

# SLOVENSKÝ KRAS

ACTA CARSOLOGICA SLOVACA

ROČNÍK 60  
ČÍSLO 1



Slovenské múzeum  
ochrany prírody a jaskyniarstva



ŠTÁTNA  
OCHRANA PRÍRODY  
SLOVENSKEJ REPUBLIKY

2022

Liptovský Mikuláš

**SLOVENSKÝ KRAS**  
**ACTA CARSOLOGICA SLOVACA**

Vedecký karsologický a speleologický časopis

Časopis vychádza dvakrát ročne

Evidenčné číslo: EV 3878/09

ISSN 0560-3137

**Editor / Editor**

doc. RNDr. Pavel Bella, PhD.

**Výkonný redaktor / Executive Editor**

Ing. Peter Holúbek

**Redakčná rada / Editorial Board**

**Predseda / Chairman**

doc. RNDr. Zdenko Hochmuth, CSc.

**Členovia / Members**

doc. RNDr. Pavel Bella, PhD., prof. RNDr. Pavel Bosák, DrSc., RNDr. Václav Cílek, CSc., RNDr. Ľudovít Gaál, PhD., prof. dr. hab. Michał Gradziński, Ing. Jozef Hlaváč, Ing. Peter Holúbek, doc. RNDr. Jozef Jakál, DrSc., RNDr. Vladimír Košel, CSc., prof. RNDr. Ľubomír Kováč, CSc., acad. prof. Dr. Andrej Kranjc, RNDr. Alexander Lačný, PhD., RNDr. Peter Malík, CSc., prof. Mgr. Martin Sabol, PhD., PhD. Marián Soják, PhD., prof. Ing. Michal Zacharov, CSc.

**Recenzenti / Reviewers**

doc. RNDr. Pavel Bella, PhD., prof. RNDr. Pavel Bosák, DrSc., doc. PaedDr. Patrik Derfiňák, PhD., doc. Mgr. Peter Fend'a, PhD., PhDr. Miroslav Kudla, RNDr. Jaroslav Lexa, CSc., Mgr. Rudolf Lénárt, PhD., doc. RNDr. Mgr. Ivan Hadrián Tuf, PhD.

**O B S A H – CONTENTS**

ŠTÚDIE A VEDECKÉ SPRÁVY – *SCIENTIFIC PAPERS*

*Pavel Bella, Ľudovít Gaál:*

Vulkanické pneumatogénne exhalačno-explozívne a expanzné jaskyne

*Volcanic pneumatogenic exhalation-explosive and expansion caves* ..... 5

*Tomáš Čeklovský, Monika Orvošová, Adrián Biroň, Csaba Tóth, Marián Soják, Jozef Šupinský:*

Nálezy fauny mamutej stepi z novoobjavených častí jaskyne Domica – Kľúčová dierka (Slovenský kras): interdisciplinárny prístup výskumu

*Findings of the Mammoth Steppe fauna from newly discovered parts of the Domica Cave – Kľúčová dierka (The Slovak Karst Mts.): an interdisciplinary approach to research* ..... 19

*Alexander Lačný, René Putiška, Juraj Halama, Ivan Dostál, Tamás Csibri, Bibiana Brixová:*

Využitie georadaru a štruktúrno-geologických metód pri výskume zaniknutého ústia Jaskyne Dezidera Horváta (Nitriansky kras)

*Use of georadar and structural-geological methods in the research of the extinct mouth of the Dezider Horvát Cave (Nitra Karst)* ..... 51

*Miloš Melega, Andrea Parimuchová, Peter Luptáčik, Tomáš Jászay, Vladimír Košel, Vladimír Čech, Anna Šestáková, Andrej Mock:*

Fauna bezstavovcov jaskýň planiny Galmus (Volovské vrchy)

*Invertebrate fauna of caves of the Galmus Plateau (Volovské vrchy Mts.)* ..... 63

*Zoltán Jerg:*

Pedagóg János Ede Hanvai a Dobšinská ľadová jaskyňa

*Teacher János Ede Hanvai and Dobšinská Ice Cave* ..... 93

SLOVENSKÝ KRAS ACTA CARSOLOGICA SLOVACA	60/1	5 – 18	LIPTOVSKÝ MIKULÁŠ 2022
--------------------------------------------	------	--------	------------------------

**ŠTÚDIE A VEDECKÉ SPRÁVY – SCIENTIFIC PAPERS**

**VULKANICKÉ PNEUMATOGÉNNE  
EXHALAČNO-EXPLOZÍVNE A EXPANZNÉ JASKYNE**

PAVEL BELLA<sup>1,2</sup> – ĽUDOVÍT GAÁL<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Štátna ochrana prírody Slovenskej republiky, Správa slovenských jaskýň, Hodžova 11, 031 01 Liptovský Mikuláš, Slovensko; pavel.bella@ssj.sk; ludovit.gaal@outlook.sk

<sup>2</sup> Katolícka univerzita v Ružomberku, Pedagogická fakulta, Katedra geografie, Hrabovská cesta 1, 034 01 Ružomberok; pavel.bella@ku.sk

**P. Bella, Ľ. Gaál: Volcanic pneumatogenic exhalation-explosive and expansion caves**

**Abstract:** In addition to the well-known lava tubes (pyroducts), also smaller syngenetic (primary) pneumatogenic caves resulted from a volcanic activity. This article gives an overview of the types of pneumatogenic exhalation-explosive and expansion caves and their basic characteristics. Exhalation-explosive caves: (I-1) Central chimneys and side branch conduits (unfilled volcanic vents) formed mostly in cinder (scoria) cones when emerging gases and vapors rise to the surface or explode just below the Earth's surface. Central simple or complex vertical chimneys open to the surface are referred as primary volcanic vents, side slanted conduits (with irregular wall hollows and rock protrusions) as secondary volcanic vents. (I-2) Bottle-shaped chimneys or pits inside spatter cones and hornitos. Expansion caves: (II-1) Subcrustal lava blister caves developed below the solidifying visco-elastic lava crust, mainly in basaltic lava (pahoehoe lava) due to the accumulation and pneumatic expansion of the released volcanic gases which could not overcome the lithostatic pressure of consolidating lava. (II-2) Spherical cavities (geode-like and simple bubble caves) enlarged due to the accumulation and pneumatic expansion of volcanic gases inside the solidifying lava flows (geode-like cavities were described also in the magma body or in basalt dyke, they can be classified as magmatic pneumatogenic caves). (II-3) Basal cavities originated at the contact of the basaltic lava flows, in some cases also the hot short and thick rhyolite lava flows (coulées) with the wet underlying rock basement when a large amount of released water vapor accumulated and expanded in the lower part of lava flow (structures of lava flow bottoms – spiracles and pipe vesicles). The last two mentioned subtypes are less frequent to sporadic. In Slovakia, volcanic exhalation-explosive caves in cinder cones (Sezam Cave in the Štiavnické vrchy Mountains, Ebeczkého jaskyňa, Studňa na Ragáči and Komín na Ragáči caves in the Cerová vrchovina Mountains) and expansion caves inside the andesite lava flow (Zlejkova diera Cave in the Štiavnické vrchy) and in the basal part of rhyolite lava flow contacted with the wet underlying rock basement (Delta Cave in the Štiavnické vrchy, lithologically and its dimensions significant not only in Slovakia but also in the world) are preserved in Miocene and Early–Middle Pleistocene volcanic formations of the Western Carpathians.

**Key words:** vulcanospeleology, primary cave, volcanic gas, spatter cone, hornito, lava blister, lava bubble

## ÚVOD

Syngenetické (primárne) vulkanické jaskyne, ktoré sa vytvárajú súčasne so vznikom a konsolidáciou vulkanických hornín počas aktívnej vulkanickej činnosti, patria medzi pozoruhodné prírodné javy dokladajúce geologický vývoj príslušnej oblasti. Najrozsiahlejšie a najznámejšie z nich sú vulkanické tunelové jaskyne (*lava tubes, pyroducts*), ktoré patria do skupiny tzv. rheogenetických jaskýň (od gréc. „rheo“ = tiecť – pozri Montoriol-Pous, 1973; Licitra, 1993). Okrem lávy a vulkanoklastického, resp. pyroklastického materiálu sú produktmi vulkanickej činnosti aj plynné exhaláty, ktorých účinkom vznikajú pneumatogénne jaskyne (od gréc. „pneuma“ = vdýchnuť – Licitra, 1993; v našej literatúre pozri

Tabuľka 1. Morfogenetické typy vulkanických exhalčno-explozívnych a expanzných jaskýň.  
Table 1. Morphogenetic types of volcanic exhalation-explosive and expansion caves.

Typ/genéza a morfológia	Miesto výskytu	Morfologický opis	
pneumatogénne exhalčno-explozívne jaskyne	jednoduché alebo zložité sopúchovité komíny ( <i>primary vents</i> )	centrálne časti troskových kužeľov	jednoduché, nadol rozširujúce sa komíny (flaškovité, resp. hruškovité až zvonovité) alebo nepravidelné vertikálne komíny s meniacim sa priemerom
	šikmé, spravidla komínovité jaskyne (odvetvujúce sa od sopúchovitých komínov)	postranné časti troskových kužeľov	šikmé „výduchové“ trubice s nepravidelnými dutinami a skalnými výčnelkami
	jednoduché rúrovité, flaškovité alebo zvonovité komíny vytvorené vystrekovanou lávou	vnútri <i>lava spatter-roofed cones</i>	jednoduché, nadol kónicky rozširujúce sa vertikálne komínovité dutiny
pneumatogénne expanzné jaskyne	pluzgierovité jaskyne	priamo pod tenkou kôrou lávových prúdov	nahor vyklenuté polosférické dutiny s viac-menej plochou podlahou
	geódovité, resp. bublinovité jaskyne	vnútri lávových prúdov	jednoduché guľovité alebo elipsoidné dutiny
	jaskyne nahor nadvávajúcích bublinovitých dutín, nahor zužujúce sa slzovité jaskyne	bazálna (spodná) časť lávových prúdov na kontakte s vlhkým podložím	jaskyne zložené z malých sférických dutín, prevažne nahor predĺžené (nahor vedúce „jazykovité“ zhluky mechúrikov – Waters, 1960)

Bella, 2011). Do tejto skupiny vulkanických jaskýň patria exhalčno-explozívne a expanzné jaskyne (Licitra, 1993). Motivujúcou silou a hlavným činiteľom explozívnej vulkanickej aktivity sú plyny (Bullard, 1962; Walker, 1973; Slezin, 2003; Shinohara, 2008 a ďalší).

Kým vulkanické exhalčno-explozívne jaskyne vznikajú spravidla v sopečných kužeľoch výronmi alebo podpovrchovými výbuchmi vulkanických plynov a pár (Gaál a Eszterhás, 1990; Galvánek a Gaál, 1995 a ďalší) alebo v kužeľoch vytvorených vystrekujúcou lávou (Ollier, 1964; Wood, 1976a, b; Skinner, 1993; Webb et al., 1993 a ďalší), expanzné jaskyne sa vytvárajú pod kôrou lávového prúdu (Wentworth a Macdonald, 1953; Ollier, 1962; Montoriol-Pous a DeMier, 1970; Gibson, 1974; Grimes, 2008 a ďalší), zriedkavejšie v jeho vnútri (Bleahu, 1982 a ďalší), ale aj na kontakte horúcej lávy s vlhkým podložím (Waters, 1960; Azizbekjan et al., 1987; Pošteková, 2011; Gregorová a Lexa, 2017).

V tomto príspevku sumarizujeme základné poznatky o vulkanických exhalčno-explozívnych a expanzných jaskyniach (expanzné jaskyne sa ďalej delia podľa miesta ich vzniku). Čiastočne pritom využívame aj najnovšie poznatky získané z výskumu takýchto jaskýň na území Slovenska.

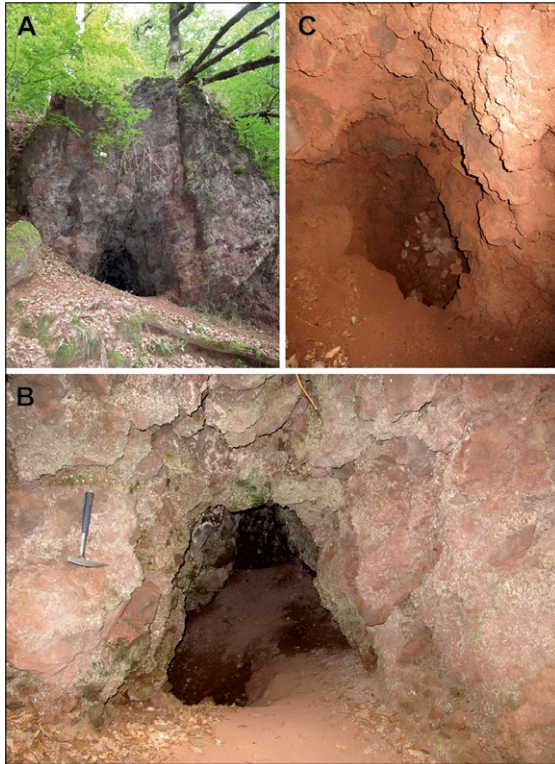
## VULKANICKÉ EXHALAČNO-EXPLOZÍVNE JASKYNE

Exhalčno-explozívne jaskyne zodpovedajú svojim vznikom exhalčno-explozívny komínom a bočným prieduchom v troskových sopečných kužeľoch alebo komínom v menších troskových kužeľoch, vytvoreným explozívne vystrekovanou lávou následkom uvoľňujúcich sa plynov alebo plynov hromadiacich sa pod stuhnutou lávou kôrou (Licitra, 1993).

**Sopúchové komíny a bočné komínovité jaskyne v troskových kužeľoch.** Vytvárajú sa prudkým únikom a explóziou vulkanických plynov a pár, najmä v aglutinátach lávových útržkov a bômb troskových kužeľov – v centrálnych sopúchoch, resp. diatrémach vyplnených sopečnými brekciami, ako aj v bočných (sekundárnych) prieduchoch, a to prevažne v blízkosti zemského povrchu alebo tesne pod ním (Burbank, 1956; Gaál a Eszterhás, 1990; Licitra, 1993; Galvánek a Gaál, 1995; Noskova a Dubljanskaja, 2004 a ďalší). Plyny a pary sa uvoľňujú z lávy v dôsledku dekompresie pri jej priblížení k zemskému povrchu.

Vulkanické exhalčno-explozívne jaskyne morfológicky predstavujú sopúchové komíny (potenciálne veľmi hlboké, avšak na speleologický prieskum zväčša veľmi obťažné až rizikové), postranné šikmé, prevažne strmé „výduchové“ dutiny otvorené na povrch alebo úplne uzatvorené dutiny, ktoré sa odhalia až pri denudácii sopečnej štruktúry. V pozdĺžnom smere sa veľkosť takýchto podzemných priestorov mení, striedajú sa užšie a širšie úseky komínov, miestami aj so sieňovitými až dómovitými komorami. Na stenách mávajú nepravidelné bočné dutiny a skalné výčnelky. V uzatvorených explozívnych dutinách sa často vytvárali exhalčné minerály a povlaky.

Sopúchové komíny v troskových kužeľoch sú zväčša hlboké niekoľko metrov až desiatok metrov, niektoré aj viac ako 100 m, napr. na Azorských ostrovoch (Borges et al., 1992; Forjaz et al., 2008 a ďalší), ojedinele dokonca viac ako 200 m, napr. na Islande (Stefánson, 1992). Spôsobom vzniku sa sopúchové komíny v troskových kužeľoch odlišujú od sopečných komínov a iných výlevných komínovitých dutín, ktoré vznikli rozšírením trhlín vystupujúcou lávou pri efuzívnej erupcii (dostatočne priepustná magma umožní vypudenie plynových bublín, čo potláča fragmentáciu magmy) a jej následným poklesom (Gadányi, 2010 a ďalší). Šachtovité dutiny v sopúchoch efuzívnych sopiek na Havajských ostrovoch presahujú hĺbku 300 m (White, 2005; Kempe, 2012a, b, 2019 a ďalší). Vytváranie a vyplňovanie sopúchov je dynamický a občasný opakujúci sa proces, ktorý spôsobuje zmeny morfológie vulkánov v priebehu niekoľkých hodín, dní, desaťročí až storočí (Harris, 2009; Siebert et al., 2010).



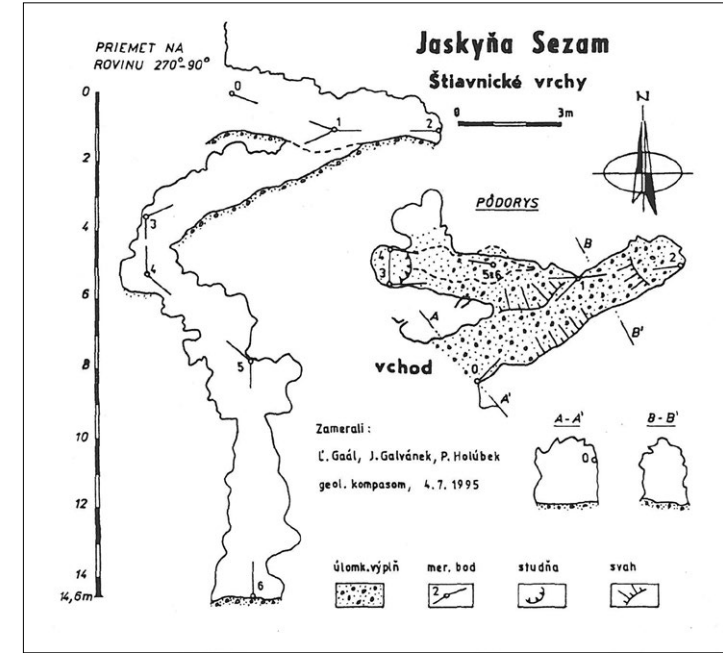
Obr. 1. Jaskyňa Sezam, Štiavnické vrchy: A – otvor na povrch; B – vstupná časť jaskyne; C – komín s ostrohranými skalnými výčnelkami. Foto: P. Bella  
 Fig. 1. Sezam Cave, Štiavnické vrchy Mountains: A – opening to the surface; B – entrance part of the cave; C – chimney with sharp-edged rock protrusions. Photo: P. Bella

Vulkanické exhalačno-explozívne jaskyne preskúmané v Západných Karpatoch dosahujú dĺžku približne do 25 m (Gaál a Eszterhás, 1990; Galvánek a Gaál, 1995; Gaál, 1999; Eszterhás et al., 1997; Eszterhás, 2004; Gaál a Balciar, 2008 a ďalší). Predstavujú fragmenty pôvodne dlhších jaskýň. Známe sú zo Štiavnických vrchov a Cerovej vrchoviny. Najlepším príkladom je jaskyňa Sezam (dlhá 26,4 m a hlboká 14,6 m) pri Tekovskej Breznici na západnom okraji Štiavnických vrchov, vytvorená v bazaltovom troskovom kuželi sopky Putikov vršok (Galvánek a Gaál, 1995; Gaál, 1999; obr. 1 a 2), najmladšej na Slovensku, pochádzajúcej zo stredného pleistocénu (Konečný et al., 1995; Šimon a Halouzka, 1996; Šimon a Maglay, 2005; Chernyshev et al., 2013). Ďalšími našimi exhalačno-explozívnymi jaskyňami sú Ebeczkého jaskyňa, Studňa na Ragáči a Komín na Ragáči v strednopleistocénnom bazaltovom troskovom kuželi vo východnej časti Cerovej vrchoviny. Už Jugovics (1944) považoval prvé dve za pozostatky spevnených dutín po výronoch vulkanických plynov a pár.

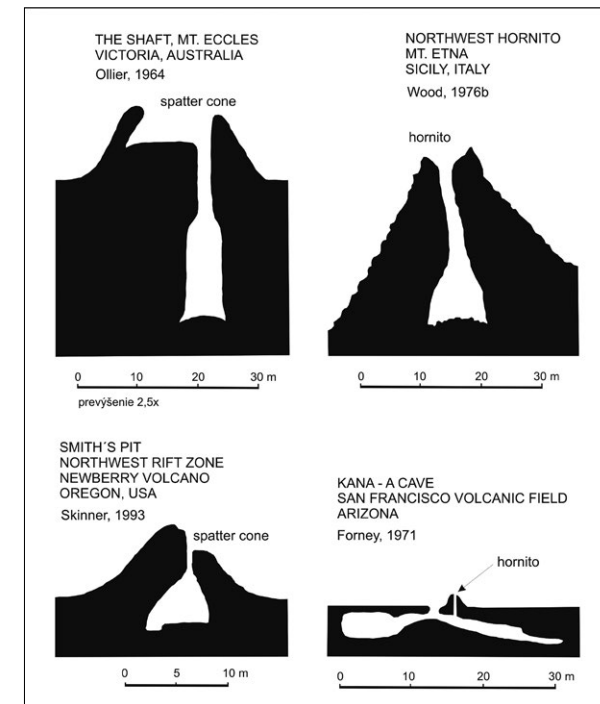
**Vulkanické komíny v kuželoch vytvorených vystrekovanou lávou.** Predstavujú vertikálne komíny alebo komínovité dutiny vnútri strmých lávových kuželov *spatter cones* a kuželovitých kôp *hornitos* (obr. 3). Ich horné otvory ústia na zemský povrch.

*Spatter cones* vznikli hromadením a tuhnutím lávy explozívne vystrekovanej (vyprskávanej) z pukliny alebo prieduchu napojeného na hlbinný zdroj magmy – *spatter-roofed fissure vent* (Wolff a Sumner, 2000; Sumner et al., 2005; Fodor a Németh, 2015 a ďalší). Ich komíny (*spatter cone chimneys*, resp. *spatter cone pits*) sú hlboké aj niekoľko desiatok metrov. Kým priemer povrchových otvorov je zväčša okolo 1 až 2 m, v spodnej časti sa komíny fľaškovo rozširujú (Russell, 1902, 1903; Ollier, 1964; Taylor, 1965; Nieland, 1970; Macdonald, 1972; Wood, 1976a; Skinner, 1993; Webb et al., 1993; Boreham et al., 2018 a ďalší). Dno niektorých preskúmaných komínov je vo väčšej hĺbke ako spodný okraj kuželov „nastriekaných“ nad okolitý terén (pozri Ollier a Joyce, 1973).

Menšie kuželovité kopy *hornitos* („rúrovité“ kopy) vytvorila láva vytláčaná, resp. explozívne vystrekovaná z lávovej trubice cez prasklinu v kôre stuhnutej nad pulzujúcim lávovým prúdom, zväčša v miestach nad zvodnenými sedimentmi (Macdonald, 1967; Cas a Wright, 1988; Kauahikaua et al., 2003; Gao et al., 2010; Németh, 2015; Boreham et al., 2018; Rader et al., 2018 a ďalší). Preto sa označujú ako *rootless lava spatter cones*. Dominantne sa vytvárajú na povrchu prúdov bazaltovej *pahoehoe* lávy. Komíny v *hornitos*



Obr. 2. Mapa a bočný priemet jaskyne Sezam, Štiavnické vrchy.  
 Fig. 2. Map and side projection of the Sezam Cave, Štiavnické vrchy Mountains.



Obr. 3. Príklady vulkanických komínov v *spatter cones* a *hornitos* (podľa Skinnera, 1993, upravené).  
 Fig. 3. Examples of volcanic chimneys inside *spatter cones* and *hornitos* (after Skinner, 1993, modified).

boli preskúmané v Arizone, Oregone a na Havajských ostrovoch (USA), na Etne (Sicília, Taliansko), Kanárskych ostrovoch (Lanzarote), Islande, v Mexiku i Číne – dosahujú hĺbku do 10 až 30 m (Wentworth a Macdonald, 1953; Forney, 1971; Wood, 1976b; Licitra, 1993; Skinner, 1993; Webb et al., 1993; Gadányi, 2007, 2008b, 2010; Seibe et al., 2009; Wood a Zhang, 2010; Sauro et al., 2019 a ďalší). V porovnaní s komínmi vnútri *spatter-roofed cones* sa spravidla smerom nadol kónicky nezväčšujú, odvrchu nadol majú zväčša rúrovitý tvar (Gates a Ritchie, 2007). Avšak na Islande opisuje Gadányi (2010) *hornito caves*, ktoré sa od horného otvoru ústiaceho na povrch (s priemerom 0,5 až 1,5 m) smerom nadol dómovito zväčšujú (na dne s priemerom až do 5 m). Ich dno leží 0,5 až 1 m nižšie ako okolitý terén. Spodná rozšírená časť komína zvyčajne predstavuje zvyšok alebo kupolovitú vyvýšeninu lávového tunela, nad ktorou sa vytvorilo samotné *hornito* (Wood, 1976b; Halliday, 2004a; pozri tiež Skinner, 1993; obr. 3, vpravo hore).

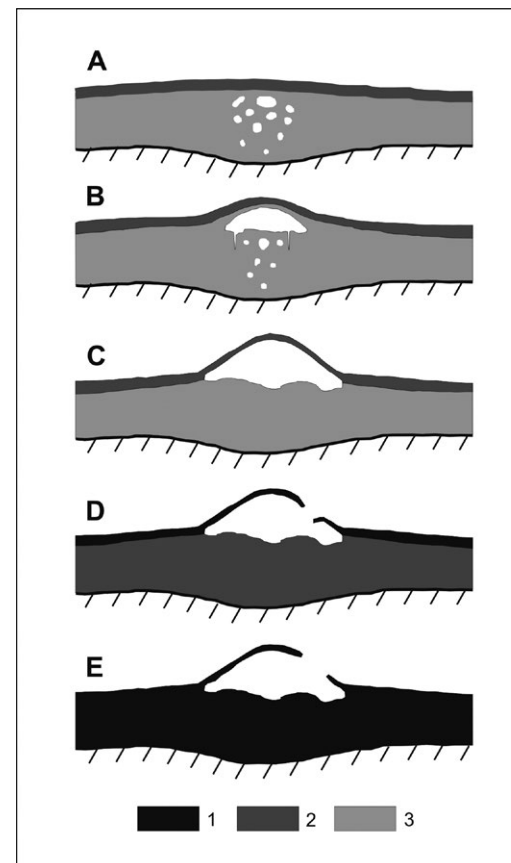
## VULKANICKÉ EXPANZNÉ JASKYNE

Vznikajú pneumatickou expanziou uvoľňujúcich sa vulkanických plynov, ktoré prekročením litostatického tlaku v láve vytvárajú bubliny, až kým sa tlak v bubline nevyrovná litostatickému tlaku v konsolidujúcej sa láve (nielen v základných lávových prúdoch). Vznik pneumatogénnych expanzných jaskýň je podmienený veľkým množstvom plynov, ktoré expanzným tlakom vyklenú nadložnú časť vulkanických produktov s dostatočne vysokou viskozitou a plasticitou. Vysoká viskozita nedovolí hromadiť sa plynom uniknúť, plasticita umožní tvarovú deformáciu pred utužením telesa (Licitra, 1993). Kempe (2012a, b, 2019) označuje vulkanické pneumatogénne expanzné jaskyne termínom *partings*, uvažujúc, že pozdĺž plynových bublín v lávovom telese sa môže jeho vrchná časť horizontálne odlúčiť a vplyvom laterálneho tlaku vyklenúť. V anglickej terminológii sa zvyknú uvádzať ako *bubble*, resp. *blister caves* (pozri ďalej), v nemeckej terminológii ako *Blasenhöhlen* (Kyrle, 1923; Trimmel, 1968; Bögli, 1978).

Podľa miesta vzniku v rámci lávových prúdov sa vulkanické pneumatogénne expanzné jaskyne delia na tri subtypy, ktoré sa navzájom odlišujú aj morfológicky:

**Podkôrové pľuzgierovité jaskyne.** Vznikajú akumuláciou a pneumatickou expanziou uvoľňujúcich sa plynov pod tuhnutou viskóznou-elastickou lávovou kôrou, najmä v bazaltových prúdoch tvorených lávou typu *pahoehoe*. Keďže majú „pľuzgierovitý“ tvar, prevažne sa označujú ako *lava blisters* alebo *lava blister caves* (Skeats a James, 1937; Wentworth a Macdonald, 1953; Ollier, 1962; Gibson, 1974; Wood, 1976a; Larson, 1993; Webb et al., 1993; White, 2005; Gadányi, 2007, 2008a a ďalší). Grimes (2008) ich označuje ako *gas blisters* – terminologicky odlišujúc od ním opísaných *subcrustal lava blisters*, ktoré vznikli infláciou tekutej lávy, neskôr poklesnutej a odtečenej spod vzdutej a stuhnutej lávovej kôry (pozri „tumulusové“ jaskyne – Gadányi, 2008a; Bella, 2011 a ďalší).

Pľuzgierovité jaskyne predstavujú nízke a relatívne široké pripovrchové dutiny (pod mierne vyklenutou lávovou kôrou) s oválnym pôdorysom, ktorých priemer je zväčša okolo 1 m, prípadne i väčší (Larson, 1992 a ďalší; obr. 4). Výnimočne veľká jaskyňa Abo Dome v južnom Idaho (USA) dosahuje priemer 4 až 5 m (Larson, 1993). Najväčšie a najpočetnejšie pľuzgierovité jaskyne na svete sú v oblasti Fentale – Metehara na hlavnom etiópskom rifte – zdokumentovaných 639 *blisters* a *blister caves* na ploche 80 km<sup>2</sup> medzi južným úpäťm sopky Fentale a severným brehom jazera Beseka (Belay a Asrat, 2021). Vznikli kupolovitým vyklenutím fluidných pyroklastických tokov v dôsledku tlaku plynov zachytených v postupujúcom toku a následným porušením niektorých dutých kupol (Gibson, 1974).



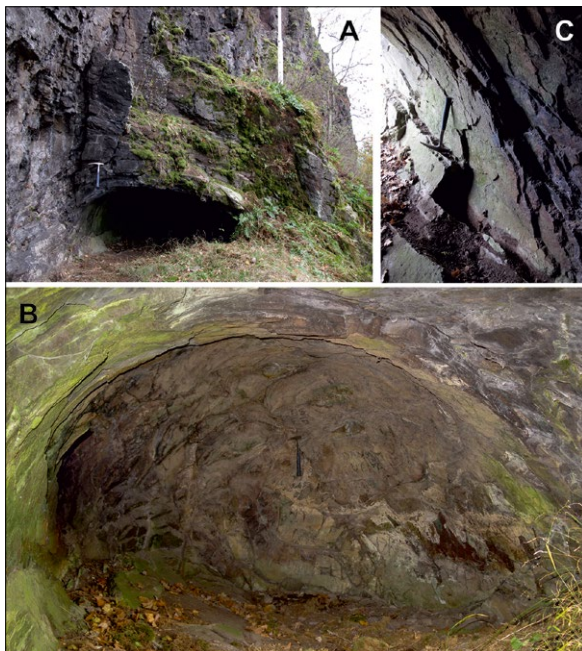
Obr. 4. Hlavné fázy vývoja lávových pľuzgierovitých jaskýň: A – akumulované bubliny plynu vystupujú k polostuhnutej viskoelastickej povrchovej lávovej kôre; B – spojené bubliny plynu expandujú pod kôrou a napučávajú ju nahor; C – klenbovitá povrchová kôra stuhne skôr, ako láva poklesne; D – tenká kôra praská kontrakciou v dôsledku jej ochladzovania, menej stabilné stropné časti dutiny sa zrúti; E – viac stabilná časť of klenbovitej kôry sa zachová. 1 – stuhnutá bazaltová láva; 2 – polostuhnutá bazaltová láva; 3 – tečúca bazaltová láva (Gadányi, 2008).

Fig. 4. Main stages of the development of lava blister caves: A – accumulated gas bubbles ascend to the semi-solidified viscoelastic surface lava crust; B – joined gas bubbles expand below the lava crust and swell it up; C – the arched surface crust solidifies before the lava sinking back; D – the thin crust cracks by contraction due to its cooling, less stable roof parts of the cavity collapse; E – more stable parts of the arched crust remain. 1 – solidified basalt lava; 2 – semi-solidified basalt lava; 3 – flowing basalt lava (Gadányi, 2008).

Syngenetické balónovité dutiny sa tvoria aj na oceánskom dne. Majú elipsoidný tvar a rozmery od 0,5 m až do 3 m. Sú výsledkom zachyteného magmatického plynu vytláčaného nahor cez tuhnutú bazaltovú lávu. Počas niektorých podmorských erupcií stúpajú na morskú hladinu, kde po niekoľkých minútach vznášania absorbujú vodu a klesajú späť na morské dno (Kueppers et al., 2012; Lipuma, 2017).

**Bublinovité jaskyne vnútri lávových prúdov.** Jednoduché geodovité dutiny a jaskyne vznikajú v miestach koncentrácie a expanzie plynov uvoľnených v hlbších častiach lávového telesa, prípadne aj v bazaltových dajkách (Gadányi, 2010). Od pľuzgierovitých jaskýň sa líšia hlbšou pozíciou v lávovom prúde a absenciou vyklenutia povrchovej lávovej kôry. Za geodovú dutinu s opálovou mineralizáciou sa považuje jaskyňa Pestera de Opal v pohorí Gurghiu (Východné Karpaty) v Rumunsku (Bleahu, 1982), o jej vzniku pneumatickou expanziou plynov píše Tulucan (1984 in Eszterhás et al., 1997). Jaskyne, ktoré tvarom pripomínajú gigantické geódy, sa však vytvorili najmä v magmatických kryštallických horninách (Dubljanskij a Andrejčuk, 1989; Holler, 2019). V našej literatúre písal o „bublinových dutinách“ vytvorených počas tuhnutia „žeravej magmy“, ktoré sú vyzdobené početnými kryštálmi, zo speleologického hľadiska už Volko-Starohorský (1935).

Tlak uvoľňujúcich sa plynov môže dotvárať aj morfológiu lávových tunelových jaskýň. Ich stropné časti sú miestami kupolovito vyklenuté nielen tlakom prúdiacej lávy, ale aj uvoľňujúcich sa plynov (Larson, 1992 a ďalší).



Obr. 5. Zlejkova diera, Štiavnické vrchy: A – otvor na povrch; B – sférická dutina v andezitovom lávovom prúde (zadná časť jaskyne); C – zakrivené andezitové dosky na stene. Foto: P. Bella

Fig. 5. Zlejkova diera Cave, Štiavnické vrchy Mountains: A – opening to the surface; B – spherical cavity in the andesite lava flow (the end part of the cave); C – curved andesite slabs on the wall. Photo: P. Bella

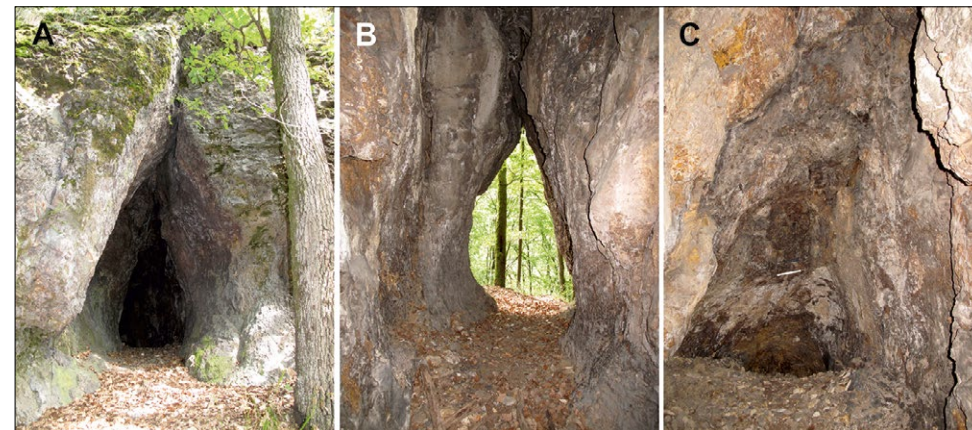
Podobu jednoduchých bublinovitých jaskýň má aj Zlejkova diera na juhozápadnom okraji Štiavnických vrchov, ktorá pravdepodobne vznikla tlakovou expanziou plynu uvoľňujúceho sa z chladnúcej a tuhnucej lávy (obr. 5). V rámci strednomiocénneho andezitového prúdu (z konca bádenu až sarmatu) sa vytvorila asi 20 m nad jeho spodným okrajom (v pokročilom štádiu tuhnutia lávového prúdu), poníže rozhrania bazálnej časti prúdu s doskovitou odlučnosťou a vyššie položenou časťou prúdu s blokovou odlučnosťou (Bella a Gaál, 2019).

Ďalšou podobnou jaskyňou je Gregorova diera v juhozápadnej časti Štiavnického stratovulkánu v Horšianskej doline v severnej časti Ipeľskej pahorkatiny (Holúbek et al., 2020). Predstavuje jednoduchú, mierne elipsoidnú dutinu s priemerom 3,5 × 2,5 m v tmavosivých doskovitých andezitoch, 20 m pod povrchom lávového prúdu. Zaujímavý je tu aj výskyt úzkej a nízkej, avšak

značne predĺženej dutiny pod jaskyňou, ktorá sa nesporne takisto vytvorila nahromadením vulkanických plynov, avšak v pohybujúcej sa andezitovej láve.

**Zložité bublinovité, spravidla nahor predĺžené jaskyne v bazálnej časti lávových prúdov.** Vytvárajú sa na kontakte lávového prúdu s vlhkým podložím (Waters, 1960; Azizbekjan et al., 1987; Pošteková, 2011; Gregorová a Lexa, 2017). Rovnako ako geodovité jaskyne vnútri lávových prúdov predstavujú aj tieto jaskyne menej početnú a menej známu skupinu vulkanických pneumatogénnych expanzných jaskýň.

Vzácnym až unikátnym príkladom je jaskyňa Delta v Kapitulských bralách v severozápadnej časti Štiavnických vrchov, vytvorená v ryolitovom lávovom prúde zo stredného miocénu (z vrchného sarmatu až spodného panónu). Dosahuje dĺžku 9,5 m, v najvyššom mieste je vysoká takmer 7 m (v priečnom profile miestami so slzovitým tvarom). Pravdepodobne predstavuje megabublinu, resp. megavezikulu po uniknutom plyne, najmä vodnej pary (Pošteková, 2011; Gregorová a Lexa, 2017). Bublinovité dutiny sú jedným zo základných štruktúrnych znakov krátkych a hrubých ryolitových lávových prúdov (tzv. *coulees*). Zväčša sú veľké iba od niekoľkých milimetrov po desiatky centimetrov, morfológicky predstavujú nahor vedúce „jazykovité zhluky mechúrikov“ (Waters, 1960). Oblé steny a slzovitý tvar jaskyne Delta so sklovitým povrchom a paralelnou odlučnosťou indikujú rozťahovanie dutiny pri expanzii a stúpaní plynovej bubliny (obr. 6). Po kontakte horúceho ryolitového lávového prúdu s vlhkým podložím sa pravdepodobne uvoľnilo veľké množstvo vodnej pary,



Obr. 6. Jaskyňa Delta, Štiavnické vrchy: A, B – vchod slzovitého tvaru; C – sférické tvary na báze ryolitového lávového prúdu, zadná časť jaskyne (mierka – geologické kladivo v strede sférickej dutiny, zvýraznené šikmou bielou líniou). Foto: P. Bella

Fig. 6. Delta Cave, Štiavnické vrchy Mountains: A, B – teardrop-shaped entrance; C – spherical shapes on the base of rhyolite lava flow, the end part of the cave (scale – geological hammer in the middle of spherical cavity, highlighted by slanted white line). Photo: P. Bella

ktorá sa naakumulovala v spodnej časti lávového prúdu a tlakovým rozpínaním vytvárala abnormálne veľké dutiny, v ktorých následne skondenzovala (Pošteková, 2011; Gregorová a Lexa, 2017). V podloží ryolitového telesa (bývalého lávového prúdu), na báze ktorého je vytvorená jaskyňa Delta, sú svetlé vulkanické tufy. Početné, avšak menšie dutiny sformované bývalými vulkanickými plynmi sú aj pri vchode do jaskyne Delta i v jej blízkom okolí.

Azizbekjan et al. (1987) opisujú syngenetické lávové balónovité (gul'ovité) dutiny v juhovýchodnej časti Arménska, ktoré sa vytvorili na kontakte lávového prúdu s podložnými horninami – najmä v miestach, kde lávový prúd nemá veľkú hrúbku. Ich priemer je do 10 až 12 m. Na povrchu sú odkryté v roklinách a iných zníženinách vyhlbených vodnými tokmi.

Koncom roku 2021 P. Prakfalvi a Ľ. Gaál preskúmali v pohorí Cserhát v severnom Maďarsku jaskyňu Szentkúti-barlang v bazálnej časti strednomiocénneho andezitového lávového prúdu, ktorá sa najpravdepodobnejšie vytvorila odvetrávaním a spájaním viacerých menších syngenetických bublinovitých dutín. Tým druhotne vznikla väčšia dutina dlhá 9 m s maximálnou výškou do 3 m. Andezit v jej zadnej časti je propylitizovaný, t. j. hydrotermálne zmenený následkom vystupujúcej horúcej vody. Tesne nad jaskyňou sa zachovali brekcie a aglutináty, ktoré boli pôvodne zrejme vytrhávané náhle vystupujúcimi vodnými roztokmi. Podobným spôsobom sa z vytrhávaných polotekutých útržkov môžu na povrchu lávového prúdu vytvárať „hornitové“ kopy (pozri Gadányi, 2008b a ďalší). V okolí tejto jaskyne, podobne ako v prípade jaskyne Delta v Štiavnických vrchoch, sa nachádzajú ďalšie menšie dutiny tvorené vystupujúcou horúcou vodou.

V rámci doterajších genetických klasifikácií a súborných opisov vulkanických, resp. pseudokrasových jaskýň (Maximovič, 1974; Wood, 1976a; Gaál a Bella, 1994; Halliday, 2004b; White, 2005; Gadányi, 2008c; Kempe, 2012a, b, 2019; Bella a Gaál, 2013; Holler, 2019 a ďalší), ale aj samotných vulkanických pneumatogénnych jaskýň (Licitra, 1993) sa expanzné jaskyne vytvorené na báze lávových prúdov na kontakte s vlhkým podložím neuvádzajú. Bella (2011) ich spomína v rámci vulkanických expanzných jaskýň na základe správy Azizbekjana et al. (1987). Vzhľadom na dominantné geologické zameranie výskumov sa tieto jaskyne predtým opisovali viac-menej okrajovo a menej súborne, navyše prevažne

vo vedeckej literatúre nezameranej priamo na speleológiu či vulkanospeleológiu. Z nášho prehľadu vidieť, že pri skúmaní a spoznávaní týchto menej známych a zriedkavejších vulkanických jaskýň boli veľkým prínosom aj výskumy Poštekovvej (2011), resp. Gregorovej a Lexu (2017) v oblasti rhyolitových vulkanitov Štiavnických vrchov.

## ZÁVER

Na Slovensku sa od čias aktívneho vulkanizmu zachovali pneumatogénne explozívne jaskyne (Sezam v Štiavnických vrchoch, Ebeczkého jaskyňa, Studňa na Ragáči a Komín na Ragáči v Cerovej vrchovine) a pneumatogénne jaskyne vnútri lávových prúdoch (Zlejškova diera a Gregorova diera v Štiavnických vrchoch) aj v ich bazálnych častiach na kontakte s vlhkým podložíom (jaskyňa Delta v Štiavnických vrchoch). Tieto tri typy jaskýň sú samozrejme neoddeliteľnou súčasťou inovovanej genetickej klasifikácie jaskýň na Slovensku (Bella, 2016). Pneumatogénne podkôrové pľuzgierovité jaskyne (*blister caves*) a ani vulkanické komíny v kuželoch vytvorených z vystrekovanej lávy nie sú z nášho územia známe, pravdepodobne sa nezachovali (mohli byť zničené počas mladšej denudácie terénu).

Napriek nevelkým rozmerom našich syngenetických vulkanických jaskýň im treba venovať náležitú pozornosť, najmä zabrániť ich zničeniu, pretože dokladujú jednu z hlavných etáp geologického vývoja Slovenského stredohoria a Matransko-slanskej oblasti Západných Karpát.

**Pod'akovanie:** Za cenné rady a pripomienky ďakujeme recenzentovi RNDr. Jaroslavovi Lexovi, CSc., z Ústavu vied o Zemi SAV v Bratislave.

## LITERATÚRA

- Azizbekjan O. G., Vanjan R. A., Vardanjan G. O. & Chodkarjan D. G., 1987. Vulkanické peščery jugovostočnej časti Armjanskej SSR. Problemy izučenia, ekologii i ochrany peščer. Tezisy dokladov. Kiev, 41–42
- Belay D. & Asrat A., 2021. GIS-Based Susceptibility Mapping of the Fentale–Metehara Blisters and Blister Caves in the Main Ethiopian Rift: Implications for Their Conservation. *Geohéritage*, 13, 1, 15.
- Bella P., 2011. Genetic types of jaskýň. *Verbum*, Ružomberok, 220 s.
- Bella P., 2016. Jaskyne na Slovensku – geneticke typy a morfológia. *Verbum*, Ružomberok, 124 s.
- Bella P. & Gaál L., 2013. Genetic types of non-solution caves. In Filippi M. & Bosák P. (Eds.): *Proceedings of the 16<sup>th</sup> International Congress of Speleology (July 21 – 28, 2013, Brno, Czech Republic)*, volume 3, 237–242.
- Bella P. & Gaál L., 2019. Zlejškova diera – syngenetická vulkanická jaskyňa na juhozápadnom okraji Štiavnických vrchov. *Aragonit*, 24, 1, 18–21.
- Bleahu M., 1982. Relieful carstic. *Editura Albatros, București*, 296 s.
- Bullard F. M., 1962. *Volcanoes in History, in Theory, and in Eruption*. University of Texas Press, Austin, 441 s.
- Boreham F., Cashman K., Rust A. & Höskuldsson Á., 2018. Linking lava flow morphology, water availability and rootless cone formation on the Younger Laxá Lava, NE Iceland. *Journal of Volcanology and Geothermal Research*, 364, 1–19.
- Borges P. A. V., Silva A. & Pereira F., 1992. Caves and pits from the Azores with some comments on their geological origin, distribution, and fauna. In Rea G. T. (Ed.): *Proceedings of the 6<sup>th</sup> International Symposium on Vulcanospeleology (Hilo, Hawaii, August 1991)*. National Speleological Society, Huntsville, Alabama, USA, 121–151.
- Bögli A., 1978. *Karsthydrographie und physische Speläologie*. Springer, Berlin – Heidelberg – New York, 292 s.

- Burbank W. S., 1956. Principles of formation of chimney-like vents in shallow volcanic environments. United States Department of the Interior, Geological Survey, Trace Elements Investigations Report, 711, 22 s.
- Cas R. A. F. & Wright J. V., 1988. *Volcanic Successions: Modern and Ancient*. Chapman & Hall, London – Weinheim – New York – Tokyo – Melbourne – Madras, 528 p.
- Dublanskij V. N. & Andrejčuk V. N., 1989. *Speleologija (terminologia, svjazi s drugimi naukami, klassifikacija polostej)*. Uraľskoe otdelenie AN SSSR, Kungur, 33 s.
- Eszterhás I., 2004. Durch Exhalation entstandene Höhlen im Karpatenbecken. In Gaál L. (Ed.): *Proceedings of the 8<sup>th</sup> International Symposium on Pseudokarst, Teplý Vrch 26. – 29. 5. 2004*. SSJ, Liptovský Mikuláš, 7–13.
- Eszterhás I., Gaál L. & Tuculan T., 1997. Caves in the volcanic rocks of the Carpathian Ranges. In Eszterhás I. & Sárközi Sz. (Eds.): *Proceedings of the 6<sup>th</sup> International Symposium on Pseudokarst, Galyatető 1996*. Isztimér, 136–157.
- Fodor E. & Németh K., 2015. Spatter cone. In Hargitai H. & Kereszturi Á. (Eds.): *Encyclopedia of Planetary Landforms*. Springer, New York, NY, 2028–2033.
- Forjaz V. H., Nunes J. C. & Barcelos P., 2008. “Algar do Carvão” volcanic pit, Terceira island (Azores): geology and volcanology. In Espinasa-Pereña R. & Pint J. (Eds.): *Proceedings of the X, XI, and XII International Symposia on Vulcanospeleology*. AMCS Bulletin, 19, 71–72.
- Forney G. G., 1971. Lava tubes of the San Francisco Volcanic Field, Arizona. *Plateau*, 44, 1–13.
- Gaál L., 1999. Syngenetic volcanic caves in the western Carpathians. In Barone N., Bonaccorso R. & Licita G. (Eds.): *Proceedings of the IX<sup>th</sup> International Symposium on Vulcanospeleology, Catania, Italy, 77–83*.
- Gaál L. & Balciar I., 2008. Caves in the youngest volcanic structure in Slovakia. *Proceedings of the 10<sup>th</sup> International Symposium on Pseudokarst, Gorizia*, 165–167.
- Gaál L. & Bella P., 1994. Genetic types of jaskýň v nekrasových horninách Slovenska. *Proceedings of the 5<sup>th</sup> Pseudokarst Symposium, Szczyrk 1994*. Bielsko-Biala, 20–24.
- Gaál L. & Eszterhás I., 1990. Pseudokarstové jaskyne Cerovej vrchoviny – otázky genézy a rozšírenia. *Slovenský kras*, 28, 71–102.
- Gadányi P., 2007. Bazaltláva barlangok morfogenetikai típusai Izlandon. *Karszt és Barlang*, 2006, I–II, 19–32.
- Gadányi P., 2008a. Caves under uplifted surface crusts of basalt lava flows. *Proceedings of the 10<sup>th</sup> International Symposium on Pseudokarst, Gorizia*, 119–126.
- Gadányi P., 2008b. Hornito caves on the Aðaldalshraun lava field, Iceland. *Proceeding of the 13<sup>th</sup> International Symposium on Vulcanospeleology (1–5 September 2008, Jeju Island, Republic of Korea)*, 20–21.
- Gadányi P., 2008c. Genetic classification of basaltlava caves. In Veress, M. – Csapó, T. – Kocsis, Z. (Eds.): *Geographical Studies on the University of West Hungary*. University of West Hungary, Szombathely, 100–108.
- Gadányi P., 2010. Bazaltláva-barlangok kialakulása, típusai és formakincse. PhD értekezés, Pécsi Tudományegyetem, Pécs, 187 s.
- Galvánek J. & Gaál L., 1995. Nová sopečná jaskyňa na Slovensku. In Gaál L. (Ed.): *Preserving of Pseudokarst Caves, Proceedings of International Working Meeting, Rimavská Sobota – Salgótarján 1995*. SAŽP, Banská Bystrica, 104–109.
- Gates A. E. & Ritchie D., 2007. *Encyclopedia of Earthquakes and Volcanoes (Third Edition)*. Facts On File, New York, NY, 346 p.
- Gao W., Li J., Mao X. & Zhang T., 2010. Genetic mechanism of hornitos in Wudalianchi Volcanic Field, Northeast China. *Geophysical Research Abstracts*, Vol. 12, EGU2010-6264-2, EGU General Assembly 2010.
- Gibson J. L., 1974. Blister caves associated with an Ethiopian volcanic ash-flow tuff. *Studies in Speleology*, 2, 225–272.
- Gregorová K. & Lexa J., 2017. Genéza a klasifikácia jaskyne v rhyolitovom lávovom telese Kapitúlske bralá, Štiavnické vrchy. *Slovenský kras*, 55, 2, 155–166.



Grimes K. G., 2008. Subcrustal drainage lava caves; examples from Victoria, Australia. In Espinasa-Pereña R. & Pint J. (Eds.): Proceedings of the X, XI, and XII International Symposia on Vulcanospeleology. AMCS Bulletin, 19, 35–44.

Halliday W. R., 2004a. An Unusual Lava Tube with an Incipient Hornito. In Nunes J. C. & Halliday W. R. (Eds.): Abstracts, XI International Symposia on Vulcanospeleology, Pico Island, Azores 2004, 14. + In Espinasa-Pereña R. & Pint J. (Eds.): Proceedings of the X, XI, and XII International Symposia on Vulcanospeleology. AMCS Bulletin, 19, 2008, 68.

Halliday W. R., 2004b. Volcanic caves. In Gunn J. (Ed.): Encyclopedia of Caves and Karst Sciences. Fitzroy Dearborn, New York – London, 760–764.

Harris A. J. L., 2009. The pit-craters and pit-crater-filling lavas of Masaya volcano. Bulletin of Volcanology, 71, 541.

Holler C., 2019. Pseudokarst. In Culvier D. C., White W. B. & Pipan P. (Eds.): Encyclopedia of caves (Third Edition). Elsevier Academic Press, Burlington, 836–847.

Holúbek, P., Jančovič, D., Lakota, J., Vajs, J., 2021. Jaskyne a zaujímavé speleologické objekty, nájdené a zaregistrované v roku 2020. Sinter, 29, 2–7.

Chernyshev I. V., Konečný V., Lexa J., Kovalenker V. A., Jeleň S., Lebedev V. A. & Goltsman Y. V., 2013. K-Ar and Rb-Sr geochronology and evolution of the Štiavnica Stratovolcano (Central Slovakia). Geologica Carpathica, 64, 4, 327–351.

Jugovics L., 1944. Adatok a nógrád-gömöri bazaltterület ismeretéhez. Magyar Királyi Földtani Intézet évi jelentése, Függetlenség 4, 6, Budapest, 277–328.

Kauhikaua J., Sherrod D. R., Cashman K. V., Heliker C., Hon K., Mattox T. & Johnson J., 2003. Hawaiian lava-flow dynamics during the Pu'u 'Ō'ō-Kūpaianaha eruption: a tale of two decades. U. S. Geological Survey Professional Paper, 1676, 63–87.

Kempe S., 2012a. Volcanic rock caves. In White W. B. & Culver D. C. (Eds.): Encyclopedia of Caves (Second Edition). Academic Press, Waltham, MA, 871–872.

Kempe S., 2012b. Lava Caves, Types and Development. In Al-Malabed H. (Ed.): Symposium Book (Abstracts and Proceedings), 15th International Symposium on Vulcanospeleology (Zarka, Jordan, 15–22 March 2012). The Hashemite University, Zarka, 49–56.

Kempe S., 2019. Volcanic rock caves. In Culvier D. C., White W. B. & Pipan P. (Eds.): Encyclopedia of caves (Third Edition). Elsevier Academic Press, Burlington, 1118–1127.

Konečný V., Balogh K., Orlický O., Lexa J. & Vass D., 1995. Evolution of the Neogene-Quaternary alkali basalt volcanism in Central and Southern Slovakia (West Carpathians). Proceedings, XV Congress of the Carpatho-Balkan Geological Association (Athens, September 17–20, 1995). Special publications of the Geological Society of Greece, 4, 533–538.

Küppers U., Nichols A. R. L., Zanon V., Potuzak M. & Pacheco J. M. R., 2012. Lava balloons – peculiar products of basaltic submarine eruptions. Bulletin of Volcanology, 74, 6, 1379–1393.

Kyrle G., 1923. Grundriss der Theoretischen Speleologie. Österreichischen Staatsdruckerei, Wien, 353 s.

Larson C. V., 1992. Nomenclature of lava tube features. In Rea G. T. (Ed.): Proceedings of the 6th International Symposium on Vulcanospeleology (Hilo, Hawaii, August 1991). National Speleological Society, Huntsville, Alabama, USA, 231–248.

Larson C. V., 1993. An Illustrated Glossary of Lava Tube Features. Western Speleological Survey Bulletin, 87, Charlie & Jo Larson, Vancouver, Washington, 56 p.

Licitra G. M., 1993. Essay on genetic classification of volcanic caves. In Halliday W. R. (Ed.): Proceedings of the Third International Symposium on Vulcanospeleology (Bend, Oregon, USA, July 30 – August 1, 1982). International Speleological Foundation, Seattle, Washington, USA, 118–120.

Lipuma L., 2017. Balloons of lava bubble into the ocean from seafloor blisters. Eos, 98, 7, 7–8.

Macdonald G. A., 1967. Forms and structures of extrusive basaltic rocks. In Hess H. H. & Poldervaart A. (Eds.): Basalts: the Poldervaart treatise on rocks of basaltic composition, Vol. 1. Interscience, New York, 1–61.

Macdonald G. A., 1972. Volcanoes. Prentice-Hall, Englewood Cliff, New Jersey, 510 s.

Maximovič G. A., 1974. O pešcerach vo vulkaničeskich otloženiach. Peščery, 14–15, 121–156.

Montoriol-Pous J., 1973. Sobre la tipología vulcanospeleológica. Actas del III Simposio de Espeología, Mataró, 268–273.

Montoriol-Pous J. & DeMier J. 1970. Contribucion al conocimiento de las formaciones vulcanospeleológicas de la Grindavikurhraun Hjalli, Islandia. Actas del I Congreso Nacional de Espeología, Barcelona, 45–52.

Németh K., 2015. Hornito. In Hargitai H. & Kereszturi Á. (Eds.): Encyclopedia of Planetary Landforms. Springer, New York, NY, 940–943.

Nieland J. R., 1970. Spatter cone pits, Sand Mountain Lava Field, Oregon Cascades. Ore Bin, 32, 231–236.

Noskova T. A. & Dubljanskaja G. N., 2004. Peščery v magmatičeskich porodach. Peščery, 29–30, 110–115.

Ollier C. D., 1962. Tumuli and lava blisters of Victoria, Australia. Nature, 202, 1284–1286.

Ollier C. D., 1964. Caves and related features at Mount Eccles. Victorian Naturalist, 81, 64–71.

Ollier C. D. & Joyce E. B., 1973. Geomorphology of the Western District Volcanic Plains, Lakes and Coastline. In McAndrew J. & Marsden M. A. H. (Eds.): Regional Guide to Victorian Geology. School of Geology, University of Melbourne, Melbourne, 100–113.

Pošteková K., 2011. Pôvod jaskyne v rýolitovom lávovom prúde extrúživneho telesa Kapitúlské bralá. Mineralia Slovaca, 43, 4, Geovestník, 494.

Rader E., Kobs Nawotniak S. & Heldmann J., 2018. Variability of Spatter Morphology in Pyroclastic Deposits in Southern Idaho, as Correlated to Thermal Conditions and Eruptive Environment. Earth and Space Science, 5, 592–603.

Russell I. C., 1902. Geology and water resources of the Snake River Plains of Idaho. U. S. Geological Survey Bulletin, 199, 192 p.

Russell I. C., 1903. Notes on the geology of southwestern Idaho and southeastern Oregon. U. S. Geological Survey Bulletin, 217, 83 p.

Sauro F., Pozzobon R., Santagata T., Tomasi I., Tonello M., Martínez-Frías J., Smets L. M. J., Gómez G. D. S. & Massironi M., 2019. Volcanic Caves of Lanzarote: A Natural Laboratory for Understanding Volcano-Speleogenetic Processes and Planetary Caves. In Mateo E., Martínez-Frías J. & Vegas J. (Eds.): Lanzarote and Chinijo Islands Geopark: From Earth to Space. Geoheritage, Geoparks and Geotourism (Conservation and Management Series). Springer, Cham, 125–142.

Seibe C., Guilbaud M.-N., Salinas S., Castro R. & Valdez G., 2009. “Hornitoes” at their type locality: Jorullo volcano, Mexico. What are they? In Haller M. J. & Massaferro G. I. (Eds.): Abstracts Volume, Third International Maar Conference (Malargüe, Argentina, April 14–17, 2009). Asociación Geológica Argentina, Publicaciones Especiales, Resúmenes y Eventos, Serie D N° 12, Buenos Aires, 113–114.

Shinohara H., 2008. Excess degassing from volcanoes and its role on eruptive and intrusive activity. Reviews of Geophysics, 46, 4, 2007RG000244, 31 s.

Siebert L., Simkin T. & Kimberly P., 2010. Volcanoes of the World (3rd Edition). University of California Press, Berkeley, California, 551 p.

Skeats E. V. & James A. V. G., 1937. Basaltic Barriers and Other Surface Features of the Newer Basalts of Western Victoria. Proceedings of the Royal Society of Victoria, 49, 245–270.

Skinner C. E., 1993. Open vertical volcanic conduits: a preliminary investigation of an unusual volcanic cave form with examples from Newberry volcano and the central High Cascades of Oregon. In Halliday W. R. (Ed.): Proceedings of the 3rd International Symposium on Vulcanospeleology (Bend, Oregon, USA, July 30 – August 1, 1982). Vancouver, Washington, 7–16.

Slezin Y. B., 2003. The mechanism of volcanic eruptions (a steady state approach). Journal of Volcanology and Geothermal Research, 122, 7–50.

Stefánson A. B., 1992. Pírhnúkargígur. In Rea G. T. (Ed.): Proceedings of the 6th International Symposium on Vulcanospeleology (Hilo, Hawaii, August 1991). National Speleological Society, Huntsville, Alabama, USA, 197–203.

Sumner J. M., Blake S., Matela R. J. & Wolff J. A., 2005. Spatter. Journal of Volcanology and Geothermal Research, 142, 1–2, 49–65.

- Šimon L. & Halouzka R., 1996. Putikov vřšok volcano – the youngest volcano in the Western Carpathians. *Slovak Geological Magazine*, 2/96, 103–123.
- Šimon L. & Malgay J., 2005. Datovanie sedimentov podložia lávového prúdu vulkánu Putikov vrch metódou opticky stimulovanej luminiscencie. *Mineralia Slovaca*, 37, 3, 279–281.
- Taylor E. M., 1965. Recent volcanism between Three-Fingered Jack and North Sister, Oregon Cascade Range. *Ore Bin*, 27, 121–147.
- Trimmel H., 1968. Höhlenkunde. Friedr. Vieweg und Sohn, Braunschweig, 268 s.
- Volko-Starohorský J., 1935. Speleologia či jaskyňoveda vzhľadom na Slovensko. Muzeálna knižnica, 12, Nákladom „Múzea slovenského krasu“, Liptovský Sv. Mikuláš, 156 s.
- Walker G. P. L., 1973. Explosive volcanic eruptions – a new classification scheme. *Geologische Rundsch.*, 62, 431–446.
- Waters A. C., 1960. Determining direction of flow in basalts. *American Journal of Science*, 258A, 350–366.
- Webb J. A., Joyce E. B. & Stevens N. C., 1993. Lava caves of Australia. In Halliday W. R. (Ed.): *Proceedings of the Third International Symposium on Vulcanospeleology* (Bend, Oregon, USA, July 30 – August 1, 1982). International Speleological Foundation, Seattle, Washington, USA, 74–85.
- Wentworth C. K. & Macdonald G. A., 1953. Structures and forms of basaltic rocks in Hawaii. *U. S. Geological Survey Bulletin*, 994, 98 s.
- White W. B., 2005. Volcanic caves. In Culvier D. C. & White W. B. (Eds.): *Encyclopedia of Caves*. Elsevier Academic Press, Burlington – San Diego – London, 599–602.
- Wolff J. A. & Sumner J. M., 2000. Lava fountains and their products. In Sigurdsson H., Houghton B. F., Rymer H., Stix J. & McNutt S. R. (Eds.): *Encyclopedia of Volcanoes*. Academic Press, San Diego, 321–329.
- Wood C. E., 1976a. Caves in rocks of volcanic origin. In Ford T. D. & Cullingford C. N. D. (Eds.): *Science of Speleology*. Academic Press, London, 127–150.
- Wood C., 1976b. Lava caves and a conference – Seminario Sulle Grotte Laviche, Catania, August 1975: A report. *Bulletin of the British Cave Research Association*, 12, 22–26.
- Wood C. & Zhang H., 2010. Volcanic Centres and Lava Caves in China. In Middleton G. J. (Ed.): *Proceedings of the 14<sup>th</sup> International Symposium on Vulcanospeleology* (Undara Volcanic National Park, Queensland, Australia, August 2010). Organising Group, 14<sup>th</sup> International Symposium on Vulcanospeleology, 123–129.

SLOVENSKÝ KRAS ACTA CARSOLOGICA SLOVACA	60/1	19 – 50	LIPTOVSKÝ MIKULÁŠ 2022
--------------------------------------------	------	---------	------------------------

## NÁLEZY FAUNY MAMUTEJ STEPI Z NOVOOBJAVENÝCH ČASTÍ JASKYNE DOMICA – KLÚČOVÁ DIERKA (SLOVENSKÝ KRAS): INTERDISCIPLINÁRNY PRÍSTUP VÝSKUMU

TOMÁŠ ČEKLOVSKÝ<sup>1</sup> – MONIKA ORVOŠOVÁ<sup>1</sup> – ADRIÁN BIROŇ<sup>2</sup>  
– CSABA TÓTH<sup>3,4</sup> – MARIÁN SOJÁK<sup>5</sup> – JOZEF ŠUPINSKÝ<sup>6</sup>

<sup>1</sup> Slovenské múzeum ochrany prírody a jaskyniarstva, Školská 4, 031 01 Liptovský Mikuláš; tomas.ceklovsky@smopaj.sk; monika.orvosova@smopaj.sk

<sup>2</sup> Ústav vied o Zemi SAV, v. v. i., Ďumbierska 1, 974 01 Banská Bystrica; biron@savbb.sk

<sup>3</sup> Stredoslovenské múzeum, Námestie SNP 3755/4A, 974 01 Banská Bystrica; csabamamut@yahoo.com

<sup>4</sup> Ústav vied o Zemi SAV, v. v. i., Dúbravská cesta 9, 840 05 Bratislava; geoltoth@savba.sk

<sup>5</sup> Archeologický ústav SAV, v. v. i. – Oddelenie záchranných výskumov Spiš, Mlynská 6, 052 01 Spišská Nová Ves; sojak@ta3.sk

<sup>6</sup> Ústav geografie, Prírodovedecká fakulta UPJŠ v Košiciach, Jesenná 5, 040 01 Košice; jozef.supinsky@upjs.sk

**T. Čeklovský, M. Orvošová, A. Biroň, C. Tóth, M. Soják, J. Šupinský: Findings of the Mammoth Steppe fauna from newly discovered parts of the Domica Cave – Klúčová dierka (The Slovak Karst Mts.): an interdisciplinary approach to research**

**Abstract:** The systematic scientific research of the Domica Cave and its vicinity started at the end of 2017 and gained a series of new results. The locality was mapped using terrestrial laser scanning to obtain high-resolution cave geometry. Previously unknown cave passage was detected during systematic exploration of the cave system. Discovered place was named as “Ključová dierka” (Keyhole), which through a small tunnel proceeds to a rising chimney system. Numerous osteological material was found in fallen rubble and muddy red sediment within chimneys. Confirmed fauna, typical for the so-called “Mammoth Steppe”, consists of at least 13 species, including cave hyena (*Crocota crocuta spelaea*), reindeer (*Rangifer tarandus*), steppe bison (*Bison priscus*), wild horse (*Equus ex gr. ferus*), woolly rhinoceros (*Coelodonta antiquitatis*) and woolly mammoth (*Mammuthus primigenius*). Radiocarbon dating <sup>14</sup>C provided data from 40,863 to 37,479 calBC, that correspond with the Hengelo interstadial. The ecological needs of identified taxa in conjunction with results of <sup>15</sup>N and <sup>13</sup>C isotope analyses point to an assemblage that lived in an open steppe to forest-steppe environment with a presence of water source in vicinity. The study of cave sediments indicates same origin of sediment that filled all chimney areas. Red clayey cave sediments contain also fragments of iron-bearing and sandy crusts, coming from fossil soil (terra rossa) of karst surface. Perimortal and postmortem characters that could be caused by human activity were found on the studied bones. Although no archeological artefacts were recovered during current survey, the obtained knowledge definitely encourages to continue with research.

**Key words:** vertebrate paleontology, paleoecology, Hengelo interstadial, sedimentological analysis, laser scanning

„Po milióny rokov sme žili ako zvieratá. Potom sa stalo niečo, čo uvoľnilo silu našej fantázie. Najväčším nepriateľom poznania však nie je nevedomosť, ale ilúzia poznania.“

S. Hawking, 2014

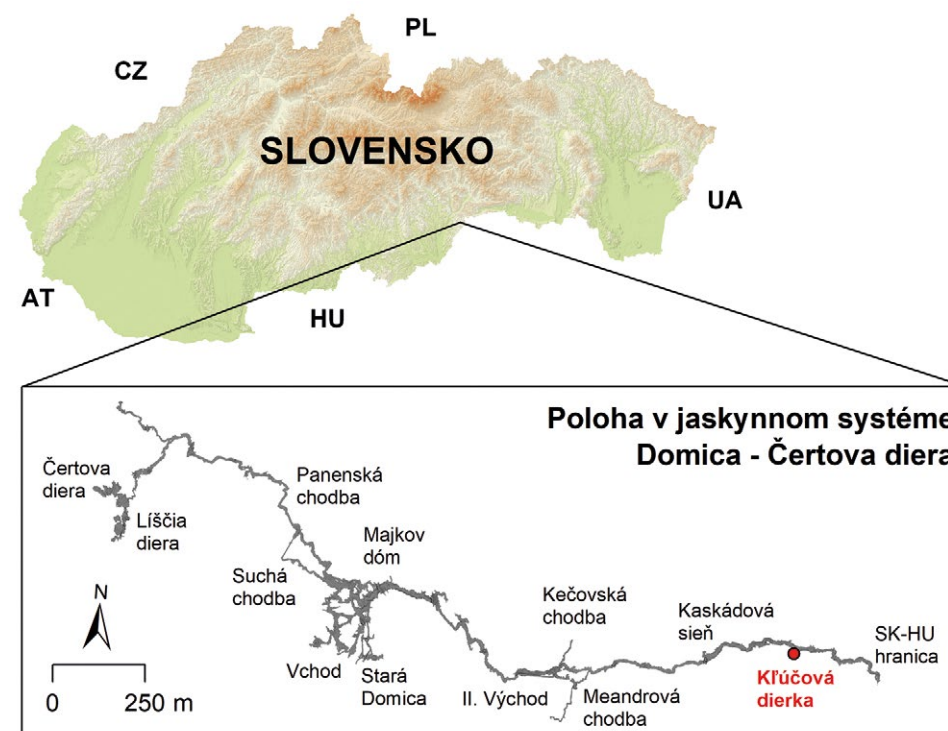
Výskum jaskynných lokalít vedie popri štúdiu historických populácií k bližšiemu poznaniu spoločnosti a prehlbuje poznatky o človeku a jeho životných podmienkach v danom čase. Zmeny týkajúce sa prírodného prostredia v období pleistocénu mali okrem vývoja, výskytu a diverzity fauny podstatný vplyv aj na vývoj človeka, jeho kultúr a osídľovanie jednotlivých regiónov Európy. V rámci postupných migračných posunov došlo aj k osídleniu Slovenska, preto nálezy z nášho územia nemôžeme hodnotiť izolovane, ale v širšom európskom kontexte (Čeklovský a kol., 2016). Slovensko sa postupne usiluje dobehnúť stav poznania najmä susednej Moravy, ktorá svojim zemepisným charakterom bola výhodnejším severojužným (taktiež aj v opačnom smere) migračným koridorom v strednej Európe. Koncentrácia lokalít s paleolitickým osídlením v strednej Európe je nižšia, ako napr. vo Francúzsku a rozdielny je aj ich charakter. Menejkrát sa stretávame s komplexnými stratigrafickými sekvenciami, ktoré obsahujú superpozície niekoľkých archeologických kultúr. Rovnako v rámci jednotlivých vrstiev je hustota nálezov všeobecne oveľa menšia (Neruda a Kaminská, 2013). Tieto skutočnosti do značnej miery ovplyvňujú naše možnosti rekonštrukcie a interpretácie.

Fenoménom slovenského praveku je jaskyňa Domica. Od svojho objavu 3. októbra 1926 je známa ako dôležité neolitické nálezisko gemerskej lineárnej keramiky a predovšetkým ako viacfázové sídlo bukovohorskej kultúry z 5. tisícročia pred Kristom (Bárta, 1965; Soják, 2014; Šimková a Lázníčková, 2017). Okrem početných archeologických nálezov sa na lokalite našli aj paleontologické (Gaál a kol., 2013) a antropologické nálezy (Benický, 1937; Bárta, 1965). Genézu a vývoj jaskynného systému Domica-Baradla najnovšie interpretujú Bella a kol. (2019). Koncom roku 2017 sa začal komplexný speleologický výskum jaskynných priestorov (Šupinský a kol., 2019). Speleológovia na čele so Zdenkom Hochmuthom počas prieskumu registrovali v náplavoch nad riečiskom Hlavnej chodby zriedkavé nálezy osteologických fragmentov vrátane časti lebky medveďa. Lebka bola dňa 19. marca 2019 v spolupráci s Petrom Holúbekom a Evou Farkašovskou odobratá a prevezená do Slovenského múzea ochrany prírody a jaskyniarstva v Liptovskom Mikuláši (SMOPaJ). K prekvapivému objavu došlo 19. januára 2019, keď v úzkom otvore na boku riečiska Styxu našiel Stanislav Danko pokračovanie, ktoré cez plazivku vyúsťovalo do stúpajúcej sústavy komínov. V priebehu rokov 2019 a 2020 navštívili novoobjavené priestory jaskyniari (S. Danko, Norbert Lacko, Peter Ferko, Jozef Mikloš, Jozef Šupinský) za účelom spriechnovovania kritických miest, klasického zameriavania priestorov, laserového skenovania a hľadania ďalšieho pokračovania. Novoobjavenú vetvu pomenovali „Kľúčová dierka“ podľa tvaru vstupného otvoru v stene. V napadanej sutine a bahnitom sedimente jedného z komínov (západný spodný komín) dňa 4. januára 2020 počas druhého zameriavania priestorov našla trojica S. Danko, N. Lacko a P. Ferko fragmentárny osteologický materiál vrátane mohutného fragmentu panvy chobotnatca (Hochmuth, 2020). Následne boli tieto nálezy 6. februára 2020 v spolupráci s Mariánom Sojárom a Vladimírom Habajom šetrne odobraté. Materiál je deponovaný v paleontologickom depozitári SMOPaJ a bol podstúpený podrobným analýzám.

Cieľom tohto článku je podať predbežné výsledky kombinácie speleokartografického, sedimentologického, paleontologického a archeologického výskumu novoobjavenej časti jaskynného systému Domica. Počas celého dlhodobého skúmania Domice ide o prvý interdisciplinárny výskum tejto jaskynnej lokality.

Študovaná lokalita je súčasťou jaskynného systému Domica-Baradla, ktorý prebieha popod štátne hranice do Maďarska, dosahuje celkovú dĺžku vyše 30 km, a je zapísaná v zozname svetového dedičstva UNESCO. Slovenská časť, s dĺžkou približne 9,6 km, sa nachádza v okrajovej časti Silickej planiny v katastrálnom území obce Kečovo (obr. 1), južne od krasových vrchov Čertova diera (465 m n. m.) a Poroňa (506 m n. m.). Objavný vchod Domice je situovaný v jaskynnej časti Stará Domica v nadmorskej výške 353 m. Umelo vyrazený vchod, v súčasnosti slúžiaci ako východ, sa nachádza o 14 m nižšie na dne pôvodnej ponorovej depresie občasného Domického potoka. Vzhľadom k opakovaným povodňiam boli realizované protipovodňové opatrenia a vyrazený nový vyššie položený vchod, ktorý je súčasťou vybudovaného vstupného areálu s kompletnou infraštruktúrou, keďže 1 315 m jaskyne je sprístupnených pre verejnosť (Bella a kol., 2017). Pôvodný vchod z kamennej doby nie je známy, zanikol približne pred 6 000 rokmi, zrejme zasypaním (Bárta, 1965).

Domica bola vzhľadom k významu, ako aj pre potreby technickej dokumentácie pre sprístupnenie, viacnásobne mapovaná (Hochmuth, 2014). Mapovacie práce sa však primárne sústredili na sprístupnenú časť a hlavnú vetvu bez dôkladného prieskumu početných bočných vetiev. S ich systematickým prieskumom a mapovaním začal od roku 2014 Z. Hochmuth. Najprv vykonal spojenie dostupných častí polygónového ťahu od predchádzajúcich autorov, s doplnením o chýbajúce úseky, čím došlo k vytvoreniu spojitého po-



Obr. 1. Situovanie a pôdorys jaskynného systému Domica-Čertova diera na základe laserového skenovania s vyznačenou polohou Kľúčovej dierky.

Fig. 1. Location and ground plan of the Domica-Certova diera Cave System based on laser scanning with the “Keyhole” passage location.

lygónového ťahu (Hochmuth, 2014). Následne realizoval postupný prieskum a mapovanie známych, ako aj neznámych častí jaskynného systému, čím došlo k významnému predĺženiu jaskyne. Súbežne s klasickým mapovaním a hydrologickým monitoringom je od roku 2014 vykonávané aj laserové skenovanie celého jaskynného systému. Po skenovaní prístupnej časti (Gallay a kol., 2015) začalo systematické mapovanie systému laserovým skenovaním od konca roku 2017 (Šupinský a kol., 2019). Laserové skenovanie prebieha dodnes a zmapovaných je približne 95 % známych častí jaskynného systému (obr. 1).

## METODIKA

### Metodika laserového skenovania

Pozemné resp. terestrické laserové skenovanie (TLS) v mapovaní jaskýň je motivované získaním podrobnej 3D geometrickej reprezentácie mapovaného priestoru v podobe mračna bodov s dosiahnutím vysokej polohovej presnosti merania. Detailný prehľad prác zameraných na laserové skenovanie jaskýň uvádzajú Gallay a kol. (2015), Oludare Idrees a Pradhan (2016), ako aj Šupinský (2021).

Pre mapovanie Kľúčovej diery bol použitý fázový pozemný laserový skener FARO Focus 3D X130 HDR s rozmermi  $0,24 \times 0,2 \times 0,1$  m a hmotnosťou 5 kg. Záznam je realizovaný v blízkom infračervenom spektre (1 550 nm) s deklarovanou polohovou presnosťou  $\pm 1,2$  mm vo vzdialenosti 10 m s maximálnou vzdialenosťou skenovania 130 m, naopak minimálna efektívna vzdialenosť skenovania je 0,6 m od laserového skenera (Faro, 2016). Vzhľadom na úzke priestory bola v plazivkách na umiestnenie skenera použitá doska. Pre skenovanie bolo použité nastavenie záznamu 1/4, čo predstavuje zameraný bod každých 6 mm vo vzdialenosti 10 m. Pre zaznamenanie priestorov Kľúčovej diery bolo 1. februára 2020 realizovaných 39 skenovacích pozícií a 3. decembra 2020 dodatočných 7 skenovacích pozícií na vyššom poschodí, ktoré boli spoločne spracované v softvéroch FARO SCENE a CloudCompare (Girardeau-Montaut, 2021).

Pre dosiahnutie vysokej hustoty a polohovej presnosti výsledného mračna bodov z TLS bolo potrebné vhodné plánovanie umiestnenia pozícií zamerané na efektívnu elimináciu dátových tieňov. V úzkych plazivkách Kľúčovej diery boli preto skenovacie pozície umiestňované vo vzdialenosti do 5 m. Vzhľadom k náročným podmienkam neboli používané dodatočné registračné objekty v podobe sfér alebo terčov pre zvýšenie polohovej presnosti spracovania dát (Rodrigues a kol., 2015). Realizovalo sa mapovanie pomocou voľných skenovacích pozícií, ktoré boli v procese spracovania dát automaticky vzájomne vyrovnané použitím ICP algoritmu (Besl a McKay, 1992) do spoločného súradnicového systému. Spracovaný projekt Kľúčovej diery bol následne umiestnený rovnako použitím ICP algoritmu na základe totožných dát v oblasti riečiska Styxu k staršiemu mapovaniu hlavnej vetvy (Šupinský a kol., 2019), vďaka čomu boli dáta umiestnené do súradnicového systému S-JTSK. Uvádzaná výsledná chyba spracovania dát je vyjadrená smerodajnou odchýlkou porovnávanvej vzorky dát na vyrovnávaných pozíciách. Smerodajná odchýlka vzájomného spracovania skenovacích pozícií je na úrovni 3,6 mm, pričom pri integrácii dát so starším mapovaním sa pohybuje na úrovni 8 mm. V procese spracovania dát bol odstránený šum v podobe falošných odrazov, meracej techniky a nepresných záznamov v blízkosti skenera automaticky a manuálne použitím príslušných nástrojov (edge artifact filter, stray point filter, adark point filter). Vzhľadom k vysokej hustote zaznamenaných dát, najmä v malej vzdialenosti od skenera, ako aj duplicitných bodov z prekrývajúcich sa pozícií, boli výsledné dáta priestorovo riedené na základe vzdialenosti na 5 mm. Použitím filtrov pre odstránenie šumu a na zjednotenie priestorovej distribúcie dát bolo odstránených 95 % bodov z pôvodného mračna bodov.

Tabuľka 1. Prehľad terénnych akcií pre odber osteologických zvyškov.

Table 1. Overview of field actions for the collection of osteological remains.

P. č.	Dátum	Lokalita	Účastníci
1	19. 3. 2019	Hlavná chodba – za odbočkou do Meandrovej chodby)	Z. Hochmuth, P. Holúbek, E. Farkašová
2	4. 1. 2020	Kľúčová dierka – západný vrchný komín	S. Danko, N. Lacko, P. Ferko
3	6. 2. 2020	Kľúčová dierka – západný spodný komín	M. Soják, V. Habaj, J. Šupinský
4	22. 8. 2020	Kľúčová dierka – západný spodný komín	T. Čeklovský, J. Šupinský
5	3. 12. 2020	Kľúčová dierka – západný a východný spodný komín	T. Čeklovský, J. Šurka
6	27. 5. 2021	Kľúčová dierka – východný spodný komín	T. Čeklovský, J. Psotka
7	26. 11. 2021	Kľúčová dierka – západný vrchný komín	T. Čeklovský, J. Šupinský, S. Danko

### Metodika paleontologického výskumu

Paleontologický výskum skúmanej časti jaskyne je založený na terénnych a laboratórnych prácach, ako aj na podrobných analýzach kostrových zvyškov. Terénny výskum v jaskyni sa v rokoch 2019 až 2021 realizoval v spolupráci so Speleoklubom UPIŠ Košice a s Moldavským jaskyniarskym klubom Adonis Ten. Nálezové polohy boli zaznamenávané fotograficky a písomne vo forme denníkov. Osteologické zvyšky fauny, čiastočne zhodnotené v tejto práci, boli šetrne odobraté z miest ich nálezu počas siedmich terénnych akcií (tabuľka 1).

Laboratórne práce pozostávali z odstránenia sedimentu z kostrových zvyškov pomalým sušením, očistením pomocou jemnej zubnej kefky a vody, a zo zakonzervovania pomocou roztoku vody a disperzného lepidla Duvilax v pomere 1 : 1. Vzorky boli nafotené z viacerých pohľadov, na fotografovanie sa použil fotoaparát CANON EOSD s rozlíšením 12,2 Mpx. Z celkového množstva nazbieraného materiálu boli nálezy s dostatočnou výpočtovou hodnotou v počte 54 kusov zaradené do zbierkového fondu SMOPaJ s evidenčnými číslami P16101 až P16112. Ostatné nálezy boli registrované a taktiež uložené v múzeu pre prípad ich potenciálneho využitia pre ďalšie analýzy.

Nálezy boli najprv spracované z hľadiska anatomickej determinácie. Jednotlivé taxóny sa určovali morfológickou a biometrickou metódou (označované spoločne aj ako morfo-metrická metóda). Na meranie bolo použité posuvné digitálne meradlo GEKO G01493 s maximálnym dosahom 150 mm a s presnosťou na 0,1 mm. Smerodajná odchýlka, rozptyl a náhodná chyba  $10 \times$  opakovaného merania jedného rozmeru sa vypočítali pomocou po-

Tabuľka 2. Smerodajná odchýlka, rozptyl a náhodná chyba pri meraniach, vypočítané na základe  $10 \times$  opakovaného merania maximálnej dĺžky korunky M1 druhu *Coelodonta antiquitatis*.

Table 2. Standard deviation, dispersion and random error of measurements, calculated from  $10 \times$  repeated measurement of the maximum length of the M1 crown of *Coelodonta antiquitatis*.

Vzorka	Rozmer	N	Smerodajná odchýlka	Rozptyl	Náhodná chyba
M1 sin.	max. dĺžka	10	0,28928	0,0840	0,09165151

čítačového softvéru PAST: Paleontological Statistics, verzia 3.18 (Hammer a kol., 2001; tabuľka 2).

Na určenie typu kosti a taxónov sa použili práce Schmidovej (1972), Palesa a kol. (1981), online atlasy J. Rochesteru (www.flickr.com) a ArchéoZoothèque (www.archeo-zoo.org), ako aj porovnávací materiál z paleontologického a zoológického fondu SMOPaJ. Základná morfometrická terminológia kostí vychádza z práce Gonzáleza (2003). Taxonomické určenie jeleňovitých kopytníkov vychádza tiež z prác Listera (1996) a van der Made a kol. (2014). Dentícia jeleňovitých a turovitých kopytníkov je morfológicky opisovaná podľa terminológie Bärmanna a Rössnerovej (2011). Taxonomické určenie veľkých turovitých kopytníkov vychádza tiež z prác Geeho (1993) a Salu a kol. (2010). Taxonómia koní vychádza z práce Boulbesa a van Asperenovej (2019), ich zuby sú morfológicky opisované podľa Woodburna a Sondaara (1981), merané sú podľa metodiky Musila (1969) a ich obrázky bola stanovená podľa Musila (2002). Dentícia nosorožcov je morfológicky opisovaná podľa Guérina (1980), doplnená o terminológiu z prác Osborna (1898) a Theniusa a Hofera (1960), a meraná podľa metodiky Lacombata (2006). Morfológia dentície chobotnatcov je definovaná podľa Musila (1968), metrické aj indexové dáta sa získali na základe metodiky Maglia (1973, s miernou modifikáciou podľa Virága (2009)). Taxonomicky bol materiál zhodnotený a zaradený podľa modelu Listera a kol. (2005). Obrázky zubov psovitéch šeliem sa určila podľa práce Stinerovej (2004). Anatomická terminológia používaná pri opise jednotlivých kostí je z práce Danka a kol. (2011). Systematická nomenklatúra cicavcov je prevzatá z práce McKenna a Bellovej (1997) a všetky nomenklatorické postupy sú v súlade s Medzinárodnými pravidlami zoológickej nomenklatúry ICZN 1999 (www.iczn.org).

Na presné určenie veku fosilných zvyškov fauny sa použilo rádiokarbónové datovanie metódou rozpadu izotopov uhlíka  $^{14}\text{C}$  a na určenie potravných a ekologických nárokov sa zistil pomer stabilných izotopov  $^{15}\text{N}/^{14}\text{N}$  a  $^{13}\text{C}/^{12}\text{C}$  extrahovaných z kolagénu kostí. Analýzy sa uskutočnili v Poznaňskom rádiokarbónovom laboratóriu v Poľsku. Na kalibráciu veku bol použitý počítačový softvér OxCal 4.4 ©Ramsey (Bronk Ramsey, 2009).

Materiál bol následne skúmaný z tafonomického hľadiska, zameraného na pozíciu nálezov na lokalite, kvantifikáciu a na zistenie stôp po činnosti abiotických (sedimentácia, chemizmus, zvetrávanie, obrázky) a biotických činiteľov (človek, šelmy, hľadavce, rastliny), ako aj patologických javov (choroby, zranenia, deformácie), ktoré sa na osteologickom materiáli mohli zachovať. Tafonomické činitele sú determinované najmä podľa prác Binforda (1981) a Lymana (1994). Mnohé konkrétne tafonomické vplyvy nie je možné zistiť, ale na základe všeobecne platných tafonomických princípov ich je možné aspoň približne rekonštruovať. Pri tafonomickej analýze nálezov je základným spôsobom vyjadrenia výsledkov ich kvantifikácia (Čeklovský a kol., 2019). Kvantifikačné jednotky môžu byť vyznačené z materiálu priamo (napr. počet kostí/fragmentov) alebo môžu byť odvodené analyticky (napr. minimálny počet jedincov). Okrem celkového počtu určených vzoriek (NISP = number of identified specimens) sa stanovil minimálny počet anatomických jednotiek (MNE = minimum number of skeleton elements), minimálny počet jedincov (MNI = minimum number of individuals) a kombinovaný minimálny počet jedincov (MNIc = minimum number of individuals by combination). Pri kombinovanom minimálnom počte jedincov (MNIc) sa berie do úvahy ontogenetický vek, pohlavie jedincov a nálezové okolnosti (Čeklovský a kol., 2019). Ontogenetický vek jedincov sa určoval na základe stupňa obrázie žuvacích plôch zubov a stupňa zrastu epifýz dlhých kostí podľa práce Schmidovej (1972).

## Metodika analýzy sedimentov

Vzorky jaskynných sedimentov s označením DOM-1, DOM-2 a DOM-3, v ktorých sa nachádzali a osobitne vyzbierali osteologické nálezy stavovcov, boli odobrané z obidvoch komínov (západný a východný) za účelom získania informácií o mechanizme ich redepozície z povrchu do jaskyne a identifikovaní zdroja ich pôvodu. Skúmané tri vzorky jemnozrnného červenkastého jaskynného sedimentu o váhe cca 500 g obsahovali okrem osteologických fragmentov aj väčšie úlomky hornín a železitých kôr veľkosti od 1 až po 5 cm, ktoré boli tiež analyzované a identifikované (DOM-4 a DOM-5). Cieľom bolo na základe výsledkov minerálneho zloženia a obsahu ílových minerálov zistiť pôvod sedimentov a podľa textúry a stratigrafie určiť sedimentologické procesy, ktoré viedli k usadeniu, pochovaniu a fosilizácii kostí v mieste výskytu v jaskyni.

Vzorky DOM-1, DOM-2 a DOM-3 boli najprv sitované za mokra cez sito s veľkosťou oka 250  $\mu\text{m}$ . Podsitné frakcie boli použité na kvantitatívnu röntgenovú difrakčnú práškovú (XRD) analýzu. Príprava vzoriek prebiehala nasledovne. Do vzoriek bol ako vnútorný štandard pridaný syntetický korund (AL-OX-03-P, nominálna zrnitosť 3 – 4  $\mu\text{m}$ , producent American Elements Corp.) v pomere 2 g vzorky ku 0,5 g  $\text{Al}_2\text{O}_3$  (t. j. 20 %). Po pridaní 5 ml etanolu bola zmes zomletá v mikronizujúcom mlynčeku McCroneMicronisingMill (©RetschGmbH) s použitím zirkóniových mlecích valčekov a nakoniec vysušená pri teplote 80 °C počas noci. Na dosiahnutie náhodnej orientácie zŕn bola použitá metóda sušenia suspenzie sprejovaním („spray drying“) pomocou zariadenia „Spray Drying Kit“ (The James Hutton Institute, Aberdeen, Škótsko). Cieľom týchto postupov je dosiahnutie maximálnej možnej homogenizácie a dezorientácie vzorky. Vzorky DOM-4 a DOM-5 boli podrvené, achátované a analyzované ako neorientované práškové preparáty.

Vzorka DOM-3 bola použitá na identifikáciu ílových minerálov. Na tento účel bola z frakcie <250  $\mu\text{m}$  odseparovaná jemná, ílová frakcia (<2  $\mu\text{m}$ ). Pred separáciou boli zo vzorky odstránené voľné oxidy a hydroxidy Fe a Mn, a to rozpustením pomocou citrónanového pufru a ditioničitanu sodného (Jackson, 1975). Na analýzu ílovej frakcie sme použili orientovaný preparát, ktorý sme pripravili sedimentáciou vodnej suspenzie na sklenenú platničku, pričom hrúbka preparátu bola kontrolovaná presným vážením a to tak, aby na 1  $\text{cm}^2$  plochy sklíčka pripadlo 10 mg separátu. Vzorka bola analyzovaná v prírodnom stave, t. j. po vysušení pri izbovej teplote, a následne po sytení parami etylénglykolu pri teplote 60 °C počas 8 hodín.

XRD analýzy boli vykonané pomocou prístroja Bruker D8 Advance za nasledujúcich podmienok: žiarenie  $\text{CuK}\alpha$  generované pri napätí 40 kV a prúde 40 mA, clony: 0,3°– 6 mm-PSD 0.4984°, primárna a sekundárna Sollerova clona: 2,5°, krok: 0,01948°2 $\theta$ , čas/krok: 0,8s, interval: 2 – 50° 2 $\theta$ éta (orientované vzorky), resp. 2s a 2 – 70° 2 $\theta$ éta (neorientované vzorky). Difraktované žiarenie bolo snímané pozíčne citlivým detektorom SSD 160 pracujúcim v 1D režime. Spracovanie difrakčných záznamov a identifikácia minerálnych fáz boli uskutočnené pomocou softvéru DIFFRAC.EVA a databázy PDF2/2010. Na kvantitatívnu fázovú analýzu vzoriek sme použili softvér RockJock (Šrodoň a kol., 2001; Eberl, 2003). Vzorky DOM-4 a DOM-5 boli vyhodnotené len kvalitatívne. XRD analýzy boli vykonané na Ústave vied o Zemi SAV v Banskej Bystrici.

## DOTERAJŠIE VÝSLEDKY

### Laserové skenovanie

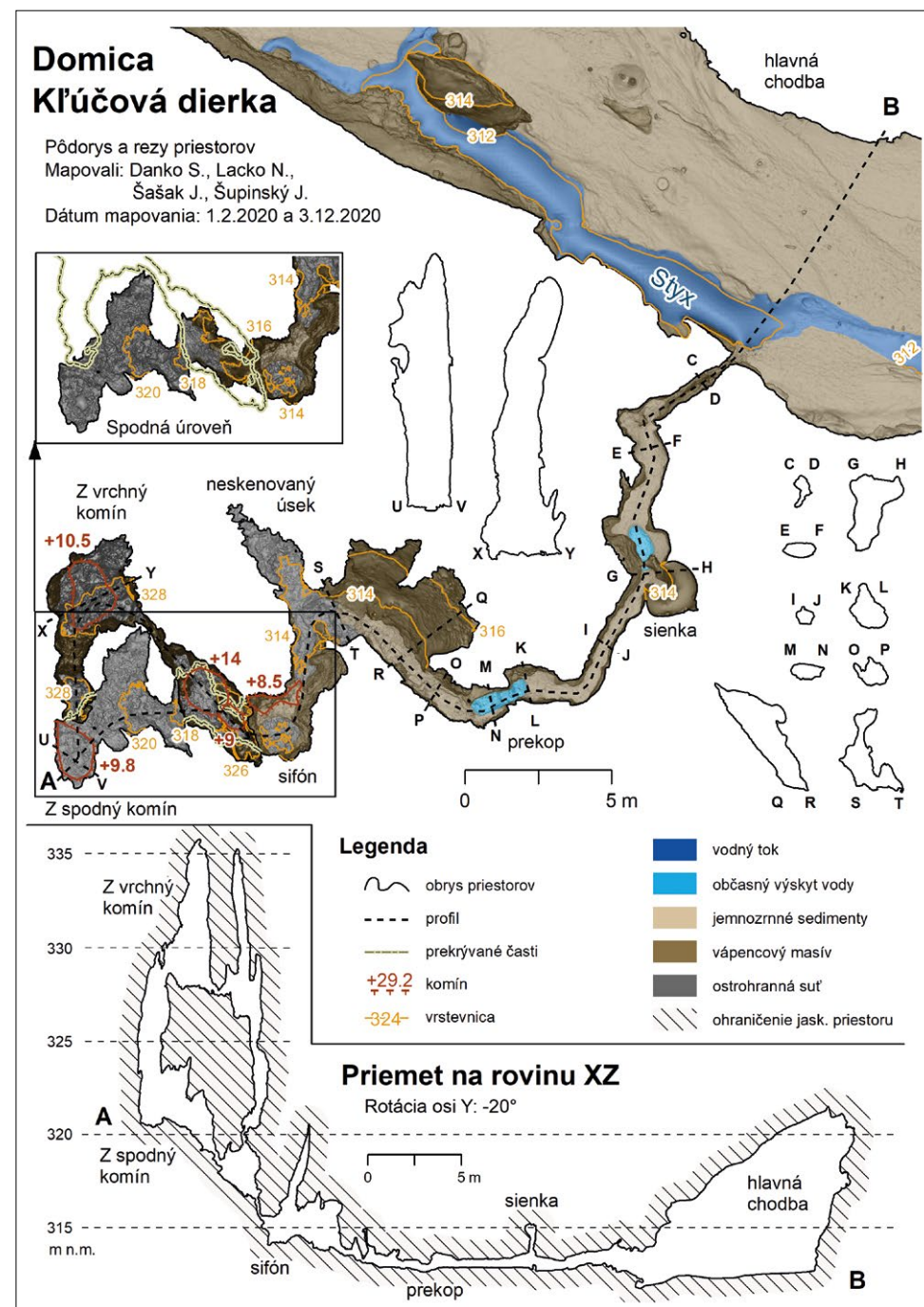
Spracované priestorovo riedené mračno bodov bolo doplnené do existujúcej interaktívnej webovej aplikácie (dostupnej na: <https://uge-share.science.upjs.sk/webshared/Laspublish/Domica/Domica.html>), ktorá je priebežne aktualizovaná. Zo získaných dát bol taktiež odvodený 3D model použitím funkcie Screened Poisson (Kazhdan a Hoppe, 2013) implementovanej v softvéri CloudCompares nastavením modelovania na základe priestorového rozlíšenia 0,01 m. Z 3D modelu bolo následne extrahované dno a rezy jaskynnými priestormi, ktoré boli spracované do výsledného mapového listu (obr. 2) podľa metodiky pre odvodenie detailnej mapy jaskyne z mračna bodov laserového skenovania (Šupinský a kol., 2022).

Vstupná plazivka je freatická tuba, ktorej úvodné 4 m majú tvar kľúčovej dierky s vadóznym zárezom. Následne chodba plne prechádza do tvaru tuby v niektorých úsekoch aj s paragenetickým kanálikom v strope, pričom na dne je vyplnená jemnozrnnými sedimentmi. Táto 15 m dlhá vstupná plazivka je v polovici prerušená výraznou kupolou s množstvom stropných hrncov. Po prekonaní zúženia s občasnou mláskou sa výrazne mení charakter priestorov, ktoré po krátkom šikmo uklonenom úseku na poruche prechádzajú do sústavy komínov stúpajúcich až nad strop Hlavnej chodby Domice. V priamom smere sa nachádzajú dva komíny (východné komíny), ktoré dosiaľ neboli mapované laserovým skenovaním. Smerom vľavo po niekoľkých metroch prístupová chodba klesá do úzkeho sifónu, ktorý zatiaľ nebol preskúmaný a vzhľadom k nutnosti vybudovania nevyhnutnej prístupovej cesty pre účely šetrného odberu osteologického materiálu M. Sojárom bol dočasne zahádzaný sutinou z vyšších častí komína. Priamo nad sifónom sa nachádza výstup do sústavy komínov s dvoma poschodiami (západné komíny), ktoré sú spoločne poprepájané úzkymi prielezmi. Dno komínov je vyplnené mokrou hlinou spolu s ostrohrannou sutinou napadanou z vyššie položených častí. Zdroj transportovanej suty spolu s osteologickým materiálom je sústredený severne od známych priestorov. V stenách prístupovej plazivky, ako aj stúpajúcej časti, sa nachádzajú zárezy a zarovnania v identickej výške s úrovňou stropu a laterálnymi zárezmi Hlavnej chodby, čo môže naznačovať spoločný vývoj jaskynných priestorov Kľúčovej dierky a Hlavnej chodby.

### Paleontológia – Taxonomická analýza

V rámci paleontologického výskumu bolo preskúmaných 288 kusov osteologických zvyškov z Kľúčovej dierky. Vo fosilnom zázname bolo identifikovaných 25 taxónov stavovcov vrátane 10 druhov cicavcov: zajac (*Lepus europaeus* / *L. timidus*), sysel pasienkový (cf. *Spermophilus citellus*), vlk dravý (*Canis lupus*), hyena jaskynná (*Crocota crocuta spelaea*), sob arktický (*Rangifer tarandus*), jeleň lesný (*Cervus elaphus*), bizón stepný (*Bison priscus*), kôň divý (*Equus ex gr. ferus*), nosorožec srstnatý (*Coelodonta antiquitatis*) a mamut srstnatý (*Mammuthus primigenius*). Minimálny počet druhov stavovcov je však 13, a to vrátane bližšie neurčeného lasicovitého mäsožravca (Mustelidae indet.), hrabošovitého hlodavca (Arvicolinae indet.) a jedného druhu vtáka (Aves indet.). V rámci taxónov prevládajú kopytníky a mamut, menej sú zastúpené šelmy, doplnené kosťami malých cicavcov a vtákov (tabuľka 3). V nálezovej vzorke sa nachádzajú postkraniálne časti kostry hyeny jaskynnej (*Crocota c. spelaea*; ev. č. P16110) a spoľahlivo určené členkové kosti bizóna stepného (*Bison priscus*; ev. č. P16106). V slovenských jaskyniach sú takéto nálezy zatiaľ veľmi ojedinelé a preto vzácne. Zo zvyškov mamuta srstnatého (*Mammuthus primi-*

*genius*) je unikátny mliečny premolár dp3 (ev. č. P16101/3; obr. 3.1), ktorý je iba druhým nálezom z nášho územia a prvým z jaskýň Slovenska.

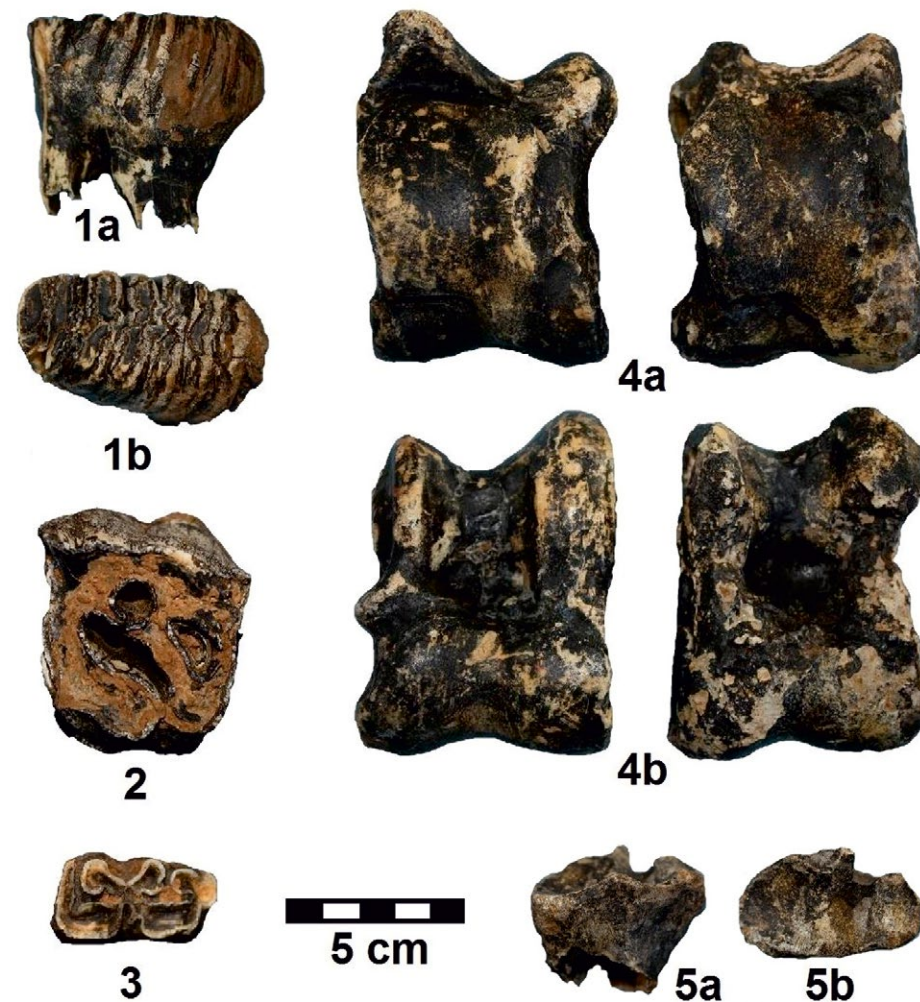


Obr. 2. Mapový list pôdorysu a rezov Kľúčovej dierky.  
Fig. 2. Map sheet of the ground plan and sections of the "Keyhole".

Tabuľka 3. Určená fauna z jaskyne Domica – Kľúčová dierka: **NISP** – celkový počet určených vzoriek; **MNIc** – kombinovaný minimálny počet jedincov.

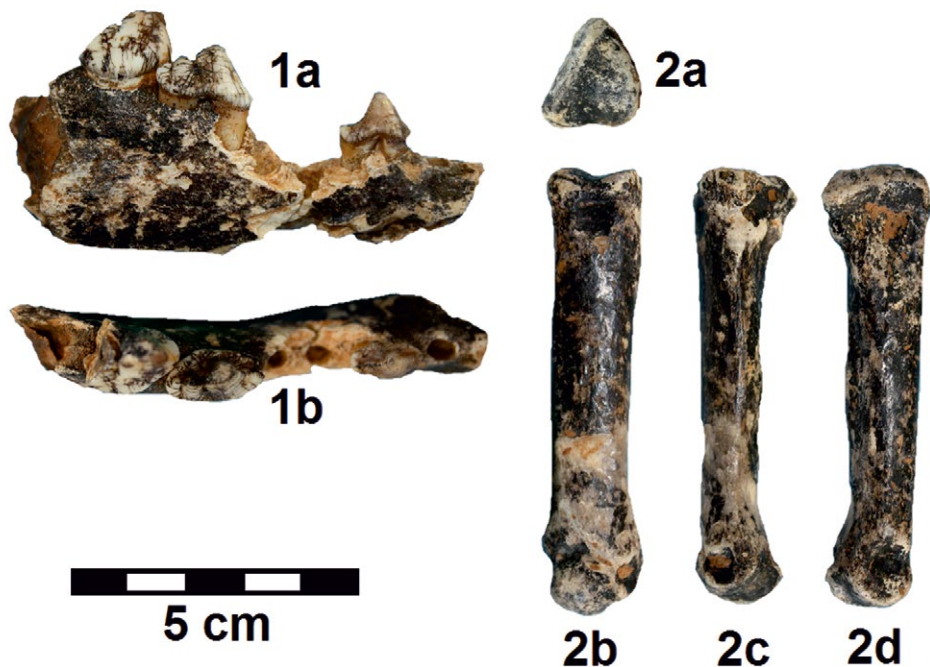
Table 3. Determined fauna from the Domica Cave – “Keyhole”: **NISP** – number of identified specimens; **MNIc** = minimum number of individuals by combination.

Nálezové miesto	Západný vrchný komín	Západný spodný komín	Východný spodný komín	Spolu	
				NISP	MNIc
<i>Mammuthus primigenius</i>	3	5	2	10	2
<i>Coelodonta antiquitatis</i>		1	1	2	1
Rhinocerotidae indet.	1	4	4	9	-
<i>Equus ex gr. ferus</i>	1	2	1	4	2
<i>Equus sp.</i>	2	9	5	16	-
<i>Bison priscus</i>	2			2	2
<i>Bos primigenius / Bison priscus</i>	1	1		2	-
<i>Cervus elaphus</i>			1	1	1
<i>Rangifer tarandus</i>	1	2		3	1
cf. <i>Rangifer tarandus</i>		1		1	-
Cervidae indet.		1		1	-
Cervidae-Bovidae indet.		1	2	3	1
Ungulata indet.	2	3	2	7	-
<i>Crocota crocota spelaea</i>			2	2	1
<i>Canis lupus</i>	1	1	1	3	1
Canidae indet.			1	1	1
Mustelidae indet.		1		1	1
Carnivora indet.			2	2	-
cf. <i>Spermophilus citellus</i>		1		1	1
Arvicolinae indet.			1	1	1
Rodentia indet.		1	1	2	-
<i>Lepus europaeus / L. timidus</i>		1		1	1
Mammalia indet.	45	142	14	201	-
Aves indet.	1	5	1	7	2
Vertebrata indet.		5		5	-
<b>Spolu</b>	<b>60</b>	<b>187</b>	<b>41</b>	<b>288</b>	<b>19</b>



Obr. 3. Fosílné zvyšky rastlinožravcov: 1 – mamut srstnatý, dp3 sin. (1a – bukálny pohľad, 1b – oklúzny pohľad); 2 – nosorožec srstnatý, M1 sin., oklúzny pohľad; 3 – kôň divý, m1-2 sin., oklúzny pohľad; 4 – bizón stepný, 2 x *astragalus* sin. (4a – anteriórny pohľad, 4b – posteriórny pohľad); 5 – sob arktický, fr. *radius* sin. (5a – anteriórny pohľad, 5b – proximálny pohľad).

Fig. 3. Fossil remains of herbivores: 1 – woolly mammoth, dp3 sin. (1a – buccal view, 1b – occlusal view); 2 – woolly rhinoceros, M1 sin., occlusal view; 3 – wild horse, m1-2 sin., occlusal view; 4 – steppe bison, 2 x *astragalus* sin. (4a – anterior view, 4b – posterior view); 5 – reindeer, fr. *radius* sin. (5a – anterior view, 5b – proximal view).



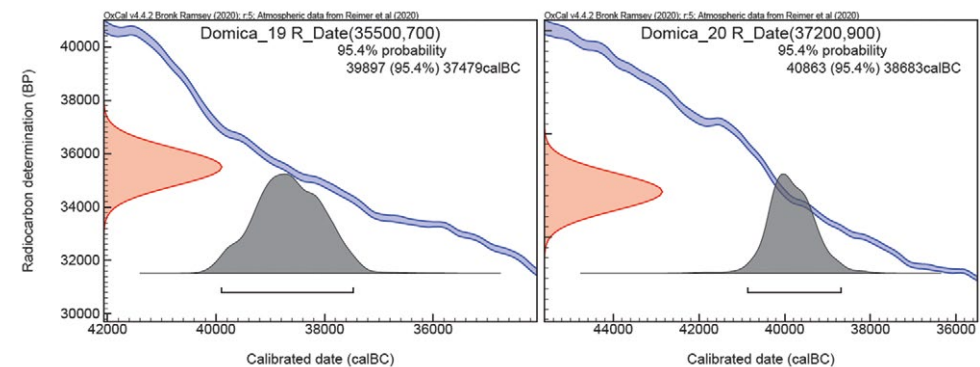
Obr. 4. Fosílné zvyšky šeliem: **1** – vlk dravý, fr. *mandibula* dext. s p2, p4 a m1 (1a – bukalný pohľad, 1b – oklúzny pohľad); **2** – hyena jaskynná, *os metacarpale* II dext. (2a – proximálny pohľad, 2b – dorzálny pohľad, 2c – mediálny pohľad, 2d – laterálny pohľad).

Fig. 4. Fossil remains of carnivores: **1** – grey wolf, fr. *mandibula* dext. with p2, p4 and m1, (1a – buccal view, 1b – occlusal view); **2** – cave hyena, *os metacarpale* II dext. (2a – proximal view, 2b – dorsal view, 2c – medial view, 2d – lateral view).

Tabuľka 4. Výsledky rádiokarbónového datovania a izotopových analýz z Poznaňského rádiokarbónového laboratória (Poľsko).

Table 4. Results of radiocarbon dating and isotopic analyses from the Poznan's Radiocarbon Laboratory (Poland).

Laboratórne číslo	Taxón Vzorka	Miesto nálezu	Vek <sup>14</sup> C	Kalibrovaný vek		Izotopy	
				68,3 %	95,4 %	<sup>15</sup> N	<sup>13</sup> C
19_Kecovo_A - Poz-129125	<i>Mammuthus primigenius</i> fr. <i>os coxae</i>	západný spodný komín	35 500 ± 700 BP	39 272 až 37 998 calBC	39 897 až 37 479 calBC	0,5 %	3,8 %
20_Kecovo_B - Poz-129126	<i>Equus</i> sp. <i>phalanx distalis</i>		37 200 ± 900 BP	40 371 až 39 368 calBC	40 863 až 38 683 calBC		



Obr. 5. Kalibrované časové údaje datovaných nálezov mamuta srstnatého (Domica\_19) a koňa (Domica\_20).

Fig. 5. Calibrated age ranges of dated samples from woolly mammoth (Domica\_19) and horse (Domica\_20).

### Paleontológia – Rádiokarbónové a izotopové analýzy

Materiál použitý na analýzy je uvedený v tabuľke 4 a výsledky kalibrácie vekových údajov sú zobrazené aj na obr. 5. Podľa regionálnej chronostratigrafickej tabuľky (INQUA, 2011), ako aj podľa Vandenbergheho a van der Plichta (2016), zodpovedajú obidva zistené časové intervaly obdobiu interštadiálu Hengelo v rámci vislanského glaciálu.

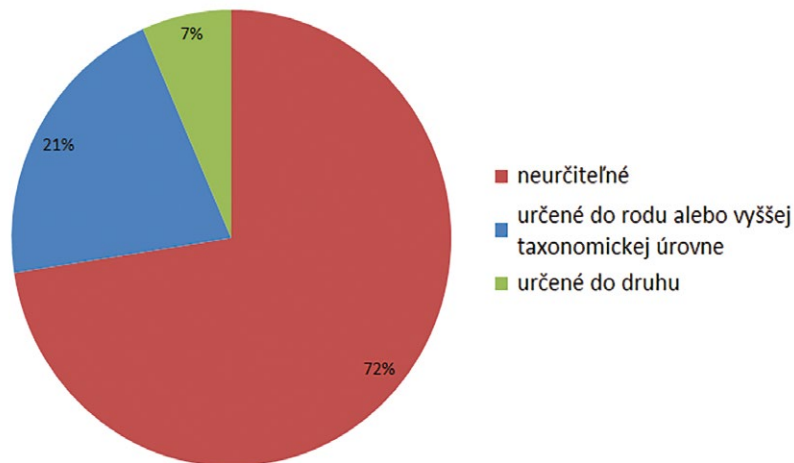
Podľa stanoveného pomeru izotopov <sup>15</sup>N a <sup>13</sup>C sa zistilo, v akom prostredí sa dané jedince pohybovali. Výsledok vzorky koňa priniesol údaje typické pre vrchnopleistocénnych zástupcov tohto rodu (Bocherens, 2015). Hodnota <sup>15</sup>N u mamuta srstnatého je trochu nižšia, čo s najväčšou pravdepodobnosťou poukazuje na otvorenú krajinu (lesostep, mamutia step).

### Paleontológia – Tafonomické vyhodnotenie

Skúmaný osteologický materiál bol nájdený a odobratý zo sedimentov a sutiny troch komínových priestorov Kľúčovej diery – západný vrchný, západný spodný a východný spodný komín. Nálezy vykazujú vysoký stupeň fosilizácie. Proces fosilizácie kostí a dentície závisel od času, hydrologických pomerov, druhu sedimentov a od chemických procesov, ktoré v nich prebiehali. Všetky kosti sú sfarbené do odtieňov oranžovohnedej až tmavohnedej farby a na svojom povrchu sú takmer všetky pokryté čiernou patinou. Čierna farba je spôsobená prienikom oxidov mangánu a železa, obsiahnutých v jaskynnej vode a v jaskynných sedimentoch. Vyvrážanie Mn-Fe povlakov na kostiach môže tiež poukazovať na zmeny v oxidačno-redukčných podmienkach v jaskynnom prostredí. Dobrým ukazovateľom akumulácie a fosilizácie kostí v jaskynnom prostredí sú sintrové povlaky do hrúbky 3 mm (gulôčkovitý, hladký, mäkký sinter, sintrová kôra) na povrchu kostí, ako aj v ich dutinách. Posintrovanie, resp. pokrytie vrstvou sintra svedčí o tom, že presakujúca voda infiltrovala cez sediment.

Fosílny materiál je tiež veľmi poškodený. Dôkazom toho je vysoký pomer fragmentov v skúmanej vzorke, a to až 95 %. Najzachovalejšie sú zuby, prstové články, karpálne a tarzálne kosti. Pri procesoch transportu je bežné, že zuby a menšie kosti sú viac odolné voči ich deštrukcii (Lyman, 1994). Všetky ostatné typy kostí sú značne rozlamané. Za vznik fragmentov môžu konkrétne biotické a abiotické tafonomické vplyvy. Oválné a rozbité kosti poukazujú na dynamický transport – vertikálne splavovanie a gravitačné prepádanie materiálu z vyšších priestorov.



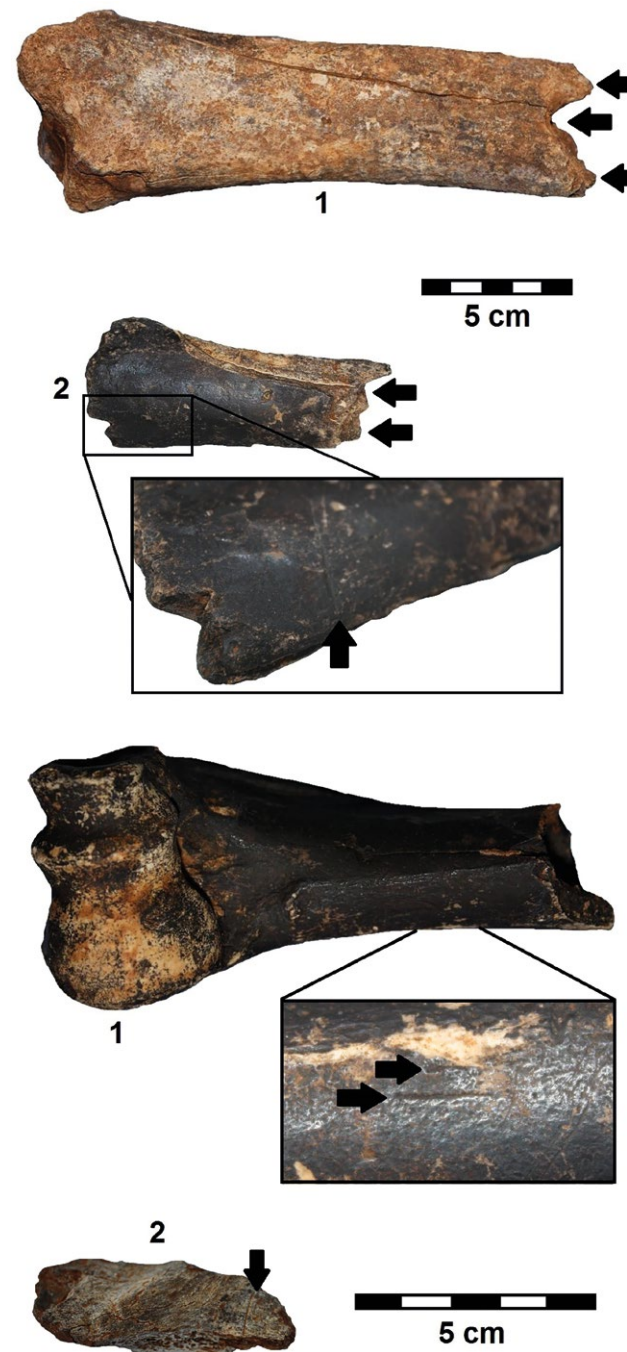


Obr. 6. Stupeň taxonomickej určiteľnosti fosilného materiálu z jaskyne Domica – Kľúčová dierka.  
Fig. 6. Taxonomic determinability stage of fossil material from the Domica Cave – “Keyhole”.

Na polámaných kostiach sa identifikovalo osem Lymanových typov fraktúr – pozdĺžna, špirálna, priečna nepravidelná, priečna pravidelná, stupňovitá, pílkovitá, zlomenina tvaru V a odlúpnutie. Priečne zlomeniny vznikli na kostiach, ktoré boli po dlhšom čase od úhynu jedinca vysušené – postmortálne zlomeniny. Naopak, špirálne fraktúry rešpektujúce priebeh kolagénnych vlákien hovoria o tom, že kosti mohli byť zlomené v krátkom čase po úhynutí jedinca, resp. počas jeho života (v takomto prípade sa dá uvažovať o úraze aj ako o príčine smrti). Odlúpenie povrchových vrstiev kostí je prejavom zvetrávacích procesov. Stopy po zvetrávaní, podobne ako sintrové povlaky, svedčia o tom, že vzorky museli istý čas voľne ležať v sedimente alebo na povrchu, kde boli vystavené vplyvom presakujúcej vody. Výrazná fragmentarizácia nálezov značne obmedzila a vo väčšine prípadov úplne znemožnila anatomickú aj taxonomickú determináciu (obr. 6).

Predpokladá sa, že primárna depozícia študovaného materiálu bola v miestach na povrchu nad jaskyňou a do priestorov jaskyne bol sekundárne redeponovaný. Najpravdepodobnejšími transportnými činiteľmi a akumulátormi materiálu boli voda a gravitácia. Príčina úmrtí zvierat a presná primárna akumulácia ich zvyškov sú zatiaľ neznáme.

Stopy po činnosti šeliem ani iných živočíchoch preukázané neboli, avšak do úvahy pripadá ľudská aktivita. Na analyzovaných kostiach sa nachádzajú stopy, ktoré tomu môžu nasvedčovať. Fraktúru s úlomovými plochami, sprevádzanú prasklinou pozdĺž diafýzy, nesie na svojom povrchu holenná kosť koňa zo západného spodného komína (obr. 7). Tieto stopy mohli byť spôsobené kamenným ľudským nástrojom za účelom rozbitia kosti a získania kostnej drene. Úlomové plochy a možné zářezy nesie na svojom povrchu aj jeden taxonomicky neurčiteľný väčší fragment dlhej kosti zo západného spodného komína (obr. 7). Stopy po činnosti človeka v podobe intencionálnych zárezov pravdepodobne nesie ramenná kosť soba arktického, rebro, plochá kosť a bližšie neurčiteľná kosť cicavca zo západného spodného komína a možno aj jeden bližšie neurčiteľný fragment kosti zo západného vrchného komína (obr. 8). A navyše, sedem fragmentov zo západného spodného komína, deväť fragmentov z východného spodného komína a dva fragmenty zo západného vrchného komína Kľúčovej dierky sú predbežne zaradené k potenciálnej kostenej industrii (obr. 9). Podľa súčasnej nomenklatúry sa kategorizujú ako hrotilé nástroje, avšak



Obr. 7. Potenciálne stopy po činnosti človeka na fragmentoch zo západného spodného komína: 1 – úlomové plochy na holennej kosti koňa; 2 – úlomové plochy a zárez na neurčiteľnom fragmente kosti.

Fig. 7. Possible human activity on fragments from western lower chimney: 1 – fracture area on the horse's tibia; 2 – fracture area and cut on the undeterminable bone fragment.

Obr. 8. Potenciálne stopy po činnosti človeka: 1 – zářezy na ramennej kosti soba arktického zo západného spodného komína; 2 – zárez na neurčiteľnom fragmente kosti zo západného vrchného komína.

Fig. 8. Possible human activity on fragments: 1 – cuts on the reindeer's humerus from western lower chimney; 2 – cuts on the undeterminable bone fragment from western upper chimney.

morfológicky sú veľmi univerzálne a na definitívne určenie je potrebná väčšia séria takýchto fragmentov. Taktiež je potrebné nájsť jednoznačné stopy po technikách opracovania a v prípade zárezov je nevyhnutné vidieť profily a hrany prierezov pod mikroskopom (Bibiana Hromadová, písomná informácia z roku 2022).



Obr. 9. Fragментy kostí typologicky pripomínajúce hrotité nástroje: **1** – západný spodný komín; **2** – východný spodný komín; **3** – západný vrchný komín.  
 Fig. 9. Bone fragments typologically resembling pointed tools: **1** – western lower chimney; **2** – eastern lower chimney; **3** – western upper chimney.

Nález medvedej lebky z Hlavnej chodby tafonomicky s fosílnym záznamom z Kľúčovej dierky nesúvisí. Nasvedčuje tomu úplne odlišný stupeň fosilizácie a taktiež spôsob pochovania. Fragment lebky bol nájdený za odbočkou do Meandrovej chodby cca 250 m od vyrazeného vchodu, v sedimente steny Hlavnej chodby vo výške približne jeden meter nad domickou riečkou Styx. Nález možno súvisí so zvyškami medveďov, ktoré analyzoval už Sabol (2002).

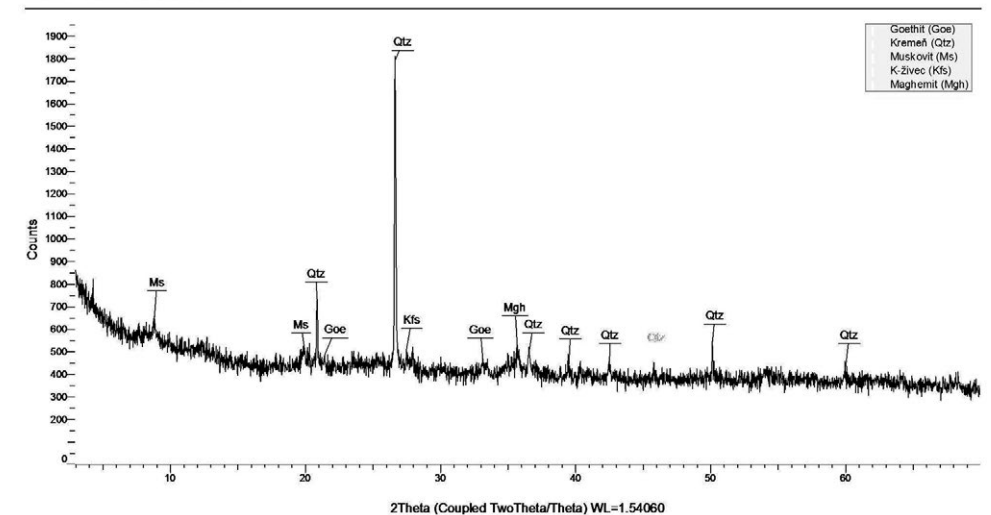
#### Analýza sedimentov

Všetky tri vzorky červeného ílovitého sedimentu, odobraté zo západného komína (DOM-1, DOM-2) a východného komína (DOM-3), sú mineralogicky identické s minimálnymi odlišnosťami (tabuľka 5). Tento výsledok naznačuje rovnaký zdroj sedimentu, ktorý naplnil obidva komínové priestory rozplavením jaskynných sedimentov nachádzajúcich sa nad komínmi, kde sa predpokladajú ďalšie priestory jaskyne, ktoré niekedy komunikovali s povrchom.

Tabuľka 5. Normalizované výsledky kvantitatívnej XRD analýzy (hm. %) frakcií <250 µm zo vzoriek DOM-1 až DOM-3.  
 Table 5. Normalized results of quantitative XRD analysis (weight %) of fractions <250 µm from DOM-1 to DOM-3 samples.

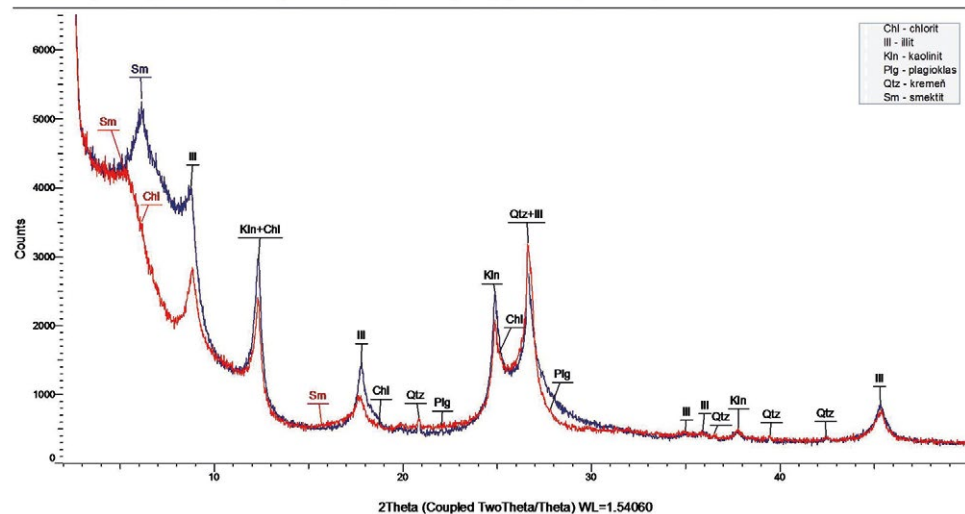
(hm. %)	DOM-1	DOM-2	DOM-3
kremeň	36	39	34
K-živec	6	4	5
plagioklas	7	5	5
muskovit	8	7	9
kalcit	<1	<1	2
dolomit	<1	<1	<1
hematit	<1	<1	<1
goethit	<1	<1	<1
anatas	<1	<1	<1
rutil		<1	
ferrihydrit	6	9	10
smektit+illit	30	29	29
kaolinit	4	5	4
chlorit	1	<1	1
<b>Spolu</b>	<b>100</b>	<b>100</b>	<b>100</b>

DOM-1 čierne konkrécie



Obr. 10. XRD záznam mineralogického zloženia submilimetrových konkrécií zo vzorky DOM-1.  
 Fig. 10. XRD record of mineralogical composition of submillimetre concretions from the DOM-1 sample.

DOM-3 (<2 μm) prírodný stav (modrá) + sýtené etylénglykolom (červená)

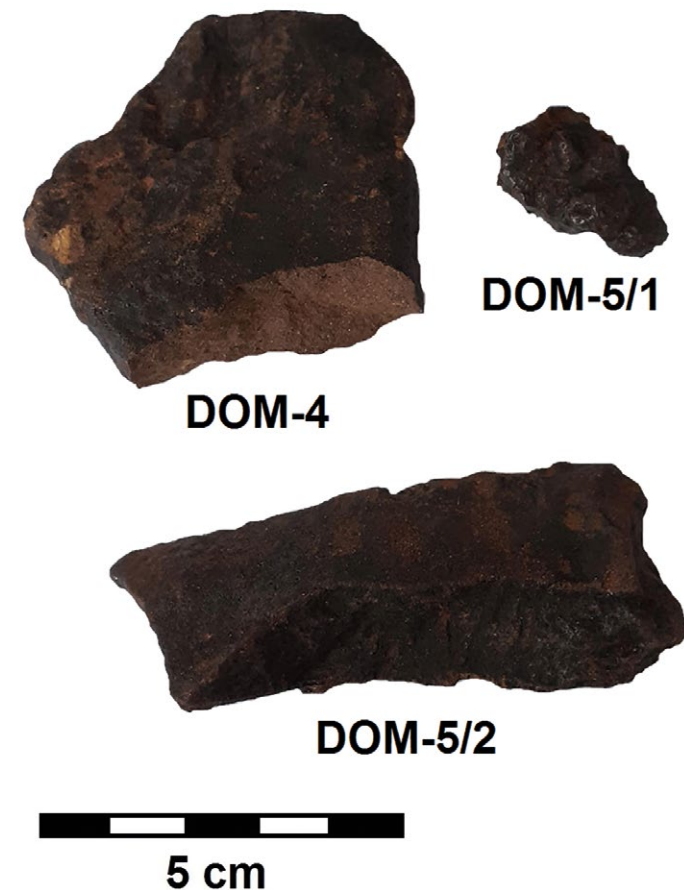


Obr. 11. Orientovaný XRD záznam ílových minerálov v jaskynnom sedimente (vzorka DOM-3, frakcia <2 μm, modrá krivka - prírodný stav, červená krivka - stav po sýtení etylénglykolom).  
Fig. 11. XRD patterns of oriented clay fraction (<2 μm) of cave sediment (sample DOM-3). Air-dried state in blue, ethylene-glycol solvated state in red.

Nadsitné frakcie (>250 μm) neboli analyzované, s jedinou výnimkou. Tou sú drobné submilimetrové, čierne oválne agregáty zo vzorky DOM-1. Bol v nich identifikovaný kremeň, muskovit a maghemit s možnou drobnou prímiesou goethitu a K-živca (obr. 10).

Vzorka DOM-3 bola použitá aj na identifikáciu ílových minerálov (obr. 11). Z obrázku 4 vyplýva, že dominujúcim minerálom je illit s kaolinitom s menšou prímiesou smektitu, kremeňa, chloritu a plagioklasu. Zdroj týchto minerálov v jaskynnom sedimente predpokladáme splavením z povrchových červených ílovitých pôd nachádzajúcich sa nad jaskyňou. Červené pôdy (terra rossa) vznikli ako rezíduá po zvetrávaní materskej horniny. Ide o lateritické pôdy bohaté na železo a hliník. Vyvíjajú sa zvyčajne za podmienok vysokých teplôt a výdatných zrážok pri striedaní vlhkých a suchých období (Kováčik, 1955; Andrusov a kol., 1958; Borza a Martini, 1964; Borza a kol., 1969). Aj vzorky DOM-4 a DOM-5, nájdené v jaskynnom sedimente a vybrané na identifikáciu, pochádzajú pravdepodobne z obdobia teplej a vlhkej klímy, ktorá sa podieľala na zvetrávaní krasových hornín, pôdy a tvorbe týchto produktov zvetrávania na povrchu krasu. Vo vzorkách DOM-4 a DOM-5, ktoré sú tvorené viacerými niekoľko cm veľkými úlomkami železitých zvetrávacích kôr (Kováčik, 1955) alebo stmelенých sedimentov, boli opticky identifikované tri rôzne typy hornín (obr. 12).

Prvý typ železitej piesčitej kôry (DOM-4) textúrou pripomína pieskovec, hoci nie je isté či naozaj ide o sedimentárnu horninu alebo stmelенý redeponovaný jaskynný piesok. Klasty tvoria zrníčka kremeňa a muskovitu, približne o veľkosti siltu, ktoré tmelí goethit. Akcesoricky sa môže vyskytovať kaolinit, hematit a rutil (obr. 13a). Druhý typ predstavuje železitú konkréciu (DOM-5/1) a je tvorený takmer výlučne goethitom s malou prímiesou kremeňa (obr. 13b). Tretí typ (DOM-5/2) sme pracovne označili ako „kremenec“. Tvorí ho prevažne „cukrovitý“ biely kremeň s muskovitom s nepatrnou prímiesou Fe-oxidov (obr. 13c). Fragменты železitých kôr sú produkty zvetrávania, ktoré sa tvoria v pôdach rôznych materských hornín za vhodných klimatických podmienok a pri redepozícii me-

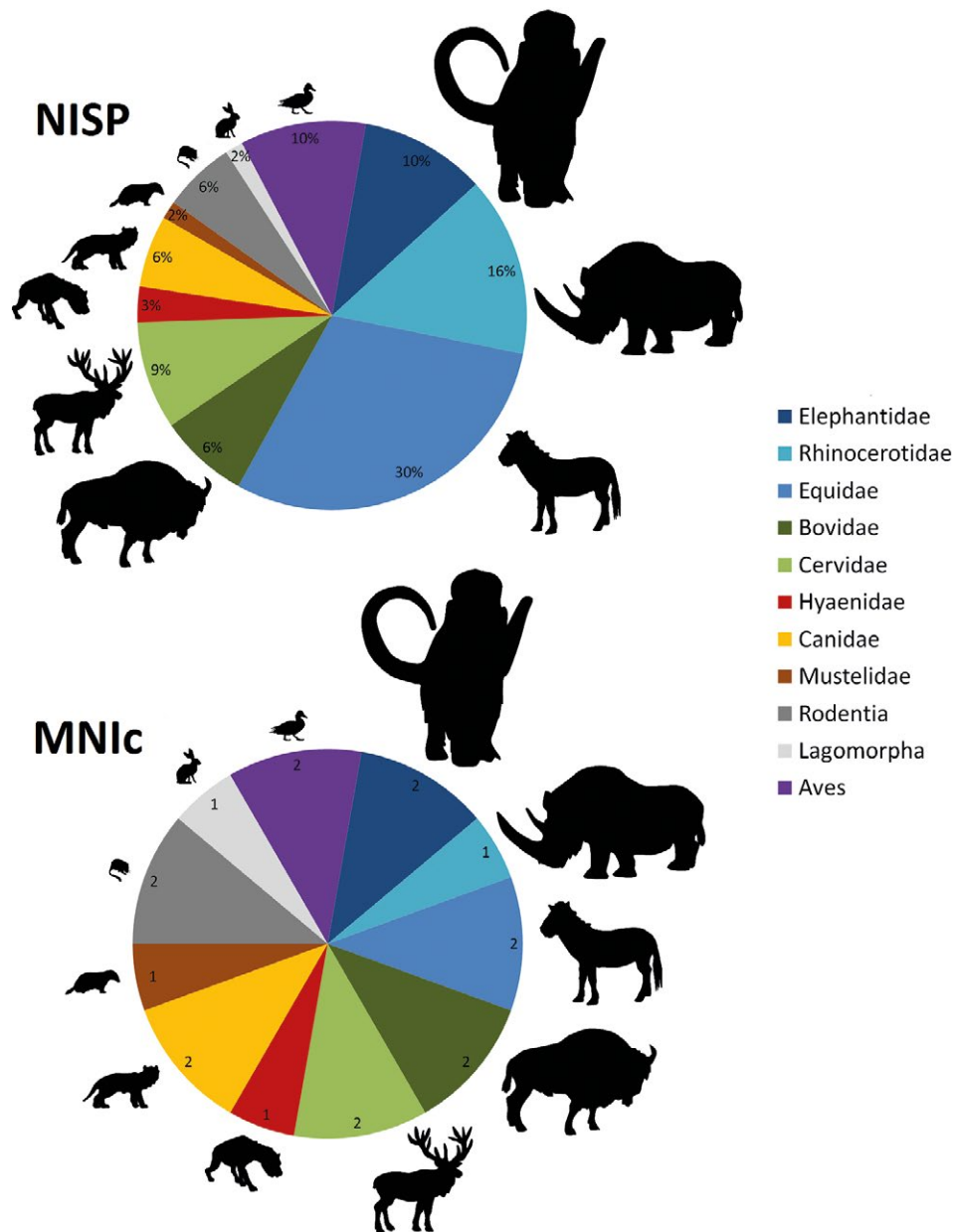


Obr. 12. Úlomky troch typov (DOM-4, DOM-5/1, DOM-5/2) vyseparovaných a premytých vzoriek nachádzajúcich sa v červenom ílovitom jaskynnom sedimente spolu s osteologickými nálezmi.  
Fig. 12. Fragments of three types (DOM-4, DOM-5/1, DOM-5/2) of separated and washed samples found in red clayey cave sediment together with osteological findings.

chanickým alebo fluvialným transportom boli zaoblené a zachytené v krasových depresiách, v jaskyni, prípadne prechádzali do aluviálnych sedimentov paleokoryta (Gradziński, 1999; Audra a kol., 2003).

XRD záznamy mineralogického zloženia vybraných troch makroskopicky a nakoniec aj mineralogicky odlišných fragmentov poukazujú pravdepodobne na produkty zvetrávania z povrchu krasu situovaných pôvodne v blízkosti vyústenia komínov na povrch v časti jaskyne Domica – Kľúčová dierka. Potrebné sú ďalšie petrologické analýzy výbrusov všetkých troch zmienovaných fragmentov pre upresnenie ich predpokladanej genézy. Výskyt všetkých troch druhov klastov nie je v sedimente oboch komínov ojedinelý, ale spolu s úlomkami kostí stavovcov pomerne častý. V odhadnutom priemete miesta výskytu komínov z podzemia smerom na povrch boli zistené kutacie pingy (5 jám) s nálezom jedného kusu železnej trosky. Podľa prvej obhliadky vzorky trosky metalurgom Jozefom Petríkom pochádzajú z primitívnej taviacej pecky (Petrík, in verb.). Výtavok trosky aj železité kôry, nájdené zatiaľ len v skúmaných komínoch jaskynných sedimentov, navzájom pravdepodobne súvisia. Momentálne na nich prebiehajú chemické analýzy. Výsledky stopových



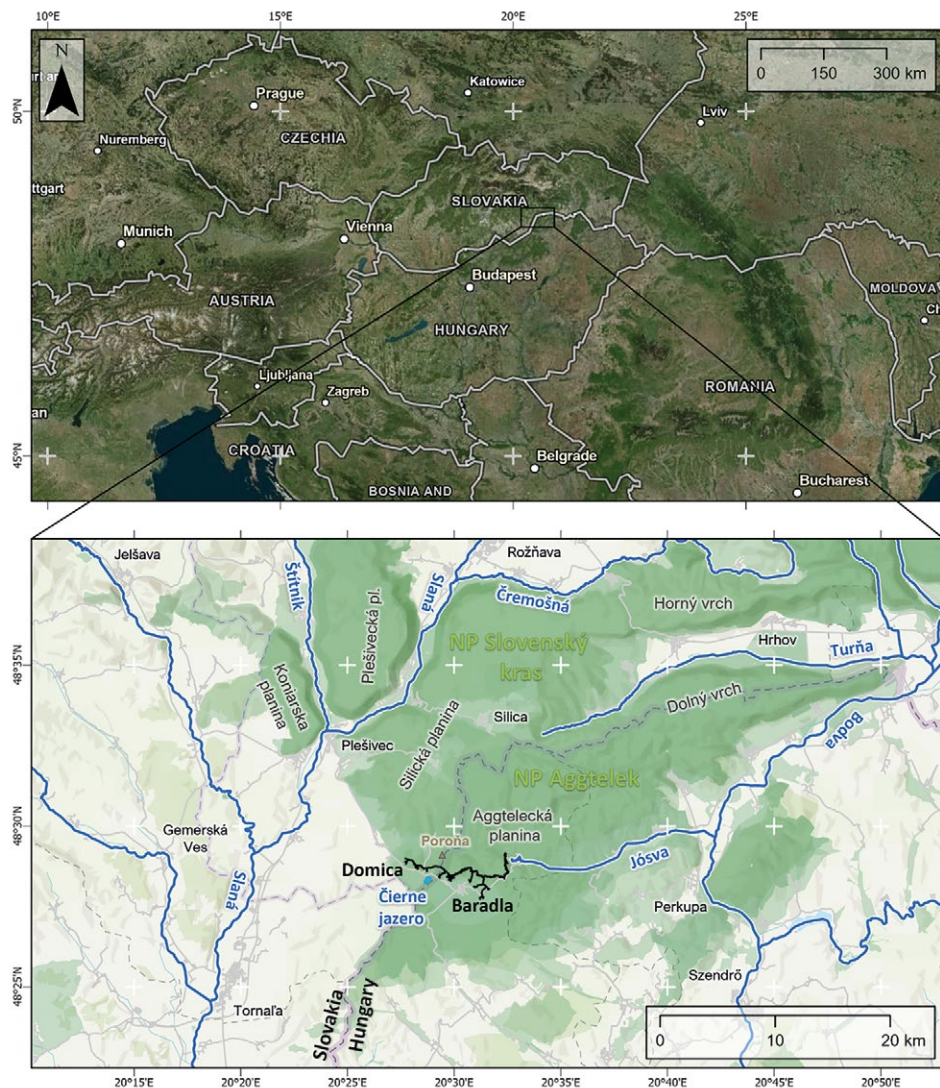


Obr. 14. Fossilné spoločenstvo z Domice – Kľúčovej diery podľa celkového počtu určených vzoriek (NISP) a kombinovaného minimálneho počtu jedincov (MNIC).

Fig. 14. Fossil assemblage from the Domica Cave – “Keyhole” according to the Number of identified specimens (NISP) and the Minimum number of individuals by combination (MNIC).

3. *Equus ferus*: typický stepný druh, z časti lesostepný; teplota nie je dôležitá, dokáže žiť vo veľmi chladnom i teplom prostredí stepí, avšak v oboch prípadoch je nutná prítomnosť vodného zdroja; pri suchej rastlinnej potrave spotrebuje denne pri teplote  $-18\text{ }^{\circ}\text{C}$  na 1 kg potravy asi 2 litre vody (Musil, 2003).
4. *Bison priscus*: výborne adaptovaný na chladné stepné prostredie, podobne ako nosorožec a mamut (van Vuure, 2005); pravdepodobne žil v stádach (Musil, 2014).
5. *Rangifer tarandus*: ekologicky prispôsobivý druh tolerujúci nízke teploty; sú to živočíchy žijúce vo veľkých stádach, sú adaptované na život v tundre a menšie skupiny aj na život v boreálnom lese (tajga); vyhýbajú sa veľkým uzavretým a listnatým lesom; začiatkom leta migrujú do vyššie položených oblastí až do 2 500 m n. m. a vracajú sa v auguste; niektoré populácie žijú viac-menej usadeným spôsobom, iné migrujú vo vzdialenosti väčšej ako 500 km za rok; za jeden deň sú schopné prejsť takmer 55 km (Stewart a kol., 2003).
6. *Crocota crocota spelaea*: ekologicky flexibilná forma hyeny, preto sa vyskytovala v rôznom prostredí s rôznou klímou (Musil, 1986); ich spôsob života sa v mnohých aspektoch mohol podobat' recentnej hyene škvrnatej (*Crocota c. crocota*) vo svorkách s určitou sociálnou štruktúrou; primárne sa zrejme živili lovom, príležitostne boli zdochlinožravé (Müller, 1970); denne spotrebovali v priemere 2 kg mäsa (Musil, 2014); hyena jaskynná neprenikala do oblastí s vyššou nadmorskou výškou a horná hranica jej výskytu je na území Slovenska limitovaná nadmorskou výškou približne 500 m n. m. (Sabol, nepublikované údaje).
7. *Canis lupus*: mimoriadne flexibilný druh, môže žiť v polopúšti, v lesoch, na pastvinách, aj v arktickej tundre, závisí to od množstva koristi; brlohy si vytvára v prirodzenom úkryte, ako sú trhliny v skalách, previsnuté útesy alebo diery pokryté vegetáciou, v zriedkavých prípadoch samice vyhrabávajú nory, v oboch prípadoch sú vytvorené nie viac ako 500 m od vodného zdroja (Feldhamer a kol., 2003); v horách vystupuje do nadmorskej výšky až 4 000 m n. m., denná vzdialenosť presunu je až 200 km (Musil, 2014).

Región strednej Európy zahŕňa rozsiahle nížiny s minimálnym prevýšením (Nemecko, Poľsko, Maďarsko), členitý reliéf v okolí veľkých riek (Dunaj v Nemecku a Rakúsku; Morava, Odra, Svratka a Svitava na Morave; Váh, Nitra a Hornád na Slovensku) a krasové oblasti. Slovenský kras a Aggtelecký kras sa rozprestierajú pozdĺž slovensko-maďarskej štátnej hranice a spoločne vytvárajú najrozsiahlejšie krasové územie v strednej Európe (obr. 15). Aggtelecký kras (Aggteleki karszt) na severe Maďarska tvoria prevažne bezvodé náhorné plošiny a jeho najvyšší bod dosahuje 604 m n. m. Povrchové formy veľkej planiny sú výsledkom tzv. autogénneho krasu (Jákal, 2004), v ktorom prakticky nedochádza k žiadnemu odtoku – čo sa neodparí, vsakuje a tečie v puklinách a následne tečie v jaskyniach smerom ku krasovým vyvieraciam. Náhorné plošiny sú oddelené hlboko zarezanými údoliami. Dve najväčšie náhorné plošiny oddeluje dolina Jósva, ktorej hlavným vodným tokom je zo západu na východ rieka Jósva vlietajúca sa do Bodvy. Aggtelecký kras nadväzuje na Slovenský kras v oblasti Silickej planiny. Silická planina je najväčšia z planín Slovenského krasu. Povrch planiny tvorí náhorná vápencová plošina, ktorá v severnej časti dosahuje výšku do 634 m n. m. (Malý vrch). Na juhozápade susedí s Bodvianskou pahorkatinou a Juhoslovenskou kotlinou, severozápadným smerom nadväzuje Plešivská planina, ktorá je od Silickej planiny veľmi ostro ohraničená kaňonom rieky Slaná. Zo severu oddeľujú planinu od Rožňavskej kotliny strmé stráne, a od východnejšie situovaných planín



Obr. 15. Krajinná pokrývka študovaného územia so situovaním jaskynného systému Dmica-Baradla a vodných tokov na výseku mapy Panónskej panvy (zdroj: <https://www.bing.com/maps>, © 2018 Microsoft).

Fig. 15. Land cover of the studied area with localisation of the Domica-Baradla Cave System and water courses on map section of Pannonian Basin (source: <https://www.bing.com/maps>, © 2018 Microsoft).

je Silická planina geomorfologicky oddelená depresiou (sedlom) Sorošky, resp. západným uzáverom Turnianskej kotliny (Jákal, 1975; Móga, 1999).

Územie Slovenského a Aggteleckého krasu sa v období posledného glaciálu nachádzalo medzi dvoma zaľadnenými oblasťami, a to medzi vysokohorským Alpským a kontinentálnym zaľadnením severnej Európy (Svendsen a kol., 2004). Hornatý terén, ktorý sa tiahne západovo-východným smerom severnou a strednou časťou Slovenska, tvorí prirodzenú migračnú bariéru smerom do Poľska a čiastočne aj voči Morave, čo značne obmedzovalo

migračné trasy. Značná členitosť reliéfu ovplyvňuje a vždy ovplyvňovala klímu a prírodné prostredie. Tak na zloženie fauny a flóry v jednotlivých oblastiach okrem makroklimy mal značný vplyv lokálny klimatický model. V oblastiach nachádzajúcich sa v predpolí kontinentálneho ľadovca prevládala v období interstadií na území dnešného Slovenska a Maďarska parková krajina, značne odlišujúca sa od dnešných biómov. Súvislejšie lesné porasty boli väčšinou obmedzené na údolia väčších a stredne veľkých vodných tokov. Druhová diverzita fauny bola prekvapivo vysoká a úzko spojená s veľkou heterogenitou rastlinného pokryvu. Biómy posledného glaciálu (tzv. mozaikovitá krajina) boli svojim spôsobom jedinečné a dnes sa nikde nevyskytujú. Pre prítomnosť veľkých stád rastlinožravcov (predovšetkým mamutov) bolo potrebné množstvo biomasy 50 – 500 kg/km<sup>2</sup>. V dnešnej tundre je biomasy podstatne menej, len 16 – 26 kg/km<sup>2</sup>. Ak by teda krajina vyzerala ako dnešná tundra, nemohla by rastlinná potrava postačovať pre veľké stáda rastlinožravcov na dlhšiu dobu a jedinou možnosťou by bola ich sezónna migrácia (Musil, 2014).

Chodba a komíny v Kľúčovej diere sú situované 40 až 70 m pod úrovňou doliny západne od hraničného vrcholu Poroňa (obr. 15). Chodba odvádza atmosférické vody z blízkeho okolia, v minulosti mohla navyše spoločne s Čerňanskou vetvou (Maďarsko) odvodňovať aj časť oblasti Čierneho jazera, ktoré sa nachádzalo na slovensko-maďarskom pohraničí. Na základe ekologických požiadaviek zistenej fauny, navyše podporených výsledkami izotopových analýz, je možné konštatovať, že v predmetnom období 40 863 až 37 479 rokov pred Kristom (calBC) bolo v širšom okolí jaskynného systému Dmica-Baradla otvorené prostredie stepného až lesostepného charakteru s prítomnosťou vody. V skúmanej vzorke fauny chýbajú okrem jeleňa lesného striktné teplomilné a lesné druhy. Takmer polovicu určených vzoriek tvoria kone a nosorožce. Ak sa tu zvieratá zdržiavali aj v zimnom období, snehová pokrývka nemohla byť hrubá, pretože by značne obmedzovala nosorožce v pohybe (Boeskorov, 2012). Poloha oblasti Slovenského krasu bola výhodná z dôvodu, že zo severu ju chránili pohoria, odkiaľ pramenili rieky a potoky a mohla sa vytvoriť miernejšia mikroklima.

Na študovaných kostiach z Kľúčovej diery boli zistené perimortálne a postmortálne stopy, pri ktorých nemožno vylúčiť aj činnosť človeka. Na základe zistených údajov je možné teoreticky konštatovať, že pôvodná (primárna) akumulácia materiálu v priestoroch na povrchu nad jaskyňou, ešte pred jeho redepozíciou, mohla byť výsledkom ľudskej aktivity. Zistený exaktný vek 40 863 až 37 479 calBC korešponduje so záverom stredného paleolitu, resp. so začiatkom mladého paleolitu. O výskyte paleolitických lovcov nasvedčuje informácia o plošne opracovanom listovom hrote szeletienskej kultúry, ktorý sa údajne našiel v domickom Majkovom dome (Bárta, 1965). Tento tvarovo zatiaľ u nás ojedinelý nález je spájaný s pôvodným, dnes zasypaným pleistocénnym vchodom do jaskyne Dmica, odkiaľ bol pravdepodobne do Majkovho domu splavený. Okrem toho, M. Mottlová našla v zisťovacej sonde Posvätnéj chodby v hĺbke 220 cm uhlíky z ohniska (Kettner, 1936). Uhlíková vrstva bola datovaná na 6 122 ± 75 BP (Bárta, 1965). Dnes vieme, že ľudia osídlili jaskyňu v kamennej dobe niekoľkokrát a na viacerých miestach. Neolitickí ľudia tu vyrábali keramické nádoby z hliny, prispôbovali si prostredie stavbou umelých prístreškov, ohnísk a terás, a na stene v Posvätnéj chodbe zanechali unikátne nástenné maľby (Soják, 2008; Šimková a Lázníčková, 2017). Známe domické kresby však nie sú len dielom ľudí bukovohorskej kultúry, ale podľa rádiokarbónového datovania sú i staršie (Šefčáková a kol., 2008a; Šefčáková, 2017; Soják, 2014). V prípade lokality Dmica uvažujeme o výskyte mladopaleolitických lovcov szeletienskej a/alebo aurignacienskej kultúry (archeologické kultúry spájané s výskytom *Homo s. sapiens*), čo bude aj predmetom pokračujúceho výskumu. Silická planina mohla byť výhodným miestom na založenie krátkodobého tá-

boriska loveckého charakteru, pretože je z nej dobrý výhľad na údolia riek, kam sa chodili zvieratá napájať a odkiaľ mohli lovci sledovať pohyb stádovitej zveri.

Hojnosť veľkých cicavcov v paleoprostredí Silickej planiny potvrdzujú aj ďalšie nálezy z Domice a jej okolia. Nálezy pleistocénnej fauny, predovšetkým zuby a kosti medveďa jaskynného (*Ursus ex gr. spelaeus*) opisali Augusta a Hokr (1948a; 1948b) a Sabol (2002), mamutí kel (*Mammuthus* sp.) z domickej Suchej chodby spomína vo svojej práci Kettner (1936) a o škrabancoch po medvedích pazúroch v Kečovskej časti jaskyne píše Kessler (1940). Tieto nálezy nasvedčujú, že jaskyňa Domica mala pôvodný, dnes zaniknutý pleistocénny vchod. Kessler sa vo svojom článku zmieta aj o kosti pratora (*Bos primigenius*), ktorá bola nájdená v blízkosti vchodu vo výške 2 m v štrkoch (Kessler, 1940). V priepasti zvanej Malá ľadnica (k. ú. Silická Brezová), ktorá je od Domice vzdialená len 4 km severne, sa v hĺbke 40 až 56 m našli pozostatky hyeny jaskynnej (*Crocota c. spelaea*), medveďa jaskynného (*Ursus ex gr. spelaeus*), soba arktického (*Rangifer tarandus*), pratora divého (*Bos primigenius*), koňa divého (*Equus ex gr. ferus*), nosorožca srstnatého (*Coelodonta antiquitatis*) a mamuta srstnatého (*Mammuthus primigenius*), ktoré patria pravdepodobne do obdobia mladšej fázy OIS 3 (databáza SMOPaJ; Hokr, 1951; Šefčáková, 2014). Pri určovaní týchto faunistických nálezov Z. Hokr identifikoval aj jeden ľudský trvalý zub, ktorý fosilizáciou, farbou a stavom zachovania zodpovedal pleistocénnemu veku (Hokr, 1951). Tento ojedinelý nález určil E. Vlček ako spodný prvý molár (m1) patriaci pravdepodobne žene a prisúdil ho modernej forme človeka *Homo sapiens fossilis* (Vlček, 1957). V súčasnosti sa ľudský zub z Malej ľadnice podrobuje detailnému skúmaniu, v rámci ktorého prebieha aj zisťovanie exaktného veku (Zuzana Šimková, in verb.). Prítomnosť paleolitického človeka možno na základe doloženého ohniska v pleistocénnej vrstve predpokladať tiež v Silickej ľadnici. Naproti tomu v Ardotskej jaskyni sa popri bohatom neolitickom osídlení zistil aj prekvapivo vysoký vek uhľových oterov – 42 300 ± 750 BP (Šefčáková a kol., 2008b). Iné sú tu naopak výrazne mladšie a pochádzajú z neskorej doby bronzovej až staršej doby železnej – 2 827 calBP (Šefčáková a Levchenko, 2019).

## ZÁVER

Moderná veda sa nezaobíde bez kombinácie metód viacerých disciplín. Preto aj naše štúdium slovenských jaskýň má komplexný viacodborový charakter. Spája poznatky geografie, geológie, sedimentológie, paleontológie, archeológie a poskytuje tak cenné informácie nielen o faune a človeku v praveku, ale pomáha pri rekonštrukcii prostredia a paleoekologických podmienok. V centre záujmu sú okrem kostí a dentície tiež nálezové okolnosti, jaskynné sedimenty, uhľíky a archeologické nálezy, ktoré slúžia na rekonštrukciu paleoprostredia lokality a bližšieho okolia.

Aktuálny systematický výskum jaskyne Domica priniesol sériu nových výsledkov. Laserovým skenovaním sa realizuje podrobná dokumentácia priestorov jaskynného systému Domica-Čertova diera, vďaka čomu vzniká digitálny archív jaskyne vhodný aj pre ďalšie štúdie. Priestory jaskyne nazvané Kľúčová dierka, kde sa našiel početný osteologický materiál, boli zdokumentované vo vysokom priestorovom rozlíšení s odvodením podrobného mapového listu z mračna bodov.

Napriek výraznej fragmentarizácii fosílií sa podarilo určiť minimálne 13 druhov stavovcov, vrátane hyeny jaskynnej (*Crocota crocuta spelaea*), soba arktického (*Rangifer tarandus*), bizóna stepného (*Bison priscus*), koňa divého (*Equus ex gr. ferus*), nosorožca srstnatého (*Coelodonta antiquitatis*) a mamuta srstnatého (*Mammuthus primigenius*). Radiometrickým datovaním bol vek fosílného spoločenstva stanovený na 40 863 až 37 479 calBC a zaradený do interštadiálu Hengelo. Ekologické nároky zistených taxónov, ako

aj výsledky izotopových analýz, poukázali na otvorené stepné až lesostepné prostredie. Štúdium jaskynných sedimentov naznačuje, že komínové priestory boli naplnené rovnakým zdrojom sedimentu. Ich mineralogické zloženie zodpovedá splaveniu z pokryvných červených ílovitých pôd (terra rossa) s výskytom železitých konkrécií a piesčitých kôr. Na študovaných kostiach boli zistené perimortálne a postmortálne stopy, pri ktorých nemožno vylúčiť aj činnosť človeka. Hoci sa počas záchranej exploatacie nezískali žiadne archeologické artefakty, doteraz získané poznatky k pokračujúcemu archeologickému výskumu rozhodne nabádajú.

V rámci pokračujúceho výskumu budú nadobudnuté výsledky spresňované a vyhodnocované ešte detailnejšie. Na základe nových vedeckých postupov a dosiahnutých výsledkov v spojitosti s údajmi z iných vedných odborov a metód výskumu (geofyzikálne merania, archeologická sondáž, intencionálne stopy, palynológia, radiometrické a izotopové analýzy) bude dôležité vyriešiť nezodpovedané otázky súvisiace najmä s paleoekologickými podmienkami a s paleolitickým osídlením.

**PodĎakovanie:** Patrí predovšetkým jaskyniarom (Stanislav Danko, Norbert Lacko, Pavol Ferko, Zdenko Hochmuth, Jozef Mikloš), bez ktorých by tento výskum nebol možný. Ďakujeme tiež vedeniu zamestnávateľských inštitúcií za umožnenie terénneho výskumu. Realizácia výskumu v teréne bola prispôbená výnimkám na základe Rozhodnutia Ministerstva životného prostredia Slovenskej republiky č. 4915/2017-6.3 zo dňa 27. novembra 2017 a Rozhodnutia Okresného úradu Košice č. OU-KE-OSZP1-2020/026103 zo dňa 17. júla 2020. PodĎakovanie patrí tiež Zuzane Šimkovej zo SMOPaJ, Ľudovítovi Gaálovi z Oblastnej speleologickej skupiny Rimavská Sobota, Jozefovi Petříkovi z Fakulty materiálov, metalurgie a recyklácie Technickej univerzity v Košiciach, Istvánovi Vörösovi z Maďarského národného múzea v Budapešti a Bibiane Hromadovej z francúzskeho Laboratória UMR 8068 TEMPS pri CNRS za odborné konzultácie. Ďakujeme aj recenzentom Pavlovi Bosákovi a Martinovi Sabolovi za cenné pripomienky a Miroslavovi Nemcovi za jazykovú korektúru. Radiokarbónové a izotopové analýzy sa realizovali vďaka finančnej podpore Agentúry na podporu výskumu a vývoja na základe Zmluvy č. APVV-20-0521 a grantového projektu VEGA 2/0101/19.

## FINDINGS OF THE MAMMOTH STEPPE FAUNA FROM NEWLY DISCOVERED PARTS OF THE DOMICA CAVE – KĽÚČOVÁ DIERKA (THE SLOVAK KARST MTS.): AN INTERDISCIPLINARY APPROACH TO RESEARCH

### S u m m a r y

The Domica-Baradla Cave System (Slovak Karst and Aggtelek Karst, a part of the UNESCO World Heritage list), which is situated on the Slovak-Hungarian border, has a total length of over 30 km and is a phenomenon of Slovak prehistory. Current systematic scientific research of the Domica Cave and its vicinity started at the end of 2017 and gained a series of new results. The locality was mapped using terrestrial laser scanning to obtain high-resolution cave geometry. Previously unknown cave passage was detected during systematic exploration of the cave system. This surprising discovery was made on January 19 in 2019, when S. Danko found a narrow gap on the side of Styx River, which through a small tunnel proceeds to a rising chimney system. During the 2019 and 2020, speleologists had visited new areas in order to critical places crossing, classic targeting of spaces, laser scanning and searching for further sequels. Discovered place was named as “Kľúčová dierka” (Keyhole), according to the shape of an entrance hole in the wall. Numerous osteological material was found in fallen rubble and muddy red sediment within chimneys. Carefully collected material is housed in the paleontological depository of the Slovak Museum of Nature Protection and Speleology in Liptovský Mikuláš and was subjected to detailed analyses.

Despite significant fragmentation of material, at least 13 faunal species were identified. Taxonomic determination confirmed the fauna typical for so-called “Mammoth Steppe”: reindeer (*Rangifer tarandus*), steppe bison (*Bison priscus*), wild horse (*Equus ex gr. ferus*), woolly rhinoceros

(*Coelodonta antiquitatis*) and woolly mammoth (*Mammuthus primigenius*), which are accompanied by red deer (*Cervus elaphus*), grey wolf (*Canis lupus*), mustelid carnivore (Mustelidae indet.), supplemented with bones of hares (*Lepus europaeus* / *L. timidus*), rodents (cf. *Spermophilus citellus*, Arvicolinae indet.) and birds (*Aves* indet.). Postcranial parts of a cave hyena (*Crocuta crocuta spelaea*) as well as reliably determined astragalus bones of a steppe bison (*Bison priscus*) are also included in the fossil record. So far, such finds are very rare in Slovak caves and therefore become valuable. From the remains of woolly mammoth (*Mammuthus primigenius*) there is a unique milk premolar dp3, which is only the second finding from our territory and the first from the Slovak caves. By radiocarbon dating, the age of fossil assemblage is set to be 40,863 to 37,479 calBC, that correspond with the Hengelo interstadial belonging to the younger phase of Middle Pleniglacial of the Weichselian glacial within MIS 3. The ecological needs of identified taxa in conjunction with results of <sup>15</sup>N and <sup>13</sup>C isotope analyses point to an assemblage that lived in an open steppe to forest-steppe environment with a presence of water source in vicinity. Location of the Slovak Karst area could be advantageous due to fact that it was protected by northern hills, from where rivers and streams sprang, and a milder microclimate was shaped.

It is assumed that primary deposition of studied material was in places on surface above the cave, and it was secondarily redeposited into cave area by dynamic transport – vertical floating and gravitational subsidence. The study of cave sediments indicates same origin of sediment that filled all chimney areas. Red clayey cave sediments contains also fragments of iron-bearing and sandy crusts coming from fossil soil (terra rossa) of karst surface. The occurrence of old mining holes on the surface above the cave also proves this. Perimortal and postmortem characters that could be caused by human activity were found on the studied bones. Obtained exact age matches with the end of Middle Paleolithic and the beginning of Young Paleolithic respectively. Despite a fact that no archeological artefacts were recovered during actual research, apart from problematically interpreted pointed tools, we consider the possible occurrence of Paleolithic hunters of the Szeletien and/or Aurignacian culture. The Silica Plateau could be a convenient place to establish a short-term hunting camp, because it has a good view of the river valleys, where the animals went to feed and from where hunters could track the movement of herds. Without accompanying archeological finds, especially chipped stone industry, the connection of paleontological material with potential specific settlement is questionable.

As part of ongoing research, the obtained results will be specified and evaluated in detail. Based on new scientific procedures and achieved results in connection with data from other scientific fields and research methods (geophysical measurements, archeological survey, intentional traces, radiometric and isotopic analyses), it will be important to solve unanswered questions related mainly to paleoecological conditions and Paleolithic settlement. Without a combination of methods from several disciplines it is difficult for modern science to be successful. Therefore, our study of Slovak caves has a complex multidisciplinary character as well.

#### LITERATÚRA

- Andrusov, D., Borza, K., Martiny, E., Pospíšil, A. 1958. O pôvode a vzniku tzv. „terra rossy“ južného a stredného Slovenska. *Geologický sborník Slovenskej akadémie vied*, 9 (1), 27–39.
- Audra, P., Quinif, Y., Rochette, P. 2003. The genesis of the Tengegebirge karst and Caves (Salzburg, Austria). *Journal of Caves and Karst Studies*, 64 (3), 153–164.
- Augusta, J., Hokr, Z. 1948a. O mláďeti jeskynného medvieda (*Ursus spelaeus* Blumb.) z jeskyně „Domica“ ve Slovenskem Krasu. *Práce Štátneho geologického ústavu v Bratislave*, 17, 29–34.
- Augusta, J., Hokr, Z. 1948b. O zlomenině vřetenní kosti jeskynného medvieda z jeskyně „Domica“ v Jihoslovenském krasu. *Práce Štátneho geologického ústavu v Bratislave*, 17, 35–38.
- Bárta, J. 1965. Príspevok k pravekému osídleniu jaskýň domickej sústavy. *Slovenský kras*, 5, 58–73.
- Bárta, J. 1982. Domica – perla slovenského praveku. In Zmoray, I., Podhradský, V. (Eds.): Zaujímavosti slovenskej prírody. Vydavateľstvo Osveta, Martin, 71–78.
- Bärmann, E. V., Rössner, G. E. 2011. Dental nomenclature in Ruminantia: Towards a standard terminological framework. *Mammalian Biology*, 76, 762–768.

- Bella, P., Bosák, P., Braucher, R., Pruner, P., Hercman, H., Minár, J., Veselský, M., Holec, J., Léanni, L. 2019. Multi-level Domica–Baradla cave system (Slovakia, Hungary): Middle Pliocene–Pleistocene evolution and implications for the denudation chronology of the Western Carpathians. *Geomorphology*, 327, 62–79.
- Bella, P., Hlaváčová, I., Holúbek, P. 2017. Zoznam jaskýň Slovenskej republiky (stav k 31. 12. 2017). SMOPaJ, Liptovský Mikuláš, 379 s.
- Benický, V., 1937. Objav čelusti z doby kamennej. *Slovenský ľud*, s. 100.
- Besl, P. J., McKay, N. D. 1992. Method for registration of 3-D shapes. In Schenker, P. S. (Ed.): Sensor fusion IV: control paradigms and data structures. Proceedings SPIE 1611, 586–606.
- Binford, L. R. 1981. Bones: Ancient Men and Modern Myths. *Studies in Archaeology*, 312 s.
- Boeskorov, G. G. 2012. Some Specific Morphological and Ecological Features of the Fossil Woolly Rhinoceros (*Coelodonta antiquitatis* Blumenbach 1799). *Biology Bulletin*, 39 (8), 219–235.
- Bocherens, H. 2015. Isotopic tracking of large carnivore palaeoecology in the mammoth steppe. *Quaternary Science Reviews*, 117, 42–71.
- Borza, K., Činčura, J., Martiny, E. 1969. Herkunft der Roterden der südwestlichen Slowakei. *Geologický zborník – Geologica Carpathica*, 20 (2), 351–359.
- Borza, K., Martiny M., 1964. Kôry vetrania, ložiská bauxitu a „terra rossa“ v Slovenských Karpatoch. *Geologický zborník*, 25 (1), 9–26.
- Bronk Ramsey, C. 2009. Bayesian analysis of radiocarbon dates. *Radiocarbon*, 51 (1), 337–360.
- Boulbes, N., van Asperen, E. N. 2019. Biostratigraphy and Palaeoecology of European *Equus*. *Frontiers in Ecology and Evolution*, 7:301, 1–30.
- Čeklovský, T., Sabol, M., Obuch, J., Beňuš, R., Bocherens, H., Nývltová Fišáková, M., Kováčová, M. 2016. Prepoštská jaskyňa – predbežné výsledky paleozoologického výskumu. *Slovenský kras*, 54 (2), 167–192.
- Čeklovský, T., Šimková, Z., Laučík, P. 2019. Zooarcheologický výskum v jaskyni Dúpnica (Západné Tatry). *Slovenský kras*, 57 (1), 47–74.
- Danko, J., Šimon, F., Artimová, J. 2011. Nomina Anatomica Veterinaria. Slovenské veterinárske anatomické názvoslovie. UVLF v Košiciach, 267 s.
- Eberl, D. D. 2003. User's guide to RockJock – A program for determining quantitative mineralogy from powder X-ray diffraction data. U.S. Geological Survey, Open-File Report, 03-78, 40 s.
- Feldhamer, G. A., Thompson, B. C., Chapman, J. A. 2003. Wild Mammals of North America: Biology, Management and Conservation. JHU Press, 1 232 s.
- Gaál, L., Sabol, M., Vlček, L., Kováčová, M. 2013. Fosílie slovenských jaskýň. *Aragonit*, 18 (1), 3–17.
- Gallay, M., Kaňuk, J., Hochmuth, Z., Meneely, J. D., Hofierka, J., Sedlák, V. 2015. Large-scale and high-resolution 3-D cave mapping by terrestrial laser scanning: a case study of the Domica Cave, Slovakia. *International Journal of Speleology*, 44 (3), 277–291.
- Gee, H. 1993. The distinction between postcranial bones of *Bos primigenius* Bojanus, 1827 and *Bison priscus* Bojanus, 1827 from the British Pleistocene and taxonomic status of *Bos* and *Bison*. *Journal of Quaternary science*, 8 (1), 79–92.
- González, F. L. 2003. Paleontology and taphonomy of Pleistocene macromammals of Galicia (NW Iberian Peninsula). Serie Nova Terra, Lab. Xeolóxico de Laxe, O Castro, 323 s.
- Gradziński, M. 1999. Position and age of conglomerates in caves near Kraków (Polish Jura). *Annales Societatis Geologorum Poloniae*, 69, 113–124.
- Guérin, C. 1980. Les Rhinoceros (Mammalia, Perissodactyla) du Miocene terminal au Pleistocene superieur en Europe occidentale. Comparaison avec les especies actuelles. *Documents des Laboratoires de géologie*, 79 (1), Lyon, 421 s.
- Hammer, Ø., Harper, D. A. T., Ryan, P. D. 2001. PAST: Paleontological Statistics software package for education and data analysis. *Palaeontologia Electronica*, 4 (1), 9 s.
- Hochmuth, Z. 2014. História mapovania a vytvorenie spojitého meračského ťahu ako podkladu pre reambulovanie mapy Domice. *Slovenský kras*, 52 (2), 173–190.
- Hochmuth, Z. 2020. Mamut v Domici. *Spravodaj SSS*, 51 (3), 44–47.
- Hokr, Z. 1951. Výsledky paleontologických výzkumů v ČSR za rok 1950. *Věstník ÚÚG*, 26, 36–37.



- Jackson, M. L. 1975. Soil Chemical Analysis: Advanced Course. Madison, Wisconsin, 895 s.
- Jákal, J. 1975. Kras Silickej planiny. Vydavateľstvo Osveta, Martin, 145 s.
- Jákal, J. 2004. Podmienky autochtónneho a alochtónneho vývoja krasového reliéfu Západných Karpát. *Geografický časopis*, 56 (2), 141–152.
- Kaminská, L., Kozłowski, J. K., Moskal-del Hoyo, M., Nemergut, A., Škrdla, P. 2017. Moravany-Dlhá. A Phenomenon of the Poplar-Leaf Shape Points. *Eurasian Prehistory*, 14, (1–2), 41–54.
- Kazhdan, M., Hoppe, H. 2013. Screened poisson surface reconstruction. *ACM Transactions on Graphics (ToG)*, 32 (3), 29 s.
- Kessler, H. 1940. Az Aggteleki-cseppkővesbarlangban 1940-ben végzett munkák. *A Magyar Turista Szövetség Értesítője*. 5 (15), 12, 165–167.
- Kettner, R. 1936. Přehled dosavadní výzkumné činnosti Krasové komise KČST. *Krásy Slovenska*, 15, 71–79.
- Kováčik, J. 1955. Reziduálne železné rudy z Plešiveckej planiny. *Geologický sborník Slovenskej akadémie vied*, 6, 3–1, 232–251.
- Lacombat, F. 2006. Morphological and biometrical differentiation of the teeth from Pleistocene species of *Stephanorhinus* (Mammalia, Perissodactyla, Rhinocerotidae) in Mediterranean Europe and the Massif Central, France. *Palaontographica*, Abt. A 274 (3–6), 71–111.
- Lister, A. M. 1996. The Morphological Distinction Between Bones and Teeth of Fallow Deer (*Dama dama*) and Red Deer (*Cervus elaphus*). *International Journal of Osteoarchaeology*, 6, 119–143.
- Lister, A. M., Sher, A. V., van Essen, H., Wei, G. 2005. The pattern and process of mammoth evolution in Eurasia. *Quaternary International*, 126–128, 49–64.
- Lyman, R. L. 1994. Vertebrate Taphonomy. Cambridge University Press, Cambridge, 524 s.
- Maglio, V. J. 1973. Origin and evolution of the Elephantidae. *Transactions of the American Philosophical Society of Philadelphia*, 63 (3), 1–149.
- McKenna, M. C., Bell, S. K. 1997. Classification of Mammals Above the Species Level. Columbia University Press, New York, 634 s.
- Móga, J. 1999. Reconstruction of the development history of karstic water networks on the southern part of the Gömör-Torna karst on the basis of ruined caves and landforms. *Acta Carsologica*, 28 (2), 159–174.
- Musil, R. 1968. Die Mammutmolaren von Předmostí (ČSSR). *Paläontologische Abhandlungen A*, 3/1, 1–192.
- Musil, R. 1969. Die Pferde der Pekárna-Höhle. *Sonderdruck aus „Zeitschrift für Tierzüchtung und Züchtungsbiologie*, 86 (2), 147–193.
- Musil, R. 1986. Paleobiography of terrestrial communities in Europe during the Last Glacial. *Sborník Národního muzea v Praze – Acta Musei Nationalis Pragae*, XLI B, 1–2, Praha, 1–89.
- Musil, R. 2002. Das Studium der Pferde aus der Lokalität Grubgraben. *Acta Mus. Moraviae, Sci. geol.*, 87, 161–186.
- Musil, R. 2003. The Middle and Upper Palaeolithic Game Suite in Central and Southeastern Europe. In: van Andel, T. H., Davies, W. (Eds.): Neanderthals and modern humans in the European landscape during the last glaciation: Archaeological Results of the Stage 3 Project. McDonald Institute Monographs, Cambridge, 167–190.
- Musil, R. 2014. Morava v době ledové: Prostředí posledního glaciálu a metody jeho poznávání. Masarykova univerzita, Brno, 228 s.
- Müller, A. H. 1970. Lehrbuch der Paläozoologie, Band III: Vertebraten, Teil 3: Mammalia. VEB Gustav Fischer Verlag, Jena, 855 s.
- Neruda, P., Kaminská, L. 2013. Neanderthals at Bojnice in the context of Central Europe. *Anthropos*, 36, N.S. 2, 1–249.
- Oludare Idrees, M., Pradhan, B. 2016. A decade of modern cave surveying with terrestrial laser scanning: A review of sensors, method and application development. *International Journal of Speleology*, 45 (1), 71–88.
- Osborn, H. F. 1898. The extinct Rhinoceroses. *Memoirs of the American Museum of Natural History*, 1 (3), 75–164.
- Pales, L., Lambert, C., Garcia, M. A. 1981. Atlas Ostéologique pour servir à l'identification des Mammifères du Quaternaire. Editions du Centre National de la Recherche Scientifique, Paris, 84 s.
- Rodrigues, J. I., Figueiredo, M., Silvestre, I., Veiga-Pires, C. 2015. Geo-metrical and topological modelling of caves supported by a relational database model. *International Journal of Business Process Integration and Management*, 7 (4), 289–299.
- Sabol, M. 2002. Fossil findings of cave bears from the Upper Pleistocene sediments of selected caves in Slovakia. *Mineralia Slovaca*, 34 (1), 35–52.
- Sala, M. T. N., Pantoja, A., Arsuaga, J. L., Algaba, M. 2010. Presencia de bisonte (*Bison priscus* Bojanus, 1827) y uro (*Bos primigenius* Bojanus, 1827) en las cuevas de Búho y de la Zarzamora (Segovia, España). *MINUBE*, 43–55.
- Schmid, E. 1972. Tierknochenatlas (Atlas of Animal Bones). Elsevier Publishing Company, Amsterdam – London – New York, 153 s.
- Skutil, J. 1938. Paleolitikum Slovenska a Podkarpatskej Rusi. Matica Slovenská, Martin, 251 s.
- Soják, M. 2007. Výskumy na východnom Slovensku. AVANS v roku 2005, Nitra, 177–183.
- Soják, M. 2008. Cave Settlement. In Jakál, J., Bella, I. (Eds.): Caves of the World Heritage in Slovakia. Liptovský Mikuláš, 109–122.
- Soják, M. 2014. Domica v praveku. In Jaskynný systém Domica – Baradla, Aggteleki nemzeti park igazgatóság, Aggtelek, 353–365.
- Stewart, J. R., van Kolfschoten, T., Markova, A., Musil, R. 2003. The Mammalian Faunas of Europe during Oxygen Isotope Stage Three. In van Andel, T. H., Davies, W. (Eds.): Neanderthals and modern humans in the European landscape during the last glaciation: Archaeological Results of the Stage 3 Project. McDonald Institute Monographs, Cambridge, 103–130.
- Stiner, M. C. 2004. Comparative ecology and taphonomy of spotted hyenas, humans and wolves in Pleistocene Italy. *Revue de Paléobiologie*, 23 (2), 771–785.
- Svendsen, J. I., Alexanderson, H. A., Stakhov, V. I., Demidov, I., Dowdeswel, J. A., Funder, S., Gataullin, V., Henriksen, M., Hjort, C., Houmark-Nielsen, M., Hubberten, H. W., Ingólfsson, Ó., Jacobsson, M., Kjaer, K. H., Larsen, E., Lokrantz, H., Lunkka, J. P., Lysä, A., Mangerud, J., Matiouchkov, A., Murray, A., Möller, P., Niessen, F., Nikolskaya, O., Polyak, L., Saarnisto, M., Siebert, C., Siebert, M. J. 2004. Late Quaternary ice sheet history of northern Eurasia. *Quaternary Science Reviews*, 23 (11–13), 1229–1271.
- Šefčáková, A. 2014. Pleistocénne antropologické nálezy z územia Slovenska. In Kaminská, L. (Ed.): Staré Slovensko 2: Paleolit a mezolit. Archeologický ústav Slovenskej akadémie vied, Nitra, 30–38.
- Šefčáková, A. 2017. Praveké kresby v jaskyni Domica. Zborník SNM CXI – Archeológia, 27, 15–42.
- Šefčáková, A., Farkaš, Z., Svoboda, J. A., Plicht, J. 2008a. Rádiokarbónové datovanie uhľových stôp zo steny jaskyne Domica. AVANS v roku 2006, Nitra, 159–160.
- Šefčáková, A., Farkaš, Z., Svoboda, J. A., Plicht, J. 2008b. Rádiokarbónové datovanie uhľových stôp zo steny Ardovskej jaskyne. AVANS v roku 2006, Nitra, 158–159.
- Šefčáková, A., Levchenko, V. A. 2019. Ardovska jaskyňa – rádiokarbónové datovanie uhľových kresieb a stôp z jej stien. In Mellner Šuteková, J., Bača, M., Pavúk, P. (Eds.): SALVE EDVARDE! A Toast to the Jubilee of Professor E. Krekovič. Studia Archaeologica et Mediaevalia, Tomus XII, 137–150.
- Šimková, Z., Lázničková, M. 2017. Významné speleoarcheologické lokality na Slovensku. SMOPaJ, Liptovský Mikuláš, 75 s.
- Šrodoň J., Drits V. A., McCarty D. K., Hsieh J. C. C., Eberl D. D. 2001. Quantitative X-ray diffraction analysis of clay-bearing rocks from random preparations. *Clays and Clay Minerals*, 49 (6), 514–528.
- Šupinský J. 2021. Mapovanie jaskýň a modelovanie dynamiky vybraných parametrov jaskynného prostredia. Dizertačná práca. UPJŠ, Košice, 184 s.
- Šupinský, J., Hochmuth, Z., Sedlák, V., Kaňuk, J., Šašák, J. 2019. Spracovanie a zdieľanie dát z pozemného laserového skenovania komplexného jaskynného systému. *Slovenský kras*, 57 (2), 165–176.

- Šupinský, J., Kaňuk, J., Nováková M., Hochmuth, Z. 2022. LiDAR point clouds processing for large-scale cave mapping: a case study of the Majko dome in the Domica cave. *Journal of Maps*, 2035270.
- Thenius, E., Hofer, H. 1960. *Stammesgeschichte der Säugetiere*. Springer Verl., Berlin, 322 s.
- van der Made, J., Stefaniak, K., Marciszak, A. 2014. The Polish fossil record of the wolf *Canis* and the deer *Alces*, *Capreolus*, *Megaloceros*, *Dama* and *Cervus* in an evolutionary perspective. *Quaternary International*, 326–327, 406–430.
- van Vuure, C. 2005. *Retracing The Aurochs: History, Morphology & Ecology of an Extinct Wild Ox*. Pensoft Publishers, 431 s.
- Vandenbergh, J., van der Plicht, J. 2016. The age of the Hengelo interstadial revisited. *Quaternary Geochronology*, 32, 21–28.
- Virág, A. 2009. Revision of the “*Archidiskodon meridionalis ürömsis*” VÖRÖS, 1979 in the context of the mammoth evolution in Eurasia. *Central European Geology*, 52 (3–4), 405–419.
- Vlček, E. 1957. Lidský zub pleistocenního stáří ze Silické Brezové. *Anthropozoikum*, 6, 397–401.
- Woodburne, M. O., Sondaar, P. Y. (Eds.) 1981. *Studying Fossil Horses: Collected Papers After the New York International Hipparion Conference*. Brill Academic Publishers, 70 s.

### Iné zdroje

- Faro (2016) FARO Laser Scanner FOCUS<sup>3D</sup> X130 HDR User Manual. 101 s. (<https://downloads.faro.com/>)
- Girardeau-Montaut, D. 2021. CloudCompare 2.11.3 Anoaia (<http://www.cloudcompare.org/>)  
<https://uge-share.science.upjs.sk/webshared/Laspublish/Domica/Domica.html>
- INQUA, 2011. Regional chronostratigraphical correlation table (<http://www.stratigraphy.org/chart>)  
[www.archeozoo.org](http://www.archeozoo.org) (<https://www.archeozoo.org/archeozootheque>)  
[www.flickr.com](https://www.flickr.com/photos/jrochester/albums) (<https://www.flickr.com/photos/jrochester/albums>)  
[www.iczn.org](https://www.iczn.org/the-code/the-code-online) (<https://www.iczn.org/the-code/the-code-online>)

SLOVENSKÝ KRAS ACTA CARSOLOGICA SLOVACA	60/1	51 – 62	LIPTOVSKÝ MIKULÁŠ 2022
--------------------------------------------	------	---------	------------------------

## VYUŽITIE GEORADARU A ŠTRUKTÚRNO-GEOLOGICKÝCH METÓD PRI VÝSKUME ZANIKNUTÉHO ÚSTIA JASKYNE DEZIDERA HORVÁTA (NITRIANSKY KRAS)

ALEXANDER LAČNÝ<sup>1, 2, 4</sup> – RENÉ PUTIŠKA<sup>3</sup> – JURAJ HALAMA<sup>4</sup>  
– IVAN DOSTÁL<sup>3</sup> – TAMÁS CSIBRI<sup>4</sup> – BIBIANA BRIXOVÁ<sup>3</sup>

- <sup>1</sup> Štátna ochrana prírody Slovenskej republiky, Správa Chránenej krajiny Malé Karpaty, Štúrova 115, 900 01 Modra; alexander.lacny@soprs.sk
- <sup>2</sup> Katedra geológie a paleontológie, Prírodovedecká fakulta Univerzity Komenského, Mlynská dolina, Ilkovičova 6, 842 15 Bratislava 4; alexander.lacny@uniba.sk
- <sup>3</sup> Katedra inžinierskej geológie, hydrogeológie a aplikovanej geofyziky, Prírodovedecká fakulta Univerzity Komenského, Mlynská dolina, Ilkovičova 6, 842 15 Bratislava 4; rene.putiska@uniba.sk, ivan.dostal@uniba.sk, bibiana.brixova@uniba.sk
- <sup>4</sup> Speleoklub Trnava o.z., Ovocná 2839/1, 917 08 Trnava; juraj.halama@gmail.com

**A. Lačný, R. Putiška, J. Halama, I. Dostál, T. Csibri, B. Brixová: Use of georadar and structural-geological methods in the research of the extinct mouth of the Dezider Horvát Cave (Nitra Karst)**

**Abstract:** We focused our research on backfilled caves located in the inner city of Nitra, south of Calvary Hill. A geophysical method in the form of a georadar was used to specify the location of the buried mouth of one of the caves (Dezider Horvát Cave). In order to specify the geological situation around the cave, structural-geological research was carried out in 2018. Discontinuities NW-SE, W-E and NE-SW were significant to genesis of the Dezider Horvát Cave. Georadar measurements, despite not exactly the most suitable conditions due to the anthropogenic accumulation containing various objects, helped to specify the location of one of the buried entrances to the Dezider Horvát Cave. Originally defunct, the Vertical Cave, now called the Dezider Horvát Cave, has thus become the longest cave in the entire Tribeč Mountains. It currently reaches a length of 606 m, with a denivelization of 45 m. The mapping, in which several groups of the Slovak Speleological Society participate, is still not completed. The speleogenesis of the cave is currently unresolved. However, the morphology of the corridors and the average temperature of the cave reaching up to 12.5 °C suggest that it is not a typical corrosive cave formed by meteoric water.

**Key words:** Tribeč Mts., Nitra Karst, geophysical research, georadar, geological research

### ÚVOD

V Zozname jaskýň (Slovenské múzeum ochrany prírody a jaskyniarstva, Liptovský Mikuláš) z roku 2018 je v katastrálnom území mesta Nitra evidovaných týchto päť jaskýň:

1. Jaskyňa v Drevenom lome – hĺbka 17 m, odkrytá ťažbou, zasypaný vchod;
2. Jaskyňa v Stračeji ceste – 155 m n. m., dĺžka 62 m, zamurovaný vchod, využívaná ako mraziareň;
3. Lurďská jaskyňa – 149 m n. m., dĺžka 12 m, využívaná ako modlitebňa;
4. Nitrianska hradná jaskyňa – 190 m n. m., dĺžka 40 m, archeologické nálezy (paleolit);
5. Zvislá jaskyňa (Jaskyňa pod kalváriou) – hĺbka 30 m, odkrytá ťažbou, zasypaný vchod.

Jaskyne č. 1, 2, 3 a 5 sú lokalizované v masíve Kalvárie a z nich boli tri zaniknuté. Niekoľko desiatok rokov boli ústia do jaskýň pod zaniknutým lomom na Kalvárii v intraviláne

Nitry, južne od kóty Kalvária (227,3 m) (obr. 1) pochované pod rekultivačnými vrstvami a vrstvami stavebného odpadu. K postupnému zanikaniu lomu a súčasne aj k zasypaniu vchodov jaskýň, mohlo prísť koncom päťdesiatych rokov minulého storočia. V roku 2018 sa speleológom podarilo lokalizovať zasypané vchody k dvom najvýznamnejším jaskyniam a v súčasnosti v nich prebieha intenzívny speleologický prieskum. Pri upresnení lokalizácie zasypaného ústia jednej z jaskýň (Jaskyňa Dezidera Horváta) bola použitá geofyzikálna metóda formou georadaru. Za účelom upresnenia geologickej situácie okolia jaskyne bol v roku 2018 vykonaný štruktúrno-geologický výskum. Cieľom prác bolo objaviť pôvodné ústie do jaskyne.



Obr. 1. Lokalizácia skúmaného územia.  
Fig. 1. Location of the investigated area.

Publikovaná história jaskýň v lome Pod Kalváriou sa začala písať dňa 19. októbra 1950, keď bol prizvaný na lokalitu Ján Majko (Majko, 1950). Prvé informácie o viacerých vchodoch do podzemia dostal od miestnych robotníkov v lome. Dozvedel sa, že pred niekoľkými mesiacmi narazili pri prácach na nový jaskynný vchod, no nik z nich sa zatiaľ neodvážil pomocou povrazu zostúpiť hlbšie. Vchod nanešťastie zakryli kvôli bezpečnosti plochým kameňom. Počas prieskumných prác sa im však tento otvor nepodarilo lokalizovať. Robotníci takisto upozornili ešte na ďalšie dve miesta, ktoré viedli do hĺbky a boli prekryté väčšími kameňmi.

Jedno miesto však zostalo prístupné. J. Majko ho nazval ponorom, v južnej časti lomu, v blízkosti lomovej steny posiatej kvapľovými nátekmi. Zaniknutý otvor do podzemia, ktorý sa im nepodarilo už nájsť, by sa mal nachádzať 100 až 120 m od popisovaného ponoru.

Do popisovaného ponoru vstúpili ešte v tento deň so strojníkom Jozefom Tichonským úzkym otvorom do hĺbky 24 – 26 m. Pre pokročilosť času prieskum odložili na ďalší deň.

V tento deň sa k nim pridala aj Dezider Horvát, zamestnanec Československých dráh. Práve na základe jeho informácií o otvoroch do podzemia prišiel samotný Majko na lokalitu. Po dosiahnutí pôvodnej hĺbky a rozbití balvanu postúpili ešte zopár metrov hlbšie. Jaskyňa pokračovala ďalej, bola však úzka ale z trhliny vanul silný prievan. Zistili, že v hĺbke 20 m sa nachádza sienka veľkosti 2,5 až 3 × 6 m a 5 m vysoká. Prieskumníci si takisto všimli pestrú krasovú výzdobu a skonštatovali, že lokalita je perspektívna na ďalšie speleologické práce.

Z roku 1952 existuje inventarizačná karta tohto vchodu od speleoarcheológa Juraja Bárta. Tento Majkom nazvaný ponor v nej nazýva ako Jaskyňa na Kalvárii v lome č. 1.

J. Bárta opisuje ešte jednu jaskyňu. Na juhovýchod od vyššie popísanej jaskyne, v časti lomu zvané „Drevený“, sa v úpäťnej časti vertikálnej stienky nachádza puklinový otvor s hladkými stenami smerujúci do hĺbky cca 17 m. Bárta ďalej popisuje, že jaskynka je na dne silno zahľinená, bez sekundárnej krasovej výzdoby s možnosťou ďalších výkopových prác.

Ďalšia práca skôr opisného charakteru je od geomorfológa P. Mittera (1985). Jaskyne pod Kalváriou tu opisuje v rámci ním navrhovaného krasového členenia územia Tribčá. Pravdepodobne lokalitu ani nenavštívil a prevzal informácie o jaskyniach na Kalvárii z dostupných zdrojov od Bárta a Majka, pretože v tom čase boli už ústia jaskýň zasypané. Jaskyne pomenováva ako Jaskyne pod Kalváriou 1, 2 a 3, zaraďuje ich do krasového územia Zobora, podcelku Zoborsko-žibrický kras.

V rámci najnovšej inventarizácie krasových území (*sensu* Hochmuth, 2008) je územie zaradené do Nitrianskeho krasu. V rámci neho Zdenko Hochmuth priamo v lome opisuje zaniknuté Jaskyne pod Kalváriou č. 1, 2 a 3, taktiež zaniknutú Jaskyňu v Drevenom lome a Zvislú jaskyňu. Nevylučujeme, že počas preberania informácií mohlo prísť k duplikácii niektorých jaskýň. Je namieste uviesť, že Majkom opisovaný ponor bol v minulosti označený za Jaskyňu na Kalvárii v lome č. 1 či v nedávnej minulosti ako Zvislú jaskyňu uvedenú v Zozname jaskýň z roku 2017 pod číslom 2421. Na základe prác J. Majku a J. Bárta sa domnievame, že pod lomom na Kalvárii bolo v minulosti lokalizovaných 5 vchodov do podzemia. Ide o spomínaný Majkom skúmaný ponor, ďalej o vchod do podzemia 100 až 120 m východne od ponoru, ktorý sa im už nepodarilo nájsť, dva ďalšie zatrasené otvory popisované robotníkmi a Jaskyňu v Drevenom lome, opísanú Bártom. Ak by však táto jaskynka bola jedným z dvoch otvorov popisovaných robotníkmi lomu, šlo by iba o štyri jaskyne viazané na túto oblasť.

## GEOLÓGIA ÚZEMIA

Pohorie Tribeč má v geologickej stavbe Západných Karpát výnimočné postavenie. Je spoločne s Nízkymi Tatrami najvnútornejším/najinternejším z rady jadrových pohorí. Je tvorené dvomi geologicky a tektonicky diametrálne odlišnými časťami (zoborská a rázdielská časť). V juhozápadnej – zoborskej časti sa vyskytuje len tektonická jednotka tatrika. Severovýchodná rázdielska časť je naopak charakterizovaná prítomnosťou veporika, fatrika a hronika.

Uvedená lokalita, kde prebiehal geologický prieskum, spadá do zoborskej časti. Tá je výnimočná metamorfným postihom členov kryštalinika a obalovej sekvencie tatrika. Zoborskú časť možno rozdeliť do dvoch blokov – tribečský a zoborský (obr. 2). Zoborský blok zahŕňa najjužnejšie územie medzi Nitrou a Žiranmi. Je budovaný granitoidnými

## METODIKA

V oblasti pod stenou pôvodného lomu, kde sa predpokladal vstup do jaskynného systému, bol pred samotnými výkopovými prácami dňa 31. 5. 2018 realizovaný geofyzikálny prieskum georadarom. Meraná plocha sa nachádzala pod lomovou stenou v mieste, ktoré bolo určené na základe tektonických pomerov a približne ho určila i dcéra D. Horváta (Anzelma Hlôšková). Na meranie bol použitý georadar od firmy GSSI so 400 MHz anténou. Merania boli realizované na území s rozlohou 15 m × 13,95 m (obr. 3) v smere osi x a vzdialenosť medzi profilmi bola 0,15 m. Výsledkom spracovania nameraných dát sú radargramy, spracované v programe Reflex W. Dňa 28. 9. 2018 bolo v blízkom okolí a v samotnej Jaskyni Dezidera Horváta realizované geologické mapovanie formou merania planárnych štruktúrnych prvkov.

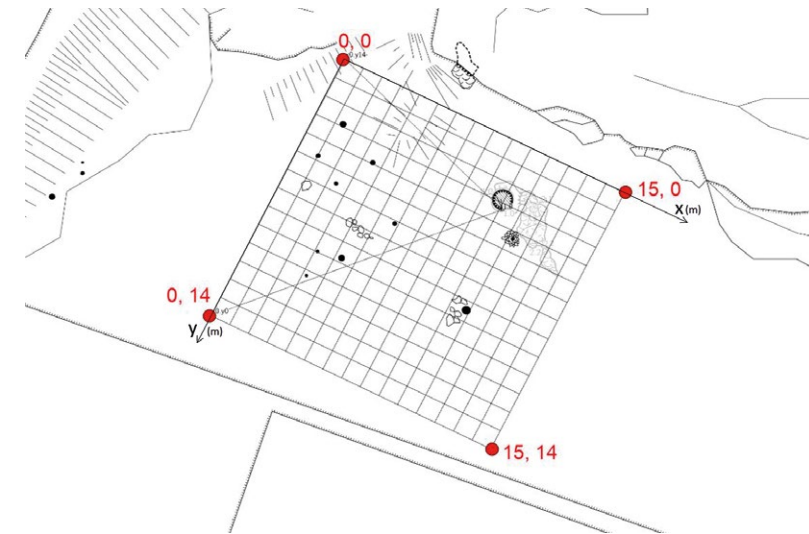


Obr. 2. Regionálne geologické členenie Tribčea s vyznačením pozície tribečského a zoborského bloku v rámci zoborskej časti.

Fig. 2. Regional geological division of the Tribeč Mts. with the position of the Tribeč and Zobor block within the Zobor part.

horninami a imbrikovanou obalovou sekvenciou, ktorej stratigrafický rozsah je spodný trias až alb. Tribečský blok zahŕňa centrálnu časť územia Tribeča od Žirian po Skýcov. Je budovaný prevažne granitovými horninami s rudimentárnym zastúpením kryštalických bridlíc a stratigraficky redukovanou obalovou sekvenciou v rozsahu spodný trias až spodná jura, zachovanou po obvode granitového jadra. Smer sklonu vrstvitosti sedimentov mezozoika obalovej jednotky vykazuje generálne uniformný charakter so smerom SV – JZ. Vrásky v sedimentoch obalovej jednotky predstavujú prevažne šikmé až prekotené vrásky (v zmysle sklonu vrásovej roviny), ale vyskytujú sa aj priame vrásky. Tie reprezentujú konečné štádium vrásovej deformácie s prechodom do podmienok sinistrálnej transpresie (Lenárt, 2013).

V opustenom lome, kde prieskum prebiehal sa nachádzajú pestré krinoidové, piesčité vápence a rohovce dogeru, ktoré v nadloží pokračujú do pestrých vápencov a rohovcov malmu (Ivanička et al., 1998a). Litologicky ide o súvrstvie tvorené ružovými, červenými, fialovými, žltosivými a svetlými až bielymi vápencami. Vápence sú výrazne lavicovité (10 – 30 cm). Sú to hlavne krinoidové, piesčito krinoidové a piesčité vápence. Nadložné vápence s rohovcami sú v spodnej časti tvorené červenými hľuznatými, pseudohľuznatými a lavicovitými vápencami, obsahujúcimi hľuzy a polohy červených rohovcov. Hrúbka týchto vápencov nepresahuje 6 m. V ich nadloží súvrstvie pokračuje červenými, fialovými celistvými, jemnozrnnými, slabokrinooidovými, lavicovitými (10 – 25 cm) vápencami (Ivanička et al., 1998b).



Obr. 3. Situácia merania georadarom.  
Fig. 3. GPR measurement, survey situation.

Meranie štruktúrnych prvkov ako na povrchu, tak v podzemí, bolo vykonané štandardnými metódami geologického prieskumu pomocou geologického kompasu typu Freiberg. Lokalita vyniká dobrou odkrytosťou, pretože sa nachádza bezprostredne v areáli bývalého kameňolomu. Cieľom merania bolo určiť, ktoré plochy diskontinuit zohrali významnú úlohu pri speleogenéze Jaskyne Dezidera Horváta. Na vynesenie a neskoršiu analýzu planárnych štruktúrnych prvkov bol využitý software OpenStereo (Grohmann & Campanha, 2010). Na overenie horninových sekvencií bola použitá mikrofaciálna analýza.

## ŠTRUKTÚRNA ANALÝZA

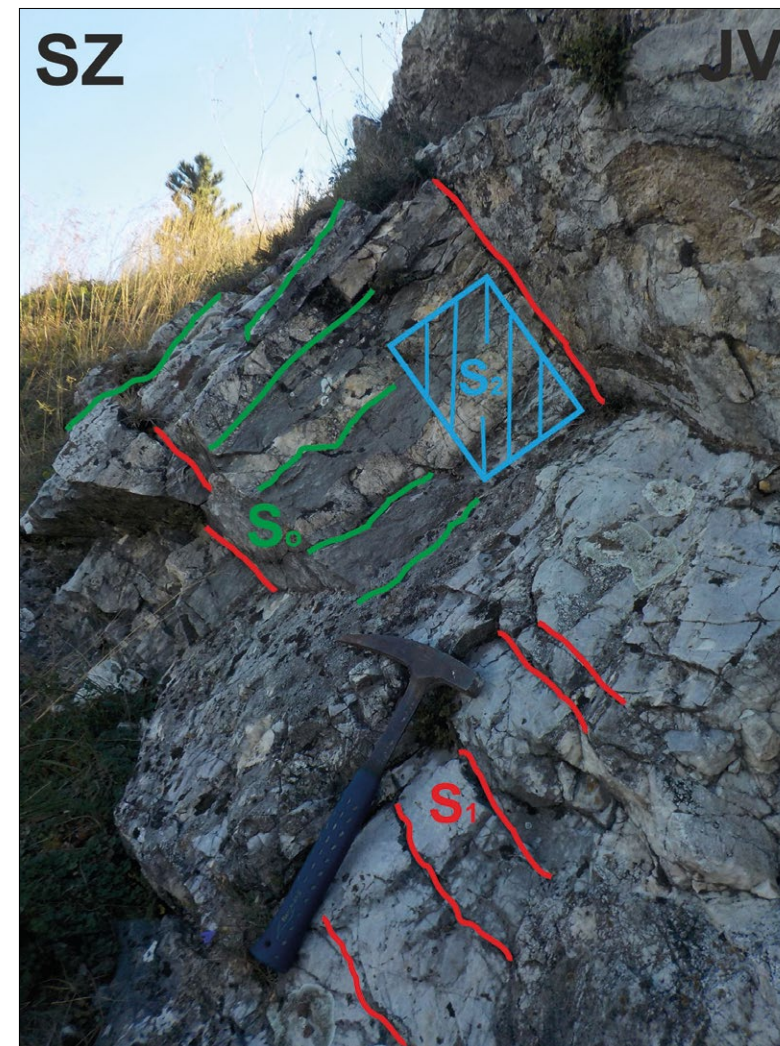
Zmeraných bolo celkovo 41 plôch, z toho 9 plôch v samotnej jaskyni (obr. 5). Plochy boli na základe terénneho výskumu zaradené do troch kategórií ( $S_0$ ,  $S_1$ ,  $S_2$ ), s ohľadom na ich genetickú a časovú súvislosť (obr. 6). Tie namerané v jaskyni tvoria samostatnú referenčnú vrstvu. Plochy  $S_0$  reprezentujú samotnú vrstvitosť (zelené oblúky, obr. 5). Generálne upadajú na SZ, priemerne pod sklonom cca 50°. Na JV však vrstvitosť varíruje až do subhorizontálneho uloženia.

Kolmo na plochy vrstvitosti nasadajú plochy označené ako  $S_1$  (červené oblúky) (obr. 5). Tie upadajú pod podobným sklonom ako plochy  $S_0$ , iba sú opačne orientované na JV.

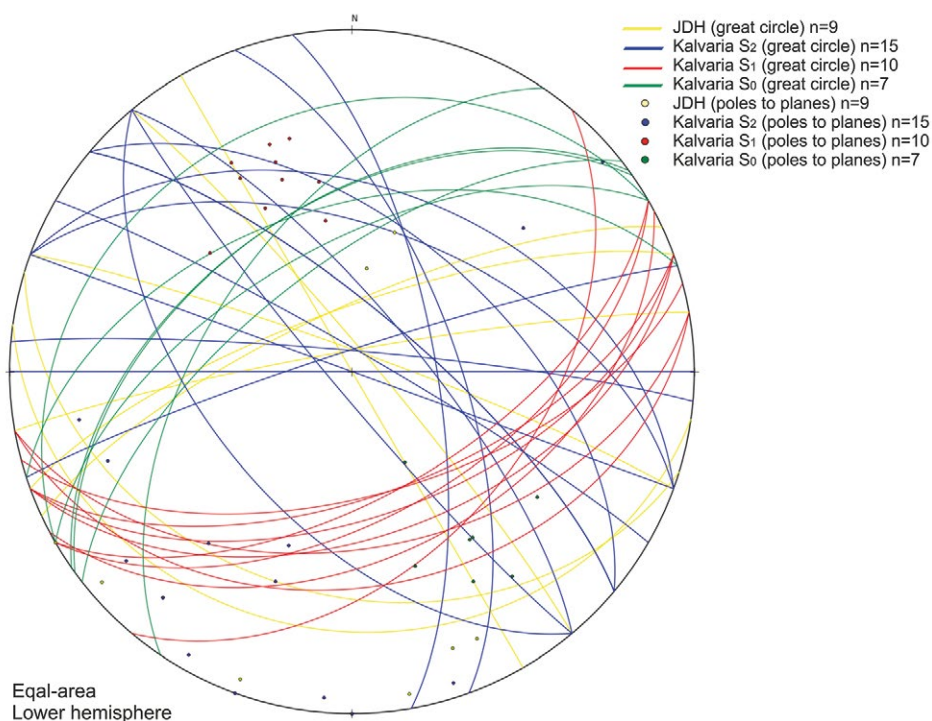
Sú významne zastúpené na lokalite a môže ísť o klivážové plochy. Podobné plochy kliváží s rovnakou orientáciou boli namerané v sedimentoch mezozoika obalovej jednotky Tribča Lenártom (2013). Uvedený autor aj na základe orientácie plôch kliváží indikuje kompresiu v smere SZ – JV v duktilom režime s tvorbou vrásových štruktúr. Na lokalite sa ukazuje, že plochy boli v mladšom období reaktivizované. Indikujú nám to tektonické zrkadlá s tvorbou striácií a minerálnych stupňov, ktoré boli vytvorené na týchto plochách. Na povrchu je na tieto plochy taktiež viazaná krasová činnosť. Na ich časti prichádzalo ku korozívnemu prepracovaniu a čiastočne aj tvorbe speleotém. Samotná menšia jaskynka, nachádzajúca sa niekoľko metrov SV od skúmanej jaskyne, je vytvorená práve na plochách  $S_1$ . Treba dodať, že jednu z indícií pri znovobjavení jaskyne bola aj myšlienka pokračovania tejto štruktúry.

Tretiu kategóriu tvoria pukliny ( $S_2$ , modré oblúky, obr. 5) orientované generálne v smere SZ – JV, a ktoré sú strmo sklonené na SV alebo JZ. Súčasťou súboru sú aj plochy približne z. – v. smeru tvorené puklinami. Pre ich nízku početnosť a subvertikálny trend nebol dôvod na ich samostatné vyčlenenie. Plochy  $S_2$  sú významne zastúpené aj na povrchu. Tvoria steny zaniknutého lomu, na ktorých sa vo veľkej miere nachádzajú speleotémy tvorené sintropádmi, či menšou kvapľovou výzdobou. Predpokladáme, že tieto pukliny majú súvis s recentnými neotektonickými pohybmi – extenziou počas neskorého pleistocénu – holocénu (Littva et al., 2015, Vojtko et al., 2008).

Z meraní planárnych prvkov v jaskyni (žlté oblúky) (obr. 5) a samotnej mapy jaskyne možno konštatovať, že na genéze jaskyne sa významne podieľali plochy  $S_2$  sz. – jv. smeru, plochy v. – z. smeru a plochy  $S_1$  sv. – jz. smeru. V jaskyni sa javí ako kompaktnější sv. strana, naopak jz. časť je tvorená skôr závalom. Na základe geologickej mapy by sa mal



Obr. 6. Merané planárne prvky na lokalite.  
Fig. 6. Measured planar elements on the site.

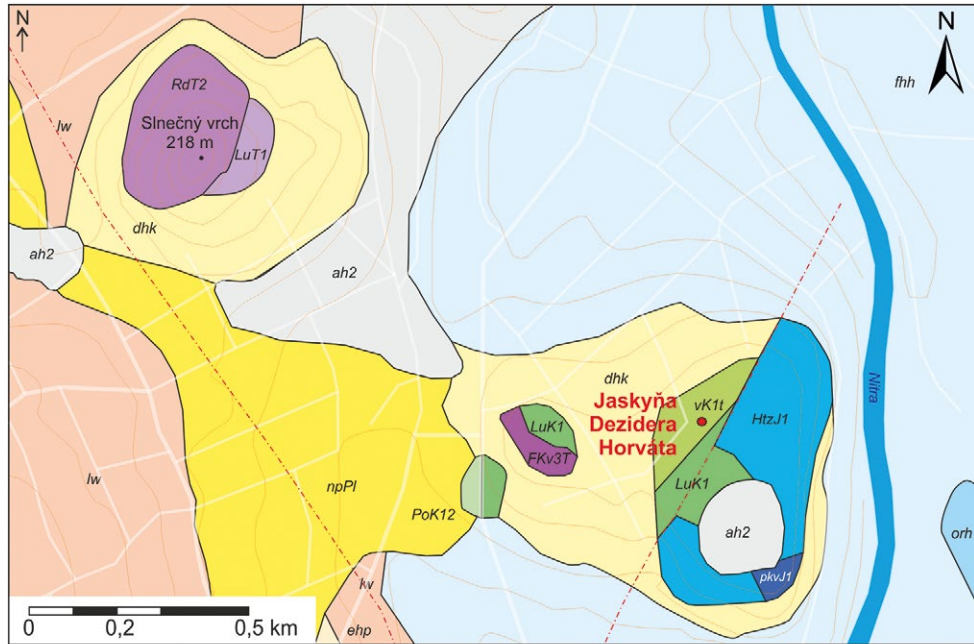


Obr. 5. Diagram nameraných planárnych prvkov (Schmidtova sieť, spodná hemisféra).  
Fig. 5. Diagram of measured planar elements (Schmidt network, lower hemisphere).

v blízkosti lokality nachádzať zlom smeru SV – JZ. Naším terénnym výskumom nebol tento zlom zachytený vo forme zlomových, či prizlomových štruktúr.

### LITOLOGICKÝ VÝSKUM

Pre upresnenie litológie boli odobrané vzorky hornín na ďalšiu mikrofaciálnu analýzu. Dôvodom bolo, že uvedená lokalita by sa mala nachádzať už v kriedových horninách (obr. 4). Vo výbrusoch sa nachádzali väčšinou krinoidové články a časti echinodermát, poukazujúce na jurské sekvencie. Naopak nenachádzali sa v nich žiadne prierezy kalpionel, ktoré by poukazovali na kriedový vek, charakteristické pre lučivnianske súvrstvie. Dokonca ani odobrané vzorky z hlbších častí jaskyne nepreukázali, že by sa situácia s horninami v hĺbke menila.



Kvartér Quaternary		Neogén Neogene	
<b>fhh</b> Fluviálne sedimenty (holocén) Fluvial sediments (Holocene)	<b>npPl</b> Volkovské súvr. (pliocén) Volkovce Fm. (Pliocene)	<b>HtzJ1</b> Hierlatzké súvr. (str. jura) Hierlatz Fm. (Early/Middle Jurassic)	
<b>lw</b> Eolické sedimenty (holocén) Eolic sediments (Holocene)	<b>Mezozoikum - Tatrikum</b> Mesozoic - Tatric Unit	<b>FKvT3</b> Fatranské súvr. (ml. trias) Fatra Fm. (Late Triassic)	
<b>orh</b> Organické sedimenty (holocén) Organic sediments (Holocene)	<b>PoK12</b> Porubské súvr. (star.-ml. krieda) Poruba Fm. (Early/Late Cretaceous)	<b>RdT2</b> Ramsauské dolomity (str. trias) Ramsau dolomites (Middle Triassic)	
<b>ah2</b> Antropogénne sedimenty (mladší holocén) Antropogene sediments (Late Holocene)	<b>LuK1</b> Lučivníanske súvr. (star. krieda) Lučivná Fm. (Early Cretaceous)	<b>LuT1</b> Lúžňanské súvr. (star. trias) Lúžna Fm. (Early Triassic)	
<b>dhk</b> Deluviálne sedimenty (pleistocén/holocén) Deluvial sediments (Pleistocene/Holocene)	<b>vK1T</b> svetlé a svetlosivé hrubovrstvovité vápence (star. krieda) grey, bedded limestones (Early Cretaceous)	<b>predpokladané zlomy</b> supposed faults	
<b>ehp</b> Hliny, rubifikované fosílné pôdy (pliocén/pleistocén) Muds, rubified fossil soil (Pliocene/Pleistocene)	<b>pKvJ1</b> piesčito-krinoidové vápence (star. jura) sandy, crinoidal limestones (Early Jurassic)		

Obr. 4. Geologická mapa študovanej oblasti (Geologická mapa Slovenska M 1 : 50 000 [online], upravené).

Fig. 4. Geological map of the studied area (Geological map of Slovakia S 1 : 50 000 [online], modified).

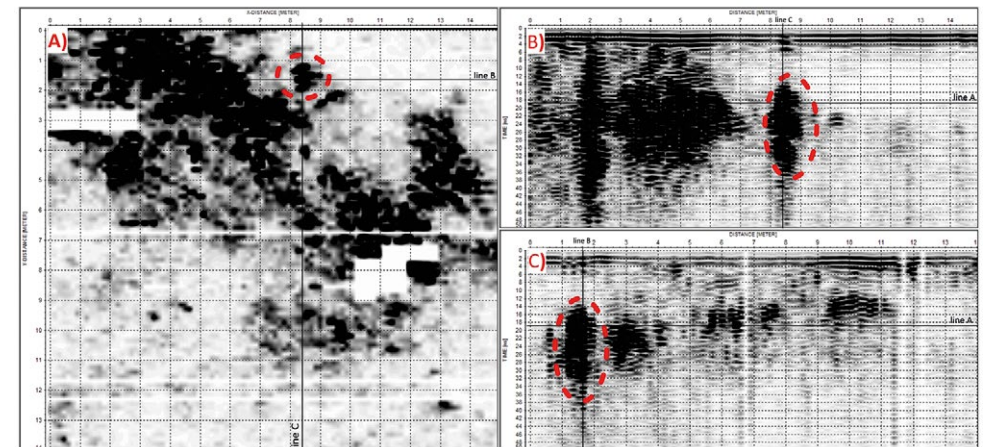
## GEOFYZIKÁLNY VÝSKUM

Na získanie dát s dostatočnou hustotou pokrytia, bolo navrhnuté profilovanie s rozstupom profilov 15 cm na vopred určenej ploche (obr. 7). Prieskum sťažovala náväzka obsahujúca železné predmety, ktoré komplikovali spracovanie i interpretáciu nameraných dát. Napriek tomu geofyzikálny prieskum vo viacerých profiloch zaznamenal možné anomálie, ktoré by mohli byť potenciálnym vchodom. Dňa 6. 6. 2018 bola zachytená významnejšia anomália, ktorá sa nachádza v zmysle nami definovaného súradnicového systému medzi 8 a 9 metrom na osi x a cca 1,5 m na osi y (obr. 3). Geofyzikálny prieskum zároveň odhalil depresiu nejednoznačného pôvodu (prírodnú alebo antropogénnu), prebiehajúcu zo severozápadu na juhovýchod.

Interpretovaný vchod do jaskynného systému je na radargramoch (obr. 8) označený červenou čiarkovanou čiarou. Na obrázku 8A je plošný pohľad na celú meranú plochu, radargram z profilu prechádzajúceho cez interpretovanú anomáliu v smere osi x je na obrázku 8B a radargram z profilu prechádzajúceho cez interpretovanú anomáliu v smere osi y je na obrázku 8C.



Obr. 7. Geofyzikálny výskum formou georadaru. Foto: A. Lačný  
Fig. 7. Geophysical research in the form of georadar. Photo: A. Lačný



Obr. 8. Radargramy s označením pozície anomálie interpretovanej ako vchod do jaskyne: A – plošný pohľad na meranú oblasť, B – profil v smere osi x, C – profil v smere osi y.

Fig. 8. GPR image, dashed line marks the anomaly interpreted as the entrance to the cave: A – overview of the area, B – radar data from the profile parallel to axis x, C – radar data from the profile parallel to axis y.

## SPELEOLOGICKÝ PRIESKUM

Praktický speleologický prieskum začal v zaniknutom lome pod Kalváriou dňa 12. 4. 2018. Cieľom prieskumu bolo potvrdenie možnej lokalizácie zaniknutej Jaskyne v Drevenom lome. Miesto bolo vytipované už dávnejšie na základe viditeľných puklín v zasutenom odkryve bývalého lomu. Práce boli sústredené na uvoľňovanie rozdrobených blokov a odstraňovanie sutiny v miestach viditeľných puklín pokračujúcich do hĺbky. V niektorých puklinách boli pozorované sintrové náteky. Po odvalení niekoľkých väčších balvanov a vyčistení suty došlo dňa 28. 4. 2018 k znovuoobjaveniu Jaskyne v Drevenom lome. Jaskyňa je vytvorená na s.-j. pukline a momentálne dosahuje dĺžku 11 m a hĺbku 6 m. V koncových častiach vidno ďalšie priestory v smere po pukline a aj do hĺbky.

Po výsledkoch merania georadarom čiastočne prebiehali plytké výkopové práce na miestach vytipovaných anomálií. Prieskum však komplikovali rôzne železné predmety, ktoré znepresňovali výsledky geofyziky. Zároveň bol predpoklad, že vchod mohol ležať niekoľko metrov pod navážkou.

Dňa 26. 6. 2018 prichšiel na lokalitu bager/nakladač JCB 4cx (obr. 9). Samotný prieskum prebiehal systematicky so zameraním sa na konkrétne miesto, ktoré bolo vytipované čiastočne predchádzajúcim geofyzikálnym prieskumom, odhadnuté pamätníčkou a na základe pozorovania geologických súvislostí v bezprostrednom okolí. Krátkou prieskumnou ryhou bolo lokalizované podložie v hĺbke do 2 m. Ďalej sa pokračovalo odkrývaním podložia rozšíreným výkopom. Odstraňovala sa prevažne zmes skál, hlíny a stavebného odpadu. Neskôr bola spozorovaná zmena reliéfu podložia a začali sa objavovať úlomky sintrov a malé krasové dutiny. Pri ďalšom čistení odkrytého povrchu ručným náradím sa v hĺbke asi 2,5 m pod súčasným povrchom objavila zavalená dutina pripomínajúca vchod do zaniknutej jaskyne zo starých fotografií (obr. 10). Pre jednoznačnú identifikáciu bola zavolaná pamätníčka Anzelma Hlôškovej, ktorá potvrdila, že ide o vchod hľadanej zaniknutej jaskyne. Na základe iniciatívy pani Hlôškovej, a nepochybniteľnej aktivity jej otca – Dezidera Horváta pri prieskumných prácach v päťdesiatych rokoch, bola táto jaskyňa premenovaná na Jaskyňa Dezidera Horváta (Halama & Lačný, 2018). Keďže sa pôvodný vchod nachádzal pod terénom, bolo potrebné nad ním osadiť korugovanú PVC rúru.



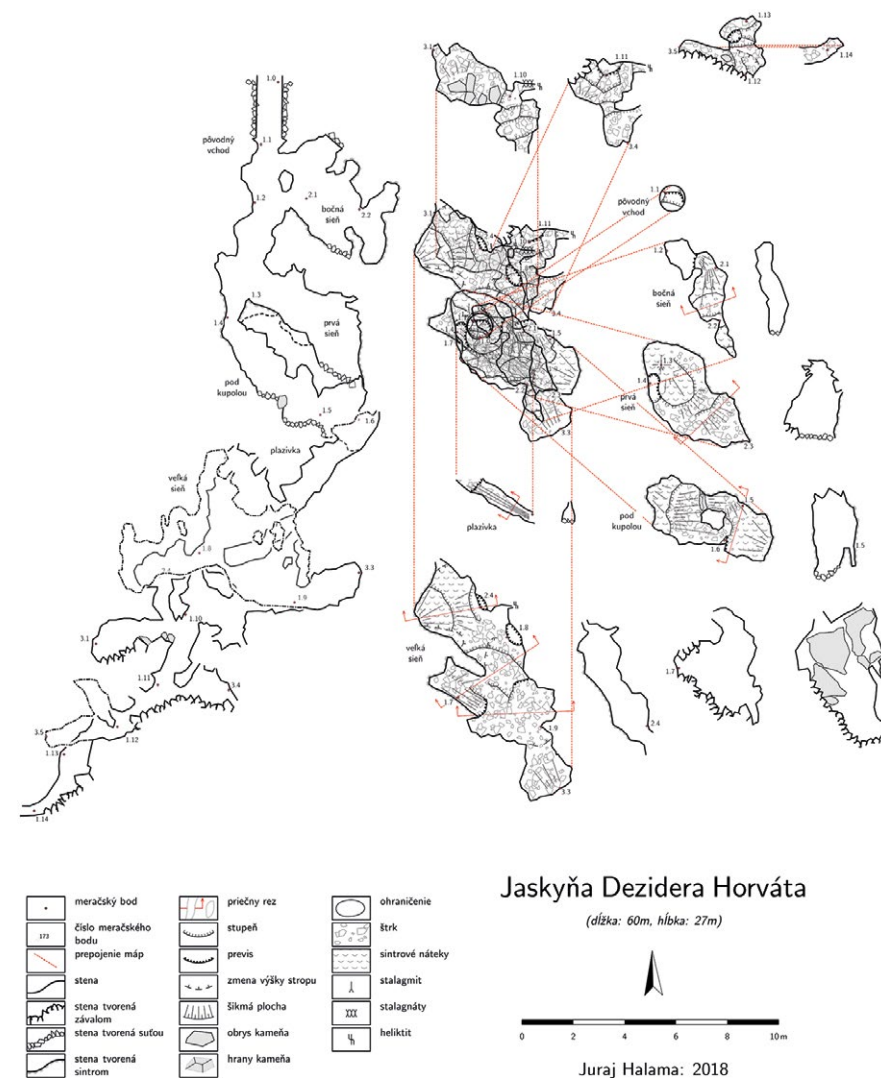
Obr. 9. Práce pri odkrývaní vchodu do Jaskyne Dezidera Horváta. Foto: J. Halama  
Fig. 9. Work in uncovering the entrance to the Dezider Horvát Cave. Photo: J. Halama



Obr. 10. Pôvodný vchod v hĺbke cca 2,5 m. Foto: J. Halama  
Fig. 10. The original entrance at a depth of about 2.5 m. Photo: J. Halama

Časť jaskyne však bola vyplnená aj pod vchodom zmesou navážky a stavebného odpadu, preto boli začaté intenzívne výkopové práce. K samotnému prieniku do voľných priestorov prišlo až koncom júla (Halama & Lačný, 2018). Následne bola vyhotovená mapa jaskyne

(obr. 11). Ešte v decembri sa speleológom podarilo preniknúť v Jaskyni Dezidera Horváta do úplne nových častí. Od toho času v nej prebieha intenzívny speleologický prieskum. Zatiaľ nedokončená mapa jaskyne dosahuje na základe polygónových ťahov dĺžku 606 m s deniveláciou 45 m (stav k 5. 5. 2022).



Obr. 11. Bočný rez a mapa Jaskyne Dezidera Horváta.  
Fig.11. Longitudinal section and map of the Dezider Horvát Cave.

## ZÁVER

Zo zatiaľ známych priestorov jaskyne možno usudzovať, že na jej genéze sa významne podieľali diskontinuity sz. – jv., v. – z. a v. – jz. smeru. Mikrofaciálnou analýzou sa potvrdilo, že Jaskyňa Dezidera Horváta vznikla v jurských sekvenciách obalovej jednotky tatrika. Georadarové merania, aj napriek nie práve najvhodnejším podmienkam z dôvodu

antropogénnej navážky obsahujúcej rôzne predmety, pomohli upresniť lokalizáciu jedného zo zaspaných vchodov do Jaskyne Dezidera Horváta na Kalvárii v Nitre. Aj napriek tomu bola metóda georadarom vhodne zvolená, pretože sa predpokladalo, že vchod do jaskyne sa bude nachádzať v prípoверхovej zóne, kde má georadar dosah. Vhodne zvolená metóda bola aj preto, že sa nepredpokladali koreňové systémy, ktoré by mohli odrážať v horizontálnom smere vysokofrekvenčné rádiové impulzy. Vchod do jaskyne sa prejavil ako výrazná anomália aj na plošných radargramoch, aj vertikálnych profiloch v smere oboch osí lokálneho súradnicového systému. Georadarový prieskum tak priniesol vstupnú informáciu, ktorá otvorila cestu k objaveniu významnej jaskyne. Pôvodne zaniknutá Zvislá jaskyňa, dnes nesúca meno Jaskyňa Dezidera Horváta, sa tak stala najdlhšou jaskyňou celého pohoria Tribeč. Aktuálne dosahuje dĺžku 606 m s deniveláciou 45 m. Mapovanie, na ktorom sa podieľajú viaceré skupiny Slovenskej speleologickej spoločnosti, nie je stále ukončené. Zaujímavá bude aj speleogenéza jaskyne, ktorá v súčasnosti nie je vyriešená. Morfortvary chodieb a priemerná teplota vzduchu v jaskyni dosahujúca až 12,5 °C však napovedajú, že nepôjde o typickú korozívnu jaskyňu vytvorenú meteorickými vodami.

**Pod'akovanie:** Príspevok bol vypracovaný s podporou projektu APVV-16-0146 a Plánu hlavných úloh Štátnej ochrany prírody Slovenskej republiky na rok 2022. Poďakovanie patrí zároveň jaskyniarom, podieľajúcim sa na výskume, ktorí prispeli aj informáciami k tomuto príspevku. Ďakujeme Mgr. Jurajovi Littvovi, PhD. a Mgr. Rudolfovi Lenártovi, PhD. za odborné recenzie, ktoré zvýšili kvalitu manuskriptu.

#### LITERATÚRA

- Geologická mapa Slovenska M 1 : 50 000 [online]. Bratislava: Štátny geologický ústav Dionýza Štúra, 2013. Dostupné na internete: <http://apl.geology.sk/gm50js>.
- Grohmann C. H. & Campanha G. A. C. 2010. OpenStereo: open source, cross-platform software for structural geology analysis. Presented at the AGU 2010 Fall Meeting, San Francisco, CA.
- Halama J. & Lačný A. 2018. Jaskyňa Dezidera Horváta v Nitre. Spravodaj Slovenskej speleologickej spoločnosti, 49, 4, 14–21.
- Hochmuth Z. 2008. Krasové územia a jaskyne Slovenska. Geographia Cassoviensis, 2, 2, 11–18.
- Ivanička J. (Ed.), Polák M., Hók J., Határ J., Greguš J., Vozár J., Nagy A., Fordinál K., Pristaš J., Konečný V. & Šimon L. 1998a. Geologická mapa Tribeča 1 : 50 000. Ministerstvo životného prostredia Slovenskej republiky – Geologická služba Slovenskej republiky, Bratislava.
- Ivanička J., Hók J., Polák M., Határ J., Vozár J., Nagy A., Fordinál K., Pristaš J., Konečný V., Šimon L., Kováčik M., Vozárová A., Fejdiová O., Marcin D., Liščák P., Macko A., Lanc J., Šantavý J. & Szalaiová V. 1998b. Vysvetlivky ku geologickej Mape Tribeča 1 : 50 000. Geologická služba Slovenskej republiky, Vydavateľstvo Dionýza Štúra, Bratislava, 7–237.
- Lenárt R. 2013. Kinematická analýza strižnej deformácie tektonickej jednotky tatrika v pohorí Tribeč. Dizertačná práca, Prírodovedecká fakulta UK, Bratislava, 109 s.
- Vojtko R., Hók J., Kováč M., Sliva L., Joniak P. & Šujan M. 2008. Pliocene to Quaternary stressfield change in the western part of the Central Western Carpathians (Slovakia). Geological Quarterly, 52, 1, 19–30.
- Littva J., Hók J. & Bella P. 2015. Cavitonics: Using caves in active tectonic studies (Western Carpathians, case study). Journal of Structural Geology, 80, 47–56.
- Majko J. 1950. Vyšetrenie krasových zjavov v okolí Nitry. Neustránkovaný manuskript, archív SMOPaJ, Liptovský Mikuláš.
- Mitter P. 1985. Krasové územia pohoria Tribeč. Slovenský kras, 23, 45–67.

SLOVENSKÝ KRAS ACTA CARSOLOGICA SLOVACA	60/1	63 – 92	LIPTOVSKÝ MIKULÁŠ 2022
--------------------------------------------	------	---------	------------------------

## FAUNA BEZSTAVOVCOV JASKÝŇ PLANINY GALMUS (VOLOVSKÉ VRCHY)

MILOŠ MELEGA<sup>1</sup> – ANDREA PARIMUCHOVÁ<sup>2</sup>

– PETER LUPTÁČIK<sup>2</sup> – TOMÁŠ JÁSZAY<sup>4</sup> – †VLADIMÍR KOŠEL

– VLADIMÍR ČECH<sup>3</sup> – ANNA ŠESTÁKOVÁ<sup>5</sup> – ANDREJ MOCK<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Štátna ochrana prírody Slovenskej republiky, Správa slovenských jaskýň, Hodžova 11, 031 01 Liptovský Mikuláš, Slovakia; milos.melega@ssj.sk

<sup>2</sup> Univerzita Pavla Jozefa Šafárika v Košiciach, Prírodovedecká fakulta, Ústav biologických a ekologických vied, Katedra zoológie, Šrobárova, 041 54 Košice, Slovakia; andrea.parimuchova@upjs.sk, peter.luptacik@upjs.sk, andrej.mock@upjs.sk

<sup>3</sup> Prešovská univerzita v Prešove, Fakulta humanitných a prírodných vied, Katedra geografie a aplikovanej geoinformatiky, 17. novembra 5, 80 01 Prešov; cech@unipo.sk

<sup>4</sup> Šarišské múzeum v Bardejove, Radničné námestie 13, 085 01 Bardejov; tomasjaszay@nexta.sk

<sup>5</sup> Západoslovenské múzeum, Múzejné námestie 3, 918 09 Trnava; asestakova@gmail.com

**M. Melega, A. Parimuchová, P. Luptáčik, T. Jászay, V. Košel, V. Čech, A. Šestáková, A. Mock: Invertebrate fauna of caves of the Galmus Plateau (Volovské vrchy Mts.)**

**Abstract:** The Galmus Plateau is situated at the northern edge of the Bükk-Gemer-Spiš biogeographic region, the richest Western Carpathian region in endemic cave fauna. Current knowledge of biospeleology of the area has been insufficient. We have collected invertebrates in four caves to describe species diversity, to reveal the structure of invertebrate communities and their spatial distribution along the surface-cave environmental gradient. The caves, Galmuská diera, Homološova diera, Svätajánska, and Šarkania diera, differs in length (from 25 to 177 m), location, altitude (540–776 m a.s.l.) and orientation of slope where the entrances and corridors are situated. Invertebrates were sampled in the years 2015 and 2016 by using of modified pitfall traps and by hand collecting with respect of three main zones along the caves reflecting different environmental conditions (distance from the entrance, the availability of sunlight, food sources and temperature dynamics and extremes). Acari, Collembola, and Diptera significantly quantitatively dominated over the rest of invertebrates. The most diversified taxocoenoses were those of beetles, collembolans, and oribatid mites. Several Western Carpathian endemics were identified among cavernicolous arthropods, as collembolans *Neelus koseli*, *Pseudosinella cf. paciti*, *Protaphorura janosik*, prostigmatic mite *Foveacheles troglodyta*, and aquatic crustacean *Niphargus tatrensis*. Troglobitic and troglomorphic mite *Poecilophysis wolmsdorffensis* with a distributional range exceeding the Carpathians was also found. Troglomorphic terrestrial isopod *Trichoniscus* sp., and pseudoscorpion *Neobisium* sp. also sampled during our study still require a detailed taxonomic investigation. We haven't found any local endemics. None of the caves represent the entire cave fauna of the plateau. Cave fauna of the Galmus Plateau is similar to neighbouring karst regions at the northernmost edge of the biogeographic region (Slovak Paradise, part of the Čierna hora Mts.) and the species diversity is much poorer compared to larger, more southern-located karst units. The distribution of invertebrates along the environmental gradient exhibits a recurring pattern: the entrance communities have the highest number of species; deeper in the caves the biodiversity is declining sharply. In addition to common forest fauna, there are also rare species, using cave entrances as climatic refugium or habitat for petricolous species. In the deeper, dark parts of caves with a stable microclimate, limited food



sources and low interspecies competition, troglomorphic species are characteristic features of less diversified communities.

**Key words:** Western Carpathian plateau karst, caves, terrestrial arthropods, biodiversity, biogeography

## ÚVOD

Oblasť bukovo-gemersko-spišského biogeografického nadregiónu má osobitné postavenie z hľadiska vývoja jaskynnej fauny Západných Karpát (Košel, 2000). Je tu nezvyčajne vysoká hustota krasových jaskýň a najvyššia diverzita jaskynnej fauny, vrátane tzv. paleoendemických taxónov, v porovnaní s ostatnými regiónmi Západných Karpát (Košel, 2009, 2012; Kováč et al., 2014, 2016). Pozornosť biospeleológov sa dlhodobo sústreďovala najmä na Slovenský a Aggtelecký kras, omnoho menej na Muránsku planinu a zvyšok územia, s výnimkou malých krasových oblastí, Drienčanského krasu a Čiernej hory, ktoré sú pomerne uspokojivo preskúmané vďaka nedávnomu intenzívnemu výskumu (pozri napr. Kováč & Krchová, 2007; Kováč & Papáč, 2010; Mock, 2000; Mock et al., 2004, 2009; Mock & Tajovský, 2008; Papáč, 2008a, b). Pohorie Galmus patrí medzi najmenej preskúmané izolované fragmenty planinového krasu Slovenska. Leží na severnom okraji predmetného biogeografického nadregiónu. Súčasný poznatky o jaskynnej faune planiny pomáhajú objasniť vývoj podzemnej fauny, najmä v severných krasových planinách regiónu.

Dosiaľ tu boli zoológmi krátkodobo študované len dve jaskyne, Šarkania a Homološova diera. Zaujímavé nálezy: edafický detrikolný roztoč *Arctoseius semiscissus* (Mesostigmata) (Kalúz & Fend'a, 2005), troglofilný pavúk *Porrhomma rosenhaueri* (synonymum *P. myops*) (Košel, 2007, 2009, 2012), slepá subteránna rovnakonôžka *Mesoniscus graniger* (Mlejnek & Ducháč, 2001, 2003; Košel, 2007, 2009, 2012; Rudy et al., 2021), spomedzi chvostoskokov troglobiont *Pygmarrhopalites aggtelekiensis*, dva druhy eutroglofilných chrobákov *Duvalius hungaricus slovacus* (Košel, 2009, 2012) a *Duvalius bokori valyianus* (Košel, 2000, 2007, 2009, 2012), troglofilná muha *Bradysia forficulata* (Košel, 2001, 2007, 2009, 2012) a napokon stygobiontný kôrovec *Niphargus tatrensis* (Košel, 2007, 2009, 2012; Hudec & Mock, 2011).

Už od pleistocénu boli jaskyne využívané ako dočasný úkryt či miesto pre hibernáciu rozličnými stavovcami, o čom svedčí osteologický materiál (Roth, 1878a, b; Bárta, 1963; Čeklovský & Sabol, 2012; Čeklovský et al., 2013). V jaskyniach Šarkania a Homološova diera boli nájdené kosti napr. medveďa jaskynného (*Ursus spelaeus*) (Čeklovský et al., 2013). Zimujúce salamandry škvrnité (*Salamandra salamandra*) boli opakovane, v pomerne veľkom počte, pozorované v jaskyni Šarkania diera (Balogová et al., 2015). Pjenčák a Danko (2002) monitorovali zimujúce netopiere v jaskyniach Šarkania diera a Homološova diera v rokoch 1994 – 2000. V jaskyni Šarkania diera našli celkovo päť druhov hibernujúcich netopierov a v jaskyni Homološova diera len jediný druh. Neboli tu pozorované letné reprodukčné kolónie, a preto je tu netopierie guáno (potenciálny zdroj potravy pre bezstavovce) len rozptýlené. Trvalé alebo aspoň krátkodobé využívanie jaskýň stavovcami môže mať silný vplyv na potravný reťazec v jaskynnom ekosystéme.

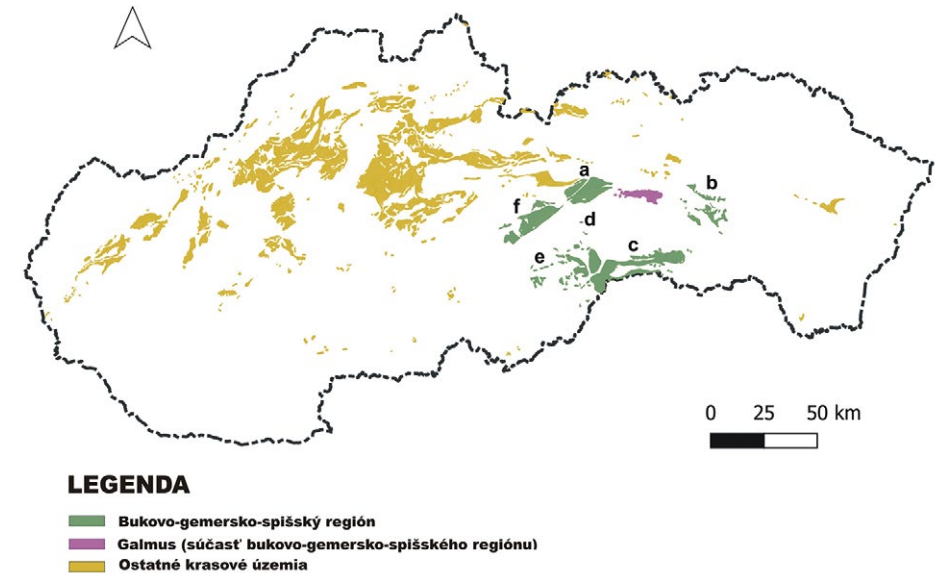
Cieľom našej štúdie bolo: 1) opísať diverzitu terestrických bezstavovcov v štyroch jaskyniach planiny Galmus, 2) analyzovať rozšírenie nájdených troglobiontov a 3) definovať štruktúru spoločenstiev bezstavovcov pozdĺž environmentálneho gradientu jaskynného prostredia.

Predpokladali sme, že: 1) subteránna fauna je v Galmuse chudobnejšia vzhľadom na menšiu rozlohu krasového územia, menej početné a kratšie podzemné priestory a okrajovú, severne situovanú polohu skúmaného územia, v porovnaní s ostatnými krasovými jednotkami silického príkrovu, 2) druhová diverzita bezstavovcov jednotlivých jaskýň bude odrážať

ich rozlohu, komplexnosť prostredia a polohu v rámci krasového masívu a 3) štruktúra a druhová pestrosť spoločenstiev bezstavovcov sa bude líšiť na jednotlivých študijných stanovištiach v skúmaných jaskyniach podľa pozície stanovišť na environmentálnom gradiente prostredia od vchodu jaskyne do hlbších častí charakterizovaných stabilnejšími mikroklimatickými podmienkami.

## CHARAKTERISTIKA ÚZEMIA A LOKALITA

Planina Galmus je najsevernejšou časťou silického príkrovu, ktorý štruktúrne predstavuje najväčšiu tektonickú jednotku alpských príkrovových štruktúr Vnútorých Západných Karpát (Mello, 1979; Hók et al., 2019). Tvoria ju Slovenský kras, Muránska planina, Slovenský raj a pohorie Galmus. Planinový (náhorný) kras sa nachádza aj mimo silického príkrovu, tam je však dominantný. Košel (1998, 2000, 2012) vymedzil územia budované silickým príkrovom a kontaktné nekrasové územia ako samostatný biogeografický nadregión (obr. 1); charakterizuje ho bohatá endemická a reliktná flóra a povrchová fauna bezstavovcov, no najmä výrazná podzemná fauna s najvyššou biodiverzitou v rámci severozápadnej časti Karpatského oblúka, s prítomnosťou tzv. paleoendemických bezstavovcov, teda predkvarterných kolonizátorov podzemia (Kováč a kol., 2014).



Obr. 1. Rozšírenie krasu na Slovensku so zvýraznením polohy Bukovo-gemersko-spišského regiónu, podľa Košela (2009): a) Slovenský raj, b) Čierna hora, c) Slovenský kras, d) Radzim, e) Revúcka vrchovina, f) Muránska planina.

Fig. 1. Distribution of karst in Slovakia with highlighting on the location of the Bükk-Gemer-Spiš region, after Košel (2009): a) Slovak Paradise b) Čierna hora Mts., c) Slovak Karst, d) Mt. Radzim, e) Revúcka vrchovina Mts., f) Muráň Plateau.

Územie Galmusu v okrese Spišská Nová Ves je súčasťou geomorfologickej oblasti Slovenské rudohorie, celku Volovské vrchy a podcelku Hnilecké vrchy (Mazúr & Lukniš, 1978). Dĺžka územia predstavuje 19 km (Z – V), kým šírka kolíše od 5 do 8 km. Samotná výška krasových planín je priemerne 800 – 900 m n. m. a najvyšším bodom celého územia

je v juhovýchodnej časti kóta Slovinská skala (1013,5 m n. m.) na rovnomennej planine. Celková rozloha pohoria Galmus je približne 70 km<sup>2</sup>.

Pôvodne jednotná tektonická kryha Galmusu bola rozrezaná vodnými tokmi a rozlámaná tektonickými pohybmi na rad pomerne malých náhorných krasových planín so zvyškami zarovnaného povrchu, reprezentujúceho stredohorskú roveň Slovenského rudohoria. Z podpovrchových krasových javov sa vyskytujú rozmerovo prevažne menšie jaskyne korozívno-erozívneho, lokálne aj riečneho pôvodu a torzá rozpadnutých jaskýň. Poráčska dolina delí územie na planinu Slovinská skala na juhu a planinu Galmus na severe, kde sa nachádzajú študované jaskyne. Planina Galmus je centrálnou časťou pohoria (Droppa, 1972; Čech, 2002, 2004). Jaskyne tohto územia prvýkrát opísal a zameral Droppa (1972). Zoznam jaskýň Slovenskej republiky k 31. 12. 2017 uvádza z Galmusu 130 jaskýň, pričom ich priemerná dĺžka je len asi 5 m (Bella et al., 2018).

Skúmali sme štyri jaskyne (základná charakteristika je v tabuľka 1), tri z nich sú najdlhšie v celom území:

Tabuľka 1. Základná charakteristika študovaných jaskýň planiny Galmus, doplnená podľa Droppa (1972) a Miháľ (2008). Genetický typ jaskýň: K – korózny, F – fluviokrasový, FK – fluviokrasovo-korózny. Skratky názvov jaskýň: Jaskyňa Šarkania diera – SD, Jaskyňa Homološova diera – HD, Svätajánska jaskyňa – SJ, Jaskyňa Galmuská diera – GD. \* – označenie výskumnej plochy v jaskyni prostredníctvom číselnej hodnoty (obr. 6).

Table 1. Basic characteristics of study caves of the Galmus Plateau, supplemented from Droppa (1972), and Miháľ (2008). Genetic type of caves: K – corrosive, F – fluvio karst caves, FK – fluvio karst-corrosive. Cave names abbreviations: Šarkania diera Cave – SD, Homološova diera Cave – HD, Svätajánska Cave – SJ, Galmuská diera Cave – GD. \* – numerical values indicate the study plots in the cave (fig. 6).

Charakteristika	ŠD	HD	SJ	GD
Súradnice	48° 53,4' N 20°43,8' E	48° 53,4' N 20°47,3' E	48° 54,6' N 20°49,2' E	48° 54,0' N 20°49,5' E
Nadmorská výška (m n. m.)	690	776	540	680
Dĺžka (m)	177	91	105	25
Hĺbka (m)	0	0	20	0
Vchod šírka × výška (m)	3,5 × 1,6	3,4 × 3,2	2,0 × 2,0	4,0 × 2,0
Expozícia vchodu	SZ	J	SV	JV
Geologický typ	F	K	FK	F
*Stacionár – vstupná zóna	3	3	4	2
*Stacionár – prechodná zóna		2	3	1
*Stacionár – statická zóna	1, 2	1	1, 2	-
*Prítomnosť menšieho množstva guána	1, 2	-	1, 2	-
*Vrstva sedimentu v podklade	2, 3	1, 2, 3	1, 2, 3, 4	1, 2
*Prítomnosť sintrových jazierok	1	-	-	-
*Prítomnosť skvapu	1	-	1	-

Jaskyňa *Šarkania diera* (tiež Šarkanova diera, Poráčska jaskyňa) (obr. 2) s dĺžkou 177 m pozostáva z priestrannej chodby, rozširujúcej sa miestami v siene a dómy. Na ňu nadväzuje množstvo bočných chodieb. Vstupná chodba jaskyne je verejnosti voľne prístupná. Vý-

zdoba je v ťažšie dostupných častiach jaskyne pomerne bohatá, s pagodovitými stalagmitmi, kvapľovými vodopádmi, drapériami a sintrovými jazierkami. Droppa (1972) spomína, že povrchové klimatické podmienky (teplota a vlhkosť) majú výrazný vplyv len po koniec Vstupnej chodby Šarkanej diery. Ostatné časti sú izolované so stabilnou mikroklímou. Kovařík (1953), Droppa (1972) a Košel (2009) merali teplotu a vlhkosť vzduchu v zadnej časti jaskyne Šarkania diera (6,8 – 8,0 °C; 95 – 99 %). Eufotická zóna siaha od vchodu približne 25 m hlboko, disfotická do 40 m.

Jaskyňa *Homološova diera* (obr. 3) sa nachádza pod hrebeňom planiny Galmus, v bočnej dolinke Poráčskej doliny. Celková dĺžka je 91 m. Jaskyňa pozostáva z priestrannej Vstupnej chodby, ktorá v dĺžke 30 m ústi do priečnej chodby smeru SZ – JV. Jaskynná výzdoba bola z drvinej časti zničená návštevníkmi jaskyne (prevažne hľadačmi pokladov), iba kde-tu steny jaskyne pokrýva kašovitý sinter hnedobielej farby. Jaskyňa má izolované koncové priestory so statickou mikroklímou. Droppa (1972) spomína namerané hodnoty 7,8 °C a 98 % v juhovýchodnej časti Priečnej chodby. Substrát je tvorený hliníťm materiálom a suťou.

*Svätajánska jaskyňa* (obr. 5) má dĺžku 105 m. Zadná, rozsadlinová časť jaskyne predstavuje labyrint vytvorený v dvoch úrovniach s úzkymi chodbami a balvanovitým či kameňitým dnom. Jaskyňa nemá statickú klímu z dôvodu puklinového charakteru chodieb, ktoré zrejme komunikujú s povrchom, resp. svahovými sedimentami. V jaskyni je cítiť mierny prievan (Miháľ, 2008).

*Galmuská diera* (obr. 4) pozostáva z priestrannej vstupnej chodby so šírkou 3,5 m a výškou 6 m, pokračuje jednoduchou nízkou a úzkou puklinovitou chodbou, pričom končí zavalená suťou. Jaskyňa je dlhá 25 m. Je bez kvapľových útvarov. Mikroklímu výrazne ovplyvňujú povrchové klimatické pomery (Miháľ, 2008).

V každej zo študovaných jaskýň sme sa sústredili na tri hlavné zóny pozdĺž hlavného gradientu jaskynného prostredia, charakterizované Vandelom (1965): a) vstupnú, eufotickú zónu



Obr. 2. Vstupný portál jaskyne Šarkania diera diera (vpravo) a jaskyne Chyža (vľavo).

Foto: M. Melega

Fig. 2. Entrance portal of the Šarkania diera Cave (on the right), and Chyža Cave (on the left). Photo: M. Melega

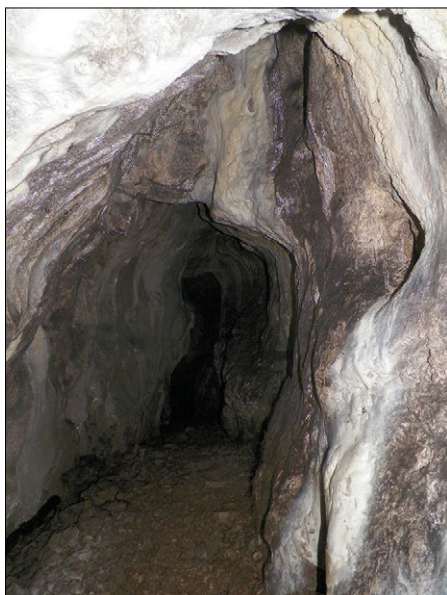


Obr. 3. Vstupná chodba jaskyne Homološova diera. Foto: V. Čech

Fig. 3. Entrance Passage of the Homološova diera Cave. Photo: V. Čech



Obr. 4. Vstupný portál Svätovánskej jaskyne.  
Foto: M. Melega  
Fig. 4. Entrance portal of the Svätovánska Cave.  
Photo: M. Melega



Obr. 5. Vstupná chodba jaskyne Galmuská diera.  
Foto: M. Melega  
Fig. 5. Entrance Passage of the Galmuská diera Cave.  
Photo: M. Melega

(kolísanie teploty, intenzívne slnečné žiarenie a prítomnosť organickej hmoty), b) prechodnú, disfotickú zónu (slabší vplyv svetla, miernejšie kolísanie teploty, prisun organických látok, vzdialenosť od vchodov do jaskyne 10 – 15 m) a c) statickú zónu (afotická zóna, stabilná klíma). To nám umožňuje porovnať zonáciu spoločenstiev bezstavovcov v jaskyniach. V krátkej Galmuskej diere najhlbšia, klimaticky statická zóna chýbala.

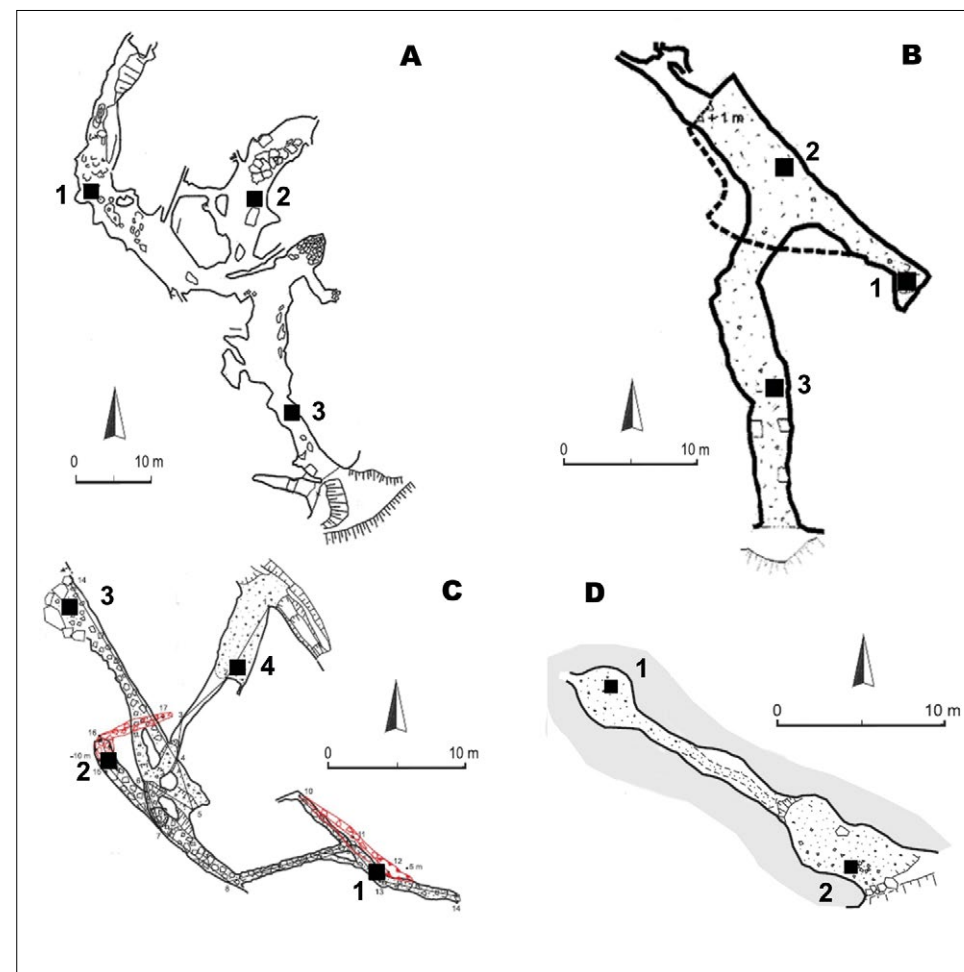
## METÓDY

### Odber vzoriek a identifikácia druhov

Terénne práce boli uskutočnené počas siedmich návštev jaskýň od apríla/mája 2015 do marca 2016. Zamerali sme sa na suchozemské článkonožce (Arthropoda) reprezentované pavúkovcami, kôrovcami, viacnôžkami a šesťnôžkami. Zaznamenaný bol aj sporadický výskyt ulitníkov a vodných kôrovcov.

Prvotným zámerom bolo zachytenie čo najširšieho spektra druhov s použitím viacerých zberových metódik. Tri výskumné plochy boli vybrané v každej zo študovaných jaskýň (obr. 6), aby reprezentovali rôzne klimatické zóny (vstupná, prechodná, statická) a fragmentáciu vnútorných priestorov. Len v najkratšej jaskyni, Galmuská diera, sme vybrali dve výskumné plochy, pretože jaskyňa má jednoduchú a krátku chodbu s klimaticky odlišným vchodom a koncom chodby. Na odber vzoriek materiálu bezstavovcov sme použili kombináciu dvoch metód.

1. Zemné pasce boli exponované od 23. 4. 2015 v Šarkanej diere a od 12. 5. 2015 v ostatných študovaných jaskyniach. Vymenené boli 9. 7. 2015 a 9. 10. 2015 pričom 18. 3. 2016 boli všetky odstránené. V sedimentoch všetkých vstupných zón študovaných jaskýň sme umiestnili dohromady 34 pasce. Rovnaký počet pasce bol použitý aj v sedimentoch všetkých prechodných zón študovaných jaskýň. V sedimentoch všetkých statických zón bolo spolu použitých 37 pasce. Použili sme kombináciu viacerých typov pasce, aby sme zachytili čo širšie spektrum bezstavovcov:



Obr. 6. Pôdorys študovaných jaskýň s označením polohy výskumných plôch (plochy 1 – 4): A – Šarkania diera, B – Homološova diera, C – Svätovánska jaskyňa, D – Galmuská diera. Pre skratky výskumných plôch pozri tabuľku 1. Mapový podklad: Droppa (1972), Mihál' (2008), Mihál' in Soják (2007), Soják (2007).

Fig. 6. Ground plan of studied caves with the position of study plots (plots no. 1 – 4): A – Šarkania diera Cave, B – Homološova diera Cave, C – Svätovánska Cave, D – Galmuská diera Cave. See the Table 1 for identical study plots designations. Map base: Droppa (1972), Mihál' (2008), Mihál' in Soják (2007), Soják (2007).

- plastové jogurtové tégly (150 ml,  $\varnothing$  7 cm, výška 9 cm), fixážou bol 4% roztok formaldehydu;
- polyetylénové fľaše (100 ml,  $\varnothing$  3 cm, výška 9 cm). Fixážou bola zmes etylénglykolu a piva (pomer 1 : 1).  
Oba tieto typy boli umiestnené tak, aby okraj ústia nádoby bol zarovno s povrchom substrátu. Na zber bezstavovcov obývajúcich suťovitý sediment sme použili ďalší typ pasce:
- plastové vedierka s vrchnákom (500 ml,  $\varnothing$  10 cm, výška 10 cm), fixážou bola zmes etylénglykolu a piva (pomer 1 : 1). Pasca komunikovala s okolím prostredníctvom otvorov



Obr. 7. Vizualizácia pasce typu perforovaného plastového vedierka a jeho inštalácia pod povrch substrátu. Foto: M. Melega  
Fig. 7. Visualization of perforated plastic bucket of the trap type and its installation under surface of substrate. Photo: M. Melega

v bočných stenách nádoby (ø 0,5 cm). V týchto pasciach sme použili aj atraktant: špongiu nasýtenú olejom z konzervovaných sardínií (obr. 7).

Tieto pasce boli umiestnené tak, že povrch nádoby uzavretej vrchnákom a založenej kameňmi bol asi 5 cm pod úrovňou povrchu substrátu.

2. Individuálny zber bezstavovcov pomocou pinzety, jemných štetcov resp. hydrobiologickej sieťky na rôznych miestach a mikrobiotopoch jaskyne.

Odobraté vzorky boli identifikované pomocou stereoskopického mikroskopu a svetelného mikroskopu s využitím identifikačných kľúčov zameraných na stredo európsku faunu.

Druhy boli rozdelené do niekoľkých kategórií podľa ich afinity k podzemným biotopom po klasifikácii upravenej Sketom (2008): 1) troglobionty – rozšírenie druhov je obmedzené na jaskyne; a/alebo druh má dobre vyvinuté morfológické adaptácie na podzemné prostredie; 2) eutroglofily – vyvíjajú stabilné,

početné a trvalo sa rozmnožujúce populácie v jaskyniach, obývajú aj suťové biotopy, zatiaľ čo 3) subtroglofily dočasne obývajú podzemný biotop, ale sú úzko spojené s epigeickými biotopmi pre niektoré biologické funkcie, čím prednostne obsadzujú vchody do jaskýň, 4) troglonexy – vyskytujú sa len náhodne v podzemných biotopoch, nedokážu si tam založiť trvalú populáciu.

### Klíma a charakteristika environmentálneho gradientu

Aktuálna teplota a vlhkosť vzduchu bola meraná počas dvoch návštev jaskýň (23. 4. a 9. 7. 2015) pomocou teplomera s vlhkomerom Comet D3120 (presnosť pre teplotu  $\pm 0,4$  °C, pre vlhkosť  $\pm 2,5$  % od 5 do 95 % pri 23 °C, 0,1 % prírastok). Kontinuálne meranie teplôt (od 9. októbra 2015 do 18. marca 2016) sme zabezpečili pomocou dataloggerov (iButton DS1921G, presnosť  $\pm 1$  °C od -30 °C do +70 °C, prírastky po 0,5 °C). Teplota sa merala s štvorhodinovou frekvenciou, merače boli umiestnené na plochách s pascami. Zaznamenané aktuálne teploty a súhrnné teplotné charakteristiky sú uvedené v tabuľkách 2 a 3. S výnimkou hlbších častí Šarkanej diery majú ostatné študované stanovištia tejto a všetkých ostatných skúmaných jaskýň planiny Galmus dynamickú mikroklímu. V smere od vchodu hlbšie sa len znižuje amplitúda celoročnej dynamiky. Dynamické prostredie priestorovo izolovanej siene v Homološovej diere (st. 1) súvisí s polohou siene blízko povrchu svahu, v ktorom je jaskyňa situovaná.

Svetelný režim a potravné zdroje sme na stanovištiach určili len vizuálne. Vstupné priestory boli dostatočne osvetlené slnečným svetlom, prechodná zóna bola len slabosvetelná rozptýleným svetlom a vnútorná zóna bola bez zvyškového svetla, zvyčajne za miestom, kde konfigurácia vstupnej chodby bráni prenikaniu svetla zvonka. Hlavným potravným zdrojom vo vstupných častiach jaskýň je odumreté listie a drevo, prípadne pôda. V Svätójskej diere je drevo prítomné aj v hlbších častiach jaskyne v dôsledku zanášania

návštevníkmi, ktorí prinesenú guľatinu používajú ako lezeckú pomôcku. V Homološovej diere pri stanovišti č.1 prerastajú zo stropu dovnútra jaskyne korene stromov a sú tu aj malé kôpky trusu netopierov, ktorý sa na ostatných lokalitách vyskytuje len roztrúsene.

Tabuľka 2. Teplota a vlhkosť vzduchu študovaných jaskýň planiny Galmus v roku 2015. Jednorazové meranie teploty a vlhkosti vzduchu: apríl (23. apríla 2015), júl (9. júla 2015). Skratky názvov jaskýň pozri tabuľku 1.

Table 2. Temperature and air humidity of the study caves of the Galmus Plateau in 2015. The temperature and humidity of air measurement manner: April (April 23, 2015), July (July 9, 2015). Cave names abbreviations see Table 1.

Jaskyňa		ŠD		HD		SJ		GD	
Zóna	Mikroklíma	Apríl	Júl	Apríl	Júl	Apríl	Júl	Apríl	Júl
Statická	Teplota (°C)	7.6	7.8	7.8	9.6	7.6	7.4	-	-
	Vlhkosť (%)	91.1	95	95	100	82.8	96	-	-
	Teplota (°C)	8.4	7.8	-	-	7.4	7.9	-	-
	Vlhkosť (%)	91	96	-	-	93.5	94	-	-
Prechodná	Teplota (°C)	-	-	7.9	11.0	7.3	8.3	7.3	12.0
	Vlhkosť (%)	-	-	96	98	93.1	96	82.7	100
Vstupná	Teplota (°C)	4.9	8.4	7.6	12.0	8.2	12.0	7.4	12
	Vlhkosť (%)	86.6	98	91.8	100	84.5	100	87.5	100

Tabuľka 3. Teplota vzduchu nepretržite meraná v študovaných jaskyniach planiny Galmus. Skratky názvov jaskýň pozri tabuľku 1. Meranie teploty a vlhkosti vzduchu kontinuálnym spôsobom (9. 10. 2015 – 18. 3. 2016): x – chyba záznamu merania, Mean – priemerná teplota, MIN – minimálna teplota, MAX – maximálna teplota, Amp – amplitúda.

Table 3. The air temperature continuous measured into the study caves of the Galmus Plateau. Cave names abbreviations see Table 1. The temperature and humidity of air measurement continuous manner (October 9, 2015 – March 18, 2016): x – measurement recording error, Mean – average temperature, MIN – minimum temperature, MAX – maximum temperature, Amp – amplitude.

Jaskyňa	Stanovište	Mean	Min	Max	Amp
SD	1	7.0	7.0	7.0	0.0
	2	7.5	7.0	7.5	0.5
	3	3.3	-2.0	8.5	10.5
HD	1	9.4	7.0	11.5	4.5
	2	5.3	0.0	9.0	9.0
	3	3.0	-4.5	8.5	12.5
SJ	1	6.2	5.0	7.0	2.0
	2	x	x	x	x
	3	7.9	7.0	10.0	3.0
	4	x	x	x	x
GD	1	x	x	x	x
	2	2.4	-2.5	9.5	12.0

## Analýza dát

Druhovú podobnosť spoločností článkonožcov bola vypočítaná pomocou Jaccardovho indexu podobnosti vyjadreného v percentách (návod pre výpočet je dostupný na <https://www.statisticshowto.com/>). Porovnávali sme spoločnosti v jednotlivých jaskyniach po stanovištiach.

Efektivitu použitých zberových metodík, najmä troch variantov zemných pascí, sme hodnotili počtom odchytených druhov a jedincov. Výsledky získané rôznym počtom pascí jednotlivého typu sme porovnávali prostredníctvom priemerných hodnôt prepočítaných na jednu pascu za celé obdobie expozície.

## VÝSLEDKY

### Biodiverzita

V jaskyniach planiny Galmus sa nám podarilo odchytiť 116 druhov bezstavovcov z 15 taxonomických skupín (tabuľka 4). Jedinou skupinou nepatriacou medzi článkonožce boli ulitníky (Gastropoda). Zaznamenali sme niekoľko skupín pavúkovcov (Arachnida): roztoče (Acari), pavúky (Araneae), kosce (Opiliones) a šŕiřiky (Pseudoscorpiones). Spomedzi kôrovcov (Crustacea) to boli suchozemské rovnakonôžky (Isopoda) a vodné rôzno-nôžky (Amphipoda). Viacnôžky (Myriapoda) boli zastúpené mnohonôžkami (Diplopoda) a stonôžkami (Chilopoda). Šesťnôžky (Hexapoda) tvorili najmä chvostoskoky (Collembola), chrobáky (Coleoptera), a veľmi početné dvojkrídlovce (Diptera), zriedkavo vidličiariky (Diplura), blanokrídlovce (Hymenoptera) a blchy (Siphonaptera) (tabuľka 5).

Suchozemské ulitníky reprezentovali čeľaď Hygromiidae a Oxychilidae. Živé jedince boli opakovane nachádzané vo vstupných častiach jaskyne len v prípade druhu *Oxychilus glaber*.

Medzi pavúkovcami mali dominantné zastúpenie roztoče. Pancierniky boli frekventované najmä vo vchodoch do jaskýň. Vo vstupnej zóne Homološovej a Galmuskej diery sme našli až 88,5 % všetkých zistených panciernikov. Spomedzi panciernikov s bližším vzťahom k podzemiu sme z afotickej zóny v malom počte odchytili pancierniky *Pantelozetes cavaticus* a *Kunstdamaeus lengersdorfi* (obr. 8), ktoré boli viac početné pri vchode do jaskyne Šarkania diera. Tretím druhom bol *Epidamaeus berlese*, z ktorého sme zopár jedincov odchytili v prechodnej a vstupnej zóne jaskýň. Dva druhy menej frekventovaných panciernikov, *Oribatella calcarata* a *Chamobates voigtsi*, boli nájdené výlučne vo vnútorných častiach (prechodná a statická zóna) jaskýň Homološova a Šarkania diera. Z pravých jaskynných druhov sme našli prostigmátneho roztoča *Foveacheles troglodyta* (Rhagidiidae; obr. 9) v afotickej zóne Svätajánskej jaskyne. Z rovnakej čeľade sme determinovali aj troglomorfneho roztoča *Poecilophysis wolmsdorfensis* zo vstupnej zóny jaskyne Šarkania diera. Pavúky boli zastúpené 14 taxónmi, z ktorých deväť prenikalo hlbšie do jaskýň. Okrem eutroglofila *Porrhomma rosenhaueri*, boli pavúky len sporadicky prítomné v malom počte. Vo vchodoch boli frekventovanými subtroglofilné druhy *Cicurina cicur*, *Palliduphantes alutacius* a *Tegenaria silvestris*. Menej frekventova-



Obr. 8. Roztoč panciernik *Kunstdamaeus lengersdorfi* (Oribatida). Foto: P. Luptáčik  
Fig. 8. Oribatid mite *Kunstdamaeus lengersdorfi* (Oribatida). Photo: P. Luptáčik

Tabuľka 4. Druhovú zastúpenie bezstavovcov v environmentálnych zónach študovaných jaskýň planiny Galmus. Skratky názvov jaskýň pozri Tabuľku 1; počet odchytených jedincov: 1 = +, 1 - 10 = ++, 11 - 50 = +++, 50 - 100 = +++++, viac ako 100 = +++++\*, □ - eutroglofil, ■ - troglofil, ▲ - stybobiont, ! - potenciálne nové druhy pre vedu; v súhrnných stĺpcoch (spolu) je prítomnosť taxónu reflektovaná bez ohľadu na kvantitu.

Table 4. Species representation of invertebrates in environmental zones in investigated caves of the Galmus Plateau. Cave names abbreviations see Table 1; number of individuals: 1 = +, 1 - 10 = ++, 11 - 50 = +++, 50 - 100 = +++++, □ - eutroglophile, ■ - troglophile, ▲ - stybobiont, ! - potentially new species for science; in summary columns (total), the presence of a taxon is reflected regardless of quantity.

Taxón (taxon) / Zóna (Zone) Jaskyňa (cave)	Vstupná (entrance)			Prechodná (transient)			Statická (static)			Spolu (total)					
	ŠD	HD	SJ	GD	HD	SJ	GD	ŠD	HD	SJ	GD	ŠD	HD	SJ	GD
<b>GASTROPODA</b>															
Hygromiidae sp.															
<i>Oxychilus glaber</i> (Rossmässler, 1835)															
<b>ARACHNIDA</b>															
<b>Acari: Mesostigmata</b>															
Gamasina	+++	++++*	++++	++	++		+	+++	+++			+	+		
Uropodina			+												
<b>Acari: Oribatida</b>															
<i>Acrogalumna longipluma</i> (Berlese, 1904)			++												+
<i>Adoristes ovatus</i> (C.L. Koch, 1839)															
<i>Amerus polonicus</i> Kulczyński, 1902			+												+
<i>Belba clavigera</i> Willmann, 1954			++												
<i>Berniniella bicarinata</i> (Paoli, 1908)			++						++						
Damaeidae sp.	+++		++						++						
<i>Damaeus gracilipes</i> (Kulczyński, 1902)			++						++						+
□ <i>Epidamaeus berlese</i> (Michael, 1898)															+
<i>Epidamaeus bituberculatus</i> (Kulczyński, 1902)			+												+
! <i>Epidamaeus</i> sp.			+												+

Taxón (taxon) / Zóna (Zone) Jaskyňa (cave)	Vstupná (entrance)			Prechodná (transient)			Statická (static)			Spolu (total)					
	ŠD	HD	SJ	GD	HD	SJ	GD	ŠD	HD	SJ	GD	ŠD	HD	SJ	GD
<i>Eueremaes valkanovi</i> (Kunst, 1957)				+											+
<i>Globozetes</i> sp.				+											+
<i>Chamobates birulai</i> (Kulezynski, 1902)		+++		++											+
<i>Chamobates borealis</i> (Trägårdh, 1902)		+++		++											+
<i>Chamobates voigtsi</i> (Oudemans, 1902)								+							+
□ <i>Kunstitamaeus lengersdorfi</i> (Willmann, 1932)	+++			+											+
<i>Kunstitamaeus tecticola</i> (Michael, 1888)		++		+											+
<i>Mesotritia nuda</i> (Berlese, 1887)				+											+
<i>Multioppia glabra</i> (Mihelcic, 1955)				++											+
<i>Oribatella calcarata</i> (C. L. Koch, 1835)		+		+											+
<i>Oribatella longispina</i> Berlese, 1914															+
<i>Oribatida</i> sp.	+														+
□ <i>Pantelozetes cavaticus</i> (Kunst, 1962)	++++*				++										+
<i>Ramusella fasciata</i> (Paoli, 1908)								++							+
<i>Scheloriobates laevigatus</i> (C. L. Koch, 1836)				+											+
<i>Xenillus tegeocranus</i> (Hermann, 1804)				++											+
<b>Acari: Prostigmata (Rhagidiidae)</b>															
■ <i>Foveacheles troglodyta</i> Zacharda, 1988															+
■ <i>Poecilophysys wolmsdorffensis</i> (Willman, 1936)	++														+
<i>Poecilophysys wankeli</i> (Zacharda, 1978)	+														+
Rhagidiidae indet.	+														+
<b>Araneae</b>															
Araneae sp. indet. (juv.)			++		+										+

Taxón (taxon) / Zóna (Zone) Jaskyňa (cave)	Vstupná (entrance)			Prechodná (transient)			Statická (static)			Spolu (total)					
	ŠD	HD	SJ	GD	HD	SJ	GD	ŠD	HD	SJ	GD	ŠD	HD	SJ	GD
<i>Amaurobius fenestralis</i> (Ström, 1768)															+
<i>Centromerus cavernarum</i> (L. Koch, 1872)	+								+						+
<i>Cicurina cicur</i> (Fabricius, 1793)	+	++					+								+
<i>Cybaeus angustiarum</i> L. Koch, 1868		++			+										+
<i>Inermocoelotes inermis</i> (L. Koch, 1855)		+													+
<i>Microneta viaria</i> (Blackwall, 1841)															
<i>Palliduphantes alutacius</i> (Simon, 1884)	++														
<i>Palliduphantes pallidus</i> (O. P.-Cambridge, 1871)							+								+
□ <i>Porrhomma rosenhaueri</i> (L. Koch, 1872)										++					+
<i>Philodromus aureolus</i> group	+									++					+
<i>Pholcomma gibbum</i> (Westring, 1851)									+						+
<i>Tegenaria silvestris</i> L. Koch, 1872					+										+
<i>Tenuiphantes alacris</i> (Blackwall, 1853)															+
<b>Opliones</b>															
<i>Trogulus nepaeformis</i> (Scopoli, 1763)	+													++	+
<i>Ischyropsalis manicata</i> C.L. Koch, 1865										+					+
<b>Pseudoscorpiones</b>															
<i>Neobisium carcinoides</i> (Hermann, 1804)															+
□ <i>Neobisium</i> sp.															+
<b>CRUSTACEA</b>															
<b>Amphipoda</b>															
▲ <i>Niphargus tatrensis</i> Wrześniowski, 1888														++	+

Taxón (taxon) / Zóna (Zone) Jaskyňa (cave)	Vstupná (entrance)				Prechodná (transient)				Statická (static)				Spolu (total)			
	ŠD	HD	SJ	GD	HD	SJ	GD	GD	ŠD	HD	SJ	GD	ŠD	HD	SJ	GD
<b>Isopoda</b>																
<i>Armadillidium versicolor</i> Stein, 1859		++														
□ <i>Mesoniscus graniger</i> (Frivaldsky, 1865)																
■ <i>Trichoniscus</i> sp.																
<b>DIPLOPODA</b>																
□ <i>Cibiniulus slovacus</i> Antić, Moeck & Enghoff, 2015																
<i>Glomeris tetrasticha</i> (Brandt, 1833)	++															
<i>Leptoniulus mariae</i> Gulička, 1952																
<i>Polydesmus complanatus</i> (Linnaeus, 1758)																
<i>Polydesmus denticulatus</i> C.L.Koch, 1847																
<i>Strongylosoma stigmatosum</i> (Eichwald, 1830)																
<i>Trachysphaera acutula</i> (Latzel, 1884)																
□ <i>Trachysphaera costata</i> (Waga, 1857)																
<b>CHILOPODA</b>																
<i>Lithobius erythrocephalus</i> C.L. Koch, 1847																
<i>Lithobius forficatus</i> (Linnaeus, 1758)																
<i>Sirigamia acuminata</i> Leach (1815)																
<b>HEXAPODA</b>																
<b>Collembola</b>																
□ <i>Ceratophysella granulata</i> Stach 1949																
<i>Desoria</i> sp.																
<i>Dicyrtoma fusca</i> (Lubbock, 1873)																
<i>Entomobrya</i> sp.																

Taxón (taxon) / Zóna (Zone) Jaskyňa (cave)	Vstupná (entrance)				Prechodná (transient)				Statická (static)				Spolu (total)			
	ŠD	HD	SJ	GD	HD	SJ	GD	GD	ŠD	HD	SJ	GD	ŠD	HD	SJ	GD
<i>Heterophorura variontuberculata</i> (Stach, 1934)																
<i>Hypogastrura crassaegranulata</i> (Stach, 1949)	++															
<i>Hypogastrura purpureescens</i> (Lubbock, 1867)	+															
<i>Kalaphorura paradoxa</i> (Schaeffer, 1900)	+++															
<i>Lepidocyrtus cyaneus</i> Tullberg, 1871	++															
<i>Lepidocyrtus lignorum</i> (Fabricius, 1775)	++															
<i>Lepidocyrtus</i> sp.																
<i>Lepidocyrtus szeptyckii</i> Bourlet, 1839																
<i>Lepidocyrtus violaceus</i> (Geoffroy, 1762)	+++															
<i>Neanura</i> sp.	+															
■ <i>Neelus koseli</i> Kováč & Papač, 2010																
<i>Pachytoma recta</i> (Stach, 1929)	+															
<i>Parisotoma notabilis</i> (Schäffer, 1896)	++															
<i>Plutonurus</i> sp.	++++*															
<i>Pogonognathellus flavescens</i> (Tullberg, 1871)	+++															
□ <i>Protaphorura armata</i> (Tullberg, 1869)																
■ <i>Protaphorura janosik</i> Weiner, 1990																
<i>Pseudachorutes</i> sp.	++															
■ <i>Pseudosinella</i> cf. <i>paciti</i>																
<i>Pseudosinella</i> cf. <i>supericulata</i>																
<i>Pseudosinella</i> cf. <i>vandeli</i>																
<i>Pseudosinella horaki</i> Rusek, 1985																
□ <i>Pygmarhoppallites pygmaeus</i> (Wankel, 1860)	++++*															

Taxón (taxon) / Zóna (Zone) Jaskyňa (cave)	Vstupná (entrance)			Prechodná (transient)			Statická (static)			Spolu (total)					
	ŠD	HD	SJ	GD	HD	SJ	GD	ŠD	HD	SJ	GD	ŠD	HD	SJ	GD
<i>Sminthurinus niger</i> (Lubbock, 1867)				+											+
<i>Tetrodontophora bielanicus</i> (Waga, 1842)				++			+++								+
<b>Coleoptera</b>															
<i>Abax parallelus</i> (Duftschmid, 1812)							++								+
<i>Anemadus strigosus strigosus</i> (Kraatz, 1852)				+											+
<i>Anthobium atrocephalum atrocephalum</i> (Gyllenhal, 1827)				+											+
<i>Aithya sodalis</i> (Erichson, 1837)															
□ <i>Aithya spelaea</i> (Erichson, 1839)				+++			++								+
□ <i>Bryaxis frivaldszkyi slovenicus</i> (Machulka, 1926)															+
<i>Catops longulus</i> Kellner, 1846				+											+
<i>Catops picipes</i> (Fabricius, 1792)				++			+								+
<i>Catops subfuscus subfuscus</i> Kellner, 1846				++			+								+
<i>Catops tristis tristis</i> (Panzer, 1794)				+											+
<i>Cryptophagus distinguendus</i> Sturm, 1845				+++			++								+
<i>Cryptophagus pallidus</i> Sturm, 1845				++											+
<i>Cryptophagus pilosus</i> Gyllenhal, 1828				+											+
<i>Cryptophagus scutellatus</i> Newman, 1834				++			++								+
<i>Cryptophagus</i> sp.				++											+
□ <i>Duvalius bokori valyianus</i> (Bokor, 1922)				+											+
□ <i>Duvalius hungaricus slovacus</i>															+
Hürka et Pulpán, 1980															+
<i>Choleva glauca</i> Britten, 1918				+											+
<i>Kibunea minuta</i> (Linnaeus, 1758)							+								+
<i>Lamprohiza splendidula</i> Motschulsky, 1852							+								+

Taxón (taxon) / Zóna (Zone) Jaskyňa (cave)	Vstupná (entrance)			Prechodná (transient)			Statická (static)			Spolu (total)					
	ŠD	HD	SJ	GD	HD	SJ	GD	ŠD	HD	SJ	GD	ŠD	HD	SJ	GD
<i>Lathridius gemellatus</i> Mannerheim, 1844															+
<i>Leptusa flavicornis</i> Brancsik, 1874				+											+
<i>Micridium vittatum</i> (Motschulsky, 1845)															+
<i>Ocypus macrocephalus</i> (Gravenhorst, 1802)															+
<i>Othius punctulatus</i> (Goeze, 1777)				++			+								+
<i>Ptenidium pusillum</i> (Gyllenhal, 1808)				+											+
<i>Pterostichus niger niger</i> (Schaller, 1783)				+											+
□ <i>Quedius mesomelinus mesomelinus</i> (Marsham, 1802)				++			++								+
<b>DIPTERA</b>															
□ <i>Bradysia forficulata</i> (Bezzi, 1914)				+++			++								+
Heleomyzidae gen. sp. (indet.)				+											+
<i>Trichocera regelationis</i> (Linnaeus, 1758)				++			+								+
<i>Triphleba antricola</i> (Schmitz, 1918)				++			+++*								+
<b>HYMENOPTERA</b>															
Fam. gen. sp. (indet.)							+								+
<b>SIPHONAPTERA</b>															
<i>Ceratophyllus pulliatus</i> Jordan et Rothschild, 1920							+								+
<b>Spolu taxónov</b>	39	41	13	35	29	9	22	17	20	27	48	66	35	50	
		93				48			45			116			





Obr. 9. Troglobiont *Foveacheles troglodyta* (Rhagidiidae). Foto: Ľ. Kováč  
Fig. 9. Troglobiont *Foveacheles troglodyta* (Rhagidiidae). Photo: Ľ. Kováč



Obr. 10. Rovnakonôžka *Mesoniscus graniger* (Isopoda). Foto: J. Stankovič  
Fig. 10. Isopod *Mesoniscus graniger* (Isopoda). Photo: J. Stankovič

né boli kosce a šťúriky, zastúpené po dvoch druhoch. S blízkym vzťahom k podzemnému prostrediu sme v prechodnej a statickej zóne Svätajánskej jaskyne zaznamenali kosca *Ischyropsalis manicata* a troglomorfného šťúrika z rodu *Neobisium* v statickej zóne.

Kôrovce boli menej diverzifikované, ale s bližším vzťahom k jaskynnému prostrediu. Zaznamenali sme len tri taxóny terestrických rovnakonôžok. Väčšie agregácie vo vchodoch študovaných jaskýň tvoril druh povrchový, petrikolný *Armadillidium versicolor*. Slepé, podzemné formy reprezentoval *Mesoniscus graniger* (obr. 10) a bližšie neurčený zástupca rodu *Trichoniscus* – ten len v statickej zóne Homološovej diery. Studničkár *Niphargus tatrensis* bol jediným zástupcom vodnej fauny zisteným v sintrových jazierkach v Šarkanej diere.

Tabuľka 5. Sumárne priemerné kvantitatívne zastúpenie bezstavovcov odchytených zemnými pascami v jaskyniach planiny Galmus. Pfo – pasca s formalinovým fixačným roztokom; Pep – pasca s etylénglykolovo-pivným fixačným roztokom, PVed – pasca (typ vedierko) s etylénglykolovo-pivným fixačným roztokom. V zátvorke v záhlaví tabuľky sú počty exponovaných pascí.

Table 5. Summary average quantitative representation of invertebrates captured by pitfall traps in the caves of the Galmus Plateau. Pfo – pitfall traps with formaline fixative solution; Pep – traps with ethylene-glycol and beer as fixative solution, PVed – bucket trap with ethylene-glycol and beer as fixative solution exposed under the surface of scree sediments. The numbers of traps are given in parentheses in the header of the table.

Zóna (zone)	Okolie vchodu (around the entrance)		Vchody jaskýň (cave entrances)			Prechodná (transient zone)			Vnútro jaskyne (static zone)		Priemer spolu (average of total data) (105)
	PVed (3)	Pfo (18)	Pep (11)	PVed (6)	Pfo (16)	Pep (13)	Ved (2)	Pfo (25)	Pep (11)		
Gastropoda		0,05			0,06	0,08					0,02
Acari	4,34	10,28	32,82	16,83	3,81	11,00	5,00	5,76	0,55	0,55	9,75
Araneae	1,00	0,83	0,36		0,31	0,07		0,20	0,18	0,18	0,40
Opiliones			0,09	0,17				0,36	0,09	0,09	0,12
Pseudoscorpiones	0,34	0,16	1,00		0,19	0,15			0,36	0,36	0,22
Isopoda		0,44	2,55		0,22			0,08	0,55	0,55	0,50
Diplopoda		0,05	0,18			0,69	0,50				0,15
Chilopoda		0,44	0,27			0,07		0,12			0,14
Collembola	107,67	63,56	40,73	71,00	20,75	16,77	43,5	34,32	8,82	8,82	37,50
Diplura					0,25		7,50	2,88			0,86
Coleoptera (adults)	11,67	3,11	13,00	0,50	1,44	4,00	0,50	1,56	1,73	1,73	3,54
Coleoptera (larvae)		0,05	0,18		0,06	0,23		0,16			0,10
Diptera (ad.)		19,94	42,82	50,00	15,13	27,77	1,50	16,64	30,82	30,82	23,73
Diptera (larv.)		10,94	1,55		8,75	3,85	0,50	10,48	5,73	5,73	7,09
Hexapoda (varia)		0,77	0,09	0,67				0,28	0,36	0,36	0,28
<b>Súhrn spolu (total)</b>	<b>125,00</b>	<b>110,66</b>	<b>135,63</b>	<b>139,16</b>	<b>51,00</b>	<b>64,69</b>	<b>59,00</b>	<b>72,84</b>	<b>49,18</b>	<b>49,18</b>	<b>84,40</b>



Obr. 11. Chvostoskok *Protaphorura janosik* (Collembola).

Foto: L. Kováč, P. Luptáčik

Fig. 11. Collembolan *Protaphorura janosik* (Collembola).

Photo: L. Kováč, P. Luptáčik



Obr. 12. Chvostoskok z rodu *Pseudosinella* (Collembola).

Foto: L. Kováč, P. Luptáčik

Fig. 12. Collembolan of the genus *Pseudosinella* (Collembola).

Photo: L. Kováč, P. Luptáčik



Obr. 13. Subendemický chrobák *Duvalius bokori valyianus* (Coleoptera).

Foto: A. Mock, M. Melega

Fig. 13. Subendemic beetle *Duvalius bokori valyianus* (Coleoptera).

Photo: A. Mock, M. Melega

Viacnôžky boli zastúpené viacerými druhmi s rôznym vzťahom k podzemiu. V prechodných a statických zónach sa vyskytovali dve mnohonôžky so silnou afinitou k podzemiu, *Trachysphaera costata*, *Cibiniulus slovacus* a bežný lesný druh, *Polydesmus complanatus*. Bežné povrchové stonôžky, *Lithobius forficatus* a *Strigamia acuminata*, sme zaznamenali v zadnej časti jaskyne Galmuská diera.

Druhovo veľmi pestré boli v jaskynnom prostredí Galmusu chvostoskoky, reprezentované 26 druhmi. Druhová skladba spoločenstiev odrážala polohu stanovišťa na gradient prostredia a aj individuálne podmienky každej zo študovaných jaskýň. Našli sme tri eutroglofilné chvostoskoky: *Protaphorura armata*, *Pygmarthropallites pygmaeus*, *Ceratophysella granulata* a tri troglobiontné chvostoskoky *Neelus koseli*, *Protaphorura janosik* (obr. 11) a *Pseudosinella cf. paclti* (obr. 12).

Najvyššiu druhovú diverzitu spomedzi fauny zistených bezstavovcov mali chrobáky (28 druhov). V jaskyni Homološova diera predstavovali počtom druhov až 67,9 % jaskynného spoločenstva bezstavovcov. Viac ako polovicu nájdených druhov sme našli v prechodnej a statickej zóne jaskýň. Vo všetkých študovaných jaskyniach sa vyskytovali tieto druhy: *Catops subfuscus subfuscus*, *C. picipes*, *Quedius mesomelinus mesomelinus* a *Duvalius bokori valyianus* (obr. 13). V jaskyni

Šarkania diera sme odchytili aj jedného jedinca kavernikolného chrobáka *Duvalius hungaricus slovacus*. Spomedzi druhov s afinitou k jaskynnému prostrediu, mal ale dominantné postavenie iný druh, *Atheta spelaea*.

Hoci druhová diverzita dvojkřídlavcov bola nízka, z hľadiska počtu jedincov tvorili druhú najpočetnejšiu skupinu bezstavovcov. Reprezentovali ich najmä tri druhy s blízkym vzťahom k jaskynnému prostrediu: *Triphleba antricola*, *Trichocera regelationis* a *Bradysia forficulata*, hojne zastúpené aj v statických zónach študovaných jaskýň.

Zo skúmaných spoločenstiev bezstavovcov štyroch jaskýň planiny Galmus tvorili len malú časť (asi 5 %) druhy výlučne adaptované na jaskynné prostredie. Medzi eutroglofilné druhy, favorizujúce jaskynné prostredie, môžeme zaradiť 12 % zistených druhov. Zvyšok predstavovali nešpecifickí obyvatelia alebo dočasní kolonizátori jaskynného prostredia.

V materiáli bezstavovcov odchytených v galmuských jaskyniach mali eudominantné zastúpenie (nad 10 %) roztoče, chvostoskoky a dvojkřídlavce. Medzi subdominantné skupiny (zastúpenie 2 – 5 %) patrili chrobáky a vidličiariky. Ostatné vyššie taxóny boli reprezentované subprecedentným zastúpením (zastúpenie menej ako 1 % všetkých jedincov). Najvyššiu faunistickú podobnosť spomedzi všetkých študovaných jaskýň navzájom sme našli medzi Svätojánskou jaskyňou a jaskyňou Galmuská diera (71,7 %). Najnižšia podobnosť bola zistená medzi jaskyňami Šarkania diera a Homološova diera (65,0 %) (tabuľka 6).

Tabuľka 6. Porovnanie spoločenstiev študijných plôch navzájom v rámci jaskyne a medzi jaskyňami pomocou Jaccardovho indexu podobnosti.

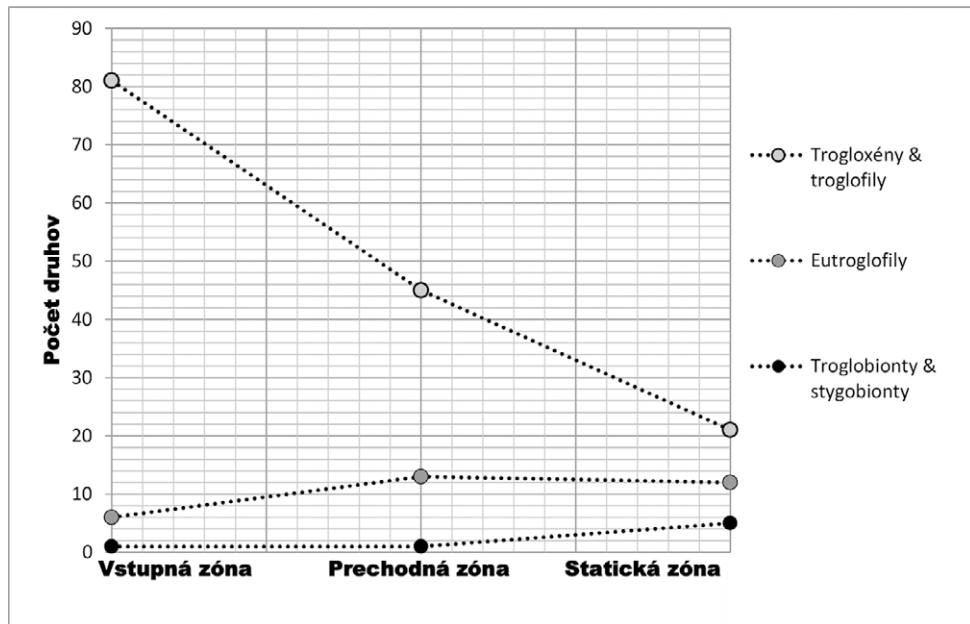
Table 6. Comparison of communities of the study plots within each other within the cave and between the caves by Jaccard similarity index.

	ŠDst.2	ŠDst.3	HDst.1	HDst.2	HDst.3	SJst.1	SJst.2	SJst.3	SJst.4	GDst.1	GDst.2
ŠDst.1	54,84	53,57	54,9	53,62	51,52	56,76	54	54,29	55	52,83	52,5
ŠDst.2		51,81	53,33	51,52	50,55	55,56	54,05	56,52	52,94	51,92	50,63
ŠDst.3			54,95	53,57	59,82	55,56	54,55	52,38	60,56	55,44	61,54
HDst.1				54,43	52,34	58,82	55	53,06	54,9	54,55	52,69
HDst.2					55,14	54,67	59,3	52,24	57,9	55,13	49,21
HDst.3						52,38	52,43	51,06	64,47	51,52	62,14
SJst.1							59,57	55,56	56,52	55,74	52,75
SJst.2								55,81	55,32	53,85	51,58
SJst.3									53,85	51,79	51,72
SJst.4										53,45	64,52
GDst.1											54,55
GDst.2											

### Vyčlenenie hlavných environmentálnych zón

Odlíšna kvalitatívno-quantitívna skladba spoločenstiev charakterizuje hlavné environmentálne zóny skúmaných jaskýň. Závislosť druhovej diverzity na environmentálnom gradiente v smere od vchodu do zadných častí študovaných jaskýň je zobrazená na obr. 14. Polovica všetkých nájdených bezstavovcov bola odchytená výlučne vo vstupných zónach. Zastúpenie bezstavovcov vo vstupných zónach pozostávalo z druhov s nižším stupňom afinity k podzemiu, teda troglóxy a subtroglofilné druhy; eutroglofilné druhy tu nemajú druhovo pestré zastúpenie, niektoré sú ale početné, napr. chvostoskoky *Protaphorura armata*, a chrobák *Quedius mesomelinus mesomelinus*. Vo vstupnej zóne jaskyne Šarkania diera bol zistený aj troglomorfný roztoč *Poecilophysis wolmsdorffensis*.

V porovnaní so vstupnou zónou, zastúpenie bezstavovcov v prechodnej zóne jaskýň bolo výrazne nižšie. Zjavné to bolo aj v relatívnej abundancii niektorých druhov, napr. panciernika *Pantelozetes cavaticus*, či chvostoskoka *Plutomurus* sp. Z pravých jaskynných foriem sme tu našli len chvostoskoka *Neelus koseli*. V smere gradientu prostredia od vstupnej zóny smerom hlbšie do statickej zóny sa druhová diverzita znižovala.



Obr. 14. Závislosť druhovej diverzity na environmentálnom gradiente v smere od vchodu do zadných častí študovaných jaskýň.

Fig. 14. Dependence of species diversity on the environmental gradient from the entrance to the hind part of the study caves.

Spomedzi vyčlenených troch hlavných environmentálnych zón bola najhlbšia, klimaticky statická zóna špecifická prítomnosťou druhov so zjavnými adaptáciami na trvalé obývanie jaskynného prostredia. Výlučne v statických zónach študovaných jaskýň boli nachádzané troglomorfne taxóny: chvostoskoky *Pseudosinella* cf. *paclti*, *Protaphorura janosik*, roztoč *Foveacheles troglodyta*, zatiaľ druhovo neidentifikovaný štúriik rodu *Neobisium*, rovnakonôžka z rodu *Trichoniscus* a mnohonôžka *Cibiniulus slovacus*. Jaskynný chvostoskok *Neelus koseli* zo statickej zóny jaskýň preniká aj do vlhšieho variantu prechodnej zóny jaskýň, podobne rovnakonôžka *Mesoniscus graniger*. Z eutroglófilných foriem tu tvoril bohaté populácie chvostoskok *Pygmarrhopalites pygmaeus*. Spomedzi troglóxénov tu mal bohatý výskyt napr. chvostoskok *Kalaphorura paradoxa*.

Porovnali sme podobnosť spoločenstiev článkonožcov na stanovištiach pomocou Jaccardovho indexu podobnosti. Rozdiely v podobnosti boli relatívne malé. Pri porovnávaní spoločenstiev študijných plôch navzájom v rámci jaskyne aj medzi jaskyňami (pozri tabuľka 6) sme zistili najvyššiu podobnosť medzi spoločenstvami vstupných zón jaskýň. Pri porovnaní spoločenstiev fauny identického typu zón medzi jaskyňami sa vstupné zóny od seba líšili menej (rozdiel 4,7 %), o niečo málo viac prechodné zóny (rozdiel 10,8 %) a statické zóny (rozdiel 7,2 %). Aktivita bezstavovcov (bez ohľadu na typ pasce) poklesla najmä v smere od vstupnej zóny (priemerne 130 ex. na pascu) k prechodnej zóne jaskýň (65 ex. na pascu). Od prechodnej zóny do statickej zóny jaskýň (59 ex. na pascu) už zmeny neboli výrazné.

## Efektivita použitých metód

Kvantitatívne výrazná väčšina nazbieraných bezstavovcov (99,6 %) bola získaná zemnými pascami. Zvyšná fauna bola získaná metódou individuálneho zberu zoologického materiálu. Napriek nízkemu počtu odchytených jedincov sa preukázal efekt na zachytenie čo najširšieho spektra druhov. Výlučne pomocou tejto metódy sa podarilo odchytiť napr. eutroglófilného endemického chrobáka *Duvalius hungaricus slovacus*. Odlišné typy použitých pascí mali rôznu účinnosť, kvalitatívnu aj kvantitatívnu. Pasce sa líšili tvarom zbernej nádoby: s úzkym hrdlom (100 ml PET-fľaše) a širokým hrdlom (150 ml jogurtové tégliky). Všetky PET fľaše (etylénglykol-pivo) v porovnaní s téglikmi (3% formaldehyd) zachytili takmer o polovicu menej jedincov (v prepočte na jednu pascu). Spomedzi taxonomických skupín boli dvojkridlove a roztoče chytané dvakrát častejšie v PET fľašiach ako v téglikoch. Chvostoskoky boli častejšie odchytené v téglikoch v porovnaní s PET fľašami, čo potvrdzovali napr. aj odchyty početnejších druhov *Pygmarrhopalites pygmaeus* a *Ceratoophysella granulata*. Opačne, s početnejším výskytom v PET fľašiach, to bolo u druhu *Pseudosinella horaki*.

## DISKUSIA

### Jaskynná fauna planiny Galmus a jej pozícia v rámci fauny podzemia silického príkrovu

Bukovo-gemersko-spišský nadregión tvoria najvýznamnejšie krasové oblasti z hľadiska veľkosti územia a biodiverzity jaskynnej fauny (Košel, 2009). Vyššia diverzita troglóbiontov sa sústredila do južných krasových oblastí Západných Karpát. Tieto oblasti boli menej ovplyvnené periglaciálnou klímou počas chladných fáz pleistocénu a možno ich považovať za významné podzemné refúgiá pre faunu treťohorného pôvodu (Kováč et al., 2016). Najrozmanitejšia kavernikolná fauna Západných Karpát je v Slovensko-Aggtleckom krase a krase Bukových vrchov (Košel, 2000).

Aktuálne zistené poznatky o jaskynnej faune planiny Galmus, spolu s tými, ktoré boli publikované (Košel, 2000, 2001, 2007, 2009, 2012; Mlejnek & Ducháč, 2001; Kalúz & Fend'a, 2005; Hudec & Mock, 2011 a Rudy et al., 2021), naznačujú, že sa fauna najviac podobá jaskynnej faune susedných krasových oblastí na severnej hranici silického príkrovu (Slovenský raj a časti pohoria Čierna hora). Tieto oblasti sú chudobnejšie na endemickú jaskynnú faunu v porovnaní s krasovými planinami na juhu silického príkrovu. Významnou zložkou jaskynnej fauny sú druhy potvrdzujúce spoločnú geologicko-evolučnú históriu silického príkrovu. Niektoré z nich v planine Galmus dosahujú severný okraj výskytu, napríklad chrobák *Duvalius hungaricus slovacus*. Silický príkrov má najvyššiu diverzitu v rámci rodu *Duvalius* v Západných Karpatoch. Ďalej aj troglóbiont a zrejme terciérny relik, chvostoskok *Pygmarrhopalites aggtelekiensis* (Košel, 2009). Výskyt tohto druhu chvostoskoka sme nepotvrdili. Nájdená slepá rovnakonôžka z rodu *Trichoniscus* sa predbežne javí totožne s jedincom z jaskyne Leontína v Slovenskom krase (Košel et al., 2007). Nateraz sa nepodarilo odchytiť dospelého samca, čo sťažuje identifikáciu druhu. Troglóbiont a pravdepodobne západokarpatský endemit, prostigmátny roztoč *Foveacheles troglodyta*, bol pôvodne opísaný zo Slovenského raja (Zacharda, 1988). Následne bol nájdený aj v iných jaskyniach, napr. na Muránskej planine a v jaskyniach centrálnej oblasti Západných Karpát (Kováč et al., 2014; Melega, 2020). Jaskyne silického príkrovu obývajú aj subteránne druhy, ktoré sú endemitmi niektorých krasových planín silického príkrovu, pričom ich výskyt už nedosahuje na územie planiny Galmus. Medzi ne patrí troglomorfna mnohonôžka *Hylebainosoma gulickai* žijúca len v západnom výbežku Muránskej planiny (Tajovský et al., 2014). Zo Slovenského krasu poznáme jaskynného štúriika *Neobisium slovacum* (Gulička, 1977). Spomedzi chvostoskokov je známy *Pygmarrhopalites slovacicus* nájdený v jaskyniach Silického príkrovu (Nosek, 1975), *P. intermedius*, ktorý je endemitom Slovensko-Aggtleckého

krasu (Loksa, 1969), *P. buekkensis* je pravdepodobne identický druh s *P. aggtelekiensis* (Kováč et al., 2014), *Deuteraphorura schoenviszky* zo Slovensko-Aggteleckého krasu (Loksa, 1967) a *Pseudosinella aggtelekiensis* obývajúca územie Slovenského a Aggteleckého krasu len s malým presahom do okolitých regiónov (Stach, 1929; Kováč et al., 2004). Spomedzi vidličiarok je jediným troglobiontom v Západných Karpatoch vzácna *Plusiocampa spelaea*. Vyskytuje sa v jaskyniach Slovensko-Aggteleckého krasu a v Drienčanskom krase (Paclt, 1956). Taxonomický status tohto druhu by mal byť však ešte overený. Drienčanský kras a blízke okolie obýva bystruškovitý chrobák *Duvalius goemoeriensis* (Hůrka et al., 1989). Pravdepodobne endemitom s troglomorfnými je prostigmátny roztoč z rodu *Foveacheles*, mnohonôžka *Typhloiulus* sp. (Kováč et al., 2014) a dva neopísané druhy chvostokov rodu *Pseudosinella* zo Slovenského krasu a z Muránskej planiny (Kováč et al., 2016). Nedávno bol zo Slovenského raja opísaný periglaciálny reliktný chvostokok *Megalothorax dobsinensis* (Papáč et al., 2019) a z Muránskej planiny *Deuteraphorura muranensis* (Parimuchová et al., 2020). Tieto druhy sú príkladmi mikroendemizmu v silickom príkrove, podobne aj mnohonôžka *Mecogonopodium carpaticum*, objavená v jaskyniach a sutiach Ružinského krasu v Čiernej hore (Mock & Tajovský, 2008).

Potvrdením samostatného vývoja špecializovanej jaskynnej fauny v Západných Karpatoch je chvostokok *Neelus koseli*. Nachádzaný je v krasových oblastiach východného Slovenska (Rendoš et al., 2019). Výskyt tohto druhu na planine Galmus sa dal predpokladať, pretože nateraz je západná hranica výskytu zistená až v Slovenskom raji (Kováč & Papáč, 2010).

Ďalšou faunistickou zložkou silického príkrovu je fauna s úzkym vzťahom k regiónu centrálnych Západných Karpát. Príkladom je jaskynný chvostokok *Protaphorura janosik*, rozšírený vo viacerých krasových oblastiach Slovenska (Parimuchová et al., 2017). Nález troglobiontného chvostokoka *Pseudosinella* cf. *paclti* by mohol ilustrovať podobný areál. Troglobiont *P. paclti* obýva jaskyne stredného Slovenska a v Spišsko-gemerskom krase má východný okraj výskytu (Kováč et al., 1999; Papáč, 2008 b). Šťúrik z rodu *Neobisium* zo Svätôjanskej jaskyne má znaky čiastočného troglomorfnizmu (predĺžené pedipalpy a zmenšené oči) a taxonomicky ešte nie je identita vyriešená. Podobné šťúriky sa v poslednej dobe podarilo nájsť aj v ďalších krasových územiach centrálnej oblasti Západných Karpát (Kováč et al., 2014). Slepá rovníkonôžka *Mesoniscus graniger* je predstaviteľom suchozemskej kavernikolnej fauny s nespojitým areálom rozšírenia obmedzeným na Karpaty a západnú oblasť Dinárskych pohorí (Mlejnek & Ducháč, 2001, 2003). Niekoľko ďalších druhov obýva centrálny región Západných Karpát, no na planine Galmus sme ich zatiaľ nezistili, napr. endemita Západných Karpát, chvostokok *Deuteraphorura kratochvili*, troglobiont s najvýchodnejšou hranicou rozšírenia v Spišsko-gemerskom krase (Kováč et al., 1999; Papáč, 2008 b; Mock et al., 2007) a troglobiont *Megalothorax hippmani* z Muránskej planiny (Papáč & Kováč, 2013). Mnohonôžka *Allorhiscosoma sphinx* je zástupcom monotypického endemického rodu väčšieho územia Západných Karpát, pričom v silickom príkrove jej areál zasahuje do Muránskej planiny a Slovenského raja a okrajovo aj do Revúckej vrchoviny; v Slovensko-Aggteleckom krase chýba, rovnako v krase na sever a severovýchod odtiaľ (Košel, 2009).

Blízky vzťah k podzemiu vykazuje aj chrobák *Bryaxis frivaldszkyi slovenicus* z čeľade Pselaphidae. Doposiaľ bol nájdený len v Západných Karpatoch. Väčšina nálezov pochádza z jaskýň, konkrétne z Čiernej hory (Mock et al., 2009), Revúckej vrchoviny a stredného Slovenska (Franz & Mlejnek, 2000), či zo Zbrašovských aragonitových jaskýň v Česku (Mlejnek et al., 2015). Spomedzi fauny s úzkym vzťahom k podzemným biotopom obývajúcej územie presahujúce Západné Karpaty sme našli roztoče – pancierniky *Kunstidamaeus langersdorfi*, *Belba clavigera* a *Pantelozetes cavaticus* (Luptáček & Miko, 2003; Kováč

et al., 2014). V jaskyni Šarkania diera sme zachytili holarktického troglomorfného roztoča *Poecilophysis wolmsdorffensis*. Tento roztoč bol nedávno identifikovaný v jaskyniach Slovenského krasu, Drienčanského krasu, Muránskej planiny a mimo územia silického príkrovu aj vo Veľkej Fatre (Melega et al., 2020).

### Hlavné environmentálne zóny

Terestrické podzemné biotopy sú v rôznej miere prepojené na povrchové ekosystémy. V rozpätí od povrchu po hlboké podzemie majú pomerne výrazne definované odlišné zóny. Koncept zonácie podzemia poskytuje užitočnú klasifikačnú schému na pochopenie jaskynnej ekológie (Howarth & Moldovan, 2018). Každá zo zón má iné životné podmienky a spoločenstvá organizmov (Howarth & Moldovan, 2018). Druhy žijúce trvalo v hlbších častiach jaskýň zdieľajú konvergentné morfológické znaky – troglomorfnizmy (Racovitza, 1907; Vandel, 1964). Smerom od vchodov do hlbších častí jaskýň početnosť a diverzita organizmov klesá. Sústreďuje sa okolo vhodných zdrojov organického materiálu, dostupnosť a pestrosť ktorých smerom od povrchu zvyčajne ubúda (napr. Mammola & Isaia, 2018). Podobne sme to zistili i my, keď sa aktivita článkonožcov v pasciach smerom do hlbších častí jaskýň znižovala spolu s diverzitou. Obdobný trend je známy v sutinových biotopoch (MSS), kde obsah živín s hĺbkou sedimentu klesá a zároveň aj počet druhov bezstavovcov a ich kvantita (Rendoš et al., 2019).

Vysoká početnosť a rozmanitosť organizmov v jaskynných vchodoch študovaných jaskýň bola podmienená aj vhodnými potravnými zdrojmi. Vchody predstavujú dôležité miesta pre potenciálne potravné zdroje podzemia, pričom menej podliehajú výkyvom teploty a vlhkosti ako povrchové prostredie v okolí (Poulson & White, 1969). Ako ekotonálna oblasť sú špecifické svojimi prechodnými charakteristikami medzi fotickými a afotickými zónami (Prous et al., 2004, 2015). Zloženie spoločenstiev organizmov vchodov študovaných jaskýň navzájom vykazovalo menšie rozdiely. Pomerne priestranný vchod so vstupnou chodbou jaskyne Homološova diera bol lokalizovaný na južne orientovanom svahu a vplyvom špecifických podmienok mohol poskytnúť vhodné prostredie pre rozvoj mycelií, rias na stenách a dreve. Tie boli kolonizované rôznorodou faunou, napríklad panciernikmi. Odlišnú pozíciu majú študované jaskyne v Jánskej doline, ktoré sa nachádzajú v uzavretom a severne orientovanom údolí. Vo vchodoch študovaných jaskýň prevládali druhy so slabým stupňom adaptácie na podzemný život.

Oproti vchodovým zónam jaskýň bola druhová diverzita v prechodných zónach nižšia. Dôvodom môže byť strata zdrojov potravy, ktoré tu nie sú také dostupné ako vo vchodoch jaskýň. Pokles početnosti jedincov bolo vidieť u panciernika *Pantelozetes cavaticus*, či chvostokokov *Plutomurus* sp. a *Pygmarrhopalites pygmaeus*. Fauna mnohonôžok bola zastúpená pomerne slabo, avšak polovica odchytených druhov bola zaznamenaná v Galmuskej diere (vstupná + prechodná zóna). Zástupcovia parietálnej fauny prenikali dokonca aj ďalej, do zadných častí jaskýň; z nich napr. mucha *Triphleba antricola*, dokumentovaná z viacerých jaskýň na Slovensku (Kováč et al., 2014). Spomedzi pravej jaskynnej fauny sme našli jedine chvostokoka *Neelus koseli*. Obýva hlbšie vrstvy podpovrchových podzemných (MSS) biotopov (45 – 95 cm) a jaskyne (Rendoš et al., 2019).

Statická zóna študovaných jaskýň má jedinečné prostredie so zastúpením druhov majúcich špecifické morfológické adaptácie na život v podzemných biotopoch. Druhová diverzita troglóxennej a troglofilnej fauny (okrem eutroglofilov) v porovnaní so vstupnou zónou výrazne poklesla. V relatívne krátkych jaskyniach Galmusu a pomerne plytko pod povrchom je umožnené úspešné kolonizovanie touto faunou. Najnižšia diverzita spoločenstva spomedzi všetkých zón je v statickej zóne, spôsobená najmä jej špecifickými afotickými



Obr. 15. Juhovýchodná časť Priečnej chodby v Homološovej diere – akumulácia guána. Foto: M. Melega

Fig. 15. The SE part of Transverse Passage in the Homološova diera Cave – accumulation of guano. Photo: M. Melega

a často oligotrofnými podmienkami (Mammola & Isaia, 2018). Živočíšstvo sa sústreďovalo na miestach s prítomnosťou organického materiálu, ako je drevo a guáno (obr. 15). Vchody do jaskýň nepredstavujú jediné spojenie jaskyne s epigeickým prostredím. Jaskyne môžu interagovať aj s pôdnym prostredím nad nimi a teda s ešte väčším podielom epigeického prostredia (Romero, 2009). Príklad tohto prepojenia môžeme vidieť v statickej zóne jaskyne Homološova diera. V juhovýchodnej časti Priečnej chodby prerastajú korene stromov, ktoré indikujú tesný kontakt s povrchom.

### Efektivita použitých metód

Zámerom použitia vybraného rozsahu rozličných zberových metodík bolo zachytenie čo najširšieho spektra druhov. Obdobné dizajnovanie založenia pascí na rôznych miestach a v rôznych jaskyniach umožňuje čiastočné zhodnotenie efektivity použitých pascí (efekt typu pasce a efekt atraktivity fixačného roztoku). Každý typ pasce mal trochu iný atraktant, ktorým bol fixačný roztok (formalín, etylénglykol a pivo) a návnada (konzervované sardinky), preto nevieme rozlíšiť, či mal väčší vplyv typ a umiestnenie pasce, alebo atraktant. Každá použitá metóda zberu má selektívny charakter a zachytí iné spektrum druhov, čo treba brať do úvahy pri komplexnom štúdiu spoločenstiev aj pri vybraných taxónoch či štúdiu vplyvu environmentálnych faktorov na živočíchy. Každá zberová metóda poskytuje iný výsledný obraz študovanej problematiky (druhová skladbu, počet jedincov, dominanciu), čo je dôležitý poznatok pre interpretáciu výsledkov. Tento fenomén už v minulosti hodnotilo viacero autorov pri skúmaní jaskýň, sutí ale aj epigeonu, široko o tom diskutujú napr. Jureková et al. (2019, 2021). Fenomén atraktivity zmesi etylénglykolu s pivom bol pri niektorých taxónoch (Acari, Isopoda, Coleoptera (adulty a larvy) a Diptera (adulty)) opakovane výrazný, má teda nenáhodný charakter.

## ZÁVER

Výskum prináša výsledky prieskumu spoločenstiev suchozemských článkonožcov vybraných jaskýň na planine Galmus z rokov 2015 – 2016. V rámci bukovo-gemersko-spišského regiónu je podzemná fauna planiny najviac podobná faune blízkych krasových planín (Slovenský raj, Čierna hora) najmä prítomnosťou jaskynných foriem s väzbou na centrálnu oblasť Západných Karpát a Slovensko-Aggtelecký kras. Fauna je o niečo chudobnejšia, keďže niektoré jaskynné formy vyskytujúce sa v Slovenskom raji a v Čiernej hore tu neboli zistené; ide o chvostoskoky *Deuteraphorura kratochvili* alebo niektoré z druhov rodu *Megalothorax*. Planina Galmus zatiaľ nemá známe lokálne, stenoendemické formy. Spolu so Slovenským rajom a Čiernou horou boli kolonizované podobným spektrom podzemnej fauny. Galmus a Čierna hora na severnom okraji silického príkrovu nemajú relatívne dlhé jaskyne, hoci je tu pestrá fauna. Musíme zdôrazniť tri nálezy zaujímavých neopísaných, pravdepodobne pre vedu nových taxónov: suchozemskej rovnakonôžky *Trichoniscus* sp., štúrka *Neobisium* sp. a panciernika z rodu *Epidamaeus*.

Pomerne veľké vstupné portály a malá dĺžka jaskýň planiny Galmus umožňuje prienik a vhodné podmienky pre rôzne povrchové formy bezstavovcov, ktoré tu majú dominantné zastúpenie. Aj keď s dĺžkou chodieb narastá miera izolácie vnútorných častí od povrchu, dĺžka jaskýň pravdepodobne nezohrala rolu v distribúcii jaskynnej fauny, ale najmä celkové rozmery podzemného systému a veľkosť samotného biotopu v závislosti od vzdialenosti k povrchu. Južná poloha Homološovej diery je spojená s vyššou diverzitou povrchových foriem pri vchode do jaskyne a v nej.

Zistená distribúcia fauny nám ukazuje, že fauna je citlivá na gradient prostredia. Vo vstupných zónach je charakteristické druhovo pestré zastúpenie povrchových foriem bezstavovcov so zriedkavým výskytom špecifickej kavernikolnej fauny. Smerom dovnútra jaskyne ubúda povrchových foriem a zvyšuje sa druhová diverzita pravých jaskynných foriem, s viac či menej nápadnými troglomorfizmami, ktorá ale nenadobudne hodnôt porovnateľných s pestrosťou druhov v jaskynných vchodoch. Jaskyne malých rozmerov sú obývané výlučne vchodovým spoločenstvom bezstavovcov.

Z hľadiska počtu odchytených jedincov boli spomedzi zemných pascí najúčinnjšie pasce s fixačným roztokom etylénglykolu s pivom. Pasce umiestnené hlbšie v sedimente vchodov nezachytili subteránne či edafické formy bezstavovcov, ktoré možno očakávať v hlbších zónach sutinových svahov okolo jaskýň. Niektoré taxóny boli odchytené výlučne metódou individuálneho zberu, napr. eutroglofilný endemický chrobák *Duvalius hungaricus slovacus*.

Jaskynná fauna planiny Galmus má mozaikovitý charakter. Výskum ďalších jaskynných lokalít Galmusu a priľahlej Slovinskej skaly, ale i podzemia sutinových svahov a štôlní v Poráčskej doline má perspektívu nálezov ďalších podzemných foriem bezstavovcov, ktoré môžu pomôcť objasniť formovanie a osobitosti jaskynnej fauny na severnom okraji planinového krasu silického príkrovu.

Okrem kôrovca *Niphargus tatrensis* v Šarkanej diere sme zatiaľ v skúmanej oblasti nenašli žiadne iné formy stygobiontov; pre presnejšiu charakteristiku stygobiontnej fauny Galmusu je potrebné preskúmať aj studne, pramene, vymokliny a zaplavené sedimenty.

**PodĎakovanie:** Za spoluprácu ďakujeme Vladimírovi Papáčovi a Petrovi Gažíkovi zo Správy slovenských jaskýň. Ďalej chceme poďakovať všetkým, ktorí sa podieľali na determinácii druhov: Lubomír Kováč (Collembola), Karel Tajovský (Chilopoda), Katarína Krajčovičová a Jana Christophoryová (Pseudoscorpiones), Tomáš Čejka (Gastropoda), Slavomír Stašiov (Opiliones) a Michal Stanko (Siphonaptera). Výskum v chránených oblastiach povolila výnimka MŽP SR č. 7905/2013-2.3 (10. 12. 2013). Výskum bol podporený grantom VEGA 1/0199/14 a APVV-17-0477.

## LITERATÚRA

- Balogová M., Apfelová M., Flajs T., Jablonski D., Kautman J., Krišovský P., Krištín A., Papáč V., Puchala P., Urban P., Uhrin M. 2015. Distribution of the fire salamander (*Salamandra salamandra*) in Slovakia. *Folia faunistica Slovaca*, 20, 67–93.
- Bárta J. 1963. Neolitické osídlenie jaskýň pri Poráči na Slovensku. *Archeologické rozhledy*, 8, 633–639.
- Bella P., Hlaváčová I., Holúbek, P. 2018. Zoznam jaskýň Slovenskej republiky (stav k 31. 12. 2017). SMOpaJ, ŠOP SR, SSJ, SSS, Liptovský Mikuláš, 528 s.
- Čech V. 2002. Krasové geomorfologické formy centrálnej časti pohoria Galmus. *Folia Geographica*, 6, 193–207.
- Čech V. 2004. Príspevok k poznaniu krasu v centrálnej časti pohoria Galmus. *Geomorphologia Slovaca*, 4, 2, 83–89.
- Čeklovský T. & Sabol M. 2012. Cave bear assemblage from the Šarkanova diera Cave (Volovské vrchy Mts., Eastern Slovakia). *Braunschweiger Naturkundliche Schriften*, 11, 25–39.
- Čeklovský T., Sabol M., Soják M. 2013. Spoločenstvá medveďov jaskynných zo Šarkanovej a Homološovej diery na Spiši (Slovensko). *Slovenský kras*, 51, 51–66.
- Droppa A. 1972. Krasové javy horskej skupiny Galmus. *Geografický časopis*, 24, 3, 185–200.
- Franz V. & Mlejnek R. 2000. Zaujímavé nálezy chrobákov z čeľade Pselaphidae (Coleoptera) v podzemných biotopoch Slovenska. In Mock A., Kováč L. & Fulín M. (Eds.): *Fauna jaskýň – Cave fauna. Zborník referátov zo seminára. Východoslovenské múzeum, Košice*, 31–34.
- Glen S. “Jaccard index / Similarity coefficient.” In *StatisticsHowTo.com: Elementary Statistics for the rest of us!* [online] 2.12.2016 [cit. 22.7.2022] <https://www.statisticshowto.com/jaccard-index/>
- Gulička J. 1977. K otázke výskytu pravých troglobiontov v slovenských jaskyniach. *Slovenský kras*, 15, 23–29.
- Howarth F. G. & Moldovan O. T. 2018. Where Cave Animals Live, pp. 23–37. In Moldovan O. T., Kováč L. & Halse S. (Eds.): *Cave Ecology, Ecological Studies*. Springer Cham, 545 p.
- Hók J., Pelech O., Teřák F., Németh Z. & Nagy A. 2019. Outline of the geology of Slovakia (W. Carpathians). *Mineralogia Slovaca*, 51, 31–60.
- Hudec I. & Mock A. 2011. Rozšírenie dvoch druhov rodu *Niphargus* (Crustacea, Amphipoda) na Slovensku. *Slovenský kras*, 49, 153–160.
- Húrka K., Janák J. & Moravec P. 1989. Neue Erkenntnisse zu Taxonomie, Variabilität, Bionomie und Verbreitung der Slowakischen und Ungarischen *Duvalius*-Arten (Coleoptera, Carabidae, Trechini). *Acta Universitatis Carolinae – Biologica*, 33, 353–400.
- Jureková N., Raschmanová N., Kováč L., Miklisová D., Červená M. & Christophoryová J. 2019. Type of fixative solution in pitfall traps as a decisive factor affecting community parameters of Collembola (Hexapoda) inhabiting superficial subterranean habitats. *The Science of Nature*, 106 (21), 1–18.
- Jureková N., Raschmanová N., Miklisová D. & Kováč L. 2021. A comparison of collecting methods in relation to the diversity of Collembola in scree habitats. *Subterranean Biology*, 40, 1–26.
- Kalúz S. & Fendľa P. 2005. Mites (Acari: Mesostigmata) of the family Ascidae of Slovakia, Institute of Zoology, Slovak Academy of Sciences, NOI Press Bratislava, 168 pp.
- Košel V. 1998. Charakteristika podzemnej fauny Slovenska s návrhom na faunistické regióny. Zborník príspevkov z konferencie Výskum, využívanie a ochrana jaskýň. Správa slovenských jaskýň, Liptovský Mikuláš, 63–66.
- Košel V. 2000. Regionalizácia jaskynnej a krasovej fauny Západných Karpát, pp. 67–84. In Mock A., Kováč L., Fulín M. (Eds.): *Fauna jaskýň – Cave fauna. Východoslovenské múzeum, Košice*.
- Košel V. 2001. The Sciaridae (Diptera) from caves in Slovakia. *Acta Universitatis Carolinae, Biologica*, 45, 73–78.
- Košel V. 2007. Biospeleologický výskum Poráčskej jaskyne (Šarkanova diera) v Hnilceckých vrchoch: Správa z výskumu v druhom polroku 2007. Správa slovenských jaskýň, Liptovský Mikuláš, 10 p.
- Košel V. 2009. Subteránna fauna Západných Karpát. Ústav pôdnej biologie, Biologické centrum Akademie věd České republiky, České Budějovice, 203 p.
- Košel V. 2012. Subterranean fauna of the Western Carpathians. *Tribun*, Brno, 209 p.
- Košel V., Papáč V., Fendľa P., Luptáčik P. & Mock A. 2007. Zoologický výskum v jaskyni Ľudmila-Leontína po 48 rokoch (Národný park Slovenský kras). *Slovenský kras*, 45, 159–168.
- Kovařík J. 1953. Jeskyně Šarkanova a Homološova diera ve Spišsko – gemerském rudohoří. *Československý kras*, 4, 149–154.
- Kováč L., Elhottová D., Mock A., Nováková A., Krištúfek V., Chroňáková A., Lukešová A., Mulec J., Košel, V., Papáč V., Luptáčik P., Uhrin M., Višňovská Z., Hudec I., Gáál L., & Bella P. 2014. The cave biota of Slovakia. Štátna ochrana prírody Slovenskej republiky, Banská Bystrica, 189 p.
- Kováč L., Košel V. & Miklisová D. 1999. Collembola (Hexapoda) of the Slovenský raj National Park associated with forest sites and caves. In Tajovský K. & Pižl V. (Eds.): *Soil Zoology in Central Europe*. Institute of Soil Biology, Academy of Sciences, Czech Republic, České Budějovice, 161–167.
- Kováč L. & Krchová, P. 2007. Spoločenstvá chvostoskokov (Hexapoda, Collembola) Krížovej jaskyne, Medvedej jaskyne a Priepaťovej jaskyne v Humenci, Čierna hora. *Slovenský kras*, 45, 79–92.
- Kováč L., Parimuchová A. & 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, 571–592.
- Kováč L., Miklisová D. & Parimuchová A. 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, 571–592.
- Kováč L. & Papáč V. 2010. Revision of the genus *Neelus* Folsom, 1896 (Collembola, Neelida) with the description of two new troglobiotic species from Europe. *Zootaxa*, 2663, 36–52.
- Loksa I. 1967. Vier neue Höhlencollembolen aus Ungarn. (*Biospeologica Hungarica*, 23). *Opuscula Zoologica*, 6, 289–296.
- Loksa I. 1969. Zwei neue *Arrhopalites*-Unterarten (Collembola) aus Höhlen in Ungarn. *Opuscula Zoologica*, 9, 357–361.
- Luptáčik P. & Miko L. 2003. Oribatid mites (Acarina, Oribatida) of Slovak Caves. *Subterranean Biology*, 1, 25–29.
- Mammola S. & Isaia M. 2018. Cave Communities and Species Interactions. pp. 255–267. In Moldovan S., Kováč L. & Halse S. (Eds.): *Cave Ecology, Ecological Studies*. Springer Cham, 545 p.
- Mazúr E. & Lukniš M., 1978. Regionálne geomorfologické členenie Slovenskej socialistickej republiky. *Geografický časopis*, 30, 2, 101–125.
- Melega M. 2020. New records of rhagidiid mites (Acari: Prostigmata: Rhagidiidae) in Slovakia. *Aragonit*, 25, 1, 64–65.
- Melega M., Zacharda M. & Papáč V. 2020. Prvé nálezy troglobiontného roztča *Poecilophysis wolmsdorfensis* (Willmann, 1936) (Acari: Prostigmata: Rhagidiidae) v jaskyniach Západných Karpát. *Aragonit*, 25, 2, 104–108.
- Mello J. 1979. Sú tzv. vyššie subatranské príkrovy a silický príkrov súčasťou gemerika? *Mineralogia Slovaca*, 11, 3, 279–281.
- Mihál' F. 2008. Niektoré jaskyne v pohorí Galmus. *Spravodaj, Slovenská speleologická spoločnosť*, 39, 19–23.
- Mlejnek R. & Ducháč V. 2001. *Mesoniscus graniger* (Crustacea: Isopoda: Oniscoidea) v Západných Karpatech. *Natura Carpatica*, 42, 75–88.
- Mlejnek R. & Ducháč V. 2003. Troglobiontní a endogenní výskyt druhu *Mesoniscus graniger* (Crustacea: Isopoda: Oniscoidea) na území Západních Karpat. *Acta Musei Reginahradecensis*, 29, 71–79.
- Mlejnek R., Hamet A. & Růžička J. 2015. Brouci (Coleoptera) v jeskyních a propastech České republiky. Beetles (Coleoptera) in caves and chasms of Czech Republic. *Acta Speleologica*, 6, 1–112.
- Mock A. 2000. Mnohonôžky (Diplopoda) jaskýň Čiernej hory (Slovensko, Západné Karpaty). In Mock A., Kováč L. & Fulín M. (Eds.): *Fauna jaskýň. Cave fauna. Zborník referátov, Východoslovenské múzeum Košice*, 115–128
- Mock A., Jászay T., Svatoň J., Christophoryová J. & Stašiov S. 2009. Suchozemské článkonožce (Arthropoda) jaskýň Čiernej hory (Západné Karpaty). *Slovenský kras*, 47, 259–274.
- Mock A., Luptáčik P., Fendľa P. & Papáč V. 2004. Biologická charakteristika jaskýň Bujanovských vrchov (Čierna hora). *Aragonit*, 9, 35–40.
- Mock A., Papáč V., Kováč L., Hudec I. & Luptáčik P. 2007. Fauna jaskyne Michňová (NP Muránska planina, Tisovecký kras). *Reussia*, 4, 1–2, 237–246.

- Mock A. & Tajovský K. 2008. *Mecogonopodium carpathicum* n. sp. (Diplopoda: Chordeumatida: Attemsiidae), a new troglophilic millipede from Slovakia. *Zootaxa*, 1778, 26–36.
- Nosek J. 1975. A contribution to the knowledge of the Collembola fauna in the Domica Cave (SE Slovakia). *Věstník Československé společnosti zoologické*, 39, 220–223.
- Paclt J. 1956. Diplura Slovenska a príslušných oblastí. *Biologické práce*, 2, 6, 5–25.
- Papáč V. 2008a. Bezstavovce (Vertebrata) jaskyne Podbanište (Revúcka vrchovina, Drienčanský kras). *Aragonit*, 13, 1, 25–29.
- Papáč V. 2008b. Chvostokoky (Hexapoda, Collembola) v jaskyniach Muránskej planiny a Drienčanského krasu (Revúcka vrchovina). *Slovenský kras*, 46, 1, 171–182.
- Papáč V. & Kováč L. 2013. Four new troglolobitic species of the genus *Megalothorax* Willem, 1900 (Collembola: Neelipleona) from the Carpathian Mountains (Slovakia, Romania). *Zootaxa*, 3737, 5, 545–575, 546–551.
- Papáč V., Raschmanová N. & Kováč L. 2019. New species of the genus *Megalothorax* Willem, 1900 (Collembola: Neelipleona) from a superficial subterranean habitat at Dobšinská Ice Cave, Slovakia. *Zootaxa*, 4648, 1, 165–177.
- Parimuchová A., Kováč L., Žurovcová M., Miklisová D. & Paučulová L. 2017. A glacial relict collembolan in the Carpathian caves – population variability or a species complex? *Arthropod Systematics & Phylogeny*, 75, 3, 351–362.
- Parimuchová A., Žurovcová M., Papáč V. & Kováč L. 2020. Subterranean *Deuteraphorura* Abso- lon, 1901, (Hexapoda, Collembola) of the Western Carpathians – Troglomorphy at the northern distributional limit in Europe. *PLoS ONE*, 15, 1, e0226966.
- Pjenčák P. & Danko Š. 2002. Zimný výskyt netopierov v jaskyniach okolia Galmusu. In *Vespertilio*, 6, 342.
- Poulson T. L. & White W. B. 1969. The cave environment. *Science*, 165, 971–981.
- Prous X., Ferreira R. S. & Martins R. P. 2004. Ecotone delimitation: Epigeal-hypogean transition in cave ecosystems. *Austral Ecology*, 29, 374–382.
- Prous X., Lopes Ferreira R. & Jacobi C. M. 2015. The entrance as a complex ecotone in a Neotropical cave. *International Journal of Speleology*, 44, 177–189.
- Racovitza E. 1907. *Spelaeoniscus debrugei* n. g., n. sp., isopode terrestre cavernicole d'Algerie. *Archives de zoologie expérimentale et générale (4e Sér.)* 7, 69–77.
- Rendoš M., Červená M., Haľková B., Jakšová P., Jureková N., Rudy J., Jászay T., Raschmanová N., Mock A., Kováč L. & Luptáčík P. 2019. Zalesnené sutinové svahy – pozoruhodný biotop Západných Karpát. *Slovenský kras*, 57, 2, 231–247.
- Romero A. 2009. *Cave biology: Life in darkness*. Cambridge, University Press, 291 p.
- Roth S. 1878a. Einiges über die Poracser Knochenhöhle. *Zipser Bote*, 16, 42.
- Roth S. 1878b. A poracsi barlang Szepesmegyében. *Termesztudományi közlöny*, 409–423, 449–456.
- Rudy J., Papáč V., Mlejnek R. & Mock A. 2021. Terrestrial isopods (Oniscidea) in Slovak caves: species diversity and distribution along regional and geographical gradients. *Acta Carpathica Occidentalis*, 12, 12–42.
- Sket B. 2008. Can we agree on an ecological classification of subterranean animals? *Journal of Natural History*, 42, 21, 1549–1563.
- Soják M. 2007. Osídlenie spišských jaskýň od praveku po novovek. *Archaeologica Slovaca Monographiae*, 10, 1–184.
- Stach J. 1929. Verzeichnis der Apterygogenea Ungarns. *Annales Musei historico-naturalis hungarici*, 26, 269–312.
- Tajovský M., Mock A. & Papáč V. 2014. The genus *Hylebainosoma* Verhoeff, 1899 (Diplopoda, Chordeumatida, Haaseidae): Redescription of *Hylebainosoma tatranum*, description of a new troglolobitic species and notes to the *Hylebainosoma-Romanosoma* species group. *Zootaxa*, 3764, 5, 501–523.
- Vandel A. 1964. *Biospéologie. La biologie des animaux cavernicoles*. Gauthiers-Villars Editeurs, Paris, 619 p.
- Vandel A. 1965. *Biospeleology. The Biology of Cavernicolous Animals*. Pergamon, Oxford, 524 p.
- Zacharda M. 1988 *Foveacheles troglodyta* sp. n., subgen. n. (Acari: Prostigmata: Rhagidiidae) from Stratenská Cave, the Western Carpathians, Slovakia. *Věstník Československé společnosti zoologické*, 52, 75–78.

SLOVENSKÝ KRAS ACTA CARSOLOGICA SLOVACA	60/1	93 – 119	LIPTOVSKÝ MIKULÁŠ 2022
--------------------------------------------	------	----------	------------------------

## PEDAGÓG JÁNOS EDE HANVAI A DOBŠINSKÁ ŤADOVÁ JASKYŇA

ZOLTÁN JERG

J. A. Komenského 12, 048 01 Rožňava; zoli.jerg@gmail.com

### Z. Jerg: Teacher János Ede Hanvai and Dobšinská Ice Cave

**Abstract:** In connection with the history of the Dobšinská Ice Cave, the name of the pedagogue János Ede Hanvai is also mentioned in the speleological literature, especially in connection with the beginnings of climate observations in the Dobšinská Ice Cave and its promotion. However, no further information about this personality has been known or published so far. On the occasion of the round anniversary of his birth, we therefore tried to find out more about him, and at the same time correct the erroneous data that have occurred in the literature in connection with Hanvai in the past. János Ede Hanvai came from a German teacher's family. He was born Johann Eduard Hahn in 1872 in the village Limbach im Burgenland in the southeast of present-day Austria. He studied pedagogy in Budapest, where he made his name Hungarian. He worked in Dobšiná as a teacher from 1894, and from 1902 also as the director of a boy's burgher's school, overall a respectable 28 years. In 1897, Hanvai married Aranka (Aurélia) Paulína Ruffiny, the daughter of the discoverer of the Dobšinská Ice Cave, in Dobšiná. Five children were born from their marriage, and only one of them did not reach adulthood. After leaving Dobšiná Hanvai also taught briefly in Šamorín as well as in Bratislava. He retired in 1932, after a 38-year successful teaching career. János Ede Hanvai died in 1945 in Bratislava, at the age of 72. The widow of a former Dobšiná teacher, Aranka Paulína Ruffiny, survived her husband by eight years. She died in 1953 in Budapest, at the age of 76. Hanvai was a tireless promoter of the Dobšinská Ice Cave and its surroundings, and saw great potential in the cave in terms of tourism and the prosperity of the northern Gemer region. He has published several tourist guides about the cave, and organized study trips for students. He was a big promoter of tourism, and he had crossed almost all over Slovakia. In 1909, he established a student dormitory in Dobšiná, the first such facility of its kind in what was then Hungary. Hanvai's name is mentioned in speleological literature mainly in connection with his alleged climatic observations in the Dobšinská Ice Cave in the years 1882 – 1888. This misinformation came into the literature in 1971, and was later adopted by other authors. However, the latest research results show that Hanvai himself could not make measurements in the cave under any circumstances, as he was still a minor at the time and he came to Dobšiná only in 1894. Temperature measurements in the period 1882 – 1888 were carried out by the then cave guide, but his name is unknown. We also cannot say with certainty who was the author of the German-written measurement protocol from this period, which is stored in the Rožňava Archive, and whether we can consider it as an original. The protocols found by Dénes in 1970 at Hanvai's daughter in Budapest were, in fact, only copies made by Hanvai sometime after 1894.

**Key words:** János Ede Hanvai, pedagogue, biography, Dobšinská Ice Cave, climate research

### ÚVOD

V súvislosti s históriou Dobšinskej Ťadovej jaskyne sa v speleologickej literatúre – okrem známej štvorice objaviteľov: Jenő Ruffinyho, Gusztáva Lánga, Endre Mégu a Dr. Nándora Fehéra; ďalej lekára Dr. Jánosa E. Pelecha a hostinského Endre Fejéra – spomína aj meno dobšinského učiteľa Jánosa Ede (Jána Eduarda) Hanvaiho (obr. 5a).

Jeho meno sa v odbornej literatúre spomína iba v súvislosti s počiatkami klimatických pozorovaní v Dobšinskej ľadovej jaskyni, s propagáciou jaskyne, resp. s históriou školstva v Dobšinej. Napriek tomu v speleologickej literatúre – či už v slovenskej, alebo maďarskej – o tejto osobnosti nenájdeme žiadne bližšie údaje. V maďarskej Wikipédii síce existuje heslo „*Hanvai J. Ede*“, ale strohé údaje, ktoré sú tam uvedené, sú takmer nepoužiteľné, nakoľko ide o pomiešané údaje dvoch rôznych osobností s rovnakým menom a priezviskom (väčšina tam uvedených biografických údajov sa aj tak netýka niekdajšieho dobšinského pedagóga). V knihe o Dobšinej z roku 2013 bola publikovaná iba Hanvaiho fotografia, aj s veľmi stručnými poznámkami o jeho aktivitách v baníckom mestečku na severnom Gemeri. Autori knihy však o ňom neuviedli žiadne biografické údaje, nakoľko im neboli známe (Rozložník, Hunsdorfer, a kol. 2013, s. 60–61). Hanvaiho biografická až doposiaľ nebola publikovaná, preto ani nie je prekvapujúce, že napríklad v Slovenskom biografickom slovníku jeho meno ani nefiguruje. Kto bol János Ede Hanvai, a čo ho spája s Dobšinskou ľadovou jaskyňou? V roku 2022 – pri príležitosti 150. výročia jeho narodenia – sme sa pokúsili zistiť o ňom viac, a v predloženej príspevku dať na tieto otázky vyčerpávajúcu odpoveď. Ďalším podnetom k napísaniu tohto príspevku boli aj chybné údaje, ktoré sa v súvislosti s Hanvaim v minulosti objavili v speleologickej literatúre, a ktoré je potrebné uviesť na správnu mieru. Tento príspevok je skrátenou verziou rukopisnej práce – biografie Jánoša Ede Hanvaiho (Jerg, 2022).

## ZO ŽIVOTA J. EDE HANVAIHO

### Pred príchodom do Dobšinej

János Ede Hanvai sa narodil 21. júla 1872 v prevažne nemecky hovoriacej obci Limbach im Burgenland (maďarsky *Hárspatak*), patriacej do roku 1918 do župy Vas v rámci Rakúsko-Uhorska. Obec Limbach im Burgenland bola v minulosti samostatnou obcou, dnes je súčasťou obce Kukmirn (maďarsky *Kukmér*) na juhovýchodnom okraji Rakúska. Zápis o jeho narodení sa nachádza v evanjelickej matrike obce Kukmirn, kde bol zapísaný ako Johann Eduard Hahn. Jeho otec Johann Hahn/Hanvai (1849, Jormannsdorf – 1928, Kukmirn) bol v Kukmirne učiteľom (Anonym, 1928c), jeho matka sa volala Rosina Krug. Hanvai pochádzal z nemeckej učiteľskej rodiny; učiteľom bol nielen jeho otec, ale aj starý otec, a taktiež aj jeho brat Gyula (Július; 1875 – 1923).

Hanvai získal základné vedomosti v Kukmirne. Keď mal desať rokov, rodičia ho poslali do školy v obci Felsőszakony (dnes Szakony, nachádza sa neďaleko mesta Kőszeg, na juhozápadnom okraji župy Győr-Moson-Sopron), aby sa naučil maďarsky. V rokoch 1883 – 1887 bol študentom evanjelického gymnázia v meste Oberschützen (maďarsky

*Felsőlövö*), a v rokoch 1887 – 1891 bol v tej istej obci poslucháčom evanjelického pedagogického inštitútu (Anonym, 1895). Diplom pedagóga získal na pedagogickom inštitúte v Budapešti; získal aprobáciu na vyučovanie prírodných vied, hudby, aj nemeckého jazyka. V roku 1894, ešte počas svojich štúdií v Budapešti, si Eduard Hahn, a takisto aj jeho otec a brat, zmenili svoje priezvisko na Hanvai (Anonym, 1894a). Aj keď sa v niektorých prameňoch dá stretnúť aj s chybným variantom jeho priezviska v tvare Hanvay, vo väčšine



Obr. 1. Podpis Ede Hanvaiho v štátnej matrike z roku 1900 (pod zápisom o narodení jeho dcéry Alice). Reprodukcia: Z. Jerg  
Fig. 1. Signature of Ede Hanvai in the State register of 1900 (under the entry of the birth of his daughter Alice). Reproduction: Z. Jerg

prameňov (vrátane aj štátnych matrik) sa jeho priezvisko uvádza správne ako Hanvai (obr. 1). Tu je potrebné zdôrazniť, že Hanvai nemal nič spoločné s významným rodom Hanvay z obce Chanava (maďarsky *Hanva*) na južnom Gemeri.

(Poznámka: Nakoľko Hanvai je z odbornej literatúry známy najmä pod krstným menom Ede – Eduard, a takéto meno figuruje – až na niektoré výnimky – aj v prevažnej väčšine dostupných prameňov, ďalej ho už budeme spomínať len ako Ede Hanvaiho).

### Pôsobenie v Dobšinej

Ede Hanvai sa usadil v Dobšinej v lete 1894, kedy bol vymenovaný za pomocného učiteľa na tamojšiu chlapčenskú meštiansku školu (Anonym, 1894b až 1894e). Bolo to jeho prvé zamestnanie, a začiatok jeho bohatej pedagogickej kariéry. Už o dva roky nato bol vymenovaný za riadneho učiteľa (Anonym, 1896a až 1896e). Od založenia školy v roku 1892 bol jej riaditeľom István Rőczey (1856 – 1902; Borovszky, 1903, s. 356–357). Po jeho predčasnom úmrtí začiatkom roka 1902 bol dočasným vedením školy poverený Ede Hanvai (Anonym, 1902b), a ešte v tom istom roku ho vymenovali za riaditeľa chlapčenskej meštianskej školy (obr. 2). Noviny *Sajó Vidék* (Vidiék Slanej) vo svojej správe aj poznamenali, že to bol jeden z mála prípadov, keď na takúto pozíciu bol vymenovaný taký mladý človek. Aj to svedčilo o Hanvaiho pedagogických kvalitách, veď v tom čase mal iba 30 rokov (Anonym, 1902a). Tento post zastával úctyhodných 20 rokov, až do svojho odchodu z Dobšinej v roku 1922. V baníckom mestečku na hornom Gemeri tak Hanvai pôsobil ako pedagóg spolu 28 rokov.

Nakoľko Hanvai v Dobšinej pôsobil dlhší čas, tak sa tam samozrejme aj oženil a založil rodinu. Dňa 20. apríla 1897 si v Dobšinej zobral za manželku Aranku (Auréliu) Paulínu Ruffiny (1876 – 1953; obr. 5b), dcéru Jenő (Eugena) Ruffinyho (1846 – 1924), spoluobjaviteľa Dobšinskej ľadovej jaskyne. Dokazujú to zápisy v tamojšej cirkevnej (obr. 3), aj štátnej matrike. Správu o ich sobáši sme však v dobovej tlači nenašli. Z ich manželstva sa narodilo päť detí: Gizella Margit (1898 – 1928?), Alice Anna Ilona Jozefin (1900 – 1984), Miklós János (1902 – 1962), Tibor Zoltán (1909 – 1910), a János Aladár (1911 – 1965). Spomedzi nich sa dospelosti nedožil iba syn Tibor, ktorý umrel ako desaťmesačný, o čom vtedy informovali aj noviny (Anonym, 1910a až 1910c). Pochovaný je na evanjelickej cintoríne v Dobšinej, v rodinnom hrobe Ruffinyovcov. Bližšie údaje o niekdajšom bydlisku Hanvaiho a jeho rodiny v Dobšinej pred rokom 1902 nám nie sú známe (v evanjelickej matrike, pri zápisoch z rokov 1898 a 1900, sa uvádza adresa: Dobšiná, č. domu 240). V roku 1902, potom čo Hanvaiho zvolili za riaditeľa školy, dostal priamo v budove školy riaditeľský byt, v ktorom býval so svojou rodinou po celý čas, kým bol riaditeľom školy a žil v Dobšinej.

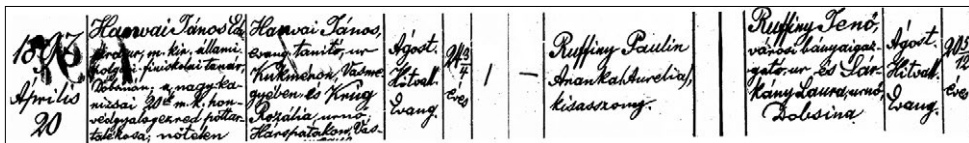
Nie je tu priestor na podrobnú analýzu Hanvaiho plodného života v Dobšinej, preto tu uvedieme len stručné informácie. Cenné údaje o jeho pedagogickej činnosti sa dajú vyčítať najmä zo školských ročeniek školy, ktoré vychádzali v maďarskom jazyku nepretržite od



Obr. 2. Budova chlapčenskej meštianskej školy v Dobšinej na historickej pohľadnici z roku 1911. Škola sa do tejto novopostavenej budovy presťahovala v roku 1897. Foto: archív RNDr. Ondreja Rozložníka

Fig. 2. The building of the boys' Burgher School in Dobšiná on the 1911 historical postcard. The school moved to this newly built building in 1897. Photo: from RNDr. Ondrej Rozložník archive





Obr. 3. Matričný záznam o sobáši Ede Hanvaiho a Ruffinyho dcéry v dobšinskej evanjelickej matrike z roku 1897. Reprodukcia: Z. Jerg

Fig. 3. Registry record of marriage of Ede Hanvai and Ruffiny's daughter in the Dobšiná Evangelical Register from 1897. Reproduction: Z. Jerg

jej založenia až do zániku rakúsko-uhorskej monarchie. Od roku 1893 do roku 1918 tak vyšlo spolu 26 školských ročeniek (Gráberné Bősze, 1996, s. 193–195). Ich zostavovateľmi boli vtedajší riaditelia školy, István Rőczy (ročníky 1 až 9), a Ede Hanvai (ročníky 10 až 26). Zopár exemplárov je pre bádateľov k dispozícii v rožňavskom archíve, ako aj v Štátnej vedeckej knižnici v Košiciach. Kompletná zbierka ročeniek sa nachádza iba v Celoštátnej Széchényiho knižnici v Budapešti (časť zbierky už bola zdigitalizovaná a je dostupná v databáze Arcanum).

Hanvai, okrem toho, že bol od roku 1902 riaditeľom školy, aj učil, a to predovšetkým prírodopis, ale aj geometriu, matematiku a písanie (pozri napríklad: Rőczy, 1899, s. 20). Hanvai bol známy najmä ako veľký propagátor a organizátor študijných výletov pre študentov. Považoval za dôležité nielen učiť študentov, sediacich v laviciach, o krásu a prírodnom bohatstve Slovenska, ale ich aj spoznávať „naživo“, v rámci študijných výletov. Ako pedagóg a vášnivý milovník prírody viedol mnoho študijných výletov, a to nielen do okolia Dobšinej (Dobšinská ľadová jaskyňa, Stratenská dolina, a pod.), resp. na Gemer, ale napríklad aj do Vysokých Tatier, na Kráľovu hoľu, do roklín Slovenského raja, a do mnohých ďalších zaujímavých miest Slovenska. V roku 1909 zriadil na škole študentský domov, v tom čase prvý svojho druhu v rámci celého Uhorska.

Hanvai už v nasledujúcom roku vydal publikáciu *Kalauz Iskolai tanulmányi kirándulásokhoz I. Észak Magyarország a Magas Tátrával. Központ: Dobsina* (Príručka k školským študijným výletom I. Severné Uhorsko s Vysokými Tatrami. Centrum: Dobšiná; Hanvai, 1910b; obr. 4). Bola to malá, praktická a skladná 108 stranová knižka „do vrecka“, veľkosti asi A6 (cca 10 × 15 cm), príručka k školským študijným výletom. Obsahovala nielen opisy najkrajších a najzaujímavejších miest prevažne horného Uhorska, ale aj veľa rôznych praktických informácií, ktoré ocenili nielen študenti, ale aj turisti. Knižka síce bola bez akýchkoľvek obrazových príloh, ale s vloženou skladanou mapou. Mapa bola vytlačená v Maďarskom zemepisnom ústave v Budapešti, v mierke 1 : 400 000. V rozloženom stave má rozmery cca 40 × 55 cm, a v smere západ – východ znázorňuje oblasť od Dolného Kubína až po Bardejov, resp. v smere sever – juh oblasť od južného Poľska až po dnešné severné Maďarsko. Namiesto toho, aby sme tu podrobne rozoberali obsah tejto Hanvaiho publikácie, rozhodli sme sa radšej preložiť z maďarského originálu a priblížiť tu zopár reakcií, ktoré sa krátko po jej vydaní objavili v tlači, resp. slová recenzentov, ktorí ju vtedy hodnotili:

„V Dobšinej, na okraji Gemera, vyšiel z pera J. Ede Hanvaiho, riaditeľa chlapčenskej meštianskej školy, mimoriadne šikovne zostavený, a predovšetkým pre školské výlety vhodný mapový sprievodca. Cieľom sprievodcu je to, aby študentská mládež, ale aj turisti, cestujúci na prehliadku prírodných a historických pozoruhodností severného Uhorska (Gemer, Spiš, Vysoké Tatry), dostali spoľahlivé informácie, a aby s úsporou času a peňazí si mohli svoje výlety spraviť cieľavedomými a príjemnými. Sprievodca približuje zázračné prírodné zvláštnosti Dobšinskej ľadovej jaskyne, ako aj jaskyňu Aggtelek, najväčšiu

kvapľovú jaskyňu sveta. Nachádzame v ňom aj krátke opisy starých banských miest Rožňava a Dobšiná, blízko ležiaceho hradu Krásna Hôrka a mauzólea, ďalej muránskeho hradu, Kráľovej Hole, slavošovských papierní, hutníckych fabrik v Diósgyőri a Ózde, a Vysokých Tatier. Cena v každom ohľade užitočného sprievodcu je 1 koruna a 40 halierov, dá sa objednať u autora J. Ede Hanvaiho v Dobšinej (Gemerská župa).“ (Anonym, 1910d).

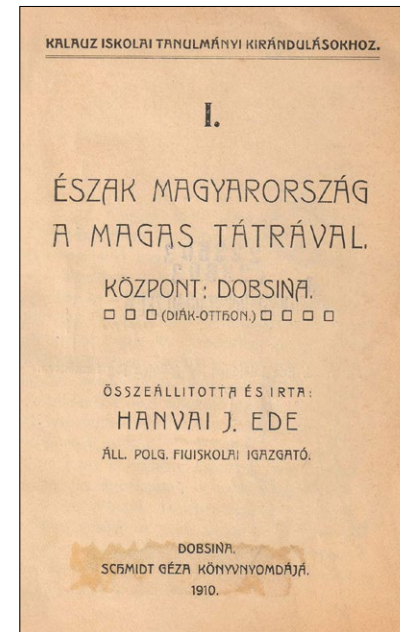
„Ede Hanvai, vynikajúci riaditeľ štátnej chlapčenskej meštianskej školy v Dobšinej, má veľké zásluhy ohľadom hornouhorskej turistiky, a zvlášť ohľadom organizovania školských výletov študentov. Jeho špecialitou je Dobšinská ľadová jaskyňa, táto prvotriedna prírodná atrakcia, ktorej kult Hanvai takpovediac zdedil po svojom svokrovi, objaviteľovi jaskyne a slávnom inžinierovi Ruffiny. V dobšinskej meštianskej škole ním zriadený študentský domov je najdokonalejším takýmto zariadením v našej vlasti, čo môže byť príkladom.

Hanvai svoju knihu v prvom rade vydal ako sprievodcu pre školské študijné výlety, ale s úžitkom ju môže listovať hocikáký turista, alebo cestovateľ. Tento zväzok je prvou časťou plánovanej série.

Po šikovných všeobecných informáciách tu nachádzame zozbierané nariadenia, týkajúce sa školských výletov. Krátky, ale predsa výstižný opis Dobšinej a ľadovej jaskyne doplní praktický sprievodca pre návštevníkov tejto jaskyne. Potom sú uvedené: Kráľova hoľa, Rožňava, Krásna Hôrka veľmi podrobne, čo popri ocenení významu tohto objektu je zároveň subjektívna pozornosť k osobe grófa Dionýza Andrássyho, ktorý, ako všetky domáce kultúrne veci, podporil aj vydanie tejto všeobecne prospešnej publikácie; potom Zádielska dolina, Plešivec a aggtelekká kvapľová jaskyňa, slavošovské papierne, muránsky hrad, Ózd, Diósgyőr, mnohé prvotriedne ciele domáceho turizmu a školských výletov. Krátke pokyny ohľadom výletov do Tatier uzatvárajú šikovnú a peknú knihu, ktorej hodnotu zvyšuje aj jedna veľmi prehľadná veľkoformátová mapa, znázorňujúca oblasť od Košíc až po Dolný Kubín. Bolo by žiaduce, aby aj v Sedmohradsku viac podporovali a pravidelnejšie uskutočňovali turistiku pre mládež, a aby vznikol praktický sprievodca aj pre školské výlety organizované v Sedmohradsku.“ (Herrmann, 1910).

Dá sa konštatovať, že turistika zaujímala v živote Ede Hanvaiho popredné miesto. V rámci školských výletov pochodil so študentmi takmer celé Slovensko, a poznal všetky jeho najkrajšie kúty. Jeho srdcovkou však bola bezpochyby Dobšinská ľadová jaskyňa a jej okolie. V tejto súvislosti je zaujímavá aj krátka správa Karola Siegmetha o návštevnosti jaskyne, ktorá sa objavila v turistickom časopise *Turisták Lapja*:

„V roku 1910 navštívilo jaskyňu spolu 5026 osôb. Je zvláštnym javom, že mládež našich škôl z roka na rok vo väčšom počte navštevuje jaskyňu. Nie jednotlivito, ale v rámci riadnych študijných výletov. Vo veľkej miere tomu napomáha aj študentský domov, zriadený Ede Hanvaim, riaditeľom štátnej meštianskej školy, kde študenti dostanú za lacný peniaz vhodné ubytovanie.“ (Siegmeth, 1911).



Obr. 4. Titulná strana Hanvaiho sprievodcu z roku 1910. Reprodukcia: Z. Jerg  
Fig. 4. Title page of the Hanvai's 1910 guide-book. Reproduction: Z. Jerg

Jedna z ďalších pozitívnych reakcií na Hanvaiho sprievodcu z roku 1910 z periodika *Földrajzi Közlemények* (Zemepisné oznamy):

„Rozvíjajúcu sa vec mládežníckych výletov má už teraz slúžiť malá knižka autora. Dá sa označiť šťastným ten jeho plán, že slávne pozoruhodnosti Gemera, v prvom rade dobšinskú jaskyňu, dáva do centra týchto výletov. K tomu ho oprávňuje aj pohodlný dobšinský študentský domov. Ale študentské skupiny z väčších vzdialeností zatiaľ ešte v pomerne malom počte vyhľadávajú cieľové miesto, lebo sa boja najmä [dlhého] cestovania na rebrinovom voze.

Autor, aj keď opakovane pochodil so zástupom študentov prezentovaný vidiek, nesnažil sa byť veľkolepým, ani múdrom. O to viac sú v jeho práci podstatné a praktické poznámky.

Rad za radom s ním pochodíme z Dobšinej ľadovú jaskyňu, Stratenskú dolinu, Kráľovú hoľu, Rožňavu, Krásnu Hôrku, Zádielsku dolinu, okolie Plešivca, aggtelekskú kvapľovú jaskyňu, muránsky hrad, a taktiež aj niekoľko priemyselných fabriek. A nakoniec dáva krátky návod k organizovaniu výletov do Vysokých Tatier.

Aká je kniha praktická, tak isto je použiteľná aj pripojená mapa, ktorá udáva vzdialenosti medzi jednotlivými miestami v kilometroch. Je žiaduce, aby čo najviac ľudí pochodilo parádne vidieky našej vlasti s autorovou knižkou vo vrecku.“ (Németh, 1913).

Pozitívne ohlasy a reakcie na osobu Ede Hanvaiho sa dajú nájsť aj v rôznych školských ročenkách iných škôl, kde viacerí pedagógovia po absolvovaní výletu do Dobšinej vyslovili Hanvaimu poďakovanie za príkladnú pohostinnosť (či už za sprievod, alebo za stravu a ubytovanie).

Hanvaiho sprievodca z roku 1910 je v súčasnosti dostupná v knižniciach týchto inštitúcií: Štátny archív v Košiciach, pracovisko Archív Rožňava, Štátna vedecká knižnica v Košiciach, Slovenská národná knižnica v Martine, II. Rákóczi Ferenc Könyvtár, Miskolc, a Országos Széchényi Könyvtár, Budapest.

Ede Hanvai značnú časť svojho života strávil v Dobšinej, a ako vzdelaný človek sa zapájal aj do spoločenského života v meste. Údaje, publikované napríklad v periodikách *Magyar Compass*, *Magyar Pénzügyi Compass* a *Magyarország tisztí czím- és névtára* dokazujú, že Hanvai aktívne pôsobil v rámci viacerých spolkov, organizácií a inštitúcií, a to nielen v Dobšinej. Napríklad už v roku 1898 bol členom Kontrolnej komisie Dobšinskej záložne a požičovne, a tento post zastával ešte aj v roku 1910, pričom od roku 1904 už bol predsedom tejto komisie. Takisto bol členom Kontrolnej komisie akciovej spoločnosti *Sajóvölgyi Villamossági Részvénytársaság* (Energetická akciová spoločnosť údolia Slanej), založenej v roku 1898. Ako člen riaditeľstva pôsobil nielen v rožňavskej Markovej továrni na výrobu kože (minimálne v rokoch 1914 – 1916), ale takisto aj v akciovej spoločnosti dobšinskej tlačiarne *Dobsina és Vidéke Nyomda Részvénytársaság* (minimálne v rokoch 1915 – 1917). Za zmienku stojí aj to, že Hanvai už začiatkom 20. storočia podporoval vtedajšie snahy o vybudovanie prepojujúcej severojužnej železnice z Dobšinej do Popradu (pozri ďalej).

Zaujímavosťou je aj to, že napríklad Hanvai bol hlavným organizátorom slávnosti, na ktorej bola odhalená socha Lajosovi Kossuthovi v Dobšinej. Prípravné práce sa rozbehli už v roku 1906 (pozri napríklad: Anonym, 1906a, 1906b), ale slávnostné odhalenie sochy, na ktorej sa zúčastnili aj dvaja synovia Lajosa Kossutha, sa napokon uskutočnilo až 16. júna 1907. Niekoľko fotografií z tejto slávnosti sa v tom čase objavilo aj v 25. čísle známeho týždenníka *Vasárnapi Újság* (Nedeľné noviny), avšak bez konkrétneho článku. V roku 1919 prichádzajúci českí vojaci sochu zvalili a hodili do potoka. Niekoľkým miestnym nadšencom sa ju ale podarilo zachrániť a ukryť. V roku 1972 sa dostala socha Kossutha do družobného mesta Rudabánya v Maďarsku, kde sa nachádza dodnes ([https://madari](https://madari.sk/kultura/zoznam-madarskych-umeleckych-pamiatok-znicenych-a-poskodenyh-medzi-rokmi-1919-1928-2-cast)

[sk/kultura/zoznam-madarskych-umeleckych-pamiatok-znicenych-a-poskodenyh-medzi-rokmi-1919-1928-2-cast](https://emlekhelyek.csemadok.sk/emlekhelyek/kossuth-lajos-mellszobra/);

<https://emlekhelyek.csemadok.sk/emlekhelyek/kossuth-lajos-mellszobra/>)

### Po odchode z Dobšinej

Hanvai ako pedagóg pôsobil v Dobšinej až do roku 1922, kedy bol preložený na štátnu meštiansku školu v Šamoríne. Notárska zápisnica z roku 1923, týkajúca sa predaja nejakej bane v Dobšinej, a uložená v Archíve mesta Budapešť dokazuje, že v tomto období Hanvai už býval v Šamoríne. Pôsobil tam iba dva roky. Od roku 1924 už učil na 1. štátnej chlapčenskej meštianskej škole v Bratislave. Na tejto škole pôsobil osem rokov, až do svojho odchodu do dôchodku v roku 1932. Hanvai počas svojej úspešnej 38 ročnej pedagogickej kariéry teda učil na troch miestach, z toho najdlhšie – až 28 rokov – v Dobšinej. Pri príležitosti jeho odchodu do dôchodku o ňom noviny *Prágai Magyar Hírlap* (Pražský maďarský spravodajca) okrem iného poznamenali:

„Bol členom aprobačnej skúšobnej komisie pre meštianske školy s vyučovacím jazykom maďarským a nemeckým. Ede Hanvai je vynikajúcim pedagógom, ktorý vychoval celú generáciu. On zriadil v Dobšinej prvý študentský domov, a podporoval organizovanie študijných výletov. Jeho turistické aktivity boli známe v širokom kruhu. Veľmi dobre pozná Slovensko, každý jeho kameň, jeho prírodné poklady, slovenské hradý a ich históriu. Viacero jeho odborných prác sa objavilo aj v tlači. S Ede Hanvaim odišiel do dôchodku posledný člen jednej pedagogickej rodiny. Otec a jeho dvaja synovia pôsobili v službách všeobecného vzdelávania spolu 108 rokov.“ (Anonym, 1932a). Veľmi podobné pochvalné slová na adresu Ede Hanvaiho sa v tom čase objavili aj v nemeckej tlači (Anonym, 1932b).

Hanvai počas svojho dobšinského pôsobenia sa neustále usiloval o propagáciu prírodných krás Slovenska, a – čo je pochopiteľné – najmä Dobšinskej ľadovej jaskyne a jej okolia. V cestovnom ruchu videl veľký potenciál pre ďalší rozvoj gemerského regiónu. Jeho veľký lokálpatriotizmus cítiť aj z niektorých jeho článkov, ktoré sa objavili v tlači v dobe, kedy už nežil v Dobšinej. Preto sme sa rozhodli obsah dvoch zaujímavých Hanvaiho článkov tu priblížiť.

V roku 1927 sa v Bratislave uskutočnila celoštátna výstava, na ktorej boli prezentované rôzne zaujímavosti a hodnoty z jednotlivých regiónov Slovenska. Z nostalgie si výstavu pozrel aj Hanvai, lebo ho zaujímalo najmä to, ako bol prezentovaný región Gemera, ktorý mu bol tak blízky, a kde strávil veľkú časť svojho života. Bol ale nesmierne sklamaný, keď pri výstave č. 19, kde mal byť prezentovaný región Gemera, nenašiel doslova vôbec nič (!). Preto bol pochopiteľne právom rozčarovaný, a o svojom negatívnom zážitku napísal článok do bratislavských novín *Hiradó* (Spravodaj), kde nešetril tvrdou a otvorenou kritikou na adresu vtedajších predstaviteľov gemerského regiónu. Jeho reakcia je natoľko zaujímavá a poučná, že sme sa rozhodli jeho článok preložiť, a v mierne skrátenej podobe publikovať. V článku s názvom „*Hol van Gömör ? Ami hiányzik a megyék pozsonyi kiállításáról.*“ (Kde je Gemer? Čo chýba z bratislavskej výstavy žúp) Hanvai okrem iného napísal:

„Nedávno bola otvorená výstava slovenských žúp. Po slávnostnom otvorení som vyhľadal jednotlivé výstavy žúp, lebo túžba po domovine sa stáva večným sprievodcom toho, kto značnú časť svojho života strávil na takom peknom, prírodnými pokladmi a veľkou históriou bohatom, vidieku. Preto som sa poponáhľal k výstave č. 19. Zbežne som prezrel výstavné siene, hľadajúc, čo ukazuje verejnosti moja užšia vlasť. Nechcel som veriť vlastným očiam, nenašiel som nič!

Stojí ešte vôbec hrad Krásna Hôrka, alebo mauzóleum Dionýza Andrásyho? Kde zostali Dobšiná, Rožňava a Rimavská Sobota? Nemajú tieto mestá čo ukázať zo svojej minulosti, keď ich súčasnosť nie je až taká ružová? Ich bohaté archívy ukrývajú veľa

zaujímavých dokumentov a dobových záznamov. Tam je Dobšinská ladová jaskyňa, Stratenská dolina, a medzi mnohými aj muránsky hrad. Dobšiná a Rožňava s trochu úsilia mohli dať zaujímavý obraz z niekdajšieho bohatého baníctva, veď ich archívy bohato obsahujú takéto záznamy. Boli by sa dali zozbierať zaujímavé veci, ktoré by určite zaplnili jednu výstavnú miestnosť, a mohli sa stať najpríťažlivejšou časťou celej výstavy.

Dnes sa už nedá chybu napraviť. Kvôli ponaučeniu do budúcnosti tu stručne ukážem, čo vystavili iné župy. Výstavné siene sa zaplnili kultúrnohistorickými, etnografickými, archeologickými a historickými pamiatkami. Župy súperili medzi sebou. Jednotlivé kúpele Slovenska zaujímajú popredné miesta. Pekne, cielavedome a náležite je zastúpená Demänovská jaskyňa.

Mimovoľne tu vyvstane otázka, že aké ciele si želá slúžiť táto výstava? V prvom rade ukázať minulosť, zviditeľniť prácu súčasnosti, vzdelávať, a taktiež prebudiť záujem verejnosti k spoznávaniu našich pokladov.

Mesto Dobšiná nemá ani jednu fotografiu o jaskyni? Alebo si jaskyňa nezaslúži to, aby sme upriamili pozornosť verejnosti na jej krásu? Kde zostávajú priemysel a lesné hospodárstva Gemera? Iné župy ukázali svoj priemysel aj lesné hospodárstvo.

Vidím, že Gemer so strachom opatruje svoje poklady. Ale keby sa jeho pokladnice otvorili, sotva by mohla dať iná župa toľko umeleckých predmetov a histórie. Pýtam sa: nepotrebuje Gemer cestovný ruch vtedy, keď všetky odvetvia jeho hospodárstva sa len zmietajú, alebo úplne stagnujú?

Nevedia sa poučiť na príklade zo zahraničia, kde aj najmenšou prírodnou krásou požehnaný vidiek z toho vytvorí kapitál a cestovný ruch. My ešte stále stojíme nečinní, nanajvýš sa sťažujeme, prípadne robíme zasadnutia, vytvárame komisie, pestujeme miestny osobný kult, a tým sa aj vyčerpá naša práca, a zároveň sa stáva pohrebiskom vzniknutej myšlienky.

Neviem si to prepáčiť, že teraz, keď bola príležitosť, sme aspoň v obrazoch neukázali naše poklady. So založenými rukami, čakajúc pomoc od inokadiaľ, nie je možné zmierniť straty stagnujúceho priemyslu. Dovolím si povedať, že s dobre zorganizovanou propagandou by sa dal na Gemeri a na Spiši vytvoriť taký cestovný ruch, ktorý by sa stal národohospodárskym činiteľom.

Písal som tieto riadky vo svojom hneve, na poučenie tým, ktorí sú predurčení vytvoriť základy na patričnú propagáciu svojej užšej domoviny, a mať vplyv na to, aby sme vytvorili silný, ako ostatným štátom chlieb dávajúci, cestovný ruch. Ten cudzinec nech nie je cudzincom, ale nech sa občania naučia, že je milý a vždy vítaný hosť!

Sľubujem, že nezištne stojím v službách tejto veci, a keď sa na mňa obrátia, podľa mojich schopností budem nápomocný, aby sa svet dozvedel, že kde je Gemer. A keď jeho vrchy a doliny nemôžu byť hlučné od zvyčajného huku dávnych povolaní, nech sú hlučné od veselého smiechu ľudí, hľadajúcich oddych, čo nám teraz znamená ušľachtilú rudu!“ (Hanvai, 1927).

Ďalší Hanvaiho článok s názvom „*Harminc év után ismét időszerű lett a Poprád – dobsinai vasut terve*“ (Po tridsiatich rokoch sa stal opäť aktuálnym plán železničnej trate Poprad – Dobšiná) z roku 1935 taktiež dokazuje, ako mu ležala na srdci prosperita a rozvoj gemerského regiónu, kde prežil značnú časť svojho života:

„Predstavitelia miest Dobšiná a Poprad zvolali stretnutie v Poprade, vo veci výstavby spojovacej železnice, spájajúcej mestá Dobšiná a Poprad. Plán tejto železničnej trate nie je novotou, a z času načas zamestnal zainteresovaných, žiaľ, doposiaľ bez výsledku. Je tomu už skoro 30 rokov, čo bola otázka výstavby tejto železničnej trate na stole, a s ohľadom na



Obr. 5a a 5b. Fotografia Ede Hanvaiho (asi z roku 1918) a jeho manželky Aranky Paulíny Ruffiny (asi z medzivojnového obdobia). Foto: súkromný archív Dr. Evy Klein  
Fig. 5a and 5b. Photography of Ede Hanvai (about 1918) and his wife Aranka Paulína Ruffinyi (about the interwar period). Photo: Dr. Eva Klein's private archive

to, že v tomto hnutí som mal podiel aj ja, v krátkosti tu uvediem boje, ktoré sa odohrali v minulosti pre výstavbu tejto trate.

Od dávnych čias bol priemyselne vždy bohatší Spiš s poľnohospodársky požehnanou gemerskou župou, a celým údolím Slanej, v úzkom spojení. Po vybudovaní Košicko-bohumínskej železnice sa tieto obchodné a hospodárske väzby narušili. Táto skutočnosť škodlivo pôsobila na údolie Slanej. Prvý človek, ktorý chcel vytvoriť úzku hospodársku súdržnosť, otvoríť celé údolie Slanej a zapojiť ho do svetového obchodu, bol Manó Andrásy, „priemyselný gróf“ (Manó – Emanuel Andrásy mal prezývku „železný gróf“ – pozn. autora), ktorý na vlastné náklady dal vypracovať plán železničnej trate Dobšiná – Poprad, a propagoval túto ideu, ktorá našla veľký ohlas v celej doline. Vtedajšie hospodárske pomery znemožnili výstavbu železnice. Myšlienka ale nezhasla celkom, vedúce osobnosti dotknutých vidiekov ju mali neustále pred sebou, až v roku 1907 sa s obrovskou silou dostala do popredia otázka vybudovania tejto železničnej trate.

Naraz vznikli až dva plány ohľadom realizácie tejto veľmi dôležitej železničnej trate. Kým jedni propagovali trať Spišská Nová Ves – Betliar – Rožňava, druhí bojovali za trať Dobšiná – Poprad.

Pozícia Rožňavy bola najpriaznivejšia, lebo by sa bola zapojila do prevádzky pri výstavbe ktorejkoľvek trate, a podporilo ju aj mesto Spišská Nová Ves, lebo dúfalo, že tak dostane výhrevňu. Boj prebiehal medzi mestami Dobšiná a Spišská Nová Ves. Mesto Spišská Nová Ves malo výhodu, lebo jeho zástupca bol ministrom. Dobšiná nešetrla na výdavkoch, a jej vedúce osobnosti hrdo obhájili argumentácie Spišskej Novej Vsi, čoho výsledkom bolo to, že vznikol aj tretí plán (Spišská Nová Ves – Dobšiná), aby sa zosúladiли záujmy dvoch bohatých, vzájomne rivalizujúcich miest, ktoré sľubovali najviac prispieť k realizácii železničnej trate.

Viacero plánov a veľa vyjednávani brzdili konečnú dohodu, a ani jedna verzia trate nemohla byť zrealizovaná. To, že v roku 1908 sme boli veľmi blízko k uskutočneniu trate

Dobšiná – Poprad, dnes už vie len málokto. Politické a hospodárske pomery nasledujúceho roka neboli natoľko pokojné, aby mohla byť reč o výstavbe trate. A potom kvôli svetovej vojne, a po nej nasledujúcej zmene štátneho zriadenia, táto železničná trať upadla do zabudnutia.

Teraz, keď výstavba železničnej trate Červená Skala – Margecany sa blíži ku koncu (trať bola kompletne dokončená a uvedená do prevádzky v lete 1936 – pozn. autora), je pochopiteľné, že mestá Dobšiná a Poprad, ktorých transverzálne trate sa len dotýkajú, sa snažia o to, aby sa aj medzi nimi vybudovala spojovacia trať. Časť trate Červená Skala – Margecany vedie po plánovanej trase Dobšiná – Poprad, od Palcmanskej Maše po Pusté pole (dnes zastávka Vernár – pozn. autora); bolo by treba vybudovať iba dva úseky, a to od mesta Dobšiná po Palcmanskú Mašu, čo je približne 18 km, a úsek Pusté pole – Poprad, čo je približne 30 km.

Je zrejme, že čo motivovalo predstaviteľov týchto dvoch miest, aby sa znova zaoberali plánom železničnej trate Dobšiná – Poprad: Existenčná otázka týchto dvoch miest, verejný záujem, opätovné vybudovanie niekdajších obchodných a hospodárskych vzťahov, a zapojenie prírodnými pokladmi bohatého vidieka celej slanskej a rimavskej doliny do obchodu. A v súčasnosti najmä zmiernenie nezamestnanosti tohto vidieka kvôli stagnácii ťažkého priemyslu, kým stagnujúce baníctvo a priemysel nedostanú novú silu.

Dnes už národohospodárskym činiteľom vzniknutý cestovný ruch máme povinnosť zapojiť do hospodárskeho života, a bolo by veľkou chybou, ak by sme tento činiteľ nevyužili. Dobšinská ľadová jaskyňa, Domica, krásny vidiek Spiša a Gemera, veľa historicky významných miest, sú dnes pre turistov ťažko dostupné. Cestovný ruch znamená peniaze, čo tento, od dopravy uzavretý, vidiek potrebuje. Rudy, ukrývajúce sa v rudohoriach Slovenska, by boli opäť konkurencieschopné, a opäť by sa rozbehlo baníctvo, čo dnes kvôli prepravným vzdialenostiam nie je možné.“ (Hanvai, 1935).

Treba dodať, že obsahovo veľmi podobný článok o trati Dobšiná – Poprad vyšiel súčasne aj v nemeckej tlači (Anonym, 1935).

Tieto Hanvaiho slová sú, žiaľ, stále aktuálne, nakoľko región Gemera z pohľadu zamestnanosti a cestovného ruchu stále patrí medzi najzaostalejšie regióny v rámci Slovenska. A také udalosti, ako vyhorenie hradu Krásna Hôrka, alebo súčasná pandémia, rozvoju cestovného ruchu určite neprospievajú. Už na začiatku 20. storočia, ale aj v medzivojnovom období, v čase veľkej hospodárskej krízy, Hanvai jednoznačne podporoval myšlienku vybudovania prepojovacej železnice medzi Gemerom a Spišom, čo malo priniesť aj patričný ekonomický prínos pre tieto regióny. Žiaľ, plány ostali iba na papieri, a severojužná železničná trať medzi mestami Dobšiná a Poprad už nikdy nebola vybudovaná (a zrejme už ani nikdy nebude).

Hanvai sa po odchode do dôchodku venoval nielen písaniu rôznych článkov do novín, ale aj iným aktivitám. Krátka správa, ktorá sa objavila v tlači začiatkom roka 1936 dokazuje, že svojej profesii zostal verný aj na dôchodku. V správe sa píše:

„Príručka k výučbe matematiky na ľudových školách. Pod týmto názvom vyšla kniha Ede Hanvaiho, bývalého pedagóga a člena aprobačnej skúšobnej komisie na ľudových a meštianskych školách. Posudok hodnotí túto knihu ako takú, ktorá vyplnila prázdne miesto, a ktorá je nenahraditeľná jednak pedagógom, ako aj kandidátom, hlásiacim sa na pedagogické skúšky. Kniha sa dá objednať v kníhkupectve Zväzu maďarských pedagógov v Galante za cenu 24 Kč.“ (Anonym, 1936).

Ďalším zaujímavým údajom je aj to, že Hanvai v marci 1936 zaslal žiadosť Pamiatkovému úradu, v ktorom požiadal o poskytnutie podpory na opravu evanjelického kostola v Dobšinej. Bližšie údaje súvisiace s touto jeho aktivitou nám však nie sú známe.

V roku 1938 vyšiel turistický sprievodca po Slovensku a Podkarpatskej Rusi. Autormi publikácie, ktorá vyšla v nemeckom jazyku, boli Ede Hanvai a Gustáv Adolf Bežo (1890 – 1952; obr. 6). Sprievodca bol vydaný v Trnave, vo vydavateľstve spoluautora G. A. Beža, a má rozsah až 190 strán. Publikácia obsahovala aj vloženú veľkoformátovú turistickú mapu Slovenska a Podkarpatskej Rusi (Hanvai – Bežo, 1938). Bližšie sme sa obsahom publikácie, ktorá je súčasťou zbierky Slovenskej národnej knižnice v Martine, nezaoberali. Publikácia, najmä vzhľadom na jej rozsah, by si však určite zaslúžila podrobnejšiu analýzu.

### Bydlisko v Bratislave, úmrtie a rodinné pomery Ede Hanvaiho

Údaje, uvedené vo viacerých nezávislých a nepublikovaných (archívnych) prameňoch dokazujú, že Hanvai so svojou manželkou býval v bratislavskom Ružinove, v jednopodlažnom rodinnom dome so záhradou, na Lumnitzerovej ulici č. 4 (bolo to na konci Záhradníckej ulice, na začiatku dnešného Ružinova). V súčasnosti dom (obr. 7), a ani tá Lumnitzerova ulica, už neexistujú, nakoľko padli za obeť povojnovej socialistickej výstavby. Táto časť mesta bola zbúraná na prelome 70. a 80. rokov minulého storočia, pri výstavbe nových sídlisk v Ružinove.

Sobáš, ktorý sa uskutočnil v Bratislave v roku 1928 dokazuje, že Hanvai bol v blízkom rodinnom vzťahu až s dvomi objaviteľmi Dobšinskej ľadovej jaskyne. Hanvaiho dcéru Alice si totiž zobral za manželku vyštudovaný inžinier Elemér Láng (1894 – 1969), syn v tom čase už nebohého Gusztáva Lंगा (1845 – 1901), policajného kapitána a spoluobjaviteľa Dobšinskej ľadovej jaskyne. O ich sobáši, ktorý sa uskutočnil 31. júla 1928 v Bratislave, stručne informovala aj vtedajšia tlač (Anonym, 1928a, 1928b).

Zaslúžilý pedagóg János Ede Hanvai zomrel v Bratislave dňa 22. februára 1945, vo veku 72 rokov na tuberkulózu. Zápis o jeho úmrtí sa nachádza jednak na Matričnom úrade Bratislava – Staré mesto, ako aj v cirkevnej matrike Evanjelického farského úradu Bratislava – Legionárska (obr. 8). Pochovaný bol 24. februára 1945 na evanjelickom cintoríne pri Kozej bráne. Je poľutovaniahodné, že v súčasnosti už hrob tohto významného pedagóga neexistuje (v databáze správcu cintorína už jeho hrob nevidujú. Na prelome 80. a 90. rokov minulého storočia, počas terénnych



Obr. 6. Titulná strana nemeckého turistického sprievodcu z roku 1938, ktorého spoluautorom bol Ede Hanvai. Reprodukcia: Slovenská národná knižnica v Martine

Fig. 6. The title page of the 1938 German tourist guide, whose co-author was Ede Hanvai. Reproduction: Slovak National Library in Martin



Obr. 7. Rodinný dom (zadná časť domu s dvorom), v ktorom Hanvai so svojou manželkou býval v Bratislave. Foto: súkromný archív Dr. Evy Klein

Fig. 7. Family house (back of the house with yard) in which Hanvai and his wife lived in Bratislava. Photo: Dr. Eva Klein's private archive

21.	1945	Hanvai Ede, nyug. tanár,	Limpach, Vas
22.	február	Ruffinyi Aranka férje, evang.	Bratislava
24.			Summitzer u. 4.

-	72	tiadó baj	Dr. Pistánky	Endroff	Kecskésy.
	éve			m.	

Obr. 8. Zápis o úmrtí Ede Hanvaiho v nemecko-maďarskej matrike evanjelickej cirkvi v Bratislave. Foto: O. Majling

Fig. 8. The Ede Hanvai's death record in the German-Hungarian register of the Evangelical Church in Bratislava. Photo: O. Majling

úprav, bolo zrušených viacero hrobov, vrátane aj hrobu Ede Hanvaiho; a to napriek tomu, že tento historický cintorín, na ktorom sa už od roku 1950 nepochováva, je kultúrnou pamiatkou).

Pani Aranka, vdova po Ede Hanvaim, sa po jeho úmrtí presťahovala na adresu Palisády 59 (dnes má dom súpisné číslo 53), kde býval aj jej syn Miklós. Neskôr (pravdepodobne v roku 1949) sa presťahovala k dcére Alice do Budapešti, kde prežila posledné roky svojho života. Pani Alice so svojim manželom Elemérom Lángom, a matkou Arankou rod. Ruffiny, bývala v II. budapeštianskom obvode na ulici *József Attila utca*. Vdova po Ede Hanvaim, a dcéra niekdajšieho dobšinského banského inžiniera a spoluobjaviteľa Dobšinskej ľadovej jaskyne, Aranka Paulína Ruffiny, prežila svojho manžela o osem rokov. Po dlhšej a ťažkej chorobe zomrela v Budapešti 21. októbra 1953, vo veku nedožitých 77 rokov. Dokazuje to nielen smútočné oznámenie (dostupné v databáze <https://dspace.oszk.hu/>), ale aj zápis v úmrtnej matrike II. budapeštianskeho obvodu. Vdova po Ede Hanvaim, ako aj jej dcéra Alice s manželom Elemérom Lángom, sú pochovaní v spoločnom hrobe na budapeštianskom cintoríne *Farkasréti temető* (sektor 6-7, č. hrobu 200; obr. 9).



Obr. 9. Spoločný hrob Eleméra Lánge, Alice Hanvai a Aranky Paulíny Ruffiny na budapeštianskom cintoríne *Farkasréti temető*. Foto: G. Husonyicza

Fig. 9. Grave of Elemér Láng, Alice Hanvai and Aranka Paulína Ruffinyi at the Budapest cemetery *Farkasréti temető*. Photo: G. Husonyicza

Čo sa týka rodinných pomerov Ede Hanvaiho, cenné informácie o jeho potomkoch nám poskytli: Dr. Eva Klein (rodená Hanvai) a Mag. Judith Böck (rodená Hanvai) z Viedne, dcéry Miklósa Hanvaiho a vnučky Ede Hanvaiho, a taktiež aj Csilla Erdős (rodená Láng) z Budapešti, pravnučka Ede Hanvaiho. Nakoľko tu nie je priestor na podrobnejšie informácie o potomkoch niekdajšieho dobšinského pedagóga, stručne tu uvedieme iba zopár údajov. Podrobnejšie údaje sú uvedené v rukopisnej práci (Jerg, 2022), ktorá je pre bádateľov k dispozícii v Štátnom archíve v Košiciach, pracoviska

Archívu Rožňava, ak aj v špecializovanom archíve Slovenského múzea ochrany prírody a jaskyniarstva v Liptovskom Mikuláši.

Hanvai mal päť potomkov, z ktorých sa iba jeden nedožil dospelosti. Ďalej máme vedomosť o šiestich vnukoch, desiatich pravnukoch a šiestich prapravnukoch. V súčasnosti na Slovensku už nežijú žiadni potomkovia Ede Hanvaiho. Tí žijú v Nemecku, Rakúsku a Maďarsku. Viacerí z nich majú vysokoškolské vzdelanie a pracujú (resp. pracovali) najmä v oblasti medicíny, ale aj práva, ekonomiky a školstva (napríklad ako lekár, účtovník, ekonóm, právnik, psychológ, logopéd, informatik, atď.). Okrem Ede Hanvaiho boli z jeho príbuzenstva pochované na Slovensku ešte tieto osoby: synček Tibor v roku 1910 v Dobšinej; ďalej syn Miklós v roku 1962 v Bratislave, a Piroška Hanvai (rodená Ulreich, 1911 – 2005), manželka Miklósa Hanvaiho v Pezinku.

### Spomienka na Ede Hanvaiho

Dr. Eva Klein a Mag. Judith Böck nemali možnosť poznať osobne svojho starého otca. Napriek tomu nám o ňom (ako aj o jeho rodine) napísali aspoň tieto cenné informácie:

„*Náš starý otec Ede Hanvai počas svojho bratislavského pôsobenia učil chlapcov na meštianskej škole matematiku, myslíme, že po nemecky. Škola sa nachádzala na rohu ulíc Palisády a Zochova. Táto budova stojí dodnes, vchod je zo Zochovej ulice. Od roku 1950 je tam Stredná priemyselná škola elektrotechnická. Takisto učil matematiku, ale aj skúšal na bratislavskom pedagogickom inštitúte (po maďarsky). Často chodieval do kaviarne, a do hostinca Pipa (Fajka), ktorý sa nachádzal neďaleko školy, kde učil, na rohu ulíc Suché mýto a Veterná. Zaujímala ho aj história Bratislavy, a s jedným svojim priateľom zhotovil aj maketu mesta, ktorá sa nachádza v Múzeu mesta Bratislavy.*

*Mysme doma rozprávali najmä po maďarsky, ale aj po nemecky. Naši rodičia sa hlásili k maďarskej národnosti, a takisto aj my. Ale napríklad naša babka Amália Ulreich, ako aj strýko Ede Ulreich, často rozprávali, aj sa hlásili k nemeckej národnosti. V starej Bratislave to bolo prirodzené, takmer každý tu rozprával tromi jazykmi, maďarsky, nemecky, aj slovensky. Náš starý otec Ede Ulreich učil na bratislavskom evanjelickej lyceu, kde boli paralelne triedy s vyučovacím jazykom maďarským aj nemeckým.*

*Ede Hanvai bol jeden elegantný, vysoký a štíhly pán. Bol veľkým milovníkom hudby a vedel hrať na viacerých hudobných nástrojoch. Mal aprobáciu aj na výučbu hudobnej výchovy, mohol učiť aj hru na klavír, husle, aj na organ. Náš starý otec istý čas v Dobšinej vyučoval spev aj na tamojšej dievčenskej meštianskej škole. On tam objavil a protežoval Máriu Basilides (1886 – 1946), rodáčku z Jelšavy, ktorá sa neskôr stala slávnou opernou speváčkou.*

*Tak vieme zo zápisov v rodinnej kronike, ktorú viedla Alice Láng, rod. Hanvai, že protokoly Ede Hanvaiho o meraní teploty v Dobšinskej ľadovej jaskyni Alice na požiadanie Dr. Györgya Dénesa odovzdala Maďarskej jaskyniarskej spoločnosti do Budapešti.“* (Dr. Eva Klein a Mag. Judith Böck – mailová informácia).

### J. EDE HANVAI A DOBŠINSKÁ ĽADOVÁ JASKYŇA

#### Hanvaiho práca „Dobšinská ľadová jaskyňa a jej okolie“

Meno dobšinského pedagóga Ede Hanvaiho sa navždy zapísalo aj do bohatej histórie Dobšinskej ľadovej jaskyne. Už z údajov, uvedených v predchádzajúcej kapitole je evidentné, že Hanvai bol nielen v blízkom rodinnom vzťahu so spoluobjaviteľom Jenő Ruffinym, ale aj veľkým propagátorom jaskyne a jej okolia. To, že začiatkom 20. storočia už začala výraznejšie stúpať návštevnosť jaskyne (napríklad v roku 1901 prvýkrát navštívilo jaskyňu viac ako 4000 návštevníkov), bola vo veľkej miere zásluha nielen dlhoročného

nájomcu jaskyne a skvelého hostinského Endre Fejéra (viac o ňom pozri tu: Jerg, 2020), ale aj Ede Hanvaiho, ktorý sa neustále snažil propagovať jaskyňu a jej okolie. V rokoch 1900 až 1926 – okrem už vyššie spomenutého sprievodcu z roku 1910 – niekoľkokrát vydal v maďarčine a v nemčine aj prácu s názvom „Dobšinská ľadová jaskyňa a jej okolie.“ Bola to akási príručka pre turistov a návštevníkov Dobšinej, ktorí v nej našli vyčerpávajúce informácie nielen o Dobšinskej ľadovej jaskyni, ale aj o prekrásnej prírode v jej okolí. Aj to o niečom svedčí, že Hanvai všetky svoje práce o jaskyni (okrem sprievodcu z roku 1910) vydal na vlastné náklady.

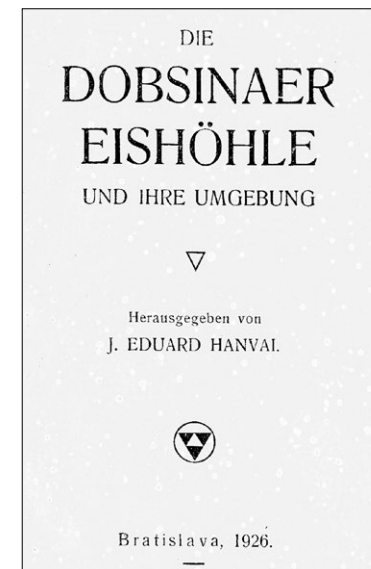
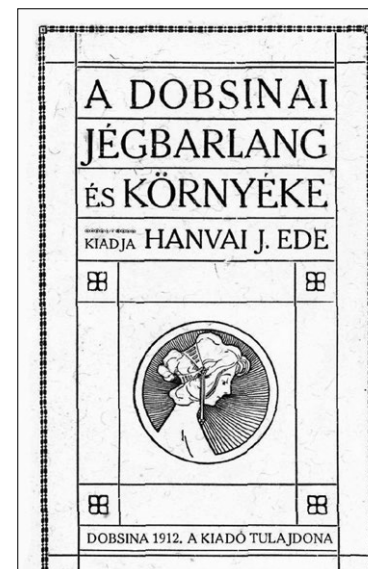
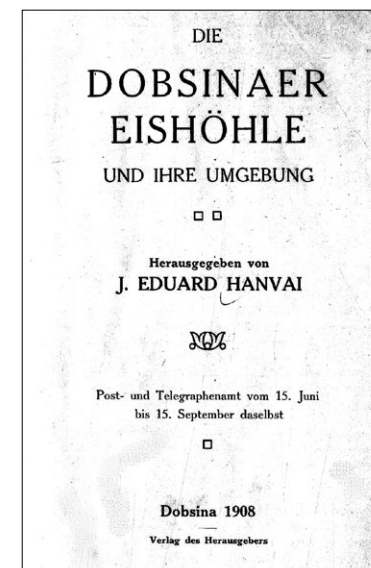
Prvýkrát vyšla Hanvaiho práca o jaskyni v roku 1900 v Dobšinej, zvlášť v maďarskom, aj nemeckom jazyku (Hanvai, 1900a, 1900b; obr. 10a). Pokúsime sa len veľmi stručne zhrnúť obsah maďarskej verzie. V úvode je veľmi stručný náčrt histórie mesta Dobšiná, potom nasleduje poloha jaskyne a jej podrobnejší opis. Hanvai tu udával dátum objavenia jaskyne 15. júl 1870. Zmienil sa aj o pamätnej tabuli nad vchodom jaskyne, ale v súvislosti s ňou už dátum objavenia jaskyne nespomenul, iba mená objaviteľov. Pri opise jaskyne publikoval aj čiastkové výsledky z meraní teploty z roku 1881 (priemerné, minimálne a maximálne teploty). Napriek tomu, že dobšinský lekár Dr. Nándor Fehér už v roku 1872 sa zmienil o výskyte netopierov v jaskyni, Hanvai – podobne ako aj Dr. János E. Pelech – prekvapivo uviedol, že v nej nenašli žiadne rastliny, ani živočíchy. Hanvai publikoval aj základné údaje o rozsahu podzemných priestorov a množstve ľadu; celkovú hĺbku jaskyne udával na 67 m. Taktiež publikoval aj dva Ruffinyho náčrty (rezy) jaskyne, v ktorých je šípkami vyznačená cirkulácia vzduchu v jaskyni v letnom aj zimnom režime. Hanvai pri opise jaskyne publikoval aj tabuľku priemerných mesačných teplôt z troch stanovišť (pri vchode, vo Veľkej sieni a v Koridore) za rok 1883, vrátane priemerných ročných teplôt za roky 1883, 1886 a 1887. Spomínanú tabuľku s údajmi prevzal a publikoval aj Ľubomír Viliam Prikryl (pozri: Prikryl, 1985, s. 74). V ďalšej časti práce sa nachádza opis okolia – stručná zmienka o Ostrej skale, a podrobnejší opis Stratenskej doliny. Na konci práce uviedol praktické informácie pre návštevníkov jaskyne (poloha, možnosti dopravy k jaskyni, klíma okolia, trvanie sezóny, možnosti výletov a zábavy v okolí, návštevný poriadok jaskyne, možnosti a ceny stravovania a ubytovania, cena za kúpele, atď.). Práca má rozsah 29 strán a text dopĺňa aj obrazová príloha: tri fotografie z jaskyne a tri zo Stratenskej tiesňavy (Hanvai, 1900a).

Obsah nemeckej verzie, ktorú sme nemali k dispozícii, a ktorá je pravdepodobne identická s maďarskou verziou, stručne zhrnul Prikryl (Prikryl, 1979, s. 142–143; 1985, s. 73–75). Za zmienku stojí, že na konci nemeckej verzie z roku 1900 bola aj vložená turistická mapa, ktorá znázorňovala oblasť od Dobšinej až po Poprad (Kinga Székely – mailová informácia).

Druhýkrát vyšla Hanvaiho práca už v roku 1908, a taktiež aj v maďarčine, aj v nemčine (vytlačené boli v Budapešti). Nakoľko maďarskú verziu sme nemali k dispozícii, stručne sa zmienime aspoň o nemeckej verzii (obr. 10b).

Nemecká verzia z roku 1908 má rozsah 24 strán, a obsahovo je veľmi podobná predošlej verzii z roku 1900. Text vhodne dopĺňa aj obrazová príloha – spolu šesť obrázkov (tri zábery z jaskyne, a tri z jej okolia). Hanvai udával dátum objavenia jaskyne 15. júl 1870, a pri citácii textu z pamätnej tabule taktiež spomenul dátum 15. júl 1870. Pri podrobnejšom opise jaskyne opäť spomenul aj čiastkové údaje z teplotných pozorovaní, konkrétne priemerné, minimálne a maximálne teploty z viacerých stanovišť za rok 1881. Taktiež uviedol aj „parametre“ jaskyne – údaje o ploche a objeme priestorov, ľadu, ako aj jej celkovú hĺbku 67 m. Po stručnej zmienke o Ostrej skale nasleduje podrobnejší opis Stratenskej doliny. Oproti vydaniu z roku 1900 tu Hanvai už nepublikoval ani Ruffinyho

náčrty (rezy) jaskyne, ani tabuľku s priemernými údajmi za roky 1883, 1886 a 1887. Na konci publikácie je šesť strán vyčerpávajúcich praktických informácií pre turistov, ktoré



Obr. 10a, b, c, d. Ukážka titulných strán Hanvaiho práce „Dobšinská ľadová jaskyňa a jej okolie.“ Maďarská verzia z roku 1900 (obr. 10a), nemecká verzia z roku 1908 (obr. 10b), maďarská verzia z roku 1912 (obr. 10c), a nemecká verzia z roku 1926 (obr. 10d). Reprodukcia: Knižnica Gemersko-malohontského múzea v Rimavskej Sobote (evidenčné číslo 23 470 GM; obr. 10a), Slovenská národná knižnica v Martine (obr. 10b, 10d), a Sándor Hadobás (obr. 10c).

Fig. 10a to 10d. Sample of the title pages of Hanvai's work "Dobšinská Ice Cave and its surroundings." Hungarian version from 1900 (fig. 10a), German version from 1926 (Fig. 10d). Reproduction: Library of the Gemer-Malohont Museum in Rimavská Sobota (registration number 23 470 GM; Fig. 10a), Slovak National Library in Martin (Fig. 10b, 10d), and Sándor Hadobás (Fig. 10c).

sú viac-menej identické s informáciami, ktoré publikoval Hanvai aj v roku 1900 (Hanvai, 1908b).

Hanvai svoju prácu o Dobšinskej ľadovej jaskyni vydal tretíkrát v maďarčine v roku 1912, taktiež v Dobšinej (obr. 10c). Obsahom je dosť podobná prvému vydaniu, ale táto už vyšla v mierne skrátenej forme (24 strán). Text vhodne dopĺňa obrazová príloha – sedem fotografií z jaskyne a jej okolia. Stručne tu poukážeme iba na rozdiely oproti pôvodnej verzii z roku 1900. Je dosť prekvapujúce, že v tomto vydaní už Hanvai udával dátum objavenia jaskyne 15. jún 1870. Ešte prekvapujúcejšie je ale to, že pri citovaní textu z pamätnej tabule taktiež spomenul dátum 15. jún 1870, hoci fyzicky na tej tabuli figuroval chybný dátum 15. júl 1870 (!). Hanvai mierne skrátil aj opis jaskyne, a tak tabuľku o výsledkoch merania teplôt z roku 1883 (ktorú publikoval v roku 1900) tu už nepublikoval vôbec. V tomto vydaní sa už taktiež neobjavili ani Ruffinyho nákresy jaskyne. Pribudla však nová informácia, že ku koncu roka 1911 už navštívilo Dobšinskú ľadovú jaskyňu (od čias jej objavenia) asi 120.000 návštevníkov (Hanvai, 1912a).

Nemecká verzia Hanvaiho práce sa taktiež dočkala tretieho vydania. Vyšla až v roku 1926, a to v Bratislave, kde už v tom čase Hanvai býval (obr. 10d). Táto verzia je obsahom dosť podobná maďarskej verzii z roku 1912. Stručne tu spomenieme iba rozdiely. Značná časť práce sa týka opisu jaskyne (osem strán), na troch stranách sa nachádzajú stručné informácie o Ostrej skale a Stratenskej doline. Na konci práce sú na troch stranách praktické rady a informácie pre turistov. Je tu ale jeden dôležitý detail, ktorý sa nedá opomenúť. Hanvai v nemeckej verzii svojej práce z roku 1926 (ako aj v prípade vydání z rokov 1900 a 1908) opäť udával dátum objavenia jaskyne 15. júl 1870. Taktiež citoval aj text z pamätnej tabule s dátumom 15. júl 1870. Toto vydanie malo rozsah len 16 strán, nakoľko už vyšlo bez obrazových príloh (Hanvai, 1926).

### Hanvai a dátum objavenia jaskyne

V súvislosti s vyššie uvedenými Hanvaiho prácami je potrebné sa znova zmieniť o dátume objavenia Dobšinskej ľadovej jaskyne. Ako je to všeobecne známe, v roku 1877 bola na počesť objaviteľov osadená nad vchodom jaskyne pamätná tabuľa, na ktorej ale z neznámych dôvodov (pravdepodobne omylom, alebo nedopatrením) figuroval – namiesto správneho dátumu 15. jún 1870 – chybný dátum objavenia jaskyne – 15. júl 1870. Táto chyba spôsobila, že takýto nesprávny údaj sa potom pomerne dlhú dobu objavoval aj v literatúre, až kým na túto chybu v roku 1970 nepoukázal Leonard Blaha. Vyčerpávajúce informácie ohľadom tejto problematiky publikoval Lalkovič (Lalkovič, 2009).

Je dosť prekvapujúce, že Hanvai vo svojich prácach udával dátum objavenia jaskyne rôzne. Hanvai v piatich vydaniach uviedol nesprávny dátum 15. júl 1870, pričom citoval aj text z tej nešťastnej pamätnej tabule (Kinga Székely – mailová informácia). Z toho nám vyplýva, že Hanvai – podobne ako aj dobšinský lekár Dr. János E. Pelech – sa zrejme uspokojil s informáciou z tej pamätnej tabule, a nepochyboval o správnosti tam uvedených údajov. Aj preto je nanajvýš prekvapujúce, že v maďarskej verzii jeho práce z roku 1912 sa už v texte objavil dátum 15. jún 1870. Ešte viac však prekvapuje to, že júnový dátum spomenul aj pri citácii textu z pamätnej tabule, hoci v skutočnosti bol na nej dátum 15. júl 1870. Údaj 15. jún 1870 v maďarskej verzii Hanvaiho práce z roku 1912 však asi nemôžeme považovať za jeho pokus o opravu chybného údaja z pamätnej tabule, nakoľko v nemeckej verzii, ktorá vyšla v roku 1926, už opäť figuruje ten chybný dátum 15. júl 1870. Tieto zmätočné a nejednotné údaje svedčia o tom, že Hanvai sa zrejme ani nepokúsil zistiť, kde bola pravda o dátume objavenia jaskyne, resp. nemal dôvod pochybovať o údajoch, uvedených na tej pamätnej tabuli. Odpoveď na otázku, že prečo Hanvai v jednom vydaní svojej práce publikoval správny dátum 15. jún 1870, sa už asi nikdy nedozvieme. Faktom

je, že Hanvai bol v blízkom rodinnom vzťahu s objaviteľom Jenő Ruffinym, a pred rokom 1901 ešte žili až traja zo štyroch objaviteľov jaskyne, takže určite mal možnosť vyjasniť si ten dátum, a uviesť chybu na správnu mieru. Škoda, že sa tak nestalo. Ak by sa tak bolo stalo, tak ten chybný údaj ohľadom dátumu objavenia jaskyne už mohol byť opravený oveľa skôr, ako až v roku 1970.

V súvislosti s dátumom objavenia Dobšinskej ľadovej jaskyne je potrebné tu ešte spomenúť aj Hanvaiho sprievodcu k školským študijným výletom z roku 1910. Hanvai aj v tejto svojej publikácii udával dátum objavenia jaskyne 15. júl 1870. Takýto dátum figuruje v tejto práci dvakrát (podobne, ako aj v jeho prácach „Dobšinská ľadová jaskyňa a jej okolie“), keďže ho spomenul aj v samotnom texte, a taktiež aj pri citácii textu z pamätnej tabule (Hanvai, 1910b, s. 17–18).

### Iné údaje

V súvislosti s históriou Dobšinskej ľadovej jaskyne je potrebné dodať, že Hanvai nejaký čas (od roku 1898 do presne nezisteného obdobia) bol dokonca aj správcom areálu pod jaskyňou (Kerényi, 2016, s. 226), a spolu s hostinským Endre Fejérom riadili chod podniku, ktorý zabezpečoval služby pre návštevníkov jaskyne (prehliadka, strava, ubytovanie, kúpele, a iné doplnkové služby). Dobová tlač takmer vždy priniesla správu o tom, ak Dobšinskú ľadovú jaskyňu navštívili nejaké významné osobnosti. Neraz osobne učiteľ Hanvai sprevádzal po jaskyni rôznych prominentných hostí (grófov, kráľov, princov, a pod.). V krátkosti tu spomenieme na ukážku iba jednu správu z dobovej tlače. Budapeštianske noviny *Pesti Hírlap*, aj *Budapesti Hírlap*, v jednej správe v roku 1899 napísali:

„Dobšinská ľadová jaskyňa mala 26. júla vynikajúcich návštevníkov. Arcivojvoda Fridrich, ktorý sa teraz zdržiava v Starom Smokovci, navštívil ľadovú jaskyňu s celou svojou rodinou. Popoludní o jednej prišla vznešená rodina na kočoch k hostincu jaskyne, kde ich vítali pedagóg Ede Hanvai, riaditeľ areálu, a hostinský Endre Fejér. Po príchode si prominentná spoločnosť sadla k vopred objednanému obedu, po ktorom v sprievode učiteľa Hanvaiho si prehliadla jaskyňu. Tento zázračný prírodný jav doslova uchvátil princeznú, takže princezná Izabela si dala vyhotoviť niekoľko fotografických záberov. Po návrate z prehliadky si zapísali svoje mená do návštevnjej knihy. Potom si na kočoch prehliadli aj krásnu Stratenskú tiesňavu; po návrate nasledoval olovrant, po ktorom sa na kočoch vrátili do Starého Smokovca.“ (Anonym, 1899a, 1899b).

25. decembra 1910 vyšiel v regionálnom periodiku *Dobsina és Vidéke* (Dobšiná a jej vidiek) veľmi zaujímavý článok od Hanvaiho s názvom „*A dobsinai jégbarlang faunája*“ (Fauna Dobšinskej ľadovej jaskyne). V článku uviedol, že v minulosti skúmalo jaskyňu viacero ľudí (okrem iných aj Dr. József Sándor Krenner z Budapešti), ktorí však nezistili výskyt žiadnych živočíchov v jaskyni. Hanvai vo svojom článku informoval, že pred niekoľkými rokmi Dobšinskú ľadovú jaskyňu navštívil aj prof. Dr. Karel Absolon (1877 – 1960), ktorý v nej zistil tieto dva druhy drobných jaskynných živočíchov: *Heteromurus margitarius Wankel*, a *Anphora inermis Tullberg* (H. E., 1910c).

Hodnota a význam tohto Hanvaiho „nenápadného“ článku z roku 1910 je v tom, že ide o jeden z najstarších údajov o jaskynnej faune Dobšinskej ľadovej jaskyne, ktorý doposiaľ nebol známy ani v odborných kruhoch. Ani súčasní odborníci na jaskynnú faunu nevedeli o tom, že prof. Dr. Karel Absolon navštívil aj Dobšinskú ľadovú jaskyňu. Pre biospeleológov je to teda bezpochyby cenná zmienka. Prof. Absolon bol odborníkom na chvostoskoky (*Collembola*), opísal množstvo druhov z jaskýň Moravského krasu a Balkánu. K tým spomínaným dvom druhom, ktoré našiel v Dobšinskej ľadovej jaskyni:

*Heteromurus margitarius* (Wankel, 1860) – neskôr bol tento druh synonymizovaný s *Heteromurus nitidus* (Templeton, 1836), uvádzať ho teda treba pod týmto názvom.

*Anphora inermis* (Tullberg) – asi ide o preklep, resp. chybné publikovaný vedecký názov. Správny starý názov má byť *Aphorura inermis* (Tullberg, 1869). Súčasný platný názov druhu je *Deuteraphorura inermis* (Tullberg, 1869). V skutočnosti sa jedná o druh opísaný neskôr – *Deuteraphorura kratochvili* (Nosek, 1963), teda odlišný od *Deuteraphorura inermis*. Ale vzhľadom na stupeň poznania chvostoskokov to vtedy prof. Absolón ešte nemohol rozoznať. V jaskyniach Západných Karpát je to bežný druh (prof. RNDr. Lubomír Kováč, CSc. – mailová informácia).

Ohľadom dobových článkov o Dobšinskej ľadovej jaskyni treba dodať, že v regionálnych novinách *Sajó Vidék*, ale aj v *Rozsnyói Híradó*, a v *Dobsina és Vidéke*, ktoré sú pre bádateľov k dispozícii v rožňavskom archíve, je nemálo článkov o jaskyni. Najviac článkov o Dobšinskej ľadovej jaskyni sa nachádza v novinách *Sajó Vidék*, ktoré vychádzali v Rožňave od roku 1898 do roku 1943. Ide zväčša o krátke správy, ktoré informovali najmä o začiatku a konci turistickej sezóny, o ročnej návštevnosti jaskyne, jej návštevníkoch, a rôznych významnejších udalostiach, súvisiacich s jaskyňou (Vanyová, 2006).

### O údajných klimatických pozorovaniach Ede Hanvaiho v Dobšinskej ľadovej jaskyni

Jedným z hlavných dôvodov napísania tohto príspevku bolo poopraviť v speleologickej literatúre notoricky dookola publikované chybné údaje ohľadom údajných klimatických pozorovaní Ede Hanvaiho v Dobšinskej ľadovej jaskyni v rokoch 1882 – 1888. Už v roku 2020, keď sme pracovali na biografii Dr. Nándora Fehéra, a preštudovali veľa rôznych pôvodných prameňov, ako aj dobšinské cirkevné matriky, sme začali mať prvé pochybnosti o tom, či sám Hanvai mohol robiť merania v jaskyni. Následná konzultácia s pani Kingou Székely, maďarskou odborníčkou na históriu speleológie, tieto naše pochybnosti potvrdila. Preto sme sa rozhodli spraviť dôkladnú analýzu dostupných prameňov, a zistiť, kde sa stala chyba. Výsledky bádania sa pokúsime stručne zhrnúť v chronologickom slede.

V dňoch 8. – 11. júna 1970, z príležitosti 100. výročia objavenia Dobšinskej ľadovej jaskyne, sa v Dedinkách uskutočnila vedecká konferencia s medzinárodnou účasťou, na ktorej odznelo 19 prednášok (Tarnócy, 1971). Obsah prednášok bol v nasledujúcom roku publikovaný v zborníku Slovenský kras.

Prednáškou sa na konferencii prezentoval aj Dr. György Dénes (1923 – 2015) z Maďarska. Tento významný maďarský speleológ (jeho stručnú biografiiu pozri tu: Jerg, 2021, s. 53–54) sa počas svojho života venoval aj histórii speleológie a bádateľskej činnosti. Ešte pred uskutočnením spomínanej vedeckej konferencie sa Dénes pokúsil zozbierať všetky dostupné údaje a dokumenty, ktoré sa v tej dobe o Dobšinskej ľadovej jaskyni nachádzali v Maďarsku. Takto sa mu podarilo vypátrať v Budapešti v tom čase ešte žijúcu Alice Láng (Dénes ju vo svojom článku spomenul pod krstným menom Alíz), vdovu po Elemérovi Lángovi a dcéru Ede Hanvaiho. Od Hanvaiho dcéry sa tak podarilo Dénesovi dostať k údajným originálnym protokolom z teplotných pozorovaní v Dobšinskej ľadovej jaskyni z rokov 1882 – 1888, ktoré podľa neho mal viesť Ede Hanvai. Dénes výsledky svojho bádania publikoval aj v maďarskom jazyku v speleologickom periodiku *Karszt és Barlang* (Kras a jaskyňa), a to v čísle 2/1970, ktoré však vyšlo až v roku 1972. Tam okrem stručnej charakteristiky meracích protokolov uverejnil dokonca aj reprodukciu prvej strany Hanvaiho zápisnice. Dénes bol toho názoru, že merania v jaskyni robil Hanvai, a že sú to pre vedu cenné údaje. *Poctivá práca Ede Hanvaiho zachovala pre budúcnosť viac ako dva a pol tisíc údajov* – napísal Dénes (Dénes, 1970, s. 86). Dénes mal teda v tom čase unikátnu príležitosť sa dozvedieť aj nejaké bližšie (hlavne biografické a rodinné) údaje

o niekdajšom dobšinskom pedagógovi priamo od jeho dcéry. Či sa tak aj stalo, nám nie je známe, nakoľko takéto údaje Dénes vo svojom článku nepublikoval.

Výsledky tohto bádania Dénes prezentoval na spomínanej vedeckej konferencii v Dedinkách, a to prednáškou s názvom „*Klimatické pozorovania v Dobšinskej ľadovej jaskyni v prvých 50 rokoch po objavení*“. Obsah jeho prednášky sa potom objavil aj v zborníku Slovenský kras, a to v nemeckom, aj slovenskom jazyku (Dénes, 1971a, 1971b).

Informácia, že sám Hanvai robil v rokoch 1882 – 1888 merania v Dobšinskej ľadovej jaskyni, sa teda zásluhou Dénesa prvýkrát dostala do (slovenskej) speleologickej literatúry v roku 1971, resp. do maďarskej o rok neskôr. Na Slovensku až doteraz zrejme nikto nepochyboval o správnosti Dénesom publikovaných údajov, resp. nikto nespravil dôkladnejší výskum s cieľom získania aspoň základných biografických údajov o Ede Hanvaim, nakoľko sa Dénesom publikované údaje neskôr ďalej preberali a šírili.

Informácia o údajných Hanvaiho meraniach sa opätovne objavila v literatúre už o dva roky neskôr, keď Milan Petráš písal o dejinách meteorológie na Slovensku (Petráš, 1974, s. 201).

Ďalší, kto prebral Dénesom publikované údaje, bol Lubomír Viliam Prikryl. V dvoch svojich prácach publikoval v podstate tie isté informácie, ktoré vyšli v Slovenskom krase v roku 1971 (Prikryl, 1979, s. 142–143; 1985, s. 73–75).

Jaroslav Halaš v roku 1989 sa taktiež zmienil o prvých klimatických pozorovaniach v Dobšinskej ľadovej jaskyni, pričom v tejto súvislosti okrem iných spomenul aj Hanvaiho meno (Halaš, 1989, s. 57).

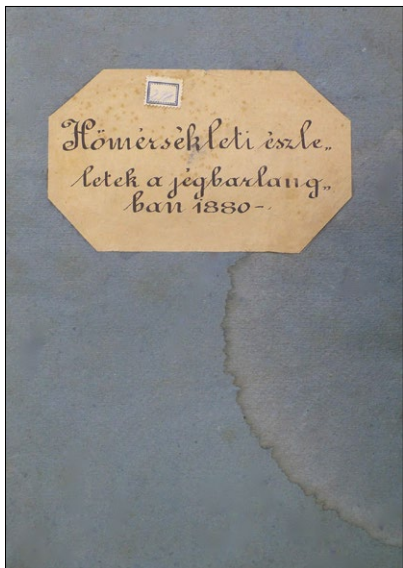
Niekdajší odborník na históriu speleológie na Slovensku, Marcel Lalkovič (1944 – 2016), počas svojho života publikoval ohromné množstvo historických údajov o našich jaskyniach. Vo viacerých svojich príspevkoch podrobne písal aj o histórii Dobšinskej ľadovej jaskyne, avšak učiteľa Hanvaiho v nich spomenul iba okrajovo. Ani Lalkovič o ňom nepublikoval žiadne bližšie údaje, zrejme preto, lebo mu neboli známe. V súvislosti s údajnými klimatickými pozorovaniami Ede Hanvaiho taktiež iba prebral údaje zo staršej literatúry (pozri napríklad: Lalkovič, 1994, s. 43; 2000, s. 31; 2001, s. 29; 2005, s. 127).

Naposledy sa informácia o údajných Hanvaiho meraniach objavila v speleologickej literatúre pomerne nedávno, v príspevku Miroslava Kudlu, pri príležitosti 150. výročia objavenia Dobšinskej ľadovej jaskyne. Aj v tomto prípade išlo iba o stručnú citáciu údajov, publikovaných Prikrylom (Kudla, 2020, s. 19).

Pozorný čitateľ, ktorý si poctivo prečítal predchádzajúcu kapitolu o živote Ede Hanvaiho, už asi prišiel na to, že sám Hanvai v rokoch 1882 – 1888 v žiadnom prípade nemohol robiť klimatické pozorovania v Dobšinskej ľadovej jaskyni. Nakoľko sa Hanvai narodil v roku 1872, v inkriminovanom čase bol ešte iba mladým chlapcom vo veku 10 až 16 rokov, a do Dobšinej prišiel až v roku 1894, keď mal 22 rokov. Logicky tu teda vzniká otázka: Kto potom robil v rokoch 1882 – 1888 klimatické pozorovania v Dobšinskej ľadovej jaskyni, a ako sa tieto údaje dostali k Hanvaimu?

Faktom je, že Hanvai vo svojich prácach explicitne neuviedol, kto vlastne robil merania teploty v jaskyni v tom konkrétnom období. Takisto sa nikde nezmenil o tom, že by on sám robil nejaké merania v jaskyni. Za zmienku stojí aj ďalší poznatok. Miklós Fischer (1855 – 1930), stredoškolský učiteľ zo Spišskej Novej Vsi, v roku 1888 publikoval v ročenke Uhorského karpatského spolku obsiahlu štúdiu o Dobšinskej ľadovej jaskyni. Okrem iných tam uviedol aj priemerné ročné teploty z troch stanovíšť z rokov 1880 – 1886, pričom spomenul, že údaje mu ochotne poskytol v novembri 1887 banský riaditeľ Jenő Ruffiny (Fischer, 1888, s. 174). Vo Fischerovej práci z roku 1888 logicky nie je – a ani nemohla byť





Obr. 11. Obálka zošita – cenného archívneho dokumentu o klimatických pozorovaniach v Dobšinskej ľadovej jaskyni z 80. rokov 19. storočia. Reprodukcia: Z. Jerg  
Cover of the workbook – a valuable archive document on climate observations in the Dobšinská Ice Cave from the 80s of the nineteenth century. Reproduction: Z. Jerg.

a spoluobjaviteľa Dobšinskej ľadovej jaskyne, Jenő Ruffinyho zo dňa 7. novembra 1887, čo dokazuje aj jeho vlastnoručný podpis v spodnej časti hárku.<sup>1</sup>

Vyvstane tu teda otázka, že kto viedol tento merací protokol z rokov 1882 – 1888? Bol to Ruffiny, alebo niekto iný? Vložený hárku s Ruffinyho podpisom by mohol viesť k názoru, že za istých okolností by Ruffiny mohol byť autorom celého meracieho protokolu. Rôznorodosť písma v meracom protokole a vo vloženom hárku však naznačuje, že merací protokol zrejme viedla iná osoba. V prospech takéhoto záveru hovorí aj päťriadkový, ťažko čitateľný nemecký text na konci meracieho protokolu. Pod poslednými údajmi z roku 1888 sa doslovne píše: „Od začiatku choroby sprievodcu do ľadovej jaskyne pozorovania teploty od apríla 1888 až do konca roku 1890 neboli robené, pretože aj teplomery sa pokazili. Následne však boli počas mnohých ďalších rokov pozorovania urobené.“<sup>2</sup> Tieto údaje nám síce dávajú odpoveď na niektoré otázky, avšak vznikajú aj ďalšie.

Pri súčasnom stave poznatkov sa dá konštatovať, že merania teploty v Dobšinskej ľadovej jaskyni v rokoch 1882 – 1888 robil vtedajší sprievodca, ktorý bol takmer stále prítomný pri jaskyni. Jeho meno nám však nie je známe. Či on sám viedol aj merací protokol, alebo niekto iný (napríklad niekto z Mestskej rady, archivár mesta a pod.), to je

– zmienka o údajných Hanvaiho meraniach, keď Hanvai prišiel do Dobšinej až v roku 1894.

V roku 2020 bol v rožňavskom archíve autorom objavený cenný archívny dokument. V pomerne veľkom nespracovanom fonde „Magistrát mesta Dobšiná“, sa nachádza jeden modrý zošit formátu A4 (obr. 11). Na obálke sa nachádza názov „Hömérsékleti észleletek a jégbarlangban 1880 –“ (Teplotné pozorovania v ľadovej jaskyni 1880 –). Zošit bol založený v roku 1880, kedy sa z iniciatívy dobšinského lekára Dr. Jánosa E. Pelecha – vtedajšieho dozorca jaskyne – začali robiť systematické klimatické pozorovania v Dobšinskej ľadovej jaskyni. Na deviatich stranách sa nachádzajú údaje z meraní teploty na štyroch stanovištiach, a to z obdobia od 24. júla 1882 do 24. marca 1888. V zošite však prekvapujúco chýbajú údaje z rokov 1880 – 1881. Okrem toho sa na konci zošita, na dvojstrane, nachádzajú štatistické údaje o návštevnosti jaskyne podľa jednotlivých krajín, a to od čias jej sprístupnenia až do roku 1903. Údaje o teplotách sú vedené v nemeckom jazyku, tabuľka návštevnosti na konci zošita v maďarskom jazyku. Na začiatku zošita sú vložené dva hárky A4 s čiastkovými údajmi o teplotách, písaných v maďarčine, a v nemčine. Na maďarsky písanom hárku autor nie je uvedený. V prípade nemecky písaného hárku ide o rukopis banského inžiniera

otázka, na ktorú zatiaľ nepoznáme odpoveď. Na základe dodatku na konci údajov za rok 1888 vieme, že od apríla 1888 do konca roka 1890 sa klimatické pozorovania v jaskyni nerealizovali, ale v ďalších rokoch sa tie údaje opätovne obnovili. Akékoľvek bližšie údaje o eventúálnych meraniach teploty po roku 1890 nateraz nie sú známe (máme tým na mysli obdobie pred rokom 1911). V každom prípade ten dodatok k údajom musel byť do zošita dopísaný až v neskoršom období. Zošit však už neobsahuje žiadne údaje o teplotách z obdobia po roku 1890.

Ale vráťme sa k problematike Hanvaiho zápisnice. Je ozaj zaujímavé, že ak porovnáme údaje, ktoré publikoval Dénes ohľadom Hanvaiho protokolov (charakteristika údajov v zápisnici + fotografia prvej strany zápisnice) s údajmi v zošite, založenom v roku 1880 a uloženom v rožňavskom archíve, tak zistíme, že – až na jeden drobný detail – sú úplne identické. Hanvai sa teda niekedy v bližšie neznámom čase po roku 1894 dostal (zrejme cez rodinné väzby od Ruffinyho) k nemecky písanému protokolu, z ktorého si pre seba poctivo prepísal údaje (po maďarsky), a nejaké čiastkové údaje z nich potom neskôr vo svojich prácach aj publikoval. Údajný originálny Hanvaiho protokol, ku ktorému sa v roku 1970 dostal Dénes, tak v skutočnosti nebol originál, ale iba ručne prepísaná kópia. Dénes sa pravdepodobne nejaké bližšie biografické údaje o Hanvaim od jeho dcéry Alice nedozvedel, lebo ináč by potom asi nebol publikoval mylnú informáciu, že merania v jaskyni robil sám Hanvai. Treba ešte dodať, že napriek tomu, že zošit neobsahuje údaje z rokov 1880 – 1881, Hanvai určite k nim mal prístup (resp. k výsledkom, publikovaných Pelechom v roku 1882), nakoľko vo svojich prácach spomína niektoré priemerné údaje za rok 1881.

Môžeme teda konštatovať, že ani jednému z vyššie uvedených autorov, ktorí po roku 1970 prebrali a citovali Dénesove mylné informácie o údajných Hanvaiho meraniach v jaskyni, neboli známe žiadne bližšie údaje o niekdajšom dobšinskom pedagógovi. V opačnom prípade by už asi boli tie chybné údaje poopravené skôr. Pochybnosti ohľadom údajných meraní Ede Hanvaiho v Dobšinskej ľadovej jaskyni sa teda podarilo vyjasniť a fakty uviesť na správnu mieru až teraz, po vyše 50 rokoch, pri spracovaní jeho biografie. Aj táto skúsenosť dokazuje, že netreba sa spoliehať iba na rôzne prebrané a neoverené údaje, ale je potrebné ísť hlbšie – do pôvodných prameňov. Zároveň poukazuje aj na to, aké dôležité a užitočné je postupne spracovávať (prevažne doteraz neznáme) biografie takých osobností, ktorých mená sa spájajú s históriou slovenských jaskýň.

Kvôli jednému údaju tu však vzniká otázka, či môžeme považovať nemecky písanú zápisnicu za originál, alebo je taktiež iba kópiou? Údaje v oboch zápisniciach z obdobia od 24. júla do 15. októbra 1882 sú úplne identické, t.j. ak chýbajú údaje z niektorých konkrétnych dní v jednej zápisnici, tak tie isté údaje chýbajú aj v druhej zápisnici. Až na jeden detail: v Hanvaiho zápisnici figurujú aj údaje zo dňa 11. augusta 1882, avšak tieto v nemecky písanej zápisnici chýbajú. Škoda, že Dénes publikoval iba jednu stranu z Hanvaiho zápisnice a nevieme tak porovnať celý obsah oboch zápisníc. Žiaľ, v súčasnosti nie je známe, kde sa Hanvaiho zápisnica nachádza, preto niektoré otázky ostávajú do budúca otvorené pre prípadných ďalších bádateľov.

### Dostupnosť Hanvaiho práce o Dobšinskej ľadovej jaskyni v súčasnosti

Pre bádateľov a prípadných ďalších záujemcov o Hanvaiho publikácie „Dobšinská ľadová jaskyňa a jej okolie“, sme spravili prehľadnú tabuľku. Z nej sa dá rýchlo a jednoducho zistiť, v knižniciach ktorých inštitúcií sú dostupné tlačené verzie práce (v elektronickej forme je dostupná len maďarská verzia z roku 1912 v databáze <https://mek.oszk.hu/>). Niektoré verzie sú už, žiaľ, nedostupné (alebo sa nám nepodarilo zistiť, kde sa ešte nachádzajú). Na nemeckú verziu z roku 1900 sa odvolával Prikryl (Prikryl, 1985,

<sup>1</sup> Štátny archív v Košiciach, pracovisko Archív Rožňava, fond Magistrát mesta Dobšiná, škatuľa Dobšinská ľadová jaskyňa. Spisy 1870 – 1918. Zošit „Hömérsékleti észleletek a jégbarlangban 1880–,..“

<sup>2</sup> Tamže, s. 9.; Preklad: RNDr. Ondrej Rozložník.

s. 73–75, 134), a má ju vo svojej zbierke aj pani Kinga Székely; maďarská verzia z roku 1908 figuruje v zozname literatúry v reprint vydaní práce Gyulu (Júliusa) Szojku z roku 1884 (Szojka, 2002, s. 38), a taktiež ju má vo svojej zbierke pani Székely. V súčasnosti najdostupnejšie je posledné nemecké vydanie z roku 1926. Veľmi ojedinele sa ešte dá na túto verziu natrafiť v rôznych online internetových aukciách, alebo antikvariátoch.

Tabuľka 1. Dostupnosť rôznych vydaní Hanvaiho práce „Dobšinská ľadová jaskyňa a jej okolie“. Vysvetlivky skratiek: SNK – Slovenská národná knižnica v Martine, SMOPaJ – Slovenské múzeum ochrany prírody a jaskyniarstva v Liptovskom Mikuláši, GMM RS – Gemersko-malohontské múzeum v Rimavskej Sobote, UK BA – Univerzitná knižnica, Bratislava, OSZK – Országos Széchényi Könyvtár, Budapest, A – výtlačok dostupný.

Table 1. Availability of various editions of Hanvai's work "Dobšinská Ice Cave and its surroundings". Explanations of abbreviations: SNK – Slovak National Library in Martin, SMOPaJ – Slovak Museum of Nature Protection and Speleology in Liptovský Mikuláš, GMM RS – Gemer-Malohont Museum in Rimavská Sobota, UK BA – University Library, Bratislava, OSZK – National Széchényi Library, Budapest, A – printed copy available.

Verzia a rok vydania práce / Dostupnosť	SNK	SMOPaJ	GMM RS	UK BA	OSZK
Maďarská, 1900			A		A
Nemecká, 1900					
Maďarská, 1908					
Nemecká, 1908	A				
Maďarská, 1912	A				
Nemecká, 1926	A	A		A	A

## ZÁVER

V predložennom príspevku sme sa pokúsili – pri príležitosti 150. výročia narodenia – aspoň v skrátenej forme priblížiť podrobnejšie údaje o niekdajšom dobšinskom pedagógovi Jánosovi Ede Hanvaim, ktorého meno sa taktiež spája s bohatou históriou Dobšinskej ľadovej jaskyne. Predložená práca je prvým pokusom o priblíženie života a diela tejto niekdajšej významnej osobnosti Dobšinej. Z priestorových dôvodov tu však nebolo možné uviesť všetko. Hanvai značnú časť svojho života strávil v baníckom meste na severe Gemera, preto najmä jeho bohaté spoločenské aktivity v Dobšinej by si ešte v budúcnosti zaslúžili aj podrobnejšie spracovanie. Prínosom by boli aj bližšie údaje o niekdajšom bydlisku Ede Hanvaiho a jeho rodiny v Dobšinej do roku 1902, čo už bude úloha do budúcnosti pre prípadných ďalších bádateľov. Najväčšou výzvou pri zostavení biografie Ede Hanvaiho bolo získať relevantné údaje o mieste a čase jeho úmrtia, nakoľko takéto údaje doposiaľ úplne absentovali.

János Ede Hanvai pochádzal z nemeckej učiteľskej rodiny. Narodil sa ako Johann Eduard Hahn v roku 1872 v obci Limbach im Burgenland na juhovýchode dnešného Rakúska. Vyštudoval pedagogiku v Budapešti, kde si svoje meno pomad'arčil. V Dobšinej pôsobil od roku 1894 ako pedagóg, a od roku 1902 zároveň aj ako riaditeľ chlapčenskej meštianskej školy, spolu úctyhodných 28 rokov. Hanvai sa v roku 1897 v Dobšinej oženil s Arankou Paulínou Ruffiny, dcérou objaviteľa Dobšinskej ľadovej jaskyne. Z ich manželstva sa narodilo päť detí, dospelosti sa spomedzi nich nedožilo iba jedno. Po odchode z Dobšinej

Hanvai krátko učil aj v Šamoríne, ako aj v Bratislave. Odišiel do dôchodku v roku 1932, po 38-ročnej úspešnej pedagogickej kariére. János Ede Hanvai zomrel v roku 1945 v Bratislave, vo veku 72 rokov. Vdova po niekdajšom dobšinskom pedagógovi, Aranka Paulína Ruffiny, prežila svojho manžela o osem rokov. Zomrela v roku 1953 v Budapešti, vo veku nedožitých 77 rokov.

Hanvai bol neúnavným propagátorom Dobšinskej ľadovej jaskyne a jej okolia, a v jaskyni videl veľký potenciál z hľadiska cestovného ruchu a prosperity regiónu severného Gemera. Vydal niekoľko turistických sprievodcov o jaskyni a organizoval študijné výlety pre študentov. Bol veľkým propagátorom turistiky a mal pochodené takmer celé Slovensko. V roku 1909 zriadil v Dobšinej študentský domov, vôbec prvé takéto zariadenie svojho druhu vo vtedajšom Uhorsku.

Hanvaiho meno sa v speleologickej literatúre spomína najmä v súvislosti s jeho údajnými klimatickými pozorovaniami v Dobšinskej ľadovej jaskyni v rokoch 1882 – 1888. Táto mylná informácia sa do odbornej literatúry dostala v roku 1971, a neskôr ju preberali aj ďalší autori. Najnovšie výsledky bádania však dokazujú, že sám Hanvai v žiadnom prípade nemohol robiť merania v jaskyni, keďže v tom období bol ešte maloletý, a do Dobšinej prišiel až v roku 1894. Merania teploty v rokoch 1882 – 1888 realizoval vtedajší sprievodca jaskyne, jeho meno však nie je známe. Takisto nevieme s istotou povedať, kto bol autorom nemecky písaného meracieho protokolu z tohto obdobia, ktorý je uložený v rožňavskom archíve a či ho môžeme považovať za originál. Protokol, nájdený Dénesom v roku 1970 u Hanvaiho dcéry v Budapešti, bol v skutočnosti iba kópiou, vyhotovenou Ede Hanvaim až niekedy po roku 1894.

**Pod'akovanie:** Za mimoriadnu ochotu, ústretovosť a poskytnutie cenných údajov, informácií a fotografií o rodine a potomkoch Ede Hanvaiho patrí veľké poďakovanie Dr. Eve Klein (rod. Hanvai) a Mag. Judithe Böck (rod. Hanvai) z Viedne, ako aj Csille Erdős (rod. Láng) z Budapešti. Za vyhľadanie matričného zápisu o úmrtí Ede Hanvaiho a poskytnutú informáciu ďakujeme matrikáre Mgr. Márii Zapletalovej z Matričného úradu Bratislava – Staré mesto. Veľké poďakovanie patrí aj pánovi farárovi Ondrejovi Majlingovi z Evanjelického farského úradu Bratislava – Legionárska za veľkú ochotu, vyhľadanie matričného zápisu o úmrtí Ede Hanvaiho, ako aj za poskytnutie fotokópie zápisu. Takisto ďakujeme aj pánovi farárovi Radovanovi Gdovinovi z Evanjelického farského úradu v Dobšinej za zaslanie fotografií matričných zápisov. Za pomoc a spoluprácu, sprostredkovanie kontaktu na Dr. Evu Klein z Rakúska, ako aj za umožnenie štúdia materiálov z fondov archívu ďakujeme Bc. Adriane Ďuričekovej z Ing. Silvii Oravcovej zo Štátneho archívu v Košiciach, pracoviska Archívu Rožňava. Ďakujeme Mgr. Bohuslavovi Kortmanovi z Jaskyniarskeho klubu Strážovské vrchy za poskytnutie informácie zo Slovenského biografického slovníka, a Ing. Jozefovi Psotkovi zo Speleoklubu Drienka za preklad abstraktu do anglického jazyka. Za poskytnuté informácie a archívne materiály z vlastného archívu ďakujeme Kinge Székely z Maďarska a RNDr. Ondrejovi Rozložníkovi z Rožňavy. Za poskytnuté informácie ďakujeme aj Mgr. Miroslavu Košťan Nekorancovej z knižnice, a Mgr. Eve Greschovej z archívu Slovenského múzea ochrany prírody a jaskyniarstva v Liptovskom Mikuláši. Za poskytnutú informáciu ohľadom hrobu Hanvaiho manželky v Budapešti ďakujeme Barbare Vektor z Budapeštianskeho pohrebného ústavu, a. s. (*Budapesti Temetkezési Intézet, Zrt., Budapest*). Za veľkú ochotu a fotodokumentáciu hrobu na budapeštianskom cintoríne *Farkasréti temető* ďakujeme Gáborovi Husonyiczovi z Maďarska. Naše poďakovanie patrí aj Martine Šlúchovej z Oddelenia študovni Slovenskej národnej knižnice v Martine, ako aj kolektívu Celostátnej Széchényiho knižnice v Budapešti, za vyhotovenie a zaslanie skenov zo zbierok týchto knižníc. Za umožnenie štúdia historickej literatúry a vyhotovenie kópií, ako aj za poskytnuté informácie ďakujeme Mgr. Viktorovi Szabovi z oddelenia Historických fondov Štátnej vedeckej knižnice v Košiciach. Za poskytnuté informácie a sken ďakujeme Sándorovi Hadobásovi, bývalému riaditeľovi Banického múzea v meste Rudabánya v Maďarsku. Za pomoc a spoluprácu, ako aj za zaslanie skenov zo zbierok knižnice ďakujeme

Igorovi Balciarovi z Oblastnej speleologickej skupiny Rimavská Sobota a Mgr. Ivete Krnáčovej z knižnice Gemersko-malohontského múzea v Rimavskej Sobote. Naše poďakovanie patrí aj prof. RNDr. Lubomírovi Kováčovi, CSc. z Katedry zoológie Prírodovedeckej fakulty Univerzity Pavla Jozefa Šafárika v Košiciach za konzultáciu a poskytnuté údaje ohľadom jaskynnej fauny. Ďakujeme aj Ing. Jurajovi Halamovi zo Speleoklubu Minotaurus za technickú pomoc a úpravu niektorých príloh.

#### VÝBER Z BIBLIOGRAFIE JÁNOSA EDE HANVAIHO

(položky sú zoradené chronologicky podľa rokov vydania)

- Hanvai, E. (1900a): A Dobsinai jégbarlang és környéke. Hanvai J. Ede, Dobsina, 29 s.
- Hanvai, E. (1900b): Die Eishöhle und Umgebung von Dobsina. Eduard J. Hanvai, Dobsina, 28 s.
- Hanvai, J. E. (1902): A dobsinai m. kir. állami polgári fiúiskola tizedik értésítője 1901 – 1902. Sajó Vidék könyvnyomda, Rozsnyó, 71 s.
- Hanvai, J. E. (1903): A dobsinai m. kir. áll. polgári fiúiskola tizenegyedik értésítője 1902 – 1903. Görbics és Bauer nyomda, Rozsnyó, 71 s.
- Hanvai, J. E. (1904): A dobsinai m. kir. áll. polgári fiúiskola tizenkettedik értésítője 1903 – 1904. Görbics és Bauer nyomda, Rozsnyó, 77 s.
- Hanvai, J. E. (1905): A dobsinai m. kir. áll. polgári fiúiskola tizenharmadik értésítője 1904 – 1905. Görbics és Bauer nyomda, Rozsnyó, 52 s.
- Hanvai, J. E. (1906): A dobsinai m. kir. áll. polgári fiúiskola tizenegyedik értésítője 1905 – 1906. Görbics és Bauer nyomda, Rozsnyó, 48 s.
- Hanvai, J. E. (1907): A dobsinai magy. kir. állami polgári fiúiskola tizenötödik értésítője 1906 – 1907. Görbics Zoltán könyvnyomdája, Rozsnyó, 64 s.
- Hanvai, E. (1908a): A Dobsinai jégbarlang és környéke. Posner Károly Lajos, Budapest, 24 s.
- Hanvai, J. E. (1908b): Die Dobsinaer Eishöhle und ihre Umgebung. Posner, Budapest, 24 s.
- Hanvai, J. E. (1908c): A dobsinai magy. kir. állami polgári fiúiskola tizenhatodik értésítője 1907 – 1908. Görbics Zoltán könyvnyomdája, Rozsnyó, 52 s.
- Hanvai, J. E. (1909): A dobsinai magyar királyi állami polgári fiúiskola tizenhetedik értésítője 1908 – 1909. Nyomatott Schmidt Géza könyvnyomdájában, Dobsina, 67 s.
- Hanvai, J. E. (1910a): A dobsinai magyar királyi áll. polgári fiúiskola tizennyolcadik értésítője 1909 – 1910. Görbics és Bauer nyomda, Rozsnyó, 67 s.
- Hanvai, J. E. (1910b): Kalauz iskolai tanulmányi kirándulásokhoz I. Észak Magyarország a Magas Tátrával. Központ Dobsina (Diák-Otthon). Schmidt Géza könyvnyomdája, Dobsina, 108 s.
- H. E. [Hanvai, Ede] (1910c): A dobsinai jégbarlang faunája. Dobsina és Vidéke, (25. 12. 1910), 1, 6, s. 3.
- Hanvai, J. E. (1911): A dobsinai magyar királyi állami polgári fiúiskola tizenkilencedik értésítője 1910 – 1911. Görbics és Bauer nyomda, Rozsnyó, 52 s.
- Hanvai, J. E. (1912a): A Dobsinai jégbarlang és környéke. Hanvai J. Ede, Dobsina, 24 s.
- Hanvai, J. E. (1912b): A dobsinai m. kir. állami polgári fiúiskola huszadik értésítője az 1911/12. iskolai évre. Wolf Artur könyvnyomdája, Besztercebánya, 49 s.
- Hanvai, J. E. (1913): A dobsinai m. kir. állami polgári fiúiskola huszonegyedik értésítője az 1912/13-as iskolai évre. Schmidt nyomda, Dobsina, 47 s.
- Hanvai, J. E. (1914): A dobsinai m. kir. állami polgári fiúiskola huszonkettedik értésítője az 1913/14-es iskolai évről. Dobsina és Vidéke nyomda, Dobsina, 48 s.
- Hanvai, J. E. (1915): A dobsinai m. kir. állami polgári fiúiskola huszonharmadik értésítője az 1914/15-ös iskolai évről. Dobsina és Vidéke nyomda, Dobsina, 44 s.
- Hanvai, J. E. (1916): A dobsinai m. kir. állami polgári fiúiskola huszonnegyedik értésítője az 1915/16-os iskolai évről. Dobsina és Vidéke nyomda, Dobsina, 31 s.
- Hanvai, J. E. (1917): A dobsinai m. kir. áll. polg. fiúiskola huszonötödik értésítője az 1916/17-es iskolai évről. Dobsina és Vidéke nyomda, Dobsina, 30 s.
- Hanvai, J. E. (1918): A dobsinai m. kir. áll. polg. fiúiskola huszonhatodik értésítője az 1917/18-as iskolai évről. Dobsina és Vidéke nyomda, Dobsina, 22 s.

- Hanvai, E. (1925): Zur 600-Jahrfeier der Stadt Dobschau. Pressburger Zeitung, (13. 12. 1925), 162, 74867, 9–11.
- Hanvai, E. (1926): Die Dobsinaer Eishöhle und ihre Umgebung. Herausgegeben von J. Eduard Hanvai, Bratislava, 16 s.
- Hanvai, E. (1927): Gömör. Ami hiányzik a megyék pozsonyi kiállításáról. Híradó, (10. 9. 1927), 40, 244, s. 4.
- Hanvai, E. (1935): Harminc év után ismét időszerű lett a Poprád-dobsinai vasut terve. Prágai Magyar Hírlap, (24. 11. 1935), 14, 269, s. 15.
- Hanvai, J. E. – Bežo, G. A. (1938): Handbuch für Tourenfahrten in der Slowakei und Karpathenrussland: Reiseführer für Automobilisten. Im Verlag G. A. Bežo, Trnava, 190 s.

#### POUŽITÉ PRAMENE A LITERATÚRA

##### Archívne pramene:

- Evanjelický a. v. farský úrad Bratislava – Legionárska:  
Zbierka cirkevných matrík
- Evanjelický a. v. farský úrad Dobšiná:  
Zbierka cirkevných matrík
- Knižnica Gemersko-malohontského múzea v Rimavskej Sobote:  
fond Historická literatúra
- Országos Széchényi Könyvtár, Budapest [Celoštátna Széchényiho knižnica, Budapešť]:  
Törzsgyűjtemény [Hlavná zbierka]
- Slovenská národná knižnica v Martine:  
Historické knižničné dokumenty a fondy
- Štátny archív v Košiciach, pracovisko Archív Rožňava:  
fond Magistrát mesta Dobšiná  
fond Štátne matriky 1895 – 1919
- Štátna vedecká knižnica v Košiciach:  
Historické fondy

##### Archív autora:

- Jerg, Z. (2022): János Ede Hanvai a Dobšinská ľadová jaskyňa. Rukopis, Rožňava, 132 s.

##### Literatúra:

- Anonym, (1894a): Névváltoztatás. Evangélikus Népiskola, 6, 5–6, s. 178.
- Anonym, (1894b): Ernennung. Karpathen Post, (9. 8. 1894), 15, 32, s. 2.
- Anonym, (1894c): Ernennungen. Kaschauer Zeitung, (4. 8. 1894), 23, 91, s. 1.
- Anonym, (1894d): Értésítések. Néptanítók Lapja, (11. 8. 1894), 27, 64, s. 1.
- Anonym, (1894e): Kinevezés. Rozsnyói Híradó, (5. 8. 1894), 17, 31, s. 2.
- Anonym, (1895): A felsőlövői ág. h. evang. tanítóképző-intézet növendékeinek névsora (1845 – 1895). In: A felsőlövői á. h. ev. nyilvános tanintézetek (tanítóképezde, gymnasium, reálskola és nevelőintézet) 50. éves fennállásának alkalmából kiadott 1894–95. évi örmértesítője. – Jubel-Programm der öffentlicher ev. Schulanstalten zu Oberschützen (Seminar, Gymnasium, Realschule u. Pensionat) für das Schuljahr 1894–95 und zum 50-jährigen Jubiläum der Schulanstalten, s. 54–55.
- Anonym, (1896a): Hivatalos rész. Budapesti Közlöny, (26. 11. 1896), 30, 281, s. 1.
- Anonym, (1896b): Hivatalos rész. Néptanítók Lapja, (3. 12. 1896), 29, 49, s. 6.
- Anonym, (1896c): Kinevezések. Budapesti Hírlap, (27. 11. 1896), 16, 327, s. 15.
- Anonym, (1896d): Kinevezések. Hivatalos Közlöny, (1. 12. 1896), 4, 23, s. 410.
- Anonym, (1896e): Kivonat a hivatalos lapból. Kinevezések. Pesti Napló, (27. 11. 1896), 47, 327, s. 12.
- Anonym, (1899a): Főhercegi vendégek a dobsinai jégbarlangban. Pesti Hírlap, (29. 7. 1899), 21, 208, s. 6.
- Anonym, (1899b): Frigyes kir. herceg a jégbarlangban. Budapesti Hírlap, (29. 7. 1899), 19, 208, s. 7.

Anonym (1902a): Hírek. Kinevezés. Sajó Vidék, (7. 8. 1902), 5, 32, s. 3.

Anonym (1902b): Hírek. Megbízás. Sajó Vidék, (30. 1. 1902), 5, 5, s. 2.

Anonym (1906a): A dobsinaiak küldöttsége Kossuth Ferencnél. Budapesti Hírlap, (16. 9. 1906), 26, 254, s. 3.

Anonym (1906b): Kossuth-szobor Dobsinán. Budapesti Hírlap, (17. 6. 1906), 26, 164, s. 17.

Anonym (1910a): Gyászrovat. Budapesti Hírlap, (7. 5. 1910), 30, 108, s. 12.

Anonym (1910b): Halálózás. Rozsnyói Híradó, (8. 5. 1910), 33, 19, s. 2.

Anonym (1910c): Halálózások. Vasárnapi Újság, (15. 5. 1910), 57, 20, 428–429.

Anonym (1910d): Észak-Magyarország kalauza. Magyarország, (7. 7. 1910), 17, 160, s. 12.

Anonym (1928a): Hírek. A dobsinai jégbarlang felfedezője úkunokájának esküvője Pozsonyban. Prágai Magyar Hírlap, (2. 8. 1928), 7, 174, s. 7.

Anonym (1928b): Hírek. Esküvő. Rozsnyói Hírlap, (5. 8. 1928), 3, 32, s. 1.

Anonym (1928c): Kukmirn. (Oberlehrer Johann Hanvai †). Güssinger Zeitung, (25. 3. 1928), 16, 13, s. 4.

Anonym (1932a): Hírek. Nyugalomba vonul Hanvai Ede pozsonyi tanár, a dobsinai polgáriskola volt igazgatója. Prágai Magyar Hírlap, (26. 7. 1932), 11, 168, s. 6.

Anonym (1932b): Bürgerschuldirektor Eduard Hanvai geht in Pension. Neues Pressburger Tagblatt, (22. 7. 1932), 3, 201, s. 4.

Anonym (1935): Zum Bahnbau Dobschau – Poprad. Karpathen Post, (7. 12. 1935), 56, 49, s. 6.

Anonym (1936): Vezérkönyv az elemi iskola számtantanításához. Prágai Magyar Hírlap, (25. 2. 1936), 15, 46, s. 8.

Borovszky, S. (1903): Magyarország vármegyéi és városai. Gömör-Kishont vármegye. Apollo Irodalmi Társaság, Budapest, 678 s.

Dénes, Gy. (1970): A Dobsinai-jégbarlang és klímájának kutatása. Karszt és Barlang, 2, 85–88.

Dénes, Gy. (1971a): Klimatické pozorovania v Dobšinskej ľadovej jaskyni v prvých 50 rokoch po objavení. Slovenský kras, 9, 167–169.

Dénes, Gy. (1971b): Klimatische Beobachtungen in der Eishöhle von Dobšiná in den ersten 50 Jahren nach der Entdeckung. Slovenský kras, 9, 163–166.

Fischer, M. (1888): A Dobsinai jégbarlang fizikai magyarázata. A Magyarországi Kárpátgyesület évkönyve, 15, 145–199.

Gráberné Bősze, K. – Léces, K. (1996): A Magyarországi iskolai értesítők bibliográfiája 1850/51 – 1948/49. 2. kötet (Darány – Dunavecse). Országos Pedagógiai Könyvtár és Múzeum, Budapest, 260 s.

Gráberné Bősze, K. – Léces, K. (1997): A Magyarországi iskolai értesítők bibliográfiája 1850/51 – 1948/49. 3. kötet (Eger – Füzesgyarmat). Országos Pedagógiai Könyvtár és Múzeum, Budapest, 260 s.

Halaš, J. (1989): Tepelná bilancia Dobšinskej ľadovej jaskyne. Slovenský kras, 27, 57–71.

Herrmann, A. (1910): Hanvai J. Ede: Észak-Magyarország a Magas-Tátrával. Erdély, (1. 8. 1910), 19, 8, s. 128.

Jerg, Z. (2020): Spomienky na Andreja Fejéra a Dobšinskú ľadovú jaskyňu. Spravodaj SSS, 51, 1, 18–23.

Jerg, Z. (2021): Najstaršie údaje o niektorých jaskyniach planiny Dolný vrch. Spravodaj SSS, 52, 4, 53–62.

Kerényi, É. (2016): Fürdőélet Gömörben a „hosszú“ 19. században. Doktori disszertáció. Eötvös Loránd Tudományegyetem, Bölcsészettudományi kar, Budapest, 261 s.

Kudla, M. (2020): The History Overview of the Dobšiná Ice Cave. Aragonit, 25, 1, 17–22.

Lalkovič, M. (1994): Jaskyniarske kalendárium pre rok 1993. Sinter, 2, 42–47.

Lalkovič, M. (2000): Z histórie Dobšinskej ľadovej jaskyne. (Na okraj 130. výročia jej objavu). Aragonit, 5, 30–32.

Lalkovič, M. (2001): 130 rokov Dobšinskej ľadovej jaskyne. Sinter, 9, 29–30.

Lalkovič, M. (2005): História poznávania a objavovania jaskýň. In: Jakál, J. a kol. (2005): Jaskyne svetového dedičstva na Slovensku. SSJ, Liptovský Mikuláš, 113–140.

Lalkovič, M. (2009): Na kedy pripadá objav Dobšinskej ľadovej jaskyne? Aragonit, 14, 1, 70–73.

Németh, J. (1913): Hanvai Ede: Észak-Magyarország a Magas-Tátrával. Dobsina, 1910. Földrajzi Közlemények, 41, 4, s. 145.

Petráš, M. (1974): Z dejín meteorológie na Slovensku do roku 1918. In: Tibenský, J. (1974): Z dejín vied a techniky na Slovensku VII. Veda SAV, Bratislava, 169–204.

Prikryl, L. V. (1979): Príspevok k dejinám výskumu ľadových jaskýň na Slovensku. In: Tibenský, Ján. (1979): Z dejín vied a techniky na Slovensku IX. Veda SAV, Bratislava, 107–156.

Prikryl, L. V. (1985): Dejiny speleológie na Slovensku. Veda SAV, Bratislava, 162 s.

Rozložník, O. – Hunsdorfer, E. a kol. (2013): Banské mesto Dobšiná: Zdar boh! Ing. Tibor Turčan – Banská agentúra, Košice, Dobšiná, 160 s.

Rőczey, I. (1895): A dobsinai magyar kir. állami polgári fiúiskola harmadik értesítője 1894 – 1895. Franklin társulat nyomdája, Budapest, 117 s.

Rőczey, I. (1896): A dobsinai magyar kir. állami polgári fiúiskola negyedik értesítője 1895 – 1896. Franklin társulat nyomdája, Budapest, 86 s.

Rőczey, I. (1897): A dobsinai magyar kir. állami polgári fiúiskola ötödik értesítője 1896 – 1897. Franklin társulat nyomdája, Budapest, 82 s.

Rőczey, I. (1898): A dobsinai magyar kir. állami polgári fiúiskola hatodik értesítője 1897 – 1898. Sajó Vidék könyvnyomda, Rozsnyó, 77 s.

Rőczey, I. (1899): A dobsinai magyar kir. állami polgári fiúiskola hetedik értesítője 1898 – 1899. Nyomatott a „Sajó Vidék“ könyvnyomdában, Rozsnyó, 62 s.

Rőczey, I. (1900): A dobsinai m. kir. állami polgári fiúiskola nyolczadik értesítője 1899 – 1900. Sajó Vidék könyvnyomda, Rozsnyó, 78 s.

Rőczey, I. (1901): A dobsinai m. kir. állami polgári fiúiskola kilencedik értesítője 1900 – 1901. Sajó Vidék könyvnyomda, Rozsnyó, 61 s.

Siegmeth, K. (1911): A Dobsinai jégbarlang látogatottsága. Turisták Lapja, (marec 1911), 23, 2, s. 109.

Szojka, Gy. (2002): A természet a néphitben, tekintettel a dobsinai babonákra és népmondákra. Debreczen, 1884, 35 s. [reprint vydanie: Az Érc- és Ásványbányászati Múzeum, Rudabánya, 2002, 40 s].

Tarnócy, E. (1971): Vedecká konferencia v Dedinkách z príležitosti 100. výročia objavenia Dobšinskej ľadovej jaskyne. Slovenský kras, 9, 3–4.

Vanyová, E. (2006): Slovenský kras v archívnych dokumentoch. Diplomová práca. Univerzita Mateja Bela, Banská Bystrica, 109 s.

#### Internetové zdroje:

www.arcanum.com  
<https://billiongraves.com/>  
<https://cintoriny.sk/>  
<http://digitalna.kniznica.info/>  
<https://emlekhelyek.csemadok.sk/emlekhelyek/kossuth-lajos-mellszobra/>  
<https://dSPACE.oszk.hu/>  
[www.familysearch.org](http://www.familysearch.org)  
[www.hungaricana.hu](http://www.hungaricana.hu)  
<https://hu.wikipedia.org/> [heslá: Hanvai J. Ede; Hársptak (Ausztria); Kukmér].  
<https://madari.sk/kultura/zoznam-madarskych-umeleckych-pamiatok-znicenych-a-poskodenyh-medzi-rokmi-1919-1928-2-cast>  
<https://mek.oszk.hu/>  
Rozložník, M. (2014): Zo starších dejín školstva v Dobšinej.  
<https://dobsincan.estranky.sk/clanky/zo-starsich-dejin-skolstva-v-dobsinej.html>

**Slovenský kras, ročník 60, číslo 1**  
**Acta Carsologica Slovaca**

<b>Rok vydania:</b>	december 2022
<b>Vydanie:</b>	prvé
<b>Evidenčné číslo:</b>	EV 3878/09
<b>Vydavateľ:</b>	Slovenské múzeum ochrany prírody a jaskyniarstva, Liptovský Mikuláš
<b>Sídlo vydavateľa a adresa redakcie:</b>	Slovenské múzeum ochrany prírody a jaskyniarstva, Liptovský Mikuláš, Školská 4, 031 01 Liptovský Mikuláš, IČO: 361 45 114
<b>Jazyková korektúra:</b>	Mgr. Miroslav Nemeč (slovenský jazyk)
<b>Anglické preklady:</b>	autori príspevkov
<b>Grafika:</b>	Ing. Jiří Goralski
<b>Tlač:</b>	Ekonoprint družstvo Martin
<b>Náklad:</b>	400 ks
<b>Obálka:</b>	Jaskyňa Dezidera Horváta. Foto: A. Lačný

**ISSN 0560-3137**