vytvára kontrolované podmienky na analýzu vplyvu rôznych aditív pridávaných do kultivačných médií, ktorými je možné modulovať sekundárny metabolizmus rastlín v zmysle jeho stimulácie, resp. inhibície.

Chitosan je lineárny polysacharid, ktorý v podmienkach *in vitro* stimuluje produkciu sekundárnych metabolitov, ktoré sú súčasťou stresových obranných reakcií rastlín (Hadwiger a Loschke, 1981). Koncentrácie chitosanu v experimentoch boli zvolené na základe výsledkov predchádzajúcich štúdií, v ktorých bol chitosan aplikovaný vo finálnom obsahu do 200 mg/l (Tocci a kol., 2010; Brasili a kol., 2014; Valletta a kol., 2016). Nakoľko vysoké koncentrácie chitosanu spôsobujú ireverzibilné nekrotické zmeny kultivovaných výhonkov zástupcov *Hypericum* spp. (Bálintová a kol., 2019), chitosan bol aplikovaný v koncentráciách zodpovedajúcich 1 mg/l (dáta neuvádzame), 10 mg/l (Tab. 2) a 20 mg/l (dáta neuvádzame). Pri použitých koncentráciách chitosanu bola pozorovaná nekróza častí výhonkov *H. perforatum* ponorených v médiu, pričom časti výhonkov nad hladinou kultivačného média nejavili známky nekrózy, ani inhibície rastu.

V experimentoch boli použité 2 skupiny kontrolných vzoriek: výhonky *H. perforatum* v médiách bez prídavku elicítora a v médiách s prídavkom 1 % kyseliny octovej. Tento prístup umožňuje rozlíšiť účinky elicítora od vplyvu použitého rozpúšťadla. Podľa Valletta a kol. (2016) kyselina octová stimuluje produkciu xantónov v koreňových kultúrach *H. perforatum*. Výsledky našich experimentov ukázali, že obsah analyzovaných sekundárnych metabolitov vo výhonkoch *H. perforatum* kultivovaných v médiách s prídavkom kyseliny octovej bol v porovnaní s kontrolnými vzorkami nezmenený, prípadne mierne znížený, a to bez ohľadu na použitú koncentráciu kyseliny octovej.

Najvýznamnejšie zmeny metabolického profilu výhonkov *H. perforatum* sme zaznamenali po použití chitosanu v koncentracii 10 mg/l (Tab. 2). Obsah celkových hypericínov a emodínu sa po aplikácii 10 mg/l chitosanu zvýšil vo všetkých 3 biologických replikátoch, avšak v rôznom rozsahu. Najvýraznejší stimulačný účinok sme pozorovali v biologickom replikáte C, kde sa obsah celkových hypericínov v porovnaní s kontrolou zvýšil viac ako 2,5-násobne a obsah emodínu takmer 3-násobne. Zvýšený obsah antrachinónových derivátov odvodených od emodínu (E1) alebo skyrínu (S4-S8), bol zaznamenaný po aplikácii 10 mg/l chitosanu v prípade metabolitov E1, S5 a S6, s najvýraznejšou zmenou v biologickom replikáte C. Obsah metabolitov S4, S7 a S8 sa vplyvom chitosanu znížil, alebo bol porovnateľný s kontrolnou vzorkou. Zvýšenie produkcie fenolických látok, vrátane hypericínov a emodínu po aplikácii chitosanu s obsahom 0,01 mg/l a 1 mg/l vo viacerých zástupcoch rodu *Hypericum* bolo zdokumentované napr. autormi Bálintová a kol. (2019).

Tab. 2: Obsah celkových hypericínov, emodínu a antrachinónových derivátov v µg/1mg sušiny vo vzorkách výhonkov *H. perforatum* *in vitro* po aplikácii 10 mg/l chitosanu; nd - nedetegované

Skupina metabolitov		Replikát A	Replikát B	Replikát C	Kontrola	Kontrola+kyselina
Antrachinóny	Celkové hypericíny	8,153 ±0,0284	8,721 ±0,0414	12,253 ±0,0516	4,584 ±0,1418	4,041 ±0,0249
	Emodín	0,192 ±0,0026	0,208 ±0,0003	0,295 ±0,0017	0,098 ±0,0004	0,095 ±0,0010
	E1	0,0110 ±0,00004	0,0103 ±0,00001	0,0139 ±0,00007	0,0099 ±0,0002	0,0108 ±0
	S4	0,0023 ±0	0,0023 ±0	0,0028 ±0,00002	0,0025 ±0,00004	0,0018 ±0,00001
	S5	0,0622 ±0,00007	0,0578 ±0,0002	0,0853 ±0,0008	0,0414 ±0,0003	0,0469 ±0,0001
	S6	0,0209 ±0,0002	0,157 ±0,0003	0,0315 ±0,011	0,0124 ±0,0007	0,0159 ±0,00001

	S7	0,0046 ±0,0	0,0045 ±0,0001	nd	0,0079 ±0,00007	0,0047 ±0,00007
	S8	0,0052 ±0,00001	0,005 ±0,00002	0,0056 ±0,00024	0,0060 ±0,00003	0,0042 ±0

Tab. 3: Obsah celkových hypericínov, emodínu, antrachinónových derivátov, celkových flavonoidov zo skupiny flavonolov a kyseliny chlorogénovej v µg/1mg sušiny vo vzorkách výhonkov *H. perforatum in vitro* po aplikácii proadifénu; nd – nedetegované

Experiment	vzorka	Celkové hypericíny	Emodín	E1	S4	S5	S6	S7	S8	Kyselina chlorogénová	Celkové flavonoly
Proadifén 1	Kontrola 1	7,342 ±0,207	0,192 ±0,0017	0,0133 ±0,0001	0,0025 ±0	0,0819 ±0,0001	0,0269 ±0	nd	0,008 ±0,0019	2,386 ±0,018	3,709 ±0,006
	Kontrola +DMSO 1	5,687 ±0,309	0,117 ±0,0018	0,0121 ±0,0003	0,0025 ±0,00002	0,0622 ±0,0006	0,0201 ±0,0002	0,0089 ±0,00007	0,0117 ±0,0003	3,290 ±0,278	3,729 ±0,064
	1 µM	5,646 ±0,031	0,106 ±0	0,0076 ±0,00007	0,0023 ±0,00003	0,0321 ±0,00005	0,0137 ±0,00005	0,0132 ±0,00007	0,0108 ±0,0011	3,980 ±0,015	3,696 ±0,005
	25 µM	7,554 ±0,029	0,175 ±0,0006	0,0126 ±0,00002	0,0028 ±0	0,0682 ±0,0002	0,0252 ±0,00001	0,0048 ±0,0002	0,0072 ±0,0004	2,370 ±0,015	3,161 ±0,006
	50 µM	8,351 ±0,003	0,179 ±0,0002	0,0109 ±0,00022	0,0021 ±0,00003	0,0527 ±0,0007	0,0194 ±0,0002	0,0048 ±0,0002	0,0061 ±0,0003	2,821 ±0,00002	3,526 ±0,014
	100 µM	5,678 ±0,029	0,124 ±0,001	0,0112 ±0	0,0022 ±0,00002	0,0577 ±0,00005	0,0189 ±0,0001	0,0065 ±0,0001	0,0067 ±0,0002	2,594 ±0,019	3,384 ±0,07
Proadifén 2	Kontrola 2	6,294 ±0,22	0,167 ±0,0002	0,0102 ±0,001	0,003 ±0	0,092 ±0,0002	0,0247 ±0,0004	nd	0,0107 ±0,0023	3,291 ±0,339	3,402 ±0,121
	Kontrola +DMSO 2	8,074 ±0,232	0,233 ±0,003	nd	0,0035 ±0,00005	0,1214 ±0,0005	0,0386 ±0,0003	nd	0,0131 ±0,002	3,677 ±0,164	4,017 ±0,011
	200 µM	11,979 ±0,108	0,269 ±0,0006	0,0229 ±0,0003	0,0041 ±0	0,1496 ±0,0004	0,0383 ±0,0004	nd	0,0144 ±0,0012	2,752 ±0,129	3,305 ±0,056
	300 µM	6,947 ±0,006	0,130 ±0,002	0,0109 ±0,0077	0,0031 ±0,0001	0,073 ±0,0003	0,0184 ±0,0001	0,0096 ±0,002	0,0107 ±0,0005	2,509 ±0,026	3,807 ±0,059

Použitie inhibítorov predstavuje efektívnu stratégiu. Často používaným inhibítorom, ktorý sa používa na objasnenie kľúčových enzymatických krokov biosyntetických dráh rastlinných metabolitov, je herbicíd glyfosát. V zástupcoch rodu *Hypericum* bol glyfosát použitý na inhibíciu morfogénny tmavých nodulov a akumulácie hypericínu (Pillai a Nair, 2014; Pradeep a Franklin, 2022). V našich prechádzajúcich experimentoch však nebol pozorovaný inhibičný vplyv glyfosátu na formovanie tmavých nodulov a biosyntézu hypericínu v žiadnom zo študovaných druhov rodu *Hypericum* (Mati, 2024). Z tohto dôvodu bol v experimentoch zahrnutých v tejto práci hodnotený vplyv proadifénu – známeho nešpecifického inhibítora cytochrómu P450 – na biosyntézu naftodiantrónov, antrachinónových derivátov a flavonoidov zo skupiny flavonolov (kaempferol-3-O-glukozidu, kvercetínu a jeho glykozidov hyperozidu, izokvercetínu a kvercitrínu) vo výhonkoch *H. perforatum* kultivovaných v *in vitro* podmienkach.

Cieľom experimentov bolo identifikovať subletálnu koncentráciu proadifénu, pri ktorej by bola inhibovaná biosyntéza hypericínov a antrachinónových derivátov, vrátane emodínu a skyrínu, pri zachovaní viability a rastu výhonkov *H. perforatum*. Kým aplikácia proadifénu v koncentráciách v rozmedzí 1 – 100 μM nemala preukázateľne inhibičný účinok, vyššie koncentrácie v rozmedzí 200 – 300 μM negatívne ovplyvňovali rast výhonkov, pričom pri koncentrácii 400 μM bol zaznamenaný letálny účinok, prejavujúci sa nekrotizáciou výhonkov.

V porovnaní s kontrolnou vzorkou s prídavkom DMSO neboli po aplikácii 1 – 100 μM proadifénu zaznamenané znížené obsahy celkových hypericínov, rovnako ani emodínu (Tab. 3). Po aplikácii 1 – 100 μM proadifénu bol zaznamenaný mierny inhibičný účinok, ktorý sa prejavil znížením obsahu cieľových metabolitov v porovnaní s obsahom týchto látok v kontrolnej skupine rastlín kultivovaných s prídavkom DMSO, a to nasledovne: S6 (1 μM ; 1,46-násobne), S7 (25 a 50 μM ; 1,85-násobne), S8 (50 μM ; takmer 1,92-násobne), ako aj kyseliny chlorogénovej (25 μM ; takmer 1,4-násobne). Mierne poklesol aj obsah celkových flavonolov (25 μM ; takmer 1,2-násobne), čo naznačuje možný inhibičný vplyv proadifénu na biosyntézu flavonolov inhibíciou P450, ktoré sprostredkovávajú kľúčové enzymatické kroky v biosyntéze týchto metabolitov (Ayabe a Akashi, 2006). Vplyv vyšších koncentrácií proadifénu bol nejednoznačný (Tab. 3); 1,2-násobný pokles v obsahu celkových flavonolov a 1,3-násobné zníženie obsahu kyseliny chlorogénovej bol pozorovaný po aplikácii 200 μM proadifénu; mierne znížený obsah viacerých metabolitov, vrátane hypericínov (takmer 1,2-násobný pokles) a emodínu (takmer 1,8-násobný pokles) v prítomnosti 300 μM proadifénu bol však sprevádzaný spomalením rastu výhonkov. Z výsledkov vyplýva, že mierne zníženie obsahu metabolitov môže súvisieť s viacerými faktormi, ktoré vyplývajú nielen z toxicity proadifénu pri jeho vyšších dávkach, ale sú ovplyvnené aj prítomnosťou DMSO, v ktorom bol proadifén rozpustený. Podobne ako vplyv proadifénu vo vyšších koncentráciách, kedy bol pozorovaný nárast obsahu hypericínov (200 μM ; 1,48-násobný nárast), pozorovaný vplyv DMSO na hladiny metabolitov v kontrolných rastlinách neumožňuje vyvodiť jednoznačný záver (Tab. 3).

Použitie proadifénu ako nešpecifického inhibítora cytochrómu P450 na inhibíciu biosyntézy hypericínu v rode *Hypericum* doposiaľ nebolo opísané. Zhao a kol. (2004) použili proadifén v koncentráciách v rozmedzí 2,5–300 μM v bunkových kultúrach *Cupressus lusitanica*. Pozorovaná čiastočná inhibícia akumulácie β -thujaplicínu po aplikácii proadifénu však naznačuje, že inhibícia cytochrómu P450 môže zasahovať do signálnych mechanizmov regulujúcich biosyntézu sekundárnych metabolitov. Pre spoľahlivé zhodnotenie vplyvu DMSO na sekundárny metabolizmus *H. perforatum* bude v ďalších experimentoch nevyhnutné preskúmať jeho izolovaný účinok v rôznych koncentráciách.

Záver

Táto štúdia bola zameraná na moduláciu sekundárneho metabolizmu v kultúrach výhonkov *H. perforatum* s cieľom pripraviť experimentálny systém so stimulovanou, resp. inhibovanou biosyntézou hypericínov, antrachinónových derivátov a vybraných flavonoidov – látok s významným farmakologickým potenciálom. Na zvýšenie obsahu metabolitov bol použitý biotický elicitor chitosan, ktorý sa preukázal ako vhodný stimulátor biosyntetickej dráhy vedúcej k naftodiantrónom. Biosyntéza celkových hypericínov, emodínu a antrachinónových derivátov emodínového (E1) a skyrínového typu (S5 a S6) bola najvýraznejšie stimulovaná chitosanom v koncentrácii 10 mg/l. Poznatky týkajúce sa vplyvu proadifénu na sekundárny metabolizmus *H. perforatum* sú originálnymi zisteniami, ktoré dosiaľ pre rastliny rodu *Hypericum* neboli publikované. Napriek tomu, že bol zaznamenaný mierny pokles viacerých cieľových metabolitov, inhibičný vplyv proadifénu na biosyntézu hypericínu, antrachinónových derivátov a flavonoidov bol nejednoznačný, čo naznačuje potrebu ďalších experimentov na jeho objasnenie. Kultúry výhonkov *H. perforatum* so zablokovanou, resp. významne stimulovanou biosyntézou naftodiantrónov, ako aj ďalších antrachinónových derivátov, je východiskom pre nadväzujúce transkriptomické štúdie. V kontexte komparatívnej analýzy mRNA transkriptov génov, potenciálne asociovaných s biosyntézou hypericínov v kontrolných a experimentálne ovplyvnených systémoch, môže identifikácia génov kódujúcich enzýmy katalyzujúce kľúčové kroky biosyntézy naftodiantrónov prispieť k hlbšiemu pochopeniu tohto procesu. Medzi tieto enzýmy patrí aj enzým P450 s predpokladanou dimerizačnou funkciou, ktorý predstavuje limitujúci faktor biotechnologickej produkcie naftodiantrónov.

Podakovanie:

Táto práca bola realizovaná s finančnou podporou projektov VEGA 1/0546/22 a KEGA 015UPJŠ-4/2024.

Literatúra

Ayabe, S. I. – Akashi, T. (2006). Cytochrome P450s in flavonoid metabolism. In *Phytochemistry Reviews*, 5(2–3), 271–282. <https://doi.org/10.1007/s11101-006-9007-3>

- Bálintová, M. a kol. (2019): Targeted metabolomic profiling reveals interspecific variation in the genus *Hypericum* in response to biotic elicitors. In *Plant Physiol Biochem.*, 135:348-358. doi: 10.1016/j.plaphy.2018.12.024.
- Brasili, E. a kol. (2014). A non-targeted metabolomics approach to evaluate the effects of biomass growth and chitosan elicitation on primary and secondary metabolism of *Hypericum perforatum* in vitro roots. In *Metabolomics.*, doi:10.1007/s11306-014-0660-z
- Bruňáková, K. – Čellárová, E. (2016). Shoot Tip Meristem Cryopreservation of *Hypericum* Species. In: *Methods Mol Biol.*, 1391:31-46. doi: 10.1007/978-1-4939-3332-7_3.
- Ciccarelli, D. – Andreucci, A. C. – Pagni, A. M. (2001). The „black nodules“ of *Hypericum perforatum* L. subsp. *perforatum*: Morphological, anatomical, and histochemical studies during the course of ontogenesis. In *Israel Journal of Plant Sciences*, 49(1), 33–40. <https://doi.org/10.1560/46y5-afwd-tcy0-kgfg>
- Crockett, S.L. – Robson, N. K. (2011). Taxonomy and Chemotaxonomy of the Genus *Hypericum*. In *Med Aromat Plant Sci Biotechnol.*, 5(Special Issue 1):1-13.
- Gadzovska-Simic, S. a kol. (2014). Effects of polysaccharide elicitors on secondary metabolite production and antioxidant response in *Hypericum perforatum* L. shoot cultures. In *ScientificWorldJournal*, 2014:609649. doi: 10.1155/2014/609649.
- Gamborg, O. L. – Miller, R.A. – Ojima, K. (1968): Nutrient requirements of suspension cultures of soybean root cells. In *Exp Cell Res.*, 50(1): 151-158. doi: 10.1016/0014-4827(68)90403-5
- Hadwiger, L. A. – Loschke, D. C. (1981). Molecular Communication in Host- Parasite Interactions: Hexosamine Polymers(Chitosan) as Regulator Compounds in Race-Specific and Other Interactions. In *Phytopathology*, 71(7):756-762.
- Huang, L. F. – Wang, Z. H. – Chen, S. L. (2014). Hypericin: chemical synthesis and biosynthesis. In *Chin J Nat Med.*, 12(2):81-8. doi: 10.1016/S1875-5364(14)60014-5.
- Ion, V. a kol. (2022). *Hypericum* spp.—An Overview of the Extraction Methods and Analysis of Compounds. In *Separations*. 9(1):17 doi: 10.3390/separations9010017
- Kimáková, K. a kol. (2018). Phenotyping the genus *Hypericum* by secondary metabolite profiling: emodin vs. skyrin, two possible key intermediates in hypericin biosynthesis. In *Anal Bioanal Chem.*, 410(29):7689-7699. doi: 10.1007/s00216-018-1384-0.
- Kirakosyan, A. a kol. (2000). Stimulation of the production of hypericins by mannan in *Hypericum perforatum* shoot cultures. In *Phytochemistry*, 53(3):345-8. [https://doi.org/10.1016/s0031-9422\(99\)00496-3](https://doi.org/10.1016/s0031-9422(99)00496-3)
- Liu, R. Z. – Chen, S. – Zhang, L. (2022). A *Streptomyces* P450 enzyme dimerizes isoflavones from plants. In *Beilstein Journal of Organic Chemistry*, 18:1107–1115. <https://doi.org/10.3762/bjoc.18.113>
- Mati, R., (2024). Cytochróm P450 v biosyntéze hypericínu. Rigorózná práca, 83 s.
- Mižáková, R. (2022). Aktivácia stíšených biosyntetických génových klastrov endofytických húb. Diplomová práca, 79 s.
- Murashige, T. – Skoog, F. (1962). A revised medium for rapid growth and bioassays with tobacco tissue culture. In *Physiol. In Plantarum*, 15(3):473 – 497 doi: 10.1111/j.1399-3054.1962.tb08052.x
- Pillai, P. P. – Nair, A. R. (2014). Hypericin biosynthesis in *Hypericum hookerianum* Wight and Arn: investigation on biochemical pathways using metabolite inhibitors and suppression subtractive hybridization. In *Comptes rendus biologies*. 337(10):571-80. doi: 10.1016/j.crv.2014.08.002.
- Pradeep, M. – Franklin, G., (2022). Understanding the hypericin biosynthesis via reversible inhibition of dark gland development in *Hypericum perforatum* L. In *Industrial Crops and Products*, 182, 114876. <https://doi.org/10.1016/j.indcrop.2022.114876>
- Pradeep, M. – Kachlicki, P. – Franklin, G. (2020). Simultaneous determination of naphthodianthrone, emodin, skyrin and new bisanthrones in *Hypericum perforatum* L. in vitro shoot cultures. In *Industrial Crops and Products.*, 144:112003. <https://doi.org/10.1016/j.indcrop.2019.112003>
- Rizzo, P. a kol. (2019). Discovery of key regulators of dark gland development and hypericin biosynthesis in St. John's Wort (*Hypericum perforatum*). In *Plant Biotechnol J.*, 17(12):2299-2312. doi: 10.1111/pbi.13141.
- Rizzo, P. a kol. (2020). The Biochemical and Genetic Basis for the Biosynthesis of Bioactive Compounds in *Hypericum perforatum* L., One of the Largest Medicinal Crops in Europe. In *Genes*, 11(10):1210. <https://doi.org/10.3390/genes11101210>
- Shakya, P. – Marslin, G. – Siram, K. – Beerhues, L. – Franklin, G. (2019). Elicitation as a tool to improve the profiles of high-value secondary metabolites and pharmacological properties of *Hypericum perforatum*. In *J Pharm Pharmacol.*, 71(1):70-82. doi: 10.1111/jphp.12743.
- Shasmita, B. S. a kol., (2023). Recent advances in tissue culture and secondary metabolite production in *Hypericum perforatum* L. In *Plant Cell Tissue Organ Cult.*, 154:13-28, doi: 10.1007/s11240-023-02525-3
- Su, H. a kol. (2021). Physiological and Transcriptomic Analysis Provide Insight into Low Temperature Enhancing Hypericin Biosynthesis in *Hypericum perforatum*. In *Molecules*, 26(8):2294. doi: 10.3390/molecules26082294.
- Tocci, N. a kol. (2010). Chitosan enhances xanthone production in *Hypericum perforatum* subsp. *angustifolium* cell cultures. In *Nat Prod Res.*, 24(3):286-93. doi: 10.1080/14786410903006353.
- Valletta, A. a kol. (2016). Acetic acid acts as an elicitor exerting a chitosan-like effect on xanthone biosynthesis in *Hypericum perforatum* L. root cultures. In *Plant Cell Rep.*, 35(5):1009-20. doi: 10.1007/s00299-016-1934-x.
- Zetsche, L.E. – Narayan, A.R.H. (2020). Broadening the scope of biocatalytic C–C bond formation. In *Nature Reviews Chemistry.*, 4:334-346. doi: 10.1038/s41570-020-0191-2.

Zhao, J. a kol., (2004). Jasmonate and ethylene signalling and their interaction are integral parts of the elicitor signalling pathway leading to β -thujaplicin biosynthesis in *Cupressus lusitanica* cell cultures. In *J Exp Bot.*, 55(399):1003-12. doi: 10.1093/jxb/erh127.

STEROSELEKTÍVNA SYNTÉZA C-ALKYLPYRIDÍN-3,4,5-TRIOLOV AKO POTENCIÁLNYCH SFINGOMIMETÍK

Stereoselective synthesis of C-alkyl piperidine-3,4,5-triols as novel sphingomimetics

Peter MICHALČIN^a, Tatiana PONČÁKOVÁ^{ab}, Martin FÁBIAN^a, Miroslava MARTINKOVÁ^a, Juraj KUCHAR^a, Miroslava LITECKÁ^c, Martina BAGO PILÁTOVÁ^d

^a Univerzita Pavla Jozefa Šafárika v Košiciach, Prírodovedecká fakulta

^b Juhapharm, Ltd.

^c Ústav anorganické chémie Akadémie vied Českej republiky

^d Univerzita Pavla Jozefa Šafárika v Košiciach, Lekárska fakulta

Abstrakt: Bola uskutočnená stereoselektívna príprava enantiomérne čistých piperidín-3,4,5-triolov s ukotveným alkylovým reťazcom. Zmienené cieľové molekuly reprezentujú analógy prírodných sfingolipidov so zakomponovanou heterocyklickou jednotkou. Vypracovaný prístup využil vhodne chránené furanózy (L- a D-arabínóza) ako východiskové chiróny a využil atribúty heterosigmatropných prešmykov, skríženej metatézy olefinov a intramolekulovej nukleofilnej substitúcie ako kľúčových krokov. OCM reakcia, implementovaná v neskoršom štádiu syntézy, dáva tomuto zámeru vyšší stupeň flexibility a dovoľuje kreovať paletu ďalších derivátov líšiacich sa dĺžkou alebo funkcionalizáciou uhlíkového reťazca. Výstupom realizovanej stratégie je tvorba malej knižnice piperidínových sfingomimetík ako sľubných kandidátov s možnou protirakovinovou aktivitou.

Kľúčové slová: sfingolipidy, sfingomimetiká, C-alkylpiperidín-3,4,5-trioly, [3,3]-sigmatropný prešmyk, OCM reakcia, antiproliferačná aktivita

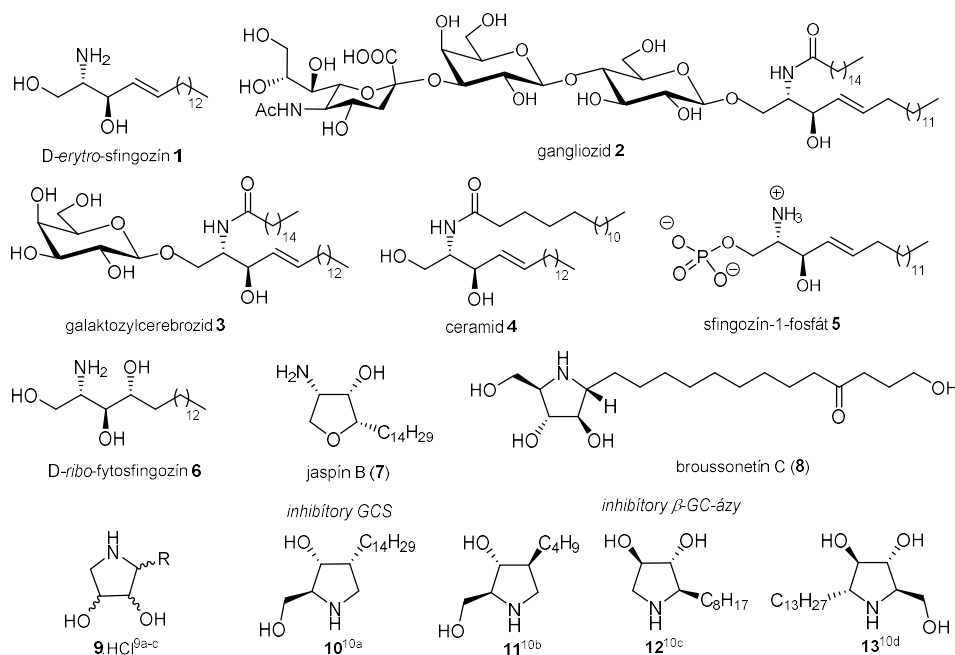
Abstract: A stereoselective construction of enantiomerically pure piperidine-3,4,5-triols with an anchored alkyl chain was carried out. These above-mentioned molecules represent analogues of natural sphingolipids with an incorporated heterocyclic unit. The developed strategy relied on: (i) heterosigmatropic rearrangement to build a novel stereocentre with an amino group, (ii) intramolecular nucleophilic substitution to create the piperidine unit and (iii) olefin cross-metathesis to implement the lipophilic side chain at a later stage of the synthesis, providing high flexibility for analogue construction. The suitably protected furanoses were chosen as starting chirons. The target sphingomimetics were subjected to evaluation of their antiproliferative activity on a panel of human cancer cell lines. Likewise, their cytotoxicity against non-malignant cells was also tested.

Keywords: sphingolipids, sphingomimetics, C-alkylpiperidine-3,4,5-triols, [3,3]-sigmatropic rearrangement, OCM reaction, antiproliferative activity

Úvod

Sfingolipidy reprezentujú pomerne rozsiahlu a jedinečnú skupinu látok, ktoré plnia dôležité funkcie naprieč celým spektrom živých organizmov, a to predovšetkým ako stavebné komponenty biologických membrán a signalizačné molekuly vo viacerých bunkových procesoch¹. Vyššie uvedená rodina zahŕňa pestrú paletu rozmanitých štruktúr, od najjednoduchších sfingozínov, reprezentovaných D-erytro-sfingozínom **1**² (Obr. 1), až po komplexnejšie glykosfingolipidy (**2**, Obr. 1).¹ Termín sfingolipidy sa v literatúre datuje od roku 1884, kedy nemecký lekár a chemik J. L. W. Thudichum prvýkrát zadefinoval zloženie cerebrosidov **3**¹ (Obr. 1), základnú uhlíkovú kostru, ktorých tvorí už spomínaná sfingoidná báza **1**. Okrem stavebnej funkcie vystupuje aminoalkohol **1** aj ako signalizačná molekula³ a predstavuje metabolický „switch“ medzi proapoptickým ceramidom **4** a proliferatívnym a angiogénu podporujúcim sfingozín-1-fosfátom **5** (S1P) (Obr. 1).⁴ Okrem zmienenej C₁₈-aminoalkoholu **1**, medzi klasické sfingoidné bázy, bohato zastúpené v prírode, patrí aj D-ribo-fytosfingozín **6**² (Obr. 1), ktorý vystupuje ako „heat-stress“ signalizačná molekula u kvasiniek.⁵ U človeka je prítomný vo forme fytoceramidov v lipidovom matrixe epidermisu a prispieva k ochrane kože pred nadmerným únikom vody.^{1,5}

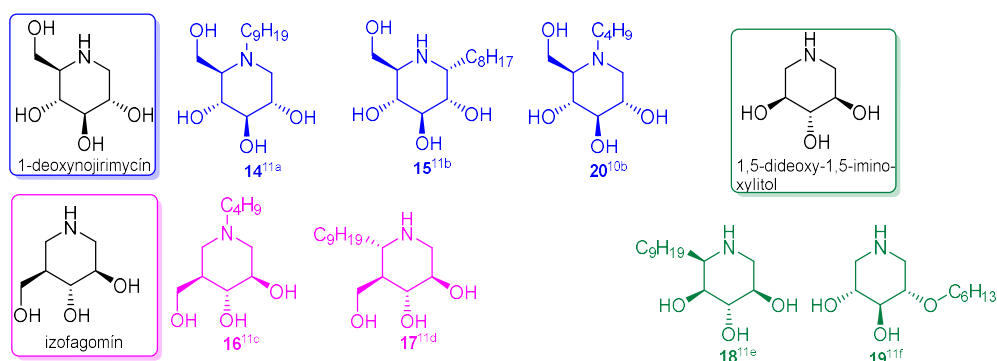
Zaujímavými molekulami sú určite aj cyklické sfingolipidy,⁶ reprezentované predovšetkým rodinou jaspínov a broussonetínov. Do tej skôr zmienenej skupiny, pre ktorú je charakteristická prítomnosť tetrahydrofuranového skeletu, patrí jaspín **7** (**7**) (Obr. 1), vyznačujúci sa pozoruhodnou cytotoxicitou, preukázanou na pestrej palete humánnych malígnych bunkových línii.⁷ Jedným z predstaviteľov, zahrnutých do triedy broussonetínov,^{6,8} je broussonetín **8** (**8**) (Obr. 1), ktorý spoločne s ostatnými členmi (viac ako 30) demonštruje zaujímavý inhibičný profil voči širokému diapazónu glykozidáz.⁸ Typickým štruktúrnym motívom broussonetínov je polyhydroxylovaná pyrrolidínová jednotka s rôzne funkcionalizovaným postranným reťazcom. Naša vedecká skupina ukázala, že syntetické analógy broussonetínov (séria C-alkylpyrrolidindiolov **9.HCl**, Obr. 1) disponujú pozoruhodnou antiproliferačnou aktivitou.⁹



Obr. 3 Príklady prírodných sfingolipidov a ich syntetických derivátov.

Podarilo sa nám úspešne pripraviť paletu 17 nových sfingomimetík **9** (Obr. 1). Na základe zistení týkajúcich sa vzťahu štruktúra-aktivity sa ukázalo, že konfigurácia substituentov na heterocyklickej jednotke, a rovnako tak aj dĺžka hydrofóbného ramena je dôležitá pre výsledný cytotoxický profil molekúl. Štruktúry (**9**.HCl) s kratším reťazcom (C_9H_{19}) demonštrovali výrazne nižší potenciál. V literatúre je popísaná paleta ďalších syntetických derivátov obsahujúcich pyrrolidínovú jednotku, u ktorých bol identifikovaný inhibičný potenciál voči dvom enzýmom, ktoré zasahujú do biosyntézy a metabolizmu sfingolipidov, konkrétne glukozylceramidsyntázy (GCS) a β -glukocerebrozidázy (β -GC-áza) (Obr. 1). Látky **10**^{10a} a **11**^{10b} sa ukázali byť vhodnými inhibítormi GCS. Na druhej strane, pyrrolidíny **12**^{10c} a **13**^{10d} majú napríklad status farmakologických chaperónov pre liečbu Gaucherovej choroby (GD), vzhľadom na ich schopnosť blokovať spomínanú β -glukocerebrozidázu.

Rovnakým biologickým profilom, v zmysle inhibície vyššie uvedených enzýmov, disponujú aj polyhydroxylované piperidínové deriváty s alkylovým fragmentom situovaným buď na uhlíku základného skeletu alebo na endocyklickom dusíkovom atóme, prípadne hydroxylovej skupine (látky **14**–**20**, Obr. 2). Zlúčeniny **14**–**19** predstavujú analógy troch predlohových štruktúr akými sú 1-deoxynojirimycín (DNJ), izofagomín (IFG) a 1,5-dideoxy-1,5-iminoxylitol (DIX) a boli identifikované ako možné chaperóny pre liečbu už vyššie spomínanej GD, ktorá je zapríčinená mutáciami v príslušnom *GBA1* géne, kódujúcom β -glucocerebrozidázu. Na druhej strane, zlúčenina **20**^{10b} a jej analógy reprezentujú inhibítory GCS.



Obr. 2 Štruktúry C-, N- a O-alkylpiperidín-polyolov.

Pozoruhodná antiproliferačná/cytotoxická aktivita našich syntetizovaných zlúčenín (**9**.HCl, Obr. 1), prepojená s nevyhnutnosťou hľadania nových účinných protirakovinových látok, resp. predlohových štruktúr pre ich modelovanie nás viedli k tomu, aby sme knižnicu nami doposiaľ pripravených cyklických sfingolipidov rozšírili o nové, reprezentované skupinou stereoizomérnych C-alkylpiperidín-triolov **21**.HCl–**24**.HCl, *ent*-**21**.HCl a *ent*-**22**.HCl (Schéma 1), ktoré možno s určitým priblížením považovať za analógy 1,5-dideoxy-1,5-iminoxylitolu (Obr. 2) s ukotveným hydrofóbnym reťazcom na uhlíku C-2. Na základe doterajších poznatkov medzi štruktúrou a aktivitou u príbuzných sfingolipidových štruktúr⁹ predpokladáme, že aj tieto vyššie uvedené cieľové molekuly môžu disponovať sľubným protirakovinovým potenciálom. Príprava viacerých stereoizomérov (Schéma 1) môže objasniť vplyv konfigurácie na príslušných stereocentrách na ich výslednú aktivitu. Prvotné výsledky biologického skríningu budú nápomocné pri

vyselektovaní optimálnych štruktúr, ktoré budú následne podrobené komplexnejšiemu testovaniu, prípadne ďalším štruktúrnym modifikáciám.

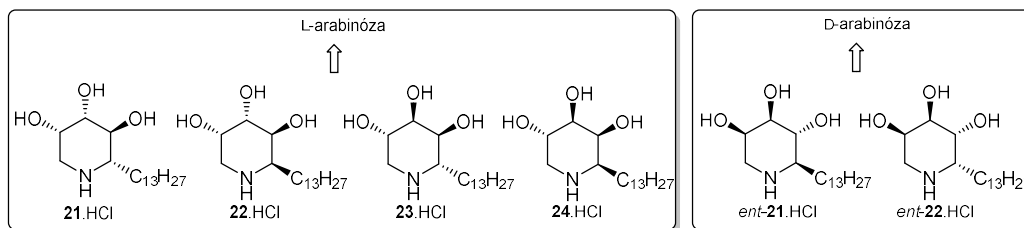


Schéma 1. Cieľové C-alkylpiperidín-3,4,5-trioly.

Ciele

Stratégia nášho zámeru vedúceho k sfingomimetikám **21.HCl**–**24.HCl**, **ent-21.HCl** a **ent-22.HCl** (Schéma 1) sa opierala o [3,3]-sigmatropné prešmyky, Grubbovu skríženú metatézu a alkylačný typ cyklizácie, pričom ako východiskové chiróny sme použili L-arabinózu a jej enantiomér. Zmienené prešmyky alylových templátov (imidáty a tiokyanáty) boli preskúmané v podmienkach jednoduchej asymetrickej indukcie, kde výsledná diastereoselektivita študovanej transformácie je kontrolovaná výlučne chirálnym okolím použitého substrátu (Schéma 2). Konfigurácia na novovybudovanom stereocentre bola stanovená prostredníctvom kryštalografickej analýzy u látok **31** a **41** (Obr. 3, *vide infra*). OCM reakcia bola aplikovaná v neskoršom štádiu syntézy, čo dáva nášmu prístupu značný stupeň flexibility a dovoľuje získať ďalšie deriváty s variabilnou dĺžkou bočného hydrofóbného reťazca, vzhľadom na komerčnú dostupnosť jednoduchých alkénov s terminálnym vinylom. Na základe doterajších poznatkov, ktorými disponujeme, optimálny pre výslednú cytotoxicitu sa javí naturálny charakter základnej uhlíkovej kostry, disponujúci 18 uhlíkovými atómami, teda taký, ktorý nachádzame v molekulách sfingolipidov.¹ Z dôvodov hľadania predlohových štruktúr („lead compounds“) pre vývoj nových účinných látok s protirakovinovým potenciálom boli naše finálne piperidíny (Schéma 1) poskytnuté na ohodnotenie ich antiproliferačnej aktivity na Ústav farmakológie LF UPJŠ v Košiciach (Tabuľka 2, *vide infra*).

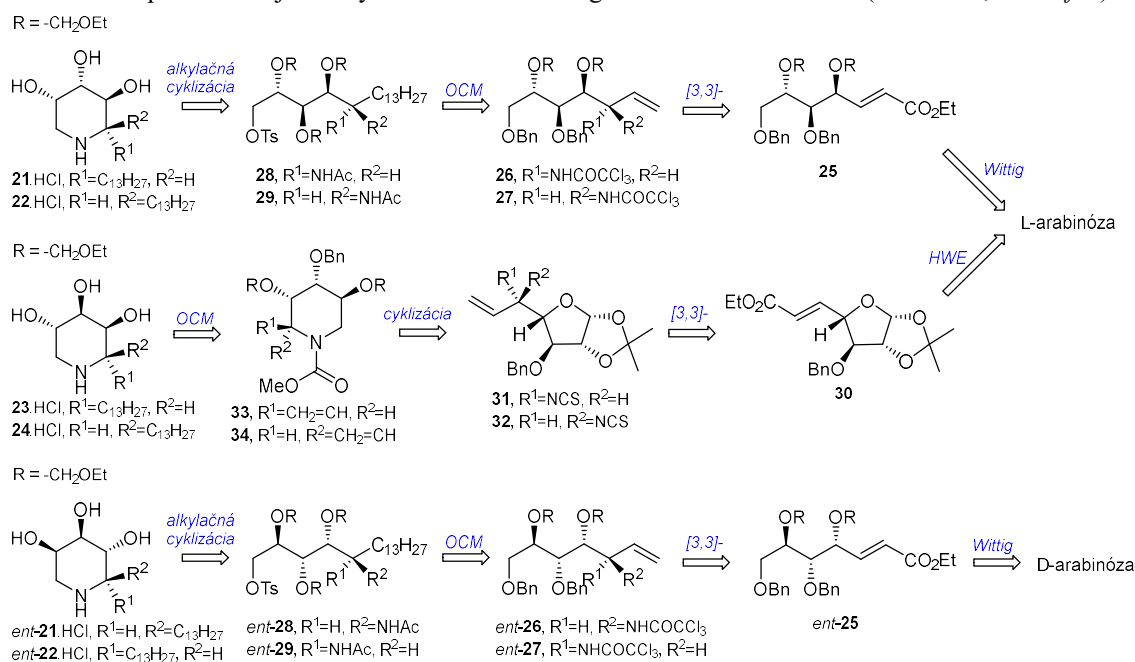


Schéma 2. Retrosyntetický prístup k cieľovým molekulám **21.HCl**–**24.HCl**, **ent-21.HCl** a **ent-22.HCl**.

Syntéza

Naša stratégia prípravy finálnych produktov **21.HCl** a **22.HCl** (Schéma 2) začala racionálnym výberom postupov pre chránenie a následné uvoľnenie hydroxylových skupín v štruktúre východiskovej L-arabinnofuranózy vedúcich ku vzniku požadovaného syntónu **36**, po sérii šiestich krokov (Schéma 3). Pre tvorbu α,β -nenasýtených esterov (*E*)-**37** a (*Z*)-**37** bola využitá Wittigova reakcia, uskutočnená so stabilizovaným ylidom ($\text{Ph}_3\text{P}=\text{CHCOOEt}$) za mierneho refluxu. Po následnej chromatografii reakčnej zmesi na silikagéli bol izolovaný iba izomér (*E*)-**33**, štruktúra ktorého bola potvrdená na základe kompletnej analýzy NMR spektier, vrátane stanovenia konfigurácie na násobnej väzbe cez magnetúdu interakčnej konštanty dvoch vicinálnych vinylových protónov ($J = 15.7$ Hz). Zostávajúce sekundárne hydroxyly boli v ďalšom kroku blokované cez tvorbu príslušného éteru **25** (EtOCH_2Cl , DIPEA, CH_2Cl_2), izolovaného vo vysokom, 94 % výťažku. Redukcia esterovej funkcionality u **25** s DIBAL-H poskytla požadovaný alkohol **38** (97 %). Jeho spracovanie s trichlóracetónitrilom v prítomnosti DBU ako bázy viedlo ku generovaniu imidátu, ktorý bol okamžite podrobený Overmanovmu prešmyku v podmienkach mikrovlnného ohrevu pri teplote 210 °C (*o*-xylén) a v prítomnosti bázičného

aditíva (K_2CO_3). Výstupom uvedenej transformácie bol vznik diastereoizomérnych trichlóracetamidov **26** a **27**, získaných v kombinovanom výťažku 84 % a v pomere **26**:**27** = 66:34 (Schéma 3).

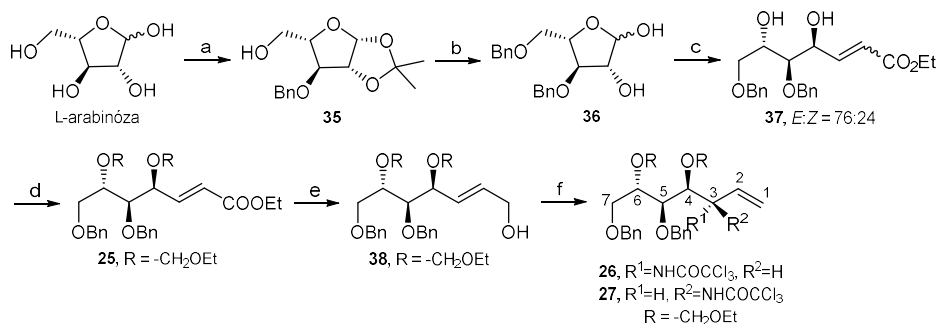


Schéma 3. Činidlá a podmienky: (a) (i) $TrCl$, DMAP, pyridín, rt, 72 h, 47 %, (ii) acetón/2,2-DMP (2:1), CSA, rt, 24 h, 73 %, (iii) $BnBr$, NaH , TBAI, DMF, $0\text{ }^{\circ}\text{C} \rightarrow \text{rt}$, 30 min, 88 %, (iv) CSA, $CH_2Cl_2/MeOH$ (2:1), rt, 9 h, 84 %; (b) (i) $BnBr$, NaH , TBAI, DMF, $0\text{ }^{\circ}\text{C} \rightarrow \text{rt}$, 1 h, 96 %, (ii) TFA/ H_2O (4:1), $0\text{ }^{\circ}\text{C}$, 2 h, 98 %; (c) $Ph_3P=CHCO_2Et$, CH_2Cl_2 , rt, 8 h, 86 %; (d) $EtOCH_2Cl$, DIPEA, CH_2Cl_2 , $0\text{ }^{\circ}\text{C} \rightarrow \text{rt}$, 22 h, 94 %; (e) DIBAL-H, CH_2Cl_2 , $-50\text{ }^{\circ}\text{C}$, 15 min, 97 %; (f) (i) CCl_3CN , DBU, CH_2Cl_2 , $0\text{ }^{\circ}\text{C}$, 15 min; (ii) *o*-xylén, K_2CO_3 , MW, $210\text{ }^{\circ}\text{C}$, 0.5 h, 84 %.

Po separácii produktov **26** a **27**, boli tie nezávisle podrobené sekvencii reakčných krokov uvedených v Schémach 4 a 5. Zabudovanie alkylového reťazca do štruktúr **26** a **27** bolo realizované cez dobre prepracovanú skríženú metatézu olefinov v prítomnosti Grubbsovho katalyzátora druhej generácie, pričom ako druhý partner do „kaplingu“ bol použitý komerčne dostupný tridec-1-én. Získané alkény **39** (73 %) a **43** (55 %) boli podrobené dvom po sebe idúcim hydrogenačným protokolom. Prvý zabezpečil saturáciu násobnej väzby so súčasnou redukciou trichlóracetylu na zodpovedajúci acetyl. Druhý viedol k hydrogenolyze benzylových skupín, produkujúc deriváty **40** a **44**. Selektívna tozylácia primárnej hydroxylovej skupiny u **40** a **44** poskytla syntóny **41** a **45**. Z produktu **41** bolo možné pomalou kryštalizáciou vypestovať kryštály vhodné pre X-ray analýzu. Tá jednoznačne potvrdila, že novo vybudované stereocentrum opatrené maskovanú aminoskupinu u majoritného produktu **26** disponuje (*S*)-konfiguráciou (pozícia C-5 u **41** a C-3 u **26**, Obr. 3). Tvorba piperidínového skeletu si ďalej vyžadovala blokovanie voľného hydroxylu u **41** a **45**. Aj v tomto prípade sme siahli po osvedčenom etoxymetylovom fragmente ($EtOCH_2Cl$, DIPEA, CH_2Cl_2). Bázou (NaH) sprostredkovaná intramolekulová nukleofilná substitúcia u **28** a **29** produkovala očakávané cyklické molekuly **42** (92 %) a **46** (76 %). Finálne spracovanie látok **42** a **46** s 12 M HCl zavŕšilo divergentnú syntézu prvej dvojice sfingomimetík **21.HCl** a **22.HCl** so zabudovanou heterocyklickou jednotkou (Schémy 4 a 5).

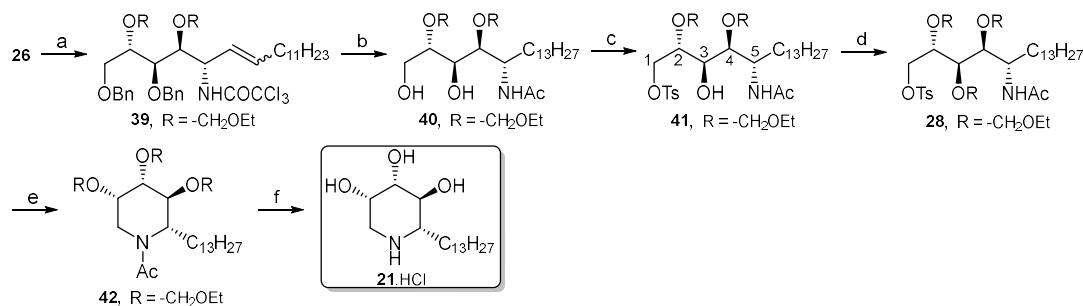


Schéma 4. Činidlá a podmienky: (a) tridec-1-én, Grubbs II, CH_2Cl_2 , MW, $90\text{ }^{\circ}\text{C}$, 6 h, 73 %; (b) (i) H_2 (1 atm), 10 % Pd/C , Et_3N , MeOH, rt, 2 h, 84 %, (ii) H_2 (1 atm), 10 % Pd/C , 20 % $Pd(OH)_2/C$, MeOH, rt, 4.5 h, 85 %; (c) $TsCl$, Bu_2SnO , Et_3N , DMAP, CH_2Cl_2 , reflux, 15 min, 76 %; (d) $EtOCH_2Cl$, DIPEA, CH_2Cl_2 , $0\text{ }^{\circ}\text{C} \rightarrow \text{rt}$, 22 h, 92 %; (e) NaH , DMF, $0\text{ }^{\circ}\text{C} \rightarrow \text{rt}$, 1.5 h, 92 %; (f) 12 M HCl , reflux, 10 h, 85 %.

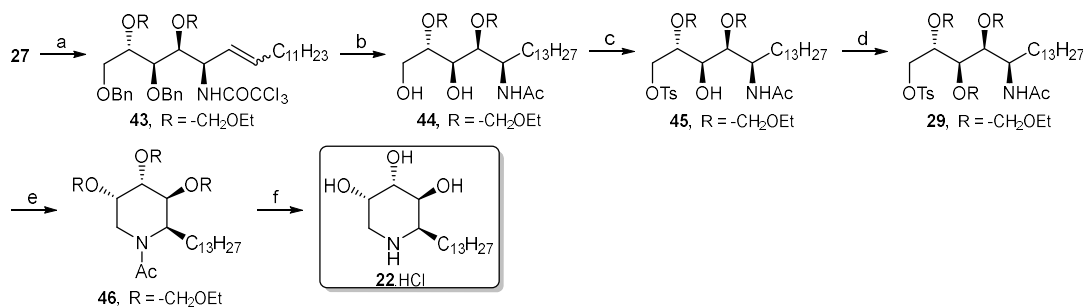
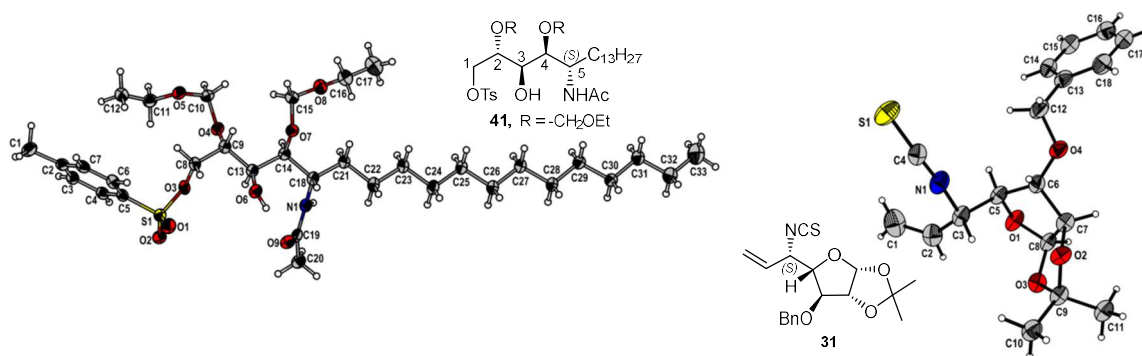


Schéma 5. Činidlá a podmienky: (a) tridec-1-én, Grubbs II, CH_2Cl_2 , MW, $90\text{ }^{\circ}\text{C}$, 6 h, 55 %; (b) (i) H_2 (1 atm), 10 % Pd/C , Et_3N , MeOH, rt, 4.5 h, 76 %, (ii) H_2 (1 atm), 10 % Pd/C , 20 % $Pd(OH)_2/C$, MeOH, rt, 6 h, 70 %; (c) $TsCl$, Bu_2SnO , Et_3N , DMAP, CH_2Cl_2 , reflux, 3 h, 90 %; (d) $EtOCH_2Cl$, DIPEA, CH_2Cl_2 , $0\text{ }^{\circ}\text{C} \rightarrow \text{rt}$, 24 h, 71 %; (e) NaH , DMF, $0\text{ }^{\circ}\text{C} \rightarrow \text{rt}$, 1.5 h, 76 %; (f) 12 M HCl , reflux, 6 h, 86 %.

Syntéza zodpovedajúcich enantiomérov *ent*-**21**.HCl a *ent*-**22**.HCl využila rovnaký prístup, aký bol prezentovaný v Schémach 3 – 5, len s tým rozdielom, že ako štartujúci chirón bola použitá D-arabínóza. Reakčné časy a výťažky jednotlivých medziproduktov boli rozdielne len minimálne v porovnaní s enantiomérmi.



Obr. 3 ORTEP štruktúra zlúčenín **31** a **41** s kryštalografickým číslovaním.

Syntetický plán vedúci k poslednej diastereomérskej dvojici produktov **23**.HCl a **24**.HCl využil ako východiskový materiál chránenú L-arabinofuranózu **35** (Schéma 3). Stratégia tohto prístupu bola postavená na vybudovaní požadovaného α,β -nenasýteného systému v pozícii C-5 u príslušnej cukrovej jednotky (Schéma 6), na rozdiel od predchádzajúceho scenára (Schéma 3), kde bol do jeho kreovania zakomponovaný anomérny uhlík C-1.

One-pot oxidácia u **35** s IBX v refluxujúcom acetonitrile a sledovaná HWE olefináciou viedli takmer výlučne k tvorbe esteru **30** s (*E*)-konfigurovanou dvojitou väzbou (Schéma 6). Redukcia **30** s DIBAL-H generovala príslušný alkohol **47**, ktorý bol cez jednoduchý prístup, zahŕňajúci aktiváciu alylovej –OH skupiny u **47** (MsCl, Et₃N) a následnú nukleofilnú substitúciu *in situ* produkovaného mezylátu s KSCN, modifikovaný na tiokyanát **48** (81 %, po dvoch krokoch). *aza*-Claisenov prešmyk u **48** bol preštudovaný v *n*-heptáne za aplikácie dvoch typov ohrevov a poskytol zodpovedajúce izotiokyanáty **31** a **32** (Tab. 1). Ako možno vidieť z príslušnej tabuľky najlepšia, selektivita bola pozorovaná pri konvenčnom zahrievaní pri teplote 50 °C (Tab. 1, experiment 1). Ide o termodynamicky kontrolovanú reakciu za kinetických podmienok. O pomere diastereoizomérov rozhodujú v takýchto prípadoch zodpovedajúce energie tranzitných stavov, teda TS vedúci k **31** má nižšiu energiu a je preto kinetickým produktom reakcie. Látky **31** a **32** boli získané vo forme pevných látok a obe boli podrobené pomalej kryštalizácii. Majoritný derivát **31** poskytol kryštály, kvalita ktorých dovoľila X-ray analýzu. Z jej výsledkov (Obr. 3) možno vidieť, že stereocentrum nesúce –NCS skupinu u **31** disponuje (*S*)-konfiguráciou.

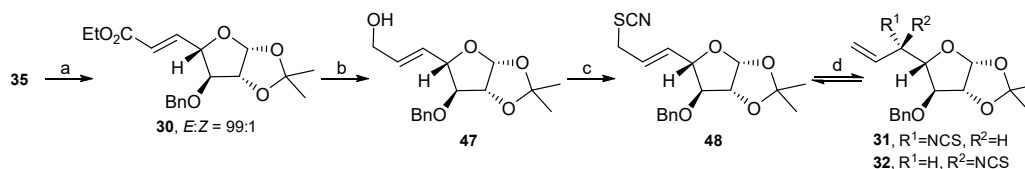


Schéma 6. Činidlá a podmienky: (a) (i) IBX, MeCN, reflux, 20 min, (ii) (EtO)₂P(O)CH₂COOEt, NaH, THF, 0 °C, 40 min, 83 %; (b) DIBAL-H, CH₂Cl₂, –50 °C, 15 min, 98 %; (c) (i) MsCl, Et₃N, CH₂Cl₂, 0 °C, 15 min; (ii) KSCN, MeCN, 0 °C → rt, 6 h, 81 %; (d) Tab. 1.

Tab. 5: [3,3]-Sigmatropný prešmyk tiokyanátu **48**.

Experiment ^a	Podmienky ^b	Čas [h]	Pomer (31 : 32) ^c	Výťažok [%] ^d	Izolovaný tiokyanát 48 [%]
1	Δ, 50 °C	12	93:7	51	46
2	Δ, 70 °C	8	87:13	76	18
3	MW, 70 °C	2	82:18	56	35
4	Δ, 90 °C	2	80:20	77	20
5	MW, 90 °C	0.5	80:20	76	20
6	MW, 110 °C	0.5	74:26	85	11

^aPri experimentoch bolo použitých 80 mg východiskového rodníku **48**. ^bReakcie prebiehali v *n*-heptáne. ^cPomer produktov **31/32** v surovej reakčnej zmesi stanovený pomocou ¹HNMR. ^dKombinovaná výťažnosť produktov **31** a **32**.

Získané *aza*-Claisenove produkty **31** a **32** sme podrobili, individuálne, ďalším syntetickým modifikáciám, ktoré si vyžadoval vypracovaný scenár, vedúci k finálnym látkam **23**.HCl a **24**.HCl (Schémy 7 a 8). Sekvencia dvoch reakčných krokov umožnila konverziu –NCS zoskupenia u **31** a **32** na metoxykarbonyl a poskytla tak zodpovedajúce karbamáty **49** a **53**. Následný deoxygeneačný protokol (Et₃SiH, BF₃·OEt₂) u **49** a **53** viedol ku kreovaniu piperidínov **50** (88%) a **54** (73%), opatrených vinylovým fragmentom, nevyhnutným pre neskoršiu Grubbsovu metatézú. Alkylácia (EtOCH₂Cl, DIPEA) u **50** a **54** zabezpečila protekciu voľných hydroxylových skupín pre realizáciu bezproblémového „kaplingu“ u plne chránených derivátov **33** a **34** s tridec-1-énom. Hydrogenácia/hydrogenolýza u **51** a **54** za asistencie dvoch katalyzátorov (10% Pd/C a 20% Pd(OH)₂/C) saturovala násobnú väzbu a odstránila benzylovú chrániacu skupinu. Finálne

spracovanie produktov **52** a **56** s 12 M HCl za refluxu viedlo potom k vzniku očakávaných sfingomimetík **23.HCl** a **24.HCl** (Schéma 7 a 8).

Tak, ako bolo povedané v úvodnej časti, získaná malá knižnica piperidínov **21.HCl**–**24.HCl**, *ent*-**21.HCl** a *ent*-**22.HCl** (Schéma 1) bola ohodnotená na palette 5 rakovinových bunkových línií (A2058, MCF-7, HCT-116, Jurkat, HeLa) a jednej nemalignej (BJ). Do odovzdania tohto príspevku sme dostali výsledky iba z prvej dvojice hodnotených zlúčenín (Tab. 2). Ako porovnávací štandard bolo použité klasické chemoterapeutikum cisplatina. Z výsledkov uvedených v Tabuľke 2 možno vidieť, že o niečo aktívnejším sa ukázal byť derivát **22.HCl**, a to predovšetkým na leukemických bunkách (Jurkat) a bunkovej línii rakoviny krčka maternice (HeLa). Súčasne je potrebné uviesť, že obe sfingomimetiká demonštrovali rovnakú cytotoxicitu voči melanómu (A2058) ako samotná cisplatina. Na druhej strane, látka **22.HCl** vykazovala vyššiu aktivitu na HeLa bunkách a bunkovej línii MCF-7 (karcinóm prsnej žľazy) v porovnaní s použitým štandardom.

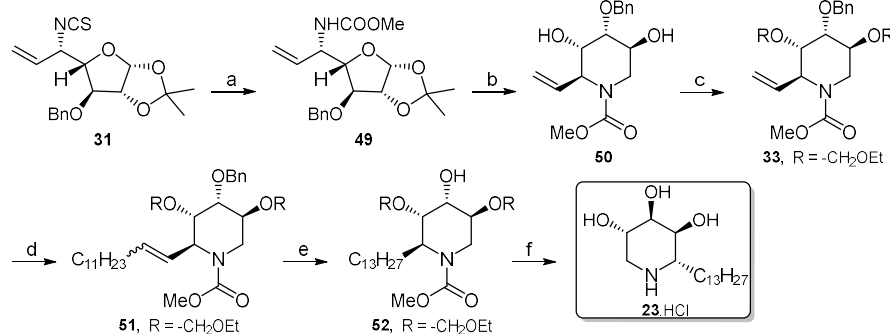


Schéma 7. Činidlá a podmienky: (a) (i) MeONa, MeOH, 0 °C→rt, 6 h, 87%, (ii) MNO, MeCN, 0 °C, 8 h, 82 %; (b) Et₃SiH, BF₃·OEt₂, CH₂Cl₂, 0 °C, 6 h, 88%; (c) EtOCH₂Cl, DIPEA, NaI, CH₂Cl₂, 0 °C→reflux, 1.5 h, 93%; (d) tridec-1-én, Grubbs II, CH₂Cl₂, reflux, 8 h, 89%; (e) H₂ (1 atm), 10% Pd/C, 20% Pd(OH)₂/C, MeOH, rt, 6 h, 83%; (f) 12 M HCl, reflux, 11 h, 80%.

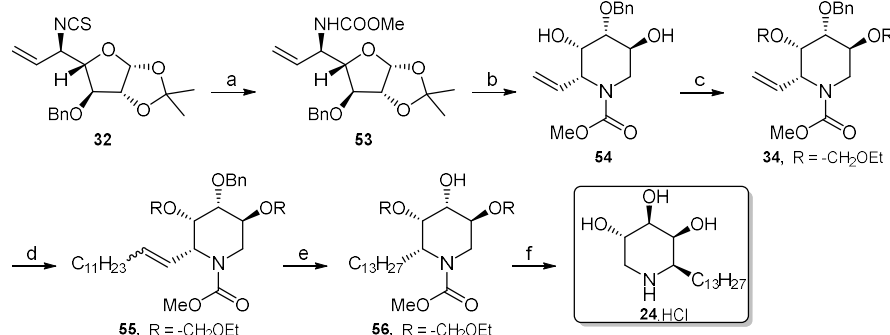


Schéma 8. Činidlá a podmienky: (a) (i) MeONa, MeOH, 0 °C→rt, 24 h, 79%, (ii) MNO, MeCN, 0 °C, 5 h, 65%; (b) Et₃SiH, BF₃·OEt₂, CH₂Cl₂, 0 °C, 6 h, 73%; (c) EtOCH₂Cl, DIPEA, NaI, CH₂Cl₂, 0 °C→reflux, 1 h, 93%; (d) tridec-1-én, Grubbs II, CH₂Cl₂, reflux, 10 h, 85%; (e) H₂ (1 atm), 10% Pd/C, 20% Pd(OH)₂/C, MeOH, rt, 7 h, 83%; (f) 12 M HCl, reflux, 11 h, 77%.

Tab. 2.: Antiproliferačná/cytotoxická aktivita sfingomimetík **21.HCl** a **22.HCl** na 5 rakovinových bunkových líniách a jednej nemalignej (BJ)

Zlúčenina	Bunková línia, IC ₅₀ ^a ± SD (μmol × L ⁻¹)					
	A2058	MCF-7	HCT-116	Jurkat	HeLa	BJ
21.HCl	27.26±0.20	32.18±3.72	30.61±3.10	36.61±8.08	24.23±4.12	37.61±1.58
22.HCl	23.03±4.12	13.15±4.65	28.12±5.26	7.94±1.29	18.80±1.85	28.78±9.57
cisplatina	29.5	29.7	7.4	6.3	35.4	37.9

^a Aktivity zlúčenín sú udávané ako hodnoty IC₅₀ (μmol × L⁻¹) po 72 h inkubácií buniek s finálnym MTT testom.

Záver

Doposiaľ sa nám podarilo uskutočniť syntézy 6 sfingomimetík obsahujúcich piperidínový skelet (**21.HCl**–**24.HCl**, *ent*-**21.HCl** a *ent*-**22.HCl**), využívajúc osvedčenú *chiral-pool* stratégiu. Rovnako tak sme vyriešili problematiku stanovenia konfigurácie na vybudovaných stereocentrách, ktoré boli implementované prostredníctvom sigmatropných prešmykov, a to cez kryštalografickú analýzu dvoch kľúčových medziproduktov (látky **31** a **41**). Závery ohľadom SAR štúdie budem môcť postulovať až keď získame chýbajúce údaje do kompletnej mozaiky výsledkov cytotoxického skríningu.

Podakovanie

Financované EÚ NextGenerationEU prostredníctvom Plánu obnovy a odolnosti SR v rámci projektu č. 09I03-03-V05-00008.

Literatúra

- 1 WENNEKES, T. et. al., 2009. Glycosphingolipids–Nature, Function, and Pharmacological Modulation In: *Angewandte Chemie International Edition*. Vol. 48, no. 47, 8848-8868. ISSN 1521-3773.
- 2 PRUETT, S. T. et. al., 2008. Biodiversity of sphingoid bases ("sphingosines") and related amino alcohols In: *Journal of Lipid Research*. Vol. 49, no. 8, 1621-1639. ISSN 1539-7262.
- 3 (a) KOSKINEN, P. M. et. al., 1998. Sphingosine, an Enigmatic Lipid: A Review of Recent Literature Syntheses In: *Synthesis*. Vol. 1998, no. 8, 1075-1091. ISSN 1437-210X; (b) MORALES-SERNA, A. et. al., 2010. Recent Advances in the Synthesis of Sphingosine and Phytosphingosine, Molecules of Biological Significance In: *Current Organic Chemistry*. Vol. 14, no. 20, 2483-2521. ISSN 1875-5348; (c) GAO, Y. et. al., 2016. Recent Progress in Chemical Syntheses of Sphingosines In: *Synthesis*. Vol. 48, no. 23, 4017-4037. ISSN 1437-210X.
- 4 THUDICHUM, John Louis William, 1884. A treatise on the chemical constitution of the brain: based through out upon original researches. London: Bailliere, Tindall, and Cox.
- 5 ŠKOLOVÁ, B. et. al., 2017. Phytosphingosine, sphingosine and dihydrosphingosine ceramides in model skin lipid membranes: permeability and biophysics In: *Biochimica et Biophysica acta Biomembranes*. Vol. 1859, no. 5, 824-834. ISSN 0005-2736.
- 6 BALLEREAU, S. et. al., 2011. Sphingolipids Cyclic Derivatives: Occurrence, Biological Relevance and Synthetic Approaches In: *Current Organic Chemistry*. Vol. 15, no. 7, 953-986. ISSN 1875-5348.
- 7 MARTINKOVÁ, M. et. al., 2016. Marine cytotoxic jaspine B and its stereoisomers: biological activity and syntheses In: *Carbohydrate Research*. Vol. 423, 1-42. ISSN 0008-6215.
- 8 (a) SHIBANO, M. S. et. al., 2002. Polyhydroxylated Alkaloids with Lipophilic Moieties as Glycosidase Inhibitors from Higher Plants In: *Heterocycles*. Vol. 57, no. 8, 1539-1553. ISSN 1881-0942; (b) BYATT, B. J. et. al., 2022. The Chemical Synthesis of the 1-C-Alkyl Substituted Pyrrolidine and Piperidine Iminosugar Natural Products and their Analogues In: *Current Organic Chemistry*. Vol. 26, no. 23, 2071-2097. ISSN 1875-5348.
- 9 (a) FÁBIANOVÁ, D. et. al., 2021. A straightforward approach towards cytotoxic pyrrolidine alkaloids: Novel analogues of natural broussonetines In: *Tetrahedron*. Vol. 96, 132380. ISSN 0040-4020; (b) PONČÁKOVÁ, T. et. al., 2022. Stereoselective synthesis and anticancer profile of C-alkyl pyrrolidine-diols with a sphingoid base-like backbone In: *Tetrahedron*. Vol. 121, 132910. ISSN 0040-4020; (c) ŠPAKOVÁ RASCHMANOVÁ, J. et. al., 2024. An approach to pyrrolidine-containing sphingomimetics based on L-tartaric acid chiron In: *Tetrahedron*. Vol. 153, 133843. ISSN 0040-4020.
- 10 (a) LEE, S. L. et. al., 2011. Design and synthesis of pyrrolidine-containing sphingomimetics In: *Organic & Biomolecular Chemistry*. Vol. 9, no. 12, 4580-4586. ISSN 1477-0539; (b) FAUGEROUX, V. et. al., 2006. C-Alkyl 5-membered ring imino sugars as new potent cytotoxic glucosylceramide synthase inhibitors In: *Organic & Biomolecular Chemistry*. Vol. 4, no. 24, 4437-4439. ISSN 1477-0539; (c) CASTELLAN, T. et. al., 2020. Concise asymmetric synthesis of new enantiomeric C-alkyl pyrrolidines acting as pharmacological chaperones against Gaucher disease In: *Organic & Biomolecular Chemistry*. Vol. 18, no. 39, 7852-7861. ISSN 1477-0539; (d) KATO, A. et. al., 2016. Docking study and biological evaluation of pyrrolidine-based iminosugars as pharmacological chaperones for Gaucher disease In: *Organic & Biomolecular Chemistry*. Vol. 14, no. 3, 1039-1048. ISSN 1477-0539.
- 11 (a) SAWKAR, A. R. et. al., 2002. Chemical chaperones increase the cellular activity of N370S β -glucosidase: A therapeutic strategy for Gaucher disease. In: *Proceedings of the National Academy of Sciences*. Vol. 99, no. 24, p. 15428-15433. ISSN 1091-6490; (b) YU, L. et. al., 2006. α -1-C-Octyl-1-deoxynojirimycin as a pharmacological chaperone for Gaucher disease. In: *Bioorganic & Medicinal Chemistry*. Vol. 14, no. 23, 7736-7744. ISSN 1464-3391; (c) CHANG, H.-H. et. al., 2006. Hydrophilic iminosugar active-site-specific chaperones increase residual glucocerebrosidase activity in fibroblasts from Gaucher patients. In: *The FEBS Journal*. Vol. 273, no. 17, 4082-4092. ISSN 1742-4658; (d) ZHU, X. et. al., 2005. Rational Design and Synthesis of Highly Potent β -Glucocerebrosidase Inhibitors. In: *Angewandte Chemie International Edition*. Vol. 44, no. 45, 7450-7453. ISSN 1521-3773; (e) COMPAIN, P. et. al., 2006. Design and Synthesis of Highly Potent and Selective Pharmacological Chaperones for the Treatment of Gaucher's disease. In: *ChemBioChem*. Vol. 7, no. 9, 1356-1359. ISSN 1439-7633; (f) OULAÏDI, F. et. al. 2011. Second-Generation Iminoxyitol-Based Pharmacological Chaperones for the Treatment of Gaucher Disease. In: *ChemMedChem*. Vol. 6, no. 2, 353-361. ISSN 1860-7187.

Vývoj novej vysoko-entropickej zliatiny pre elektrochemickú výrobu vodíka v kyslom prostredí

Exploring a novel high-entropy alloy for the electrochemical production of hydrogen in an acidic environment

Mária PARAČKOVÁ^a, Renáta ORIŇAKOVÁ^a, Magdaléna STREČKOVÁ^b, Alexandra GUBÓOVÁ^b

^a Katedra fyzikálnej chémie, Prírodovedecká fakulta, Univerzita Pavla Jozefa Šafárika v Košiciach, Moyzesova 11, 040 11 Košice, Slovenská republika

^b Ústav materiálového výskumu SAV, Slovenská akadémia vied, Watsonova 47, 040 01 Košice, Slovenská republika

Abstrakt: Rastúci dopyt po elektrickej energii a prechod na obnoviteľné zdroje predstavujú výzvu pre stabilitu a dostupnosť dodávok energie. Jedno z riešení tejto výzvy spočíva vo využití vodíkových úložných systémov, ktoré umožňujú sezónne skladovanie energie. Spomedzi súčasne dostupných elektrolyzérů sa na kombináciu s obnoviteľnými zdrojmi energie najlepšie hodí elektrolyzátor s protónovo-výmennou membránou (PEM). Jeho širšie využitie je však limitované potrebou drahých katalyzátorů na báze platínových kovů. Výskum sa preto zameriava na vývoj stabilných, efektívnych a cenovo dostupných katalyzátorů, pričom ako perspektívne sa javia vysoko-entropické materiály. Cieľom tejto práce bolo zhodnotiť katalytický potenciál vysoko-entropickej zliatiny bez obsahu vzácnych kovů pre reakciu vylučovania vodíka v kyslom prostredí. Hoci pripravená zliatina v porovnaní s Pt vykazovala podstatne nižšiu katalytickú aktivitu, dlhodobý test stability naznačil, že aktivovaním tejto zliatiny by bolo možné vyvinúť účinnejší katalyzátor.

KLúčové slová: elektrolyza vody, elektrokatalyzátory, nekritické suroviny, vodík, vysoko-entropické materiály.

Abstract: The growing demand for electrical energy and the transition to renewable sources pose a challenge to the stability and availability of energy supplies. One promising solution is the implementation of hydrogen energy storage systems, which enable seasonal energy storage. Among the currently available electrolyzers, the proton exchange membrane (PEM) water electrolyzers are the most suitable for integration with renewable energy sources. However, their widespread adoption is hindered by the high cost of platinum group metal-based catalysts. As a result, research is focused on developing stable, efficient, and cost-effective catalysts, with high-entropy materials emerging as a promising alternative. The aim of this work was to evaluate the catalytic potential of a high-entropy alloy free of precious metals for the hydrogen evolution reaction in an acidic environment. Although the prepared alloy exhibited significantly lower activity compared to Pt, long-term stability test suggested that activating the alloy could lead to a more effective catalyst.

Keywords: water electrolysis, electrocatalysts, non-critical raw materials, hydrogen, high-entropy materials.

Úvod

S rozvojom ekonomiky a technológií rastie aj dopyt po elektrickej energii. Priemerný ročný nárast od roku 2010 dosahoval 2,7 %, pričom sa očakáva, že v dôsledku snahy o dosiahnutie uhlíkovej neutrality sa tento trend v najbližších rokoch ešte zrýchli. Takýto rast však predstavuje významnú výzvu pri zabezpečení stabilných a cenovo dostupných dodávok energie. Transformácia energetického sektora je totiž výrazne závislá od obnoviteľných zdrojů, predovšetkým solárnej a veternej energie, ktorých dodávka je premenlivá (International Energy Agency 2024; Yang et al. 2024).

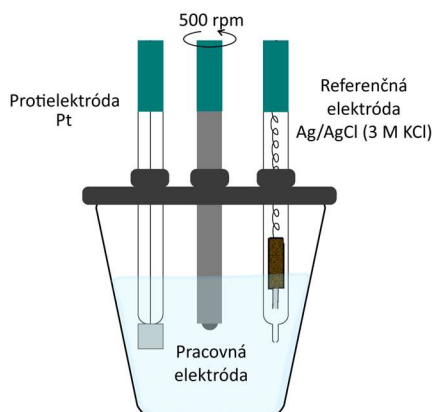
Tento problém možno vyriešiť využitím systémů na skladovanie energie. V súčasnosti existuje viacero úložných systémů s rôznymi vlastnosťami, pričom značná pozornosť sa venuje vodíkovým úložným systémom, ktoré umožňujú sezónne skladovanie energie. Tieto systémy pozostávajú z elektrolyzéra, ktorý premieňa elektrickú energiu na vodík, zásobníka na jeho uskladnenie a konverzného systému, napríklad palivového článku, ktorý premieňa vodík späť na elektrickú energiu. Hoci celková účinnosť takéhoto skladovania je relatívne nízka (40 – 50 %), vodík sa považuje za perspektívny nosič energie. Vyznačuje sa totiž pomerne vysokou objemovou energetickou hustotou a jeho využívaním nevznikajú emisie uhlíka. Výskum v tejto oblasti sa preto sústreďuje na zvyšovanie účinnosti vodíkových úložných systémů, predovšetkým vývojom nových technológií na produkciu vodíka, materiálov na uskladňovanie vodíka či efektívnych katalyzátorů (Elalfy et al. 2024; Omid, Şahin, Cora 2024; Yang et al. 2024).

Zo súčasne dostupných elektrolyzérů sa na kombináciu s obnoviteľnými zdrojmi energie najlepšie hodí elektrolyzátor s protónovo-výmennou membránou (PEM). Jeho širšie využitie však obmedzuje potreba katalyzátorů na báze kovů platinovej skupiny, ktoré sú drahé a ich výskyt je obmedzený. Preto sa značná výskumná pozornosť sústreďuje na vývoj stabilných, účinných a cenovo dostupných katalyzátorů pre obe polreakcie PEM elektrolyzy vody. V poslednom období sa ako sľubné riešenie ukázali vysoko-entropické materiály obsahujúce minimálne päť kovových prvků v koncentrácii 5 – 35 atómových percent, ktoré vďaka kombinácii viacerých kovů disponujú mnohými unikátnymi vlastnosťami (Ruiz Esquius, Liu 2023; Wang, Cao, Jiao 2022; Zhai et al. 2022).

Materiál a metódy

V tejto práci bol skúmaný katalytický potenciál vysoko-entropickej zliatiny (HEA) pre reakciu vylučovania vodíka (HER) v kyslom prostredí. Skúmaná zliatina bola pripravená citrónanovou sól-gél metódou a následným spekaním v redukčnej atmosfére. Jej elementárne zloženie (Cu, Fe, Ni, Mo, Zn) bolo zvolené na základe najnovších výsledkov hodnotenia kritických surovín EÚ (European Commission 2023). Pripravený práškový materiál bol analyzovaný z hľadiska elektrokatalytickej aktivity pre HER, elektrochemicky aktívnej plochy a stability. Všetky tieto merania boli uskutočnené pomocou potenciostatu Vionic v trojelektrodovom zapojení (Obr. 1) v 50 ml roztoku kyseliny sírovej s koncentráciou

$0,5 \text{ mol} \cdot \text{dm}^{-3}$. Ako pracovná elektróda bola použitá rotujúca elektróda s diskom zo sklovitého uhlíka (EDGC) s priemerom 5 mm. Povrch EDGC bol modifikovaný katalytickým atramentom pozostávajúcim z nafionu, izopropylalkoholu a HEA. Na modifikáciu EDGC bol vždy použitý rovnaký objem atramentu (obsahujúci približne 0,2 mg HEA), ktorý bol nanesený na mechanicky a elektrochemicky vyčistenú EDGC.



Obr. 3 Trojelektrodové zapojenie využívané pri elektrochemickej charakterizácii

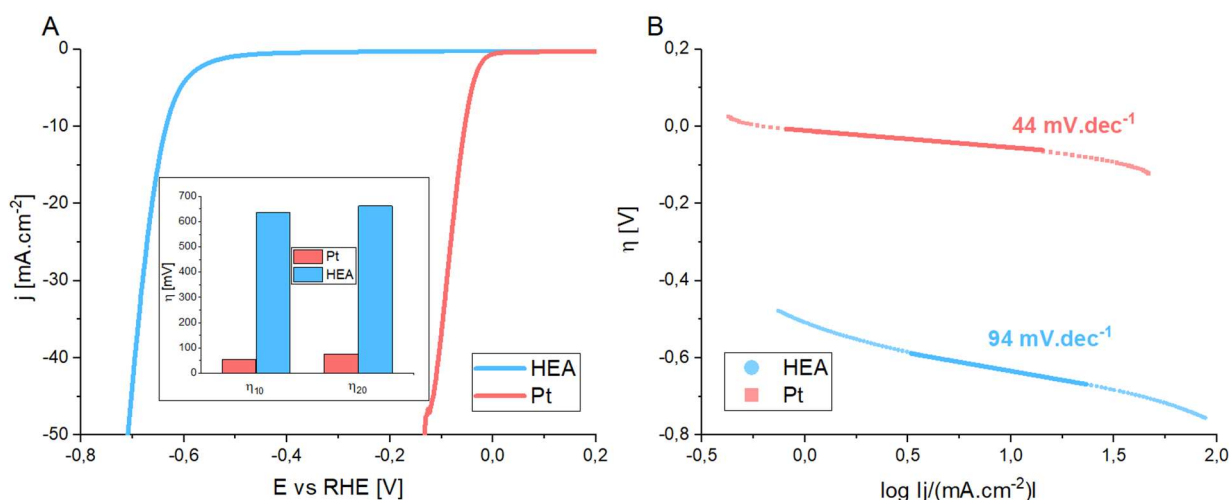
Elektrokatalytická aktivita HEA pre HER bola analyzovaná pomocou voltampérometrie s lineárne premenným potenciálom (LSV) a bola porovnaná s aktivitou Pt. Tá bola skúmaná pri rovnakých podmienkach ako HEA, akurát miesto rotujúcej EDGC bola použitá rotujúca elektróda s Pt diskom. Na získané dáta bola aplikovaná 100 % iR korekcia. Na odhad elektrochemicky aktívnej plochy (ECSA) HEA bola stanovená kapacita elektrickej dvojvrstvy (C_{dl}). C_{dl} s ECSA koreluje podľa rovnice (1), kde C_s je špecifická kapacita (Bhunja et al. 2023). Hodnota C_{dl} bola stanovená pomocou cyklickej voltampérometrie v potenciálovom okne $\pm 50 \text{ mV}$ okolo potenciálu nezaťaženého obvodu pri rôznych rýchlostiach zmeny potenciálu ($20 - 80 \text{ mV} \cdot \text{s}^{-1}$). Stabilita HEA bola skúmaná pomocou chronopotenciometrie pri konštantnej prúdovej hustote $-10 \text{ mA} \cdot \text{cm}^{-2}$ po dobu 24 hodín. Všetky namerané potenciály boli prepočítané voči reverzibilnej vodíkovej elektróde (RHE) pomocou rovnice (2) (Kment et al. 2015).

$$ECSA = \frac{C_{dl}}{C_s} \quad (1)$$

$$E_{RHE} = 0,207 + E_{\frac{Ag}{AgCl}} + 0,059 \cdot pH \quad (2)$$

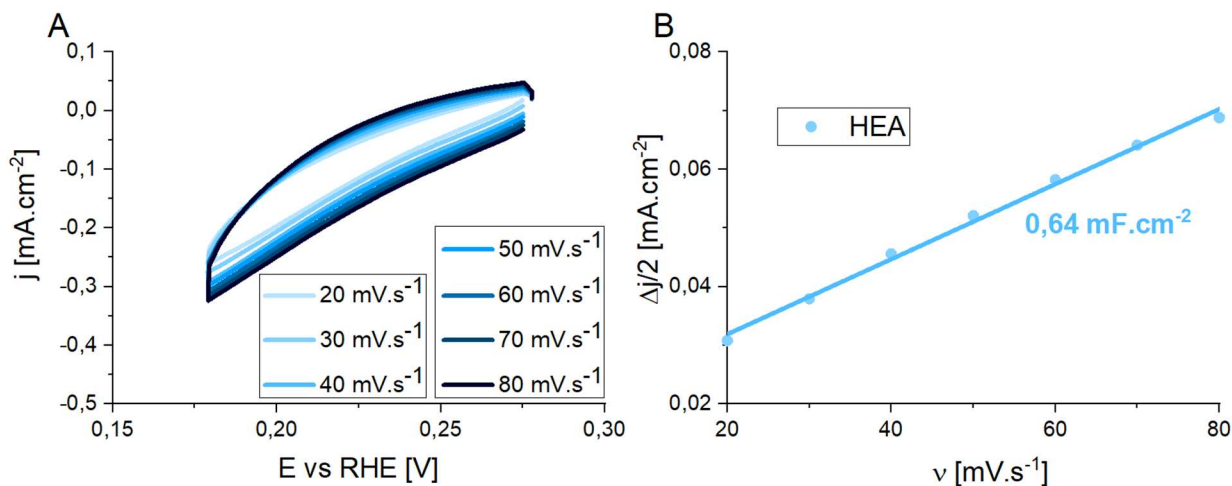
Výsledky a diskusia

Katalytická aktivita vysoko-entropickej zliatiny pre HER v kyslom prostredí bola analyzovaná pomocou LSV. Z prúdovo-potenciálových kriviek korigovaných o ohmický úbytok napätia (Obr. 2A) možno vidieť, že pripravená zliatina vykazuje výrazne horšiu aktivitu v porovnaní s najlepším známym katalyzátorom pre HER – Pt. Tento záver potvrdzujú aj hodnoty Tafelových smerníc (Obr. 2B), ktoré boli odvodené z týchto kriviek. Pomocou Tafelových smerníc možno tiež analyzovať mechanizmus HER, konkrétne určiť rýchlosť určujúci krok HER na skúmanom materiáli. Pre HEA bola stanovená smernica $94 \text{ mV} \cdot \text{dec}^{-1}$, čo naznačuje, že rýchlosť určujúci krok je adsorpcia vodíka na povrch zliatiny (Gu et al. 2024).



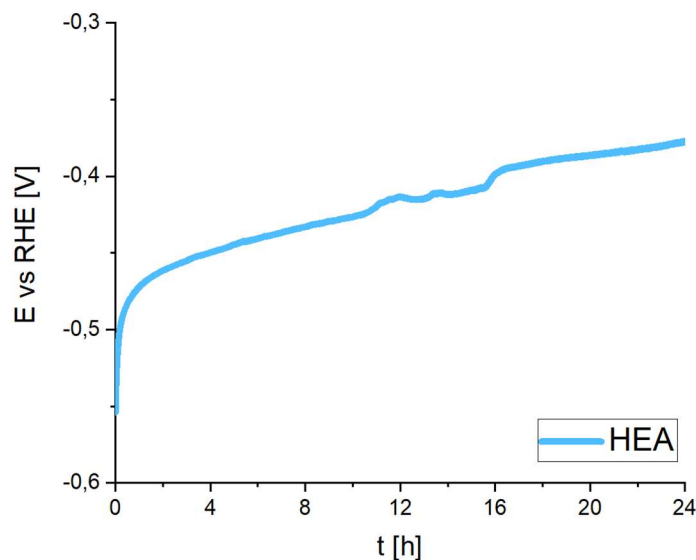
Obr. 4 A) Prúdovo-potenciálové krivky pripravenej vysoko-entropickej zliatiny a platiny a B) im zodpovedajúce Tafelove krivky so smernicami

Pri skúmaní elektrokatalyzátora je tiež dôležité určiť veľkosť elektrochemicky aktívnej plochy (ECSA), keďže tá priamo súvisí s jeho katalytickou aktivitou. V tejto práci bola preto analyzovaná kapacita elektrickej dvojvrstvy (C_{dl}), ktorá je úmerná ECSA (Bhunia et al. 2023). Obrázok 3A znázorňuje cyklické voltampérogramy, z ktorých bola odvodená závislosť priemerných hodnôt nabíjajúcich prúdových hustôt od rýchlostí zmien potenciálu (Obr. 3B) využitá na stanovenie C_{dl} . Zistená kapacita ($0,64 \text{ mF} \cdot \text{cm}^{-2}$) je porovnateľná s hodnotami uvedenými v literatúre pre rôzne kovové zliatiny vykazujúce omnoho vyššiu katalytickú aktivitu, čo značí že nižšia aktivita nami pripravenej látky súvisí predovšetkým so samotnou aktivitou aktívnych miest (Jain et al. 2024; Ma et al. 2020; Ahmad et al. 2023).



Obr. 5 A) Cyklické voltampérogramy použité pri určení kapacity dvojvrstvy vysoko-entropickej zliatiny a B) z nich odvodená závislosť priemerných hodnôt nabíjajúcich prúdových hustôt od rýchlostí zmien potenciálu použitá na stanovenie kapacity elektrickej dvojvrstvy vysoko-entropickej zliatiny

Okrem aktivity materiálu je pri hodnotení praktického využitia katalyzátora dôležité preskúmať aj jeho stabilitu (Raveendran, Chandran, Dhanusuraman 2023). Na tento účel bolo uskutočnené 24-hodinové meranie potenciálovej odozvy pri konštantnej prúdovej hustote $-10 \text{ mA} \cdot \text{cm}^{-2}$ (Obr. 4). Výsledky ukázali, že s časom dochádza k výraznému zlepšeniu aktivity, čo naznačuje, že aj keď pripravená HEA spočiatku nevykazuje optimálnu katalytickú aktivitu, môže slúžiť ako prekursor na prípravu efektívnejšieho katalyzátora.



Obr. 6 Dlhodobý test stability pripravenej vysoko-entropickej zliatiny pri $-10 \text{ mA} \cdot \text{cm}^{-2}$

Záver

V tejto práci bol hodnotený katalytický potenciál vysoko-entropickej zliatiny bez obsahu vzácnych kovov pre reakciu vylučovania vodíka v kyslom prostredí. Hoci pripravená zliatina vykazovala podstatne nižšiu katalytickú aktivitu v porovnaní s platinou, dlhodobý test stability naznačil, že aktiváciou materiálu by bolo možné pripraviť účinnejší katalyzátor.

PodĎakovanie

Táto práca bola podporená Vedeckou grantovou agentúrou Ministerstva školstva, výskumu, vývoja a mládeže Slovenskej republiky a Slovenskej akadémie vied (VEGA) v rámci projektu č. 1/0057/25 a Vnútorným vedeckým grantovým systémom – program ESGD Univerzity Pavla Jozefa Šafárika v Košiciach (vvg-2023-2957) financovaným EÚ NextGenerationEU prostredníctvom Plánu obnovy a odolnosti SR v rámci projektu č. 09I03-03-V05-00008.

Literatúra

- AHMAD, Shahbaz et al., 2023. Electrochemical Hydrogen Evolution Reaction Evaluation of CoNi(Cr/V) Medium-Entropy Alloys in an Acidic Environment. *ACS Applied Energy Materials*. Vol. 6, no. 20, pp. 10652–10664. DOI 10.1021/acsaem.3c01827.
- BHUNIA, Kousik et al., 2023. A critical review on transition metal phosphide based catalyst for electrochemical hydrogen evolution reaction: Gibbs free energy, composition, stability, and true identity of active site. *Coordination Chemistry Reviews*. Vol. 478, p. 214956. DOI 10.1016/j.ccr.2022.214956.
- ELALFY, Dina A. et al., 2024. Comprehensive review of energy storage systems technologies, objectives, challenges, and future trends. *Energy Strategy Reviews*. Vol. 54, p. 101482. DOI 10.1016/J.ESR.2024.101482.
- EUROPEAN COMMISSION, 2023. *Study on the Critical Raw Materials for the EU 2023 – Final Report* [online]. Retrieved from : <https://data.europa.eu/doi/10.2873/725585> [accessed 26 March 2025].
- GU, Jianxia et al., 2024. Small-sized Ni-Co/Mo2C/Co6Mo6C2@C for efficient alkaline and acidic hydrogen evolution reaction by an anchoring calcination strategy. *Frontiers of Chemical Science and Engineering*. Vol. 18, no. 5, p. 57. DOI 10.1007/s11705-024-2416-2.
- INTERNATIONAL ENERGY AGENCY, 2024. *World Energy Outlook 2024* [online]. Paris. Retrieved from : <https://www.iea.org/reports/world-energy-outlook-2024> [accessed 26 March 2025].
- JAIN, Riya et al., 2024. TiMn2 based bimetallic nano alloy electrocatalyst for improve hydrogen evolution reaction. *Discover Electrochemistry*. Vol. 1, no. 1, p. 11. DOI 10.1007/s44373-024-00011-9.
- KMENT, S. et al., 2015. On the improvement of PEC activity of hematite thin films deposited by high-power pulsed magnetron sputtering method. *Applied Catalysis B: Environmental*. Vol. 165, pp. 344–350. DOI 10.1016/j.apcatb.2014.10.015.
- MA, Peiyan et al., 2020. Self- supported high-entropy alloy electrocatalyst for highly efficient H2 evolution in acid condition. *Journal of Materiomics*. Vol. 6, no. 4, pp. 736–742. DOI 10.1016/j.jmat.2020.06.001.
- OMID, Mohammad Anwar, ŞAHIN, Mustafa Ergin and CORA, Ömer Necati, 2024. Challenges and Future Perspectives on Production, Storage Technologies, and Transportation of Hydrogen: A Review. *Energy Technology*. Vol. 12, no. 4. DOI 10.1002/ente.202300997.
- RAVEENDRAN, Asha, CHANDRAN, Mijun and DHANUSURAMAN, Ragupathy, 2023. A comprehensive review on the electrochemical parameters and recent material development of electrochemical water splitting electrocatalysts. *RSC Advances*. Vol. 13, no. 6, pp. 3843–3876. DOI 10.1039/D2RA07642J.
- RUIZ ESQUIUS, Jonathan and LIU, Lifeng, 2023. *High entropy materials as emerging electrocatalysts for hydrogen production through low-temperature water electrolysis*. *Materials Futures* 2. DOI 10.1088/2752-5724/accbd8.
- WANG, Tongzhou, CAO, Xuejie and JIAO, Lifang, 2022. PEM water electrolysis for hydrogen production: fundamentals, advances, and prospects. *Carbon Neutrality*. Vol. 1, no. 1, p. 21. DOI 10.1007/s43979-022-00022-8.
- YANG, Yuchen et al., 2024. An overview of application-oriented multifunctional large-scale stationary battery and hydrogen hybrid energy storage system. *Energy Reviews*. Vol. 3, no. 2, p. 100068. DOI 10.1016/J.ENREV.2024.100068.
- ZHAI, Yiyue et al., 2022. High-Entropy Catalyst—A Novel Platform for Electrochemical Water Splitting. *Advanced Functional Materials*. Vol. 32, no. 47. DOI 10.1002/adfm.202207536.

Rizikové faktory súvisiace s výskytom karcinómu pankreasu

Risk factors related to the occurrence of pancreatic cancer

Veronika ROŠKOVIČOVÁ, Tomáš GAJDZIK, Jakub TARČA, Marianka KIKALO, Martina MARTOČKOVÁ, Jana KAŤUCHOVÁ

Univerzita Pavla Jozefa Šafárika v Košiciach, Lekárska fakulta

Abstrakt: Karcinóm pankreasu je závažné onkologické ochorenie gastrointestinálneho traktu so stúpajúcou incidenciou a mortalitou. Dôvodom vysokej mortality je neskorá diagnostika. Nové skriningové programy založené na detekcii rizikových faktorov by mohli odhaliť karcinóm pankreasu už v jeho začiatkových štádiách. Sledovali sme výskyt rizikových faktorov (vek, pohlavie, BMI a obvod pásu, fajčenie, alkohol, káva, stres, prekonanie akútnej pankreatitídy, DM a krvná skupina) u pacientov s karcinómom pankreasu a ako kontrolnú skupinu sme použili pacientov s chronickou pankreatitídou. Štatisticky významných rizikovým faktorom sa ukázali vek, pohlavie a akútna pankreatitída. V rámci skriningových programov karcinómu by mohli byť pravidelne sledovaní pacienti s akútnou pankreatitídou.

Kľúčové slová: pankreas, karcinóm, rizikový faktor, chronická pankreatitída

Abstract: Pancreatic cancer is a serious cancer disease of the gastrointestinal tract with increasing incidence and mortality. The reason for high mortality is late diagnosis. New screening programs based on the detection of risk factors could detect pancreatic cancer at the early stages. We have monitored the occurrence of risk factors (age, gender, BMI and belt circumference, smoking, alcohol, coffee, stress, overcoming acute pancreatitis, DM and blood group) in patients with pancreatic cancer and used patients with chronic pancreatitis as a control group. Statistically significant risk factors have been shown to age, gender and acute pancreatitis. Patients with acute pancreatitis could be regularly monitored within the screening programs of carcinoma.

Keywords: pancreas, carcinoma, risk factor, chronic pancreatitis

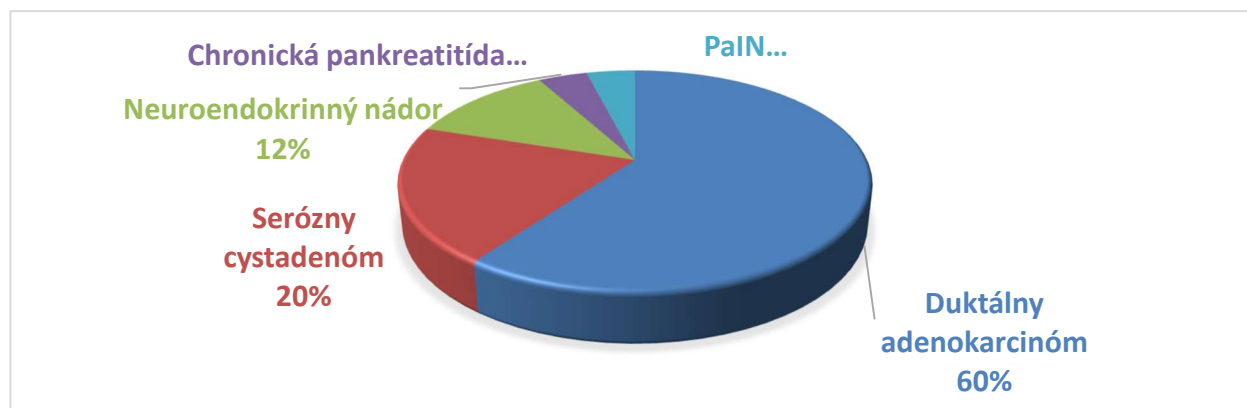
Úvod

Odhalenie rakoviny pankreasu je u väčšiny pacientov až v pokročilom štádiu, čo znižuje možnosti liečby ochorenia a choroba má rýchlu tendenciu k metastázovaniu. Ide o jeden z najsmrteľnejších druhov rakoviny, ktorý je celosvetovo na treťom mieste zo všetkých nádorových ochorení gastrointestinálneho traktu. Karcinóm pankreasu je nebezpečný aj tým, že v počiatočných štádiách pacienti nemajú takmer žiadne symptómy a výskyt ochorenia každým rokom rastie. Na základe odhadov GLOBOCAN 2012 spôsobuje rakovina pankreasu viac ako 331 000 úmrtí ročne, čo je siedma najčastejšia príčina úmrtí na rakovinu u oboch pohlaví. Stredom vedeckého výskumu sú preto rizikové faktory a detekcia rizikových skupín pacientov. Medzi rizikové faktory karcinómu pankreasu patria vysoké BMI, stúpajúci vek, mužské pohlavie, obvod pásu a fajčenie. Štúdie preukázali, že fajčiari majú o 74 % zvýšené riziko vzniku karcinómu. Ďalšími rizikovými faktormi sú alkohol, káva, stres, diabetes mellitus, krvná skupina A a prekonanie akútnej alebo chronickej pankreatitídy v minulosti. Chronická a akútna pankreatitída môže viesť ku poškodeniu bunkovej DNA, následnými mutáciami a aktiváciami onkogénov. Karcinóm pankreasu je vysokorizikové invazívne malígne nádorové ochorenie s často fatálnym následkom, ktorý sa vyskytuje najmä u mužského pohlavia vo veku 60 – 85 rokov. Hlbším skúmaním rizikových faktorov môžeme predísť a znížiť nárastu rakoviny pankreasu v budúcnosti.

Materiál a metódy

Do štúdie bolo zaradených 25 pacientov hospitalizovaných na I. chirurgickej klinike UNLP a UPJŠ v Košiciach, ktorí podstúpili chirurgický výkon pankreasu od 1. 11. 2023 do 1. 3. 2024. Pacientov sme rozdelili do dvoch skupín na základe histologického vyšetrenia štandardne realizovaného na Ústave Patológie UNLP a UPJŠ. Prvú skupinu tvorili pacienti s karcinómom pankreasu, kde sme zaradili podľa histologického vyšetrenia pacientov s duktálnym adenokarcinómom, neuroendokrinným tumorom a pankreatickou intraepiteliálnou neopláziou. Druhú skupinu, ktorú sme použili ako kontrolnú, tvoria pacienti s chronickou pankreatitídou. Histologické rozdelenie pacientov môžeme vidieť na grafe 1. Zber dát bol zabezpečený deň pred operačným výkonom dotazníkovou formou, kde sme sa zamerali na výskyt rizikových faktorov (BMI, vek, pohlavie, obvod pásu, fajčenie, abúzus alkoholu, káva, stres, prekonanie akútnej pankreatitídy, diabetes mellitus a krvnú skupinu). Za účelom štatistickej analýzy a spracovania zozbieraných dát sme použili program IBM SPSS 23 a EpiGRAPH. Na bivariačnej úrovni analýzy, t.j. a účelom identifikácie rozdielov medzi pacientmi s karcinómom pankreasu a pacientmi s chronickou pankreatitídou v úrovni, resp. prítomnosti vybraných rizikových faktorov týchto ochorení, sme použili chi-kvadrát testy nezávislosti, resp. neparametrické Mann-Whitney U testy (vzhľadom na malý počet pacientov v kontrolnej skupine). Na multivariačnej úrovni analýzy sme použili binárnu logistickú regresnú analýzu. Mieru pravdepodobnosti interpretujeme pomocou odds ratio. Nezávislými prediktormi v regresných modeloch tak boli vybrané rizikové faktory, závislou premennou bol výskyt karcinómu pankreasu a chronická pankreatitída. Okrem odds ratio posudzujeme vecnú významnosť výsledkov štatistických testov na základe nasledovných koeficientov: 1 – ϕ koeficient, Cohenovo d, a koeficient determinácie R².

Graf 1: Rozdelenie pacientov na základe histologického vyšetrenia



Výsledky

Pohlavie

Na základe rozdielov medzi pacientmi s karcinómom pankreasu a pacientmi s chronickou pankreatitídou z hľadiska pohlavia, výsledky chi-kvadrát testu nezávislosti ukázali, že medzi mužmi a ženami neexistuje štatisticky významný rozdiel vo výskyte týchto ochorení, $\chi^2 = 1,963$, $p = 0,161$. V našom výskumnom súbore sa chronická pankreatitída vyskytovala u 80 % mužov a 20 % žien. Karcinóm pankreasu bol prítomný u 45 % mužov a 55 % žien. Popísané rozdiely síce nedosahovali požadovanú hladinu štatistickej významnosti, avšak z hľadiska vecnej významnosti sa ukázali ako takmer stredne silné, $\phi = 0,28$. Z popísaných výsledkov vyplýva, že pohlavie možno považovať za potenciálne rizikový faktor výskytu chronickej pankreatitídy.

Vek

Pri sledovaní veku ako rizikového faktora medzi pacientmi s karcinómom pankreasu a pacientmi s chronickou pankreatitídou, výsledky Mann-Whitney U testu preukázali existenciu štatisticky významného rozdielu, $U = 7,0$, $p = 0,003$. V našom výskumnom súbore bol stredný vek pacientov s chronickou pankreatitídou významne nižší (Med = 46,00) ako stredný vek pacientov s karcinómom pankreasu (Med = 68,50). Popísané rozdiely dosahovali požadovanú hladinu štatistickej významnosti, a aj z hľadiska vecnej významnosti sa ukázali ako veľmi silné, $d = 1,44$. Z popísaných výsledkov vyplýva, že vek možno považovať za potenciálny rizikový faktor výskytu karcinómu pankreasu. Na základe výsledku binárnej logistickej regresnej analýzy sa ukázalo, že jediným štatisticky významným rizikovým faktorom z hľadiska predikcie výskytu karcinómu pankreasu je vek, $B = 0,290$, $p = 0,041$. V súvislosti s týmto faktorom sme zistili, že pacienti s karcinómom pankreasu sú významne starší ako pacienti s chronickou pankreatitídou. Každý rok navyše zvyšoval riziko výskytu karcinómu pankreasu v porovnaní s výskytom chronickej pankreatitídy 1,337 krát ($OR = 1,337$, $[CI = 1,012 - 1,766]$).

BMI a obvod pásu

Výsledky Mann-Whitney U testu z hľadiska BMI nepreukázali existenciu štatisticky významného rozdielu $U = 43,0$, $p = 0,634$ u BMI ani u obvodu pásu $U = 43,0$, $p = 0,634$. V našom výskumnom súbore bola stredná hodnota BMI pacientov s chronickou pankreatitídou na úrovni Med = 34,08 a stredná hodnota BMI pacientov s karcinómom pankreasu bola Med = 32,27. U obvodu pásu bola hodnota u pacientov s chronickou pankreatitídou na úrovni Med = 95 cm a stredná hodnota obvodu pásu pacientov s karcinómom pankreasu bola Med = 94 cm. Popísané rozdiely nedosahovali požadovanú hladinu štatistickej významnosti, a aj z hľadiska vecnej významnosti sa ukázali ako slabé, $d = 0,19$. Z popísaných výsledkov vyplýva, že BMI ani obvod pásu nemožno považovať za potenciálne rizikový faktor výskytu chronickej pankreatitídy ani karcinómu pankreasu.

Fajčenie, alkohol a káva

Výsledky chi-kvadrát testu nezávislosti ukázali, že medzi fajčiarmi a nefajčiarmi, medzi pacientmi, ktorí denne konzumujú alkohol a kávu a pacientmi, ktorí alkohol a kávu nekonzumujú každý deň, neexistuje štatisticky významný rozdiel vo výskyte týchto ochorení. Fajčenie ($\chi^2 = 1,563$, $p = 0,211$), alkohol ($\chi^2 = 0,877$, $p = 0,349$) a káva ($\chi^2 = 0,074$, $p = 0,785$). V našom výskumnom súbore sa chronická pankreatitída vyskytovala u 40 % nefajčiarov a 60 % fajčiarov. Karcinóm pankreasu bol prítomný u 70 % nefajčiarov a 30 % fajčiarov. Chronická pankreatitída sa vyskytovala u 40 % pacientov, ktorí denne konzumujú alkohol, a 60 % pacientov, ktorí nekonzumujú alkohol každý deň. Karcinóm pankreasu bol prítomný u 20 % pacientov, ktorí denne konzumujú alkohol, a 80 % pacientov. Chronická pankreatitída sa vyskytovala u 80 % pacientov, ktorí konzumujú kávu, a 20 % pacientov, ktorí kávu nekonzumujú. Karcinóm pankreasu bol prítomný u 85 % pacientov, ktorí konzumujú kávu, a 15 % pacientov, ktorí kávu nekonzumujú. Popísané rozdiely

nedosahovali požadovanú hladinu štatistickej významnosti, a aj z hľadiska vecnej významnosti sa ukázali u všetkých daných rizikových faktorov ako slabé ($\phi = 0,25$ – fajčenie, $\phi = 0,19$ – alkohol, $\phi = 0,06$ – káva)

Stres

Z hľadiska prežívania stresu, výsledky chi-kvadrát testu nezávislosti ukázali, že medzi pacientmi, ktorí stres prežívajú, a pacientmi, ktorí stres neprežívajú, neexistuje štatisticky významný rozdiel vo výskyte týchto ochorení, $\chi^2 = 1,461$, $p = 0,227$. V našom výskumnom súbore sa chronická pankreatitída vyskytovala u 80 % pacientov, ktorí prežívajú stres, a 20 %

pacientov, ktorí stres neprežívajú. Karcinóm pankreasu bol prítomný u 50 % pacientov, ktorí prežívajú stres, a 50 % pacientov, ktorí stres neprežívajú. Popísané rozdiely nedosahovali požadovanú hladinu štatistickej významnosti, a aj z hľadiska vecnej významnosti sa ukázali ako slabé, $\phi = 0,24$.

Akútna pankreatitída

Z hľadiska prekonania akútnej pankreatitídy, výsledky chi-kvadrát testu nezávislosti ukázali, že medzi pacientmi, ktorí prekonalí akútnu pankreatitídu, a pacientmi, ktorí akútnu pankreatitídu neprekonali, existuje štatisticky významný rozdiel vo výskyte týchto ochorení, $\chi^2 = 6,250$, $p = 0,012$. V našom výskumnom súbore sa chronická pankreatitída vyskytovala u 60 % pacientov, ktorí prekonalí akútnu pankreatitídu, a 40 % pacientov, ktorí akútnu pankreatitídu neprekonali. Karcinóm pankreasu bol prítomný u 10 % pacientov, ktorí prekonalí akútnu pankreatitídu, a 90 % pacientov, ktorí akútnu pankreatitídu neprekonali. Popísané rozdiely dosahovali požadovanú hladinu štatistickej významnosti, a aj z hľadiska vecnej významnosti sa ukázali ako silné, $\phi = 0,50$. Z popísaných výsledkov vyplýva, že prekonanie akútnej pankreatitídy možno považovať za potenciálne rizikový faktor výskytu chronickej pankreatitídy.

Diabetes mellitus

Na základe diagnostikovania diabetes mellitus, výsledky chi-kvadrát testu nezávislosti ukázali, že medzi pacientmi, ktorí majú diagnostikovaný diabetes mellitus, a pacientmi, ktorí diabetes mellitus diagnostikovaný nemajú, neexistuje štatisticky významný rozdiel vo výskyte týchto ochorení, $\chi^2 = 0,055$, $p = 0,815$. V našom výskumnom súbore sa chronická pankreatitída vyskytovala u 20 % pacientov, ktorí majú diagnostikovaný diabetes mellitus, a 80 % pacientov, ktorí diabetes mellitus diagnostikovaný nemajú. Karcinóm pankreasu bol prítomný u 25 % pacientov, ktorí majú diagnostikovaný diabetes mellitus, a 75 % pacientov, ktorí diabetes mellitus diagnostikovaný nemajú. Popísané rozdiely nedosahovali požadovanú hladinu štatistickej významnosti, a aj z hľadiska vecnej významnosti sa ukázali ako zanedbateľné, $\phi = 0,05$.

Krvná skupina

Čo sa týka rozdielov medzi pacientmi s karcinómom pankreasu a pacientmi s chronickou pankreatitídou z hľadiska výskytu krvnej skupiny 0, A, B a AB výsledky chi-kvadrát testu nezávislosti ukázali, že neexistuje štatisticky významný rozdiel vo výskyte týchto ochorení. Výsledky štatistickej analýzy môžeme vidieť v tabuľke 1.

Tab. 1 Rozdiel medzi pacientmi s karcinómom pankreasu a pacientmi s chronickou pankreatitídou z hľadiska výskytu krvných skupín na základe chi-kvadrátu testu závislosti

Krvná skupina		Nie		Áno	χ^2	p	ϕ
0	Chronická pankreatitída	N	4	1	0,55	0,815	0,05
		N _R	80,0%	20,0%			
	Karcinóm pankreasu	N	15	5			
		N _R	75,0%	25,0%			
A	Chronická pankreatitída	N	3	2	0	1	0
		N _R	60,0%	40,0%			
	Karcinóm pankreasu	N	12	8			
		N _R	60,0%	40,0%			
B	Chronická pankreatitída	N	3	2	0,446	0,504	0,13
		N _R	60,0%	40,0%			
	Karcinóm pankreasu	N	15	5			
		N _R	75,0%	25,0%			
AB	Chronická pankreatitída	N	5	0	0,543	0,461	0,15
		N _R	100,0%	0,0%			
	Karcinóm pankreasu	N	18	2			
		N _R	90,0%	10,0%			

Diskusia

Včasné odhalenie a diagnostika karcinómu pankreasu sú pre terapiu a možnosti liečby kľúčové. V našej štúdií sme sa zaoberali rizikovými faktormi, ktoré by v budúcnosti mohli slúžiť na detekciu rizikových pacientov v rámci skriningových programov. Vyhodnotením výsledkov našej štúdie, sme stanovili za štatisticky významné a potencionálne rizikové faktory vzniku pankreasu vek, pohlavie a akútnu pankreatitídu. Akútna pankreatitída je významný rizikový faktor vzniku karcinómu pankreasu, čo potvrdila aj štúdia z roku 2023, realizovaná Ma a kol., do ktorej bolo zapojených 1 538 pacientov a bol skúmaný aj vek ako rizikový faktor. Štúdia dokázala, že riziko pankreatitídy a rakoviny pankreasu stúpalo s dĺžkou trvania pankreatitídy a riziko rakoviny pankreasu bolo najvyššie vo vekovej skupine 61 až 70 rokov. V inej populačnej kohortovej štúdií zahŕňujúcej všetkých švédskych obyvateľov, u ktorých bola v roku 1997 až 2013 diagnostikovaná prvá epizóda akútnej pankreatitídy sa udáva, že pankreatitída sa môže spájať so zvýšeným rizikom rakoviny pankreasu. Čím dlhšie je trvanie pankreatitídy, tým vyššie je riziko rakoviny pankreasu. Pohlavie ako potencionálny rizikový faktor potvrdila štúdia z roku 2016, Okita a kol., ktorá udáva rozdiel vo výskyte rakoviny pankreasu medzi pohlaviami. V roku 2012 bol výskyt daného ochorenia u mužov 4,9 a u žien 3,6 na 100 000 obyvateľov. 90 % všetkých diagnostikovaných pacientov malo viac ako 55 rokov. Okrem iného táto štúdia zaradila Slovensko medzi krajiny s vysokým výskytom rakoviny pankreasu. Naopak za štatisticky nevýznamné rizikové faktory vyhodnocujeme BMI, obvod pásu, fajčenie, alkohol, kávu, stres, diabetes mellitus a krvnú skupinu. Doposiaľ bolo zverejnených niekoľko štúdií, ktoré však uvádzajú rozporuplné výsledky. Štúdia z roku 2022 zahŕňujúca účastníkov zo štúdie Japan Public Health Center potvrdzuje súvislosť konzumácie alkoholu a zvýšeného rizika vzniku rakoviny pankreasu u mužov s konzumáciou alkoholu od 1 do 299 g/týždeň v porovnaní s mužmi, ktorí alkohol nepijú/pijú príležitostne, čo potvrdzuje aj štúdia z roku 2021, Huang a kol., ktorá okrem alkoholu zaraďuje k rizikovým faktorom fajčenie, fyzickú nečinnosť, obezitu, hypertenziu, vysoký cholesterol. Štúdia z roku 2024, Conway a kol., zaraďuje diabetes mellitus medzi rizikové faktory rakoviny pankreasu, ktoré výrazne ovplyvňujú incidenciu karcinómu pankreasu. Úskalím našej štúdie a možným skreslením konečným výsledkom, po porovnaní s výsledkami iných štúdií, môže byť malá kohorta pacientov z dôvodu krátkeho časového zberu dát. Taktiež jedným z dôvodov je použitie pacientov s chronickou pankreatitídou ako kontrolnej skupiny. V budúcnosti chceme zaradiť chronickú pankreatitídu medzi skúmané rizikové faktory a použiť ako kontrolnú skupinu zdravých jedincov. Za dôležitý krok v napredovaní nášho výskumu považujeme rozšírenie súboru pacientov. Naďalej chceme pokračovať v našom výskume so zameraním sa aj na iné aspekty tohto ochorenia, ktoré môžu prispieť k skorej diagnostike a efektívnej liečbe.

Záver

Pre rozvoj karcinómu pankreasu môžeme považovať, na základe zistených výsledkov, za významne rizikové faktory: pohlavie, vek a prekonanie akútnej pankreatitídy. U pacientov, ktorí prekonali akútnu pankreatitídu považujeme za dôležité pravidelné monitorovanie. Skriningom rizikovej skupiny pacientov by bolo možné zachytiť karcinóm pankreasu už v jeho rannom štádiu. Preto hlavným predmetom našej štúdie bolo určiť rizikové faktory, ktoré by mohli v budúcnosti slúžiť na promptnejšiu detekciu skriningových skupín pacientov a napomôcť tak rýchlejšiemu odhaleniu karcinómu pankreasu.

Zdroje

- CONWAY, RBN. et al. Diabetes and pancreatic cancer risk in a multiracial cohort. *Diabet Med.*, 2024, **41**(4):e15234.
- HUANG, J. et al. Worldwide Burden of, Risk Factors for, and Trends in Pancreatic Cancer. *Gastroenterology*, 2021, **160**(3), 744-754.
- ILIC, M. et al. Epidemiology of pancreatic cancer. *World J Gastroenterol.*, 2016, **22**(44), 9694-9705.
- IODICE, S. et al., Tobacco and the risk of pancreatic cancer: a review and meta-analysis. *Langenbeck's Arch Surg*. 2008, **393**(4), 535–545.
- KATŮCHOVA, J. et al. Surgery of the pancreas. In: Frankovičova, M., Kat'uchova J. *Surgery for medical students*. 2nd ed., Košice: Equilibria, s.r.o., 2017, 243-251.
- MA, DM. et al. Pancreatitis and Pancreatic Cancer Risk. *Technol Cancer Res Treat.*, 2023, **22**:15330338231164875.
- MONTES, EM. et al. Pancreatic cancer risk in relation to lifetime smoking patterns, tobacco type, and dose-response relationships. *Cancer Epidemiol Biomar Prev*. 2020, **29**(5), 1009–1018.
- OKITA, Y. et al. Association Between Alcohol Consumption and Risk of Pancreatic Cancer: The Japan Public Health Center-Based Prospective Study. *Cancer Epidemiol Biomarkers Prev.*, 2022, **31**(11), 2011-2019.
- SADR-AZODI, O. et al. Pancreatic Cancer Following Acute Pancreatitis: A Population-based Matched Cohort Study. *Am J Gastroenterol.*, 2018, **113**(11), 1711-1719.
- YADAV, D. et al. The epidemiology of pancreatitis and pancreatic cancer. *Gastroenterology*. 2013, **144**(6), 1252–1261.

ZHAO, Z. et al. Pancreatic Cancer: A Review of Risk Factors, Diagnosis, and Treatment. *Technol Cancer Res Treat.*, 2020, **19**:1533033820962117.

Vplyv výškového gradientu na diverzitu a štruktúru spoločenstiev chvostoskokov (Collembola) vo Vysokých Tatrách

The effect of altitudinal gradient on the diversity and community structure of springtails (Collembola) in the High Tatra Mts.

Tamara ŠAŠKOVÁ

Univerzita Pavla Jozefa Šafárika v Košiciach, Prírodovedecká fakulta

Abstrakt: Horské ekosystémy patria medzi najcitlivejšie oblasti reagujúce na klimatické zmeny. Vďaka výškovým gradientom poskytujú ideálne podmienky na štúdium vplyvu mikroklimatických faktorov na biodiverzitu. Chvostoskoky (Collembola), ako evolučne stará a ekologicky významná skupina pôdnej fauny, predstavujú vhodný modelový taxón pre tento typ výskumu vzhľadom na ich citlivosť na pôdne a klimatické podmienky, vysokú abundanciu a diverzitu. Cieľom štúdie bolo analyzovať vplyv výškového gradientu na druhové zloženie, abundanciu a štruktúru spoločenstiev chvostoskokov vo Furkotskej doline (Vysoké Tatry, Slovensko) v rozpätí 1 800 – 2 200 m n. m. Na jeseň 2019 bolo štandardizovaným spôsobom na piatich výškových stupňoch odobratých spolu 50 pôdnych vzoriek, ktoré boli následne spracované pomocou vysokogradientného extraktora. Výsledky ukázali, že s rastúcou nadmorskou výškou klesá druhová diverzita aj celková abundancia, zatiaľ čo relatívne zastúpenie chladnomilných druhov narastá. Najvyššia diverzita bola zaznamenaná na 1 800 m n. m., zatiaľ čo najvyššia rovnomernosť výskytu druhov sa vyskytla na ekologicky najnáročnejšom stanovišti vo výške 2 200 m n. m. Tieto poznatky podporujú význam výškového gradientu ako silného environmentálneho filtra formujúceho spoločenstvá pôdnej mezofauny v alpínskom prostredí.

Kľúčové slová: *chvostoskoky (Collembola), výškový gradient, horské ekosystémy, alpínske prostredie, pôdna mezofauna*

Abstract: Mountain ecosystems are among the most sensitive areas to climate change. Due to their altitudinal gradients, they provide ideal conditions for studying the effects of microclimatic factors on biodiversity. Springtails (Collembola), as an evolutionary ancient and ecologically important group of soil fauna, represent a suitable model taxon for this type of research due to their sensitivity to soil and climatic conditions, as well as their high abundance and diversity. The aim of this study was to analyze the impact of altitudinal gradient on species richness, abundance, and community structure of springtails in the Furkotská Valley (High Tatras, Slovakia), within an elevation range of 1800–2200 m a.s.l. In the autumn of 2019, a total of 50 soil samples were collected in a standardized manner across five elevation levels and subsequently processed using a high-gradient extractor. The results showed that species diversity and overall abundance decreased with increasing elevation, while the relative proportion of cold-adapted species increased. The highest diversity was recorded at 1800 m a.s.l., whereas the highest evenness of species occurrence was observed at the ecologically most demanding site at 2200 m a.s.l. These findings support the importance of the elevational gradient as a strong environmental filter shaping soil mesofauna communities in alpine environments.

Keywords: *springtails (Collembola), altitudinal gradient, mountain ecosystems, alpine environment, soil mesofauna*

Úvod

Horské ekosystémy predstavujú jedinečné prírodné laboratóriá, ktoré charakterizujú extrémne podmienky, ako sú nízke teploty, kratšia vegetačná sezóna či silné UV žiarenie, ktoré často vedú k chudobným a špecializovaným spoločenstvám. Vzhľadom na to, že horské svahy umožňujú rýchle vertikálne prechody medzi klimatickými zónami, vzniká v malom geografickom rozsahu mozaika podmienok vhodná na štúdium ekologických interakcií (Nagy & Grabherr, 2009; Körner, 1999, 2000). Výškové gradienty zároveň fungujú ako silné environmentálne filtre, ktoré formujú spoločenstvá v dôsledku zmien teploty, vlhkosti, dostupnosti živín či vegetačného krytu (Rahbek, 1995; Wu et al., 2023).

Jednou z významných skupín pôdnych organizmov, ktoré reagujú na tieto faktory, sú chvostoskoky (Collembola), ktoré zohrávajú kľúčovú úlohu v pôdnych ekosystémoch – od rozkladu organickej hmoty po udržiavanie pôdnej štruktúry a kolobeh živín.

Ich fyziologická citlivosť a schopnosť rýchlej reakcie na environmentálne stresory robia z chvostoskokov vhodný modelový taxón na sledovanie zmien biodiverzity pozdĺž výškových gradientov (Danks, 1992; Greenslade, 2007; Hopkin, 1997; Ponge et al., 2003; Rusek, 1998; Sinclair et al., 2015; Somero, 2010; Teets & Denlinger, 2013). S rastúcou nadmorskou výškou sa výrazne mení druhové zloženie, abundancia i veľkostné spektrum populácií, pričom štruktúru komunit ovplyvňuje najmä pôdna teplota, vlhkosť, dostupnosť organickej hmoty a zmeny v rastlinnej pokrývke (Xie et al., 2022; Hishi et al., 2024; Zhou et al., 2015).

Aj keď sú chvostoskoky v Tatrách dlhodobo predmetom zoologického aj ekologického výskumu, ich výšková distribúcia v nenarušených vysokohorských biotopoch ostáva len okrajovo preskúmaná. Klasické práce J. Ruseka (1964 - 2004), J. Ruseka a kol. (1975) a Hrivnáka (1979 – 1983) sa zameriavali najmä na faunistické alebo mikrohabitatové štúdie bez dôrazu na výškový gradient. Monografia *Tatry – Príroda* (2010) upozorňuje, že podrobné údaje o vertikálnom rozložení Collembola v alpínskom pásme stále chýbajú. Novšie štúdie z Tatier sa venovali najmä disturbovaným montánnym a subalpínskym lesom po kalamite z roku 2004 (Urbanovičová et al., 2010 – 2014b; Čuchta et al., 2009 - 2019), pričom výškový gradient ako kontinuálny ekologický faktor nebol ich primárnym predmetom skúmania.

Cieľom tejto štúdie je analyzovať vplyv výškového gradientu na druhové zloženie, abundanciu a štruktúru spoločenstiev Collembola v alpínskom prostredí Vysokých Tatier. Predpokladáme, že (1) druhová diverzita bude pozdĺž gradientu

vykazovať unimodálny priebeh, (2) abundancia bude klesať so zvyšujúcou sa výškou a (3) zastúpenie chladnomilných druhov bude narastať smerom k vyšším polohám. Výsledky prinesú poznatky o ekologických nárokoch pôdných spoločenstiev a môžu slúžiť ako základ pre hodnotenie dopadov klimatických zmien.

Materiál a metódy

Výskum prebiehal vo Furkotskej doline (Vysoké Tatry, Slovensko; 49°09'16"N, 20°02'08"E) vo výškovom rozpätí 1 800 – 2 200 m n. m. (obr. 1). Lokalita predstavuje typické vysokohorské prostredie s kyslými pôdami a pestrú vegetáciou ovplyvnenou nadmorskou výškou. Na piatich výškových stupňoch (1 800, 1 900, 2 000, 2 100 a 2 200 m n. m.) bolo štandardizovaným spôsobom odobratých 50 pôdných vzoriek pomocou sondy s priemerom 3,6 cm (hĺbka 6 – 12 cm, plocha 10,17 cm²). Odber vzoriek prebehol 4. septembra 2019 na ploche približne 25 m² pre každý výškový stupeň. Do pôdy na každom stanovišti boli umiestnené po dva dataloggery (Maxim Integrated iButton DS1921G) na meranie pôdnej teploty v hĺbke 10 cm, ktoré zaznamenávali hodnoty od 4. 9. 2019 do 22. 10. 2020 v štvorhodinových intervaloch. Na analýzu pôdnochemických parametrov bolo na každom stupni odobratých 10 ďalších vzoriek.

Vzorky boli spracované pomocou modifikovaného vysokogradientného extraktora podľa Crossley & Blair (1991) s postupným zvyšovaním teploty z 15 °C na 55 °C počas 7 dní. Extrahované jedince boli uchovávané v 96 % etanole a a preparované podľa Rusek (1975). Identifikované boli pod fázovo-kontrastnými mikroskopmi s využitím štandardných určovacích kľúčov (napr. Dunger & Schlitt, 2011; Fjellberg, 1998, 2007; Jordana et al., 2012 a i.). Vzorky sú uložené na Katedre zoológie UPJŠ v Košiciach.



Obr. 7: Stanovišťa vo Furkotskej doline (Vysoké Tatry) pozdĺž svahu Mlynického Soliska v rámci výškového gradientu. (Foto: L. Kováč)

Výsledky

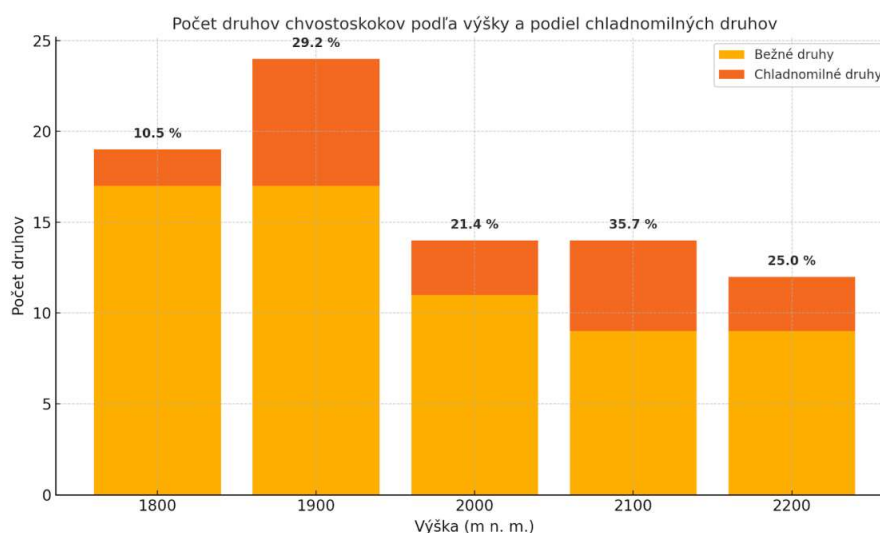
V rámci výškového gradientu (1 800 – 2 200 m n. m.) vo Furkotskej doline bolo identifikovaných celkovo 673 jedincov patriacich k 32 druhom chvostoskokov (Collembola) a jednej skupine juvenilných jedincov z nadčľade Entomobryoidea. Najvyšší počet druhov bol zaznamenaný vo výške 1 900 m n. m. ($S = 24$), najnižší na najvyššom stanovišti (2 200 m n. m., $S = 12$). Celková abundancia kolísala od 5 015 ks·m⁻² (2 200 m n. m.) po maximum 23 795 ks·m⁻² (2 000 m n. m.) (tab. 1).

Tab. 1: Charakteristiky stanovišť vo Furkotskej doline, ekologické parametre spoločenstiev Collembola a pôdnochemické vlastnosti pôdy.

Tabuľka zobrazuje expozíciu svahu, sklon svahu, priemernú abundanciu spoločenstiev (A), počet druhov (S), Shannonov index diverzity (H') a Pielouov index ekvitivity (J'), ako aj priemerné ročné teploty pôdy (T), ich minimálne ($T_{\min.}$) a maximálne ($T_{\max.}$) hodnoty. Zároveň obsahuje pôdne chemické parametre vrátane pH (H_2O), obsahu celkového uhlíka (C), dusíka (N), organického uhlíka (TOC) a pomeru C/N.

	Stanovište				
	1800 m n.m.	1900 m n.m.	2000 m n.m.	2100 m n.m.	2200 m n.m.
Expozícia	J	Z	SZ	JZ	J
Sklon	5°	30°	35°	40°	40-45°
A [$ks\ m^{-2}$]	17797 ± 921	13078 ± 776,69	23795 ± 3268,97	6293 ± 416,29	5015 ± 336,96
S	19	24	14	14	12
H'	2,5	2,41	1,46	2,22	2,23
J'	0,85	0,76	0,55	0,84	0,9
T [°C]	4,53 ± 4,41	4,22 ± 5,14	3,16 ± 5,32	3,75 ± 5,13	4,01 ± 4,22
T min. [°C]	-0,5	-2,67	-5,29	-5	-0,5
T max. [°C]	12,63	14,25	14,5	15,25	13,46
pH (H_2O)	3,88	3,81	4,13	4,16	3,9
C [%]	17,59	22,73	16,41	18,73	17,91
N [%]	1,26	1,18	1,08	1,21	1,24
TOC [%]	17,42	19,06	16,12	17,91	17,66
C/N	13,96	19,26	15,19	15,48	14,44

Najvýraznejšie eudominantnými druhmi celého gradientu boli *Folsomia manolachei* ($D = 29,1\%$) a *Isotomiella minor* ($D = 19,2\%$), ktoré sa vyskytovali na väčšine stanovišť. Medzi ďalšie časté druhy patrili *Tomocerus minor*, *Pseudanurophorus binoculatus* a *Parisotoma notabilis*. V nižších polohách bola diverzita vyššia (napr. $H' = 2,50$ na 1 800 m n. m.), zatiaľ čo v stredných výškach (2 000 m n. m.) bola výrazne nižšia ($H' = 1,46$), čo korešpondovalo s extrémnou dominanciou len niekoľkých druhov.

Graf 2: Druhovité bohatstvo a zastúpenie chladnomilných druhov Collembola pozdĺž výškového gradientu vo Furkotskej doline

Z celého spoločenstva sa z 32 druhov osem bolo chladnomilných: *Tetrodontophora bielensis*, *Karlstejnina montana*, *Orogastrura parva*, *Tomocerus minor*, *Folsomia sensibilis*, *Pseudanurophorus binoculatus*, *Tetracanthella wahlgreni* a *Parisotoma* sp., ktorý bol zaradený medzi chladnomilné druhy na základe jeho výskytu iba vo vyšších polohách. Chladnomilné druhy tvorili významnú súčasť fauny vyšších polôh – najvyšší podiel mali na 2 100 m n. m., kde tvorili až 35 % druhového spektra (graf. 1). Druh *K. montana* sa vyskytoval výhradne v chladnejších a vyšších polohách. Hodnoty rovnomernosti (J') dosahovali maximum na 2 200 m n. m. (0,90), čo poukazuje na vyrovnané zastúpenie druhov pri nízkej celkovej diverzite.

Identifikácia poukázala na prítomnosť viacerých taxonomicky nejasných foriem, vrátane dvoch predbežne nových druhov, ktorých status si vyžaduje ďalšiu odbornú revíziu.

Diskusia

Výsledky tejto štúdie naznačujú, že výškový gradient zohráva dôležitú úlohu pri formovaní druhovej diverzity a štruktúry spoločenstiev chvostoskokov (Collembola) vo Furkotskej doline. Najvyššia druhová diverzita aj počet druhov boli zaznamenané v stredných nadmorských výškach (najmä 1 900 m n. m.), čo môže poukazovať na unimodálny trend, aký je známy aj z iných horských ekosystémov (Rahbek, 1995; Xie et al., 2022). Je však potrebné pristupovať k tejto interpretácii s opatrnosťou, keďže skúmaný gradient pokrýva len hornú časť výškového rozpätia a nezahŕňa úpätie hôr. Navyše, pomerne nízky počet analyzovaných jedincov, absencia opakovaného zberu v čase či priestore a možný vplyv špecifických lokálnych podmienok na jednotlivých stanovištiach (najmä 2000 m n.m.) obmedzujú možnosť generalizácie týchto výsledkov.

Z hľadiska Shannonovho indexu diverzity (H') a Pielouovej rovnomernosti (J') sa potvrdil rozdiel medzi stanovišťami: kým 1 800 m a 2 200 m n. m. vykazovali vysokú rovnomernosť druhového zastúpenia, stanovište na 2 000 m n. m. vykazovalo silnú dominanciu dvoch druhov (*Folsomia manolachei* a *Isotomiella minor*), čo sa odrazilo v nízkej ekvitalite ($J' = 0,55$). Tento jav môže byť dôsledkom kompetičného vylúčenia menej adaptovaných druhov, ako ukázali aj výsledky Raschmanovej et al. (2015).

Zloženie spoločenstiev sa výrazne líšilo pozdĺž gradientu. Eudominantné a subdominantné druhy sa menili v závislosti od výšky, pričom výskyt chladnomilných druhov kulminoval na 1 900 m n. m. Zároveň sa ukázalo, že faktory ako expozícia svahu, sklon a mikroklimatické podmienky výrazne ovplyvňujú výskyt špecializovaných druhov.

Dôležitú úlohu zohrávajú aj pôdne faktory. Najvyššia koncentrácia celkového uhlíka a dusíka bola nameraná na 1 900 m n. m., čo korešpondovalo s najvyššou diverzitou. Kyslé pH pôdy, typické pre podzolizované pôdy Furkotskej doliny, nepredstavovalo limitujúci faktor, avšak výrazne nižšie pH mohlo ovplyvniť štruktúru mikrobiálnych spoločenstiev a nepriamo aj dostupnosť potravy pre chvostoskoky (Guo et al., 2007; Marcin et al., 2024).

Záver

V súlade s hypotézami a predošlými štúdiami môžeme konštatovať, že distribúcia a štruktúra spoločenstiev chvostoskokov vo Furkotskej doline je výsledkom komplexnej interakcie výškového gradientu, pôdných vlastností a mikroklimatických podmienok. Štúdia zároveň poukazuje na vysoký výskyt taxonomicky nejasných a potenciálne nových druhov, čo podčiarkuje význam horských ekosystémov ako centier neobjavenej biodiverzity.

Táto práca predstavuje prvú etapu širšie koncipovaného výskumu v rámci dizertačnej práce, ktorý je zameraný na porovnanie výškových gradientov a ekologických faktorov ovplyvňujúcich biodiverzitu chvostoskokov vo vysokohorských ekosystémoch. Pokračovanie štúdie zahŕňa analýzu dát z arkticko-alpínskeho prostredia Latnjavagge (Švédsko), čo umožní medziregionálne porovnanie a hlbšie porozumenie ekologickým vzorcom v meniacich sa podmienkach horskej krajiny.

PodĎakovanie

PodĎakovanie patrí Ľubomírovi Kováčovi a Petrovi Luptáčikovi za pomoc pri zbere materiálu, ako aj Ľubomírovi Kováčovi za odbornú asistenciu pri determinácii druhov. Práca bola podporená projektami VEGA 1/0438/22 a VVGS PF UPJŠ 2024-2025

Literatúra

CROSSLEY, D. A. a J. M. BLAIR, 1991. A high-efficiency, "low-technology" Tullgren-type extractor for soil microarthropods. *Agriculture, Ecosystems & Environment*. Vol. 34, no. 3–4, p. 187–192. [https://doi.org/10.1016/0167-8809\(91\)90104-6](https://doi.org/10.1016/0167-8809(91)90104-6)

ČUCHTA, P., Ľ. KOVÁČ a D. MIKLISOVÁ, 2009. The effect of windthrow in the spruce forests of the High Tatras (Slovakia) on soil microarthropods one year after a severe wind calamity with special reference to Collembola (Hexapoda). In: TAJOVSKÝ, K., J. SCHLAGHAMERSKÝ a V. PIŽL, eds. *Contributions to Soil Zoology in Central Europe III*. České Budějovice: ISB BC AS CR, v.v.i., p. 13–18. ISBN 978-80-86525-13-6.

ČUCHTA, P., Ľ. KOVÁČ a D. MIKLISOVÁ, 2010. Abundance of ten common Collembola species in spruce forests in the High Tatra Mts. (Slovakia) three years after windthrow. *Acta Societatis Zoologicae Bohemicae*. Vol. 74, p. 21–29. ISSN 1211-376X.

ČUCHTA, P., D. MIKLISOVÁ a Ľ. KOVÁČ, 2012a. The impact of disturbance and ensuing forestry practices on Collembola in monitored stands of windthrown forest in the Tatra National Park (Slovakia). *Environmental Monitoring and Assessment*. Vol. 185, no. 6, p. 5085–5098. <https://doi.org/10.1007/s10661-012-2927-z>

ČUCHTA, P., D. MIKLISOVÁ a Ľ. KOVÁČ, 2012b. A three-year study of soil Collembola communities in spruce forest stands of the High Tatra Mts (Slovakia) after a catastrophic windthrow event. *European Journal of Soil Biology*. Vol. 50, p. 151–158. <https://doi.org/10.1016/j.ejsobi.2012.02.003>

- ČUCHTA, P., L. KOVÁČ A D. MIKLISOVÁ, 2019. The succession of soil Collembola communities in spruce forests of the High Tatra Mountains five years after a windthrow and clear-cut logging. *Forest Ecology and Management*. Vol. 433, p. 504–513. <https://doi.org/10.1016/j.foreco.2018.11.023>
- DANKS, H. V., 1992. Arctic insects as indicators of environmental change. *Arctic*. Vol. 45, p. 159–166.
- DUNGER, W. A. B. SCHLITT, 2011. Onychiuroidea: Tullbergiidae. *Synopses on Palaearctic Collembola*. Vol. 6, part 1. Görlitz: Senckenberg Museum of Natural History Görlitz.
- FJELLBERG, A., 1998. *The Collembola of Fennoscandia and Denmark, Part I: Poduromorpha*. In: *Fauna Entomologica Scandinavica*. Vol. 35.
- FJELLBERG, A., 2007. *The Collembola of Fennoscandia and Denmark, Part II: Entomobryomorpha and Symphypleona*. In: *Fauna Entomologica Scandinavica*. Vol. 42. <https://doi.org/10.1163/ej.9789004157705.i-265>
- GREENSLADE, P., 2007. The potential of Collembola to act as indicators of landscape stress in Australia. *Australian Journal of Experimental Agriculture*. Vol. 47, p. 424–434. <https://doi.org/10.1017/EA05264>
- GUO, Z. et al., 2007. Leaf and twig litter decomposition of main species in different forests along the north slope of Changbai Mountain, northeast China. *Frontiers of Forestry in China*. Vol. 2, no. 1, p. 47–54. <https://doi.org/10.1007/s11461-007-0007-2>
- HISHI, T. et al., 2024. Asymmetric environmental selection on intraspecific body size in Collembola communities along an elevational gradient in northern Japan. *European Journal of Soil Biology*. Vol. 120, art. no. 103596. <https://doi.org/10.1016/j.ejsobi.2024.103596>
- HOPKIN, S. P., 1997. *Biology of the springtails: (Insecta: Collembola)*. Oxford: OUP Oxford.
- HRIVNÁK, L., 1979. K poznaniu fauny Collembola v hniezdach drobných cicavcov z Vysokých Tatier. *Biológia. Série B – Zoológia*. Vol. 34, no. 5, p. 377–383.
- HRIVNÁK, L., 1981. Analýza fauny Collembola v hniezdach drobných cicavcov z Vysokých Tatier vzhľadom na odlišnosti medzi hniezdami jednotlivých druhov drobných cicavcov a stavebným materiálom hniezd. *Biológia. Série B – Zoológia*. Vol. 36, no. 8, p. 627–632.
- HRIVNÁK, L., 1983. Synúzie Collembola v hniezdach drobných cicavcov z Vysokých Tatier a hypsometrické rozšírenie jednotlivých druhov Collembola. *Biológia. Série B – Zoológia*. Vol. 38, no. 6, p. 555–567.
- JORDANA, R. et al., 2012. Reviews of the genera Schaefferia Absolon, 1900, Deuteraphorura Absolon, 1901, Plutomurus Yosii, 1956 and the Anurida Laboulbène, 1865 species group without eyes, with the description of four new species of cave springtails (Collembola) from Krubera-Voronya cave, Arabika Massif, Abkhazia. *Terrestrial Arthropod Reviews*. Vol. 5, p. 35–85. <https://doi.org/10.1163/187498312X622430>
- KOVÁČ, L., A. MOCK A P. LUPTÁČIK, 2010. Pôdna fauna. In: *Tatry – príroda*. Praha: Baset, p. 437–442. ISBN 978-80-7340-115-3.
- KÖRNER, C., 1999. *Alpine plant life: Functional plant ecology of high mountain ecosystems*. Heidelberg: Springer. <https://doi.org/10.1007/978-3-642-98018-3>
- KÖRNER, C., 2000. Why are there global gradients in species richness? Mountains might hold the answer. *Trends in Ecology & Evolution*. Vol. 15, no. 12, p. 513–514. [https://doi.org/10.1016/S0169-5347\(00\)02004-8](https://doi.org/10.1016/S0169-5347(00)02004-8)
- MARCIN, M. et al., 2024. Karst landforms as microrefugia for soil Collembola: Open versus forested dolines. *Elementa: Science of the Anthropocene*. Vol. 12, no. 1, art. no. 00107. <https://doi.org/10.1525/elementa.2023.00107>
- NAGY, L. A. G. GRABHERR, 2009. *The biology of alpine habitats*. Oxford: Oxford University Press.
- PONGE, J. F. et al., 2003. Collembolan communities as bioindicators of land use intensification. *Soil Biology and Biochemistry*. Vol. 35, p. 977–989. [https://doi.org/10.1016/S0038-0717\(03\)00108-1](https://doi.org/10.1016/S0038-0717(03)00108-1)
- RAHBK, C., 1995. The elevational gradient of species richness: A uniform pattern? *Ecography*. Vol. 18, no. 2, p. 200–205. <http://www.jstor.org/stable/3682769>
- RASCHMANOVÁ, N. et al., 2015. Community composition and cold tolerance of soil Collembola in a collapse karst doline with strong microclimate inversion. *Biologia*. Vol. 70, no. 6, p. 802–811. <https://doi.org/10.1515/biolog-2015-0095>
- RUSEK, J., 1964. K poznání společenstev Apterygot v západní části Tatranského Národního Parku (A contribution to the knowledge of Apterygota in the western part of the Tatra National Park). *Zborník Prác o Tatranském Národním Parku*. Vol. 7, p. 218–226.
- RUSEK, J., 1975. Eine Präparationstechnik für Sprungschwänze und ähnliche Gliederfüßer. *Mikrokosmos*. Vol. 12, p. 376–381.

- RUSEK, J., 1993. Air-Pollution-Mediated Changes in Alpine Ecosystems and Ecotones. *Ecological Applications*. Vol. 3, no. 3, p. 409–416. <https://doi.org/10.2307/1941910>
- RUSEK, J., 1995a. Protaphorura unari sp. n. (Collembola: Onychiuridae) from the Tatra National Park (Slovak Republic). *Acta Societatis Zoologicae Bohemicae*. Vol. 59, p. 115–119.
- RUSEK, J., 1995b. Synecology of Collembola. *Bulletin Entomologique de Pologne*. Vol. 64, p. 69–75.
- RUSEK, J., 1996. Global change impact on soil fauna and ecosystems. In: *Climate variability and climate change vulnerability and adaptation. Proceedings of the Regional Workshop*. Prague, Czech Republic, September 11–15 1995, p. 163–170.
- RUSEK, J., 1998. Biodiversity of Collembola and their functional role in the ecosystem. *Biodiversity and Conservation*. Vol. 7, no. 9, p. 1207–1219. <https://doi.org/10.1023/A:1008887817883>
- RUSEK, J., 1999. Tatranský národný park – veľká laborať prírody. *Živa*. Vol. 47, p. 29–31.
- RUSEK, J., 2004. Dlhodobý výzkum ekosystémů Tomanovy doliny v západní části Tatranského Národního Parku (Slovenská republika). *Štúdie o Tatranskom Národnom Parku*. Vol. 7, p. 421–431.
- RUSEK, J., B. ÚHELOVÁ a J. UNAR, 1975. Soil biological features of some alpine grasslands in Czechoslovakia. In: *Progress in Soil Zoology*. Czechoslovak Academy of Sciences. Prague: Springer, Dordrecht, p. 199–215. ISBN 978-94-010-1935-4. https://doi.org/10.1007/978-94-010-1933-0_23
- SINCLAIR, B. J. et al., 2015. An invitation to measure insect cold tolerance: Methods, approaches, and workflow. *Journal of Thermal Biology*. Vol. 53, p. 180–197. <https://doi.org/10.1016/j.jtherbio.2015.11.003>
- SOMERO, G. N., 2010. The physiology of climate change: How potentials for acclimatization and genetic adaptation will determine winners and losers. *Journal of Experimental Biology*. Vol. 213, p. 912–920. <https://doi.org/10.1242/jeb.037473>
- TEETS, N. M. a D. L. DENLINGER, 2013. Physiological mechanisms of seasonal and rapid cold-hardening in insects. *Physiological Entomology*. Vol. 38, no. 2, p. 105–116. <https://doi.org/10.1111/phen.12019>
- URBANOVIČOVÁ, V., E. KOVÁČ a D. MIKLISOVÁ, 2010. Epigeic arthropod communities of spruce forest stands in the High Tatra Mts. (Slovakia) with special reference to Collembola – first year after windthrow. *Acta Societatis Zoologicae Bohemicae*. Vol. 74, p. 141–152. ISSN 1211-376X.
- URBANOVIČOVÁ, V., D. MIKLISOVÁ a E. KOVÁČ, 2013. The effect of windthrow, wild fire, and management practices on epigeic Collembola in windthrown forest stands of the High Tatra Mts (Slovakia). *Biologia*. Vol. 68, no. 5. <https://doi.org/10.2478/s11756-013-0225-z>
- URBANOVIČOVÁ, V., D. MIKLISOVÁ a E. KOVÁČ, 2014a. Forest disturbance enhanced the activity of epedaphic collembola in windthrown stands of the High Tatra mountains. *Journal of Mountain Science*. Vol. 11, no. 2, p. 449–463. <https://doi.org/10.1007/s11629-013-2736-z>
- URBANOVIČOVÁ, V. et al., 2014b. Activity of epigeic arthropods in differently managed windthrown forest stands in the High Tatra Mts. *North-Western Journal of Zoology*. Vol. 10, no. 2, p. 337–345. ISSN [n/a]. <http://biozoojournals.ro/nwjz/index.html>
- WU, Y. et al., 2023. Elevational changes in canopy Collembola community composition are primarily driven by species turnover on Changbai Mountain, northeastern China. *Biodiversity and Conservation*. Vol. 32, p. 4853–4872. <https://doi.org/10.1007/s10531-023-02734-4>
- XIE, Z. et al., 2022. Ecological and evolutionary processes shape below-ground springtail communities along an elevational gradient. *Journal of Biogeography*. Vol. 49, no. 3, p. 469–482. <https://doi.org/10.1111/jbi.14317>
- ZHOU, Y. et al., 2015. Litter decomposition and soil microbial community composition in three Korean pine (*Pinus koraiensis*) forests along an altitudinal gradient. *Plant and Soil*. Vol. 386, p. 171–183. <https://doi.org/10.1007/s11104-014-2254-y>

Čo je medzi grupou $\mathbb{Z}_n$ a okruhom $\mathbb{Z}_n$?

What is between a group $\mathbb{Z}_n$ and a ring $\mathbb{Z}_n$?

Radka SCHWARTZOVÁ

Univerzita Pavla Jozefa Šafárika v Košiciach, Prírodovedecká fakulta

Abstrakt:

Algebraické štruktúry na tej istej množine môžeme porovnávať pomocou množiny polynómov, ktoré tie isté štruktúry generujú. V grupe $(\mathbb{Z}_n, +)$ vieme vytvoriť menej polynómov než v okruhu $(\mathbb{Z}_n, +, \cdot)$. Zaoberáme sa preto otázkou, aké množiny polynómov sa nachádzajú v tomto intervale.

Kľúčové slová: *Grupové polynómy, okruhovú polynómy, generátory, invariantné relácie, klony.*

Abstract: Algebraic structures on the same set can be compared by using the same set of polynomials that generate those structures. In a group $(\mathbb{Z}_n, +)$, we can create less polynomials than in a ring $(\mathbb{Z}_n, +, \cdot)$. We are dealing with the question of which sets of polynomials are in this interval.

Keywords: *Group Polynomials, Ring Polynomials, Generators, Invariant Relations, Clones.*

1 Základné informácie z teórie klonov

V práci používame štandardné označenia a terminológiu. Definície a tvrdenia uvedené v tejto kapitole možno nájsť v [8, 3, 4, 6]. Algebru $\mathcal{A}$ môžeme definovať prostredníctvom množiny A a množiny operácií F na množine A , označujeme $\mathcal{A} = (A, F)$.

Definícia 1.1 *Nech $\mathcal{A} = (A; F)$ je algebra. Každému termu $t \in T_F(X)$ priradíme funkciu $t^A : A^n \rightarrow A$ takto:*

(i) *Ak $t = x_i \in X$, tak $t^A(a_0, \dots, a_{n-1}) := a_i$. Ak t je konštanta c , položíme $t^A = c$.*

(ii) *Ak $t = f(t_0, \dots, t_{m-1})$, $f \in F$,*

tak $t^A(a_0, \dots, a_{n-1}) := f^A(t_0^A(a_0, \dots, a_{n-1}), \dots, t_{m-1}^A(a_0, \dots, a_{n-1}))$.

Funkcie t^A nazývame termovými funkciami.

Termy algebry (A, F_1) , $F_1 = F \cup A$ nazývame *polynómy* algebry $\mathcal{A}$ a príslušné funkcie nazývame *polynomicke funkcie*.

Danú algebru $\mathcal{A}$ môžeme taktiež definovať prostredníctvom množiny všetkých termových, resp. polynomických funkcií, ktoré vieme na A s využitím základných operácií z F alebo konštánt vytvoriť. Vo všeobecnosti, ak dve algebry definované na rovnakej množine A majú ekvivalentnú množinu termových (polynomických) funkcií, tak disponujú rovnakými vlastnosťami, nezávisle od ich reprezentácie. Podľa [7] to bolo motiváciou k tomu, aby sa zaviedol pojem, ktorý takúto množinu polynomických funkcií algebry $\mathcal{A}$ označuje – klon.

Definícia 1.2 *Klon na množine A je systém operácií, ktorý je uzavretý na skladanie a obsahuje všetky projekcie.*

Ďalej uvedieme príklady klonov:

- (1) Nech $\mathcal{A} = (A, F)$ je algebra. Množina všetkých operácií na A a taktiež množina všetkých projekcií na A reprezentuje klon;

- (2) Nech $\mathcal{A} = (A, F)$ je algebra. Množina všetkých termových funkcií na $\mathcal{A}$ a množina všetkých polynomičných funkcií na $\mathcal{A}$ tvorí klon;
- (3) Množina všetkých operácií, ktoré zachovávajú reláciu tvorí klon;
- (4) Predpokladajme čiastočne usporiadanú množinu $(A, \leq)$. Všetky monotónne operácie na danej množine A generujú klon.

Definovať, ale aj skúmať klony môžeme pomocou ich generátorov, teda konečných operácií na A , alebo prostredníctvom invariantných relácií. Medzi množinou všetkých konečných operácií a množinou invariantných relácií existuje vzťah zvaný Galoisova konekcia, ktorému sa bližšie venovali v [5, 1, 9].

Definícia 1.3 Hovoríme, že operácia $f : A^n \rightarrow A$ zachováva k -árnu reláciu σ na A ak,

$$\begin{pmatrix} a_{11} \\ a_{12} \\ \vdots \\ a_{1k} \end{pmatrix}, \dots, \begin{pmatrix} a_{n1} \\ a_{n2} \\ \vdots \\ a_{nk} \end{pmatrix} \in \sigma \implies \begin{pmatrix} f(a_{11}, a_{21}, \dots, a_{n1}) \\ f(a_{12}, a_{22}, \dots, a_{n2}) \\ \vdots \\ f(a_{1k}, a_{2k}, \dots, a_{nk}) \end{pmatrix} \in \sigma.$$

Relácia σ sa nazýva invariantná vzhľadom na f a operácia f je polymorfizmus na σ .

1.1 Zväz klonov na množine

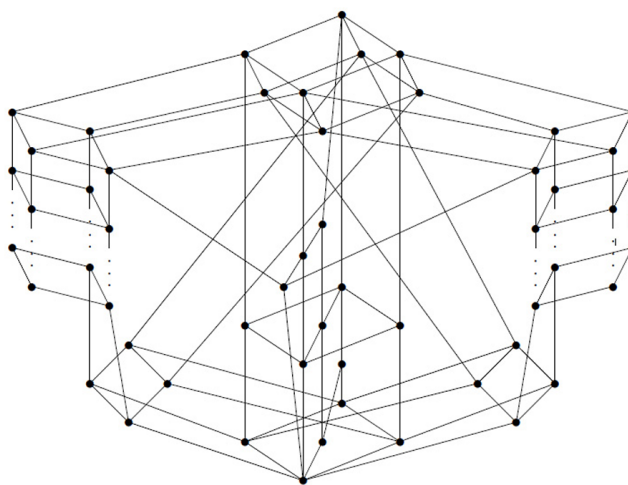
Označme $a \vee b$ ($a \wedge b$) prvok množiny $\sup\{a, b\}$ ($\inf\{a, b\}$). Prvok $a \vee b$ ($a \wedge b$) budeme nazývať spojenie (priesek) prvkov a, b . Usporiadanú množinu P , v ktorej pre každé $a, b \in P$ existuje $a \vee b$ a $a \wedge b$ nazývame zväz. Skúmané algebraické štruktúry, v našom prípade klony, môžeme medzi sebou porovnávať a tiež usporiadať do zväzu klonov.

Lema 1.4 Prienik ľubovoľného systému klonov na množine A tvorí klon na A .

Vzhľadom na Lemu 1.1 platí nasledujúce tvrdenie:

Lema 1.5 Všetky klony na množine A tvoria úplný zväz.

Veľkosť úplného zväzu na množine A závisí od počtu prvkov, ktoré množina A obsahuje. Ak $|A| = 1$, potom zväz pozostáva iba z jedného klonu. Prípad $|A| = 2$ ako prvý popísal Emil Post v [10], po ktorom je zväz pomenovaný. Postov zväz obsahuje 8 spočítateľne veľkých reťazcov (pozri Obrázok 1), a preto je jeho mohutnosť $\aleph_0$.



Obr. 1: Postov zväz ([10])

Ak množina A má aspoň 3 prvky, tak zväz na A pozostáva z nespočítateľne veľa klonov. Takýto zväz už nie je možné popísať celý, a preto sa skúmajú iba jeho významné časti a vlastnosti.

1.2 Čo je už známe o skúmanom intervale?

Nech $P(\mathbb{Z}_n, +)$ je množina všetkých polynómov na grupe $(\mathbb{Z}_n, +)$. Prvky $P(\mathbb{Z}_n, +)$ sú všetky lineárne funkcie tvaru

$$p(x_1, \dots, x_k) = a_0 + a_1x_1 + a_2x_2 + \dots + a_nx_k,$$

kde $a_0 \in \mathbb{Z}_n, a_1, \dots, a_n \in \mathbb{Z}$. Ďalej nech $P(\mathbb{Z}_n, +, \cdot)$ je množina všetkých polynómov na okruhu $(\mathbb{Z}_n, +, \cdot)$. Prvky $P(\mathbb{Z}_n, +, \cdot)$ sú všetky polynomické funkcie tvaru

$$q(\mathbf{x}) = \sum_{\alpha} a_{\alpha} \mathbf{x}^{\alpha},$$

kde $\mathbf{x} = (x_1, \dots, x_k)$, pričom daná suma predstavuje súčet konečne veľa n -tíc $\alpha = (\alpha_1, \dots, \alpha_n)$ prirodzených čísel, koeficienty a_{α} patria množine $\mathbb{Z}_n$ a $\mathbf{x}^{\alpha} = x_1^{\alpha_1} \dots x_k^{\alpha_n}$.

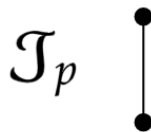
Náš výskum sa zameriava na skúmanie zväzu klonov na intervale $\mathcal{I}_n = \langle P(\mathbb{Z}_n, +), P(\mathbb{Z}_n, +, \cdot) \rangle$, pričom využívame nasledujúce tvrdenie:

Lema 1.6 *Nech n, m sú prirodzené čísla. Ak $(m, n) = 1$, potom*

$$\mathcal{I}_{mn} \cong \mathcal{I}_m \times \mathcal{I}_n.$$

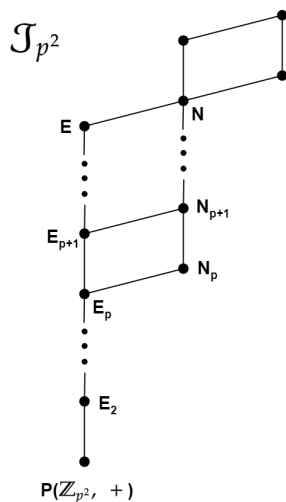
Dôsledok 1.7 *Stačí sa nám zaoberať prípadom $n = p^k$, kde p je prvočíslo.*

Skúmaniu intervalu $\mathcal{I}_{p^k}$, kde k je mocnina prvočísla p , sa venoval I. Rosenberg [11], ktorý vyriešil prípad, pre $k = 1$. Dospel k záveru, že interval $\mathcal{I}_p$ vo zväze klonov pozostáva z dvoch prvkov, viď. Obrázok 2.



Obr. 2: Zväz klonov na intervale $\mathcal{I}_p$

Touto problematikou sa zaoberal neskôr A. Bulatov, ktorý v roku 2002 publikoval text [2], v ktorom popísal interval $\mathcal{I}_{p^2}$ vo zväze klonov, pozri Obrázok 3. Stále otvoreným problémom je interval $\mathcal{I}_{p^3}$, ktorý je predmetom nášho skúmania. V ďalších kapitolách uvádzame čiastočné výsledky, pre interval $\mathcal{I}_{p^3}$, kde uvažujeme $p = 2$. Teda skúmame interval vo zväze klonov $\mathcal{I}_8 = \langle P(\mathbb{Z}_8, +), P(\mathbb{Z}_8, +, \cdot) \rangle$.



Obr. 3: Zväz klonov na intervale $\mathcal{I}_{p^2}$

2 Zväz klonov na $\mathcal{J}_8$

Pracujeme s 2^k -árnymi reláciami nad $\mathbb{Z}_8$, kde príslušné prvky indexujeme množinami z potenčnej množiny $\mathcal{P}_k$, ktorá je tvorená množinami z k -prvkovej množiny $\{1, \dots, k\}$. Takže $\mathbf{x} = (x_A \mid A \in \mathcal{P}_k)$, kde súradnice prvkov $\mathbf{x}$ sú vyjadrené v kanonickej báze. My však pracujeme so súradnicami, ktoré sú vyjadrené v Möbiovej báze. Pre každé $A \in \mathcal{P}_k$ definujeme $\mathbf{g}^A = (g_B^A \mid B \in \mathcal{P}_k) \in \mathbb{Z}_8^{P_k}$ nasledovne

$$g_B^A = \begin{cases} 1, & \text{ak } A \subseteq B; \\ 0, & \text{inak.} \end{cases}$$

Poznamenajme, že $g^\emptyset = 1$ a namiesto zápisu $g^{\{m\}}$, resp. $x_{\{m\}}$ používame zápis g^m , resp. x_m , pre $m = 1, \dots, k$.

Lema 2.1 Každé $\mathbf{x} \in \mathbb{Z}_8^{P_k}$ môže byť vyjadrené

$$\mathbf{x} = \sum_{A \in \mathcal{P}_k} a_A \mathbf{g}^A,$$

kde

$$a_A = (-1)^{|A|} \sum_{B \subseteq A} (-1)^{|B|} x_B.$$

pre každé $A \in \mathcal{P}_k$. Vyjadrenie prvku $\mathbf{x}$ v tomto tvare je jednoznačne určené.

2.1 Interval $\langle P(\mathbb{Z}_8, +), M_0 \rangle$

V tejto časti popíšeme interval vo zväze klonov $\langle P(\mathbb{Z}_8, +), M_0 \rangle \subseteq \mathcal{J}_8$, kde M_0 je klon tvorený všetkými okruhovými polynómami na $\mathbb{Z}_8$, ktoré zachovávajú reláciu Z_0 .

Definícia 2.2 Relácia Z_0 je 2^4 -árna relácia na $\mathbb{Z}_8$, ktorá pozostáva zo všetkých prvkov $\mathbf{x} = (x_A \mid A \in \mathcal{P}_4)$, ktoré splňajú nasledujúce podmienky

$$(1) \quad a_2 \equiv 2a_1 \pmod{4}, \quad a_4 \equiv 2a_3 \pmod{4};$$

$$(2) \quad a_A \equiv 0 \pmod{4}, \quad \text{ak } |A| \geq 2;$$

$$(3) \quad a_A = 0, \quad \text{ak } \{2, 4\} \subseteq A.$$

S využitím všeobecného predpisu polynómu nad $\mathbb{Z}_8$, ktorý pozostáva zo všetkých neznámych $x_1, \dots, x_n$,

$$f(\mathbf{x}) = x_1 x_2 \dots x_n \sum_{\alpha \in J_n} b_\alpha x^\alpha,$$

a aplikáciou podmienok relácie Z_0 sme odvodili všeobecný tvar, v ktorom je možné zapísať generátory klonu M_0 .

Lema 2.3 Nech $n \geq 2$, potom n -árna polynomická funkcia na $\mathbb{Z}_8$ zachováva reláciu Z_0 práve vtedy, ak sa dá vyjadriť v tvare

$$f = 2x_1 \dots x_n \left(\sum_{i=1}^n a_i x_i^2 + \sum_{i=1}^n b_i x_i + c \right), \quad (1)$$

kde súčet $\sum_{i=1}^n a_i + \sum_{i=1}^n b_i + c$ je párny, $a_i, b_i \in \{0, 1\}$ pre každé i a $c \in \{0, 1, 2, 3\}$.

Lema 2.4 Unárna polynomická funkcia zachováva Z_0 práve vtedy, ak sa dá vyjadriť v tvare

$$f = ax^3 + bx^2 + cx,$$

kde a, b sú párne.

Označme $\mathcal{G}_0$ množinu všetkých polynómov, ktoré je možné vyjadriť v tvare (1). Nech $f \in \mathcal{G}_0$ a $C(f)$ je klon generovaný operáciou f , sčítaním a konštantami. Keďže chceme popísať všetky klony, ktoré sa nachádzajú vo zväze klonov na $\langle P(\mathbb{Z}_8, +), M_0 \rangle$, tak je potrebné zaviesť nasledujúce označenia pre n -árne ($n \geq 1$) polynómy na $\mathbb{Z}_8$.

$$r_n = x_1 x_2 \dots x_n;$$

$$t_n = \begin{cases} x_1 x_2 \dots x_n (x_1 + \dots + x_n), & \text{ak } n \text{ je párne;} \\ x_1 x_2 \dots x_n (x_1 + \dots + x_n + 1), & \text{ak } n \text{ je nepárne;} \end{cases}$$

$$w_1 = x_1(x_1^2 + 1);$$

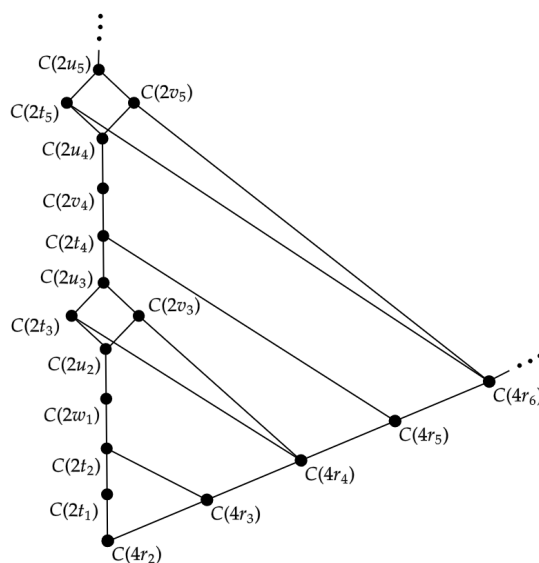
$$u_n = x_1 x_2 \dots x_n (x_1 + 1);$$

$$v_n = x_1 x_2 \dots x_n (x_1 + x_2).$$

Prostredníctvom nasledujúceho tvrdenia poukazujeme na to, že na definovanie všetkých klonov zo skúmaného intervalu sú postačujúce vyššie uvedené polynómy.

Lema 2.5 Ak $C(f) \subseteq M_0$, potom $C(f)$ je jeden z klonov $C(4r_n)$, $C(2t_n)$, $C(2u_n)$, $C(2v_n)$ alebo $C(2w_1)$.

Vzťahy medzi klonmi $C(f)$, kde polynóm $f \in \mathcal{G}_0$ je v tvare $4r_n$, $2t_n$, $2u_n$, $2v_n$ alebo $2w_1$ sú znázornené na Obrázku 4.

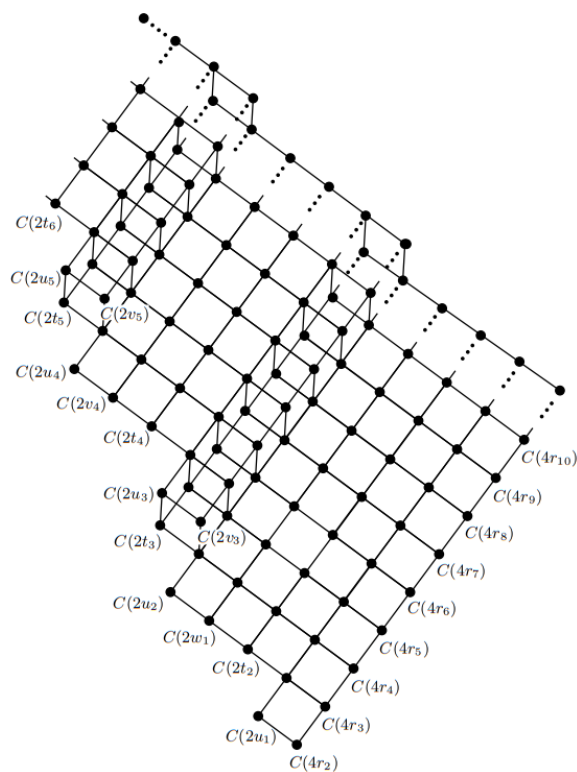


Obr. 4: Usporiadanie podklonov M_0

Nech A je čiastočne usporiadaná množina tvorená klonmi $C(f)$, kde f je v spomínanom tvare. Potom každý podklon M_0 je určený dolnou podmnožinou U množiny Q , ktorá spĺňa

$$C(2v_n), C(2t_n) \in U \implies C(2u_n) \in U$$

pre každé nepárne $n > 1$. Všetky takéto dolné podmnožiny množiny Q sú zobrazené na Obrázku 5.



Obr. 5: Zváz klonov na intervale $\langle P(\mathbb{Z}_8, +), M_0 \rangle$

Záver

Primárnym cieľom tohto príspevku bolo popísať zváz klonov na intervale $\langle P(\mathbb{Z}_8, +), M_0 \rangle$. Definovaním klonov pomocou ich generátorov sme zistili, ako sú na skúmanom intervale usporiadané. Ďalej bolo potrebné medzi klonmi ukázať ostré nerovnosti, na čo sme potrebovali zadefinovať dané klony aj pomocou invariantných relácií. Uzavretím už definovaných klonov na ich dolné množiny sme získali popis zvázu klonov, ktorý sa nachádza na skúmanom intervale.

Obsahom tejto práce bola aj sumarizácia základných poznatkov z teórie klonov, čo taktiež patrilo medzi naše ciele.

Podakovanie

Financované EÚ NextGenerationEU prostredníctvom Plánu obnovy a odolnosti SR v rámci projektu č. 09I03-03-V05-00008, grant vvgs-2023-2922.

Literatúra

1. BULATOV, A. A. Finite sublattices in a lattice of clones. *Algebra and Logic*. 1994, roč. 33, s. 287–306.
2. BULATOV, A. A. Polynomial clones containing the Mal'tsev operation of the groups $\mathbb{Z}_{p^2}$ and $\mathbb{Z}_p \times \mathbb{Z}_p$. *Multiple-valued Logic*. 2002, s. 193–221.
3. BURRIS, Stanley; SANKAPPANAVAR, H.P. *A Course in Universal Algebra*. Zv. 78. New York: Springer-Verlag, 1981. Graduate Texts in Mathematics. ISBN 978-1-4613-8132-7.
4. COHN, P. M. *Universal Algebra*. New York: Harper & Row, 1965.
5. GEIGER, D. S. Closed systems of functions and predicates. *Pacific Journal of Mathematics*. 1968, roč. 27, s. 95–100.
6. KAARLY, K.; PIXLEY, A. F. *Polynomial completeness in algebraic systems*. New York: Chapman a Hall/CRC, 2001. ISBN 9780429181764.

7. KERKHOFF, S.; PÖSCHEL, R.; SCHNEIDER, F. M. A Short Introduction to Clones. *Electronic Notes in Theoretical Computer Science*. 2014, roč. 303, s. 107–120. ISSN 1571-0661. Dostupné tiež z: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1571066114000322>.
8. KOLIBIAR, Milan; LEGÉŇ, Anton; ŠALÁT, Tibor; ZNÁM, Štefan. *Algebra a príbuzné disciplíny*. Bratislava: Alfa, 1992. ISBN 80-05-00721-3.
9. PÖSCHEL, R. Concrete representation of algebraic structures and a general Galois theory. *Contributions to general algebra*. 1979, s. 249–272.
10. POST, E. L. *The Two-Valued Iterative Systems of Mathematical Logic*. Princeton University Press, 1942. Annals of Mathematics Studies. ISBN 9780691095707.
11. ROSENBERG, I. G. Über die funktionale Vollständigkeit in den mehrwertigen Logiken. Struktur der Funktionen von mehreren Veränderlichen auf endlichen Mengen. *Rozprawy Československé Akademie Věd, Řada Matematiky a Přírodních Věd*. 1970, roč. 80, s. 93.

Úloha lokálnych vibračných módo v magnetickej relaxácii $\text{Gd}[\text{H}_2\text{O}]_6\text{Cl}_3$

The role of local vibrational modes in magnetic relaxation of $\text{Gd}[\text{H}_2\text{O}]_6\text{Cl}_3$

Hryhorii TITIKOV

Univerzita Pavla Jozefa Šafárika v Košiciach, Prírodovedecká fakulta

Abstrakt: Bola študovaná statická a dynamická magnetická odozva $\text{Gd}[\text{H}_2\text{O}]_6\text{Cl}_3$. Analýza magnetickej susceptibility ukázala efektívny moment 7.88 emuK/mol v súlade s očakávanou hodnotou pre Gd(III) ión. V meraniach striedavej susceptibility boli identifikované dva relaxačné procesy. Pomalá relaxácia sledovala závislosť $\tau \sim T^{-n}$ s $n_{\text{SR}} = 2.31 \pm 0.04$, čo naznačuje výrazný efekt zúženého fonónového hrdla. Rýchla relaxácia vykazovala podobnú závislosť s $n_{\text{FR}} = 3.23 \pm 0.09$, čo zodpovedá teoretickým predpovediam zahŕňajúcim Ramanovu relaxáciu a interakcie s lokálnymi vibračnými módmami. Simulácie molekulovej dynamiky odhalili nízkoenergetické vibračné módy s energiami menšími ako 150 cm^{-1} , čo podporuje tento scenár.

Kľúčové slová: Spinová dynamika, magnetická relaxácia, vibračné módy, efekt zúženého fonónového hrdla, anomálny Ramanov koeficient.

Abstract: The static and dynamic magnetic response of $\text{Gd}[\text{H}_2\text{O}]_6\text{Cl}_3$ was studied. Magnetic susceptibility analysis yielded an effective moment of 7.88 emuK/mol as anticipated for Gd(III) ions. Two relaxation processes were identified in alternating susceptibility measurements. Slow relaxation followed a $\tau \sim T^{-n}$ dependence with $n_{\text{SR}} = 2.31 \pm 0.04$, indicating a strong phonon bottleneck effect. Fast relaxation showed a similar dependence with $n_{\text{FR}} = 3.23 \pm 0.09$, aligning with theoretical predictions involving Raman relaxation and interactions with local vibrational modes. Molecular dynamics simulations revealed low-energy vibrational modes with energies below 150 cm^{-1} , supporting this scenario.

Keywords: Spin dynamics, magnetic relaxation, vibrational modes, phonon bottleneck effect, anomalous Raman coefficient.

Úvod

Procesy magnetickej relaxácie v materiáloch na báze lantanoidov priťahujú značnú pozornosť vďaka svojmu fundamentálnemu významu a potenciálnym aplikáciám v oblasti ukládania dát s vysokou hustotou záznamu, kvantových výpočtov a molekulovej spintroniky. Medzi týmito materiálmi sú jednomolekulové magnety (SMMs) obzvlášť perspektívne ako kandidáti na budúce magnetické úložné zariadenia. SMMs vykazujú pomalú magnetickú relaxáciu v dôsledku energetickej bariéry pre preklápanie spinu, čo z nich robí kľúčové objekty aj na štúdium kvantového tunelovania magnetizácie a spin-mriežkových interakcií. Zlúčeniny na báze gadolínia sú v tomto kontexte mimoriadne zaujímavé. Na rozdiel od iných lantanoidov má Gd^{3+} elektrónovú konfiguráciu ($S = 7/2$, $L = 0$), čo znamená, že jeho magnetické správanie nie je riadené silnou spin-orbitálnou väzbou, ale skôr interakciami s fonónmi a vonkajšími magnetickými poliami [1]. To robí systémy na báze Gd ideálnymi na skúmanie relaxačných mechanizmov určených spin-fonónovými interakciami a lokálnymi vibračnými módmami.

Nedávne štúdie ukázali, že magnetická relaxácia v týchto systémoch môže byť významne ovplyvnená tzv. efektom zúženého fonónového hrdla, pri ktorom znížený prenos energie medzi spinmi a mriežkou vedie k predĺženým relaxačným časom. Okrem toho prítomnosť nízkoenergetických vibračných módo môže ovplyvniť dynamiku relaxácie prostredníctvom interakcie magnetického iónu s týmito módmami, čo má vplyv na pomalé aj rýchle relaxačné kanály. Pomocou štúdia striedavej magnetickej susceptibility a simulácií molekulovej dynamiky identifikujeme dva odlišné relaxačné procesy a analyzujeme ich mechanizmy [2]. Naše výsledky preukazujú existenciu efektu zúženého fonónového hrdla, ako aj lokálnych vibračných módo a čím poskytujú hlbší pohľad na relaxačné správanie molekulových magnetov na báze lantanoidov. Predložená štúdia bola motivovaná experimentálnymi zisteniami naznačujúcimi anomálnu relaxáciu $\tau \approx T^3$ v SMM s nízkou anizotropiou, neočakávanými hodnotami energetickej bariéry pozorovanej v niektorých z týchto systémov a teoretickými predpoveďami týkajúcimi sa možného pôvodu tohto správania. Aby sme to preskúmali, skúmali sme statické a dynamické vlastnosti Gd(III) komplexu $\text{Gd}[\text{H}_2\text{O}]_6\text{Cl}_3$. Naše výsledky ukazujú, že relaxačné procesy v tomto systéme sú primárne riadené jednoiónovými efektmi [3].

Simulácie molekulárnej dynamiky potvrdili prítomnosť lokálnych vibračných módo s energiami nižšími ako 150 cm^{-1} , pričom doplnkové štúdium preukázalo, že významne ovplyvňujú merné teplo mriežky pri nízkych teplotách. Analýza závislosti relaxačného času od teploty a magnetického poľa však naznačuje, že konvenčný Ramanov relaxačný mechanizmus, charakterizovaný $\tau \approx T^3$ charakteristický pre $S > 1$ spinové systémy, sa nezdá byť dominantným relaxačným mechanizmom. Namiesto toho sa ukazuje, že v sekundovej časovej škále je relaxácia určená efektom zúženého fonónového hrdla, zatiaľ čo pre rýchlejšiu relaxáciu môžu podstatnú úlohu hrať interakcie medzi magnetickým iónom a lokálnymi vibračnými módmami.

Experimentálne detaily a metodiky

Zlúčenina $\text{Gd}[\text{H}_2\text{O}]_6\text{Cl}_3$ (99 %) bola získaná od komerčného dodávateľa a pred použitím rekryštalizovaná z acetónu. Merania statickej (DC) magnetickej susceptibility a magnetizácie boli vykonané pomocou SQUID magnetometra Quantum Design (MPMS 3), tepelná kapacita bola skúmaná v zariadení Quantum Design (PPMS).

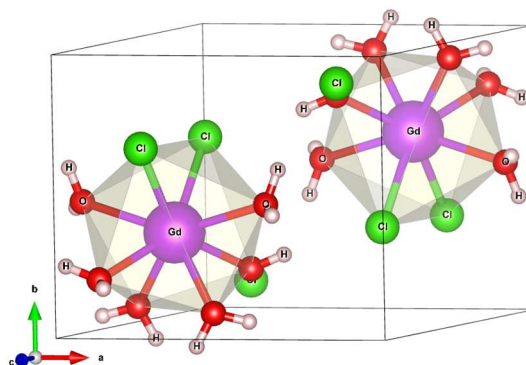
Prášková vzorka s hmotnosťou 5.31 mg bola umiestnená do gélovej kapsuly, ktorá bola upevnená v plastovej slamke. Statická susceptibilita bola skúmaná v režimoch zero-field cooled (ZFC) a field-cooled (FC) v magnetickom poli 10 mT, pričom rozsahy teplôt boli 1.8 K – 300 K pre ZFC a 1.8 K – 120 K pre FC merania. Magnetizačné štúdie boli vykonané pri 2 K, 5 K a 10 K, pričom aplikované magnetické polia sa pohybovali v rozsahu 0 T až 6 T. Na kompenzáciu príspevku samotnej gélovej kapsuly bolo vykonané samostatné meranie a jej signál bol následne odčítaný. Okrem toho bola diamagnetická susceptibilita vzorky odhadnutá pomocou Pascalových konštánt a odpočítaná z experimentálnych údajov.

Systém MPMS 3 bol tiež použitý na merania striedavej (AC) susceptibility v rozsahu teplôt 2.5 K – 8.5 K. Merania boli uskutočnené pri vybraných frekvenciách v intervale 0.1 Hz – 1 kHz, v statických magnetických poliach 0 T a 0.4 T s amplitúdou excitačného signálu 1 mT. Na tieto experimenty bola použitá prášková vzorka s hmotnosťou 55.4 mg. Merania tepelnej kapacity boli realizované pomocou relaxačnej metódy, pričom prášková vzorka bola stlačená do pelety. Fragment pelety s hmotnosťou 2.63 mg bol pripevnený na mikrokaloimeter. Tepelná kapacita bola skúmaná v nulovom magnetickom poli v teplotnom rozsahu 2 K – 300 K. Príspevok prídavných komponentov bol určený samostatne a následne odpočítaný z nameraných údajov.

Energetické hladiny lokálnych vibračných režimov boli vypočítané pomocou softvérového balíka ORCA [4].

Kryštalická štruktúra

Zlúčenina $\text{Gd}[\text{H}_2\text{O}]_6\text{Cl}_3$ kryštalizuje v monoklinickej priestorovej grupe P2/c s parametrami elementárnej bunky $a = 7.924 \text{ \AA}$, $b = 6.532 \text{ \AA}$, $c = 12.091 \text{ \AA}$ a $\beta = 127.217^\circ$. Jej iónová kryštalová štruktúra pozostáva z komplexných kationov $\text{Gd}[\text{H}_2\text{O}]_6\text{Cl}_2^+$ a chloridových aniónov. Ión Gd(III) je koordinovaný ôsmymi ligandami, pričom jeho koordinačnú sféru tvorí šesť molekúl vody a dva chloridové ligandy (Obr. 1), ktoré sú umiestnené v tesnej blízkosti.

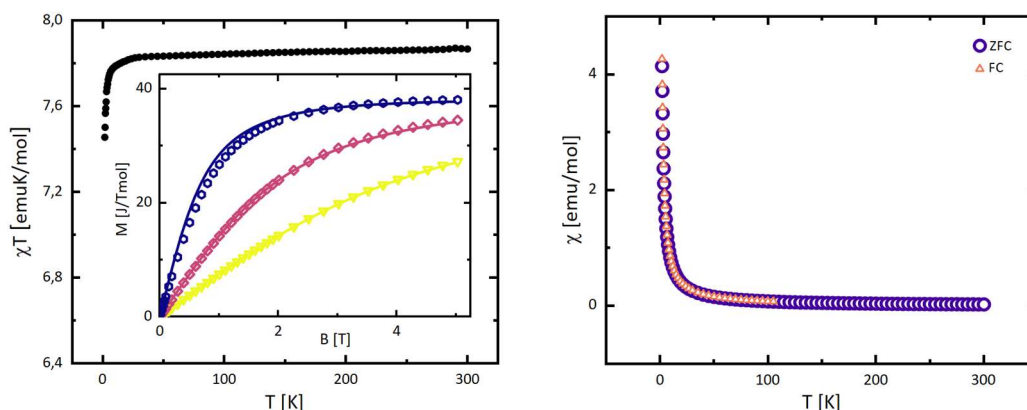


Obr. 4 Vizualizácia štruktúry $\text{Gd}[\text{H}_2\text{O}]_6\text{Cl}_3$, vytvorená pomocou programu VESTA, zobrazuje koordináciu iónov gadolína Gd^{3+} chloridovými iónmi a molekulami vody, ktoré tvoria oktaedrické okolie.

Okrem Coulombických interakcií je kryštalová štruktúra stabilizovaná rozsiahlym 3D systémom vodíkových väzieb typu $\text{O-H}\cdots\text{Cl}$, čo potvrdzujú vzdialenosti $\text{O}\cdots\text{Cl}$ v rozmedzí 3.44 – 3.255 Å. Tento systém vodíkových väzieb vedie k trojrozmernému usporiadaniu iónov Gd^{3+} , ktoré sú prepojené cez $\text{Gd-Cl}\cdots\text{O-Gd}$ cesty. Najkratšie vzdialenosti $\text{Gd}\cdots\text{Gd}$ v tejto štruktúre sú 6.363 Å, 6.532 Å a 6.732 Å.

Statické magnetické vlastnosti

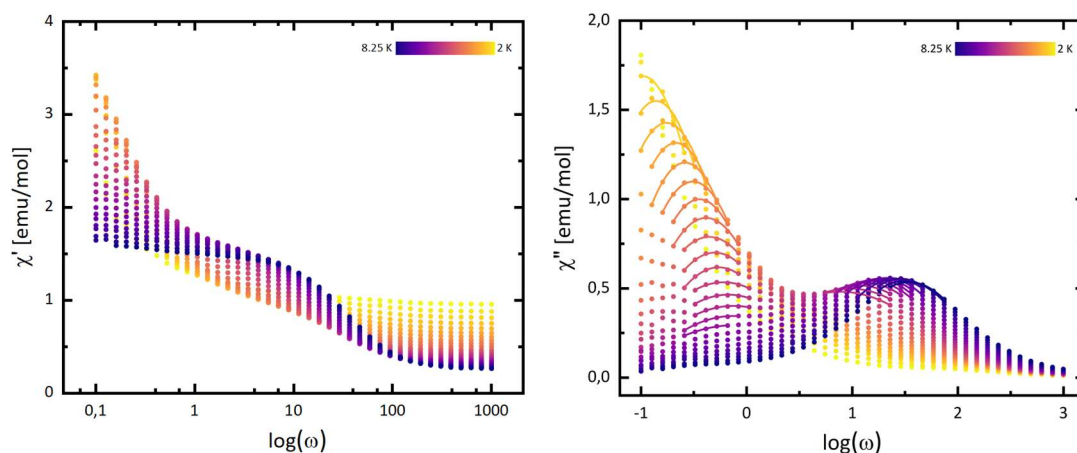
V úvodnej fáze bola kryštalová anizotropia a sila interakcií medzi iónmi Gd(III) odhadnutá analýzou dc susceptibilít a magnetizácie. Teplotná závislosť veličiny χT , meraná od 1.8 K do 300 K, vykazuje takmer konštantnú hodnotu nad 40 K (Obr. 2 vľavo), čo dobre súhlasí s teoretickou hodnotou 7.88 emuK/mol očakávanou pre voľný ión Gd(III) , kde kryštalové pole pôsobí len ako porucha druhého rádu. Postupný pokles χT na 5.5 emuK/mol pri 1.8 K naznačuje prítomnosť slabej kryštalovej anizotropie alebo magnetickej interakcie. Tieto zistenia sú ďalej potvrdené štúdiami magnetizácie, ktoré odhaľujú výrazný nárast magnetizácie až do približne 2 T, po ktorom magnetizácia smeruje k saturácii. Tento saturačný efekt je najvýraznejší pri najnižších teplotách [5]. Porovnanie údajov s Brillouinovou funkciou pre paramagnet s $S = 7/2$ a g-faktorom $g = 2.0$ jednoznačne vylučuje existenciu silných magnetických interakcií medzi iónmi Gd(III) (vložený graf na obr. 2). Slabá magnetická väzba je tiež podporená teplotnou závislosťou dc susceptibilít, ktorá narastá s ochladzovaním, a absencia bifurkácie v režimoch ZFC aj FC (Obr. 2 vpravo) naznačuje, že nedochádza k magnetickému usporiadaniu ani k formovaniu stavu spinového skla až do teploty 1.8 K.



Obr. 2 Teplotný priebeh veličiny χT (znázornený čiernymi krúžkami). Vložený graf: Závislosť magnetizácie na magnetickom poli pri teplotách 2 K (modré šesťuholníky), 5 K (ružové kosoštvorce) a 10 K (žlté trojuholníky). Príslušné plné čiary predstavujú výpočty magnetizácie pre paramagnetický systém so spinom $S = 7/2$ a g -faktorom $g = 2.0$ (pre obr.vľavo); Teplotná závislosť magnetickej susceptibilitity nameraná v režimoch ZFC a FC (pre obr. vpravo).

Dynamické vlastnosti

Štúdium teplotnej závislosti ac susceptibilitity, vykonané pri absencii vonkajšieho statického magnetického poľa, potvrdilo prítomnosť iba reálnej zložky χ . Absencia imaginárnej zložky χ'' môže byť pripísaná rýchlemu kvantovému tunelovaniu, spôsobenému významnou priečnou zložkou magnetického momentu iónu Gd(III), ktorý je takmer izotropný. Aplikácia statického magnetického poľa 0.4 T na potlačenie kvantového tunelovania viedla k objaveniu sa oboch zložiek, χ' aj χ'' , čo je znázornené na Obr 3. Tvar získaných údajov jasne naznačuje existenciu dvoch relaxačných kanálov s rôznymi relaxačnými časmi; avšak pre teploty nad 8.25 K sa pomalý relaxačný kanál stáva nedetekovateľným. Okrem toho sa dva relaxačné kanály líšia v teplotnej závislosti maxim χ'' . Konkrétne, pre pomalý relaxačný kanál sa maximá χ'' monotónne zvyšujú s ochladzovaním, zatiaľ čo pre rýchly relaxačný kanál sa pozoruje široké maximum pri teplote približne 7 K.

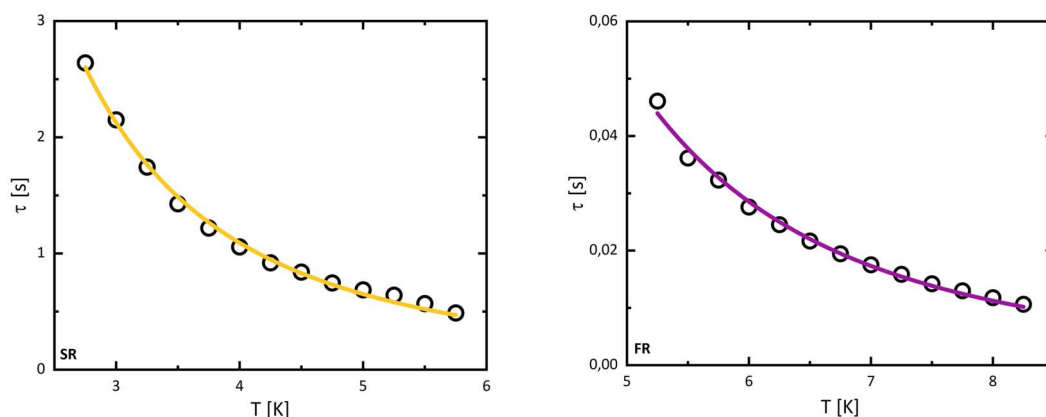


Obr. 3 Frekvenčná závislosť reálnej (graf vľavo) a imaginárnej (graf vpravo) zložky ac susceptibilitity, meraná v teplotnom rozsahu od 2 K do 8.25 K v magnetickom poli 0,4 T. Plné čiary pre imaginárnu časť predstavujú kvadratické fitovanie použité na určenie pozícií maxim v χ'' .

Na základe výsledkov analýzy polohy maximálnej hodnoty pre imaginárnu magnetickej susceptibilitity je možné určiť relaxačný čas pri každej teplote, pričom maximum možno určiť pomocou parabolického fitu. Potom boli pre každý relaxačný kanál skonštruované závislosti relaxačného času τ od teploty T (Obr. 4).

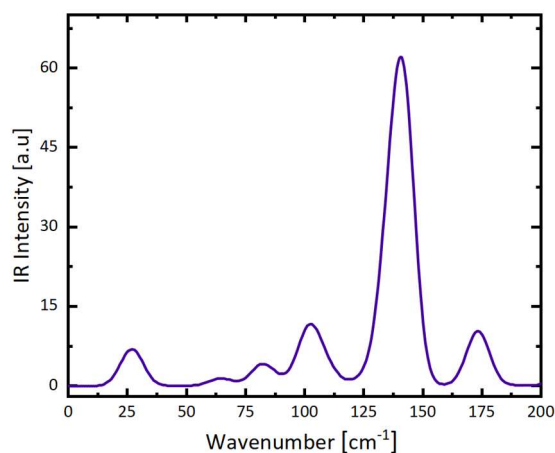
Po určení relaxačného mechanizmu pre dva relaxačné procesy pomocou zákona $\tau \sim T^{-n}$ sa zistilo, že v nízko-frekvenčnom rozsahu dominuje proces zúženého fonónového hrdla. Tento záver potvrdzuje hodnota parametra $n_{SR} = 2.31 \pm 0.04$, keď sa hodnoty tohto parametra blížili k dvom. Avšak druhý proces vykazuje odlišnú povahu, pretože získaná hodnota n_{FR} bola stanovená na 3.23 ± 0.09 . Táto hodnota sa výrazne líši od očakávaných hodnôt 7 a 9, ktoré sú typické pre bežný Ramanov proces a Kramersov resp. nie Kramersov magnetický ión [6].

Na druhej strane, získaná hodnota exponenta charakterizujúceho rýchlejšiu relaxáciu je v dobrej zhode s hodnotami $n = 3 - 5$ uvádzanými pre systémy v ktorom koexistuje štandardný Ramanov relaxačný mechanizmus a súčasne podstatnú úlohu hrajú interakcie magnetického iónu s lokálnymi vibračnými módmami [7]. Pre podporenie uvedenej možnosti bola realizovaná simulácia molekulovej dynamiky $\text{Gd}[\text{H}_2\text{O}]_6\text{Cl}_3$ s cieľom identifikovať energetické úrovne jej vibračných módom, ktoré by mohli ovplyvniť hodnotu n_{FR} .



Obr. 4 Grafy závislosti času relaxácie τ od teploty T , pre pomalú relaxáciu (SR) a rýchlu relaxáciu (FR). Farebné čiary zodpovedajú zákonu $\tau \sim T^{-n}$.

Výsledné infračervené spektrum prezentované na Obr. 5, ktoré bolo získané pomocou výpočtu DFT na základe programu ORCA jednoznačne preukazuje existenciu nízkoenergetických vibračných móvov, predovšetkým módu s energiou približne 25 cm^{-1} . Podľa práce [7] sú to práve módy s energiami približne 20 cm^{-1} , ktoré výrazne ovplyvňujú hodnotu n_{FR} vďaka koexistencii interakcie magnetického iónu s týmito módmami a štandardného Ramanovho relaxačného procesu.



Obr. 5 Vypočítané energie lokálnych vibračných móvov $\text{Gd}[\text{H}_2\text{O}]_6\text{Cl}_3$ pomocou program ORCA.

Záver

Pomocou rôznych experimentálnych techník opísaných vyššie bola podrobne skúmaná štruktúra s nekonvenčnými magnetickými vlastnosťami. Konkrétne, bola skúmaná koordinačná zlúčenina $\text{Gd}[\text{H}_2\text{O}]_6\text{Cl}_3$ na pochopenie povahy jej magnetickej relaxácie. Analýza jednosmernej susceptibility umožnila výpočet efektívneho magnetického momentu, ktorý dobre súhlasí s očakávanou hodnotou 7.88 emuK/mol pre ióny Gd(III) . Magnetizácia bola analyzovaná ako funkcia vonkajšieho magnetického poľa pri rôznych teplotách pomocou Brillouinovej funkcie indikujúcej slabé interakcie medzi magnetickými iónmi. Štruktúra $\text{Gd}[\text{H}_2\text{O}]_6\text{Cl}_3$ vykazovala pomalú relaxáciu, ktorá bola interpretovaná ako efekt zúženého fonónového hrdla a rýchlejši relaxačný proces, ktorý sa výrazne líši od konvenčného Ramanovho relaxačného mechanizmu. Anomálna hodnota exponenta charakterizujúceho rýchlejšiu relaxáciu je blízka teoretickým predpovediam vyplývajúcim z predpokladu kombinácie magnetickej relaxácie Ramanovho typu a interakcie magnetických iónov s lokálnymi nízkoenergetickými módmami. Uvedené tvrdenie je podporené výsledkami simulácie molekulovej dynamiky $\text{Gd}[\text{H}_2\text{O}]_6\text{Cl}_3$.

Pod'akovanie

Pod'akovanie patrí doc. RNDr. E. Čižmárovi za realizáciu simulácie pomocou programu ORCA. Práca bola podporená projektom Agentúry pre výskum a vývoj APVV-22-0172.

Literatúra

1. MAITY, Souvik et al., 2016. The role of 3d–4f exchange interaction in SMM behaviour and magnetic refrigeration of carbonato bridged $\text{Cu}^{\text{II}}_2\text{Ln}^{\text{III}}_2$ ($\text{Ln} = \text{Dy, Tb and Gd}$) complexes of an unsymmetrical N_2O_4 donor ligand. In: Dalton Transactions. Vol. 45, no. 1, p. 313–327. ISSN 1477-9226.

2. HORII, Yoji et al., 2020. Coexistence of Spin–Lattice Relaxation and Phonon-Bottleneck Processes in Gd^{III}–Phthalocyaninato Triple-Decker Complexes under Highly Diluted Conditions. In: *Chemistry — A European Journal*. Vol. 26, no. 36, p. 8076-8082. ISSN 0947-6539.
3. BORAH, Aditya et al., 2022. Magnetic relaxation in single-ion magnets formed by less-studied lanthanide ions Ce(III), Nd(III), Gd(III), Ho(III), Tm(II/III) and Yb(III). In: *Coordination Chemistry Reviews*. Vol. 453, 15 February 2022, 214288. ISSN 0010-8545.
4. NEESE, Frank et al., 2020. The ORCA quantum chemistry program package. In: *The Journal of Chemical Physics*. Vol. 152, no. 22, 224108. ISSN 0021-9606.
5. TKÁČ, Vladimír et al., 2023. Reciprocating thermal behavior in a magnetic field induced slow spin relaxation of [Gd₂(H₂O)₆(C₂O₄)₃] · 2.5H₂O. In: *Solid State Sciences*. Vol. 136, 107105. ISSN 1293-2558.
6. JACKSON, Cassidy et al., 2021. A reaction-coordinate perspective of magnetic relaxation. In: *Chemical Society Reviews*. Vol. 50, no. 12, p. 6684-6699. ISSN 0306-0012.
7. GU, Lei. et al., 2021. Origin of the anomalously low Raman exponents in single molecule magnets. In: *Physical Review B*. Vol. 103, no. 1, 014401. ISSN 2469-9950.

Perakútny priebeh nekrotizujúcej fascitídy z pohľadu intenzivistu

The peracute course of necrotizing fasciitis from the perspective of an intensivist

Ester TOMAJKOVÁ

Univerzita Pavla Jozefa Šafárika v Košiciach, Lekárska fakulta

Abstrakt: Nekrotizujúca fasciitída (NF) je akútna, rýchlo postupujúca infekcia mäkkých tkanív charakterizovaná rozšírenou fasciálnou nekrózou. Tento život ohrozujúci stav s vysokou mortalitou si vyžaduje rýchlu diagnostiku a agresívnu liečbu na zlepšenie stavu pacienta. Prezentujeme prípad 36-ročnej pacientky s preexistujúcim deficitom humorálnej imunity, ktorá sa dostavila na pohotovosť s nešpecifickými príznakmi ako horúčka, páľivé bolesti na ľavej strane hrudníka, vracanie a hnačka počas 3 dní. Počiatočné vyšetrenie odhalilo bolestivosť a erytém na hrudníku, tachykardiu, v laboratórnom náleze boli signifikantne zvýšené zápalové parametre a leukopénia. LRINEC (Laboratory Risk Indicator for Necrotizing Fasciitis) naznačovalo nekrotizujúcu fasciitídu. Bola podaná kombinácia širokospektrálnych intravenózných antibiotík a zahájená podporná liečba multiorgánového zlyhania. Napriek agresívnej liečbe sa stav pacientky progresívne zhoršuje, pacientka po 20 hodinách od prvotného vyšetrenia v našej nemocnici v dôsledku refraktérneho septického šoku a multiorgánového zlyhania zomrela. Tento prípad podčiarkuje agresívnu povahu nekrotizujúcej fascitídy, dôležitosť včasného rozpoznania choroby (už na oddelení urgentného príjmu), potrebu informovanosti zdravotného personálu o rýchlej progresii tohto stavu a kľúčový význam včasnej náležitej liečby.

Kľúčové slová: nekrotizujúca fasciitída, septický šok, perakútny priebeh, imunodeficit, LRINEC

Abstract: Necrotizing fasciitis (NF) is an acute, rapidly progressive soft tissue infection characterized by widespread fascial necrosis. This life-threatening condition with high mortality requires rapid diagnosis and aggressive treatment to improve the patient's condition. We present the case of a 36-year-old female patient with pre-existing humoral immune deficiency who presented to the emergency department with nonspecific symptoms such as fever, burning pain in the left chest, vomiting, and diarrhea for 3 days. The initial examination revealed chest tenderness, erythema, and tachycardia, and laboratory findings showed significantly elevated inflammatory parameters and leukopenia. LRINEC (Laboratory Risk Indicator for Necrotizing Fasciitis) suggested necrotizing fasciitis. A combination of broad-spectrum intravenous antibiotics was administered, and supportive treatment for multiorgan failure was initiated. Despite aggressive treatment, the patient's condition progressively worsened, and she died 20 hours after initial presentation at our hospital due to refractory septic shock and multiorgan failure. This case highlights the aggressive nature of necrotizing fasciitis, the importance of early recognition of the disease (already in the emergency department), the need for healthcare professionals to be aware of the rapid progression of this condition, and the crucial importance of timely and appropriate treatment.

Keywords: necrotising fasciitis, septic shock, peracute course, immunodeficiency, LRINEC

Úvod

Nekrotizujúca fasciitída (NF) je zriedkavá, rýchlo progredujúca, potenciálne život ohrozujúca bakteriálna infekcia mäkkých tkanív vrátane fascie a podkožného tkaniva, ktorá sa môže šíriť do hĺbky svalov a/alebo povrchovo do epidermis. Táto infekcia môže progredovať do nekrózy a následne viesť k syndrómu systémovej zápalovej odpovede (SIRS), septickému šoku a prípadne aj smrti. U približne 50 % prípadov je možné spojiť vznik ochorenia s poškodením integrity kože (uhryznutia zvieratám, popáleniny, odreniny, folikulitída, operačné rany alebo intramuskulárne podanie liečiva) a následným rozvojom infekcie (Adachi a kol., 2020). Medzi klinické prejavy NF patria lokálne prejavy ochorenia (podkožné krvácanie, purpura, buly, nekróza a gangréna s podkožným emfyzémom v rôznych anatomických lokalizáciách) a systémové príznaky (pyrexia, prejavy šoku). Incidencia ochorenia varíruje podľa socioekonomických a klimatických podmienok, Allaw a kol. uvádza ročný výskyt ochorenia v rozmedzí 0,86 – 32,64 prípadov na 100 000 obyvateľov, avšak Noor a Krillov len 0,4/100 000 ob./rok v dospeljej populácii, u detí dokonca len 0,08 – 0,13 prípadov na 100 000 obyvateľov za rok. NF patrí medzi infekciu s vysokou mortalitou v rozmedzí 25 – 75 % u dospelých pacientov (v porovnaní s 10 % u detí). Allaw a spolupracovníci uvádzajú mortalitu 40 %. Len 15-34% prípadov NF je správne diagnostikovaných v čase klinických príznakov. Rozoznávame 2 kategórie NF:

- typ 1 (polymikrobiálna etiológia; vyvolávajúcimi agens sú ako aeróbne, tak aj anaeróbne baktérie; napr. aj Furnierova gangréna)
- typ 2 (monomikrobiálna etiológia; vyvolávateľmi sú *Staphylococcus aureus* a A skupina β -hemolytických streptokokov, napr. *Streptococcus pyogenes*).

Náchylnější na rozvoj ochorenia sú pacienti s rizikovými faktormi ako napríklad sú diabete mellitus, imunosupresia, malnutricia a morbidná obezita, užívanie nesteroidných antiflogistík (NSAIDs), komorbidity (cirhóza pečene, chronické renálne zlyhanie, periférne vaskulárne ochorenie, malignita, infekcia varicella vírusom). Kľúčové pre pozitívnu prognózu pacienta je včasná správna diagnostika a odlíšenie NF od celulitídy, myozitídy či formujúceho sa abscesu z dôvodu potreby chirurgického ošetrenia infekcie.

Klinický obraz a diagnostika

Nekrotizujúca fascitída sa rapídne šíri pozdĺž povrchu fascie a spôsobuje oklúziu mikrovaskulatury trombami, čo vedie k nekróze a skvapalneniu tkaniva. Kožný kryt nad infekciou spočiatku nejaví príznaky poškodenia. Lokálne a celkové príznaky sa rozvinú v priebehu niekoľkých dní, keď dôjde k rozšíreniu ochorenia, v priebehu pár dní (spravidla 3 – 5) sú prítomné všetky Celsiove známky zápalu. Prvým príznakom však obvykle býva silná až mučivá bolesť kože a priliehajúceho svalu. Práve intenzita bolesti môže supponovať natrhnutie alebo ruptúru svalu (Salati, 2022). Bolesť navyše v prvých hodinách nekoreluje s ostatným klinickým nálezom. Zvýšená obozretnosť na vyžaduje aj v prípadoch, kedy bolesť nie je tak manifestná, napríklad pri pacientoch s diabetickou neuropatiou. V skorom štádiu rozvoja infekcie pacient môže klamlivo vyzeráť klinicky dobre, čo odďaľuje skorú diagnostiku a mnoho klinikov ani nezahrnie NF do diferenciálnej diagnostiky, aj vďaka jej nízkej incidencii. Ak ochorenie dôjde do štádia rozvoja gangrény, bolestivosť je obvyčajne redukovaná na vrub sekundárnej deštrukcie povrchových somatosenzitívnych nervových vlákien. Lokálne začervenanie a zvýšená teplota tkaniva sa veľmi rýchlo šíria do okolia, edém postihnutého miesta má tuhý charakter (akoby „zdrevenatené“ tkanivo) a palpácia svalových skupín je znemožnená. Pri rozšírení ochorenia sa objavujú príznaky sepsy, prípadne až septického šoku ako septická horúčka, triaška, hypotenzia a tachykardia.

Wong so spolupracovníkmi v roku 2004 navrhli skórovací systém na základe retrospektívnej štúdie 454 pacientov, ktorý pomáha pri diferenciálnej diagnostike NF od iných, menej fatálnych infekcií mäkkých tkanív. LRINEC (ang. Laboratory Risk Indicator for Necrotizing Fasciitis) skóre, ktoré využíva rutinne sledované biochemické parametre, je zobrazené v Tabuľke 1.

Tab. 1. Laboratórny indikátor rizika nekrotizujúcej fascitídy (LRINEC)

Sledovaný parameter	Hodnota	Skóre (body)
C-reaktívny proteín (mg/l)	< 150	0
	≥ 150	4
Hemoglobín (g/l)	> 13,5	0
	11-13,5	1
	<11	2
Leukocyty (bb/10 ⁹)	<15	0
	15-25	1
	>25	2
Sérová koncentrácia sodíka (mmol/l)	≥135	0
	<135	2
Sérová koncentrácia kreatinínu (ummol/l)	≤ 141	0
	>141	2
Glykémia (mmol/l)	≤10	0
	>10	1

Toto skóre je schopné detekovať a predikovať NF aj vo včasných štádiách ochorenia medzi pacientmi s inými závažnými formami infekcií mäkkých tkanív. Hodnota LRINEC skóre 6 a viac bodov predstavuje zvýšené riziko vzniku NF (senzitivita 92 % a špecificita 96 %), skóre 8 a viac má silnú prediktívnu hodnotu pre NF (senzitivita 93,4 %, špecificita 95 %), pričom maximálna hodnota LRINEC predstavuje 13 bodov. Dané hodnoty senzitivity a špecificity sú udané autormi skóre, novšie štúdie uvádzajú nižšie hodnoty, senzitivita LRINEC do 80 % (Wu a kol., 2021).

Ak suponujeme NF, pacient má byť hospitalizovaný na jednotke intenzívnej starostlivosti (JIS), aj keď zatiaľ jeho klinický stav nenasvedčuje závažnej forme infekcie a je obligátne kontaktovať chirurga, pretože je nevyhnutné vykonať chirurgický debridement tak skoro, ako je možné spolu s empiricky nasadenou širokospektrálnou antimikrobiálnou terapiou podávanou intravenózne. Na diagnostiku je možné použiť zobrazovacie modalitty ako ultrasonografia (USG), počítačová tomografia (CT) alebo magnetická rezonancia (MRI), ktorá má 100 % senzitivitu a špecificitu 86 %. Zlatým štandardom naďalej zostáva rýchle peroperačné histopatologické vyšetrenie biopsie, avšak výsledky spomínaných vyšetrení sú limitované v rozlíšení NF od iných mätko-kanivových infekcií (Bechar et al., 2017). Ako súčasť podpornej terapie je možné využiť hyperbarickú oxygenoterapiu pri dokázaných aneaeobných baktériách alebo intravenózne podávanie imunoglobulínov (Hunter a kol., 2011).

Kazuistika

36-ročná pacientka bez udania predchorobia prichádza ráno na urgentný príjem pre 3 dni trvajúce páľivé bolesti na ľavej strane hrudníka s vyžarovaním do brucha sprevádzané subfebrilitami až febrilitami (38 – 39 °C), sporadickým vracaním a trikrát hnačkami nezávažného stupňa, bez kašľa, dyzúrie a iných ťažkostí. V osobnej anamnéze 6x abortus, 1x spontánny pôrod a stav po augmentácii prsníkov pred 6 rokmi, deficit celulárnej imunity. Pri klinickom vyšetrení GCS 15 bodov,

dýchacie cesty priechodné, dýchanie symetrické, vezikulárne bez vedľajších dychových fenoménov, tachypnoe, dychová frekvencia 20/min., tlak krvi 110/60 mmHg, na EKG prítomná sínusová tachykardia so srdcovou frekvenciou (SF) 120/min. Na ľavej strane hrudníka a brucha flegmóna, palpačne je brucho ťažšie priehmatné, palpačná bolestivosť v ľavej polovici brucha, Blumbergov a Rowsingov príznak negatívne, prítomný Pleniesov príznak, peristaltika auskultačne oslabená, nález pri per rectum vyšetrení v norme. Orientačné ultrazvukové vyšetrenie nepreukázalo žiadnu patológiu v oblasti žlčníka, žľových ciest, pečene, sleziny a obličiek, bez prítomnosti voľnej tekutiny v dutine brušnej. Črevné kľučky boli stredne distendované, s výraznejšou stagnujúcou náplňou v oblasti hypogastria, v colon descendens a sigmoideum bola črevná stena nepravidelne zápalovo zmenená. Doplnené natívne röntgenové vyšetrenie hrudníka a brucha v stoji nezobrazilo žiadnu patológiu v oblasti hrudníka, rovnako bola vylúčená prítomnosť hydroaerických fenoménov, ale potvrdilo ultrazvukový nález stagnujúceho obsahu v sigme. Vstupne laboratórne výrazná leukopénia (celkový počet leukocytov WBC $2,39 \times 10^9/l$) s prítomnosťou nezrelých foriem a erytroblastov v periférnej krvi, predĺžená vonkajšia cesta zrážania (PT 60 %, INR 1,44), D-dimér 3,676 mg/l a fibrinogén 7,60 g/l. Biochemické vyšetrenie krvi detekovalo miernu hyperglykémiu 9,7 mmol/l, miernu eleváciu renálnych parametrov. Hladina C-reaktívneho proteínu bola 453,04 mg/l, prokalcitonínu 19,38 ug/l, interleukínu-6 vyše 5 000 ng/l, sérová koncentrácia kreatínkinázy 10,34 ukat/l, hladina NT-proBNP 3 254 ng/l a bola detekovaná aj stredne závažná hypokaliémia 2,8 mmol/l. Pacientka bola prijatá do 5 hodín na chirurgickú jednotku intenzívnej starostlivosti už so šokovou cirkuláciou s ťažkou metabolickou acidózou. Začatá empirická kombinovaná širokospektrálna antibiotická terapia (meropenem 2 g á 8 hod., linezolid 600 mg á 12 hod a metronidazol 0,5 g á 8 hod.). Cirkulácia napriek tekutinovej resuscitácii a noradrenalinovej podpore sa nezlepšuje, dochádza k oligúrii a preto je pacientka urgentne preložená na kliniku anestéziologie a intenzívnej medicíny po 3 hodinovej hospitalizácii na JIS. Pri prijatí je pri vedomí, Richmondská škála agitovanosti a sedácie (RASS) 0, spontánne ventilujúca, pri oxygenoterapii tvárovou polomaskou má normálne saturácie hemoglobínu kyslíkom, po eskalácii vazopresorickej podpory je tlak krvi okolo 120/75 mmHg, pretrváva tachykardia SF 135/min. Nález na ľavej časti hrudníka a brucha rýchlo progreduje, je prítomná už flegmóna s bulami. Pacientka sa podvečer sťažuje na symetrické trpnutie dolných končatín a od kolien distálne si ich necíti, hoci ich hybnosť je zachovaná, z toho dôvodu realizované neurologické vyšetrenie. Neurológ supponuje periférnu polyneuropatiu dolných končatín s ascendentným priebehom (Guillain-Barré syndróm) a odporúča doplniť statimové MR vyšetrenie. Magnentická rezonancia nepotvrdila žiaden patologický nález v oblasti miechy a chrbtice v celom rozsahu. Realizované aj kontrastné CT vyšetrenie hrudníka a brucha, ktoré zobrazuje ľavostrannú bronchopneumóniu, fluidothorax bilaterálne, hypoperfúziu až infarzáciu parenchýmu obličiek, sleziny a pečene pri šokovom stave a flegmonózne presiaknutie ľavej laterálnej strany hrudníka a brucha. Pre respiračné zlyhanie je pacientka najprv neinvazívne ventilovaná maskou a po 13 hodinách od príchodu na urgentný príjem je intubovaná a napojená na tlakovo kontrolovanú ventiláciu. Aj napriek komplexnej liečbe septického šoku dochádza k progresii metabolickej acidózy a zlyhávania pečene, čo sa laboratórne prejavilo aj rozvojom výraznej hypoglykémie (pokles z 4,8 mmol/l na 1,1 mmol/l v priebehu 1 hodiny) a hypokoagulačným stavom (napriek substitučnej liečbe antitrombínom, čerstvou mrazenou plazmou a octaplasomou), diuréza udržiavaná kontinuálnym podávaním furosemidu. Stav pacientky sa rapídne zhoršuje napriek kombinácii vazopresorickej liečby, progreduje rhabdomyolýza (sérová koncentrácia myoglobínu > 3 000), hyperamonémia (179,6 $\mu\text{mol/l}$) a šírenie kožných eflorescencií aj na chrbát. Dynamiku laboratórnych parametrov progresie multiorgánového zlyhania v kontexte LRINEC skóre počas hospitalizácie pacientky na našej klinike zobrazuje Tabuľka 2.

Tab.2 Dynamika laboratórnych hodnôt počas hospitalizácie na našej klinike s dôrazom na LRINEC skóre

parameter	3.hodina	10.hodina	14.hodina
Hb (g/l)	143	90	---
WBC (/10 ⁹)	2,39	1,21	---
CRP (mg/l)	453,04	240	---
S-Glc (mmol/l)	9,7	4,8	5,9
S- Na ⁺ (mmol/l)	127	134	158,7
S-K ⁺ (mmol/l)	2,8	4,0	8,7
S-Cr ($\mu\text{mol/l}$)	148,3	240	---
INR	1,44	1,7	---
Antitrombín III (%)	---	36,0	---
pH arteriálnej krvi	7,147	7,197	7,203
BE (mmol/l)	-20,5	-17,5	-13,5
S-lac (mmol/l)	15	23,26	46,92
LRINEC skóre	8	10	---

(Hb – hemoglobín, WBC – leukocyty, CRP- C-reaktívny proteín, S-Glc – sérová koncentrácia glukózy, S-Na⁺ - sérová koncentrácia sodíka, S-K⁺ - sérová koncentrácia draslíka, S-Cr – sérová koncentrácia kreatinínu, INR – medzinárodný normalizovaný pomer, BE – base excess, S-lac – sérová koncentrácia laktátu; hodiny značia celkovú dobu od začiatku príchodu do nemocnice)

Po vyše 19 hodinách od príchodu na urgentný príjem dochádza k zastaveniu cirkulácie pri komorovej fibrilácii, rozšírená neodkladná resuscitácia je neúspešná, po 20 hodinách od vstupu do nemocnice konštatujeme *exitus letalis*. Výsledky kultivácie biologického materiálu v čase hospitalizácie neboli dostupné, avšak výsledok hemokultúry preukázal infekciu *Streptococcus pyogenes* (A skupina β -hemolytických streptokokov) s dobrou citlivosťou na penicilíny, potencované aminopenicilíny, cefalosporíny aj makrolidy. Ďalšia aeróbná, anaeróbná aj mykotická kolónia/osídlenie sú negatívne. Výsledky detekcie pomocou metód molekulárnej biológie pár hodín po úmrtí potvrdili prítomnosť *Streptococcus pneumoniae*. V dutine ústnej vykultivovaný aj *Stafylococcus aureus*, dobre citlivý, výter z rektu negatívny, v moči *Escherichia coli* rovnako s dobrou citlivosťou. Staré laboratórne výsledky imunoanalýzy krvi svedčia pre závažnú celúlnu poruchu imunity s absolútnym deficitom CD19+(B lymfocyty), CD3+(T lymfocyty), CD4+(T helper lymfocyty), CD8+ (T supresor lymfocyty) aj NK bunky.

Diskusia

Absencia patognomických príznakov alebo markerov vedie k veľmi náročnej diagnostike, často *per exclusionem* najmä pri chudobnej klinickej prezentácii v ranom štádiu. Zostavenie LRINEC skórovacieho systému má značný klinický dopad práve pri rôznych infekciách mäkkých tkanív. Výskumný kolektív vedený Haotian Wu v roku 2021 uverejnil modifikované LRINEC (m-LRINEC) skóre, ktoré z pôvodného systému zachovalo parametre ako počet leukocytov, sérovú koncentráciu hemoglobínu, kreatinínu, sodíka a glykémii nalačno. Koncentrácia CRP bola nahradená high-sensitivity CRP (HCRP; ktorého vyšetrenie štandardne neindikujeme v kritických situáciách) a doplnené boli parametre o pre-existujúcich komorbiditách ako diabetes mellitus a renálne poškodenie, ktoré sú asociované s NF. Rovnako boli zmenené „cut-off“ hodnoty jednotlivých parametrov. Senzitivita modifikovaného skóre je podľa autorov 93,2 %, špecificita 86,9 %. Naša kazuistika neuvádza m-LRINEC, pretože nemáme k dispozícii hodnotu HCRP.

V niektorých prípadoch môžu byť lokálne zmeny oligosymptomatické, čo odďaľuje správnu diagnostiku. Práve v týchto prípadoch, keď kožné zmeny sú nevýrazné, Iwata a kolektív na základe analýzy viacerých pacientov predpokladá, že nedostatok Celziových známok zápalu (najmä erytém a zvýšené teplota pokožky) sú prediktormi pre fulminantný priebeh ochorenia spojený s nepriaznivou prognózou. Táto hypotéza sa v kontexte klinického priebehu ochorenia pacientky opísaného vyššie javí ako správna. Práve nedostatok kožných príznakov v spojení s rádiologickým nálezom kolitídy a dyspeptickými ťažkosťami supponovali okrem NF aj infekčnú kolitídu, kým nedošlo k progresii kožného nálezu.

Wang a spolupracovníci už v roku 2007 popísali vo svojej retrospektívnej štúdii vývoj kožných eflorescencií v priebehu času (5 dní). V čase rozvoja ochorenia mali skoro všetci pacienti prítomný erytém, citlivosť, edém a zvýšenú teplotu postihnutej kože. Pľuzgiere v čase vzniku ochorenia malo len 41 % pacientov a neskoré príznaky ochorenia (krepitácie, nekróza a necitlivosť) boli skoro neprítomné (0 – 5 % pacientov). Na 5. deň až 77 % pacientov malo prítomné vezikuly, príp. buly a až u 36 % pacientov sa objavili neskoré symptómy NF. Táto štúdia preukázala vývoj eflorescencií a lokálnych zmien korešpondujúcich s progresiou NF. Obdobná progresia eflorescencií bola zdokumentovaná aj u našej pacientky, ale v porovnaní s Wangovým stagingom progresia do 3. štádia nekrózy v priebehu 15 hodín, nie 5 dní, pravdepodobne na vrub bližšie nešpecifikovaného imunodeficitu.

Záver

Nekrotizujúca fascitída patrí medzi akútne chirurgické príhody, vyžaduje rozsiahlu chirurgickú intervenciu a širokospektrálnu antimikrobiálnu terapiu. Aj napriek uplatneniu *lege artis* postupov v manažmente NF a sepsy, resp. septického šoku, je výsledok neistý. Problémom pri diagnostike a následnej terapii je absencia patognomického klinického príznaku, rádiologického alebo laboratórneho markera, nízka incidencia a častokrát benígny počiatkový priebeh infekcie. Naším článkom chceme zvýšiť informovanosť medzi medicínskymi profesionálmi o možnostiach diagnostiky a následnej potreby radikálnej chirurgickej a komplexnej intenzivistickej liečby.

Literatúra

ADACHI, Susumu et al., 2021. Predictors of fatal outcome after severe necrotizing fasciitis: Retrospective analysis in a tertiary hospital for 20 years. *Journal of Orthopaedic Science* [online]. 2021, roč. 26, č. 3, s. 494–499. ISSN 09492658. Dostupné na: doi:[10.1016/j.jos.2020.04.007](https://doi.org/10.1016/j.jos.2020.04.007)

ALLAW, Fatima, Saliba WEHBE a Souha S. KANJ, 2024. Necrotizing fasciitis: an update on epidemiology, diagnostic methods, and treatment. *Current Opinion in Infectious Diseases* [online]. 2024, roč. 37, č. 2, s. 105–111. ISSN 0951-7375, 1473-6527. Dostupné na: doi:[10.1097/QCO.0000000000000988](https://doi.org/10.1097/QCO.0000000000000988)

BECHAR, J. et al., 2017. Laboratory risk indicator for necrotising fasciitis (LRINEC) score for the assessment of early necrotising fasciitis: a systematic review of the literature. *The Annals of The Royal College of Surgeons of England* [online]. 2017, roč. 99, č. 5, s. 341–346. ISSN 0035-8843, 1478-7083. Dostupné na: doi:[10.1308/rcsann.2017.0053](https://doi.org/10.1308/rcsann.2017.0053)

HUNTER, John et al., 2011. Diagnosis and management of necrotizing fasciitis. *British Journal of Hospital Medicine* [online]. 2011, roč. 72, č. 7, s. 391–395. ISSN 1750-8460, 1759-7390. Dostupné na: doi:[10.12968/hmed.2011.72.7.391](https://doi.org/10.12968/hmed.2011.72.7.391)

- IWATA, Yohei et al., 2008. Five cases of necrotizing fasciitis: Lack of skin inflammatory signs as a clinical clue for the fulminant type. *The Journal of Dermatology* [online]. 2008, roč. 35, č. 11, s. 719–725. ISSN 0385-2407, 1346-8138. Dostupné na: doi:[10.1111/j.1346-8138.2008.00556.x](https://doi.org/10.1111/j.1346-8138.2008.00556.x)
- NOOR, Asif a Leonard R. KRILOV, 2021. Necrotizing Fasciitis. *Pediatrics In Review* [online]. 2021, roč. 42, č. 10, s. 573–575. ISSN 0191-9601, 1526-3347. Dostupné na: doi:[10.1542/pir.2020-003871](https://doi.org/10.1542/pir.2020-003871)
- SALATI, Sajad Ahmad, 2022. Necrotizing fasciitis – a review. *Polish Journal of Surgery* [online]. 2022, roč. 94, č. 4, s. 1–8. ISSN 0032-373X, 2299-2847. Dostupné na: doi:[10.5604/01.3001.0015.7676](https://doi.org/10.5604/01.3001.0015.7676)
- WANG, Yi-Shi, Chin-Ho WONG a Yong-Kwang TAY, 2007. Staging of necrotizing fasciitis based on the evolving cutaneous features. *International Journal of Dermatology* [online]. 2007, roč. 46, č. 10, s. 1036–1041. ISSN 0011-9059, 1365-4632. Dostupné na: doi:[10.1111/j.1365-4632.2007.03201.x](https://doi.org/10.1111/j.1365-4632.2007.03201.x)
- WONG, Chin-Ho et al., 2004. The LRINEC (Laboratory Risk Indicator for Necrotizing Fasciitis) score: A tool for distinguishing necrotizing fasciitis from other soft tissue infections*: *Critical Care Medicine* [online]. 2004, roč. 32, č. 7, s. 1535–1541. ISSN 0090-3493. Dostupné na: doi:[10.1097/01.CCM.0000129486.35458.7D](https://doi.org/10.1097/01.CCM.0000129486.35458.7D)
- WU, Haotian, Song LIU, Chunxia LI a Zhaohui SONG, 2021. Modified Laboratory Risk Indicator for Necrotizing Fasciitis (m-LRINEC) Score System in Diagnosing Necrotizing Fasciitis: A Nested Case–Control Study. *Infection and Drug Resistance* [online]. 2021, roč. Volume 14, s. 2105–2112. ISSN 1178-6973. Dostupné na: doi:[10.2147/IDR.S313321](https://doi.org/10.2147/IDR.S313321)

Význam video-EEG head-up tilt testu v diferenciálnej diagnostike krátkodobých porúch vedomia

The significance of the video-EEG head-up tilt test in the differential diagnosis of transient loss of consciousness

Kristína VALOVÁ

Univerzita Pavla Jozefa Šafárika v Košiciach, Lekárska fakulta

Abstrakt: Krátkodobé poruchy vedomia predstavujú diagnostickú výzvu vzhľadom na ich rôznorodú etiológiu, zahŕňajúcu neurologické, kardiologické a psychogénne príčiny. Video-EEG head-up tilt test (vEEG-HUT) je významnou diagnostickou metódou v diferenciálnej diagnostike synkopálnych stavov, epileptických záchvatov a psychogénnych záchvatov. Tento test kombinuje kontinuálne monitorovanie tlaku krvi, srdcovej frekvencie a zároveň elektroencefalografické monitorovanie spolu s video záznamom, čo umožňuje identifikáciu zmien aktivity mozgu a autonómnych reakcií spojených s poruchami vedomia.

Kľúčové slová: *Synkopa, psychogénna pseudosynkopa, epileptické záchvaty, video-EEG HUT, kardiainhibícia*

Abstract: Transient loss of consciousness presents a diagnostic challenge due to its diverse etiology, including neurological, cardiological, and psychogenic causes. The video-EEG head-up tilt test (vEEG-HUT) is a valuable diagnostic method in the differential diagnosis of syncope, epileptic seizures, and psychogenic seizures. This test combines continuous monitoring of blood pressure and heart rate with electroencephalographic recording and video documentation, allowing for the identification of brain activity changes and autonomic responses associated with consciousness disorders.

Keywords: *Syncope, psychogenic pseudosyncope, epileptic seizures, video-EEG HUT, cardioinhibition*

Úvod

Krátkodobé poruchy vedomia (TLOC) zahŕňajú prechodnú stratu vedomia krátkeho trvania (zvyčajne pár sekúnd až minút), rýchle a spontánne zotavenie a sú sprevádzané stratou posturálneho tonusu (1). TLOC je bežným javom v populácii, predstavuje 3 – 6 % ošetrovaných prípadov na oddelení urgentného príjmu, z toho približne 40 % vedie k hospitalizácii pacientov (2,3). Príčiny TLOC sa delia na traumatické a netraumatické formy. Traumatické príčiny straty vedomia sú zvyčajne hneď diagnostikované, preto je malé riziko zámieny za iné formy TLOC. Medzi najčastejšie netraumatické príčiny patrí synkopa, epilepsia a psychogénne príčiny (1).

Tabuľka č. 1 Netraumatické príčiny krátkodobej straty vedomia.

Synkopa	Epileptické záchvaty	Psychogénne TLOC
Reflexná Ortostatická hypotenzia Kardiogénna	Generalizované: -tonické -klonické -tonicko-klonické -atonické	Psychogénna pseudosynkopa Pseudoepilepsia

Indikácie Head up-tilt testu

Head up-tilt test (HUTT) sa používa na odhalenie nevysvetlenej TLOC pri absencii štrukturálneho ochorenia srdca a najmä pri podozrení na reflexnú synkopu (3). Cieľom je vyprovokovať priebeh straty vedomia a tým získať klinicko-patofyziologický korelát a tým dokázať príčinu synkopy (4). Síce diagnostika reflexnej synkopy sa opiera najmä o anamnézu, v mnohých prípadoch ju možno potvrdiť pomocou tilt-testu (5). HUTT sa uplatňuje aj v diagnostike syndrómu posturálnej ortostatickej tachykardie (POTS) a na posúdenie ortostatickej hypotenzie a oneskorenej ortostatickej hypotenzie (6). Ďalej sa indikuje v prípadoch častých výskytov TLOC, ktoré sú suspektne pre psychogénnu etiológiu alebo u starších pacientov na rozlíšenie synkopy a pádu. V prípade atypického priebehu TLOC s charakteristikami synkopy a komplikovaným diagnostickým prístupom, má prínos video-HUTT s EEG pretože môže byť užitočný na stanovenie definitívnej diagnózy (3).

Video-EEG záznam počas HUTT umožňuje kontrolu priebehu testu, o čo sa opiera samotný priebeh testu, poskytuje simultánne zaznamenávanie všetkých signálov a po teste je možné záznamy podrobne analyzovať (4).

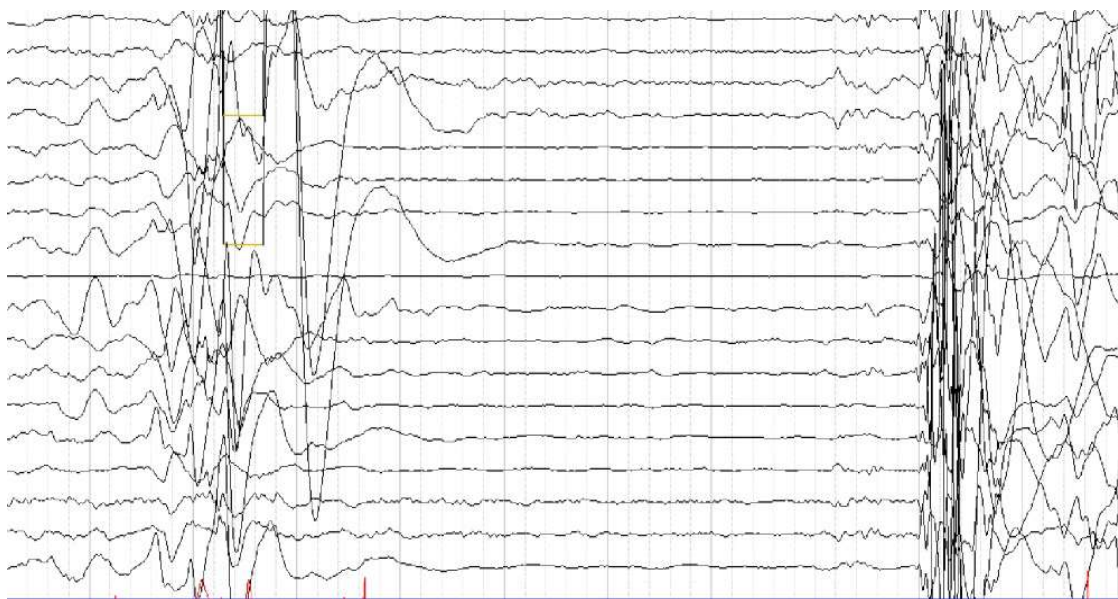
Zvyčajne sa využíva modifikovaný Taliansky protokol, ktorý pozostáva z 2 fáz – pasívnej a aktívnej. Pasívna fáza spočíva z naklonenia pacienta na sklonom stole do 60° uhla, zvyčajne trvá 15-20 minút, ak nie sú prítomné významné zmeny v tlaku krvi (TK), srdcovej frekvencii (SF) alebo EEG pacientovi sa aplikuje sublingválne 0,4mg NTG, čím sa začne aktívna fáza. Pacient počas testu je napojený na kontinuálne meranie TK, EKG a video-EEG monitoring. Test sa končí synkopou alebo bradykardiou až asystóliou alebo ak sa na EEG objavia známky hypoperfúzie mozgu. Pacient je z bezpečnostného hľadiska pripnutý pásom k sklopnému stolu počas celého trvania testu (8,6).

Zmeny na EEG počas synkopy

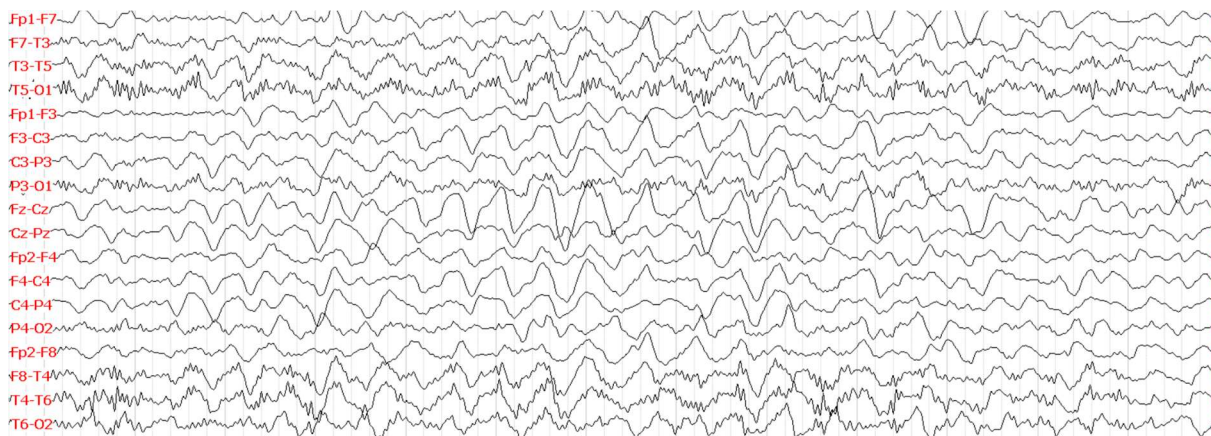
Synkopa je definovaná ako TLOC v dôsledku hypoperfúzie mozgu (9). Elektroencefalografia (EEG) je diagnostická metóda, ktorá umožňuje snímanie bioelektrickej aktivity mozgu. Ide o metódu, ktorá má kľúčové miesto v diagnostike epilepsie ako aj diferenciálnej diagnostike epileptických a neepileptických záchvatových stavov. Pri hodnotení EEG sledujeme frekvenciu (počet vln za sekundu v Hz, základné frekvencie v EEG – delta ≤ 3.5 Hz, theta 4 – 7.5 Hz, alfa 8 – 13 Hz a beta ≥ 13.5 Hz), amplitúdu, distribúciu (oblasť, v ktorej sa vzorec nachádza, fokálna – v 1 elektróde, regionálna – viac susediacich elektród, difúzna – vo všetkých elektródach), reaktivita (zmena aktivity pri otvorení očí), šírenie vzorca, symetria a synchrónnosť vzorca, rytmicita a periodicitá (opakovanie sa vln/vzorcov), perzistencia vzorca v EEG grafe. Počas HUT testu používame neinvazívne video-EEG so skalpovými elektródami zapojenými v medzinárodnom systéme 10-20 vo forme EEG čiapky, ktorá sa nasadí pacientovi na hlavu. Jedna kamera je umiestnená priamo pred tvárou pacienta, druhá kamera sníma celé telo. Úlohou video EEG monitoringu počas HUT je zlepšiť oddiferencovanie synkopy od nesynkopálnych stavov, pomôcť odlišiť konvulzívnu synkopu od epileptického záchvatu napríklad nálezom špecifických epileptiformných vzorcov ako sú hroty, ostré vlny alebo ich kombinácie s ložiskovým alebo generalizovaným výskytom. Tieto špecifické epileptiformné vzorce majú vysokú asociáciu s epilepsiou (viac ako 90 %), avšak môžu sa vyskytnúť aj u zdravých ľudí (cca 0.5 – 4 %). Nevyhnutná je preto obozretná interpretácia EEG záznamu bez tendencie zbytočne nadhodnocovať, čím sa predíde stanoveniu nesprávnej diagnózy a chybného liečebného postupu.

Sú opísané 2 EEG vzorce, ktoré sa vyskytujú u ľudí s HUT-indukovanou reflexnou synkopou a to vzorec spomalenie – oploštenie – spomalenie aktivity (slow-flat-slow pattern) a vzorec len spomalenia aktivity (slow-only pattern) (16,8). Predpokladá sa, že vzorec slow-flat-slow koreluje s výraznejšou cerebrálnou hypoperfúziou počas synkopy v porovnaní so vzorcom slow-only. Vzorec slow-only resp. prvá fáza spomalenia EEG aktivity (slow) pri vzorci slow-flat-slow vzniká, kde cerebrálny krvný prietok nie je ešte kriticky nízky alebo netrvá dostatočne dlho, aby došlo k rozvoju oploštenia EEG aktivity (flat). EEG oploštenie reprezentuje absenciu kortikálnej aktivity (10). Prvá fáza spomalenia aktivity je charakterizovaná prítomnosťou vysokoamplitúdových vln s poklesom ich frekvencie najskôr do pásma theta a potom do delta pásma v trvaní niekoľkých sekúnd. Potom v prípade vzorca slow-flat-slow nasleduje perióda oploštenia – flat, trvajúca tiež niekoľko sekúnd.

Obr. č.1 Slow-flat-slow obraz na EEG



Obr.č.2 Slow obraz na EEG



Odlíšenie epilepsie a synkopy

Synkopa a epileptický záchvat sú patofyziologicky dve rozličné entity, avšak ich prejavy môžu viesť ku veľmi podobnej klinickej prezentácii. V presynkopálnej fáze je zvyčajné, že sa pacienti potia, zívajú a sú viditeľne bledí. Počas synkopy je často pozorované dvíhanie rúk, myoklonické záškľby. Pri podrobnom sledovaní tváre na videu je možné vidieť otvorenie očí u pacientov v prípade, že ich mali zavreté, dilatované zrenice, bulby smerujúce dohora, pokles sánky, otočenie hlavy alebo pokles hlavy (3,9).

Na video zázname počas synkopy je popisovaná anteflexia ramena, flexia lakt'a a súčasná jemná exorotácia ramena a supinácia zápästia, v ojedinelých prípadoch opistotonus. (7). Po synkope sú pacienti po prebratí orientovaní, môže krátko ešte pretrvávať bledosť či opotenie, avšak rekonvalescencia je zvyčajne veľmi rýchla (8).

Jednoducho pozorovateľné motorické prejavy na videách z klinického či domáceho prostredia môžu mať významnú diagnostickú hodnotu, najmä počet myoklonických záškľbov. TLOC s menej ako 10 záškľbmi je príznačný pre synkopu, zatiaľ čo TLOC s viac ako 20 záškľbmi poukazuje na konvulzívny záchvat podľa tzv. 10/20 pravidiel (7).

Epileptické kŕče majú tendenciu trvať podstatne dlhšie ako epizódy synkopy a sú sprevádzané významným postiktálnou znátenosťou a dezorientáciou. Kŕče bývajú rytmické, intenzívne a bilaterálne (13).

Typickým znakom epilepsie je laterálne zahryznutie do jazyka, cyanotická farba tváre počas záchvatu. Epileptický TLOC typicky nasleduje po aure. Pacienti majú retrográdnú amnéziu na udalosť (14).

Prínos video-EEG HUTT v diferenciálnej diagnostike krátkodobých porúch vedomia

Na vzniku reflexnej synkopy sa podieľajú vazodepresorické a kardiinhibičné mechanizmy. Oba môžu spôsobiť synkopu, avšak vo väčšine prípadov sa uplatňujú oba naraz. Spôsob akým vazodepresorický mechanizmus prispieva k vzniku synkopy ostáva kontroverzný, predpokladá sa, že primárne je spôsobený venóznym poolingom v dolných častiach tela, čo vedie k zníženiu venózneho návratu do srdca a poklesu srdcového výdaja (6). Kardiinhibičný mechanizmus je primárne spôsobený zvýšením vágového tonusu, čoho dôsledkom je prolongovaná asystólia (zvyčajne viac ako 3s), ktorá sama osebe spôsobuje hypotenziu. Ak asystólia trvá dostatočne dlho, výsledkom je strata vedomia navodená hypoperfúziou mozgu zhruba 6 až 8 sekúnd po poslednom údere srdca. Prítomnosť asystólie počas vazovagálnej reakcie môže navádzať odborníkov na zvažovanie terapie trvalej kardiostimulácie alebo kardiostimulácie. Pomocou video-EEG HUT záznamu je možné stanoviť kedy začína asystólia, ako dlho trvá a kedy nastáva porucha vedomia. Ak asystólia nastáva po vzniku TLOC, nemôže sa podieľať na strate vedomia. Podobne ak asystólia začína do 3 sekúnd pred TLOC, asystólia nie je pravdepodobne príčinou synkopy. Naopak ak asystólia nastane viac ako 3 s pred TLOC je príčinou straty vedomia (7, 15).

V jednej tretine prípadov tilt-testom navodenej kardiinhibičnej reakcie nastala asystólia príliš neskoro na to, aby bola primárnou príčinou prechodnej straty vedomia (9). U pacientov s tzv. pozdnou asystóliou je málo pravdepodobné, že budú profitovať z trvalej kardiostimulácie. Väčšina pacientov s VVS stráca vedomie v dôsledku hypotenzie skôr, než dôjde k výraznej bradykardii alebo asystólíi. Pacienti, ktorí profitujú z trvalej kardiostimulácie, sú zvyčajne starší, s výraznými symptómami, neskorým nástupom, častou recidívou synkopy, krátkymi alebo žiadnymi prodrómami a preukázanou závažnou kardiinhibíciou. U pacientov s VVS sa odporúča konzervatívny prístup. Použitie kardiostimulácie pri VVS by sa malo obmedziť na malú podskupinu symptomatických starších pacientov s jasne dokumentovanou kardiinhibíciou a s dôrazom na presné načasovanie straty vedomia vo vzťahu k asystólíi/bradykardii (16).

Kardiostimulácia pri synkope – odporúčania podľa ESC Guidelines

Trvalá kardiostimulácia (TKS) sa na zníženie recidív synkopy môže zväziť u pacientov ktorí majú viac ako 40 rokov v prípade ak majú dokumentované symptomatické asystolické pauzy nad 3 sekundy, alebo asymptomatické asystolické pauzy nad 6 sekúnd spôsobené zastavením sinoatriálneho (SA) uzla alebo pri atrioventrikulárnej (AV) blokáde. U pacientov s kardiinhibičným typom VVS indukovaným tilt-testom sa môže zväziť TKS v prípade, ak sú synkopy rekurentné, časté, nepredvídateľné. U pacientov bez kardiinhibičnej reakcie sa TKS neodporúča (2).

Diagnostika psychogénnej pseudosynkopy a psychogénnej pseudoepilepsie

Psychogénna pseudosynkopa (PPS) a psychogénna pseudoepilepsia (PNES) sa vyskytuje častejšie u ženského pohlavia a často sa v anamnéze pacienta vyskytujú súbežne aj psychiatrické ochorenia a užívaním psychiatrických liekov. Medián trvania zjavnej straty vedomia je dlhší ako u pacientov s VVS. Počas epizódy majú pacienti zatvorené oči (97 % prípadov ale len u 7 % pacientov s VVS). Na video zázname je dokumentované náhle zosunutie pacienta zo sklopného stola, až pád dopredu oproti popruhom. Mimovoľné záškľby sú často popisované počas VVS, avšak zriedkavo prítomné pri PS. Po prebratí je niekedy popisovaný plač pacienta. Prebratie pacienta môže byť spojené s teatrálnymi prejavmi. Kontinuálne meranie ukázalo, že SF aj TK boli zvýšené pred zdanlivou prechodnou stratou vedomia (TLOC) aj počas nej, pričom zvyšovanie SF sa začalo pred samotnou udalosťou. EEG záznam je bez zmeny, bez prejavov hypoperfúzie mozgu, počas epizódy je prítomný normálny alfa rytmus. Video-EEG HUT môže poskytnúť definitívnu diagnózu PPS nálezom typickej symptomatológie a absenciou EEG zmien (17,18).

Záver

Video-EEG head-up tilt test predstavuje cenný diagnostický nástroj v diferenciálnej diagnostike krátkodobých porúch vedomia. Správna interpretácia výsledkov video EEG-HUT môže významne prispieť k redukcii diagnostických omylov pri odlíšení jednotlivých typov krátkodobých porúch vedomia, optimalizácii liečby a zníženiu zbytočného používania farmakoterapie. V istých prípadoch môže ušetriť pacienta aj od nesprávne indikovanej a neefektívnej kardiostimulačnej alebo ablačnej terapie.

Literatúra:

1. SAAL, Dirk P. a VAN DIJK, J. Gert, 2014. Classifying syncope. Online. *Autonomic Neuroscience*. Roč. 184, s. 3-9. ISSN 15660702.
2. European Society of Cardiology. 2018 ESC Guidelines for the diagnosis and management of syncope, *European Heart Journal*, Volume 39, Issue 21, 01 June 2018, Pages 1883–1948,
3. NINNI, Sandro; KOUAKAM, Claude; SZURHAJ, William; BAILLE, Guillaume; KLUG, Didier et al., 2019. Usefulness of head-up tilt test combined with video electroencephalogram to investigate recurrent unexplained atypical transient loss of consciousness. Online. *Archives of Cardiovascular Diseases*. Roč. 112, č. 2, s. 82-94. ISSN 18752136.
4. MITRO, Peter; ŠIMURDA, Miloš a MÜLLER, Ervin, 2017. Clinical characteristics associated with bradycardia and asystole in patients with syncope undergoing long-term electrocardiographic monitoring with implantable loop recorder. Online. *Wiener klinische Wochenschrift*. Roč. 129, č. 13-14, s. 451-457. ISSN 0043-5325.
5. Saal, D.P., Thijs, R.D., van Dijk, J.G., Tilt table testing in neurology and clinical neurophysiology, *Clinical Neurophysiology* (2015),
6. VAN DIJK, J. Gert; GHARIQ, Maryam; KERKHOF, Fabian I.; REIJNTJES, Robert; VAN HOUWELINGEN, Marc J. et al., 2020. Novel Methods for Quantification of Vasodepression and Cardioinhibition During Tilt-Induced Vasovagal Syncope. Online. *Circulation Research*. 2020-08-14, roč. 127, č. 5. ISSN 0009-7330.
7. THIJS, Roland D.; BRIGNOLE, Michele; FALUP-PECURARIU, Cristian; FANCIULLI, Alessandra; FREEMAN, Roy et al., 2021. Recommendations for tilt table testing and other provocative cardiovascular autonomic tests in conditions that may cause transient loss of consciousness. Online. *Clinical Autonomic Research*. Roč. 31, č. 3, s. 369-384. ISSN 0959-9851.
8. SHMUELY, Sharon; BAUER, Prisca R.; VAN ZWET, Erik W.; VAN DIJK, J. Gert a THIJS, Roland D., 2018. Differentiating motor phenomena in tilt-induced syncope and convulsive seizures. Online. *Neurology*. 2018-04-10, roč. 90, č. 15. ISSN 0028-3878.
9. Van Dijk JG, Thijs RD, Benditt DG, Wieling W. A guide to disorders causing transient loss of consciousness: focus on syncope. *Nat Rev Neurol* 2009; 5: 438–48.
10. BRENNER, Richard P., 1997. Electroencephalography in Syncope. Online. *Journal of Clinical Neurophysiology*. Roč. 14, č. 3, s. 197-209. ISSN 0736-0258.
11. VAN DIJK, J. Gert; THIJS, Roland D.; VAN ZWET, Erik; TANNEMAAT, Martijn R.; VAN NIEKERK, Julius et al., 2014. The semiology of tilt-induced reflex syncope in relation to electroencephalographic changes. Online. *Brain*. 2014-2-01, roč. 137, č. 2, s. 576-585. ISSN 1460-2156.
12. MERCADER, M A. New insights into the mechanism of neurally mediated syncope. Online. *Heart*. Roč. 88, č. 3, s. 217-221. ISSN 00070769
13. SHELDON, Robert, 2015. How to Differentiate Syncope from Seizure. Online. *Cardiology Clinics*. Roč. 33, č. 3, s. 377-385. ISSN 07338651.
14. COLMAN, N.; NAHM, K.; VAN DIJK, J. G.; REITSMA, J B.; WIELING, W. et al., 2004. Diagnostic value of history taking in reflex syncope. Online. *Clinical Autonomic Research*. Roč. 14, č. S1, s. i37-i44. ISSN 0959-9851
15. SAAL, Dirk P.; THIJS, Roland D et al., 2017. Temporal Relationship of Asystole to Onset of Transient Loss of Consciousness in Tilt-Induced Reflex Syncope. Online. *JACC: Clinical Electrophysiology*. Roč. 3, č. 13, s. 1592-1598. ISSN 2405500X.
16. VAN WESTRHENEN, Anouk; SHMUELY et al., 2021. Timing of syncope in ictal asystole as a guide when considering pacemaker implantation. Online. *Journal of Cardiovascular Electrophysiology*. Roč. 32, č. 11, s. 3019-3026. ISSN 1045-3873.
17. BENBADIS, Selim R. a CHICHKOVA, Rossitza, 2006. Psychogenic pseudosyncope: An underestimated and provable diagnosis. Online. *Epilepsy & Behavior*. Roč. 9, č. 1, s. 106-110. ISSN 15255050.
18. RAJ, Vidya; ROWE, Ama A.; FLEISCH, Sheryl B.; PARANJAPPE, Sachin Y.; ARAIN, Amir M. et al., 2014. Psychogenic Pseudosyncope: Diagnosis and Management. Online. *Autonomic Neuroscience*. Roč. 184, s. 66-72. ISSN 15660702.

Spájanie údajov o premenných hviezdach: Integrovaný online katalóg a nástroje na analýzu svetelných kriviek

Bringing Together Variable Star Data: An Integrated Online Catalog and Light Curve Toolkit

Olga VOZYAKOVA

Univerzita Pavla Jozefa Šafárika v Košiciach, Prírodovedecká fakulta.

Abstrakt: Moderné automatizované prehliadky zhromažďujú obrovské množstvo pozorovacích údajov, pričom terabajty dát sú uložené na serveroch rôznych inštitúcií a sú prístupné cez rôzne online služby. Rôznorodosť zdrojov údajov, rozhraní a metód extrakcie motivuje vývoj jednotného rozhrania, ktoré poskytuje centralizovaný pohľad na jednotlivé objekty. Zameriavame sa na agregáciu rôznych súborov údajov o zákrytových dvojhviezdach, ktoré zohrávajú dôležitú úlohu v stelárnej astrofyzike.

Kľúčové slová: *Premenné hviezdy, zákrytové dvojhviezdy, Virtuálne observatórium, svetelná krivka, katalógy premenných hviezd.*

Abstract: Modern automated surveys collect vast amounts of observational data, with terabytes of data stored on servers at multiple institutions and accessible via online services. The diversity of data sources, interfaces, and extraction methods motivates the development of a unified interface that provides a centralised view of individual objects. We focus on aggregating diverse datasets on eclipsing binary stars, which play an important role in stellar astrophysics.

Keywords: *variable stars, eclipsing binaries, Virtual Observatory, light curve, variable star catalogues.*

Eclipsing binaries

A variable star is a star whose brightness changes over time. Most stars are variable to some extent, even the Sun. The causes of variability differ: some stars pulsate (e.g., Cepheids), while others have spots that affect brightness as they rotate. In some variable stars, the observed brightness variations are not caused by internal stellar processes. Instead, they belong to binary systems where periodic eclipses cause changes in brightness. This work focuses on *eclipsing binaries*, the most common class of variable stars.

A binary star is a system of two gravitationally bound stars orbiting each other. If their orbit aligns with an observer's line of sight, the stars eclipse or transit each other, producing periodic dips in brightness. This produces a characteristic light curve shape. Figure 1 illustrates this process. In this example, the primary minimum (i.e., the deepest dip) occurs when the smaller but brighter star is eclipsed by the larger, cooler companion.

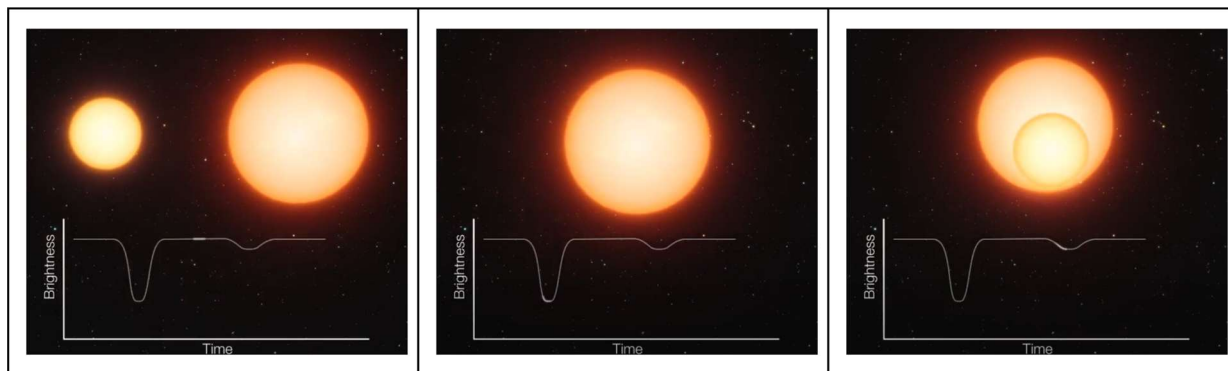


Fig. 1 Artist's impression of an eclipsing binary star system. Screenshots from video courtesy of the European Southern Observatory (ESO)/L. Calçada.

The Astrophysical Importance of Eclipsing Binaries

Eclipsing binaries play a crucial role in astrophysics. Their orbital geometry enables the determination of fundamental stellar parameters – masses, radii, and temperatures – independently of the system's distance. This makes them essential for testing stellar evolution theories (Hilditch, 2001).

The shape of an eclipsing binary light curve reveals orbital and stellar properties. It provides the orbital period and inclination; relative stellar radii, luminosity ratio, and photometric mass ratio. Combined with radial velocity curves, it allows us to determine *absolute* stellar parameters.

Modern algorithms make it possible to model light and radial velocity curves across a wide range of binary system parameters and to solve the inverse problem – that is, to infer system properties from observed data. Figure 2 illustrates the dependence of eclipse width on the relative stellar radii. The plot was generated using the PHOEBE 2 code (Prša et al., 2016).

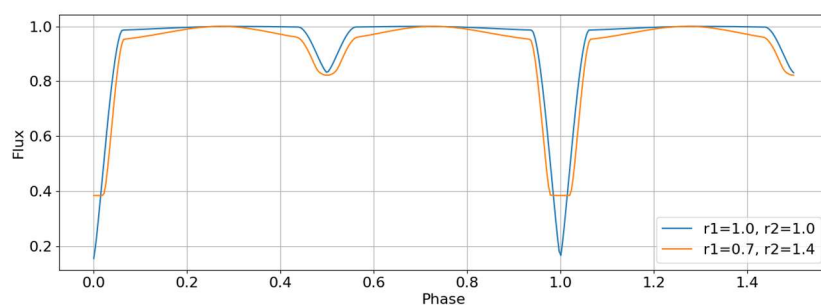


Fig. 2 Light curves of eclipsing binaries generated for different star radius ratios: a larger ratio results in wider minima. The light curves were generated using PHOEBE 2 code (PRŠA, A. et al., 2016).

Short History of Variable Star Catalogues

The phenomenon of brightness variation in stars has been known since antiquity, but it was not until the 18th century that regular observations of variable stars began, alongside efforts to explain this phenomenon.

The variability of the well-known bright eclipsing binary Algol (Beta Persei) is thought to have been discovered by Geminiano Montanari, who made the first recorded observations of the star in 1669 (Ybarra, J., 2018). However, systematic observations of variable stars did not begin until the early 19th century.

The first observations were conducted visually, comparing the current brightness of a variable star with nearby comparison stars. This visual method remains in use among some amateur astronomers. To illustrate this, a light curve of Algol was plotted using data from the AAVSO (AAVSO International Database), including only visual observations made between 1900 and 1950 (Figure 3). The curve shows a quasi-regular pattern, caused by the rounded magnitudes (to one decimal place).

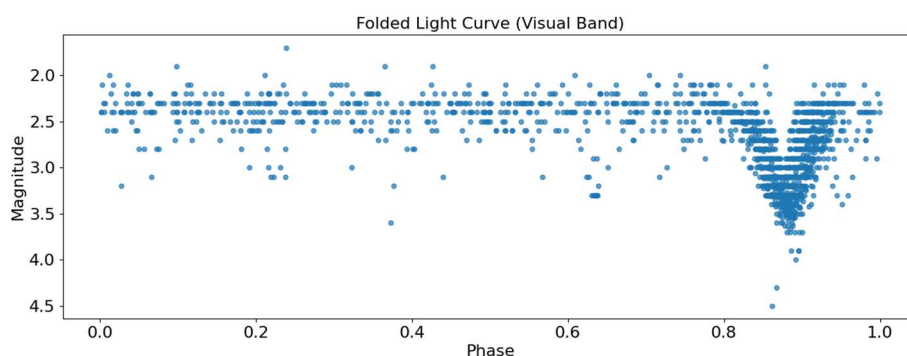


Fig. 3 Folded light curve of Algol in the Visual Band

The discovery and observation of variable stars became truly systematic with the introduction of photographic plates in astronomy. The appearance of photoelectric photometers increased observational precision, and the widespread use of CCD cameras combined both high precision and wide-field observations.

Since 1990, astronomical observations have changed dramatically with the launch of large-scale surveys, both ground-based and space-based, such as MACHO, OGLE, TESS, and Gaia. Although the detection of new variable stars was not the main objective of these projects – they focused on studying dark matter, searching for exoplanets, and mapping our Galaxy – their wide sky coverage and time-series observations triggered the large-scale discovery of these stars.

As a result, observational astronomy became a time-domain science, working with Big Data.

Growth of the Number of Published Variable Stars

Figure 4 demonstrates the growth in the number of catalogued variable stars in the Milky Way galaxy. The left figure shows the number of variable stars published up until 1990. The story begins with Edward Pigott, who published a list of 12 variable stars in 1786 (Zsoldos, E., 1994). Over the 19th century, multiple short catalogues were compiled. In the first half of the 20th century, the Astronomische Gesellschaft's catalogue with ephemerides already contained thousands of variable stars (Schweitzer, E.). In the second half of the 20th century, several issues of the General Catalogue of Variable Stars (GCVS) were published, with the fourth edition listing 28 435 classified variable stars in the Milky Way (Samus, N. N., 2005).

The right figure is presented on a logarithmic scale to show the full range of data up to Gaia DR3, which contains around 9.5 million variable stars, with more than 2 million eclipsing binaries among them (Gaia Collaboration, A. Vallenari, et al. 2023).

Until 1990, variable star catalogues were printed on paper, in journals or books. The information about stars was collected on indexed cards, stored in special drawers of an index card cabinet, and later used to create the published catalogues.

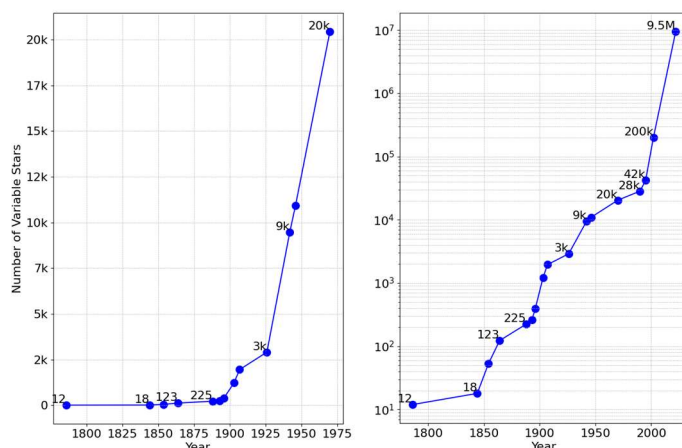


Fig. 4 Growth of Variable Star Catalogues. The numbers next to the dots represent the number of stars in each catalogue. Left: the number of variable stars published up until 1990. Right: the full range of data up to Gaia DR3 presented in a logarithmic scale.

Big Data and Virtual Observatories

Modern astronomical surveys have drastically changed the process of astronomical data analysis. Thanks to automated surveys, astronomy has become a science operating with Big Data. These surveys are time-domain, meaning each sky field is imaged multiple times. This approach enables the study of transient phenomena such as supernovae, active galactic nuclei, microlensing events, and exoplanet transits. Most importantly for us, it has led to the discovery of millions of variable stars.

Time-series data, gathered at different epochs and with varying cadences, not only help determine the properties of variable stars but also provide clues about their long-term evolution. In the case of eclipsing binaries, changes in system properties can be observed on a human lifetime scale, making archived observational data invaluable for uncovering interesting system features. In particular, period changes may result from mass transfer between components, mass loss, or magnetic braking. Changes in light curve shape, such as a shift in the secondary minimum due to apsidal motion, can indicate tidal interactions between the components or the presence of a third body (Kallrath, J., & Milone, J. F., 2009).

Astronomy relies on an open data policy. Following a well-established tradition, most data become publicly available after a proprietary period, typically no longer than 12 months. Without doubt, the entire astronomical community benefits from this approach.

Modern surveys generate terabytes of data, which are stored on servers across various institutions. The *Virtual Observatory* is a system of data archives and software tools that allow users to access data from multiple telescopes and observatories without directly interacting with individual databases.

IGEBC portal

The diversity of data sources, interfaces, and extraction methods motivates the development of a unified interface that integrates available astronomical data sources and provides a centralised view of individual objects. This work focuses on aggregating heterogeneous datasets on eclipsing binary stars.

As a first step, we aggregate system parameters and light curves from Gaia, ASAS-SN, and TESS surveys.

Figure 5 shows the light curves of the same star taken from these sources. These light curves present different photometric bands, time cadence, and precision.

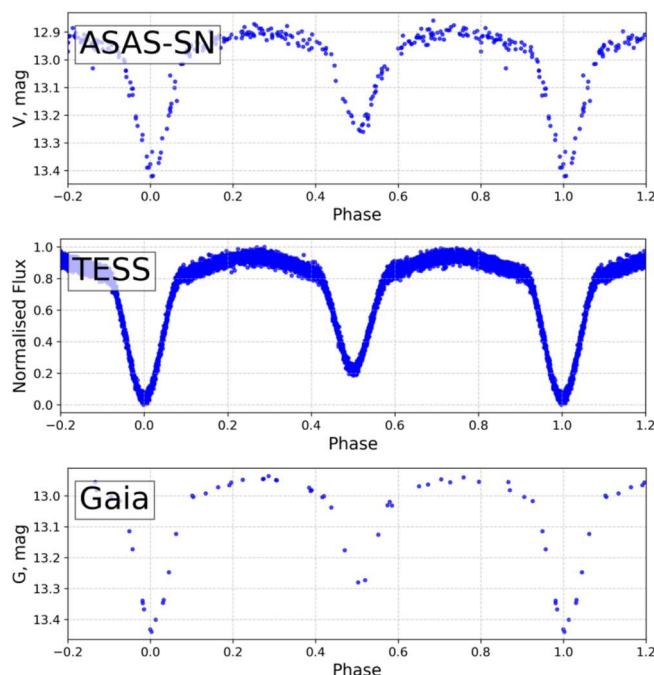


Fig. 5 Folded light curves of the OGLE GD-ECL-01968 star from different surveys: ASAS-SN (top), TESS(middle), Gaia (bottom)

Gaia is a space observatory launched by ESA in 2013, which mapped nearly 2 billion stars before it ended operations in 2025. Its third data release (2022) provides astrometry, photometry, and variability data. Gaia serves as the foundation of our database.

ASAS-SN (The All-Sky Automated Survey for Supernovae) is a ground-based survey designed to monitor the entire sky for transient events, primarily focusing on detecting supernovae (Kochanek, C.S. et al., 2017).

TESS (Transiting Exoplanet Survey Satellite) is a space mission that conducts a nearly all-sky survey, focusing on bright stars near the Earth across a wide range of stellar types (Ricker, G.R. et al., 2015). The mission was launched in 2018 and continues to the present day.

To provide eclipsing binary properties, we use two tables from Gaia DR3:

From the `gaia_source` table, we extract basic information such as sky coordinates, parallax, magnitudes, and stellar parameters related to the physical properties of the stars.

From the `vari_eclipsing_binary` table, we take photometric parameters that describe the binary system. These parameters were derived from Gaia photometric light curves.

Additionally, we extract the light curves themselves from Gaia DR3.

The light curves may also be extracted from the ASAS-SN and TESS surveys, if available there.

Portal short description

The web portal can be found at <https://skvo.science.upjs.sk/igebc>.

An object may be queried by specifying either its name or coordinates. The coordinate search, called “Cone Search”, is performed within a defined radius around the selected coordinates. The results are presented in both a table and an interactive sky map.

The detailed view of a selected object includes information extracted from the Gaia tables, alongside links to pages with light curves.

The light curve visualisation page displays the observational data and provides tools for cleaning and storing it on the user’s computer.

Additional pages are dedicated to TESS data. Users can build and store light curves from “cutouts”, which are stacks of images cut out around an object from the full TESS image.

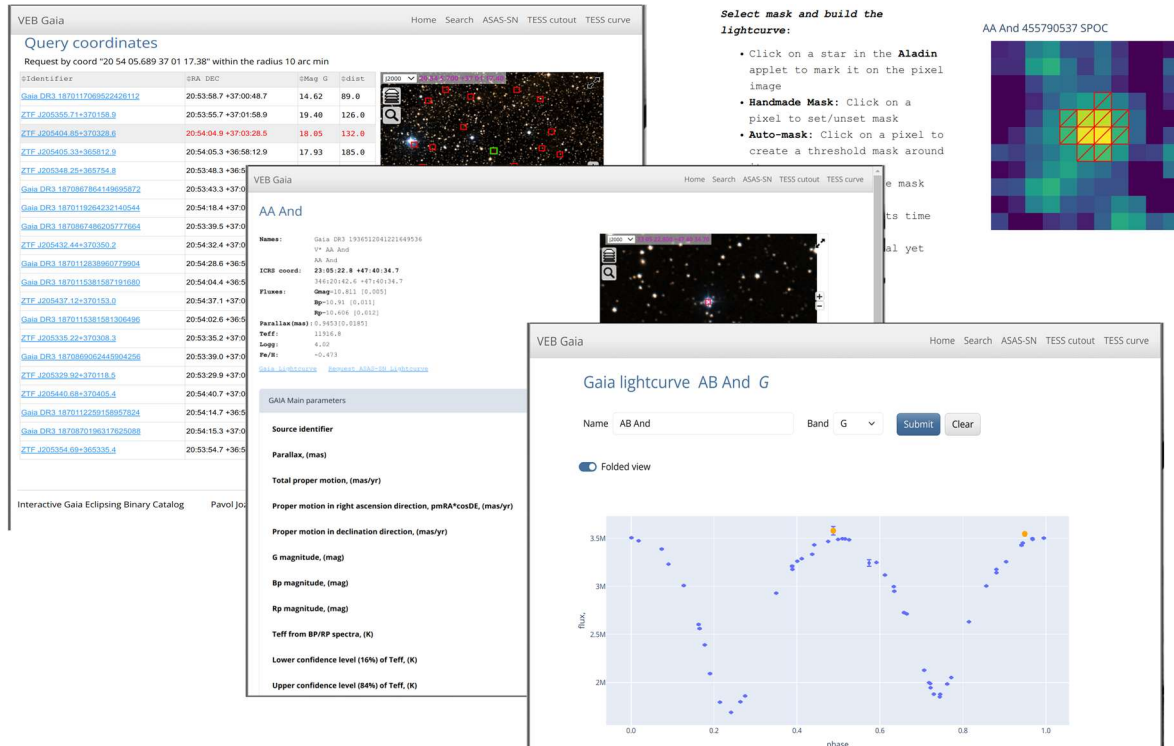


Fig. 6 Screenshots of the IGEBC portal.

Implementation details

The IGEBC project comprises two main components: a database and a web application. All data extracted from the Gaia release are stored in the local PostgreSQL database on the university server. This local storage speeds up data processing and ensures independence from potential fluctuations in remote server availability.

ASAS-SN and TESS are connected externally. Instead of storing the entire dataset in a local database, we have implemented “connectors” to bring the data together into the same interface. We use caching to speed up access and reuse previously downloaded data.

The web portal is built using the Dash Plotly framework (Plotly Technologies Inc., 2024). This choice was made because Python scripts are easy to maintain, while Dash Plotly supports the development of complex multi-page applications. It also enables the use of JavaScript for fast client-side callbacks, improving the responsiveness of the application.

Access to ASAS-SN data is implemented via the ASAS-SN SkyPatrol client (Hart et al., 2023), with minor modifications to ensure stability within the user interface.

TESS “cutouts” handling and light curve extraction are managed using the Lightkurve package (Lightkurve Collaboration, 2018). As Lightkurve was originally tailored for use with Matplotlib in Jupyter notebooks, slight adjustments were required to adapt it for integration with the Plotly-based interface. The package also includes useful tools such as periodogram analysis, which we plan to incorporate in future versions of the portal.

Conclusions and Future Plans

We expect that the IGEBC portal will allow researchers to focus on the astronomical object, extracting as much data as possible through a user-friendly graphical interface. The potential benefits include refined classifications, the discovery of new transient phenomena, and more. The portal could also serve as a tool for collecting datasets to train supervised machine learning models.

Looking ahead, we anticipate the availability of new resources, such as the Plato mission and LSST, and will aim to integrate them as they become publicly accessible.

To enhance the portal's functionality, we will introduce more advanced tools for light curve analysis, including periodograms and tools for period change analysis (O-C tool).

We also plan to create a page where all available photometric data for a selected object can be compiled and transformed into a unified photometric system.

It is worth noting that a large amount of multi-epoch observational data stored by individual observers on local computers remains untapped and inaccessible to the community. We plan to deploy a database for storing data from small and medium-sized telescopes and connect it to the portal.

References

- AAVSO International Database (AID). [online] American Association of Variable Star Observers. Available at: <https://www.aavso.org/aavso-international-database-aid> [Accessed 3 Apr. 2025].
- Berichtigungen zu Katalog und Ephemeriden veränderlicher Sterne für 1927, Seite 64. In: *Astronomische Nachrichten*, 229, p. 427. ISSN 0004-6337.
- Gaia Collaboration, A. Vallenari, et al. 2023. Gaia Data Release 3. Summary of the content and survey properties. In: *Astronomy & Astrophysics*. 674, A1. ISSN 0004-6361.
- HART, K et al., 2023. ASAS-SN Sky Patrol V2.0. In: arXiv:2304.03791 [astro-ph.IM].
- HILDITCH, R. W., 2001. *An Introduction to Close Binary Stars*. Cambridge University Press. ISBN 978-0-521-24106-9.
- KALLRATH, J. & MILONE, E. F., 2009. *Eclipsing Binary Stars: Modeling and Analysis*. Springer. ISSN 0941-7834
- KOCHANÉK, C. S. et al., 2017. The All-Sky Automated Survey for Supernovae (ASAS-SN) Light Curve Server v1.0. In: *Publications of the Astronomical Society of the Pacific*. Vol. 129, pp. 104502. ISSN 0004-6280.
- Lightkurve Collaboration, 2018. Lightkurve: Kepler and TESS time series analysis in Python. In: *Astrophysics Source Code Library*, record ascl:1812.013.
- RICKER, G. R. et al., 2015. Transiting Exoplanet Survey Satellite (TESS). In: *Journal of Astronomical Telescopes, Instruments, and Systems*. Vol. 1, p. 014003. ISSN 2329-4124.
- Plotly Technologies Inc., 2024. Dash Layout. <https://dash.plotly.com/layout> [Accessed: 1 May 2025]
- PRŠA, A. et al., 2016. Physics of Eclipsing Binaries. II. Toward the Increased Model Fidelity. In: *The Astrophysical Journal Supplement Series*. Vol. 227, no. 1, p. 29. ISSN 0067-0049.
- SAMUS, N. N., 2005. Глава 1. Общие сведения о переменных звёздах. 1.2. Краткий исторический очерк. История каталогов переменных звезд. Available at: http://heritage.sai.msu.ru/ucheb/Samus/1_2.html [Accessed: 3 April 2025].
- SCHWEITZER, E. *The Names and Catalogues of Variable Stars*. French Association of Variable Star Observers (AFOEV) [online]. Available at: <https://cdsarc.u-strasbg.fr/afoev/var/edenom.htx> [Accessed: 3 April 2025].
- YBARRA, J., 2018. This Month in Astronomical History. [online] American Astronomical Society. Available at: <https://aas.org/posts/news/2018/07/month-astronomical-history-0> [Accessed 3 Apr. 2025].
- ZSOLDOS, E., 1994. Three Early Variable Star Catalogues. In: *Journal for the History of Astronomy*. Vol. 25, no. 2, p. 92-98. ISSN 0021-8286.

Potenciálne protinádorové účinky scytonemínu izolovaného z cyanobaktérie *Nostoc commune* na modeli akútnych leukemických buniek

Potential antitumor effects of scytonemin isolated from the cyanobacterium Nostoc commune in an acute leukemia cell model

Simona ŽILÁKOVÁ¹, Dominika ŠEBOVÁ¹, Viktória MEDVECOVÁ¹, Michal GOGA², Martin KELLO¹

¹ Univerzita Pavla Jozefa Šafárika v Košiciach, Lekárska fakulta

² Univerzita Pavla Jozefa Šafárika v Košiciach, Prírodovedecká fakulta

Abstrakt: V posledných desaťročiach sa cyanobaktérie ukázali ako sľubní kandidáti vo vývoji nových terapeutických prístupov, najmä pri liečbe nádorových ochorení. Scytonemín je alkaloidný sekundárny metabolit produkovaný niektorými druhmi cyanobaktérií žijúcimi predovšetkým v extrémnych environmentálnych podmienkach. Scytonemín sa vyznačuje antioxidačnými, protizápalovými a fotoprotektívnymi vlastnosťami. Najnovšie štúdie naznačujú jeho potenciál ako protinádorovej látky voči rôznym hematologickým malignitám. Scytonemín preukázal schopnosť indukovať apoptotickú bunkovú smrť prostredníctvom aktivácie kaspázovej kaskády a narušenia mitochondriálneho membránového potenciálu. Cieľom tejto práce bolo preskúmať cytotoxické účinky scytonemínu izolovaného z cyanobaktérie *Nostoc commune* na akútne leukemické bunky Jurkat a HL-60 so zameraním na indukciu apoptózy.

Kľúčové slová: Cyanobaktérie, scytonemín, akútna leukémia, cytotoxicita, apoptóza

Abstract: In recent decades, cyanobacteria have emerged as promising candidates in the development of new therapeutic approaches, particularly for cancer treatment. Scytonemin is an alkaloid secondary metabolite produced by certain species of cyanobacteria living mainly in extreme environmental conditions. Scytonemin is characterized by its antioxidant, anti-inflammatory, and photoprotective properties. Recent studies suggest its potential as an anticancer agent against various hematological malignancies. Scytonemin has demonstrated the ability to induce apoptotic cell death through the activation of the caspase cascade and disruption of mitochondrial membrane potential. The aim of this study was to investigate the cytotoxic effects of scytonemin isolated from the cyanobacterium *Nostoc commune* on acute leukemic cells Jurkat and HL-60, with a focus on apoptosis induction.

Keywords: Cyanobacteria, scytonemin, acute leukemia, cytotoxicity, apoptosis

Úvod

Cyanobaktérie sa vyznačujú schopnosťou syntetizovať široké spektrum sekundárnych metabolitov v dôsledku ich rozsiahlej geografickej distribúcie. Sekundárne metabolity umožňujú cyanobaktériám prispôbiť sa rôznym environmentálnym stresovým podmienkam, nielen v sladkovodných a morských ekosystémoch, ale aj v extrémnych prostrediach, vrátane oblastí s nadmerným suchom a slnečným žiarením. Medzi najvýznamnejšie bioaktívne zlúčeniny produkované cyanobaktériami patria flavonoidy, terpény, saponíny, vitamíny, fenoly, pigmenty a mnohé ďalšie (Bouyahya et al., 2024; Ručová D., 2023). Sekundárne metabolity môžeme na základe chemickej štruktúry kategorizovať na alkaloidy, oligopeptidy, terpenoidy, flavonoidy, polyketidy, polysacharidy a mnohé ďalšie. Komplexná databáza CyanoMetDB uvádza viac ako 2000 sekundárnych metabolitov cyanobaktérií (Jones et al., 2021). K najvýznamnejším producentom sekundárnych metabolitov patria sinice z radu *Oscillatoriales*, najmä členovia rodu *Lyngbya*. Zástupcovia radu *Nostocales* sú ďalším významným producentom bioaktívnych zlúčenín (Demay et al., 2019).

Cytotoxické účinky cyanobakteriálnych zlúčenín na ľudské nádorové bunky sú intenzívne študované, pričom niektoré zlúčeniny vykazujú účinky už v nanomolárnom rozsahu (Varnali and Edwards, 2010). V posledných rokoch bolo z morských cyanobaktérií, najmä z bentických foriem, izolovaných a identifikovaných množstvo prírodných zlúčenín, čo odhalilo ich značný potenciál pre objav nových protinádorových zlúčenín alebo kľúčových štruktúr na vývoj nových liekov. Zistilo sa, že niektoré zlúčeniny z morských cyanobaktérií pôsobia ako apoptotické induktory (do Rosário Martins and Costa, 2015; Molinski et al., 2009). Apoptóza, špecifická forma programovanej bunkovej smrti, je kľúčovým mechanizmom pri liečbe nádorových ochorení (Singh and Lim, 2022). Sekundárne metabolity izolované z morských bentických cyanobaktérií *Anabaena spp.* majú schopnosť indukovať apoptózu v bunkách akútnej myeloidnej leukémie s typickými morfológickými znakmi apoptózy, vrátane kondenzácie chromatinu, fragmentácie jadra a vzniku apoptotických teliesok (Costa et al., 2012; Oftedal et al., 2010).

Kryptofycíny predstavujú unikátnu skupinu 16-členných makrolidov izolovaných z cyanobaktérie *Nostoc sp.* Sú známe ako antimitotické látky, ktoré pôsobia ako deaktivátory proteínu Bcl-2 a indukujú rýchlejšiu apoptózu pri výrazne nižších koncentráciách v porovnaní s klinicky používanými zlúčeninami (Eggen and Georg, 2002). V inej štúdii bola cyanobakteriálna zlúčenina kuracín A skúmaná ako potenciálne protinádorové činidlo na bunkových nádorových líniiach (prsník, vaječníky, prostata a leukémia). Kuracín A nepreukázal žiadnu cytotoxicitu na zdravú ľudskú bunkovú líniu GM05654, avšak naopak, v bunkách karcinómu prsníka MCF-7 bola preukázaná akumulácia buniek v G2-M fáze. Prítomnosť kuracínu A zároveň spôsobila deštrukciu mikrotubulov v nádorových bunkách, čo viedlo k bunkovej smrti (Eman Noaman Alya, 2016).

Scytonemín, v tukoch rozpustný pigment s UV-ochrannými vlastnosťami, získal pozornosť pre svoje potenciálne protinádorové účinky. Táto zlúčenina je výlučne produkovaná cyanobaktériami schopnými syntetizovať extracelulárne polysacharidy. Viaceré štúdie naznačujú, že scytonemín vykazuje silnú protinádorovú aktivitu, najmä proti

hematologickým malignitám. Scytonemín preukázal inhibíciu ľudskej polo-like kinázy 1 (Plk1) v závislosti od koncentrácie (Zhang et al., 2013), ako aj inhibíciu rastu leukemických buniek Jurkat oslabením rastového faktora alebo mitogénom indukovanej proliferácie bez chemickej toxicity (Stevenson et al., 2002). Okrem toho Itoh et al. (2013) skúmali účinky scytonemínu izolovaného z *Nostoc commune* Vaucher na leukemické bunky Jurkat. Výsledky tejto štúdie ukázali, že scytonemín významne inhiboval rast nádorových buniek Jurkat indukciou autofagickej bunkovej smrti. Navyše, scytonemín zvýšil intracelulárne hladiny reaktívnych foriem kyslíka, čo viedlo k mitochondriálnej dysfunkcii (Itoh et al., 2013). Okrem svojej schopnosti absorbovať UV žiarenie scytonemín tiež znižuje tvorbu reaktívnych foriem kyslíka (Rastogi et al., 2015). Scytonemín taktiež preukázal významné protizápalové a antiproliferatívne vlastnosti (Abha Pandey, 2020; Stevenson et al., 2002).

Cieľ práce

Primárnym cieľom tejto práce bolo analyzovať v *in vitro* podmienkach potenciálne antiproliferatívne a proapoptotické účinky scytonemínu na bunkové línie akútnej leukémie HL-60 a Jurkat, so zameraním na indukciu apoptózy a zmeny mitochondriálneho membránového potenciálu.

Materiál a metodiky

Testované zlúčeniny

Cyanobaktéria *Nostoc commune* (NOS) bola zozbieraná a identifikovaná v Antarktíde (v januári 2020) na ostrove James Ross v blízkosti českej antarktickej stanice J. G. Mendela (63° 48' 02" J, 57° 52' 57" V) botanikmi a lichenológmi Dr. Petrom Váczim a prof. Martinom Bačkorom. Scytonemín (SCY) bol pripravený acetónovou extrakciou a rozpustený v dimetylsulfoxide (DMSO) a následne riedený priamo v kultivačnom médiu (konečná v/v koncentrácia $c \leq 0,2\%$).

Bunková kultúra

Scytonemín bol testovaný na bunkových liniách akútnej leukémie Jurkat a HL-60. Nádorové bunky boli kultivované v rastovom médiu RPMI 1640 (Biosera, Kansas City, MO, USA) doplnenom 10 % fetálnym bovinným sérom (FBS) a penicilínom. Bunky sa inkubovali v štandardných podmienkach v atmosfére s 5 % CO₂ pri teplote 37 °C.

Prietoková cytometria

Leukemické bunkové línie (Jurkat a HL-60) boli pre potreby prietokovej cytometrie nasadené do Petriho misiek (2,5x10⁵ buniek/miska) a kultivované počas 24 hodín. Následne sa k bunkám pridala testovaná zlúčenina scytonemín a DMSO ako vehikulum. Leukemické bunky ošetrované scytonemínom, ako aj kontrolná skupina bez pridanej testovanej zlúčeniny, sa kultivovali po dobu 24, 48 a 72 hodín. Následne boli bunky z Petriho misiek zozbierané, trypsinizované a centrifugované. Získané pelety buniek boli resuspendované v PBS a rozdelené na viaceré analýzy. Na intracelulárne farbenie bola bunková populácia fixovaná 4 % paraformaldehydom počas 15 minút, premytá PBS a permeabilizovaná pomocou 0,5 % Tween 20. Po 15-minútovej inkubácii na ľade sa bunky inkubovali s primárnou protilátkou konjugovanou s fluorescenčnou próbou počas 30 minút pri laboratórnej teplote v tme. Fluorescenčný signál bol meraný prietokovým cytometrom FACSCalibur (Becton Dickinson, San Jose, CA, USA). Experimentálne údaje boli analyzované pomocou softvéru Flow Jo 10.0 (Tree Star, Inc., Ashland, OR, USA, RRID:SCR_008520).

Tab. 1: Zoznam protilátkových konjugátov a farbív používaných na analýzy prietokovou cytometriou

Antibody conjugate/dye	Cat. Number	Dilution	Company
Cleaved Caspase-9 (Asp315) (D8I9E) Rabbit mAb (PE conjugate)	#31245	1:200	Cell Signalling Technology®
p21 Waf1/Cip1 (12D1) Rabbit mAb (PE Conjugate)	#8865	1:200	
Cytochrome c Antibody (6H2) FITC Conjugate	# 11-6601-82	1:100	Thermo Scientific
CellEvent™ Caspase-3/7 Green Flow Cytometry Assay Kit	C10427	kit	

Western-blot analýza

Pre potreby Western-blot analýzy boli bunky nasadené do veľkých Petriho misiek (1 x 10⁶ buniek/misku) a ošetrované SCY, DMSO vehikulom počas 24, 48 a 72 hodín. Na prípravu bunkových lyzátov sa použil lyzačný pufor Laemli (zložený z glycerolu, 20 % dodecylsulfátu sodného (SDS), 1 M Tris/HCl (pH = 8,6), deionizovanej H₂O, inhibítorov proteázy a fosfatázy) (všetky zložky Merck, Darmstadt, Nemecko). Potom sa merali koncentrácie proteínov v každej vzorke pomocou súpravy na stanovenie proteínov Pierce® BCA (Thermo Scientific, Rockford, IL, USA) a automatizovanej čítačky Cytation™ 3 Cell Imaging Multi-Mode Reader (vlnová dĺžka 570 nm) (Biotek, Winooski, VT, USA). Membrány boli blokované v 5 % roztoku bovinného sérového albumínu (BSA; SERVA, Heidelberg, Nemecko) počas 1 hodiny pri laboratórnej teplote, premyté TBS-Tween a inkubované s primárnymi protilátkami (Tabuľka 2) cez noc pri 4 °C. Potom

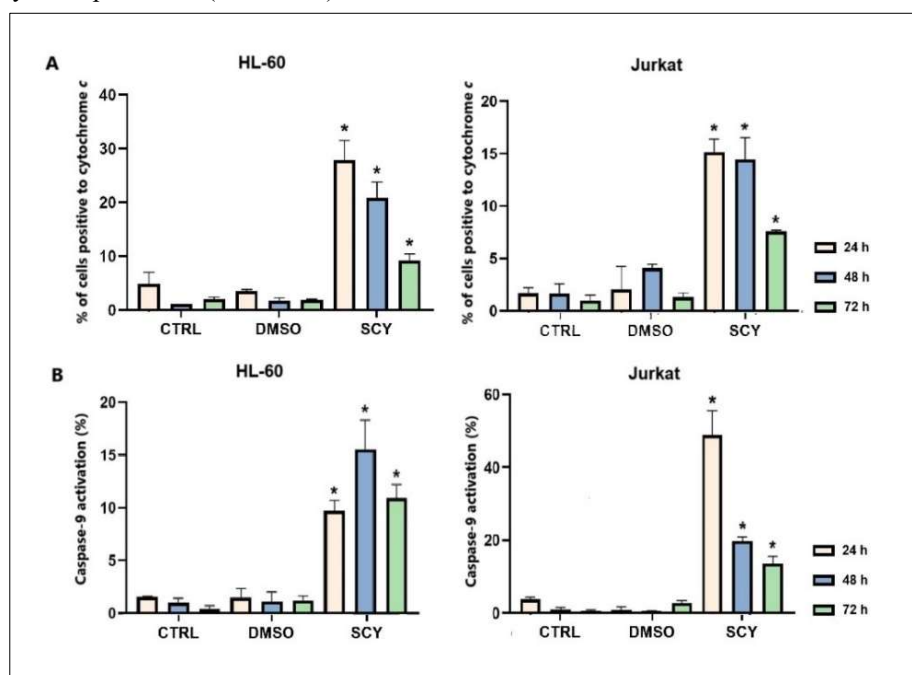
sa membrány premyli TBS-Tween (3x 5 minút) a inkubovali sa so sekundárnou protilátkou (Tabuľka 2) počas 1 hodiny laboratórnej teploty. Na detekciu proteínov sa použil ECL substrát, ktorý umožnil vizualizáciu signálu prostredníctvom zobrazovacieho prístroja iBright™ FL1500 (Thermo Scientific, Rockford, IL, USA). Získané údaje boli normalizované na celkové hladiny proteínov (získané s použitím činidla No-Stain™ Protein Labeling Reagent (Thermo Scientific, Rockford, IL, USA). Normalizácia a kvantifikácia exprese proteínu sa uskutočnila pomocou softvéru iBright Analysis (verzia 5.2.2, Thermo Fisher Scientific, Cleveland, OH, USA, RRID:SCR_017632).

Tab. 2: Zoznam použitých primárnych a sekundárnych protilátok na analýzu Western-blot

Primárna protilátka	Mr (kDa)	Riedenie	Pôvod	Výrobca
PARP	116/89	1:1000	Zajac	Cell Signalling Technology®
phospho Rb	110	1:1000	Zajac	
Rb	110	1:1000	Myš	
Sekundárna protilátka	Mr (kDa)	Riedenie	Pôvod	Výrobca
Goat anti-Mouse IgG F(ab') ₂ Secondary antibody, HRP	-	1:10 000-1:200 000	Koza	Thermo Scientific
Goat anti-Rabbit IgG F(ab') ₂ Secondary antibody, HRP	-	1:10 000-1:200 000	Koza	

Výsledky

Zrealizované experimenty ukázali, že SCY bol schopný indukovať uvoľňovanie cytochrómu c z medzimembránového priestoru mitochondrií do cytosólu, pričom maximum bolo pozorované po 24 hodinách od aplikácie SCY v oboch leukemických bunkových líniiach (Obrázok 1A). V cytosóle sa apoptozóm vytvára po naviazaní cytochrómu c na APAF-1 (faktor aktivujúci apoptotickú proteázu-1), čo vedie k aktivácii kaspázy-9. Pozorovali sme, že SCY indukuje štiepenie kaspázy-9 v závislosti od času od 24 hodín v oboch nádorových bunkových líniiach (Obrázok 1B), čo viedlo k následnej aktivácii exekučných kaspáz-3 a -7 (Tabuľka 3).



Obr. 1 Uvoľňovanie cytochrómu c (A) a aktivácia kaspázy-9 (B) v bunkách HL-60 a Jurkat po aplikácii SCY

Tab. 3: Relatívne percento buniek pozitívnych na kaspázu-3/7 a/alebo SYTOX™ AADvanced™
Bunky boli ošetrované IC50 SCY počas 24, 48 a 72 hodín

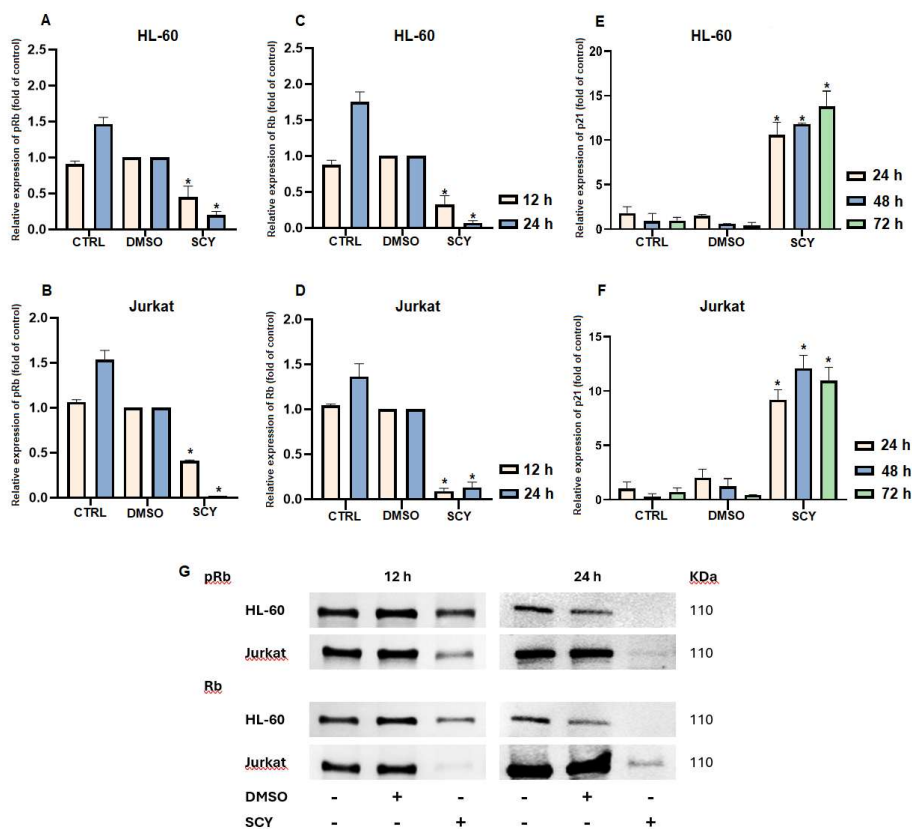
		HL-60			Jurkat		
		CTRL	DMSO	SCY	CTRL	DMSO	SCY
24 h	Živé bunky	95.9 ± 0.3	96.2 ± 0.7	77.2 ± 3.3*	95.9 ± 0.9	96.0 ± 0.8	33.4 ± 2.7*
	Skorá apoptóza	1.0 ± 0.2	0.7 ± 0.1	5.2 ± 0.8*	1.9 ± 0.1	1.8 ± 0.1	9.1 ± 3.4
	Neskorá apoptóza	1.1 ± 0.1	1.4 ± 0.5	5.8 ± 1.2*	1.1 ± 0.3	1.0 ± 0.5	26.6 ± 2.6*
	Mŕtve bunky	2.0 ± 0.1	1.7 ± 0.3	11.8 ± 1.3*	1.1 ± 0.7	1.2 ± 0.3	30.9 ± 3.7*

48 h	Živé bunky	96.5 ± 0.4	95.5 ± 0.2	77.7 ± 1.7*	96.8 ± 0.2	96.1 ± 0.8	28.4 ± 9.8*
	Skorá apoptóza	0.9 ± 0.2	1.7 ± 0.2	4.9 ± 0.6*	1.3 ± 0.2	2.2 ± 0.8	6.9 ± 0.7*
	Neskorá apoptóza	1.6 ± 0.2	1.7 ± 0.1	6.2 ± 0.2*	0.8 ± 0.3	0.6 ± 0.2	10.4 ± 1.8*
	Mŕtve bunky	1.1 ± 0.1	1.1 ± 0.1	11.2 ± 1.3*	1.1 ± 0.1	1.1 ± 0.1	54.4 ± 8.0*
72 h	Živé bunky	94.0 ± 2.5	93.7 ± 1.4	70.4 ± 2.1*	95.9 ± 0.8	91.8 ± 0.9	24.0 ± 7.7*
	Skorá apoptóza	1.4 ± 0.2	2.1 ± 0.7	4.5 ± 0.7*	2.1 ± 0.5	3.7 ± 0.3	7.3 ± 1.3*
	Neskorá apoptóza	2.1 ± 1.2	2.4 ± 0.5	12.6 ± 0.8*	1.0 ± 0.1	1.3 ± 0.2	11.1 ± 1.2*
	Mŕtve bunky	2.6 ± 1.2	1.8 ± 0.3	12.5 ± 0.6*	1.1 ± 0.2	3.3 ± 0.4	57.6 ± 9.7*

Výsledky sú vyjadrené ako priemer ± SD nezávislých experimentov

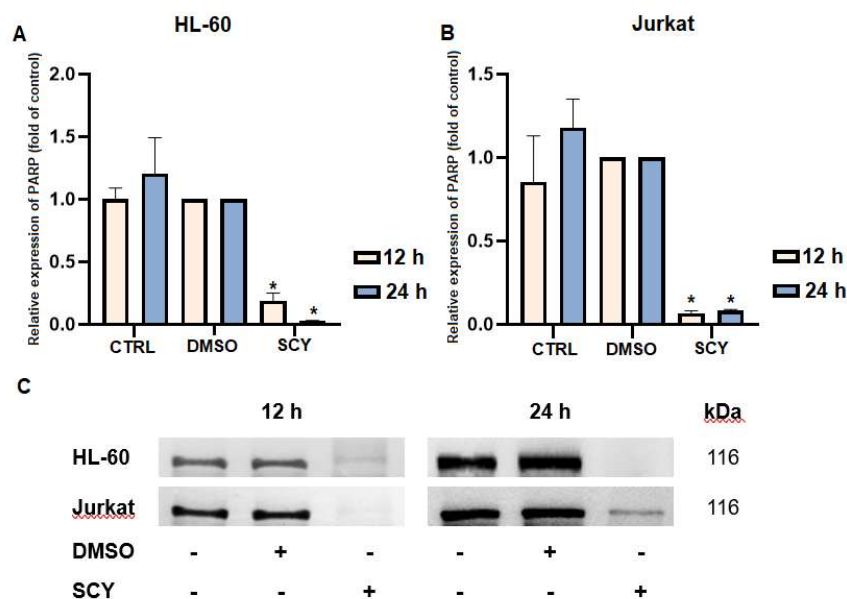
(* p < 0,05 v porovnaní s DMSO kontrolou, na základe bežnej jednosmernej ANOVA s Dunnettovým post hoc testom)

Pri analýze bunkového cyklu pomocou prietokovej cytometrie sme pozorovali zastavenie bunkového cyklu v G1 fáze indukované SCY (dáta neuvedené). Uskutočnili sme preto Western-blot analýzu modulácie exprese kľúčového regulátora bunkového cyklu – Rb proteínu, ktorý plní významnú úlohu najmä pri prechode bunky z G1 do S fázy. Fosforylácia Rb vedie k jeho uvoľneniu z komplexu s E2F, čo spôsobuje aktiváciu E2F a umožňuje transkripciu génov potrebných na replikáciu DNA. Aktivitu Rb proteínu pri poškodení DNA reguluje proteín p21, ktorý inhibíciou CDK4/6 bráni fosforylácii Rb. Ak je Rb v nefosforylovanej (aktívnej) forme, blokuje E2F, čím zastaví bunkový cyklus v G1 fáze. Výsledky tejto práce odhalili znížené hladiny fosforylovaných (Obrázok 2A, B, G) a celkových (obrázok 2C, D, G) foriem proteínu Rb v oboch testovaných bunkových líniiach spôsobom závislým od času. Okrem toho, prietoková cytometrická analýza exprese p21 ukázala časovo závislé zvýšené hladiny v oboch testovaných bunkových líniiach po ošetrovaní SCY (Obrázok 2E, F).



Obr.2 Modulácia exprese p-Rb, celkového Rb a proteínu p21 v leukemických bunkách po aplikácii SCY
Denzitometrická analýza relatívnej exprese p-Rb (A, B) a celkového Rb (C, D) v bunkách HL-60 a Jurkat.
Analýza relatívnej exprese p21 v HL-60 bunkách (E) a Jurkat bunkách (F) prietokovou cytometriou.
Western blot analýza exprese p-Rb a Rb (G)

V priebehu apoptózy klesajú hladiny PARP (poly-ADP-ribozo-polymeráza; 116 kDa), kľúčového proteínu zapojeného do opravy DNA. Tento efekt je spôsobený jeho špecifickým štiepením exekučnými kaspázami, ktoré sa aktivujú počas apoptickej kaskády. V našich experimentoch analýza Western blot odhalila významný pokles hladín intaktného proteínu PARP po 12 a 24 hodinách aplikácie scytonemínu v oboch bunkových líniiach (Jurkat a HL-60) (Obrázok 3). 48- a 72-hodinové analýzy ukázali úplnú degradáciu proteínov (údaje nie sú uvedené).



Obr. 3 Modulácia exprese proteínu PARP v leukemických bunkách ošetrených SCY

(A) Denzitometrická analýza relatívnej exprese proteínu PARP v bunkách HL-60. (B) Denzitometrická analýza relatívnej exprese proteínu PARP v bunkách Jurkat. (C) Western-blot analýza exprese PARP

Záver

Scytonemín preukázal proapoptotický účinok na leukemické bunkové línie Jurkat a HL-60. Zastavenie bunkového cyklu indukované SCY vo fáze G1 zvýšilo podiel buniek v skorých aj neskorých štádiách apoptózy a viedlo k zníženiu potenciálu mitochondriálnej membrány. Výsledky prietokovej cytometrie potvrdili zvýšenú expresiu p21, uvoľňovanie cytochrómu c do cytoplazmy a aktiváciu iniciačnej kaspázy 9 spolu s efektorovými kaspázami 3/7. Analýza Western blot ďalej odhalila pokles intaktných hladín PARP a zníženie celkovej aj fosforylovanej formy Rb. Ako bioaktívny pigment odvodený zo siníc predstavuje SCY sľubného kandidáta vo výskume nádorových ochorení. Napriek preukázanej účinnosti sú potrebné ďalšie štúdie na získanie hlbšieho prehľadu o jeho mechanizmoch účinku, účinkoch na rôzne nádorové bunkové línie a potenciálnom použití v kombinovanej terapii nádorových ochorení.

Podakovanie

Táto práca bola podporená Grantovou agentúrou Ministerstva školstva, vedy, výskumu a športu SR (VEGA 1/0653/19, 1/0513/21, 1/0539/21, 1/0498/23) (KEGA 009UPJŠ-4/2023) a Interným grantovým programom Univerzity Pavla Jozefa Šafárika VVGS-2023-2548.

Literatúra

- Abha Pandey, J.P., Deepak K. Singh, Haseen Ahmed, Vidya Singh, Deepak Kumar & Rajeshwar P. Sinha, 2020. Photoprotective role of UV-screening pigment scytonemin against UV-B-induced damages in the heterocyst-forming cyanobacterium *Nostoc* sp. strain HKAR-2. *Brazilian Journal of Botany* 43, 67–80.
- Bouyahya, A., Bakrim, S., Chamkhi, I., Taha, D., El Omari, N., El Mneyiy, N., El Hachlafi, N., El-Shazly, M., Khalid, A., Abdalla, A.N., Goh, K.W., Ming, L.C., Goh, B.H., Aanniz, T., 2024. Bioactive substances of cyanobacteria and microalgae: Sources, metabolism, and anticancer mechanism insights. *Biomed Pharmacother*, 170, 115989.
- Costa, M., Costa-Rodrigues, J., Fernandes, M.H., Barros, P., Vasconcelos, V., Martins, R., 2012. Marine cyanobacteria compounds with anticancer properties: a review on the implication of apoptosis. *Mar Drugs*, 10(10), 2181–2207.
- Demay, J., Bernard, C., Reinhardt, A., Marie, B., 2019. Natural Products from Cyanobacteria: Focus on Beneficial Activities. *Mar Drugs*, 17(6).
- do Rosário Martins, M., Costa, M., 2015. Marine Cyanobacteria Compounds with Anticancer Properties: Implication of Apoptosis. In: S. Kim (Ed.), *Handbook of Anticancer Drugs from Marine Origin*. Springer, Cham, pp. 621–647.
- Eggen, M., Georg, G.I., 2002. The cryptophycins: their synthesis and anticancer activity. *Med Res Rev*, 22(2), 85–101.
- Eman Noaman Alya, A.A.-O., Khalid Sharafeldinb* 2016. Evaluation of antitumor activity of Curacin: Anitmitotic effect and tubulin inhibitors action. *Wulfenia Journal*.

- Itoh, T., Tsuzuki, R., Tanaka, T., Ninomiya, M., Yamaguchi, Y., Takenaka, H., Ando, M., Tsukamasa, Y., Koketsu, M., 2013. Reduced scytonemin isolated from *Nostoc commune* induces autophagic cell death in human T-lymphoid cell line Jurkat cells. *Food Chem Toxicol*, 60, 76-82.
- Jones, M.R., Pinto, E., Torres, M.A., Dorr, F., Mazur-Marzec, H., Szubert, K., Tartaglione, L., Dell'Aversano, C., Miles, C.O., Beach, D.G., McCarron, P., Sivonen, K., Fewer, D.P., Jokela, J., Janssen, E.M., 2021. CyanoMetDB, a comprehensive public database of secondary metabolites from cyanobacteria. *Water Res*, 196, 117017.
- Molinski, T.F., Dalisay, D.S., Lievens, S.L., Saludes, J.P., 2009. Drug development from marine natural products. *Nat Rev Drug Discov*, 8(1), 69-85.
- Oftedal, L., Selheim, F., Wahlsten, M., Sivonen, K., Doskeland, S.O., Herfindal, L., 2010. Marine benthic cyanobacteria contain apoptosis-inducing activity synergizing with daunorubicin to kill leukemia cells, but not cardiomyocytes. *Mar Drugs*, 8(10), 2659-2672.
- Rastogi, R.P., Sonani, R.R., Madamwar, D., 2015. Cyanobacterial Sunscreen Scytonemin: Role in Photoprotection and Biomedical Research. *Appl Biochem Biotechnol*, 176(6), 1551-1563.
- Ručová D., V.M., Sovová, Vargová Z., Kostecká Z. , Frenák R., Routray D. , Bačkor M., 2023. Photoprotective and antioxidant properties of scytonemin isolated from Antarctic cyanobacterium *Nostoc commune* Vaucher ex Bornet & Flahault and its potential as sunscreen ingredient. *Journal of Applied Phycology*, 35, 2839–2850.
- Singh, P., Lim, B., 2022. Targeting Apoptosis in Cancer. *Curr Oncol Rep*, 24(3), 273-284.
- Stevenson, C.S., Capper, E.A., Roshak, A.K., Marquez, B., Eichman, C., Jackson, J.R., Mattern, M., Gerwick, W.H., Jacobs, R.S., Marshall, L.A., 2002. The identification and characterization of the marine natural product scytonemin as a novel antiproliferative pharmacophore. *J Pharmacol Exp Ther*, 303(2), 858-866.
- Varnali, T., Edwards, H.G., 2010. Ab initio calculations of scytonemin derivatives of relevance to extremophile characterization by Raman spectroscopy. *Philos Trans A Math Phys Eng Sci*, 368(1922), 3193-3203.
- Zhang, G., Zhang, Z., Liu, Z., 2013. Scytonemin inhibits cell proliferation and arrests cell cycle through downregulating Plk1 activity in multiple myeloma cells. *Tumour Biol*, 34(4), 2241-2247.

Sekcia PrF / FVS / FF

Kvalita života ľudí so zdravotným znevýhodnením vo vzťahu k „disability paradox“

Quality of life of people with disabilities in relation to the “disability paradox”

Yana BAZAL, Lucia TÓTHOVÁ

Univerzita Pavla Jozefa Šafárika v Košiciach, Filozofická fakulta

Abstrakt: Príspevok pojednáva o projekte výskumu k téme zaoberajúcou sa zdravotným znevýhodnením v sociálnej práci vo vzťahu k tzv. „disability paradox“. Tento paradox poukazuje na rozdiel medzi spoločenskými očakávaniami a subjektívnym hodnotením kvality života ľudí so zdravotným znevýhodnením. V tejto súvislosti sa zahraničné výskumy (napr. Ju et al. 2006; Fellinghauer et al. 2012; O'Hara et al. 2021) zameriavajú na fakt, že kvalita života človeka so zdravotným znevýhodnením môže byť oveľa vyššia, než akú predpokladajú ľudia bez znevýhodnenia. Z hľadiska kvality života, zdravotné znevýhodnenie nie je samostatným faktorom jej zhoršenia. Preto je dôležitá identifikácia sociálnych faktorov, ktoré ovplyvňujú subjektívne vnímanie kvality života. V tejto súvislosti projekt výskumu navrhuje využitie metódy PhotoVoice, ktorá umožňuje respondentom vizuálne a verbálne reflektovať dôležité momenty ich života, napomáha lepšiemu pochopeniu toho, ako faktory ako sociálna opora, prístup k prostrediu a iné aspekty ovplyvňujú kvalitu života ľudí so zdravotným znevýhodnením.

Kľúčové slová: *disability paradox, kvalita života, sociálne faktory, PhotoVoice, zdravotné znevýhodnenie, sociálna práca*

Abstract: This article discusses a research project on a subject addressing disabilities in social work in relation to the so-called „disability paradox“. This paradox highlights the difference between societal expectations and subjective assessments of the quality of life of people with disabilities. In this regard, international research (e.g., Ju et al., 2006; Fellinghauer et al., 2012; O'Hara et al., 2021) has focused on the fact that the quality of life of a person with a disability may be much higher than that assumed by people without a disability. In terms of quality of life, disability is not an independent factor in its impairment. Therefore, it is important to identify the social factors that influence subjective perceptions of quality of life. In this context, the research uses the PhotoVoice method, which allows respondents to visually and verbally reflect on important moments in their lives, facilitating a better understanding of how factors such as social support, access to the environment and other aspects influence the quality of life of people with disabilities.

Keywords: *disability paradox, quality of life, social determinants, PhotoVoice, disabilities, social work*

Teoretické východiská

Cieľom príspevku je predstaviť rámec projektu výskumu k dizertačnej práci. Problematika kvality života ľudí so zdravotným znevýhodnením je jednou z hlavných a kľúčových tém sociálnej práce. Podľa Svetovej zdravotníckej organizácie (WHO) viac ako 1,3 miliárd ľudí žije so zdravotným znevýhodnením, čo je viac ako 16 % svetovej populácie, pričom počet ľudí so zdravotným znevýhodnením sa neustále zvyšuje. Zdravotné znevýhodnenie reprezentuje široký pojem, ktorý zahŕňa škálu porúch, funkčných obmedzení a prekážok pri sociálnom fungovaní jedinca (WHO 2022). Zdravotné znevýhodnenie môžeme definovať aj ako „ťažkosti vo fungovaní na úrovni tela, osoby alebo spoločnosti, v jednej alebo viacerých oblastiach, ako ich zažíva jednotlivec so zdravotným stavom v interakcii s kontextovými faktormi“ (Raggi et al. 2010 In: Puce et al. 2023, s. 3). Podľa Dohovoru OSN o právach osôb so zdravotným znevýhodnením ide o osoby, ktoré majú dlhodobé telesné, mentálne, duševné alebo zmyslové znevýhodnenie, ktoré im v interakcii s rôznymi prekážkami môže brániť v plnom a účinnom zapojení do spoločnosti na rovnakej úrovni s ostatnými (UNCRPD 2006). V poslednom čase sa venuje pozornosť zdravotnému znevýhodneniu ako rozvojovému problému s celosvetovým dosahom. Nové koncepcie odmietajú predstavu, že zdravotné znevýhodnenie je rovnocenné so zlým zdravotným stavom, a namiesto toho rozlišujú medzi „znevýhodnením“, „zdravím“ a „funkciou“ (Drum et al. 2008). Pochopenie týchto základných východísk je kľúčové pre ďalšiu diskusiu o kvalite života ľudí so zdravotným znevýhodnením. V nasledujúcej časti príspevku sa preto zameriame na to, ako sa kvalita života definuje, a ako sa môže líšiť jej subjektívne a objektívne vnímanie.

Kvalita života je široký pojem, ktorý sa týka celkového blahobytu jednotlivca v spoločnosti a má veľký význam pre sociálnu stabilitu a rozvoj spoločnosti. Snaží sa definovať a merať nielen kvalitu života súvisiacu so zdravím a zdravotný stav jednotlivca, ale aj podmienky kvality života z politického, ekonomického a sociálneho hľadiska, ako aj individuálnu životnú spokojnosť (Pukeliene, Starkauskiene 2011). Z historického hľadiska sa pojem kvality života objavoval najprv v súvislosti s mentálnym a vývinovým znevýhodnením, kde v 80. a 90. rokoch 20. storočia slúžil ako koncept odrážajúci to, čo si jednotlivci cení a po čom túži (Noonan Walsh et al. 2010). Dnes existuje množstvo definícií, no všeobecne akceptovanou je definícia WHO: „Kvalita života sa vzťahuje na vnímanie postavenia jednotlivcov v živote v kontexte kultúry a hodnotových systémov, v ktorých žijú, a vo vzťahu k ich cieľom, očakávaniam, normám a obavám“ (Evers et al. 2022, s. 950). Kvalitu života možno považovať za koncept, ktorý identifikuje to, čo je v ľudskej existencii dôležité, potrebné a uspokojujúce (Simões, Santos 2017). Kvalita života je teda subjektívne vnímanie životnej pozície ako aj fyzickej, duševnej a sociálnej pohody človeka, v závislosti od kvality prostredia, v ktorom žije, od úrovne spokojnosti so životom. Práve spokojnosť so životom, teda miera naplnenia osobných potrieb, možností a očakávaní, je hlavným kritériom kvality života človeka (Chykhantsova 2020). Na subjektívnej úrovni je kvalita života ovplyvnená fyzickým zdravím človeka, jeho psychickým stavom, úrovňou nezávislosti, sociálnymi vzťahmi (Cavallaro et al. 2025). Je to

vnímanie pohody a hodnotenie vlastného postavenia v živote na základe skúsenosti a zameriava sa na individuálne prežívanie kvality života (Pukeliene, Starkauskiene 2011). Kvalitu života možno posudzovať rôznymi spôsobmi. Podľa vlastných cieľov človeka, podľa ukazovateľov prispôbených konkrétnej podskupine, do ktorej človek patrí, alebo prostredníctvom objektívnych meradiel, ktoré sú všeobecne platné (Bigby 2023). Kvalita života závisí aj od objektívnych ukazovateľov. Objektívne ukazovatele sú spojené so všeobecnými životnými okolnosťami a nezávisia od toho, ako ich jednotlivec vníma, napríklad priemerná dĺžka života (Cavallaro et al. 2025). Objektívna kvalita života je meraná pomocou objektívnych kritérií, sociálnych a ekonomických ukazovateľov bez toho, aby sa využívala osobná skúsenosť a individuálne vnímanie prostredia. Pozornosť autoriek je však primárne orientovaná na subjektívne vnímanie a osobné skúsenosti ľudí so zdravotným znevýhodnením. Pukeliene a Starkauskiene (2011) tvrdia, že vedecká literatúra skúma len predpoklady, ktoré možno využiť na identifikáciu a systematizáciu faktorov ovplyvňujúcich kvalitu života a na analýzu vzťahov medzi týmito faktormi. Konceptualizácia kvality života vyvažuje subjektívnu spokojnosť s objektívnymi životnými podmienkami. Tento prístup zabezpečuje rešpektovanie individuálnych hodnôt a zároveň umožňuje objektívne a subjektívne hodnotenie životných podmienok a pohody v rôznych oblastiach života (Cavallaro et al. 2025). Cieľom koncepcie kvality života je zabezpečiť, aby ľudia so zdravotným znevýhodnením mali rovnaké ľudské práva a kvalitný život ako všetci ostatní (Simões, Santos 2017). Hodnotenie kvality života poskytuje komplexnejší pohľad na to, ako zdravotné znevýhodnenie ovplyvňuje život človeka, a to hodnotenie závažnosti jeho vplyvu na každodenné fungovanie a celkovú pohodu, nad rámec klinických a funkčných meraní (Cavallaro et al. 2025).

Zdravotné znevýhodnenie ovplyvňuje spokojnosť so zdravím, schopnosť samostatného fungovania, zamestnanosť, schopnosť vytvoriť si rodinu. Vlastná predstava o sebe a sebaúcta môžu byť v dôsledku znevýhodnenia výrazne zmenené (Andelić Bakula et al. 2011). Napriek tomu nemusia byť kvalita života ľudí so zdravotným znevýhodnením vždy hodnotená ako nízka, preto si v tomto kontexte zaslúži osobitnú pozornosť disability paradox. Znamená nesúlad v očakávaniach verejnosti a hodnotením toho, ako ľudia so zdravotným znevýhodnením vnímajú kvalitu svojho života a ich samotnou reflexiou. Poukazuje na fakt, že kvalita života ľudí so zdravotným znevýhodnením môže byť oveľa vyššia, ako predpokladajú ľudia bez zdravotného znevýhodnenia. Tento jav prvýkrát opísali Albrecht a Devlieger (1999). Podľa nich disability paradox zdôrazňuje význam osobnej skúsenosti so zdravotným znevýhodnením pri definovaní vlastného ja, pohľadu na svet, sociálneho kontextu a sociálnych vzťahov. Čo je v protiklade s tými, ktorí takúto skúsenosť nemajú (Albrecht, Devlieger 1999). Boli vyslovené rôzne teórie, ktoré by mohli vysvetliť tento paradox. Napríklad „teória diskontovania“ naznačuje, že úlohu môže zohrávať zvládanie orientované na budúcnosť. Starší dospelí so zdravotným znevýhodnením si môžu aktívne vytvárať predstavy o budúcnosti, ktoré sú v súlade s normatívnymi poklesmi a stratami súvisiace s vekom (Van Loon et al., 2022). Podľa Van Loon et al. (2022) rozsah, v akom sa prejavuje disability paradox sa môže líšiť v závislosti od psychosociálnych a demografických faktorov. Napríklad sa ukázalo, že vyšší sociálno-ekonomický status, manželstvo a psychologické charakteristiky ako sebaúcta pomáhajú udržať subjektívnu spokojnosť napriek funkčnému zhoršeniu (Fellinghauer et al. 2012; Jonker et al. 2008 In: Van Loon et al. 2022). V snahe vysvetliť, prečo sa niektorí jedinci dobre adaptujú napriek nepriaznivému zdravotnému stavu, Albrecht a Devlieger (1999) navrhli, že medzi rôznymi faktormi súvisiacimi s pozitívnymi výsledkami by psychologický rast a vnútorná sila mohli poskytnúť „vyrovnaný pohľad na život“ čo by následne mohlo udržať alebo zlepšiť kvalitu života týchto jedincov (Carona et al. 2013).

Väčšina štúdií o kvalite života bola vykonaná kvantitatívne, zatiaľ čo menej štúdií skúmalo tento fenomén kvalitatívnym prístupom. Kvalitatívny výskum je stratégiou, ktorá môže poskytnúť hlbšie poznatky o kvalite života ľudí so zdravotným znevýhodnením, pretože je ovplyvnená rôznymi faktormi (Pouresmaeil et al. 2024). Prostredníctvom metódy PhotoVoice je možné hlbšie porozumieť tomu, ako ľudia so zdravotným znevýhodnením vnímajú svoju realitu a čelia výzvam. PhotoVoice si získal popularitu ako kvalitatívna výskumná metóda, ktorá umožňuje výskumníkom z rôznych odborov vizualizovať vnímanie jednotlivcov o ich každodennej realite (Nykiforuk, Vallianatos a Nieuwendyk 2011). Na rozdiel od bežného kvalitatívneho výskumu, kde výskumník pristupuje k účastníkom so zoznamom otázok a skúsenosti identifikované a reprezentované ako „údaje“ tým, že ich zachytí na fotografie (Chinn, Balota 2023). Pre účastníkov je proces PhotoVoice príležitosťou vizuálne zobrazit' skúsenosti a podeliť sa o osobné skúsenosti s konkrétnymi problémami, ktoré môže byť ťažké vyjadriť len slovami. Práve kombinácia opisu a vizuálneho zobrazenia zvyšuje schopnosť výskumníkov presne zachytiť význam problému z pohľadu účastníka (Nykiforuk, Vallianatos a Nieuwendyk 2011). PhotoVoice pôvodne navrhli Wang a Burris začiatkom 90. rokov 20. storočia na opis prístupu, ktorý spočíva v spájaní rozprávania s fotografiou s cieľom skúmať problémy komunity. Podľa tohto prístupu si účastníci vymieňajú fotografie v skupinovom prostredí prostredníctvom diskusie vo fókusovej skupine vedenej facilitátorom o (1) kľúčových fotografiách vybraných jednotlivcami v skupine a (2) spôsobe zdieľania informácií s tvorcami tejto koncepcie. Jednotlivci nerozhodujú len o tom, ako budú ich životy reprezentované, ale určujú aj to, ako sa prostredníctvom fotografie a diskusie o nich vytvára význam a nové poznatky a ako sa do popredia dostávajú silné stránky a prednosti jednotlivca alebo komunity spôsobom, ktorý umožňuje členom komunity dosiahnuť zmeny, ktoré chcú vidieť (Chinn, Balota 2023). Wang a Burris (1997 In: Chinn, Balota 2023) tvrdia, že PhotoVoice má oproti iným metódam mnoho výhod ako napríklad to, že respondenti sú pri nej v pozícii expertov na porozumenie ich skúsenosti a potrieb. Poskytuje prístupný spôsob, ako môžu ľudia reprezentovať aspekty svojho každodenného života, ktoré nie sú prístupné výskumníkom prostredníctvom fotografii, jednotlivci používajú prístup, ktorý je pre nich príjemný a motivujúci. Tiež metóda PhotoVoice ponúka príležitosti na sebaaprezentáciu ľudí s mentálnym znevýhodnením, ktorí často potrebujú podporu verbálnou komunikáciou, čo umožňuje konkretizovať ich prežívanú skúsenosť. Fotografie poskytujú spôsob, ako si zachovať svoju

perspektívu pre reflexiu a diskusiu, čím sú menej náročné na pamäť. Je to vytváranie príležitostí pre účastníkov na rozvoj kolektívneho hlasu prostredníctvom skupinovej diskusie, ktorá môže informovať tých, ktorí navrhujú, financujú a prevádzkujú služby o tom, ako chcú ľudia s mentálnym znevýhodnením žiť svoj život (Chinn, Balota 2023).

Návrh projektu výskumu

Hlavný cieľ projektu výskumu ukladá preskúmať kvalitu života ľudí so zdravotným znevýhodnením vo vzťahu k „disability paradox“, s akcentom na sociálne faktory, ktoré môžu zohrávať úlohu pri ovplyvňovaní kvality života ľudí so zdravotným znevýhodnením. Cieľom autoriek je prostredníctvom metódy PhotoVoice identifikovať sociálne faktory, ktoré majú rozhodujúci vplyv na kvalitu života ľudí so zdravotným znevýhodnením. Kvalitatívny prístup k výskumu bude predchádzať kvantitatívne orientovanému výskumu, prostredníctvom ktorého budú po zohľadnení výsledkov metódy PhotoVoice identifikované úrovne vybraných faktorov, pri vysvetľovaní „disability paradox“, ako aj zmeranie vplyvu jednotlivých premenných na kvalitu života ľudí so zdravotným znevýhodnením.

Výskumné otázky

VO1: Aká je miera kvality života ľudí so zdravotným znevýhodnením?

VO2: Aké sociálne faktory ovplyvňujú kvalitu života ľudí so zdravotným znevýhodnením?

VO3: Aká je úroveň jednotlivých sociálnych faktorov?

VO4: Aký je vplyv jednotlivých sociálnych faktorov na kvalitu života ľudí so zdravotným znevýhodnením?

Výskumné metódy

Príspevok vychádza z teórie, že jednotlivci sú odborníkmi na svoje vlastné problémy (Levická 2003), najlepšie vedia, čo potrebujú a čo ovplyvňuje ich kvalitu života. Preto poukazuje na dôležitosť identifikovať možné sociálne faktory ovplyvňujúce kvalitu života ľudí so zdravotným znevýhodnením prostredníctvom participatívnej kvalitatívnej metódy PhotoVoice. Ako metóda participatívneho akčného výskumu umožňuje účastníkom, často pochádzajúcich z marginalizovaných skupín, prostredníctvom fotografie zdôrazniť svoje skúsenosti (Jarldorn 2019). K vytvoreným fotografiám účastníci zvyčajne pripájajú sprievodný príbeh či výrok (Rodriguez-Jimenez, Gifford 2010).

V rámci kvantitatívneho výskumu bude na analýzu sociálnych faktorov ovplyvňujúcich kvalitu života ľudí so zdravotným znevýhodnením skonštruovaná dotazníková batéria na základe výsledkov kvalitatívnej analýzy týchto faktorov. Kvalita života ľudí so zdravotným znevýhodnením bude skúmaná prostredníctvom dotazníka WHOQOL-BREF. Dotazník vznikol ako skrátená verzia stopoložkovej verzie WHOQOL, ktorá sa ukázala ako príliš dlhá. Predstavuje výber 26 položiek, z ktorých 24 položiek je združených do štyroch oblastí (fyzická, psychologická, sociálna oblasť a prostredie) a dve položky sú samostatným hodnotením celkovej kvality života a celkového zdravotného stavu (Dragomirecká, Bartoňová, 2006). Obsah jednotlivých domén zahŕňa:

Doména 1 – Fyzické zdravie: bolesť a neprijemné pocity, závislosť na lekárskej starostlivosti, energia a únava, pohyblivosť, spánok, každodenné činnosti, pracovná výkonnosť;

Doména 2 – Prežívanie: potešenie zo života, zmysel života, sústredenie, prijatie telesného vzhľadu, spokojnosť so sebou, negatívne pocity;

Doména 3 – Sociálne vzťahy: osobné vzťahy, sexuálny život, opora priateľov;

Doména 4 – Prostredie: osobné bezpečie, životné prostredie, finančná situácia, prístup k informáciám, záľuby, prostredie v okolí bydliska, dostupnosť zdravotnej starostlivosti, doprava.

Periódou odkazuje na predchádzajúce dva týždne a respondenti pomocou 5-stupňovej škály hodnotia subjektívnu spokojnosť s jednotlivými oblasťami zdravia a kvality života (Mercan et al., 2020).

Výsledky

Zber údajov pre tento výskum sa ešte nezačal. Preto v súčasnosti nie sú k dispozícii žiadne konkrétne výsledky, o ktorých by sme mohli informovať.

Záver

Teoretická časť príspevku poukazuje na to, že v kontexte disability paradoxu objektívne faktory ako napríklad fyzické obmedzenia nie sú rozhodujúce pri hodnotení kvality života. Kvalitu života neurčujú len vonkajšie okolnosti, ale aj vnútorné presvedčenia. Projekt výskumu má za cieľ preskúmať, ako sa môže vnímanie kvality života ľuďmi so zdravotným znevýhodnením líšiť od prevažujúcich názorov a ako to môže pomôcť pri vytváraní inkluzívnych stratégií. Metóda PhotoVoice je kľúčovou technikou na hlbšie pochopenie sociálnych faktorov, ktoré ovplyvňujú kvalitu života a umožňuje jednotlivcom podeliť sa o svoje osobné skúsenosti a názory cez fotografie. Pochopenie determinantov kvality života ľudí so zdravotným znevýhodnením môže poukázať na spôsoby, ako ju maximalizovať. V budúcnosti zistenia pomôžu vypracovať odporúčania pre prax sociálnej práce.

Literatúra

- ALBRECHT, Gary L. a Patrick J. DEVLIEGER. The disability paradox: high quality of life against all odds. In: *Social Science&Medicine* [online]. 1999, vol. 48, no 8 [cit. 2025-03-28]. Dostupné na internete: [https://doi.org/10.1016/S0277-9536\(98\)00411-0](https://doi.org/10.1016/S0277-9536(98)00411-0)
- ANDELIĆ BAKULA, M., et al., 2011. Quality of life in people with physical disabilities. In: *Collegium Antropologicum* [online]. 2011, vol. 35, no 2 [cit. 2025-03-28]. Dostupné na internete: https://www.researchgate.net/publication/221725286_Quality_of_life_in_people_with_physical_disabilities
- BIGBY, C., 2023. Thinking About Disability: Implications for Practice. In: *Disability Practice. Safeguarding Quality Service Delivery*. Singapoure: Palgrave Macmillan, s. 9-38. ISBN 978-981-99-6142-9.
- CARONA, C., et al., 2013. The Disability Paradox Revisited: Quality of Life and Family Caregiving in Pediatric Cerebral Palsy. In: *Journal of Child and Family Studies* [online]. 2013, vol. 22, no 7 [cit. 2025-03-29]. Dostupné na internete: DOI:10.1007/s10826-012-9659-0
- CAVALLARO, R., et al., 2025. Beyond disability: A scientometric review of quality of life in developmental disabilities. In: *Research in Developmental Disabilities* [online]. 2025, vol. 158 [cit. 2025-03-29]. Dostupné na internete: <https://doi.org/10.1016/j.ridd.2025.104919>
- DRUM, C.E., W. HORNER-JOHNSON a G.L. KRAHN, 2008. Self-related health and healthy days: Examining the „disability paradox“. In: *Disability and Health Journal* [online]. 2008, vol. 1, no 2 [cit. 2025-03-29]. Dostupné na internete: <https://doi.org/10.1016/j.dhjo.2008.01.002>
- CHINN, D. a B. BALOTA, 2023. A systematic review of photovoice research methods with people with intellectual disabilities. In: *Journal of Applied Research in Intellectual Disabilities* [online]. 2023, vol. 36, no 4 [cit. 2025-03-29]. Dostupné na internete: <https://doi.org/10.1111/jar.13106>
- CHYKHANTSOVA, O., 2020. A person's quality of life and features of its measurement. In: *Insight: The Psychological Dimensions of Society* [online]. 2020, vol. 4 [cit. 2025-03-29]. Dostupné na internete: <https://doi.org/10.32999/2663-970X/2020-4-1>
- EVERS, K. et al., 2022. Conceptualization of quality of life in autistic individuals. In: *Developmental Medicine&Child Neurology* [online]. 2022, vol. 64, no 8 [cit. 2025-03-29]. Dostupné na internete: <https://doi.org/10.1111/dmcn.15205>
- NOONAN WALSH, P. et al., 2010. Supported Accomodation for People With Intellectual Disabilities and Quality of Life: An Overview [online]. 2010, vol. 7, no 2 [cit. 2025-03-29]. Dostupné na internete: <https://doi.org/10.1111/j.1741-1130.2010.00256.x>
- NYKIFORUK, C., H. VALLIANATOS a L. M. NIEUWENDYK, 2011. PhotoVoice as a Method for Revealing Community Perceptions of the Built and Social Environment. In: *International Journal of Qualitative Methods* [online]. 2011, vol 10, no 2 [cit. 2025-03-29]. Dostupné na internete: <https://doi.org/10.1177/160940691101000201>
- POURESMAEIL, M., D. TAHEREH a Y.I. MOHAMMADI, 2024. What factors affect the quality of life of employed physically disabled people? A qualitative exploration of their experiences. In: *Journal of Education and Health Promotion* [online]. 2024, vol. 13, no 1 [cit. 2025-03-29]. Dostupné na internete: https://journals.lww.com/jehp/fulltext/2024/02260/what_factors_affect_the_quality_of_life_of.57.aspx?context=late_starticles
- PUCE, L. et al., 2023. Well-being and quality of life in people with disabilities practicing sports, athletes with disabilities, and para-athletes: Insights from a critical review of the literature In: *Frontiers in psychology* [online]. 2023, vol, 14 [cit. 2025-03-29]. Dostupné na internete: <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2023.1071656>
- PUKELIENE, V. a V. STARKAUSKIENE, 2011. Quality of Life: Factors Determining its Measurement Complexity. In: *The Economic Conditions of Enterprise Functioning* [online]. 2011, vol. 22 no 2 [cit. 2025-03-29]. Dostupné na internete: <http://dx.doi.org/10.5755/j01.ee.22.2.311>
- SIMÕES, C. a S. SANTOS, 2017. The Impact of Personal and Environmental Characteristics on Quality of Life of People with Intellectual Disability. In: *Applied Research in Quality of Life* [online]. 2017, vol. 12 [cit. 2025-03-29]. Dostupné na internete: <https://doi.org/10.1007/s11482-016-9466-7>
- VAN LOON, M. et al., 2022. The Disability Paradox? Trajectories of Well-Being in Older Adults With Functional Decline. In: *Journal of Aging and Health* [online]. 2022, vol. 35, no 1-2 [cit. 2025-03-29]. Dostupné na internete: <https://doi.org/10.1177/08982643221108660>
- United Nations, 2006. *Convention on the Rights of Persons with Disabilities*. [cit. 2025-03-29]. Dostupné na internete: <https://www.ohchr.org/en/instruments-mechanisms/instruments/convention-rights-persons-disabilities>
- World Health Organization, 2022. *Global report on health equity for persons with disabilities*. Geneva: World Health Organization. ISBN 978-92-4-006360-0

- WILLIAMSON, H., L. VAN HEUMEN a A. E. SCHWARTZ, 2020. Photovoice with Individuals with Intellectual and/or Developmental Disabilities: Lessons Learned from Inclusive Research Efforts. In: *Collaborations: A Journal of Community-Based Research and Practice* [online]. 2020, vol. 3, no 1 [cit. 2025-03-29]. Dostupné na internete: <https://doi.org/10.33596/coll.45>
- Mercan, Y., Selçuk, K. T., Arıkan, S. H., Sayılan, A. A. and Eser, E. (2020) Quality of Life among Persons with Intellectual and Physical Disability in Northwestern Turkey. *Cukurova Medical Journal* 45(4):1482–1492.
- Dragomirecká E, Bartoňová J (2006). WHOQOL-BREF, WHOQOL-100. Příručka pro uživatele české verze dotazníků kvality života Světové zdravotnické organizace. Praha: Psychiatrické centrum Praha, 88 p.
- Jarldorn, M. (2019). *Photovoice Handbook for Social Workers: Method, Practicalities and Possibilities for Social Change*. Palgrave Macmillan. DOI: 10.1007/978-3-319-94511-8_1
- Rodriguez-Jimenez, A., & Gifford, S.M. (2010). 'Finding Voice' Learnings and Insights from a Participatory Media Project with Recently Arrived Afghan Young Men with Refugee Backgrounds. *Youth Studies Australia*, 29, 33–41.

Administratívna kriminológia a nulitnosť

Administrative criminology and nullity

Miroslava FRANC KUPCOVÁ

Univerzita Pavla Jozefa Šafárika v Košiciach, Právnická fakulta

Abstrakt: Administratívna kriminológia je špecifická oblasť, ktorá skúma deviantné správanie v rámci administratívnych deliktov, pričom je možné ju vnímať z dvoch rôznych sfér. Prvý prístup predstavuje skúmanie kriminality v oblasti činnosti súdov, väzenstva a polície. Druhý prístup administratívnych deliktov, ktoré nie sú trestnými činmi, ale predstavujú porušenie verejných noriem a predpisov. Hlavným záujmom druhého prístupu je analýza administratívnych deliktov spáchaných porušením správnych predpisov, kde dochádza k porušovaniu práv jednotlivcov zo strany verejných činiteľov, alebo k zneužívaniu moci. Administratívna kriminológia dopĺňa tradičné právne prístupy správneho práva, poskytujúc hlbší pohľad na dynamiku porušovania pravidiel a ich spoločenské dopady. Kriminológia umožňuje lepšie pochopenie príčin vzniku administratívnej kriminality, prostredníctvom nej je možné nastaviť vhodné prostriedky prevencie, ako aj adekvátne sankcie na deviantné správanie, čím prispieva k zlepšeniu fungovania verejných inštitúcií a ochrany práv jednotlivcov. Administratívna kriminológia je zapríčinená existenciou nulitných správnych rozhodnutí, prekročením právomocí správnych orgánov, policajtov, orgánov väzenstva a jednotlivých súdov. Autorka v predmetnom článku má v záujme analyzovať a poukázať práve na túto prepojenosť medzi administratívnou kriminológiou a nulitnosťou.

Kľúčové slová: nulitnosť, kriminológia, administratívna kriminológia, administratívny delikt

Abstract: Administrative criminology is a specific field that studies deviant behavior within administrative offenses, and can be viewed from two different spheres. The first approach is the study of criminality in the workings of the courts, prisons and the police. The second approach of administrative offences, which are not crimes but represent violations of public norms and regulations. The main interest of the second approach is the analysis of administrative offences committed in violation of administrative rules and regulations, where there is a violation of the rights of individuals by public officials, or an abuse of power. Administrative criminology complements the traditional legal approaches of administrative law, providing a deeper insight into the dynamics of rule violations and their societal impact. Criminology allows for a better understanding of the causes of administrative crime, through which it is possible to set appropriate means of prevention as well as adequate sanctions for deviant behaviour, thus contributing to the improvement of the functioning of public institutions and the protection of the rights of individuals. Administrative criminology is caused by the existence of null and void administrative decisions, overstepping the powers of administrative authorities, police officers, prison authorities and individual courts. In the present article, the author's interest is to analyze and point out precisely this interconnection between administrative criminology and nullification.

Keywords: nullity, criminology, administrative criminology, administrative offence

Pojem kriminológia

Pojem kriminológia má ako mnoho iných pojmov latinský a grécky pôvod: crimen (lat.) = zločin a logos (gr.) = veda, učenie, teda môžeme konštatovať, že kriminológia je veda o zločine (Dianiška, 2016).

Na vzniku, vývoji a rozvoji tejto vedy majú významný podiel právnici, dá sa povedať, že kriminológia vznikla v lone práva a využila pre svoj rozvoj autoritu práva v spoločnosti (Romža, Bruna a kol., 2020).

Kriminológia je samostatnou vednou disciplínou. Tvorí originálnu, systémovú podobu vedy o kriminalite. Kriminológia je veda, ktorá dôsledným využívaním korektného teoretického a metodologického inštrumentária skúma kriminalitu (zločin) ako nežiaduci sociálno-patologický jav v spoločnosti, jej stav, úroveň, štruktúru, dynamiku, osobnosť páchatel'ov, obeť, vzťah páchatel'a a obeť, jednotlivé druhy kriminality (zločinu), možnosti jej minimalizácie a prognózovania jej vývoja v bližšej a vzdialenejšej budúcnosti (Klimek, 2020).

Základné pojmy, s ktorými kriminológia pracuje je: kriminalita, inak povedané zločinnosť, delikvencia a negatívne spoločenské javy (protispoločenské, antisociálne).

Kriminalita predstavuje súhrn trestných činov, ktoré spáchali či už úmyselne alebo z neobľadlivosti trestnoprávne zodpovední jedinci na istom mieste a za isté obdobie (v štáte spravidla za rok) (Dianiška, 2016).

Latentná kriminalita sa prejavuje v dvoch podobách: neodhalené trestné činy a odhalená trestná činnosť, ktorej páchatelia neboli z rôznych príčin zistení a stíhaní.

Delikvencia je širším pojmom ako kriminalita. Delikvencia zahŕňa všetky negatívne spoločenské javy, teda nie len trestné činy ale aj činy hrubo porušujúce ustanovenia občianskeho, rodinného práva a iných noriem. Možno všeobecne tvrdiť, že ide o všetky činy, ktoré sú v rozpore so zákonom (Dianiška, 2016).

Predmetom kriminológie sú negatívne protispoločenské činy, ktoré trestné zákonodarstvo charakterizuje ako trestný čin (kriminalita, zločinnosť), páchatelia, podmienky a príčiny kriminality, jej obeť, sankcionovanie ako aj efektívnosť trestnej kontroly, prevencia a prognózovanie vývoja kriminality.

Pojem administratívna kriminológia

Administratívna kriminológia je relatívne samostatným druhom kriminológie. Zameriava sa na osobitný druh kriminality, a to na administratívnu kriminalitu. Tento druh kriminológie môžeme skúmať z dvoch prístupov.

Prvým prístupom je vnímanie administratívnej kriminológie ako súčasti osobitnej časti kriminológie zameranej na kriminalitu v oblasti činnosti polície, súdov a väzenstva (Klímek, 2020). Ide o prístup, ktorý sa zameriava na štúdium prevenciu a kontrolu zločinu pomocou efektívnych administratívnych a manažérskych techník.

Druhým prístupom je vnímanie administratívnej kriminológie ako špecifickej poddisciplíny kriminológie, ktorá sa zameriava na skúmanie administratívnych deliktov, ich prevenciu, potrestanie a analýzu dopadu administratívnych sankcií na jednotlivcov a spoločnosť. Druhý prístup sa vymyká tradičnému chápaniu kriminológie, nakoľko sa zameriava na porušenie netrestných právnych predpisov (a nie na delikty, ktoré sú kvalifikované ako trestné činy). Ide o delikty v rôznych oblastiach správneho práva, ako napr. v oblasti dopravy (prekročenie rýchlosti a iné nedodržania predpisov cestnej premávky), v oblasti životného prostredia (nezákonné uskladňovanie odpadu), a pod.

Rozdiel medzi rýdzou kriminológiou a administratívnou kriminológiou, v zmysle druhého prístupu výkladu pojmu administratívna kriminológia, spočíva v tom, že kriminológia sa sústreďuje na vážnejšie delikty, ktoré sú trestnými činmi podľa zákona č. 300/2005 Z.z. Trestného zákona, ako sú napr. vraždy, krádeže, násilné trestné činy a iné porušenia, ktoré sú riešené v rámci trestného práva. Administratívna kriminológia sa zaoberá menej závažnými deliktmi, ktoré sú objasňované a prejednávané v správnom konaní, rôznymi správnymi orgánmi.

Sme názoru, že oba chápania administratívnej kriminológie majú zmysel a vzájomné prepojenie. V druhom prístupe prevláda viac sociologizujúce vnímanie kriminológie v porovnaní s legálnym vnímaním, teda s vymedzením v trestnoprávnych predpisoch Slovenskej republiky. V tomto ponímaní sa kriminalitou rozumie sociálna deviácia, t.j. také konanie a správanie, ktoré je spoločensky patologické, t.j. pre spoločnosť nezdravé (Klímek a kol., 2020). Dôvodom je, že súdy, orgány väzenstva a polícia vystupujú mnohokrát ako správne orgány, nie len ako súdne či orgány participujúce na trestnom konaní. Zároveň je nevyhnutné uviesť, že správne delikty, resp. celá sféra správneho trestania je v zmysle judikatúry EŠLP v súlade s čl. 6 Európskym dohovorom o ľudských právach zaradovaná k trestnému právu (napr. prípad *Döry vs. Švédsko*, *Ozmurat vs. Turecko*, a pod.). Skutkové podstaty správnych deliktov upravujú rôzne spôsoby protiprávneho konania. Toto protiprávne konanie je v podstate trestným konaním. Za toto trestné konanie je možné uložiť sankciu, ktorá má zstrašujúci a represívny účel, aj keď je miernejšia ako trest v zmysle trestného práva.

Administratívna kriminológia ako činnosť polície, súdov a väzenstva

Ako sme uviedli vyššie, tento prístup sa zaoberá skúmaním administratívnej kriminológie z hľadiska činnosti polície, súdov a väzenstva. Ide o prístup zameriavaný najmä na štúdium, prevenciu a kontrolu zločinu pomocou efektívnych administratívnych a manažérskych techník. Tento prístup kladie dôraz na efektívnosť, predvídateľnosť a kontrolu pri riešení kriminality a využíva dáta a vedecké metódy na zlepšenie policajnej práce a spravodlivosti.

Činnosť polície má veľký vplyv na latenciu kriminality. Čím vyššia je latencia kriminality, tým menej spoľahlivé sú údaje o kriminalite, ktoré majú tieto inštitúcie k dispozícii na to, aby mohli hodnotiť stav, štruktúru a dynamiku kriminality a na základe týchto informácií koncipovať prognózy vývoja kriminality a opatrenia na jej prevenciu (Košecká, Ritomský, 2018). Dôvera obyvateľov k polícii je jedným z predpokladov ovplyvňujúcich mieru ohlásenosti incidentov, a tým samozrejme aj latenciu kriminality. Keďže policajné štatistiky (a iné štatistiky vyplývajúce z evidencie orgánov činných v trestnom konaní) nedávajú možnosť zistiť, aké množstvo incidentov do nich nebolo zahrnutých (Košecká, Ritomský, 2018).

Jednou z využívaných techník je prediktívna analýza údajov (ďalej aj ako „PAÚ“). Ide o prostriedok, ktorý sa používa na predpovedanie momentálne neznámych situácií v budúcnosti. Predmetný prostriedok používa množstvo techník ako štatistické algoritmy, data mining, štatistické modelovanie, strojové učenie a aspekty umelej inteligencie s cieľom analýzy dostupných údajov za účelom vytvorenia predikcie týkajúcej sa ďalšieho diania. Inými slovami, zmyslom je prekročiť rámec toho, čo sa stalo, aby sme poskytli najlepšie hodnotenie toho, čo sa stane (Košecká, Ritomský, 2018). V súvislosti s obrovským množstvom údajov, ktoré sú voľne dostupné, či už v podobe informácií verejného sektora alebo tzv. otvorených údajov je PAÚ vhodnou a jednoduchou na použitie aj pre verejnú správu. Ako príklad možno uviesť fiktívnu situáciu, keď policajť svojou hliadkovou činnosťou na základe výsledku analytických dát zamedzil poškodzovaniu kultúrnej pamiatky a efektívne zneškodnil páchateľa deliktu (Meserčík, 2019). Vo všeobecnosti má prediktívna analýza údajov z technického hľadiska dve fázy, ktoré môžeme zjednodušene charakterizovať ako objavenie a predpovedanie. V prvej fáze sa vo väčšine prípadov na základe použitia techniky dolovania dát (data mining) objavujú vzorce správania a korelácie, ktoré človek vzhľadom na svoje prirodzené limity manuálne nedokáže odhaliť. Následne na základe týchto (často prekvapivých) zistení je vytvorená predpoveď budúcich udalostí (MCCUE, 2015). Je možné na základe týchto informácií vytvoriť ideálnu procedúru prediktívnej analýzy údajov pri výkone policajného profilovania. V prvej fáze dochádza ku zozbieraniu potrebných údajov primárne z informačných systémov verejnej správy a ich spracúvaniu vrátane dátovej analýzy (Meserčík, 2019). V druhej fáze je vytvorená predikcia (predpoveď) na základe dátovej analýzy v predchádzajúcom kroku. Táto fáza je charakteristická tým, že je plne automatizovaná a predpoveď tvorí algoritmus s minimálnym (ideálne žiadnym) ľudským zásahom na základe zozbieraných údajov (Meserčík, 2019). Posledným štádiom procesu je samotný výkon činnosti príslušníka policajného zboru na základe vygenerovanej predpovede. Napríklad policajný zbor zozbiera údaje z informačných systémov verejnej správy a spojí ich s údajmi z verejne dostupnej komunikácie jednotlivcov zo sociálnych sietí (prvá fáza) (Meserčík, 2019). Následne tieto údaje vloží do algoritmu, ktorý

prostredníctvom svojej činnosti vytvorí predpoveď (druhá fáza) (Meserčík, 2019). Nakoniec konkrétny príslušník policajného zboru túto predpoveď posúdi a rozhodne sa v rámci plánovanej hliadky zdržať sa na viditeľnom mieste v lokalite, v ktorej je predpoklad páchania protiprávnej činnosti (tretia fáza) (Meserčík, 2019). Policajný zbor Los Angeles (LAPD) používa na predpovedanie kriminality aplikáciu PredPol. PredPol funguje na báze umelej inteligencie (algoritmu), ktorý pomáha predpovedať kde a kedy sa určitý delikt stane. Aplikácia používa iba tri dátové zdroje a to konkrétne typ deliktu, miesto spáchania deliktu a čas spáchania deliktu. Predpol sa zameriava na korelácie medzi miestami a historickými udalosťami - z kriminalistického hľadiska ide o súvislosti medzi spáchanými deliktami a miestami spáchania deliktu. Následne prostredníctvom matematických modelov predikuje na akom mieste a v akom čase môže byť protiprávna činnosť v budúcnosti páchaná. PredPol analyzuje aj faktory, ktoré súvisia s miestom spáchania deliktov (frekvencia, intervaly, prostredie). Zjednodušene, počítačový program je „nakŕmený“ množstvom historických údajov, ktoré má policajný zbor k dispozícii. Následne je tento program každý deň doplnený o nové informácie na základe činnosti príslušníkov policajného zboru.

Policajný zbor v Slovenskej republike nevyužíva metódu profilovania v takom rozsahu ako sme ju popísali vyššie, a to napriek tomu, že disponuje množstvom relevantných dát, ktoré by mohli tvoriť základ v procese využitia prediktívnej analýzy údajov, nasvedčujú tomu aj pravidelne zverejňované mapy kriminality.

Úspešnosť a efektívnosť realizácie policajnej verejno-poriadkovej činnosti priamo závisí od schopnosti výberu vhodnej metódy, prostredníctvom ktorej policajný poriadkový orgán pôsobí navonok do prostredia pri plnení bezpečnostných úloh a eliminácii kriminality (Ďurišin, Löffler, 2022). Metóda aplikovaná prostredníctvom činnosti služby poriadkovej polície tvorí vnútornú náplň tvoriacu obsah vykonávaných organizačno-taktických foriem činnosti, prostredníctvom ktorých je zvyčajne prezentovaná smerom ku konkrétnym adresátom (Ďurišin, Löffler, 2022). Každá metóda činnosti má teda konkrétnu formu realizácie, ktorou sa prejavuje navonok a ktorá má povahu služobnej činnosti alebo služobného zákroku (Ďurišin, Löffler, 2022). Spojenie vhodného aplikačného prostriedku s príslušnou realizačnou metódou vytvára harmonický celok metóda–prostriedok, ktorého účelom je zefektívnenie predmetnej činnosti policajno-bezpečnostného charakteru v oblasti ktorej cieľové určenie smeruje k eliminácii konkrétneho spoločenského problému v našom prípade problému kriminálneho, resp. protiprávneho charakteru (Ďurišin, Löffler, 2022).

Základné organizačno-taktické formy činnosti obvodného oddelenia sú: stála služba, hliadková služba, obchôdzková služba, hlásna služba, administratívne práce, ostatná služobná činnosť. Doplnujúce organizačno-taktické formy činnosti sú: strážna služba, policajná asistencia (Ďurišin, Löffler, 2022).

Hliadkovú, ako aj obchôdzkovú službu možno z dôvodu zefektívnenia policajnej verejno-poriadkovej činnosti vykonávať so služobným psom v danom územnom obvode, resp. jeho častiach, alebo na určených stanoviskách s cieľom zabezpečenia ochrany verejného poriadku, osôb a ich majetku. Táto činnosť je zameraná aj na vyhľadávanie a odhaľovanie trestných činov a priestupkov, prípadne na pátranie po osobách a veciach (Ďurišin, Löffler, 2022). Služobné psy sú v hliadkovej službe používané nielen pri bezpečnostných prehliadkach budov a objektov napojených na pult centralizovanej ochrany alebo budov opustených, kde sa môžu nachádzať nežiaduce osoby, ale i pri pátraní po hľadaných a nezvestných osobách, pri športových podujatiach, demonštráciách a pod.

Súdy pri svojej činnosti využívajú rôzne manažérske a administratívne techniky, ktorými zabezpečujú efektívne riadenie súdnych procesov a ochranu práv jednotlivcov. Tieto techniky pomáhajú pri riešení trestných prípadov, pri znižovaní vzniku novej trestnej činnosti a recidívy a zabezpečovaní spravodlivosti. Ide najmä o tieto techniky:

- Efektívne riadenie súdnych procesov: stanovenie priorít (najdôležitejšie prípady sa riešia skôr), organizácia a plánovanie súdnych konaní (aby sa predišlo prieťahom, aby sa rozhodovalo včas).
- Prevenčné programy a rehabilitácia: alternatívne trestanie (napr. domáce väzenie, verejnoprospešné práce pre páchateľov menej závažných deliktov), edukácia, poradenstvo, prevencia kriminality.
- Kontrola a monitorovanie súdnych rozhodnutí: monitorovanie výkonu trestov (napr. elektronické náramky na sledovanie pohybu odsúdených napr. pri domácom väzení).
- Vytváranie a implementácia právnych rámcov: súdy aplikujú znenie právnych predpisov, na konkrétny skutkový stav. Súdy touto aplikáciou právnych predpisov a výkladom jednotlivých právnych noriem prispievajú k odstraňovaniu nejednoznačnosti a zvyšujú predvídateľnosť trestného konania, čím podporujú právnu istotu. S uvedeným súvisí aj princíp uplatňujúci sa v súdnej časti trestného konania, a to rovnosť strán. To znamená, že každá strana má rovné postavenie pred súdom, rovnakú možnosť uplatniť svoje práva a povinnosti. Jedná sa o obvineného, obhajcu obvineného a prokurátora. Prokurátor v súdnej časti nevystupuje ako pán sporu.
- Vzdelávacie techniky: vzdelávacie programy, vzdelávacie školenia pre sudcov, prokurátorov, ďalších právnych pracovníkov, aby sa zabezpečila odbornosť a efektívnosť súdnych konaní.
- Informovanie verejnosti: komunikačné kanály (médiá, konzultácie, verejné hlavné pojednávania, verejné zasadnutia). Uvedené má vplyv na prevenciu kriminality a zvyšovanie právneho povedomia verejnosti.

V oblasti väzenia sú využívané manažérske a administratívne techniky, ktoré zahŕňajú najmä monitorovanie väzňov, rehabilitačné programy, správu konfliktov, bezpečnostné opatrenia a prípravu na reintegráciu do spoločnosti. Tieto techniky nielen zlepšujú bezpečnosť vo väzení, ale aj znižujú riziko recidívy a podporujú rehabilitáciu väzňov, čo je kľúčové pre ochranu spoločnosti. Na efektívne fungovanie väzenských inštitúcií a na ochranu verejnosti sa využívajú najmä tieto techniky:

- Klasifikácia a rozdelenie väzňov: klasifikačné systémy na hodnotenie nebezpečnosti väzňov a ich správania (u nás sa uplatňuje minimálny, stredný a vysoký stupeň stráženia). Týmto spôsobom sa minimalizuje riziko konfliktov medzi väzňami a znižuje sa šanca na eskaláciu násilia.
- Monitorovanie a dohľad: elektronické náramky a iné zariadenia na monitorovanie väzňov. Tieto technológie umožňujú efektívnejšie sledovať pohyb väzňov a včas reagovať na prípadne porušenie podmienok. Ďalej sem patrí videodohľad a kamery. Kamerami sú monitorované väzenské priestory, čo zvyšuje bezpečnosť, kontrolu a prevenciu násilných incidentov medzi väzňami. Kamerový systém slúži aj na hodnotenie správania väzňov.
- Rehabilitačné a vzdelávacie programy: vzdelávacie a odborné kurzy, ktoré pomáhajú väzňom získať zručnosti, ktoré môžu využiť po prepustení.
- Psychologická pomoc a poradenstvo: psychologické poradenstvo, terapeutické programy na riešenie problémov väzňov, najmä problémy s agresiou, závislosti a psychické poruchy.
- Bezpečnostné opatrenia a kontrola pohybu: Využívajú sa rôzne techniky kontroly pohybu väzňov, ako sú uzavreté koridory a strážené vchody, ktoré umožňujú presne monitorovať pohyb a zabráňujú nelegálnemu kontaktu medzi väzňami a externými osobami.
- Programy prevencie recidívy: prípravné programy pre prepustenie, ktoré pomáhajú väzňom adaptovať sa na život mimo väzenia. Tieto programy zahŕňajú poradenstvo pri hľadaní zamestnania, návrat k rodinným vzťahom a prispôbenie sa sociálnym normám, čím sa znižuje pravdepodobnosť, že sa opäť dopustia trestnej činnosti. Za istý medzník v tejto sfére v podmienkach SR predstavuje realizovaný projekt „Šanca na návrat 2.“ Ide o národný projekt realizovaný v období 09/2023 – 07/2029. Ide o druhú etapu projektu. Prvá bola realizovaná v rokoch 2018 – 2023 a zaznamenala značný úspech. Hlavnou aktivitou projektu je resocializácia, posilnenie kľúčových kompetencií a aktívne začlenenie fyzických osôb v nepriaznivej sociálnej situácii do spoločnosti, na trh práce a zlepšenie prístupu k sociálnym službám (sancanavrat.sk). Tento projekt je zameraný najmä na osoby vo výkone trestu odňatia slobody vrátane príslušníkov marginalizovaných komunít, osoby podmienene prepustené z výkonu trestu odňatia slobody, osoby s premeneným zvyškom trestu odňatia slobody na trest domáceho väzenia, osoby s uloženým ochranným dohľadom, osoby s podmienenečným odkladom výkonu trestu odňatia slobody a osoby vo výkone alternatívnych trestov. Do projektu sú zapojené všetky ústavy na výkon trestu odňatia slobody na Slovensku, Ústredie práce, sociálnych vecí a rodiny prostredníctvom všetkých úradov práce, sociálnych vecí a rodiny na území SR, ako aj Ministerstvo spravodlivosti SR. Hlavným koordinátorom tohto projektu je Generálne riaditeľstvo Zboru väzenskej a justičnej stráže. Bol vytvorený triediaci mechanizmus na účely umiestňovania odsúdených osôb do jednotlivých výstupných oddielov. Výstupný oddiel je legálny pojem, ktorý má svoju definíciu uvedenú v ust. § 85 ods. 1 zákona č. 475/2005 Z. z. o výkone trestu odňatia slobody. Dôraz sa kladie na maximálnu možnú elimináciu následkov ústavného prostredia (prizonizácia, inštitucionalizácia, ideologizácia) a jeho prvkov s potenciálnymi dôsledkami po prepustení (napr. senzorická deprivácia a pod.) (sancanavrat.sk). Tento projektu vytvoril nové resocializačné a edukačné programy, v rámci ktorých môžu odsúdení zvýšiť úroveň svojej gramotnosti a získať alebo si obnoviť svoje schopnosti a zručnosti, ktoré sú potrebné na znovu začlenenie do spoločnosti po prepustení. V rámci tohto projektu bola vytvorená aj mobilná aplikácia „HOLUP“, ktorá obsahuje praktické informácie a uľahčuje komunikáciu prepustených osôb s úradmi, a to najmä pri hľadaní práce, ubytovania a iných situácií ako napr. vybavenie občianskeho preukazu, kartičky poistenca, a pod. Tento národný projekt prepája oddelené politiky penitenciárnej a postpenitenciárnej starostlivosti, znižuje riziká opakovaného páchania trestnej činnosti a obmedzuje vznik možných krízových situácií v bezprostrednom okolí osôb vracajúcich sa z výkonu trestu odňatia slobody (ZVJS – projekty).
- Privatizácia väzenstva: ide o rozširujúci sa trend v oblasti väzenských systémov jednotlivých krajín sveta, ide o reakciu na viaceré negatívne faktory sprevádzajúce poskytovanie verejných služieb štátom v tejto oblasti (Romža, Bruna a kol., 2020). V zahraničí už existujú fungujúce modely, ktoré vznikli kombináciou prvkov súkromného sektora a verejnoprávneho väzenského systému. V súčasných podmienkach SR získala táto téma pozornosť v súvislosti s výstavbou nového väzenského zariadenia v Rimavskej Sobotě – Sabovej formou verejno-súkromného partnerstva (Romža, Bruna a kol., 2020). V tomto prípade je model privatizácie nasledovný. Stavebné a prevádzkové náklady financuje koncesionár z vlastných zdrojov a verejný sektor tieto náklady spláca v pravidelných platbách za dostupnosť až od začatia prevádzkovania vybudovanej infraštruktúry počas plynutia koncesnej lehoty (20 rokov), čo na jednej strane odsúva potrebu financovať projekt do doby uvedenia väzenského zariadenia do prevádzky a na druhej strane znižuje tlak na zvyšovanie zadlženosti (Aktualizácia štúdie uskutočniteľnosti výstavby väzenského zariadenia Rimavská Sobota – Sabová). Aktuálny stav výstavby tohto väzenského zariadenia je však taký, že do dnešného dňa nebolo uskutočnené ani verejné obstarávanie, a to napriek tomu, že prvotný plán bol výstavbu uskutočniť v rozsahu dvoch rokov. To znamená, že v roku 2021 mala byť väznica už plne funkčná. Mnohí tento projekt označujú ako „mŕtvý projekt“, avšak Ministerstvo spravodlivosti SR sa vyjadrilo, že s výstavbou väznice ráta, avšak výstavbu prehodnocujú (SOBOTNIK.SK, 2024).

Administratívna kriminológia a skúmanie administratívnych deliktov

Skúmanie administratívnych deliktov predstavuje druhý aspekt administratívnej kriminológie. V tomto prípade ide o prejav nepriameho vzťahu medzi správnym (administratívnym) právom a kriminológiou. Priamy vzťah s kriminológiou má trestné právo, nakoľko ide v pravom zmysle slova o vedu o zločine (Romža, Bruna a kol., 2020). Ide o chápanie administratívnej kriminológie ako vednej disciplíny, ktorá sa zaoberá právnymi predpismi správneho práva, správnymi deliktmi, priestupkami a inými protiprávnymi konaniami, ktoré nie sú trestnými činmi v pravom zmysle slova podľa zákona č. 300/2005 Z.z. Trestný poriadok, a tak nespádajú do predmetu rýdzej kriminológie. Ako aj sankciami a opatreniami, ktoré správne orgány ukladajú za spáchanie správnych deliktov. Práve v tejto druhej oblasti administratívnej kriminológie je možné začleniť inštitút nulitnosti ako jeden z aspektov administratívnej kriminality. Máme za to, že nulitosť je možné považovať za dôsledok tak závažnej chyby, ktorej sa dopustil orgán verejnej správy pri svojej činnosti, že práve toto nezákonné konanie správneho orgánu, resp. táto chyba bude vykazovať znaky kriminality.

Právnym inštitútom nulitných správnych aktov sa zaoberáme dlhodobo, preto vo vzťahu k bližšej charakteristike a obsahovému vymedzeniu tohto pojmu odkazujeme na iné vlastné vedecké práce, ktoré sa zaoberajú základným obsahovým vymedzením nulitných správnych aktov v podmienkach Slovenskej republiky ako aj Európskej Únii (Francová, 2024).

Pre načrtnutie oblasti paaktov považujeme za vhodné poukázať na aktuálny stav v podmienkach Slovenskej republiky. Pojem nulitosť/ničotnosť nemá v podmienkach Slovenskej republiky legálnu definíciu. Slovenský právny poriadok nestanovuje žiadnu všeobecnú legálnu definíciu, neupravuje žiadne obligatórne náležitosti, nestanovuje žiaden výpočet dôvodov nulitnosti, neobsahuje postup pri odstránení vydaného paaktu, ani nestanovuje právomoc a príslušnosť niektorému z orgánov verejnej správy alebo súdom na vysporiadanie sa s paaktom, rovnako tak neobsahuje spôsob akým sa má správny orgán alebo súd vysporiadať s paaktom, ako o ňom rozhodnúť, či ho zrušiť, alebo ex offo na neho vôbec neprihliadať. Nulitosť je dôležitým právnym inštitútom, ktorý je v práve prítomný od nepamäti. Slovenská republika je jedinou európskou krajinou, ktorá nemá právne upravený tento fenomén. V podmienkach Slovenskej republiky je nulitosť výtvorom len právnej teórie a aplikačnej praxe, ktorá na tento inštitút a jeho dôležitosť nezabudla, a udržiava ho pri živote. Takýto stav je však nedostatočný a dlhodobo neudržateľný. V právnom poriadku nemáme podchytené základné premisy tohto inštitútu, čo hrubo oslabuje základné princípy právneho štátu, ako princíp právnej istoty, či zásada legality, či práva na spravodlivý proces, a pod.

Aby sme neboli až tak kritický voči zákonodarcovi, musíme dodať, že existuje jediný právny predpis, ktorý ráta s nulitosťou rozhodnutia. Ide o zákon č. 563/2009 Z. z. o správe daní (daňový poriadok), ktorý vo svojom ust. § 64 výslovne definuje aké rozhodnutia pokladá za nulitné. Uvedenú definíciu je možné aplikovať výlučne na oblasť daňového práva, nejde o všeobecné vymedzenie paaktov, ktoré by bolo aplikovateľné, na ktoréhoľvek právne odvetvie.

Pre úplnosť a lepšie pochopenie prepojenia správneho práva a kriminológie predsa len je vhodné aspoň v krátkosti pojem ničotnosti/paaktu charakterizovať. Paakty sú považované za „právne nič.“ Od samého počiatku neexistujú, nikoho nezaväzujú, nie je možné sa nimi riadiť, nevyvolávajú žiadne právne účinky. Ničotnosť je de facto vlastnosť, ktorú správny akt ako dôsledok existencie najzávažnejšej chyby. Ide o chyby, ktoré nie je možné žiadnym spôsobom zhojiť. Právna teória a judikatúra považuje za najzávažnejšie chyby tieto nedostatky:

- nedostatok právneho podkladu,
- nedostatok právomoci,
- najťažšie vady príslušnosti,
- absolútny nedostatok formy,
- absolútny omyl v osobe adresáta,
- neexistencia skutkového základu, čo spôsobuje bezobsažnosť,
- požiadavka trestného alebo iného právne nemožného plnenia,
- požiadavka fakticky nemožného plnenia,
- neurčitosť, nezmyselnosť, vnútorná rozporupnosť,
- neexistencia vôle (Hendrych a kol., 2016).

Práve pri nulitných správnych aktoch z hľadiska administratívnej kriminológie vystávajú rôzne otázky, ako napr.: „Kedy je administratívne rozhodnutie považované za nulitné a aký to má dopad na kriminologický výskum? Ako nulitosť administratívnych aktov ovplyvňuje právne postihy a trestné sankcie? Je možné za nulitný správny akt vyvodiť administratívnoprávnu alebo trestnoprávnu zodpovednosť? Ako administratívna kriminológia prispieva k odhaľovaniu kriminality z dôvodu nulitnosti? Prispieva administratívna kriminológia svojím výskumom k zníženiu administratívnej kriminality, ktorej dôvod je nulitný správny akt? Aké administratívne opatrenia/sankcie sú vhodné na elimináciu nulitných správnych aktov? Zohráva administratívna právna regulácia významnú úlohu v prevencii kriminality?“ Toto je len zlomok otázok, ktoré táto právna oblasť so sebou prináša. Ide o zaujímavú právnu oblasť, ktorá prepája správne právo, kriminologické postupy a teóriu nulitných správnych aktov do jedného celku. V prvom rade je vhodné uviesť, že administratívna kriminológia, jej vplyv na administratívnu kriminalitu s prepojením na nulitné správne akty je neprebádanou oblasťou a v právnej teórii, ani v právnej praxi jej nie je venovaná náležitá pozornosť.

Sme názoru, že vzhľadom na aktuálny stav v podmienkach Slovenskej republiky, t.j. vzhľadom na neexistenciu legálnej charakteristiky paaktov, ako aj celkový nezáujem o túto problematiku zo strany kvalifikovanej právnej obce, akademikov a predstaviteľov právnej praxe, ako aj samotného zákonodarcu, nie je možné v tomto článku komplexne zodpovedať

nami nastolené otázky. Uvedená problematika si vyžaduje oveľa hlbší výskum a rozbor čiastkových aspektov, ktorý nie je možné obsiahnuť v tomto vedeckom príspevku. Napriek uvedenému sa pokúsime stanovené otázky zodpovedať aspoň v základnom rozsahu:

1. otázka: Kedy je administratívne rozhodnutie považované za nulitné a aký to má dopad na kriminologický výskum?

To kedy je administratívne rozhodnutie považované za nulitné sme uviedli vyššie v texte. Vymenovali sme najzávažnejšie chyby, ktoré vytvorila právna teória a aplikačná prax. Máme za to, že nejde o konečný výpočet. Z pohľadu kriminologického výskumu, môže byť nulitné rozhodnutie dôležitým ukazovateľom systémových nedostatkov v administratívnej praxi, čo vedie k analýze toho, ako administratívna nepozornosť alebo nesprávne aplikované právne normy prispievajú k vzniku priestupkov, správnych deliktov a trestnej činnosti. Kriminológia sa tu môže zamerať na štúdium prípadov, kde administratívne chyby vedú k trestnej činnosti alebo k neprimeraným postihom, a tým odhaliť slabé články v činnosti správnych orgánov.

2. otázka: Ako nulitnosť administratívnych aktov ovplyvňuje právne postihy a trestné sankcie?

Nulitný správny akt je neexistujúci správny akt. Tak ako sme ho v krátkosti charakterizovali vyššie v texte. Je potrebné si uvedomiť, že nejde o správny akt, ktorý je protizákonný a neplatný. Ide o správny akt, ktorý neexistuje. To platí v zmysle doktrínálneho chápania pravej nulitnosti. Avšak reálne keď sa na nulitnosť pozrieme z aplikačnej praxe, je zrejmé, že daný paakt bol vydaný, de facto existuje, bol doručený. Keď sa logicky zamyslíme, musí nám byť zrejmé, že správny orgán žije v tom, že jeho akt je právne perfektný a žiadnou vadou netrpí (inak by ho v danom znení nebol vydal) rovnako tak v tomto nevedomí o paakte žije aj adresát. Daný stav je závažný, nakoľko z každého správneho aktu vyplýva buď povinnosť alebo oprávnenie pre adresáta, a teda na základe správnych aktov dochádza k určitému plneniu, vykonaniu sankcie alebo inému postihu. Každý správny akt má určité špecifické právne účinky, napr. Povolenie stavby oprávňuje stavebníka na začatie stavebných prác. Je až nepredstaviteľné, aké závažné dôsledky môžu nastať v prípade, že dané rozhodnutie bude nulitné, ale stavebník sa ním bude riadiť. Iným príkladom je rozhodnutie o priestupku, ktorým bol obvinený z priestupku uznaný vinným a bola mu uložená pokuta. Ak by takéto rozhodnutie bolo nulitné dôsledky sú pre adresáta oveľa priaznivejšie, nakoľko by bol zbavený viny a pokutu by uhradiť nemusel.

Vo všeobecnosti je možné tvrdiť, že nulitnosť má vplyv na administratívnoprávne aj trestnoprávne sankcie. V dôsledku nulitnosti rozhodnutia nemusí dôjsť k výkonu týchto sankcií, resp. ich nezákonný výkon bude musieť byť anulovaný. Opäť uvádzame, že táto sféra nie je žiadnym spôsobom upravená v podmienkach Slovenskej republiky. Máme za to, že by bolo možné uvažovať o zavedení ustanovenia, jednak do správneho poriadku, ako aj do trestného zákona, ktoré by výkon sankcie/trestu na základe nulitného rozhodnutia odškodňovalo určitou finančnou satisfakciou.

3. otázka: Je možné za nulitný správny akt vyvodit' administratívnoprávnu alebo trestnoprávnu zodpovednosť?

Sme názoru, že aktuálne platný právny poriadok v Slovenskej republike neumožňuje výslovne vyvodit' zodpovednosť či už administratívnoprávnu alebo trestnoprávnu voči orgánom verejnej správy za vydanie nulitného správneho aktu. Tu sa črtajú ďalšie súvisiace otázky. Je vôbec možné vyvodit' voči orgánu verejnej správy nejakú zodpovednosť? Je správne vyvodzovať voči orgánu verejnej správy zodpovednosť? Alebo je vhodnejšie vyvodzovať zodpovednosť voči konkrétnemu zamestnancovi/predstaviťovi správneho orgánu, ktorý rozhodnutie vyhotovil? Daná oblasť je aktuálne bez legálnej úpravy, avšak s uvedeným súvisia trestné činy spáchané verejným činiteľom ako aj zodpovednosť v zmysle osobitného zákona č. 514/2003 Z.z. o zodpovednosti za škodu spôsobenú pri výkone verejnej moci a o zmene niektorých zákonov.

4. otázka: Ako administratívna kriminológia prispieva k odhaľovaniu kriminality z dôvodu nulitnosti?

Môže skúmať prípady, kde administratívna nekompetentnosť alebo korupcia vedú k nesprávnym rozhodnutiam, ktoré následne vytvárajú priestor pre nezákonný alebo trestný konanie (napr. nezákonné obchodovanie, zneužívanie verejných zdrojov). Výskum v tejto oblasti by sa mohol zamerať na prevenciu takýchto chýb a na zlepšenie procesov v administratívnej sfére, aby sa znížila pravdepodobnosť vzniku kriminality v dôsledku administratívnych pochybení.

5. otázka: Prispieva administratívna kriminológia svojím výskumom k zníženiu administratívnej kriminality, ktorej dôvod je nulitný správny akt?

Môže významne prispieť k znížovaniu administratívnej kriminality identifikovaním prípadov, kde nulitné správne akty môžu vytvárať príležitosti na porušovanie právnych noriem. Výskum môže pomôcť identifikovať systémové chyby a navrhnúť opatrenia na elimináciu korupcie alebo zneužívania právomoci. Zlepšením administratívnych procesov sa znižuje riziko vzniku administratívnej kriminality.

6. otázka: Aké administratívne opatrenia/sankcie sú vhodné na elimináciu nulitných správnych aktov?

Na elimináciu nulitných správnych aktov je potrebné posilniť právne predpisy, ktoré upravujú správne konania, a zabezpečiť ich dôsledné dodržiavanie. Aktuálne žiaden správnoprávny predpis neobsahuje úpravu nulitnosti. Ideálne riešenie by spočívalo v tom, aby zákon č. 67/1971 Zb. o správnom konaní (správny poriadok), ktorý je lex generalis vo vzťahu k správnomu konaniu obsahoval ustanovenia týkajúce sa príslušnosti a právomoci správneho orgánu na odstránenie paaktu, dôvody nulitnosti, špecifický opravný prostriedok voči nulitnému správnomu aktu, lehoty na podanie tohto opravného prostriedku, dôsledky nepodania tohto opravného prostriedku, a pod. Rovnako tak by bolo vhodné aby zákon č. 372/1990 Zb. o priestupkoch obsahoval špecifickú skutkovú podstatu priestupku pre prípad vydania paaktu správnym orgánom, prípady kedy správny orgán nebude niesť zodpovednosť, a pod. Keďže správne právo predstavuje jednu z najširších právnych oblastí, v ktorej figuruje niekoľko desiatok až stoviek osobitných správnych predpisov, bude

potrebné aby do týchto osobitných predpisov bolo zavedené nové ustanovenie, odkazujúce na správny poriadok a zákon o priestupkoch vo vzťahu k riešeniu nulitnosti. Ďalšími opatreniami, ktoré môžu prispieť na eliminovanie paaktov sú napr.:

- prísnejšie kontroly rozhodnutí vydaných administratívnymi orgánmi,
- transparentnosť administratívnych procesov,
- posilnenie právneho poradenstva a odbornosti administratívnych pracovníkov,
- zriadenie nezávislých kontrolných mechanizmov (napr. ombudsman) na preskúmavanie nulitných aktov.

7. otázka: Zohráva administratívna právna regulácia významnú úlohu v prevencii kriminality?

Administratívna právna regulácia zohráva dôležitú úlohu v prevencii kriminality, pretože práve správne a efektívne fungujúca administratíva môže zabrániť výskytu nelegálnych alebo trestných praktík. Regulácia administratívnych procesov zabezpečuje, že rozhodnutia sú v súlade s právom, čím sa eliminuje možnosť neprimeraných alebo nelegálnych postihov. Posilnením administratívnej právnej regulácie sa znižuje riziko, že administratívna nekompetentnosť alebo nezákonnosť povedú k nelegálnym konaniam.

Záver

V príspevku sme detekovali dva relatívne samostatné sféry administratívnej kriminológie. Prvým prístupom je skúmanie kriminality v činnosti súdov, polície a väzensťva. Kde sme opísali rôzne nástroje, ktoré jednotlivé orgány využívajú pri svojej činnosti a znižujú nimi výskyt, vznik a recidívu kriminality. Druhý prístup sa zaoberá skúmaním administratívnych deliktov, priestupkov a iných menej závažných protiprávných konaní. V článku sme deskriptívnou metódou charakterizovali oba prístupy. Druhý prístup sme prepojili s doktrínovými poznatkami o nulitných správnych aktoch. Poukázali sme v akých smeroch je nulitnosť prepojená s kriminológiou a zodpovedali sme nami nastolené otázky. Je zrejmé, že aktuálna neexistencia legálnej úpravy definície paaktov je sprevádzaná viacerými problémami. Rovnako je zrejmé, že nulitnosť predstavuje jeden z dôvodov výskytu administratívnej kriminality. Je v záujme zachovania základných princípov právneho štátu, aby zákonodarca v blízkej dobe nulitnosť upravil legálnym spôsobom a posilnil výskum administratívnej kriminológie pri zisťovaní a odhaľovaní výskytu nulitných správnych aktov, pri prevencii pred ich výskytom, pri formulácii sankcií a trestov za vydanie nulitných správnych aktov. Týmto prístupom by sme boli o krok bližšie k vytvoreniu dobre fungujúcej a transparentnej verejnej správe.

Literatúra

Aktualizácia Štúdie uskutočniteľnosti výstavby väzenského zariadenia Rimavská Sobota – Sabová formou verejnosúkromného partnerstva. [online]. [cit. 2025-03-31]. Dostupné na: <https://www.zvjs.sk/file/cf303722-a449-4a68-a367-bb6062453fd9.pdf>.

Case of Döryvs. Sweden, application no. 28394/995, final 12/02/2003. [on-line]. [cit. 2025-03-31]. Dostupné na: [https://hudoc.echr.coe.int/#{%22fulltext%22:\[%22Dory%22\],%22documentcollectionid%22:\[%22GRANDCHAMBER%22,%22CHAMBER%22\],%22itemid%22:\[%22001-60737%22\]}](https://hudoc.echr.coe.int/#{%22fulltext%22:[%22Dory%22],%22documentcollectionid%22:[%22GRANDCHAMBER%22,%22CHAMBER%22],%22itemid%22:[%22001-60737%22]})

Case of Ozmurats. Turkey, application no. 48657/06, final 09/04/2018. [on-line]. [cit. 2025-03-31]. Dostupné na: [https://hudoc.echr.coe.int/#{%22fulltext%22:\[%22Ozmurat%22\],%22documentcollectionid%22:\[%22GRANDCHAMBER%22,%22CHAMBER%22\],%22itemid%22:\[%22001-178942%22\]}](https://hudoc.echr.coe.int/#{%22fulltext%22:[%22Ozmurat%22],%22documentcollectionid%22:[%22GRANDCHAMBER%22,%22CHAMBER%22],%22itemid%22:[%22001-178942%22]}).

DIANIŠKA, G. a spol. 2016. Kriminológia. 3. aktualizované vydanie. Plzeň. 404 s. ISBN 978-80-7380-620-0.

FRANCOVÁ, M. Paaky ako nežiaduci jav v právnom štáte. In JAKAB, R. - BERNÍKOVÁ, E. - REPIŠČÁKOVÁ, D. (eds.): Správne právo bez hraníc. Zborník vedeckých prác. Košice: ŠafárikPress, 2024, 270 s. ISBN 978-80-574-0293-0.

ĎURIŠIN, V. – LOFFLER, B. 2022. Využitie služobného psa vo vybraných druhoch organizačno –taktických foriem činnosti služby poriadkovej polície. [online]. [cit. 2025-03-31]. Dostupné na: chrome-extension://efaidnbmnnnibpcajpcglclefindmkaj/https://bezpecnostni-sbory.wbs.cz/clanky/2022/vyuzitie_sluzobneho_psa_vo_vybranych_druhoch_organizacno-taktickych_foriem_cinnosti_sluzby_poriadkovej_policie.pdf.

FRANCOVÁ, M. Nulitné správne akty a Európska únia. In Zborník zo VI. ročníka medzinárodnej vedeckej konferencie BANSKOBYSTRICKÉ ZÁMOCKÉ DNI PRÁVA. Banská Bystrica: Belianum, 2024, 308 s. ISBN 978-80-557-2133-0.

HENDRYCH, D. a kol. 2016. Správni právo. Obecná časť. 9. vydanie. Praha: C.H.Beck. 599 s. ISBN 978-80-7400-624-1.

KLIMEK, L. Kriminológia ako veda vo vnútroštátnom a medzinárodnom rozmere. In Štát a právo, č. 1/2020. [online]. [cit. 2025-03-31]. Dostupné na: <file:///C:/Users/Pou%C5%BE%C3%ADvate%C4%BE/Downloads/4%20Libor%20Klimek%20.pdf>.

KLIMEK, L. a kol. 2020. Kriminológia vo vnútroštátnom a medzinárodnom rozmere. Wolters Kluwer. 1. Vydanie. 780 s. ISBN 978-80-571-0251-9.

KOŠECKÁ, D. – RITOMSKÝ, A. 2018. Dôvera obyvateľov k polícii ako jeden z predpokladov znižovania latencie kriminality. In *Kriminológia ako súčasť trestnej politiky: pocta prof. PhDr. Květoňovi Holcrovi, DrCs. k 80. narodeninám*. 1. vydanie. Praha: Leges s.r.o.. ISBN 978-80-7502-279-0. Dostupné na: chrome-extension://efaidnbmnnnibpcajpcgclefindmkaj/https://www.paneuromni.com/wp-content/uploads/2018/02/kriminologia_ako_sucast_trestnej_politiky.pdf.

MCCUE, C.: 2015. *Data Mining and Predictive Analysis Intelligence Gathering and Crime Analysis*. Second Edition. Butterworth-Heinemann, s. 33 a nasl.

MESARČÍK, M. Policajné profilovanie v kontexte základných práv a slobôd. In *ACTA FACULTATIS IURIDICAE UNIVERSITATIS COMENIANAE Tomus XXXVI*. [online]. [cit. 2025-03-31]. Dostupné na: <file:///C:/Users/Pou%C5%BE%C3%ADvate%C4%BE/Downloads/AFI+2-2019-Mesar%C4%8D%C3%ADk.pdf>.

Národný projekt - Šanca na návrat [online]. [cit. 2025-03-31]. Dostupné na: <https://sancanavrat.sk/#space>.

ROMŽA, S. – BRUNA, E. a kol. 2020. *Hodnoty trestného práva, kriminalistiky, kriminológie, forenzných a bezpečnostných vied v teórii a praxi*. Pacta prof. JUDr. Ing. Viktorovi Poradovi, DrSc., Dr.h.c. mult. Plzeň: Aleš Čeněk. 1066 s. ISBN: 978-80-7380-829-7.

SOBOTNIK.SK, Správy z Gemera, Malohontu a Novohradu. 2024. Väznica v Rimavskej Sobote by mala byť postavená. Vláda ju zvažuje využiť aj pri migrantskej kríze. [online]. [cit. 2025-03-31]. Dostupné na: <https://sobotnik.sk/2024/06/rimavska-sobota-vaznica/>.

Zákon č. 372/1990 Zb. o priestupkoch

Zákon č. 563/2009 Z.z. o správe daní (daňový poriadok)

Zákon č. 67/1971 Zb. o správnom konaní (správny poriadok)

Zákon č. 300/2005 Z.z. Trestný zákon

Zákon č. 514/2003 Z.z. o zodpovednosti za škodu spôsobenú pri výkone verejnej moci a o zmene niektorých zákonov

ZVJS – zoznam projektov, Národný projekt „Šanca na návrat 2.“ [online]. [cit. 2025-03-31]. Dostupné na: <https://www.zvjs.sk/sk/projekty>.

Environmentálne vysídľovanie a právo na čistý, zdravý a udržateľný oceán¹

Environmental displacement and the right to a clean, healthy, and sustainable ocean

Laura GAZDAGOVÁ

Univerzita Pavla Jozefa Šafárika v Košiciach, Právnická fakulta

Abstrakt: Vzťah medzi klimatickými zmenami, environmentálnou degradáciou a environmentálnym vysídlením sa stáva čoraz dôležitejším a relevantnejším v kontexte medzinárodnoprávnej ochrany ľudských práv. Klimatické a environmentálne faktory majú stále výraznejší dopad na životy jednotlivcov a spoločností, ktoré sú nútené opustiť svoje domovy v dôsledku zhoršujúcich sa podmienok, ako sú stúpajúca hladina morí, extrémne poveternostné javy alebo degradácia pôdy. Globálne uznanie a implementácia ľudského práva na čisté, zdravé a udržateľné životné prostredie (resp. na čistý, udržateľný oceán) sa stáva kľúčovým pre vytváranie prístupu, ktorý rešpektuje základné ľudské práva a zabezpečuje ochranu osôb, ktoré utrpeli následky environmentálnych katastrof.

Kľúčové slová: *environmentálne vysídlenie, klimatické zmeny, ľudské práva, stúpajúca hladina morí, nexus*

Abstract: The relationship between climate change, environmental degradation, and environmental displacement is becoming increasingly important and relevant in the context of international human rights protection. Climate and environmental factors are having an increasingly significant impact on the lives of individuals and communities, forcing them to leave their homes due to deteriorating conditions such as rising sea levels, extreme weather events, or land degradation. Global recognition and implementation of the human right to a clean, healthy, and sustainable environment (or a clean, sustainable ocean) is becoming key to developing an approach that respects fundamental human rights and ensures the protection of those who have suffered the consequences of environmental disasters.

Keywords: *Environmental displacement, Climate change, Human rights, Rising sea levels, Nexus*

Úvod

Problematika environmentálneho vysídľovania a právo na čistý, zdravý a udržateľný oceán vytvára aktuálny nexus, ktorý si vyžaduje podrobnejšie empirické a teoretické preskúmanie. Na prvý pohľad môže byť zložité identifikovať priamu súvislosť medzi týmito dvoma výskumnými otázkami (*a to, akým spôsobom environmentálne zmeny, najmä degradácia morského prostredia, prispievajú k nútenému vysídľovaniu obyvateľstva, a zároveň, ako môže právne zakotvené právo na čistý, zdravý a udržateľný oceán slúžiť ako nástroj prevencie tohto vysídľovania*), avšak ich vzájomný prienik je v medzinárodnoprávnom kontexte viac než relevantný. S narastajúcimi hrozbami spôsobenými environmentálnymi zmenami, ako sú stúpajúca hladina oceánov a degradácia morského ekosystému, sa problematika vysídľovania ľudí v dôsledku týchto zmien stáva čoraz naliehavejšou. Táto dynamika si vyžaduje integrovaný prístup, ktorý zohľadňuje nielen potrebu ochrany životného prostredia, ale aj zabezpečenie základných práv vysídlených osôb, vrátane ich práva na zdravé životné prostredie. V tomto kontexte nadobúda osobitný význam aj potreba rozvíjať medzinárodné ľudskoprávne nástroje, ktoré budú schopné adresovať deklarované výzvy, a teda zabezpečiť účinnú ochranu morského prostredia a zároveň reflektovať dôsledky jeho degradácie na presuny obyvateľstva, pričom dôraz by mal byť kladený na posilňovanie existujúcich právnych rámcov, ako aj na vytváranie nových, flexibilných mechanizmov medzinárodnej spolupráce. S ohľadom na tvrdené je dôležité v úvode predmetného článku poukázať na fakt, že v lone medzinárodného práva životného prostredia, ako pododvetvia medzinárodného práva verejného, sa bezpochyby zrodila aj ľudsko-právna dimenzia vo vzájomnej interakcii s medzinárodným právom ľudských práv, prostredníctvom formulovania viacerých ľudských environmentálnych práv hmotného, ale i procesného charakteru, ktorých dôsledná aplikácia a kontrola môže prospieť k zmierneniu procesov poškodzovania životného prostredia planéty Zeme. Do materiálnej (hmotnoprávnej) kategórie zaraďujeme právo na životné prostredie ako aj právo na vodu a sanitáciu. Procesnú časť environmentálnych ľudských práv tvoria tri relevantné práva a to právo na prístup k informáciám, účasti verejnosti na rozhodovacom procese a prístup k spravodlivosti v rámci ochrany životného prostredia, ktoré „procesne“ zabezpečujú realizáciu hmotných ľudských práv environmentálneho charakteru (Jankuv, 2018). Konštituovanie procesných práv ochrany životného prostredia alebo materiálnych environmentálnych práv vyvoláva potreba čo najhlbšieho zakotvenia ochrany životného prostredia ako *conditio sine qua non* pre život na Zemi a realizáciu ostatných základných práv a slobôd. Knox vo svojich záveroch systematizuje problematiku environmentálnych práv do troch hlavných kategórií: hmotnoprávne environmentálne práva, procesné environmentálne práva, a na osobitnú skupinu environmentálnych práv zraniteľných skupín obyvateľstva – najmä žien, detí, osôb so zdravotným postihnutím a ďalších, ktoré sú neprimerane vystavené environmentálnym škodám. (Knox, 2018). Už v úvode je možné objektívne konštatovať, že diskutované ľudské práva predstavujú vyvíjajúci sa nástroj, ktorého efektívne uplatňovanie jednotlivcami prostredníctvom kontrolných medzinárodnoprávnych mechanizmov môže prispieť k optimalizácii riešenia environmentálnych výziev v súlade s právnymi normami a zásadami udržateľného rozvoja. Cieľom predmetného príspevku je analyzovať problematiku environmentálneho vysídľovania v kontexte klimatických zmien a degradácie životného prostredia, so zameraním na právo na čistý, zdravý a udržateľný oceán. Pričom stanovený cieľ je potrebné naplniť aj prostredníctvom využitia istej dávky interdisciplinarity. Skúmanie samotného vzťahu medzi klimatickými zmenami a migráciou (resp.

¹ Financované EÚ NextGenerationEU prostredníctvom Plánu obnovy a odolnosti SR v rámci projektu č. 09I03-03-V05-00008, riešiteľa Mgr. Laury Gazdagovej.

environmentálnym vysídlením) predstavuje kľúčový príklad výskumu, ktorý zahŕňa viacero disciplín. Výzvou interdisciplinárneho výskumu je integrácia rôznych oblastí, čo si vyžaduje, aby výskumníci zohľadnili rôzne základné predpoklady, teoretické rámce, metodológie a terminológie. Tento proces často vyžaduje spoločný prístup, pri ktorom odborníci z rôznych oblastí navzájom pracujú na riešení komplexných problémov. V rámci tohto článku bude nevyhnutné čerpať aj z odborných zdrojov mimo právnej sféry. Medzi relevantné disciplíny na riešenie tejto problematiky patrí napríklad geografia, klimatológia a, do určitej miery, aj hydrológia.

Materiálne právo na čisté životné prostredie (a ochranu udržateľného oceánu?)

Nadväzujúc na tvrdené skutočnosti v úvode predmetného príspevku je možné skonštatovať, že jedným z najočakávanejších krokov v súvislosti s ochranou environmentálnych práv bolo prijatie Rezolúcie č. 48/13 Radou OSN pre ľudské práva (HRC A/HRC/RES/48/13), ktorá v rámci svojho textu deklaruje, že čisté, zdravé a udržateľné životné prostredie je možné považovať za ľudské právo (Kehris, 2022). Predmetná rezolúcia bola výsledkom dlhoročného úsilia mnohých organizácií občianskej spoločnosti, odborníkov a ďalších zainteresovaných aktérov, ktorí systematicky poukazovali na nevyhnutnosť formálneho uznania práva na zdravé životné prostredie. Počas mandátu Johna Knoxa a neskôr Davida Boyda ako osobitných spravodajcov OSN pre ľudské práva a životné prostredie bola táto požiadavka opakovane predkladaná medzinárodnému spoločenstvu – najmä vo forme výziev adresovaných OSN, aby oficiálne uznala toto právo ako súčasť medzinárodného rámca ľudských práv (European parlament, 2021). Iné ľudskoprávne dohovory, inštitúty kontroly a vymožiteľnosti ľudských práv (či už univerzálneho alebo regionálneho charakteru) zakotvujú právo na životné prostredie prevažne implicitne, a teda jeho adekvátnu ochranu je možné zabezpečiť prostredníctvom širšieho, kreatívneho súdneho výkladu. Príkladom deklarovaného postupu je aj činnosť Európskeho súdu pre ľudské práva² (ďalej ako „ESLP“) či Výborov OSN ako kvázi-súdnych orgánov.³ Explicitné zakotvenie práva na životné prostredie môžeme nájsť napr. v Africkej charte práv človeka a národov (tzv. Banjulská charta) (ďalej v texte aj ako „Africká charta“) ako katalógu ľudských práv prijatého v lone Africkej únie (vtedajšia Organizácia Africkej jednoty). Konkrétne čl. 24, Africkej charty deklaruje: „*Všetci ľudia majú právo na všeobecné uspokojivé prostredie priaznivé pre ich vývoj.*“ Aj keď sú zaznamenávané určité pokroky v oblasti ochrany práva na životné prostredie, existujú znepokojivé dôkazy o tom, že rozsah globálnych a lokálnych hrozieb pre plné užívanie ľudských práv, a predovšetkým práva na zdravé životné prostredie v súvislosti s oceánmi, sa neustále zvyšuje. Znečisťujúce látky pochádzajúce z rôznych zdrojov, ktoré spôsobujú degradáciu životného prostredia na pevnine aj v moriach, naďalej kontaminujú oceány, negatívne ovplyvňujú ekosystémy a akumulujú sa v morských organizmoch, čo má vážne dôsledky pre potravinovú bezpečnosť, živobytie a zdravie ľudí (Bennett, Morgera, Boyd, 2024).

Je možné objektívne tvrdiť, že globálny pokles biotopov a biodiverzity, spôsobený klimatickými zmenami, znečistením a rôznymi formami rozvoja oceánov a pobrežných oblastí, má zásadný dopad na ekosystémové služby, ktoré sú nevyhnutné pre reguláciu klímy, zabezpečenie ľudskej bezpečnosti, zachovanie kultúrnej kontinuity a celkovú kvalitu života (IPCC, 2021). Rozvojové aktivity v oceánskom a pobrežnom prostredí, ako je intenzifikácia priemyselnej akvakultúry a hlbekomorská ťažba, majú negatívny vplyv na biodiverzitu a narušajú schopnosť ekosystémov zmierňovať účinky klimatických zmien, čím vyvolávajú zásadné ohrozenie základných ľudských práv súčasných a budúcich generácií, vrátane ich práva na zdravé a čisté životné prostredie (Blythe, 2020). Najviac zraniteľné skupiny obyvateľstva, ako sú ženy, deti, starší ľudia, osoby so zdravotným postihnutím, domorodé obyvateľstvo, drobní rybári, pobrežné obyvateľstvo a malé ostrovné rozvojové štáty, sú disproportne vystavené negatívnym dopadom environmentálnych zmien a degradácie morských ekosystémov. V súvislosti s obyvateľstvom najviac postihnutým znečistením oceánov v dôsledku degradácie životného prostredia sa prijatie Deklarácie práv roľníkov a ľudí z vidieckych oblastí (HRC A/HRC/39/67) pod gesciou Rady OSN pre ľudské práva stalo veľmi relevantnou iniciatívou. Je potrebné poukázať aj na čl. 1 ods. 4, ktorý vo svojom obsahu deklaruje: „*Deklarácia sa ďalej vzťahuje na zamestnancov, vrátane všetkých migrantov bez ohľadu na ich migračný status, a sezónnych pracovníkov, ktorí pracujú na plantážach, poľnohospodárskych farmách, v lesoch a na farmách v akvakultúre a v agropriemyselných podnikoch.*“ Uvedená deklarácia v rámci svojho obsahu, a to konkrétne v čl. 18 ods. 1 odzrkadľuje aj charakter jednotlivých environmentálnych práv roľníkov a ľudí z vidieckych oblastí, a to v znení: „*Roľníci a ďalší ľudia pracujúci v vidieckych oblastiach majú právo na ochranu a zachovanie životného prostredia, produktívnej kapacity svojich pôd a zdrojov (poznámka autora: zdroj v danom kontexte predstavujú aj samotné moria), ktoré využívajú a spravujú.*“ Pokračujúc v ďalšom texte, skúmaná Deklarácia pojednáva o skutočnosti, že štáty sú povinné zabezpečiť, aby sa neukladali alebo nevyvážali nebezpečné materiály na pôdu roľníkov a pracujúcich vo vidieckych oblastiach, a spolupracovať pri riešení cezhraničných environmentálnych problémov, ktoré by mohli ohroziť tieto práva. Tento globálny prístup je nevyhnutný na prevenciu škôd spôsobených vonkajšími environmentálnymi hrozbami. Okrem toho musia štáty chrániť vidiecke komunity pred zneužívaním zo strany neštátnych aktérov, ako sú korporácie, a to presadzovaním environmentálnych zákonov, ktoré chránia ich práva. Tieto zákony zabezpečujú zodpovednosť a zabráňujú vykorisťovaniu, podporujú udržateľné hospodárenie s pôdou a zdrojmi. Celkovo tieto opatrenia zdôrazňujú potrebu národných a medzinárodných snáh na ochranu vidieckych pracovníkov a životného prostredia, na ktorom závisia. Následne v ustanoveniach čl. 21 diskutovanej Deklarácie kde sa pojednáva, že roľníci a vidiecki pracovníci majú **právo na vodu na osobné, domáce, poľnohospodárske, rybárske a chovateľské účely, ako aj na zabezpečenie iných vodou súvisiacich živobytí**, pričom je nevyhnutné zaistiť ochranu, obnovu a **udržateľné využívanie vody**. Majú právo na spravodlivý prístup k vode a vodohospodárskym systémom a na ochranu pred

² Pozri napríklad rozhodnutie Výboru OSN pre práva dieťaťa *Sacchi a kol. proti Argentíne a kol.*

³ Pozri napríklad rozhodnutie ESLP vo veci *Verein KlimaSeniorinnen Schweiz a iní proti Švajčiarsku*.

svojvoľnými odpojeniami alebo znečistením vodných zdrojov. Štáty sú podľa predmetných ustanovení povinné rešpektovať a chrániť toto právo a zabezpečiť prístup k vode na nediskriminačnom základe, najmä pre znevýhodnené skupiny ako vidiecke ženy, nomádskych pastierov a migrantov. Štáty by mali podporovať cenovo dostupné vodné technológie, ako sú zavlažovacie systémy, technológie na opätovné využívanie vyčistenej odpadovej vody a technológie na zber a skladovanie vody. Zároveň je dôležité chrániť a obnovovať vodné ekosystémy, ako sú rieky, jazerá, mokrade a podzemné vody, pred nadmerným využívaním a znečistením škodlivými látkami. Štáty taktiež musia zabrániť tretím stranám, aby narušili užívanie práva na vodu roľníkmi a vidieckymi pracovníkmi a uprednostniť **vodu pre ľudské potreby** pred inými využitiami, podporujú jej ochranu a udržateľné využívanie.

Napriek tomu, že určitá miera prepojenia medzi právom na čisté, zdravé a udržateľné životné prostredie a ochranou oceánov je implicitne prítomná v doterajších vyjadreniach medzinárodného spoločenstva (ako napríklad vo vyššie uvedenej deklarácii práv roľníkov a ľudí z vidieckych oblastí), je nevyhnutné výslovne poukázať na právny a materiálny nexus medzi diskutovanými oblasťami. Dňa 3. apríla 2025 prijala Rada OSN pre ľudské práva rezolúciu s názvom *Ľudské právo na čisté, zdravé a udržateľné životné prostredie: oceán a ľudské práva* (A/HRC/58/L.26/Rev.1), ktorá explicitne potvrdzuje úzke prepojenie medzi ochranou morského prostredia a realizáciou ľudských práv, predovšetkým práva na čisté a zdravé životné prostredie. Rezolúcia výslovne uvádza, že degradácia oceánov – vrátane znečistenia plastmi, klimatickej zmeny a straty biodiverzity – predstavuje závažnú hrozbu pre uplatňovanie viacerých základných ľudských práv. V tejto súvislosti vyzýva štáty, aby prijali účinné legislatívne a inštitucionálne opatrenia zabezpečujúce nielen ochranu morského ekosystému, ale aj prístup verejnosti k informáciám, účasť na rozhodovacích procesoch a účinné právne prostriedky nápravy v environmentálnych záležitostiach (Honniball, 2025). Oporným bodom rezolúcie je aj odkaz na poradné stanovisko Medzinárodného tribunálu pre morské právo z roku 2024, ktoré potvrdzuje existenciu právnych povinností štátov v oblasti ochrany oceánu pred negatívnymi dôsledkami klimatickej zmeny (Mayer, 2025). Tým sa posilňuje právny základ pre ďalšie rozpracovanie záväzkov štátov v oblasti ochrany morského prostredia v kontexte ľudských práv, najmä v súvislosti s implementáciou princípov udržateľného rozvoja a ochrany biodiverzity. V nadväznosti na túto právnu dynamiku je v rámci predmetného článku relevantné upriamiť pozornosť aj na koncept tzv. „transformačného potenciálu“, ako ho formulujú Bennett, Morgera a Boyd. Títo autori identifikujú tri konkrétne mechanizmy, prostredníctvom ktorých môže medzinárodné uznanie ľudského práva na zdravé životné prostredie stimulovať zmeny v správe oceánov a prispieť k ich hlbšej transformácii, a to najmä:

1. povinnosť štátov účinne regulovať a monitorovať aktivity súkromného sektora pracujúceho v morskom a pobrežnom prostredí s cieľom predchádzať porušovaniu ľudských práv,
2. povinnosť štátov zaviesť vecné, proporcionálne zákony a režimy riadenia na ochranu morského prostredia a ľudských práv, ako aj účinné mechanizmy monitorovania, vyšetrovania a presadzovania dodržiavania noriem v oblasti životného prostredia a ľudských práv, aby sa zabránilo neoprávnenému, predvídateľnému porušovaniu ľudských práv v dôsledku zhoršovania alebo zachovania životného prostredia,
3. uznanie ľudského práva na zdravé životné prostredie objasňuje špecifické minimálne normy na zabezpečenie inkluzívnosti procesov správy oceánov. Procesné povinnosti vyplývajúce z tohto práva vyžadujú, aby štáty: zabezpečili, aby všetci držiteľia práv mali prístup k informáciám týkajúcim sa vplyvov morského a pobrežného rozvoja a ochranných činností na životné prostredie a ľudské práva, umožnili plnú účasť všetkých dotknutých strán na rozhodovaní v súvislosti s morským prostredím a poskytl prístup k spravodlivosti a účinným opravným prostriedkom za porušenia. (Bennett, Morgera, Boyd 2024).

V kontexte záverov tejto kapitoly je vhodné osobitne zdôrazniť narastajúcu prítomnosť ľudskoprávnej dimenzie v rámci diskusií o správe oceánov. Tento trend sa prejavuje najmä častejšími odkazmi na ľudské právo na čisté, zdravé a udržateľné životné prostredie, ktoré sa čoraz viac spája s otázkami udržateľného využívania a ochrany morského a pobrežného prostredia. Ako napríklad:

1. *Správa špeciálneho spravodajcu OSN pre kultúrne práva z roku 2022 o zásadách trvalo udržateľného rozvoja sa týka projektov modrej ekonomiky, ktoré marginalizovali domorodé obyvateľstvo a drobných rybárov (dokument OSN A/77/290, ods. 68. Bližšie pozri: <https://do-cs.un.org/en/A/77/290>).*
2. *Správa špeciálneho spravodajcu o otázke ľudskoprávných záväzkov týkajúcich sa užívania bezpečného, čistého, zdravého a udržateľného životného prostredia odporučila presadzovať rovnaké práva a podmienky pre ženy v rybnom hospodárstve (dokument OSN A/HRC/52/33, ods. 94 písm. c. Bližšie pozri: <https://docs.un.org/en/A/HRC/52/33>)*
3. *Globálny rámec biodiverzity z Kunming-Montrealu z roku 2022 naznačuje, že jeho implementácia by sa mala riadiť prístupom založeným na ľudských právach, uznávajúc ľudské právo na zdravé životné prostredie a obsahuje ciele týkajúce sa chránených morských oblastí, rybolovu a morského priestorového plánovania. (Convention on Biological Diversity, Montreal, Canada, 2022).*
4. *Všeobecný komentár (GC) CRC č. 26 o právach detí a zdravom životnom prostredí s osobitným zameraním na zmenu klímy naznačuje, že na ochranu práva detí na zdravé životné prostredie by štáty mali okamžite podniknúť kroky na zabránenie znečisťovania mora a transformáciu priemyselného rybolovu (dokument OSN CRC/C/GC/26, odsek 65(c) a (f)). (CRC/C/88/D/104/2019).*

5. *Správa Pracovnej skupiny o otázke ľudských práv a nadnárodných korporácií a iných podnikateľských subjektov z roku 2023 poukázala na ľudské práva a environmentálne vplyvy modrej ekonomiky vrátane projektov v oblasti energetiky na mori a ťažby na morskom dne (dokument OSN A/78/155, ods. 44. Bližšie pozri: <https://docs.un.org/en/A/78/155>).*
6. *OHCHR vyzval štáty, aby nepokračovali v plánoch hlboko - morskej ťažby bez primeraných záruk vrátane dostatočných vedeckých poznatkov na zabezpečenie ochrany ľudského práva na zdravé životné prostredie (Úrad vysokého komisára OSN pre ľudské práva, 2023).*

Dopady zvyšovania hladiny morí na environmentálne vysídlenie a ochranu práva na zdravé životné prostredie

Viac než dve desaťročia uplynuli od publikovania prelomovej práce el-Hinnawiho, no v medzinárodnoprávnych kruhoch ostáva debata o prepojení životného prostredia s problematikou utečeneckého práva naďalej otvorená. V následkoch vysídlení spôsobených únikom plynu v Bhopále v Indii a nukleárnou katastrofou v Černobyle (Zetter, 2007) definoval el-Hinnawi environmentálnych utečencov ako: „...tých ľudí, ktorí boli nútení opustiť svoje tradičné prostredie, dočasne alebo trvalo, v dôsledku výraznej environmentálnej poruchy (prirodzenej a/alebo spôsobenej ľuďmi), ktorá ohrozila ich existenciu a/alebo vážne ovplyvnila kvalitu ich života“ (el-Hinnawi 1985). V akademických kruhoch sa odborníci kriticky zaoberali definíciami environmentálnych migrantov alebo utečencov, pričom tvrdili, že tieto termíny často vychádzajú z príliš zjednodušených interpretácií zložitých príčin, ktoré vedú k nútenému vysídľovaniu. Práca el-Hinnawiho je stále relevantná, pretože načrtla základný rámec pre pochopenie environmentálnych faktorov, ktoré spôsobujú vysídľovanie, čím otvorila dôležitú diskusiu o potrebách tejto problematiky v medzinárodnom práve a politike. Tento prebiehajúci diskurz zdôrazňuje potrebu hlbšieho a komplexnejšieho pochopenia environmentálnych faktorov, ktoré stoja za vysídľovaním, a rôznorodých realít, s ktorými sa stretávajú postihnuté populácie. Vo vzduchu právnych debát však naďalej visí otázka: Je možné považovať environmentálneho utečenca za utečenca *stricto sensu* podľa noriem ženevského práva? Je vysoko dôležité podotknúť, že pojem „environmentálny utečenec“ alebo „klimatický utečenec“ nie sú z hľadiska medzinárodného práva právnym pojmom. Predmetný názor zastáva aj Sadako Ogata, bývalá Vysoká komisárka OSN pre utečencov a vedci ako Gaim Kibreab, ktorí deklarujú, že klimatickí utečenci v skutočnosti nie sú utečencami podľa noriem ženevského práva a to konkrétne Dohovoru z roku 1951 o právnom postavení utečencov (ďalej ako „Dohovor o utečencoch“). (Zetter, 2007). Podľa článku 1(a) predmetného Dohovoru o utečencoch sa za utečenca považuje len osoba, ktorá prekročí medzinárodné hranice z dôvodu opodstatneného strachu z prenasledovania na základe rasy, náboženstva, národnosti, členstva v spoločenskej alebo politickej organizácii. Keďže environmentálni utečenci nespĺňajú tieto kritériá, je dôležité vyvodiť záver, že im nebude možné priznať štatút utečenca. Vhodnejším termínom sa teda v podmienkach medzinárodného spoločstva (*societas maxima*) javí byť pojem „environmentálne vysídlená osoba“ (Jankuv, 2024).

Je možné s určitou dávkou odľahčenia tvrdiť, že problematika práva na životné prostredie (a ochranu udržateľného oceánu) s presahom do environmentálneho vysídlenia istotne súvisí s klimatickým fenoménom zvyšovania hladiny morí. Podľa Zettera práve zvyšovanie hladiny morí v dôsledku klimatických zmien môže v budúcnosti ohroziť obytný priestor a zdroje obživy miliónom ľudí. S približne 41 % svetovej populácie žijúcej do 100 km od pobrežia je význam pobrežných zón a otázky udržateľnosti mimoriadne dôležité. Nárast hladiny morí bude z dlho dobejšieho časového horizontu istotne viesť ešte k rozsiahlemu vysídleniu dotknutého obyvateľstva. S ohľadom na tvrdenie Percha-Nielsena, Imbodena and Bättiga, spôsob akým sa predpokladá, že vzostup hladiny mora ovplyvní migráciu, je jednoduchý: „...keďže pôda sa stráca v dôsledku vzostupu hladiny mora, dôjde k nárastu migrácie.“ (Perch-Nielsen, Imbodena, Bättiga, 2008)



Obr. 1 Ilustrácia znázorňuje dopady klimatických zmien na vzostup hladiny morí a s tým spojenú migráciu.

Do roku 2050 môže vzostup hladiny morí spôsobiť vysídlenie viac než 14 miliónov Egyptanov (Morris, Zetter, Boana, 2008). Vnikanie slanej vody do skráteného toku Nílu by viedlo k ďalšiemu znižovaniu zavlažovaných plôch, ktoré sú kľúčové pre poľnohospodársku produkciu v krajine. Ohrozené sú aj ďalšie delty v Indonézii, Thajsku, Pakistane, Mozambiku, Gambii, Senegale, Suriname a na iných miestach. Viaceré ostrovné štáty, ako Maldivy, Kiribati, Tuvalu a Marshallove ostrovy, ako aj desiatky krajín v Karibiku, čelí rovnakému riziku (Morris, Zetter, Boana, 2008). V kontexte environmentálneho vysídlenia spôsobeného environmentálnymi faktormi je ohrozených množstvo základných ľudských práv, vrátane práva na život, bývanie, potravu, vodu a sanitáciu. Kľúčové sa v danom kontexte teda stáva, že uznanie práva na zdravé životné prostredie poskytuje nástroje na prijatie preventívnych opatrení na ochranu životného prostredia ešte predtým, než sa konkrétne dopady spôsobené degradáciou životného prostredia na ďalšie ľudské práva prejavujú alebo sa stanú zjavnými. Týmto spôsobom sa podľa názoru Iyer (s ktorým sa v plnej miere stotožňujeme) vytvára priestor pre dotknuté komunity na prevenciu následkov, ktoré by ich mohli nakoniec donútiť k environmentálnemu vysídleniu. (Visalam Iyer, 2023). Plné uznanie a implementácia práva na zdravé životné prostredie zahŕňa nielen procedurálne prvky (ako sú hodnotenie environmentálnych dopadov, prístup k informáciám, práva na účasť a prístup k účinným opravám), ale aj materiálne prvky (ako je prijímanie efektívnych environmentálnych politík a regulácia podnikateľských praktík).

Na regionálnej úrovni je dôležité spomenúť činnosť Rady Európy, ktorá uznala, že „*efektívna implementácia ľudského práva na bezpečné, čisté, zdravé a udržateľné životné prostredie... môže tiež zabezpečiť ochranu migrantov, ktorí sa presúvajú v hľadaní takéhoto bezpečného, čistého, zdravého a udržateľného prostredia*” (CoE, Parliamentary Resolution, 2021). Záverom predmetnej kapitoly je možné skonštatovať, že zvyšovanie hladiny morí predstavuje vážnu hrozbu pre ľudské práva (predovšetkým environmentálne práva, ale aj iné ako napr. právo na život a pod.), najmä v kontexte environmentálneho vysídlenia, ktoré postihuje tisíce ľudí v oblastiach ohrozených zaplavením pričom sa ochrana práva na zdravé životné prostredie sa stáva nevyhnutným predpokladom pre efektívnu prevenciu a zmierňovanie týchto dopadov. Kľúčovým prvkom riešenia tejto výzvy je zlepšenie medzinárodných právnych mechanizmov, ktoré umožnia účinnú ochranu práv ľudí postihnutých klimatickými zmenami. Na zabezpečenie trvalej ochrany je nevyhnutné, aby právne rámce zahŕňali nielen ochranu životného prostredia, ale aj konkrétne opatrenia na ochranu osôb zasiahnutých environmentálnym vysídlením.

Záver

Ako bolo v rámci príspevku viackrát zdôraznené, degradácia životného prostredia predstavuje vážnu hrozbu pre plné uplatňovanie environmentálnych a ďalších ľudských práv, pričom environmentálne vysídlenie, ktoré postihuje tisíce osôb v oblastiach ohrozených zaplavením, sa stáva jedným z najzávažnejších dôsledkov klimatických zmien. Ochrana práva na zdravé životné prostredie, vrátane udržateľného oceánu, je preto kľúčovým predpokladom pre efektívnu prevenciu a zmierňovanie týchto negatívnych environmentálnych dopadov. V tomto kontexte sa právna ochrana environmentálnych práv stáva nevyhnutným nástrojom na zabezpečenie ekologickej, sociálnej a ekonomickej udržateľnosti, čo si vyžaduje nielen prevenciu škôd, ale aj ich nápravu. Pre dosiahnutie trvalej ochrany je nevyhnutné, aby právne rámce na medzinárodnej i národnej úrovni obsahovali záväzky zamerané na ochranu ekosystémov, pričom sa zohľadnia aj špecifické potreby najzraniteľnejších skupín obyvateľstva, ktoré sú postihnuté environmentálnym vysídlením a klimatickými zmenami. Tieto rámce by mali obsahovať konkrétne opatrenia na ochranu osôb zasiahnutých environmentálnymi zmenami, čím sa zabezpečí nielen ochrana prírodných zdrojov, ale aj záruka základných ľudských práv týchto jednotlivcov. Ako uviedla Iyer, uznanie práva na zdravé životné prostredie dáva život slovám umelkyne Tanie Willard: „*Ploty a hranice nemôžu zastaviť tok riek, migráciu motýľov ani pohyb ľudí, a nezastavia ani ducha slobody*.”

Literatúra

A/HRC/39/67, 2018. Resolution adopted by the Human Rights United Nations Declaration on the Rights of Peasants and Other People Working in Rural Areas.

A/HRC/RES/48/13, 2021.UN, HRC. The human right to a clean, healthy and sustainable environment.

A/HRC/58/L.26/Rev.1, 2025. UN, HRC. Human right to a clean, healthy and sustainable environment: ocean and human rights.

BENNETT, N.J., MORGERA, E., BOYD, D. The human right to a clean, healthy and sustainable ocean. In: Ocean Sustainability. Vol. 3, no. 19 [online], 2024. [2024-11-18]. Dostupné na: <https://doi.org/10.1038/s44183-024-00057-7>. ISSN 2731-426X.

BLYTHE, J. et al. Frontiers in coastal well-being and ecosystem services research: A systematic review. In: Ocean & Coastal Management. Vol.185. [online], 2020. [2024-11-18]. Dostupné na: <https://doi.org/10.1016/j.ocecoaman.2019.105028>.

HONNIBAL, A. N., HRC: The human right to a clean, healthy and sustainable environment – the ocean and human rights. De Maribus. [online], 2025. [2025-04-04]. Dostupné na: <https://demaribus.net/2025/04/09/hrc-the-human-right-to-a-clean-healthy-and-sustainable-environment-the-ocean-and-human-rights/>.

IPCC, 2021. Chapter 3: Oceans and Coastal Ecosystems and Their Services. (Intergovernmental Panel on Climate Change, Geneva, Switzerland). [online], 2020. [2024-11-18]. Dostupné na: <https://doi.org/10.1016/j.ocecoaman.2019.105028>.

KEHRIS, B. United nations human rights. In: Right to healthy environment, OHCHR. [online], 2022 [2023-10-30]. Dostupné na: <https://www.ohchr.org/en/statements-and-speeches/2022/04/right-healthy-environment>.

PERCH-NIELSEN, S. L., BATTING, M. B., IMBODEN, D., Exploring the link between climate change and migration. Climatic Change 91, S. 375–393. [online], 2007. [2024-11-18]. Dostupné na: <https://doi.org/10.1007/s10584-008-9416-y>.

European parlemen. A universal right to a healthy environment. [online], 2021. [2025-01-15]. Dostupné na: [https://www.europarl.europa.eu/RegData/etudes/ATAG/2021/698846/EPRS_ATA\(2021\)698846_EN.pdf](https://www.europarl.europa.eu/RegData/etudes/ATAG/2021/698846/EPRS_ATA(2021)698846_EN.pdf).

IYER, M. V. How Recognition and Implementation of the Right to a Healthy Environment Can Advance the Human Rights of Migrants. In: *Environmental Rights Review*. Vol. 1. [online], 2023. [2025-03-15]. Dostupné na: <https://doi.org/10.5281/zenodo.8301780>.

JANKUV, J. Ochrana práv osôb vysídlených v dôsledku zvyšovania hladiny morí prostriedkami medzinárodného práva verejného vrátane medzinárodnej právnej úpravy apolitizmu. In: LANTAJOVÁ, D. (ed.) a kol.: *Postavenie osôb bez štátnej príslušnosti*. Trnava: Trnavská univerzita v Trnave, Právnická fakulta, 2024. s. 11 - 46. 978-80-568-0712-5.

JANKUV, J. Mechanizmy ochrany ľudských environmentálnych práv v medzinárodnom práve verejnom, v práve Európskej únie a v právnom poriadku Slovenskej republiky. 1. vydanie. Praha: Leges, 2018, s.200. ISBN 978-80-7502-309-4.

MAYER, B. Request for an Advisory Opinion submitted by the Commission of Small Island States on Climate Change and International Law. In: *American Journal of International Law*. 119(1):153-160. [online], 2025. [cit. 17.02.2025] Dostupné na: [doi:10.1017/ajil.2024.63](https://doi.org/10.1017/ajil.2024.63).

UN, OHCHR. *Key Considerations on Human Rights and the Impact of Deep Seabed Mining*, 2023.

Rodové rozdiely a postavenie onomatopojí v jazyku dospelých. Dôkazy z angličtiny a zo slovenčiny.

Gender Differences and the Position of Onomatopoeia in Adult Language. Evidence from English and Slovak.

Milana HRACHOVA

Univerzita Pavla Jozefa Šafárika v Košiciach, Filozofická fakulta

Abstrakt: Onomatopojam – verbálnym napodobeninám zvukov z mimojazykovej reality – sa v teoretickej lingvistike nevenovala veľká pozornosť. Výskumné práce o fenoméne onomatopojí a ich postavení sa zameriavajú najmä na reč dojčiat a/alebo detí. Pokiaľ ide o ich úlohu v jazyku dospelých, čiastkové výskumy v tejto oblasti naznačujú, že hoci je jazyk bohatý na lexikálne onomatopoeje, rodení dospelí hovoriaci ich význam veľmi nepoznajú (napr. v prípade slovenčiny Gregová 2021, v prípade japončiny a angličtiny Rydholm 2016, v prípade arabčiny Jahdhami 2020). Citované práce naznačujú zvyšujúci sa záujem lingvistov o tieto výrazy, avšak žiaden z doteraz publikovaných výskumov nebral do úvahy možné rodové rozdiely. To znamená, že táto práca môže priniesť nové a podnetné zistenia, ktoré prispedia do danej oblasti. Ďalším faktorom, ktorý prispieva k relevantnosti výskumu, je to, že postavenie onomatopojí sa líši v rôznych jazykoch. Štúdia preto bude skúmať rodové rozdiely a postavenie onomatopoeje v angličtine a v slovenčine.

Kľúčové slová: *lexikálne onomatopoeje, jazyk dospelých, rod, štandardná angličtina, štandardná slovenčina.*

Abstract: Onomatopoeia – verbal imitation of the sounds from the extra-linguistic reality – has not been paid much attention in theoretical linguistics. The research works on the phenomenon of onomatopoeia and its position are mainly focused on the speech of infants' or/and children's speech. As to their role in the language of the adults, partial research in this field indicates that although a language is rich in lexical onomatopoeias, native adult speakers are not familiar with their meaning (e.g., Rydholm 2016 for Japanese and English, and Jahdhami 2020 for Oman in Arabic, Gregová 2021 for Slovak language). The works cited above suggest an increasing interest in these expressions among linguists, but none of the published research so far has taken into account possible gender-based differences. It leads to the conclusion that this work can provide novel and encouraging findings that contribute to the field. Another factor contributing to the research's relevance is the fact that the position of onomatopoeia varies in different languages. Therefore, the study will explore the gender-based differences and position of onomatopoeia in English and Slovak.

Keywords: *lexical onomatopoeia, adult language, gender, standard English, standard Slovak.*

Introduction

Onomatopoeia is usually defined as “the verbal imitation of the sounds from the extra-linguistic reality” (Gregová, 2021, p. 7). However, the subject matter can be considered a controversial issue because there are various perspectives and methods concerning onomatopoeia. For instance, onomatopoeic expressions can be viewed as an illustration of sound symbolism (Trask, 1996, p. 247; Müller, Fischer, 2003, p. 77; Körtvélyessy, 2020, p. 1), or as not organic elements of the linguistic system (Saussure, 1959, p.131). Moreover, it is considered to be a rather overlooked notion in “theoretical linguistics, which may be related to its iconic-symbolic nature” (Körtvélyessy, 2020, p.1). It is important to mention that the “position of onomatopoeia in languages varies cross-linguistically” (Gregová, 2021, p. 7). Therefore, the study explores onomatopoeic expressions in English and Slovak.

The key research questions of this paper are:

1. What is the position of onomatopoeia in adult speech?
2. What are the potential gender-based differences in the familiarity and comprehension of onomatopoeia in adult speech?

Onomatopoeia in Slovak and English

Within linguistic analysis, onomatopoeic expressions are commonly categorized into two types: *primary and secondary onomatopoeia*. The former refers to direct sound imitations (Laing 2019; Körtvélyessy 2020) “simple, underived, uninflected, and conventionalized words” (Körtvélyessy & Štekauer, 2024, p. 1086), as, for instance, *mňau* (meow), *bum* (boom) in Slovak. The latter describes words that are derived from the *primary onomatopoeias* or founded on their semantic shift (Bredin 1996, Körtvélyessy & Štekauer 2024), as exemplified by *šepot* (whisper), *šum* (hiss) in Slovak.

When comparing the position of onomatopoeia in Slovak and English, several key differences and similarities become evident. First, Slovak linguistic tradition assigns onomatopoeias to a subgroup of interjections (so-called amorphous word-class) (Dvonč et al. 1966; Oravec, Bajžíková & Furdík 1984). In English, onomatopoeias are not typically assigned to a specific word class, and “English grammars usually treat onomatopoeia (if at all) as a peripheral phenomenon of the system” (Körtvélyessy, 2020, p. 8). However, this view is not universally accepted and should be considered as one among several perspectives on the role of onomatopoeia in language.

Sound-imitative origins set onomatopoeia apart from other lexical elements in both languages. Regarding the phonological level in Slovak, onomatopoeic words generally conform to the phonological patterns of the standard lexicon. As Gregová (2024) notes, they typically do not violate the phonotactic possibilities and constraints of standard Slovak, and their syllabic structure is usually in accordance with the basic CV syllable model typical of the language (p. 474).

However, exceptions do exist. Onomatopoeic expressions can sometimes diverge from regular phonotactic rules, allowing features such as syllabic recursion, or non-syllabic formation (Körtvélyessy 2020; Gregová 2024). A similar situation can be observed in English, where sound-imitating words mostly follow phonotactic norms but occasionally display irregularities. As to the morphological, syntactic, word-formative, and semantic characteristics, primary onomatopoeias (pure imitations of natural sounds) occupy a marginal position in the lexicon of both languages. On the other hand, secondary onomatopoeias (usually onomatopoeic verbs) behave syntactically and grammatically in conformity with the word-class to which they belong (Gregová 2024; Stump 2024).

A significant portion of research on the phenomenon of onomatopoeia and its position within the language system has focused on infants' and children's speech (Ondráčková 2008; Imai & Kita 2014; Laing et al. 2017; Kičura-Sokolová 2017; Motamedi et al. 2020). The researchers emphasized that onomatopoeic expressions play a key role in language acquisition, which is possible due to the early input of the mothers (Kauschke & Hofmeister 2002; Jahdhami 2020). In contrast, the body of research exploring the status of onomatopoeia in adult speech remains relatively limited. The existing studies (Rydbloom 2016 for Japanese and English; Gregová 2021 for Slovak language) highlight the marginal position of such a phenomenon. Although the works demonstrate a great deal of attention to the role of onomatopoeic expressions, gender-based distinctions were not considered. Given the limited exploration of gender-based distinctions in the use of onomatopoeia in adult speech, it is necessary to consider how gender may influence language practices.

Gender and language

Since one of the main issues addressed in this paper is the differences related to gender that can arise when analyzing onomatopoeic expressions in speech, this section focuses on the relationship between gender and language. In this paper, the term "gender" is used to refer to socially constructed differences between men and women (Eckert, 2018).

Gender and language research can be approached from a variety of angles. Coates (2016) emphasises four approaches, namely, deficit, dominance, difference and social constructionist approaches. The deficit approach viewed women's language as weaker and less authoritative, featuring more hedges, tag questions, and politeness markers (Wardhaugh & Fuller 2015; Coates 2016). The dominance approach "sees women as an oppressed group and interprets linguistic differences in women's and men's speech in terms of men's dominance and women's subordination" (Coates, 2016, p. 6). On the contrary, the difference approach relies on the idea that women and men speak in different ways. Lastly, the social constructionist (also called dynamic) perspective views gender as something that is performed or created by means of social interaction rather than as an innate quality (Coates, 2016, p. 7). This study primarily adopts the social constructionist approach but also draws on ideas from the difference approach. Both perspectives emphasize the equality of gender differences in language while remaining sensitive to social and contextual variability.

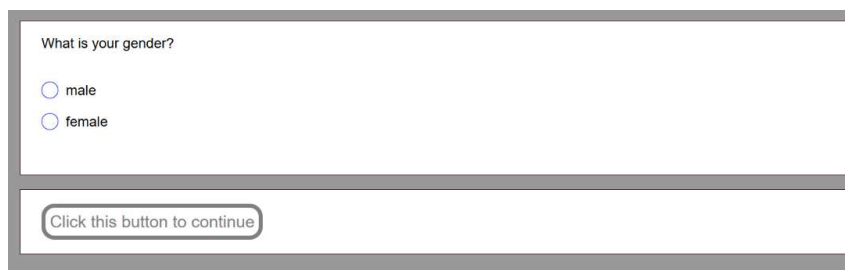
Research Methodology

To address the key research questions of this paper: (1) What is the position of onomatopoeia in adult speech? and (2) What are the potential gender-based differences in the familiarity and comprehension of onomatopoeia in adult speech? a survey was designed and structured into several parts. This survey aimed to systematically assess participants' perceptions, familiarity, and interpretation of onomatopoeic expressions, providing insights into both the general role of onomatopoeia in adult communication and possible gender-based differences in its comprehension. The survey was made in both English and Slovak using the software PsyToolkit which also helps to distribute it online (Stoet 2010, 2017). The survey was distributed online to native speakers of English and Slovak language, respectively. Participation in the survey was voluntary.

The first part of the survey includes introductory questions that are aimed at exploring the information about the age, gender etc. (see Figure 1). Afterwards, participants were asked to listen to 12 sounds from extra-linguistic reality and choose the suitable lexical onomatopoeia for the sound that they had just heard. There is also an option "Other" if the participants want to provide their own responses (see Figure 2). The recordings represent four categories of sounds from the extra-linguistic reality: (1) sounds of nature, (2) animal sounds, (3) sounds produced by the human body, and (4) sounds of various instruments. The platform mixkit.co was used to find and download the sounds. The quality of recorded sound and the correspondence of the sound to one of the categories described above were crucial aspects in the selection for the research.

The second half of the survey was focused on the ability of subjects to comprehend the lexical onomatopoeias in their native language. The participants were presented with lexical onomatopoeias, and their task was to write down the sound captured by the given expression. Twelve onomatopoeic expressions included the same categories of sounds as in the first part of the survey. The onomatopoeic expressions were taken from different platforms depending on the language, *Slovak National Corpus* for Slovak language and *The Onomatopoeia List*, and *The Written Sound* for English. All the expressions are given without context or any other identifications.

A vital aspect of the survey that provides a basis for a better grasp of potential differences based on gender is the response time measurement. The PsyToolkit platform (Stoet 2010, 2017) was specially selected for the survey design because of this. Each question's response time will be tracked and provided in an Excel format upon survey submission. Response times might vary, revealing patterns of onomatopoeia familiarity and comprehension.



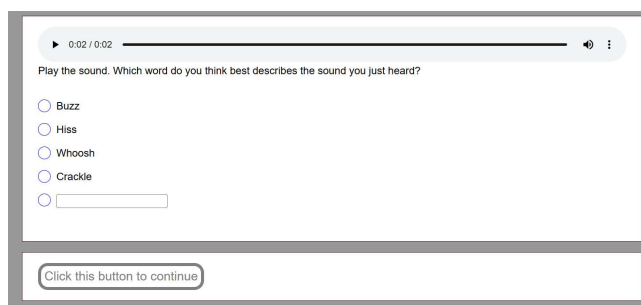
What is your gender?

☐ male

☐ female

Click this button to continue

Figure 1 Screenshot of an example of an introductory question in a survey.



0:02 / 0:02

Play the sound. Which word do you think best describes the sound you just heard?

☐ Buzz

☐ Hiss

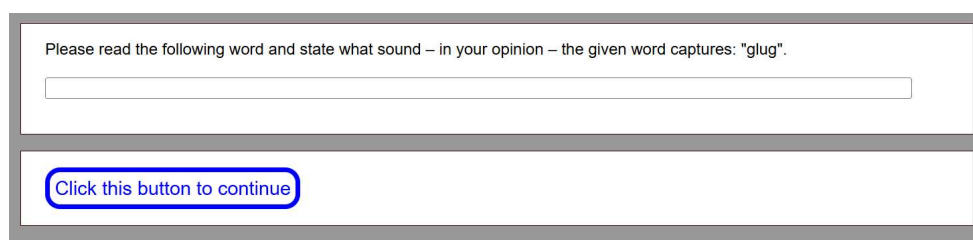
☐ Whoosh

☐ Crackle

☐

Click this button to continue

Figure 2 Screenshot of an example of a question from the second part of the survey.



Please read the following word and state what sound – in your opinion – the given word captures: "glug".

Click this button to continue

Figure 3 Screenshot of an example of a question from the second part of the survey.

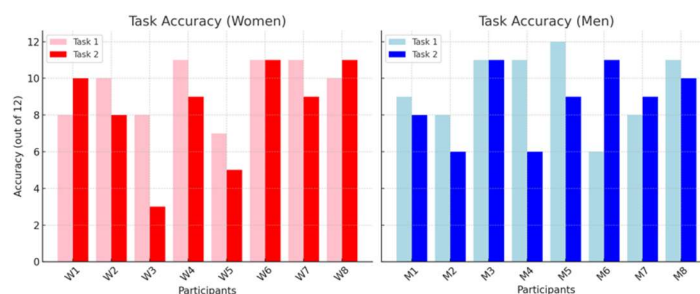
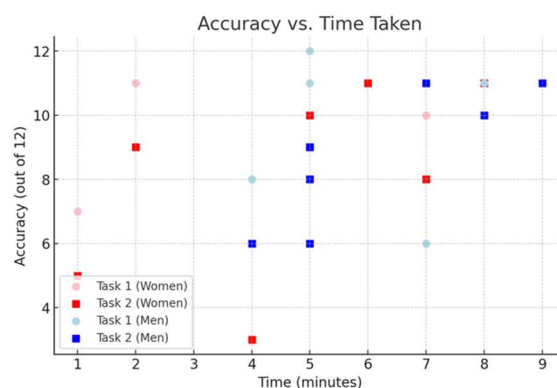
The last part of the questionnaire collected information about the participants' frequency and contextual usage of onomatopoeia. It includes questions, for example, "How often do you use onomatopoeia in your daily speech?" / "In which of the following contexts do you most often use onomatopoeia? (Select all that apply.)" etc. These final questions provide insight into participants' perceptions of onomatopoeia and summarize whether adults view onomatopoeia as a useful element in everyday communication.

Results

The research study was conducted on a sample of 18 participants, including 14 of whom are native speakers of Slovak and 4 native speakers of English, aged between 18 and 40, with an equal number of male and female representatives. The research's exploratory nature and the setting in which the data was gathered are reflected in the unequal distribution. The sample offers preliminary insights into the role of onomatopoeia in adult speech, which will lay a foundation for future research with a more balanced and extensive sample.

All participants voluntarily completed an online survey at their own pace. The overall results of the first two parts of the survey (i.e. Onomatopoeia Familiarity Task- Task1, and Lexical Onomatopoeia Comprehension Task- Task 2) are captured in Chart 1 and Chart 2. There appears to be a conclusion that both male and female participants performed similarly in Task 1, scoring with a high level of accuracy, however, female participants showed slightly more consistency, while men had more variability. Overall, the subjects were able to match lexical onomatopoeias with the sounds of extralinguistic reality, with some exceptions when participants used non-lexical onomatopoeia to describe the sound, as the analysis was restricted to lexical forms, such responses were excluded from consideration rather than classified as errors. Participants were not made aware of this distinction to ensure the spontaneity of their production.

When it comes to the second task focused on onomatopoeia comprehension, women generally performed better, scoring between 8-11 correct answers out of 12. The responses provided by male participants varied more in terms of their accuracy. It is also important to note that the performance of some male participants had worsened during the second task in comparison to the first task.

Chart 1: Task Accuracy of Female and Male Participants**Chart 2: Task Accuracy of Female and Male Participants**

Concerning the correlation between the time taken and the accuracy, there is no clear-cut difference, both genders appeared to spend a similar amount of time to complete the survey, some performed well even with less time, while others took longer but had lower accuracy. Some female participants completed the survey more quickly without lower scores. The average response time of female participants was 4.75 minutes, while male participants' average response time was 6 minutes. In order to evaluate the difference in average times a statistical test (Welch's test) was performed using Excel tables. The results of the test showed that $p > 0.05$, which shows that the average times between male and female participants are not statistically significant, the difference therefore might appear due to chance rather than a gender effect.

The last part of the survey concentrated on the frequency of using onomatopoeia and the contextual use of such expressions. The results are reflected in Chart 3 and Chart 4. As it may be observed from Chart 3 most subjects responded that they rarely and occasionally use onomatopoeic expressions, 5 participants responded that they frequently use onomatopoeias and only one participant chose the option "never". The majority of male participants claimed that they rarely use onomatopoeia in their speech, while the responses among women varied. Concerning the contextual use of onomatopoeia (see Chart 4), most of the subjects responded that they use onomatopoeias when discussing topics that involve sounds (e.g. sounds produced by animals); in casual conversations with friends, and family, when telling stories or anecdotes.

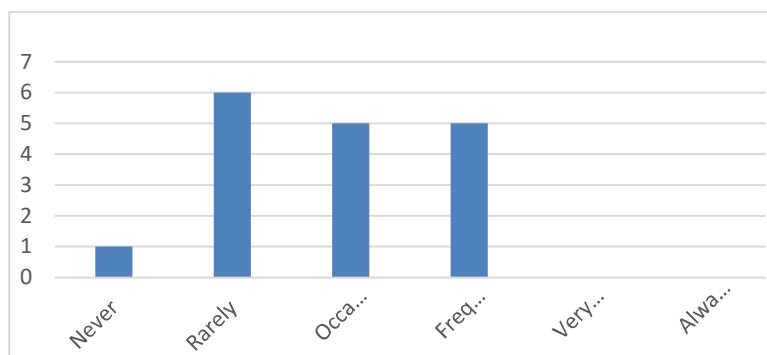
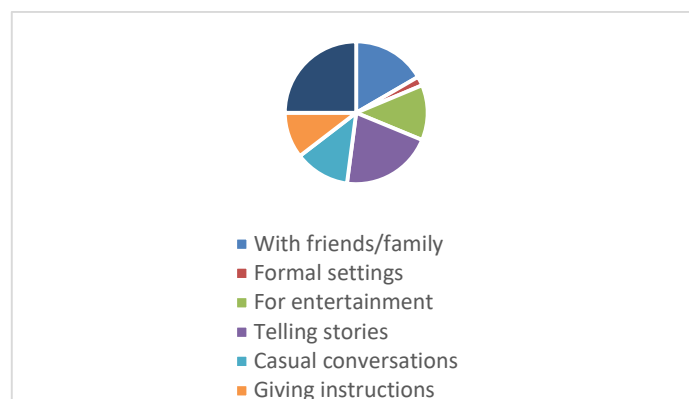
Chart 3: Frequency of Using Onomatopoeia in Speech

Chart 4: Situations Where Onomatopoeia is Used



Conclusion

Onomatopoeia is stated to be a marginal phenomenon in language due to its iconic-symbolic nature (Körtvélyessy 2020). Studies conducted on the role of onomatopoeia in adult speech only supported this claim, however, following the findings of this research, it must be highlighted that participants were able to identify most of the lexical onomatopoeia providing a description of the sound of extra-linguistic reality that they imitate as well as match the recordings of the sounds with the respective lexical onomatopoeias. The part of the survey addressing the question of frequency and contextual use of onomatopoeia showed that participants either use them rarely, occasionally or even frequently (provided by responses from 5 participants). Male participants were more likely than female participants to say that they hardly ever use onomatopoeia in their speech. These show that participants reveal a good degree of familiarity and comprehension of onomatopoeic expressions in their native tongue. Given the limited sample size, the findings should be interpreted with caution. In Task 1, it seems that both male and female participants scored highly accurately, however, while male participants were more variable, female individuals were somewhat more consistent. Though there were a few instances where participants described the sound using non-lexical onomatopoeia, as the analysis in this study is limited to lexical onomatopoeia, non-lexical onomatopoeic forms were excluded from consideration rather than classified as errors. Participants were not made aware of this distinction prior to or during the task, to avoid influencing their spontaneous production. Overall, respondents were able to correlate lexical onomatopoeic expressions with the sounds of extra-linguistic reality. In general, women did better on the second task, which focused on comprehending onomatopoeia. The accuracy of the responses given by male participants varied considerably. Regarding the relationship between accuracy and time, there is no obvious difference, which was also supported by statistical test. The limited representation of English speakers within the sample size constrains the ability to make a valid comparison between Slovak and English speakers. A larger, more balanced sample would be necessary to draw reliable conclusions about potential differences between the two groups. The primary goal for future studies is to expand the sample size to a level that will provide more clarity on the role of onomatopoeia in adult speech, as well as explore potential gender-based differences. This study represents only the initial steps in understanding these phenomena, and continued investigation will be essential to deepen our understanding.

References

- BREDIN, H. 1996. Onomatopoeia as a figure and a linguistic principle. *New Literary History*. 1996. ISSN 0028-6087
- COATES, J. 2016. *Women, Men and Language: A Sociolinguistic Account of Sex Differences in Language* (3rd ed.). New York: Routledge, Taylor and Francis. Available at: <https://doi.org/10.4324/9781315645612>
- DVONČ, L. et al. 1966. *Morfológia slovenského jazyka*. Bratislava: Vydavateľstvo Slovenskej akadémie vied.
- ECKERT, P., & MCCONNELL-GINET, S. 2018. *Language and gender*. Cambridge: Cambridge University Press. ISBN 978-1-107-02905-7
- GREGOVÁ, R. 2021. On the position of onomatopoeia in adult language. evidence from Slovak. *Lingua Posnaniensis*, 63(1), pp. 7–19. Available at: <https://doi.org/10.2478/linpo-2021-0001>.
- GREGOVÁ, R. 2024. Onomatopoeia in Slovak. In Körtvélyessy, I. and Štekauer, *Onomatopoeia in the world's languages: A comparative handbook*. (pp. 465-476) Berlin: De Gruyter Mouton. Available at: doi.org/10.1515/9783111053226-039
- IMAI, M. & KITA, S. 2014. The sound symbolism bootstrapping hypothesis for language acquisition and Language Evolution. In *Philosophical Transactions of the Royal Society B: Biological Sciences*, 369(1651), p. 20130298. Available at: <https://doi.org/10.1098/rstb.2013.0298>
- JAHDHAMI, S. 2020. Onomatopoeia in Omani Arabic. In *Journal of advances in linguistics*, 11, pp. 63–74. Available at: <https://doi.org/10.24297/jal.v11i.8898>.
- KAUSCHKE, C. & HOFMEISTER, C. 2002. Early lexical development in German: A study on vocabulary growth and vocabulary composition during the second and third year of life. In *Journal of Child Language*, 29(4), pp. 735–757. Available at: <https://doi.org/10.1017/s0305000902005330>

- KIČURA-SOKOLOVÁ, J. 2017. Interjekcionálne vetné štruktúry a ich postavenie v ranej syntaxi. *Jazyk a kultúra*. 29-30. ISSN 1338-1148.
- KÖRTVÉLYESSY, L. 2020. *Onomatopoeia – a unique species?* John Wiley & Sons Ltd, Oxford, 2020. DOI: 10.1111/stul.12133
- KÖRTVÉLYESSY, L. & ŠTEKAUER, P. 2024 *Onomatopoeia in the world's languages: A comparative handbook*. Berlin, Boston: De Gruyter Mouton. Available at: <https://doi.org/10.1515/9783111053226>
- KÖRTVÉLYESSY, L., & ŠTEKAUER, P. 2020. Onomatopoeia. *Complex Words*, 335–361. Available at: <https://doi.org/10.1017/9781108780643.018>
- LAING, C. 2019. A role for onomatopoeia in early language: Evidence from Phonological Development. *Language and Cognition*, 11(2), 173–187. Available at: <https://doi.org/10.1017/langcog.2018.23>
- LAING, C. et al. 2017. How salient are onomatopoeia in the early input? A prosodic analysis of infant-directed speech. In *Journal of Child Language*, 44, 1117–1139. doi: 10.1017/S0305000916000428
- MOTAMEDI, Y. et al. 2020. Linking language to sensory experience: Onomatopoeia in early language development. In *Developmental Science*, 24(3). Available at: <https://doi.org/10.1111/desc.13066>.
- MÜLLER, W. G. & FISCHER, O. 2003. *From Sign to Signing: Iconicity in Language and Literature 3*. Amsterdam / Philadelphia: John Benjamins Publishing Company, 2003. ISBN 90-272-2593.
- ONDRÁČKOVÁ, Z. 2008. Detské slová v slovenčine a ich charakteristika. In Slančová, Daniela (ed.), *Štúdie o detskej reči*, 251-305. Prešov: Filozofická fakulta Prešovskej univerzity v Prešove.
- ORAVEC, J., BAJZÍKOVÁ E. & FURDÍK, J. 1984. *Súčasný spisovný slovenský jazyk. Morfológia*. [Present-day Slovak literary language. Morphology] Bratislava: SPN.
- RYDBLOM, O. 2016. *Universals in Usage of and Attitudes to Onomatopoeia*, Lund University, Lund, Available at: <https://lup.lub.lu.se/luur/download?func=downloadFile&recordId=8888824&fileId=8888825>
- SAUSSURE, F. 1959. *Course in General Linguistics*. New York: Philosophical Library, Inc., 1959. ISBN 978-0812690231
- STOET, G. 2010. PsyToolkit - A software package for programming psychological experiments using Linux. *Behavior Research Methods*, 42(4), 1096-1104.
- TRASK, R. L. 1996. *A Dictionary of Phonetics and Phonology*. London: Routledge. Wiesbaden: Otto Harrassowitz. Available at: <https://doi.org/10.4324/9780203695111>
- WARDHAUGH, R. & FULLER, J.M. 2015. *An introduction to sociolinguistics Ronald Wardhaugh and Janet M. Fuller*. Malden, Mass. u.a: Wiley-Blackwell. ISBN: 978-1-119-47342-8

Kontrastívna analýza kompozít a podobných konštrukcií s genitívom: Dôkazy z angličtiny a slovenčiny

Contrastive analysis of compounds and related constructions with genitives: Evidence from English and Slovak

Veronika HUDÁKOVÁ

Univerzita Pavla Jozefa Šafárika v Košiciach, Filozofická fakulta

Abstrakt: Cieľom tohto príspevku je predstaviť teoretický základ prebiehajúceho výskumu výrazov v genitíve v angličtine a slovenčine a načrtnúť pilotnú štúdiu, ktorá bola realizovaná s cieľom porovnať výrazy v genitíve v oboch jazykoch. Teoretická časť príspevku sa zaoberá genitívom, jeho uplatnením a postavením v angličtine a slovenčine, ako aj rôznymi typmi výrazov v genitíve so zameraním na anglické genitívne kompozitá. Analytická časť predstavuje pilotnú štúdiu pozostávajúcu z porovnávacej analýzy vzorky anglických genitívnych kompozít a ich slovenských ekvivalentov.

Kľúčové slová: *genitív, kompozitá v genitíve, skladanie slov, slovné spojenia, slovtvorba*

Abstract: This aim of this paper is to present the theoretical basis for the ongoing research on genitive constructions in English and Slovak and delineate a pilot study conducted in order to compare the genitive structures in both languages. The theoretical part of the paper discusses genitive case and its application and position in English and Slovak as well as different types of genitive constructions, with the focus on English genitive compounds. The analytical part presents a pilot study of a comparative analysis of a sample of English genitive compounds and their Slovak equivalents.

Keywords: *genitive case, genitive compounds, compounding, collocations, word formation*

Introduction

Descriptive genitives, or genitive compounds, in English, are a type of construction with quite an elusive character, standing on the edge of being considered compounds or phrases. They differ from nominal compounds by the addition of the possessive 's as in *writer's block* or *bull's eye* and are often seen as fixed terms (Rosenbach, 2006: 78). Nominal compounds also occur in Slovak; however, genitive constructions in English are in Slovak expressed through collocations with genitive nouns or relational adjectives.

This paper deals with the comparison of genitive constructions in English and Slovak. Genitive case is described in terms of the differences between the two languages, with the focus on how it is expressed. The theoretical part further deals with genitive constructions, specifically nominal constructions consisting of two nouns, one being marked by the genitive case. Both languages have constructions in the genitive, however, in English we distinguish between genitive compounds and genitive phrases, while in Slovak there are only genitive phrases, or collocations with genitives. The theoretical part primarily aims to describe genitive compounds as they are the focus of the current PhD research, outlining the differences between the two types of genitive constructions in English and comparing them to Slovak collocations and nominal compounds, which are also described.

The analytical part presents a pilot study, which functions as a starting point into the planned research. It aims to compare the genitive constructions in the two languages in order to compare their structures and formation. Firstly, the status of English genitive constructions as either compounds or phrases will be explored through *Pronominal Reference Test* (ten Hacken, 1999). The pilot study of my research focuses on genitive constructions with the same non-head, the noun marked by the genitive case, that being the noun *woman*, both in singular and plural. Secondly, English genitive compounds of the sample will be explored against their Slovak equivalents in order to discover whether there is a clear pattern in the translation of English genitive compounds into either collocations with a genitive noun or relational adjectives in Slovak. The paper is thus organized into three sections, the first two sections constitute the theoretical part, and the last section constitutes the analysis. Section 1 compares the status of the genitive case in English and Slovak, while Section 2 focuses on genitive constructions, specifically genitive compounds in English. The last section, Section 3 deals with the methodology and analysis of the present study.

1 Genitive case – English versus Slovak

Genitive case, as the only remnant of the Old English case system, along with the unmarked common case, form the case system in Modern English. Case, as defined by Quirk (1972, p. 192), is a grammatical category expressing a variety of relationships between nominal elements. Orthographically, the case is marked by 's and its main function is that of possession. The status of the morpheme -s wavers between that of an inflectional affix and a clitic due to its "promiscuous attachment" (Spencer, 2019, p. 246), the ability to attach to the last word in possessive noun phrases (*the cat and the dog's owners*), its status will be explored shortly. Payne (2011, p. 380) proposes that there are two types of genitives; head marking genitive (inflects individual nouns and pronouns) and phrase marking genitive (inflects words of any category provided they appear at the right edge of a noun phrase (NP)). Both types are expressed through the possessive element 's, however, there is another form of genitive, the -of genitive. The -of genitive has the following structure: head noun phrase + of + modifying noun phrase as in *the books of children*, which stands in contrast to the 's genitive as in *children's books* (Quirk et al., 1972, p. 194). The use of either of the two genitives is governed by animacy, with 's genitive being favoured by animate nouns (persons and animals) (Quirk et al., 1972, p. 198).

The case system in Slovak is much more extensive, consisting of six cases (nominative, genitive, dative, accusative, locative, instrumental). Genitive, along with nominative and accusative, belong to the category of central cases, because they are central to the construction of a sentence (Oravec et al., 1984, p. 44). They are also termed grammatical cases, in contrast to semantic cases (dative, instrumental), because of their lack of concrete meaning. Out of all the Slovak cases, genitive differs by being partitive. When compared to accusative, which interrupts the action without restrictions, genitive interrupts the action only partially (*priliat' mlieko_{AC}* – *priliat' mlieka_{GEN}*). Slovak, as a synthetic language, employs a complex system of inflectional morphology, which is divided into two domains, nominal and verbal. For the purpose of my paper, the focus will be on the nominal inflection or 'declension'. Declension applies to parts of speech within the noun phrase; to nouns, adjectives, pronouns, and numerals (Majer, 2024, p. 129). Nouns are simultaneously inflected for case and number, leading to two parallel groups (singular and plural) of a particular inflected noun.

The following example showcases the contrast between English and Slovak genitive constructions in a syntactical context provided by me:

- (1) a. He went from one **friend's** house to another.
- b. Chodil z domu jedného **priateľa** do druhého.

In (1a), the English construction *friend's house* stands together, the noun marked by the genitive specifies what kind of house it is, while in the Slovak example in (1b), the two nouns, *priateľ* ('friend') and *dom* ('house') are both marked for the genitive case through suffixes and do not stand together. As illustrated on the following examples, the structures of the two types of genitives differ:

- (2) a. [N's N]_{GEN}
- b. [N-Af]_{GEN}

In English, in (2a), the structure of a genitive construction consists of two nouns, the first noun marked by the possessive 's, while in Slovak, (2b), the structure consists of a single noun marked by an affix in the genitive case. The case marking in Slovak varies based on the gender of the noun as well as the paradigm by which it is declensed, however in English, the case is marked simply by 's. The status of the possessive marker in English has been treated by various linguists without coming to a hard and fast conclusion. As Allen (2008, p. 43) notes, despite the use of the term *genitive* to describe it, genitive 's is not treated as a case marker. Instead, there is a tendency to treat it as a clitic-like element. Clitic is a type of an obligatory bound morpheme distinguished from an affix, due to its ability to attach to the end of a phrase (*the man I saw yesterday's hat*); clitics exhibit a low degree of selection with respect to their hosts. An important aspect of clitics is that they are contracted variants of full words (*has* – 's, *will* – 'll) and in sentences, they occur in the same position as the corresponding full form (Zwicky and Pullum, 1983, p. 503). Possessive 's, however, does not have an independent counterpart as other clitics in English. Due to this, it has been often treated as an inflectional morpheme marking the genitive case; "The only remaining case inflection for nouns is the genitive" (Bieber et al., 1992, p. 292). Zwicky (qt. in Rosenbach 2002, p. 9, 1987), on the other hand considers 's as an inflectional ending, which has the ability to attach to phrases. Rosenbach (2002, pp. 8-9) argues against these classifications of 's as an inflectional affix and the following list summarizes her arguments.

- (3) a. Possessive 's can attach to complex phrases and not exclusively to nominal heads.
 - "group genitives" (*[the man in the car]'s ears*)
 - conjoined NPs (*[Melody and Henry]'s window*)
 - appositions (*[Elizabeth the Second]'s heir*)
- b. Possessive 's attaches to non-nominal elements (*[people who hurry]'s ideas*).
- c. Possessive 's, like clitics, has a "low degree of selection".

Additionally, Rosenbach (2002, p. 9) mentions that possessive 's does not trigger voice alternation in contrast to inflectional morpheme -s (*wives* vs. *wife's*) and moreover, while plural inflection retained some irregular forms (*oxen*, *children*), genitive "inflection" has not. Possessive 's thus does not fall into either the category of inflectional affixes nor the category of clitics, so it cannot be classified as a genuine inflection nor clitic. Rosenbach (2002, p. 13) concludes that possessive 's exhibits "a categorial transient state" and can be considered as a hybrid category, which exhibits characteristics of both inflection and a clitic.

Within syntax, the role of the genitive in English shifted to a periphery due to it being the last remnant of the case system, while in Slovak its role is active, expressing the case relationship of a noun to other elements in the sentence. Genitive is the second most frequent case in Slovak, following nominative, occurring the most in academic and journalistic genres (Oravec et al., 1984, p. 51). However, as was outlined in this section by the non-definite character of the possessive 's, genitive constructions in English deserve to be analysed in the context of the types of constructions they form.

2 Genitive constructions and compounds

Within the English grammar, genitive functions either a determiner or a modifier. As a determiner it takes the place of a determiner such as *the* in a noun phrase, and in contrast to *the* it can take the form of a possessive pronoun (*her desk*), a single noun (*Jenny's desk*) or a noun in combination with its determiner or modifier (*my daughter's desk*) (Quirk et al., 1985, p. 326). As a modifier, the genitive acts similarly to noun or some adjective modifiers (*women's college*, *women's fiction*). The difference between the two types is illustrated in Adams (2001, p. 80):

- (4) a. the potter's wheel The potter's wheel was in his backyard.
 b. potter's wheel John bought a second-hand potter's wheel.

In example (4b), the noun marked by the genitive, *potter's*, denotes a kind of wheel, while in (4a), *the potter* is a part of a noun phrase and functions as an antecedent of *his*, thus referring to a specific individual. The genitive marked dependent in (4b) is non-referential. The focus of this paper is on the genitive functioning as a modifier, often termed as 'descriptive genitive' or a genitive compound.

The analysis of genitive compounds, a combination of a genitive noun and a noun in the structure [N's N]_N, has not received widespread attention. The reason for this is that these constructions are often thought of as fixed expressions, due to their tendency for an idiomatic connection of the genitive with its head noun (*cat's eye*) (Quirk et al., 1985, p. 328). As was described above by Allen (2001), descriptive genitives differ from genitive phrases, or determiner genitives, in that their pre-head structure is not a NP but a noun. The initial element of genitive compounds has a word structure rather than a phrasal one and its structure is a classifying semantic one (Bauer et al., 2013, p. 437). The examples of descriptive genitives are provided by Bauer et al. (2013, p. 436); *men's room*, *smoker's cough* or *driving's license*. The compound *men's rooms* is discussed by Barker (2019, p. 131), in context of syntactic ambiguity of descriptive and determiner genitives.

- (5) a. [[the men's] rooms]
 b. [the [men's rooms]]

The example (5a) is genitive phrase, or determiner genitive, referring to rooms possessed by a group of men. In (5b), the construction denotes restrooms for men as in the following sentence from COCA (2025); "...we brushed our teeth with our fingers and washed up in the men's rooms of gas stations...". The meaning of descriptive genitives is more opaque than of determiner genitives, the context is the determining factor in many cases. Another aspect, which distinguishes descriptive and determiner genitive is the number of the determiner preceding them.

- (6) a. these woman's novels
 b. this woman's novels

In (6a), the sequence *these woman* is not a NP, but a genitive compound, since *these* and *woman's* do not agree in number, while in (6b), the determiner *this* agrees in number with *woman's*; the initial determiner "belongs in the determinative noun phrase" (Taylor, 1996, p. 664). The construction still presents some ambiguity due to its meaning, as was outlined in the example (5). The genitive construction *the woman's novels* can have the structure of [[the woman's] novels], which denotes a NP and refers to a specific novel in a relationship to a specific woman, while it can also have the structure of a compound, [the [woman's novels]], which is non-referential, denoting a specific subclass of novels for/written by women. The structure initially seems like a syntactic one, often excluding the notion of genitive compounds. Bauer (2017, p. 24), however, argues that considering all these structures as syntactic puts constructions such as *the book's cover* and *the cat's eye* on the same level, disregarding the metaphorical meaning of the latter genitive. The distinction between the two types of structures mirrors the blurry lines between what is a compound and phrase in the English language, leaning on context as the determining factor.

The situation in Slovak is significantly different from that in English, where there are two separate sorts of genitives; one indicating a NP and the other a compound. In Slovak, the distinction between collocations – multiword expressions – and compounds can be observed, however, there are no genitive compounds in Slovak. Only collocations can be genitive or consisting of elements in the genitive case. The following examples showcase genitive collocations in Slovak and their English equivalents:

- (7) a. cena_{NOM} vstupenky_{GEN} – 'ticket price'
 b. hnutie_{NOM} žien_{GEN} – 'women's movement'

As can be observed on the examples in (7) and as was outlined in the first chapter, the structure of the collocation consists of two nouns, the first noun *cena* (7a) and *hnutie* (7b) are both in a nominative case, without any inflectional suffixes, while the second noun is inflected for the genitive case in both cases. The case is the same, however, the types of suffixes differ based on the nouns. In (7a), the sequence of the elements is different in the two languages, the noun *price* is the head of the compound *ticket price*, thus it follows after *ticket*, the noun that modifies it, while in Slovak the noun *cena* comes first. Based on the criteria for compoundhood, *ticket price* is a compound in English, but *cena vstupenky* in Slovak is not a compound but a collocation. In (7b), the sequence of the elements is again flipped, with *movement*, which corresponds to *hnutie*, in the head position of the compound. In this example, the Slovak collocation with a genitive noun translates as a genitive compound.

Slovak, just as English, forms nominal compounds, however, unlike in English the orthography is a deciding factor in what is regarded as a compound. Compounds are formed by joining together two words of major word classes so that they contain at least two morphemes (Ondruš et. al., 1980, p. 131). The two words are joined by a linking element, such as *-o-*, *-e-*, or *-i-*, which has no meaning and only fulfils a connecting function. Only a construction consisting of two morphemes, which are joined together is regarded as a compound in Slovak. The structure of nominal compounds in Slovak is as follows:

- (8) B¹ + LE + B² (-Af)

The structure consists of two bases (B^1 and B^2), which are connected by the linking element (LE). B^1 does not express grammatical categories as it ends with the connecting morpheme, while the form of B^2 can remain unaltered as in *veľké mesto* → *veľk-o-mesto* ('big city') or an affix (-Af) can be attached to it. An example of such construction is *vedecký výskum* → *vedeck-o-výskum-ný* ('scientific'), in which the suffix -ný is attached to the noun *výskum*. The two bases bear the meaning, even when separated from one another, they each have their own lexical meaning (Horecký, 1971, p. 44). Slovak distinguishes between two types of bases, a word-formation base ('slovotvorný základ'), which directly engages with the word-formation process of compounding and another base ('tvarotvorný základ'), which only engages in inflection. The linking elements are segments which do not bear meaning but they have a connecting function, in Slovak also termed as sub-morphemes (Sokolová, 1995, p. 6). English genitive compounds thus do not find their equivalents in Slovak compounds, but in collocations with a genitive noun or with relational adjective.

3 Methodology and analysis

To analyse and compare the structures and their formation in both languages to discover any generalizations in the formation of genitive constructions, the noun *woman* ('žena') is the focus of the pilot study, meaning that all the analysed constructions have the same non-head. English served as the source language hence the sample was extracted from both *The Oxford English Dictionary* (OED) and *The Corpus of Contemporary American English* (COCA); entries from OED constitute all the genitive constructions with *woman's/women's* as non-head and the most frequent entries from COCA completed the sample to the desired number. The Slovak sample was acquired by translating the English sample. The translation of each entry was checked against *Slovenský Národný Korpus* (SNK) (*Slovak National Corpus*) to verify its existence in the language. The preliminary analysed sample thus consists of 50 English entries, 25 entries in singular and 25 entries in plural, which were in the second step of the analysis translated into Slovak.

The first step of the analysis concerns the source sample of 50 English entries with *woman's/women's* as non-head and their status as either genitive compounds or genitive phrases. As outlined in the theoretical section of this paper, the character of genitive constructions is quite elusive, meaning that the first step of the analysis is to examine the whole sample to identify genitive compounds. This is done through ten Hacken's (1999) *Pronominal Reference Test* (PRT). In his paper, ten Hacken (1999, p. 56) explores the question of what a compound is, based on a "language independent definition of compounding...from which tests can be derived." Once a construction fulfils the criteria of the definition, it can be tested. Definition of a compound for the purpose of such analysis has been proposed by me (Hudáková, 2024, p. 36) and is now adjusted to three simple points:

- (9) a. Definition of a compound
 - compound is a structure that has two constituent elements; [XY]z
 - Z belongs to the same word class to which Y belongs
 - Z functions as a single discourse element

Every construction from the sample must fulfil these three criteria to be subjected to PRT, its definition is as follows: "Construct a discourse with the alleged compound Z in one sentence, and a pronoun unambiguously referring to the non-head of Z in the next sentence. If the non-head is not a proper noun and the discourse is correct, Z is not a compound" (ten Hacken, 1999, p. 47). This sequence of three criteria was applied to all fifty constructions in the sample and all of them fulfilled them. Hence, all fifty constructions (apart from 10 exceptions) were subjected to PRT. The test was carried out by extracting one sentence from COCA which included the analysed word, and the second sentence was created as a continuation of the original sentence. Firstly, a failed PRT is showcased on the entry *woman's rights*.

- (9) a. We place a value on a *woman's rights* to choose.
- b. *She*_i should have the freedom to make decisions that affect her own life.

The pronoun *she* in (9b), in a sentence constructed as a continuation of the first sentence extracted from COCA, unambiguously refers to the noun *woman* in the preceding sentence. The two-sentence discourse is clear, the pronoun *she* straightforwardly refers to the noun *woman*. This means that the discourse is correct, excluding the construction from being considered as a compound.

The next example shows the test applied to the *women's fiction*, illustrating a successful interpretation of the construction as a compound through PRT.

- (10) a. Neither cozy nor romantic suspense, it is closest to *women's fiction* with a dash of mystery.
- b. *They*_i take the center stage, shaping the heart of the story.

The pronoun *they* in (10b), refers to the noun *women* in (10a). The discourse is, however, not unambiguous, it cannot be clearly deduced that the pronoun *they* refers to the noun *women*. The construction can be thus considered a compound. Through this process, the whole sample has been analysed. The following Table 1 presents the quantitative data:

Tab. 1: Overview of the analysed sample

	Singular	Plural	Total number
genitive compounds	7	16	23
genitive phrases	12	5	17
excluded entries	6	4	10

Table 1 presents the results of the first step of the pilot study, the division of the sample into genitive compounds and genitive phrases. The third category consists of 10 entries that were excluded from the analysis based on the fact that they did not occur in COCA, failing to provide a sentence for the creation of the supposed discourse. Their frequency was hence low enough to justify their exclusion. The number of genitive compounds surpasses that of genitive phrases in the sample. As can be observed, the number of genitive compounds, as highlighted in the Table 1, is much higher in the plural number, the constructions with the noun *woman's* in singular form more phrases. These 23 genitive compounds are subsequently used in the following comparison.

The second step of the analysis consists of the translation of the English genitive compounds into Slovak. Slovak translations are not compounds, but collocations. There are two types, collocation consisting of a relational adjective *ženský/á* and a noun in (11a) or a collocation consisting of two nouns, first in the nominative case and second in the genitive case (in 11b).

- (11) a. [Rel Adj N]_{Nom} [ženský/á N]_{Nom}
 b. [N_{Nom} N_{Gen}] [N_{Nom} ženy/žien_{Gen}]

The two structures in (11) illustrate the formation of the two types of constructions. While in the case of English, the non-head of the genitive compounds of the sample is identical, in Slovak this fact renders as a relational adjective related to the noun *žena* ('woman') or as the use of the noun *žena* in the genitive case. The following Table 2 presents the quantitative data based on the prevalence of each type of construction.

Tab. 2: Overview of the Slovak constructions based on type

	Singular – 7	Plural – 16
Relational Adjective	3	11
Genitive Construction	4	4
Both types possible	3	4
Other constructions	1	6

Table 2 presents the quantitative allocation of the respective translation. As can be observed, collocation with a relational adjective is the most frequent one overall, dominating in the plural number (*women's troubles* – *ženské problémy* and *women's studies* – *ženské štúdiá*). Translation of compounds into genitive construction is less frequent in this sample (*women's rights* – *práva žien*, *women's movement* – *hnutie žien*). It is possible to translate all entries in the sample along these two patterns. The only exception is the compound *women's courses*, which denotes menstruation and can only be translated into Slovak as a single noun *menštruácia*, since there is no Slovak equivalent construction. Additionally, in 7 entries, out of the total 23, both types of collocations were possible. Apart from the two main types of collocations, it is also possible to translate 6 entries of the sample through a preposition *pre* ('for'). This is a type of construction is only present in the entries in plural and is of low frequency.

The comparison of English genitive compounds and their Slovak equivalents revealed that in majority of cases two different types of constructions are possible. What differentiated them in my allocation of a specific English entry to its Slovak equivalent was frequency. As mentioned at the beginning of the section, each translation was verified in SNK and assigned as a translation based on the highest frequency.

- (12) English: Slovak:
- a. *woman's work*_{SG} *práca ženy*_{SG}/*žien*_{PL} *ženská práca*/*ženina práca*
- b. *women's fiction*_{PL} *ženská literatúra* *literatúra pre ženy*
- c. *women's studies*_{PL} *ženské štúdiá*

The above examples showcase three English genitive compounds and the Slovak constructions corresponding to them. The compound *woman's work* in (12a) can be translated along the two patterns, a genitive construction *práca ženy*_{SG}/*žien*_{PL} or a construction with a relational adjective, *ženská práca* or *ženina práca*. In the case of the English entries in singular, the choice of the truly corresponding translation relies on the context. The Slovak constructions *práca ženy* and *ženina práca* are more specific and context-bound, thus very low in frequency, while the plural translations can be applied just the same and have a higher frequency. The genitive construction *práca žien* is the most frequent variant. In (12b), the most frequent and preferred translation is the collocation with a relational adjective *ženská literatúra*. The second possible, but not frequent variant is *literatúra pre ženy*, which is a composition in an accusative case and exhibits the relationship between the two nouns through the preposition *pre* ('for'). Interestingly, the construction with a preposition is a possible alternative only in combination with relational adjective + noun collocations (*ženský časopis* – *časopis pre ženy*, *ženská izba* – *izba pre ženy*, *ženská väznica* – *väznica pre ženy*). The last example in (12c) presents one of the very few entries of the sample (along with *women's liberation* and *women's suffrage*) that have only one possible translation. The genitive compound *women's studies* can only be translated along the more frequent pattern of a collocation with a relational adjective, the genitive construction *štúdiá žien* does not occur in SNK.

The comparison of English genitive compounds and their corresponding Slovak translation revealed that the Slovak collocation consisting of a relational adjective and a noun is the preferred type of construction when translating English genitive compounds. The singular/plural division of the sample illustrated that the plural *women's* is the more general variant. While English distinguishes between *woman's* and *women's*, in Slovak the agreement in number does not always coincide as could be observed in the example (12a). Regarding the structure, the non-head *woman's/women's* corresponds to the adjective *ženský/á*, displaying the possessive character, while the genitive construction corresponds to the genitive compound through the case itself. The existence of the third variant, a collocation with a preposition, despite it being a variant of low frequency, shows the range of possible Slovak constructions with the same meaning. Frequency functions as the deciding factor in this analysis, overseeing the choice of the preferred construction, however, the choice between either of the three possible translations must be decided primarily by context. This is highlighted by the potential overlap between the types of entries since factors such as register, or emphasis may influence the choice of the construction. A more detailed analysis and an exploration of the patterns illustrated in this paper are needed to encompass the presented issues fully.

Conclusion

The theoretical framework along with the presented methodologies and the analysis of the preliminary data serve as an introduction to the study and analysis of genitive compounds. In its theory, the paper presents the genitive case in English and Slovak, highlighting the differences in use and explores the status of genitive compounds in English and genitive constructions in Slovak. The analysis, despite the early stages, demonstrated the methods that can be applied to distinguish between genitive phrases and genitive compounds, as well as delved into the variety of possible Slovak equivalents. Further research within a larger sample of genitive constructions can advance the study of genitive compounds in English and shed light on why one construction is preferred over another in Slovak.

References

- ADAMS, Valerie, 2001. *Complex Words in English*. Routledge. ISBN 9781317891567.
- ALLEN, Cynthia L, 2008. *Genitives in Early English*. Oxford University Press. ISBN 9780199216680.
- BAUER, Laurie, 2017. *Compounds and Compounding*. Cambridge: Cambridge University Press. ISBN 9781108402552.
- BAUER, Laurie, LIEBER, Rochelle and PLAG, Ingo, 2015. *The Oxford Reference Guide to English Morphology*. Oxford: Oxford University Press. ISBN 9780198747062.
- BIBER, Douglas, JOHANSSON, Stig, LEECH, Geoffrey, CONRAD, Susan, FINEGAN, Edward and QUIRK, Randolph, 1999. *Longman Grammar of Spoken and Written English*. Harlow: Longman. ISBN 9780582237254.
- DAVIES, Mark, 2008. Corpus of Contemporary American English (COCA). *Corpus of Contemporary American English*. Online. 2008. Available from: <https://www.english-corpora.org/coca/>
- HORECKÝ, Ján, 1971. *Slovenská lexikológia: Vysokoškolská Učebnica Pre Poslucháčov Filozofických a Pedagogických Fakult Na Slovensku*. Bratislava: Slovenské pedagogické nakladateľstvo.
- HUDÁKOVÁ, Veronika, 2024. *Genitive Constructions and Compounds*. Diploma Thesis. Košice: UPJŠ v Košiciach.
- MAJER, Marek, 2024. Inflectional Endings: Declension. In: ŠIPKA, Danko and BROWNE, Wayles (eds.), *The Cambridge Handbook of Slavic Linguistics*. Cambridge University Press. p. 783.
- ONDRUŠ, Pavel, et. al., 1980. *Súčasný Slovenský Spisovný Jazyk; Lexikologia*. Slovenské pedagogické nakladateľstvo.
- ORAVEC, Ján, BAJZÍKOVÁ, Eugénia and FURDÍK, Juraj, 1984. *Súčasný Slovenský Spisovný Jazyk*. Bratislava: Slovenské Pedagogické Nakladateľstvo.
- OXFORD ENGLISH DICTIONARY, 2025. Oxford English Dictionary. www.oed.com. Online. 2025. Available from: <https://www.oed.com/?tl=true>
- PAYNE, John, 2011. Genitive Coordinations with Personal Pronouns. *English Language and Linguistics*. 8 June 2011. Vol. 15, no. 2, p. 363–385. DOI <https://doi.org/10.1017/s1360674311000074>.
- QUIRK, Randolph, 1972. *A Grammar of Contemporary English*. Harlow: Longman.
- QUIRK, Randolph, GREENBAUM, Sidney, LEECH, Geoffrey and SVARTVIK, Jan, 1985. *A Comprehensive Grammar of the English Language*. London; New York: Longman. ISBN 9780582517349.
- ROSENBACH, Anette, 2002. *Genitive Variation in English*. Walter de Gruyter. ISBN 9783110899818.
- SLOVENSKÝ NÁRODNÝ KORPUS, 2025. *Slovenský národný korpus*. Online. Available from: <https://korpus.sk/>
- SOKOLOVÁ, Miloslava, 1995. *Kapitoly zo slovenskej morfológie*. Slovacontact.
- SPENCER, Andrew, 2020. Inflection and Derivation. In: AARTS, Bas, BOWIE, Jill and POPOVA, Gergana (eds.), *The Oxford Handbook of English*. Oxford University Press. p. 824.

TAYLOR, John R., 1989. Possessive Genitives in English. *Linguistics*. 1989. Vol. 27, no. 4. DOI <https://doi.org/10.1515/ling.1989.27.4.663>.

TEN HACKEN, Pius, 1999. Motivated Tests for Compounding. *Acta Linguistica Hafniensia*. 1 January 1999. Vol. 31, no. 1, p. 27–58. DOI <https://doi.org/10.1080/03740463.1999.10415462>.

ZWICKY, Arnold M. and PULLUM, Geoffrey K., 1983. Cliticization vs. Inflection: English N'T. *Language*. September 1983. Vol. 59, no. 3, p. 502–513. DOI <https://doi.org/10.2307/413900>.

Regióny podporujúce inovácie na Slovensku

Regions supporting innovation in Slovakia

Lenka JAKUBČOVÁ

Univerzita Pavla Jozefa Šafárika v Košiciach, Fakulta verejnej správy

Abstrakt: Podpora regiónov prostredníctvom inovácií je veľmi aktuálnou témou na Slovensku. Regionálna politika súvisí a je prepojená s regionálnym rozvojom, ktorý je dôležitý pre znižovanie regionálnych disparít. Prostredníctvom zavádzania inovácií je možné znížiť regionálne disparity, a tak aj zvýšiť kvalitu života občanov v rámci jednotlivých regiónov na Slovensku. Cieľom príspevku je identifikovať regióny podporujúce inovácie prostredníctvom analýzy na základe indexu regionálnej inovačnej výkonnosti (Index RIS) a indexu digitálnej ekonomiky a spoločnosti (Index DESI), ktoré poukazujú na vplyv digitalizácie na inovačné schopnosti regiónov v súvislosti s finančnou a inštitucionálnou oblasťou v rámci úrovne NUTS 2.

Kľúčové slová: regionálny rozvoj, Slovenská republika, inovácie, digitalizácia, klastre, digitálne inovačné huby.

Abstract: Supporting regions through innovation is a hot topic in Slovakia. Regional policy is related to and interlinked with regional development, which is important for reducing regional disparities. Through the introduction of innovations, it is possible to reduce regional disparities and thus improve the quality of life of citizens within individual regions in Slovakia. The aim of this paper is to identify innovation-promoting regions through an analysis based on the Regional Innovation Performance Index (RIPI) and the Digital Economy and Society Index (DESI), which show the impact of digitalisation on the innovation capabilities of regions in the context of financial and institutional areas within the level NUTS 2.

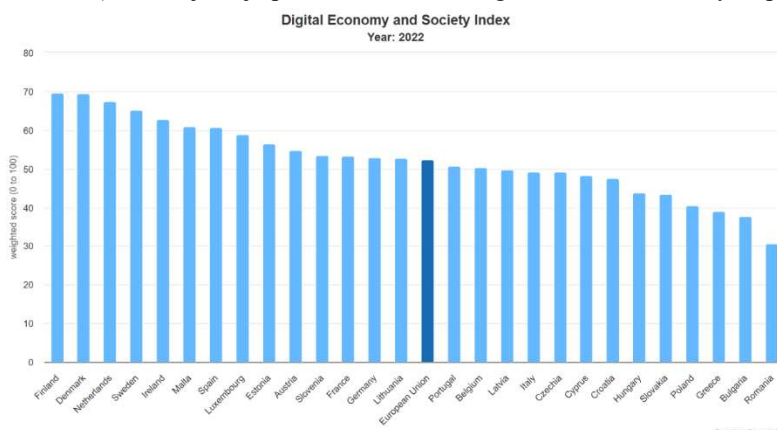
Keywords: regional development, Slovak Republic, innovation, digitalization, clusters, digital innovation hubs.

Regionálny rozvoj formovaný digitalizáciou a inováciami Slovensku

Digitalizácia podporuje inovácie a je dôležitým faktorom pre ich rozvoj. Súvislosť medzi úrovňou digitalizácie ekonomiky a spoločnosti a schopnosťou regiónov inovovať je v tvorbe digitálnej infraštruktúry, dostupnosti technológií a schopnosť ich využívať. Okrem prítomnej inštitucionálnej infraštruktúry je dôležité, aby región bol schopný vynaložiť finančné prostriedky na podporu inovačných aktivít. **Index digitálnej ekonomiky a spoločnosti** (Index DESI) poukazuje na celkovú úroveň digitálnej ekonomiky a spoločnosti na národnej úrovni. Uvedený index tvoril v roku 2024 celkovo 36 ukazovateľov, ktoré sú zahrnuté v štyroch hlavných skúmaných oblastiach, a to:

- digitálne zručnosti,
- digitálna infraštruktúra,
- digitalizácia podnikov
- a digitalizácia verejných služieb.

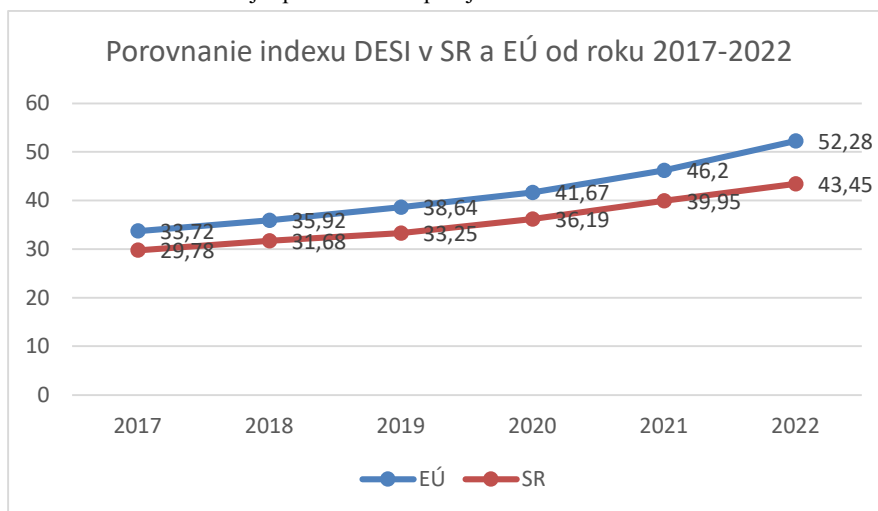
Európska komisia vypracováva každý rok index DESI na základe údajov z Eurostatu, špecializovaných štúdií a z metód zberu v rámci všetkých krajín EÚ (Európska komisia 2025). Na základe najnovších údajov, a to za rok 2022 sa Slovenská republika umiestnila pod priemerom Európskej únie s celkovým skóre 43,45. Krajiny Fínsko (skóre 69,60), Dánsko (skóre 69,33) a Holandsko (skóre 67,37) dosahujú najlepšie skóre v rámci digitalizácie ekonomiky a spoločnosti.



Obr. 5 Index DESI v rámci krajín EÚ v roku 2022

Zdroj: Európska komisia-DESI 2022 by components, 2025

Vývoj indexu DESI a jeho skóre v Slovenskej republike v porovnaní s Európskou úniou od roku 2017 po rok 2022 má stúpajúci charakter. Od roku 2017, kedy dosahoval skóre 29,78 sa v roku 2022 zvýšil na hodnotu skóre 43,45.

Graf 3: Porovnanie indexu DESI v Slovenskej republike a Európskej únii od roku 2017-2022

Zdroj: Vlastné spracovanie na základe Európska komisia-DESI 2022 composite index, 2025

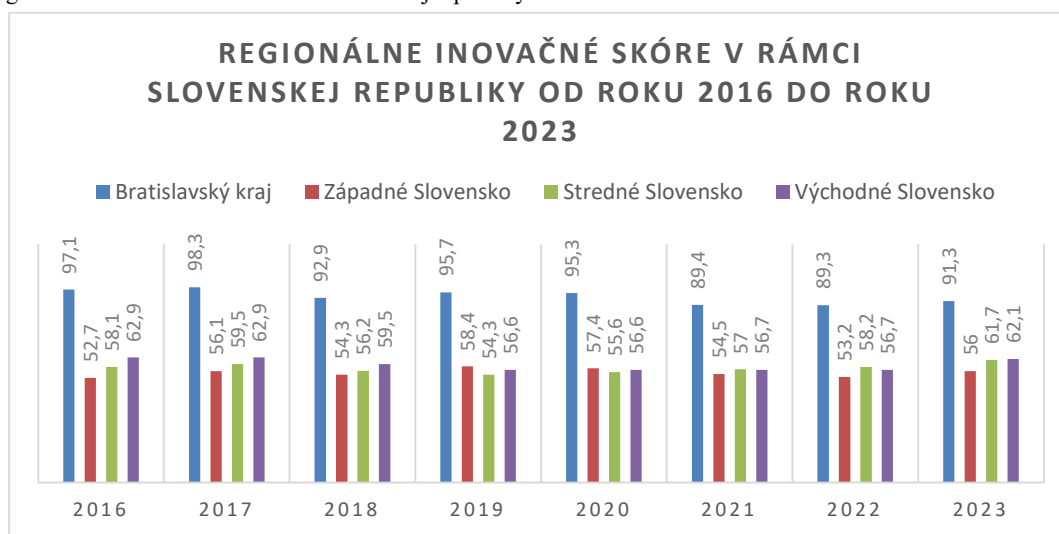
Graf č. 1 Porovnanie indexu DESI v Slovenskej republike a Európskej únii od roku 2017 do roku 2022 Vlastné spracovanie na základe zdroja:

Kontext indexu DESI, ktorý je hodnotený na národnej úrovni je možné prepojiť na regionálnu úroveň. Európska komisia okrem indexu DESI zverejňuje každoročne aj **Index inovačnej výkonnosti**, ktorý sa zameriava na vyhodnotenia skóre na národnej úrovni NUTS 1 European innovation scoreboard (EIS) a regionálnej úrovni NUTS 2 Regional innovation scoreboard (RIS) v rámci krajín Európskej únie. Uvedený index sa zameriava na indikátory v jednotlivých oblastiach, a to:

1. Rámcové podmienky - ľudské zdroje, atraktivnosť výskumného prostredia, digitalizácia
2. Investície - financie a podpora, firemné investície, využívanie informačných technológií
3. Inovačné aktivity – inovátori, prepojenia, duševné vlastníctvo
4. Vplyvy - vplyvy na zamestnanosť, vplyvy na predaj, environmentálna udržateľnosť (Európska komisia, 2025).

Na základe získaného skóre v rámci (EIS) sa krajiny EÚ delia na štyri výkonnostné skupiny, a to lídri v oblasti inovácií, silní inovátori, mierni inovátori a nastupujúci inovátori. Z aktuálne zverejnených dát (EIS) sa v roku 2023 sa Slovenská republika radí do skupiny začínajúceho inovátora.

Index (RIS) v rámci Slovenskej republiky na úrovni NUTS 2 v rokoch 2016-2023 dosiahol najvyššie skóre v Bratislavskom kraji. Od roku 2016 je regionálny inovačný potenciál koncentrovaný v hlavnom meste Slovenska. Ostatné regióny sú na približne rovnakej úrovni. Je možné tvrdiť, že aj napriek pokroku v oblasti digitalizácie a inovácií stále existujú výzvy, ktoré brzdia dynamický regionálny rozvoj.

Graf 2: Regionálne inovačné skóre v rámci Slovenskej republiky od roku 2016 do roku 2023

Zdroj: Vlastné spracovanie na základe Európskej komisia, 2023.

Analýza dát na úrovni NUTS 3, keďže Slovensko je administratívne členené na úrovne NUTS 1, NUTS 2 a NUTS 3. Úroveň NUTS 3 umožňuje podrobnejšiu analýzu a poskytuje priestor na doplnenie a rozšírenie výsledkov získaných na NUTS 2. V kontexte Krajského inovačného skóre je uvedená problematika podrobnejšie rozpracovaná, a to na úrovni

NUTS 3, ktorá poskytuje presnejší pohľad na regionálne rozdiely v inovačnom výkone. Krajské inovačné skóre Slovenska (2024) uvádza rebríček krajov, ktoré sú zoradené od najvyššieho po najnižšie dosiahnuté skóre relatívne k roku 2022, a to v uvedenom poradí:

Tab. 6: Regionálny inovačný výkon na úrovni NUTS 3 v roku 2022 oproti predchádzajúcim rokom

P. č.	NUTS 3 kraje	Positívna zmena hodnoty indikátora	Negatívna zmena hodnoty indikátora
1.	Bratislavský kraj	- Absolventi doktorandského štúdia v STEM odboroch - Podnikové výdavky na inovácie (na zamestnanca) - Využívanie IT prostredníctvom IKT zamestnancov - Spolupráca MSP v inováciách	- Spoločné medzinárodné vedecké publikácie - Prihlášky ochranných známok - Dizajnové prihlášky - Podpora podnikateľského VaV z verejných zdrojov
2.	Košický kraj	- Využívanie IT prostredníctvom IKT zamestnancov - Patentové prihlášky - Dizajnové prihlášky - Vývoz znalostne náročných služieb	- Podnikové výdavky na inovácie (% obratu) - Podnikové výdavky na inovácie (na zamestnanca) - Podpora podnikateľského VaV z verejných zdrojov - Ľudské zdroje
3.	Banskobystrický kraj	- Využívanie IT prostredníctvom IKT zamestnancov - Emisie do ovzdušia v priemysle - Špičkové vedecké publikácie - Predaj inovovaných produktov	- Prihlášky ochranných známok - Spolupráca MSP v inováciách - Procesní inovátori (MSP)
4.	Žilinský kraj	- Patentové prihlášky - Predaj inovovaných produktov - Využívanie IT prostredníctvom IKT zamestnancov	- Spolupráca MSP v inováciách - Dizajnové prihlášky - Procesní inovátori (MSP)
5.	Trenčiansky kraj	- Patentové prihlášky - Spolupráca MSP v inováciách - Podpora podnikateľského VaV z verejných zdrojov	- Špičkové vedecké publikácie - Podpora podnikateľského VaV z verejných zdrojov - Dizajnové prihlášky
6.	Nitriansky kraj	- Využívanie IT prostredníctvom IKT zamestnancov - Spolupráca MSP v inováciách - Emisie do ovzdušia v priemysle	- Špičkové vedecké publikácie - Patentové prihlášky - Prihlášky ochranných známok
7.	Trnavský kraj	- Patentové prihlášky - Spolupráca MSP v inováciách - Emisie do ovzdušia v priemysle - Produktívni inovátori (MSP)	- Dizajnové prihlášky - Podpora podnikateľského VaV z verejných zdrojov - Prihlášky ochranných známok
8.	Prešovský kraj	- Patentové prihlášky - Spolupráca MSP v inováciách - Zahraniční doktorandi	- Podnikové výdavky na inovácie (% obratu) - Podnikové výdavky na inovácie (na zamestnanca) - Špičkové vedecké publikácie

Zdroj: Výskumná a inovačná autorita-Krajské inovačné skóre Slovenska, 2024.

Regionálne disparity sú ovplyvňované rôznymi faktormi ako napríklad finančnými a inštitucionálnymi. Z finančného hľadiska je možné tvrdiť, že Slovenská republika celkovo zaznamenala výdavky na výskum a vývoj v roku 2023 v sume 1 279 921 703 €. Z uvedenej sumy najviac výdavkov mal na úrovni NUTS 2 Bratislavský kraj a najmenej Východné Slovensko.

Tab. 2: Výdavky na výskum a vývoj v roku 2023 na úrovni NUTS 2

	Slovenská republika	Bratislavský kraj	Západné Slovensko	Stredné Slovensko	Východné Slovensko
Výdavky na výskum a vývoj v roku 2023	1 279 921 703 €	603 418 077 €	344 144 126 €	180 684 509 €	151 674 991 €

Zdroj: Vlastné spracovanie/Štatistický úrad Slovenskej republiky, 2025.

V súčasnosti boli schválené projekty prostredníctvom vyhlásenej výzvy z Plánu obnovy, ktoré podporujú oblasť výskumu a inovácií. Medzi úspešných žiadateľov sa zaradili konzorciá s projektmi (VAIA 2025).

Tab. 3: Schválené projekty zamerané na oblasť výskumu a inovácií na základe výzvy z Plánu obnovy v roku 2025

	Žiadateľ	Názov projektu
Bratislavský kraj	Gratex International, a.s. a konzorcium partnerov	<i>Illuminating Pathways for AI_Driven breakthroughs</i> Osvetlenie ciest pre prelomové objavy poháňané umelou inteligenciou
	InterWay, a.s. a konzorcium partnerov	<i>Smart Data Pipelines for the Cognitive ComputE Continuum</i> Inteligentné dátové potrubia pre kognitívne kontinuum ComputE
Západné Slovensko	Bizzcom, s.r.o a konzorcium partnerov	<i>Slovak technical Ecosphere Platform</i> Slovenská technická platforma Ecosphere
Stredné Slovensko	Univerzita Mateja Bela v Banskej Bystrici a konzorcium partnerov	<i>Smart Transformation and Innovation Consortium Slovakia</i> Konzorcium pre inteligentnú transformáciu a inovácie Slovensko
Východné Slovensko	Univerzita Pavla Jozefa Šafárika v Košiciach a konzorcium partnerov	<i>The Advanced Protein Biotechnology Consortium: A Model For Fostering Economic Growth and Mitigating Brain Drain in Eastern Slovakia</i> Konzorcium pre pokročilú proteínovú biotechnológiu: Model podpory hospodárskeho rastu a zmiernenia odlivu mozgov na východnom Slovensku
	Univerzita Pavla Jozefa Šafárika v Košiciach a konzorcium partnerov	<i>Development and design of sustainable composite materials for hybrid energy storage system based on Li-on and redox-flow batteries</i> Vývoj a návrh udržateľných kompozitných materiálov pre hybridný systém skladovania energie založený na Li-on a redox-flow batériách

Zdroj: Výskumná a inovačná autorita, 2025.

Z inštitucionálneho hľadiska je Bratislavský kraj centrom investícií, napriek ostatným regiónom najmä ako stredné Slovensko sú nedostatočne inštitucionálne pokryté, a tak sú menej úspešné pri tvorbe regionálnych inovačných ekosystémov. Na území Slovenskej republiky sa zvyšuje počet a podpora klastrov a digitálnych inovačných hubov. Digitálne inovačné huby tvorí skupina firiem, asociácií, združení a univerzít, ktoré ponúkajú služby a odbornú pomoc v oblasti digitalizácie a inovácií druhej skupine, a to startupom, malým a stredným podnikom a inštitúciám štátnej a verejnej správy. Slovenská republika eviduje päť európskych digitálnych hubov (EDIH, 2025), a to:

Tab. 4: Digitálne inovačné huby na území Slovenskej republiky na základe ich oblastí zamerania v roku 2025

Oblasť	Názov	Zameranie
Zdravotníctvo	HealthHub	Centrum inovatívneho zdravotníctva
Súkromný sektor a verejný sektor	EDIH Cassovium	Zvyšovanie konkurencieschopnosti firiem a efektívnosti organizácií verejného sektora najmä v regióne východného Slovenska prostredníctvom inovatívneho využívania digitálnych technológií
Priemysel	Expandi 4.0	Podpora malých a stredných priemyselných podnikov v digitalizácii
Súkromný sektor a verejný sektor	Hopero	Pomoc firmám vo forme nezávislého poradenstva v rôznych oblastiach využitia umelej inteligencie s cieľom posunúť ich digitálnu transformáciu na vyššiu úroveň a tak získať výhodu pred konkurenciou. Mestám a verejným organizáciám pomáhať pomocou komplexného programu k udržateľnému rozvoju a skvalitňovaniu života v mestách
Priemysel	SCDI	Slovenské centrum digitálnych inovácií má za cieľ posúvať vpred

		digitálnu transformáciu na Slovensku. Podporujeme rozvoj priemyslu v oblasti digitálnych technológií a zvyšuje povedomie o úspešných digitalizačných projektoch.

Zdroj: Európske digitálne inovačné huby Slovensko, 2025.

Okrem európskych digitálnych hubov Slovenská republika registruje celkovo 41 klastrov, ktoré je možné zatriediť na základe ich sídla pôsobenia na úroveň NUTS 2. Pojem klastrov prvýkrát využil M.E.Porter už v roku 1990 ako vzťah regionálne koncentrovaných a navzájom sa prekrývajúcich uzlov podnikateľských sietí. Regionálne odvetvové klastre vznikajú spojením na základe jednotlivých odvetví v regióne, ktoré sú relatívne nezávislé, ale sú vzájomne prepojené a majú nadväzujúci charakter. Klastre sú aktérmi regionálneho inovačného ekosystému, ktorí podporujú konkurencieschopnosť regiónu (Nemcová 2004). Najviac klastrov je evidovaných so sídlom v Bratislavskom kraji a najmenej na strednom Slovensku (SIEA 2025).

Bratislavský kraj -17 klastrov

Stredné Slovensko -6 klastrov

Západné Slovensko -10 klastrov

Východné Slovensko -8 klastrov

Medzi regióny podporujúce inovácie na Slovensku je možné zaradiť Bratislavský kraj, a to na základe finančnej a inštitucionálnej oblasti. V roku 2023 Bratislavský kraj zaznamenal najvyššie výdavky na výskum a vývoj a je centrom 17 evidovaných klastrov a koncentrácie digitálnych inovačných hubov zameraných na oblasť zdravotníctva, priemyslu, súkromného a verejného sektora. Prvenstvo potvrdzuje aj RIS, ktoré dosahuje najvyššie skóre od roku 2016. V súčasnosti sa v rámci Bratislavského kraja schválili dve projekty v rámci výzvy z Plánu obnovy.

Aj napriek najnižším výdavkom na výskum a vývoj sa Východné Slovensko v rámci RIS zaradzuje ako 2.najinovatívnejší región Slovenska v roku 2023. Celkovo je evidovaných 8 klastrov so sídlom na východe Slovenska a v súčasnosti pôsobí európsky digitálny inovačný hub EDIH Cassovium, ktorý sa zameriava na konkurencieschopnosť a efektívnosť firiem a organizácií verejného sektora. Východné Slovensko je regiónom, ktorý disponuje inštitucionálnou vybavenosťou a aj finančnými prostriedkami podporujúcimi inovácie. Potvrdzujú to aj schválené projekty Univerzity Pavla Jozefa Šafárika v Košiciach, ktoré budú finančne zabezpečené z Plánu obnovy. Je možné konštatovať, že vzťah medzi indexom RIS a indexom DESI, a to vzťah medzi oblasťou digitalizácie a oblasťou inovácií je obojsmerný:

- dobrá digitálna infraštruktúra a digitálne zručnosti podporujú inovačný výkon regiónov
- regióny s vyšším indexom RIS môžu podporovať rozvoj digitalizácie na národnej úrovni.

Pre krajiny a regióny je dôležité rozvíjať oba faktory súčasne, a to investíciou do oblasti digitalizácie a do oblasti inovácií.

Klastre a inovačné huby sú dôležitými aktérmi v regionálnom rozvoji, a to z dôvodu, že podporujú inovácie, spoluprácu a ekonomický rast. Klastre prepájajú firmy a inštitúcie v konkrétnych odvetviach, čím posilňujú konkurencieschopnosť regiónu. Inovačné huby vytvárajú priestor pre startupy, výskumníkov a podnikateľov, ktorí testujú a prinášajú nové technologické inovácie v rámci jednotlivých sektorov. Prítomnosť uvedených aktérov v regióne vedie k znižovaniu regionálnych disparít a zvyšovaniu regionálneho rozvoja. Pre rovnomerný rozvoj Slovenska je dôležité, aby aktivity spojené s regionálnym rozvojom neboli sústredené len na Bratislavský kraj, ale aj na iné slovenské regióny. V rámci skúmaných inštitucionálnych a finančných faktorov Slovensko na úrovni NUTS 2 podporuje inovácie a celkovo tvorbu regionálnych inovačných ekosystémov.

Záver

Regionálny rozvoj je dôležitý ako každý iný rozvoj pre moderné demokratické fungovanie krajiny, ktorá podporuje inovácie. Cieľom príspevku bolo identifikovať regióny podporujúce inovácie prostredníctvom analýzy na základe indexu RIS a indexu DESI, ktoré poukazujú na vplyv digitalizácie na inovačné schopnosti regiónov v súvislosti s finančnou a inštitucionálnou oblasťou v rámci úrovne NUTS 2. Ak sa zvýši inovačná výkonnosť regiónov, zvyšuje sa aj úroveň digitalizácie a naopak. Bratislavský kraj v rámci regionálnej inovačnej výkonnosti dlhodobo koncentruje inštitucionálne a finančné zabezpečenie vo väčšej miere ako ostatné regióny na úrovni NUTS 2, čo pôsobí aj na stav digitalizácie ekonomiky a spoločnosti v celej krajine. Ostatné regióny na úrovni NUTS 2 sa aktívne usilujú o inovácie a digitalizáciu, čo potvrdzuje ich inštitucionálne zabezpečenie, zapojenie do Plánu obnovy a rastúce hodnoty indexu RIS.

Literatúra

- Európska komisia, 2023. Regional Innovation Scoreboard 2023 – Regional profiles Slovakia. [online]. [cit. 2025-03-19]. Dostupné na: https://ec.europa.eu/assets/rtd/ris/2023/ec_rtd_ris-regional-profiles-slovakia.pdf
- NEMCOVÁ, E., 2004. Klastre a ich úloha v rozvoji regiónu. In: Ekonomický časopis [online]. Vol. 52, no. 6. [cit. 2025-03-25]. ISSN 2729-7470. Dostupné na: https://www.sav.sk/?lang=sk&doc=journal-list&part=article_response_page&journal_article_no=52&lang_change=sk

- Oficiálna stránka Európske digitálne a inovačné huby, 2025. EDIH na Slovensku. [online]. [cit. 2025-03-20] Dostupné na: <https://edihslovensko.sk/>
- Oficiálna stránka Európskej komisie, 2025. Country regional profile-Slovak Republic. [online]. [cit. 2025-03-20]. Dostupné na: https://projects.research-and-innovation.ec.europa.eu/en/statistics/performance-indicators/european-innovation-scoreboard/eis-2024#/ris/countries/SK?compare_year=2023&region=SK01&perf_indicators=3
- Oficiálna stránka Európskej komisie, 2025. DESI 2022 by components. [online]. [cit. 2025-03-20]. Dostupné na: https://digital-decade-desi.digital-strategy.ec.europa.eu/datasets/desi-2022/charts/desi-components?indicator=desi_total&indicatorGroup=desi_total&breakdown=desi_total&period=2022&unit=pc_desi&breakdownGroup=desi_totals
- Oficiálna stránka Európskej komisie, 2025. Regional innovation scoreboard. [online]. [cit. 2025-03-21]. Dostupné na: https://research-and-innovation.ec.europa.eu/statistics/performance-indicators/regional-innovation-scoreboard_en
- Oficiálna stránka Slovenskej inovačnej a energetickej agentúry, 2025. Slovenský klastrový monitor. [online]. [cit. 2025-03-25]. Dostupné na: <https://www.siea.sk/inovacie/klastre/>
- Oficiálna stránka Výskumnej a inovačnej autority, 2025. Najväčšia výzva Plánu obnovy v oblasti výskumu a inovácií pozná svojich prijímateľov - na realizáciu úspešných projektov smeruje až 86 miliónov eur. [online]. [cit. 2025-03-26]. Dostupné na: <https://vaia.gov.sk/sk/2025/02/transformacne-inovacne-konzorcia-najvacsia-vyzva-planu-obnovy-v-oblasti-vyskumu-a-inovacii-pozna-svojich-prijimatelov/>
- Štatistický úrad Slovenskej republiky, 2025. Výdavky na výskum a vývoj podľa krajov. [online]. [cit. 2025-03-26]. Dostupné na: https://datacube.statistics.sk/#!/view/sk/vbd_sk_win2/vt3802rr/v_vt3802rr_00_00_00_sk
- Výskumná a inovačná autorita, 2024. Krajské inovačné skóre Slovenska-Hodnotenie regionálneho inovačného ekosystému podľa vzoru Európskeho inovačného rebríčka (EIS). [online]. [cit. 2025-03-18]. Dostupné na: https://vaia.gov.sk/wp-content/uploads/2024/08/KISS_Krajske-inovacne-skore-Slovenska.pdf

Teoretické prístupy konceptu sociálnej spravodlivosti

Theoretical Approaches to the Concept of Social Justice

Michaela KRAJČÍROVÁ

Univerzita Pavla Jozefa Šafárika v Košiciach, Fakulta verejnej správy

Abstrakt: Sociálna spravodlivosť v západnej civilizácii je jedným zo základných princípov spoločenskej organizácie vzťahov v štáte, pričom jej chápanie sa vyvíja v závislosti od filozofických, politických a ekonomických teórií. Jej charakteristiky sa líšia podľa toho, aký dôraz sa kladie na rovnosť, slobodu, redistribúciu zdrojov či individuálne práva. Pokiaľ niektoré koncepcie kladú dôraz na rovnosť príležitostí a systém založený na zásluhovosti, iné sa sústreďujú svoju pozornosť na redistributívnu spravodlivosť a odstránenie štrukturálnych nerovností. Príspevok skúma teoretický rámec sociálnej spravodlivosti so zameraním na politologické, filozofické a etické hodnotové systémy západnej civilizácie, ako sú liberalizmus, egalitarizmus, utilitarizmus, libertarianizmus, komunitarizmus a ďalšie. Pozornosť je venovaná aj moderným konceptom, ktoré reflektujú otázky globalizácie a sociálnej inklúzie. Prostredníctvom komparatívnej analýzy rôznych teoretických prístupov článok poskytuje analytický rámec na pochopenie dynamiky sociálnej spravodlivosti v rôznych spoločenských kontextoch. Cieľom príspevku je zistiť teoretické prístupy k sociálnej spravodlivosti a identifikovať ich základné východiská.

Kľúčové slová: *sociálna spravodlivosť, teória spravodlivosti, redistribúcia.*

Abstract: Social justice in Western civilization is one of the fundamental principles of the social organization of relations within the state, while its understanding evolves depending on philosophical, political, and economic theories. Its characteristics differ according to the emphasis placed on equality, freedom, redistribution of resources, or individual rights. While some concepts emphasize equality of opportunity and a merit-based system, others focus their attention on redistributive justice and the elimination of structural inequalities. The paper explores the theoretical framework of social justice with a focus on the political science, philosophical, and ethical value systems of Western civilization, such as liberalism, egalitarianism, utilitarianism, libertarianism, communitarianism, and others. Attention is also given to modern concepts that reflect the issues of globalization and social inclusion. Through a comparative analysis of various theoretical approaches, the article provides an analytical framework for understanding the dynamics of social justice in different social contexts. The aim of the paper is to analyze theoretical approaches to social justice and to identify their fundamental assumptions.

Keywords: *social justice, theory of justice, redistribution.*

Sociálna spravodlivosť ako univerzálny princíp

Sociálna spravodlivosť je odrazom širšieho princípu spravodlivosti, ktorý je zakotvený v hodnotových systémoch spoločnosti a smeruje k rovnosti a férovosti vo všetkých oblastiach spoločenského života. Spravodlivosť predstavuje jeden zo základných princípov, ktorý formoval ľudské spoločenstvá naprieč historickými epochami a geografickými regiónmi. Už od staroveku sa ľudia zaoberali otázkami spravodlivosti a jej aplikácie v spoločnosti. Uvedený koncept sa prejavoval v zákonoch, morálnych normách či prísloviach, pričom jeho interpretácia sa menila v závislosti od kultúrneho a historického kontextu. Spravodlivosť možno považovať za normatívnu hodnotu, ktorá je široko uznávaná a vnímaná ako nevyhnutná pre stabilitu a súdržnosť spoločnosti. Hoci jej definícia môže byť subjektívna a podmienená individuálnymi presvedčeniami, často ju sprevádzajú ďalšie hodnoty, ako sú česťnosť, poctivosť či dôveryhodnosť. Z pohľadu filozofie a sociálnych vied je spravodlivosť jedným z kľúčových pilierov etiky a spoločenskej organizácie. Zahŕňa princípy rovnosti, meritokracie a distribučnej spravodlivosti, pričom jej aplikácia ovplyvňuje nielen legislatívu, ale aj medziľudské vzťahy a ekonomické systémy (Křivohlavý, 2009).

Sociálna spravodlivosť predstavuje základný princíp organizácie spoločnosti, ktorý zahŕňa aspekty rovnosti, férovosti, rešpektu a dôstojnosti. Zároveň sa spája so sociálnym porovnávaním, procesmi rozhodovania, vnímaním nespravodlivosti, ako aj s morálnymi normami a individuálnym svedomím. Jej význam má univerzálny charakter, pričom v rôznych historických obdobiach zohrávala dôležitú úlohu v rozličných sférach spoločenského života. Téma sociálnej spravodlivosti sa preto dlhodobo spája s otázkami politickej moci, prístupu k vzdelaniu, dostupnosti zdravotnej starostlivosti či formovania partnerských a sociálnych vzťahov. V kontexte západnej civilizácie je nevyhnutné skúmať sociálnu spravodlivosť z hľadiska jej percepcie v spoločnosti. Zameranie na sociálno-psychologické faktory umožňuje analyzovať, aké mechanizmy ovplyvňujú chápanie spravodlivosti a nespravodlivosti v rámci politických a hodnotových systémov. Tento koncept je zároveň úzko prepojený s otázkou uspokojovania potrieb jednotlivcov a skupín, pričom jeho interpretácia sa odvíja od konkrétneho teoretického rámca a metodologického prístupu, ktorý daná koncepcia presadzuje.

Keďže spravodlivosť je integrálnou súčasťou všetkých normatívnych systémov, jej vplyv je badateľný v širokom spektre spoločenských vied, vrátane politológie, sociológie, psychológie a morálnej filozofie. V rámci týchto disciplín sa často považuje za kľúčový princíp, ktorý zabezpečuje stabilitu a efektívne fungovanie sociálnych štruktúr (Gefferta a Rovenská, 2022). Jedným z možných prístupov k definovaniu spravodlivosti je jej spojenie s povinnosťou, čo znamená, že z nej vyplývajú určité záväzky voči spoločnosti. Dané záväzky môžu byť chápané ako kolektívne povinnosti alebo individuálne etické imperatívy, ktoré určujú, čo sa považuje za morálne a spoločensky žiaduce správanie. Spravodlivosť je zároveň úzko prepojená s právom, keďže sa dotýka otázky nárokov jednotlivcov a skupín a vymedzuje hranice toho, čo im patrí

na základe formálnych či neformálnych pravidiel. Pri skúmaní spravodlivosti je preto nevyhnutné rozlišovať medzi rôznymi dimenziami tohto konceptu, a to najmä z hľadiska právnych, sociálnych a etických aspektov. Sociálna spravodlivosť predstavuje jednu z najvýznamnejších dimenzií spravodlivosti, pričom ju možno chápať ako štandard komplexnej spravodlivosti aplikovanej na spoločnosť ako celok. Sociálna spravodlivosť sa zaoberá distribúciou zdrojov, práv a príležitostí medzi jednotlivcami a skupinami, pričom jej aplikácia je neoddeliteľnou súčasťou rôznych inštitucionálnych a politických procesov (Geffert, 2021). Koller (1997) zdôrazňuje, že spravodlivosť je jedným zo základných pilierov spoločenskej organizácie a nachádza svoje uplatnenie v rôznych teoretických rámcoch, ako sú filozofické, politické a ekonomické teórie. Významným príspevkom v tejto súvislosti je aj práca Rawlsa (1999), ktorý sa zaoberal princípmi spravodlivosti v kontexte sociálnej štruktúry. Na základe rôznych teoretických prístupov sa rozlišujú aj odlišné koncepty sociálnej spravodlivosti. Napríklad Nozick (1974) sa sústredil na slobodu jednotlivca a ochranu individuálnych práv, zatiaľ čo iné teórie kladú dôraz na rovnosť príležitostí a zásluhovosť. Koncepcia redistribučnej spravodlivosti, ktorú rozpracoval Sen (2009), sa zameriava na odstraňovanie štrukturálnych nerovností s cieľom zabezpečiť spravodlivejšie rozdelenie zdrojov v spoločnosti. Vývoj konceptu sociálnej spravodlivosti reflektuje aj moderné výzvy, ako sú globalizácia, technologický pokrok a sociálna inklúzia (Fraser, 2009). Uvedené faktory ovplyvňujú nielen teoretické diskusie o spravodlivosti, ale aj jej praktické uplatňovanie v politických a sociálnych politikách.

Koncepcie kladúce dôraz na rovnosť príležitostí a systém založený na zásluhovosti sa zameriavajú na spravodlivosť ako rovnosť šancí pre jednotlivcov. Podľa tejto perspektívy je spravodlivosť dosiahnutá, ak každý človek má rovnakú príležitosť na úspech bez ohľadu na jeho pôvod alebo status. Prístup vychádza z predpokladu, že spravodlivý systém by mal umožniť jednotlivcom uspieť v závislosti na ich schopnostiach, úsilíach a zásluhách, nie na vonkajších okolnostiach, ako sú majetok alebo sociálny status. Príkladom koncepcie je meritokracia, kde sú jedinci hodnotení a odmeňovaní na základe svojich individuálnych schopností a výkonu. Podporuje myšlienku, že úspech a postavenie v spoločnosti by mali byť výsledkom vlastného úsilia a zaslúženia, a nie externých faktorov, ako je rodinné zázemie alebo ekonomická situácia (Rawls, 1999; Nozick, 1974). Na druhej strane, koncepcie zamerané na redistribučnú spravodlivosť sa sústredia na znižovanie štrukturálnych nerovností v spoločnosti, ktoré bránia rovnosti príležitostí. Snažia sa odstrániť ekonomické a sociálne bariéry, ktoré môžu brániť určitým skupinám v prístupe k rovnakým príležitostiam ako ostatným. Redistribučná spravodlivosť, akú propagoval Amartya Sen (2009), tvrdí, že rovnosť príležitostí nie je dostatočná, ak neexistuje aj spravodlivé rozdelenie zdrojov medzi rôzne skupiny v spoločnosti. Sen vychádza z presvedčenia, že spoločnosť by mala zabezpečiť rovnaký prístup k základným potrebám, ako sú vzdelanie, zdravotná starostlivosť alebo bývanie, pre všetkých jednotlivcov, a to nezávisle od ich socioekonomickej pozície. Koncepcia sa sústreďuje na to, aby nikto nebol vylúčený zo základných sociálnych a ekonomických šancí na základe vonkajších faktorov, ako je rodinné zázemie alebo pôvod (Sen, 2009).

Každý koncept sociálnej politiky vychádza z určitej interpretácie sociálnej spravodlivosti, pričom jeho realizácia je podmienená konkrétnym prístupom k zabezpečeniu rovnosti príležitostí a prerozdeleniu zdrojov. Ak je sociálna spravodlivosť chápaná ako garantovanie občianskych a politických práv, jej napĺňanie je nevyhnutnou podmienkou demokratizačných procesov. Rovnosť príležitostí predpokladá, že spravodlivý systém umožní jednotlivcom dosiahnuť úspech podľa ich schopností a zásluh. Na druhej strane, redistribučná spravodlivosť zdôrazňuje potrebu odstránenia štrukturálnych nerovností, ktoré môžu brániť rovnakému prístupu k týmto príležitostiam. Dôležitým aspektom pri uplatňovaní sociálnej spravodlivosti sú mechanizmy a spôsoby zabezpečenia sociálnych a ekonomických práv. Pre dosiahnutie plnej funkčnosti demokracie by mala byť realizácia jedného súboru práv vykonávaná bez negatívneho vplyvu na uplatnenie iných práv. To znamená, že nestačí iba formálne garantovať občianske a politické práva, ale je nevyhnutné zabezpečiť aj rovnosť podmienok pre skutočné uplatnenie týchto práv. Základom sociálneho štátu je koncepcia sociálneho občianstva, ktorá poukazuje na nevyhnutnosť doplniť rovnosť príležitostí o sociálne a ekonomické zabezpečenie, čím sa zabezpečí, že skupiny vylúčené zo spoločenského života nebudú čeliť ďalšiemu znevýhodneniu. Napriek intenzívnemu záujmu o spravodlivosť v akademickom aj politickom diskurze neexistuje jednoznačná odpoveď na otázku, čo je spravodlivé a čo nie. Teoretické prístupy sa snažia definovať určité princípy spravodlivosti, no v praxi sa stretávame s rôznymi interpretáciami a postojmi k tomu, aké kritériá by mali byť použité a akým spôsobom aplikované, aby sa spravodlivosť uplatňovala vo všetkých sociálnych rovinách. Kým niektoré prístupy kladú dôraz na rovnosť príležitostí ako základ spravodlivého spoločenského usporiadania, iné zdôrazňujú potrebu aktívnej intervencie štátu s cieľom zmierňovať nerovnosti prostredníctvom redistribúcie zdrojov (Gefferta a Rovenská, 2022; Swift, 2005).

Teoretické paradigmy a historický vývoj sociálnej spravodlivosti

Sociálna spravodlivosť je koncept, ktorý sa zaoberá spravodlivým zaobchádzaním a postavením jednotlivcov a skupín v rámci spoločnosti. Zahŕňa sociálne, politické a ekonomické inštitúcie a zákony, ktoré podporujú rovnosť a začlenenie marginalizovaných populácií. Teoreticky v západnej civilizácii sa sociálna spravodlivosť často spája s distributívnou spravodlivosťou – spravodlivým rozdelením výhod a bremien. Niektoré interpretácie zdôrazňujú rovnakú príležitosť na účasť v spoločnosti, iné sa sústredia na inštitucionálne podmienky podporujúce sebarozvoj a sebaurčenie. Americká filozofka Martha Nussbaum navrhla, že spravodlivá spoločnosť podporuje schopnosti nevyhnutné pre dôstojný život. Historicky sa koncept spravodlivosti formoval od Platóna a Aristotela, cez stredoveké kresťanské filozofie sv. Tomáša Akvinského, až po teórie spoločenskej zmluvy (Hobbes, Locke, Rousseau). V 19. a 20. storočí sa sociálna spravodlivosť riešila v kontexte industrializácie a kapitalizmu (Mill, Rawls). Rawlsova teória spravodlivosti ako férovosti ponúkla model, kde základné slobody platia pre všetkých a nerovnosti sú prípustné len vtedy, ak prospievajú najmenej

zvýhodneným. Libertariáni spomínaný model kritizovali kvôli štátnej redistribúcii majetku. Hnutia za sociálnu spravodlivosť historicky zahŕňali katolícke sociálne učenie, ktoré zdôrazňovalo ochranu zraniteľných, a neskôr sociálnodemokratické a občianske hnutia bojujúce za rovnosť a práva menších (Sen, 2009; Duignan, 2025). Historicky sa koncept vyvíjal až po súčasné teórie reflektujúce globalizáciu, technologické zmeny a sociálnu inklúziu (Fraser, 2009).

Zameriame sa na teoretické prístupy západnej civilizácie k sociálnej spravodlivosti, ktoré sa vyvinuli v priebehu času. Preskúmame len niektoré vybrané filozofické, politické a ekonomické paradigmy, ktoré formovali naše chápanie spravodlivosti ako:

- **Liberalizmus** - liberalizmus ako filozofický smer kladie dôraz na individuálnu slobodu a rovnosť príležitostí. V súčasnosti sa rozšíril o diskusie týkajúce sa ekonomickej a politickej spravodlivosti v digitálnej ére (Van Parijs a Vanderborght, 2017). Rawlsova teória spravodlivosti (1999) zdôrazňuje princíp rozdielu, ktorý povoľuje sociálne nerovnosti iba v prípade, že prospeievajú najmenej zvýhodneným. Uvedený koncept je dnes diskutovaný v kontexte čoraz väčších majetkových nerovností a dopadu automatizácie na trh práce. Moderné liberálne teórie preto riešia aj základný univerzálny príjem ako nástroj sociálnej spravodlivosti (Van Parijs, 2013).
- **Egalitarizmus** - egalitaristické teórie presadzujú rovnosť nielen v príležitostiach, ale aj vo výsledkoch. Ronald Dworkin (1981) argumentuje, že spravodlivá spoločnosť musí zabezpečiť, aby žiadny jednotlivec nebol ekonomicky alebo spoločensky znevýhodnený v dôsledku faktorov, ktoré nemôže ovplyvniť. V modernom kontexte egalitarizmus zahŕňa aj rodovú a rasovú spravodlivosť, ako aj spravodlivosť v oblasti zdravotnej starostlivosti (Piketty, 2020). Zohľadňuje sa aj vplyv umelej inteligencie a automatizácie, ktoré môžu prehľbovať ekonomické rozdiely.
- **Utilitarizmus** - utilitarizmus, zakorenený v prácach Jeremyho Benthama a Johna Stuarta Milla, sa dnes aplikuje na rozhodovanie v oblasti verejných politík, zdravotnej starostlivosti a environmentálnej spravodlivosti (Sunstein, 2018). Moderní utilitaristi ako Amartya Sen (2009) rozšírili spomínaný koncept o schopnosťový prístup, ktorý zdôrazňuje, že spravodlivosť by mala zohľadňovať reálne schopnosti jednotlivcov uplatniť svoje práva a možnosti v spoločnosti. Prístup je relevantný v diskusiách o sociálnej inklúzii a nerovnostiach v prístupe k vzdelaniu a zdravotnej starostlivosti.
- **Libertarianizmus** - kladie dôraz na individuálnu slobodu a minimálnu úlohu štátu, sa v 21. storočí revidovala v súvislosti s novými výzvami v digitálnej ekonomike a decentralizovaných technológiách, ako sú kryptomeny. Robert Nozick (1974) v svojej práci tvrdil, že štát by nemal zasahovať do ekonomickej distribúcie, čo je základ libertariánskej vízie spravodlivosti, ktorá preferuje ochranu individuálnych práv pred zásahmi štátu. Avšak v súčasnosti je kritika libertarianizmu zameraná na jeho nedostatočnú schopnosť adresovať širšie spoločenské problémy, ako sú klimatické zmeny a rastúce sociálne nerovnosti, ktoré si vyžadujú koordinované štátne intervencie. Zwolinski a Tomasi (2020) zdôrazňujú, že libertariánska koncepcia spravodlivosti môže zlyhať v situáciách, ktoré zahŕňajú spoločenské a environmentálne výzvy, kde je potrebná kolektívna zodpovednosť a spravodlivé rozdelenie zdrojov.
- **Komunitarizmus** - komunitarizmus zdôrazňuje spoločné dobro a hodnoty komunity. Michael Walzer (1983) argumentuje, že sociálna spravodlivosť by mala reflektovať kultúrne a historické špecifiká spoločnosti. Moderné komunitaristické teórie sa zaoberajú udržateľnosťou, participatívnou demokraciou a lokálnymi riešeniami v sociálnej politike (Etzioni, 2019). Uplatňuje sa v diskusiách o klimatickej spravodlivosti a potrebe silnejších komunitných väzieb v globalizovanom svete.
- **Marxizmus** – v súčasnej diskusii o sociálnej politike, marxistická teória spravodlivosti zohľadňuje ekonomické a sociálne triedy, pričom tvrdí, že spravodlivosť je neoddeliteľne spojená so zrušením kapitalistických štruktúr a vytvorením beztriednej spoločnosti. Moderní marxistickí teoretici sa zameriavajú na analýzu ekonomických nerovností v kontexte neoliberalizmu a globalizácie, ktoré podporujú nerovnosť. Tento prístup sa aplikuje na sociálnu politiku týkajúcu sa redistribúcie bohatstva, spravodlivosti práce a verejných služieb. David Harvey (2014) vo svojej analýze súčasného kapitalizmu poukazuje na potrebu reforiem v sociálnej politike, ktoré by zohľadnili environmentálne a sociálne krízy.
- **Individualizmus** - individualistické teórie, ktoré zdôrazňujú osobnú slobodu a minimálne zásahy štátu, sa v súčasnosti aplikujú aj na témy súvisiace so sociálnou politikou. Kým tradičné individualistické prístupy, ako ich predložil Nozick (1974), kladú dôraz na minimálne zásahy do ekonomických a sociálnych otázok, novšie diskusie sa zaoberajú ochranou osobných slobôd v digitálnom veku a vplyvom technologických inovácií na sociálne systémy.

S nástupom globalizácie a technologických zmien v 21. storočí sa začala vytvárať nová diskusia o sociálnej spravodlivosti, ktorá reflektuje nové výzvy. Moderné teórie sa zaoberajú nielen ekonomickými nerovnosťami, ale aj sociálnymi, kultúrnymi a environmentálnymi otázkami. Medzi vybrané moderné koncepty sociálnej spravodlivosti v západnej civilizácii patria:

- **Globalizácia a jej vplyv na spravodlivosť** - globalizácia priniesla so sebou mnohé výzvy v oblasti sociálnej spravodlivosti. Zatiaľ čo globalizácia umožnila rast obchodu a technologických inovácií, súčasne prispela k prehľbovaniu ekonomických rozdielov medzi rozvinutými a rozvojovými krajinami. S daným trendom sa spája aj problém spravodlivosti v rámci globálnych inštitúcií, ako je Svetová obchodná organizácia (WTO) či Medzinárodný menový fond (IMF), ktoré sú často kritizované za to, že znevýhodňujú krajiny tretieho sveta. Moderní teoretici, ako Thomas Pogge (2002), argumentujú, že globalizácia by mala byť riadená spôsobom, ktorý zabezpečuje rovnaké príležitosti pre všetky krajiny, a nie len pre ekonomicky dominantné štáty. Teoretici tvrdia,

- že globálne ekonomické a politické štruktúry často prispievajú k chudobe a marginalizácii mnohých krajín a že je potrebná spravodlivejšia globálna redistribúcia bohatstva.
- Sociálna inklúzia - moderné prístupy k sociálnej spravodlivosti sa zameriavajú aj na sociálnu inklúziu, čo znamená, že spravodlivosť by mala byť zabezpečená nielen prostredníctvom rovnosti príležitostí, ale aj prostredníctvom podpory tých, ktorí sú spoločensky alebo ekonomicky znevýhodnení. Sociálna inklúzia zahŕňa témy ako zrovnoprávnenie minorít, boj proti diskriminácii na základe pohlavia, rasy alebo etnického pôvodu, ako aj právo na prístup k základným službám, ako sú vzdelanie a zdravotná starostlivosť. Jedným z príkladov moderných teórií sociálnej spravodlivosti je práve Amartya Sen a jeho *Capability Approach* (Sen, 2009). Prístup sa sústreďuje na skutočné schopnosti jednotlivcov dosiahnuť požadované fungovanie v živote, čo presahuje čistú ekonomickú rovnosť alebo rovnosť príležitostí. Sen tvrdí, že spravodlivosť musí zohľadniť, či majú jednotlivci reálnu možnosť rozvíjať svoje schopnosti a využívať svoje práva v praxi, nielen teoreticky.
 - Technologické zmeny a automatizácia - súčasné teórie sociálnej spravodlivosti musia reflektovať aj výzvy spojené s technologickými zmenami, ako je automatizácia a umelá inteligencia. Technologické pokroky môžu viesť k veľkým sociálnym a ekonomickým nerovnostiam, keďže mnohé pracovné miesta sú ohrozené automatizáciou a robotizáciou. Uvedený problém sa stáva súčasťou diskusií o univerzálnej základnej príjme, ktorý je považovaný za možný nástroj na zabezpečenie sociálnej spravodlivosti v budúcnosti, keď pracovné miesta pre nízko kvalifikovaných pracovníkov budú ubúdať (Brynjolfsson a McAfee, 2014).
 - Environmentálna spravodlivosť - účasťou moderných prístupov k sociálnej spravodlivosti je aj environmentálna spravodlivosť, ktorá sa zaoberá problémami, ako sú klimatické zmeny a ich dopad na najzraniteľnejšie spoločenské skupiny. Environmentálna spravodlivosť zdôrazňuje, že tých, ktorí sú najviac ohrození ekologickými problémami, by mala byť poskytnutá podpora, či už prostredníctvom lepšieho prístupu k vzdelaniu, zdravotnej starostlivosti alebo technológiám na zmiernenie týchto problémov (Rowth, 2017). Moderní teoretici ako Nancy Fraser (2009) hovoria o potrebe prepojenia sociálnej spravodlivosti s environmentálnou spravodlivosťou a upozorňujú na to, že klimatické zmeny a sociálne nerovnosti sú neoddeliteľne prepojené a vyžadujú spoločné riešenia.

Sociálna spravodlivosť je koncepcia, ktorá prešla dlhým vývojom od starovekých filozofických debát po súčasné výzvy globalizácie, technologických zmien a klimatických problémov. Historické teórie, ako liberalizmus, egalitarizmus a marxizmus, sa vyvinuli v moderné prístupy, ktoré sa zameriavajú na nové výzvy, ako je globálna nerovnosť, sociálna inklúzia, technologické zmeny a environmentálna spravodlivosť. Tieto moderné prístupy ponúkajú nástroje na riešenie nerovností, ktoré dnes ovplyvňujú našu spoločnosť, a poskytujú rámec na vytváranie spravodlivejších a udržateľnejších spoločností v globálnom meradle.

Záver

Sociálna spravodlivosť ako univerzálny princíp predstavuje základný pilier etiky a organizácie spoločnosti. Jej definícia a aplikácia sa vyvinuli počas histórie a podliehajú kultúrnym, historickým a politickým zmenám. Spravodlivosť ako hodnota je považovaná za nevyhnutnú pre stabilitu a súdržnosť spoločnosti. Vzťahuje sa na rovnosť, rozdelenie zdrojov a príležitostí, ako aj na zabezpečenie rovnakého prístupu k základným potrebám. Sociálna spravodlivosť je dnes neoddeliteľnou súčasťou nielen filozofie, ale aj práva, politiky a ekonomických systémov. Cieľom príspevku bolo zistiť teoretické prístupy k sociálnej spravodlivosti a identifikovať ich základné východiská. Rôzne teórie sa zaoberajú otázkou rovnosti a zabezpečenia spravodlivého prístupu pre jednotlivcov a skupiny. Niektoré sa zameriavajú na rovnosť príležitostí, iné na rovnosť výsledkov, a ďalšie sa sústreďujú na odstránenie štrukturálnych nerovností. Sociálna spravodlivosť nie je len filozofický koncept, ale aj praktický nástroj v rámci politických a ekonomických inštitúcií, ktoré sa usilujú o znižovanie nerovností a podporu sociálnej inklúzie.

Sociálna spravodlivosť sa v priebehu času transformovala od klasických filozofických konceptov po moderné prístupy, ktoré riešia výzvy spojené s globalizáciou, technologickými zmenami a sociálnymi nerovnosťami. Diskusia o sociálnej spravodlivosti sa dnes čoraz viac zameriavajú napríklad na otázky v starobnom dôchodkovom systéme, technologické výzvy a iné, ktoré ovplyvňujú prístup k spravodlivosti v 21. storočí. Teoretické paradigmy prinášajú rôzne prístupy k tomu, čo je považované za spravodlivé v spoločnosti. V súčasnosti sa sociálna spravodlivosť čoraz viac chápe v širšom kontexte, kde sú dôležité nielen rovnosť príležitostí, ale aj dostupnosť k základným potrebám a zlepšenie životných podmienok pre všetkých členov spoločnosti. Moderné prístupy musia zohľadňovať vplyv globalizácie a technologických zmien na sociálnu štruktúru, pričom sa kladie dôraz na spravodlivosť, ktorá zabezpečí, že nikto nebude znevýhodnený ani ekonomicky ani sociálne. Zároveň sa stále častejšie diskutuje o potrebe aplikovať princípy sociálnej spravodlivosti aj v globálnom meradle, keďže výzvy ako klimatické zmeny alebo medzinárodná ekonomická nerovnosť presahujú hranice jednotlivých štátov.

Teoretické prístupy k sociálnej spravodlivosti sa líšia podľa toho, aký dôraz kladú na rovnosť príležitostí, zásluhovosť alebo potrebu redistribúcie zdrojov. Niektoré teórie sa zameriavajú na individuálne práva a slobodu, iné na rovnosť výsledkov alebo sociálnu inklúziu. Všetky však vnímajú spravodlivosť ako kľúčovú hodnotu, ktorá formuje spoločenskú štruktúru a ovplyvňuje politické a ekonomické rozhodnutia.

Literatúra

BECK, Gloria, 2007. Zakázaná rétorika: 30 manipulatívnych technik. Preklad Magdaléna POMIKÁLOVÁ. Praha: Grada Publishing. ISBN 978-80-247-1743-2.

- Britannica, 2025. Social justice. [online]. [cit. 2025-01.04.]. Dostupné na: <https://www.britannica.com/topic/social-justice>
- BRYNJOLFSSON, Erik a McAfee, Andrew, 2014. The second Machine age. Dostupné na: <http://digamo.free.fr/brynmacafee2.pdf>.
- DWORKIN, Ronald, 1981. *What Is Equality? Part 1: Equality of Welfare*. [online]. [cit. 2025-01.04.]. Dostupné na: https://cooperative-individualism.org/dworkin-ronald_what-is-equality-part-1-1981-summer.pdf
- ETZIONI, Amitai, 2019. *Law and Society in a Populist Age: Balancing Individual Rights and the Common Good*. Bristol University Press. ISBN 978-1529200272..
- FRASER, Nancy, 2009. *Scales of Justice: Reimagining Political Space in a Globalizing World*. New York: Columbia University Press. ISBN 978-0-2311-4680-7
- GEFFERT, Richard a ROVENSKÁ, Denisa, 2022. Sociálna spravodlivosť a starobné dôchodkové sporenie v SR [online]. Univerzita Pavla Jozefa Šafárika v Košiciach: Vydavateľstvo ŠafárikPress [cit. 2025-03-22]. ISBN 978-80-574-0122-3. Dostupné na: DOI: <https://doi.org/10.33542/SDS2022-0122-3>.
- GEFFERT, Richard, 2021. Social justice and valorisation of old age pensions in the slovak republic 2012-2021. In. *Central European Papers*. Vol. 9, no. 1, p. 83-98. <https://doi.org/10.25142/cep.2021.006>
- HARVEY, David, 2014. *Seventeen contradictions and the end of capitalism*. Oxford: Oxford University Press. ISBN 978 1 78125 160 7
- Koller, P.: Pojetí společnosti a sociální spravedlnost, in: Bakesova, A. - Velek, J. (eds.): *Spar o spravedlnost*, Praha, Filosofia 1997, s. 83-107.
- KŘIVOHLAVÝ, Jaro, 2009. *Psychologie moudrosti a dobrého života*. Praha: Grada Publishing. ISBN 9788024723624.
- NOZICK, Robert. 1974. *Anarchy, State, and Utopia*. New York: Basic Books. ISBN 978-0465051007
- PIKETTY, Thomas, 2020. *Capital and Ideology*. Harvard University Press. ISBN 978-0674980822.
- POGGE, Thomas, 2002. *Svetová chudoba a ľudské práva: kozmopolitné zodpovednosti a reformy*. Cambridge: Polity Press.
- RAWLS, John, 1999. *A Theory of Justice*. Cambridge: Harvard University Press. ISBN 978-0-6740-0078-0
- RAWORTH, Kate, 2017. *Doughnut Economics: Seven Ways to Think Like a 21st-Century Economist*. A: Chelsea Green Publishing. ISBN-13: 978-1603586740
- SEN, Amartya, 2009. *The Idea of Justice*. Cambridge: Harvard University Press. ISBN 978-0674036130
- SUNSTEIN, Cass R, 2018. *The Cost-Benefit Revolution*. MIT Press. ISBN 978-0262038140.
- SWIFT, Adam, 2005. *Political Philosophy: A Beginners' Guide for Students and Politicians*. Cambridge: Polity. ISBN 978-0745628462
- VAN PARIJS, Philippe a VANDERBORGHT, 2017. *Yannick. Basic Income: A Radical Proposal for a Free Society and a Sane Economy*. Harvard University Press. ISBN 978-0674052284.
- VAN PARIJS, Philippe, 2013. The Universal Basic Income: Why Utopian Thinking Matters, and How Sociologists Can Contribute to It. *Politics and Society*. [online]. 41(2), 171-182. DOI 10.1177/0032329213483106
- WALZER, Michael, 1983. *Spheres of Justice: A Defense of Pluralism and Equality*. Basic Books. ISBN 978-0465081899.
- ZWOLINSKI, Matt a TOMASI, John, 2020. *Libertarianism: A Political Philosophy for Tomorrow*. Oxford University Press. ISBN 978-0198796919.

Inovačný slovník: analýza nových terminologických trendov v názvoch súčasných sekundárnych právnych aktov EÚ

The lexicon of innovation: analysis of new terminological trends in the titles of current EU secondary legislation

Vladyslava KRYVOSHEI

Univerzita Pavla Jozefa Šafárika v Košiciach, Právnická fakulta

Abstrakt: Tento článok analyzuje používanie novej terminológie v názvoch súčasného sekundárneho práva EÚ, ako sú „akty“, „pakty“, „zákony“ a „kódexy“. Identifikujeme tieto nové pojmy a skúmame, či s ich zavedením dochádza k zmenám v právnom systéme Únie, najmä ku vzniku nových atypických aktov. Prostredníctvom analýzy rôznych jazykových verzií vybraných právnych predpisov taktiež poukazujeme na existujúce diskrepancie v preklade týchto pojmov. V článku sa v krátkosti zaoberáme politickými motiváciami tohto jazykového vývoja, ako aj jeho právnym základom. Súčasťou článku je aj praktická ukážka použitia tejto novej terminológie v oblasti migrácie a azylu.

Keľúčové slová: sekundárne právo EÚ, atypické akty, právna terminológia, právny preklad, Pakt o migrácii a azyle

Abstract: This article analyses the use of new terminology in the titles of contemporary EU secondary law, such as “acts”, “pacts”, “laws” and “codes”. We identify these new terms and examine whether their introduction is accompanied by changes in the legal system of the Union, particularly the emergence of new atypical acts. Through an analysis of the different language versions of selected legal acts, we also highlight existing discrepancies in the translation of these terms. This article briefly discusses the political motivations behind this linguistic development as well as its legal basis. The article also includes a practical demonstration of the use of this new terminology in the field of migration and asylum.

Keywords: EU secondary law, atypical acts, legal terminology, legal translation, Pact on Migration and Asylum

Úvod

„EÚ prijala zákon na lepšiu spoluprácu v oblasti dopravných priestupkov“ – takto začína článok zo Spravodajského portálu Tlačovej agentúry Slovenskej republiky, v ktorom verejnosť je informovaná o prijatí *smernice* Európskeho parlamentu a Rady (EÚ) 2024/3237 z 19. decembra 2024, ktorou sa mení smernica (EÚ) 2015/413, ktorou sa uľahčuje cezhraničná výmena informácií o dopravných deliktach súvisiacich s bezpečnosťou cestnej premávky (TASR, 2024). Možno predpokladať, že autor citovaného článku nebol plne oboznámený s danou problematikou, a tak použil „zákon“ v synonymickom význame vo vzťahu k „smernici“. Avšak, je pravdou že v poslednej dekáde sa v názvoch sekundárnych právnych aktov Únie, resp. v ich skrátených verziách začali objavovať pojmy ako „Pact“, „Act“, „Law“ a „Code“. V rámci tohto článku sa zameriame na niektoré z otázok, ktoré táto tendencia so sebou prináša. Primárnym cieľom danej práce je zhodnotiť, či pozorovaný terminologický vývoj implikuje zmeny v právnom systéme práva Únie, najmä v podobe vzniku nových atypických prameňov práva. Posledné spomenuté pramene sú klasifikované ako „atypické“ z dôvodu, že nespádajú do kategórií prameňov explicitne predvídaných článkom 288 Zmluvy o fungovaní Európskej únie. Niektoré z atypických prameňov sú upravené v primárnom práve Únie, zatiaľ čo iné sú výsledkom inštitucionálnej praxe (EUR-Lex, 2021).

V článku ďalej stručne analyzujeme politické a právne aspekty predmetného jazykového vývoja, pričom na základe komparatívnej analýzy jazykových verzií odhaľujeme diskrepancie v prekladoch. Využitie novej terminológie následne demonštrujeme na príklade Paktu o migrácii a azyle, výskum ktorého v rámci doktorandského štúdia autorky ju viedol ku zamysleniu sa nad miestom a významom „paktov“ v úniovom práve a k napísaniu danej práce.

Zvolenej problematike zatiaľ nebola v domácej ani zahraničnej odbornej verejnosti venovaná pozornosť, až na niekoľko výnimiek, na ktoré odkazujeme aj v našej práci. Naproti tomu, ako to perfektne vystihol Křepelka (2022) ide o „nepovšimnutý, ale pozoruhodný jav“, ktorý je vhodné skúmať hlbšie. Ďalší výskum danej oblasti by sa mohol zaoberať, ako to naznačuje Svobodová (2024), aj otázkou opodstatnenia realizácie legislatívnych zmien práva Únie, ktoré by reflektovali pozorovaný terminologický vývoj. Obsahové limity nášho článku však neumožňujú takýto detailný výklad, preto sa obmedzíme iba na stručné zodpovedanie výskumných otázok naznačených v predchádzajúcich odsekoch.

Pakty, akty a iní noví „aktéri“ na úniovom právnom javisku

Predmetom pozornosti tejto práce a konkrétne danej kapitoly sú nové pojmy používané v krátkych názvoch úniových právnych predpisov, a to: „Pact“, „Act“, „Law“, a, v menšej miere aj „Code“. Tieto nové pojmy nemajú oporu v súčasnom texte zakladajúcich zmlúv (Zmluva o fungovaní Európskej únie, Zmluva o Európskej únii).

Na úvod by sme poukázali na možný prienik v podobe analógie medzi skúmanou problematikou a rovinou teórie práva v otázke vzťahu medzi formou práva a normou samotnou. Ako vysvetľuje Prusák (2023), štátom stanovenou (alebo uznanou) formou práva je forma, alebo formy, v ktorých štát vyjadruje právne normy. V kontinentálnom právnom systéme sú to normatívne právne akty, spravidla v podobe zákonov, nariadení a aktov. Vzťah medzi normatívnym právnym aktom a právnou normou Prusák (2023) vysvetľuje na príklade Občianskeho zákonníka, kde tento je normatívnym právnym aktom, a ňom stanovený zákaz nekalej súťaže – právnou normou. Analogicky, v nami skúmanej problematike sa jedná o vzťah medzi prameňom práva (normou) a jeho formou (názvom). Evidentne, niektoré skrátené názvy prameňov úniového práva nie sú totožné s názvami prameňov práva uznaných členskými štátmi v zakladajúcich

zmluvách. Napriek tomu platí, že členskými štátmi uznané pramene únievého práva zostávajú nemenné, mení sa iba ich označenie (aj to zatiaľ iba v rovine *de facto*, nie *de iure*).

Pokus o zavedenie noriem označených ako „**zákon**“ medzi pramene práva sa v histórii vývoja práva Únie však skutočne odohral, aj keď skončil neúspechom. Konkrétne, v rámci reformy primárneho práva v podobe Zmluvy o Ústave pre Európu bolo predvídané premenovanie nariadení a smerníc na európske (rámcové) zákony (Hofmann, 2003). Kritické postoje boli smerované práve vo vzťahu k používaniu pojmov ako „ústava“ a „zákon“, čo podľa niektorých politikov pôsobilo „federalizačne“ (Svobodová, 2024). Pre úplnosť, v spomínanom období značne evidentnými boli konfederalistické postoje členských štátov a ich obyvateľstva v otázkach integrácie. Práve obavy obyvateľstva vo Francúzsku a Holandsku o vznik super štátu na úkor ich suverenity viedli k neúspešnosti ratifikačných referend v týchto členských štátoch, čo následne viedlo k tomu, že Ústavná zmluva nenadobudla platnosť (Jánošíková, 2024).

Pokiaľ ide o pojem „**akt**“, tento je bežne používaný v medzinárodnom práve v oblasti zmluvného práva. Ako príklad tu môžeme spomenúť Jednotný európsky akt – medzinárodnú zmluvu uzavretú medzi členskými štátmi Európskych spoločenstiev (spoločné označenie pre Montánnu úniu, Európske hospodárske spoločenstvo a Európske spoločenstvo pre atómovú energiu) z roku 1986, ktorá revidovala zakladajúce zmluvy, a ktorá je úzko spojená s historickým procesom integrácie v európskom priestore. Ďalším príkladom je Akt o podmienkach prístúpenia Českej republiky, Estónskej republiky, Cyperskej republiky, Lotyšskej republiky, Litovskej republiky, Maďarskej republiky, Maltskej republiky, Poľskej republiky, Slovinskej republiky a Slovenskej republiky a o úpravách zmlúv, na ktorých je založená Európska únia. Spomenúť môžeme aj Všeobecný akt o tichomorskom urovnávaní medzinárodných sporov (z angl. „General Act of Arbitration (Pacific Settlement of International Disputes)“) prijatý v Ženeve 26. septembra 1928 – medzinárodnú zmluvu, ktorá ustanovuje rámec pre mierové riešenie medzinárodných sporov prostredníctvom zmierovacieho konania, arbitráže a súdneho urovnania. V tomto kontexte, stotožňujeme sa so Svobodovou (2024), že pojem „akt“ má skôr neutrálny charakter (Svobodová, 2024). Navyše, použitie tohto pojmu v názvoch sekundárnych prameňov práva Únie evidentne nevyvoláva výrazné prekladové ťažkosti, čo si bližšie ukážeme v nasledujúcej kapitole nášho článku.

Kódex je podľa Encyklopédie Britannica (2024) definovaný ako „viac-menej systematický a komplexný písomný súhrn právnych predpisov.“ V slovenčine mu zodpovedá pojem zákonník. Aj v danej súvislosti môžeme vnímať vzťah medzi normou a prameňom práva – síce prameňom práva je zákon, nie je to prekážkou pre pomenovanie normy „zákoník“. Je to koncept obvykle používaný v kontinentálnych právnych systémoch, aj naprieč členskými štátmi EÚ (Svobodová, 2024) (napríklad, v Nemecku – Civilný kódex (z nem. „Bürgerliches Gesetzbuch“, skratka BGB), Obchodný kódex (z nem. „Handelsgesetzbuch“), Trestný zákonník (z nem. „Strafgesetzbuch“), a i.; v Slovenskej republike – Obchodný zákonník, Občiansky zákonník, Zákonník práce, a i.; v Českej republike - Zákoník práce, Občanský zákoník, Trestní zákoník, a i.). V rámci únievého práva s kódexami sa stretávame, okrem iného, v oblasti regulácie migrácie a bezpečnosti hraníc, a ide o nariadenia, čo reflektuje komplexný a unifikovaný charakter týchto predpisov. Ďalším príkladom je nariadenie Európskeho parlamentu a Rady (EÚ) č. 952/2013 z 9. októbra 2013, ktorým sa ustanovuje **Colný kódex Únie**. Avšak, zároveň v právnom poriadku Únie existuje smernica, ktorá má v názve „kódex“ (v angl. verzii „*the European Communications Code*“), a síce – smernica Európskeho parlamentu a Rady (EÚ) 2018/1972 z 11. decembra 2018, ktorou sa stanovuje **európsky kódex elektronických komunikácií** (Krommendijk a Borgesius, 2023). V kontexte definície kódexu a povahy iných „kódexov“ v únievom práve je táto jazyková voľba vo vzťahu k smernici pomerne prekvapujúca. Pre prehľadnosť uvádzame aj niekoľko príkladov použitia skúmaných pojmov v názvoch právnych predpisov EÚ v anglickom jazyku:

1) **Act:**

- a. nariadenie Európskeho parlamentu a Rady (EÚ) 2024/1689 z 13. júna 2024, ktorým sa stanovujú harmonizované pravidlá v oblasti umelej inteligencie a ktorým sa menia nariadenia (ES) č. 300/2008, (EÚ) č. 167/2013, (EÚ) č. 168/2013, (EÚ) 2018/858, (EÚ) 2018/1139 a (EÚ) 2019/2144 a smernice 2014/90/EÚ, (EÚ) 2016/797 a (EÚ) 2020/1828 (akt o umelej inteligencii) (z angl. „**Artificial Intelligence Act**“);
- b. nariadenie Európskeho parlamentu a Rady (EÚ) 2019/881 zo 17. apríla 2019 o agentúre ENISA (Agentúra Európskej únie pre kybernetickú bezpečnosť) a o certifikácii kybernetickej bezpečnosti informačných a komunikačných technológií a o zrušení nariadenia (EÚ) č. 526/2013 (akt o kybernetickej bezpečnosti) (z angl. „**Cybersecurity Act**“);
- c. nariadenie Európskeho parlamentu a Rady (EÚ) 2022/2065 z 19. októbra 2022 o jednotnom trhu s digitálnymi službami a o zmene smernice 2000/31/ES (akt o digitálnych službách) (z angl. „**Digital Services Act**“);
- d. nariadenie Európskeho parlamentu a Rady (EÚ) 2022/1925 zo 14. septembra 2022 o súťažieschopných a spravodlivých trhoch digitálneho sektora a o zmene smerníc (EÚ) 2019/1937 a (EÚ) 2020/1828 (akt o digitálnych trhoch) (z angl. „**Digital Markets Act**“);

2) **Pact:**

- a. Pakt o migrácii a azyle (z angl. „**Pact on Migration and Asylum**“);
- b. Pakt stability a rastu (z angl. „**Stability and Growth Pact**“);

3) **Law:**

- a. nariadenie Európskeho parlamentu a Rady (EÚ) 2016/429 z 9. marca 2016 o prenosných chorobách zvierat a zmene a zrušení určitých aktov v oblasti zdravia zvierat („právna úprava v oblasti zdravia zvierat“) (angl. „**Animal Health Law**“);

- b. smernica Európskeho parlamentu a Rady o monitorovaní a odolnosti pôdy (smernica o monitorovaní pôdy) (angl. „**Soil Monitoring Law**”);
- 4) **Code:**
 - a. nariadenie Európskeho parlamentu a Rady (EÚ) 2016/399 z 9. marca 2016, ktorým sa ustanovuje kódex Únie o pravidlách upravujúcich pohyb osôb cez hranice (Kódex schengenských hraníc) (z angl. „**Schengen Borders Code**“)
 - b. nariadenie Európskeho parlamentu a Rady (ES) č. 810/2009 z 13. júla 2009, ktorým sa ustanovuje vízový kódex Spoločenstva (vízový kódex) (z angl. „**Visa Code**“).

Dôvody pozorovaných terminologických trendov

Na prvý pohľad, ako to vysvetľuje Spoločná praktická príručka Európskeho parlamentu, Rady a Komisie pre osoby zapojené do tvorby právnych predpisov Európskej únie (2015) (ďalej aj ako „Príručka“), krátke názvy „sú menej užitočné v práve Únie, kde sú akty označené kombináciou písmen a číslíc (napríklad „(EÚ) 2015/35“) - ako v systémoch, ktoré takýto systém číslovania nemajú.“ Rovnako tak aj v právnych systémoch členských štátov prevažuje označovanie právnych predpisov poradovými číslami a dátumami uverejnenia, pričom sa na tieto čísla spolieha pri odkazovaní kvôli dlhým úradným názvom, s výnimkou systémov zavedených v Nemecku a Rakúsku, kde sa samostatne používajú aj krátke názvy (napr. vyššie spomínaná skratka BGB pre Civilný kódex) (Papakonstantinou, 2021). Naopak, v *common law* systémoch, najmä v Spojených štátoch amerických, je samostatné použitie krátkych názvov právnych predpisov bežné (*ibid*). Práve tento systém, podľa Papakonstantinou (2021) mohol byť inšpiráciou aj pre pozorovaný terminologický trend v úniomom práve.

Za hlavný dôvod použitia krátkych verzií názvov právnych aktov v práve Únie môžeme označiť pozitívny vplyv na oslovenie adresátov konkrétnej normy, keďže krátky názov predpisu je ľahšie zapamätateľný, ľahšie pochopiteľný a dokáže efektívnejšie upútať pozornosť jeho adresátov. Uvedené je reflektované aj v bode 8. 1. Príručky: „vlastný názov, t. j. formulácia použitá v názve na označenie hlavného predmetu aktu, umožňuje určiť, koho sa akt týka (a koho nie).... Tvorcovia návrhov preto musia zvážiť, aké informácie by sa mali objaviť v názve, aby adresáta, ktorého sa akt priamo týka (napríklad nie každého poľnohospodára, ale každého výrobcu jabĺk), podnietili k prečítaniu príslušného aktu.“ Paradoxne, Príručka používanie krátkych názvov síce predvída a umožňuje, zároveň tento postup neodporúča (Papakonstantinou, 2021). Hoci v bode 8. 4. priznáva, že používanie krátkych názvov právnych aktov sa môže zdať jednoduché, zároveň upozorňuje na rizikové dôsledky v podobe nepresností a nekonzistentností v rámci práva EÚ. Preto predmetnú prax odporúča obmedziť na špecifické prípady, keď táto dokáže podstatne zlepšiť zrozumiteľnosť textu pre čitateľa.

Autorka sa čiastočne stotožňuje so závermi obsiahnutými v Príručke. Avšak, zohľadňujúc značný pozitívny potenciál tohto „zjednodušenia“, nepovažuje za vhodné riešenie sa od neho úplne dištancovať. Najmä pokiaľ je terminologická voľba realizovaná s ohľadom na typ, charakter a postavenie právneho predpisu v rámci systému práva Únie, môže byť použitie krátkej verzie názvu aktu práva Únie prínosné. V niektorých prípadoch je to dokonca žiadúce. Takýmto príkladom je Pakt o migrácii a azyle, ktorý slúži na označenie nie jedného predpisu, ale je súhrnným označením pre desať legislatívnych aktov (deväť nariadení a jednu smernicu), resp. ich zmien, prijatých v rámci poslednej reformy politík v oblasti migrácie, azylu, integrácie a riadenia hraníc Únie (Radjenovic, European Parliament, 2025) Konkrétne, ide o nasledovné predpisy:

- 1) nariadenie Európskeho Parlamentu a Rady (EÚ) 2024/1356 zo 14. mája 2024, ktorým sa zavádza preverovanie štátnych príslušníkov tretích krajín na vonkajších hraniciach a ktorým sa menia nariadenia (ES) č. 767/2008, (EÚ) 2017/2226, (EÚ) 2018/1240 a (EÚ) 2019/817 (ďalej aj ako „**nariadenie o preverovaní**“)
- 2) nariadenie Európskeho parlamentu a Rady (EÚ) 2024/1348 zo 14. mája 2024, ktorým sa stanovuje spoločné konanie o medzinárodnej ochrane v Únii a zrušuje smernica 2013/32/EÚ, (ďalej aj ako „**nariadenie o konaní o azyle**“);
- 3) nariadenie Európskeho parlamentu a Rady (EÚ) 2024/1359 zo 14. mája 2024, ktorým sa riešia krízové situácie a prípady vyššej moci v oblasti migrácie a azylu, a ktorým sa mení nariadenie (EÚ) 2021/1147 (ďalej aj ako „**krízové nariadenie**“);
- 4) nariadenie Európskeho parlamentu a Rady (EÚ) 2024/1351 zo 14. mája 2024 o riadení azylu a migrácie, o zmene nariadení (EÚ) 2021/1147 a (EÚ) 2021/1060 a o zrušení nariadenia (EÚ) č. 604/2013 (ďalej aj ako „**nariadenie o riadení azylu a migrácie**“)
- 5) nariadenie Európskeho parlamentu a Rady (EÚ) 2024/1349 zo 14. mája 2024, ktorým sa stanovuje konanie o návrate na hraniciach a ktorým sa mení nariadenie (EÚ) 2021/1148, (ďalej aj ako „**nariadenie o návrate**“);
- 6) nariadenie Európskeho parlamentu a Rady (EÚ) 2024/1358 zo 14. mája 2024 o zriadení systému Eurodac na porovnávanie biometrických údajov s cieľom účinne uplatňovať nariadenia Európskeho parlamentu a Rady (EÚ) 2024/1351 a (EÚ) 2024/1350 a smernicu Rady 2001/55/ES a identifikovať neoprávnene sa zdržiavajúcich štátnych príslušníkov tretích krajín a osoby bez štátnej príslušnosti, o žiadostiach orgánov presadzovania práva členských štátov a Europolu o porovnanie s údajmi v systéme Eurodac na účely presadzovania práva, o zmene nariadení Európskeho parlamentu a Rady (EÚ) 2018/1240 a (EÚ) 2019/818 a o zrušení nariadenia Európskeho parlamentu a Rady (EÚ) č. 603/2013 (ďalej aj ako „**Nariadenie Eurodac**“);

- 7) nariadenie Európskeho parlamentu a Rady (EÚ) 2024/1350 zo 14. mája 2024, ktorým sa zriaďuje rámec Únie pre presídlenie a humanitárne prijatie a ktorým sa mení nariadenie (EÚ) 2021/1147 (ďalej aj ako „**nariadenie o presídlení**“);
- 8) smernica Európskeho parlamentu a Rady (EÚ) 2024/1346 zo 14. mája 2024, ktorou sa stanovujú normy pre príjem žiadateľov o medzinárodnú ochranu (ďalej aj ako „**smernica o prijímacích podmienkach**“);
- 9) nariadenie Európskeho parlamentu a Rady (EÚ) 2024/1347 zo 14. mája 2024 o normách pre podmienky, ktoré musia spĺňať štátni príslušníci tretej krajiny alebo osoby bez štátnej príslušnosti na priznanie postavenia osôb s udelenou medzinárodnou ochranou, pre jednotné postavenie utečencov alebo osôb oprávnených na doplnkovú ochranu a pre obsah udelenej ochrany, ktorým sa mení smernica Rady 2003/109/ES a zrušuje smernica Európskeho parlamentu a Rady 2011/95/EÚ (ďalej aj ako „**kvalifikačné nariadenie**“);
- 10) nariadenie Európskeho parlamentu a Rady (EÚ) 2024/1352 zo 14. mája 2024, ktorým sa menia nariadenia (EÚ) 2019/816 a (EÚ) 2019/818 na účely zavedenia preverovania štátnych príslušníkov tretích krajín na vonkajších hraniciach (ďalej aj ako „**nariadenie o zmenách týkajúcich sa preverovania na účely súladu**“).

Alternatívna cesta (absencia jednotného označenia) by pravdepodobne znamenala chaotickú komunikáciu a napokon by prenechala „zjednodušenie“ širšej verejnosti, čo by viedlo k vytvoreniu viacerých terminologických verzií a značným zmätkom. Uvedené by bolo opakom vízie jednotnosti, resp. solidarity, ktorú predmetná reforma sleduje. Na druhej strane, zvolený názov rovnako môže spôsobovať zmätky, keďže aj v oficiálnej komunikácii inštitúcií Únie sa často hovorí o Pakte ako celku, resp. ako o singulárnom objekte (Európska Rada, Rada Európskej Únie, 2024;).

Ako sa zo zákona stáva právny rámec, alebo úskalia právneho prekladu

Terminologicky vhodný výber názvov právnych predpisov má o to väčší význam, pokiaľ zoberieme do úvahy potrebu prekladu týchto názvov do jazykov všetkých členských štátov Únie. Preklad by mal zohľadňovať jazykové, právne a politické špecifiká konkrétneho členského štátu, aby jeho výsledok bol významovo blízky pôvodnej verzii. Na potrebu zohľadňovať existenciu viacerých jazykových verzií poukazuje aj bod 5 Príručky: „Počas celého procesu vedúceho k prijatiu návrhov aktov sa používajú výrazy a štruktúry viet, ktoré rešpektujú viacjazyčnú povahu právnych predpisov Únie; pojmy alebo terminológia špecifické pre niektorý vnútroštátny právny systém sa majú používať opatrne.“ Je však potrebné si uvedomiť, že demonštrovaná tendencia úniovej právnej terminológie môže prinášať problémy.

Za účelom praktickej demonštrácie naznačených komplikácií by sme uviedli porovnanie jazykových verzií prekladu krátkeho názvu nariadenia Európskeho Parlamentu a Rady (EÚ) 2021/1119 z 30. júna 2021, ktorým sa stanovuje rámec na dosiahnutie klimatickej neutrality a menia nariadenia (ES) č. 401/2009 a (EÚ) 2018/1999 (**európsky právny predpis v oblasti klímy**). V anglickej verzii je to „*European Climate Law*“. Vo viacerých jazykových verziách ako preklad „law“ bolo použité slovíčko „zákon“, a to napr. v bulharskej („*Европейски закон за климата*“), nemeckej („*Europäisches Klimagesetz*“), a francúzskej („*loi européenne sur le climat*“). Odlišný postup si zvolili slovínski prekladatelia: „*evropska podnebna pravila*“, a pomerne kreatívne k prekladu pristúpili českí prekladatelia: „**evropský právní rámec pro klima**“, keďže nimi použité slovné spojenie „právny rámec“ evokuje širší dosah a náplň pojmu, než „zákon“. Slovenskí prekladatelia použili „**európsky právny predpis v oblasti klímy**“. Pri porovnávaní finálneho textu predpisu z jeho predchádzajúcimi verziami môžeme identifikovať aj zmeny v rámci jednotlivých prekladov. Napríklad v prípade bulharského textu išlo pôvodne o „*Европейски законодателен акт за климата*“, čo pri preklade do slovenčiny by znelo ako „európsky právny predpis v oblasti klímy“, alebo ako „európsky legislatívny akt v oblasti klímy“, a menený bol aj slovenský text (pôvodne znel rovnako ako český – „právny rámec“). Ako na to poukázal Křepelka (2022), môžeme iba špekulovať o tom, akým bol myšlienkový pochod prekladateľov a čo napokon viedlo k týmto odlišnostiam, keďže bližšie informácie o týchto skutočnostiach nie sú zverejňované.

Pre porovnanie, pri preklade názvu nariadenia Európskeho parlamentu a Rady (EÚ) 2016/429 z 9. marca 2016 o prenosných chorobách zvierat a zmene a zrušení určitých aktov v oblasti zdravia zvierat („**právna úprava v oblasti zdravia zvierat**“), naprieč jazykovými verziami pre preklad „law“ v „*Animal Health Law*“ sa použilo slovo „právo“ a jeho variácie („právna úprava“). V slovenskej verzii bol daný názov preložený ako „**právna úprava v oblasti zdravia zvierat**“. Analogicky znejú aj viaceré ďalšie jazykové verzie, napr. francúzska – „*législation sur la santé animale*“, bulharská – „*Законодателство за здравеопазването на животните*“, nemecká – „*Tiergesundheitsrecht*“, a poľská – „*Prawo o zdrowiu zwierząt*“. Odlišnými sú napr. talianska verzia – „*normativa in materia di sanità animale*“, kde „*normativa*“ je slovo významovo blízke „právnym predpisom“, česká verzia – „**právní rámec pro zdraví zvířat**“, a slovínska verzia – „*Pravila o zdravju živali*“.

Pokiaľ ide o predpis, ktorý využíva v názve nie „zákon“, ale „akt“ – nariadenie Európskeho parlamentu a Rady (EÚ) 2024/1689 z 13. júna 2024, ktorým sa stanovujú harmonizované pravidlá v oblasti umelej inteligencie a ktorým sa menia nariadenia (ES) č. 300/2008, (EÚ) č. 167/2013, (EÚ) č. 168/2013, (EÚ) 2018/858, (EÚ) 2018/1139 a (EÚ) 2019/2144 a smernice 2014/90/EÚ, (EÚ) 2016/797 a (EÚ) 2020/1828 (**akt o umelej inteligencii**), rozdiely v jazykových verziách nie sú až tak evidentné. V prevažnej väčšine prípadov boli použité variácie „aktu“ (bulharsky: „*Акт за изкуствения интелект*“, český: „**akt o umělé inteligenci**“, poľský: „*akt w sprawie sztucznej inteligencji*“), aj keď niektorí prekladatelia zvolili inú cestu a na označenie použili slova, ktoré pri doslovnom preklade znamenajú „nariadenie“ (napr. taliansky: „*Reglamento de Intelligenza Artificiale*“, holandský: „*verordening artificiële intelligentie*“, nemecký: „*Verordnung über künstliche Intelligenz*“). S poukazom na vyššie uvedené môžeme vyvodiť záver, že použitie pojmu „akt“ v krátkych názvoch právnych predpisov Únie nie je až tak problematické alebo diskutabilné, v porovnaní s použitím pojmu „zákon“.

Úvahy o právnych a iných konzekvenciách používania novej terminológie

Ako bolo spomenuté v predchádzajúcom výklade, nové pojmy používané na označenie noriem obsiahnutých v prameňoch únieového práva nemajú žiadny základ v primárnom práve. Pre úplnosť, tieto pojmy nie sú používané na pomenovanie únieových právnych predpisov samostatne, ale sú iba doplneniami k plnému, dlhším názvom príslušných predpisov. Inokedy sa v názve predpisov vôbec nespomínajú, a kryštalizujú sa neskôr, najmä v procese komunikácie ich adresátom, resp. širšej laickej verejnosti. Ojedinele, iniciátorom a tvorcom kratšieho názvu právneho predpisu môže byť verejnosť samotná. Tak tomu je v prípade používanej anglicky hovoriacimi členmi odbornej obci skratke „*e-Privacy Directive*“ pre označenie smernice Európskeho parlamentu a Rady 2002/58/es z 12. júla 2002, týkajúcej sa spracovávanía osobných údajov a ochrany súkromia v sektore elektronických komunikácií (smernica o súkromí a elektronických komunikáciách) (Krommendijk a Borgesius, 2023).

Aj keď prezentované tendencie vyvolávajú otázky ohľadom potenciálnej potreby prispôsobenia právnej úpravy praxi, zatiaľ nemôžeme identifikovať evidentný vplyv na právo Únie v zmysle vytvárania nového typu prameňov únieového práva, resp. vzniku nového druhu atypických aktov. Totižto, ide iba o jazykovú mutáciu krátkych názvov už existujúcich právnych nástrojov, akými sú napríklad smernice a nariadenia, nie o vytváranie novej právnej kategórie.

Pokiaľ ide o atypické akty, považujeme za vhodné dodať, že tieto sa obvykle vyznačujú neštandardnými názvami, vrátane „paktov“. Ako príklad môžeme uviesť Európsky pakt mládeže, ktorý má podobu právne nezáväzného oznámenia Komisie a slúži ako rámec pre spoluprácu v politikách týkajúcich sa mládeže v členských štátoch EÚ, pričom podporuje iniciatívy, ako je vzdelávanie, odborná príprava a sociálne začlenenie (EUR-Lex, 2006). Na tomto mieste apelujeme na riziko neistoty a zmätku v očiach laickej verejnosti, čo sa týka právneho postavenia atypických aktov v podobných prípadoch. Niektoré atypické právne akty sú totižto právne nezáväzné, a preto by nemali byť ľahko zameniteľné s právne záväznými aktmi, akými sú nariadenia a smernice.

Z rovnakého dôvodu môže byť problematickým používanie pojmu „zákon“, pretože neumožňuje jednoznačne identifikovať, o ktorý typ legislatívneho aktu ide – o nariadenie alebo o smernicu. Stotožňujeme sa so Svobodovou (2024), že kým označovanie nariadení ako zákonov môže byť akceptovateľné, vzhľadom na ich materiálnu povahu ako „európskych zákonov“, použitie rovnakého označenia pre smernice je zavádzajúce. Nariadenia totižto priamo ukladajú práva a povinnosti fyzickým a právnickým osobám a sú priamo aplikovateľné. Naopak, smernice (až na výnimočné prípady) nie sú priamo aplikovateľné, nezakladajú práva jednotlivcom priamo, sú adresované členským štátom a vyžadujú si transpozíciu do národného právneho poriadku (Svobodová, 2024). Analogické pochybnosti vznikajú aj ohľadom vhodnosti použitia pojmu „kódex“ vo vzťahu k smernici, na ktoré sme poukazovali v predchádzajúcej kapitole.

Záver

V tejto práci sme sa venovali tendenciám použitia pojmov ako „akt“, „pakt“, „zákon“ a „kódex“ v krátkych názvoch sekundárneho práva Únie. Podotkli sme, že tieto tendencie nemajú právny základ v primárnom práve Únie. Poukázali sme ale aj na *de lege ferenda* návrhy odborníkov o vhodnosti realizácie príslušných legislatívnych zmien, ktoré by zosúladiли stav *de iure* so stavom *de facto*, konkrétne – zaviedli by právny základ pre použitie vyššie spomenutých pojmov. Vo vzťahu k právnym konzekvenciám skúmaného trendu sme objasnili, že ide len o jazykovú úpravu krátkych označení existujúcich prameňov práva, ako sú napríklad smernice a nariadenia. Nejde o zavedenie novej právnej kategórie, ani o nové atypické akty. Dôvody použitia danej terminológie súvisia najmä s komunikáciou právnych predpisov širšej verejnosti, a majú za cieľ zvýšenie právneho povedomia subjektov práva. Taktiež, uvedený trend môže byť dôsledkom vplyvu anglo-amerického právneho systému. Pozorované terminologické zjednodušenie autorka vníma ako potenciálne prínosné, pokiaľ sú jeho riziká (diskrepancie v prekladoch, zmätky súvisiace s charakterom, typom a záväznosťou konkrétneho právneho predpisu) dostatočne zohľadnené a zmiernené.

Literatúra

Akt o podmienkach prístúpenia Českej republiky, Estónskej republiky, Cyperskej republiky, Lotyšskej republiky, Litovskej republiky, Maďarskej republiky, Maltskej republiky, Poľskej republiky, Slovinskej republiky a Slovenskej republiky a o úpravách zmlúv, na ktorých je založená Európska únia - Príloha II: Zoznam uvedený v článku 20 Aktu o prístúpení - 18. Spolupráca v oblasti spravodlivosti a vnútorných vecí - A. Súdna spolupráca v občianskych a obchodných veciach. Ú. v. EÚ L 236, 23.9.2003, p. 711–718.

European Commission, Legal service, 2015. Joint practical guide of the European Parliament, the Council and the Commission for persons involved in the drafting of European Union legislation. [online]. Publications Office of the European Union. [cit. 2025-04-04]. Dostupné na: <https://data.europa.eu/doi/10.2880/5575>

European Youth Pact. [online]. EUR-Lex. 2006. Dostupné na: <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?uri=legisum:c11081>. [cit. 2025-04-04].

General Act of Arbitration (Pacific Settlement of International Disputes). League of Nations, *Treaty Series*, vol.93, s.343.

HOFMANN, Herwig C. H., 2003. A Critical Analysis of the new Typology of Acts in the Draft Treaty Establishing a Constitution for Europe. In: European Integration online Papers (EIoP). [online]. Roč. 7, č. 9. [cit. 2025-04-04]. Dostupné na: <https://eiop.or.at/eiop/pdf/2003-009.pdf> ISSN: 1027-5193.

- HOFMANN, Herwig C. H., 2003. A Critical Analysis of the new Typology of Acts in the Draft Treaty Establishing a Constitution for Europe. [online]. In: European Integration online Papers (EIoP). [cit. 2025-04-04]. Dostupné na: <https://eiop.or.at/eiop/pdf/2003-009.pdf>. ISSN: 1027-5193.
- JÁNOŠÍKOVÁ, Martina. Repetitórium práva Európskej únie. Tretie, prepracované vydanie. Bratislava: IURIS LIBRI, 2024. ISBN: 9878089635566.
- Jednotný európsky akt. Ú. v. ES L 169, 29.6.1987, p. 1–28. Dostupné na: <http://data.europa.eu/eli/treaty/sea/sign>
- KROMMENDIJK, Jasper a BORGESIIUS, Frederik Zuiderveen. How to read EU legislation? [online]. EU Law Analysis. 2023. [cit. 2025-04-04]. Dostupné na: <https://eulawanalysis.blogspot.com/p/how-to-read-eu-legislation.html?m=1>.
- KŘEPELKA, F, 2022. Several Acts and One Law as an Impulse for Reviving European (Framework) Laws. In: Časopis pro právní vědu a praxi. [online]. Roč. 30, č. 4, s. 829 – 854. [cit. 2025-04-04]. Dostupné na: <https://doi.org/10.5817/CPVP2022-4-7>. E-ISSN: 1805-2789.
- Nariadenie Európskeho parlamentu a Rady (ES) č. 810/2009 z 13. júla 2009, ktorým sa ustanovuje vízový kódex Spoločenstva (vízový kódex).
- Nariadenie Európskeho parlamentu a Rady (EÚ) 2016/399 z 9. marca 2016, ktorým sa ustanovuje kódex Únie o pravidlách upravujúcich pohyb osôb cez hranice (Kódex schengenských hraníc).
- Nariadenie Európskeho parlamentu a Rady (EÚ) 2016/429 z 9. marca 2016 o prenosných chorobách zvierat a zmene a zrušení určitých aktov v oblasti zdravia zvierat („právna úprava v oblasti zdravia zvierat“).
- Nariadenie Európskeho parlamentu a Rady (EÚ) 2019/881 zo 17. apríla 2019 o agentúre ENISA (Agentúra Európskej únie pre kybernetickú bezpečnosť) a o certifikácii kybernetickej bezpečnosti informačných a komunikačných technológií a o zrušení nariadenia (EÚ) č. 526/2013 (akt o kybernetickej bezpečnosti).
- Nariadenie Európskeho parlamentu a Rady (EÚ) 2021/1119 z 30. júna 2021, ktorým sa stanovuje rámec na dosiahnutie klimatickej neutrality a menia nariadenia (ES) č. 401/2009 a (EÚ) 2018/1999 (európsky právny predpis v oblasti klímy).
- Nariadenie Európskeho parlamentu a Rady (EÚ) 2022/1925 zo 14. septembra 2022 o súťažeschopných a spravodlivých trhoch digitálneho sektora a o zmene smerníc (EÚ) 2019/1937 a (EÚ) 2020/1828 (akt o digitálnych trhoch).
- Nariadenie Európskeho parlamentu a Rady (EÚ) 2022/2065 z 19. októbra 2022 o jednotnom trhu s digitálnymi službami a o zmene smernice 2000/31/ES (akt o digitálnych službách).
- Nariadenie Európskeho parlamentu a Rady (EÚ) 2024/1347 zo 14. mája 2024 o normách pre podmienky, ktoré musia spĺňať štátni príslušníci tretej krajiny alebo osoby bez štátnej príslušnosti na priznanie postavenia osôb s udelenou medzinárodnou ochranou, pre jednotné postavenie utečencov alebo osôb oprávnených na doplnkovú ochranu a pre obsah udelenej ochrany, ktorým sa mení smernica Rady 2003/109/ES a zrušuje smernica Európskeho parlamentu a Rady 2011/95/EÚ.
- Nariadenie Európskeho parlamentu a Rady (EÚ) 2024/1348 zo 14. mája 2024, ktorým sa stanovuje spoločné konanie o medzinárodnej ochrane v Únii a zrušuje smernica 2013/32/EÚ.
- Nariadenie Európskeho parlamentu a Rady (EÚ) 2024/1349 zo 14. mája 2024, ktorým sa stanovuje konanie o návrate na hraniciach a ktorým sa mení nariadenie (EÚ) 2021/1148.
- Nariadenie Európskeho parlamentu a Rady (EÚ) 2024/1350 zo 14. mája 2024, ktorým sa zriaďuje rámec Únie pre presídlenie a humanitárne prijatie a ktorým sa mení nariadenie (EÚ) 2021/1147.
- Nariadenie Európskeho parlamentu a Rady (EÚ) 2024/1351 zo 14. mája 2024 o riadení azylu a migrácie, o zmene nariadení (EÚ) 2021/1147 a (EÚ) 2021/1060 a o zrušení nariadenia (EÚ) č. 604/2013.
- Nariadenie Európskeho parlamentu a Rady (EÚ) 2024/1352 zo 14. mája 2024, ktorým sa menia nariadenia (EÚ) 2019/816 a (EÚ) 2019/818 na účely zavedenia preverovania štátnych príslušníkov tretích krajín na vonkajších hraniciach.
- Nariadenie Európskeho parlamentu a Rady (EÚ) 2024/1356 zo 14. mája 2024, ktorým sa zavádza preverovanie štátnych príslušníkov tretích krajín na vonkajších hraniciach a ktorým sa menia nariadenia (ES) č. 767/2008, (EÚ) 2017/2226, (EÚ) 2018/1240 a (EÚ) 2019/817.
- Nariadenie Európskeho parlamentu a Rady (EÚ) 2024/1358 zo 14. mája 2024 o zriadení systému Eurodac na porovnávanie biometrických údajov s cieľom účinne uplatňovať nariadenia Európskeho parlamentu a Rady (EÚ) 2024/1351 a (EÚ) 2024/1350 a smernicu Rady 2001/55/ES a identifikovať neoprávnene sa zdržiavajúcich štátnych príslušníkov tretích krajín a osoby bez štátnej príslušnosti, o žiadostiach orgánov presadzovania práva členských štátov a Europolu o porovnanie s údajmi v systéme Eurodac na účely presadzovania práva, o zmene nariadení Európskeho parlamentu a Rady (EÚ) 2018/1240 a (EÚ) 2019/818 a o zrušení nariadenia Európskeho parlamentu a Rady (EÚ) č. 603/2013.

- Nariadenie Európskeho parlamentu a Rady (EÚ) 2024/1359 zo 14. mája 2024, ktorým sa riešia krízové situácie a prípady vyššej moci v oblasti migrácie a azylu, a ktorým sa mení nariadenie (EÚ) 2021/1147.
- Nariadenie Európskeho parlamentu a Rady (EÚ) 2024/1689 z 13. júna 2024, ktorým sa stanovujú harmonizované pravidlá v oblasti umelej inteligencie a ktorým sa menia nariadenia (ES) č. 300/2008, (EÚ) č. 167/2013, (EÚ) č. 168/2013, (EÚ) 2018/858, (EÚ) 2018/1139 a (EÚ) 2019/2144 a smernice 2014/90/EÚ, (EÚ) 2016/797 a (EÚ) 2020/1828 (akt o umelej inteligencii).
- Nariadenie Európskeho parlamentu a Rady (EÚ) č. 952/2013 z 9. októbra 2013, ktorým sa ustanovuje Colný kódex Únie.
- Pakt stability a rastu. [online]. EUR-Lex. 2023. Dostupné z: <https://eur-lex.europa.eu/SK/legal-content/glossary/stability-and-growth-pact.html>. [cit. 2025-04-04].
- Papakonstantinou, Vagelis. 2021. The act-ification of EU law: The (long-overdue) move towards eponymous EU legislation. [online]. *European Law Blog* [cit. 2025-04-04]. Dostupné na: <https://www.europeanlawblog.eu/pub/the-act-ification-of-eu-law-the-long-overdue-move-towards-eponymous-eu-legislation/release/1>
- PRUSÁK, Jozef, 2023. Teória práva. Bratislava: Kalligram. ISBN: 9788082240064.
- Rada prijala pakt EÚ o migrácii a azyle. [online]. EURÓPSKA ÚNIA. Európska rada. Rada Európskej únie. 2024. Dostupné na: <https://www.consilium.europa.eu/sk/press/press-releases/2024/05/14/the-council-adopts-the-eu-s-pact-on-migration-and-asylum/>. [cit. 2025-04-04]
- RADJENOVIC, Anja, European Parliament. 2025. Implementation of the EU pact on migration and asylum. Briefing. [online]. European Parliament. [cit. 2025-04-04]. Dostupné na: [https://www.europarl.europa.eu/thinktank/en/document/EPRS_BRI\(2025\)767218#:~:text=This%20landmark%20agreement%2C%20heralding%20significant,%2C%20integration%2C%20and%20border%20management](https://www.europarl.europa.eu/thinktank/en/document/EPRS_BRI(2025)767218#:~:text=This%20landmark%20agreement%2C%20heralding%20significant,%2C%20integration%2C%20and%20border%20management)
- Smernica Európskeho parlamentu a Rady (EÚ) 2024/1346 zo 14. mája 2024, ktorou sa stanovujú normy pre príjem žiadateľov o medzinárodnú ochranu.
- Smernica Európskeho parlamentu a Rady 2002/58/ES z 12. júla 2002, týkajúcej sa spracovávaní osobných údajov a ochrany súkromia v sektore elektronických komunikácií (smernica o súkromí a elektronických komunikáciách).
- Smernica Európskeho parlamentu a Rady (EÚ) 2024/3237 z 19. decembra 2024, ktorou sa mení smernica (EÚ) 2015/413, ktorou sa uľahčuje cezhraničná výmena informácií o dopravných deliktach súvisiacich s bezpečnosťou cestnej premávky.
- Smernica Európskeho parlamentu a Rady o monitorovaní a odolnosti pôdy (smernica o monitorovaní pôdy).
- SVOBODOVÁ, M., 2024. "ACTS" AND "LAWS" OF THE EUROPEAN UNION: A STEP TOWARDS THE FEDERALISATION OF THE EU? In: *The Lawyer Quarterly*. Roč. 14, č. 1, s. 53 – 65. ISSN 1805-840X.
- TASR. EÚ prijala zákon na lepšiu spoluprácu v oblasti dopravných priestupkov. [online]. TERAZ.SK. 2024. Dostupné na: <https://www.teraz.sk/spravy/eu-prijala-zakon-na-lepsiu-spoluprac/843610-clanok.html>. [cit. 2025-04-04].
- The Editors of Encyclopaedia Britannica. "law code". [online]. Encyclopedia Britannica. Dostupné na: <https://www.britannica.com/topic/law-code>. [cit. 2025-04-04].
- The European Union's secondary law. [online]. EUR-Lex. 2021. Dostupné na: <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?uri=legisum:ai0032>. [cit. 2025-04-04].
- Zmluva o Európskej únii. Ú. v. EÚ C 202, 7.6.2016, p. 1–388.
- Zmluva o fungovaní Európskej únie. Ú. v. EÚ C 202, 7.6.2016, p. 1–388.

Vyhorenie a intolerancia neistoty

Burnout and Intolerance of Uncertainty

Karolína LAŠUTOVÁ

Univerzita Pavla Jozefa Šafárika v Košiciach, Filozofická fakulta

Abstrakt: Táto štúdia skúma vzťah medzi intoleranciou neistoty a vyhorením. Výskum bol realizovaný na vzorke študentov, pričom boli použité štandardizované dotazníky merajúce vyhorenie a intoleranciu neistoty. Výsledky ukázali, že vyššia miera intolerancie neistoty je spojená s vyššou mierou vyčerpania, mentálneho odstupu a kognitívnych a emočných ťažkostí. Tieto zistenia podčiarkujú význam psychologických faktorov v rozvoji vyhorenia a naznačujú potrebu intervencií zameraných na zvládanie neistoty ako prevenciu vyhorenia.

Kľúčové slová: vyhorenie, intolerancia neistoty, vysokoškolskí študenti, stres, úzkosť

Abstract: This study examines the relationship between intolerance of uncertainty and burnout. The research was conducted on a student sample using standardized questionnaires measuring burnout and intolerance of uncertainty. The results showed that a higher level of intolerance of uncertainty is associated with increased exhaustion, mental distance and emotional and cognitive impairment. These findings highlight the importance of psychological factors in the development of burnout and suggest the need for interventions focused on coping with uncertainty as a preventive measure against burnout.

Keywords: burnout, intolerance of uncertainty, university students, stress, anxiety

Úvod

Vyhorenie predstavuje závažný psychologický fenomén, ktorý ovplyvňuje široké spektrum profesijných skupín aj študentskej populácie. Ide o viacrozmerný koncept, čo naznačuje potrebu skúmania množstva faktorov, ktoré by mohli vyhorenie zapríčiňovať a udržiavať. Jedným z možných psychologických faktorov ovplyvňujúcich vyhorenie je intolerancia neistoty, teda tendencia jednotlivca negatívne reagovať na neisté situácie, vnímať ich ako stresujúce a vyhýbať sa im. Cieľom tejto štúdie je preskúmať vzťah medzi intoleranciou neistoty a jednotlivými dimenziami vyhorenia. Na základe existujúcich teórií a výskumov predpokladáme, že jedinci s vyššou mierou intolerancie neistoty budú vykazovať vyššiu mieru vyhorenia. Výsledky môžu prispieť k lepšiemu pochopeniu mechanizmov vedúcich k vyhoreniu a identifikácii efektívnych intervencií na jeho prevenciu.

Vyhorenie

Pozrime sa bližšie na samotný výraz *vyhorenie*, v angličtine *burnout*. Schaufeli et al. (2009) použili vyhorenie ako metaforu pre vyčerpanie energie - teda udusenie ohňa alebo zhasnutie sviečky. Ten oheň niekedy horel, ale nedokáže horieť aj naďalej, pokiaľ nemá k dispozícii dostatok zdrojov. Túto metaforu premostili na pracovnú oblasť – zamestnanec, ktorý prežíva vyhorenie, časom stráca schopnosť prispievať svojou činnosťou tak, aby to bolo možné považovať za významné. Pokiaľ tento jedinec pokračuje v práci napriek prežívanému vyhoreniu, výsledok je skôr iba tlejúci - nevýrazný a bezvýsledný - než žiariaci jasným a silným plameňom. Schaufeli et al. (2020) navrhujú model vyhorenia, ktorý sa snaží prekonať viacere nedostatky predchádzajúcich prístupov a ku ktorému sa prikláňame aj my. Vyhorenie definujú ako pracovnú vyčerpanosť, ktorú charakterizuje (a) intenzívna únava, (b) mentálny odstup a znížená schopnosť regulovať (c) kognitívne a (d) emocionálne procesy. Prácu pritom vnímajú v širšom zmysle, takže ich definícia zahŕňa aj štúdium, dobrovoľníctvo alebo inú štruktúrovanú, na cieľ orientovanú aktivitu. Tento prístup preberáme aj v našom výskume.

Štúdium na vysokej škole môže byť pre študentov spájané s vysokou mierou stresu v dôsledku akademického tlaku, finančnej záťaže, sociálneho prispôsobenia a neistoty súvisiacej s budúcimi kariérnymi vyhlídkami (Beiter et al., 2015). Ako sme už naznačili, pôvodne sa vyhorenie skúmalo v súvislosti so stresom na pracovisku (Freudenberger, 1974), no postupne sa jeho koncept rozšíril aj do vzdelávacieho prostredia. Akademické vyhorenie predstavuje stav vyčerpania zo študijných povinností, sprevádzaný cynickým či odťažitým prístupom k akademickým povinnostiam a pocitom neefektívnosti vo vzťahu k akademickému výkonu (Schaufeli et al., 2002; Zhang et al., 2006). Ide o rozšírený fenomén, pričom výskumy naznačujú, že emocionálne vyčerpanie pociťuje 55,4 % študentov, cynizmus 31,6 % a zníženú akademickú efektívnosť 30,9 % (Rosales-Ricardo et al., 2021). U študentov trpiacim vyhorením sa častejšie zaznamenávajú horšie študijné výsledky a vyššia miera stresu a úzkosti – to môže viesť k vážnejším problémom, ako je zneužívanie návykových látok či suicidálne myšlienky (Deeb et al., 2018; Kadhum et al., 2022; Dyrbye et al., 2008).

Intolerancia neistoty

Postoje k neistote predstavujú významný faktor ovplyvňujúci to, ako jednotlivci reagujú na situácie, ktoré sú mimo ich kontroly alebo predvídateľnosti. Ide o individuálne nastavenie pri zvládaní neistých okolností, ktoré ovplyvňuje emocionálne, kognitívne a behaviorálne reakcie (Van den Bos, 2009). Tento koncept zahŕňa dve hlavné dimenzie: intoleranciu neistoty a intoleranciu nejednoznačnosti. Neistota ako taká zastrešuje rôzne aspekty, ako sú nepredvídateľnosť, riziko, dvojznačnosť či nová skúsenosť (Carleton, 2016a).

Intolerancia neistoty je charakterizovaná ako osobnostná dispozícia, pri ktorej jedinec zažíva nepríjemné pocity pri absencii dôležitých informácií a v dôsledku toho vníma neistotu ako stresujúcu alebo ohrozujúcu (Carleton, 2016b).

Výskum Rosenovej et al. (2013) poukazuje na to, že vyššia miera intolerancie neistoty môže viesť k zvýšenej citlivosti na stresové podnety, čo potenciálne zvyšuje riziko vyhorenia v pracovnej aj akademickej oblasti. Systematické prehľadové štúdie naznačujú, že postoje k neistote úzko súvisia so zníženou psychickou pohodou, pričom môžu súvisieť s distressom, vyhorením a rôznymi psychickými ťažkosťami (Hammond et al., 2017; Strout et al., 2018).

Súvis medzi vyhorením a intoleranciou neistoty

Vzťahu vyhorenia a intolerancie neistoty doposiaľ nebola venovaná veľká pozornosť, obzvlášť v termínoch akademického vyhorenia. Výskum autorov Qiang et al. (2024) naznačil, že intolerancia neistoty môže slúžiť ako prediktor akademického vyhorenia. Môže to mať potenciálny súvis s negatívnymi emóciami, zníženou sebaúčinnosťou a stresovou reakciou, ktorú zažívajú jedinci čeliaci neistote. Jedinci vyznačujúci sa vyššou mierou intolerancie neistoty sú citlivejší na neisté prostredie, ktoré u nich vyvoláva silnejšie psychologické a behaviorálne reakcie, ako je úzkosť a pocit straty kontroly (Fu et al., 2023; Huntley et al., 2022). Navyše, Uzun & Karataş (2020) poukázali na to, že študenti s vyššou úrovňou intolerancie neistoty môžu pociťovať väčší stres, keď čelia akademickým výzvam. Pokiaľ sa tento stres nahromadí a jedinci nedisponujú dostatočnými zdrojmi na jeho zvládnutie, môže to vyvolať silné pocity bezmocnosti a nízkej sebaúčinnosti, čo následne môže ovplyvňovať ich angažovanosť a odhodlanie vo vzťahu k akademickému prostrediu. To by teoreticky mohlo vysvetľovať vznik vyhorenia u vysokoškolských študentov s intoleranciou neistoty. Taktiež výsledky výskumu autorov Mariani et al. (2024) naznačujú, že intolerancia neistoty je významným prediktorom všetkých troch dimenzií vyhorenia podľa Maslachovej a Jacksona (1981) – emocionálneho vyčerpania, depersonalizácie a pocitu zníženého úspechu v práci u vojenských príslušníkov, rovnako ako aj coping zameraný na emócie. Naopak, tolerancia neistoty a coping zameraný na problém boli identifikované ako protektívne faktory vo vzťahu k vyhoreniu.

Výskumný cieľ a hypotézy

Cieľom tohto výskumu je zistiť potenciálny súvis medzi intoleranciou neistoty a vyhorením u vysokoškolských študentov. Od toho sa odvíjajú nasledujúce hypotézy.

H1: Vyhorenie pozitívne súvisí s intoleranciou neistoty a jej faktormi, konkrétne:

H1a: Vyhorenie pozitívne súvisí s prospektívnou úzkosťou.

H1b: Vyhorenie pozitívne súvisí s inhibičnou úzkosťou.

H2: Jednotlivé aspekty vyhorenia pozitívne súvisia s intoleranciou neistoty, konkrétne:

H2a: Vyčerpanie pozitívne súvisí s prospektívnou úzkosťou.

H2b: Mentálny odstup pozitívne súvisí s prospektívnou úzkosťou.

H2c: Kognitívne ťažkosti pozitívne súvisia s prospektívnou úzkosťou.

H2d: Emočné ťažkosti pozitívne súvisia s prospektívnou úzkosťou.

H2e: Vyčerpanie pozitívne súvisí s inhibičnou úzkosťou.

H2f: Mentálny odstup pozitívne súvisí s inhibičnou úzkosťou.

H2g: Kognitívne ťažkosti pozitívne súvisia s inhibičnou úzkosťou.

H2h: Emočné ťažkosti pozitívne súvisia s inhibičnou úzkosťou.

Výskumný súbor

Výskumu sa zúčastnilo 111 respondentov, vysokoškolských študentov (73% žien, 27% mužov, priemerný vek 21,1, SD=1,46) z odborov psychológia (99 študentov), sociálna práca (11 študentov) a súčasné štúdium psychológie aj sociálnej práce (1 študent). Väčšina účastníkov študovala v čase zberu dát na prvom stupni vysokoškolského vzdelávania (bakalárske štúdium, 82%), zatiaľ čo zvyšných 18% na druhom stupni (magisterské štúdium).

Procedúra

Zber dát prebiehal počas vyučovania prostredníctvom online dotazníka Google Forms. Jednalo sa o príležitostný výber. Respondenti boli v úvode informovaní o anonymite zozbieraných údajov a vyjadrili súhlas so spracovaním údajov na vedecké účely. Následne vyplnili základné demografické údaje ako vek, pohlavie, stupeň aktuálneho štúdia a študijný odbor. Nasledovala škála vyhorenia a škála intolerancie neistoty.

Výskumné nástroje

Úroveň jednotlivých prejavov vyhorenia ako aj celkovú úroveň vyhorenia sme zisťovali prostredníctvom škály vyhorenia BAT-12 (Burnout Assessment Tool; Schaufeli, Desart & De Witte, 2020). Jedná sa o skrátenú verziu určenú študentom, ktorá obsahuje dvanásť položiek a meria štyri aspekty vyhorenia po tri položky: (a) vyčerpanie, ktorého príkladom je položka „Počas práce na veciach, ktoré sa týkajú môjho štúdia, sa cítim fyzicky vyčerpaný/á.“, (b) mentálny odstup, príkladom „Voči môjmu štúdiu pociťujem silný odpor.“, (c) kognitívne ťažkosti, príkladom „Keď pracujem na veciach, týkajúcich sa môjho štúdia, mám problém ostať sústredený/á.“ a (d) emočné ťažkosti, príkladom „Stáva sa mi, že neúmyselne reagujem prehnane.“. Respondenti odpovedali na jednotlivé položky na päťbodovej škále od 1 (nikdy) do 5 (vždy) na základe toho, ako často sa na nich daný výrok vzťahuje.

Úroveň intolerancie neistoty sme zisťovali prostredníctvom Škály intolerancie neistoty IUS-12 (Intolerance of Uncertainty Scale; Carleton et al., 2007), ktorá bola psychometricky overovaná na slovenskej populácii (Bavolár, 2019).

Škálu tvorí dvanásť položiek sýtiacich dva faktory: (a) prospektívna úzkosť po sedem položiek, príkladom „Malá nepredvídateľná udalosť môže všetko pokaziť, dokonca aj napriek perfektnej organizácii.“ a (b) inhibičná úzkosť po päť položiek, príkladom „Keď je čas konať, ochromuje ma neistota.“. Respondenti odpovedali na sedembodovej škále od 1 (vôbec ma to necharakterizuje) do 7 (úplne ma to charakterizuje) na základe toho, do akej miery ich daný výrok vystihuje.

Analýza dát

Na analýzu dát sme využili softvér Jamovi. Za účelom zabezpečenia kvality dát a overenia pozornosti respondentov sme do dotazníka zahrnuli kontrolnú položku. Respondenti boli požiadaní, aby označili konkrétnu odpoveď, číslo päť. Traja respondenti, ktorí túto požiadavku nespĺňali, boli odobratí z následných analýz. Prvým krokom bolo posúdenie vnútornej konzistencie celkového skóre jednotlivých subškál. Pri vyhorení sa jedná o priemerné hodnoty jednotlivých subškál, pri intolerancii neistoty ide o súčet položiek. Všetky škály sa pohybovali v rozmedzí akceptovateľných hodnôt zošikmenia (-1 až 1) a špicatosti (-1 až 1) a na základe vizuálneho posúdenia histogramov usudzujeme na normalitu rozdelenia. Predpoklady pre následné použitie Pearsonovho korelačného koeficientu boli splnené.

Výsledky

V Tabuľke 1 môžeme vidieť opisnú štatistiku jednotlivých škál a subškál, zatiaľ čo v Tabuľke 2 sú prezentované výsledky korelačných analýz.

Tab. 1: Opisná štatistika

	N	PIEMER	MEDIÁN	SD	MINIMUM	MAXIMUM
VYHORENIE	111	2.70	2.67	0.56	1.17	4.17
VYČERPANIE	111	3.28	3.33	0.77	1.00	5.00
MENTÁLNY ODSUP	111	2.14	2.00	0.81	1.00	4.67
KOGNITÍVNE ŤAŽKOSTI	111	2.99	3.00	0.74	1.33	4.67
EMOČNÉ ŤAŽKOSTI	111	2.40	2.33	0.82	1.00	4.67
INTOLERANCIA NEISTOTY	111	28.23	28.00	6.75	11.00	44.00
PROSPEKTÍVNA ÚZKOŠŤ	111	19.24	19.00	4.73	7.00	29.00
INHIBIČNÁ ÚZKOŠŤ	111	8.98	9.00	2.87	3.00	15.00

Pearsonova korelačná analýza odhalila významné pozitívne vzťahy medzi vyhorením a intoleranciou neistoty ($r = 0.41$, $p < .001$), ako aj medzi vyhorením a oboma jej faktormi – prospektívnou úzkosťou ($r = 0.31$, $p = .001$) a inhibičnou úzkosťou ($r = 0.39$, $p < .001$). Tieto výsledky podporujú hypotézy H1, H1a a H1b. V súlade s hypotézou H2a bolo zistené, že vyčerpanie významne koreluje s prospektívnou úzkosťou ($r = 0.21$, $p = .02$). Podobne, mentálny odstup ($r = 0.22$, $p = .01$) a kognitívne ťažkosti ($r = 0.19$, $p = .04$) tiež vykázali významnú pozitívnu súvislosť s prospektívnou úzkosťou, čím sa podporili hypotézy H2b a H2c. Emočné ťažkosti však s prospektívnou úzkosťou významne nesúviseli ($r = 0.34$, $p < .001$), čo znamená, že hypotéza H2d nebola potvrdená. Podobné vzorce boli pozorované aj pri inhibičnej úzkosti. Vyčerpanie ($r = 0.36$, $p < .001$), mentálny odstup ($r = 0.35$, $p < .001$) a kognitívne ťažkosti ($r = 0.42$, $p < .001$) s ňou významne súviseli, čím sa podporili hypotézy H2e, H2f a H2g. Emočné ťažkosti vykázali stredne silnú pozitívnu koreláciu s inhibičnou úzkosťou ($r = 0.54$, $p < .001$), čo podporuje hypotézu H2h.

Celkovo tieto zistenia naznačujú, že vyššia miera vyhorenia je spojená s vyššou mierou intolerancie neistoty, pričom všetky aspekty vyhorenia (vyčerpanie, mentálny odstup, kognitívne a emočné ťažkosti) významne súvisia s inhibičnou úzkosťou, zatiaľ čo vzťahy s prospektívnou úzkosťou sú slabšie, ale stále významné.

Tab. 2: Korelačná matica

	1	2	3	4	5	6	7	8
1 Vyhorenie	1							
2 Vyčerpanie	0.75***	1						
3 Mentálny odstup	0.77***	0.47***	1					
4 Kognitívne ťažkosti	0.74***	0.47***	0.50***	1				
5 Emočné ťažkosti	0.59***	0.21*	0.24**	0.20*	1			
6 Intolerancia neistoty	0.41***	0.25**	0.21*	0.28**	0.42***	1		

7	Prospektívna úzkosť	0.31***	0.21*	0.13	0.19*	0.34***	0.93***	1
8	Inhibičná úzkosť	0.45***	0.24*	0.28**	0.35***	0.42***	0.81***	0.54***

Pozn: * $p < .05$; ** $p < .01$; *** $p < .001$

Diskusia a záver

Cieľom tejto štúdie bolo preskúmať súvislosti medzi intoleranciou neistoty a vyhorením u vysokoškolských študentov. Výsledky naznačujú existenciu vzťahu medzi intoleranciou neistoty a vyhorením, pričom vyššia úroveň intolerancie neistoty súvisela so zvýšeným vyčerpaním, mentálnym odstupom, kognitívnymi a emočnými ťažkosťami. Naše zistenia sú v súlade s predchádzajúcimi výskumami. Napríklad Fu et al. (2023) upozorňujú, že intolerancia neistoty umocňuje reakcie na stres, čo môže viesť k vyhoreniu. Rovnako aj Qiang et al. (2024) identifikovali intoleranciu neistoty ako prediktor akademického vyhorenia, čo podporuje myšlienku, že akademické prostredie, ktoré sa vyznačuje neistotou, môže byť významným stresorom pre študentov, ktorí nie sú schopní flexibilne reagovať na nepredvídateľné a neisté situácie. Významná korelácia inhibičnej úzkosti s kognitívnymi a emočnými ťažkosťami taktiež súhlasí so zisteniami autorov Mariani et al. (2024), ktorí preukázali, že práve táto forma úzkosti je rizikovým faktorom pre všetky tri dimenzie vyhorenia. Zaujímavým aspektom je skutočnosť, že inhibičná úzkosť silnejšie súvisela s vyhorením, než prospektívna úzkosť. Tento rozdiel môže naznačovať, že paralýza tvárou v tvár neistote a vyhýbanie sa neistote predstavujú väčšie riziko pre rozvoj symptómov vyhorenia než samotné obavy o budúcnosť. Výsledky majú praktické dôsledky, najmä v oblasti prevencie a intervencie. Ak je intolerancia neistoty rizikovým faktorom vyhorenia, potom by mohol byť užitočný tréning copingových stratégií so zámerom tlmenia negatívnych reakcií vyvolaných intoleranciou neistoty. Psychologické programy podporujúce flexibilitu a schopnosť prispôbiť sa nepredvídateľným situáciám by mohli pomôcť znížiť mieru vyhorenia, a to najmä v profesiách vyznačujúcich sa zvýšeným stresom alebo u študentov prežívajúcich akademický tlak.

Napriek sľubným zisteniam je potrebné zohľadniť aj viaceré obmedzenia tejto štúdie. Prvým limitom je charakter výskumného súboru. Výskum sa uskutočnil na populácii vysokoškolských študentov, čo môže obmedziť generalizovateľnosť výsledkov na iné vekové a profesijné skupiny. Intolerancia neistoty a vyhorenie môžu mať odlišnú dynamiku u pracujúcich, študentov alebo v rôznych profesiách. Ďalším metodologickým limitom je spôsob merania premenných. Použitá metóda sebahodnotiacich dotazníkov nesie riziko subjektívneho skreslenia, keďže respondenti môžu svoje pocity a skúsenosti interpretovať rôzne. Navyše, v tomto výskume došlo k neúmyselnému vynechaniu troch položiek zo škály IUS-12, konkrétne z faktoru inhibičnej úzkosti. Štandardná verzia obsahuje päť položiek merajúcich spomínaný faktor, no v tejto štúdii boli použité iba tri, čo mohlo ovplyvniť psychometrické vlastnosti tejto subškály aj celkovú spoľahlivosť merania. Aj keď hodnoty Cronbachovej α (0.77) a McDonaldova ω (0.77) naznačujú prijateľnú vnútornú konzistenciu, táto skutočnosť by mohla mať vplyv na presnosť merania inhibičnej úzkosti. Podobne aj spoľahlivosť celej škály IUS-12 bola vypočítaná bez týchto troch položiek. Hoci celkové hodnoty reliability (Cronbachova $\alpha = 0.83$, McDonaldova $\omega = 0.83$) zostali vysoké, výsledky týkajúce sa inhibičnej úzkosti je potrebné interpretovať s opatrnosťou, pretože sa nehodnotila v plnom rozsahu. Toto môže mať vplyv na porovnateľnosť výsledkov s predchádzajúcimi výskumami, ktoré využívali kompletnú verziu IUS-12. Z týchto dôvodov by budúce výskumy mali zahrnúť rôznorodejšiu vzorku a využívať komplexnejšie metodologické prístupy, ako sú longitudinálne štúdie, ktoré umožnia lepšie pochopiť príčinné súvislosti medzi intoleranciou neistoty a vyhorením. Zároveň by bolo vhodné zabezpečiť presné meranie všetkých aspektov intolerancie neistoty, aby bolo možné výsledky porovnať s inými výskumami.

Celkovo táto štúdia prispieva k poznaniu o psychologických faktoroch ovplyvňujúcich vyhorenie. Zdôrazňuje, že zvládanie neistoty môže byť kľúčovou súčasťou prevencie vyhorenia a naznačuje potrebu ďalšieho skúmania, ktoré by umožnilo lepšie pochopiť mechanizmy tohto vzťahu a identifikovať efektívne intervencie.

Literatúra

- Bavolár, J. (2019). The intolerance of uncertainty scale—psychometric characteristics of the Slovak version, associations with related constructs and applications in work psychology. *Sborník Konference Psychologie Práce a Organizace 2019*, 12–21. <https://doi.org/10.5817/cz.muni.p210-9488-2019-1>
- Beiter, R., Nash, R., McCrady, M., Rhoades, D., Linscomb, M., Clarahan, M., et al. (2015). The prevalence and correlates of depression, anxiety, and stress in a sample of college students. *Journal of Affective Disorders*, 173, 90–96. <https://doi.org/10.1016/j.jad.2014.10.054>
- Carleton, R. N. (2016a). Fear of the unknown: one fear to rule them all? *Journal of Anxiety Disorders*, 41, 5–21. <https://doi.org/10.1016/j.janxdis.2016.03.011>
- Carleton, R. N. (2016b). Into the unknown: A review and synthesis of contemporary models involving uncertainty. *Journal of Anxiety Disorders*, 39, 30–43. <https://doi.org/10.1016/j.janxdis.2016.02.007>
- Carleton, R. N., Norton, M. A. P., & Asmundson, G. J. G. (2007). Fearing the unknown: A short version of the intolerance of uncertainty scale. *Journal of Anxiety Disorders*, 21(1), 105–117. <https://doi.org/10.1016/j.janxdis.2006.03.014>

- Deeb, G. R., Braun, S., Carrico, C., Kinser, P., Laskin, D., and Golob Deeb, J. (2018). Burnout, depression and suicidal ideation in dental and dental hygiene students. *European Journal of Dental Education*, 22, 70–74. <https://doi.org/10.1111/eje.12259>
- Dyrbye, L. N., Thomas, M. R., Massie, F. S., Power, D. V., Eacker, A., Harper, W., et al. (2008). Burnout and suicidal ideation among U.S. medical students. *Annals of Internal Medicine*, 149, 334–341. <https://doi.org/10.7326/0003-4819-149-5-200809020-00008>
- Freudenberger, H. J. (1974). Staff burn-out. *Journal of Social Issues*, 30(1), 159–165. <https://doi.org/10.1111/j.1540-4560.1974.tb00706.x>
- Fu, J., Xu, C., Yan, W., & Li, L. (2023). The effect of intolerance of uncertainty on state anxiety in the regular epidemic prevention and control phase in the context of informatization: A moderated chain Mediation Model. *Applied Research in Quality of Life*, 18(4), 1849–1873. <https://doi.org/10.1007/s11482-023-10165-0>
- Hammond, J. A., Hancock, J., Martin, M. S., Jamieson, S., & Mellor, D. J. (2017). Development of a new scale to measure ambiguity tolerance in veterinary students. *Journal of Veterinary Medical Education*, 44(1), 38–49. <https://doi.org/10.3138/jvme.0216-040r>
- Huntley, C., Young, B., Tudur Smith, C., Jha, V., & Fisher, P. (2022). Testing times: The association of intolerance of uncertainty and metacognitive beliefs to test anxiety in college students. *BMC Psychology*, 10(1). <https://doi.org/10.1186/s40359-021-00710-7>
- Kadhum, M., Ayinde, O. O., Wilkes, C., Chumakov, E., Dahanayake, D., Ashrafi, A., et al. (2022). Wellbeing, burnout and substance use amongst medical students: A summary of results from nine countries. *International Journal of Social Psychiatry*, 68, <https://doi.org/10.1177/00207640221094955>
- Mariani, R., Di Monte, C., Murgia, F., Foglia, E., Deiana, S., Ravecca, F., Fanelli, G., Cippitelli, F., Trabucco Aurilio, P., Renzi, A., Tambelli, R., Sebastiani, N., & Di Trani, M. (2024). Exploring burnout in the Italian armed forces amid the COVID-19 pandemic: A clustering approach to identify psychological preventing and risk factors. *Current Psychology*, 43(19), 17432–17442. <https://doi.org/10.1007/s12144-024-05688-0>
- Maslach, C., & Jackson, S. E. (1981). The measurement of experienced burnout. *Journal of Organizational Behavior*, 2(2), 99–113. <https://doi.org/10.1002/job.4030020205>
- Qiang, J., He, X., Xia, Z., Huang, J., & Xu, C. (2024). The association between intolerance of uncertainty and academic burnout among university students: The role of self-regulatory fatigue and self-compassion. *Frontiers in Public Health*, 12. <https://doi.org/10.3389/fpubh.2024.1441465>
- Rosales-Ricardo, Y., Rizzo-Chunga, F., Mocha-Bonilla, J., and Ferreira, J. P. (2021). Prevalence of burnout syndrome in university students: a systematic review. *Salud Mental*, 44, 91–102. <https://doi.org/10.17711/SM.0185-3325.2021.013>
- Rosen, N. O., Ivanova, E., & Knäuper, B. (2013). Differentiating intolerance of uncertainty from three related but distinct constructs. *Anxiety, Stress & Coping*, 27(1), 55–73. <https://doi.org/10.1080/10615806.2013.815743>
- Schaufeli, W. B., Desart, S., & De Witte, H. (2020). Burnout Assessment Tool (BAT)-Development, Validity, and Reliability. *International journal of environmental research and public health*, 17(24), Article 9495. <https://doi.org/10.3390/ijerph17249495>
- Schaufeli, W. B., Leiter, M. P., & Maslach, C. (2009). Burnout: 35 years of research and practice. *Career Development International*, 14(3), 204–220. <https://doi.org/10.1108/13620430910966406>
- Schaufeli, W. B., Martínez, I. M., Pinto, A. M., Salanova, M., and Bakker, A. B. (2002). Burnout and engagement in university students: a cross-national study. *Journal of Cross-Cultural Psychology* 33, 464–481. <https://doi.org/10.1177/0022022102033005003>
- Strout, T. D., Hillen, M., Gutheil, C., Anderson, E., Hutchinson, R., Ward, H., Kay, H., Mills, G. J., & Han, P. K. J. (2018). Tolerance of uncertainty: A systematic review of health and healthcare-related outcomes. *Patient Education and Counseling*, 101(9), 1518–1537. <https://doi.org/10.1016/j.pec.2018.03.030>
- Uzun, K., & Karataş, Z. (2020). Predictors of academic self efficacy: Intolerance of uncertainty, positive beliefs about worry and academic locus of Control. *International Education Studies*, 13(6), 104. <https://doi.org/10.5539/ies.v13n6p104>

Van den Bos, K. (2009). Making Sense of Life: The Existential Self Trying to Deal with Personal Uncertainty. *Psychological Inquiry*, 20(4), 197–217. <https://doi.org/10.1080/10478400903333411>

Volebné moratórium a jeho zmysel v súčasnej dobe

Electoral Silence and Its Meaning in Contemporary Times

Martina MAKATUROVÁ

Univerzita Pavla Jozefa Šafárika v Košiciach, Právnická fakulta

Abstrakt: Autorka sa v príspevku zaoberá problematikou volebného moratória v právnych podmienkach Slovenskej republiky. Venuje sa definícii pojmu volebné moratórium, právnej úprave tohto inštitútu v slovenskom právnom poriadku, vybraným problémom súvisiacich s volebným moratóriom, najmä problematikou sociálnych sietí počas obdobia volebného moratória. Autorka tiež hodnotí súčasnú právnu úpravu tohto inštitútu a navrhuje zmeny, ktoré by mohli pomôcť skvalitniť právny poriadok.

Kľúčové slová: volebné moratórium, volebná kampaň, voľby, sociálne siete.

Abstract: The author addresses the issue of the electoral silence period within the legal framework of the Slovak Republic. She focuses on the definition of the term "electoral silence," the legal regulation of this institution in Slovak law, and selected issues related to the electoral silence period, particularly the challenges posed by social media during this time. The author also evaluates the current legal regulation of this institution and proposes changes that could help improve the legal system.

Keywords: electoral silence period, election campaign, elections, social medias.

Úvod

Súčasťou každej demokratickej spoločnosti sú slobodné voľby, prostredníctvom ktorých si ľud volí svojich zástupcov, ktorí v ich mene vykonávajú verejnú moc. Vo voľbách figurujú politické strany, v niektorých aj nezávislí kandidáti, pričom ich cieľom je získať čo najvyšší počet hlasov voličov a tým získať volenú funkciu. Tento cieľ sa dosahuje počas volebnej kampane, ktorá je súčasťou všetkých volieb. Právna úprava volebnej kampane je dôležitá na zabezpečenie rovných podmienok pre všetkých kandidátov. Zasahuje sa ňou však do základných práv, konkrétne do slobody prejavu a práva na informácie, preto je potrebné si uvedomiť účel volebnej kampane a právnu úpravu primerane prispôbiť tak, aby bol zásah do základných práv čo najmenší.

V súvislosti s volebnou kampaňou hovoríme aj o volebnom moratóriu (ďalej ako „moratórium“), pričom práve moratórium bude témou, ktorou sa budem zaoberať v tomto príspevku. V úvode si zadefinujem pojem volebné moratórium, budem sa venovať aj jeho legálnej definícii, ak nejaká existuje, jeho právnej úprave pred prijatím jednotnej právnej úpravy volebnej kampane a tiež súčasnej právnej úprave moratória. Takisto sa budem zaoberať problémami súvisiacimi s moratóriom, aj hodnotením nutnosti existencie moratória, najmä v kontexte existencie sociálnych sietí. Napokon sa budem snažiť navrhnúť zmenu právnej úpravy, ktorá by mohla zefektívniť kvalitu inštitútu moratória.

Právna úprava volebného moratória na Slovensku

Moratórium môžeme chápať ako obdobie krátko pred voľbami, počas ktorého je zakázané viesť volebnú kampaň. Domin (2019, s. 49) volebné moratórium charakterizuje ako „časové obdobie nasledujúce po skončení volebnej kampane, počas ktorého už nie je možné volebnú kampaň viesť.“ Orosz (2016, s. 107) definuje moratórium ako „časové obdobie, v rámci ktorého je zakázaná volebná kampaň alebo niektoré formy volebnej agitácie na celom volebnom území, príp. na jeho častiach.“ Podľa neho je hlavnou funkciou moratória ochrana slobodného rozhodovania sa vo voľbách, pričom jeho zmyslom je zachovať korektnosť volebnej súťaže a zabrániť nekalým formám volebnej kampane v kľúčovej fáze volebného procesu.

V zákone o volebnej kampani nenájdeme legálnu definíciu volebného moratória, hoci ide o pojem zaužívaný v laickej i odbornej terminológii. S týmto pojmom pracuje zákonodarcia, napr. v samotnej dôvodovej správe k návrhu zákona o volebnej kampani, ale aj Ústavný súd Slovenskej republiky (ďalej ako „ústavný súd“) (Domin, 2019).

Zo zákona však možno vyčítať časové obdobie trvania moratória. V zmysle § 2 ods. 2 „volebná kampaň začína dňom uverejnenia rozhodnutia o vyhlásení volieb v Zbierke zákonov Slovenskej republiky a končí 48 hodín pred dňom konania volieb.“ Moratórium sa teda začína štvrtok od 0:00 hod v týždni, kedy sa konajú voľby a trvá nielen do momentu začatia volieb v sobotu, ale aj počas volieb, až kým sa nezatvoria volebné miestnosti.

Inštitút moratória nie je žiadnou novinkou zakotvenou až zákonom o volebnej kampani. Predtým tento inštitút existoval tiež, akurát že v nejednotných podobách v jednotlivých zákonoch upravujúcich príslušné voľby. Zákom o volebnej kampani došlo k zjednoteniu pravidiel volebnej kampane pre všetky druhy volieb, ktoré boli predtým upravené v osobitných zákonoch, a to konkrétne v zákone č. 333/2004 Z. z. o voľbách do Národnej rady Slovenskej republiky, zákone č. 46/1999 Z. z. o spôsobe voľby prezidenta Slovenskej republiky, zákone č. 346/1990 Zb. o voľbách do orgánov samosprávy obcí, zákone č. 303/2001 Z. z. o voľbách do orgánov samosprávnych krajov a zákone č. 331/2003 Z. z. o voľbách do Európskeho parlamentu.

Zákon o voľbách do Národnej rady Slovenskej republiky (ďalej ako „NR SR“) bol v súvislosti s úpravou moratória až príliš stručný. Vo svojom § 24 ods. 14 zakotvoval iba zákaz zverejňovania volebných prieskumov v deň volieb do skončenia hlasovania, teda de facto moratórium pri voľbách do NR SR vôbec neexistovalo. Najširšiu právnu úpravu

volebnej kampane obsahoval zákon o spôsobe voľby prezidenta Slovenskej republiky, pričom moratórium bolo stanovené na 48 hodín a vzťahovalo sa na inzercie a reklamy prostredníctvom rozhlasového a televízneho vysielania, hromadných informačných prostriedkov, veľkoplošných nosičov, plagátov či iných informačných prostriedkov. Výsledky prieskumov verejnej mienky bolo zakázané zverejňovať až tri dni pred voľbami. Zákon o voľbách do orgánov samosprávy obcí a zákon o voľbách do orgánov samosprávnych krajov tiež zakotvovali 48-hodinové moratórium a zákaz vedenia volebnej kampane mimo času uvedeného v zákone. Zákon o voľbách do Európskeho parlamentu rovnako obsahoval 48-hodinové moratórium, avšak iba čo sa týkalo vysielania politickej propagácie.

Táto nejednotná úprava spôsobovala mnoho aplikačných problémov – a to nie len v súvislosti s moratóriom – čo patrilo medzi dôvody prijatia novej právnej úpravy v roku 2014, kde došlo k zjednoteniu pravidiel aj čo sa týka moratória. Už od prijatia zákona bolo časové obdobie vedenia volebnej kampane stanovené odo dňa uverejnenia rozhodnutia o vyhlásení volieb v Zbierke zákonov do 48 hodín pred začatím volieb. To znamená, že moratórium bolo stanovené na 48 hodín. Výnimkou boli volebné prieskumy. Tie v zmysle § 17 bolo zakázané zverejňovať až 14 dní pred konaním sa volieb, pri druhom kole prezidentských volieb 7 dní pred konaním sa volieb.

To sa malo zmeniť novelou zákona č. 180/2014 Z. z. o podmienkach výkonu volebného práva z roku 2019, ktorou sa novelizoval aj zákon o volebnej kampani. Na základe novely sa 14-dňové moratórium na volebné prieskumy malo zmeniť na 50-dňové moratórium. Táto zmena nebola v pôvodnom návrhu novely zákona, vzišla z pozměňujúceho návrhu Výboru NR SR pre verejnú správu a regionálny rozvoj. Podľa neho sa politické strany snažili prieskumami verejnej mienky ovplyvniť voličov, čoho mali byť dôkazom prieskumy, ktoré vychádzali v krátkych časových rozstupoch, no obsahovali výrazne rôzne výsledky. To malo spôsobiť zmätenie voličov. Novelou sa malo prispieť k ochrane voličov pred dezinformáciami a preto bolo navrhnuté zmeniť 14-dňové moratórium na 50-dňové moratórium. Následne podali poslanci návrh na zmenu tohto navrhovaného ustanovenia na 48-hodinové moratórium, zákon bol však schválený v znení pozměňujúceho návrhu výboru.

Vtedajšia prezidentka však využila svoje právo veta a zákon vrátila naspäť do NR SR na prerokovanie s argumentáciou, že 50-dňové moratórium porušuje ústavou a Dohovorom o ochrane základných ľudských práv a slobôd (ďalej ako „dohovor“) garantované právo na informácie, právo slobodne vyhľadávať, prijímať a rozširovať informácie, a právo na rovnaké zaobchádzanie v spojení s informačnými základnými právami. Poslanci však prezidentkine veto prelomili a zákon opätovne prijali. Tá následne podala na ústavný súd návrh na začatie konania o súlade ustanovenia o 50-dňovom moratóriu s ústavou a dohovorom. Ústavný súd najprv novelu uznesením pozastavil a následne nálehom rozhodol o neústavnosti daného ustanovenia s ústavou a dohovorom. Konkrétne sa k dĺžke moratória 50 dní vyjadril takto: *„dĺžka zákazu zverejňovania volebných prieskumov nemôže mať intenzitu štátneho dirigizmu nahrádzajúceho slobodné vyhľadávanie, šírenie a prijímanie informácií, iba ak by išlo o opatrenie v demokratickej spoločnosti nevyhnutné, pričom takým nie je ochrana pred dezinformáciami alebo účelovými informáciami. Časové účinky zákazu zverejňovania volebných prieskumov musia predstavovať citlivé vyváženie ochrany volebného práva v rozsahu nerušeného volebného rozhodnutia voliča a ochrany a zachovania podstaty a zmyslu slobody prejavu a práva na informácie.“* Súd teda uznal, že je potrebné chrániť volebné právo, teda aj zákazom zverejňovania volebných prieskumov na určité časové obdobie, avšak musí byť zároveň zachovaná sloboda prejavu a právo na informácie.

S rozhodnutím ústavného súdu sa plne stotožňujem a prijatie novely, ktorá zakotvovala 50-dňové moratórium na volebné prieskumy, považujem iba za politický ťah v snahe ovplyvniť výsledky volieb nedostatočnými informáciami pred voľbami. S názorom ústavného súdu sa zrejme neskôr stotožnil aj zákonodarcu, ktorý novelou napokon skrátil aj 14-dňové moratórium, hoci treba poznamenať, že táto novela bola prijatá už v inom zložení parlamentu. V súčasnosti teda platí 48-hodinové moratórium pre všetky formy volebnej kampane vrátane zverejňovania prieskumov verejnej mienky.

Problémy volebného moratória

S volebným moratóriom sa spája mnoho aplikačných problémov, na ktoré zákonodarcu v čase jeho prijímania možno nebol pripravený. Majerčák (2016) sa dokonca vyjadril, že volebné moratórium v rozsahu stanovenom zákonodarcom je veľký klam. Argumentoval mnohými príkladmi, napríklad tým, že masovokomunikačné médiá poskytujú informácie z domova a tým môžu nepriamo zvýhodňovať kandidátov, ktorí už zastávajú verejné funkcie. Spomínal tiež problém s nalepenými billboardami alebo plagátmi, ktoré počas moratória ostávajú vyvesené. Aplikačné problémy však rieši judikatúra ústavného súdu, ktorá sa už v mnohých svojich rozhodnutiach zaoberala práve problematikou moratória a jeho dodržiavania v praxi. Taktiež Štátna komisia pre voľby a kontrolu financovania politických strán (ďalej ako „štátna komisia“) má dôležitú úlohu v rámci posudzovania, či došlo k porušeniu volebného moratória.

K spomínanému problému s billboardami sa štátna komisia vyjadrovala niekoľkokrát vo viacerých svojich uzneseniach, kde konštatovala, že ponechanie billboardov počas moratória nie je porušením pravidiel volebnej kampane. Ústavný súd sa k tomu vyjadril tak, že samotné ponechanie billboardov neznamena porušenie moratória, na porušenie je potrebné umiestniť nový billboard (Domin, 2019). Problémom boli aj tzv. pojazdové billboardy. Štátna komisia sa v ich prípade vyjadrila tak, že ich ponechanie na mieste nie je porušením moratória, ale ich presunom by k porušeniu už došlo.

Z rozhodnutí Ústavného súdu možno vyvodiť, že *„rozhodujúcim okamihom pre posúdenie porušenia volebného moratória je prvé sprístupnenie informácie“* (Domin, 2019, s. 53). Čiže nie je dôležité, kedy volič uvidí politickú reklamu v podobe billboardov, plagátov či príspevkov na sociálnych sieťach, je dôležité to, kedy boli tieto reklamy prvýkrát vyvesené/nalepené/zverejnené. To ma núti zamyslieť sa nad otázkou, či sa týmto nestráca zmysel moratória. Ako som spomínala už vyššie, moratórium slúži na to, aby bola zachovaná sloboda rozhodovania, teda aby sa volič mohol pred

voľbami pokojne rozhodnúť na základe všetkých informácií, ktoré počas volebnej kampane nadobudol bez toho, aby bol ovplyvnený tesne pred voľbami. Nie je však tento rozhodovací proces narušený, ak volič aj počas doby, kedy by nemal prísť do styku s volebnou kampaňou, všade v okolí vidí billboardy či plagáty?

Cieľom volebného moratória je aj chrániť voličov pred dezinformáciami, teda aby bezprostredne pred voľbami nedošlo k šíreniu hoaxov, ktoré by mali vplyv na konečné rozhodnutie voliča. Zároveň je cieľom zachovať aj férovosť volebnej súťaže, aby napríklad nedošlo k situácii, že tesne pred voľbami jeden kandidát rozšíri o druhom kandidátovi negatívnu informáciu a druhý kandidát nebude mať priestor na vyjadrenie sa k veci. Práve kvôli tomuto druhému cieľu som názoru, že to, že sa billboardy počas moratória môžu ponechať vyvesené, neodporuje účelu moratória, keďže nejde o novú informáciu zverejnenú tesne pred konaním volieb.

Sociálne siete počas volebného moratória

Sociálne siete sú moderným spôsobom vedenia volebných kampaní. Využívajú ich všetky relevantné, ale aj tie menej relevantné, politické strany, keďže si uvedomujú, že veľká časť pozornosti občanov je práve tam. Niektoré strany či jednotliví kandidáti dokonca zanedbávajú štandardné spôsoby volebných kampaní a prioritne sa sústreďujú na online kampaň – napríklad terajší prezident Peter Pellegrini sa počas svojej volebnej kampane nezúčastňoval predvolebných debát v takom rozsahu, akoby sa to od kandidáta vyhrávajúceho volebné prieskumy očakávalo.

Vzhľadom na to, že sociálne siete sa stali významným spôsobom vedenia volebnej kampane, stali sa aj problémom počas volebného moratória. Ich používanie počas volebnej kampane nie je právne regulované a vzťahujú sa na nich všeobecné pravidlá zakotvené v zákone o volebnej kampani, čo je podľa môjho názoru vzhľadom na špecifickosť sociálnych sietí nedostatočné.

Pre pochopenie toho, kedy môže byť prostredníctvom sociálnych sietí porušené moratórium je potrebné si zadať, ako zákonodarcu chápe volebnú kampaň. V zmysle § 2 ods. 1 je volebná kampaň „*akákoľvek činnosť politickej strany, politického hnutia, koalície politických strán a politických hnutí a kandidátov, za ktorú sa obvykle platí úhrada, smerujúca k propagácii ich činnosti, cieľov a programu za účelom získania funkcie volenej podľa osobitného predpisu. Rozumie sa tým činnosť v prospech aj v neprospech subjektov podľa prvej vety.*“ Na základe tejto definície môžeme povedať, že volebná kampaň je iba taká činnosť, ktorú môžu robiť jedine kandidujúce subjekty (činnosť iných subjektov je v zmysle § 2 ods. 3 zakázaná) a za ktorú sa obvykle hradí odplata. V kontexte sociálnych sietí možno povedať, že za volebnú kampaň by bol považovaný sponzorovaný príspevok, no nesponzorovaný status na profile kandidáta či strany sa za volebnú kampaň nepovažuje. Moratórium možno porušiť len vtedy, ak by sa činnosť považovala za volebnú kampaň.

Sociálnymi sieťami sa zaoberala aj štátna komisia vo viacerých svojich rozhodnutiach. Už v roku 2016 sa v uznesení vyjadrila, že publikovanie statusu na osobnom profile v rámci sociálnej siete nie je porušením. V roku 2018 sa tiež vo viacerých prípadoch vyjadrila, že publikovanie na sociálnych sieťach nie je porušenie moratória, ak nejde o platený príspevok. Existujú aj novšie uznesenia, kde komisia v zásade iba opakuje svoje predchádzajúce stanovisko. Napríklad v roku 2023 sa v uznesení odvolala na ustálenú rozhodovaciu prax a znova potvrdila, že ak nejde o platený príspevok, nejde o porušenie moratória.

Na prvý pohľad sociálne siete vlastne ani nemusia pôsobiť ako problém – ak je to platený príspevok, je to porušenie, ak je to neplatený príspevok, nie je to porušenie. Avšak podľa môjho názoru nie je až tak problém v právnej úprave, ale v sociálnych sieťach samotných. Prevádzkovateľov sociálnych sietí je ťažké, možno až nemožné úplne kontrolovať, keďže internet je globálny a prevádzkovatelia sídlia v rôznych kútoch sveta. Preto vytvoriť právnu úpravu upravujúcu volebnú kampaň na sociálnych sieťach je veľká výzva. Pretože hoci je jasne stanovené, čo je volebná kampaň na účely zákona o volebnej kampani, je to v priestore sociálnych sietí naozaj dostačujúce?

Za volebnú kampaň, teda ani za porušenie moratória, nie sú považované neplatené príspevky, teda politici si slobodne môžu pridávať príspevky a vyzývať ľudí k voľbám, pričom tým implicitne môžu naznačiť aj to, koho by mali voliči voľiť. Porušiť moratórium nemôžu ani súkromné osoby. Mnoho známych osobností, tzv. influenceri, sa často vyjadrujú aj k politickým otázkam, najmä v predvolebnom období vyjadrujú podporu svojim favoritom a ak nejde o platený príspevok, nejde o volebnú kampaň. Influenceri však majú veľký dosah na svojich sledujúcich a ich vyjadrenia v čase moratória, hoci nejde o jeho porušenie, môžu mať fakticky väčší vplyv, ako keby bol nejaký kandidát vyvesil v čase moratória nový billboard.

Práve z týchto dôvodov mám za to, že inštitút moratória možno v dnešnej dobe svojim spôsobom považovať za prekonaný. Resp. moratórium v tej forme, v akej je upravené v súčasnom právnom poriadku.

Sociálne siete a online priestor sa v otázke moratória stávajú predmetom odbornej debaty aj v iných štátoch. Napríklad Írsko, kde dlhé roky existovalo moratórium v čase od 14:00 dňa predchádzajúceho voľbám až do momentu zatvorenia volebných miestností, v novembri 2024 moratórium úplne zrušilo, pričom už aj predtým malo v porovnaní so Slovenskom dĺžku moratória kratšiu. Dôvodom zrušenia boli práve argumenty týkajúce sa online priestoru, konkrétne, že moratórium neodzrkadľuje súčasné mediálne prostredie. Moratórium nahradili tzv. Critical Election Period, ktoré začína 24 hodín pred začiatkom volieb a počas neho sú rádia a televízie povinné dávať si pozor na to, aby neboli rozširované informácie, ktoré by mohli voličov zmiasť alebo inak zavádzať.

Zmysel moratória v súčasnosti

Už tesne po prijatí zákona sa na otázku moratória našli viaceré názory. Majerčák (2015) napríklad hodnotil zavedenie moratória negatívne, a to napríklad z dôvodu, že predtým pri voľbách do NR SR volebné moratórium nebolo a tiež preto, že ústavný súd sa mnohokrát pri volebných sťažnostiach zaoberal práve volebným moratóriom, teda otázka porušovania moratória vždy spôsobovala aplikačné problémy. Naopak Orosz (2016) sa vyjadril, že nepatrí k odporcom moratória, ale kritizoval jeho všeobecnosť. A práve všeobecnosť zákazu viesť volebnú kampaň počas moratória sa ukázal v praxi ako nedostatok. Mnohé nejasnosti síce rieši štátna komisia svojimi uzneseniami alebo aj ústavný súd, avšak mám za to, že by bolo praktickejšie, keby sa zákonodarca rozhodol upraviť moratórium konkrétnejšie. Teda pre jednotlivé spôsoby vedenia volebnej kampane zvlášť, v niektorých prípadoch možno rozšíriť subjekty, na ktoré sa bude moratórium vzťahovať. To by síce obmedzilo slobodu prejavu, avšak ak by to trvalo len krátku dobu pred voľbami a bol by týmto spôsobom zachovaný účel moratória, myslím si, že by to nebolo protiústavné.

Druhou možnosťou je moratórium úplne zrušiť, poprípade ho ponechať iba na volebné prieskumy. Tu však existuje riziko, že by mohlo dôjsť k šíreniu dezinformácií tesne pred voľbami, čo by malo určite negatívny vplyv na voľiča.

Záver

Problematika moratória je podľa môjho názoru príliš komplikovaná na to, aby sa mohlo jednoducho povedať, že existuje jedno správne riešenie na vyriešenie všetkých otázok a nejasností, ktoré sa s ním spájajú. Najjednoduchšou možnosťou by bolo určite moratórium zrušiť, otázka však znie, či by to bolo zároveň aj najsprávnejšou možnosťou. Konkrétnejšia regulácia moratória pri jednotlivých spôsoboch vedenia volebnej kampane sa mi zdá lepším riešením. Vyriešilo by to nejasnosti, ktoré ešte stále musí riešiť štátna komisia aj ústavný súd. Určite by to malo pozitívny dopad na právnu úpravu, ktorá by sa stala jasnejšou pre všetky zainteresované subjekty.

O znení konkrétnych zmien si však v súčasnosti nedovoliť polemizovať. Mám za to, že na túto debatu je potrebná prítomnosť odbornej verejnosti, ktorej názor by si mal zákonodarca vypočuť a na základe neho prijať potrebné úpravy. To však nie je možné urobiť za jeden deň a je potrebné túto problematiku dostávať čoraz viac a viac do popredia.

ZDROJE

Odborná literatúra

DOMIN, Marek, 2019. Zákon č. 181/2014 Z. z. o volebnej kampani. Komentár. Bratislava: Wolters Kluwer SR s. r. o. ISBN 978-80-571-0008-9.

MAJERČÁK, Tomáš, 2015. Volebná kampaň (aktuálny stav, perspektívy). In Aktuálne problémy volebného práva – nové volebné zákony. Košice : UPJŠ. s. 77 - 95. ISBN 978-8152-345-8.

MAJERČÁK, Tomáš, 2016. Obmedzenie slobody prejavu a práva na informácie v zákone o volebnej kampani. In Sloboda prejavu a jej limity – IV. ústavné dni. Košice : UPJŠ. s. 123 - 137. ISBN 978-80-8152-392-2.

OROSZ, Ladislav, 2015. Nové volebné zákony na Slovensku – kvalitatívny skok, evolučný krok, či premárnená šanca. In Aktuálne problémy volebného práva – nové volebné zákony. Košice : UPJŠ. s. 5 – 31. ISBN 978-8152-345-8.

OROSZ, Ladislav, 2016. Sloboda prejavu vo volebnej kampani. In Sloboda prejavu a jej limity – IV. ústavné dni. Košice : UPJŠ. s. 101 - 112. ISBN 978-80-8152-392-2.

Právne predpisy a judikatúra

Nález Ústavného súdu Slovenskej republiky č. k. PL. ÚS 26/2019 z 26. mája 2021.

Uznesenie Ústavného súdu Slovenskej republiky č. 501/2019 Z. z.

Zákon č. 181/2014 Z. z. volebnej kampani a o zmene a doplnení zákona č. 85/2005 Z. z. o politických stranách a politických hnutiach v znení neskorších predpisov.

Zákon č. 303/2001 Z. z. o voľbách do orgánov samosprávnych krajov a o doplnení Občianskeho súdneho poriadku.

Zákon č. 331/2003 Z. z. o voľbách do Európskeho parlamentu.

Zákon č. 333/2004 Z. z. o voľbách do Národnej rady Slovenskej republiky.

Zákon č. 346/1990 Zb. o voľbách do orgánov samosprávy obcí.

Zákon č. 46/1999 Z. z. o spôsobe voľby prezidenta Slovenskej republiky, o ľudovom hlasovaní o jeho odvolaní a o doplnení niektorých ďalších zákonov.

Zákon č. 512/2021 Z. z. ktorým sa mení a dopĺňa zákon č. 180/2014 Z. z. o podmienkach výkonu volebného práva a o zmene a doplnení niektorých zákonov v znení neskorších predpisov a ktorým sa menia a dopĺňajú niektoré zákony.

Ostatné

Dôvodová správa k vládnemu návrhu zákona o volebnej kampani; tlač č. 660; VI. volebné obdobie NR SR.

Guidelines in Respect of Coverage of Elections. Coimisiún na Meán, 30. apríla 2024. [cit. 4. 4. 2025]. Dostupné na: https://www.cnam.ie/app/uploads/2024/04/2024_ElectionGuidelines_vFinal_Update.pdf.

Rozhodnutie prezidentky Slovenskej republiky o vrátení zákona z 28. októbra 2019, ktorým sa mení zákon č. 180/2014 Z. z. o podmienkach výkonu volebného práva a o zmene a doplnení niektorých zákonov v znení neskorších predpisov a ktorým sa menia niektoré zákony zo 6. novembra 2019, č. 4833-2019-KPSR.

No broadcast moratorium for Irish general elections. In BBC, 1. novembra 2024 [cit. 4. 4. 2025]. Dostupné na: <https://www.bbc.com/news/articles/cg7g0d4p0xeo>.

Uznesenie č. 257 Výboru Národnej rady Slovenskej republiky pre verejnú správu a regionálny rozvoj z 10. októbra 2019, CRD-1670/2019.

Uznesenie Štátnej komisie pre voľby a kontrolu financovania politických strán z 30. septembra – 1. októbra 2023, č. 42.3.12.

Uznesenie Štátnej komisie pre voľby a kontrolu financovania politických strán z 8. marca 2016, č. 15/3/26.

Uznesenie Štátnej komisie pre voľby a kontrolu financovania politických strán z 8. marca 2016, č. 15/3/7.

Uznesenie Štátnej komisie pre voľby a kontrolu financovania politických strán z 8. novembra 2018, č. 38/5/20.

Uznesenie Štátnej komisie pre voľby a kontrolu financovania politických strán z 8. novembra 2018, č. 38/5/26.

Uznesenie Štátnej komisie pre voľby a kontrolu financovania politických strán z 8. novembra 2018, č. 38/5/27.

Reedukačné centrá a ich vplyv na ochrannú výchovu ako sankciu ukladanú mladistvým a maloletým páchatel'om

Reeducation centres and their impact on protective education as a sanction imposed on juvenile and minor offenders

Michaela Ema MAUEROVÁ

Univerzita Pavla Jozefa Šafárika v Košiciach, Právnická fakulta

Abstrakt: Reedukačné centrá zohrávajú kľúčovú úlohu v systéme ochrany spoločnosti pred kriminalitou mladistvých a maloletých. Ich účelom nie je len izolácia páchatel'ov, ale predovšetkým ich resocializácia a reintegrácia do spoločnosti s primárnym dôrazom na ich prevýchovu. Cieľom príspevku je analýza právnych základov ochrannej výchovy, jej ukladanie súdmi a praktické fungovanie reedukačných centier. Osobitným cieľom je vymedzenie potenciálnych nedostatkov súčasnej právnej úpravy a vyobrazenie vplyvu reedukačných centier na inštitút ochrannej výchovy.

Kľúčové slová: reedukačné centrá, ochranná výchova, mladistvý páchatel', maloletý páchatel', Generálna prokuratúra Slovenskej republiky

Abstract: Re-education centres play a key role in the system of protection of society against juvenile and juvenile delinquency. Their purpose is not only to isolate offenders, but above all to resocialise and reintegrate them into society, with a primary focus on their re-education. The aim of this paper is to analyse the legal basis of protective education, its imposition by courts and the practical functioning of re-education centres. A particular aim is to define potential shortcomings of the current legal regulation and to depict the impact of re-education centres on the institution of protective education.

Keywords: reeducation centres, protective education, juvenile offender, minor offender, General Prosecutor's Office of the Slovak Republic

Ochranná výchova ako sankcia v trestnom práve

V prvom rade považujeme za potrebné vymedziť základné pojmy, ktoré budeme v rámci tohto príspevku aktívne využívať – mladistvý páchatel' a maloletý páchatel'. Za mladistvého páchatel'a považujeme v súlade s ust. § 94 zákona č. 300/2005 Z. z. Trestný zákon (ďalej ako „TZ“) takého páchatel'a, ktorý v čase spáchanie trestného činu už dovŕšil štrnásť rok svojho veku, avšak ešte nedosiahol osemnásť rok svojho veku. Pojem maloletého páchatel'a TZ *expressis verbis* nevymedzuje, avšak za takéhoto páchatel'a je považovaná osoba, ktorá v čase spáchania trestného činu nedosiahla štrnásť rok svojho veku a teda nebola ešte ani trestne zodpovednou. Vekový cenzus má priamy vplyv nielen na vznik trestnej zodpovednosti, nakoľko až dosiahnutím veku štrnásť rokov (resp. pätnásť rokov pri TČ sexuálneho zneužívania podľa § 201 TZ) sa osoba stáva trestne zodpovednou, ale aj na následné možnosti postihovania protiprávneho konania páchatel'a. Pri posudzovaní vzniku trestnej zodpovednosti páchatel'a z hľadiska veku je potrebné reflektovať § 136 TZ, a teda: „*Kde tento zákon spája s uplynutím určitej lehoty počítanej na dni nejaký účinok, nezapočítava sa do nej deň, keď nastala právna skutočnosť určujúca jej začiatok.*“

V rámci slovenského trestného práva hovoríme o bipartícii trestnoprávných sankcií vyplývajúcej z § 31 TZ. Medzi sankcie patria tresty a ochranné opatrenia. Pri ich vzájomnej komparácii nachádzame rôzne špecifiká. Jedným z aspektov odlišnosti je špecifická úprava sankcií vo vzťahu k mladistvým / maloletým páchatel'om. V rámci trestov sa špecifickosť prejavuje napríklad nemožnosťou ukladaní vybraných druhov trestov mladistvému páchatel'ovi. Takisto tresty v rámci súčasnej právnej úpravy nemožno uložiť maloletému páchatel'ovi. Naopak, ochranné opatrenia v sebe subsumujú sankciu, ktorú je možné uložiť výlučne páchatel'ovi mladšiemu ako osemnásť rokov. Toto ochranné opatrenie je v rámci TZ upravené v § 75 a následne v § 102 – 105 a jedná sa o inštitút ochrannej výchovy.

Čo sa týka samotnej ochrannej výchovy (ďalej aj ako „OV“), tá v sebe pretavuje najmä výchovný aspekt sankcií – jej účelom je páchatel'a prevychovať, no taktiež ho zaradiť opäťovne a riadne do spoločnosti a pripraviť ho na budúce povolanie (Ivor, 2018). OV je v rámci trestného práva jedinou sankciou, ktorú nie je možné uložiť dospelému páchatel'ovi. Ukladaná je najmä mladistvému páchatel'ovi, a po splnení zákonných podmienok aj maloletému páchatel'ovi (tomu je táto sankcia ukladaná v rámci civilného súdneho konania) (Tittlová, 2018). V súlade so súčasnou trestnoprávnou úpravou je mladistvému v rámci trestného konania prípustné uložiť ochrannú výchovu iba fakultatívne za splnenia podmienok ustanovených v § 102 ods. 1 TZ, a teda:

„(1) Ak súd odsudzuje mladistvého, môže mu uložiť ochrannú výchovu, ak

- a) o výchovu mladistvého nie je náležite postarané a tento nedostatok nemožno odstrániť v rodine, v ktorej žije,
- b) doterajšia výchova mladistvého bola zanedbaná, alebo
- c) prostredie, v ktorom mladistvý žije, neposkytuje záruku jeho riadnej výchovy.“

Tieto skutočnosti uvedené v ust. § 102 ods. 1 TZ sa na rozdiel od veku páchatel'a posudzujú nie ku času spáchania skutku, ale posudzuje sa aktuálne zhodnotenie ich stavu (MencEROVÁ, TOBIÁŠOVÁ, TURAYOVÁ, 2015). *Ex lege* sa zakazuje uloženie OV vojakovi. Takéto ustanovenie však považujeme za nadbytočné, nakoľko v súlade s ust. § 16 ods. 1 písm. b) zákona č. 281/2015 Z. z. o štátnej službe profesionálnych vojakov a o zmene a doplnení niektorých zákonov sa explicitne ustanovuje, že do štátnej služby je možné prijať iba osobu, ktorá už dovŕšila osemnásť rok svojho veku. Keďže

mladistvým je osoba **mladšia** ako osemnásť rokov, predmetné zákonné vyňatie vojakov spod ustanovení pojednávajúcich o OV sa javí ako bezpredmetné.

Ako sme už spomínali, ochrannú výchovu je možné uložiť aj maloletému páchatel'ovi. Reflektujúc skutočnosť, že trestná zodpovednosť nenastane pred dovŕšením štrnásteho roku veku (alebo pätnásteho roku veku pri TČ upravenom v § 201 TZ), trestne stíhať maloletého páchatel'a nemožno a preto sa takémuto páchatel'ovi OV ukladá v rámci civilného konania. Ochrannú výchovu maloletému páchatel'ovi možno uložiť jednak fakultatívne, ale TZ stanovuje aj prípad jej obligatórneho ukladania. Súd môže maloletému páchatel'ovi uložiť ochrannú výchovu (fakultatívne ukladanie) v prípade, ak osoba mladšia ako štrnásť rokov spáchala čin, ktorý inak naplňa znaky trestného činu alebo osoba mladšia ako pätnásť rokov veku spáchala trestný čin sexuálneho zneužívania (§ 201 TZ) a uloženie ochrannej výchovy je potrebné na zabezpečenie riadnej výchovy takejto osoby. Povinnosť uložiť ochrannú výchovu, teda jej obligatórne ukladanie, prikazuje zákon vtedy, ak osoba, ktorá dovŕšila dvanásť rok svojho veku, avšak ešte nedovŕšila štrnásť rok svojho veku, spáchala niektorí z činov, pre ktorý zákon dovoľuje uložiť trest odňatia slobody na doživotie (Mračko, 2016).

Povinnosťou súdu pred tým, než rozhodne o uložení ochrannej výchovy, je náležite objasniť jednak rodinné prostredie, v ktorom mladistvý / maloletý páchatel' žije a z ktorého pochádza, zistiť mieru a príčiny doterajšieho zanedbania výchovy a starostlivosti rodičov o maloletého / mladistvého. Súd má povinnosť skúmať osobu páchatel'a, jeho postoj k záľubám, životu, budúcemu povolaniu, vzťah ku kriminalite, no taktiež jeho vlastnosti a správanie, ako aj vlastnosti osôb, s ktorými žije a s ktorými prichádza pravidelne do styku. Za účelom zaobstarania týchto podkladov súd spolupracuje najmä so školským zariadením, ktoré mladistvý / maloletý navštevuje a s orgánom sociálnoprávnej ochrany detí a sociálnej kurately. Za týmto účelom má súd možnosť vykonať aj ich výsluch (Ivor, Polák, Záhora, 2016).

Výkon ochrannej výchovy upravuje jednak zákon č. 301/2005 Z.z. Trestný poriadok (ďalej aj ako „TP“) v ust. § 229 – 453 a § 83 vyhláška Ministerstva spravodlivosti Slovenskej republiky č. 543/2005 Z. z. o Spravovacom a kancelárskom poriadku pre okresné úrady, krajské sudy, Špeciálny súd a vojenský súd. Ochrannú výchovu možno vykonávať ako ochrannú ústavnú výchovu vykonávanú v reedukačných centrách, ochrannú rodinnú výchovu a v prípade duševnej či telesnej choroby mladistvého sa OV vykonáva v zariadení ústavnej zdravotnej starostlivosti (Burda, 2010).

Trvanie ochrannej výchovy je ohraničené subsidiárne:

1. účelom ochrannej výchovy – ak je dosiahnutý účel, ktorý sa ochrannou výchovou sleduje, mladistvý je z výkonu ochrannej výchovy prepustený, aj keď ešte nedosiahol osemnásť rok svojho veku;
2. vekom mladistvého - po dovŕšení osemnásteho roku veku nemožno začať s výkonom ochrannej výchovy; výkon ochrannej výchovy trvá, dokým mladistvý nedosiahne osemnásť rok svojho veku;
 - a. už uloženú ochrannú výchovu je možné predĺžiť, a to do dovŕšenia devätnásteho roku veku, ak to vyžaduje záujem mladistvého;

Reedukačné centrá ako miesta výkonu ochrannej výchovy

Podľa ust. § 122 ods. 1 zákona č. 245/2008 Z.z. o výchove a vzdelávaní (školský zákon) a o zmene a doplnení niektorých zákonov (ďalej aj ako „školský zákon“): „*Reedukačné centrum na základe výchovno-vzdelávacieho programu a individuálneho reedukačného programu poskytuje deťom do veku 18 rokov s možnosťou predĺženia o jeden rok výchovu a vzdelávanie vrátane prípravy na povolanie s cieľom ich opätovného začlenenia do pôvodného sociálneho prostredia na žiadosť dieťaťa. Do reedukačného centra sa prijímajú deti po absolvovaní diagnostiky.*“ V súlade s ods. 2 tohto ustanovenia školského zákona do reedukačného centra sa prijímajú deti alternatívne buď na základe žiadosti zákonného zástupcu, bezodkladného opatrenia súdu podľa osobitného predpisu, rozhodnutia súdu o nariadení ústavnej starostlivosti, rozhodnutia súdu o uložení ochrannej výchovy alebo rozhodnutia súdu o uložení výchovného opatrenia.

Ochranná výchova v súčasnosti čelí viacerým problémom. Je potrebné podotknúť, že zákonodarcia sa snaží problémy, ktoré pri aplikácii inštitútu ochrannej výchovy do praxe vznikajú, reflektovať a riešiť ich. Ako príklad môžeme uviesť prijatie zákona č. 376/2022 Z.z. o profesionálnych náhradných rodičoch a o zmene a doplnení niektorých zákonov, ktorý sa aspoň čiastočne snažil vyriešiť problematické aplikovanie Zákonníka práce pre osoby vykonávajúce úlohu profesionálneho náhradného rodiča, napríklad vo veciach čerpania dovolenky.

Aj napriek takejto snahe však najzávažnejšie problémy spojené s ochrannou výchovou ostávajú nevyriešené. Jedným z takýchto problémov je nepretržitá snaha mladistvých o útek z jednotlivých reedukačných centier a pretrvávajúce násilie smerované ako voči ostatným chovancom, tak i voči zamestnancom týchto zariadení, či katastrofálny materiálo-technický stav reedukačných centier.

Vplyv reedukačných centier na ich chovancov a inštitút ochrannej výchovy

Je potrebné sa bližšie zaoberať otázkou, či súčasný stav reedukačných centier skutočne napomáha k dosiahnutiu účelu ochrannej výchovy, alebo práve naopak prispieva k protispoločenskému správaniu mladistvých. Nižšie uvedené pochybenia vytvárajú prostredie, ktoré priamo narúša účel ochrannej výchovy – prevýchovu a reintegráciu mladistvých do spoločnosti. Namiesto toho sa reedukačné centrá môžu stávať miestom, kde sa protiprávne správanie len prehlbuje a kde mladiství páchatelia čelia ďalším traumatickým skúsenostiam, ktoré ich ešte viac odcudzujú od spoločnosti.

Ako už bolo viackrát spomenuté, ochranná výchova ako sankcia v trestnom práve má za cieľ prevychovať mladistvých páchatel'ov, integrovať ich do spoločnosti a pripraviť ich na zodpovedný život. Reedukačné centrá sú primárne zodpovedné za vykonávanie tejto výchovnej sankcie, poskytujúc deťom a mladistvým špecifické prostredie na výchovu,

vzdelávanie a sociálnu reintegráciu. Avšak realita týchto zariadení často ukazuje, že podmienky, ktoré v nich panujú, môžu mať negatívny dopad na samotný účel ochrannej výchovy a viesť k výsledkom, ktoré sú úplne odlišné od zamýšľaného cieľa rehabilitácie.

1. Problémy s násilím v reedukačných centrách

Jedným z najzávažnejších problémov, ktorému čelí systém reedukačných centier, je vysoký výskyt násillia, či už medzi chovancami navzájom alebo medzi chovancami a zamestnancami zariadení. Medializované prípady, ako pokusy o fyzické napadnutie vychovávateľov alebo medzi chovancami samotnými, naznačujú vážne problémy v oblasti kontroly a výchovy.

Tu môžeme načrtnúť veľmi aktuálny medializovaný prípad, kedy sa skupina mladistvých pokúšala v Reedukačnom centre v Zlatých Moravciach zaškrtiť tričkom vychovávateľku. Takýto prípad nie je ojedinelý. Ako príklad môžeme spomenúť aj prípad spred piatich rokov, kedy vychovávateľa v Reedukačnom centre v Mlynkách- Bielych napadli štyria mladiství, najprv dávkou dezodorantu mierenou do očí a následne kopancami na zemi. Treba si uvedomiť, že mladiství umiestnení do reedukačných centier sú osoby s častokrát závažnými poruchami správania so sklonmi k protiprávnemu konaniu, či osoby, ktoré mnohokrát vyrastali v násilnom prostredí a preto sa v ich správaní môže manifestovať násillie. Je zarážajúce, že pre ústavy na výkon trestu odňatia slobody na zabezpečenie určitej bezpečnosti ako zamestnancov ústavu, tak aj jednotlivých väzňov, je vytvorený Zbor väzenskej a justičnej stráže (ďalej aj ako „ZVJS“), avšak v reedukačných centrách absentuje osobitný zbor, ktorý by takúto dozornú a ochrannú funkciu vykonával. Dozor v súčasnosti zabezpečujú jednotliví vychovávatelia, tí však častokrát nespĺňajú atribúty potrebné na vykonávanie takéhoto dozoru.

Je však otázne, či jednotlivé úteky chovancov a ich násilné správanie v reedukačných zariadeniach je skutočne dôsledkom ich dovtedy zanedbanej výchovy a absencie riadnej dozornej zložky. Po minuloročnom *Zhodnutí Generálnej prokuratúry Slovenskej republiky o stave zákonnosti v reedukačných centrách* (ďalej aj ako „Zhodnutie Generálnej prokuratúry“) sa naskytá otázka, či takéto správanie chovancov nie je iba reakciou na alarmujúci stav reedukačných centier Slovenskej republiky? Z predmetného Zhodnutia Generálnej prokuratúry jasne vyplýva nevhodnosť technického stavu reedukačných centier a neprofesionalita ich zamestnancov.

Tento aspekt je obzvlášť problematický, pretože reedukačné centrá, ktoré by mali byť bezpečnými miestami pre výchovu a prevýchovu, sa niekedy stávajú miestami, kde dochádza k eskalácii agresívneho správania. Tento negatívny vplyv znižuje efektivitu ochranných výchovných opatrení, pretože chovanci sa v tomto prostredí len ťažko učia správnejmu spôsobu reagovania na konflikty, rešpektovaniu autority a konštruktívnemu správaniu v spoločnosti. Namiesto prevýchovy, ktorá by mala byť kľúčová, sa mnohí mladiství ocitajú v cykle násillia, ktorý im bráni v správnom rozvoji.

2. Nevhodné podmienky v zariadeniach

Ďalším nepriaznivým faktorom, ktorý ovplyvňuje účel ochrannej výchovy, sú samotné podmienky v reedukačných centrách. Generálna prokuratúra Slovenskej republiky v minulosti upozornila na zlé hygienické podmienky a neprimerané vybavenie zariadení. Nízka úroveň hygieny, nedostatok základného vybavenia v izbách chovancov, či nezabezpečenie adekvátnej zdravotnej starostlivosti, vedú k prostrediu, ktoré nie je v súlade s potrebami mladistvých, ktorí sa nachádzajú v procese prevýchovy. Zo Zhodnutia Generálnej prokuratúry SR z roku 2023 vyplynulo, že vo viac ako polovici kontrolovaných centrách (vo ôsmich) generálna prokuratúra identifikovala ich nízku hygienickú úroveň. Jednotlivé miestnosti mali na stenách plesne, či vtáčí trus. Na viacerých oknách chýbali kľučky, čo viedlo k nevetraniu jednotlivých miestností. Nie je ojedinelým prípadom, kedy chovanci dostávajú toaletný papier na pridel a sprchovať sa, či používať šampón, môžu len vo vopred určené dni. V jednotlivých izbách mladistvých častokrát absentovalo akékoľvek vybavenie, chovanci mali v izbách iba matrace položené na zemi. Na toaletách chýbali záchodové dosky, jednotlivé toalety boli oddelené iba polovičnou stenou bez dverí či závesov. Podobne na tom boli sprchy, kde taktiež absentujú dvere či aspoň oddeľovacie závesy. Naproti tomu však mnohé z reedukačných centier mali na oknách osadené mreže a to napriek tomu, že to zákon nepovoľuje.

V tejto súvislosti je dôležité zdôrazniť, že prostredie, v ktorom sa mladiství nachádzajú, má zásadný vplyv na ich schopnosť adaptovať sa na normy a hodnoty spoločnosti. Namiesto toho, aby reedukačné centrá poskytovali priestor na výchovu, vzdelávanie a rozvoj, mnohí chovanci čelia základným nedostatkom, ktoré im znemožňujú sústrediť sa na svoj osobnostný rast a integráciu do spoločnosti. Prítomnosť nedostatkových podmienok zvyšuje frustráciu a pocit beznádeje, čo môže napríklad viesť k snahe mladistvých o útek z takéhoto zariadenia.

3. Psychické a emocionálne zranenia

Mladiství páchatelia, ktorí prichádzajú do reedukačných centier, sú často nielen obeťami zanedbanej výchovy alebo násillia zo strany rodiny, ale aj subjektami traumatických zážitkov, ktoré im bránia v pozitívnom rozvoji. Časté prípady zneužívania zo strany zamestnancov, fyzické a sexuálne násillie v rámci zariadení, len zhoršujú psychický stav mladistvých. Tieto zážitky môžu mať dlhodobý negatívny vplyv na ich duševné zdravie a schopnosť efektívne sa reintegrovať do spoločnosti. Takto traumatizované osoby majú väčšie problémy s budovaním dôvery v inštitúcie a v ľudí, čo negatívne ovplyvňuje ich šance na zmenu. Pri kontrole Generálna prokuratúra SR napríklad našla v triede, kde sa deti vzdelávajú, ležať v kúte dieťa zabalené do karimatky, ktoré na hlave malo hematóm a na tvári škrabance, ktoré mu mala spôsobiť vychovávateľka fackou a úmyselným poškrabaním. Psychické zranenia spôsobené nevhodným zaobchádzaním v reedukačných centrách môžu priamo úmerne brániť dosiahnutiu účelu ochrannej výchovy.

4. Nedostatočná kvalifikovanosť personálu

Jedným z faktorov, ktorý prispieva k neúspechu ochrannej výchovy, je aj nedostatočná príprava a odbornosť personálu reedukačných centier. Mnohé zariadenia trpia nedostatkom kvalifikovaných odborníkov, ktorí by vedeli účinne pracovať

s mladistvými páchatelmi. Mnohokrát sú vychovávatelia a zamestnanci týchto centier neadekvátne vyškolení na to, aby efektívne zvládali správanie chovancov, ktoré môže byť spôsobené traumatickými zážitkami z minulosti alebo agresívnymi tendenciami.

Výchovná funkcia personálu je kľúčová pre realizáciu účelu ochrannej výchovy, avšak ak personál nie je dostatočne školený alebo vybavený nástrojmi na efektívnu prácu s takými mladistvými, výsledky ochranného opatrenia sa môžu značne zhoršiť. Nedostatočná odbornosť môže viesť k eskalácii problémového správania, ktoré bráni dosiahnutiu požadovaného výsledku výchovy. Nedostatok vidíme aj v už spomenutom dozorovom postavení vychovávateľov v rámci reedukačných centier. Vychovávatelia sa často sústreďujú nie na prevýchovu chovancov, ale na výkon ich povinností ako dozoru.

Nevyužitý potenciál ochranných výchovných opatrení

Nepriaznivý vplyv reedukačných centier na účel ochrannej výchovy je teda zrejmý. Zariadenia, ktoré by mali slúžiť na prevýchovu a reintegráciu mladistvých páchatel'ov do spoločnosti, sa často stávajú miestami, ktoré skôr zhoršujú problémy, ako ich riešia. Násilie, nedostatočné podmienky, psychické traumy a neadekvátny personál vedú k tomu, že mladí ľudia, ktorí by mali byť rehabilitovaní, sa často dostávajú do ďalšieho negatívneho cyklu. Aby sa systém ochrannej výchovy stal efektívnym, je nevyhnutné reformovať reedukačné centrá, zlepšiť podmienky v týchto zariadeniach a zabezpečiť kvalitný personál, ktorý bude schopný plniť svoje výchovné úlohy s potrebnou odbornosťou a empatiou.

Dôležité je, aby sa výchovný proces v reedukačných centrách zameriaval nielen na zabezpečenie ich ochrany, ale aj na vytvorenie vhodného prostredia pre ich resocializáciu. Nepochybne by malo byť jedným z riešení vylepšenie školení personálu, zavedenie prísnejších kontrol a zabezpečenie vhodných podmienok v rámci samotného zariadenia, ktoré by prispeli k zmene vnímania reedukačných centier ako miest rehabilitácie, nie ako miest pre ďalšie zlyhania a vytvorenie samostatnej dozorovej zložky ako ekvivalentu k ZVJS v ústavoch na výkon trestu odňatia slobody a ústavoch na výkon väzby. Len vtedy môže ochranná výchova naplniť svoj účel a mladiství páchatelia majú šancu na reálnu zmenu a návrat do spoločnosti.

Záver

Na záver môžeme konštatovať, že ciele, ktoré sme si v rámci tohto príspevku stanovili, boli naplnené. Ochranná výchova, ako sankcia v trestnom práve, zohráva dôležitú úlohu v prevýchove mladistvých a maloletých páchatel'ov. Hoci je inštitút ochrannej výchovy legislatívne upravený s cieľom pomôcť týmto páchatel'om reintegrovať sa do spoločnosti a pripraviť ich na zodpovedný život, jeho efektívnosť je výrazne ovplyvnená súčasnými problémami reedukačných centier. Nezlepšené podmienky v týchto zariadeniach, ako aj neadekvátny personál a zlyhania v oblasti poskytovania výchovy a starostlivosti, môžu namiesto pozitívnej zmeny správanie mladistvých len zhoršovať a viesť k ďalšiemu prehlbovaniu ich protiprávných tendencií. Preto je nevyhnutné, aby sa v oblasti ochrannej výchovy vykonali zásadné zmeny. Len tak sa môže ochranná výchova stať účinným nástrojom na reintegráciu mladistvých páchatel'ov do spoločnosti a predísť ich ďalšiemu kriminalizovaniu.

Literatúra

1. Knižná publikácia

BURDA, Eduard. et. al. 2010. Trestný zákon. Všeobecná časť. Komentár. I. diel (§ 1 -143). Praha: C. H. Beck. ISBN 978-80-7400-324-0

IVOR, Jaroslav a Jozef ZÁHORA, J. 2018. Repetitórium trestného práva. 3. vydanie. BRATISLAVA: Wolters Kluwer SR s.r.o., 2018. ISBN: 978-80-8168-796-9

MENCEROVÁ, Ingrid, Lýdia TOBIÁŠOVÁ, Yveta TURAYOVÁ. 2015. Trestné právo hmotné. Všeobecná časť. II. aktualizované a prepracované vydanie. Šamorín: HEURÉKA. ISBN 978-80-8173-011-5

MRAČKO, Miroslav. 2016. Novelizovaný trestný zákon s aktualizovanými dôvodovými správami v úplnom znení. BRATISLAVA: EPOS. ISBN: 978-80-562-0127-5.

TITLOVÁ, Marcela. 2018. Trestnoprávne sankcie ukladané fyzickým osobám, Bratislava: Wolters Kluwer. ISBN 978-80-8168-884-3

2. Internetové zdroje

Zhodnotenie Generálnej prokuratúry Slovenskej republiky o stave zákonnosti v reedukačných centrách [online]. Dostupné na internete: https://www.genpro.gov.sk>ZHODNOTENIE_RC

3. Zákon

vyhláška Ministerstva spravodlivosti Slovenskej republiky 543/2005 Z.z. o Spravovacom a kancelárskom poriadku pre okresné úrady, krajské súdy, Špeciálny súd a vojenský súd

zákon č. 245/2008 Z.z. o výchove a vzdelávaní (školský zákon) a o zmene a doplnení niektorých zákonov

zákon č. 281/2015 Z.z. o štátnej službe profesionálnych vojakov a o zmene a doplnení niektorých zákonov

zákon č. 300/2005 Z.z. Trestný zákon

zákon č. 301/2005 Z.z. Trestný poriadok

zákon č. 376/2022 Z.z. o profesionálnych náhradných rodičoch a o zmene a doplnení niektorých zákonov

Galileo Galilei a počiatok novej vedy bez metafyziky

Galileo Galilei and the beginning of a new science without metaphysics

Martin MEDVECKÝ

Univerzita Pavla Jozefa Šafárika v Košiciach, Filozofická fakulta

Abstrakt: Do akej miery sa spolu s Galileim konštituuje nová veda práve prostredníctvom jeho prínosu? Možno hovoriť už u Galileiho o definitívne konštituovanej novej vede, alebo je táto nová veda ešte len vo svojich počiatkoch a v dejinách západného myslenia musí dôjsť ešte k nejakému ďalšiemu, konkrétnemu kroku a objavu, aby bola spomínaná nová veda definitívnou a legitímnou? Do otázky prírody a pohybu sa u Galilea dostáva predovšetkým počet. Galilei sa nezaujíma o pohyb z ontologického hľadiska. Preto pre Galilea nie je uholným kameňom prírody a pohybu otázka bytnosti pohybu, ale otázka, ako pohyb opísať nie objektovým jazykom ale jazykom matematiky, teda opísať jeho priebeh. Ukázali sme, že napriek obrovskému intelektuálnemu Galileovmu výkonu sú jeho prostriedky na popis prírodných zákonov nedostačujúce. Projekt matematizácie prírody sa mohol podať až príchodom Descartesa, Leibniza a Newtona, teda so súradnou sústavou, diferenciálnym a integrálnym počtom.

Kľúčové slová: *pohyb, počet, pozorovanie, matematizácia prírody, geometria.*

Abstract: To what extent is a new science constituted with Galileo precisely through his contribution? Can we speak of a definitively constituted new science with Galileo, or is this new science still in its beginnings and does some further, concrete step and discovery still need to occur in the history of Western thought for the aforementioned new science to be definitive and legitimate? For Galileo, the question of nature and motion is primarily addressed by calculus. Galileo is not interested in motion from an ontological point of view. Therefore, for Galileo, the cornerstone of nature and motion is not the question of the essence of motion, but the question of how to describe motion not in an object language but in the language of mathematics, i.e., to describe its course. We have shown that despite Galileo's enormous intellectual achievement, his means for describing natural laws are insufficient. The project of mathematizing nature could only succeed with the advent of Descartes, Leibniz, and Newton, i.e. with the coordinate system, differential and integral calculus.

Keywords: *motion, calculus, observation, mathematization of nature, geometry.*

V našom projekte skúmania predpokladov vzniku novej vedy je podstatným článkom dielo a odkaz Galilea Galileiho. Nebudeme sa primárne zameriavať na jeho historické prieniky alebo rozdiely s tými-ktorými intelektuálnymi výkonmi, skôr sa pokúsime o zachytenie tých momentov, ktoré sú z hľadiska formovania nových prístupov v skúmaní sveta zásadné. Aristotelov vplyv pretrvával viac ako jedno tisícročie. Na jednej strane to bolo dané autoritou samotného Stagiritu, jeho precíznosťou, zmyslom pre analýzu a riešenie stanoveného problému. Okrem samotného obsahu skúmania na poli vedy o prírode, to znamená o tom, čo je predmetom *filozofie prírody*, sa po mnoho storočí zachovala aj metóda. Obsah i metóda boli, tak ako to bývalo u Aristotela, podmienené znalosťou *organonu*. Aj ten sa ukazoval ako celkovo spoľahlivý. Na strane druhej to bolo dané príchodom epochy, kedy sa postupne začal objavovať potenciál geometrie a matematiky a ich spoločné uplatnenie v oblasti *filozofie prírody*. Prvé odvážnejšie kroky smerom k *novej vede* sa objavujú na podnet Mikuláša Kuzánskeho v úvahách Giordana Bruna. Od uzavretého konečného kozmu starých Grékov sa novovek dostáva do nekonečného vesmíru.

Na rozdiel od Aristotela a celej aristotelovskej tradície predstavuje v skúmaní prírody a pohybu (a, samozrejme, nielen toho) samotný Galilei zásadný obrat. Aj napriek mnohým nespochybniteľným zásluhám, ktoré možno pripísať Galileimu, a jeho *Discorsi et dimonstrazioni matematiche intorno a due nuove scienze (Rozhovory a matematické dôkazy o dvoch nových vedách, o mechanike a pohybe telies)* z roku 1638, pritom nemožno zabudnúť na vklad do *novej vedy*, ktorému vďačíme Descartovi a jeho pojednaniam *Le Monde ou Traité de la lumière (Svet alebo Pojednanie o svetle)* z roku 1630. Prečo tu popri Galileimu spomíname Descarta? Dôvod je prostý. Ak sa začiatkom raného novoveku začína postupne konštituovať nová podoba vedy so všetkými jej vlastnosťami, ktoré jej dopraje proces matematizácie a geometrizácie univerza a jedným z dôsledkov tohto procesu bude prvýkrát v dejinách západného myslenia možné formulovať to, čomu dnes úplne bežne hovoríme *prírodné zákony*, resp. *zákony prírody*, tak dlh, ktorý potrebujeme splatiť za vôbec prvý výskyt tohto pojmu – zákony prírody – budeme musieť splatiť práve Descartovi.

Práve vo vyššie spomínanom texte *Svet alebo Pojednanie o svetle* z roku 1630 sa Descartes ako prvý rozhodol označiť pravidlá skúmania prírody pojmom *Zákony Prírody*: „V prvom rade vedzte, že, prírodou tu nerozumiem nejakú Bohyňu, či imaginárnu mocnosť nejakého iného druhu. Toto slovo používam na to, aby som označil samotnú Látku tak ako ju ponímam ja so všetkými jej vlastnosťami dokopy, čo som jej prisúdil a pod tou podmienkou, že Boh ju i naďalej zachováva takým istým spôsobom ako ju stvoril. A len na základe toho, že ju takto i naďalej zachováva nutne vyplýva, že v jej častiach musí dochádzať k viacerým zmenám. A keďže tieto nemožno, ako sa mi zdá, prisúdiť Božej činnosti, lebo táto nič nemení, pripisujem ich Prírode. Nuž a pravidlá, podľa ktorých k týmto zmenám dochádza, tie ja nazývam *Zákonmi Prírody*“ (Descartes, 1909, s.37). Tieto dve diela oboch autorov tak počinajú postupný prienik do starého problému prírody a pohybu novými nástrojmi geometrie, matematiky a tentokrát už aj novými pozorovacími nástrojmi a tie, podobne ako aplikovaná matematika a geometria, boli pre Starých autorov neprístupné s jednou veľkou výnimkou, a to bol Archimedes.

Pre Aristotela je fundamentálnym predmetom vedy o prírode pohyb. S týmto tvrdením Galilei nijako zásadne nepolemizoval, ani ho nepopieral. To, čomu Galilei ale oponovať bude a to vehementne, je fakt, že pre Aristotela nebola možná metóda fyziky matematickými a geometrickými prostriedkami, inak povedané, ak Stagirita tvrdil, že metóda fyziky nemôže byť matematická a geometrická, tak pre Galileiho iný prístup k riešeniu ako matematicko-geometrický mysliteľný nie je. A aj keď stúpenci aristotelizmu a najmä tí, ktorí aristotelovskú fyziku vyučovali na univerzitách, Aristotelove názory z prírodnej filozofie obhajovali a považovali ich za neprekonateľné, tak Galileove *Nové dve vedy* predznamovali počiatok modernej vedy, a to práve konštituovaním základnej matematickej fyziky. To znamená už nie fyziky, ktorá je špeciálnou prírodnou ontológiou, ale fyziky a rodiacej sa matematickej vedy, ktorá geometrizáciu prírody prijíma za východisko aj za svoj cieľ. Vyjadrené inými slovami, Galileiho *Nové dve vedy* spustili proces, ktorému dnes rozumíme ako matematizácia prírodovedy, čo bolo, ako sme už spomenuli, pre Starých autorov vrátane Aristotela, nemysliteľné a zrejme aj nepredstaviteľné. U Aristotela je zjavný problém súčinnosti matematiky a filozofie prírody, kde tou najvyššou vedou nie je fyzika ale prvá filozofia – z dôvodu nezlučiteľnosti samostatných pováh oboch oborov skúmania, u Galileiho, ktorý zažal pomyselnú pochodeň matematizácie prírody, metafyzikom vôbec nebol. Galilei na obhajobu svojho prístupu použil nasledovné prirovnanie: „Tak ako účtovník, ktorý chce, aby sa jeho výpočty zaoberali cukrom, hodváhom a vlnou, musí odpočítat škatule, balíky a iné balenia, tak aj matematický vedec, keď chce v konkrétnych prípadoch rozpoznať účinky, ktoré dokázal abstraktne, musí odpočítat všetky materiálne prekážky; a ak to dokáže, uistím vás, že veci nie sú v menšej zhode ako aritmetické výpočty. Problém teda nespočíva v abstraktnosti alebo konkrétnosti, ale v účtovníkovi, ktorý nevie vyrovnať svoje účtovníctvo“ (Galilei, 1967, s. 207-208).

Do otázky prírody a pohybu sa tak u Galileia dostáva predovšetkým *počet*. Galilei sa preto, ako bolo vyjadrené vyššie, nezaujíma o pohyb z ontologického hľadiska. Preto pre Galileia nie je uholným kameňom prírody a pohybu otázka bytnosti pohybu, ale otázka, ako pohyb opísať nie objektovým jazykom ale jazykom matematiky, inak povedané, jadrom Galileiho snahy je odpoveď *ako* pohyb prebieha. Do *hry* pohybu tak nevyhnutne musia vstúpiť nielen jeho *veľičiny* – dĺžka a čas, ale aj zrýchlenie. Galilei si uvedomuje rozsah a prínos svojho *nového prístupu* a konzekventne aj *novej fyziky*, ktorú sa snaží založiť. V treťom dni *Rozhovorov* (Galilei, 2015) Salviatih, Sagreda a Simplicia vytýči svoj *program* rozdelený do troch častí. Tou prvou je riešenie otázky pravidelného a rovnomerného pohybu. V druhej časti sa pristúpi k otázke prirodzene (rovnomerne) zrýchleného pohybu. A posledná, tretia časť je venovaná vynútenému pohybu alebo pohybu vrhnutých telies (Galilei, 2015, s. 15). Novú náuku, ktorá sa tak perom Galileiho *Rozhovorov* dostáva na svetlo učeného sveta, ohlasuje v plnom rešpekte k vyššie spomínanej starej téme prírodnej filozofie. Galilei si uvedomuje niekoľko zásadných vecí. Tou prvou je fakt, že *pohyb*, ktorým sa zaoberá, nie je žiadnou novou témou, ktorá vstupuje do jeho úvah. Tou druhou je zasa skutočnosť týkajúca sa metódy. A síce, že prístup k riešeniu nebude opisný, ale *dokazovací*. A tým tretím uvedením si autora samotného je to, že štúdium a riešenie tohto starého problému novými dokazovacími prostriedkami bude svoju úrodu žať v podobe novej cesty k dôležitej vede, a tá má viesť k odkrytiu hlbokých tajomstiev, ktoré Galileovi predchodcovia, a podľa nás hlavne Aristoteles, nemohli zazrieť, pretože ich metóda a cieľ boli úplne odlišné.

„Úplne nová náuka, ktorú vytvoríme, je o veľmi starej téme. V prírode nie je nič staršie ako POHYB, o ktorom filozofi napísali veľmi veľa v mnohých dielach“ (Galilei, 2015, s. 15). Takto hodnotí opisne Galilei svoje východisko s plným vedomím obťažnosti nastolenej otázky. Nezabúdajme, že jedna z fundamentálnych zmien voči starším autorom, je polozenie si úplne novej otázky, ktorá súč raz položená, predznamenuje nové obzory. Otázku *čo* je pohyb musí vystriedať otázka *ako* prebieha pohyb. To znamená, že z dokazovanej analyticko-kvalitatívnej stránky pohybu sa bude usudzovať na jej bytnosť. Garde, v ktorom sa riešila otázka v duchu aristotelizmu, bolo opačné. Z bytnosti pohybu sa vyvodzovali jeho kvalitatívne vlastnosti. Preto môže Galilei ohlasovať nasledovné *nóvum*: „Avšak, ja chcem predstaviť tie podstatné vlastnosti pohybu, ktoré boli doteraz neznáme alebo neboli dokázané“ (Galilei, 2015, s. 15). Fakt, že spomínané vlastnosti pohybu nemohli byť známe a už vôbec nie dokázané, vyplýva najmä zo zvolenej metódy skúmania. Preto sa nemožno diviť, že nič nové v tejto otázke od čias Aristotela neprišlo. Galilei pokračuje: „Niekedy ide o veľmi jednoduché tvrdenia, napríklad, keď autori hovoria, že prirodzený pohyb pádu hmotného telesa sa neustále zrýchľuje“ (Galilei, 2015, s. 15). A to je jedna zo skutočností, ku ktorej starí fyzici neprihliadali s dostatočnou pozornosťou. Rýchlosť nijako nevstupovala do úvah starých fyzikov, pretože otázka rýchlosti si vyžaduje nielen pozorovanie a pozorovacie nástroje a metódy, ale predovšetkým *meranie*. To, čo doteraz nebolo dokázané, je najmä nasledovné: „Pokiaľ mi je známe, doteraz nebolo dokázané, že vzdialenosti v priestore, ktorým prechádza padajúce teleso v rovnakých časových intervaloch, sú v pomere medzi sebou ako za sebou idúce nepárne čísla“ (Galilei, 2015, s. 15). Avšak to nie je jediná vec, ktorú starí fyzici nepobrali do oboru svojho skúmania, a to aj napriek tomu, že príklad, ktorý vzápätí na to Galilei uvedie, nebol rozhodne neznámy. „Tiež si všimli, že keď hodíme teleso alebo vystrelíme delovú guľu, potom ich dráha opisuje nejakú krivku, ale to, že tou krivkou je parabola, ešte nikto neukázal“ (Galilei, 2015, s. 15). V zásade sa tak ani nemohlo stať, pretože objav paraboly sa síce radí do IV. storočia p. n.l. zásluhou Menaichma a na strane druhej vrhanie delových guľ bolo bežnou praxou a súčasťou bojových techník, no nik sa týmto problémom vo vzťahu k pohybu nezaoberal. Galilei sa na základe týchto úvodných zásadných tvrdení uchyľuje k záveru: „Platnosť týchto tvrdení a aj ďalších, nemenej hodných štúdia, budeme teraz *dokazovať* (kurz. M. M.) Otvára to cestu k veľmi dôležitej vede, základy ktorej položíme v našej práci a jej hlboké tajomstvá sa odkrývajú tomu, kto bude ďalej pokračovať v čítaní“ (Galilei, 2015, s. 15).

Vyššie spomenutá cesta novej vedy, jej smerovanie, metóda a cieľ sú súčasťou druhej z *due nuove scienze* (dve nové vedy). Tá je venovaná vyššie zmienenému problému pravidelného alebo rovnomerného pohybu, rovnomerne zrýchlenému pohybu a pohybu vrhnutých telies. A zatiaľ čo sa u Galileiho predchodcov za *prírodný* považoval priamočiary rovnomerný pohyb, od momentu vstupu Galileiho do problematiky riešenia pohybu sa *prírodným*

pohybom stáva pohyb rovnomerne *zrýchlený*. A práve vďaka prechodu od priamočiareho rovnomerného pohybu k rovnomerne *zrýchlenému* pohybu umožní s *novými prostriedkami* aj *novú vedu*, ktorú jej tvorca bez váhania označuje prívlastkom úplne nová (Galilei, 1898, s. 190) – *novissima* (Galilei, 1898, s. 190). V jadre samotného prístupu k štúdiu prírody sa ukazuje hlavne naša schopnosť pozorovať ju. Až vďaka samotnému pozorovaniu budeme môcť zistiť známy, ale nie vždy si uvedomujúci postreh, a síce, že „nás nakoniec skúmanie prirodzene zrýchleného pohybu prakticky privedie ...k tomu, že príroda sa obvykle zariadi a koná veci tými najprostejšími, najjednoduchšími a najľahšími prostriedkami“ (Galilei, 1898, s. 197).

Galileiho však nemožno vnímať len ako prenikavého a pozorného vedca, ktorý rozprúdil aplikovateľnosť matematiky a geometrie na pojem pohybu (Galilei, 1890, XIV, s. 386). Galilei okrem toho, že je matematik a fyzik, je zároveň aj filozof. A to nie je žiadne interpretačné tvrdenie vyvedené z pramenných textov tohto veľikána *vedy*. Veľkosť Galileiho génia je umocnená jeho doširoka sa rozprestierajúcimi snahami hlavne na poli skúmania prírody, ale to zároveň neimplikuje možnosť jeho jednostranného obmedzenia. Exaktnosť a merateľnosť, ktorá jeho zásluhou vošla do zorného poľa vedca z neho konzekventne nevylučuje filozofa, ktorým vskutku bol. Ale nechajme na margo tejto o filozofa rozšírenej témy prehovoriť samotného Galileiho. Ten 6. mája 1610 z Padovy posielal list Belisariovi Vintovi, štátnemu sekretárovi Toskánskeho Veľkovojsvodstva vo Florencii, v závere ktorého žiada o nasledovné: „Napokon, čo sa titulu a vhodnej príležitosti pre moju službu týka, želal by som si, aby Vaša Výsosť okrem mena matematik pridala aj meno filozof, pretože tvrdím, že som viac rokov študoval filozofiu ako mesiace čistú matematiku. V nej som učinil väčší pokrok, a ak si môžem a mám zaslúžiť tento titul, budem im môcť dokázať, ak sa im to zapáči, že mi umožnila diskutovať v ich prítomnosti s najvýznamnejšími učencami tejto fakulty“ (Galilei, 1890, X, s. 353).

Je pravda, že v tejto dobe sa *profesia* matematika považovala za menej dôležitú. Spoločenská hierarchia bola dlho určená Aristotelovskou tradíciou, niet preto pochýb, že Ti, ktorí mohli čokoľvek zásadne povedať boli filozofi, neskôr filozofi-teológovia. Teológia bola „kráľovnou vied“ a filozofia bola s ňou esenciálne spojená. Ďalej, teológovia, boli Ti, ktorí mali ako prví priamy kontakt s intelektuálnym vývojom. V ďalších dialógoch *Discorsi* musíme do našich úvah pribrať problém nekonečna, problém, ktorý nás bude sprevádzať nielen pri úvahách o Galileovi, ale aj u Leibniza i Newtona. Dovolíme si tvrdiť, že vstup nekonečna do novej vedy je jedným z jej zásadných atribútov, ktoré ju ako *novú* umožňujú. To znamená, že popri samotnom procese matematizácie a geometrizácie univerza, musíme v zmysle a pre účel konštitúcie novej vedy začať brať zreteľ na *kontinuum*, a preto aj na *nekonečno*, čo bolo u Aristotela nemysliteľné. Galileo, pokiaľ je známe, rád sa takýmto témam vyhýbal, dialóg však svedčí o Galileovej otvorenosti.

V *Discorsi* sa Salviati vyjadri nasledovne: „A tak z vášho múdreho vysvetlenia sa dá potvrdiť, že hovoriť o vlastnostiach väčší, menší alebo rovný, nemá miesto nielen medzi nekonečnými, ale ani medzi nekonečnými a konečnými. A teraz budem hovoriť o inej myšlienke, nech úsečka a každá iná súvislá čiara je deliteľná na menšie časti, ktoré sú vždy deliteľné. Nevidím ako možno obísť kompozíciu z nekonečného množstva neviditeľných: pretože delenie a ďalšie delenie, ktoré možno opakovať dookola, sú predpokladom, že časti sú nekonečné, pretože inak delenie a ďalšie delenie by muselo raz skončiť; a to, že časti je nekonečne veľa, je príčinou existencie nekonečna; pretože nekonečné kvantá tvoria nekonečne veľkú veličinu; a teda dostaneme kontinuum zložené z nekonečného množstva nedeliteľných;“ (Galilei, 2015, s. 41 – 42). Fakt prínosu kontinua a nekonečna do oboru úvah samotného Galileiho sa ukazuje nie ako vedľajšia téma, ktorú autor *Dvoch nových vied* rieši popri stanovenom hlavnom probléme pohybu. Inak povedané, k otázke pohybu patrí bytostne aj otázka *kontinua* a *nekonečna*. O akom druhu nekonečna ale Galilei hovorí, to spresňuje nasledujúca časť dialógu. „Simplicio: keďže môžeme ďalej pokračovať v delení na konečný počet častí, akú potrebu teda máme, že hovoríme o nie konečných častiach? Salviati: Fakt, že my môžeme stále deliť na konečné časti, nesie so sebou potrebu tvorenia nekonečna nekonečných. Až teraz, keď pridáme k riešeniu problému, žiadam vás, aby ste mi jasne povedali, či konečné časti v neustálom delení, sú podľa vás konečné alebo nekonečné. Simplicio: Ja vám poviem, že oni sú nekonečné aj konečné: nekonečné ako potenciálne nekonečno a konečné ako aktuálne konečno. Nekonečno ako potencia, to znamená pred delením. O časti môžeme hovoriť ako o existujúcej až potom, keď celok rozdelíme alebo aspoň kým delenie nenaznačíme. Dovtedy jeho existencia je len potenciálna“ (Galilei, 2015, 42.). Vzniká však legitímna otázka.

Hovorí tak Galileo matematik, fyzik, alebo filozof? I keď Galilei trval na titule filozofa, ako sa sám v liste Belisariovi Vintovi zdôveril, v zásade nemožno jeho spisy považovať za rýdzlo filozofické. Noretta Koertgeová upozorňuje práve na tento fakt. Vo svojej štúdií sa snaží poukázať na to, že Galileiho *Skúšač* síce prináša obraz vesmíru ako *knihy napísanej jazykom geometrie*, ale nemal by sa „považovať za významné či opatrné vyjadrenie Galileiho filozofických názorov“ (Koertge, 1997, s. 401). Maurice Finocchiaro zasa tvrdí, že Galileiho poznámka v *Skúšačovi* o tom, že kniha prírody je napísaná matematickým jazykom, bola „skôr výzvou k nezávislému mysleniu“ (Finocchiaro, 2010, s. 115 – 116) než vyjadrením nejakého druhu matematického realizmu. Navyše, „ak a do tej miery, do akej možno poznámku o knihe prírody... považovať za vyjadrenie matematického realizmu alebo platonizmu, treba poznamenať, že táto poznámka je epistemologickou úvahou, nie príkladom konkrétnej vedeckej praxe, a preto sa možno pýtať, či si Galileiho slová a činy navzájom zodpovedajú“ (Finocchiaro, 2010, s. 115 – 116). Podľa Finocchiarovho názoru si ale často nezodpovedajú.

Položme si teda otázku, ktorá sa v rámci týchto úvah natíska. Do akej miery sa spolu s Galileim konštituuje *nová veda* práve prostredníctvom Galileiho prínosu? Možno hovoriť už u Galileiho o definitívne konštituovanej *novej vede*, alebo je táto *nová veda* ešte len vo svojich počiatkoch a v dejinách západného myslenia musí dôjsť ešte k nejakému ďalšiemu, konkrétnemu kroku a objavu, aby bola spomínaná *nová veda* definitívnou a legitímnu. Sme presvedčení, že Ladislav Kvasz túto vyššie položenú otázku zodpovedal za nás. Preto sa k jeho odpovedi bez okolkov hlásime a potvrdzujeme ju. Kvasz teda sumarizuje stav *novej vedy* nasledovne: „Aj keď je Galileo pôvodcom idey matematizácie prírody,

matematické prostriedky, pomocou ktorých chcel svoj program uskutočniť (trojuholníky a kružnice, ktorými je údajne napísaná kniha prírody), sú príliš jednoduché na to, aby mohli vyjadriť univerzálne prírodné zákony. Na vyjadrenie prírodných zákonov bolo nevyhnutné vytvoriť úplne novú matematiku. Descartes musel vytvoriť analytickú geometriu s ideou súradnej sústavy a Newton musel vytvoriť diferenciálny a integrálny počet s pojmami funkcie a diferenciálnej rovnice, aby bolo možné matematicky opísať pohyb. Až na tejto úrovni sa otvorila možnosť naplnenia Galileiho programu matematizácie prírody“ (Kvasz, 2013, s. 26).

Položme si ale ešte jednu zásadnú otázku. Akým spôsobom vnímal Galilei matematiku a jej vzťah k fyzickému svetu? Je jeho súčasťou, alebo je to samostatný región idealít na spôsob *jazyka*? Táto otázka sa nám javí ako prirodzený dôsledok Galileiho metafory knihy prírody, ktorá je napísaná jazykom matematiky. Je zrejme, že klásť si tento druh otázok nás posúva do oblasti epistemológie *vedy* ako takej. Tá predsa bude označovaná ako *nová*. Nóvum tejto vedy sme spresnili vyššie. A navyše sa v tejto súvislosti opakovane hovorí o matematizácii a geometrizácii univerza (Husserl, 1970, s. 49). Je to preto, lebo tu ide o formu určitého druhu platonizmu, alebo matematického intuicionizmu, alebo je to umelý konštrukt, ktorým sa snaží vtisnúť matematiku do fyzického sveta, ktorý má z hľadiska poznateľnosti aj inú ako empirickú povahu? Galilei totiž vo svojich dielach tvrdí, že matematické entity sú síce od nás ontologicky nezávislé, avšak fyzikálny svet má *matematickú štruktúru*.

To ešte ale neznamená, že fyzikálny svet vo svojich matematických štruktúrach je vyčerpávajúco matematicky vyjadriteľný. Vyjadrené inými slovami, ak sa Galilei snaží skutočne o naplnenie starogréckeho hesla $\sigma\phi\zeta\epsilon\upsilon\ \tau\grave{\alpha}\ \phi\alpha\iota\nu\omicron\mu\epsilon\nu\alpha$, to ešte nevedie k úspešnému a vyčerpávajúcemu postihnútiu všetkých prírodných javov. Spomínaná matematická štruktúra prírody je totiž príliš zložitá na to, aby ju náš obmedzený rozum dokázal úplne pochopiť. Za takýchto okolností je potrebné pristúpiť k určitej simplifikácii fyzikálnych javov, aby sme sa mohli nimi zaoberať práve spôsobom matematickým, ale hlavne geometrickým.

Záver

Matematika, resp. geometria sa tak javí ako nástroj par excellence samotnej vedy (a najmä tejto novej vedy), ale do tých najpodrobnejších a limitných detailov prírodných javov, na to, aby ich nejakým spôsobom zachránila a rekonštruovala, prístup už nemá. Preto Carla Rita Palmerino veľmi výstižne na margo našich úvah tvrdí: „To, čo vedci považujú za protiklad medzi abstraktným a konkrétnym, matematickým a fyzikálnym, chcel Galilei rozlíšiť medzi tým, čo je matematicky jednoduché, a teda jednoducho pochopiteľné pre náš intelekt, a tým, čo je matematicky zložitý, a teda nepoznatelný“ (Palmerino, 2016, s. 30). Aj napriek tomu v súlade s Galileiho výkladom naďalej platí, že to, čo z prírody dokážeme vyčítať, nie je príroda samotná, ale matematické štruktúry vpísané do prírodných javov. K prechodu k *vyššiemu* stupňu *novej vedy* – k Leibnizovi a Newtonovi sa v tomto momente ešte nemôžeme uchýliť. Chýba ešte jedno ohnisko v reťazení ideí, ktoré *novú vedu* formujú a to je Descartes a karteziánska veda.

Literatúra

- DESCARTES, René, 1909, Le monde ou Traité de la lumière. In: Oeuvres, XI, Paris: Léopold Cerf.
- FINOCCHIARO, M. A., 2010, Defending Copernicus and Galileo: Critical Reasoning.
- GALILEI, Galileo, 1898, Le Opere, VIII, Firenze: Tipografia di Barbera.
- GALILEI, Galileo, 1890, Le Opere, XIV, Firenze: Tipografia di Barbera.
- GALILEI, Galileo, 1967, Dialogue Concerning The Two Chief World Systems. Berkeley and Los Angeles: University of California Press, ISBN 978-05-200-0450-4.
- GALILEI, Galileo, 2015, Rozhovory a matematické dôkazy o dvoch nových vedách, o mechanike a pohybe telies I-IV, Ružomberok: Verbum, ISBN: 978-80-561-0070-7.
- HUSSERL, Edmund, 1970. Krize evropských věd a transcendentální fenomenologie. Praha: Akademia.
- in the Two Affairs. Dordrecht: Springer ISBN 978-94-007-3164-6.
- KOERTGE, Noretta, 1997, Galileo and the Problem of Accidents. In: Journal of the History of Ideas no. 38, s. 389-408, ISSN 002-25-037.
- KVASZ, Ladislav, 2013. Zrod vedy ako lingvistická udalosť. Praha: Filosofia. ISBN 978-80-700-7397-1.
- PALERMINO, Carla Rita, 2016. reading the book of nature. The Ontological and Epistemological Underpinnings of Galileo's Mathematical Realism. In: The Language of Nature: Reassessing the Mathematization of Natural Philosophy in the Seventeenth Century. Minnesota: University of Minnesota Press, s. 29-50.

Zákonné nároky starostu obce pri výkone verejnej funkcie

Legal Entitlements of a Municipal Mayor in the Exercise of Public Office

Natália MELEGOVÁ

Univerzita Pavla Jozefa Šafárika v Košiciach, Fakulta verejnej správy

Abstrakt: Funkcia starostu obce je verejnou funkciou. Hoci táto funkcia nevzniká na základe pracovnej zmluvy a nevykonáva sa v pracovnom pomere, osobitná právna úprava v určitých oblastiach jej výkonu predpokladá primerané použitie Zákonníka práce. Autorka v príspevku analyzuje právnu povahu tohto vzťahu ako tzv. obdobného pracovného vzťahu a súčasne sa zameriava na vybrané pracovnoprávne inštitúty, predovšetkým na inštitút dovolenky, odmeňovania a odstúpného. Cieľom príspevku je priblížiť a objasniť komplikovanú právnu úpravu pracovnoprávneho postavenia starostu obce.

Kľúčové slová: *volení funkcionári obce, pracovné právo, starosta*

Abstract: The position of a mayor is a public function. Although this function does not arise from an employment contract and is not performed within an employment relationship, specific legal provisions foresee the analogous application of the Labour Code in certain areas of its execution. This paper analyses the legal nature of the relationship as a so-called comparable employment relationship and focuses on selected labour law aspects, particularly the institutes of vacation, remuneration, and severance pay. The aim of the paper is to clarify and explain the partially complex legal regulation of the labour-law status of a municipal mayor.

Keywords: *municipal elected officials, labor law, mayor*

1. Právna regulácia pracovných vzťahov miestnej samosprávy

Pracovnoprávne vzťahy sú v súlade s právnou teóriou definované ako právne vzťahy, v rámci ktorých účastníci vystupujú ako nositelia subjektívnych práv a povinností, ktoré sú všeobecne ustanovené a zabezpečené právnymi normami pracovného práva (Barancová a Schronk 2002). Právna teória zároveň systematizuje tieto pracovné vzťahy do troch základných kategórií.

1. Prvou kategóriou sú základné pracovnoprávne vzťahy, ktoré zahŕňajú pracovný pomer, ako aj právne vzťahy založené dohodami o prácach vykonávaných mimo pracovného pomeru.
2. Druhú kategóriu predstavujú ostatné pracovnoprávne vzťahy. Tie na základné pracovnoprávne vzťahy priamo nadväzujú alebo im predchádzajú.
3. Poslednú kategóriu tvoria ďalšie pracovné vzťahy, v rámci ktorých fyzické osoby vykonávajú prácu pre zamestnávateľské subjekty a zákon č. 311/2001 Z. z. Zákonník práce (ďalej len „Zákonník práce“) ich upravuje iba čiastočne. Ide o tzv. obdobné pracovné vzťahy ako pracovný pomer (Treľová a Peráček 2013).

Pre pracovnoprávne vzťahy v miestnej samospráve a ich právnú reguláciu je charakteristická diferencovanosť, ktorá vyplýva z rôznorodosti právnych vzťahov existujúcich v tomto prostredí. Okrem základných pracovnoprávnych vzťahov, za ktoré možno považovať pracovné pomery zamestnancov obce, tvorí personálny základ obecnej samosprávy aj volená zložka zástupcov občanov. K voleným orgánom obce radíme starostu obce a poslancov obecného zastupiteľstva (ďalej len „poslanci“). Vzťahy, ktoré vznikajú v súvislosti s výkonom týchto volených funkcií, možno podľa už uvedenej systemizácie pracovnoprávnych vzťahov považovať za obdobné pracovné vzťahy ako pracovný pomer (Thurzová, Dudor a Mezei 2016).

Pre správne posúdenie právnej úpravy na vzťahy vyplývajúce z výkonu volenej funkcie starostu a poslancov je dôležité objasniť charakter týchto volených funkcií. V prípade starostov zákonodarca výslovne vyjadruje v § 13 ods. 1 zákona č. 369/1990 Zb. o obecnom zriadení (ďalej len „zákon o obecnom zriadení“), že „funkcia starostu je verejná funkcia“. Naproti tomu, pri poslaneckých funkciách takéto výslovné ustanovenie absentuje. Túto skutočnosť možno doložiť aj ústavným zákonom č. 357/2004 Z. z. o ochrane verejného záujmu pri výkone funkcií verejných funkcionárov (ďalej len „zákon o ochrane verejného záujmu pri výkone funkcií verejných funkcionárov“), ktorý v čl. 2 explicitne vymedzuje okruh funkcií, na ktoré sa vzťahuje jeho pôsobnosť. Podľa čl. 2 ods. 1 písm. o), p), q), a s) ústavného zákona o ochrane verejného záujmu sa za výkon verejnej funkcie považuje činnosť:

- starostov obcí,
- primátorov miest,
- poslancov mestských zastupiteľstiev a poslancov zastupiteľstiev mestských častí v Bratislave a v Košiciach
- poslancov zastupiteľstiev vyšších územných celkov

Vo výpočte verejných funkcionárov, na ktorých sa vzťahuje ústavný zákon o ochrane verejného záujmu, došlo novelou č. 66/2019 Z. z. (účinnou od 1. januára 2020) k oddeleniu starostov obcí od primátorov miest. Primátori miest majú vzhľadom na ich zodpovednosť pri nakladaní s majetkom miest vysokej hodnoty osobitné postavenie (Tekeli, Hoffman a Tomaš, 2021). Ústavný zákon o ochrane verejného záujmu pri výkone funkcií verejných funkcionárov sa naopak nevzťahuje na poslancov obecných zastupiteľstiev, t.j. poslancov obcí, ktoré nie sú mestami. Zákonník práce však v § 137 ods. 2 definuje výkon verejnej funkcie ako plnenie povinností, ktoré vyplývajú z funkcie vymedzenej časovým alebo funkčným obdobím. Táto funkcia je v súlade so Zákonníkom práce obsadzovaná prostredníctvom priamej alebo nepriamej voľby, prípadne vymenovaním podľa osobitných predpisov. S prihliadnutím na uvedenú definíciu a spôsob, akým sa

funkcie poslancov obecných zastupiteľstiev vytvárajú, ako aj na ich celospoločenský význam, nemožno spochybniť, že ide o výkon verejnej funkcie.

Na výkon verejnej funkcie sa Zákonník práce podľa § 2 predmetného zákona uplatňuje len vtedy, ak to sám výslovne ustanovuje, alebo ak takúto úpravu obsahuje osobitný právny predpis. V danom prípade ide teda o tzv. delegovanú pôsobnosť Zákonníka práce. Osobitým právnym predpisom, ktorý deleguje použitie Zákonníka práce vo vzťahu k starostom, je zákon č. 253/1994 Z. z. o právnom postavení a platových pomeroch starostov obcí a primátorov miest v znení neskorších predpisov (ďalej len „o právnom postavení a platových pomeroch starostov obcí a primátorov miest“). V zmysle § 2 ods. 1 predmetného zákona je výslovne ustanovené, že starosta nie je zamestnancom obce a jeho funkcia sa nevykonáva v pracovnom pomere. Napriek tomu, že starosta nie je považovaný za zamestnanca obce ani za zamestnanca vykonávajúceho prácu vo verejnom záujme, na taxatívne vymedzené právne účely sa naňho nahliada ako na zamestnanca. Tento prístup sa v súlade s § 2 ods. 2 a ods. 3 zákona o právnom postavení a platových pomeroch starostov obcí a primátorov miest uplatňuje pri určení nároku na dovolenku, pri zabezpečovaní stravného a na účely tvorby a použitia sociálneho fondu.

1.1 Pracovnoprávne nároky starostu vo vzťahu k obci

V zmysle § 2 ods. 2 zákona o právnom postavení a platových pomeroch starostov obcí a primátorov miest „Starostovi počas výkonu funkcie patrí dovolenka v rozsahu podľa osobitného predpisu alebo v rozsahu podľa kolektívnej zmluvy, ktorá je záväzná pre obec ako zamestnávateľ; na jej účely sa primerane použije osobitný predpis.“ Odkaz na osobitný predpis obsiahnutý v citovanom ustanovení sa výslovne vzťahuje na Zákonník práce, ktorý upravuje dovolenku zamestnancov v ustanoveniach § 100 a nasl. S ohľadom na to, že postavenie starostu má charakter verejnej funkcie a nejde o pracovnoprávny vzťah, predmetné ustanovenie zákona o právnom postavení a platových pomeroch starostov a primátorov predpokladá iba „primerané“ použitie ustanovení Zákonníka práce o dovolenke, a to v súlade s delegovanou pôsobnosťou podľa § 2 ods. 2 uvedeného zákona. Konkrétne možno hovoriť o aplikácii ustanovení § 101, § 102 a § 105 Zákonníka práce, ktoré upravujú nárok na dovolenku za kalendárny rok, jej pomernú časť, nárok na dovolenku za odpracované dni, ako aj nárok na dovolenku pri zohľadnení veku podľa § 103 ods. 2 Zákonníka práce (Žulová a Švec, 2023). Citované ustanovenie § 2 ods. 2 zákona o právnom postavení a platových pomeroch starostov obcí a primátorov miest nestanovuje žiadne osobitné obmedzenia týkajúce sa čerpania dovolenky starostom, ale odkazuje na primerané použitie ustanovení Zákonníka práce. Takto formulovaná delegovaná pôsobnosť Zákonníka práce je do určitej miery neurčitá, pretože výslovne nešpecifikuje, ktoré právne normy upravujúce dovolenku sa na starostu vzťahujú a ktoré nie. Z právneho hľadiska je logické, že by sa nemali aplikovať také ustanovenia právnej úpravy dovolenky zamestnancov, ktoré sú svojou povahou nezlučiteľné s výkonom verejnej funkcie starostu (napr. § 106 Zákonníka práce o dodatkovej dovolenke).

Problematickou oblasťou aplikačnej praxe je čerpanie dovolenky starostu obce. Podľa § 111 ods. 1 Zákonníka práce určuje čerpanie dovolenky zamestnávateľ po predchádzajúcom prerokovaní so zamestnancom. V prípade starostu však nastáva špecifická situácia – v zmysle § 13 ods. 1 a ods. 5 zákona o obecnom zriadení je starosta najvyšším a štatutárnym orgánom obce, a teda neexistuje iný orgán, ktorý by mu mohol túto dovolenku určovať (Žofčinová 2021). Vzhľadom na túto skutočnosť a primerané uplatnenie § 111 ods. 1 Zákonníka práce možno vyvodiť, že starosta je sám oprávnený určovať si čerpanie dovolenky. Pri určovaní čerpania dovolenky by mal zohľadňovať nielen svoje oprávnené záujmy, ale aj záväzky vyplývajúce zo sľubu, ktorý zložil pri nástupe do funkcie. V prípade, že si starosta neurčí čerpanie dovolenky počas kalendárneho roku, v ktorom mu na ňu vznikol nárok, možno podľa § 113 ods. 2 Zákonníka práce stanoviť čerpanie dovolenky tak, aby bolo ukončené najneskôr do konca nasledujúceho kalendárneho roka. Pri neuplatní tohto ustanovenia, vzniká starostovi podľa § 2 ods. 2 zákona o právnom postavení a platových pomeroch starostov obcí a primátorov miest nárok na preplatenie nevyčerpanej dovolenky. Poskytovanie náhrady mzdy za nevyčerpanú dovolenku už nepodlieha primeranému použitiu Zákonníka práce, v tomto prípade sa uplatňuje § 2 ods. 2 zákona o právnom postavení a platových pomeroch starostov obcí a primátorov miest ako lex specialis, ktorý má aplikačnú prednosť pred všeobecnou pracovnoprávnou úpravou Zákonníka práce. Náhradu za nevyčerpanú dovolenku je možné poskytnúť výlučne vtedy, ak starosta dovolenku nevyčerpal ani do konca budúceho kalendárneho roka, a zároveň o priznaní tejto náhrady rozhodne obecné zastupiteľstvo (Žofčinová 2024). V tomto kontexte Ústavný súd SR vo svojom uznesení z 28. septembra 2017, sp. zn. III. ÚS 587/2017-13 konštatoval, že nárokovateľnosť a uplatniteľnosť objektívneho práva starostu na náhradu platu za nevyčerpanú dovolenku podmieňuje rozhodnutie obecného zastupiteľstva. V prípade, že obecné zastupiteľstvo neprijme uznesenie, uvedené právo na náhradu platu nie je súdne vymáhateľné.

Za osobitne problematickú oblasť možno považovať aj otázku čerpania nevyčerpanej dovolenky starostom v prípade opätovného zvolenia do funkcie (Kubaková, 2020). K tejto problematike zaujal Najvyšší súd Slovenskej republiky stanovisko v rozhodnutí sp. zn. 4 Usam/1/2020. Predmetom konania bolo preskúmanie zákonnosti uznesenia obecného zastupiteľstva, ktorým bola starostovi schválená náhrada platu za nevyčerpanú dovolenku za rok 2018. V kasačnej sťažnosti žalobca namietal, že nebola rešpektovaná zákonná podmienka, ktorá vyžaduje, aby starosta nemohol vyčerpať dovolenku ani do konca nasledujúceho kalendárneho roka. Kasačný súd vyjadril názor, že uplynutím funkčného obdobia, ktoré je možné analogicky subsumovať pod skončenie pracovného pomeru, nastáva situácia, v ktorej objektívne nie je možné čerpať dovolenku do konca nasledujúceho kalendárneho roka. V tomto kontexte dochádza k ukončeniu funkčného obdobia ex lege, pri ktorom zanikajú všetky zákonné nároky spojené s týmto funkčným obdobím a súčasne začína nové funkčné obdobie s novými zákonnými nárokmi. S ohľadom na uvedené závery sa dovolenka starostu v prípade jeho opätovného zvolenia neprenáša do nasledujúceho funkčného obdobia, ale jej nevyčerpaná časť sa prepláca. (Fabianová,

2021). Žuľová a Švec (2023) sa nestotožňujú s argumentáciou kasačného súdu. Domnievajú sa, že aj po skončení funkčného obdobia si starosta mohol uplatniť nárok na čerpanie dovolenky in natura, a to až do konca nasledujúceho kalendárneho roka. Tento záver opierajú o výklad § 2 ods. 2 zákona o právnom postavení a platových pomeroch starostov obcí a primátorov miest, ktorý výslovne neupravuje otázku čerpania dovolenky po skončení výkonu funkcie a zároveň ani neustanovuje žiadne obmedzenia, ktoré by vylučovali možnosť čerpania dovolenky do konca budúceho kalendárneho roka počas opätovného výkonu funkcie. Podľa uvedených autorov preto nemožno akceptovať výklad, podľa ktorého by sa nárok na dovolenku posudzoval a vyrovnával výlučne za konkrétne, už ukončené, funkčné obdobie. Takéto chápanie nereflektuje ani znenie, ani účel dotknutého ustanovenia. § 2 ods. 2 predmetného zákona totiž upravuje výlučne vzťah nároku na dovolenku ku kalendárnemu roku, v ktorom vznikol, a ku kalendárnemu roku určenému na jej čerpanie, bez toho, aby jeho uplatnenie akokoľvek viazal na trvanie konkrétneho funkčného obdobia starostu.

Vzhľadom na uvedené interpretačné rozpory by bolo v rovine *de lege ferenda* vhodné zvážiť osobitnú právnu úpravu dovolenky starostu, ktorá by viedla k odstráneniu aplikačných nejasností a zabezpečila jednotný právny výklad.

Odmeňovanie

Právne postavenie starostu a jeho platové ohodnotenie sa v základných črtách premietlo pôvodne v zákone o obecnom zriadení. Podľa zákona o obecnom zriadení bola výška platu starostu výlučne v kompetencii obecného zastupiteľstva. Takáto právna úprava sa v aplikačnej praxi postupne ukázala ako potenciálne zneužíteľná, čo vyvolalo potrebu pristúpiť k zakotveniu aspoň základných mechanizmov a zároveň stanoviť minimálne finančné ohodnotenie práce starostov obcí. Prijatím zákona o právnom postavení a platových pomeroch starostov obcí a primátorov miest sa vytvoril relatívne samostatný systém odmeňovania práce starostov, nadväzujúci na priemernú mzdu zamestnancov v národnom hospodárstve (Sotolář J. a Sotolář M. 2023). Podľa dôvodovej správy: „*touto právnou úpravou by sa dosiahla určitá jednotnosť pri určovaní platov starostov a primátorov a v závislosti od toho aj ďalších pracovníkov obce. Navrhovaná konštrukcia súčasne vytvára dostatočný priestor na zohľadnenie enormných nárokov, ktoré sú kladené na starostov a primátorov.*“ Pôvodným legislatívnym zámerom zákona bolo presadiť princíp zásluhovosti pri výkone verejnej funkcie, avšak v dôsledku viacerých novelizácií jeho charakter nadobudol skôr podobu paušálneho odmeňovania so stanovenou hornou a spodnou hranicou. Postupný legislatívny vývoj viedol k vypusteniu inštitútu odmien, ktorý bol nahradený tzv. „*navýšením platu*“. V súčasnosti plat starostu upravujú § 3 a § 4 zákona o právnom postavení a platových pomeroch starostov obcí a primátorov miest. V súlade s ustanovením § 4 ods. 1 predmetného zákona sú starostovia na účely určenia platu zaradovaní do deviatich platových tried nasledovne:

Tabuľka č.1 Platové pomery starostu obce

Počet obyvateľov	Násobok	Plat starostu obce (€)
Do 500	1,65	2 514,6
501- 1000	1,83	2 788,92
1001- 3000	2,20	2 880,36
3001 - 5000	2,41	3 672,84
5001 – 10 000	2,60	3 962,4
10 001 – 20 000	2,81	4 282,44
20 001 – 50 000	3,21	4 892,04
50 001 – 100 000	3,54	5 394, 96
Od 100 001	3,98	6 065,52

Zdroj: *vlastné spracovanie podľa zákona č.253/1994 Z.z. o právnom postavení a platových pomeroch starostov obcí a primátorov miest v znení neskorších predpisov*

Z tabuľky č.1 vyplýva, že minimálny plat starostu sa určuje na základe zaradenia do príslušnej platovej skupiny. Výška platu sa vypočíta vynásobením zákonom určeného násobku a priemernej mesačnej mzdy zamestnanca v národnom hospodárstve za predchádzajúci kalendárny rok. Priemerná mesačná mzda za rok 2024 je stanovená vo výške 1 524 eur. Vo všeobecnosti platí, že plat starostu obce nesmie byť nižší než je zákonom stanovená minimálna hranica. Obecné zastupiteľstvo je však oprávnené v súlade §4 ods. 2 predmetného zákona zvýšiť rozhodnutím plat starostu až o 60 %. Právna úprava priamo neupravuje žiadne kritériá ani podmienky pre takýto postup. V tomto kontexte je dôležité rešpektovať dôvodovú správu, ktorá uvádza legitímne dôvody na zvýšenie platu starostu obce. Zo znenia dôvodovej správy vyplýva, že obecné zastupiteľstvo pri určovaní výšky platu vychádza zo zákonom ustanoveného minimálneho mesačného platu a prihliada na skutočné pomery v obci a na náročnosť výkonu funkcie starostu. Ako kritéria pre navýšenie minimálneho platu možno uviesť napr. počet zamestnancov obce, náročnosť výkonu práce, existencia obecnej polície a pod. (Sotolář J. a Sotolář M. 2023).

Odstupné

Jedným z najzásadnejších problémov aplikačnej praxe po prijatí zákona o právnom postavení a platových pomeroch starostov obcí a primátorov miest bolo obmedzenie priznávania určitých nárokov výlučne tým starostom a primátorom, ktorí boli na výkon verejnej funkcie dlhodobo uvoľnení. Medzi tieto nároky patril aj nárok na odstupné, ktorý sa pri uplatnení striktnie gramatického výkladu priznával iba tým starostom, ktorí počas výkonu funkcie mali zamestnávateľa a boli ním na výkon tejto funkcie dlhodobo uvoľnení (Sotolář J. a Sotolář M., 2015). Takto uplatňovaný výklad mal reštriktívny charakter, najmä z hľadiska, že významná časť starostov v danom období pochádzala z radov nezamestnaných osôb, dôchodcov alebo samostatne zárobkovo činných osôb. V reakcii na uvedené výkladové problémy pripravilo Ministerstvo práce, sociálnych vecí a rodiny v spolupráci so Združením miest a obcí Slovenska v roku 1995 návrh novely zákona (Thurzová, Dudor a Mezei 2016). Jedným z cieľov tejto novely bolo vypustenie pojmu „dlhodobo uvoľnený na výkon funkcie“ s cieľom zabezpečiť nárok na odstupné pre všetkých starostov. Príslušný návrh však nebol parlamentom schválený. Problematika bola napokon legislatívne riešená až zákonom č. 172/1998 Z. z., ktorým sa mení a dopĺňa zákon o právnom postavení a platových pomeroch starostov obcí a primátorov miest. Na základe tejto novely bol inštitút odstupného ako jednorazová forma ocenenia výkonu verejnej funkcie priznaný všetkým starostom, ktorým sa výkon funkcie skončil zákonom predpokladaným spôsobom, bez ohľadu na to, či boli na jej výkon dlhodobo uvoľnení zo zamestnania alebo nie. Novelizácia právnej úpravy odstupného napriek prijatým zmenám nepriniesla pre starostov výrazný motivačný efekt, pretože nárok na odstupné im priznáva aj v prípade, ak sa funkcie dobrovoľne vzdajú. Za pozitívum však možno považovať, že novela v § 5 ods. 5 výslovne zakotvila nárok na odstupné v prípade úmrtia starostu. Tento nárok následne prechádza na osoby, ktoré s ním v čase smrti žili v spoločnej domácnosti.

Posledná prijatá novela, účinná od decembra 2018, zaviedla určovanie výšky odstupného podľa dĺžky trvania výkonu funkcie starostu. Právny stav účinný pred prijatím tejto novely zabezpečoval jednotnú výšku odstupného pre všetkých starostov, ktorí vykonávali svoju funkciu dlhšie ako šesť mesiacov, pričom odstupné bolo stanovené vo výške trojnásobku ich priemerného mesačného platu. V súčasnosti sa poskytovanie odstupného starostom riadi mechanizmom obdobným tomu, ktorý sa uplatňuje pri zamestnancoch v pracovnom pomere. Zamestnanci majú po skončení pracovného pomeru nárok na odstupné, ktorého výška závisí od dĺžky trvania pracovného pomeru u zamestnávateľa. V prípade starostov sa výška odstupného odvíja od dĺžky trvania výkonu funkcie. Konkrétna výška odstupného pri skončení funkčného obdobia starostu je stanovená v súlade § 5 ods. 1 zákona o právnom postavení starostov nasledovne:

Tabuľka č.2 Odstupné starostu

Dĺžka trvania výkonu funkcie	Výška odstupného
Viac ako 6 mesiacov	Dvojnásobok priemerného mesačného platu starostu
Jedno funkčné obdobie	Trojnásobok priemerného mesačného platu starostu
Dve po sebe nasledujúce funkčné obdobia	Štvornásobok priemerného mesačného platu starostu
Najmenej tri po sebe nasledujúce funkčné obdobia	Päťnásobok priemerného mesačného platu starostu

Zdroj: *vlastné spracovanie podľa zákona č.253/1994 Z.z. o právnom postavení a platových pomeroch starostov obcí a primátorov miest v znení neskorších predpisov*

V tomto kontexte je potrebné zdôrazniť, že pojmy „volebné obdobie starostu“ a „funkčné obdobie starostu“ nemožno považovať za totožné. Hoci sa v praxi často používajú ako synonymá, ich význam sa líši. Volebné obdobie predstavuje pevne stanovený časový úsek v trvaní štyroch rokov, avšak funkčné obdobie starostu predstavuje obdobie od momentu zloženia zákonom predpísaného sľubu až po zánik výkonu funkcie. Tento časový interval môže byť kratší ako samotné volebné obdobie, a to napríklad z dôvodu neskoršieho termínu zloženia sľubu, predčasného vzdania sa mandátu, úmrtia starostu a pod. (Matlovičová, 2022).

Záver

Právna úprava pracovnoprávneho postavenia starostu obce ani po viacerých legislatívnych zásahoch nevykazuje potrebnú mieru komplexnosti. Analýza inštitútov dovolenky, odmeňovania a odstupného poukazuje na skutočnosť, že súčasná právna úprava reflektuje snahu o určitú mieru pracovnoprávnej ochrany starostu obce. Zároveň však poukazuje na množstvo výkladových nejasností, ktoré spôsobujú problémy v aplikačnej praxi. Za osobitne problematickú možno považovať neurčitost spojenú s primeraným použitím Zákonníka práce, najmä pri určovaní čerpania dovolenky. Rovnako sporná je aj otázka čerpania dovolenky po opätovnom zvolení starostu. V oblasti odstupného pretrvávajú výkladové nejasnosti, predovšetkým v súvislosti s jeho priznaním v prípade opätovného zvolenia starostu, ako aj s nedostatkom motivačných prvkov, ktoré by podporovali jeho zotrvanie vo funkcii až do ukončenia funkčného obdobia. Do budúcnosti sa preto javí ako potrebné systematicky pokračovať v precizovaní právnej úpravy s cieľom posilniť právnu istotu starostov a zabezpečiť jednoznačný výklad príslušných ustanovení upravujúcich ich pracovnoprávne postavenie.

Literatúra

BARANCOVÁ, Helena a SCHRÖNK, Peter, 2002. Pracovné právo. 1 vyd. Bratislava: Sprint v.fra. ISBN 80-88848-97-0.

FABIANOVÁ, Zuzana, 2021. Nárok starostu na preplatenie nevyčerpanej dovolenky v prípade opätovného zvolenia do funkcie. In: Bulletin slovenskej advokácie, 11- 22.11.2021, Bratislava: Slovenská advokátska komora, s. 41-42. ISSN 1335-1079.

KUBANKOVÁ, Viera, 2020. Dovolenka starostu obce [online]. 2020. [cit. 2025.03.30]. Dostupné na: <https://www.epi.sk/priklad-z-praxe/dovolenka-starostu-obce-2.htm>

MATLOVIČOVÁ, Iveta, 2022. *Nároky starostu v súvislosti s dovolenkou a odstúpnym*. In: Pracovné právo [online]. 2022. [cit. 2025.03.29]. Dostupné na: <https://www.pracovnepravo.sk/sk/personalistika/naroky-starostu-v-suvlosti-s-dovolenkou-a-odstupnym.pk-207.html>

SOTOLÁŘ, Jozef a SOTOLÁŘ, Martin, 2023. Príručka starostu obce. 2. doplnené a prepracované vydanie. Košice: SOTAC, s.r.o. ISBN 978-80-89446-93-3.

SOTOLÁŘ, Jozef a SOTOLÁŘ, Martin, 2015. Zákon o právnom postavení a platových pomeroch starostov obcí a primátorov miest : (podrobný komentár s judikatúrou). Košice: SOTAC, s.r.o. ISBN

THURZOVÁ, Marta, Ladislav, DUDOR a Juraj MEZEI, 2016. Pracovnoprávne vzťah v územnej samospráve. Bratislava: Wolters Kluwer. ISBN 978-80-8168-369-5.

TEKELI, Jozef, Lukáš TOMÁŠ a Marian Hoffmann, 2021. Zákon o obecnom zriadení. 2. vyd. Bratislava: Wolters Kluwer. ISBN 978-80-571-0359-2.

TREŠOVÁ, Silvia a PERÁČEK, Tomáš, 2013. Pracovné právo pre manažérov. 2. doplnené a prepracované vydanie. Bratislava: Univerzita Komenského v Bratislave. ISBN 978-80-223-3530-0.

ŽOFČINOVÁ, Vladimíra, 2021. Pracovnoprávne vzťahy vo verejnej správe (delegovaná a subsidiárna pôsobnosť Zákonníka práce). Praha: Leges s.r.o. ISBN 978-80-7502-577-7.

ŽOFČINOVÁ, Vladimíra, 2024. Selection of labour law issues at the level of municipal government. In: Central European Papers. vol. 12, iss. 2, p. 27-41. doi: 10.25142/cep.2024.004.

ŽULOVÁ, Jana a ŠVEC, Marek, 2023. Právo na čerpanie dovolenky starostami obcí a primátormi miest. In: *Justičná revue*, vyd. 4. [online]. [cit. 2025.03.28]. Dostupné na: <https://www.legalis.sk/sk/casopis/justicna-revue/pravo-na-cerpanie-dovolenky-starostami-obci-a-primatormi-miest.m-3411.html>

Zákon č. 369/1990 Zb. o obecnom zriadení

Zákon č. 253/1994 Z.z. o právnom postavení a platových pomeroch starostov obcí a primátorov miest

Zákon č. 552/2003 Z.z. o výkone práce vo verejnom záujme

Zákon č. 311/2001 Z.z. Zákonník práce

Zákon č. 172/1998 Z. z., ktorým sa mení a dopĺňa zákon Národnej rady Slovenskej republiky č. 253/1994 Z. z. o právnom postavení a platových pomeroch starostov obcí a primátorov miest v znení zákona Národnej rady Slovenskej republiky č. 374/1994 Z. z.

Dôvodová správa k zákonu č. 253/1994 Z. z. o právnom postavení a platových pomeroch starostov obcí a primátorov miest.

Kde žijú divé zvery? (Animálnosť v poézii a jej umiestnenie)

Where the wild things are? (Animality in poetry and its placement)

Alexandra MÚDRA

Univerzita Pavla Jozefa Šafárika v Košiciach, Filozofická fakulta

Abstrakt: Text sa zaoberá lokalizáciou aspektu animálnosti a možnými prístupmi k umiestneniu animálnosti v poézii. Skúma úlohu a význam tohto umiestnenia, perspektívy ľudského a animálneho subjektu a prístup autora z pohľadu antropocentrizmu. Tento príspevok má ponúknuť teoretický úvod k analytickej časti výskumu animálnosti ako výrazového prostriedku v súčasnej poézii.

Kľúčové slová: *animálnosť, lokalizácia, poézia, subjekt, antropocentrizmus*

Abstract: This article focuses on the localization of the animal aspect, along with possible approaches to its position in poetry. It examines the role and purpose of the position, the perspectives of the human and animal subject, and the authorial approach from the anthropocentric perspective. The article should propose a theoretical introduction for the analytical part of the research on animality as a means of expression in contemporary poetry.

Keywords: *animality, localization, poetry, subject, anthropocentrism*

Antropocentrizmus, animálnosť a jej umiestnenie v súčasnej poézii

Animálnosť ako fenomén na jednej strane svojou frekvenciou výskytu a na druhej spôsobom modelovania (nielen) v poézii poukazuje na imanentnú spätosť s tým, čo sa z pohľadu antropocentrizmu považuje za ľudské. V kontexte antropocentrickej teórie sa narába s etickým rámcom, ktorý človeku pripisuje *inherentnú hodnotu* (*intrinsic value*) na rozdiel od ostatných bytostí, v súvislosti s ktorými používa pojem *inštrumentálna hodnota* (*instrumental value*). V istom zmysle však etiku ako takú možno považovať za antropocentrickú, ak predpokladáme spoločenský konsenzus v otázke dispozície kognitívnej schopnosti formulovať a identifikovať morálnu hodnotu ako výlučne ľudskej. Táto skutočnosť stavia človeka ako subjekt (a všetky ostatné bytosti ako objekt) do centra akéhokoľvek etického systému ako konštruktu, čím zároveň privádza istú časť vedeckej obce k tvrdeniu, že antropocentrizmus je jediný logický etický systém, ktorý máme k dispozícii. Naproti tomu stojí názor, že táto okolnosť je eticky nezaujímavá a nepredstavuje obmedzujúci faktor v type etického systému, ktorý určuje „dobré“ a „zlé“, „správne“ a „nesprávne“. Ak je teda človek podľa antropocentrizmu sám morálnym činiteľom, rovnaká kognitívna schopnosť umožňujúca porovnávať vonkajší svet so sebou samým mu tiež umožňuje hodnotiť iné „subjekty“ ako samoúčelné. *Ontologický antropocentrizmus* (*ontological anthropocentrism*) predstavuje koncepciu sveta zameraného na človeka, kde jeho poznanie determinuje etický prístup. Na druhej strane stojí *etický antropocentrizmus* (*ethical anthropocentrism*), ktorý chápe človeka ako jediného nositeľa *inherentnej hodnoty*. Ďalej môžeme hovoriť o *antropocentrizme v užšom zmysle* (*narrow anthropocentrism*), ktorý vníma človeka ako subjekt v izolácii a neľudské vzťahy označuje pre ľudské konanie za irelevantné, prípadne o *osvietenom, širšom antropocentrizme* (*enlightened, broad anthropocentrism*), ktorý definuje človeka ako subjekt ukotvený v ekologickom kontexte, pričom berie do úvahy jeho závislosť na nespočetných vzťahoch s inými bytosťami a systémami (Goralnik, Nelson, 2012). Pre potreby načrtnutia prevalentného prístupu autorov súčasnej poézie k narábaniu s animálnosťou a jej umiestňovaniu sa bližšie budeme venovať *širšiemu antropocentrizmu* (*broad anthropocentrism*).

Prítomnosť animálnosti ako aspektu, prípadne ako celého elementu (nielen) v súčasnej poézii môže byť nástrojom, ale zároveň aj dôsledkom kritiky antropocentrizmu a reakciou naň. Súčasné poetické texty reprezentujú zvieratá rozmanitými spôsobmi, napríklad prostredníctvom antropomorfizácie, ekopoetiky alebo intersubjektívneho prístupu. V dôsledku toho animálnosť v poézii prekračuje tradičné literárne rámce a stáva sa prostriedkom redefinície vzťahu medzi ľudským a neľudským, človekom a zvieratom. Pri definícii odvodenín *animálny* a *animálnosť* sa však už nemožno riadiť výkladom pôvodného významu pojmu; *animus* ako duch, *anima* ako dych, *animalis* ako žijúci, *animulus* ako duša – naproti tomu *ex-animis*, *ex-animalis* ako mŕtvy (de Vaan, 2008). Pojem *animálny* preto budeme v tomto texte používať v obmedzenom zmysle ako náprotivok *ľudského*, ako toho, čo nie je *zvieracie*, a to v súlade so súčasným chápaním pojmu, ktoré má korene práve v antropocentrizme.

Možno práve v dôsledku podobnosti slov *antropocentrizmus* a *antropomorfizmus* často dochádza k ich chybnému zamieňaniu, pričom pri *antropomorfizme* ide o pripisovanie ľudských vlastností neľudským entitám. Zamieňanie týchto dvoch pojmov môže byť len jednoduchou jazykovou chybou, zároveň však naznačuje zaujímavé etické paralely. Rovnako ako *ontologický antropocentrizmus* poukazuje na obmedzenia ľudskej skúsenosti, *antropomorfizmus* často odráža snahu ľudského rozprávača vytvárať subjekty, ktoré komunikujú a nadväzujú vzťahy jediným spôsobom, ktorému rozprávač úplne rozumie, aj keď životy týchto subjektov nezodpovedajú ekologickej realite. Podobne mnohí etici tvrdia, že *úzký antropocentrizmus* reaguje na v skutočnosti neexistujúci svet, pretože nezohľadňuje komplexné ekologické vzťahy, ktoré definujú a udržiavajú človeka. Takže aj keď *antropomorfizmus* a *úzký antropocentrizmus* zobrazujú vymyslenú, projektovanú realitu, *antropomorfizmus* možno chápať aj ako pokus napraviť morálny nedostatok tým, že človeku ako autorovi umožňuje vcítiť sa do neľudskej prírody (Goralnik, Nelson). V literatúre sa antropocentrizmus dlho považoval za dominantnú optiku, cez ktorú boli zvieratá vykresľované ako metafory, symboly alebo kontrapunkty k ľudskej existencii. V súčasnej poézii však čoraz viac autorov využíva animálnosť na problematizáciu týchto hierarchií, čím sa z animálnosti ako estetického prvku v poézii stáva aj nástroj environmentálnej a sociálnej kritiky. Ako uvádza Thomas

Pughe, poetický antropomorfizmus môže fungovať nielen ako literárny prostriedok, ale aj ako spôsob reálneho prehodnotenia zvieracej subjektivity (Pughe, 2022). Michael Malay naproti tomu už konkretizuje, ako básnici ako Ted Hughes či Elizabeth Bishop využívajú zvieracie obrazy nielen na estetické účely, ale aj na podnecovanie empatie voči zvieratám (Malay, 2019). Zároveň zdôrazňuje, že zvieratá v poézii už nie sú len symbolmi, ale subjektmi so špecifickými hlasmi, čím opäť len podčiarkuje antropocentrický model, v ktorom človek v role autora predstavuje samozvaného ľudského tlmočníka predpokladanej neľudskej skúsenosti.

V súvislosti s umiestnením animálneho elementu do neanimálneho priestoru, teda takého, ktorý sa koncentruje okolo človeka a v ktorom človek dominuje, je vhodné spomenúť tri mená: Heidegger, Derrida a Agamben. Martin Heidegger napríklad v rámci konceptu *Dasein* rozlišuje ľudské a zvieracie *Dasein* (1996). Na jeho snahy nakresliť striktnú deliacu čiaru medzi týmito svetmi reaguje ďalej Jacques Derrida svojím postmoderným prístupom, ktorý relativizuje jednoznačnosť a priamočiarosť Heideggerových snáh. V súčasnosti sa napokon dostávame k Agambenovi, ktorý úplne popiera ukotvenosť zvieracieho v ľudskom svete a otáča perspektívu posudzovateľa do bodu, v ktorom sa pýta, aké poslanie, aký význam by človek naplnil, ak by nebolo animálneho sveta – teda ak vydestilujeme podstatu toho „ľudského“ poslania, všetkých konštruktov, ktoré človek vytvoril sám pre seba, v záujme „zamestnať sa“ (Boehrer et al., 2018). Heidegger sa vo svojich prednáškach v rokoch 1929 – 1930, v ktorých sa venoval základným pojmom metafyziky, pokúsil porovnávacou formou skúmať vzťah človeka, zvierat a kameňa voči svetu. Kým človeku pripísal schopnosť svet vytvárať, zviera uviedol ako o svet ochudobnené a kameň definoval ako „bezsvetý“. Keďže v tejto diferenciácii sa dominante pracuje s kategóriou „sveta“ ako s priestorom vlastným konkrétnej množine žijúcich organizmov, pričom kameň je úplne „bez sveta“, Heidegger môže túto množinu bytostí odložiť bokom a sústrediť sa bližšie na rozdiely a podobnosti medzi svetom človeka a zvierat. Na prvý pohľad by sa mohlo zdať, že zviera má niečo ako svet – ak pod „svetom“ rozumieme prístup k iným bytostiam – pretože zviera očividne má určitý vzťah k iným bytostiam. Aj napriek tomu, že v sebe nie je uzavreté podobne ako kameň, sa tento prístup javí ako ochudobnený v porovnaní s ľudskými vzťahmi. Ľudský vzťah k svetu sa totiž zdá omnoho bohatší, pretože pôsobí ako nuansovanejší spôsob prístupu k iným bytostiam – a práve preto sa svet zvierat javí ako relatívne a porovnateľne chudobný. Tento rámec postupne rozvíja do bodu, v ktorom uzavrie, že zviera nemá „vlastný svet“, žiaden referenčný kontext významu, v ktorom by mohli iné bytosti vstupovať do prítomnosti a nadobúdať zmysel. Neexistuje možnosť, ako by zvieratá rozlišovali medzi bytostami a ich *Bytím* alebo aby mali prístup k bytostiam ako takým, preto podľa Heideggera môžeme len dospieť k záveru, že medzi zvieratom (animálnym) a človekom (neanimálnym) je nepreklenuteľná priepasť (Boehrer et al., 2018). Naproti tomu Derrida vo svojej slávnej prednáške *L'Animal que donc je suis* (1997) obvinil celé dejiny filozofického diskurzu od Aristotela po Heideggera z prekrútenia a dezinterpretácie základného ontologického rozdielu medzi tým, čo označujeme ako animálne, zvieracie, a tým, čo nazývame ľudským, humánnym.

V poézii, podobne ako v iných umeleckých formách, však človek so zvieratami viac či menej úspešne dlhodobo prebýva. Ich priestory sa v niektorých prípadoch prelínajú, v iných spájajú až splyývajú. Nemožno tu teda paušálne vyčleniť umiestnenia charakteristické pre animálny a neanimálny element, čoho snád' najlepším príkladom je poézia Evy Luky. Napriek tomu v slovenskom literárnom priestore neexistuje prevalencia poetických textov, ktoré by sa animálnosti venovali ťažiskovo a v takom blízkom strete s neanimálnym, ako sa ukazuje aj v textoch spomínanej autorky. S týmto povšimnutím súvisia snahy aj súčasnej slovenskej literárnej vedy, ktorá sa len okrajovo venuje otázke zvieracieho. Spomeňme len teoretický vstup Jána Gavuru na pôde Ústavu slovenskej literatúry SAV v rámci konferencie *Zviera v slovenskej poézii* (2022), kde „predostrel náčrt klasifikácie, v ktorej rozdelil básnikov do troch skupín – 1. ktorí neberú na zreteľ prítomnosť zvierat, 2. pre ktorých sú zvieratá prirodzenou súčasťou tvorby (literatúra pre deti, prírodná lyrika, duchovná tvorba) a 3. ktorí využívajú zvieracie prvky do tej miery, ako sú súčasťou sveta. Za najobsiahlejšiu označil tretiu skupinu, čo potvrdili aj ďalšie príspevky konferencie. Zviera ako motív, nástroj, perspektíva či súčasť väčšieho teologicko-filozofického svetonázoru sa v básnickej reflexii stáva prvkom, ktorým možno interpretovať individuálnu poetiku i koncept sveta vybraného autora“ (Zlejšia, 2022, s. 648).

Záver

Napriek historickým snahám filozofie delimitovať animálnosť ako fenomén izolovaný od toho, čo sa v súčasnom spoločenskom diskurze chápe ako ľudské, môžeme zaznamenať aj v kontexte antropocentrizmu rôzne prístupy, ktoré medzi ľudským a animálnym poukazujú na ich významnejšie prieniky a súvislosti. V slovenskom literárnovednom kontexte sa zatiaľ ekopoetike a animálnym štúdiám väčšia pozornosť nevenovala, no čiastkové výstupy v téme animálnosti poukazujú na skutočnosť, že zvierací element v slovenskej poézii je využívaný skôr ako výrazový prostriedok, než ako ústredný element, pričom tieto prípady sú minoritne zastúpené.

Literatúra

BOEHRER, Bruce, HAND, Molly a MASSUMI, Brian, 2018. *Animals, Animality, and Literature*. Cambridge: Cambridge University Press. ISBN 978-1-108-42982-5.

DERRIDA, Jacques, 1997. *L'Animal que donc je suis*. Prednáška. V: Cerisy-la-Salle, Centre culturel international de Cerisy-la-Salle (CCIC).

GORALNIK, Lissy a NELSON, Michael P., 2012. Anthropocentrism. In: Encyclopedia of Applied Ethics (Second Edition). Cambridge: Academic Press, s. 145-155. ISBN 978-0-12-373932-2.

HEIDEGGER, Martin, 1996. The Fundamental Concepts of Metaphysics: World, Finitude, Solitude. Preklad (NE – EN): William McNeill, Nicholas Walker. Bloomington: Indiana University Press. 2nd ed. ISBN 978-0253327499.

MALAY, Michael, 2019. The Figure of the Animal in Modern and Contemporary Poetry. Bristol University Press.

PUGHE, Thomas, 2022. "Nature's Social Union: Re-Reading Anthropomorphism in Poetry About Animals." Caliban.

ZLEJŠIA, Barbora, 2022. Zviera v slovenskej poézii. In Slovenská literatúra, vol. 69, no. 6, pp. 648 – 650. 0037-6973. DOI: <https://doi.org/10.31577/slovlit.2022.69.6.13>

Otázka ľudskej subjektívnosti u Jana Patočku

The Question of Human Subjectivity in Jan Patočka

Viktória NOVÁKOVÁ

Univerzita Pavla Jozefa Šafárika v Košiciach, Filozofická fakulta

Abstrakt: Príspevok analyzuje problém ľudskej subjektívnosti v koncepcii J. Patočku. Filozofia J. Patočku sa zameriava na odкрývanie internej podstaty ľudského bytia v dejinách filozofie. Spolu s Patočkom sa domnievame, že aj v dnešnom progresívnom vedecko-technickom svete sa dostáva do popredia otázka vlastného bytia. J. Patočka interpretuje dušu človeka vo filozofii Platóna. U Platóna vyzdvihuje myšlienku starostlivosti o ľudskú dušu. J. Patočka analyzuje problém človeka u Hegela. Hľadal antropologické motívy vo špekulatívnej filozofii. Podľa neho vývoj svetového ducha v prírode a spoločnosti garantuje interný vývoj jednotlivcov. Myslíme si, že Patočkova analýza ľudskej subjektívnosti môže byť predmetom skúmania súčasnej filozofickej antropológie.

Kľúčové slová: *J. Patočka, dejiny filozofie, ľudská subjektívnosť, antropológia, Platón*

Abstract: The paper analyzes the problem of human subjectivity in the conception of J. Patočka. Patočka's philosophy focuses on uncovering the internal essence of human existence in the history of philosophy. Along with Patočka, we believe that even in today's progressive scientific and technological world, the question of one's own being is coming to the forefront. Patočka interprets the human soul in the philosophy of Plato. In Plato, he emphasizes the idea of caring for the human soul. Patočka analyzes the problem of man in Hegel. He sought anthropological motifs in speculative philosophy. According to him, the development of the world spirit in nature and society guarantees the internal development of individuals. We believe that Patočka's analysis of human subjectivity can be a subject of study for contemporary philosophical anthropology.

Keywords: *J. Patočka, history of philosophy, human subjectivity, anthropology, Platon*

Platón a starostlivosť o dušu

V publikácii *Platón a Európa* J. Patočka interpretoval otázku duše vo filozofii Platóna. Tvrdil, že duša je sústavne v kontakte s myslením. Myslenie je postavené na fundamente starostlivosti o dušu. Pri uvažovaní sa odhaľuje skutočný základ duše. Skrytá vnútorná podstata duše kreuje filozofické systémy. J. Patočka videl prvé koherentné vlastnosti duše vo filozofii Platóna. Vnútorná povaha duše umožňuje učiť sa. Učením duša zbiera nové skúsenosti z nepoznaných okolností. Proces získavania nových znalostí zaručuje stretnutie sa s vlastnou internou povahou bytia. Duša človeka sa sústavne vystavuje prekážkam, ktoré sa statočne snaží prekonávať, zbiera nové skúsenosti, selektuje a orientuje sa v životných prioritách. Ľudské vedomie si tvorí svoj hodnotový aparát. Podľa aktuálnych priorit prikláňa svoje bytie k želanej životnej ceste (Patočka, 2007, s. 93, s. 95). J. Patočka sa vyjadril: „...získala určité merítko preto, čo je jej vlastné bytie. Merítko si dala týmto spôsobom: je to, čo je jednotné, stále a presné“ (Patočka, 2007, s. 95). Podľa J. Patočku duša v každodenných starostiach sa pohybuje v spoločenskom styku a v okolí súcien. Spoznáva, vníma a koná vo svete. Duša pýtajúca sa, reflexívna túži po vedení, skúma svet. Stará sa o seba a filozofuje. (Patočka, 2007, s. 96). M. Cajthaml v diele *Európa a starosť o dušu* interpretoval sokratovsko-platónsku starosť o dušu. Domnieval sa, že J. Patočka si všima v dialógoch Sokrata jedinečnú možnosť dopracovať sa ku kreovaniu vlastnej internej podstaty bytia. V prvej fáze dialógu Sokrates predkladá otázky svojmu partnerovi a diagnostikuje stav jeho poznávajúcej duše. Partner analyzuje problémové otázky, dostáva sa do rozpakov a ukazuje sa, že jeho poznanie bolo omylné. V poslednej fáze dialógu Sokrates nabáda svojho partnera k odkývaniu nových pravdivých skutočností. Pri odhaľovaní pravdy sa dostáva k hraniciam možnosti vlastného bytia (Cajthaml, 2010, s. 51–56).

M. Cajthaml sa domnieval, že J. Patočka analyzuje starostlivosť o dušu v troch rovinách. Prvá rovina sa zaoberá ontokosmologickým životným rozvrhom. J. Patočka vo svojom modeli prepája myšlienky Platóna a Demokrita s ohľadom na praktický životný rozmer. Podľa neho človek vyhľadáva duševné hodnoty a vzdáva sa od vlastnej telesnosti. Pri tejto forme starostlivosti o dušu ľudská bytosť hľadá systematicky pravdu, nehmotné životné priority a vzdáva sa od svetských súcien, od obce, aby sa plnohodnotne mohla venovať duchovným princípom (Cajthaml, 2010, s. 70–72). Druhá rovina analyzuje život človeka v obci. Podľa M. Cajthamla sa J. Patočka domnieva, že Platón pri svojej interpretácii vychádza zo Sokrata. Antický filozof Sokrates bol ústredná postava politického života a aj prostredníctvom jeho dialógov mohla vzniknúť teória novej usporiadanej obce na duchovných hodnotách. Vo svojom koncepte Platón analyzuje interné povahy duše všetkých ľudí v obci. Svojou interpretáciou rozdelenia obyvateľstva v štáte dáva veľký dôraz na výchovu strážcov. Strážcovia mali dôležitú úlohu, starali sa o blaho a spravodlivosť v obci (Cajthaml, 2010, s. 76–77). Tretia rovina rieši vzťah človeka k svojej duši. Duša vo svojich skúsenostiach sa obracia sama k sebe, približuje sa k vlastnému bytiu a spoznáva sa. Pri neustálom zakúšaní empirického sveta sa stupňuje aj starostlivosť o vlastnú dušu. Vzdáva sa od zmyslových súcien a približuje sa k večnému súcnu. Týmto spôsobom sa duša postupne selektuje od telesných pudov, zmyslovej túžby. (Cajthaml, 2010, s. 78–79). J. Patočka sa v publikácii *Platón* zaoberá analýzou ideí v koncepte Platóna. Podľa J. Patočku filozofia je prostriedkom na dosiahnutie najvyššieho duchovného životného cieľa. Myslenie je cesta k pravdivému poznávaniu. V rámci myslenia si človek uvedomuje svoju vzdialenosť od pravdy, život v nevedomosti a obklopenie klamlivými ilúziami. Patočka sa domnieva, že človek musí prekonať empiriu vo svete a prostredníctvom sokratovského dialógu prehodnotiť svoju doterajšiu existenciu, urobiť vo svojom živote duchovný prevrat (Patočka, 1992, s. 290). Platón najvyšší duchovný rozmer videl vo svete večných ideí. J. Patočka sa k riši ideí u Platóna vyjadril: „Celá

ríša ideí tkvie v Dobre, nie je ničím iným než skutočnosťou, realitou v plnom kladnom zmysle..., takže je dobrým, bez nedostatočnosti, zápornosti existujúcim súcnom“ (Patočka, 1992, s. 291). Idey vo filozofii Platóna sú čisté, nadmyslové, nemenné, večné a odrážajú zmyslové, nedokonalé súcna v senzualistickom svete. Filozofia sa stala cestou, ktorá smeruje k večným ideám a k najvyššiemu Dobru. J. Patočka uvádza, že Platónov koncept vedie k riešeniam aj mravných problémov vo verejnej sfére. Východisko v etických spoločenských dilemách vidí v celku spoločnosti. Spoločenský zmysel smerujúci ku konečnému, najdokonalejšiemu Dobru dáva zmysel života aj individualite (Patočka, 1992, s. 291 – 293).

J. Patočka v diele *Starosť o dušu III.* analyzuje industriálnu spoločnosť. Tvrdí, že spoločnosť v modernej dobe disponuje vedeckým a technickým progresom. Vyčerpávanie prírodných surovín a intenzívne využívanie prírodných zdrojov sa stalo verejným záujmom. Technika a veda uspokojuje spoločenskú túžbu po sústavnej modernizácii. Vyššia životná úroveň zapríčinila populačnú explóziu. Následkom zvyšovania počtov obyvateľstva nastal silný zásah do pôvodnej fauny a flóry a výrazne sa znečistilo životné prostredie. J. Patočka uviedol, že civilizačná modernizácia človeka ho odcudzuje od vlastného bytia. Človek sa domnieva, že vedecko-technický spôsob života je prirodzený. V skutočnosti sa človek odcudzuje sám sebe a jeho existencia je degradovaná na výkon (Patočka, 2002, s. 98 – 101). Určuje industriálnu spoločnosť ako úpadkovú, pretože prehĺbuje vlastné interné odcudzenie. Návrat človeka k sebe samému vidí v spritomení dejín filozofie. Dejiny filozofie umožňujú nazerať na vlastnú podstatu človeka. Zameriavajú sa na vnútorný ľudský vývoj, skutočné Ja a dejiny duše (Patočka, 2002, s. 104). J. Patočka tvrdil: „...že dejiny znamenajú na prvom mieste toto vnútorné dianie, vznik človeka, ktorý zvláda prvotnú verziu ľudských opozičných možností, tým, že sa objavuje skutočné, jedinečné ja, sú dejiny dejinami duše na jednom z prvých miest“ (Patočka, 2002, s. 105). J. Patočka sa domnieval, že nájsť internú povahu vo fundamente človeka je možné v koncepte Platóna. Platón dáva možnosť vidieť cestu čistých ideí a smerovanie k najvyššiemu Dobru. Človeku ponúka myšlienku odčleniť svoju dušu od empirického sveta a zamerať sa na jej starostlivosť (Patočka, 2002, s. 105).

Vývoj absolútneho ducha u Hegela

J. Patočka v diele *Telo, spoločnosť, jazyk a svet* v časti *Problém prirodzeného sveta* interpretuje Hegelovho subjektívneho ducha. Podľa neho subjektívnosť ducha sa preukazuje v ľudskej individualite. Individuálny duch pôsobí prostredníctvom jednotlivcov a výsledkom sú spoločenské výtvyry, výkony. Všetky duševné ľudské činnosti tvoria spoločensko-dejinný kontext. Hegelov subjektívny duch je v primárnej podstate neuvedomujúci sa, nepozná samého seba. J. Patočka tvrdí, že v individuálnom ponímaní duše je zakorenené naturalistické východisko. Človek na základe pudov, zmyslov prijíma poznatky výhradne z empirie sveta. Subjektívny individuálny duch naturalizmu v ponímaní G. W. F. Hegela analyzoval aj M. Merleau-Ponty (Patočka, 1995, s. 153). Merleau-Ponty sa v publikácii *Struktúra chovaní* vyjadruje: „V tejto lineárnej rade fyzikálnych a fyziologických udalostí má podnet význam príčiny v empirickom zmysle stáleho a nepodmieneného antecendentu a organizmus je pasívny, pretože sa obmedzuje na prevedenie toho, čo je mu predpísané miestom podráždenia a nervovými obvody, ktoré tam majú počiatok“ (Merleau-Ponty, 2008, s. 25). J. Patočka tvrdí, že Hegelova fenomenológia ducha smeruje k vlastnému sebauvedomovaniu subjektívneho ducha. Vedomie vychádza z ducha a koncentruje sa v rozume. Ľudský rozum umožňuje poznávať, objektívne hodnotiť a reflektovať. Intelektuálny vývoj človeka smeruje k Hegelovmu vývojovému stupňu ducha *o sebe a pre seba*. J. Patočka sa domnieval, že v koncepte Hegela je hlavným problémom vývoj svetového ducha. Celá jeho filozofia zachytáva vývojové stupne ducha, ktorý sa prejavuje cez človeka, spoločnosť a následne je ústredným tvorcom dejín (Patočka, 1995, s. 153–154). G. W. F. Hegel v diele *Fenomenológia ducha* potvrdzuje našu analýzu. „Pozorujeme novú podobu vedenia – vedenie o sebe samom – vo vzťahu k tomu, čo predchádzalo – k vedeniu o niečom inom –, tak toto vedenie o niečom inom síce zmizlo, avšak jeho momenty sa práve tak zachovali...“ (Hegel, 2019, s. 152). Podľa J. Patočku, G. W. F. Hegel zasadzuje svetového ducha aj do kontextu prírody. Príroda na jednej strane je rozpriestranená, rozmanitá, hmotná, avšak na druhej strane funguje vo vzájomnej jednote, ide o živý zjednotený organizmus. Idea prírody ako živého organizmu poukazuje na jej vnútorné premeny, vývojové stupne postupných zmien. Do internej jednoty prírody je vsadený svetový duch. G. W. F. Hegel vidí paralelu svojho vyvíjajúceho sa ducha k premenám a rozvoju prírody. Duch sa tak ocitol v prírode, zhmotnil sa do empirických objektívnych procesov, nachádza sa *bytím mimo seba*. Pre Hegela bolo hlavným cieľom špekulatívnej filozofie dopracovať sa ku úplne konečnému vývojovému stupni, k absolútnemu. Konečnosť vývinu sveta videl v absolútnom duchu (Patočka, 1995, s. 154–156).

J. Patočka v publikácii *Aristoteles, jeho predchodcovia a dediči* interpretuje Hegelov pojem absolútna. J. Patočka sa domnieva, že G. W. F. Hegel definoval absolútneho ducha v kontexte poznávania. V rámci logického uvažovania pri vymedzení absolútna je nutné poukázať na hranice ľudského poznávania. Ľudské vedomie obmedzuje poznávanie a všetko čo je za hranicou nášho vedenia spadá do kategórie absolútna. Človek aj napriek svojim racionálnym schopnostiam nedokáže zachytiť vedenie absolútneho. Patočka tvrdí, že Hegel práve z dôvodu neschopnosti obsiahnuť vo svojej úplnosti absolútno sa snaží ponímať absolútno ako celok sveta. Absolútny duch je pôsobiaci a prítomný vo svete, zabezpečuje vývoj v spoločnosti a v prírode (Patočka, 2018, s. 350 – 352). Podľa Patočku G. W. F. Hegel kritizuje zbieranie skúsenosti zo senzualistického sveta prostredníctvom vedomia človeka. Ľudské vedomie, ktoré sa koncentruje na nepoznaný svet vnáša do svojho života pocit obmedzenosti, neslobody, a separáciu od nekonečnej senzualistickej prírody. Ľudská bytosť tak stráca istotu v seba samej a v celom svete. J. Patočka poukazuje, že G. W. F. Hegel našiel spôsob ako sa dopracovať k úplnému poznaniu sveta. Východiskom je špekulatívna logika absolútneho ducha. Svetový duch rovnako garantuje vývin v prírode ako aj vývoj ľudského vedomia. Človek je súčasťou celku sveta a aj cez jeho rozum pôsobí, rozvíja sa svetový duch. V Hegelovom myslení je vývoj ľudského vedomia vývojom svetového ducha.

Pomocou ducha sa dostávame za hranicu všetkej obmedzenosti, za hranicu vlastného Ja (Patočka, 2018, s. 353–354). G. W. F. Hegel súhlasí s našou analýzou a tvrdí: „Je to čistá myseľ, ktorá sa pre nás o sebe našla a je v sebe nasýtená“ (Hegel, 2019, s. 108). J. Patočka vo svojej interpretácii uvažuje: „Vedomie je teda pohyb, usudzuje Hegel. Prekračuje seba samo smerom k nekonečnému, k celku, k absolútnu (Patočka, 2018, s. 357). Celá špekulatívna logika stojí na fundamente pojmu absolútna, pohybe neohraničeného vedomia. Základom je pochopiť vývojové stupne a pôsobenie absolútneho ducha v celku sveta. Hegelova filozofia poukazuje na postupné stupňovanie rozvoja ducha až ku dosiahnutiu svojho završenia, ku absolútnej konečnosti (Patočka, 2018, s. 357–358).

R. Stojka diele *Patočka v kontextoch* v príspevku *Patočkov dialóg s Heglovou filozofiou dejín* analyzuje dejiny filozofie z perspektívy spoločnosti. Vo svojom koncepte sa Hegel zaoberá problematikou spoločenského rozvoja v dejinách. R. Stojka sa domnieva, že špekulatívna logika interpretuje sebazpoznanie človeka v dejinách filozofie. Dejiny sú vnímané ako postupný vývojový proces, ktorý smeruje k svojmu završeniu. J. Patočka vidí u G. W. F. Hegela antropologický motív v korelácii k dejinám filozofie. R. Stojka tvrdí, že J. Patočka interpretuje internú podstatu človeka ako bytie, ktoré koná a nesie zodpovednosť samo za seba aj za okolie v ktorom sa realizuje. Ľudské individuum je podstatné pre neustály rozvoj spoločenskej dejinnosti. J. Patočka sa u Hegela zameriava na vývoj človeka v dejinách. Fascinuje ho pochopenie vôle a ľudskej slobody v priebehu dejín myslenia (Stojka, 2021, s. 122–124). J. Patočka sa v publikácii *Telo, spoločnosť, jazyk, svet* vyjadruje ku konceptu Hegela v rámci antropológie takto: „Heglova filozofia bola od počiatku pokusom o filozofiu života, o oživenie všetkých ľudských vzťahov..., je treba oživiť štát, dejiny, náboženstvo, myslenie“ (Patočka, 1995, s. 155). Stojka uvádza, že Patočka analyzuje u Hegela otázku slobody v dejinách myslenia. Podľa Hegela skutočná ľudská sloboda súvisí s vývojom svetového ducha. Duch postupným vývojom pôsobí cez jednotlivcov a celú spoločnosť a tým sa dostáva k pravdivej slobode. J. Patočka kritizuje Hegelove pochopenie slobody a myslí si, že ponechanie individuálnej slobody človeka dáva možnosť slobodne rozvíjať spoločnosť. J. Patočka poukazuje na rozvoj demokratického zriadenia v starogréckom štáte *polis* (Stojka, 2021, s. 126–127). Aristoteles v diele *Politika* sa vyjadruje: „Vrávi sa, že zákonodarca pri návrhu zákonov má hľadiť k dvom veciam, totiž k územiu a k ľuďom. Bolo by snád' dobre pridať ešte: i k susedným krajinám, má obec viesť život politický...“ (Aristoteles, 1998, s. 78). Podľa R. Stojku sa J. Patočka domnieva, že dosiahnutie absolútnej slobody u Hegela hraničí s ponímaním ducha v totalite a úplnou deštrukciou a regresom individuálnej slobody jednotlivcov i celej spoločnosti. Vývoj svetového ducha interne zasahuje do podstaty človeka a v konečnom dôsledku sa jednotlivec aj spoločnosť ocitne v neslobode. Postupný vývoj ducha, ktorý sa dostáva až k absolútnu pôsobí cez myslenie jednotlivcov a prírodu. Dejiny filozofie zachytávajú pohyb ducha avšak tento vývoj je zakotvený v absolutizme. R. Stojka uvádza, že J. Patočka oproti Hegelovi chápe človeka ako duchovne slobodného od jeho interného základu. Jednotlivci slobodne tvoria štátne zriadenia, ktoré vo svojej prosperite podliehajú dejinnému vývoju (Stojka, 2021, s. 128–129).

R. Stojka uvádza, že J. Patočka zaradzuje koncepciu G. W. F. Hegela aj k antropologickým systémom. G. W. F. Hegel vo svojej filozofii analyzuje vývoj dejín ľudstva a podľa J. Patočku prepája kresťanskú ideu a modernú prírodovedu. Do kresťanského filozofického systému vnáša človeka ako najvyššiu podstatu. R. Stojka potvrdzuje, že špekulatívna filozofia považuje ľudskú bytosť za rozumovo najschopnejšiu, s vlastnou sebareflexiou, hodnotami a vôľou. Podľa J. Patočku Hegel umožnil postaviť človeka výhradne na prvé miesto (Stojka, 2021, s. 133–134). J. Patočka v spise *Problém prirodzeného sveta* interpretuje *antropologický naturalizmus*. Tvrdí, že, že filozofia L. Feuerbacha pripravila pôdu pre naturalistické pochopenie človeka a prírody. Završenie nachádza u Darwina, ktorý sa zaoberal teóriou účelového prirodzeného výberu v biológii. (Patočka, 1995, s. 157–159). M. Merleau-Ponty v diele *Struktúra chovaní* potvrdzuje predkladanú myšlienku naturalizmu človeka: „To, čo definuje človeka, nie je schopnosť vytvárať nad biologickou prírodou ešte akúsi druhú prírodu – ekonomickú, sociálnu, kultúrnu...“ (Merleau-Ponty, 2008, s. 253). R. Stojka uvádza, že podľa J. Patočku Hegelovo myslenie umožňuje skombinovať metafyziku s naturalizmom. Výsledkom je zachovanie špekulatívnej logiky a nedotknuteľnosť hlavného postavenia človeka. Aj napriek tomu, že J. Patočka určil Hegelov koncept v istom zmysle za totalitný, obdivuje myšlienku, že vývoj spoločenských dejín je zároveň vývojom individuality jednotlivca. Fascinuje ho, že cez vývoj svetového ducha sa rozvíja spoločnosť a príroda v celku (Stojka, 2021, s. 135–136). R. Stojka sa domnieva, že Patočkova analýza poukazuje na hlavné nedostatky vo špekulatívnej logike. Kriticky zhodnotil pojem absolútna. Hegelov systém sa snaží obsiahnuť absolútno vo svojej konečnosti. Spolu s J. Patočkom sa domnievame, že uchopiť absolútno ako konečnosť je nedosiahnuteľné (Stojka, 2021, s. 137–138). E. Rotterdamský vo svojom spise *Bláznivosť rozpráva* sa vyjadril k nemožnosti reálne obsiahnuť nekonečnosť ľudským rozumom. „Blázon však dáva sa do práce a skúša nebezpečie jej uchopovania pravej rozumnosti“ (Rotterdamský, 1919, s. 51). Patočka v určitých aspektoch kritizuje Hegelov vývoj svetového ducha v dejinách, pretože v spoločenských systémoch a prírode je prítomná totalita. Tá zamedzuje individuálnym jednotlivcom byť zodpovedný voči svojmu konaniu, rozhodnutiam (Stojka, 2021, s. 139).

Záver

Cieľom príspevku bolo otvoriť otázku ľudskej subjektívnosti v koncepte J. Patočku. Domnievame sa, že filozofia J. Patočku sa zameriava na problém internej podstaty človeka. Podľa nášho názoru jeho koncepcia umožňuje odhaliť problém ľudskej subjektivity v kľúčových dejinných filozofických systémoch. Koncept J. Patočku poukázal, že dnešný vedecko – technický svet svojím pokrokom v technizácii zakrýva otázku ľudskej podstaty. Sústavný progres súčasnej spoločnosti presúva problém ľudského bytia do periférie verejného záujmu. Myslíme si, že J. Patočka odkryl otázku internej ľudskej podstaty, pretože aj v súčasnej informačnej spoločnosti človek túži poznať samého seba, odhaliť vlastné vnútro pre seba samého.

Domnievame sa, že J. Patočka mal snahu viesť dialóg s významnými dejinnými filozofickými koncepciami v otázke človeka. Podľa nášho názoru bol pozitívne naladený k filozofii Platóna. U Platóna vyzdvihoval analýzu netelesnej ľudskej duše. Patočka uviedol, že koncepcia Platóna poukazuje na duchovnú starostlivosť človeka o seba samého a umožňuje mu zamerať sa duchovné podstaty vo svojom živote. Koncepcia J. Patočku mala snahu odhaliť antropologické motívy v Hegelovom filozofickom systéme. J. Patočka sa domnieval, že vývoj svetového ducha pôsobiaci v prírode a spoločnosti umožňuje aj rozvoj jednotlivcov. Podľa neho individuálny vývin jednotlivca zabezpečuje aj celkový progres v spoločnosti.

Príspevok poukázal, že otvorenie otázky ľudskej subjektívnosti v koncepcii J. Patočku je pre dnešný svet aktuálnym problémom. Spolu s J. Patočkom sa domnievame, že človek sa v každom dejinnom období pýtal na vlastnú internú podstatu. V súčasnej vedecko-technickej progresívnej spoločnosti sa opäť vynárajú otázky ľudského bytia. Myslíme si, že antropologické aspekty Patočkovej filozofie majú interpretačný potenciál pre dnešný antropologický personalizmus.

Použitá literatúra

- ARISTOTLÉS, 1998. *Politika*. Preklad A. KRÍŽ. Praha: Petr Rezek. 499 s.
- CAJTHAML, M., 2010. *Evropa a péče o duši*. Praha: Oikoymenh. 169 s.
- MERLEAU-PONTY, M., 2008. *Štruktura chovaní*. Preklad J. PECHAR. Praha: Filosofia. 326 s.
- HEGEL, W. G., 2019. *Fenomenologie ducha*. Preklad J. KUNĚŠ, M. SOBOTKA. Praha: Filosofia. 590 s.
- PATOČKA, J., 2007. *Platón a Evropa*. Praha: Filosofia. 224 s.
- PATOČKA, J., 1992. *Platón*. Praha: Státní pedagogické nakladatelství. 378 s.
- PATOČKA, J., 2002. *Péče o duši III*. Praha: Oikoymenh. 841 s.
- PATOČKA, J., 2018. *Aristotelés, jeho předchudzci a dědicové*. Praha: Oikoymenh. 635 s.
- PATOČKA, J., 1995. *Tělo, spoločenství, jazyk, svět*. Praha: Oikoymenh. 203 s.
- ROTTERDAMSKÝ, E., 1919. *Chvála bláznovství*. Preklad J. DVOŘÁČEK. Praha: Otto. 163.
- STOJKA, R., 2021. Patočkov dialóg s Hegelovou filozofiou dejín. In: SIKORA, O., 2021. *Patočka v kontextoch*. Pardubice: Pavel Mervart, s.121–141.

Legalizácia výnosu z trestnej činnosti: právne a praktické aspekty predikatívnych trestných činov v kontexte zásady prezumpcie nevinu

Money Laundering: Legal and Practical Aspects of Predicate Offenses in the Context of the Presumption of Innocence

Alexander PEZLAR

Univerzita Pavla Jozefa Šafárika v Košiciach, Právnická fakulta

Abstrakt: Príspevok sa venuje trestnému činu legalizácie výnosov z trestnej činnosti, ktorý patrí medzi atraktívne a frekventované formy kriminality. V úvode je načrtnutý význam trestného činu v globálnom a domácom kontexte, vrátane jeho vplyvu na účel trestného práva. Následne je analyzovaná skutková podstata upravená v § 233 a § 233a Trestného zákona, pričom sa kladie dôraz na jeho charakter vo vzťahu k predikatívnemu trestnému činu. Osobitná pozornosť je venovaná aplikačným problémom, najmä neexistencii preukázaného zdrojového trestného činu, nevhodnej kvalifikácii skutku, nízkej kvalite dôkazov a prekážkam v cezhraničnej právnej pomoci. Analýza vyúsťuje do identifikácie praktických opatrení, ktoré môžu napomôcť k efektívnejšiemu trestnému postihu tejto kriminality.

Kľúčové slová: *Predikatívny trestný čin, pranie špinavých peňazí, podvod, cezhraničná kriminalita, organizovaná kriminalita.*

Abstract: The contribution focuses on the criminal offence of the legalization of proceeds from criminal activity, which ranks among the attractive and frequently occurring forms of crime. The introduction outlines the significance of this offence in both the global and domestic context, including its impact on the purpose of criminal law. Subsequently, the legal elements defined in Sections 233 and 233a of the Slovak Criminal Code are analysed, with particular emphasis on its relationship to the predicate offence. Special attention is paid to application issues, especially the absence of a proven predicate offence, incorrect legal classification, low quality of evidence, and obstacles in cross-border legal assistance. The analysis concludes by identifying practical measures that may contribute to a more effective criminal prosecution of this type of criminality.

Keywords: *Predicate offence, Money laundering, Fraud, Cross-border crime, Organized crime*

1. Trestný čin legalizácie výnosov z trestnej činnosti

Trestný čin legalizácie výnosov z trestnej činnosti, laicky označovaný aj ako „pranie špinavých peňazí“ je v súčasnom globalizovanom svete jedným z vysoko frekventovaných trestných činov a svojou latenciou a kriminogénnym charakterom aj závažným spôsobom ohrozuje napĺňanie účelu trestného práva. Trestný čin legalizácie výnosov z trestnej činnosti je komplexný fenomén a po značnej marginalizácii, tak môžeme označovať konanie, ktoré zahŕňa transformáciu nelegálne získaných prostriedkov na zdanlivo legítimne aktíva, čím dochádza k zahladzovaniu a kolúzii predchádzajúcej trestnej činnosti. Zároveň, predmetné konanie umožňuje páchanie ďalšej trestnej činnosti, a tým sa zaradzuje medzi kriminogénne faktory. Hoc, je pre trestný čin legalizácie výnosov z trestnej činnosti príznačný aj cezhraničný charakter na legálnu definíciu pre potreby tohto príspevku budeme aplikovať Slovenský Trestný zákon. Základná skutková podstata trestného činu Legalizácie výnosu z trestnej činnosti je upravená v § 233 ods. 1 a ods. 2 Zákona 300/2005 Z. z. Trestného zákona (ďalej len Trestný zákon):

(1) *Kto nadobudne, prechováva alebo užíva vec, ktorá je výnosom z trestnej činnosti spáchanej inou osobou na území Slovenskej republiky alebo v cudzine, potrestá sa odňatím slobody až na štyri roky.*

(2) *Rovnako ako v odseku 1 sa potrestá ten, kto*

a) ukryje, na seba alebo iného prevedie vec, ktorá je výnosom z trestnej činnosti spáchanej iným skutkom na území Slovenskej republiky alebo v cudzine,

b) zmení povahu veci, ktorá je výnosom z trestnej činnosti spáchanej iným skutkom na území Slovenskej republiky alebo v cudzine, založí ju alebo s ňou inak nakladá v úmysle umožniť sebe alebo inému uniknúť trestnému stíhaniu, trestu alebo ochrannému opatreniu alebo ich výkonu, alebo

c) zatají existenciu veci, ktorá je výnosom z trestnej činnosti spáchanej iným skutkom na území Slovenskej republiky alebo v cudzine, najmä tým, že zatají jej pôvod v trestnej činnosti, jej umiestnenie alebo vlastnícke právo alebo iné právo k nej.

Okrem uvedeného, je problematika legalizácie výnosov z trestnej činnosti upravená aj v § 233a ods. 1 a ods. 2 Trestného zákona, pričom sa jedná o úpravu nedbanlivostnej forma zavinenia.

§ 233a

(1) *Kto z nedbanlivosti ukryje, na seba alebo iného prevedie, prechováva alebo užíva vec väčšej hodnoty, ktorá je výnosom z trestnej činnosti spáchanej inou osobou na území Slovenskej republiky alebo v cudzine, potrestá sa odňatím slobody až na dva roky.*

(2) *Rovnako ako v odseku 1 sa potrestá, kto inému z nedbanlivosti umožní zatajiť pôvod alebo zistenie pôvodu veci väčšej hodnoty, ktorá je výnosom z trestnej činnosti spáchanej iným skutkom na území Slovenskej republiky alebo v cudzine.*

Z uvedeného možno jednoznačne dedukovať, že následky legalizácie výnosov z trestnej činnosti považoval zákonodarca za natoľko závažné, že vyjadril potrebu trestať aj nedbanlivostné trestné činy. Z uvedeného dôvodu, je preto na mieste analyzovať reálnu vymožitelnosť a aplikáciu predmetných skutkových podstat pri praktických otázkach.

Ako sme už uviedli, páchaním trestného činu legalizácie výnosov z trestnej činnosti páchateľ zakrýva, umožňuje resp. transformuje výnosy z trestnej činnosti. Základnou podmienkou spáchania trestného činu legalizácie príjmu z trestnej činnosti je existencia tzv. zdrojového trestného činu, ktorý je samostatný skutok a trestný čin legalizácie výnosu z trestnej činnosti je iný (ďalší) samostatný skutok, t. j. ide vždy a za každých okolností o viacčinný súbeh. Inými slovami povedané, predikatívny skutok musí byť trestným činom. V prípade, ak nie je zrejmé, či predikatívny skutok je trestným činom prípadne, ak nie je zrejma jeho kvalifikácia, nemožno sa dopustiť ani trestného činu legalizácie príjmu z trestnej činnosti.

Druhým nemenej podstatným aspektom trestného činu legalizácie výnosov z trestnej činnosti je aj skutočnosť, že sa vymedzeného trestného činu „nemôže dopustiť páchateľ zdrojového trestného činu, ktorým bol získaný výnos, ale len odlišná osoba, nakoľko znaky objektívnej stránky trestného činu podľa § 233 ods. 1 Tr. zák. sú súčasťou zdrojového (výnosového) trestného činu. Preto nie je tzv. samopranie pri trestnom čine podľa § 233 ods. 1 Tr. zák. možné.“ (Šamko 2023). „To čo patrí do znakov základnej skutkovej podstaty zdrojového trestného činu nemôže byť zároveň aj súčasťou znakov základnej skutkovej podstaty trestného činu legalizácie výnosu z trestnej činnosti.“ (Šamko 2023) So zreteľom na uvedené, je preto problematika stíhania takejto trestnej činnosti komplikovaná a dochádza k nesprávnemu kvalifikovaniu skutkov, čo do svojich dôsledkov môže čiastočne oslabovať, až zmariť účel trestného konania vymedzený § 1 Zákona 301/2005 Z. z. Trestného poriadku a to: „aby trestné činy boli náležite zistené, ich páchatelia boli podľa zákona spravodlivo potrestaní a výnosy z trestnej činnosti boli odňaté, pričom treba rešpektovať základné práva a slobody fyzických osôb a právnických osôb.“

Vzhľadom na obmedzený rozsah tohto článku sa po úvodnom vymedzení problematiky zameriame na aplikačný problém súvisiaci s oslabenou možnosťou stíhania niektorých skutkov legalizácie príjmu z trestnej činnosti.

2. Nedostatok predikatívneho trestného činu.

Vyššie vymedzené požiadavky na stíhanie a predovšetkým na kvalifikáciu trestného činu legalizácie výnosov z trestnej činnosti „stroskotávajú“ v prípade, ak nie je jednoznačne preukázaný predikatívny trestný čin. Uvedená problematika je umocnená základnou zásadou trestného práva procesného, a to zásadou prezumpcie neviny. V zmysle čl. 50 ods. 1 Ústavy Slovenskej republiky, podľa ktorého: „Len súd rozhoduje o vine a treste za trestné činy.“ Z uvedeného vyplýva, že právo posúdiť či páchateľ spáchal konkrétny skutok má výlučne súd a podmienkou na stíhanie pre trestný čin legalizácie príjmu z trestnej činnosti je existencia predikatívneho trestného činu. Ak však, predikatívny trestný čin nebol potvrdený súdnym rozhodnutím (napr. pre nedostatok dôkazov), nemožno ho automaticky považovať za preukázaný. Uvedená skutočnosť vedie k paradoxu:

- Právny systém vyžaduje existenciu predikatívneho činu,
- Zároveň mu bráni nepriame konštatovanie bez súdneho rozhodnutia.(Vojtuš, 2020)

Ak by sme aj pripustili, že predikatívny skutok nemusí byť, „deklarovaný“ súdnym rozhodnutím, tak si v danej veci dovoľujeme poukázať na analogickú judikatúru z Českej republiky. Analogicky sa danej problematike venuje Česká judikatúra: Mestský súd v Prahe sp. zn. 7To/286/2011 kde bolo konštatované, „že spáchania trestného činu legalizácie výnosu z trestnej činnosti nestačí, ak je zdrojový trestný čin preukazovaný len úradným záznamom polície, či nejakou analytickou správou vypracovanou ministerstvom financií nestačia tiež iba operatívne informácie, dôkazy o zdrojovom trestnom čine je nutné zabezpečiť ešte v prípravnom konaní, inak prichádza do úvahy odmietnutie obžaloby. pokiaľ ide napríklad o začatie trestného stíhania pre trestný čin legalizácie výnosu z trestnej činnosti, tak stačí podozrenie zo zdrojového trestného činu v hrubých rysoch „(Šamko, 2023).

V tejto súvislosti je vhodné podotknúť, že sa jedná o paradoxnú situáciu, kedy na jednej strane zmyslom páchania trestného činu legalizácie príjmov z trestnej činnosti je práve zakrytie predchádzajúcej trestnej činnosti, no na strane druhej, ak je takáto trestná činnosť zakrytá a z dôvodu formálnej neexistencie predikatívneho trestného činu nemožno zákonne stíhať ani sekundárny trestný čin. Vymedzený paradox je agregovaný v prípadoch ak sa jedná o cezhraničné operácie t.j. v prípade, ak predikatívny trestný čin nastal za hranicami SR alebo dokonca za hranicami EÚ. Okrem skutočnosti, že o vine t.j. pri rozšírenom výklade aj o procesnej existencii trestného činu rozhoduje súd, je problematické aj samotné vedenie trestného konania v iných krajinách a to buď na základe iných procesných pravidiel, nedostatočnej komunikácii, iných hmotnoprávných normách (nenaplnená podmienka vzájomnej trestnosti).

Predmetné faktory v praxi vedú k reálnej neefektívnosti boja proti legalizácii výnosov z trestnej činnosti, a to aj napriek výraznej snahe orgánov činných v trestnom konaní o jej odhaľovanie a stíhanie. Z hľadiska aplikačnej praxe je preto nevyhnutné zamerať sa na niekoľko základných oblastí:

Kvalita a rozsah dokazovania: Jedným z kľúčových predpokladov efektívneho trestného konania v prípadoch legalizácie výnosov z trestnej činnosti je zabezpečenie kvalitného, dostatočného a zákonne získaného dôkazného materiálu. Orgány činné v trestnom konaní sa často spoliehajú na operatívne poznatky, správy z finančnej spravodajskej jednotky alebo zistenia z daňových kontrol, ktoré však samy osebe bez toho, aby bolo jasne deklarované, že sa jedná o trestný čin (predikatívny trestný čin) spravidla nepostačujú na postavenie obvineného pred súd. Je nevyhnutné, aby

dôkazy potvrdzovali, jednak existenciu predikatívneho trestného činu ako aj kauzálny vzťah medzi výnosom a legalizačným konaním.

Správna kvalifikácia skutku: Významným predpokladom naplnenia účelu trestného stíhania je aj správna kvalifikácia skutku, t.j. nie všetky trestné činy, ktorými páchateľ sleduje „pranie špinavých peňazí“ je nutné kvalifikovať ako trestný čin legalizácie výnosov z trestnej činnosti. Naopak, v prípade, ak dochádza k samopraniu prípadne sa stále jedná o primárny trestný čin je na mieste ho tak aj kvalifikovať, t.j. v prípade poskytnutia pomoci alebo návodu prípadne spolupáchateľstve je takáto osoba trestne zodpovedná za primárny trestný čin, hoc sa spočiatku môže javiť ako páchateľ trestného činu legalizácie výnosov z trestnej činnosti.

Medzinárodná spolupráca a právna pomoc: Ako už bolo uvedené, mnohé skutky súvisiace s legalizáciou výnosov z trestnej činnosti majú cezhraničný rozmer. Práve v týchto prípadoch, sa často ukazuje ako problematická efektívna a včasná právna pomoc zo strany zahraničných orgánov. Dôvody sú rôzne – od iného právneho režimu v danej krajine, cez absenciu právnej pomoci v reálnom čase, až po komplikované požiadavky na formu a obsah dožiadania. Výsledkom býva oneskorené alebo nedostatočné zabezpečenie dôkazov, čo oslabuje možnosti postihnutia páchateľov a prispieva k latentnosti tohto trestného činu.

Uvážený ale rýchly zásah: Zadržanie výnosov z trestnej činnosti je v Slovenskej republike stále skôr výnimočným javom, pričom aj v prípadoch, keď sa podarí identifikovať a zabezpečiť majetok pochádzajúci z trestnej činnosti, len veľmi malý podiel z týchto aktív je reálne odňatý a následne navrátený štátu či poškodeným. Tento stav je spôsobený najmä kombináciou viacerých faktorov – od nedostatočnej včasnosti zásahu orgánov činných v trestnom konaní, cez komplikované dokazovanie pôvodu majetku, až po formálne a materiálne nedostatky v súdnych konaniach o prepadnutí majetku.

Jednoznačná judikovaná prípadne legislatívna definícia predikatívneho trestného činu: Najväčším problémom pri jednoznačnom vymedzení predikatívneho trestného činu v kontexte legalizácie výnosov z trestnej činnosti je absencia explicitnej legálnej alebo judikovanej definície a nekonzistentné prístupy. Tento deficit spôsobuje praktické problémy pri kvalifikácii a dôkaznom zaťažení, čo ovplyvňuje účinnosť trestného stíhania.

Záver

Trestný čin legalizácie výnosov z trestnej činnosti predstavuje dynamický a právne i skutkovo komplexný jav, ktorého efektívne postihovanie naráža v aplikačnej praxi na viaceré aplikačné prekážky. Medzi najvýznamnejšie patrí, potreba jednoznačného preukázania predikatívneho trestného činu, korektná právna kvalifikácia, ako aj schopnosť zabezpečiť zákonné dôkazy, často v cezhraničnom kontexte. Takéto nedostatky vo vyšetrovaní, chyby pri kvalifikácii skutku, či pasivita v medzinárodnej spolupráci môžu v konečnom dôsledku zmariť samotný účel trestného konania. Legislatíva Slovenskej republiky reflektuje závažnosť tejto trestnej činnosti, a to vrátane jej nedbanlivostnej formy. Napriek tomu, sa v praxi stretávame s prekážkami, ktoré vyžadujú kvalitatívne zlepšenie uchopenia vymedzenej problematiky. Takýmto spôsobom možno doceliť, že trestný čin legalizácie výnosov z trestnej činnosti nebude len formálne sankcionovaný, ale bude aj reálne postihovaný.

Literatúra

Knižná publikácia (monografia, učebnica, zborník ...)

ČENTĚŠ, J. a kol. Trestný poriadok. Veľký Komentár. 4. aktualizované vydanie. Bratislava: Eurokódex, 2019.

Článok v časopise

ŠAMKO, Peter et al., 2023. Trestný čin legalizácie výnosu z trestnej činnosti a zdrojový trestný čin - základné východiská a praktické príklady. In: právne listy [online]. [cit. 2025.04.04.]. Dostupné na: <https://www.pravnelisty.sk/clanky/a1267-trestny-cin-legalizacie-vynosu-z-trestnej-cinnosti-a-zdrojovy-trestny-cin-zakladne-vychodiska-a-prakticke-priklady>

VOJTUŠ, František et al., 2020. Spáchanie trestného činu ako predbežná otázka. In: Právnik 10/2020 (ročník 159) [online]. [cit. 2025.04.04.]. Dostupné na: <https://www.ilaw.cas.cz/casopisy-a-knihy/casopisy/casopis-pravnik/archiv/2020/2020-10.html?a=3519>

Zákon

460/1992 Zb. Ústava Slovenskej republiky

Zákon č. 300/2005 Z. z. Trestný zákon

Zákon č. 301/2005 Z. z. Trestný poriadok

Využívanie umelej inteligencie v právnej praxi – etické a právne aspekty

The Use of Artificial Intelligence in Legal Practice – Ethical and Legal Aspects

Jana PEZLAR SELECKÁ

Univerzita Pavla Jozefa Šafárika v Košiciach, Právnická fakulta

Abstrakt: Tento článok skúma revolúciu v právnej praxi spôsobenú implementáciou umelej inteligencie (AI). AI sa stáva nevyhnutným nástrojom, ktorý zefektívňuje právne procesy a zlepšuje prístup k spravodlivosti. Avšak, jej využívanie prináša výzvy v oblasti transparentnosti, zodpovednosti a dohľadu. Budovanie dôvery v AI nástroje si vyžaduje dodržiavanie princípov transparentnosti, zodpovednosti a efektívneho dohľadu. Právnici musia aktívne implementovať tieto princípy, aby zabezpečili ochranu práv klientov a legitimitu právnych procesov.

Kľúčové slová: umelá inteligencia, GDPR, transparentnosť algoritmov, Akt o umelej inteligencii, automation bias v rozhodovaní

Abstract: This article examines the revolution in legal practice brought about by the implementation of artificial intelligence (AI). AI is becoming an essential tool that streamlines legal processes and improves access to justice. However, its use presents challenges in the areas of transparency, accountability, and oversight. Building trust in AI tools requires adherence to the principles of transparency, accountability, and effective oversight. Lawyers must actively implement these principles to ensure the protection of clients' rights and the legitimacy of legal processes.

Keywords: artificial intelligence, GDPR, algorithm transparency, AI Act, automation bias in decision-making.

Úvod

Umelá inteligencia (ďalej len „AI“). AI dnes predstavuje revolučný nástroj, ktorý zásadne mení spôsob výkonu právnej praxe. Už nejde len o technologickú inováciu, ale o nevyhnutnú súčasť každodenného fungovania právnikov a právnických firiem. AI výrazne zefektívňuje právne procesy, zlepšuje dostupnosť spravodlivosti a umožňuje právnikom sústrediť sa na kreatívnejšie a strategickejšie úlohy. S touto technologickou transformáciou však prichádzajú aj nové výzvy, predovšetkým v oblasti etiky, ochrany osobných údajov, transparentnosti a zodpovednosti. Právnici dnes stoja pred úlohou nielen prijať AI do svojej praxe, ale aj zabezpečiť, aby jej využívanie bolo v súlade so základnými hodnotami právneho štátu a ochranou práv klientov.

Cieľom tohto príspevku je analyzovať kľúčové etické a právne aspekty využívania umelej inteligencie v právnej praxi. Príspevok sa zameriava na identifikáciu hlavných prínosov a rizík spojených s implementáciou AI do právnych služieb, osobitne na fenomén *automation bias*, ktorý môže viesť k nekritickeému prijímaniu odporúčaní AI a ovplyvniť kvalitu rozhodovania. Ďalej rozoberá požiadavky na ochranu osobných údajov podľa GDPR v kontexte AI, pričom zdôrazňuje potrebu transparentnosti, minimalizácie údajov a vykonávania posúdení vplyvu na ochranu údajov pri vysokorizikových AI aplikáciách. Osobitná pozornosť je venovaná aj Aktu o umelej inteligencii, ktorý zavádza rizikovo orientovaný prístup k regulácii AI systémov a kladie dôraz na vysokorizikové aplikácie vrátane právnych služieb.

Príspevok najskôr predstavuje základný rámec využívania AI v právnej praxi a zdôrazňuje potrebu jej etickej a transparentnej integrácie. V ďalšej časti analyzuje riziká spojené s *automation bias*, ktorý sa prejavuje tendenciou bezvýhradne akceptovať odporúčania AI ako správne, čo môže viesť k chybám v rozhodovaní a ohrozeniu základných práv klientov. Prezentované sú aj faktory, ktoré ovplyvňujú výskyt *automation bias*, ako je dôvera v systém, kognitívna záťaž alebo existujúce stereotypy. Príspevok následne rozoberá otázky ochrany osobných údajov v kontexte AI, najmä požiadavky GDPR na transparentnosť, minimalizáciu údajov a vykonávanie posúdení vplyvu na ochranu údajov. Zvláštny dôraz je kladený na potrebu zabezpečenia bezpečného zaobchádzania s citlivými informáciami a na význam pravidelných auditov a školení v právnických firmách.

Záverečná časť sa venuje právnej regulácii AI v EÚ, pričom hodnotí význam Aktu o umelej inteligencii pre právnikov a právnické firmy. Príspevok zdôrazňuje, že úspešná implementácia týchto pravidiel bude závisieť od schopnosti právnických firiem efektívne integrovať princípy transparentnosti, zodpovednosti a dohľadu do každodennej praxe. Právnici musia byť lídrami v nastavovaní interných pravidiel a kontrolných mechanizmov, ktoré zabezpečia dôveryhodnosť a legitimitu rozhodnutí podporovaných AI. Len tak je možné zabezpečiť, aby AI v právnej praxi nebola len technologickou inováciou, ale aj nástrojom, ktorý posilňuje dôveru verejnosti v spravodlivosť a ochranu základných práv klientov.

1 Riziko – automation bias

Na začiatku by sme chceli vyjadriť svoj postoj k využívaniu umelej inteligencie (ďalej len „AI“). AI nie je len technologickou inováciou, ale stáva sa nevyhnutným nástrojom, ktorý musíme nielen prijať, ale aj efektívne integrovať do našej každodennej praxe. Najlepším spôsobom, ako sa adaptovať na túto zmenu, je začať AI aktívne používať, aby sme udržali krok s tými, ktorí ju už využívajú. Namiesto hľadania dôvodov, prečo AI nepoužívať, by sme mali smerovať diskusiu k tomu, ako ju implementovať spravodlivým a transparentným spôsobom.

Ak AI využívame, mali by sme to robiť otvorene a profesionálne prezentovať jej prínosy. Skryté alebo neetické používanie môže poškodiť dôveru v našu prácu. Naopak, ak je AI správne integrovaná a používaná s rozumom, môže byť skvelým pomocníkom, či už pri právnej praxi alebo vedeckej práci. Generatívna AI má potenciál zvýšiť produktivitu,

zlepšiť kvalitu výstupov a umožniť nám sústrediť sa na kreatívnejšie a strategickejšie úlohy. Preto veríme, že AI nie je len možnosťou, ale povinným nástrojom pre každého profesionála, ktorý chce zostať konkurencieschopný vo svojej oblasti.

Na to nadväzuje skutočnosť, že aj v právnej praxi využívanie AI prináša množstvo etických výziev, predovšetkým v oblasti zodpovednosti, dôvery a transparentnosti. Právnik, ako odborník resp. profesionál, musí zabezpečiť, aby rozhodovanie podporované AI rešpektovalo základné zásady práva. Ako významné riziko vnímame tzv. „*automation bias*“, formu kognitívnej zaujatosti. V roku 1996 ju Mosier a Skitka definovali ako „tendenciu bez výhrad akceptovať odporúčania AI ako správne“ (Mosier & Skitka, 1996). Práve táto tendencia môže viesť k nekritickému prijímaniu rozhodnutí a porušeniu základných práv klientov, prípadne ohroziť celý súdny prípad.

Tatiana Kazim a Joe Tomlinson vo svojom článku *Automation Bias and the Principles of Judicial Review* (2023) rozširujú pochopenie automation bias a jeho dopadov na rozhodovací proces. Poukazujú na to, že automation bias je obzvlášť relevantný v systémoch čiastočnej automatizácie, kde sa sudca spolieha na výstupy automatizovaného systému. Tento jav môže viesť k tzv. „*omission errors*“ (chyby opomenutia), keď sudca prehliadne problém, ktorý systém nezachytil, alebo „*commission errors*“ (chyby vykonania), keď slepo nasleduje nesprávne odporúčanie systému (Kazim & Tomlinson, 2023, s. 9–10). Tieto chyby môžu vážne ohroziť kvalitu rozhodovania a spôsobiť právne pochybenia. Autori tiež upozorňujú na faktory ovplyvňujúce výskyt automation bias, ako je dôvera v systém, kognitívna záťaž alebo existujúce stereotypy. Napríklad vyššia kognitívna záťaž môže viesť k väčšej závislosti na automatizovaných systémoch, dokonca aj v prípadoch, keď sú ich odporúčania nesprávne. Na druhej strane nízka kognitívna záťaž môže spôsobiť nedostatočné zapojenie človeka do procesu overovania správnosti výstupov systému (Kazim & Tomlinson, 2023, s. 11–12). Tieto zistenia naznačujú potrebu zavedenia mechanizmov na zmiernenie rizík spojených s automation bias, ako sú školenia pre právnikov alebo transparentnejší dizajn AI systémov. Automation bias preto predstavuje významnú výzvu pre právnu prax a vyžaduje si systematický prístup k jeho regulácii a prevencii. Ako uvádzajú Kazim a Tomlinson, správne nastavenie administratívnych procesov a dôsledné uplatňovanie princípov sudcovského práva môžu pomôcť zmierniť negatívne dopady tohto fenoménu na kvalitu rozhodovania (Kazim & Tomlinson, 2023, s. 15–16).

2 Ochrana osobných údajov vs. AI

Nemenej dôležité je aj zabezpečenie ochrany osobných údajov v kontexte strojového učenia a veľkých jazykových modelov, ktoré spracúvajú rozsiahle množstvá dát vrátane citlivých právnych informácií. Právna etika v tomto prípade vyžaduje osobitnú opatrnosť a rešpektovanie pravidiel GDPR aj profesijných štandardov mlčanlivosti. Marion Oswald upozorňuje na riziká spojené s používaním algoritmov v rozhodovacích procesoch, najmä pokiaľ ide o transparentnosť a ochranu osobných údajov. Zdôrazňuje, že strojové učenie a algoritmy často fungujú ako „*čierna skrinka*“, čo znamená, že ich rozhodovacie procesy sú pre používateľov nejasné. To môže viesť k situáciám, keď rozhodnutia nie sú dostatočne odôvodnené alebo pochopiteľné, čo predstavuje výzvu pre právne zásady, ako je povinnosť odôvodnenia rozhodnutia súdu alebo rešpektovať práva jednotlivcov sa odvolať voči rozhodnutiu (Oswald, 2018, s. 15–16). V kontexte právnej praxe je preto nevyhnutné nielen dodržiavať pravidlá GDPR, ale aj zabezpečiť, aby používanie AI bolo v súlade s etickými zásadami a profesijnými štandardmi. Ako uvádza Oswald, správne nastavenie algoritmických systémov musí zahŕňať mechanizmy na ochranu osobných údajov a na zabezpečenie toho, aby sa rozhodnutia robili v súlade so zákonom a etickými zásadami (Oswald, 2018).

Súčasný právny systém postupne reaguje na nástup technológií AI, pričom významným krokom v tejto oblasti je prijatie **Aktu o umelej inteligencii** (ďalej len „AI Act“) v rámci Európskej únie. Tento právny predpis zavádza rizikovo orientovaný prístup k regulácii AI systémov, pričom kladie osobitný dôraz na tzv. vysoko-rizikové systémy AI, medzi ktoré patria aj právne služby. Cieľom tohto prístupu je zabezpečiť predvídateľnosť, zodpovednosť a bezpečnosť systémov, ktoré môžu mať významný vplyv na ľudské práva a základné princípy právneho štátu. Právne systémy AI sú zaradené medzi vysokorizikové systémy na základe **článku 6 a prílohy III AI Actu**, ktoré definujú kritériá pre klasifikáciu systémov ako vysokorizikových, najmä ak ovplyvňujú administratívnu stránku spravodlivosti alebo demokratické procesy. Tieto systémy musia spĺňať prísne požiadavky vrátane hodnotenia rizík, kvality dát a zabezpečenia ľudského dohľadu nad rozhodnutiami podporovanými AI.

Zároveň, však prax často predbehne legislatívu, čo je zrejme napríklad pri využívaní generatívnych nástrojov, ako je ChatGPT, na zmluvnú analýzu alebo tvorbu právnych podaní. V takýchto prípadoch je nevyhnutné, aby právnici sami nastavili interné pravidlá používania AI nástrojov tak, aby chránili záujmy klienta a zároveň zachovali svoju profesijnú integritu.

Právnici preto musia nielen dodržiavať legislatívne požiadavky stanovené AI Actom, ale aj aktívne pristupovať k vytváraniu interných politík upravujúcich používanie AI. Tieto politiky by mali zabezpečiť transparentnosť rozhodnutí podporovaných AI a umožniť ľudský dohľad nad algoritmickými výstupmi. Ako upozorňuje Oswald, nedostatočný dohľad môže viesť k tzv. „*judgmental atrophy*“ – strate schopnosti kritického posudzovania zo strany používateľa v našom prípade právnika – čo predstavuje riziko delegovania rozhodovania na algoritmus bez adekvátnej kontroly (Oswald, 2018). Takýto prístup je nevyhnutný na to, aby sa predišlo nesprávnym rozhodnutiam a aby sa zachovala rovnováha medzi využívaním technologických inovácií a ochranou základných práv klientov.

Akt o umelej inteligencii tak predstavuje dôležitý krok k regulácii AI v právnej praxi, no jeho úspešná implementácia bude závisieť od schopnosti právnikov a inštitúcií efektívne integrovať tieto pravidlá do každodennej praxe.

Transparentnosť a zodpovednosť musia byť základnými piliermi pri používaní AI v právnych službách, aby sa zabezpečila dôvera verejnosti v spravodlivosť a legitimitu týchto technológií.

Jednou z najväčších výziev v tejto oblasti je ochrana osobných údajov. Právne dokumenty často obsahujú citlivé informácie o klientoch, čo si vyžaduje používanie AI nástrojov so silnými opatreniami na zabezpečenie údajov. Tieto nástroje musia byť v súlade s predpismi, ako je GDPR, aby sa zabránilo narušeniu ochrany údajov a zabezpečilo bezpečné zaobchádzanie s dôvernými informáciami.

V zmysle článkov 15 až 22 nariadenia Európskeho parlamentu a Rady (EÚ) 2016/679 z 27. apríla 2016 o ochrane fyzických osôb pri spracúvaní osobných údajov a o voľnom pohybe takýchto údajov (ďalej len „GDPR“) musia organizácie zabezpečiť transparentnosť pri spracovaní osobných údajov prostredníctvom automatizovaných systémov. Tieto články vyžadujú, aby subjekty boli informované o tom, kedy sa ich údaje spracúvajú pomocou AI, aká je logika rozhodovania a aké môžu byť dôsledky týchto procesov (Wulf & Seizov, 2022). Avšak výskum ukazuje, že mnohé organizácie poskytujú nejasné alebo neúplné vysvetlenia o využívaní AI, čo môže viesť k nedôvere zo strany klientov. Tento problém je umocnený zložitou moderných algoritmov, ktoré často fungujú ako „čierna skrinka“ – ich vnútorné procesy sú pre bežného používateľa nepochopiteľné (Wulf & Seizov, 2022).

GDPR tiež kladie dôraz na princípy minimalizácie údajov a obmedzenia účelu. To znamená, že AI systémy by mali používať iba minimálne množstvo údajov potrebných na konkrétny účel a tieto údaje nesmú byť použité na iné účely bez ďalšieho súhlasu (Exabeam, 2024). Okrem toho GDPR podporuje anonymizáciu a pseudonymizáciu údajov ako kľúčové metódy na ochranu súkromia jednotlivcov pri používaní veľkých dátových súborov. Tieto techniky sú obzvlášť dôležité pri trénovaní veľkých jazykových modelov (LLM), ktoré často pracujú s obrovskými objemami dát vrátane osobných údajov (AmberSearch, 2025).

Ďalšou kľúčovou požiadavkou GDPR je vykonávanie posúdení vplyvu na ochranu údajov (Data Protection Impact Assessments – DPIA) pri spracovaní údajov vysokého rizika. Tieto analýzy pomáhajú identifikovať a zmierniť riziká spojené s používaním AI systémov a zabezpečiť ich súlad s právnymi normami (TechTarget, 2024). V prípade vysokorizikových aplikácií môže byť potrebné vykonať aj hodnotenie vplyvu na základné práva (Fundamental Rights Impact Assessment – FRIA), čo zdôrazňuje význam ochrany práv jednotlivcov v kontexte automatizovaného rozhodovania (Irish Computer Society, 2024).

Napriek týmto regulačným opatreniam výskum ukazuje, že mnohé organizácie nedodržiavajú požiadavky GDPR v plnej miere. Wulf a Seizov vo svojej štúdii zistili, že až 51 % odpovedí organizácií na žiadosti o informácie o využívaní AI bolo buď nejasných, alebo neposkytovalo úplné údaje o spracovaní osobných údajov. Len 18 % odpovedí spĺňalo požiadavky na transparentnosť stanovené GDPR (Wulf & Seizov, 2022). Táto situácia poukazuje na potrebu štandardizácie postupov pri poskytovaní informácií o využívaní AI a zavedenia prísnejších kontrolných mechanizmov.

Na zabezpečenie dôveryhodnosti AI systémov v právnej praxi je preto nevyhnutné nielen dodržiavať pravidlá GDPR, ale aj aktívne implementovať osvedčené postupy na ochranu údajov a transparentnosť rozhodovacích procesov. To zahŕňa pravidelné audity systémov AI, školenia zamestnancov o ochrane údajov a vytváranie jasných zásad pre používanie AI nástrojov vo firme. Týmto spôsobom môžu právnické firmy nielen minimalizovať riziká spojené s ochranou osobných údajov, ale aj posilniť dôveru klientov vo svoje služby.

Zhrnutie

Implementácia umelej inteligencie v právnej praxi predstavuje revolučnú transformáciu, ktorá prináša významné prínosy, ale zároveň aj komplexné výzvy. AI má potenciál zvýšiť efektivitu práce právnikov, zlepšiť kvalitu poskytovaných služieb a umožniť sústredenie na strategickejšie úlohy. Aby však bola táto transformácia úspešná, je nevyhnutné, aby právnici pristupovali k využívaniu AI zodpovedne, transparentne a v súlade s etickými zásadami.

Jednou z najväčších výziev je ochrana osobných údajov, kde právne nástroje založené na AI musia spĺňať prísne požiadavky GDPR a zabezpečiť bezpečné zaobchádzanie s citlivými informáciami. Transparentnosť rozhodovacích procesov AI je kľúčová pre zachovanie dôvery klientov a verejnosti v právny systém. Právnici musia byť schopní pochopiť logiku algoritmov a aktívne kontrolovať ich výstupy, aby sa predišlo chybám alebo porušeniu základných práv klientov.

Ďalším významným aspektom je riešenie rizík spojených s *automation bias*, ktoré môžu ovplyvniť kvalitu rozhodovania a viesť k nekritickému prijímaniu odporúčaní AI. Mechanizmy na zmiernenie týchto rizík, ako sú školenia právnikov a transparentnejší dizajn AI systémov, sú nevyhnutné pre zabezpečenie rovnováhy medzi technologickými inováciami a ochranou základných princípov práva.

Akt o umelej inteligencii predstavuje významný krok k regulácii AI v Európskej únii, pričom kladie dôraz na vysokorizikové aplikácie vrátane právnych služieb. Jeho úspešná implementácia bude závisieť od schopnosti právnických firiem efektívne integrovať tieto pravidlá do každodennej praxe. Právnici musia byť lídrami pri aplikácii princípov transparentnosti, zodpovednosti a dohľadu nad AI systémami, aby zabezpečili ich etické používanie a ochranu základných práv klientov.

V konečnom dôsledku je AI viac než len technologickým nástrojom – stáva sa nevyhnutnou súčasťou moderného právneho systému. Právnické firmy, ktoré dokážu využiť jej potenciál zodpovedne a transparentne, budú nielen konkurencieschopné, ale aj dôveryhodné v očiach svojich klientov.

Príspevok v knihe/zborníku

MOSIER, Kathleen a kol., 1996. Human Decision Makers and Automated Decision Aids: Made for Each Other? [online]. In Parasuraman, R., Mouloua, M. (eds). *Automation and Human Performance: Theory and Applications*. CRC Press, 1996, s. 201-2020. [cit. 2024-03-29]. Dostupné na: https://www.researchgate.net/publication/230601064_Human_Decision_Makers_and_Automated_Decision_Aids_Made_for_Each_Other

Článok v časopise

KAZIM, Tatiana a TOMLINSON, Joe. Automation Bias and the Principles of Judicial Review. *Judicial Review* [online]. 2023, vol. 28, no. 1, s. 9–16 [cit. 2025-03-29]. DOI: 10.1080/10854681.2023.2189405. Dostupné na: <https://doi.org/10.1080/10854681.2023.2189405>.

OSWALD, Marion. Algorithm-assisted decision-making in the public sector: framing the issues using administrative law rules governing discretionary power. *Phil. Trans. R. Soc. A* [online]. 2018, vol. 376, no. 20170359 [cit. 2025-03-29]. DOI: 10.1098/rsta.2017.0359. Dostupné na: <http://dx.doi.org/10.1098/rsta.2017.0359>.

WULF, Alexander J., SEIZOV, Ognyan, 2022. Please understand we cannot provide further information: evaluating content and transparency of GDPR-mandated AI disclosures [online]. *AI & Society*. vol. 37, no. 3, s. 1–14 [cit. 2025-03-29]. DOI: 10.1007/s00146-022-01424-z. Dostupné na: <https://link.springer.com/article/10.1007/s00146-022-01424-z>.

Internetový článok

AMBERSEARCH, 2025. GDPR and Generative AI: Data Protection Challenges [online]. [cit. 2025-03-29]. Dostupné na: <https://ambersearch.de/en/gdpr-generative-ai-data-protection/>

EXABEAM, 2024. The Intersection of GDPR and AI and Compliance Best Practices [online]. [cit. 2025-03-29].

Dostupné na: <https://www.exabeam.com/explainers/gdpr-compliance/the-intersection-of-gdpr-and-ai-and-6-compliance-best-practices/>

IRISH COMPUTER SOCIETY, 2024. Artificial Intelligence (AI) and GDPR [online]. [cit. 2025-03-29]. Dostupné na: <https://ics.ie/2024/09/30/artificial-intelligence-ai-and-gdpr/>

TECHTARGET, 2024. AI and GDPR: How is AI being regulated? [online]. [cit. 2025-03-29]. Dostupné na: <https://www.techtarget.com/searchdatabackup/tip/6-business-benefits-of-data-protection-and-GDPR-compliance>

Zákon

Nariadenie Európskeho parlamentu a Rady (EÚ) 2016/679 z 27. apríla 2016 o ochrane fyzických osôb pri spracúvaní osobných údajov a o voľnom pohybe takýchto údajov, ktorým sa zrušuje smernica 95/46/ES (všeobecné nariadenie o ochrane údajov)

Nariadenie Európskeho parlamentu a Rady (EÚ) 2024/1689 z 13. júna 2024, ktorým sa stanovujú harmonizované pravidlá v oblasti umelej inteligencie a ktorým sa menia nariadenia (ES) č. 300/2008, (EÚ) č. 167/2013, (EÚ) č. 168/2013, (EÚ) 2018/858, (EÚ) 2018/1139 a (EÚ) 2019/2144 a smernice 2014/90/EÚ, (EÚ) 2016/797 a (EÚ) 2020/1828 (akt o umelej inteligencii)

Mestská hromadná doprava medzivojnových Košíc v lokálnych politických, hospodárskych a kultúrno-spoločenských štruktúrach – teoretické východiská

Urban Public Transport in Interwar Košice within Local Political, Economic, and Socio-Cultural Structures – Theoretical Framework

Estera PRACUOVÁ

Univerzita Pavla Jozefa Šafárika v Košiciach, Filozofická fakulta

Abstrakt: Príspevok sa zameriava na výskum mestskej hromadnej dopravy v Košiciach v kontexte modernizačných a urbanizačných procesov v medzivojnovom období. Skúma vzťah medzi dopravnou infraštruktúrou a spoločenskými premenami, pričom vychádza z teórií infraštruktúr a verejného priestoru. Analyzuje vplyv industrializácie, nárastu obyvateľstva a urbanistických zmien na vznik a rozvoj dopravného systému. Cieľom príspevku je poukázať na komplexnosť dejín mestskej hromadnej dopravy a načrtnúť kľúčové výskumné otázky, ktoré umožňujú jej skúmanie v širších hospodárskych, kultúrnych a sociálnych súvislostiach, prispievajúc k lepšiemu pochopeniu interakcie medzi urbanizáciou, industrializáciou a sociálnou dynamikou v kontexte modernizačných procesov 20. storočia.

Kľúčové slová: mestská hromadná doprava, infraštruktúra, urbanizácia, modernizácia, verejný priestor

Abstract: The paper focuses on the development of public transportation in Košice in the context of modernization and urbanization processes during the interwar period. It examines the relationship between transport infrastructure and social transformations, drawing on theories of infrastructure and public space. The study analyses the impact of industrialization, population growth, and urban changes on the emergence and expansion of the transportation systems. The aim of the paper is to highlight the complexity of the history of public transportation and outline key research questions that enable its study within broader economic, cultural, and social contexts. By doing so, it contributes to a better understanding of the interaction between urbanization, industrialization, and social dynamics within the modernization processes of the 20th century.

Keywords: urban mass transport, infrastructure, urbanization, modernization, public space

Úvod

Od druhej polovice 19. storočia prebiehal proces transformácie stavovskej spoločnosti na občiansku, charakterizovaný redefiníciou spoločenských vzťahov. Tento proces bol sprevádzaný viacerými javmi, medzi ktoré patrila aj modernizácia dopravnej infraštruktúry. O mestskej hromadnej doprave môžeme jednoznačne hovoriť ako o modernizačnom fenoméne, ktorý bol úzko spätý s urbanizáciou a so spoločenskými premenami. Vzájomné väzby medzi týmito procesmi však môžeme skúmať iba v prípade, ak na túto problematiku nahliadame komplexne. Vývoj mestskej hromadnej dopravy totiž nie je lineárnym a jednoduchým procesom, túto problematiku je potrebné skúmať súčasne so spoločenskou premenou a modernizáciou. Ide o mnohovýrobný jav, skúmaním ktorého máme možnosť nahliadnuť do viacerých aspektov dobovej spoločnosti a zároveň získame pohľad na Košice, ako dynamicky sa rozvíjajúceho mesta.

Košice predstavovali strategické urbánne centrum východnej časti prvej Československej republiky a boli spojovacím a komunikačným uzlom na Podkarpatskú Rus. V medzivojnovom období prebehol proces začleňovania mesta do novovzniknutého štátneho útvaru a zmenila sa aj jej geopolitická pozícia. Vývoj udalostí bol sprevádzaný procesom urbanizácie a modernizácie charakteru mesta. Tieto fenomény sa nedajú skúmať oddelene a práve komplexné nahliadanie na mesto ako na živý a neustále pulzujúci organizmus nám umožňuje ucelené spracovanie jednotlivých procesov urbánnych dejín.

Cieľom príspevku je priblíženie teoretických východísk a otvorenie výskumných otázok, vďaka ktorým je možné skúmať problematiku mestskej hromadnej dopravy v širších hospodárskych, kultúrnych a spoločenských súvislostiach. Práca pozostáva z troch kapitol. V prvej sa budem venovať dobovému kontextu a kritériám vzniku mestskej hromadnej dopravy na pozadí procesov modernizácie a urbanizácie v rámci druhej kapitoly rozoberiem spracovanie problematiky v zahraničnej a domácej historiografii, a v poslednej časti priblížim teórie infraštruktúr a verejného priestoru, ktoré môžu slúžiť ako teoretické východiská pri kladení výskumných otázok k problematike.

Dobový kontext a kritériá formovania mestskej hromadnej dopravy

V 19. storočí prešla spoločnosť výrazným procesom modernizácie, ktorá sa prejavila nielen v sociálno-kultúrnej, ale aj v hospodárskej oblasti. Modernizácia je z hľadiska sociológie definovaná ako transformácia tradičnej, vidieckej, agrárnej spoločnosti na sekulárnu, mestskú, priemyselnú spoločnosť. Industrializmus a industriálna spoločnosť znamenajú oveľa viac než len ekonomické a technologické komponenty, ktoré tvoria ich jadro. Išlo o nový spôsob života, ktorý v sebe zahrňal hospodárske, sociálne, politické a kultúrne zmeny.

Medzivojnové obdobie bolo kľúčové aj pre slovenské mestá, keďže v tomto čase prebiehala intenzívna modernizácia ovplyvnená priemyselným rozvojom, rastom obyvateľstva a urbanistickými zmenami. Jedným z hlavných faktorov modernizácie bol rozvoj priemyslu a železničnej dopravy, ktorý zásadne zmenil urbanistickú štruktúru. Priemyselná transformácia ovplyvnila podobu aj funkciu sídiel a úzko súvisela s urbanizáciou. Pôvodná koncentrácia obyvateľov v mestách sa postupne vyvinula do rozvinutejšej mestskej štruktúry. Modernizácia slovenských miest prebiehala v dvoch hlavných fázach – najprv v rámci Uhorska a po roku 1918 v Československu. Kým v prvej etape sa kládol dôraz na

industrializáciu a rozvoj dopravnej siete, v druhej dominovali nové urbanistické princípy, sociálna bytová politika a expanzia komerčných priestorov. (Moravčíková, 2016) Mestá ako Bratislava, Žilina, či Košice sa v tomto období premenili na moderné centrá s vyspelou infraštruktúrou, čím položili základy ich ďalšieho rozvoja v 20. storočí.

S rozvojom miest úzko súvisela aj potreba verejnej dopravy, ktorá postupne integrovala predmestia do mestských organizmov. Urbanizácia priniesla výrazný nárast obyvateľstva, čo viedlo k rozširovaniu obytných štvrtí. Na rast miest vplývalo aj budovanie kasární, ktoré posilnili ich strategický význam. V prípade Košíc zlomovou etapou nárastu počtu obyvateľstva bolo obdobie medzi rokmi 1850 a 1880, keď sa počet obyvateľov mesta zdvojnásobil na 26 094. Tieto tendencie pokračovali aj v nasledujúcich rokoch, čo spôsobilo, že na konci 19. stor. bývalo v meste až 40 102 osôb, k čomu prispieval aj výrazný prílev vojsk. (Sáposová a Regináčová, 2014) Paralelne s nárastom počtu obyvateľov narastala aj hustota obyvateľstva. Kým v roku 1869 pripadalo na 1 km² 233 obyvateľov, v roku 1891 už ich bolo 310, čo znamená 33 % v percentuálnom zobrazení. Medzi rokmi 1900 a 1921 bol nárast hustoty obyvateľstva vyšší o ďalších 30,6 % v porovnaní s predošlým obdobím. (Sáposová a Regináčová, 2014) Modernizácia a rozvoj miest sa prejavili aj v oblasti infraštruktúry. Zavádzanie vodovodov, kanalizácie, plynu a elektriny zlepšilo hygienické podmienky, zatiaľ čo regulácia vodných tokov a výstavba nábreží menili vzhľad miest. Likvidácia stredovekých mestských opevnení umožnila rozširovanie zastavaného územia. (Moravčíková, 2016) S nárastom priemyselnej výroby rástlo aj znečistenie, čo viedlo k potrebe vytvárať verejné parky a zelené plochy. Obyvateľom miest začali slúžiť aj prímestské rekreačné lokality, napríklad Bankov pri Košiciach. V 20. storočí sa zrýchlila aj modernizácia bytovej výstavby. Nové urbanistické koncepty, ako polootvorené bloky a riadkové domy, reflektovali európske architektonické trendy. S modernizáciou úzko súvisela aj výstavba verejných a komerčných stavieb. V mestách vznikali obchodné domy a pasáže, ktoré sa stali centrami spoločenského života. Kaviarne a pasáže slúžili ako priestory na stretávanie obchodníkov, intelektuálov a umelcov, čím sa mestská kultúra ešte viac rozvíjala.

Prepojenie modernizácie a mestskej hromadnej dopravy je kľúčovým aspektom vývoja mestského prostredia v priebehu 19. a 20. storočia. Mestská hromadná doprava sa stala jedným z hlavných prvkov modernizácie miest, ovplyvňujúc nielen fyzickú infraštruktúru, ale aj sociálne, ekonomické a kultúrne aspekty mestského života. Podľa Johna P. McKaya, ktorý skúmal mestskú dopravu na prelome 19. a 20. storočia, však rozvoj mestských dopravných systémov v Európe zaostával za procesom industrializácie a urbanizácie. (McKay, 1976) Hoci mestská hromadná doprava existovala už v polovici 19. storočia, nemohla sa považovať za komplexný dopravný systém. Ani zavedenie konských električiek v Spojených štátoch po občianskej vojne a v Európe na konci 19. storočia neprinieslo zásadnú zmenu, keďže prevádzkové aj cestovné náklady boli stále vysoké. Až v 90. rokoch 19. storočia sa začal rozvíjať skutočne moderný, rýchly, bezpečný, pravidelný a cenovo dostupný systém mestskej dopravy. Tento systém mal významné hospodárske aj sociálne dôsledky. McKay zdôraznil, že práve električka umožnila európskym mestám suburbanizáciu a pomohla vyrovnáť sa s negatívnymi dôsledkami industrializácie, ako je preľudnenie a zhoršujúce sa hygienické podmienky. (McKay, 1976) Začiatkom 20. storočia priniesla elektrifikácia mestskej dopravy vznik električiek, ktoré nahradili konské električky a parné stroje. Tieto technologické inovácie umožnili vznik efektívnejších a spoľahlivejších dopravných systémov, ktoré mohli prepravovať viac pasažierov rýchlejšie a na väčšie vzdialenosti.

Spracovanie témy v historiografii

Pri skúmaní tejto problematiky je veľmi dôležité vyzdvihnúť odlišné poňatie problematiky u nás a v zahraničí. Západoeurópska a americká urbánna historiografia bola už od jej počiatkov výrazne ovplyvnená kultúrnou históriou tretej generácie školy Annales. Kultúrnohistorický prístup vo výskume miest mal odstrániť nevýhodu dovtedajšieho štrukturalistického prístupu, ktorý nebral do úvahy „ľudský faktor“ urbánnych dejín. V 60. rokoch 20. stor. sa objavil trend skúmania procesu suburbanizácie a významu mestskej hromadnej dopravy v rámci nej. (Ward, 1964) Od 80. rokov 20. stor. v duchu kultúrnohistorického prístupu sa pozornosť urbánnych historikov upriamila na výskum mestskej mentality, dejín každodennosti a fenoménu voľného času. Do popredia sa dostala aj tematika kreovania verejného priestoru a fyzického výrazu moderného mesta, ktorého neoddeliteľnou súčasťou bola mestská hromadná doprava. Týmto otázkami sa zaoberal Kenneth T. Jackson, ktorý rozšíril výskum o oblasť mentalít. (Jackson, 1987) Významný prínos priniesla vyššie spomenutá monografia *Tramways and Trolleys* od Johna P. McKaya. McKay sa zaoberal so sociálnymi, kultúrnymi a spoločenskými dopadmi modernizačného procesu, a považoval vývoj mestskej hromadnej dopravy za proces úzko spätý s celospoločenskou transformáciou. (McKay, 1976) V nemeckom prostredí vznikla práca Wolfganga R. Krabbea, ktorá sa zaoberala s problematikou interakcie mestskej hromadnej dopravy a samosprávy, v duchu moderného poňatia urbánneho výskumu. (Krabbe, 1985) Zaujímavú perspektívu ponúkajú diela Barbary Schmukiovej a Margaret Walshovej, v rámci ktorých je spracovaný rodový aspekt problematiky mestskej dopravy na prelome 19. a 20. stor. (Schmucki, 2002; Walsh, 2002) Predstavitelia nemeckej teórie priestorovej ekonomiky (tzv. Raumwirtschaftsteories) ako napr. Alfred Weber, H. Thünen, alebo Walter Christaller skúmali rozvoj dopravy z hľadiska rozmiestnenia sídiel a urbanizácie. V rámci výskumu dejín infraštruktúr sa historici a sociológovia zaoberali s otázkami jej internalizácie a regulácie, (Laak, 2023) ako aj so vzťahmi medzi priestorom a infraštruktúrou. (Burchardt a Laak, 2023) Vytvárali sa rôzne teórie, ako napr. ANT (Actor - Network Theory), ktorá pomáha analyzovať, ako sa infraštruktúry budujú a udržiavajú prostredníctvom interakcií rôznych aktérov. (McCarthy, 2023) Konceptom infraštruktúry sa zaoberá aj historická geografia, podľa ktorej infraštruktúra zahŕňa materiálne aj nemateriálne siete, ktoré fungujú naprieč sociálnymi, kultúrnymi a časovými dimenziami. Sú navrhované a budované historickými aktérmi a zároveň sa stávajú súčasnými činiteľmi, ktoré formujú mocenské vzťahy, výmenu a cirkuláciu zdrojov aj mimo rámca štátnej moci. (Nisa, 2025)

V Británii a Spojených štátoch sa od začiatku 60. rokov 20. storočia vyvinula obzvlášť plodná aliancia medzi dopravnou a mestskou historiografiou — prvý diel dvojzväzkovej knihy *A History of London Transport* od T. C. Barkera a kniha *Streetcar Suburbs: The Process of Growth in Boston, 1870-1900* od Sama Bassa Warnera Jr. boli publikované v priebehu približne jedného roka. (Baker a Robbins, 1963; Warner, 1962) Tieto práce sa riadili tézou, že dopravné systémy môžu byť použité na analýzu a periodizáciu zmien v mestskom prostredí. Základná chronológia vytvorená spomenutými autormi — koňky (1830–1860) — električky (1860–1890); elektrifikácia (1890–1918); motorové autobusy (1919–1945); motorizácia (od 1945) — však nepredstavovala výrazný pokrok oproti populárnym dielam amatérskych historikov a nadšencov, ktorí v tom čase dominovali v tvorbe diel v oblasti verejnej dopravy. Tí často skúmali konkrétne spôsobyestskej dopravy v jednotlivých mestách na regionálnej úrovni. Hoci mnohé z týchto prác mali čisto antikvárný charakter, zamerané na detaily ako technické vybavenie, vývoj trás, lístky a podobne, nová generácia autorov sa začala zaoberať s otázkami zaujímavými pre interdisciplinárny historický výskum. (Klapper, 1974; Buckley, 1975)

Historiografia týkajúca sa mestského rozvoja a dopravy v Spojených štátoch sa počas nasledujúcich rokov postupne rozvíjala. Od okolo roku 1970 sa doprava stala dôležitou súčasťou systematického výskumuestskej infraštruktúry. (Konvitz, Rose, Tarr, 1990) Napriek tomu korpus nových prác naďalej z veľkej časti obsahoval dve predpoklady, ktoré boli prítomné vo Warnerovej práci. Po prvé, dopravu konceptualizovali ako súbor technológií, ktoré sa vyvíjali nezávisle od mestských spoločností, na ktoré potom mali dopad. Po druhé, mesto samotné bolo považované za niečo plastické, schopné meniť svoj tvar a funkcie v reakcii na rôzne systémy. (Konvitz, Rose, Tarr, 1990) V Británii škola urbánnej histórie inšpirovaná Barkerom a jeho kolegom H. J. Dyosom sa zaslúžila o publikáciu viacerých diel, najmä o Londýne a hlavných priemyselných mestách, ktoré však tiež považovali dopravu za technologický faktor mestského rozvoja. (Barker a Robins, 1974; Dyos a Aldcroft, 1974) Neskoršie štúdie procesu urbanizácie a suburbanizácie, najmä *Crabgrass Frontier: The Suburbanization of the United States* od Kennetha T. Jacksona, rozšírili chronologický dosah hlboko do 20. storočia a éry automobilov. Poskytli čoraz sofistikovanejší náhľad do problematiky, v ktorom sa prínos dopravy zväčšil dôkladnejšie v kontexte ďalších faktorov, ako je lacná a dostupná energia, stavebné pozemky, podnikaví developeri, dotácie, sociálne a rasové napätia, či rodové ideológie. (Jackson, 1987)

Takéto multi-kauzálne, interakčné výklady, ktoré boli spojené najmä so štúdiami o amerických mestách, získali na váhe aj u vedcov pracujúcich v Británii v 70. a 80. rokoch. (Clapson, 1998; Jackson, 1991) Táto kombinovaná práca ukázala, že aj keď dopravné inovácie jasne vyžadovali systematické a trvalé zmeny v priestorovej a sociálnej štruktúre miest, tieto zmeny im často nepredchádzali ani sa s nimi neuskutočňovali súčasne. Historici tak vyvinuli alternatívny model vzťahu medzi modernizáciou a urbánnymi zmenami; modernizácia dopravy ovplyvňovala formovanie mesta, na druhej strane však bola do istej miery sama výsledkom urbanizačného procesu. V prvých prácach sa teda na dopravné technológie nazeralo ako na nezávislé hnacie sily rastu miest, pričom ich vývoj sa považoval za lineárny a postupný. T.C. Barker sa zameriaval na históriu dopravy v Londýne a Warner analyzoval predmestia Bostonu. Neskorší vedci ako Konvitz, Rose a Tarr kritizovali predpoklad, že dopravné technológie sa vyvíjali nezávisle. Argumentovali za uznanie vzájomného vzťahu medzi mestskými podmienkami a dizajnom dopravy. (Konvitz, Rose, Tarr, 1990)

Štúdie o obdobiach pred rokom 1850 a po roku 1918 sú stále zriedkavé a historici, nech už sa zameriavajú na akékoľvek obdobie, sa väčšinou venujú iba jednej krajine, často len jednému mestu. Medzinárodné porovnania sa však pomaly stávajú populárnejšími. Nedávna monografia Elfi Bendikatovej o Berlíne a Paríži zapadá do tradície politicky orientovaných štúdií; analyzuje rozdiely a podobnosti v mestskej štruktúre týchto dvoch metropol pred rokom 1918 a tieto dáva do súvisu s politickou situáciou v krajine. (Bendikat, 1999) Pozornosť venovaná vplyvu ciest na mestský rozvoj, politike výstavby ciest a úpadku masovej dopravy v amerických mestách nachádza teraz obdobu v štúdiách európskych historikov. Jeffrey M. Diefendorf analyzuje vplyv plánovania dopravy na nemeckú mestskú obnovu po druhej svetovej vojne. (Diefendorf, 1993) Historici ako Charles Cheape, Paul Barrett a Scott Bottles ukázali, ako spoločensktéri formovali mestskú dopravu. Verejné rozhodnutia často odrážali širšie koncipované otázky, ako je vlastníctvo, regulácia a sociálne priority, a nie čisto technické hľadiská. (Cheape, 1980; Barrett, 1983; Bottles, 1987) Analýzy vedcov ako Donald Davis skúmali záujmy spotrebiteľov (napr. bezpečnosť, rýchlosť, inovácie) a zdôrazňovali úlohu preferencií verejnosti pri vývoji systémovestskej dopravy. (Davis, 1995)

Prvé práce, ktoré sa zaoberali s touto problematikou v domácom prostredí, boli koncipované v duchu lineárneho poňatia dejínestskej hromadnej dopravy zjednodušeného na dejiny dopravných podnikov. Vznikali aj práce, ktoré sa venovali technologickému rozmeru tematiky, alebo popisom štatistických a statických faktov bez akejkoľvek snahy o pochopenie dynamických procesov rozvíjajúcej sa občianskej spoločnosti. Okrem toho, že ani v slovenskom ani v českom prostredí neexistuje bibliografia prác zaoberajúcich sa touto problematikou, máme deficit aj v oblasti syntetizujúcich prác. Medzi práce napísané popisným štýlom patrí napr. dielo Adama Tatranského, *Storočie Košických električiek*, ktoré sa zaoberá s chronologickým popisom vývoja košickej električkovej siete. (Tatranský, 2013) Pri takýchto prácach je nutné spomenúť Ludvíka Lososa, ktorý skúmal vývojestskej hromadnej dopravy v Česku v jeho chronologickej a teritoriálnej celistvosti. (Losos, 1968) Významnou výnimkou v tejto oblasti je monografia českej historičky Michaely Závodnej, ktorá sa zaoberá problematikou budovaniaestskej dopravy v typologicky rôznorodých moravských a sliezskych mestách v rokoch 1850 – 1918. Analyzuje tak vnútornú štruktúru a ekonomiku jednotlivých dopravných podnikov, ako aj ich vzťah k príslušným mestským samosprávam, k legislatíve habsburskej monarchie a zmeny v tomto vzťahu v sledovanom období. (Závodná, 2016) Medzi ďalších autorov, ktorí sa zameriavali na túto problematiku patrí Karel Garba, ktorý chápal mestské samosprávy ako dôležitý subjekt v budovaní mestských dopravných systémov. Problematiku industrializácie a urbanizácie v českom prostredí skúmal Michal Hlavačka a Jozef Hons. (Hlavačka, 1990; Hons, 1975) Mestskú hromadnú dopravu ako súčasťestskej infraštruktúry skúmali autori ako Pavel Kladiwa, Andrea Pokludová, alebo Lukáš Fasora.

(Kladiwa, 2007; Kladiwa, Pokludová, Kafková, 2009; Fasora, 2007) S národnostným aspektom mestskej dopravy sa zaoberala Andrea Pokludová v rámci svojej rigorózneho práce, ale aj autorská dvojica Michaely Závodnej a Petra Popelku. (Popelka a Závodná, 2012) Čo sa týka slovenskej urbánnej historiografie Košíc, jediným článkom napísaným z hľadiska kultúrnej antropológie bol príspevok Slávky Badačovej-Čorbovej *Ulica ako miesto spoločenských kontaktov*. V rámci tejto práce sa autorka venovala Hlavnej ulici, ktorú považuje za základ mestskej kultúry ako miesto sociálnej komunikácie rôznych spoločenských vrstiev. (Badačová-Čorbová, 1995) Tento článok je prvou prácou skúmajúcou dejiny Košíc koncepcie vychádzajúcej z priestorového obratu v oblasti urbanistických štúdií. Podľa konceptu priestorového obratu urbánny priestor je neoddeliteľný od sociálnych a mocenských vzťahov a štruktúr. Skúma sa formovanie materiálneho mestského priestoru, procesy jeho vnímania a reprezentácií, sociálne jednanie a kultúrna prax v ňom.

V polovici 20. storočia sa objavil štrukturalistický prístup, podporovaný interdisciplinárnou spoluprácou so spoločenskými vedami. Vedci začali kategorizovať mestá podľa rôznych typológií – napríklad podľa veľkosti, funkcie alebo ideológie. V 60. rokoch 20. storočia sa v USA rozvinula nová urbánna história, ktorú reprezentovala kniha Stephan Thernstrom – *Poverty and Progress*. Táto práca využívala údaje zo sčítania ľudu na analýzu sociálnej mobility v meste Newburyport v štáte Massachusetts. (Thernstrom, 1964) V tomto období boli dominantné kvantitatívne metódy, výskumy sa sústredili na demografiu a vytvorenie vzorcov, často na úkor naratívnych dejín. Koniec 20. storočia priniesol priestorový obrat, ktorý vychádzal z diela Henri Lefebvra *La Production de l'espace*. Lefebvre považoval mestské prostredie za aktívneho činiteľa formujúceho sociálne vzťahy. (Lefebvre, 1974) Historici začali analyzovať identitu a moc priestorovo, pričom skúmali, ako ulice, bývanie a verejné budovy nielen odrážajú, ale aj ovplyvňujú mestský život. Historici tohto obdobia kritizovali skoršie kvantitatívne prístupy za zanedbávanie individuálnej agentivity a kultúrnej rozmanitosti. V 21. storočí mestská historiografia prijala transnacionálne rámce, a zdôraznila globálne vzájomné prepojenia. Komparatívne štúdie, porovnávali mestá, aby odhalili spoločné výzvy, ako sú správa a nerovnosti. K dispozícii sú aj práce slovenských historikov, hoci v oklieštenom počte. Modernizačným procesom slovenských miest sa zaoberala Henrieta Moravčíková, ktorá so spoluautormi vydala aj publikáciu o vzťahu totalitných režimov k mestám. (Moravčíková, 2016) Dielo *Sociologie města ve 20. a 21. století* od Slavomíry Ferenčuhovej je významným príspevkom k urbánnym štúdiám v českom prostredí. Autorka sa sústredila na históriu sociológie mesta, pričom podrobne rozoberala chicagskú školu, neoweberiánske a neomarxistické prístupy. (Ferenčuhová, 2013) Teoretickým východiskám verejného priestoru sa taktiež venovala Alica Kurhajcová pri výskume národnej identity, (Kurhajcová, 2010) a Patrícia Fogelová, ktorá skúmala prieniky sociológie a historickej vedy pri analýze verejného priestoru. (Fogelová, 2020) Autorská dvojica Patrícia Fogelovej a Martina Pekára skúmala zásahy ľudského režimu do verejného priestoru vybraných slovenských miest. (Fogelová a Pekár, 2021)

Na Slovensku doposiaľ nevznikla ani jedna práca zaoberajúca sa fenoménom mestskej hromadnej dopravy z hľadiska kultúrnej a sociálnej histórie, ktorá by skúmala problematiku v kultúrno-spoločenských a hospodárskych súvislostiach ako multidimenzionálny koncept urbánnych dejín.

Teórie infraštruktúry a verejného priestoru ako východiská výskumu mestskej hromadnej dopravy

Infraštruktúra je základným prvkom, ktorý zabezpečuje fungovanie spoločnosti a hospodárstva. Zahŕňa fyzické a organizačné systémy nevyhnutné pre chod komunity alebo národa, umožňuje poskytovanie základných služieb a podporuje hospodársky rast. Pojmom infraštruktúra sa označujú základné zariadenia, systémy a štruktúry, ktoré podporujú každodenné aktivity spoločnosti alebo podniku. Patria sem dopravné siete, komunikačné systémy, dodávky energie, vodné zdroje a verejné inštitúcie, ako sú školy a nemocnice. Význam pojmu - *infra-* (pod) a *structure* (stavba) - vyjadruje základné systémy, na ktorých sú postavené ďalšie štruktúry. (Fulmer, 2009)

Vnímanie infraštruktúry sa v posledných desaťročiach výrazne zmenilo, pričom sa posunulo od úzkeho zamerania na fyzické štruktúry k širšiemu chápaniu jej ekonomických, sociálnych a environmentálnych dimenzií. Tento posun odráža nové trendy v historiografii, vrátane „infraštruktúrneho obratu“, ktorý zdôrazňuje systémové a materiálne základy historických zmien. Predtým bola infraštruktúra často považovaná za vedľajší prvok v naratívach politických dejín. Cesty, kanály alebo akvadukty boli uznávané za ich úlohu v rozvoji obchodu, komunikácie a vojenskej logistiky. Tieto skoré štúdie sa zameriavali na infraštruktúru ako odraz technologického pokroku alebo štátnej moci, ale len zriedka skúmali jej hlbšie spoločenské dôsledky. (Laak, 2023)

Infraštruktúrny prístup v historickej vede sa sústreďuje na analýzu materiálnych systémov, vzájomných prepojení a štruktúrnych síl, ktoré formujú spoločenskú dynamiku v priebehu času. Tento prístup sa odlišuje od tradičných metodológií tým, že zdôrazňuje trvácnosť a vplyv infraštruktúry na historické javy. Kritickým konceptom je vznik priestorovo-temporálnych štruktúr, kde infraštruktúry nielen formujú priestor, ale aj čas. Synchronizujú ľudské aktivity a nútia ľudí prispôbiť sa novým časovým požiadavkám, ako sú dopravné špičky či meniace sa pracovné hodiny. (Laak, 2023) Infraštruktúrny prístup kladie dôraz na štúdium dopravných systémov, ktoré zabezpečujú fungovanie spoločnosti. Skúma, ako tieto systémy formujú ekonomické, politické a sociálne štruktúry. Analyzuje, ako infraštruktúra vytvára transnacionálne alebo regionálne spojenia. Odhaľuje, skryté mocenské dynamiky, napríklad cez mestské financovanie, ktoré môže diskkrétne posilňovať ekonomické rozdiely. Namiesto sústredenia sa na konkrétne historické medziny a udalosti sa analyzujú dlhodobé vývojové trendy, čím sa častokrát naruša tradične koncipovaná periodizácia dejín. Moderné historické bádanie považuje infraštruktúru nielen za pozadie udalostí, ale za aktívneho činiteľa pri formovaní dejín. Zo sociologického hľadiska možno infraštruktúry vnímať prostredníctvom vzťahových teórií, ktoré zdôrazňujú ich úlohu v sociálnom živote. Práce o tzv. znalostných infraštruktúrach (knowledge infrastructures) poukazujú na to, že

infraštruktúry sú pretkané sociálno-politickými normami a hodnotami, ktoré ovplyvňujú ich dostupnosť a využívanie (Hirschman, 2021). To súvisí so širšou diskusiou o infraštruktúre ako sociálnej konštrukcii, ktorá tvrdí, že infraštruktúra nie je neutrálnym základom spoločnosti, ale skôr odrazom mocenských vzťahov, prerozdelenia zdrojov a spoločenských potrieb. (Read, 2019) Vnímanie infraštruktúry sa vyvinulo do multidimenzionálneho konceptu, ktorý rieši nielen fyzické potreby, ale aj hospodársky rast, environmentálnu udržateľnosť, sociálnu rovnosť a technologickú integráciu.

Koncept infraštruktúry je neoddeliteľnou súčasťou výskumu dejín verejnej dopravy, a môže slúžiť aj ako východiskový bod pre kladenie kľúčových výskumných otázok aj v rámci témy mestskej hromadnej dopravy medzivojnových Košíc, ako napr. Aký bol vplyv infraštruktúry mestskej hromadnej dopravy na ekonomický rozvoj Košíc v medzivojnovom období? Ako sa elektrifikácia a modernizácia vozového parku odrazili na chode dopravného podniku? Akým spôsobom ovplyvnila doprava mobilitu obyvateľov? Aké boli transnacionálne súvislosti rozvoja mestskej hromadnej dopravy v Košiciach? Ako sa infraštruktúra mestskej hromadnej dopravy v Košiciach vyvíjala v reakcii na demografické a urbanistické zmeny? Ako ovplyvnila doprava urbanistický vývoj mesta a jeho priestorové rozloženie? Ako sa odrazili populačné zmeny na dopyte po mestskej hromadnej doprave? Aké boli hlavné výzvy a obmedzenia rozvoja infraštruktúry mestskej hromadnej dopravy v Košiciach v medzivojnovom období?

Ďalším dôležitým konceptom, vďaka ktorému môžeme dospieť k inovatívnym záverom v oblasti výskumu dejín mestskej hromadnej dopravy je koncept verejného priestoru, ktorý sa v priebehu dejín významne vyvíjal, pričom odrážal zmeny v spoločenských štruktúrach, politických ideológiách a kultúrnych praktikách. V historickej vede ho nechápeme iba ako fyzické miesto, ale dynamickú arénu pre sociálnu interakciu, politickú participáciu a kultúrnu výmenu. (Fuchs, 2018) Jeho vývoj už od staroveku odráža širšie zmeny v ľudskej spoločnosti. Pochopenie jeho historického významu poskytuje cenné poznatky o výzvach a príležitostiach na podporu demokratických ideálov v moderných mestách. Počas osvietenstva a nástupu modernity získali verejné priestory nový význam ako miesta intelektuálnej výmeny a politického diskurzu. Filozofi, ako napríklad Jürgen Habermas, spojili vznik verejnej sféry - konceptuálneho priestoru pre racionálnu diskusiu – s rozvojom demokracie. Habermas rozlišoval medzi formálnou verejnou sférou (vládne inštitúcie) a neformálnymi verejnými priestormi (miesta, kde sa stretávajú občania), pričom zdôrazňoval ich vzájomnú prepojenosť pri podpore demokratických ideálov. (Souza, 2022) Koncept verejného priestoru bol obohatený prácami filozofov ako Hannah Arendt a Richard Sennett. Arendt považovala verejný priestor za kľúčový pre politický boj a kolektívnu akciu, pričom zdôrazňovala jeho úlohu pri umožnení spoluzitania rôznych jednotlivcov. Sennett zase poukazoval na jeho význam pre sociálnu interakciu bez vnucovania osobných hodnôt či identít. (Souza, 2022) Vedecké skúmanie verejného priestoru prechádza interdisciplinárnym preklenutím sociológie, urbanistiky a politických vied. Kľúčovú úlohu v tejto oblasti zohrávajú teórie Henriho Lefebvra a neskoršie práce Waltera Siebela a Jana Wehrheima, ktoré ponúkajú komplementárne perspektívy na analýzu priestorových dynamík.

Podľa Lefebvra je priestor sociálny produkt, ktorý nevzniká pasívne, ale aktívne sa vytvára prostredníctvom ľudských vzťahov a praktík. (Stanek, 2007) V diele *Produkcia priestoru* definuje tri vzájomne prepojené dimenzie:

1. Priestorové praktiky (vnímaný priestor): Denné rutiny, pohyb a fyzická organizácia prostredia.
2. Reprezentácie priestoru (koncipovaný priestor): Teoretické a plánovacie koncepty architektov, urbanistov alebo politických elít.
3. Reprezenačné priestory (prežívaný priestor): Subjektívne významy a symboly, ktoré jednotlivci pripisujú priestoru. (Watkins, 2005)

Lefebvre zdôrazňuje, že priestor je nástrojom moci: podľa neho ho dominantné triedy využívajú na reprodukciu sociálnej hierarchie. Táto myšlienka sa spája s jeho presvedčením, že každý spoločenský režim musí produkovať vlastný priestor, aby legitimizoval svoju existenciu. (Lefebvre, 1991)

Nemeckí sociológovia Walter Siebel a Jan Wehrheim poskytli prehľadnejšiu, zároveň menej zložitejšiu teóriu verejného priestoru prostredníctvom štyroch dimenzií, ktoré umožňujú jednoduchšie uchopenie vymedzenej témy. Tieto dimenzie predstavujú špecifické znaky verejného priestoru, vďaka ktorým sú v kontraste so súkromnou sférou. (Fogelová a Pekár, 2021)

Tab. 1

Dimenzia	Charakteristika
Právna	Regulácia prístupu a používania prostredníctvom zákonov a noriem.
Funkčná	Priestor ako miesto obchodu, politiky alebo verejnej komunikácie.

Sociálna	Scéna pre štandardizované správanie a anonymitu (napr. ulice ako miesto stretávania).
Materiálno-symbolická	Architektonické prvky signalizujúce významy (pamätníky, štýl budov).

Hlavné rozdiely medzi konceptami verejného priestoru Henriho Lefebvra a dua Siebela a Wehrheima možno systematizovať do troch kľúčových oblastí: teoretického základu, analytického rámca a chápaniu moci. Zatiaľ čo Lefebvre vychádza z marxistickej kritiky kapitalizmu, priestor chápe ako produkt spoločenských vzťahov a nástroj reprodukcie moci, a zdôrazňuje dialektický vzťah medzi priestorovou praxou a spoločenskými štruktúrami, Siebel a Wehrheim sa orientujú na sociologickú a urbanistickú analýzu, bez explicitného triedneho rámca. Ich model je viac deskriptívny, zameraný na identifikáciu mechanizmov kontroly priestoru. Čo sa týka chápania moci v teóriách, Lefebvre vidí priestor ako bojisko medzi dominantnými a marginalizovanými skupinami, kým Siebel a Wehrheim zdôrazňujú inštitucionálnu kontrolu. Ich prístup je menej konfrontačný, viac opisuje spoločenské mechanizmy než antagonizmy. Táto konceptualizácia dopĺňa klasické teórie tým, že ponúka konkrétne kategórie pre empirický výskum, čím prekračuje čisto filozofickú rovinu.

Pri výskume mestskej hromadnej dopravy medzivojnových Košíc je možné formulovať výskumné otázky, ktoré sa dajú kategorizovať podľa štyroch vyššie uvedených dimenzií verejného priestoru od Siebela a Wehrheima. Ku každej dimenzii som formulovala tri výskumné otázky,

- Právna dimenzia** – Reguluje prístup a správanie sa v priestore prostredníctvom zákonov, noriem alebo administratívnych opatrení.
 - Existovali špecifické právne obmedzenia pre určité skupiny cestujúcich (napr. podľa etnicity, pohlavia, profesie)?
 - Akým spôsobom boli riešené konflikty medzi cestujúcimi a aké sankcie sa uplatňovali pri porušení pravidiel?
 - V akej miere bola doprava pod kontrolou štátu, samosprávy alebo súkromných investorov?
- Funkčná dimenzia** – Priestor ako miesto špecifických aktivít: politické zhromaždenia, obchod, doprava alebo kultúrna výmena. Akú úlohu zohrávala mestská doprava v ekonomike mesta (napr. prepojenie na trhy, priemyselné štvrte, obchodné centrá)?
 - Akým spôsobom doprava ovplyvňovala politickú a verejnú komunikáciu (napr. používali sa električky na politické kampane, protesty, verejné zhromaždenia)?
 - Existovali špecifické trasy spojené s dôležitými verejnými inštitúciami, administratívnymi budovami alebo miestami stretávania elít?
 - Akým spôsobom fungovalo prepojenie medzi mestským zastupiteľstvom a dopravným podnikom?
 - Ako sa na úrovni mestského zastupiteľstva vyjednávali zmluvy na realizáciu infraštruktúry hromadnej dopravy?
 - Aké vzťahy malo mesto s firmami, ktoré realizovali zákazky?
- Sociálna dimenzia** – Priestor ako scéna pre anonymné interakcie a štandardizované správanie (napr. ulice ako miesto stretávania bez potreby osobnej identity). Táto dimenzia zachytáva, ako priestor formuje sociálne role a vzťahy.
 - Aké sociálne skupiny mali zvýhodnené alebo znevýhodnené podmienky v rámci tarify systému?
 - Akým spôsobom vytváral tarifný systém sociálne bariéry alebo naopak podporoval inklúziu rôznych vrstiev obyvateľstva?
 - Existovali rozdiely v dostupnosti dopravy pre rôzne spoločenské vrstvy?
- Materiálno-symbolická dimenzia** – Architektonické prvky, pamätníky alebo urbanistický štýl, ktoré nesú ideologické alebo kultúrne významy.
 - Aké vizuálne a materiálne aspekty (reklamy, výzdoba, farby) boli používané na propagáciu verejnej dopravy?
 - Existovali ikonické zastávky alebo dopravné uzly, ktoré boli vnímané ako symboly mesta?
 - Akým spôsobom boli električky a autobusy reprezentované v umeleckých dielach, literatúre a dobovej tlači?

Záver

Dejiny mobility a samotných mestských dopravných systémov sú celkovo neprebádanou tematikou. Deficit súčasného dopravného výskumu je citeľný aj napriek dostatočnému množstvu zachovaných prameňov. Ondrej Ficeri označil dejiny prvorrepublikových Košíc za „najnespracovanejšie obdobie ich existencie vôbec“, a to napriek dostupnosti výskumného

materiálu v slovenskom jazyku. Spojením dejín mestskej hromadnej dopravy s regionálnymi dejinami mesta sa vytvára neprebádaná téma s veľkým výskumným potenciálom, ktorá ponúka náhľad do celého radu fenoménov od národnostnej situácie v meste, cez trávenie voľného času, vplyvu mestských elít na fungovanie samosprávy, modernizácie, priestorového pretvorenia mesta, až po rodové otázky.

Prístup k výskumu dejín mestskej hromadnej dopravy je rôznorodý od jej samotných počiatkov. Prvé práce zaoberajúce sa s touto problematikou vznikli v zámorí. Výskum sa zameriaval najmä na prepojenie fenoménu suburbanizácie a technologického pokroku. Od 70. rokov 20. stor. sa téma začala skúmať aj v európskom prostredí, a to v spojitosti s legislatívnymi rámcami jednotlivých krajín. Americký historik John P. McKay sa zaslúžil o komplexnejšie poňatie fenoménu mestskej hromadnej dopravy ako kultúrneho a spoločenského fenoménu. V nemeckej historiografii sa zameriavali na prepojenie mestskej hromadnej dopravy s formovaním modernej občianskej spoločnosti. Historiografia mestskej dopravy sa posunula od vnímania dopravy ako nezávislej technologickej hnacej sily mestských zmien k jej chápaniu ako súčasti komplexného, vzájomného procesu zahŕňajúceho kultúrne, sociálne, politické a hospodárske faktory. Táto diferencovaná perspektíva zdôrazňuje, ako sa mestá a dopravné systémy vyvíjajú spoločne, pričom technologické a kultúrne prvky sa v priebehu času dynamicky formujú. U nás je výskum založený na tradičnom poňatí mestskej hromadnej dopravy, a zameriava sa najmä na technologický vývoj alebo na lineárny prieskum dejín dopravných podnikov. Podstatou môjho výskumného zámeru je ponúknuť celistvejší, viacdimenziálny pohľad na dejiny mestskej hromadnej dopravy Košíc v medzivojnovom období, pričom využijem teórie infraštruktúr a verejného priestoru.

Vzťah medzi infraštruktúrou a priestorom je vzájomne prepojený – vývoj, implementácia a využívanie infraštruktúr nielen formujú priestory, ale sú nimi zároveň formované. Aplikácia vyššie uvedených teórií na výskum mestskej hromadnej dopravy v Košiciach v medzivojnovom období vyžaduje interdisciplinárny prístup, ktorý spája urbanistickú históriu s kritickou priestorovou analýzou. Podstatou môjho výskumu je preto nielen rekonštrukcia technologického a organizačného vývoja mestskej hromadnej dopravy v Košiciach, ale aj analýza jej širších spoločenských, politických a kultúrnych súvislostí. Aplikovaním teórií infraštruktúr a verejného priestoru je možné ukázať, ako dopravný systém ovplyvňoval každodenný život obyvateľov mesta, formoval mestské identity a reflektoval širšie modernizačné procesy v stredoeurópskom kontexte.

Výskum prispeje k prekonaniu doterajšieho úzko technického pohľadu na dejiny mestskej hromadnej dopravy a poskytne nové perspektívy na dynamiku vzťahov medzi dopravou, urbanizmom a spoločenskými zmenami. Skúmanie medzivojnového obdobia v Košiciach navyše umožní reflektovať dopady politických a územnosprávnych zmien na mestskú infraštruktúru a ponúkne komparatívne možnosti v rámci širšieho vývoja miest v regióne. Tento prístup môže slúžiť ako model pre ďalšie výskumy dejín mestskej dopravy na Slovensku, ktoré doteraz zostávali prevažne v rovine faktografického mapovania. Obhatením metodológie o interdisciplinárne prvky sa otvára priestor pre nové otázky a interpretačné rámce, ktoré umožnia hlbšie pochopenie vzájomného formovania infraštruktúr, priestoru a spoločnosti v historickom vývoji mesta.

Literatúra

Knižné publikácie

BARKER, Theodore Cardwell a ROBBINS, Michael, 1963. A History of London Transport, vol. 1, The Nineteenth Century. London: George Allen and Unwin. ISBN 0043850669

BARRETT, Paul, 1983. The Automobile and Urban Transit: The Formation of Public Policy in Chicago, 1900-1930. Philadelphia: Temple University Press. ISBN 0877222940

BENDIKAT, Elfi, 1999. Öffentliche Nahverkehrspolitik in Berlin und Paris: 1890-1914. Strukturbedingungen, politische Konzeptionen und Realisierungsprobleme. Berlin: De Gruyter. ISBN 978-3110153835

BOTTLES, Scott L., 1987. Los Angeles and the Automobile: The Making of the Modern City. Berkeley, Los Angeles: University of California Press. ISBN 978-0520073951

BUCKLEY, Richard J., 1975. History of Tramways from Horse to Rapid Transit. Newton Abbot: David & Charles. ISBN 0715366416

BURCHARDT, Marian a LAAK, Dirk, 2023. Making Spaces through Infrastructure: Visions, Technologies, and Tensions. Leipzig: De Gruyter Oldenbourg. ISBN 978-3111191096

CHEAPE, Charles W., 1980. Moving the Masses: Urban Public Transit in New York, Boston and Philadelphia, 1880-1912. Cambridge, London: Harvard University Press. ISBN 0674588274

CLAPSON, Mark, 1998. Invincible Green Suburbs, Brave New Towns: Social Change and Urban Dispersal in Post-War England, Manchester and New York. Manchester: Manchester University Press. ISBN 978-0719041358

- DIEFENDORF, Jeffrey M, 1993. *In the Wake of War: The Reconstruction of German Cities after World War II*. Oxford: Oxford University Press. ISBN 978-0195072198
- DYOS, H. J. a ALDCROFT, D. H., 1974. *British Transport: An Economic Survey from the Seventeenth Century to the Twentieth*. Harmondsworth: Penguin Books. ISBN 0140217843
- FASORA, Lukáš, 2007. *Svobodný občan ve svobodné obci: občanské elity a obecní samospráva města Brna 1851-1914*. Brno. ISBN 9788086488431
- FERENČUHOVÁ, Slavomíra, 2013. *Sociologie města ve 20. a 21. století*. Praha: Sociologické nakladatelství. ISBN 978-80-7419-162-6
- FICERI, Ondrej, 2016. *Košice v slovenskej historiografii*. Košice: Dejepisný spolok v Košiciach. ISBN 9788097189525
- FOGELOVÁ, Patrícia a PEKÁR, Martin, 2021. *Disciplinované mesto*. Košice: FF UPJŠ. ISBN 978-80-8152-977-1
- HLAVAČKA, Milan, 1990. *Dějiny dopravy v českých zemích v období průmyslové revoluce*. Praha: Academia. ISBN 8020002219
- HONS, Josef, 1975. *Dějiny dopravy na území ČSSR*. Bratislava: Veda
- JACKSON, Alan A., 1991. *Semi-Detached London: Suburban Development, Life and Transport, 1900-1939*. Didcot: Wild Swan Publications. ISBN 1874103011.
- JACKSON, Kenneth, 1987. *Crabgrass Frontier: The Suburbanization of the United States*. Oxford: Oxford University Press. ISBN 978-0195049831
- KLADIWA, Pavel, 2007. *Obecní výbor Moravské Ostravy 1850-1913. Komunální samospráva průmyslového města a její představitelé*. Ostrava. ISBN 8070426543
- KLADIWA, Pavel, Andrea POKLUDOVÁ a Renata KAFKOVÁ, 2009. *Lesk a bída obecných samospráv Moravy a Slezska 1850-1914*. Ostrava. ISBN 9788073687380
- KLAPPER, Charles, 1974. *The Golden Age of Tramways*. Newton Abbot: David & Charles. ISBN 0715364588.
- KRABBE, Wolfgang R, 1985. *Kommunalpolitik und Industrialisierung. Die Entfaltung der städtischen Leistungsverwaltung in 19. und frühen 20. Jahrhundert*. Stuttgart: Kohlhammer. ISBN 978-3170088986
- LAAK, Dirk, 2023. *Lifelines of Our Society: A Global History of Infrastructure*. Leipzig: The MIT Press. ISBN 9780262546386
- LEFEBVRE, Henri, 1991. *The Production of Space*. Preklad Donald NICHOLSON-SMITH. Cambridge: Blackwell. ISBN 0-631-14048-4
- LOSOS, Ludvík, 1986. *Dějiny městské dopravy*. Praha: Albatros. ISBN 8594050420489
- McKAY, John P, 1976. *Tramways and Trolleys. The Rise of the Urban Mass Transport in Europe*. Princeton: Princeton University Press. ISBN 978-0691052403
- NISA, Richard, 2025. *Historical Geography of Infrastructure* [online]. Dostupné na: <https://www.oxfordbibliographies.com/display/document/obo-9780199874002/obo-9780199874002-0285.xml>
- TATRANSKY, Adam, 2013. *Storočie Košických električiek*. Košice: Pro Trams. ISBN 9788026043652
- THERNSTROM, Stefan, 1980. *Poverty and Progress. Social Mobility in a Nineteenth Century City*. Cambridge: Harvard University Press. ISBN 9780674695016
- WARNER, Sam Bass, 1962. *Streetcar Suburbs: The Process of Growth in Boston, 1870-1900*. London: Harvard University Press. ISBN 978-0674842113
- ZÁVODNÁ, Michaela, 2016. *Koleje a město: Problematika městské kolejové dopravy ve vybraných moravských a slezských městech v letech 1850 – 1918*. Ostrava: Ostravská univerzita, Filozofická fakulta. ISBN 9788074648564

Články a štúdie

BADAČOVÁ-ČORBOVÁ, Slávka, 1995. Ulica ako miesto spoločenských kontaktov. In: Slovenský národopis, Vol. 43, no. 1, p. 47-56. ISSN 1335-1303

DAVIS, Donald F., 1995. North American urban mass transit, 1890-1950: what if we thought about it as a type of technology? In: History and Technology, Vol. 12 no. 4, s. 309-26. ISSN 1477-2620

FOGELOVÁ, Patrícia, 2020. Politika - verejný priestor - mesto. K možnostiam historického výskumu slovenských miest v rokoch 1939 - 1945. In: AKO SA PÍŠU DEJINY? METÓDY – PRÍSTUPY – PRAMENE - STRETNUTIE MLADÝCH HISTORIKOV IX. Košice: Univerzita Pavla Jozefa Šafárika v Košiciach. s. 84-99. ISBN 978-80-8152-848-4

FULMER, Jeffrey, E., 2009. What in the world is infrastructure? In: Infrastructure Investor. Vol. 7-8. s. 30-32. Dostupné na: <https://coreenergy.reit/wp-content/uploads/2018/03/what-in-the-world-is-infrastructure.pdf>

FUCHS, Christian, 2019. Henri Lefebvre's Theory of the Production of Space and the Critical Theory of Communication. In: *Communication Theory*. Vol. 29, no. 2, s. 129–150. Dostupné na: <https://doi.org/10.1093/ct/qty025>.

HIRSCHMAN, Daniel, 2021. Rediscovering the 1%: Knowledge Infrastructures and the Stylized Facts of Inequality. In: *American Journal of Sociology*. Vol. 127, s. 739-786. DOI: 10.1086/718451.

JANČURA, Mikuláš, 2017. Taxíky v systéme verejnej mestskej dopravy so zreteľom na príklad medzivojnovnej Bratislavy. In: Mesto a Dejiny, Vol. 6, no. 1, s. 67-78. ISSN 1339-0163

KONVITZ, Josef F., Mark H. ROSE a Joel A. TARR, 1990. Technology and the city. In: *Technology and Culture*. Vol. 31, no. 2, s. 288-9. ISSN 0040165X

KURHAJCOVÁ, Alica, 2010. Teórie, metódy a interpretácia pojmov národná identita, verejný priestor a pamäť: Oslava 90. výročia narodenia Lajosa Kossutha. In: Acta Historica Neosoliensia. Vol. 13, no. 1, s. 243-267. ISSN 1336-9148

MCCARTHY, D. R., 2024. Infrastructure and the integral state: Internal Relations, processes of state formation, and Gramscian state theory. In: *Review of International Studies*. Vol. 50, no. 4, s. 619-637.

MORAVČÍKOVÁ, Henrieta, 2016. Zrod moderného mesta: zmeny obrazu slovenských miest v druhej polovici 19. a prvej polovici 20. storočia. In: Forum Historiae. Vol. 10, no. 2, s. 1-11 ISSN 1337-6861

POPELKA, Petr a Michaela ZÁVODNÁ, 2012. Nacionální, politické a integrační aspekty městské dopravy v moravských městech do roku 1914. In: *Časopis Matice moravské*. Vol. 131, s. 341-366. ISSN 0323-052X.

READ, Sarah, 2019. The Infrastructural Function: A Relational Theory of Infrastructure for Writing Studies. In: *Journal of Business and Technical Communication*. Vol. 33, no. 3, s. 233-267. DOI: 10.1177/1050651919834980.

SÁPOSOVÁ, Zuzana – REGINÁČOVÁ, Nikola, 2014. Historicko-demografický vývoj populácie Košíc v 19. a 20. storočí. In: Štruktúra a fragmenty historického vývoja Košíc. Košice: Univerzita Pavla Jozefa Šafárika. ISBN 9788074648564

SCHMUCKI, Barbara, 2002. On the Trams: Women, men and Urban Public Transport in Germany. In: *Journal of Transport History*. Vol. 23, s. 60-72. ISSN 1759-3999.

SOUZA, Andre Felix, 2022. Cosmopolis: public spaces, cosmopolitanism, and democracy. In: *GeoJournal*. Vol. 88, s. 1157–1173. DOI: 10.1007/s10708-022-10643-2.

STANEK, Lukasz, 2007. Methodologies and Situations of Urban Research: Re-reading Henri Lefebvre's 'The Production of Space'. In: *Zeithistorische Forschungen/Studies in Contemporary History* [online]. Vol. 4, no. 3. Dostupné na: <https://zeithistorische-forschungen.de/3-2007/4715>. ISSN 1612-6041.

WALSH, Margareth, 2002. Gendering Transport History. In: *Journal of Transport History*. Vol. 23, s. 1-8. ISSN 1759-3999.

WARD, David, 1850-1920. A Comparative Historical Geography of Streetcar Suburbs in Boston, Massachusetts and Leeds, England. In: *Annals of the American Association of Geographers*. S. 477-489. ISSN 00045608.

WATKINS, Ceri, 2005. Representations of Space, Spatial Practices and Spaces of Representation: An Application of Lefebvre's Spatial Triad. In: Culture and Organisation. Vol. 11, no. 3, s. 209-220. ISSN 1475-9551

Záverečné a kvalifikačné práce

POKLUDOVÁ, Andrea, 2010. *Lesk a bída obecních samospráv Moravy 1850 - 1914*. Ostrava: OSTRAVSKÁ UNIVERZITA V OSTRAVĚ, Filozofická fakulta. Rigorózná práca (PhDr.).

Právne aspekty DPH v oblasti elektronického obchodovania

Legal Aspects of Taxation in the Field of E-commerce

Damián PRUŽINSKÝ

Univerzita Pavla Jozefa Šafárika v Košiciach, Právnická fakulta

Abstrakt: Príspevok sa zaoberá právnymi aspektmi uplatňovania dane z pridanej hodnoty (DPH) v oblasti elektronického obchodovania. Bližšie sa zameriava na analýzu platnej právnej úpravy, najmä vo vzťahu k určeniu miesta dodania, postaveniu osôb identifikovaných pre DPH. Pozornosť je venovaná taktiež dopadom nedávnych legislatívnych zmien v oblasti DPH. Príspevok poukazuje na praktické výzvy, ktoré tieto zmeny prinášajú pre podnikateľov v e-commerce, vrátane potreby technickej a organizačnej adaptácie. Cieľom je analyzovať právne aspekty zdaňovania DPH v oblasti e-commerce a podnietiť odbornú diskusiu o ďalšom vývoji právnej úpravy v tejto dynamickej oblasti, v súlade s technologickým vývojom a s aktuálnym stavom digitálnej ekonomiky.

Kľúčové slová: *Elektronický obchod, Daň z pridanej hodnoty, Digitálna ekonomika, E-commerce, Harmonizácia daňového práva.*

Abstract: The paper addresses the legal aspects of value added tax (VAT) implementation in the field of electronic commerce. It focuses in particular on the analysis of the current legal framework, especially with regard to the determination of the place of supply and the status of persons identified for VAT purposes. Attention is also given to the impact of recent legislative changes in the area of VAT. The paper highlights the practical challenges these changes pose for e-commerce businesses, including the need for technical and organizational adaptation. The aim is to analyze the legal aspects of VAT taxation in e-commerce and to stimulate expert discussion on the further development of legal regulation in this dynamic area, in line with technological progress and the current state of the digital economy.

Keywords: *Electronic commerce, Value-added tax, Digital economy, E-commerce, Tax law harmonization.*

Úvod

Rozvoj informačných technológií a globalizácia hospodárskych vzťahov zásadne ovplyvnili spôsob obchodovania v 21. storočí. Jedným z najvýraznejších prejavov tejto transformácie je vznik a expanzia elektronického obchodovania (e-commerce), ktoré dnes tvorí neoddeliteľnú súčasť podnikateľského prostredia. K pokroku v tejto oblasti paradoxne napomohlo ťažké obdobie pandémie Covid 19, kedy sme ako spoločnosť začali ešte vo vyššej miere využívať formu elektronického obchodovania namiesto obvyklej „fyzickej formy.“ Digitalizácia obchodných procesov priniesla nielen nové výhody a príležitosti, ale aj výzvy pre právne prostredie a táto skutočnosť neobišla ani oblasť daňového práva.

Z právneho hľadiska elektronický obchod nevystupuje ako samostatná daňová kategória, no jeho osobitosti majú pri aplikácii platných daňových predpisov významný vplyv. Najmä daň z pridanej hodnoty (DPH) zohráva kľúčovú úlohu pri spravovaní daňových povinností podnikateľov pôsobiacich v oblasti e-commerce.

Sme si vedomí, že náš príspevok s názvom „Právne aspekty DPH v oblasti elektronického obchodovania“ otvára náročnú a obsiahlu problematiku. V našom príspevku sa preto zameriame na právne aspekty DPH v oblasti vnútroštátneho elektronického obchodovania. Cieľom nášho príspevku je analyzovať právne aspekty zdaňovania DPH v oblasti e-commerce. Pri plnení stanoveného cieľa budeme využívať viaceré vedecké metódy. Analytická metóda umožní preskúmať relevantné pramene právnej úpravy týkajúce sa zdaňovania DPH v e-commerce. Deskriptívna metóda bude slúžiť na popis legislatívy a aktuálnych trendov. Zároveň bude aplikovaná metóda logického výkladu právnych predpisov, ktorá je nevyhnutná pre pochopenie právneho významu analyzovanej právnej úpravy.

V našej práci sa budeme snažiť o čo najlepšie uchopenie predmetnej problematiky, poskytnúť ucelený a vecný pohľad na súčasnú právnu úpravu zdaňovania elektronického obchodu, a to so zameraním na kľúčové charakteristiky a výzvy v oblasti dane z pridanej hodnoty (DPH) a prispieť k lepšiemu pochopeniu daňových povinností subjektov pôsobiacich v oblasti e-commerce.

Teoretické vymedzenie pojmov

Prv ako budeme skúmať meritum veci si dovoľíme vymedziť najdôležitejšie pojmy v kontexte témy nášho príspevku. Medzi tieto najdôležitejšie pojmy patrí „elektronický obchod,“ alebo tiež „e-commerce.“ E-commerce Treščáková charakterizuje ako „okruh vzťahov, ktoré zahŕňujú ponuku, dopyt a predaj tovaru a služieb prostredníctvom elektronických komunikačných prostriedkov.“ Pre porovnanie Špaček charakterizuje e-commerce ako obchod pri ktorom komunikácia medzi jeho účastníkmi prebieha sčasti alebo úplne po štandardných počítačových sieťach, prostredníctvom výpočtovej techniky, jej príslušenstva a telekomunikácií. Z právneho hľadiska ide o prenos prejavu vôle, súvisiaci s jednaním o určitom obchode, resp. uzatvorením obchodnej zmluvy, ktorá je sčasti alebo úplne prenášaná prostredníctvom výpočtovej techniky prepojenej telekomunikáciami. V nadväznosti na uvedené si dovoľíme konštatovať, že elektronický obchod je obchod v procese ktorého prebieha väčšina komunikácie v elektronickej forme, a to vo väčšej alebo menšej miere, pričom nemusí ísť len o internetovú komunikáciu. Každopádne dôležité je využitie technológií vo významnej miere za účelom uzavretia obchodu.

Ďalším pojmom, ktorý možno zaradiť v kontexte nášho príspevku za najdôležitejší je pojem „zdaňovanie.“ Zdaňovanie možno zjednodušene charakterizovať ako proces ukladania a vyberania daní (prípadne aj iných povinných odvodov),

ktoré sú platené štátu alebo územnej samospráve s hlavným cieľom zabezpečiť finančné prostriedky na krytie ich výdavkov a potrieb.

Daň z pridanej hodnoty (*d ďalej len „DPH“*) je nepriama daň, ktorá sa uplatňuje na väčšinu tovarov a služieb poskytovaných v rámci hospodárskeho styku. Ide o viacstupňovú daň, ktorá sa odvádza v každom článku výrobného a distribučného reťazca, pričom skutočné daňové zaťaženie znáša konečný spotrebiteľ. DPH sa počíta ako percentuálny podiel z ceny tovaru alebo služby. Podnikatelia, ktorí sú platcami DPH, majú spravidla nárok na odpočítanie DPH zaplatenej na vstupe (pri nákupe), čím sa zabezpečuje zdaňovanie iba pridaného zisku v každom štádiu obchodného cyklu. Z právneho hľadiska je DPH upravená príslušnými vnútroštátnymi právnymi predpismi v súlade so smernicami Európskej únie, a to najmä Smernicou Rady 2006/112/ES o spoločnom systéme DPH.

Základný právny rámec

Právny rámec je tvorený množstvom normatívnych predpisov, avšak medzi základné si dovoľujeme zaradiť nasledovné.

Zákon č. 431/2002 Z. z. Zákon o účtovníctve v znení neskorších predpisov, ktorý upravuje rozsah, spôsob a preukázateľnosť vedenia účtovníctva účtovných jednotiek v Slovenskej republike. Povinnosť viesť účtovníctvo sa vzťahuje na právnické osoby so sídlom na území SR, zahraničné osoby podnikajúce alebo vykonávajúce inú činnosť podľa osobitných predpisov na území SR, ako aj na fyzické osoby, ktoré podnikajú alebo vykonávajú inú samostatnú zárobkovú činnosť a preukazujú výdavky na účely zistenia základu dane z príjmov podľa zákona o dani z príjmov.

Rovnako zákon č. 222/2004 Z.z. o dani z pridanej hodnoty (zákon o DPH) v znení neskorších predpisov, ktorý upravuje uplatňovanie DPH v Slovenskej republike ako nepriamej dane, ktorá sa vzťahuje na dodanie tovaru a služieb v tuzemsku, nadobudnutie tovaru z EÚ a dovoz z tretích krajín. Zákon vymedzuje zdaniteľné osoby, predmet dane, vznik daňovej povinnosti, základ dane, sadzby dane (základná a znížená) a podmienky oslobodenia od dane. Stanovuje tiež registračnú povinnosť na DPH, ktorá môže byť povinná alebo dobrovoľná, ako aj pravidlá pre odpočítanie a vrátenie dane. Uplatňuje sa na podnikateľov, ktorí sú registrovaní ako platitelia DPH – či už na základe zákona (po prekročení obratu), alebo na základe dobrovoľnej žiadosti.

Zákon č. 22/2004 Z. z. Zákon o elektronickom obchode a o zmene a doplnení zákona č. 128/2002 Z. z. o štátnej kontrole vnútorného trhu vo veciach ochrany spotrebiteľa a o zmene a doplnení niektorých zákonov v znení zákona č. 284/2002 Z. z. v znení neskorších predpisov, upravuje právne vzťahy medzi poskytovateľmi služieb informačnej spoločnosti (napr. prevádzkovateľmi e-shopov) a ich príjemcami. Vymedzuje podmienky poskytovania týchto služieb, pravidlá zodpovednosti za obsah, informačné povinnosti voči spotrebiteľom a spoluprácu s orgánmi verejnej moci.

Nemôžeme opomenúť zákon č. 108/2024 Z. z. Zákon o ochrane spotrebiteľa a o zmene a doplnení niektorých zákonov v znení neskorších predpisov, ktorý predstavuje komplexnú právnu úpravu zameranú na ochranu spotrebiteľov pri predaji tovaru a poskytovaní služieb, vrátane tých realizovaných na diaľku. Zákon definuje práva spotrebiteľov a povinnosti obchodníkov, pričom kladie dôraz na transparentnosť obchodných praktík a posilnenie práv spotrebiteľov v zraniteľných situáciách.

Medzi významné normatívne predpisy Európskej únie v tomto kontexte zaradzujeme SMERNICU 2000/31/ES EURÓPSKEHO PARLAMENTU A RADY z 8. júna 2000 o určitých právnych aspektoch služieb informačnej spoločnosti na vnútornom trhu, najmä o elektronickom obchode (smernica o elektronickom obchode), ktorej cieľom je odstrániť prekážky cezhraničného poskytovania elektronických služieb a zabezpečiť právnu istotu pre poskytovateľov aj spotrebiteľov. Kľúčovým prvkom smernice je zásada krajiny pôvodu, ktorá zabezpečuje, že poskytovateľ podlieha právnemu režimu štátu, v ktorej má sídlo. Smernica zároveň upravuje zodpovednosť sprostredkovateľov digitálnych služieb (napr. poskytovateľov hostingu), pričom stanovuje, za akých podmienok nenesú zodpovednosť za obsah tretích strán.

Právne aspekty

V úvode nášho príspevku sme uviedli, že s rastúcou obľubou online nákupov rastie aj potreba precízneho právneho uchopenia daňových aspektov tohto typu obchodných vzťahov (v rámci e-commerce). Na účely nášho príspevku sme sa rozhodli priblížiť oblasť DPH, ktorá predstavuje jeden z najvýznamnejších nástrojov daňovej politiky členských štátov Európskej únie, ale i štátov všeobecne.

DPH ako viacstupňová spotrebná daň je prítomná vo väčšine právnych systémov, pričom v Európskej únii je harmonizovaná ako základný nástroj zdaňovania spotreby. Na rozdiel od priamych daní, kde daň znáša priamo daňovník, pri nepriamych daniach, ako je DPH, sa daň prenáša na konečného spotrebiteľa, hoci ju do verejného rozpočtu odvádza dodávateľ.

Z pohľadu medzinárodného obchodu je pri DPH dôležité rozlišovať medzi „*pôvodom*“ a „*sídlom*“. Teda či sa daň vyberá v krajine, kde dôjde k spotrebe tovaru alebo služby, pričom vývoz je oslobodený od dane a daň je uplatňovaná v štáte dovozu. Oproti tomu „*zásada pôvodu*“, ktorá predpokladá zdaňovanie v štáte výroby, je v praxi uplatňovaná zriedkavo.

Zákon o DPH neobsahuje samostatnú úpravu týkajúcu sa elektronického obchodovania, jeho všeobecné ustanovenia sa plne uplatňujú aj na dodania tovarov a služieb realizované prostredníctvom internetu. Kľúčovým aspektom pre určenie daňového režimu pri elektronickom obchode je určenie miesta dodania tovaru. Určenie miesta dodania tovaru závisí od viacerých faktorov – najmä od toho, či je kupujúcim osoba identifikovaná pre DPH, ako aj od toho, či ide o tuzemskú, intrakomunitárnu alebo medzinárodnú transakciu.

V prípade predaja v rámci Slovenskej republiky sa miesto dodania určuje podľa ust. § 13 zákona o DPH, a teda ide o zdanieľné plnenie podliehajúce slovenskej DPH. Pri dodávkach do iných členských štátov EÚ je dôležité rozlíšiť, či ide o zdanieľnú osobu, prípadne osobu identifikovanú pre DPH – vtedy sa uplatnia pravidlá intrakomunitárneho dodania (ust. § 11 a ust. § 43 zákona o DPH). V prípade, že ide o konečného spotrebiteľa (nezdanieľnú osobu), môže sa aplikovať režim tzv. zásielkového predaja (od 1. júla 2021 nahradený jednotným režimom One Stop Shop – OSS), pričom miesto dodania sa presúva do členského štátu spotrebiteľa.

Zákonné ust. § 16a zákona o DPH upravuje osobitné pravidlá pre určenie miesta dodania pri cezhraničných transakciách na území Európskej únie (EÚ). Ide o prípady predaja tovaru na diaľku nezdanieľným osobám a o dodanie vybraných služieb, ako sú telekomunikačné služby, služby rozhlasového a televízneho vysielania a elektronické služby, fyzickým osobám, ktoré nie sú zdanieľnými osobami. Podľa ods. 1 predmetného ustanovenia, sa za miesto dodania tovaru pri predaji na diaľku považuje miesto, kde sa začína jeho odoslanie alebo preprava. Rovnako, miesto dodania vyššie uvedených služieb sa určuje ako miesto, kde má dodávateľ sídlo, miesto podnikania alebo prevádzkareň, prípadne bydlisko alebo miesto obvyklého pobytu, ak takáto prevádzkareň neexistuje. Uplatnenie tohto pravidla je však podmienené splnením troch kumulatívnych podmienok:

- 1) Dodávateľ má sídlo, miesto podnikania, prevádzkareň, bydlisko alebo miesto obvyklého pobytu iba v jednom členskom štáte EÚ,
- 2) tovar je dodávaný do iného členského štátu než je členský štát dodávateľa, alebo služby sú poskytované osobám so sídlom, bydliskom či obvyklým pobytom v inom členskom štáte,
- 3) celková hodnota týchto dodaní (bez DPH) nepresiahla v aktuálnom ani predchádzajúcom kalendárnom roku 10 000 eur.

Ak sú tieto podmienky splnené, dodávateľ nie je povinný registrovať sa k DPH v inom členskom štáte a môže aplikovať DPH podľa pravidiel štátu, kde sídli. Naopak v prípade, že celková hodnota dodávok presiahne uvedený limit 10 000 eur (ods. 2 predmetného ustanovenia), zmení sa miesto dodania tovaru a služieb. Pre tovar sa miesto dodania určuje podľa ust. § 14 ods. 2 zákona o DPH, teda podľa miesta, kde sa tovar nachádza v čase skončenia prepravy alebo odoslania – čo zvyčajne znamená štát príjemcu. Pre služby sa miesto dodania určuje podľa § 16 ods. 14, teda opäť podľa miesta, kde sa príjemca služby nachádza. Táto zmena má významné dopady na daňové povinnosti dodávateľa, ktorý je následne povinný zabezpečiť plnenie daňových povinností v štáte zákazníka, buď formou registrácie alebo prostredníctvom systému jedného správneho miesta (tzv. režim OSS – One Stop Shop). Odsek 3 predmetného ustanovenia umožňuje dodávateľovi, ktorý síce neprekročil hranicu 10 000 eur, dobrovoľne sa rozhodnúť uplatňovať pravidlá určenia miesta dodania ako v prípade jeho prekročenia. Dovolíme si tvrdiť, že ide o strategické rozhodnutie, ktoré môže dodávateľ prijať napríklad s cieľom zjednodušiť administratívne procesy pri budúcom raste, zvýšiť transparentnosť alebo zabezpečiť daňovú neutralitu v cieľových štátoch. Rozhodnutie je záväzné minimálne na obdobie dvoch kalendárnych rokov.

Ustanovenie § 16a zákona o DPH možno hodnotiť ak významný nástroj pre zjednodušenie cezhraničného predaja v rámci EÚ pri menších objemoch transakcií, zároveň však nastavuje jasné pravidlá pre určenie daňovej príslušnosti pri prekročení stanovenej hranice, čím prispieva k spravodlivému rozdeleniu daňových príjmov medzi členskými štátmi EÚ.

Základ dane sa v zmysle ust. § 22 zákona o DPH určuje ako protihodnota, ktorú má dodávateľ za tovar alebo službu obdržať. Do základu dane sa zahŕňajú aj náklady priamo súvisiace s dodaním, ako sú prepravné náklady a náklady za balné.

Dôležitou právnou otázkou je postavenie osoby identifikovanej pre DPH, ktoré sa často zamieňa s pojmom platiteľa DPH. Nie každá osoba identifikovaná pre DPH je automaticky platiteľom – môže ísť o osobu, ktorá je registrovaná pre účely nadobudnutia tovaru z iného členského štátu, ale ktorá inak nemá povinnosť odvádzať daň v tuzemsku. Z tohto dôvodu je potrebné starostlivo skúmať status obchodného partnera v rámci EÚ z pohľadu DPH.

V nasledujúcej časti tejto kapitoly nášho príspevku poukazujeme na aktuálne zmeny v legislatíve oblasti DPH, nakoľko posledná novelizácia Zákona o DPH, priniesla zásadné zmeny v sadzbách DPH. Je možné predpokladať, že táto skutočnosť bude mať dopad aj na subjekty podnikajúce v oblasti elektronického obchodovania.

Predovšetkým zvýšenie základnej sadzby DPH z 20 % na 23 % predstavuje významný zásah do daňového zaťaženia tovarov a služieb, čím môže dôjsť k adekvátnemu nárastu konečných spotrebiteľských cien. Súčasťou novelizácie je aj zavedenie novej zníženej sadzby vo výške 19 %, ktorá sa vzťahuje na vybrané tovary a služby. Najnižšia sadzba DPH, na úrovni 5 %, je naďalej aplikovaná na potraviny základného sortimentu, lieky, zdravotnícke pomôcky, ako aj tlačené knihy a učebnice.

Zvlášť predajcovia, ktorí pôsobia v cenovo citlivých segmentoch – napríklad v oblasti elektroniky či voľnočasového tovaru – môžu pociťovať pokles dopytu, nakoľko každé navýšenie sadzby DPH sa priamo prejavuje v konečnej cene výrobku. Tí podnikatelia, ktorí nebudú schopní navýšenie DPH plne premietnuť do predajných cien, budú vystavení riziku zníženia obchodnej marže, čo môže ohroziť ich dlhodobú udržateľnosť.

Dôležitým, možno povedať priam esenciálnym aspektom pre podnikateľov vo sfére elektronického obchodovania, resp. e-commerce, je nevyhnutnosť „technickej a organizačnej aktualizácie.“ Pre subjekty prevádzkujúce internetové obchody je žiaduce aktualizovať svoje interné systémy vrátane účtovníctva, cenotvorby a informačných rozhraní. Táto úprava predstavuje záťaž pre investovanie do moderných softvérových riešení, ako aj školenie zamestnancov a prepracovanie

cenových a marketingových stratégií. Na druhej strane nie je možné prosperovať a reagovať bez týchto aktivít na rýchlo vyvíjajúci sa technologický a konkurenčný pokrok.

Z právneho hľadiska bude dôležité, aby podnikatelia zabezpečovali správne uplatňovanie nových sadzieb a zároveň zachovali súlad s ustanoveniami Zákona o DPH – najmä pokiaľ ide o výpočet základu dane a vykazovanie dane v daňovom priznaní.

Považujeme za potrebné zvýrazniť aj dopad na likviditu (schopnosť uhrádzať záväzky) a cash-flow (tok peňazí z a do spoločnosti). Zvýšená sadzba DPH totiž znamená, že podnikatelia budú musieť pri nákupe tovaru uhradiť vyššiu daň na vstupe, ktorú si síce môžu neskôr odpočítať, avšak dočasne im bude viazaný väčší objem finančných prostriedkov. Táto skutočnosť môže ovplyvniť schopnosť e-shopov financovať ďalší rast, investície alebo pokrytie prevádzkových nákladov, najmä v prípade malých a stredných podnikov s obmedzeným kapitálom.

V makroekonomickom kontexte nemožno opomenúť ani potenciálny inflačný efekt spojený so zvýšením DPH. Predpokladaný rast spotrebiteľských cien môže znížiť kúpnu silu obyvateľstva a tým aj ochotu nakupovať online, čo môže vytvoriť negatívnu spätnú väzbu v sektore e-commerce.

Záver

V závere si dovoľíme konštatovať, že elektronické obchodovanie sa stalo neoddeliteľnou súčasťou moderného hospodárstva, pričom jeho dynamický rozvoj si vyžaduje primeranú a flexibilnú právnu reakciu zo strany zákonodarcu, najmä v oblasti zdaňovania DPH. DPH predstavuje kľúčový prvok daňovej regulácie v e-commerce, pričom napriek tomu, že elektronický obchod nie je samostatne upravený ako osobitná daňová kategória, jeho špecifiká si vyžadujú osobitný prístup pri aplikácii existujúcich daňových predpisov. Táto skutočnosť by podľa nášho názoru mala byť vo vyššej miere zohľadnená de lege ferenda v budúcich právnych úpravách.

V rámci analýzy príslušných zákonných ustanovení sme poukázali na dôležitosť správneho určenia miesta dodania tovaru a služieb, ktoré zohráva rozhodujúcu úlohu pri stanovení daňovej príslušnosti a plnení daňových povinností.

Naším príspevkom sme poukázali na skutočnosť, že hoci sú pravidlá zdaňovania elektronického obchodu postavené najmä na všeobecnej právnej úprave DPH, t. j. pre elektronický obchod nejestvujú osobitné normatívne ustanovenia, ich aplikácia v oblasti elektronického obchodu vyvoláva množstvo praktických a výkladových otázok. Medzi najvýznamnejšie z nich patrí určenie miesta dodania, postavenie osoby identifikovanej pre DPH, uplatnenie režimu OSS pri cezhraničnom predaji tovarov a služieb, ako aj dopady zmien sadzieb DPH na podnikateľské prostredie.

Zároveň sme reflektovali na aktuálne legislatívne zmeny v oblasti sadzieb DPH, ktoré môžu mať výrazný dopad nielen na koncové ceny pre spotrebiteľov, ale aj na cash-flow, likviditu a konkurencieschopnosť podnikateľských subjektov pôsobiacich v oblasti e-commerce. Zvýšenie základnej sadzby DPH, ako aj zavedenie novej zníženej sadzby, predstavuje výzvu, na ktorú musia podnikatelia reagovať nielen formálne – t. j. správnym uplatňovaním sadzieb – ale aj organizačne a technicky, vrátane úprav interných procesov, softvérových riešení a cenotvorby.

Naša analýza ukázala, že efektívna a spravodlivá aplikácia pravidiel DPH v oblasti elektronického obchodovania si vyžaduje nielen znalosť právnej úpravy, ale aj schopnosť reagovať na legislatívne zmeny a technický pokrok. V tomto smere považujeme za dôležité, aby sa aj samotní podnikatelia aktívne vzdelávali, investovali do modernizácie a udržiavali aktuálnosť svojich daňových a účtovných systémov.

Z uvedeného vyplýva, že je potrebné, aby právna regulácia DPH v elektronickom obchodovaní bola nielen zrozumiteľná a stabilná, ale najmä predvídateľná a prispôbena realite elektronického obchodovania a aktuálnemu stavu digitálnej ekonomiky. Do budúcnosti bude nevyhnutné pokračovať v harmonizácii daňového práva na úrovni EÚ, reflektovať vývoj technológií a zároveň vytvárať právne prostredie, ktoré bude podporovať inováciu, konkurencieschopnosť a efektívne plnenie daňových povinností v elektronickom obchode.

Veríme, že náš príspevok prispel k hlbšiemu porozumeniu problematiky zdaňovania v oblasti e-commerce a zároveň podnietil ďalšiu diskusiu o potrebe precíznej právnej regulácie tejto dynamickej a čoraz významnejšej oblasti hospodárstva. V našom príspevku sme sa snažili o čo najlepšie splnenie cieľov stanovených v jeho úvode.

Použitá literatúra:

TREŠČÁKOVÁ, D. 2021. Právo elektronického obchodu. Širšie súvislosti. Praha: Leges, ISBN: 978-80-7502-496-1

ŠPAČEK, B. 2002. Nakupování na internetu. Praha: Computer Press, ISBN: 807-22-6612-8

MEDVEĎ, J. a kol. 2009. Daňová teória a daňový systém. Bratislava: Sprint, ISBN 978-80-89-393-09-1

ZMEKOVÁ, I. 2017. Elektronické obchody. Právne aspekty podnikania na internete. Bratislava: IURIS LIBRI, ISBN: 978-80-89635-32-0.

KEBRTOVÁ, K. ZÍDKOVÁ, H. 2022. New VAT Rules for E-commerce: What Will They Bring to Public Budgets?, European Financial and Accounting Journal, ISSN 1805-4846, Prague University of Economics and Business, Faculty of Finance and Accounting, Prague, Vol. 17, Iss. 2, pp. 49-68, <https://doi.org/10.18267/j.efaj.271>

- BETÁKOVÁ, J. 2021. Elektronický obchod a uplatňovanie DPH od 1. 7. 2021. In: Daňový špeciál 3/2021. Dostupné na: <https://www.epi.sk/odborny-clanok/elektronicky-obchod-a-uplatnovanie-dph-od-1-7-2021.htm>
- SZABÓOVÁ, E. 2009. Daň z pridanej hodnoty a jej aplikácia u zdaniteľných osôb: diplomová práca. Banská Bystrica: Bankovní institut vysoká škola Praha, zahraničná vysoká škola Banská Bystrica.
- ABDULKARIMLI O. 2015. Taxation of E-commerce. Baku State University Law Review. [cit. 2025-04-01]. Dostupné na internete: <https://bsulawreview.org/wp-content/uploads/2015/06/bsu-lr-vol1-abdulkarimli.pdf>
- BASHANDEH R. 2024. E-Commerce Vat Concerns. International VAT Monitor: Vol. 33 (2022), Issue 3, Pages 142-147, [cit. 2025-04-01]. Dostupné na internete: <https://ssrn.com/abstract=5034225>
- Zákon č. 431/2002 Z.z. Zákon o účtovníctve v znení neskorších predpisov
- Zákon č. 222/2004 Z.z. o dani z pridanej hodnoty v znení neskorších predpisov
- Zákon č. 22/2004 Z. z. Zákon o elektronickom obchode a o zmene a doplnení zákona č. 128/2002 Z. z. o štátnej kontrole vnútorného trhu vo veciach ochrany spotrebiteľa a o zmene a doplnení niektorých zákonov v znení zákona č. 284/2002 Z. z. v znení neskorších predpisov
- Zákon č. 108/2024 Z. z. Zákon o ochrane spotrebiteľa a o zmene a doplnení niektorých zákonov v znení neskorších predpisov
- SMERNICA 2000/31/ES EURÓPSKEHO PARLAMENTU A RADY z 8. júna 2000 o určitých právnych aspektoch služieb informačnej spoločnosti na vnútornom trhu, najmä o elektronickom obchode (smernica o elektronickom obchode)
- Rozpočet verejnej správy na roky 2025 až 2027. Dostupné na: <https://www.mfsr.sk/files/archiv/29/Hlavna-kniha.pdf>

Právne a inštitucionálne aspekty miestnej samosprávy Ukrajiny v období pred vojnou – diferenciácia kompetencií primátora, mestskej rady a výkonného výboru

Legal and Institutional Aspects of Local Self-Government in Ukraine – Differentiation of Competences of the Mayor, City Council, and Executive Committee

Mgr. Vadym PRYIMACHUK

Univerzita Pavla Jozefa Šafárika v Košiciach, Fakulta verejnej správy

Abstrakt: Miestna samospráva na Ukrajine prešla v posledných rokoch pred vojnou významnými reformami, ktoré ovplyvnili právne a inštitucionálne postavenie jej hlavných orgánov – primátora, mestskej rady a výkonného výboru. Cieľom článku je analyzovať diferenciáciu ich kompetencií v kontexte decentralizácie verejnej správy a posilňovania miestnej autonómie. Príspevok sa zaoberá právnym rámcom upravujúcim ich vzájomné vzťahy, rozhodovací proces a mechanizmy kontroly.

Kľúčové slová: miestna samospráva, primátor, mestská rada, výkonný výbor, decentralizácia,

Abstract: Local self-government in Ukraine has undergone significant reforms in recent years, affecting the legal and institutional status of its main bodies – the mayor, the city council, and the executive committee. The aim of this study is to analyze the differentiation of their competences in the context of public administration decentralization and the strengthening of local autonomy. The paper examines the legal framework regulating their mutual relations, decision-making processes, and control mechanisms.

Keywords: local self-government, mayor, city council, executive committee, decentralization,

1. Právny a inštitucionálny základ

Systém miestnej samosprávy Ukrajiny je štruktúrovaný na princípe delby moci, pričom zahŕňa viaceré orgány s osobitnými právomocami. Kľúčovými subjektmi tohto systému sú primátor, mestská rada (resp. obecné/mestské zastupiteľstvo) a výkonný výbor. Zákon č. 280/97-BP „O miestnej samospráve na Ukrajine“ z roku 1997 (ďalej len „Zákon o miestnej samospráve“) ustanovuje ich kompetencie s cieľom zabezpečiť funkčný mechanizmus brzd a protiváh, čím sa minimalizuje riziko koncentrácie moci a posilňuje demokratické riadenie obce či mesta (Chernetskikh, Chishko 2021).

V zmysle legislatívnej úpravy, a konkrétne čl. 12 ods. 1 zákona o miestnej samospráve je primátor (ukr. *мер*) hlavnou výkonnou osobou samosprávy, pričom ho priamo volia obyvatelia danej územnosprávnej jednotky. Funkčné obdobie starostu obce alebo mesta, ktorý bol zvolený v riadnych miestnych voľbách, je vymedzené zákonom č. 254к/96-BP Ústava Ukrajiny (ďalej len „Ústava Ukrajiny“), konkrétne v článku 141 trvanie jeho mandátu je stanovené na päť rokov. Primátor obce alebo mesta zastáva vedúcu úlohu vo výkonnom výbore a zároveň predsedá jeho rokovaniam. Právne postavenie predsedov, poslancov a výkonných orgánov zastupiteľstiev, ako aj ich kompetencie, vznik, reorganizácia a zánik, sú determinované platnou legislatívou (Aasland, Lyska 2015).

Primátor obce, mesta, v súlade s článkom 42 ods.4 zákona o miestnej samospráve:

- zabezpečuje výkon, v medziach zákonom priznaných právomocí, výkonných orgánov na príslušnom území, dodržiavanie ústavy a zákonov Ukrajiny a vykonávanie aktov prezidenta Ukrajiny a príslušných výkonných orgánov;
- organizuje v medziach ustanovených týmto zákonom prácu príslušnej rady a jej výkonného výboru;
- podpisuje rozhodnutia rady a jej výkonného výboru;
- predkladá rade návrh na posúdenie kandidatúry na funkciu tajomníka rady;
- predkladá rade na rokovanie návrhy na kvantitatívne a personálne zloženie výkonného výboru príslušnej rady;

Mestská rada (ukr. *міська рада*) v súlade s čl. 10 zákona o miestnej samospráve, ako zastupiteľský orgán reprezentuje záujmy občanov a prijíma rozhodnutia v mene obce/mesta. Mestské zastupiteľstvo (orgán samosprávy) v súlade s čl. 25, 26 a čl.42-52 zákona o miestnej samospráve plní tieto hlavné úlohy:

- Prijímanie miestnych nariadení;
- Tvorba a kontrola rozpočtu;
- Správa obecného majetku;
- Rozvoj a zlepšenie miest;
- Sociálno-ekonomický rozvoj;
- Podpora podnikania a investičných projektov;
- Kontrola činnosti výkonných orgánov (výkonný výbor);
- Školstvo, kultúra a zdravotníctvo;
- Rozvoj miestnych vzdelávacích a zdravotných programov.

Podľa článku 45 zákona o miestnej samospráve - pôsobnosť mestského zastupiteľstva začína dňom prvého zasadnutia po voľbách a končí dňom prvého zasadnutia novozvoleného zastupiteľstva. Mestské zastupiteľstvo je volené na obdobie 5 rokov v priamych voľbách obyvateľmi príslušného územného celku. Podľa zákona Ukrajiny č. 595-VIII zo dňa 14.07.2015 „O komunálnych voľbách“ poslancov mestského zastupiteľstva volia priamym hlasovaním občania Ukrajiny, ktorí majú právo voliť a sú registrovaní na území danej komunity. V mestách s počtom obyvateľov do 10 000 ľudí sa

voľby konajú väčšinovým systémom. V mestách nad 10 000 obyvateľov – podľa pomerného systému s otvorenými zoznamami (voliči volia stranu a konkrétneho kandidáta z nej).

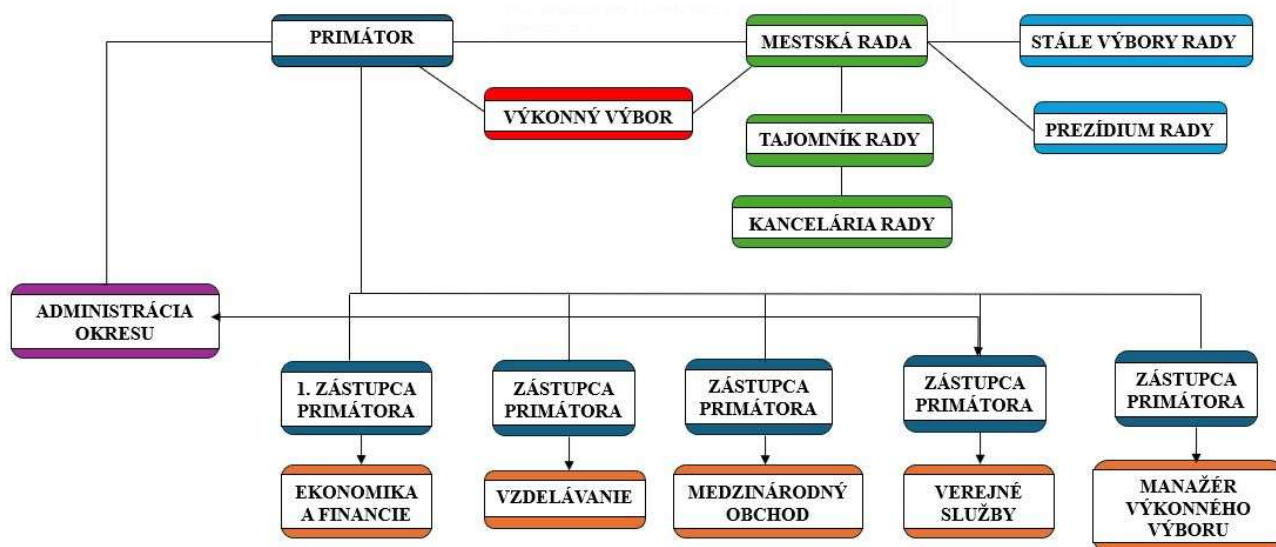
Výkonný výbor (ukr. *виконавчий комітет*) zohráva úlohu koordinačného a realizačného orgánu, ktorý zabezpečuje implementáciu rozhodnutí prijatých zastupiteľstvom (Aasland, Lyska 2015). Funkčne obdobie výkonného výboru je zhodne s funkčným obdobím mestskej rady mesta podľa zákona o miestnej samospráve a Ústavy Ukrajiny.

Medzi kompetencie výkonného výboru podľa hlavy 2 zákona o miestnej samospráve patria:

- Právomoci v oblasti sociálno-ekonomického a kultúrneho rozvoja, plánovania a účtovníctva;
- Právomoci v oblasti rozpočtu, financií a cien;
- Právomoci spravovať obecný majetok;
- Právomoci v oblasti bývania a komunálnych služieb, služieb pre domácnosť, obchodných služieb, verejného stravovania, dopravy a komunikácií;
- Právomoci v oblasti školstva, zdravotníctva, kultúry, politiky mládeže, telesnej výchovy a športu;
- Právomoci v oblasti štátnej identity a ochrany životného prostredia v oblasti štátnej identity a ochrany životného prostredia sociálna ochrana obyvateľstva;
- Právomoci v oblasti zahraničnej hospodárskej činnosti;
- Právomoci v oblasti obrannej práce;
- Právomoci riešiť otázky správneho a územného usporiadania;
- Právomoci zabezpečiť zákonnosť, zákonnosť a poriadok a chrániť práva, slobody a oprávnené záujmy občanov.

Jedným z častých omylov pri interpretácii systému miestnej samosprávy je vnímanie tejto štruktúry výlučne prostredníctvom troch hlavných subjektov - primátor, zastupiteľstvo (mestská rada), výkonný výbor (Shapoval 2016). V skutočnosti je tento systém širší a zahŕňa aj ďalšie územnosprávne jednotky podľa čl. 5 ods. 1 zákona o miestnej samospráve, akými sú okresné a krajské zastupiteľstvá, ktoré vykonávajú kompetencie v rámci regionálnej samosprávy.

Obrázok č. 1: Štruktúra schéma výkonných orgánov územnej samosprávy



Zdroj: Vlastne spracovanie na základe zákona č. 280/97-BP „O miestnej samospráve na Ukrajine“ z roku 1997

Podľa Sergeeva (2016) dôležitým, avšak často prehliadaným aspektom, je samotné územné spoločenstvo, ktoré predstavuje základný prvok miestnej samosprávy. V zmysle čl. 6 zákona o miestnej samospráve sú práve obyvatelia územného celku primárnym subjektom samosprávy, pričom im prináleží právo participácie na rozhodovacích procesoch prostredníctvom volieb a občianskej angažovanosti.

V rámci zastupiteľských a výkonných právomocí podľa zákon o miestnej samospráve primátor zohráva kľúčovú úlohu pri reprezentácii obce/mesta na štátnej aj medzinárodnej úrovni, ako aj vo vzťahoch k iným samosprávam, podnikateľským subjektom a iným organizáciám (Boryslavska 2021):

- Primátor zastupuje územné spoločenstvo, zastupiteľstvo a jeho výkonný výbor vo vzťahoch so štátnymi orgánmi, inými subjektmi územnej samosprávy, občianskymi združeniami, podnikmi, inštitúciami a organizáciami bez ohľadu na ich vlastnú štruktúru, ako aj vo vzťahu k občanom a v medzinárodných stykoch, vždy v súlade s platnými právnymi predpismi;
- Primátor je oprávnený iniciovať súdne konanie s cieľom dosiahnuť označenie rozhodnutí alebo úkonov iných orgánov samosprávy, obecných a mestských zastupiteľstiev, podnikov, inštitúcií a organizácií za nezákonné, ak tieto obmedzujú práva a oprávnené záujmy územného spoločenstva alebo zasahujú do právomocí zastupiteľstva a jeho orgánov;

- Primátor uzatvára zmluvy v mene územného spoločenstva, zastupiteľstva a jeho výkonného výboru v súlade s platnými právnymi predpismi. V prípade zmlúv týkajúcich sa záležitostí, ktoré patria do výlučnej pôsobnosti zastupiteľstva, predkladá tieto zmluvy na schválenie príslušnému zastupiteľstvu (Boryslavska 2021).

Výkonný výbor v súlade s článkom 11 zákona o miestnej samospráve je výkonným komitétom miestnej samosprávy. Znamená to, že nejde o autonómny subjekt, ale o orgán, ktorý je priamo podriadený zastupiteľstvu a plní jeho rozhodnutia? Naznačuje tento vzťah to, že výkonný výbor zohráva skôr pomocnú a realizačnú úlohu, a primátor, ako „hlavný“, zohráva kľúčovú úlohu v riadení samosprávy?

V súlade s článkom 140–146 Ústavy Ukrajiny na úrovni okresov (ukr. *районів*) samosprávu vykonávajú predovšetkým tieto orgány:

- Okresné rady (ukr. *районні ради*) - schvaľovanie okresného rozpočtu; prijímanie programov sociálno-ekonomického a kultúrneho rozvoja; rozhodovanie o správe okresného majetku; zabezpečovanie spolupráce medzi komunitami (obcami);
- Výkonný aparát okresnej rady (ukr. *виконавчий апарат*) - nie je to samostatný výkonný orgán, ale pomáha vykonávať rozhodnutia rady. Plní organizačné, právne, personálne a finančné úlohy.

Po reforme decentralizácie v roku 2014 bola väčšina kompetencií presunutá z okresnej úrovne na úroveň zjednotených územných obcí/územných spoločenstiev (ukr. *ОТГ/територіальні громади*). V súčasnosti sú hlavnými nositeľmi samosprávy práve tieto územne spoločenstva, nie okresy.

- Zníženie počtu okresov (z 487 na 136);
- Zníženie kompetencií okresných rád;
- Finančná a administratívna autonómia.

Hoci okresné rady stále formálne existujú, ich vplyv je obmedzený. Najdôležitejšie rozhodnutia sa dnes prijímajú na úrovni mesta/územného spoločenstva (*громад*), ktoré majú vlastných primátorov, rady a výkonné orgány (Tkachuk 2017).

2. Vzájomná kontrola a mechanizmy rovnováhy moci

Ukrajinská legislatíva poskytuje viaceré nástroje na zabezpečenie vzájomnej kontroly medzi jednotlivými orgánmi miestnej samosprávy.

- Podľa článku 59 ods. 7 zákona o miestnej samospráve, má primátor právomoc pozastaviť rozhodovanie výkonného výboru prostredníctvom svojho príkazu. Toto ustanovenie posilňuje jeho výkonnú kontrolnú funkciu a umožňuje mu zasiahnuť v prípade, že výbor prijme rozhodnutie, ktoré je v rozpore so zákonom alebo verejným záujmom;
- Podľa článku 59 ods. 4 zákona o miestnej samospráve, môže primátor zastaviť rozhodnutie mestského zastupiteľstva. Tento krok však neznamená, že primátor má absolútnu rozhodovaciu moc – konečné slovo v takomto prípade stále patrí mestskému zastupiteľstvu, ktoré môže svoje rozhodnutie potvrdiť (Sergeev 2016).

Tieto mechanizmy zabezpečujú určitú rovnováhu moci medzi primátorom, výkonným výborom a mestským zastupiteľstvom, v ktorom mestské zastupiteľstvo si aj napriek výkonným právomociam primátora zachováva rozhodujúce postavenie v miestnej samospráve (Chernetskikh, Chishko 2021).

Podľa Sergeeva (2016) primátor obce alebo mesta má právomoc pozastaviť rozhodnutie obecného, okresného alebo mestského zastupiteľstva do piatich dní od jeho prijatia. V takom prípade musí rozhodnutie predložiť zastupiteľstvu na opätovné prerokovanie spolu s odôvodnením svojich pripomienok. Zastupiteľstvo je následne povinné do dvoch týždňov dané rozhodnutie znovu posúdiť. Ak však poslanci zamietnu pripomienky primátora a schvália pôvodné rozhodnutie dvojtretinovou väčšinou z celkového počtu členov zastupiteľstva, toto rozhodnutie nadobúda platnosť a primátor ho už nemôže ďalej blokovať. Tento mechanizmus umožňuje primátorovi kontrolnú funkciu voči rozhodnutiam zastupiteľstva, zároveň však ponecháva konečné slovo v rukách zastupiteľského orgánu, čím sa zabezpečuje rovnováha moci v miestnej samospráve (Aasland, Lyska 2015).

Mestské zastupiteľstvo v súlade čl. 26 ods. 16 a čl. 26 ods. 3 zákona o miestnej samospráve má právomoc predčasne ukončiť mandát primátora mesta, ako aj meniť zloženie výkonného výboru alebo ho úplne zrušiť.

Podľa článku 26 zákona o miestnej samospráve, môžu zastupiteľstvá na svojich plenárnych zasadnutiach rozhodovať o zásadných otázkach riadenia samosprávy, pričom medzi ich výlučné právomoci patrí:

1. Zastupiteľstvo prijíma nariadenia, ktoré určujú pravidlá fungovania samosprávy a regulujú rôzne oblasti verejného života;
2. Zastupiteľstvo môže vytvárať stále a dočasné komisie, meniť ich zloženie a voliť ich predsedov. Tieto komisie zohrávajú kľúčovú úlohu v príprave rozhodnutí a dohľade nad výkonom samosprávnych kompetencií;
3. Zastupiteľstvo rozhoduje o zložení výkonného výboru, určuje počet jeho členov, schvaľuje jeho personálne obsadenie a môže kedykoľvek vykonať zmeny v jeho štruktúre alebo ho úplne rozpustiť (Tkachuk 2017).

Tieto ustanovenia zabezpečujú, že zastupiteľstvo si zachováva rozhodujúcu kontrolu nad výkonnými orgánmi samosprávy, vrátane výkonného výboru a samotného primátora. Tento model posilňuje princíp demokratickej kontroly a zabráňuje koncentrácii moci v rukách jednotlivca alebo úzkej skupiny.

Mestské zastupiteľstvo podľa článok 26 ods. 15 zákona o miestnej samospráve má právomoc zrušiť rozhodnutia výkonných orgánov, avšak iba v prípade, ak sú v rozpore s ústavou, zákonmi Ukrajiny, inými právnymi predpismi alebo rozhodnutiami zastupiteľstva prijatými v rámci jeho kompetencií. To znamená, že zastupiteľstvo nemôže svojvoľne zasahovať do rozhodnutí výkonného výboru len na základe subjektívnych dôvodov alebo nesúhlasu s jeho politikou (Aasland, Lyska 2015).

3. Vzťah medzi výkonným výborom a mestským zastupiteľstvom

Výkonný výbor je povinný predkladať správy o činnosti členom zastupiteľstva, avšak to neznamena, že je mu podriadený. Podľa Tkachuka (2017) tieto orgány sú rovnocenné a mestské zastupiteľstvo nepredstavuje hierarchicky vyšší orgán vo vzťahu k výkonnému výboru. Výkonný výbor možno prirovnať k „nestranným zástupcom“ miestneho spoločenstva – je kolektívnym orgánom, ktorý funguje na závislo – nezávislom princípe od zastupiteľského zboru. Disponuje širokými právomocami v oblasti samosprávnych a prenesených kompetencií, ktoré sú rozsiahlejšie než právomoci samotného zastupiteľstva. Medzi jeho úlohy patrí aj dohľad nad činnosťou tímu primátora (Chernetskikh, Chishko 2021).

Je dôležité rozlišovať medzi výkonným výborom a výkonnými orgánmi mesta. Výkonné orgány, ako sú odbory, riaditeľstvá, sekcie, podľa článku 42 ods. 10 zákona o miestnej samospráve patria pod aparát mestského zastupiteľstva a sú priamo podriadené primátorovi, ktorý vymenúva a odvoláva ich vedúcich. Naopak, výkonný výbor je autonómnym kolektívnym orgánom, ktorý funguje na závislom princípe od rozhodnutí zastupiteľského zboru ale zostava nezávislú funkciu v otázkach svojej pôsobnosti (Shapoval 2016).

Prečo je výkonný výbor nezávislý?

1. Výkonný výbor sa síce zodpovedá mestskému zastupiteľstvu, ale má právo samostatne rozhodovať o otázkach súvisiacich s jeho pôsobnosťou (napríklad riadenie komunálnych služieb, verejnoprospešných prác, dopravy a pod.). Tieto rozhodnutia nevyžadujú schválenie zastupiteľstvom;
2. Rada sa zaoberá prijímaním strategických rozhodnutí, rozpočtom, nariadeniami a výkonný výbor ich plnením. Toto oddelenie funkcií sa niekedy interpretuje ako „nezávislosť“ výkonného výboru na operatívnej činnosti.
3. Mestské zastupiteľstvo môže výkonnému výboru ukončiť pôsobnosť, vyžaduje si to však nadpolovičnú väčšinu poslancov, čo nie je vždy jednoduché (o tejto problematike povieme nižšie);
4. Hoci mestské zastupiteľstvo schvaľuje zloženie výkonného výboru, samotný výkonný výbor tvorí primátor, čím vzniká určitá autonómia (Aasland, Lyska 2015).

Prečo nie je výkonný výbor nezávislý?

1. Vytvára ho a schvaľuje mestské zastupiteľstvo;
2. Je podriadený všeobecným rozhodnutiam zastupiteľstva;
3. Môže byť rozpustený rozhodnutím zastupiteľstva (Aasland, Lyska 2015).

Tento systém zabezpečuje vyvážené rozdelenie moci v miestnej samospráve, každá zložka – zastupiteľstvo, výkonný výbor a primátor – plní svoje špecifické úlohy a vzájomne sa kontroluje. Primátor vymenúva do funkcií a odvoláva z funkcií vedúcich oddelení, správ, a iných výkonných orgánov rady, ako aj vedúcich podnikov, inštitúcií a organizácií, ktoré sú majetkom príslušného územného spoločenstva (Chernetskikh, Chishko 2021).

Podľa Shapovala (2016) systém protizávažia, ktorý má zabezpečiť vyváženie moci medzi rôznymi orgánmi miestnej samosprávy, môže nefungovať v prípade, keď je mestské zastupiteľstvo zložené väčšinou z poslancov podporujúcich primátora. V takomto prípade, keď primátorova strana dominuje v mestskom zastupiteľstve, môže byť nestrannosť rozhodnutí vážne ohrozená. Tento jav nastáva najmä v situáciách, keď mestské zastupiteľstvo schvaľuje kandidátov na členov výkonného výboru, aj keď kandidátov navrhuje primátor v súlade s článkom 42 ods. 4 a 5 zákona o miestnej samospráve. Ak je väčšina poslancov z primátorskej strany, rozhodovanie môže byť jednostranné a môže chýbať potrebná kontrola. Tento problém sa môže objaviť aj v prípade, keď primátorova strana nezíska väčšinu v zastupiteľstve, ako to bolo napríklad v Mariupole, kde sa musel primátor spoliehať na vytváranie neformálnych koalícií s poslancami iných strán (Bezzubko, Koltsova 2016).

Podľa zákona Ukrajiny č. 595-VIII „*O voľbách poslancov miestnych zastupiteľstiev a predsedov obcí, miest, oblastí*“ nemôžu byť vo výkonnom výbore zástupcami poslanci mestského zastupiteľstva, avšak môžu v ňom pôsobiť funkcionári výkonných orgánov, ako sú vedúci oddelení, odborov, riaditeľstiev a ďalšie osoby. Výkonný výbor podľa článku 51 ods. 4 zákona o miestnej samospráve tvorí primátor, zástupcovia primátora, prednosta mestskej časti, tajomník výkonného výboru a vedúci výkonných orgánov, pričom tento výbor môže zahŕňať aj zástupcov okresov v prípade zlúčeného územného spoločenstva, čo je novinkou po decentralizačnej reforme (Tkachuk 2017).

Tento stav môže ohroziť funkčnosť systému protizávažia, keďže výkonný výbor a mestské zastupiteľstvo môžu pôsobiť v nevyvážených politických pomeroch, čo môže viesť k dominancii jednej politickej sily a zníženiu kontroly medzi jednotlivými orgánmi.

Podľa článku 51. ods. 3 zákona o miestnej samospráve „výkonný výbor tvoria primátor, tajomník výkonného výboru a môžu ho tvoriť zástupcovia primátora, ako aj vedúci odborov, riaditeľstiev a ďalšie osoby.“ Z uvedeného ustanovenia možno konštatovať, že vo výkonnom výbore nemôžu byť poslanci, ale môžu v ňom byť funkcionári z výkonných orgánov – rôznych odborov, sekcií, riaditeľstiev, útvarov a pod.

Podľa Sergeeva (2016) zákon o miestnej samospráve však neuvádza, že by výkonný výbor mal alebo mohol zahŕňať odborníkov z verejnosti. Avšak, termín „*ďalšie osoby*“ je formulácia, ktorá môže byť interpretovaná rôznymi spôsobmi.

„Ďalšie osoby“ vo výkonnom výbore je kategória, ktorá umožňuje primátorovi zaradiť do výkonného výboru zástupcov verejnosti, odborníkov, vedúcich podnikov, inštitúcií a organizácií dôležitých pre život mesta.

Môžu to byť napríklad:

- zástupcovia podnikov, ak mesto aktívne komunikuje s podnikateľmi;
- vedúci verejných služieb (vodohospodárske služby, vykurovacie siete, dopravné služby);
- špecialisti v oblasti urbanizmu, ekonomiky, financií, ekológie a pod.;
- zástupcovia verejných organizácií alebo dobrovoľníckych hnutí;
- právnici, znalci v oblasti samosprávy.

V skutočnosti ide o ľudí, ktorých primátor považuje za užitočných pre prácu výkonného výboru. Ich kandidatúru však musí schváliť mestské zastupiteľstvo. V ideálnom prípade by mali byť tieto osoby predstavitelia komunity, ktorí majú nad ňou morálnu autoritu a rešpekt. Pre to, aby sa bežný obyvateľ stal členom miestnej samosprávy, by mal predložiť oficiálnu žiadosť primátorovi mesta, ktorú môže podporiť petíciou, podpísanou obyvateľmi, organizáciami alebo pracovnými kolektívami. Petícia by mala presvedčivo vysvetliť, prečo si táto osoba zaslúži miesto vo výkonnom výbore. Zákon o miestnej samospráve na Ukrajine neobsahuje ustanovenia, ktoré by zaväzovali primátora mesta zväziť alebo predložiť na schválenie mestskému zastupiteľstvu kandidátov do výkonného výboru na základe petícií alebo odvolaní občanov. Primátor má teda diskrečnú právomoc podávať návrhy na zloženie výkonného výboru a petície občanov nie sú povinným podkladom pre zaradenie kandidáta do programu zastupiteľstva. Táto prax bola uplatnená napríklad v roku 2018 v Mariupole (Chernetskikh, Chishko 2021).

V tom roku sa stal verejný prípad, keď aktivistka ktorá bola oponentkou primátora vo voľbách, bola vylúčená zo zoznamu kandidátov do výkonného výboru. Napriek protestu obyvateľov a viac než 1000 podpisom v petícii, ako aj podpore od 23 verejných organizácií vrátane mimovládnej organizácie, jej kandidatúra nebola akceptovaná. Namiesto toho boli do výkonného výboru prijatí noví členovia z pracovných kolektívov, ozbrojených síl a verejných organizácií, čo vyvolalo verejnú kritiku. Tento incident zdôrazňuje, že aj keď existujú možnosti zapojiť odborníkov z verejnosti do výkonného výboru, skutočná realizácia tejto praxe môže byť politicky ovplyvnená (Bezzubko, Koltsova 2016).

Zákon Ukrajiny č. 595-VIII „O voľbách poslancov miestnych zastupiteľstiev a predsedov obcí, miest, oblastí“ neustanovuje presný počet miest pre zástupcov verejnosti vo výkonnom výbore. Poslanci mestského zastupiteľstva podľa tohto zákona nemôžu navrhovať vlastné kandidatúry do výkonného výboru, môžu iba návrhy primátora buď prijať, alebo zamietnuť. Okrem členov výkonného výboru mestské zastupiteľstvo schvaľuje aj štruktúru výkonných orgánov na návrh primátora. Ak väčšinu poslaneckého zboru tvoria členovia primátorskej strany alebo jeho sympatizanti, títo poslanci zvyčajne podporia všetkých kandidátov ako balík. Výsledkom je, že členmi výkonného výboru sa často stávajú námestníci primátora, vedúci oddelení, riaditelia verejnoprospešných služieb, nemocníc, škôl a podobne (Sergeev 2016).

V prípade Mariupola má výkonný výbor 21 členov, čo je počet ustanovený rozhodnutím mestského zastupiteľstva z 23. decembra 2020. Výkonný výbor pozostáva z primátora, jeho tajomníka, 7 zástupcov primátora, 4 členov – rektorov a prorektorov vysokých škôl, a zástupcov rôznych organizácií ako Metinvest-Promservice LLC (najväčšia spoločnosť na Ukrajine špecializujúca sa na opravy a údržbu banských a hutníckych zariadení), centrum podpory malých a stredných podnikov (súkromne centrum, ktoré ma za úlohu vytváranie podmienok pre rozvoj mikro, malého a stredného podnikania), a ďalších (Chernetskikh, Chishko 2021).

Záver

V roku 2017 sa pokúsila Najvyššia rada Ukrajiny (resp. Verchovna rada Ukrajiny) schváliť návrh zákona, ktorý by stanovil, že predstavitelia samosprávy nesmú tvoriť viac ako tretinu výkonného výboru. Tento návrh nebol však prijatý a zákon naďalej neustanovuje konkrétny výklad tohto problému. V praxi sú výkonné výbory často úplne alebo prevažne zložené z ľudí spojených s primátorom mesta. V dôsledku toho sa nezávislosť týchto výborov stáva otáznou. To môže vysvetľovať, prečo občania často nevidia zásadný rozdiel medzi jednotlivými orgánmi miestnej samosprávy (Tkachuk 2017).

Je však dôležité pripomenúť, že všetky orgány miestnej samosprávy, vrátane výkonných výborov, sú zodpovedné územnému spoločenstvu, ktoré je primárnym subjektom miestnej samosprávy podľa článku 4 zákona o miestnej samospráve. Tento princíp je kľúčový pre zachovanie demokracie a zodpovednosti v miestnej správe, aj keď v praxi sú niekedy vzťahy medzi „tromi piliermi“ samosprávy nevyvážené (Chernetskikh, Chishko 2021).

Právne a inštitucionálne aspekty miestnej samosprávy Ukrajiny sú determinované komplexným systémom legislatívnych noriem, ktoré ustanovujú jasnú diferenciaciu kompetencií medzi primátorom, mestskou radou a výkonným výborom. Primátor plní výkonnú a reprezentačnú funkciu, pričom zabezpečuje implementáciu rozhodnutí mestskej rady a dohliada na činnosť výkonných orgánov. Mestská rada je kolektívnym rozhodovacím orgánom s legislatívnou právomocou v rámci miestnej samosprávy, pričom jej rozhodnutia majú záväzný charakter pre výkonný aparát. Výkonný výbor vystupuje ako administratívny nástroj implementácie politik miestnej samosprávy a vykonáva odborné, organizačné a kontrolné funkcie.

Efektívne fungovanie miestnej samosprávy závisí od vyváženého rozdelenia kompetencií medzi týmito orgánmi a zabezpečenia ich právnej autonómie v rámci ústavných a legislatívnych noriem. Týmto spôsobom je garantovaná stabilita, efektivita a legitimita miestnej samosprávy na Ukrajine.

V oblasti rozdelenia kompetencií medzi výkonným výborom, mestským zastupiteľstvom a primátorom existuje právny rámec, ktorý má zabezpečiť rovnováhu medzi týmito orgánmi. Avšak, ak primátor odmietne akceptovať nominovanú

kandidátku a namiesto toho si do výboru nominuje osoby, podľa vlastného názoru, dochádza k porušeniu zásad demokratickej a občianskej spoločnosti. Z hľadiska právnej teórie a praxe nie je takýto postup v rozpore s princípmi transparentnosti a kolektívneho rozhodovania, ktoré sú základom demokratických mechanizmov miestnej samosprávy. Hoci formálne normy upravujú procesy navrhovania a schvaľovania, v reálnych podmienkach dominujú politické a ekonomické väzby, ktoré umožňujú primátorovi a niekedy aj „*d'alším osobám*“ prevziať kontrolu nad rozhodovacím procesom. Tento stav narúša správne fungovanie samosprávy a vyvoláva právne a etické otázky týkajúce sa zneužívania moci a manipulácie s rozhodovacími procesmi v prospech osobných záujmov, čo nie je v súlade s princípmi právneho štátu a demokratického riadenia.

Literatúra:

- AASLAND, A., LYSKA, O. 2015. Miestna demokracia v ukrajinských mestách: občianska účasť a ústretovosť miestnych orgánov. Postsovietske záležitosti.
- BEZZUBKO, L., KOLTSOVÁ, D. 2016. Posilnenie úlohy samoorganizačných orgánov obyvateľstva v systéme miestnej samosprávy veľkého priemyselného miesta (na príklade mesta Makiivka a Mariupol). Doneck: Nord computer.
- BORYSLAVSKA, O. 2021. Miestna samospráva ako forma decentralizácie a záruka demokratického politického režimu. Lvov: Novinky Lvovskej univerzity. Séria právna roč. 52.
- CHERNETSKIKH, A., CHISHKO, I. 2021. Študujeme zákon „O miestnej samospráve“. Mariupol: Dij.
- SERGEEV, O. 2016. Miestna samospráva v procesoch demokratizácie spoločnosti na Ukrajine.
- SHAPOVAL, V. 2016. Výkon moci na Ukrajine v kontexte formy vlády (história prijatia Ústavy Ukrajiny v roku 1996). Právo Ukrajiny č. 3.
- TKACHUK, A. 2017. Miestna samospráva a decentralizácia. Legislatíva. Kyjev: ICC „Právny status“, 2017, ISBN 978-966-8312-84-7.

Právne predpisy:

- Zákon č. 280/97-BP Ukrajiny "O miestnej samospráve na Ukrajine" z roku 1997
- Zákon č. 595-VIII Ukrajiny „O voľbách poslancov miestnych zastupiteľstiev a predsedov obcí, miest, oblasti“
- Zákon č. 2493-III Ukrajiny „O službe v orgánoch miestnej samosprávy“ z roku 2021
- Zákon č. 254к/96-BP Ústava Ukrajiny
- Zákon č. 595-2-VIII Ukrajiny zo dňa „O komunálnych voľbách“

Literárny topos prírody v dielach Tove Janssonovej – archetypálny a symbolický význam priestoru v jeho kultúrnych konotáciách

The Literary Topos of Nature in the Works of Tove Jansson: An Archetypal and Symbolic Meaning of Space in Its Cultural Connotations

Daša REŠETÁROVÁ

Univerzita Pavla Jozefa Šafárika v Košiciach, Filozofická fakulta

Abstrakt: Tvorba fínskej autorky Tove Janssonovej tvorí integrálnu súčasť národnej kultúry Krajiny tisícich jazier. V našej štúdii prinášame analýzu a interpretáciu naratívneho priestoru troch diel tejto fínskej autorky, a to konkrétne *Povodeň u Muminovcov*, *Blíži sa kométa* a *Otecko a more*. Symbolický význam jednotlivých umeleckých obrazov prírodného toposu budeme primárne rekonštruovať z hľadiska ich významu pre naratívny svet vnútrotextovej reality diela. Následne budeme skúmať jednotlivé obrazy, symboly či reálie nami vybraných diel (a s nimi súvisiace intertextuálne súvislosti) – ich konotačný potenciál a signifikantnosť vo vzťahu k fínskej kultúrnej identite.

Kľúčové slová: Tove Janssonová, naratívny priestor, *Povodeň u Muminovcov*, *Blíži sa kométa*, *Otecko a more*

Abstract: The work of the Finnish author Tove Jansson has become an integral part of the national culture of The Land of a Thousand Lakes. In our study, we present an analysis and interpretation of narrative space in three books of this Finnish author, specifically *The Moomins* and *The Great Flood*, *Comet in Moominland*, and *Moominpappa at Sea*. The symbolic meaning of individual artistic images of the natural topos will primarily be reconstructed in terms of their significance for the narrative world of the intratextual reality of the books. Subsequently, we will examine the individual images, symbols, and realities of the selected works (as well as their related intertextual connections) - their connotative potential and significance in relation to Finnish cultural identity.

Keywords: Tove Jansson, Narrative Space, *The Moomins and the Great Flood*, *Comet in Moominland*, and *Moominpappa at Sea*

Teoreticko-metodologické východiská

Literárny topos v tvorbe Tove Janssonovej, na ktorý sa ďalej interpretačne zameriame, chápeme v intenciách jeho primárneho literárnoteoretického vymedzenia ako „celé priestorové kontinuum textu odrážajúce svet objektu“, pričom jeho štruktúra pozostáva z priestorových vzťahov utvorených na základe zobrazenia fenoménov, v prítomnosti ktorých prebieha konanie postáv (Lotman, 1990, s. 263). V intenciách Všetickéhoho ponímania priestoru ho zároveň vymedzujeme ako „znásobený a umocnený vzťah medzi jednotlivými miestami deja“ (Všeticka, 1986, s. 32). Ak by sme mali vymedziť kognitívnu perspektívu následného mapovania nami vybraného literárneho priestoru na vektorovom základe, identifikovali by sme dve osi – vodorovnú a zvislú. Os x označujúca horizontálnu rovinu bude v našom prípade predstavovať charakteristiku umeleckého tvarovania literárneho priestoru v komplexe jeho objektov a ich rozmiestnenia, orientácie, smeru či perspektívy, rovnako ako aj ich kompozičných vzťahov, spočívajúcich v haptických i optických kvalitách (tvaroch, tonalite, farebnosti). Vertikálna rovina (pomyselná os y) bude spočívať v hľadaní vzájomných vzťahov a intertextových súvislostí či analógií medzi jednotlivými textovými objektmi (a ich atribútmi) a fínskou kultúrnou tradíciou.

Muminovské údolie

Primárnym priestorom, do ktorého je poväčšine situovaný subjekt (nielen) troch nami vybraných diel Tove Janssonovej, je Muminovské údolie, symbolizujúce akýsi stred vo vzťahu k ostatným objektom, ktoré sú charakterizované buď ako súčasť tohto údolia, alebo ako objekty nachádzajúce sa mimo neho. Z hľadiska symbolickej roviny predstavuje údolie priestor, ktorého význam je podľa Kubička – Bílka – Hrabala (2013, s. 86) kultúrne podmienený a sekundárne nesúci isté národné špecifiká umeleckého naratívu, pričom ho vieme rekonštruovať ako „uzavretý priestor idyly, bezpečia a stability“ (tamže, s. 85 - 86). Tieto aspekty, ktorými disponuje privátny priestor muminovskej rodiny, sú zjavné na mnohých miestach, napríklad: „No, v našom údolí sa každý cíti úplne bezpečne... Vstávame v dobrej nálade a večer ideme spať príjemne unavení... Všetko tam veľmi pekne vonia...“ (Jansson, 2007b, s. 98) alebo „Predstav si, že človek môže od šťastia celkom zabudnúť na jedlo! / Sniff s Mumintrólom sa vrátili do belasého domu v údolí. Rieka pokojne tiekla v ústrety večeru...“ (tamže, s. 16). Údolie je plné rozličných prírodných objektov – rastlín, stromov, lúk, vrchov, jazier, ďalekého hustého lesa, jaskyne či mora, rozkvitnutej vegetácie a vôní, pričom je obývané mnohými malými a šťastnými tvormi vrátane trollov, lesných zvieratiek i škriatkov, s ktorými je celá muminovská rodinka prepojená. Všetky prírodné objekty zároveň slúžia ako fundamentálne zdroje úžitku i potešenia, úkrytu, priestoru na hranie i skúmania sveta a pod. Celé Muminovské údolie zároveň predstavuje miesto, v ktorom títo malí bieli trollovia stelesňujú až „archetypálny obraz života v súlade s prírodou, jej darmi a plodmi“ (Mandys a kol., 2013, s. 80).

Z perspektívy vševediaceho rozprávača sa centrálnym bodom údolia javí byť belasý domček Muminovcov, označený vejúcou zástavou, ktorého harmonickosť podčiarkuje tečúca rieka, belasá lavička, zelené stromy i rozkvitnutá záhradka plná najrôznejších rastlín, čo evokuje až aspekty neba či raja, resp. rajskej záhrady. Z tohto hľadiska je kľúčovým prvkom dominancia belasej (jasnomodrej) farby celého muminovského domčeka a jeho okolia, ktorá konotačne odkazuje k aspektom nebeskosti, nádhery, harmónie, ľahkosti, rovnováhy či duchovnosti (porov. Puškárová, 2000, s. 113), čo

napokon potvrdzuje aj Muminov opis jeho domova: „*A kde bývaš? – V krásnom údolí s oteckom a mamičkou... náš dom je celý belasý*“ (Jansson, 2007b, s. 91) alebo na inom mieste: „*Pred Muminom sa otvoril výhľad do údolia, do ich údolia s belasým domom – a všetko vyzeralo presne tak milo a pokojne...*“ (tamže, s. 151 – 152). Prisúdenie adjektíva „belasý“ k muminovskému domovu tak nie je samoučelné a jeho symbolická úroveň priamo korešponduje s významovou rovinou diela, pričom túto spojitosť by sme v súlade s tvrdením Kubíčka – Bílka – Hrabala (2013, s. 82) mohli identifikovať ako jednu zo stratégií axiologického ukotvenia naratívneho sveta.

Situovanosť ostatných objektov vo vzťahu k údolíu

Ďalším špecifikom (navrstvujúcim v sebe sémantiku (ne)bezpečia) je dichotómia situovanosti, resp. ohraničenosti všetkého ostatného vo vzťahu k centrálnemu bodu Muminovského údolia: „*Všetko sa zdalo blízke a bezpečné, ako úzky kruh, ktorý tvorila rodina a to, čo poznali a čomu dôverovali. Za jeho hranicami zostalo všetko cudzie a neisté, čo temnota hromadila čoraz ďalej, až na koniec sveta*“ (Jansson, 2009, s. 16). Aj nové objekty, ktoré v rámci údolia Mumintröll objavuje, považuje za svoje, inými slovami za to, čo je apriori bezpečné a s čím je (nielen na základe situovanosti) prepojený. To však prestáva platiť v momente vzdialenia sa z údolia a prechodu do oblastí ďalej voľnej prírody na ostrov, ktorý predstavuje „*osamelý bod uprostred šireho mora*“ (Jansson, 2009, s. 20). Terminológiou Františka Všetického môžeme tento priestor vzdialeného, takmer opusteného ostrova, vnímať vo vzťahu k údolíu ako kontrastný (1986, s. 32), a to hneď z niekoľkých dôvodov. Oproti pestrosti, zaľudnenosti a životu vládnuceho v údolí je toto miesto pusté, tiché, a tým pôsobiace neurčito, tajomne až nedostupne, čo podčiarkuje farebná tonalita sivej: „*vyzerá cudzí, dažďovo sivý a vzdialený ako tieň*“ (Jansson, 2009, s. 160), „*sivý anonymný svet nesmiernej samoty / všetko bolo naruby a neisté*“ (tamže, s. 111 - 112) či „*zrazu bolo všetko zahalené do belavej sivosti a skalná rímsa strážcu majáka plávala osamelá a opustená v hebkej vlnenej prázdnote*“ (tamže, s. 138). Významnými aspektmi sú z tohto hľadiska priestorové opozície blízkeho (údolie) vs. ďalekého (ostrov), uzavretého (údolie) vs. otvoreného (ostrov). Signifikantným prvkom je aj zmena perspektívy, pretože kým Muminovské údolie bolo plné veľkosťou primeraných, dostupných objektov, ostrov je zrazu miestom značných veľkostných kontrastov – výškovo mohutný maják oproti ktorému sú Muminovci nepomerne maličkí a veľmi nízka, pri zemi sa plaziaca vegetácia. Spomenuté priestorové opozície zároveň súvisia s estetickými i mimoestetickými hodnotami, následne sa viažucimi k priestoru (Kubíček – Hrabal - Bílek, 2013, s. 89), na ktoré ďalej poukážeme aj v kontexte ich vzťahu k fínskej kultúre.

Ostrov v diele Otecko a more predstavuje vzdialenú, opustenú oblasť, za ktorou sa rozprestiera už iba širšie more, miesto otvorenej, voľnej prírody, v jej živelnosti a nespútanosti: „*Videla len more a svištiace vetry, more, ktoré sa valí na stemnený ostrov, ktoré sa nachádza vždy a všade a zmocňuje sa pobrežia, ostrova aj domu*“ (Jansson, 2009, s. 152) alebo „*Muminko nazrel pod hustú masu bojujúcich stromčekov, ktorých kmene boli skrivené a pokrútené ako hady*“ (tamže, s. 69). V severských krajinách, vo Fínsku, vo Švédsku i v Nórsku, boli zároveň odľahlé oblasti vnímané neraz ako ohrozujúce miesta plné divokej zveri, spájajúce sa s chladným severským podnebím, a tým s náročnými podmienkami na prežitie. V mýtoch predstavovali symbol nebezpečenstva či sídla zlých duchov (Hallikainen, 1995, s. 35). Na konci 19. storočia však odľahlé a opustené časti Fínska začali byť čoraz viac cenené, pričom evokovali akúsi moc, stabilitu či národné vlastníctvo. V minulosti to boli práve odľahlé oblasti (z angl. wilderness, pozn. autorky) spájajúce sa s lovom, rybolovom a zberom lesných plodov, ktoré boli jednak dôležitými ekonomickými zdrojmi krajiny, neraz predstavovali základný zdroj živobytia obyvateľstva a zároveň slúžili aj ako činnosti, pri akých fínski muži – zruční lovci a zberači – získavali svoj spoločenský status (ibid., s. 35). A práve lov, rybolov a zbieranie lesných plodov (ktoré sú taktiež neodmysliteľnou súčasťou života muminovskej rodinky) sú integrálnou súčasťou fínskej kultúry, pričom najmä obyvatelia vidieckych oblastí si tieto tradície stále vysoko cenia (tamže, s. 35).

Vzťah Muminovcov k prírodnému prostrediu v kontexte fínskej kultúry

Aj napriek údivu: „*Mne sa ale zdá neprirozené, aby sa krajina takto správala. Tam u nás doma to nikdy nerobila*“ (Jansson, 2009, s. 189) je z hľadiska postoja Muminovcov k nehostinným a náročným podmienkam ostrova dominantná snaha zabývať sa na novom území a zároveň na základe pochopenia splynúť s jeho zákonitosťami, a to aj napriek diametrálne odlišným životným podmienkam v porovnaní s prostredím údolia. Prvou mamičkinou činnosťou, ktorá má pre ňu z hľadiska primárneho prijatia nového miesta zásadný význam, je nájdenie pôdy: „*A tu dole konečne pôda bola... Mamička hrabla labkami do zeme. Učila v nej milióny rastúcich a pijúcich koreňov... až teraz začala ostrovu dôverovať*“ (Jansson, 2009, s. 61). Práve pôda má zásadný význam z hľadiska toho, či bude mamička schopná považovať nový priestor za domov, inými slovami, neschopnosť vysadiť záhradu v tomto prípade metonymicky odkazuje na istú neschopnosť obývať priestor. Aj tento motív môžeme v rámci širšieho kontextu fínskej kultúry rekonštruovať ako príznakový. Andričíková (2015, s. 16), odvolávajúc sa na štúdiu Juli-Anny Aerily a Lydie Kokkoly, poukazuje na dávny fínsky frazeologizmus „*Oma maa mansikka, muu maa mustikka*“, pričom tento frazeologizmus prekladajú autorky štúdie do angličtiny ako „*One's own land is strawberries, another's land is blueberries*“ (porov. Aerila – Kokkola, 2013, s. 44). Symbolizuje tak rozdelenie krajiny na dve časti – prvá vymedzuje priestor, v ktorom rastú jahody, pričom tak predstavuje kultivovanú, úrodnú pôdu evokujúcu domov. Druhá časť označuje nekultivovaný, otvorený, väčšinou lesný priestor prístupný pre kohokoľvek, v akom rastú čučoriedky, ktorý je z tohto hľadiska v priamej opozícii voči priestoru domova. Tieto aspekty tvoria východiskovú bázu v rámci mamičkinej snahy o prepojenie sa s ostrovom a následné udomácnenie sa, pričom podmienky ostrova, vrátane klímy a neúrodnej pôdy, znemožňujúce tento ideál, ju postupne vedú od melanchólie až k čiastočnej rezignácii, a tak napokon to, čo nevie vysadiť, začne maľovať.

Je to však až otcov postoj, v ktorom vidíme úspešný pokus prekročenia od boja s nezriadenosťou voľnej prírody k vzájomnému holistickému prepojeniu sa so svojím okolím prostredníctvom porozumenia: „*Chápete, chcem totiž prísť na to, či má more nejaký systém, alebo či sa správa, ako sa mu zachce... to je dôležité*“ (tamže, s. 163). Táto snaha o pochopenie prírodného celku sa vyznačuje urgentnosťou implikujúcou aspekt bytostnej potreby: „*Chcel všetko pochopiť. Musel porozumieť moru, aby ho mohol mať rád a nestratil úctu k sebe samému*“ (Jansson, 2009, s. 185) či inde: „*Zmyslom toho všetkého je nájsť tajomné zákony mora. Musím more pochopiť, aby som ho mohol mať rád. Nemôžem byť šťastný, ak more rád nemám*“ (tamže, s. 190). Na pozadí tohto celého sa tak v sémantickej rovine odкрýva nádherný vzťah hlbokkej spojitosti medzi mikrokozmosom postáv a makrokozmosom prírody inherentne obsiahnutý v motíve nemožnosti dosiahnutia individuálneho šťastia bez prepojenia sa s nadindividuálnym (v tomto prípade prírodným) celkom. Aj tento motív nachádza svoju analógiu vo fínskej kultúre a tradíciách, pričom hlboká úcta a afinita Muminovcov vo vzťahu k prírode korešponduje s typicky fínskou črtou náklonnosti voči prírodnému habitátu, resp. akejsi ukotvenosti v ňom, čo sa vo Fínsku, okrem iného, neodmysliteľne odzrkadľuje aj v primárnych spôsoboch trávenia voľného času (porov. Kallijärvi, 2017, online).

Iný dôležitý aspekt súvisiaci s postupnou gradáciou vzťahu a úrovne vzájomného prepojenia medzi Muminovcami a prírodným toposom, je v textovej rovine umelecky manifestovaný prostredníctvom sugestívnej antropomorfizácie okolitého prostredia: „*Ostrov sa nad nich naklonil a dôkladne si ich prezeral. Zacítili jeho horúci dych... pocítili, že ich niekto pozoruje*“ (Jansson, 2009, s. 35) či „*Otecko si ľahol do vresu a ucho pritlačil k zemi. Vtom začul, ako ostrovu tlčie srdce. Ďaleko v príbojových vlnách, hlboko vnútri v zemi búšilo srdce, tlmene, mätko a pravidelne. Môj ostrov žije rovnako ako stromy a more. Všetko žije*“ (Jansson, 2009, s. 209) a na inom mieste: „*More je veľká bytosť, ktorá má niekedy dobrú, inokedy zlú náladu. My ale nemáme nijakú možnosť dozvedieť sa, prečo*“ (tamže, s. 202). Prírodné prostredie ako také predstavuje zdroj rozličných spirituálnych konotácií. Ekvivalentom slovenského slova „príroda“ a anglického výrazu „nature“ sú fínske slová „luonto“ a „luomakunta“, vo význame ontologického jadra, podstaty či esencie daného bytia - bytosti či veci - pričom sémantická analýza týchto slov odкрýva implicitne prítomné aspekty animizmu (porov. Jämsä, 1999, s. 345 – 347). Animistické presvedčenie o vesmírnych i prírodných entitách, predmetoch či silách disponujúcich vedomím, resp. dušou i vôľou, je jedným z primárnych zdrojov pôvodnej fínskej ľudovej tradície, odzrkadľujúce tak základnú črtu fínskej kozmológie, pričom v rámci dištinkcie medzi ľudským a prírodným prevláda rovnocennosť, súvzťažnosť či podobnosť nad akoukoľvek nadradenosťou (porov. Shepherd, 1995, s. 28 – 30). Z doterajších zistení etnografov a z fínskej folklórnej tradície jasne vyplýva, že animistická viera, rovnako ako aj silný kult predkov, pretrvávali počas rôznych fáz historicko-kultúrneho vývoja tohto severského národa od dávnych dôb až dodnes (tamže, s. 27). Ako umelecká manifestácia spomenutých tendencií fínskej socio-kultúrnej tradície slúži nasledujúca textová pasáž: „*Rád by som vedel, čo mám robiť, aby sa ostrov upokojil. To predsa nejde, aby medzi morom a ostrovom vládlo nepriateľstvo... A potom sa v myšlienkach rozprával s morom rovnako nenúteným spôsobom, ako to robili jeho predkovia. – Si príliš mohutné na to, aby si sa muselo starať, či urobíš dojem, - prihovárал sa otecko moru. – Považuješ naozaj za také dôležité, aby si desilo malý úbohý ostrov...?*“ (Jansson, 2009, s. 208; 211). Priame prihováranie sa prírodným, živým či neživým objektom (demonštrujúce vyššie spomenuté animistické tendencie), je zároveň očividné nielen v nami interpretovanom texte, ale aj vo viacerých fínskych literárnych pamiatkach, z ktorých azda najznámejšou je fínsky národný epos Kalevala.

Záver

Práve majestátnosť prírody je leitmotívom, resp. predstavuje jednu z kľúčových tém knižnej série o živote Muminovcov (porov. Kallijärvi, 2017, online). Naratívny priestor v dielach Tove Janssonovej, vrátane jeho reliéfu a rôznych prírodných objektov – morí, ostrovov, jazier, lesov a i. (doplnených v rámci ilustrácií aj názvami fínskych reálií, napr. Fínsky záliv), signifikantne odzrkadľuje prostredie severskej prírody, a to v komplexe všetkých jeho osobitostí, vrátane nehostinnosti skalnatých, neúrodných častí krajiny či konfrontácie sa s krutosťou a živelnosťou prírody a jej javov.

Identita Muminovcov a ich život sú neodmysliteľne späté s prírodným prostredím, do ktorého sú títo malí bieli trollovia vsadení, a s ktorým sú až bytostne prepojení (na čo sme v procese analýzy a interpretácie podrobne poukázali). Aj tento motív prepojenosti identity individua a jeho okolitého prostredia (ktorý je v diele veľmi výrazne prítomný) napokon vieme rekonštruovať na pozadí širších súvislostí z oblasti fínskej kulturológie a ikonografie. V rámci diskurzu o fínskej národnej identite a o spôsobe vnímania Fínska, jeho národnom charaktere a obyvateľoch, zohráva kľúčovú úlohu kniha Zacharia Topelia Maamme-kirja (vo voľnom preklade: Kniha našej zeme), v ktorej autor reflektuje vplyv rôznych historických, geografických, prírodných i kultúrnych súvislostí na formovanie fínskej krajiny (Ollila, 1998, s. 130). Kľúčovým prvkom, ktorý mal podľa Topelia rozhodujúci vplyv na formovanie akéhosi fínskeho národného charakteru, je práve príroda a jej drsné a náročné podmienky, aké v rámci dejín ovplyvňovali životy Fínov (tamže, s. 130), pričom aj tieto motívy sú, napokon, umelecky transformované do sujetovej roviny emblémových diel Tove Janssonovej.

V závere teda možno konštatovať, že viaceré prírodné reálie, objekty a ich atribúty i celý naratívny priestor v dielach Tove Janssonovej nachádzajú svoje analógie v prepojenosti na Krajinu tisícich jazier a jej mytologický, kultúrno-spoločenský a hodnotový kontext, ktorého aspekty neodmysliteľne súvisia s archetypálnym a symbolickým významom jednotlivých umeleckých obrazov prírodného toposu v rámci nami analyzovaných a interpretovaných diel.

Literatúra

AERILA, Juli Anna a Lydia KOKKOLA, 2013. Multicultural literature and the use of literature in multicultural education in Finland. In: Bookbird/Book Bird [online]. Vol. 51, no. 2, s. 39 – 50. Dostupné na internete: <<https://doi.org/10.1353/bkb.2013.0023>>.

ANDRIČÍKOVÁ, Markéta, 2015. Kultúrny a axiologický význam prekladov vybraných diel severskej literatúry pre deti a mládež. In: O dieťaťi, jazyku a literatúre. Roč. 3, č. 1, s. 8-23. ISSN 1339-3200.

HALLIKAINEN, Ville, 1995. The social wilderness in the minds and culture of the Finnish people. In: International Journal of Wilderness, vol. 1, no. 1, p. 35 – 40.

JANSSON, Tove, 2007a. Povodeň u Muminovcov. Bratislava: SLOVART. ISBN 978-80-8085-309-9.

JANSSON, Tove, 2007b. Blíži sa kométa. Bratislava: SLOVART. ISBN 978-80-8085-242-9.

JANSSON, Tove, 2009. Otecko a more. Bratislava: SLOVART. ISBN 978-80-8085-783-7.

JÄMSÄ, Timo, 1999. The concept of nature in ancient Finns and Karelians. In: Semiotica [online]. Vol. 127, no. 1 – 4, s. 345 – 368. Dostupné na internete: <<https://doi.org/10.1515/semi.1999.127.1-4.345>>.

KALLIJÄRVI, Milla, 2017. Happy Birthday Finland – 7 wonderful ways Finland influenced Tove Jansson's Moomin world. In: Moomin [online]. Dostupné na internete: <<https://www.moomin.com/en/blog/happy-birthday-finland-7-wonderful-ways-finland-influenced-tove-janssons-moomin-world/#d8934bba>>.

KUBÍČEK, Tomáš, Jiří HRABAL a Petr A. BÍLEK, 2013. Naratologie: strukturální analýza vyprávění. Praha: Dauphin. ISBN 9788072725922.

LOTMAN, Jurij Michajlovič, 1990. Štruktúra umeleckého textu. Bratislava: Tatran. 373 s. ISBN 80-222-0188-X.

MANDYS, Pavel a kol. 2013. 2x101 knih. Nejlepší a nejvplyvnejší knihy pro děti a mládež. Praha: Albatros. 432 s. ISBN 978-80-000-3336-5.

OLLILA, Anne, 1998. Perspectives to Finnish identity. In: Scandinavian Journal of History [online]. Vol. 23, no. 3 – 4, s. 127 – 137. Dostupné na internete: <<https://doi.org/10.1080/03468759850115918>>.

PUŠKÁROVÁ, Mária, 2000. Svet v symboloch. Slovník k výkladu snov. Bratislava: Spolok slovenských spisovateľov, spol. s r.o. ISBN 80-8061-072-X.

SHEPHERD, Deborah J. 1995. Bear, Elk, and Fish Symbolism in Finnish Contexts. In: University of Pennsylvania Press eBooks [online], s. 27 – 38. Dostupné na internete: <<https://doi.org/10.9783/9781949057003-004>>.

VŠETIČKA, František, 1986. Kompoziciána: o kompozičnej výstavbe prozaického diela. Bratislava: Slovenský spisovateľ.

Exekutívne funkcie a schopnosť sebaregulácie; plodná spolupráca alebo silní individualisti?

Executive functioning and self-regulation; fruitful cooperation or strong individualists?

Samuel Vladimír SEDLÁK

Univerzita Pavla Jozefa Šafárika v Košiciach, Filozofická fakulta

Abstrakt: V posledných desaťročiach je problematika exekutívnych funkcií vo vzťahu ku schopnosti sebaregulácie často rozoberanou výskumnou témou. Preto cieľom prierezového výskumu bolo preskúmať vzťah exekutívnych funkcií a schopnosti sebaregulácie, zohľadňujúc rolu pohlavia. Výskumný súbor tvorilo 143 vysokoškolských študentov Filozofickej fakulty Univerzity Pavla Jozefa Šafárika v Košiciach, ktorý bol kreovaný príležitostným výberom. V rámci metodík boli administrované výkonové testy v počítačovom prevedení; pracovná pamäť bola meraná prostredníctvom 2-back testu, inhibičná kontrola pomocou Stroopovho testu. Na meranie schopnosti sebaregulácie bola administrovaná Skrátaná verzia dotazníka sebaregulácie (SSRQ). Výsledky výskumu neindikujú prítomnosť korelácií medzi exekutívnymi funkciami a schopnosťou sebaregulácie, štatisticky významné rozdiely medzi mužmi a ženami taktiež neboli zistené. Celkovo výstupy z výskumu môžu obohatiť a spresniť konceptuálno-metodologické poznatky v problematike výskumu exekutívnych funkcií a schopnosti sebaregulácie.

KLúčové slová: *exekutívne funkcie, pracovná pamäť, inhibičná kontrola, schopnosť sebaregulácie*

Abstract: In recent decades, the issue of executive functioning in relation to the self-regulation ability has been a frequently discussed research topic. Therefore, the aim of this cross-sectional research was to examine the relationship between executive functioning and self-regulation ability, taking into account the role of gender. The research population consisted of 143 university students of the Faculty of Arts of Pavol Jozef Šafárik University in Košice, which was created by chance sampling. Methods included computer-administered performance tests; working memory was measured by the 2-back test, inhibitory control by the Stroop test. To measure self-regulation ability, the Short Version of the Self-Regulation Questionnaire (SSRQ) was administered. The results of the research do not indicate the presence of correlations between executive functioning and the self-regulation ability, statistically significant differences between males and females were also not found. Overall, the research outcomes can enrich and refine the conceptual-methodological knowledge in the research issue of executive functioning and self-regulation ability.

Keywords: *executive functioning, working memory, inhibitory control, self-regulation ability*

Úvod

Vzťah exekutívnych funkcií a schopnosti sebaregulácie je predmetom mnohých vedeckých štúdií už desaťročia. Dôvodom tejto výskumnej problematiky je fakt, že exekutívne funkcie hrajú vysoko dôslednú rolu pri sebaregulácii či už ako koreláty, mediátory, moderátory či prediktory (Hofmann et al., 2012).

Vo všeobecnosti môžeme exekutívne funkcie považovať za súbor súvisiacich kognitívnych zručností potrebných na sebareguláciu a aktivity zamerané na cieľ (Sawyer et al., 2021). Pomenovanie exekutívne funkcie sa taktiež široko používa na opísanie procesov podporujúcich vôľovú kontrolu kognícií a správania, a preto sa niekedy označujú ako systém kognitívnej kontroly (Mareva et al., 2024). Takáto kontrola doprevádza funkčnosť človeka pri interakcii s okolitým prostredím a facilituje ho pri vykonávaní náročnejších kognitívnych procesov ako sú plánovanie, rozhodovanie či vytváranie stratégií v kontexte na cieľ orientovaného správania. Azda najznámejšou implicitnou definíciou exekutívnych funkcií je pripodobnenie k riadeniu akoby leteckej prevádzky v rámci neurálnych sietí centrálnej nervovej sústavy po väčšinu ľudského života, pretože za obdobie vývinu exekutívnych funkcií sa považuje stredný vek dieťaťa až obdobie puberty a ranej adolescencie (Rosario Rueda et al., 2005). Za centrum exekutívnych funkcií sa dlhodobo považujú regióny prefrontálneho kortexu (inferiórny frontálny gyrus, predná cirkulárna kôra, mediálna frontálna kôra...), ktoré spomedzi neuroanatomických štruktúr dozrievajú neskôr (Pas et al., 2021). Avšak vzhľadom na komplexnosť exekutívnych funkcií, je náročné asociovať prejav konkrétnej exekutívnej funkcie s konkrétnou špecifickou štruktúrou mozgu.

Čo sa týka špecifickejšej konceptualizácie a ďalšieho vymedzenia exekutívnych funkcií, môžeme na ne nazerať jednak ako na súbor kognitívnych mechanizmov vyššieho rádu, ktoré umožňujú flexibilné myslenie (radenie/prepínanie, brzdenie, pracovná pamäť, plánovanie...) (Deodhar & Bertenthal, 2023), alebo ako na integráciu vedomostí, presvedčení a hodnôt popri kognitívnych a motorických činnostiach, pričom sú naviazané na špecifické prostredia pri dosahovaní špecifických cieľov (Doebel, 2020). Z toho vyplývajú aj dva odlišné spôsoby merania exekutívnych funkcií (výkonové testy alebo dotazníkový spôsob), ktoré však slabo korelujú či už pri zdravej alebo neurodivergentnej populácii (Mareva et al., 2024). Medzi výkonové testy exekutívnych funkcií sa najčastejšie zaraďujú N-back test, Stroopov test, Flankerova úloha, go/no go úloha či testová batéria D-KEFS. Naopak, dotazníkový spôsob zväčša využíva sebaopisovacie škály týkajúce sa subjektívneho pohľadu človeka na svoje komplexné správanie pri riešení problémov, náročných úloh a pri dosahovaní cieľa.

Najčastejšie sa však exekutívne funkcie delia na pracovnú pamäť, inhibičnú kontrolu (v niektorých výskumoch inhibíciu) a kognitívnu flexibilitu. Pod pojmom pracovná pamäť Baddeley rozumie schopnosť udržiavať informácie v aktívnom, rýchlo vyhľadateľnom stave, uviesť a chrániť tieto informácie pred rozptýlením (in Hofmann et al., 2012). Jednoducho povedané, pracovnú pamäť si môžeme predstaviť ako pracovný priestor, v ktorom vykonávame určitú činnosť a manipulujeme pri tom s predmetmi, ktoré sú nám už roky známe (informácie oživené z dlhodobej pamäte) a s predmetmi,

ktoré sme len teraz získali (nové prijaté informácie). Inhibičná kontrola sa vzťahuje na schopnosť „zámerne inhibovať dominantné, automatické alebo prepotentné reakcie, keď je to potrebné“ (Diamond, 2013; Hofmann et al., 2012). Vďaka inhibičnej kontrole vieme čo najlepšie korigovať svoje správanie a vyhnúť sa tak nevhodným impulzívnym behaviorálnym prejavom. V neposlednom rade sa podľa Monsella mentálna flexibilita, ktorá je založená na prepínaní úloh, vzťahuje na schopnosť opakovane presúvať svoju pozornosť medzi viacerými úlohami alebo mentálnymi súbormi (Hofmann et al., 2012). Vďaka nej sa vieme rýchlo skonsolidovať na výkon povahovo rôznorodých a odlišných úloh, ktoré sa striedajú v rýchлом časovom slede. Ako však interagujú exekutívne funkcie so schopnosťou sebaregulácie?

Podľa Bergera a kolektívu je schopnosť sebaregulácie definovaná ako kapacita monitorovať a modulovať emócie, správanie a poznávanie, čo nám následne umožňuje dosahovať ciele a prispôbovať sa meniacim okolnostiam (in Pas et al., 2021). Jednoduchšie povedané, sebaregulácia je správanie zamerané na cieľ, zvyčajne v rámci aspoň minimálnej časovej perspektívy (Hofmann et al., 2012). Funkciu sebaregulácie tak môžeme pravidelne vidieť v správaní súvisiacom s úspechom, pri osobných snahách a taktiež pri regulácii spoločných cieľov vo vzťahoch.

Špecifickjšie, konštrukt sebaregulácie podľa Carvera (2004) v sebe ukrýva tri hlavné zložky:

- štandardy myslenia, pocit alebo správanie, ktoré jednotlivci mentálne podporujú reprezentovať a monitorovať,
- dostatočná motivácia investovať úsilie o znižovanie nezrovnalostí medzi normami a skutočnými stavmi,
- dostatočná kapacita na dosiahnutie tohto cieľa (t.j. znížiť nesúlad) vo svetle prekážok a pokúšeni na ceste.

Vo svojom modeli teda kladú dôraz na mechanizmus spätnej väzby, monitorujúcej aktuálny stav v rámci dosahovania určitého cieľa, vďaka ktorému jednotlivec vie, či daný cieľ už dosiahol, alebo ešte je potrebné vynaložiť určité úsilie na jeho dosiahnutie (Baumeister, 2014). Na základe vyššie uvedených definícií schopnosti sebaregulácie však môže veľmi ľahko dôjsť k zámene s exekutívnymi funkciami. Čo teda môžeme považovať za diferencujúci znak medzi exekutívnymi funkciami a schopnosťou sebaregulácie?

Viac poznania do danej problematiky prináša Sawyer so spoluvýskumníkmi (2021), ktorí tvrdia, že exekutívne funkcie tvoria súbor vzájomne súvisiacich kognitívnych zručností, ktoré sú potrebné na sebareguláciu a výkon aktivít zameraných na cieľ. Podobným spôsobom nazerá aj Hofmann so spoluvýskumníkmi (2012), ktorí sú toho názoru, že exekutívne funkcie sa podriaďujú schopnosti sebaregulácie. Na základe toho môžeme povedať, že exekutívne funkcie predchádzajú schopnosti sebaregulácie, ktorá pôsobí ako zastrešujúci pojem a tiež ako spôsob vyjadrenia činností jednotlivých exekutívnych funkcií. To je preukázateľné počas ľudskej ontogenézy, pretože vývin schopnosti sebaregulácie je podporovaný rozvojom exekutívnych funkcií nižšej úrovne v ranom veku a ich následnou integráciou v neskoršom veku (Vink et al., 2020).

V prípade zamerania sa na jednotlivé exekutívne funkcie ako prediktorov schopnosti sebaregulácie, viaceré výskumy potvrdili, že pracovná pamäť prispieva k úspešnej sebaregulácii správania (Hofmann et al., 2012). Čo sa týka vzťahu inhibičnej kontroly a sebaregulácie, výskum preukázal, že nedostatočne rozvinutá inhibičná kontrola sa u mnohých ľudí prejavuje slabou kontrolou impulzov v rámci sebaregulácie (Mirabella et al., 2020). Inak povedané, vyššia miera rozvinutia exekutívnych funkcií vytvára priestor na schopnosť sebaregulácie operujúcej na vyššej úrovni.

Výskum však dospel aj k zaujímavým zisteniam na úrovni korelácií, vďaka tomu, že schopnosť sebaregulácie možno študovať naprieč vývinom z hľadiska exekutívnych funkcií (Vink et al., 2020). Spomedzi exekutívnych funkcií sa najviac spomína práve inhibičná kontrola. Deti, ktoré vykazujú vyššiu úroveň sebaregulácie, sú schopnejšie zapojiť príslušné oblasti mozgu počas výkonu exekutívnych funkcií (Pas et al., 2021). A teda tieto výskumné závery naznačujú, že schopnosť sebaregulácie u detí koreluje s behaviorálnymi aj neurálnymi korelátmi inhibičnej kontroly. Inými slovami povedané, deti, ktoré vykazujú vysokú úroveň sebaregulácie v každodennom živote budú s vysokou pravdepodobnosťou vykazovať aj vyššiu úroveň exekutívnych funkcií (Pas et al., 2021; Vink et al., 2020).

Cieľ výskumu

Cieľom výskumu je preskúmať vzťah exekutívnych funkcií a schopnosti sebaregulácie vzhľadom na pohlavie. Cieľ výskumu sa odvíja od doterajšieho výskumného poznania, ktoré indikuje, že práve exekutívne funkcie sa vzťahujú ku schopnosti sebaregulácie, a teda sú často rozoberanými výskumnými témami.

Exploračná časť výskumu má za cieľ preskúmanie vzťahov exekutívnych funkcií a schopnosti sebaregulácie, berúc do úvahy pohlavie. Preto na základe aktuálnych výskumných zistení považujeme za nevyhnutné uviesť nasledujúce výskumné otázky a k nim prináležiace výskumné hypotézy:

VO1: Korelujú jednotlivé exekutívne funkcie navzájom a so schopnosťou sebaregulácie?

H1: Medzi exekutívnymi funkciami a schopnosťou sebaregulácie sú prítomné stredne silné korelácie.

VO2: Odlišujú sa muži a ženy v exekutívnych funkciách a schopnosti sebaregulácie?

H2: Rozdiely medzi mužmi a ženami v exekutívnych funkciách a schopnosti sebaregulácie nie sú štatisticky významné.

Metódy

Výskumný súbor

Výskumu sa zúčastnilo 143 vysokoškolských študentov v odboroch psychológia, sociálna práca, filológia, filozofia a medziodborového štúdia na Filozofickej fakulte Univerzity Pavla Jozefa Šafárika v Košiciach. Výskumný súbor bol kreovaný uplatnením príležitostného výberu z dôvodu limitovanej dostupnosti respondentov.

Čo sa týka pohlavia, výskumu sa zúčastnilo 31 mužov (21.68%) a 112 žien (78.32%). Rodová príslušnosť nebola zisťovaná. Priemerný vek mužskej časti výskumného súboru bol $\bar{x}_m = 21.39$ (SD = 1.75) rokov a ženskej časti $\bar{x}_z = 20.73$ (SD = 1.57) rokov. Čo sa týka zastúpenia študijných odborov, najviac participantov výskumu (90) študuje psychológiu (62.94%), následne 21 participantov (14.69%) študuje sociálnu prácu, 10 (6.99%) študuje filológiu v kombinácii s prírodnými vedami, 9 (6.29%) študuje jednodoborovú filológiu, taktiež 9 (6.29%) študuje filológiu v kombinácii so psychológiou, 3 (2.10%) študujú filológiu v kombinácii s filozofiou a 1 (0.70%) študuje folológiu v kombinácii s históriou.

Metodiky

Výskumné dáta sme zbierali pomocou kombinácie online výskumného formulára (platforma Google forms) a výkonových testov exekutívnych funkcií. Výskumný formulár pozostával z krátkeho úvodu a informovaného súhlasu, demografickej časti, Skrátenej verzie dotazníka sebaregulácie (SSRQ) a poďakovania za účasť vo výskume. Výkonové testy exekutívnych funkcií pozostávali z počítačových verzií 2-back testu a Stroopovho testu.

Blížšie špecifikované, informovaný súhlas poskytoval participantom informácie o dobrovoľnej a anonimnej účasti vo výskume, reflektujúc nariadenie Európskeho Parlamentu a Rady (EÚ) č. 2016/679 o ochrane fyzických osôb pri spracúvaní osobných údajov a o voľnom pohybe takýchto údajov, ktorým sa zrušuje smernica 95/46/ES. Demografická časť online formulára bola zameraná na zisťovanie premenných ako pohlavie, vek, miesto bydliska, najvyššie dosiahnuté vzdelanie, študijný odbor a aktuálny ročník štúdia na vysokej škole.

Premenná schopnosť sebaregulácie bola meraná Skrátenou verziou dotazníka sebaregulácie (SSRQ), ktorá pozostáva z 31 položiek (Neal & Carey, 2005). Účastníci výskumu boli požiadaní na položky stupňovito odpovedať prostredníctvom vyjadrenia miery svojho súhlasu/nesúhlasu (Likertova škála) na škále s číselnou stupnicou od 1 do 5, pri čom platilo: 1 – silne nesúhlasím, 2 – nesúhlasím, 3 – nie som si istý, 4 – súhlasím, 5 – silne súhlasím. Položky číslo 2, 3, 4, 6, 7, 9, 10, 11, 16, 19, 22, 23, 27 a 31 boli reverzné. Výsledné skóre pozostávalo z celkového skóre schopnosti sebaregulácie, pričom platilo, že vyššia hodnota indikovala lepšiu celkovú schopnosť sebaregulácie. Reliabilita Skrátenej verzie dotazníka sebaregulácie (SSRQ), McDonaldova omega, nadobudla hodnotu 0.910.

Premenná pracovná pamäť bola meraná prostredníctvom na počítači administrovaného 2-back testu, ktorý sme naprogramovali pre potreby výskumu. Vo všeobecnosti sa N-back test považuje za jednu z najspoľahlivejších metódik merania pracovnej pamäte (Jaeggi et al., 2010). Samotný test pozostával z jedného zácvičného bloku po 25 trialov a dvoch testovacích blokoch po 50 trialov. Podstatou správneho odpovedania v 2-back teste bolo stálečenie klávesu N v situácii, kedy sa na počítačovej obrazovke práve prezentované písmeno abecedy zhodovalo s písmenom prezentovaným 2 kroky dozadu. V každom z testovacích blokoch bolo účastníkom výskumu prezentovaných 15 trialov, ktoré si vyžadovali reakciu stláčením klávesu N (tzv. „correct matches“) a 35 trialov, ktoré si nevyžadovali príslušnú reakciu. Výstupom z 2-back testu boli okrem percentuálnych zastúpení správnych reakcií (CM - correct matches) v oboch testovacích blokoch aj percentuálne zastúpenia omeškaných položiek (MI - missed items), kedy respondent nezareagoval príslušným spôsobom v situáciách, kedy tak mal vykonať, a percentuálne zastúpenia falošných úkonov (FA - false alarms), ktoré indikovali prítomnosť príslušných reakcií v situáciách, kedy neboli potrebné. Dané výsledky boli štandardizované a spracované do podoby indexu pracovnej pamäte (WMI), pričom vyššia hodnota WMI indikovala vyššiu mieru pracovnej pamäte.

Premenná inhibičná kontrola bola meraná pomocou nami naprogramovanej počítačovej verzie Stroopovho testu. Samotný test pozostával z dvoch testových blokov po 50 trialov. Podstatou správneho odpovedania v Stroopovom teste bolo stlačenie príslušných klávesov Y, R, G a B, ktoré reprezentovali štyri základné farby (Y – žltá, R – červená, G – zelená a B – modrá), v ktorých boli na počítačovej obrazovke prezentované slová pomenújúce farby napísané. V oboch testovacích blokoch bolo 25 kongruentných (zhoda slova pomenújúceho farbu s farbou, akou je slovo napísané) a 25 inkongruentných trialov (absencia zhody slova pomenújúceho farbu s farbou, akou je slovo napísané). Výstupom zo Stroopovho testu boli reakčné časy v milisekundách pri kongruentných a inkongruentných trialoch, ktoré súhrnne tvorili Stroopov efekt. Dané výsledky boli spracované do Indexu inhibičnej kontroly (ICI), pričom vyššia hodnota ICI indikovala nižšiu mieru inhibičnej kontroly.

Procedúra

Výskum bol realizovaný v priestoroch psychologického laboratória na Katedre psychológie FF UPJŠ v Košiciach počas doobednej výučby v priebehu marca 2025. Participantom bol v úvode výskumu prezentovaný informovaný súhlas. Následne boli participanty inštruovaní o priebehu administrácie a spôsobe odpovedania v jednotlivých výkonových testoch exekutívnych funkcií. Účasť vo výskume bola ukončená administráciou vyššie opísaného výskumného formulára.

Štatistická analýza

Výskumné dáta boli spracované prostredníctvom štatistického programu Jamovi 2.4.11. V prvom kroku boli vyradené neúplné výskumné dáta spoločne s dátami od participantov výskumu, ktorí v položke zameranej na kontrolu odpovedovej

tendencie zaškrtnú inú ako žiadanú hodnotu (5 – vôbec pre mňa neplatí). Následne boli reverzné položky SSRQ prepólované s cieľom vyrátať hrubé skóre pre Skrátenú verziu dotazníka sebaregulácie (HS SSRQ). Taktiež boli vypočítaný Index pracovnej pamäte (WMI) a Index inhibičnej kontroly (ICI). V prípade WMI sme jednotlivé výstupy z 2-back testu (percentuálne zastúpenia CM, MI a FA z oboch testovacích blokov) prvotne štandardizovali výpočtom z-skóre pre každý indikátor pracovnej pamäte (ZCM1, ZCM2, ZMI1, ZMI2, ZFA1 a ZFA2) a následne sme WMI vypočítali pomocou vzorca:

$$WMI = \frac{(ZCM1 + ZCM2)}{2} - \frac{(ZMI1 + ZMI2)}{2} - \frac{(ZFA1 + ZFA2)}{2}$$

V prípade ICI išlo o hrubé skóre výsledkov Stroopovho efektu z oboch testovacích blokov. Vzhľadom k tomu, že v porovnaní s WMI a HS SSRQ, kde vyššia hodnota indikovala vyššiu mieru pracovnej pamäte, resp. lepšiu schopnosť sebaregulácie, a vyššia miera inhibičnej kontroly bola naopak indikovaná nižšou úrovňou ICI, škálu ICI bolo potrebné preklopiť (ICI-R), aby vyššia hodnota ICI indikovala vyššiu mieru inhibičnej kontroly.

V ďalšom kroku sme sa zamerali na posúdenie normality distribúcie dát premenných prostredníctvom miery zošikmenia. V záujme testovania našich výskumných hypotéz sme využili Pearsonov korelačný koeficient (podmienka normality distribúcie dát závislých premenných bola dodržaná) a štatistický test MANOVA pre nezávislé výbery, kde kontrola predpokladov zahŕňala Boxov test homogenity variačno-kovariančných matíc. Post hoc analýzy boli vykonané pomocou Tukeyho HSD testu po zistení signifikantných výsledkov. Veľkosť účinku bola meraná pomocou parciálnej η^2 .

Výsledky

Deskriptívna štatistika je uvedená v tabuľke 1.

Tab. 7: Deskriptívna štatistika výskumného súboru

	Pohlavie	N	Aritmetický priemer	SD	Zošikmenie
HS SSRQ	muž	31	111.84	15.81	0.34
	žena	112	107.69	17.02	-0.42
ICI-R	muž	31	-256.55	200.52	-0.53
	žena	112	-199.56	166.40	0.06
WMI	muž	31	0.51	1.90	-1.18
	žena	112	-0.14	2.14	-0.94

Korelácie

V záujme preskúmania vzťahov medzi jednotlivými exekutívnymi funkciami a schopnosťou sebaregulácie bol realizovaný Pearsonov korelačný koeficient. Výsledky indikujú absenciu korelácií; schopnosť sebaregulácie nekoreluje ani s inhibičnou kontrolou $r(141) = -0.10, p = .231, p > .05$, ani s pracovnou pamäťou $r(141) = .06, p = .434, p > .05$. Taktiež sme zistili, že inhibičná kontrola nekoreluje s pracovnou pamäťou $r(141) = .08, p = .305, p > .05$. Výsledky sú uvedené v tabuľke 2.

Tab. 2: Korelačná matica

		HS SSRQ	ICI-R	WMI
HS SSRQ	Pearson's r			
	st. voľnosti			
	p-hodnota			
ICI-R	Pearson's r	-0.10		
	st. voľnosti	141		
	p-hodnota	.231		
WMI	Pearson's r	.06	.08	
	st. voľnosti	141	141	
	p-hodnota	.434	.305	

Na základe vyššie uvedených výsledkov sme teda nenašli podporu pre hypotézu H1 (Medzi exekutívnymi funkciami a schopnosťou sebaregulácie sú prítomné stredne silné korelácie.).

Diferencie

V záujme preskúmania rozdielov medzi mužmi a ženami v exekutívnych funkciách a schopnosti sebaregulácie bol využitý štatistický test MANOVA pre nezávislé výbery (premenné pracovná pamäť, inhibičná kontrola a schopnosť sebaregulácie primerane korelujúce; Boxov test: $\chi^2(6) = 9.59$, $p = .143$, $p > .05$). Výsledky neindikujú prítomnosť štatisticky významných rozdielov v spomínaných exekutívnych funkciách a schopnosti sebaregulácie vzhľadom na pohlavie $F(3, 136) = 2.14$, $p = .098$, $p > .05$; Wilks' $\Lambda = .956$, $\eta_p^2 = .056$. Výsledky sú uvedené v tabuľke 3.

Tab. 3: MANOVA

		Hodnota	F	St. voľnosti 1	St. voľnosti 2	p-hodnota	η_p^2
Pohlavie	Wilks' Lambda	0.956	2.14	3	136	0.098	0.056

Na základe vyššie uvedených výsledkov sa nám podarilo nájsť podporu pre hypotézu H2 (Rozdiely medzi mužmi a ženami v exekutívnych funkciách a schopnosti sebaregulácie nie sú štatisticky významné.).

Diskusia

Cieľom prierezového výskumu bolo preskúmať vzťah exekutívnych funkcií a schopnosti sebaregulácie vzhľadom na pohlavie. Cieľ výskumu sa odvíjal od doterajšieho výskumného poznania, ktoré indikuje, že exekutívne funkcie sú vo vzťahu ku schopnosti sebaregulácie, a teda sú často rozoberanými výskumnými témami. Výskum pozostával z konfirmačnej a exploračnej časti, v rámci ktorej cieľom bolo reskúmanie vzťahu exekutívnych funkcií a schopnosti sebaregulácie, berúc do úvahy pohlavie. Výskumu sa zúčastnilo 143 vysokoškolských študentov príležitostným výberom.

Pojednávajúc o výsledkoch výskumu, nepodarilo sa nám nájsť podporu pre hypotézu H1 (medzi exekutívnymi funkciami a schopnosťou sebaregulácie sú prítomné stredne silné korelácie), čo stojí v opozícii k výstupom výskumov od Pas et al., 2021; Sawyer et al., 2021 a Vink et al., 2020. V daných výskumoch bolo preukázané, že exekutívne funkcie korelujú so schopnosťou sebaregulácie, pričom tento pozitívny vzťah možno bádať v priebehu ľudskej ontogenézy, počínajúc detstvom. Na druhej strane podľa Howarda a spoluvýskumníkov (2021) rozsiahly výskum v danej problematike poskytuje dôležité dôkazy, ktoré podporujú potrebu rozlišovať medzi schopnosťami exekutívnych funkcií a sebaregulácie. Inými slovami povedané, nemanipulujeme s dvoma odlišnými a korelujúcimi názvami pre jednu schopnosť. Je preto vhodnejšie aj na základe našich výsledkov uvažovať nad prítomnosťou komplexnejších vzťahov medzi exekutívnymi funkciami a schopnosťou sebaregulácie na úrovni regresných modelov. To je v súlade s výskumom od Hofmanna a spoluvýskumníkov (2012), ktorí dospeli k záveru, že exekutívne funkcie môžu zohrávať rolu nielen prediktorov, ale tiež závislých premenných či vmedzerených premenných v zmysle moderátorov a mediátorov. Generalizovane povedané, exekutívne funkcie môžu tvoriť súbor vzájomne súvisiacich kognitívnych zručností (Sawyer et al., 2021), hoci v našom výskume sa manifestujú ako silní individualisti.

Čo sa týka exploračnej časti výskumu, podarilo sa nám nájsť podporu pre hypotézu H2 (rozdiely medzi mužmi a ženami v exekutívnych funkciách a schopnosti sebaregulácie nie sú štatisticky významné). Inak povedané, muži a ženy sa výrazne neodlišujú v úrovni exekutívnych funkcií a schopnosti sebaregulácie, čo môže naznačovať rodovú univerzálnosť skúmaných premenných.

Medzi silné stránky výskumu musíme zaradiť výkonové testovanie exekutívnych funkcií v psychologickom laboratóriu, čím došlo k zabezpečeniu kontrolovaného prostredia, uniformných výskumných podmienok a jednotnej výskumnej procedúry. Pozitívom je taktiež skladba výskumného súboru, ktorá ďalej vytvára priestor na skúmanie rozdielov v exekutívnych funkciách a schopnosti sebaregulácie vzhľadom na študijný odbor. V neposlednom rade ako silnú stránku vnímame analýzu predmetných vzťahov u ľudí vo veku vynárajúcej sa dospelosti, nakoľko mnohé výskumy v oblastiach kognitívnej psychológie a neurovied sa zameriavajú na mladšie alebo staršie vývinové obdobia.

Spomedzi limitov musíme uviesť rozdielne časy realizácie výskumu v jednotlivých skupinách podľa študijných odborov, hoci výskum vždy prebiehal doobeda. Za negatívum môžeme považovať aj fakt, že vo všeobecnosti nižší Stroopov efekt (menší rozdiel medzi inkongruentnými a kongruentnými podmienkami) vo väčšine prípadov indikuje lepšiu inhibičnú kontrolu - schopnosť potlačiť automatickú tendenciu čítať slovo a namiesto toho sa sústrediť na farbu. Sú však prípady, kedy aj záporný Stroopov efekt (rýchlejšie reakcie v inkongruentných podmienkach ako v kongruentných), nemusí nutne znamenať vysokú úroveň inhibičnej kontroly z dôvodu náhodnej variability či faktorov únavy alebo motivácie na strane participantov vo výskume. V rámci úskalí nášho výskumu je potrebné spomenúť aj nevýhody, ktoré sú naviazané na spôsob odpovedania v sebavýpovedňových škálach (v našom prípade SSRQ), ktorý umožňuje respondentom výraznejšie manipulovať s výskumnými dátami prostredníctvom vyjadrenia sociálne žiadúcich odpovedí či ohýbania pravdy. Veľakrát práve pozitívne sebavýkreslenie v SSRQ mohlo pôsobiť ako kompenzačný mechanizmus u tých participantov výskumu, ktorí dosiahli horšie výsledky v Stroopovom teste či 2-back teste. V neposlednom rade je dôležité spomenúť, že samotný reakčný čas odpovedania v Stroopovom teste mohol byť ovplyvnený prezentáciou podnetných farebných slov v anglickom jazyku. Simultánne však zdôrazňujeme, že sa jednalo o štyri pre každého participanta výskumu jednotné a známe pomenovania farieb v anglickom jazyku.

S ohľadom do budúcnosti preto navrhujeme preskúmanie vzťahov medzi exekutívnymi funkciami vrátane kognitívnej flexibility a schopnosťou sebaregulácie v rámci budovania regresných modelov, zohľadňujúc jednotlivé parciálne

ukazovatele pracovnej pamäte (CM, MI a FA) a inhibičnej kontroly (čas odpovede pri kongruentných a inkongruentných podmienkach). Čo sa týka metodík, v snahe čo najviac harmonizovať spôsob merania predmetných premenných, navrhujeme sebakontrolný SSRQ alternovať počítačovou verziou Balloon Analogue Risk Task (BART), ktorý je zameraný na meranie sebakontroly v oblasti riskovania. V oblasti exekutívnych funkcií navrhujeme naďalej administrovať Stroopov test a 2-back test, ktoré na základe hladín skúmaných premenných možno považovať za reliabilné a validné, pretože priemerné skóre schopnosti sebaregulácie u mužov a žien indikuje primeranú úroveň vzhľadom na dostupné normy (Tangney et al., 2004). Výsledky inhibičnej kontroly indikovali väčšiu variabilitu, avšak bez výrazného zošikmenia distribúcie, čo svedčí o primeranej reprezentatívosti výskumných dát. Skóre pracovnej pamäti indikujú očakávanú úroveň výkonu bez známok podlahového alebo stropového efektu. Pokračujúc ďalej, väčšie poznanie do výskumnej problematiky môže priniesť aj longitudinálny výskumný dizajn zameraný na sledovanie zmien v čase. Napriek tomu výsledky nášho výskumu môžu byť prínosom pre konceptuálne poznanie danej problematiky s akcentáciou rodovej univerzálnosti skúmaných premenných. Výskumné výstupy taktiež môžu byť aplikované s cieľom skvalitniť a spresniť metodologický prístup k meraniu exekutívnych funkcií a schopnosti sebaregulácie.

Záver

Cieľom prierezového výskumu, ktorého sa zúčastnilo 143 vysokoškolských študentov príležitostným výberom, bolo preskúmať vzťah exekutívnych funkcií a schopnosti sebaregulácie vzhľadom na pohlavie. Výsledky výskumu neindikujú prítomnosť korelácií medzi exekutívnymi funkciami a schopnosťou sebaregulácie, štatisticky významné rozdiely medzi mužmi a ženami taktiež neboli zistené. Celkovo výstupy z výskumu môžu obohatiť a spresniť konceptuálno-metodologické poznatky v problematike výskumu exekutívnych funkcií a schopnosti sebaregulácie.

Literatúra

- Baumeister, R. F. (2014). Self-regulation, ego depletion, and inhibition. *Neuropsychologia*, 65, 313–319. <https://doi.org/10.1016/j.neuropsychologia.2014.08.012>
- Carver, C. S. (2004). Self-regulation of action and affect. In R. F. Baumeister & K. D. Vohs (Eds.), *Handbook of self-regulation: Research, theory, and applications* (pp. 13–39). The Guilford Press.
- Deodhar, A. V., & Bertenthal, B. I. (2023). How attention factors into executive function in preschool children. *Frontiers in Psychology*, 14. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2023.1146101>
- Diamond, A. (2012). Executive functions. *Annual Review of Psychology*, 64(1), 135–168. <https://doi.org/10.1146/annurev-psych-113011-143750>
- Doebel, S. (2020). Rethinking executive function and its development. *Perspectives on Psychological Science*, 15(4), 942–956. <https://doi.org/10.1177/1745691620904771>
- Hofmann, W., Schmeichel, B. J., & Baddeley, A. D. (2012). Executive functions and self-regulation. *Trends in Cognitive Sciences*, 16(3), 174–180. <https://doi.org/10.1016/j.tics.2012.01.006>
- Howard, S. J., Vasseleu, E., Neilsen-Hewett, C., De Rosnay, M., Chan, A. Y. C., Johnstone, S., Mavilidi, M., Paas, F., & Melhuish, E. C. (2021). Executive Function and Self-Regulation: Bi-Directional longitudinal associations and prediction of early academic skills. *Frontiers in Psychology*, 12. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2021.733328>
- Jaeggi, S. M., Buschkuhl, M., Perrig, W. J., & Meier, B. (2010). The concurrent validity of the N-back task as a working memory measure. *Memory*, 18(4), 394–412. <https://doi.org/10.1080/09658211003702171>
- Mareva, S., Holmes, J., Investigators, N. L., Astle, D., Baker, K., Gathercole, S., Holmes, J., Kievit, R., Manly, T., Students, N. T. O. R. a. P., Akarca, D., Bathelt, J., Bettencourt, M., Bennett, M., Bignardi, G., Bishop, S., Bottacin, E., Bridge, L., Brkic, D., . . . Zhang, M. (2024). Mapping neurodevelopmental diversity in executive function. *Cortex*, 172, 204–221. <https://doi.org/10.1016/j.cortex.2023.11.021>
- Mirabella, G., Mancini, C., Valente, F., & Cardona, F. (2019). Children with primary complex motor stereotypies show impaired reactive but not proactive inhibition. *Cortex*, 124, 250–259. <https://doi.org/10.1016/j.cortex.2019.12.004>
- Neal, D. J., & Carey, K. B. (2005). A Follow-Up Psychometric analysis of the Self-Regulation questionnaire. *Psychology of Addictive Behaviors*, 19(4), 414–422. <https://doi.org/10.1037/0893-164x.19.4.414>
- Pas, P., Pol, H. H., Raemaekers, M., & Vink, M. (2021). Self-regulation in the pre-adolescent brain. *Developmental Cognitive Neuroscience*, 51, 101012. <https://doi.org/10.1016/j.dcn.2021.101012>
- Rueda, M. R., Rothbart, M. K., McCandliss, B. D., Saccomanno, L., & Posner, M. I. (2005). Training, maturation, and genetic influences on the development of executive attention. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 102(41), 14931–14936. <https://doi.org/10.1073/pnas.0506897102>
- Sawyer, C., Adrian, J., Bakeman, R., Fuller, M., & Akshoomoff, N. (2021). Self-regulation task in young school age children born preterm: Correlation with early academic achievement. *Early Human Development*, 157, 105362. <https://doi.org/10.1016/j.earlhumdev.2021.105362>

- Tangney, J. P., Baumeister, R. F., & Boone, A. L. (2004). High Self-Control predicts good adjustment, less pathology, better grades, and interpersonal success. *Journal of Personality*, 72(2), 271–324. <https://doi.org/10.1111/j.0022-3506.2004.00263.x>
- Vink, M., Gladwin, T. E., Geeraerts, S., Pas, P., Bos, D., Hofstee, M., Durston, S., & Vollebergh, W. (2020). Towards an integrated account of the development of self-regulation from a neurocognitive perspective: A framework for current and future longitudinal multi-modal investigations. *Developmental Cognitive Neuroscience*, 45, 100829. <https://doi.org/10.1016/j.dcn.2020.100829>

Umelá inteligencia vs. správne konanie

Artificial intelligence versus administrative procedure

Tomáš ŠEFČÍK

Univerzita Pavla Jozefa Šafárika v Košiciach, Právnická fakulta

Abstrakt: Predkladaný príspevok sa zameriava na rozbor možného využitia umelej inteligencie v správnom konaní s ohľadom na budúcnosť, a vzhľadom na aktuálny stav právnej úpravy správneho konania v Slovenskej republike. Autor príspevku ponúka priblíženie otázky umelej inteligencie, správneho konania ako takého aj s jeho priebehom, a v poslednej kapitole sa zameriava na formulovanie myšlienok o zapájaní umelej inteligencie do procesov realizovaných v správnom konaní.

Kľúčové slová: *správne právo, umelá inteligencia, správne konanie, správne právo procesné*

Abstract: This paper focuses on the discussion of the possible use of artificial intelligence in administrative proceedings, with a long-term view to the current status of the legal regulation of administrative proceedings in the Slovak Republic. The author of the paper offers an introduction to the issue of artificial intelligence, the administrative procedure in general as well as with its phases and in the last chapter he focuses on the formulation of ideas on the involvement of artificial intelligence in the processes carried out in the administrative procedure.

Keywords: *administrative law, artificial intelligence, administrative procedure, administrative procedural law*

Úvod

Umelá inteligencia preniká do našich každodenných životov a aktivít, ale aj do mechanizmov a procesov, s ktorými sa bežne nestretávame. Výnimkou nie je ani oblasť práva a ani jeho odvetvia, ktoré taktiež čelia tomuto trendu rozširovania a zapájania umelej inteligencie. Zapájanie umelej inteligencie možno vnímať vo viacerých rovinách, a to či už s ohľadom na možnosti využívania umelej inteligencie zo strany subjektov realizujúcich aplikáciu práva, alebo zo strany adresátov práva, účastníkov konaní, subjektov (možných použiteľných termínov je mnoho), buď keď sami realizujú svoje práva, alebo keď sa dopúšťajú protiprávneho konania. Právo, právna veda a právne systémy jednotlivých štátov zjavne stoja pred výzvami, s ktorými sa budú musieť zodpovedne a plnohodnotne vysporiadať tak, aby bola zabezpečená ochrana práv subjektov pri súčasnom zachovaní funkčnosti systému. Prvú „lastovičku“ v oblasti regulácie umelej inteligencie predstavuje tzv. Akt o umelej inteligencii, ktorý sa dá považovať za prvý rozsiahly regulatív na území Európskej únie, a zo svojej podstaty je záväzným a uplatniteľným aj na území Slovenskej republiky. *De facto* teda možno konštatovať, že aj v našom priestore máme reguláciu umelej inteligencie. Otáznou je však pri tejto regulácii jej konkrétnosť, keďže samotný Akt o umelej inteligencii má svoje zameranie a ciele, ktoré sleduje, no napríklad konkrétne čiastkové aspekty využitia umelej inteligencie v jednotlivých procesoch už nešpecifikuje. Pre lepšiu ilustráciu, nestanovuje napríklad možnosti využitia umelej inteligencie v konkrétnych fázach určitých konaní pred vymedzenými orgánmi predpokladanými zákonom, ktoré majú oprávnenie na prejednávanie špecifickej agendy. Otázky umelej inteligencie v práve sa postupne vo väčšej miere začínajú diskutovať aj na akademickej pôde, čoho dôkazom sú nielen projekty zamerané na otázky umelej inteligencie a práva, ale aj konferencie s rôznorodými témami, ktoré riešia práve využívanie umelej inteligencie v právnej praxi, či právnú reguláciu systémov umelej inteligencie. V tomto príspevku sa budeme sústrediť na poskytnutie rozboru a formulovanie návrhov zapojenia umelej inteligencie v správnom konaní ako takom, s ohľadom na budúcnosť. Pre dosiahnutie uvedeného budeme využívať metódy analýzy, syntézy a komparácie, ako jedny z nosných metód právnej vedy, pričom okrajové využitie iných metód nevylučujeme.

1. Umelá inteligencia

Problematika umelej inteligencie a jej vymedzenia sa postupom času stáva kvalitnejšie a rozsiahlejšie spracovanou. Vzhľadom na jej šírku a možnosti rôznych vymedzení umelej inteligencie, ktoré sa menia podľa toho, akou optikou má byť na umelú inteligenciu nazerané, a kto ju vymedzuje, sa obmedzíme iba na jej stručné vymedzenie.

Na túto nejednotnosť a vlastne aj nemožnosť poskytnúť jednoznačnú definíciu umelej inteligencie upozorňuje aj Calo, ktorý však dodáva, že umelá inteligencia je akýmsi súborom techník, snažiacich sa skrz stroje priblížiť aspektom ľudského a zvieracieho vnímania (Calo, 2017). Vymedzenie umelej inteligencie od Lugera a Stubblefielda zas umelú inteligenciu považuje za odvetvie počítačovej vedy, venujúce sa automatizácií inteligentného správania (Luger, Stubblefield, 1993).

Z technického hľadiska má zásadný význam členenie systémov umelej inteligencie podľa ich schopností. Rozlišujeme systémy slabšej umelej inteligencie a silnej umelej inteligencie, ktoré sa od seba odlišujú rozsahom schopností. Slabá umelá inteligencia zvláda riešiť iba limitovanú oblasť otázok, resp. problémov. Naproti nej sa silná umelá inteligencia pripodobňuje schopnostiam človeka, keďže sa dokáže zlepšovať a učiť z vlastnej iniciatívy (Bringsjord, Govindarajulu, 2022).

Faktom je, že umelá inteligencia nie je objavom posledných 5, 10, či 20 rokov, ale myšlienky o nej a snahy o jej vyvinutie sa vracajú k prvopočiatkom počítačov, do obdobia legendárneho Alana Turinga (Bringsjord, Govindarajulu, 2022). Záujem a rozšírenie v spoločnosti však možno výraznejšie vnímať až v posledných rokoch, kedy dochádza k masívnemu

zvýšeníu povedomia a spopularizovaniu dostupných modelov umelej inteligencie, často aj ich zakomponovaním do každodenne používaných aplikácií.

Podstatnú zmenu v oblasti umelej inteligencie a práva predstavuje prijatie Aktu o umelej inteligencii zo strany Európskej únie, ktorý možno vnímať ako prvý krok v oblasti určenia limitov a možností pre využívanie umelej inteligencie v priestore Európskej únie. Prijatiu tohto aktu predchádzali niekoľkoročné snahy a debaty o jeho finálnej podobe. Normotvorcovia sa museli vysporiadať aj s otázkou legálneho vymedzenia pojmu umelá inteligencia, či stanovenia kritérií pre jednotlivé kategórie systémov umelej inteligencie. Akt o umelej inteligencii vymedzuje systém umelej inteligencie v článku 3 bode 1. a súvislosti, v ktorých je potrebné túto definíciu vnímať, sú načrtnuté v recitáli 12 Aktu o umelej inteligencii.

Podstatným, ako sme už naznačili, je aj kategorizovanie, respektíve posudzovanie umelej inteligencie na základe jej rizikovosti. Tu je Aktom o umelej inteligencii zavedená štvorstupňová škála, ktorá slúži na určenie pravidiel a regulácií na konkrétny systém umelej inteligencie na základe toho, aké má mať využitie, a aké má schopnosti. Týmto stupňami sú zakázané použitia umelej inteligencie (neprijateľné riziko), vysokorizikové systémy umelej inteligencie (vysoké riziko), určité systémy umelej inteligencie (obmedzené riziko) a modely na všeobecné účely (minimálne alebo žiadne riziko) (Rada EÚ, 2025).

2. Správne konanie

Správne konanie ako také predstavuje jeden z právnych procesov najčastejšie sa vyskytujúcich v živote človeka. Je tomu tak z dôvodu, že správne právo pokrýva v zásade všetky životné situácie, ktorými človek prechádza vo svojom živote, od narodenia až po smrť. Preto je dôležité mať správne nastavené limity/mantinely využívania a zapájania umelej inteligencie do procesov v rámci správnych konaní. Je zrejmé, že tento rozsah bude rozdielny, vzhľadom na povahu konkrétnych špecifických správnych konaní, najmä s ohľadom na predmet konkrétneho správneho konania a jeho fázu. Právnu úpravu všeobecného správneho konania a inštitútov správneho práva procesného obsahuje zákon č. 71/1967 Zb. o správnom konaní (správny poriadok) v znení neskorších predpisov (ďalej len „Správny poriadok“), ktorý je v pozícii *lex generalis* pre správne právo procesné. Správny poriadok v § 1 ods. 1 obsahuje vymedzenie samotného správneho konania, kde ho definuje ako „... konanie, v ktorom v oblasti verejnej správy správne orgány rozhodujú o právach, právom chránených záujmoch a povinnostiach fyzických a právnických osôb, ak osobitný zákon neustanovuje inak.“. V súvislosti so skôr uvádzaným členením umelej inteligencie podľa spôsobu jej aktivity a ňou realizovaných činností je možné identifikovať, respektíve vyčleniť logické skupiny správnych konaní, vzhľadom na procesy v nich realizované. Ide najmä o otázku toho, či povaha konania umožňuje využiť umelú inteligenciu, ktorá na základe vopred vymedzených pravidiel generuje výstupy, alebo umelú inteligenciu, ktorá sa učí z poskytnutého balíka dát a generuje na základe nich nové výstupy, aj s prvkami vlastnej kreativity. Nemenej výrazný vplyv má aj polemika o tom, či bude umelá inteligencia využívaná v priebehu celého konania, alebo iba pre parciálne procesy realizované v rámci správneho konania v jeho jednotlivých fázach. V správnom konaní možno rozlíšiť jeho rôzne fázy, ktorými správny proces prechádza. Z priebehu a právnej úpravy správneho konania možno vyabstrahovať tieto fázy:

1. Začatie správneho konania
2. Dokazovanie
3. Vydávanie/kreovanie rozhodnutia
4. Výkon rozhodnutia (nastáva iba za predpokladu, že rozhodnutie je právoplatné, respektíve že nie je stanovený suspenzívny účinok podaného opravného prostriedku a samotná povaha rozhodnutia jeho výkon pripúšťa, teda obsahuje vymedzenie povinnosti, ktorú má povinný účastník konania splniť v stanovenej lehote, za súčasného splnenia podmienky, že povinný povinnosť nesplnil a došlo k uplynutiu času).

Na tomto mieste by sa určite mohli vyskytnúť námietky vo vzťahu k neuvedeniu odvolacieho konania vo vyššie uvedenom náčrte fáz správneho konania. Máme však za to, že konanie o riadnom opravnom prostriedku, konanie o odvolaní, možno považovať za samostatný, zákonom určený procesný postup ktorý je však previazaný s pôvodným konaním. Ide teda o konanie v podstate samostatné, ale existenciou podmienené ukončením konania v prvom stupni vo veci samej. S ohľadom na jeho fázy je však odvolacie konanie s konaním v prvom stupni v zásade identické, čo je zrejmé aj z ustanovenia § 60a Správneho poriadku.

Pre lepšie pochopenie si v krátkosti priblížime každú z vyššie uvedených fáz.

2.1. Začatie správneho konania

Správne konanie, ako aj iné konania v ostatných právnych odvetviach, majú a musia mať vymedzený spôsob ich začiatku. Správny poriadok upravuje dva spôsoby začatia správneho konania: konanie začaté na návrh (návrhové konanie) a konanie začaté správnym orgánom bez návrhu (*ex officio* konanie). Vzhľadom na to, ktorý spôsob začatia je v konkrétnom konaní a prípade zvolený, sa určuje aj moment začatia konania, čo má následne vplyv na počítanie konkrétnych lehôt, ak sú určené (Jakab, Molitoris, 2018).

Pri začatí konania na návrh účastníka je podstatným momentom okamih doručenia podania správneho orgánu. Možno konštatovať, že v prípade začatia konania týmto spôsobom je návrhová iniciatíva výlučne na strane navrhovateľa a

správny orgán, ak fyzická alebo právnická osoba neurobila predchádzajúci kontakt so správnym orgánom, nemá vedomosť o tom, že mu nejaké podanie doručené bude. Teda prostriedky, ktoré využije podávajúci subjekt na spracovanie podania, sú plne v jeho dispozícii.

Po doručení podania, či už v listinnej podobe do podateľne, prostredníctvom poštového podniku, alebo prostredníctvom digitálneho spôsobu doručovania podaní nastáva postup, pri ktorom správny orgán musí doručené podanie spracovať. Primárne je potrebné ho zaevidovať a súčasne, podľa spôsobu rozdeľovania agendy na tom ktorom správnom orgáne, toto podanie prideliť konkrétnej organizačnej zložke (napr. oddelenie, odbor a pod.), ak sa správny orgán takto vnútorne delí. Na konci procesu spracovania je nutné prideliť vec konkrétnemu zamestnancovi správneho orgánu. V tomto procese je podstatné prvé posúdenie podania, najmä s ohľadom na to, akej veci sa týka, čoho sa podávateľ domáha/čo chce podaním dosiahnuť.

Tieto problémy odpadajú v prípade, ak je podanie spracované na dostatočnej úrovni, teda je prehľadné, je z jeho názvu, ale aj obsahu (keďže podania sa neposudzujú po formálnej, ale obsahovej stránke) zrejmé, čo/aký cieľ sa podaním sleduje. Ak proces nie je realizovaný prostredníctvom ústredného portálu verejnej správy slovensko.sk a jeho funkcionality riešenia konkrétnej agendy alebo je realizovaný v listinnej (papierovej) podobe, môže byť proces sťažený tým, že zamestnanec správneho orgánu musí správne posúdiť agendu, pod ktorú podanie spadá a nemôže sa výlučne spoliehať na označenie podania zo strany podávateľa.

Naproti tomu začatie konania *ex offio* zo strany správneho orgánu nevyžaduje v zásade žiadnu aktivitu smerujúcu priamo k začatiu konania zo strany subjektu. Výnimku z tohto pravidla možno nájsť napríklad v prípade priestupkového konania, v ktorom sa vyžaduje predchádzajúce konanie vykazujúce a vytvárajúce minimálne dôvodné podozrenie, že mohlo dôjsť k spáchaniu priestupku zo strany podozrivej osoby. V prípadoch, v ktorých začína konanie správny orgán *ex offio*, je na mieste niekoľko otázok. Akú povahu majú prostriedky, ktorými získal správny orgán vedomosť a podklady, na základe ktorých ide začať konanie? Akú povahu má prvý úkon voči osobe? V prípade, že ide o listinný úkon, ako bol tento úkon spracovaný? Na tieto otázky nadviažeme v ďalšej časti nášho príspevku, kde sa zameriame na úvahy o možnostiach využitia umelej inteligencie v tejto časti správneho konania.

2.2. Dokazovanie v správnom konaní

Dokazovanie ako také sa vyskytuje naprieč všetkými typmi konaní, či už civilnými, trestnými, daňovými, no v každom v takej podobe, aká je potrebná pre konkrétny typ konania, a s vlastnými pravidlami. Rozdielnosť podôb dokazovania je zjednotená ich totožným cieľom, ktorým je preukázanie tvrdených skutočností a zabezpečenie dostatočného základu informácií, poznatkov a podkladov pre vydanie kvalitného rozhodnutia vo veci samej. Podstata dokazovania v správnom konaní vychádza z § 3 ods. 5 Správneho poriadku, podľa ktorého má rozhodnutie správneho orgánu vychádzať zo spoľahlivo zisteného stavu veci. Toto ustanovenie je premietnutie zásady materiálnej pravdy v správnom procese.

V rámci dokazovania má správny orgán podľa § 34 ods. 2 Správneho poriadku k dispozícii viacero dôkazných prostriedkov. Môže ísť napríklad o výsluch svedkov, listiny, ohliadku a ďalšie. Nakoľko výpočet v zmienenom ustanovení má demonštratívnu povahu, správny orgán nie je obmedzený výlučne len na uvedené dôkazné prostriedky (Potášch et al., 2022), respektíve dôkazy, keďže normotvorca použil pre ich pomenovanie tento pojem, no naproti tomu v zákone č. 162/2015 Z. z. Správny súdny poriadok v znení neskorších predpisov používa zákonodarca pojem „dôkazné prostriedky“. Aktivitou subjektov zabezpečujúcich správne konanie, ale aj účastníkov správneho konania, možno správne konanie pripodobniť konaniu trestnému, nakoľko primárne by mali dôkazy zabezpečovať orgány vedúce konanie. V prípade správneho konania sú to správne orgány a v trestnom konaní ide o orgány činné v trestnom konaní, naproti civilným sporovým konaniam, v ktorých je v značnej časti dôkazné bremeno práve na stranách sporu. Účastníci správnych konaní majú v zásade neodňateľné oprávnenie predkladať dôkazy. Od niektorých účastníkov sa to aj z podstaty konkrétnych konaní vyžaduje, nakoľko stavebný úrad nedokáže sám zo svojej činnosti zistiť, respektíve zabezpečiť projektovú dokumentáciu pre stavebný zámer, ktorý chce žiadateľ realizovať.

Samotný proces dokazovania sa skladá z viacerých na seba nadväzujúcich fáz, ktoré je možno odlíšiť aktivitami a postupom správneho orgánu konajúceho vo veci v každej z nich. Dokazovanie člení JUDr. Valach vo svojom článku, ale aj komentár k Správnomu poriadku, na fázu obstarávania dôkazov, fázu vykonávania dôkazov a fázu hodnotenia dôkazov (Potášch et al., 2022 a Valach, 2021).

Pri jednotlivých fázach by bolo možné viesť polemiku o tom, či a v akom rozsahu by bolo účelné využívať umelú inteligenciu pre zjednodušenie dokazovania. Najpodstatnejším bodom dokazovania je hodnotenie dôkazov, na ktoré vplyvajú rôzne pravidlá, najmä to, že dôkazy má správny orgán hodnotiť samostatne, no zároveň vo vzájomných súvislostiach a súčasne mať na zreteli fakt, že dôkazy nemajú predpísanú svoju silu, respektíve hodnotu.

2.3. Vydávanie rozhodnutí v správnom konaní

Vydávanie/kreovanie rozhodnutia je v zásade finálnou fázou správneho konania, ak si odmyslíme fázu výkonu rozhodnutia, ktorá však nastáva iba pri rozhodnutiach, v ktorých bola subjektu uložená povinnosť, či už na peňažné alebo nepeňažné plnenie a za podmienky, že si subjekt túto povinnosť nesplnil. S vydávaním rozhodnutia sa spájajú aj povinnosti správneho orgánu. Jednou z nich je napríklad povinnosť podľa § 32 ods. 2 Správneho poriadku, kedy správny orgán musí upovedomiť účastníkov konania o tom, že ide vydávať rozhodnutie a poskytnúť im priestor pre nahliadnutie

do administratívneho spisu, a pre vznesenie námietok a návrhov na doplnenie dokazovania. Za povinnosť možno taktiež považovať požiadavku spoľahlivo zisteného stavu veci. Absenciou elementu spoľahlivo zisteného stavu veci pri vydávaní rozhodnutia je vážne ohrozená správnosť rozhodnutia. Takéto rozhodnutie by bolo podľa nášho názoru možné bez ďalšieho zrušiť a vec vrátiť správne orgánu 1. stupňa na opätovné prejednanie a rozhodnutie.

Náležitosti samotného rozhodnutia sú vymedzené v Správnom poriadku a prípadne v osobitných právnych predpisoch, ak to povaha daného konania s ohľadom na špecifickosť rozhodovania vyžaduje. Vymedzenie všeobecných náležitostí rozhodnutia je predmetom ustanovenia § 46 a nasl. Správneho poriadku. Absencia niektorých náležitostí predstavuje zásadnú vadu rozhodnutia, ako napríklad absencia výroku, či odôvodnenia. Absencia poučenia o odvolaní je naproti zmieneným absenciám riešená zákonnou úpravou v režime podľa § 54 ods. 3 Správneho poriadku.

Možno teda zhrnúť, že rozhodnutie musí vychádzať najmä z náležite zisteného stavu veci, musí ho vydať príslušný orgán, musí obsahovať obligatórne náležitosti a musí byť v súlade so zákonom. Prípadné vady rozhodnutia môžu byť dôvodom na jeho napadnutie niektorým z opravných prostriedkov.

2.4. Výkon rozhodnutia a odvolacie konanie

Výkon rozhodnutia, aj v nadväznosti na predchádzajúcu podkapitolu, je podmienený viacerými skutočnosťami. Prvou je nutnosť určenia povinnosti aj s lehotou na jej splnenie v rozhodnutí, ktoré sa má vykonať. Druhou je právoplatnosť rozhodnutia, a treťou je nesplnenie povinnosti povinným adresátom rozhodnutia v stanovenej lehote. Otáznou je však možnosť využívania umelej inteligencie v tejto fáze a v tomto procese, k čomu sa dostaneme v nadväzujúcej kapitole.

Ako sme už uvideli vyššie, odvolacie konanie predstavuje špecifickú formu konania, ktoré je na jednej strane svojim spôsobom podľa nášho názoru samostatné, no na strane druhej je jeho existencia podmienená existenciou a ukončením konania správneho orgánu v konkrétnej veci v prvom stupni. Výraz ukončenie používame z dôvodu, že pre začatie odvolacieho konania je nutná existencia rozhodnutia správneho orgánu prvého stupňa. Odvolacie konanie má obdobné fázy ako správne konanie v prvom stupni, až na pár špecifik, ktoré by z logiky veci nenašli uplatnenie v konaní odvolacieho správneho orgánu.

Prehľad správneho konania, ktorý sme poskytli v tejto časti, nie je samoúčelný. K jednotlivým fázam sa vrátíme v nasledujúcej kapitole nášho príspevku, a priblížime si naše návrhy smerujúce k využitiu umelej inteligencie v správnom konaní, keďže aktuálna právna úprava sa týmito otázkami nezaobrá. Treba poznamenať, že nielen v krajinách Európskej únie už jestvujú právne rámce pre využívanie umelej inteligencie v správnych konaniach, respektíve v ekvivalentoch nášho správneho konania v konkrétnych právnych poriadkoch.

3. Budúcnosť umelej inteligencie v správnom konaní

Aktuálna právna úprava síce nie je otvorená a nastavená na využívanie umelej inteligencie v správnych konaniach, čo konštatuje aj doc. Jakab vo svojom príspevku *National Report on Automation in Decision-Making in Public Administration in Slovakia* (Jakab, 2024), avšak podľa nášho názoru nemožno týmto argumentom o nemožnosti využívania umelej inteligencie ukončiť diskusiu. Práve neexistencia právnej úpravy, ktorá by sa venovala tejto otázke, poskytuje priestor pre úvahy. Tieto úvahy by mohli smerovať k možným spôsobom a alternatívam vymedzenia oprávnenia správnych orgánov využívať umelú inteligenciu v správnom konaní. Pri odvážnejšie nastavených ambíciách možno smerovať aj k úvahe, či za jasne stanovených podmienok možno zveriť konkrétne typy konaní alebo niektoré fázy správneho konania umelej inteligencii tak, aby jej využitie nepredstavovalo potencionálne riziko pre práva a právom chránené záujmy dotknutých subjektov. Preto si v tejto kapitole priblížime naše úvahy o možnom využívaní umelej inteligencie v správnom konaní, kopírujúc členenie z predchádzajúcej kapitoly.

3.1. Umelá inteligencia pri začatí správneho konania

Umelá inteligencia vo fáze začatia konania má svoje miesto v dvoch okamihoch. Jednak v prípade, v ktorom je podanie doručované správne orgánu a na základe tohto podania sa začína správne konanie, a v druhom prípade v situácii, v ktorej správny orgán začína konanie z vlastného podnetu, reflektujúc zásadu oficiality. Pri prvej alternatíve možno nájsť využitie umelej inteligencie pri posudzovaní obsahu jednotlivých doručených podaní, ktorými sa začína správne konanie. Určite možno rozšíriť túto možnosť aj na podania realizované už po začatí správneho konania, no s tým rozdielom, že rozsah preskúmaného a procesov, ktoré by vo vzťahu k tomuto podaniu realizovala umelá inteligencia, by bol mierne odlišný a okresaný. Pri riešení otázky obsahu podania by umelá inteligencia mohla najmä, a nie bezvýhradne skúmať to, či podanie spĺňa obsahové náležitosti, teda či sú v ňom obsiahnuté tie náležitosti, ktoré sú požadované Správny poriadkom a alternatívne aj príslušnými právnymi predpismi, napríklad či sú priložené predpokladané prílohy. V prípade, ak by systém vyhodnotil podanie ako neúplné, tak by mohol sám na podklade iných výziev vyzvať subjekt, ktorý podanie podal, na doplnenie alebo opravu podania v stanovenej lehote. Pri druhej možnosti, v ktorej sa konanie začína prvým úkonom správneho orgánu voči účastníkovi, sa núka priestor pre uplatnenie umelej inteligencie v rovine vyhľadávania možných situácií, v ktorých je potrebný zásah správneho orgánu prostredníctvom správneho konania. Príkladom takéhoto zásahu môže byť priestupkové konanie. Považujeme však za vhodnejšie zamerať sa v prvej fáze začleňovania umelej inteligencie iba na jednoduchšie správne konania, najmä v kontexte priestupkov na úseku cestnej premávky, kde je možné uplatňovať aj inštitút objektívnej zodpovednosti.

3.2. Umelá inteligencia a dokazovanie

Pri fáze dokazovania môže umelá inteligencia zohrať významnú úlohu a uľahčiť prácu zamestnancom správnych orgánov najmä v prípadoch, v ktorých je objem vyprodukovaných podkladov neprimerane veľký. V týchto prípadoch bude umelá inteligencia vedieť pomôcť napríklad pri rešerši dokumentov. Otázna je vhodnosť zapojenia umelej inteligencie vo fáze hodnotenia dôkazov, nakoľko účastníci konania môžu v konaní vyprodukovať aj dôkazy, ktorých pravdivosť bude diskutabilná. V tejto súvislosti je na mieste otázka, ako by sa systém umelej inteligencie vedel vysporiadať s takýmto problémom tak, aby nebolo narušené a svojím spôsobom aj „otrávené“ dokazovanie, ak by sa priklonil k takémuto dôkazu a na jeho podklade by vyhodnotil ostatné relevantné dôkazy ako nesprávne/klamlivé. Hodnotenie dôkazov, ako sme už skôr uviedli, sa zakladá na viacerých pravidlách, a otázna je schopnosť umelej inteligencie sa s touto úlohou vysporiadať tak, aby boli zabezpečené garancie správnosti jej postupu. Nemožno opomenúť ani fázu obstarávania dôkazov, v ktorej by umelá inteligencia vedela byť svojím spôsobom prínosom, vzhľadom na rozsah informácií, ktorými vie disponovať a ktoré vie spracovávať. Limitom by však bola zákonnosť takto získaných dôkazov a aj ich správnosť, avšak to by bolo možné odhaliť a overiť zapojením ľudského prvku do tohto procesu.

3.3. Umelá inteligencia ako tvorca rozhodnutí

Tvorba rozhodnutí, vzhľadom na jej špecifiká, predstavuje pálčivú tému, ku ktorej by bolo možné viesť rozsiahle diskusie, a ani tie by nemuseli viesť k zhode všetkých diskutujúcich. V niektorých prípadoch si tvorba rozhodnutí v správnom konaní nevyžaduje veľkú dávku kreativity od tvorca rozhodnutia, vzhľadom na povahu konania. Je tomu tak v prípadoch, v ktorých ide o „formulárové“ veci, ako napríklad povolenia vkladov do katastra nehnuteľností, rozhodnutia o priestupkoch v cestnej premávke a podobne. Naproti tomu sa však vyskytujú rozhodnutia, ktorých príprava vyžadovala od zamestnancov správnych orgánov vysoké nasadenie, dávku tvorivosti, rozhladenosti v právnej úprave, rozhodovacej praxi iných orgánov či aktuálnej judikatúre vnútroštátnych všeobecných súdov, správnych súdov, ale aj Ústavného súdu SR či Súdneho dvora EÚ, a teda proces a realizácia správneho uváženia tu dosiahla svojho vrcholu v porovnaní s „obyčajnejšími“ vecami. Rovnako ako v skôr uvedenom prípade, s využitím umelej inteligencie pri začatí správneho konania sa aj v tomto prípade javí byť racionálnejšie jej využitie sprvu v jednoduchších veciach, kedy sa v zásade rozhodnutia naprieč správnymi orgánmi vo veľkej miere zhodujú, a teda umelá inteligencia by mala stanovené mantinely. Časom by bolo určite žiaduce jej rozšírenie aj na širší okruh konaní a činností. Hlavnou témou pri zapojení umelej inteligencie by mala byť téma bezpečnosti a záruk. Tie by sa mali týkať nielen ochrany pred únikom neverejných informácií smerom k verejnému priestoru, ale aj záruk, že databáza rozhodnutí, teda tých podkladov, ktorými sa bude inšpirovať, je naplnená rozhodnutiami vysokej kvality. Uvedené je potrebné najmä s ohľadom na to, aby sa z podstaty strojového učenia nestalo to, že umelá inteligencia bude replikovať chyby iných správnych orgánov, čím sa len zbytočne vytvorí priestor pre podávanie opravných prostriedkov voči takýmto rozhodnutiam. Táto problematika je blízka otázkam zásad správneho konania, ale aj garancií poskytovaných Ústavou SR.

3.4. Uplatniteľnosť umelej inteligencie pri výkone rozhodnutí a v odvolacom konaní

Ako sme uviedli v predchádzajúcej kapitole, využitie umelej inteligencie pri výkone rozhodnutí je otázne vzhľadom na povahu tohto procesu, v aktuálnej situácii je náročné formulovať predstavu o možnom využití umelej inteligencie pri výkone rozhodnutí. Ak by aj mala byť umelá inteligencia v tomto procese využitá, tak by to bolo na jednoduché úlohy a procesy. Je tomu tak najmä z dôvodu, že pri výkone rozhodnutí dochádza k zásadnému zásahu do práv dotknutého subjektu, a preto je potrebné k tomuto procesu pristupovať s najvyššou vážnosťou. Jednou z alternatív využitia umelej inteligencie v tomto procese je situácia, v ktorej by umelá inteligencia pomáhala správne orgánu s prípadnou potrebnou komunikáciou s konkrétnym okruhom subjektov.

Pri odvolacom konaní zas možno naraziť na dilemu, či v prípade, ak bola umelá inteligencia využitá pri tvorbe prvostupňového rozhodnutia, je vhodné a správne, aby umelá inteligencia realizovala aj kontrolu a posúdenie takéhoto rozhodnutia. Z logiky veci sa javí takýto postup ako absurdný a odporujúci racionálnosti. Samozrejme, vzhľadom na to, že umelá inteligencia vie byť efektívnym pomocníkom, nemožno jej využitie správne orgánu v postavení odvolacieho orgánu zakázať. Odvolací orgán by napríklad vedel systém umelej inteligencie využiť na efektívne vyhľadávanie podkladov potrebných k posúdeniu napadnutého rozhodnutia.

Záver

Je zjavné, že využívaniu umelej inteligencie sa v práve a ani v správnom práve vyhnúť nemožno, a to najmä vzhľadom na pokročilý vývoj a rozšírenie umelej inteligencie. Ako možno vyvodiť z nášho príspevku, normotvorcovia v Slovenskej republike stoja pred veľkou výzvou, ktorou je zabezpečenie kvalitnej právnej úpravy pre všetky právne odvetvia, nielen pre správne právo. Nazdávame sa však, že prijatie Aktu o umelej inteligencii na úrovni Európskej únie, i inšpirácia z vnútroštátnych právnych úprav okolitých krajín, môže byť motiváciou a vzorom pre ostatné krajiny, vrátane Slovenskej republiky, aby sa otázke vymedzenia umelej inteligencie a možností jej využitia v jednotlivých právnych odvetviach a právnych procesoch venovali. Z nášho pohľadu sa prikláňame k racionálnemu rozsahu zapojenia umelej inteligencie do procesov v rámci odvetvia správneho práva a správnych konaní. Je tomu tak vzhľadom na skúsenosť s funkčnosťou digitalizácie v našich podmienkach. Maximalistické riešenia by nemuseli dosiahnuť očakávaný pozitívny výsledok. Výsledok by skôr mohol byť opačný a mohlo by dôjsť k následkom, ktoré by vedeli naštříbiť dôveru v bezpečnosť a spravodlivosť správneho konania. Na zmeny právnej úpravy by mali byť naviazané aj riešenia zabezpečenia primeraného vybavenia a zaškolenia pre správne orgány tak, aby všetky správne orgány vedeli realizovať novou úpravou vymedzené postupy v čo najvyššej kvalite. Rovnako je na stole aj otázka zabezpečenia kybernetickej bezpečnosti, za účelom

zredukovania nami spomínaného rizika potencionálneho úniku dát, ktoré sú neverejné a dostupné výlučne správnomu orgánu. S ohľadom na úpravu právnych predpisov, aj v kontexte nášho odporúčania rozsahu na využitie umelej inteligencie v správnom konaní, sa javí ako optimálne novelizovanie Správneho poriadku ako takého bez toho, aby bol vytváraný prípadný nový predpis, ktorý by upravoval výlučne otázku využitia umelej inteligencie v správnom konaní. Alternatívne, ak by nebola zhoda buď v rovine odbornej alebo politickej, tak by bolo v rámci alternatív prijatia nového procesného predpisu alebo prijatia predpisu o využívaní umelej inteligencie v správnom konaní vhodnejšie prijatie nového procesného predpisu pre správne konania, teda náhrady Správneho poriadku. Téma samotnej, ale aj jej parciálnym otázkam, či prípadným problematikám z nej sa vynárajúcich je potrebné venovať patričnú pozornosť, a vzhľadom na obmedzený rozsah tohto príspevku je potrebné pokračovanie v jej bádani a nadväzovaní na ňu novými poznatkami.

Literatúra

BRINGSJORD, Selmer a Naveen Sundar GOVINDARAJULU, 2022. Artificial Intelligence. In: The Stanford Encyclopedia of Philosophy (Fall 2022 Edition) [online]. ZALTA, E. N., NODELMAN, U. eds.. (cit. 21. 03. 2025). ISSN 1095-5054. Dostupné na: <https://plato.stanford.edu/archives/fall2022/entries/artificial-intelligence/>.

CALO, Ryan, 2017. Artificial Intelligence Policy: A Primer and Roadmap. In: 51 U.C. Davis L. Rev. 399 [online]. [cit. 22. 03. 2025]. Dostupné na: https://lawreview.law.ucdavis.edu/sites/g/files/dgvnsk15026/files/media/documents/51-2_Calo.pdf.

JAKAB, Radomír a Peter MOLITORIS, 2018. SPRÁVNE PRÁVO PROCESNÉ. Druhé aktualizované vydanie. Košice: Univerzita Pavla Jozefa Šafárika v Košiciach. ISBN: 978-80-8152-593-3.

JAKAB, Radomír, 2024. National Report on Automation in Decision-Making in Public Administration in Slovakia. In: AUC IURIDICA. Vol 20 No 2 (2024) [online]. Praha: Univerzita Karlova. s. 147-157. [cit. 27. 03. 2025]. ISSN: 2336-6478. Dostupné na: https://karolinum.cz/data/cascislo/11203/Iurid_70_2.pdf.

LUGER, George. F. a William A. STUBBLEFIELD, 1993. Artificial Intelligence: Structures and Strategies for Complex Problem Solving. 2. vydanie. Redwood City: Benjamin/Cummings Pub. Co., 1993. 740 s. ISBN: 9780805347807.

NARIADENIE EURÓPSKEHO PARLAMENTU A RADY (EÚ) 2024/1689 z 13. júna 2024, ktorým sa stanovujú harmonizované pravidlá v oblasti umelej inteligencie a ktorým sa menia nariadenia (ES) č. 300/2008, (EÚ) č. 167/2013, (EÚ) č. 168/2013, (EÚ) 2018/858, (EÚ) 2018/1139 a (EÚ) 2019/2144 a smernice 2014/90/EÚ, (EÚ) 2016/797 a (EÚ) 2020/1828 (akt o umelej inteligencii)

POTÁŠCH, Peter et al. 2022. Správny poriadok. Komentár. 4. vydanie. Praha: C. H. Beck. ISBN 978-80-7400-908-2.

Rada EÚ, 2025. Akt o umelej inteligencii. [online]. [cit. 26. 03. 2025]. Dostupné na: <https://www.consilium.europa.eu/sk/policies/artificial-intelligence/>

VALACH, Maroš, 2021. Zásada materiálnej pravdy v správnom konaní. In: Magister Officiorum [online]. roč. 4, č. 1, s. 76-80. [cit. 27. 03. 2025]. ISSN 1338-5569. Dostupné na: https://7bb5368a2f.clvaw-cdnwnd.com/094afd888d97eafe6850446af4abfadb/200000092-04d8104d83/Magister%20Officiorum_01_2020_vnutro%20PV.pdf

Zákon č. 162/2015 Z. z. Správny súdny poriadok v znení neskorších predpisov

Zákon č. 71/1967 Zb. o správnom konaní (správny poriadok) v znení neskorších predpisov

Nastolenie diktatúry Alexandra I. Karadjordjevića – reflexia udalosti v slovenskej dobovej tlači

The Establishment of the Dictatorship of Alexander I. Karadjordjević – Reflection of the event in the Slovak Periodicals

Mgr. Andrea SKYBOVÁ

Univerzita Pavla Jozefa Šafárika v Košiciach, Filozofická fakulta

Abstrakt: Cieľom konferenčného príspevku je priblížiť vyhlásenie diktatúry juhoslovanským kráľom Alexandrom I. Karadjordjevićom a analyzovať reflexiu vybranej udalosti v slovenskej periodickej tlači vydávanej v januárových dňoch bezprostredne po nastolení diktatúry. Problematika je v rámci príspevku rozdelená do troch častí, pričom prvá z nich má popisný charakter a zachytáva politickú krízu v Juhoslávii, ktorá predchádzala nastoleniu kráľovskej diktatúry. Druhá časť príspevku približuje slovenskú žurnalistiku v medzivojnovom období a vybranú vzorku slovenských periodík. Záverečná časť príspevku je venovaná samotnej reflexii vyhlásenia juhoslovanskej diktatúry v týchto periodikách. Bolo rozhodnutie Alexandra I. v slovenskej tlači kritizované, alebo prezentované ako jediné východisko z politickej krízy v krajine? Cieľom príspevku je zhodnotiť aký obraz o vyhlásení diktatúry v Juhoslávii slovenská tlač prezentovala verejnosti a aký postoj zaujala k novému režimu bezprostredne po jeho vyhlásení.

Kľúčové slová: medzivojnová Juhoslávia, Alexander I. Karadjordjević, slovenské periodiká, kráľovská diktatúra

Abstract: The aim of the conference paper is to present the declaration of dictatorship by the Yugoslav king Alexander I. Karadjordjević and to analyse the reflection of the selected event in the Slovak periodical press published in the January days immediately after the establishment of the dictatorship. The issue is divided into three parts within the paper, the first of which is descriptive in nature and captures the political crisis in Yugoslavia that preceded the establishment of the royal dictatorship. The second part of the paper presents Slovak journalism in the interwar period and a selected sample of Slovak periodicals. The final part of the paper is devoted to the reflection of the declaration of the Yugoslav dictatorship in these periodicals. Was Alexander I's decision criticized in the Slovak press, or presented as the only way out of the political crisis in the country? The aim of the article is to evaluate the image of the declaration of dictatorship in Yugoslavia presented to the public by the Slovak press and what position it took towards the new regime immediately after its declaration.

Keywords: interwar Yugoslavia, Alexander I. Karadjordjević, Slovak periodicals, royal dictatorship

Úvod

Prvá svetová vojna a rozpad Rakúsko-Uhorska viedli k vzniku piatich nástupníckych štátov. Jednotlivé národy dokázali využiť povojnový chaos na to, aby s pomocou veľmoci na ruinách monarchie sformovali vlastné štáty, no v nasledujúcich rokoch sa museli vysporiadať s významnými politickými a spoločensko-hospodárskymi zmenami, pričom tieto zmeny často prispievali aj k napätiu na domácej politickej scéne. Výnimkou nebolo ani novovzniknuté Kráľovstvo Srbov, Chorvátov a Slovincov (od roku 1929 panovníkom oficiálne premenované na Kráľovstvo Juhoslávia). Vnútropolitická kríza v juhoslovanskom štáte vyvrcholila v roku 1928 a po rokoch trvajúcich sporoch v parlamente v januári 1929 panovník Alexander I. Karadjordjević učinil rázny krok – zrušil ústavu a nastolil kráľovskú diktatúru.

Na tak zásadnú zmenu politického režimu v čase, kedy sa v Európe dostávali k moci totalitné režimy, prirodzene reagovala tlač v zahraničí. Výnimkou nebola ani slovenská, resp. československá tlač, keďže medzi Juhosláviou a Československom boli vďaka spojenectvu v rámci Malej dohody úzke ekonomické, vojenské i politické väzby.⁴ Cieľom konferenčného príspevku je preto analyzovať spôsob, akým slovenské periodiká informovali o nastolení kráľovskej diktatúry v Juhoslávii, a to najmä v kontexte toho, že medzivojnové Československo bolo v kontraste s novým režimom v Juhoslávii stále parlamentnou demokraciou. Keďže boli obe krajiny členmi Malej dohody, Československo malo eminentný záujem udržiavať dobré vzťahy s Juhosláviou aj po nastolení nového režimu. Zdržanlivý, príp. kladný postoj ku kráľovskej diktatúre zaujal Edvard Beneš, minister zahraničných vecí. Obával sa totiž, že akékoľvek narušenie vzťahov medzi ČSR a Juhosláviou by viedlo k oslabeniu Malej dohody, a teda aj ohrozeniu zahraničnopolitickej pozície ČSR.

Vzhľadom na rozsah konferenčného príspevku sme vybrali dve slovenské periodiká vydávané rôznymi politickými stranami a uskutočnili sme kvalitatívnu analýzu článkov publikovaných v období od 7. januára do 20. januára 1929, teda v prvých dvoch týždňoch po vyhlásení diktatúry v Juhoslávii. Pri rozsiahlejšom výskume danej problematiky by sme však mohli pracovať aj s metódou sondy a komparatívnou metódou. Metódou sondy by sme vyseletovali širšiu a reprezentatívnejšiu vzorku slovenskej tlače, na čo však v tomto príspevku nebol dostatočný priestor. Výskumná vzorka

⁴ Viac k tejto problematike v odbornej literatúre, spomenúť môžeme napr.: SLÁDEK, Zdeněk, 1998. Edvard Beneš a Malá dohoda. In: *Edvard Beneš a středoevropská politika*. Brno: Masarykova univerzita v Brně, s. 21-41. ORT, Alexandr, 1954. Malá dohoda a Mnichov. In: *Československý časopis historický*. Praha: Historický ústav ČSAV, roč. 2, č. 2, s. 227-245. FERENČUHOVÁ, Bohumila, 1999. Slovensko a Malá dohoda z hľadiska geopolitiky. In: *Československo 1918-1938: osudy demokracie ve střední Evropě. Sborník z mezinárodní vědecké konference. Díl 2*. Praha: Historický ústav AV ČR, s. 586-593. ESSEN, Andrzej, 1999. Malá dohoda jako nástroj československé zahraniční politiky. In: *Československo 1918-1938: osudy demokracie ve střední Evropě. Sborník z mezinárodní vědecké konference. Díl 2*. Praha: Historický ústav AV ČR, s. 562-565.

periodik by mohla zahŕňať tlačové orgány viacerých politických strán, čo by nám následne umožnilo stanoviť si konkrétne kritéria, na základe ktorých by sme uskutočnili komparatívnu analýzu článkov publikovaných v slovenskej tlači. (Dvořák, 2014)

Politická kríza v SHS a nastolenie kráľovskej diktatúry

Ako už bolo spomenuté v úvode, Kráľovstvo Srbov, Chorvátov a Slovincov vzniklo v chaose, ktorý nasledoval po rozbití Rakúsko-Uhorska, a to spojením Srbského kráľovstva, Čiernej Hory, Chorvátska, Slavónie, Srijemu, Dalmácie, Bosny a Hercegoviny, Vojvodiny a slovinskej oblasti. Multinárodný a multikonfesionálny charakter štátu zloženého z viacerých národov s vlastnou históriou a tradíciami prakticky od jeho vzniku naznačoval, že vnútropolitická situácia nebude jednoduchá. (Melichárek, 2020) Vznik štátu znamenal spojenie rôznych vierovyznaní, jazykov, colných systémov a legislatív, čo spolu s vojnovými stratami na obyvateľstve jednoznačne vplývalo na politickú situáciu. (Škerlová, 2016) Dôsledkom vojny bola aj zničená infraštruktúra, pričom proces modernizácie v krajine bol oneskorený a regionálne nerovnomerný. (Djokić, 2019) Napriek týmto problémom však najväčším predmetom sporov medzi jednotlivými národnými kráľovstvom zostával počas celého medzivojnového obdobia rozdielny pohľad na vnútorné usporiadanie štátu.

V úplnom rozpore boli predstavy dvoch najsilnejších národov v kráľovstve – jedinou prijateľnou možnosťou pre Srbov bol centralizovaný štát s centrom v Belehrade, Chorváti presadzovali federáciu s čo najväčšou mierou autonómie pre jednotlivé celky. (Škerlová, 2016) Slovinci podporovali usporiadanie štátu, v ktorom by žiaden národ nemal dominantné postavenie a jednotlivé národné jednotky by si boli rovné. K politickej nestabilite prispievali aj požiadavky neslovanských menšín, ktoré sa snažili o zachovanie svojich identít a vystupovali proti srbským odnáródňovacím tendenciám. (Nielsen, 2014) Tzv. Vidovdanská ústava, ktorej prijatie v júni 1921 ukončilo prechodnú éru trvajúcu od unifikácie štátu v decembri 1918, bola pre stúpcov federalizmu veľkým sklamaním. Ústava vypracovaná podľa francúzskeho vzoru totiž proklamovala ústavnú, parlamentnú monarchiu s centralistickým riadením, pričom o všetkých podstatných záležitostiach sa malo rozhodovať v Belehrade. Chorvátska politická reprezentácia, a to najmä najsilnejšia Chorvátska republikánska roľnícka strana (ChRSS), ústavu neprijala a pokračovala v bojkotovaní skupštiny (ide o termín, ktorý v juhoslovanskom prostredí znamená snem alebo zhromaždenie, používal sa na označenie juhoslovanského parlamentu) – jej poslanci sa nezúčastnili ani zasadnutia parlamentu, na ktorom bola prijatá ústava. V nasledujúcich rokoch sa hlavný predstaviteľ strany Stjepan Radić pokúšal chorvátsky problém preniesť na medzinárodné fórum, ale neúspešne. Rovnako neúspechom sa skončila aj jeho snaha o spoluprácu so srbskou opozíciou, pretože nová vláda na čele s Ljubomirom Davidovićom, v ktorej sa spojili chorvátski reprezentanti so srbskou demokratickou opozíciou, musela po tlaku panovníka podať demisiu. (Tejchman, 2017) Po týchto komplikáciách sa Radić rozhodol v roku 1925 uznať Vidovdanskú ústavu, štátnu jednotu a vládnu dynastiu Karadjordjevičovcov. Strana ChSS, ktorá zo svojho názvu vypustila prívlastok republikánska, vystúpila z opozície a stala sa súčasťou ďalšej Pašićovej vlády (Radić sa v rámci nej stal ministrom školstva). Ani to však nezmiernilo vnútropolitické napätie, pretože radikáli Radića nepovažovali za vyrovnaného partnera a pokračovali v starých praktikách. (Pirjevec, 2000) Pretrvávajúcu krízu využil kráľ Alexander I., ktorý získaval čoraz väčší vplyv v silných stranách, najmä demokratickej a radikálnej, budoval vlastné záujmové skupiny a de facto tým prispieval k postupnej dezintegrácii politických strán. Fakt, že v druhej polovici 20. rokov skupštinu opakovane paralyzovali obštrukcie opozície a nebola schopná rokovať, umocňoval pochybnosti kráľa o potrebe zachovať v krajine obmedzený parlamentarizmus. (Tejchman, 2017)

Neustále konflikty medzi vládou a opozíciou napokon vyvrcholili v roku 1928, kedy došlo priamo na pôde parlamentu k použitiu strelných zbraní. Obeťami atentátu sa stali traja poslanci strany ChSS, vrátane Stjepana Radića. (Škerlová, 2016) Jeho pohreb sa zmenil na manifestáciu Chorvátov proti vláde, režimu a Srbom. Rozhorčení Chorváti opustili parlament a v bojkote pokračovali aj po vzniku novej vlády, pretože vodca ChSS Vladimir Maček požadoval suspendovanie Vidovdanskej ústavy a prebudovanie štátneho zriadenia na federáciu. Obratný slovinský politik Anton Korošec tak síce s podporou kráľa obnovil koalíciu, no hlavný cieľ – odblokovať politický pat, v ktorom sa kráľovstvo ocitlo – sa mu nepodarilo dosiahnuť. (Tejchman, 2017) Dôkazom jeho zlyhania boli búrlivé demonstrácie, ktoré sa konali pri 10. výročí vzniku juhoslovanského štátu v Záhrebe a skončili sa strelbou polície do davu protestujúcich. Pod tlakom rozhorčených reakcií zo strany Chorvátov a Demokratickej strany Korošec v decembri 1928 odstúpil a padla tak ďalšia juhoslovanská vláda. Fakt, že sa v relatívne krátkom období od vzniku štátu do roku 1928 vystriedalo vyše 20 vlád asi najlepšie ilustruje politickú nestabilitu v krajine. (Pirjevec, 2000) Keďže jednotlivé politické strany nedokázali nájsť riešenie krízy v priebehu desiatky rokov, rozhodol sa tak urobiť sám panovník. Alexander videl východisko z politickej krízy v jednotnom štáte so silným režimom, no uvedomoval si, že pre opozíciu je Vidovdanská ústava synonymom srbskej dominancie a teda neprijateľná. Pristúpil preto k radikálnemu, no zrejme jedinému možnému riešeniu – 6. januára 1929 vydal niekoľko nariadení, ktorými zrušil ústavu, rozpustil parlament a zakázal politické strany, pretože im pripisoval hlavnú zodpovednosť za politickú krízu v krajine. Politici sa snažili národ rozdeliť, no zrušením parlamentu Alexander podľa vlastných slov zabezpečil, že medzi ním a národom nebudú stáť žiadni prostredníci. (Farley, 2007)

Zavedenie kráľovskej diktatúry znamenalo administratívnu reorganizáciu štátu, ktorá mala zabrániť oživeniu nacionalizmu. Jednotlivé správne celky (bánoviny) neboli organizované na princípe historických hraníc, aby sa posilnila centralizácia a pretrhli väzby národov na ich historické územia. (Škerlová, 2016) Tento cieľ podporoval aj zákaz všetkých politických organizácií založených na národných a náboženských princípoch či tvrdé centralizačné opatrenia. Odporcovia režimu boli zatknutí a väznení bez riadneho súdneho procesu, v krajine bola zavedená prísna cenzúra. Svoje konanie Alexander ospravedlňoval tým, že parlamentný systém oslaboval štát a nastolenie diktatúry bolo v prospech

juhoslovanskej národnej jednoty. Zmierlivým gestom pre stúpecov federalizácie malo byť premenovanie štátu – z Kráľovstva Srbov, Chorvátov a Slovincov sa od januára 1929 formálne stala Juhoslávia. (Falina, 2019)

Istá kontinuita z obdobia parlamentného zriadenia sa počas Alexandrovej diktatúry zachovala v zahraničnej politike, pretože Juhoslávia zostala súčasťou vojensko-politického zoskupenia Malá dohoda a držala sa v medziach poriadku, ktorý bol nastolený Versaillským mierovým systémom. (Djokić, 2019) Hoci sa Alexandrovmu režimu nedajú uprieť spoločné znaky s diktatúrami v Taliansku a Nemecku, nikdy nedosiahol masové rozmery. Išlo o otvorenú diktatúru panovníka, ktorá sa opierala o vojenské a finančné špičky, no jej politická a spoločenská podstata sa od fašistických diktatúr odlišovala. Zároveň je nutné povedať, že napriek represiam bola v Juhoslávii silná opozícia a kráľovská diktatúra si nedokázala získať širokú podporu verejnosti. (Šesták, 2009)

Hoci Alexander v januári 1929 nastolil diktatúru, faktom je aj to, že v roku 1931 vydal novú juhoslovanskú ústavu, ktorá znamenala zmiernenie režimu. Kráľ si uvedomil, že jeho diktatúra neprinesla krajine želaný pokoj ani zjednotenie. (Farley, 2007) Rozhodol sa preto vydať novú ústavu, na základe ktorej zostalo v platnosti administratívne rozdelenie krajiny na bányviny a naďalej bola presadzovaná myšlienka juhoslavizmu ako štátnej jednoty, zároveň však bola obnovená skupština a zriadený senát, a tiež ohlásené nové voľby do parlamentu. (Nielsen, 2014)

Slovenská žurnalistika v medzivojnovom období

Periodická tlač bola v medzivojnovom období pre obyvateľstvo na Slovensku hlavným zdrojom informácií, hoci sa v roku 1926 spustilo aj rozhlasové vysielanie a informácie mohli ľudia získavať tiež z dokumentárnych filmov. Pri informovaní verejnosti o dianí v zahraničí zohrávala primárnu úlohu Československá tlačová kancelária (ČTK), ktorá bola založená pri vzniku ČSR v roku 1918 a pomerne rýchlo sa dokázala zorganizovať. Už od roku 1919 rozvíjala vlastnú spravodajskú činnosť a nadviazala vzťahy so zahraničnými agentúrami. Zahraničné spravodajstvo sa skvalitnilo, pretože ČTK začala vysielat' vlastných spravodajcov, a to najmä do významných európskych miest. (Beránková, Křivánková a Ruttkay, 1988) Produkcia tlače bola vo všeobecnosti v porovnaní s tlačou z čias monarchie oveľa vyššia a mala široké zameranie – okrem novín vychádzala aj záujmová tlač. Ponuku tvorili noviny a časopisy politických strán, nezávislé periodiká, ale aj tituly z oblasti priemyslu a poľnohospodárstva, literárne časopisy, tituly venujúce sa umeniu, satire či školstvu. (Serafinová, 2019) Noviny a časopisy sa diferencovali podľa záujmových, sociálnych a vzdelanostných skupín, no najvýraznejšia bola ich politická diferenciácia. V Československu, na rozdiel od bežnej praxe v iných krajinách, kde bola tlač v rukách podnikateľov, spadala väčšina novín a záujmových časopisov práve pod jednotlivé politické strany. Aj tituly označujúce sa za nezávislé zvyčajne existovali vďaka podpore politickej strany. (Ruttkay, 1987) Práve tlačové orgány dvoch významných politických strán sú predmetom analýzy v predkladanom príspevku.

Prvým z nášho výberu je denník *Slovák*, ktorý vydávala od druhej polovice 20. rokov najsilnejšia politická strana na Slovensku – Hlinkova slovenská ľudová strana (HSĽS). *Slovák* bol hlavným tlačovým orgánom strany a v Bratislave vychádzal od roku 1920 do konca druhej svetovej vojny, v dennej periodicite okrem pondelkov a dní po sviatkoch. (Serafinová, 2019) Pôvodne bol vydávaný v Ružomberku od roku 1919 ako týždenník, ale strana sa v snahe účinnejšie vplyvať na ľudové zmeny rozhodla urobiť zo *Slováka* denník. Okrem neho vydávala HSĽS aj viacero regionálnych týždenníkov, od roku 1920 vychádzala napr. *Slovenská Pravda* určená pre východné Slovensko. (Ruttkay, 1987)

Predmetom analýzy sú aj články publikované v *Slovenskom denníku*, ktorý vydávali agrárici zoskupení v druhej najsilnejšej politickej strane na Slovensku – Republikánskej strane zemedelského a maloroľníckeho ľudu. Denník začal vychádzať bezprostredne po vzniku ČSR ako tlačový orgán Slovenskej národnej rady v Ružomberku a neskôr v Bratislave. Podnet na obnovenie periodika dal v roku Andrej Hlinka, ktorý sa však od tohto tlačového orgánu kvôli jeho centralistickej línii neskôr distancoval a založil *Slováka*. Denník vychádzal do roku 1938 a okrem informácií z verejného života uverejňoval aj romány na pokračovanie. (Serafinová, 2019) Agrárici okrem neho vydávali napr. aj týždenníky *Slovenská vlasť* (pre roľníkov) a *Slovenský Východ* (pre východné Slovensko). Ich hlavným cieľom bolo ovplyvňovať široké roľnícke vrstvy a dosťávať do popredia potrebu osobitnej roľníckej politiky, o čo sa snažili práve prostredníctvom politickej a regionálnej tlače. (Beránková, Křivánková a Ruttkay, 1988)

Nastolenie juhoslovanskej diktatúry na stránkach slovenskej dobovej tlače

Na základe analýzy obsahu článkov uverejnených vo vybranej slovenskej tlači počas dvoch januárových týždňov bezprostredne po nastolení kráľovskej diktatúry v Juhoslávii môžeme konštatovať, že jej dobové periodiká na Slovensku venovali značnú pozornosť. Prvé informácie o štátnom prevrate sa v *Slovákovi* a *Slovenskom denníku* zhodne objavili 8. januára 1929, teda dva dni po nastolení diktatúry. Titulnej strane *Slovenského denníka* dominoval článok, ktorý objasňoval príčiny nastolenia nového režimu: „Pretože sa na žiadnej strane neprejavovala vôľa ku kompromisu a bolo nebezpečenie, že pri ďalšom trvaní bojov medzi srbským a chorvatským táborom mohol by sa celý štát dostať sa do najnebezpečnejšej situácie, rozhodol sa kráľ sám prevziať riešenie krízy.“ (Historický obrat v Juhoslovanskej politike, Slovenský denník, 8. 1. 1929) Následne článok informoval o zrušení Vidovdanskej ústavy, rozpustení skupštiny a menovaní nového kabinetu, ktorého členovia boli zároveň v článku vymenovaní. Jeho súčasťou bolo tiež prehlásenie kráľa Alexandra k národu, v ktorom cez opis politických problémov v krajine objasnil svoje konanie. Parlamentarizmus nazval svojím ideálom, ale zároveň prehlásil, že práve spory politických strán a dianie v skupštine sa stali prekážkou rozvoja a prosperity štátu. Za svoju svätú povinnosť považoval „hájiť všetkými prostriedkami jednotu národa a štátu“ a „hladať liek proti tomuto zlu.“ (Historický obrat v Juhoslovanskej politike, Slovenský denník, 8. 1. 1929) Vo všeobecnosti možno povedať, že udalosti

v Juhoslávii boli v článku vykreslené ako jediné východisko z krízy, pričom sa vyjadrovala najmä dôvera v osobnosť panovníka a jeho schopnosti.

Tento naratív výrazne umocnil druhý článok z titulnej strany *Slovenského denníka*, v ktorom autor kladne popisuje Alexandrove snahy o vyriešenie politickej krízy: „...vyššie pol roka robil všetko možné, aby zaviedol v zemi pokoj, mier a úctu k zákonu.“ (Kráľ Alexander zasiahol, Slovenský denník, 8. 1. 1929) Kritizoval politikov za to, že boli hluchí k pokusom kráľa o vyriešenie situácie a odvolávali sa na to, že majú väčšinu v skupštine a právo vládnuť. Zďaleka najkritickejší bol však k poslednej juhoslovanskej vláde Korošeca, ktorá mala podľa neho po nešťastnom 20. júni (strelba na pôde parlamentu) nájsť cestu k dohode so Záhrebom, no ešte viac prehľadila vzájomné spory. Nedokázala reagovať na nespokojnosť Chorvátov ani Srbov a navyše začala „šliapať po výdobytkoch demokracie.“ Na druhej strane však autor zdôraznil, že vinníkom nie je iba Korošec, ale „...robil to systém, ktorého on bol najvyšším predstaviteľom. Úkolom jeho bolo popraviť toto zlo. Neovládol ho, bol príliš slabý vykoreniť niečo, čo sa už zdalo vžitým, podľať. Stal sa jeho lútkou – obeťou.“ (Kráľ Alexander zasiahol, Slovenský denník, 8. 1. 1929) Autor teda príčiny krízy v krajine preniesol na plecia politikov a parlamentu, no v kontraste k tomu sa na adresu panovníka vyjadroval iba pozitívne. Napísal, že sa kráľ „...snažil nájsť cesty, aby neniesol biľag reakcionára a uchvatiteľa moci“ a „iste sa dlho rozmýšľal, uvažoval, radil s okolím, iné východisko nenašiel, lebo ho ani nebolo.“ Napokon dodal, že národ túži po poriadku, ktorý by mohla zabezpečiť „...múdra kráľovská diktatúra prevádzaná práve tak Srbmi, ako Chorvátmi a Slovincami.“ (Kráľ Alexander zasiahol, Slovenský denník, 8. 1. 1929) Článok sa jednoznačne snažil verejnosť (resp. čitateľov) presvedčiť o tom, že za krízu v Juhoslávii nesú zodpovednosť politici, ktorí sa navyše nesnažili o dosiahnutie dohody. Novonastolenú kráľovskú diktatúru opisoval ako jedinu možnosť na vyriešenie krízy a dokonca ju nazval múdrou, čím jej dodával pozitívne konotácie.

Denník *Slovák* informoval o tom, že v Juhoslávii bola utvorená „mimoparlamentná vláda smiešanej povahy,“ ktorá v noci hneď po svojom vymenovaní zložila prisahu panovníkovi a priniesol i zoznam jej členov. Rovnako ako *Slovenský denník* publikoval *Slovák* na svojich stránkach vyhlásenie kráľa k svojmu národu, ale uverejnil aj komuniké Juhoslovanskej tlačovej kancelárie o jedinom východisku z ťažkej situácie a prejav kráľa k jeho novým ministrom. Alexander v ňom zdôraznil, že napriek všetkému úsiliu nedokázal nájsť parlamentnú cestu k posilneniu štátu a rozhodol sa preto zmeniť systém ako taký. Svojich nových ministrov nabádal k tomu, aby mali na zreteli „...pri všetkých svojich rozhodnutiach a vo všetkých svojich činoch len záujmy služby a záujmy štátu“ a aby takouto zodpovednou činnosťou obnovili dôveru národa v štátne authority a administratívu. (Kráľov odkaz ministrom, *Slovák*, 8. 1. 1929) V rámci prvých informácií o zmene režimu zostal *Slovák* o niečo zdržanlivejší ako *Slovenský denník*, prinášal viac-menej iba tlačové vyhlásenia a zdržal sa akéhokoľvek hodnotenia situácie v Juhoslávii.

Hneď nasledujúci deň však *Slovák* publikoval na titulnej strane článok, v ktorom autor vyjadril svoj veľký obdiv ku kráľovi Alexandrovi. Napísal, že v deň vyhlásenia kráľovskej diktatúry zasvietila krajine „...jasná hviezda nádeje lepšej budúcnosti. Po zúrivých bojoch, v ktorých tiekla krv najlepších synov národa sjednotenej Juhoslávie, po jalových namáhaniach neschopných, hrabivých, monomaničných politikov, ktorí priviedli ťažkými obetami stvorený štát na okraj priepasti, odhodlal sa kráľ Alexander... k odvážnemu a mužnému činu, ktorý, ak bude dokonaný s rozvahou a úprimnou láskou k národu a vlasti, postaví ho dôstojne k boku jeho veľkého otca. V sobotu sa Juhoslávia ešte zmietať v neistote a v nedeľu ráno už chytil mladý kráľ jej kormidlo pevne do rúk.“ (Juhoslávia v preporode, *Slovák*, 9. 1. 1929) Autor článku využil pátos na to, aby dal do kontrastu „neschopných, hrabivých“ politikov a kráľa, ktorý je schopný „mužných, odvážnych“ činov, čím staval Alexandra do pozície akéhosi hrdinu Juhoslávie, ktorý jediným rozhodnutím, za jednu noc, dokázal vyriešiť roky trvajúcu politickú krízu v krajine. Zároveň v texte spomenul jeho otca, kráľa Petra, ktorého milovali všetky juhoslovanské národy a nazývali ho Osloboditeľom. Tým, že ho dal Alexandrovi za vzor autor naznačoval, že panovník sa môže svojím rozhodnutím zmeniť politický režim v Juhoslávii stať významnou postavou dejín a dosiahnuť popularitu a slávu svojho otca.

Článok v *Slovákovi* sa následne venoval chorvátskemu pohľadu na nastolenie diktatúry. Autor citoval nového vodcu ChSS Vladimira Mačeka, ktorý podľa neho vedie boj proti „srbským politickým šarlatánom.“ (Juhoslávia v preporode, *Slovák*, 9. 1. 1929) Fakt, že sa autor postavil na stranu Chorvátov nie je úplne prekvapením, keďže *Slovák* bol hlavným tlačovým orgánom HSLS – strany, ktorá dlhodobo bojovala za autonómiu Slovenska v rámci ČSR. Z tohto hľadiska mohol vidieť autor článku podobnosti medzi bojom Slovákov proti centralizmu Prahy, a Chorvátov proti centralizmu Belehradu. V závere článku vyjadril autor svoje presvedčenie, že diktatúra bola jediným riešením a prostriedkom na záchranu ríše a k dosiahnutiu „zdravého parlamentarizmu.“ Kráľ rozhodol tak, ako od neho čakala jeho ríša i Európa, no tým sa jeho úloha nekončí: „Teraz čaká od neho len to, aby hľadal tento mimoriadny stav čím skôr zlikvidovať a aby našiel formulu, na ktorej by sa Srbi, Horvati a Slovinci konečne shodli a začali svorne pracovať na obrodení a zosilnení kráľovstva.“ (Juhoslávia v preporode, *Slovák*, 9. 1. 1929) Na jednej strane teda autor vyzdvihol odvahu a rozhodnosť kráľa a vyhlásenie diktatúry obhajoval, no zároveň naznačil, že by toto štátne zriadenie nemalo byť trvalou záležitosťou.

So zaujímavým komentárom na spôsob, akým Československá tlačová kancelária informovala o dianí v Juhoslávii prišiel *Slovenský denník*. Na svojich stránkach uverejnil 10. januára článok sprostredkujúci hlasy československých periodík *Národní osvobození* a *Národní politika*, v ktorých sa autori zamýšľali nad pohnútkami vedúcimi k vyhláseniu juhoslovanskej diktatúry. O spravodajstve ČTK v závere článku *Slovenský denník* napísal: „...mali sme príležitosť až niekoľkokrát písať a sťažovať si na jej nedostatky. Vtedy na jej ochranu proti nám stávaly sa socialistické listy, lebo je verejnou tajnosťou ako je Čtk. obsadená.“ Následne odcitovali kritiku, ktorá sa objavila na stránkach socialistického *Práva lidu*: „Spravodajstvo Čtk. o státnom prevrate a diktatúre v Juhoslávii vzbudzuje veľmi trapné dojmy.“ Predmetom kritiky bolo najmä to, že ČTK. poskytla v predošlom dni rannej tlačí iba krátku správu o nadšení obyvateľstva v Juhoslávii

(publikovaná bola 9. 1. aj v *Slovákovi a Slovenskom denníku*), ale „...ani jednu pôvodnú správu svojho belehradského redaktora!“ ani správu o vyhlásení trestu smrti za každý čin proti kráľovi a jeho vláde, ktorú publikovali nemecké noviny. (Hlasy novín, *Slovenský denník*, 10. 1. 1929) Príčinou toho, že informácie publikované v československej tlači boli neúplné môže byť nedostatočná aktivita belehradského redaktora ČTK. Táto neúplnosť informácií však môže byť aj strategickým krokom, ktorý bol podporovaný oficiálnymi predstaviteľmi ČSR. Ich cieľom mohlo byť práve limitovanie správ z Belehradu na vyhlásenia Juhoslovanskej tlačovej kancelárie, ktoré vykresľovali kroky panovníka v pozitívnom svetle, vďaka čomu mohli medzi československou verejnosťou vytvárať neutrálny, príp. aj pozitívny postoj k novému režimu. Tieto ciele opatrenia politických elít, ktoré sa ukazovali aj v tlači, súviseli s oficiálnym postojom ČSR k novému juhoslovanskému režimu, ktorý bol aj s ohľadom na členstvo oboch krajín v Malej dohode zdržanlivý.

Správy o situácii v Juhoslávii prinášali oba sledované denníky kontinuálne aj v nasledujúcich dňoch, pričom na stránkach *Slovenského denníka* sa často objavovali na titulných stranách jednotlivých čísel. Denník informoval o zákaze politických strán vychádzajúcich z konfesijného a rasového princípu a rozpustení komunistickej strany (Reorganizácia strán v Juhoslávii, *Slovenský denník*, 11. 1. 1929), ale aj o programe novej vlády vedenej srbským generálom Živkovičom a reakciách chorvátskej politickej reprezentácie. (Živkovič o programe svojej vlády, *Slovenský denník*, 15. 1. 1929, Maček o novej vláde, *Slovenský denník*, 16. 1. 1929) Išlo predovšetkým o správy informatívneho charakteru, ktorých súčasťou nebolo hodnotiace stanovisko denníka. Podobné správy uverejňoval aj *Slovák*, nedostávali sa však na jeho titulné strany. Denník informoval o zrušení sudcovskej nezávislosti a zmenách v kontrole a využívaní štátneho rozpočtu (Ďalšie zmeny zákonov v Juhoslávii, 10. 1. 1929), o reforme štátnej správy a plánovanom znížení počtu ministerstiev (Prenikavé reformy v Juhoslávii, *Slovák*, 11. 1. 1929) či o zrušení politických strán, zmenách v hospodárskej politike štátu a o odhodlaní novej vlády bojovať proti korupcii. (Všetky politické strany v Juhoslávii budú rozpustené, *Slovák*, 15. 1. 1929)

Z hľadiska postoja *Slováka* k juhoslovanskej diktatúre je dôležitý článok, ktorý denník uverejnil 17. januára 1929 a obhajoval v ňom politický vývoj v krajine. Hneď v úvode článku autor tvrdil, že všetky nástupnícke štáty Rakúsko-Uhorska vrátane Československa museli čeliť ťažkostiam, no v „bratskej Juhoslávii“ nadobudli „hrozivej tvárnosti.“ Alexander bol opisovaný ako mocný vladár, ktorý vykonal „...dokonalý rez na chorom tele juhoslovanského štátu.“ Následne článok kritizoval diktátorský režim ako porušenie zásad demokracie, ktoré nie je možné chváliť, no Juhoslávii prezentoval ako výnimočný prípad: „Nemožno ju haniť...vo vnútropolitickom živote štátov nastane často chvíľa, keď politický vývoj octne sa na „mŕtvom bode“...za takýchto okolností, keď sa najde mocná ruka, ktorá rozotne gordický uzol, ktorí rozťat' márne pokúšali sa politikovia všetkých strán, je to pre štát požehnaním.“ Nová vláda bola označená ako nepolitická a provizórna, pričom „keď táto vláda vykoná svoju úlohu konsolidačnú prepustí miesto vláde parlamentárnej.“ V druhej časti článku sa potom autor sústredil na činnosť vlády, najmä prijímanie nových zákonov. (Juhoslovanská diktatúra, *Slovák*, 17. 1. 1929) Týmto článkom *Slovák* jednoznačne podporil juhoslovanského panovníka a ním nastolený režim. Diktatúra ako forma vlády bola síce v článku kritizovaná, no diktatúra juhoslovanská bola z tejto kritiky tendenčne vyňatá. Autor sa ju snažil odprezentovať ako nevyhnutnosť, ktorá bola záchranou z náročnej politickej situácie. Alexandrovo nastolenie diktatúry autor článku dokonca nazval požehnaním. Zároveň zdôraznil, že diktatúra má byť iba dočasným riešením na konsolidáciu štátu, čo v ďalšej časti podporil opisom toho, ako intenzívne nová vláda pracuje na riešení problémov štátu.

Na základe analyzovaných článkov z denníkov *Slovák* a *Slovenský denník* môžeme konštatovať, že bezprostredne po nastolení juhoslovanskej diktatúry bol ich postoj zdržanlivý, príp. skôr pozitívny. Slovenské denníky často uverejňovali informatívne správy o dianí v Juhoslávii bez snahy hodnotiť situáciu v krajine, pričom išlo najmä o správy tlačových kancelárií. Napriek tomu sa však v sledovanom období od 7. januára do 20. januára 1929, teda v prvých dvoch týždňoch po štátnom prevrate, objavili v slovenskej tlači aj viaceré články, ktoré zaujali ku kráľovskej diktatúre jasný postoj. Vytvárali obraz kráľa Alexandra ako mocného panovníka, ktorý mal odvahu zobrať situáciu do vlastných rúk a konať, čím Juhoslávii de facto zachránil pred zánikom štátu.

Hoci boli v tlači stroho spomenuté nové zákony, ktoré by v demokratickej krajine boli neprijateľné (napr. zákaz pôsobenia politických strán, zrušenie nezávislosti súdnictva), slovenská tlač kládla dôraz najmä na aktivity a reformy vlády, ktoré mali viesť k stabilizácii a zlepšeniu života v krajine (unifikácia zákonov, boj proti korupcii, reforma štátnej správy...).

Juhoslávia a Československo boli spolu s Rumunskom členmi vojensko-politického zoskupenia Malá dohoda, ktoré vzniklo na základe bilaterálnych zmlúv medzi jednotlivými štátmi. Jeho cieľom bola spolupráca v hospodárskej a politickej oblasti, silnejší hlas na poli medzinárodnej politiky a ochrana pred revizionistickými snahami Maďarska. Napriek spoločným cieľom mali štáty aj odlišné záujmy, čo prinášalo do spoločenstva početné problémy. (Sládek, 2000) Je preto pochopiteľné, že Československo nechcelo koncom 20. rokov toto spoločenstvo ohroziť a k novému režimu pristupovalo opatrne.

Minister zahraničných vecí Edvard Beneš považoval kráľovskú diktatúru za prechodné riešenie, ktoré malo viesť k stabilizácii vnútropolitických pomerov v krajine. Vyhlásenie diktatúry nijako nekritizoval, pretože si uvedomoval dôležitosť ekonomických väzieb ČSR na Juhoslávii a zároveň sa obával, že akákoľvek slabosť Malej dohody by mohla predstavovať smerom navonok ohrozenie štátov v nej zoskupených. (Škerlová, 2016) Beneš tak pod vplyvom záujmov ČSR a aktuálnej politicko-mocenskej situácie v Európe vyjadril zmene režimu v Juhoslávii podporu, za čo mu bol vďačný aj kráľ Alexander. (Šesták, 2009) Spôsob, akým slovenská tlač informovala o vyhlásení diktatúry bol teda ovplyvnený oficiálnym postom ČSR a jej spojeneckou politikou.

Záver

Cieľom konferenčného príspevku bolo zhodnotiť postoj slovenskej tlače k nastoleniu diktatúry v Juhoslávii, v období dvoch januárových týždňov bezprostredne po tejto udalosti, a to na základe kvalitatívnej analýzy článkov publikovaných v periodikách *Slovák* a *Slovenský denník*. Príspevok pozostával z troch častí. V prvej z nich sme popísali dlhoročnú vnútropolitickú krízu v Juhoslávii, ktorá predchádzala rozhodnutia kráľa Alexandra zrušiť ústavu a vyhlásiť diktatúru. Načrtli sme viaceré problémy, ktoré korenili vo vzniku Juhoslávie ako multikonfesionálneho a multinárodného nástupníckeho štátu Rakúsko-Uhorska a v 20. rokoch prispievali k napätiu v domácej politike. Väčší priestor sme venovali udalostiam roku 1928, kedy politická kríza vyvrcholila, samotnému vyhláseniu diktatúry kráľom Alexandrom a dôsledkom jeho štátneho prevratu.

Druhá časť príspevku bola venovaná stručnému náhľadu do slovenskej žurnalistiky v medzivojnovom období. Napriek začiatku rozhlasového vysielania a šíreniu dokumentárnych filmov zostávala periodická tlač hlavným zdrojom informácií pre verejnosť, preto nie je prekvapením, že jednotlivé politické strany mali vlastné tlačové orgány a využívali ich na presadzovanie svojej politiky a ovplyvňovanie verejnosti. Súčasťou tejto časti bolo predstavenie denníkov *Slovák* a *Slovenský denník*, ktoré vydávala HSEŠ, resp. agrárna strana, a stali sa predmetom analýzy v záverečnej časti príspevku.

Prostredníctvom kvalitatívnej analýzy článkov publikovaných vo vybraných periodikách sme zistili, že slovenská tlač venovala daniu v Juhoslávii značnú pozornosť. Prvé správy o nastolení diktatúry sa v oboch denníkoch objavili 8. januára 1929, pričom kontinuálne pokračovali aj v sledovanom období dvoch týždňov. Správy publikované v *Slovenskom denníku* a *Slovákovi* mali prevažne informatívny charakter a často boli zverejňované informácie priamo od tlačových kancelárií, no objavili sa aj články s hodnotiacimi stanoviskami. Nastolenie diktatúry označovali za jediné možné východisko z politickej krízy a za prostriedok na stabilizáciu pomerov a rozvoj krajiny. Postoj týchto dvoch denníkov bol teda zdržanlivý, alebo kráľovskú diktatúru otvorene obhajoval – kritika nového režimu sa v tlači z vymedzeného obdobia neobjavila. Príčiny tohto postoja oboch periodík vnímame v samotnom stanovisku predstaviteľov ČSR, ktorí sa taktiež vyjadrovali zdržanlivo a skôr podporne.

V súvislosti s výsledkami výskumu vnímame značný potenciál ďalšieho skúmania tejto problematiky. Ako sme načrtli už v úvode, zaujímavé by bolo aplikovať metódu sondy a komparatívnu metódu, prostredníctvom ktorých by bolo možné porovnať širšiu vzorku periodík, či už na celoštátnej alebo regionálnej úrovni, príp. porovnať slovenskú a českú tlač. Ponúka sa aj možnosť skúmať reflexiu juhoslovanskej diktatúry v slovenských periodikách v priebehu rokov, či došlo k zmene ich postoja voči juhoslovanskému režimu v 30. rokoch – najmä v súvislosti s oslabením spolupráce Juhoslávie a ČSR v rámci Malej dohody. Na záver teda môžeme povedať, že ide o tému, pri ktorej sa ponúkajú viaceré možnosti ďalšieho, rozsiahlejšieho výskumu.

Literatúra

Periodická tlač

Slovák (1929)

Slovenský denník (1929)

Knižné publikácie

TEJCHMAN, Miroslav, 2017. *Balkán ve 20. století*. Praha : Karolinum, 437 s. ISBN 9788024631783.

NIELSEN, Christian Axboe, 2014. *Making Yugoslavs: Identity in King Aleksandar's Yugoslavia*. Toronto : University of Toronto Press, 388 s. ISBN 9781442627505.

PIRJEVEC, Jože, 2000. *Jugoslávie 1918-1992. Vznik, vývoj a rozpad Karadjordjevičovy a Titovy Jugoslávie*. Praha : Argo, 537 s. ISBN 8072032771.

ŠESTÁK, Miroslav a kol., 2009. *Dějiny jihoslovanských zemí*. Praha : Lidové noviny, 758 s. ISBN 80-7106-266-9.

ŠKERLOVÁ, Jana, 2016. *Věrnost za věrnost?* Praha : Historický ústav, 2016, 382 s. ISBN 978-80-7286-289-4.

BERÁNKOVÁ, Milena, KŘIVÁNKOVÁ, Elena a RUTTKAY, Fraňo, 1988. *Dějiny žurnalistiky III. Český a slovenský tisk v letech 1918 – 1944*. Praha : Novinář, 315 s.

RUTTKAY, Fraňo, 1987. *Slovenský život a žurnalistika*. Martin : Osveta, 288 s.

SLÁDEK, Zdeněk, 2000. *Malá dohoda 1919-1939. Její hospodářské, politické a vojenské komponenty*. Praha : Karolinum, 297 s. ISBN 8071848204.

DVOŘÁK, Tomáš a kol., 2014. *Úvod do studia dějepisu, 1. díl*. Brno : Masarykova univerzita, 164 s. ISBN 978-80-210-7013-4.

Príspevky v knihách

FARLEY, Brigit, 2007. Aleksandar Karadjorjević and the Royal Dictatorship in Yugoslavia. In: FISCHER, Bernd J. *Balkan Strongmen. Dictators and Authoritarian Rulers of South Eastern Europe*. West Lafayette : Purdue University Press, s. 51-86. ISBN 9781557534552.

MELICHÁREK, Maroš, 2020. Jeden král, jeden národ, jeden štát...? In: DRÁBIK, Jakub, PADEVĚT, Jiří a RÁKOSNÍK, Jakub (eds.). *Od bouře k bouři : Československo, Evropa a svět mezi dvěma světovými válkami (1918-1939)*. Praha : Academia, s. 399-417. ISBN 9788020029232.

SERAFINOVÁ, Danuša, 2019. Slovenská spoločnosť a jej tlač v období 1. ČSR (1918 – 1938). In: ČEŇKOVÁ, Jana a CEBE, Jan (eds.). *Meziválečná česká a slovenská žurnalistika (1918 – 1938)*. Praha : Karolinum, s. 12-43. ISBN 978-80-246-4319-9.

Články v časopisoch

FALINA, Maria, 2019. Narrating democracy in interwar Yugoslavia: From state creation to its collapse. In: *Journal of Modern European History*, roč. 17, č. 2, Special Issue: Narratives of Democracy, s. 196-208.

DJOKIĆ, Dejan, 2019. *A very Yugoslav paradox? The strange afterlife of interwar democracy (and authoritarianism)*. In: *Journal of Modern European History*, roč. 17, č. 1, s. 28-36.

Idea slovenskej štátnosti v politickom myslení ľudáckej politickej elity

The idea of Slovak statehood in the political thought of the People's party political elite

Viktória ŠVIGÁROVÁ

Univerzita Pavla Jozefa Šafárika v Košiciach, Filozofická fakulta

Abstrakt: Predkladaný príspevok predstavuje sondu do výskumu k rovnomennej dizertačnej práci. Príspevok sa zameriava na metodologicko-teoretické východiská skúmanej problematiky. Cieľom príspevku je priblížiť kritickú diskurzívnu analýzu, ako metódu historického výskumu, so zreteľom na zdôvodnenie samotného výberu metódy a ozrejmiť kritériá, ktoré boli stanovené pri výbere historických prameňov určených na analýzu. Dôležitosť správneho výberu výskumnej metódy a jej modelov v kooperácii s vhodným výberom historických prameňov zohráva významnú úlohu v rámci celého výskumu a vo veľkej miere ovplyvňuje jeho kvalitu. Príspevok ponúka čitateľovi teoretické východiská k výberu dokumentov verejného, či osobného charakteru vybraných predstaviteľov ľudáckej politickej elity, prihliadajúc na ideu slovenskej štátnosti ako ťažiskový koncept pre následnú analýzu.

Kľúčové slová: idea slovenskej štátnosti, kritická diskurzívna analýza, politické elity, ľudácke politické elity

Abstract: The paper serves as an exploratory study within the research framework of a dissertation with the same title. It focuses on the methodological and theoretical foundations of the examined issue. The primary aim of this study is to introduce Critical Discourse Analysis as a method of historical research, emphasizing the rationale behind its selection and clarifying the criteria applied in choosing historical sources for analysis. The proper selection of research methodology and its models, in conjunction with an appropriate choice of historical sources, plays a crucial role in the entire research process and significantly influences its quality. This paper provides a theoretical framework for choosing one of the selected public and private documents of key representatives of the People's political elite, with a particular emphasis on the idea of Slovak statehood as a central concept for the subsequent analysis.

Keywords: idea of Slovak statehood, Critical Discourse Analysis, political elites, People's political elites

Úvod

Pojem štátnosť, či konkrétne používanie pojmu slovenská štátnosť sa stáva v spoločnosti čoraz častejším. Množstvo ľudí tomuto pojmu neprisúva prílišnú vážnosť, nepozastavuje sa pri jeho používaní naprieč rôznymi diskurzmi, nevníma ho v kontextoch, v ktorých je zasadený. Avšak je vhodné klásť si otázku, ako je tento pojem interpretovaný a za akým účelom ho autori, či už písomných alebo ústnych prejavov využívajú vo vzťahu ku svojmu publiku. Práve nevšímavosť recipientov voči tomuto pojmu, resp. jeho mnohokrát mylné a skreslené interpretácie vytvorené zo strany komunikátora za účelom dosiahnutia komunikačného cieľa umožňujú čoraz väčšiu variabilitu vyžívania tohto termínu v rôznych diskurzoch. Využívanie takýchto stratégií sa čoraz častejšie uplatňuje aj na domácej politickej scéne, kde pozorujeme silnejúcu tendenciu popularity extrémisticky orientovaných politických strán a hnutí. Práve tieto politické subjekty vo veľkej miere využívajú vo svojej rétorike aj odkazy na ideu slovenskej štátnosti, pričom mnohokrát hlavnými zdrojmi a inšpiráciou sa pre nich stávajú diskurzívne stratégie ľudáckej politickej elity, ich rétorika a ideológia. Práve tieto aspekty im v dnešnej nestabilnej dobe, kde spoločnosť čelí výraznej polarizácii dopomáhajú určitým spôsobom k legitimizácii ich nacionalistických a xenofóbnych postojov. Minulá rétorika tak výraznou mierou prispieva k ovplyvňovaniu súčasných diskurzov. Práve metóda kritickej diskurzívnej analýzy ako metóda historického výskumu môže dopomôcť k lepšiemu pochopeniu mechanizmov a stratégií využívania, no hlavne zneužívania rétoriky a politického diskurzu na oslovenie a mobilizáciu veľkých mas v spoločnosti. Aplikovanie metódy CDA (Critical discourse analysis) na vybrané politické prejavy, memoárovú literatúru, či korešpondenciu popredných predstaviteľov ľudáckej politickej elity, jej následná komparácia, či zostavenie typológie podobností v rámci jednotlivých textov, so zreteľom na ideu slovenskej štátnosti môže prispieť k lepšiemu pochopeniu súčasnej politiky cez prizmu kritickej reflexie historických diskurzov. Dôležitosť je preto kladená na odкрývanie politických inotajov, identifikáciu prvkov propagandy na rôznych úrovniach, dekodovanie aspektov pri ich tvorbe a zámer pri ich využívaní.

Kritická diskurzívna analýza ako metóda historického výskumu

Historický výskum v posledných desaťročiach napreduje míľovými krokmi. Pozorujeme množstvo faktorov, ktoré prispeli k jeho zlepšovaniu, skvalitňovaniu a v neposlednom rade k jeho modernizácii. Medzi takéto aspekty môžeme zaradiť aj využívanie inovatívnych výskumných metód, vďaka ktorým historický výskum disponuje väčšou mierou interdisciplinaritou, ponúka širokú škálu nových výskumných problémov, je zasadený do širších vedeckých, ale aj spoločenských rámcov. Jednou z takýchto výskumných metód je aj kritická diskurzívna analýza, ktorá svojím lingvistickým charakterom vnáša do historického výskumu mieru potrebnej inakosti a výskumne zaujímavú perspektívu nazerania na skúmanú problematiku a jej riešenie. Hoci využívanie kritickej diskurzívnej analýzy ako výskumnej metódy v slovenskom historickom prostredí nie je nič nové a historici siahajú aj po tejto metóde výskumu, nie je zastúpený do takej miery, v akej by bolo možné úplné využitie ponúkaného potenciálu. Pre správne uchopenie tejto výskumnej metódy v rámci jej využívania v historickom výskume je potrebné zarámcovať pojem diskurz, jeho typy, vlastnosti a vzťah k historickému prostrediu. Slovník súčasného slovenského jazyka uvádza, že pojem diskurz môžeme zadefinovať ako „najširší rámec, rečovú rovinu, v ktorej sa uvádzajú jednotlivé výpovede, rozpravu.“ Ďalej Slovník súčasného slovenského jazyka definuje diskurz ako „výsledok komunikačného aktu odohrávajúceho sa v určitých podmienkach

s istým komunikačným zámerom, jazykový prejav, súbor výpovedí daného typu. “ Pričom uvádza aj rôzne typy diskurzov ako napríklad diskurz politický, mediálny, či diskurz o národe, diskurz polemický, ale aj diskurz priateľský. (Buzássyová-Jarošová, 2006) Podľa terminologického a výkladového slovníka politológie je diskurz „v bežnej reči rozprava, pojednanie alebo výklad na danú tému a to buď vo forme dialógu dvoch alebo viacerých diskutujúcich, alebo aj vo forme monológu. “ (Chovanec-Hotár, 2019) Neodmysliteľnou súčasťou štúdia diskurzu sú práce francúzskeho filozofa Michela Foucaulta, ktorý diskurz definuje ako „skupinu výpovedí, ak patria rovnakej diskurznej formácii a ak je tvorený obmedzeným počtom výpovedí, pre ktoré môže byť definovaný súbor podmienok ich existencie. “ (Foucault, 2002) Diskurz teda nemá byť iba súborom znakov, ale súborom takým, ktorý spája praktiky, ktoré následne vytvárajú objekty, o ktorých je hovorené. (Foucault, 2002) V neposlednom rade je pri práci s diskurzom nutné vnímať vzťahy, ktoré sú s ním spájané. Uvažujeme vzťahy medzi ľuďmi, ktorí diskurz využívajú, teda medzi hovoriacimi a diskurzom samotným. Na jednej strane vníma diskurz ako niečo, čo má hovoriaci vo svojej moci, teda niečo, čím disponuje a na strane druhej diskurz figuruje vo vzťahu k hovoriacemu ako niečo, čo nemá v moci hovoriaci, ale naopak ako niečo, čo má v moci hovoriaceho. (Hájek, 2014)

Samotná kritická diskurzívna analýza je pomerne novou výskumnou metódou, keďže jej začiatky siahajú do nedávnych desaťdesiatych rokov dvadsiateho storočia, kedy sa do popredia dostáva vďaka skupine vedcov Ruth Wodakovej, Normanovi Faircloughovi a Teunovi van Dijkovi. (Vávra, 2006) Kritická diskurzívna analýza rozlišuje medzi diskurzívnymi a nediskurzívnymi prvkami spoločenského života. Medzi diskurzívne prvky patria aspekty jazykové a významotvorné, zatiaľ čo prvky nediskurzívneho charakteru predstavujú spoločenské identity, kultúrne hodnoty, či výrobná aktivita. (Fairclough, 2001) Práve táto vlastnosť kritickej diskurzívnej analýzy podporuje jej využívanie v historickom výskume. Nepôsobí tak iba na úrovni lingvistickej, ale kooperuje aj s úrovňou sociálne-psychologickou. Interdisciplinárny charakter tejto výskumnej metódy umožňuje analytické skúmanie vzťahu medzi diskurzom a inými aspektmi spoločenských aktivít. (Fairclough, 2001,) Pri aplikácii na písomnú formu komunikácie, prejavy, memoárovú literatúru a ďalšie žánre môžeme hovoriť o analýze sociálnych vplyvov na konkrétne texty.

Už na začiatku práce s touto metódou výskumu a jej využívania je potrebné zvoliť si čo najvhodnejší model kritickej diskurzívnej analýzy. Hoci sa táto výskumná metóda, jej princípy a obsah môžu zdať celistvé a pre výskumníka jasné, pri hlbšom oboznámení sa s metódou je zjavné, že každý z popredných predstaviteľov kritickej diskurzívnej analýzy upriamuje pozornosť na rozdielne aspekty pri jej aplikácii na vybraný druh komunikácie. Taktiež pracujú s metódou na rôznych úrovniach poznania jazyka a využívajú rozdielne nástroje na samotnú analýzu. S istotou však môžeme povedať, že základné princípy kritickej diskurzívnej analýzy zostávajú nemenné a jej predstavitelia sa snažia dosiahnuť vymedzený výskumný cieľ, avšak pomocou osobitných modifikácií. Pri všetkých modeloch kritickej diskurzívnej analýzy však budeme pracovať s pojmami ako sú moc, dominancia, hegemonia, rasa, trieda, ideológia, diskriminácia, pohlavie, štruktúra spoločnosti, nacionalizmus, antisemitizmus. (Van Dijk, 1998). Okrem termínov, ktoré sú v rámci kritickej diskurzívnej analýzy najviac skloňované, je potrebné objasniť aj samotné základné princípy tejto výskumnej metódy. Kritická diskurzívna analýza sa zameriava v prvom rade na spoločenské problémy a politické otázky s tým spojené a kladie menší, až zanedbateľný dôraz na analýzu diskurzu a diskurzívnych štruktúr mimo ich spoločenského a politického kontextu. Kritická analýza vyššie spomínaných spoločenských problémov prebieha na poli multidisciplinarity. Ďalším z princípov kritickej diskurzívnej analýzy je vysvetľovanie namiesto opisovania. Pri aplikácii to znamená, že diskurzívne štruktúry nie sú iba popisované, ale dôraz sa kladie na ich vysvetlenie v závislosti od spoločenských interakcií a tiež sociálnych štruktúr. (Van Dijk, 1998). Dôležité je taktiež spomenúť, že diskurz je historický. Tento prívlastok diskurz získava v zmysle významov, ktoré nadobúdajú jednotlivé texty. Tieto významy sú zasadené v rôznych špecifických kultúrnych, sociálnych, či ideologických kontextoch, ktoré je nutné brať do úvahy a v neposlednom rade sú používané v určitom čase a priestore. Z toho vyplýva, úlohou kritickej diskurzívnej analýzy nie je len texty interpretovať, ale hlavne ich vysvetľovať. (Fairclough, 1995) Po zovšeobecnení môžeme povedať, že kritická diskurzívna analýza sa sústreďuje na procesy uzákoňovania, legitimácie, reprodukovania, či spochybňovania vzťahov pri zneužívaní moci v spoločnosti. (Van Dijk, 1998)

Pre lepšie pochopenie výberu konkrétneho prístupu vyžívaní kritickej diskurzívnej analýzy pre môj výskum ponúkam krátke zosumarizovanie troch modelov práce s touto metódou podľa Ruth Wodak, Teuna A. Van. Dijka a Normana Fairclougha.

Norman Fairclough vníma kritickú diskurzívnu analýzu ako metódu, ktorá má pomáhať pri teoretizácii a vytváraní povedomia o tom, čo tu teraz máme, za akých okolností sa to k nám dostalo a čo sa z toho môže časom stať. Túto definíciu Fairclough vo svojom prístupe zdôvodňuje prudkými ekonomickými a spoločenskými zmenami. Podľa Fairclougha kritická diskurzívna analýza poukazuje na prepojenie semiotických a lingvistických vlastností komunikačných interakcií spolu s vlastnosťami sociálnymi a teda, lingvistické vlastnosti sú prepojené s tým, čo sa deje v spoločnosti a naopak, to, čo sa deje v spoločnosti sa deje aj úplne alebo čiastočne semioticky alebo lingvisticky. (Chouliaraki-Fairclough, 1999) Norman Fairclough sa pri analýze akejkoľvek komunikatívnej interakcie sústreďuje na tri oblasti, a to na samotný text, ktorý by v našom prípade mohol predstavovať nejaký politický prejav, taktiež kladie dôraz na diskurzívnu prax, čo znamená v našom prípade ako prejav vzniká a komu bol určený a tiež sa zamýšľa nad sociokultúrnou praxou, teda sociálne a kultúrne štruktúry, ktoré ovplyvňujú vývoj a priebeh komunikačnej udalosti.

Ruth Wodak v rámci kritickej diskurzívnej analýzy rozvíjala smer diskurzívnej sociolingvistiky, čím sa do istej miery odlišovala od iných predstaviteľov. Tento prístup nekladie dôraz výlučne na skúmanie textu v kontexte, ale pripisuje dôležitosť obom skúmaným faktorom rovnako. Pomocou tohto prístupu je možná identifikácia základných mechanizmov prispievajúcim k poruchám v diskurze, ktoré sú zasadené v určitých koncepčných rámcoch. Ďalším špecifikom práce

Ruth Wodak bol výskum realizovaný prevažne v prostrediach inštitucionálneho charakteru, a teda v nemocniciach, na súdoch alebo v školách, kde sa venovala prioritne sociálnym otázkam, sexizmu, antisemitizmu, či rasizmu. (Wodak, 1995) Významnú úlohu v tomto smere kritickéj diskurzívnej analýzy zohráva zameranie sa na historické kontexty diskurzu v procese interpretácie a vysvetľovania zvolených textov. Wodak v jednej zo svojich štúdií poukazuje na to, že kontext diskurzu v značnej miere ovplyvnil štruktúru, kontext a tiež aj funkciu antisemitských výrokov. (Wodak, et. Al. 1990)

Teun A. Van. Dijk nazerá na kritickú diskurzívnu analýzu vo veľkej miere ako na analýzu ideológie. Van Dijk tvrdí, že vyjadrenie a reprodukovanie ideológií v rámci komunikácie a diskurzu je viac než zreteľné, no nie je to podmienkou. (Van Dijk 1995) Ideológie by mali byť analyzované na základe sociálnej analýzy, kognitívnej analýzy a tiež na základe diskurzívnej analýzy. (Van Dijk 1995) Práve kognitívna analýza sa stáva pre Van Dijk klúčovým faktorom, ktorý ho odlišuje od ostatných predstaviteľov kritickéj diskurzívnej analýzy. Sociokognícia, a teda sociálne poznanie a poznanie osobné zastáva rolu sprostredkovateľa medzi spoločnosťou a diskurzom. Sociálne poznanie vníma ako akýsi súbor, či systém mentálnych procesov a reprezentácií danej skupiny. (Van Dijk, 1995) Ideológie sú teda podľa van Dijk v úlohe abstraktných mentálnych systémov, ktoré ovplyvňujú postoje zdieľané spoločnosťou. Na druhej strane ideológie nepriamo ovplyvňujú aj chápanie osobné, v rámci skupiny, v procese chápania diskurzu medzi inými akciami a interakciami. (Van Dijk, 1995) Akcie a interakcie sú podmienené aj istými modelmi, ktorými Van Dijk definuje mentálne reprezentácie jednotlivcov. Samotné modely sa podieľajú na kontrole toho, ako ľudia konajú, vyjadrujú sa, píšú, či chápú sociálnych praktík iných. (Van Dijk, 1995) Van Dijk upriamuje pozornosť aj na dimenziu diskurzu- „My verzus oni“, kedy hovoriaci, resp. predstaviteľ jednej skupiny bude tendenčne presadzovať záujmy svojej skupiny a prezentovať ich ako jediné správne. Skupina bude vykreslená, v čo najpozitívnejších smeroch, no na druhej strane iným skupinám majú byť pripisované iba negatívne vlastnosti a črty. (Van Dijk, 1995)

Časové a priestorové vymedzenie výskumu

Dôležitým faktorom výskumu je nepochybne jeho časové a priestorové vymedzenie. V rámci priestorového vymedzenia uvažujeme územie dnešného samostatného Slovenska. Z perspektívy časového vymedzenia sme pre potreby výskumu vybrali obdobie dejín, ktoré môžeme s istotou nazvať jedným z najturbulentnejších naprieč celými dejinami. Výskum je zasadený do obdobia rokov 1918 až 1945, počas ktorých pozorujeme množstvo signifikantných zmien, či už na úrovni štátoprávnej, politickej, inštitucionálnej, personálnej, kultúrnej a v neposlednom rade spoločenskej. Sériu zmien týkajúcich sa politického systému zavráštilo kodifikovanie ústavy z 21. júla 1939. Prijatím ústavy sa štát oficiálne premenoval na Slovenskú republiku a zmeny zakotvené v ústave kresovali ďalšie smerovanie štátu v nasledujúcich rokoch. (Pekár, 2015) Výrazné zmeny nastali aj v otázke režimu. Zatiaľ čo, režim v medzivojnovom Československu bol demokratický, koniec roka 1938 smeruje k tomu, že režim sa bude výrazne meniť. Slovenský štát bol štátom s autoritárskym režimom, kde aj napriek pribúdajúcim prvkom totality, nikdy nedošlo k jeho úplnej premene do totalitnej podoby. (Pekár, 2015) Keďže náš výskum je zameraný na politické myslenie ľudáckej politickej elity, je nutné priblížiť samotných predstaviteľov ľudáckej politickej elity. V kontexte výskumu rozumieme politickú elitu, resp. politické elity ako príslušníkov skupín, či celé skupiny, ktoré výraznou mierou ovplyvňovali smerovanie politiky a spoločnosti v danom období. Takouto skupinou sa nepochybne stala aj Hlinkova slovenská ľudová strana (HSĽS). (HOENSCH, 2001) V rámci HSĽS sme sa zamerali na vybraných predstaviteľov, ktorí tvorili v období Slovenského štátu jadro strany. V dizertačnej práci sa tak budeme venovať prevažne rôznym formám komunikácie Jozefa Tisa, Alexandra Macha, Ferdinanda Durčanského, či Karola Sidora.

Kritéria výberu prameňov podliehajúcich analýze

Ako je spomínané už v samotnom abstrakte tohto príspevku, výber vhodných historických prameňov a ich následné podrobenie správne modelu kritickéj diskurzívnej analýzy je pre kvalitu a samotnú relevantnosť dizertačnej práce klúčový. Výber takejto výskumnej vzorky historických prameňov nie je možné uskutočniť iba na základe akejkoľvek impulzivnosti, resp. náhody. Výber musí byť cielený, a preto je potrebné zvoliť kritériá, podľa ktorých prebehne následný výber historických prameňov.

Kritériá výberu sme si rozdelili do dvoch skupín, a to výber prameňov podľa relevantnosti aplikácie kritickéj diskurzívnej analýzy. V tomto bode sa môže naskytnúť otázka, aký kľúč používame pri rozhodovaní, či je daný prameň vhodný alebo naopak nesplňa kritériá pre aplikáciu kritickéj diskurzívnej analýzy. Keďže budeme v rámci využívania tejto metódy na rôznych úrovniach výskumu pracovať s modelmi troch spomínaných predstaviteľov kritickéj diskurzívnej metódy aj samotný kľúč k výberu správnych historických prameňov pochádza od jedného z nich. Treba však spomenúť, že aj napriek už spomínanej kombinácii modelov kritickéj diskurzívnej analýzy budeme do istej miery klásť do popredia Van Dijkov model, pretože ho pre výskum danej problematiky považujeme za najprínosnejší z hľadiska očakávaných výsledkov výskumu. Samozrejme bude dopĺňaný ostatnými modelmi, pre čo najefektívnejšie využitie výskumnej metódy a naplnenia potenciálu skúmanej problematiky. Van Dijk pristupuje k analýze diskurzu, v našom prípade k analýze vybraného historického prameňa, tak, aby bola naplnená podstata kritickéj diskurzívnej analýzy nasledovne- v prvom rade je potrebné analyzovať historické, politické, či sociálne pozadie konfliktu a tiež jeho hlavných účastníkov. Následne pokračuje analýzou, avšak teraz na úrovni analýzy skupín, mocenských vzťahov a konfliktov. Okrem týchto čiastkových analýz je veľmi potrebná identifikácia pozitívnych a negatívnych vyobrazení v rámci dimenzie „My verzus Oni“, tiež veľmi jasné zobrazenie predpokladaného a naznačeného. V závere analyzovanie celej formálnej štruktúry, vrátane lexikálneho výberu a syntaktickej štruktúry, prihliadajúc na spôsob, ktorý zdôrazňuje polarizované skupinové názory. (Van Dijk, 1998) Samozrejme pri výskume pripúšťame možnosť neobsiahnutia všetkých spomínaných bodov analýzy pri

každom analyzovanom texte, avšak je v našom záujme čo najprecíznejšie naplniť každý bod tejto časti analýzy. Čo najdôkladnejšia analýza v tomto bode výskumu poskytne veľmi výhodnú pozíciu pre ďalšiu aplikáciu výskumnej metódy na ostatných úrovniach výskumu.

Druhou skupinou kritérií vhodného výberu historických prameňov je určitá forma rámcovania. Jednak hovoríme o časovom vymedzení, ktoré pri našom výskume rozumieme v dvoch rovinách. Prvou rovinou je analýza prejavov, verbálnych vystúpení a interakcií vybraného predstaviteľa ľudáckej politickej elity v čase. Teda analýze podliehajú historické pramene rôzneho datovania, avšak vo vymedzenom časovom období. Pri tomto modeli sledujeme ako sa vyvíjalo politické myslenie daného predstaviteľa so zreteľom na ideu slovenskej štátnosti a prvky s tým spojené. Na druhej strane pozorujeme analýzy vybraných prejavov, verbálnych vystúpení a interakcií viacerých predstaviteľov politickej elity, avšak v čo najužšom časovom horizonte, tiež so zreteľom na odlišnosti a podobnosti vnímania slovenskej štátnosti v myslení viacerých predstaviteľov. Ďalším vymedzením je teoretické zarámčovanie vybraných prameňov. Toto vymedzenie má za úlohu zabezpečiť predchádzanie neefektívnej analýze. Koncept slovenskej štátnosti predstavuje pre každý sektor štátu rôzne špecifiká, či už berieme do úvahy vnútropolitické a zahraničné smerovanie štátu, hospodárske aspekty, náboženské postoje, kultúrno-spoločenské otázky. Analyzovať súbežne prejavy zamerané na hospodársku politiku štátu a tiež na náboženské postoje môže pôsobiť mierne chaoticky. Pri tomto tematickom vymedzení je cieľom skôr analyzovať vybrané pramene rovnakého tematického charakteru a hľadať podobnosti a odlišnosti v rámci jedného vybraného aspektu. Pri ďalšom výskume však nie je vylúčená aj komplexnejšia komparácia, avšak nie je uskutočniteľná bez analýzy prvej, ktorú sme si zadefinovali vyššie. Posledným vymedzením je rámcovanie podľa cieľovej skupiny. Považujeme za veľmi dôležité zohľadniť pri analýze vybraných prameňov aj fakt, komu boli jednotlivé prejavy, či iné formy komunikácie smerované, či boli verejného alebo súkromného charakteru alebo, akým špecifickým skupinám spoločnosti boli smerované a ako na ne vplývali.

Záver

Výskum a problematika dejín Slovenského štátu je v slovenskej historiografii pomerne bohato zastúpená. Idea slovenskej štátnosti, či slovenská otázka však doteraz vyvoláva rôzne polemiky, diskusie a nezodpovedané otázky. Na druhej strane je tento koncept v dnešnej nestabilnej dobe ťažiskom pre množstvo strán a hnutí, ktoré sa ho snažia prerobiť podľa svojich potrieb a mnohokrát pomocou skresľovania dejín docieľiť svoje extrémistické ciele. Využívanie jazyka je nepochybne silnou súčasťou moci, jej využívania, ale aj zneužívania, čoho príkladom je aj rozpracovaná dizertačná práca a k nej prislúchajúci historický výskum. Predkladaný príspevok predstavuje sondu do rozpracovaného výskumu, zdôrazňujúc dôležitosť správneho výberu vybraných historických prameňov slúžiacich k analýze. Taktiež približuje stále pomerne nezvyčajnú výskumnú metódu v historickom prostredí-kritickú diskurzívnu analýzu, jej podstatu, modely a spôsoby aplikácie v historickom výskume. Idea slovenskej štátnosti bola predstaviteľmi ľudáckej politickej elity na Slovensku interpretovaná rôznymi spôsobmi, dotýkajúc sa rôznych aspektov spoločnosti, predstavovaná a spomínaná na rôznych fórach, či pri rôznych príležitostiach. Práve pripravovaná dizertačná práca si kladie za cieľ hĺbkovú analýzu komunikačných prostriedkov, v ktorých sa tento koncept vyskytoval, prihliadajúc na odkrývanie prostriedkov propagandy, odkrývania politických inotajov a iných praktík, ktoré využívali jazyk na dosiahnutie svojich cieľov.

Zoznam použitej literatúry

FAIRCLOUGH, Norman, 2010. *Critical Discourse Analysis: The Critical Study of Language*. 2. vyd. London: Longman. ISBN 978-1-4058-5822-9.

FAIRCLOUGH, Norman, 2001. *Language and Power*. 2. vyd. London: Longman. ISBN 978-131-583-825-0.

FOUCAULT, Michel, 2016. *Archeologie věděni*. Praha: Herrmann & synové. 318 s. ISBN 978-80-87054-43-7.

HÁJEK, Martin, 2014. Čtenář a stroj: vybrané metody sociálněvědní analýzy textů. Studie. Praha: Sociologické nakladatelství (SLON). ISBN 978-80-7419-161-9.

HOENSCH, Jörg K., 2001. Slovensko a Hitlerova východná politika: Hlinkova slovenská ľudová strana medzi autonómiou a separatizmom 1938–1939. Bratislava: Veda. ISBN 978-80-224-0693-2.

CHOULIARAKI, Lilie a Norman FAIRCLOUGH, 1999. *Rethinking Critical Discourse Analysis*. Edinburgh: Edinburgh University Press.

PEKÁR, Martin, 2015. Dejiny Slovenska 1918 – 1945. Košice: UPJŠ. ISBN 978-80-8152-325-0.

VAN DIJK, Teun A., 1995. Discourse Analysis as Ideology Analysis. In: CHRISTIINA SCHAFFNER a ANITA L. WENDEN (eds.). *Language and Peace*. Dartmouth: Aldershot, s. 17-33.

VAN DIJK, Teun A., 1998. *Ideology: A Multidisciplinary Approach*. London: Sage. ISBN 978-1-4462-6509-3.

VAN DIJK, Teun A., 1988. *News as Discourse*. Hillsdale, NJ: Erlbaum. ISBN 978-0-8058-0065-4.

VÁVRA, M., 2006. Tři přístupy k analýze diskurzu – neslučitelnost, nebo možnost syntézy? In: *Miscellanea sociologica*. Sborník příspěvků z 2. doktorandské sociologické konference. Praha: Fakulta sociálních věd UK, s. 49–65.

WODAK, Ruth, 1995. *Critical Linguistics and Critical Discourse Analysis*. In: VERSCHUREN, Jef, OSTMAN, Jan-Ola a BLOMMAERT, Jan (eds.). *Handbook of Pragmatics - Manual*. Amsterdam/Philadelphia: John Benjamins Publishing Company, s. 204-210.

WODAK, Ruth a MEYER, Michael J. a kol., 2001. *Methods of Critical Discourse Analysis*. London: Sage. ISBN 978-0-7619-6154-3.

Slovníky

BUZÁSSYOVÁ, Karina a JAROŠOVÁ, Anna (hl. red.), 2006. *Slovník súčasného slovenského jazyka. A – G*. Bratislava: Veda, vydavateľstvo Slovenskej akadémie vied. ISBN 978-80-224-0932-4.

CHOVANEC, Jaroslav a HOTÁR, Viliam S., 2019. *Politológia: terminologický a výkladový slovník*. Martin: Vydavateľstvo Matice slovenskej.

K polysémii v Shakespearových sonetoch 135 a 136 a ich prekladovým možnostiam

On polysemy in Shakespeare's sonnets 135 and 136 – practical translation approach

Samuel VAHOVSKÝ

Univerzita Pavla Jozefa Šafárika v Košiciach, Filozofická fakulta

Abstrakt: Polysémia prítomná v Shakespearových sonetoch 135 a 136 predstavuje kľúčový problém ich prekladu, najmä pre nemožnosť jej priamej ekvivalencie v slovenskom jazyku. Tento príspevok má za cieľ teoreticky uchopiť problematiku prekladu polysémantických jednotiek vo viazanom verši, skúmať a kritizovať vybrané české a slovenské preklady daných sonetov, aby tak poukázal na rozmanité prístupy prekladateľov k problematike, ako aj poskytnúť adekvátne a praktické prekladové riešenia.

Kľúčové slová: *polysémia, Shakespeare, Sonety, preklad, Will.*

Abstract: Polysemantic character of Shakespeare's sonnets 135 and 136 is the primary issue to resolve when translating the sonnets, given the non-existence of such polysemantic variety in the Slovak language. Our paper aims to provide theoretical basis for polysemy translation in metrical verse, to analyse and criticise selected Czech and Slovak Sonnets translations in order to demonstrate the variety of translation approaches applied to the issue, and to attempt to resolve the polysemantic problem in practical terms.

Keywords: *polysemy, Shakespeare, Sonnets, translation, Will.*

O povahe polysémie a homonymie v Shakespearových sonetoch 135 a 136

Mnohoznačnosť ako jeden zo základných vnútorných kompozičných princípov umeleckej literatúry predstavuje v umeleckom preklade zásadný problém a prináša so sebou najväčšie riziko nežiaduceho posunu. Jej dominantné uplatnenie v poézii, navyše ukotvené v úspornosti veršového a strofického rozsahu, sa markantnejšie ukazuje vo viazanom verši, kde prekladateľ tak či onak musí zvädzať boj o ekvivalenciu výrazu. Preklad Shakespearových sonetov je v rámci prekladu viazaného verša obzvlášť náročný, a to nielen v dôsledku autorovho majstrovského konštruovania jambického pentametra v rovine výrazu, ale aj pre ťažiskovú mnohoznačnosť a sémantickú hustotu veršov v rovine významu.

V zbierke stopäťdesiatich štyroch sonetov možno nájsť niekoľko básní, ktoré svojou vonkajšou a vnútornou kompozíciou vyčnievajú z makrokonceptu diela. V rámci problematiky polysémie ale dominantne do popredia vystupujú sonety 135 a 136. Radia sa do skupiny sonetov, ktoré autor venoval *temnej panej* či *čiernej dáme* (*dark lady*) a autor v tomto cykle transponuje skoršiu platonickú citovú väzbu k objektu na fyzickú. Sonety 135 a 136, popri nich čiastočne aj sonet 143, však výstavbovo operujú na mimoriadne silnej polysémii slova *Will*. V dobovom jazykovom kontexte šlo o 1. skrátenú formu mena William, 2. vôľu, 3. túžbu, 4. prianie/želanie, 5. pomocné sloveso budúceho času, 6. penis (dobový slangový výraz) a 7. vagínu (dobový slangový výraz). Shakespeare homonymický charakter daného slova exponuje do krajnosti, čím vytvára čitateľovi simultánny rad interpretačných rovín pre každý verš osobitne, rovnako tak v rámci celého sonetu; obdobne aj v nasledujúcom sonete.

Na účely príspevku vychádzame z prepisu sonetov z pôvodného kvartového vydania z roku 1609, publikovaného v Hilského preklade Sonetov z roku 2004:

Whoever hath her wish, thou hast thy Will,
 And Will to boot, and Will in over-plus;
 More than enough am I that vexed thee still,
 To thy sweet will making addition thus.
 Wilt thou, whose will is large and spacious,
 Not once vouchsafe to hide my will in thine?
 Shall will in others seem right gracious,
 And in my will no fair acceptance shine?
 The sea, all water, yet receives rain still,
 And in abundance addeth to his store;
 So thou, being rich in Will, add to thy Will
 One will of mine, to make thy large will more.

Let no unkind, no fair beseechers kill;

Think all but one, and me in that one Will.
 (Shakespeare, 2004, s. 354)

If thy soul check thee that I come so near,
 Swear to thy blind soul that I was thy Will,
 And will, thy soul knows, is admitted there;
 Thus far for love, my love-suit, sweet, fulfil.
 Will, will fulfil the treasure of thy love,
 Ay, fill it full with wills, and my will one.
 In things of great receipt with ease we prove
 Among a number one is reckoned none:
 Then in the number let me pass untold,
 Though in thy store's account I one must be;
 For nothing hold me, so it please thee hold
 That nothing me, a something sweet to thee:
 Make but my name thy love, and love that still,
 And then thou lovest me for my name is 'Will.'
 (Shakespeare, 2004, s. 356)

Interpretačne možno s oboma sonetmi pracovať obdobne, v závislosti od významovej množiny, ktorou na text ako čitatelia nazeráme. Významová rovina č. 1 (pozri vyššie) sa v sonetoch funkčne uplatňuje komplementárne, je teda nevyhnutnú ju v preklade uchovať. Akékoľvek ďalšie smerovanie interpretácie sa ale odvíja od nazerania na text prizmou dvoch presahujúcich významových množín. Do prvej možno zaradiť významové roviny č. 2, 3 a 4, ktorých spoločným znakom je primárna orientácia na citové a pocity spektrum. Druhá množina operuje na úrovni fyzickej, erotickej, a to významovými rovinami č. 6 a 7. Práve presah týchto rovín prináša potenciál adekvátneho a významovo presného prekladového riešenia sonetov, ktoré možno interpretovať ako úsilie lyrického subjektu získať si dominantné či výhradné miesto v citovom alebo sexuálnom „svete“ danej ženy. Ani jednu z významových rovín nemožno v Shakespearových textoch uprednostniť či vyčleniť ako dominujúcu, čo je nielen nevyhnutným dôsledkom akéhokoľvek prekladateľského úsilia, ale aj príčinou zlyhania všetkých doterajších českých a slovenských prekladov⁵.

O (ne)možnosti prekladu predmetných sonetov

Základnou príčinou problému prekladu sonetov 135 a 136 je okrem mimoriadne hravej a intenzívnej polysémie neexistencia jej priameho ekvivalentu v slovenskom či českom jazyku, čo prirodzene vedie prekladateľa k trom možnostiam riešenia – polysémii vylúčiť a prekladať „význam“, čo by viedlo k vágnej a nivelizovanej podobe interpretácie, či priam „prerozprávania“ textu, pokúsiť sa polysémii funkčne uchovať adekvátnymi náhradami v rovine výrazu aj významu, alebo nahradiť daný homonymický systém iným, podobným systémom, čo v slovenčine nie je možné.

Najväčším a principiálnym úskalím ostáva konotačne neutrálna povaha oscilácie dvoch sémantických množín, pričom pri prvej z nich musí byť naplnená aj požiadavka vnútornej mnohoznačnosti (túžba vs. pranie vs. vôľa), čo sotva možno naplniť obmenami substantív. Väčšina českých i slovenských prekladov Sonetov zlyhala vo svojom poslaní práve pri riešení tohto základného problému, keď použitými výrazovými prostriedkami interpretačne navádza čitateľa výlučne k jednej či druhej množine významu (ako demonštrujeme v nasledujúcej kapitole). Nemožno teda výlučne tvrdiť, že celok tejto problematiky stojí na jedinom základnom kameni, ktorým je polysémia slova *will*; Shakespeare naň nadväzuje aj syntakticky a lexikálne, a to zvlášť slovesnými formami, ktoré sémantickú aj semiotickú mnohoznačnosť ukotvujú ako v rovine básnického obrazu, tak aj v rovine verša, strofy a celej básne. Prekladateľovi teda nepostačuje iba objaviť výrazovo aj významovo ekvivalentnú náhradu za autorov systém mnohoznačnosti. Je nevyhnutné, aby nový systém osciloval medzi oboma množinami významov rovnako neutrálne ako východiskové sonety, uchoval čo najväčší počet sémantických polí originálu a aby tiež dokázal v lexikálnej a syntaktickej rovine kompenzovať posun od polysémie k funkčnej náhrade, ktorá ale bezpochyby nebude môcť vychádzať z jediného slova, ako sa to podarilo autorovi.

Ak sa aj prekladateľovi podarí úspešne zvládnuť významovú ekvivalenciu binárnej opozície citová – fyzická náklonnosť, potreba uchovať všetky aspekty, ktoré z interpretačného hľadiska dominantne smerujú k citovej väzbe, predstavuje ďalšiu prekážku. Živú semiotickú aj sémantickú kooperáciu túžby, prania a vôle možno v slovenskom jazyku len sotva doceliť na lexikálnej úrovni; systematickými slovnými obmenami sa oslabí ich estetický aj významový účinok a v čitateľovi by taký prístup ľahko mohol vyvolať zmätenie a interpretačnú neistotu. Tento problém sa v našej prekladovej praxi demonštroval ako najkritickejší a väčšina slovenských i českých prekladateľov smerovala svoje pokusy k jednej či dvom zo spomínaných významových rovín – českí prekladatelia Vladislav, Macek a Hlinský si zvolili pranie pomocou slovesa *prát* a aliterácie slov s morfológickým členom *př-*, Klášterský a Uličný sa zamerali na *vůli*, Urbánková transponovala túžbu na chuť a prepojila ju s verbom *chtít*, Hron si zvolil osciláciu prania a túžby prostredníctvom deklinácie slovesa

⁵ Pre analýzu a kritiku sme zohľadnili iba tých prekladateľov, ktorí preložili a publikovali celú zbierku Shakespearových Sonetov. Ide dohromady o desať českých a troch slovenských prekladateľov. Nový preklad Mariána Andrička sme do štúdie nezahrnuli, keďže doposiaľ z neho bolo publikovaných časopisecky iba prvých štrnásť sonetov.

chtít, Josek pracoval so slovom *touha*, Hodek a Pinkava sa ako jediní z českých prekladateľov takému prístupu vyhli. Slovenské preklady Blaha a Sedlačkovej pracujú s konceptom túžby, Feldekov preklad sa spomínanému prístupu takisto vyhýba.

Výrazná eufónia je ďalšou prekážkou pri preklade týchto sonetov. Je postavená nielen na výraznom opakovaní slova *will* (v sonete 135 dohromady štrnásťkrát s jednou nepatrnou obmenou, v sonete 136 spolu sedemkrát) v horizontálnom členení verša, ale prestupuje básňami aj vertikálne ako člen rýmovej dvojice (v troch dvojveršiach v sonete 135 a v dvoch v rámci sonetu 136); v oboch sonetoch sa eufónia prepája s polysémantickosťou v záverečnom dvojverší, v *pointe*. Z hľadiska prekladu je teda zásadné fonetický aspekt uchovať, pričom jeho funkčnosť je úzko prepojená so skrátanou podobou mena William. V tomto prípade je v rovine ekvivalencie minimum dostupných prekladových možností, a to rovnako za predpokladu, že sa prekladateľ rozhodne mennú významovú rovinu v preklade výrazovo uchovať, ako aj za predpokladu, že ju v úplnej miere vylúči; oba prístupy badať v českých a slovenských prekladoch – aspekt mena William uchovali nedotknutý iba Klášterský, Macek a Uličný, s rozličnými obmenami ho uchovali Hodek, Hlinský, Josek, Pinkava a Feldek, a úplne ho vylúčili Vladislav, Hron, Urbánková, Blaho aj Sedlačková.

V neposlednom rade je potrebná konfrontácia prekladateľa s hravou a explicitnou, miestami až obscénnou, erotickou sémantikou. Shakespearovo využitie slangových výrazov bolo nepochybne majstrovským básnickým počínom, avšak v homonymickej rovine sa to v slovenskom ani českom preklade podariť nemôže. Prvotným problémom je skutočnosť, že ani jeden z jazykov, na rozdiel od dobovej angličtiny, nemá v aktívnej ani v pasívnej slovnej zásobe jednotný subštandardný výraz pre mužský aj pre ženský pohlavný orgán. V druhom rade vstupuje do problematiky povaha oscilácie neutrálnosti a príznakovosti slova *will* v rámci celej množiny významov, no obdobných homoným je v slovenčine iba málo; o to menej takých, ktoré by bolo možné využiť tu. Prekladateľ by mal zohľadniť „lascivnosť“ a „oplzlosť“ erotických konotácií pôvodiny, ktoré by v nej ale čitateľ nespozoroval na prvý pohľad. Pre absenciu priameho výrazového ekvivalentu príčiny tejto hry je na mieste otázka, o akú ekvivalenciu by sa prekladateľ mohol v rámci možností jazyka oprieť. Pri náhlade na české a slovenské preklady možno vidieť, že explicitnosť sexuálnej sémantickej roviny s rozličným stupňom úspechu uchovávala iba zopár z nich – Uličný osciloval medzi prílišnou a prislabou erotizáciou v závislosti od verša, Hlinského preklad síce aspiruje na istú mieru náznakovosti, avšak funkčne ju nedokázal uplatniť, Josek sa k vyváženosti priblížil azda najviac, no Pinkava a Feldek hravosť a „obscénnosť“ sexuálnej roviny exponovali do krajnosti.

O významovom ochudobnení v prekladoch Jana Vladislava a Ľubomíra Feldeka

Na prekladoch Jana Vladislava a Ľubomíra Feldeka možno vhodne demonštrovať niekoľko prekladateľských prístupov simultánne, vrátane opozičnej podoby ochudobnenia významu textu. Vďaka poznámkovému aparátu k vydaniu ich prekladov Sonetov možno tiež získať aspoň približný náhľad do inšpiračnej a tvorivej bázy pre nimi zvolený prístup k prekladu. K analýze prekladov, ktoré možno zhodne označiť za výrazne sémanticky ochudobnené a v rámci básne ako celku za významovo neadekvátne, pristupujeme najmä komparatívne a na tento účel sme si zvolili preklady sonetu 135:

Ať každá má, co chce, ty přece máš své přání
a k tomu přítele a navíc ještě mne.

Co se tě jenom já natrápím bez ustání
tím, že chci přidávat k tvým přáním ještě své.
Proč však ty, která máš vždy tolik, tolik přání,
nespojíš alespoň jedno z nich jednou s mým?

Jsou přání ostatních milejší k uvítání,
anebo se ti snad já s tím svým nelíbím?
Oceán, i když má dosti vod, vítá deště
a ukládá je dál na dno svých pokladnic.
Tak i ty, ač už máš přání dost, přidej ještě
to moje k ostatním, ať jich máš o to víc.
Nezbij prosící přání svým krutým „ne“:

měj všechna za jedno – a v tom vždy i to mé!
(Shakespeare, 1970, s. 136)

Už na prvý pohľad badať také výrazné rozdiely v prekladateľskom prístupe, až je dôvod na pochybnosť, či ide skutočne o dva rôzne preklady rovnakého sonetu. V súvislosti s potrebou zachovania eufonickej povahy Shakespeareovej polysémantickosti možno tvrdiť, že táto požiadavka bola v oboch prípadoch zachovaná, hoci s použitím diametrálne odlišných prístupov a v oboch si vyžiadala posun významu. Kým Feldek sa rozhodol výrazovo prepojiť túto požiadavku s potrebou zachovania mena lyrického subjektu v podobe vnútorného rýmu poslovenčenej podoby mena William s formovými a kongruenčnými gramatickými morfémi slovies (*-i-l / -i-l-a*), umocnenými zhodou predchádzajúceho konsonantu *v-* (*Vila – postavila – nastavila – vila – unavila – zjavila*), Vladislav meno subjektu úplne vylúčil a rytmické opakovanie nahradil vo výrazovej rovine substantívom *prání* a inými lexémami obsahujúcimi hlásky *př-*.

Ostrý kontrast Feldekovho a Vladislavovho prekladu umocňuje aj rôznosť príčin nenaplnenej potreby zakomponovať do prekladu čo najviac významových rovín pôvodného slova *will*. U Vladislava figuruje v preklade iba významová dvojica *will – prianie*, z ostatných rovín, či citovo, či fyzicky orientovaných, nemá v jeho preklade čitateľ ani najmenší náznak. Feldekov preklad interpretačne ochudobnil rovinu citovej angažovanosti lyrického subjektu voči prítomnému ženskému objektu. Pri komparácii oboch prekladov v otázke miery zachovania siedmich sémantických polí pôvodiny je teda možné vyvodiť celistvý záver, že oba preklady uchovali menej než stratili, hoci Feldekov preklad bol z kvantitatívneho pohľadu o niečo úspešnejší; ponechal nielen oba slangové sexuálne významy, ale aj skrátenú podobu mena William. Vladislavov preklad Shakespeareovu mnohoznačnosť výrazne nivelizoval a ako celok sa stal jednotne interpretačne uchopiteľným, čo popiera celú vnútornú výstavbu Sonetov vôbec.

Zvláštnosťou oboch prekladov v ich porovnaní je tiež opozičné smerovanie riešenia prvotného a základného problému prekladu dotýkajúcich sonetov (pozri predošlú kapitolu). Funkčné oscilovanie citovo a sexuálne podmienenej sémantickej množiny úspešne neuchoval ani Vladislav, ani Feldek; obaja však uchopili iný z nich. U Vladislava nebadať jediný erotizujúci prvok ani vo vonkajšej, ani vo vnútornej výstavbe prekladu, a celý preklad tak získava nádych výraznej citovosti, až štandardnej shakespearovskej „vážnosti“. Feldekov preklad je priam archetypálnou ilustráciou prekladu, ktorý slovenská literárna a prekladová veda už roky nenazýva inak než „feldekovský“. Nemožno mu uprieť kongenialitu práce s výrazovou stránkou básne na všetkých jej mikrorovniach (rým *Vilo meniny – vylomeniny*, obrazy *vilí háj*, *viliamka*, *vylochať*, atď), výsledný preklad však nie je prekladom, skôr parafrázou či „hravou ponáškou“ na Shakespeareov sonet. S Vladislavovým sa aj napriek ich vzájomnej ambivalencii stretávajú v rovnakom bode; oba preklady sú interpretačne jednoznačné, základný výstavbový princíp pôvodnej básne nebol funkčne prenesený, a teda možno tvrdiť, že oba preklady zlyhali v základnej požiadavke ekvivalencie významu.

Pri kritike prekladu takého básnického textu, akým je Shakespeareov sonet 135, by vzhľadom na výsledky úsilia oboch prekladateľov výrazne napomohla možnosť priamej konfrontácie. Kauzalitu prekladových riešení a posunov síce možno vedecky uchopiť a definovať, podnetný a prínosný by však bol náhľad do motivácie oboch prekladateľov. Šťasti je taký

Máš Vila – a s tým, čo si postavila
a nastavila, máš ich vlastne troch.

Tak som tu trikrát, aby sladká chvíľa
t'a unavila tak, že spadneš z nôh.

Je veľký ten tvoj vilí háj – i šanca,
aby sa veľká vec v ňom zjavila.

Iného tam chceš ukryť vyľakanca?
Nebudeš dobrá vila na Vila?

Oceán príjme dážď – v tom vidím známku,
že veľké ešte viac sa zväčšiť chce.

Bohatšia budeš, keď ti viliamku
Viliam naplní. Aj vylochoce.

Milost' pre krásne vilomeniny –

nech trikrát má dnes Vilo meniny. (Shakespeare, 2007, s. 155)

náhľad možný vďaka ich poznámkam, ktoré boli publikované spoločne s prekladom Sonetov, keďže toto dielo je v súčasnosti priam nemožné celistvo uchopiť bez adekvátneho a rozsiahleho poznámkového aparátu. Vladislavove poznámky sú stručné, no uvádzajú aj nasledujúcu poznámku k sonetu 135: „A ty přece máš své přání. V originále slovní hříčka s vlastním jménem Will a obecným pojmem will (touha, přání, vůle), v češtině nevystižitelná. Hříčka se opakuje ještě v sonetech 136 a 143“ (Shakespeare, 1970, s. 118). Už po prvotnom prečítaní a interpretácii Vladislavovho prekladu nás zarazila minimálna, priam nulová realizácia sexuálnej či erotickej významovej množiny. Možno dokonca tvrdiť, že čitateľ by túto významovú sféru v preklade neodhalil ani za predpokladu, že by sa o nej v poznámkach dozvedel. To nás pri reflexii prekladu viedlo k úvahám, že si Vladislav nemusel byť vôbec vedomý tejto významovej sféry, prípadne, že ju úmyselne ignoroval. Citovaná poznámka naše úvahy legitimuje, hoci ani jednu z nich nevymedzuje ako pravdivú.

V súvislosti s druhým prekladom nie je prekladateľova stratégia v ničom prekvapivá či záhadná. Výrazná hra so slovom, inovatívne rýmové riešenia, hravosť siahajúca až na úroveň detskej roztopaše a výrazne explicitná, hoci vynaliezavá erotika sú štandardnými prekladateľskými metódami u Feldeka. Aj v jeho prípade nájdeme vo vydaní prekladu Sonetov (brali sme do úvahy druhé, zrevidované vydanie z roku 2007) stručný poznámkový aparát, v ktorom sa spomína aj sonet 135: „Ekvivalentom skrátenej formy Shakespearovho krstného mena je v slovenčine Vilo. Slovenčina v možnostiach pohrať sa s menom Vilo za angličtinou nezaostáva, najmä ak medzi ne zahrnieme zakončenia niektorých slovies v minulom čase (nastavila, postavila, či možnosť dvojakého fonetického čítania niektorých slov (vylochce – Vilo chce, výlov – Vilov)“ (Shakespeare, 2007, s. 190). Napriek sémanticky ochudobnenému výsledku je potrebné konštatovať, že Feldek zvolil funkčnú stratégiu v rámci ekvivalencie výrazovej stránky.

Od kritiky k tvorbe (pokus o autorské prekladové riešenie)

Kľúčovou pre uchopenie adekvátneho prístupu k prekladu takých náročných básnických textov, akými sú Shakespearove sonety 135 a 136, bola kapitola o básnickom preklade v Zajacovej publikácii *Pulzovanie literatúry* (1993). Zajac v nej tvrdí, že „preklad je možný práve preto, že vie pri optimalizovaných posunoch jednotlivých prvkov zachovať hybnú totožnosť textu originálu. Inak povedané: pri uchovaní principiálneho usporiadania básne nebudú jednotlivé zmeny zasahujúce jeho vnútornú mnohotvárnosť značiť zmenu celého textu. Jadro tvorivosti prekladu tvorí potom súhra uplatnenia koncepcnej tvorivosti autora a realizačnej tvorivosti prekladateľa“ (Zajac, 1993, s. 118 – 119). Cieľom sa teda stalo tvorivé uplatnenie takých prvkov, ktoré vo výrazovej rovine vystihnú pôvodné sonety, ako aj prvkov, ktoré umožnia osciláciu všetkých dominantných významových rovín a svojou vzájomnou súhrou vytvorí celok, ktorý bude „pulzovať“ v čo najväčšej zhode s pulzovaním Shakespearových sonetov. Na tieto účely sme zostavili kľúčové kompozičné body nášho prístupu k prekladu:

- Eufónia pôvodných sonetov musí byť v preklade uchovaná kvalitatívne aj kvantitatívne v porovnateľnej miere, na čo možno využiť slovo *will* a formové a kongruenčné gramatické morfémy slovies (*-i-l / -i-l-a*).
- Vnútný aj vonkajší rým musí byť kvalitatívne aj kvantitatívne zachovaný, ako horizontálne, tak aj vertikálne. Umiestnenie nemusí nevyhnutne priamo korešpondovať so zdrojovými textami, na zásadných miestach (prvé dvojveršie sonetu 135, pointa v oboch sonetoch) musí korešpondovať aj v umiestnení.
- Obe významové množiny, citová aj sexuálna, musia byť v preklade zachované, vrátane ich pridružených podmnožín. Najpravdepodobnejším riešením sú obmeny slov *túžba* a *chcieť*.
- Rovnovážna oscilácia významových množín je najzásadnejšou prioritou prekladu. Ideálny stav počíta s takým tvorivým uplatnením, ktoré umožní čitateľovi interpretovať významové množiny v preklade konotačne vyvážené aj bez potreby poznámky prekladateľa o slangových významoch slova *will*.
- Preklad má zahŕňať nielen významovú štruktúru celku, mal by obsahovať aj čo najväčší počet menších a izolovaných významových či výrazových odtieňov.
- Uplatnenie slovenskej tradície umeleckého prekladu síce nie je hlavnou prioritou, no v preklade ju treba zohľadniť a uplatniť. Ide predovšetkým o prístup k prekladu štruktúry verša (ponechať jambický pentameter, zohľadniť Shakespearove rytmické ozvláštnenia), striedanie mužských a ženských rýmov, pokus o maximálnu možnú čistotu rýmu, užší vzťah verša a vety, nadčasové znenie prekladu.
- Je dôležité, aby Shakespearovu tvorivú hravosť primerane odrážal aj preklad. Za každú cenu je však potrebné vyhnúť sa prílišnej vulgárnosti či oplzlosti pri tvorivej koncepcii sexuálnej roviny významu.
- Prekročenie kompetencie prekladateľa vo vzťahu k autorovi je neprípustné. Prekladateľ nie je autorom, jeho vlastná autorská tvorivosť môže v preklade cielene figurovať iba vtedy, keď je v najvyššej možnej miere „v službách“ tvorivosti autora básne.

Na základe uvedených bodov boli preklady oboch sonetov zhotovované a redigované, konečné redakcie boli posudzované externými čitateľmi, aby bola potvrdená neutrálna povaha oscilácie významov. Výsledné preklady budeme následne stručne analyzovať a komentovať, aby sme dospeli k záveru o funkčnom alebo nefunkčnom uplatnení kompozície:

135

Nech iné túžia, ty máš svojho Willa,
 ďalšieho Willa, do trojice k nim,
 hoc moja sila by ti vystačila,
 tá, ktorou ti vždy túžbu vyplníš.
 Ty, v túžbe ako nekonečná studňa,
 mňa by si zakaždým len odbila?
 K druhým si milá, nie však taká cudná,
 no prieči sa ti, čo máš od Willa?
 Dážď morská voda stále pohltila,
 aj v prebytku si rada dopĺňa:
 tak, ako more dážd', ty prijmi Willa
 a v hĺbke budeš v túžbe úplná.

Povedz im Nie! a opustí ich sila –

vedz, moja milá, v každom z nich máš Willa.

136

Ak v duši moju blízkosť odmietaš,
 dušuj sa slepej duši, že chceš Willa.
 Ved' duša vie, že nie som na príťaž,
 nech zvolí, aby si ma obdarila.
 Will ti chce studňu lásky naplňať,
 nuž, prijmi do nej hocakého Willa –
 v hĺbke, kde z iných piješ doplna
 by si už Willa ani necítila.
 Do tvojho zoznamu chcem patriť tiež,
 no iní sa doň taktiež môžu hlásiť.
 Nemaj ma za nič, iba vždy, keď chceš,
 sa mojou sladkosťou len smelo nasýť.

Miluj len moje meno, z plných síl,

a budeš milovať mňa – ja som Will.

V prvom bode koncepcie možno tvrdiť, že z kvantitatívneho hľadiska sa náš preklad priblížil k Shakespearovmu originálu takmer zhodne – dvanásťnásobná aliterácia v našom preklade oproti štrnásťnásobnej u Shakespeara v sonete 135, osemnásobná aliterácia v našom preklade oproti sedemnásobnej u Shakespeara v sonete 136. V rámci kvality aliterácií a rýmu dosahuje náš preklad potrebnú mieru eufónie, hoci oproti Feldekovmu prekladu nerozširuje horizontálny aj vertikálny rým o zhodnú morfému *-v* v slovesných formách (naše *Willa – sila – vystačila – atď.* v komparácii s Feldekovým *Vila – postavila – nastavila – víla – atď.*). Tento aspekt síce možno u Feldeka vnímať ako prejav precíznej práce s jazykom, jeho neuplatnenie v našom preklade však nepovažujeme za výrazové ochudobnenie rýmu, keďže základná požiadavka zvukovej zhody slabík nasledujúcich po jadre prízvuknej slabiky v rýmovke bola v každom prípade dodržaná, s malou obmenou dokonca aj v prípade mužského rýmu s trojslabičnými taktmi *odbila – od Willa* v sonete 135.

V rovine rýmovej výstavby náš preklad dokonca úspešne zachoval Shakespearovu rýmovú schému ABAB – CDCD – AEAE – AA v sonete 135, čo sa okrem Klásterského nepodarilo žiadnemu z českých či slovenských prekladateľov. Rýmovú schému sonetu 136 nebolo možné uchovať v nezmenenej podobe bez straty pravidelného striedania mužských a ženských rýmov, čo nielenže bolo jedným z bodov kompozície prekladu, ale narušila by sa údernosť a povaha pointy, ktorá si v tomto sonete priam „žiada“ mužský rým. Horizontálne rýmy sa pravidelne opakujú a dopĺňajú, a to nielen vo vertikálnom členení verša, ale aj na horizontálnej úrovni. Shakespeare síce používa vnútorný rým aj v troch členoch v rámci jedného verša (*Will – will – fulfill*) v sonete 136, avšak v závislosti od povahy rýmových členov by sme v slovenskom preklade riskovali hravosť hraničiacu s klišé; zredukovali sme preto počet rýmových členov vo verši na dva a ich rozmiestnenie sme prispôbili potrebám sémantickej výpovede. Za menší nedostatok možno považovať presahový rým (*naplňať – doplna*) v preklade sonetu 136, prípadne jednoslabičnú zhodu v rýmovke *odmietaš – na príťaž*, čo samo osebe nepopiera platné pravidlá tvorby rýmu v slovenskej poézii, no možno hovoriť o menej presnom rýme.

Najtvrším zápasom bol zápas o ekvivalenciu a vyváženú osciláciu oboch dominantných sémantických množín a im podradených prvkov. Po hĺbkovej interpretácii a jazykovej analýze pôvodných sonetov sme dospeli k záveru, že ak by bolo nevyhnutné niektorý z významov „obetovať“ v prospech celistvosti, hoci by sme s takou možnosťou počítali iba okrajovo, najslabšiu textovú oporu má v origináli ekvivalent *will – prianie*. Pri pátraní po kompenzačných možnostiach sa ako najschodnejšie riešenie ukázala prirodzená, a čiastočne generačne podmienená, dvojznačnosť slov *túžba, sila, hĺbka, plniť, pustiť, prijať*, ktorá umožňuje „nenápadné“, no z konotačného hľadiska dostatočne silné indikácie sexuálnej významovej roviny. Zároveň napomáha prepojiť významové bloky *will – vôľa – prianie – túžba*.

Pre ukotvenie komplexnej interpretovateľnej sexuálnej sémantiky v preklade sme považovali za nápadité a vhodné najst' jeden vhodný zástupný systém obraznosti, ktorý by dokázal konotovať binárnu opozíciu *cit – telo*, či bližšie *srdce – pohlavie*, a bez ktorého by sa preklad nevyhol prílišnej miere významového ochudobnenia. Shakespeare sám nepoužíva jednotný systém, svoje obrazové motívy v sonetoch 135 a 136 neopakuje; príčinu však opäť možno nájsť v jadre ich výstavby, ktorým je homonymia slova *will*. V takom prípade je väčšia miera centralizácie básnickej obraznosti vo vnútri každého zo sonetov aj naprieč nimi oprávnená, keďže je nevyhnutné ostatné požiadavky naplňať aj inými lexikálnymi jednotkami, než aké postačovali autorovi sonetov. Aby sme docielili funkčný ekvivalent v oboch rovinách, prijali sme taký, ktorý predostrel v sonetoch sám Shakespeare – obraz vody zo sonetu 135 a k nemu pridružené formy substantív a verb. Tým sme získali nielen funkčný a dvojznačný obraz pre dvojicu *srdce – vagina* pre použitie vo vzťahu k objektu v básňach (*hlbka* či *studňa*), ale aj dostatok slovesných foriem (*naplniť, doplna, vyplniť, pohltiť, piť*). Tie rozvíjajú systém, na druhej strane kompenzujú jednotnosť systému rozmanitosťou prekladu aliterácie verba *fulfill* v sonete 136, kde náš systém obrazu vody dominuje. Výsledok je tak živý, dynamický, funkčný a nesmeruje k výrazovej či významovej nivelizácii, hoci v dvanástom verši sonetu 136 dochádza ku konfrontácii obrazu jedla a pitia v podobe *sladkosti a nasýtenia sa*. Považujeme túto konfrontáciu za otázku, avšak napriek početnej konzultácii a revízii prekladu na tento aspekt ani jeden z recipientov neupozornil ako na problematiku, preto sme sa ho rozhodli ponechať.

Pokus o uchovanie výrazových a významových špecifik, ktoré sú v sonetoch 135 a 136 prítomné prevažne izolovane, nepredstavoval v procese prekladu prekážku transponovaniu celkového významu. Ťažiskovo išlo o dva problémy – dvojznačnosť slova *kill* v trinástom verši sonetu 135 a aliterácia slova *soul* umocnená eufóniou šumového konsonantu *s* v prvých štyroch veršoch sonetu 136. Povaha prvého z problémov spočíva vo svojej podstate opäť v konotačne erotickej dvojznačnosti, keďže verbum *kill* operovalo v dobovej angličtine nielen v rovine štandardného významového poľa usmrtenia, ale fungovalo aj ako slangový výraz pre dosiahnutie orgazmu. Túto dvojznačnosť neodráža ani jeden slovenský či český preklad sonetu, v našom preklade sme sa o to pokúsili. Prvotný výsledok vyzeral nasledovne: *Povedz im Nie! a budú celkom tuhi, / vedz, milá, Willa nenahradí druhý*. Nájsť funkčný ekvivalent nie je v slovenčine jednoduché, najmä, keď sú možnosti oklieštené potrebou zachovania opakujúcej sa rýmovej dvojice. Preto bola potrebná dodatočná revízia prekladu, v ktorej sme sa o dvojznačnosť pokúsili pomocou obrazu sily, ktorý sa už v preklade objavil v treťom verši. Tým sme obrazovo a významovo sonet ako celok prepojili, a tiež sme do značnej miery uchovali konotačnú dvojznačnosť.

Riešenie druhého problému sa môže javiť ako jednoduché, v skutočnosti si však vyžaduje komplexnú prácu s tvarovaním celého štvorveršia, vrátane práce s rýmom. Aj v tomto prípade prekladateľa obmedzuje potreba uchovania rýmu so slovom *will*, konkrétne v druhom a štvrtom verši, zároveň sa tu dá poľahky ocitnúť v neúprosnom zápase o priestor. Naše riešenie preto využilo, okrem opakovania substantíva *duša*, aj sloveso *dušovať sa* a pre umocnenie eufonickej výstavby pracovalo vo fonetickej rovine s hláskou *š* (*duša – dušuj sa – chceš – odmietaš – na príťaž*). V opačnom prípade by hrozilo, že čitateľ eufóniu prirodzene prehliadne a pozornosť upriami, aj to nie nevyhnutne, iba na opakovanie slova *duša*. Neprijemným dôsledkom je v našom prípade kvalita rýmovej dvojice v prvom a treťom verši sonetu (pozri vyššie).

Záver

Hranice možností umeleckého prekladu sú prinajmenšom také dynamické, ako je dynamický jeho zdrojový text a celá literatúra. Žiadny umelecký text nemožno prekladovo vyčerpať do takej miery, aby nebol možný jeho nový a adekvátny preklad. Rovnako to platí aj pre Shakespearove Sonety, ktoré neprestajne priťahujú živú pozornosť a tvorivé úsilie prekladateľov, a to najmä pre ich estetickú hodnotu a poetickú kvalitu. Svoju úlohu ale zohráva aj mimoriadne silná potreba prekladateľskej tvorivosti, ak sa má preklad svojou estetikou i poetikou priblížiť Shakespearovi.

Tá sa ukazuje aj v prekladoch sonetov 135 a 136. Ich polysémantická povaha so sebou prináša nemalé prekladové úskalia, ktoré sa môžu javiť ako zdanlivo neuchopiteľné v preklade. Tento príspevok sa pokúsil aspoň na väčšinu z nich poukázať a ponúknuť nielen náhľad do doterajších snáh českých aj slovenských prekladateľov Sonetov, ale aj praktické tvorivé riešenia všetkých problematických aspektov. Do akej miery sú naše riešenia adekvátne a reflektujú významové polia zdrojového textu, sme sa pokúsili komentovať v poslednej kapitole príspevku. Je však náročné pre prekladateľa udržať si dostatočný odstup od vlastného prekladu, aby ho mohol primerane zhodnotiť a analyzovať, tento príspevok preto cieľi aj k podnieteniu širšej vedeckej a tvorivej rozpravy k prekladu sonetov 135 a 136.

V závere možno iba dodať, že Shakespearove Sonety ako také si naďalej žiadajú a budú žiadať nové preklady. Nejde pritom iba o záber na potrebu tvorivosti prekladateľa, hoci tej možno čiastočne prisúdiť aj náš záujem o preklad Sonetov, ale najmä o potrebu predostrieť slovenskému čitateľovi Shakespeara ako básnika v celej jeho kráse a genialite; práve to sa stalo našou hlavnou inšpiráciou pre náš pokus o preklad. Pre preklad Shakespearových Sonetov ale univerzálne platí, že „si preklad Shakespearových Sonetov vyžaduje silnú prekladateľskú osobnosť“ (Andričík, 2013, s. 22). Nech, teda, tento súd nad nami môžu vďaka tomuto príspevku vyriešiť tí, ktorým pozícia sudcu právoplatne prináleží.

Literatúra

ANDRIČÍK, Marián, 2013. Preklad pod lupou. Levoča: Modrý Peter. ISBN 978-80-89545-22-3.

SHAKESPEARE, William, 1970. Sonety. Preklad Jan VLADISLAV. Praha: Mladá fronta. ISBN 23-120-70.

SHAKESPEARE, William, 2004. The Sonnets. Sonety. Preklad Martin HILSKÝ. Brno: Atlantis. ISBN 80-7108-252-X.

SHAKESPEARE, William, 2007. Sonety. Preklad Ľubomír FELDEK. Bratislava: Ikar. ISBN 978-80-551-1382-1.

ZAJAC, Peter, 1993. Pulzovanie literatúry. Bratislava: Slovenský spisovateľ. ISBN 80-220-0493-6.

**JARNEÁ ŠKOLA DOKTORANDOV UPJŠ 2025.
ZBORNÍK VEDECKÝCH PRÍSPEVKOV.**

Zostavovateľka: prof. MVDr. Monika Halánová, PhD.

Vydavateľ: Univerzita Pavla Jozefa Šafárika v Košiciach
Vydavateľstvo ŠafárikPress

Rok vydania: 2025
Rozsah strán: 302
Rozsah: 36,91 AH
Vydanie: prvé

ISBN 978-80-574-0409-5 (e-publikácia)

