

ARAGONIT

vedecký a odborný časopis Správy slovenských jaskýň

Časopis uverejňuje:

- pôvodné vedecké príspevky z geologického, geomorfologického, klimatologického, hydrologického, biologického, archeologického a historického výskumu krasu a jaskýň, najmä z územia Slovenska
- odborné príspevky zo speleologického prieskumu, dokumentácie a ochrany jaskýň
- informatívne články zo speleologických podujatí
- recenzie vybraných publikácií

Vydavateľ: Štátna ochrana prírody SR, Tajovského ul. 28B, 974 01 Banská Bystrica
IČO 17 058 520

Adresa redakcie: Správa slovenských jaskýň, Hodžova 11, 031 01 Liptovský Mikuláš; e-mail: pavel.bella@ssj.sk

Zodpovedný redaktor: RNDr. Ján Žuskin

Hlavný editor: doc. RNDr. Pavel Bella, PhD.

Výkonný redaktor: Mgr. Miroslav Kudla

Redakčná rada: prof. RNDr. Pavel Bosák, DrSc., RNDr. Ľudovít Gaál, PhD., Ing. Peter Gažík, Dr. hab. Michal Gradziński, Mgr. Dagmar Haviarová, PhD., doc. RNDr. Jozef Jakál, DrSc., doc. RNDr. Ľubomír Kováč, CSc., Ing. Ľubica Nudžíková, doc. Mgr. Martin Sabol, PhD., RNDr. Ján Zelinka

Časopis vychádza dvakrát ročne

Evidenčné číslo: EV 3569/09

ISSN 1335-213X

<http://www.ssj.sk/edicna-cinnost/aragonit/>

ARAGONIT

ročník 23, číslo 1–2/ december 2018

Recenzenti vedeckých príspevkov z výskumu krasu a jaskýň: PhDr. Karol Dzuriak, RNDr. Ľudovít Gaál, PhD., Mgr. Dagmar Haviarová, PhD., RNDr. Peter Malík, CSc., RNDr. Alena Nováková, CSc., RNDr. Ján Zelinka

© Štátna ochrana prírody SR, Správa slovenských jaskýň, Liptovský Mikuláš

Redaktor: Mgr. Bohuslav Kortman

Grafická úprava a sadzba: Ing. Ján Kasák

Tlač: Ekonoprint družstvo, Martin

Fotografie na obálke:

(1) Jaskyňa Beníková. Foto: P. Staník

(2) Jaskyňa Driny. Foto: P. Staník

(3) Demänovská jaskyňa mieru. Foto: P. Staník

(4) Brestovská jaskyňa. Foto: P. Staník

OBSAH / CONTENTS

VÝSKUM KRASU A JASKÝŇ / RESEARCH OF KARST AND CAVES

D. Haviarová – P. Pristaš: Stopovacie skúšky v okolí Ponickéj jaskyne (Zvolenská pahorkatina, Ponický kras) / Tracing tests in the surroundings of the Ponická Cave (Zvolenská Hilly Land, Ponický Karst)	3
R. Ogórek – Z. Višňovská: Prehľad nálezov mikroskopických húb v štyroch sprístupnených jaskyniach na Slovensku / Overview of the findings of microscopic fungi in four show caves in Slovakia	9
L. Kunáková: Vplyv návštevnosti na zmenu teploty vzduchu v Brestovskej jaskyni / Impact of visitors on air temperature changes in the Brestovská Cave ...	19
P. Bella – P. Bosák: Zarovnané skalné podlahy v jaskyniach / Flat solution bedrock floors in caves	25
M. Kudla: Liptovské jaskyne v ľudovej slovesnosti / Liptov caves in folk rhetoric	30

DOKUMENTÁCIA, OCHRANA A VYUŽÍVANIE JASKÝŇ / DOCUMENTATION, PROTECTION AND USE OF CAVES

L. Gaál: Dionýz Štúr a Demänovská dolina – 150 rokov geologického výskumu Demänovskej doliny / Dionýz Štúr and Demänovská Valley – 150 years of the geological research of Demänovská Valley	35
L. Gaál – S. Pavlarčík – P. Herich: Preskúmali sme Zbojnícku džuru pri Sulíne / We have surveyed Zbojnica Cave near Sulín Village	37
P. Herich: Nové zameranie jaskyne Beníková / New surveying of the Beníková Cave	38
P. Herich: Dve rozsadlinové jaskyne v Spismichalovej doline / Two crevice caves in the Spismichalova Valley	40
P. Staník – I. Balciar: Uzatváranie a čistenie jaskýň v rokoch 2016 a 2017 / Gating and cleaning of caves in Slovakia during 2016 and 2017	42

SPRÁVY A AKTUALITY / REPORTS AND NEWS

P. Bella: 11. vedecká konferencia „Výskum, využívanie a ochrana jaskýň“ / 11th Scientific Conference “Research, Use and Protection of Caves”	43
M. Rendoš – Z. Višňovská: 23. medzinárodné sympóziom o jaskynných medveďoch / 23th International Cave Bear Symposium	43
P. Gažík: Workshop „Nová éra osvetlenia jaskýň“ v Belgicku / Workshop “A New Era of Cave Illumination” in Belgium	46
P. Bella: Exkurzia poľského speleologického sympózia v jaskyniach Západných Tatier / Excursion of the Polish speleological symposium in the caves of Západné Tatry Mts.	48
D. Haviarová: Prezentácia Brestovskej jaskyne a okolitých krasových javov na 4. terénnom hydrogeologickom seminári (Oravice – Vitanová) / Presentation of the Brestovská Cave and surrounding karst phenomena on the 4th field hydrogeological seminar (Oravice – Vitanová)	48
P. Herich: Konferencia Underground-i-Expo / Conference Underground-i-Expo	49
M. Kudla: Environmentálna výchova v roku 2017 / Environmental education in 2017	49
L. Nudzíková – A. Laurincová: Návštevnosť sprístupnených jaskýň v roku 2017 / Show caves attendance in 2017	50

KARSOLOGICKÁ A SPELEOLOGICKÁ LITERATÚRA / KARSTOLOGICAL AND SPELEOLOGICAL LITERATURE

P. Bella: T. Chavez – P. Reehling (Eds.): Proceedings of DeepKarst 2016: Origins, Resources, and Management of Hypogene Karst	51
---	----

SPOLOČENSKÉ SPRÁVY / SOCIAL REPORTS

L. Gaál: Zomrel RNDr. Vlastimil Konečný, CSc. / RNDr. Vlastimil Konečný, CSc., passed away	52
Blahoželali sme Paľkovi Staníkovi / We congratulated Pavol Staník	52

STOPOVACIE SKÚŠKY V OKOLÍ PONICKEJ JASKYNE (ZVOLENSKÁ PAHORKATINA, PONICKÝ KRAS)

Dagmar Haviarová¹ – Peter Pristaš²

¹ Štátna ochrana prírody Slovenskej republiky, Správa slovenských jaskýň, Hodžova 11,
031 01 Liptovský Mikuláš; dagmar.haviarova@ssj.sk

² Katedra mikrobiológie, Ústav biologických a ekologických vied, Prírodovedecká fakulta,
Univerzita Pavla Jozefa Šafárika v Košiciach, Šrobárova 2, 040 01 Košice; peter.pristas@upjs.sk

D. Haviarová, P. Pristaš: Tracing tests in the surroundings of the Ponická Cave (Zvolenská Hilly Land, Ponický Karst)

Abstract: The Ponická Cave is a fluviokarstic cave with the underground stream that substitutes for the local surface water stream network. It communicates with the surface through ponors and ponor dolines. The most important is the P1 ponor, through which the Ponická Cave was discovered in 1981. So far the only tracing test on the site was carried out in 1964 (Šilar, 1966), when the dyeing tracer was applied to the ponor in the Drienok Shaft (probably P1 ponor). The tracing test proved the hydrologic connection of the ponor with the Oravecká Resurgence. The two new tracing tests were realized in the locality in 2015, with bacteriophages used as a tracer and Oravecká Resurgence and Malé žriedlo Spring (Kalinovec) chosen as sampling places. The first tracing test (6th – 11th March 2015) with application of tracer to the P1 ponor proved the hydrologic connection of ponor with the Oravecká Resurgence (straight distance 1,631 m). The time of the first detection of tracer was short (3 hours 15 minutes after application), which is a proof of relatively good communication way. The breakthrough curve had bimodal character as a result of probable underground stream bifurcation. The second tracing test (8th – 13th April 2015) confirmed connection of the P2 ponor with the Oravecká Resurgence (straight distance 1,525 m, the time of the first detection after 5 hours) with worse communication way. Connection of underground hydrological system with the Malé žriedlo Spring during all tracing tests was not proved.

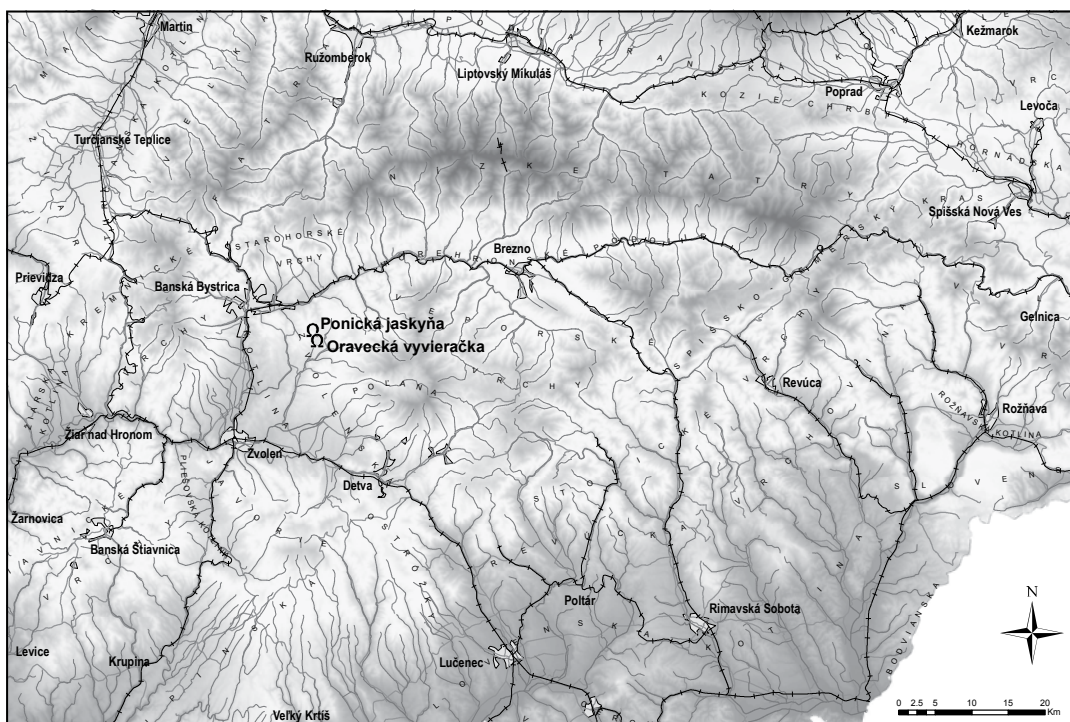
Key words: Ponický Karst, Ponická Cave, Oravecká Resurgence, ponor, underground stream, tracing test, bacteriophages, breakthrough curve

ÚVOD

V období 09/2013 až 12/2015 sa v rámci výzvy Operačného programu Životné prostredie, prioritnej osi 5. Ochrana a regenerácia prírodného prostredia a krajiny realizoval na Správe slovenských jaskýň projekt s názvom Vypracovanie programov starostlivosti o vybrané jaskyne (kód výzvy: OPŽP-P05-12-1, kód projektu: 24150120046) spolufinancovaný z Európskeho fondu regionálneho rozvoja a štátneho rozpočtu Slovenskej republiky. Jeho súčasťou bolo vypracovanie programov starostlivosti týkajúcich sa piatich jaskýň vrátane prírodnej pamiatky Oravecká vyvieracia. Pri vypracovaní programu starostlivosti o túto jaskyňu sa uplatnili viaceré odborné výskumy zahrnujúce aj stopovaciu skúšku, ktorej cieľom bolo získať nové poznatky k hydrologickým pomerom podzemného hydrologického systému Ponická jaskyňa – Oravecká vyvieracia (obr. 1). Pri prvotnom plánovaní stopovacej skúšky v ponore Ponickéj jaskyne sa vychádzalo z literárneho zdroja (Šilar, 1966), ktorý stručným spôsobom opísal stopovaciu skúšku na tejto lokalite z roku 1964. Novou stopovacou

skúškou sa mal overiť a doplniť výsledok z roku 1964, vrátane overenia prípadnej zmeny priepustnosti komunikačných ciest a šírenia ešte stále pretrvávajúceho znečistenia na povrchu v nadväznosti na riziká kontaminácie jaskynného systému (obr. 2). Plánovanú skúšku sme následne vzhľadom na zistenie dočasnej aktivity ponoru P2 doplnili o ďalšiu samostatnú stopovaciu skúšku, zameranú na overenie možnosti prepojenia tejto časti vo-

dozbernej oblasti s podzemným hydrologickým systémom Oraveckej vyvieracky. Ponor P2 bol pre nás zaujímavý hlavne preto, lebo v jeho okolí sa počas roka zvyknú pásť a košarovať ovce, čo v prípade aktívnej komunikácie s podzemným hydrologickým systémom predstavuje potenciálnu hrozbu pre jaskynné priestory aj kvalitu podzemných vôd. Obsahom článku je podrobnejší opis priebehu a výsledkov obidvoch stopovacích skúšok.

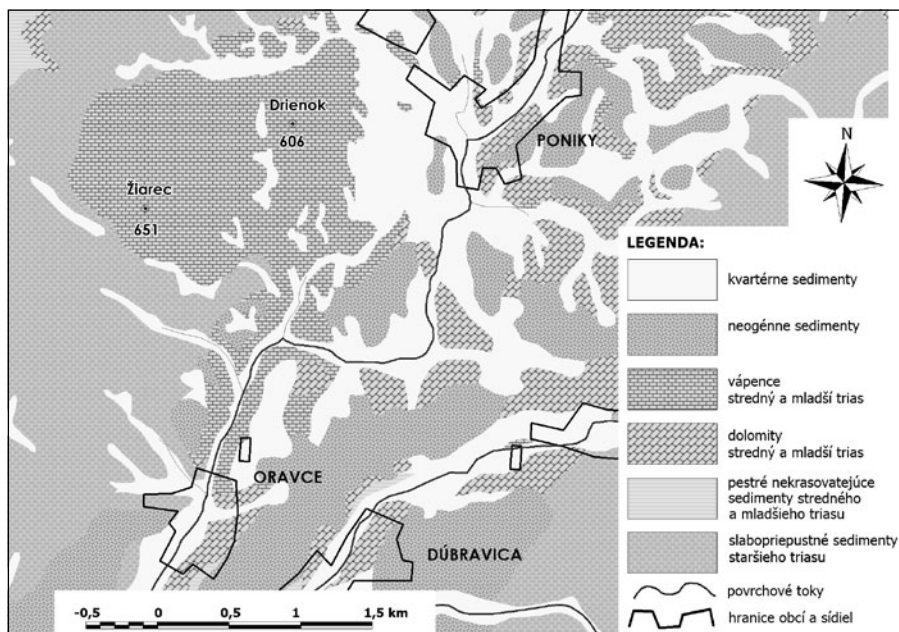


Obr. 1. Poloha Ponickéj jaskyne. Spracoval P. Gažík

Fig. 1. Location of the Ponická Cave. Compiled by P. Gažík



Obr. 2. Zvyšok bývalého hnojiska v blízkosti ponoru P1. Foto: P. Staník
Fig. 2. Remains of former midden near the P1 ponor. Photo: P. Staník



Obr. 3. Zjednodušená geologická mapa územia (podľa Poláka et al., 2003 upravil P. Malík)
Fig. 3. Simplified geological map of the area (according to Polák et al., 2003 compiled by P. Malík)

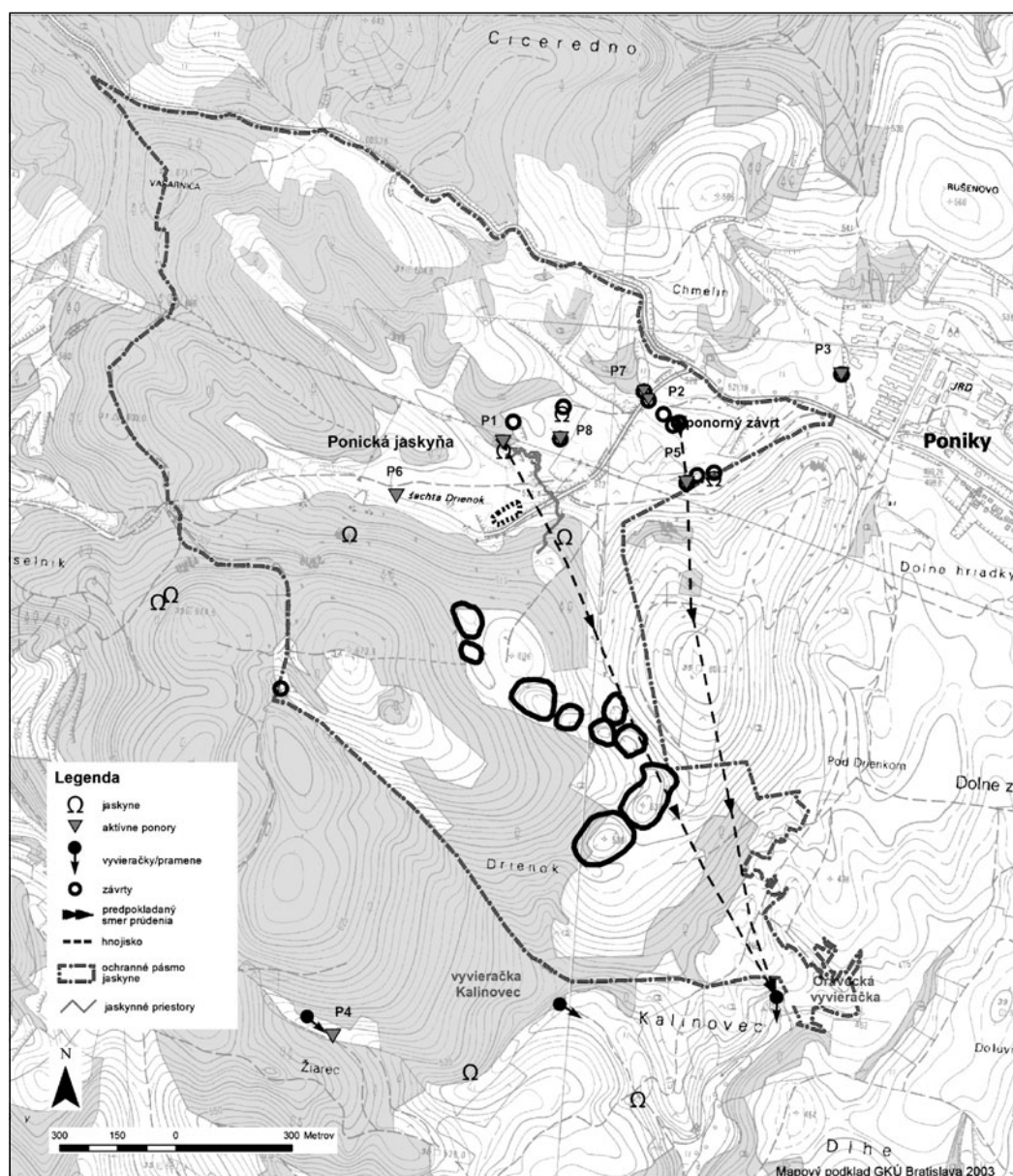


Obr. 4. Rudolfšachta – druhý vchod do Ponickéj jaskyne. Foto: D. Haviarová
Fig. 4. Rudolfšachta – the second entrance to the Ponická Cave. Photo: D. Haviarová

CHARAKTERISTIKA LOKALITY

Ponická jaskyňa je spolu s Oraveckou vyvieracou súčasťou Ponického krasu, ktorý sa nachádza JV od Banskej Bystrice (obr. 1). Podľa Droppu (1999) Ponický kras netvorí súvislé krasové územie, ale je rozdelený nekrasovými horninami na menšie krasové ostrovy. Vlastné krasové územie vystupuje v okolí Dolnej Môlče, západne a východne od Poník a severne od Ponickéj Lehôtky. Podľa geomorfologického členenia Západných Karpát patrí územie do oblasti Slovenskej stredohorie, celku Zvolenská kotlina, podcelku Ponická vrchovina. Krasové územie západne od Poník zahŕňa horský masív Drienok a Žiarec budovaný vápencami stredného a mladšieho triasu, na severe ohraničený slabopriepustnými sedimentmi staršieho triasu, na juhu a východe nekrasovými neogénnymi sedimentmi (Polák et al., 2003; Mapový portál ŠGÚDŠ, 2018; obr. 3). Územie je bohaté na rôzne krasové javy vrátane škrap, závrto, ponorov a menších jaskýň. Najväčšou a najvýznamnejšou jaskyňou tejto časti územia je 840 m dlhá Ponická jaskyňa (údaj z databázy jaskýň k 27. 7. 2018, registračné číslo jaskyne v databáze 1048). Jaskyňa je príkladom ponorovej fluviokrasovej jaskyne s aktívnym vodným tokom. Podzemný tok so svojimi prítokmi supluje povrchovú rieču sieť, ktorá je hlavne vplyvom geologicko-tektonickej stavby územia a prítomnosti viacerých ponorov prenesená do podzemia. Podľa Slavkaya (1963) antiklinála nepriepustných verfenských vrstiev vystupujúca cca 350 m severne od kóty Žiarec tvorí prekážku pohybu podzemných vôd smerom k Oraveckému žriedlu (Oraveckej vyvieracke). Podzemné toky tečú na sever od antiklinály, kde sa po 600 m toku spájajú s vodami stekajúcimi z vyššej kryhy smerom na východ. Ich spoločný tok tečie ďalej pravdepodobne SV smerom, príberá vody z miestnych ponorov, neskôr sa stáča JJV smerom, preteká pod suchým údolím smerom k Oraveckej vyvieracke. Podzemný tok je zatiaľ dostupný len v známych častiach Ponickéj jaskyne. Na riečisko v jaskyni sa dá v súčasnosti dostať okrem uzáveru cez hlavný ponor P1 aj technicky zabezpečeným vchodom, tzv. Rudolfšachtou (Mlynárik, 2006; obr. 4).

V severnej časti masívu Drienok sa nachádza viacero ponorov a ponorových závrto (obr. 5). Ich poloha bola zameraná v rámci realizácie úlohy PHÚ Správy slovenských jaskýň na roky 2004 a 2006 zameranej na monitoring kvality vôd podzemného hydrologického systému Ponickéj jaskyne (tab. 1) (Haviarová, 2008). Najvýznamnejší z miestnych ponorov je aktívny ponor P1, ktorým bola objavená Ponická jaskyňa (obr. 6). Ponor sa nachádza na konci poloslepeho údolia, na okraji vápencového masívu. Do ponoru sa ponára občasný alochtónny potôčik, aktívny v čase topenia snehu a intenzívnych zrážok. Viaceré ďalšie ponory v území sú v súčasnosti neaktívne, prípadne je ich aktivita minimálna. Dôvodom je ich prirodzené upchatie hlinenými sedimentmi, ale aj postupné zasýpanie miestnymi obyvateľmi (napr. ponor P3 pri družstve je dnes už vrátane takmer celého závrto zasýpaný) (obr. 7).



Obr. 5. Situačná mapka územia vrátane ponorov a závrťov. Spracoval P. Gažík
Fig. 5. Situation map of the area including ponors and dolines. Compiled by P. Gažík

Tab. 1. Súradnice najvýznamnejších dokumentačných miest (ponorov a vyvieráčiek) v súradnicovom systéme S-JTSK

Tab. 1. Coordinates of the most important documental places (ponors and resurgences) in the S-JTSK coordinate system

	Súradnice v súradnicovom systéme S-JTSK		Nadmorská výška (m n. m.)
	X (m)	Y (m)	
ponor P1	-409417,478	-1231626,234	513,1
ponor P2	-409043,355	-1231494,95	517,5
ponor P3	-408543,656	-1231428,042	499,8
ponor P4	-409868,114	-1233136,944	560,5
ponor P5	-408943,876	-1231709,683	508,8
ponor P6	-409693,952	-1231736,959	526,3
ponor P7	-409055,781	-1231473,191	514,8
ponor P8	-409270,055	-1231596,324	516,7
Oravecká vyvieráčka	-408713,03	-1233077,852	460
Kalinovec (Malé žriedlo)	-409259,408	-1233053,835	470,5

Na južnom okraji Drienku sa nachádza Oravecká vyvieráčka, prameň Malé žriedlo (Kalinovec) a ešte jeden bezmenný občasný prameň. Oravecká vyvieráčka (obr. 8) je vedená v databáze jaskýň ako výverová fluviokrasová jaskyňa s registračným číslom 417, s dĺžkou 23 m. Jaskyňa sa proti toku končí prítokovým sífonom, ktorý sa jaskyniarom ani potápačom zatiaľ nepodarilo prekonať. Výdatnosť Oraveckej vyvieráčky je počas roka premenlivá, topenie snehu a výraznejšie zrážky sa na vyvieráčke prejavujú okrem zvýšenia výdatnosti aj vyšším základom. Podľa výsledkov meraní za obdobie 1994 – 1996, ktoré sa na vyvieráčke realizovali v rámci hydrogeologických prieskumných prác zameraných na zhodnotenie územia rájónu MG 078 na úrovni vyhládavacieho prieskumu a stanovenia využiteľných zásob podzemnej vody, sa výdatnosti Oraveckej vyvieráčky pohybovali v rozpätí 12,6 až 199,5 l·s⁻¹ s maximálnymi priemernými mesačnými výdatnosťami v apríli a máji, minimálnymi výdatnosťami v mesiaci január (Bučeková, 1998). Prameň Malé žriedlo má podstatne menšiu výdatnosť, ktorá je na rozdiel od Oraveckej vyvieráčky stálejšia a nie je sprevádzaná výraznejším základom. Priemerná výdatnosť prameňa je 3,0 l·s⁻¹ (Bučeková, 1998). Vody Oraveckej vyvieráčky sú prevažne základ-



Obr. 6. Ponor P1, suchý. Foto: P. Staník
Fig. 6. P1 ponor during dry period. Photo: P. Staník



Obr. 7. Ponorový závrť P3 pri budove poľnohospodárskeho družstva, 2015. Foto: P. Staník

Fig. 7. The ponor doline P3 next to the building of agricultural association, 2015. Photo: P. Staník

ného výrazného Ca-HCO_3 genetického typu s dominantným podielom HCO_3^- a Ca^{2+} iónov. Preukazujú občasné znaky znečistenia ako dôsledok poľnohospodárskej činnosti a pasienkarstva v jej vodozbernej oblasti (obr. 9), prejavujúce sa hlavne vyššími koncentraciami dusičnanov, fosforečnanov a mikrobiálnym znečistením (Haviarová, 2008).

METODIKA REALIZOVANÝCH PRÁČ

Stopovacej skúške v hlavnom ponore Ponickéj jaskyne (P1) predchádzala viacnásobná podrobná rekognoskácia terénu. Na základe terénnych pochôdzok a identifikovania aktivity občasne aktívneho ponoru P2 sme sa rozhodli spraviť na lokalite dodatočne aj druhú stopova-



Obr. 8. Oravecká vyvieračka. Foto: D. Haviarová

Fig. 8. Oravecká Resurgence. Photo: D. Haviarová

ciu skúšku. Obidve stopovacie skúšky sa realizovali pomocou biologického stopovača – fágovej suspenzie bakteriofága H40/1 s minimálnou početnosťou fágov 10^{12} na jeden mililitr suspenzie, ktorá bola pripravená tesne pred plánovanými skúškami. Množstvo fágovej suspenzie zodpovedalo pri prvej skúške objemu 8 l, počas druhej skúšky sa použilo zhruba polovičné množstvo stopovača. Pripravu suspenzie, ako aj následnú analýzu odobratých vzoriek zabezpečilo biologické laboratórium podľa špecifických metodických postupov (Pristaš, 2015). Stopovacie skúšky sme sa snažili vykonať ako skúšky kvantitatívne, t. j. skúšky, pri ktorých sa dá na základe odoberaných vzoriek a ich objektívnych analýz dokumentovať prieniková krivka odrážajúca priebeh stopovača v mieste jeho pozitívnej

detekcie. Počet odoberaných a následne analyzovaných vzoriek zodpovedal obmedzeným finančným možnostiam, preto hlavne v prípade druhej stopovacej skúšky sa musel počet vzoriek na analýzu redukovať. Odbery vzoriek sa vzhľadom na charakter lokality vykonávali manuálne, bez možnosti použitia automatického vzorkovača.

Odborné miesta boli v prípade obidvoch stopovacích skúšok rovnaké. Okrem Oraveckej vyvieračky, ktorá je považovaná za hlavné miesto výveru podzemných vôd jaskynného systému, sa vzorky odoberali aj z prameňa Malé žriedlo (Kalinovec). Vzorky sa odoberali do jednorazových plastových skúmaviek s objemom 15 ml. Označené vzorky boli skladované v tme a chlade až do ich laboratórneho spracovania. Základný interval odberov vzoriek v rámci prvej stopovacej skúšky počas 12 hodín od aplikácie stopovača predstavoval 30 minút. Postupne sa tento interval predlžoval, posledná vzorka sa odoberala po 128 hodinách od aplikácie stopovača. Pri druhej skúške bol

základný interval odberov 60 minút počas 15 hodín. Aj tu sa interval odberov postupne predlžoval, posledná vzorka sa odoberala po 130 hodinách. Všetky laboratórne experimenty určené na detekciu prítomnosti stopovača v odoberatých vzorkách sa opakovali minimálne dva razy, v prípade detegovania vysokého počtu bakteriofágových častíc (počet nebolo možné presne spočítať) sa na opakované analýzy pripravili riedené vzorky s objemom 100 μl . Počas stopovacích skúšok sa na obidvoch odborných miestach a v mieste ponorov vykonali merania mernej elektrickej vodivosti (EC) a teploty vody prenosným konduktometrom firmy WTW LF 323 s elektródou TetraCon[®]325. Prietoky sa stanovili odhadom alebo meraním hydrometrickou vrtulou OTT C2.



Obr. 9. Pasienok v bezprostrednej blízkosti ponoru P2, október 2017. Foto: D. Haviarová

Fig. 9. Grazing land in the nearest proximity of the P2 ponor, October 2017. Photo: D. Haviarová



Obr. 10. Aplikácia stopovača v ponore P1.

Foto: D. Haviarová

Fig. 10. Application of tracer in the P1 ponor. Photo: D. Haviarová

VÝSLEDKY STOPOVACÍCH SKÚŠOK

STOPOVACIA SKÚŠKA V HLAVNOM PONORE PONICKEJ JASKYNE P1

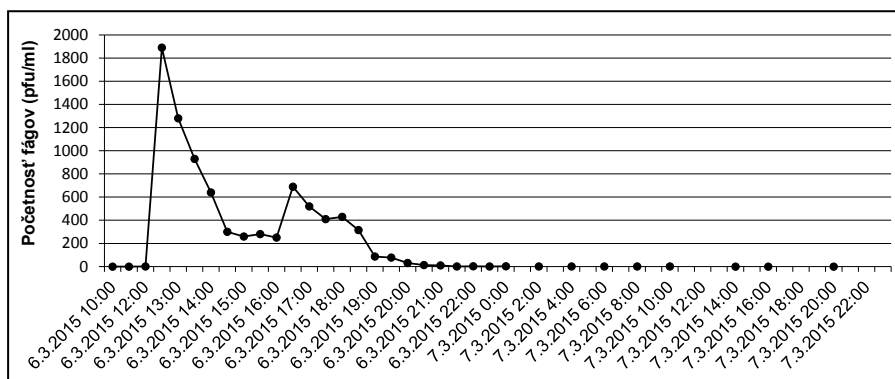
Stopovacia skúška v hlavnom ponore Ponickéj jaskyne trvala od 6. 3. 2015 do 11. 3. 2015. Začiatok skúšky sme podmienili aktivitou ponoru, ktorý je ponorom občasným, voda do neho vteká len v časovo obmedzenom období. Takto sme chceli plne využiť prirodzený potenciál ponoru a jeho aktivitu, čím sme sa vyhli potrebe dodatočného a komplikovaného zapúšťania vody do ponoru pomocou cisterny a hadíc. Pri čiastočnom oteplení na lokalite a topení snehu sa ponor P1 začiatkom marca aktivoval, čo sme okamžite využili a začali s realizáciou stopovacej skúšky v ponore P1. 6. 3. 2015 v čase začiatku skúšky vtekalo do ponoru cca $5 \text{ l} \cdot \text{s}^{-1}$ vody. Objem ponárajúcich sa vôd v ponore zvyčajne býva na jar v závislosti od množstva snehovej pokrývky aj väčší. Pre naše potreby bol aj takýto objem vôd postačujúci. Stopovacia látka sa aplikovala do ponoru v čase od 8:45 do 8:55 h (obr. 10). Prvý pozitívny výsledok sa zistil vo vodách Oraveckej vyvierajúcej vo vzorke odoberanej o 12:00 h s početnosťou bakteriofágov len $1,5 \text{ pfu/ml}$. Už v ďalšej vzorke o 12:30 h bola početnosť fágových častíc vo vode niekoľkonásobne vyššia (1890 pfu/ml). Nasledoval postupný pokles početnosti fágových častíc až do 16:30 h, keď sa zaznamenal znova ich nárast. Opätovný pokles trval do 14:00 h nasledujúceho dňa, keď už v odoberaných vzorkách neboli identifikované žiadne bakteriofágové častice (obr. 11). Na lokalite Malé žriedlo nebola ani v jednom prípade zistená pozitívna detekcia stopovača. Výdatnosť Oraveckej vyvierajúcej zodpovedala počas skúšky cca $90 \text{ l} \cdot \text{s}^{-1}$, pri prameni Malé žriedlo bola výdatnosť cca $16 \text{ l} \cdot \text{s}^{-1}$.

STOPOVACIA SKÚŠKA V PONORE P2

Ponor P2 leží východne od ponoru P1, na lúke medzi hlavnou cestou Poniky – Šalková a poľnou cestou k bývalému miestnemu hnojisku (obr. 12). Ide o ponorový závrť, do ktorého pri topení snehu alebo dlhodobejších zrážkach pritekajú vody z jeho bezprostredného okolia, pokiaľ sa priebežne nestratia v celom objeme ešte pred vlastným ponorom. Objem ponárajúcich sa vôd nie je veľký, väčšinou je to len niekoľko litrov sekundových. V porovnaní s ponorom P1 je aktivita ponoru P2 počas roka menšia.

Stopovacia skúška v ponore P2 sa realizovala od 8. 4. 2015 do 13. 4. 2015. Do ponoru počas aplikácie stopovacej látky (8. 4. 2015, 9:50 – 10:00 h) pritekalo $2 \text{ dcl} \cdot \text{s}^{-1}$ vody, ktorá sa okamžite strácala v podzemí. Objem vôd v Oraveckej vyvierajúcej bol v porovnaní s jej výdatnosťou počas prvej stopovacej skúšky menší, predstavoval okolo $65 \text{ l} \cdot \text{s}^{-1}$. Podobne aj výdatnosť Malého žriedla bola menšia ako pri prvej skúške, cca 10 až $12 \text{ l} \cdot \text{s}^{-1}$. V čase skúšky bol aktívny aj ponor P1. Odbornými miestami boli rovnako ako pri prvej skúške Oravecká vyvierajúca a prameň Malé žriedlo (obr. 13).

Prvý pozitívny výsledok detekcie stopovacej látky bol na Oraveckej vyvierajúcej vo vzorke odoberanej v deň aplikácie o 15:00 h.



Obr. 11. Prieniková krivka stopovacej skúšky v ponore P1, odberné miesto – Oravecká vyvierajúca
Fig. 11. Breakthrough curve of tracing test in the P1 ponor, sampling place – Oravecká Resurgence

Maximálne množstvá stopovacej látky sa vo vyvierajúcej objavili v priebehu ďalšej hodiny. Po 17:00 h až do skorých ranných hodín nasledujúceho dňa sa vo vyvierajúcej identifikoval postupný pokles koncentrácie stopovača. Sporadické bakteriofágové častice sa objavovali vo vzorkách odoberaných z vyvierajúcej v priebehu nasledujúcich dní (obr. 14). Na prameni Malé žriedlo sa stopovač počas trvania odberov neobjavil.

DISKUSIA A ZÁVER

Podľa dostupných zdrojov sa v povodí Ponickéj jaskyne vykonala zatiaľ jediná stopovacia skúška v roku 1964 (opísaná J. Šilarom formou krátkej správy v Československom krase z roku 1966). Uvádza sa ako farbiaca skúška na Drienku pri Ponikách pri Banskej Bystrici, kde sa 8. 7. 1964 bez bližšie identifikovaného času nalial do ponoru pri šachte Drienok roztok 2 kg fluoresceínu zriedený v 60 l vody. Vzorky sa odoberali z Oraveckej vyvierajúcej v intervale 15 minút. Prvé zafarbenie vody sa objavilo vo vyvierajúcej v deň farbenia o 19:00 h s maximom o 21:00. Vedľajšie maximum bolo zaznamenané 9. 7. 1964 o 1:15 h. Po ňom nasledoval postupný pokles koncentrácie farbiva vo vyvierajúcej. 11. 7. sa vo vode identifikovalo ešte slabé sfarbenie. Vzdialenosť medzi ponorom a vyvierajúcou udáva J. Šilar na 1405 m , rýchlosť prúdenia vody stanovil z výsledkov stopovacej skúšky na $128 \text{ m} \cdot \text{h}^{-1}$. Za predpokladu, že rýchlosť prúdenia počas skúšky bola prepočítaná podľa jednoduchého algoritmu z priamej vzdialenosti a času, vychádza čas objavenia sa stopovača na takmer 11 hodín. V čase skúšky pritekalo do ponoru $8 \text{ l} \cdot \text{s}^{-1}$, výdatnosť vyvierajúcej bola

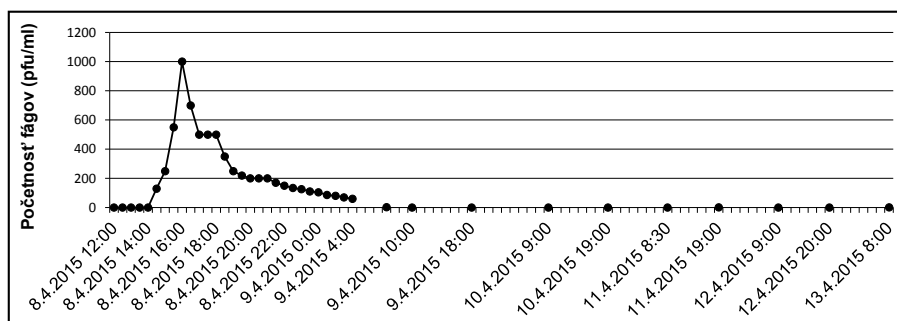


Obr. 12. Ponor P2. Foto: P. Staník
Fig. 12. P2 ponor. Photo: P. Staník



Obr. 13. Odbery vzoriek vody: A – Oravecká vyvierajúca, B – Malé žriedlo (Kalinovec). Foto: D. Haviarová
Fig. 13. Water sampling: A – Oravecká Resurgence, B – Malé žriedlo (Kalinovec) Spring. Photo: D. Haviarová

necelých $12 \text{ l} \cdot \text{s}^{-1}$. Farbivo sa okrem Oraveckej vyvierajúcej neobjavilo na žiadnej inej lokalite v povodí Ponickéj jaskyne, ani v prítokoch banských vôd v šachte Drienok.



Obr. 14. Prieniková krivka stopovacej skúšky v ponore P2, odborné miesto – Oravecká vyvieračka
Fig. 14. Breakthrough curve of tracing test in the P2 ponor, sampling place – Oravecká Resurgence

Stopovacia skúška opisovaná J. Šilarom sa na Ponikách vykonala v čase, keď ešte nebola známa Ponická jaskyňa. Jaskyňu objavili jaskyniari až 9. 5. 1981, keď bol prekopaný nános v ponore P1 až k preleziteľnému otvoru, ktorým sa objavitelia dostali do jaskyne (Belička, 1981). Podľa stručného opisu miesta aplikácie v Šilarovej správe a chýbajúcej situáčnej mapky nie je úplne isté, či išlo v rámci stopovacej skúšky o farbenie súčasného hlavného ponoru Ponicej jaskyne P1, alebo vtedy ďalšieho aktívneho ponoru, nachádzajúceho sa v tesnej blízkosti šachty Drienok (ponor ležiaci juhozápadne od ponoru P1 vo vzdialenosti cca 220 m). Zmienku o spojení ponoru P1 s Oraveckou vyvieračkou dokázajú stopovacou skúškou nachádzame bez ďalších podrobností v článku Beličku (1981), ktorý je venovaný objaveniu a opisu Ponicej jaskyne. Druhá zmienka o stopovacej skúške je v správe Droppu (1999) z výskumu Ponického krasu. V spojitosti so stopovacou skúškou z roku 1964 A. Droppa píše, že sfarbená voda z ponoru P1 sa objavila v Oraveckej vyvieračke pri priamej vzdialenosti 1,4 km o 7 hodín. Časový údaj 7 hodín sa v pôvodnej správe J. Šilara neobjavuje, nekorešponduje ani s predpokladaným výpočtom času pri použití známych údajov.

Stopovacia skúška z roku 2015 v hlavnom ponore Ponicej jaskyne P1 jednoznačne potvrdila vzájomné prepojenie ponoru s Oraveckou vyvieračkou, a preukázala tak existenciu jednotného podzemného hydrologického systému spájajúceho dve zatiaľ samostatné

jaskyne. Čas, za ktorý sa stopovač objavil vo vyvieračke (3:15 h), je vzhľadom na prejdenu vzdialenosť krátky, čo indikuje dobrú priechodnosť komunikačných ciest. Priama vzdialenosť obidvoch lokalít na základe zamerania ich GPS súradníc je 1631 m s prevýšením 55 m. Bimodálny charakter prienikovej krivky stopovača s druhým menej výrazným maximom posunutým o 4:30 h je možné vysvetliť pravdepodobnou bifurkáciou vodného toku s rozdielnou dĺžkou, prípadne priechodnosťou transportných ciest. Výrazné dvojité maximum stopovacej látky na vyvieračke sa zistilo aj pri stopovacej skúške z roku 1964. Potvrdenie takéhoto priebehu stopovacej skúšky dokazuje, že aj po 50 rokoch ostávajú hlavné transportné cesty prúdenia podzemnej vody na lokalite zachované a nedochádza k ich výraznejšiemu utesneniu sedimentmi. O bifurkácii hlavného podzemného toku môžeme uvažovať v prípade nízkych aj vyšších stavov výdatností Oraveckej vyvieračky, keďže stará a nová stopovacia skúška boli robené za rozdielnych stavov.

Stopovacia skúška v ponorovom závrte P2 priniesla rovnako pozitívny výsledok na Oraveckej vyvieračke. Výsledky skúšky však poukazujú na rozdielny priebeh prúdenia ponárajúcich sa vôd v tomto závrte. Prieniková krivka stopovacej skúšky má jednoduchý priebeh s jedným zaregistrovaným maximom (unimodálne rozdelenie početnosti). Čas prvého objavenia sa stopovača na vyvieračke po jeho aplikácii bol stanovený na 5 h, s maximom po ďalšej hodine. Napriek kratšej priamej

vzdialenosti (1525 m) bola rýchlosť prúdenia v tejto časti systému menšia. Dôvodom môže byť horšia priechodnosť komunikačných ciest v spojení s menším objemom ponárajúcich sa vôd. Absenciu druhého maxima stopovača na vyvieračke môžeme vysvetliť napojením prírodnej komunikačnej cesty až za prípadnou bifurkáciou hlavného kanála vedúceho od ponoru P1.

Pozitívny výsledok stopovacej skúšky na Oraveckej vyvieračke v prípade ponoru P2 je dôkazom toho, že vo vápencovom podloží lokality existuje širšia sieť krasových kanálov s aktívnym prúdením podzemných vôd a aj pri ďalších lokálnych ponoroch je možné predpokladať ich priame prepojenie s Oraveckou vyvieračkou. Napájanie vyvieračky z viacerých zdrojov dokazuje aj jej rozdielna merná elektrická vodivosť v porovnaní s vodivosťou vôd ponárajúcich sa v ponore P1 a P2 (tab. 2), ako aj rozdiel v známom objeme vôd vstupujúcich do podzemia a celkovej výdatnosti vyvieračky. Výsledky obidvoch stopovacích skúšok potvrdzujú opis predpokladaného prúdenia podzemných tokov na lokalite podaný Slavkayom (1963).

Prameň Malé žriedlo (Kalinovec) podľa výsledkov stopovacích skúšok nie je súčasťou podzemného hydrologického systému spájajúceho Ponickú jaskyňu s Oraveckou vyvieračkou. Ide pravdepodobne o nezávislý prameň odvodňujúci hlavne západnú časť masívu Drienok.

Na základe zistení a výsledkov stopovacích skúšok môžeme záverom konštatovať, že Ponická jaskyňa rovnako ako Oravecká vyvieračka predstavujú z hydrologického hľadiska lokality s vysokým stupňom zraniteľnosti a činnosti, ktoré sa realizujú v ich vodozberných oblastiach, sa môžu negatívne odraziť na existujúcich jaskynných biotopoch. Zvýšené riziko predstavujú hlavne existujúce ponory a ponorové závrty, z blízkosti ktorých je potrebné vylúčiť všetky aktivity potenciálne ohrozujúce kvalitu podzemných vôd (pasienkarstvo, poľnohospodárske aktivity, skládky a pod.).

Podakovanie: Autori ďakujú P. Staníkovi a L. Hraškovi za pomoc pri terénnych prácach, P. Malíkovi a P. Gažíkovi za spracovanie mapových podkladov.

Tab. 2. Výsledky terénnych meraní mernej elektrickej vodivosti (EC) a teploty vody počas stopovacích skúšok
Tab. 2. Field measuring results of specific electric conductivity (EC) and water temperature during tracing tests

Dátum merania	Ponor P1			Ponor P2			Oravecká vyvieračka			prameň Malé žriedlo/Kalinovec		
	t _{vody} (°C)	EC (μS/cm)	Q (l·s ⁻¹)	t _{vody} (°C)	EC (μS/cm)	Q (l·s ⁻¹)	t _{vody} (°C)	EC (μS/cm)	Q (l·s ⁻¹)	t _{vody} (°C)	EC (μS/cm)	Q (l·s ⁻¹)
6. 3. 2015	0,2	152	5	nemerané	nemerané	nemerané	8,4	537	90	8,7	580	16
8. 4. 2015	4,4	154	1	7,5	296	0,2	8,4	526	65	8,8	575	10 až 12

LITERATÚRA

- BELIČKA, Š. 1981. Nová jaskyňa v Ponickom krase. *Spravodaj SSS*, 12, 3, 7–11.
- BUČKOVÁ, M. 1998. Mezozoikum Zvolenskej kotliny a SZ časti Veporských vrchov – rajón MG 078. *Vyhľadávacie prieskum. Záverečná správa*, Geofond Bratislava, 170 s. + 32 príloh.
- DROPPA, A. 1999. *Správa o výskume Ponického krasu. Spravodaj SSS*, 30, 4, 26–29.
- HAVIAŘOVÁ, D. 2008. Monitoring kvality vôd podzemného hydrologického systému Ponicej jaskyne. *Aragonit*, 13, 1, 20–24.
- MAPOVÝ PORTÁL ŠTÁTNÉHO GEOLOGICKÉHO ÚSTAVU DIONÝZA ŠTÚRA BRATISLAVA, 2018. Digitálna geologická mapa v mierke 1 : 50 000 (Online). Dostupné na internete: <http://apl.geology.sk/gm50js/> (prístup 20. 7. 2018)
- MLYNÁRIK, Š. 2006. Činnosť jaskyniarskych skupín a klubov v roku 2005. *Speleoklub Banská Bystrica. Spravodaj SSS*, 37, 1, 15–16.
- POLÁK, M. – FILO, I. – HAVRILA, M. – BEZÁK, V. – KOHÚT, M. – KOVÁČ, P. – VOZÁR, J. – MELLO, J. – MAGLAY, J. – ELEČKO, M. – OLŠAVSKÝ, M. – PRISTAŠ, J. – SIMAN, P. – BUČEK, S. – HÓK, J. – RAKÚS, M. – LEXA, J. – ŠIMON, L. 2003. *Geologická mapa Starohorských vrchov, Čierna a severnej časti Zvolenskej kotliny 1 : 50 000. ŠGÚDŠ, Bratislava.*
- PRISTAŠ, P. 2015. Záverečná správa o výsledku analýzy výskytu bakteriofága H40/1 vo vzorkách vody počas stopovacej skúšky v Ponickom krase. *Záverečná správa, Archív SSI, Liptovský Mikuláš*, 12 s.
- SLAVKAY, M. 1963. *Ponický kras. Slovenský kras*, 4, 57–69.
- ŠILAR, J. 1966. *Zpráva o barvíci zkoušce provedené na Drienku u Ponik u Banské Bystrice. Československý kras*, 19, 69–80.

PREHĽAD NÁLEZOV MIKROSKOPICKÝCH HÚB V ŠTYROCH SPRÍSTUPNENÝCH JASKYNIACH NA SLOVENSKU

Rafał Ogórek¹ – Zuzana Višňovská²

¹ Institute of Genetics and Microbiology, Department of Genetics, University of Wrocław, Przybyszewskiego Street 63/77, 51-148 Wrocław, Poland; rafal-ogorek@wp.pl

² Štátna ochrana prírody SR, Správa slovenských jaskýň, Hodžova 11, 031 01 Liptovský Mikuláš; zuzana.visnovska@ssj.sk

R. Ogórek, Z. Višňovská: Overview of the findings of microscopic fungi in four show caves in Slovakia

Abstract: The paper provides an overview of results of speleomycological research carried out by the both authors in partial cooperation with few other scientific co-workers during the summer of 2014 in four Slovak caves: Driny Cave (Little Carpathians Mts.), Harmanecká Cave (Great Fatra Mts.), Demänovská Ice Cave and Demänovská Cave of Liberty (Low Tatras Mts.). It is a summary of the microfungi findings and the most interesting results from this research, with detailed results presented individually in these publication outputs: Ogórek et al. (2016a, b, c, d, 2018), Ogórek (2018) and Ogórek (2018a, b). All these caves are open to the public. During the research, we studied microfungi in air, on rock surfaces and bat guano inside these caves and in outside air around these caves. The aims of our study were the determination of species and phenotypic diversity of microfungal communities on the named cave substrates, and the quantification of their concentrations. In total, 42 different free-living culturable fungi belonging to Ascomycota (33 species), Basidiomycota (6 species) and Mucoromycota (3 species) were isolated from inside of these four caves. Among of them, several fungal species new for cave ecosystems were probably discovered, e.g. in the indoor air (*Alternaria abundans*, *Arthrinium kogelbergense*, *Bjerkandera adusta*, *Cutaneotrichosporon curvatus*, *Discosia* sp., *Exophiala xenobiotica*, *Fomes fomentarius*, *Fusarium lateritium*, *Microdochium semicola*, *Penicillium aurantiacobrunneum*, *Trametes hirsuta*, and *Trichoderma citrinoviride*), on the rock surfaces inside the caves (*C. curvatus*, *Discosia* sp., *F. fomentarius*, *T. hirsuta*, and *T. citrinoviride*). In general, higher quantity of fungal spores but relatively low number of species, were recorded in an outdoor air in comparison with a cave air. In total, the density of airborne fungi isolated from the indoor air of the caves ranged from 27.4 to 273.0 CFU (colony-forming units) per m³ of air, and from an outdoor air ranged from 391.7 to 1,284.7 CFU/m³. *Cladosporium cladosporioides* and *Penicillium griseofulvum* were the most frequently isolated species from the indoor air of Driny and Harmanecká caves, except in the air of the both caves in Demänovská Valley, where *Cladosporium macrocarpum* or *T. hirsuta* were the most common. Our results show significant differences in the species composition, as well as the abundance of fungal communities isolated from the rock surfaces (limestone) between the caves. The density of epilithic fungi isolated from the four examined caves ranged from 38.3 to 575.1 CFU per cm² of the rock surface. Generally, *C. cladosporioides* and *Aspergillus flavus* were the most frequently cultured species from the rock surfaces in Demänovské Caves, whereas *Penicillium chrysogenum* together with *P. glandicola* or *Clonostachys rosea* var. *rosea* predominated in Driny Cave and Harmanecká Cave, respectively. In the case of Driny Cave, we discovered the active growth of *Penicillium glandicola* on clayey sediments on the walls in an underground site. We proved that a bat guano is very good substrate for the development and survival of fungi in caves. Fungal density achieved from 3,498.3 to 4,720.1 CFU per 1 g of guano in the Harmanecká and Driny caves. In them, *P. glandicola* together with *Mucor hiemalis* predominated on bat guano, as well as in its surrounding air. Despite of few potential human-pathogenic species (e.g. *Aspergillus fumigatus*, *A. flavus*, *Candida albicans*, *Rhodotorula mucilaginosa*, *R. glutinis* var. *glutinis*) being found inside the examined caves, however, fungal air quality of the sites do not pose a health threat to people according to most standards for air fungal contamination (official limits stated as dangerous for the human health inside the caves were not exceeded).

Key words: speleomycology, cave mycobiota, airborne fungi, bat guano, epilithic fungi, Demänovské Caves, Driny Cave, Harmanecká Cave

ÚVOD

Huby (Fungi) sú eukaryotické organizmy s heterotrofným spôsobom obživy, pri ktorom energiu a organické látky nevyhnutne na svoj rast a prežitie získavajú z iných živých alebo mŕtvych organizmov. Ide o rôznorodú skupinu s odhadovanou diverzitou viac ako 1,5 milióna druhov, ktoré zohrávajú kľúčovú úlohu pri udržiavaní jemnej ekologickej rovnováhy na Zemi tým, že pomáhajú recyklovať organickú hmotu (Hawksworth, 2001; Blackwell, 2011). Huby sú nesmierne dôležité aj pre podzemné ekosystémy (Poulson a White, 1969). Podieľajú sa tu na rozklade prítomného materiálu živočíšneho alebo rastlinného pôvodu, pritom samy slúžia ako zdroj potravy pre mnohé jaskynné bezstavovce, niektoré prispievajú k biologickej degradácii hornín alebo môžu predstavovať biologickú hrozbu pre ľudí a živočíchy ako parazity a patogény (Barton a Northup, 2007; Kokurewicz et al., 2016; Nováková, 2017a).

Napriek tomu, že podzemné ekosystémy predstavujú veľmi špecifické prostredie, spravid-

la chudobné na živiny a vyznačujúce sa stálym nedostatkom až absenciou slnečného žiarenia a v našich, stredoeurópskych podmienkach aj relatívne nízkou teplotou vzduchu (Kováč et al., 2014), mnohé jaskyne vzhľadom na stabilné mikroklimatické podmienky a vysokú vlhkosť poskytujú veľmi vhodné podmienky na trvalejší výskyt a rozvoj mikroskopických húb (Nováková, 2008a, 2017a; Seman a Dršková, 2015). Tie sú v podzemí prítomné prevažne vo forme neaktívnych výtrusov (spóry), ktoré môžu byť do jaskyne alebo v rámci jaskynných priestorov prenášané a rozširované vodou, vzdušnými prúdmi, živočíchmi, ako sú netopiere a článkonožce, alebo samotnými návštevníkmi jaskýň (Bastian et al., 2010; Griffin et al., 2014; Ogórek et al., 2014; Kokurewicz et al., 2016). Na vhodných substrátoch je možné pozorovať ich aktívny rast vo forme makroskopických kolónií, resp. nárastov mycélia (podhubia) tvoreného spleťou drobných vlákien (hýfy), zriedkavo aj s vytvorením plodnice. Deje sa tak na exkrementoch a kadáveroch živočíchov, rastlinných zvyškoch, ako aj na povrchu tiel živočíchov zimujúcich v jaskyniach (napr. entomopatogénne huby na

hmyze), prípadne na rôznych vlhkých sedimentoch a tvrdých jaskynných podkladoch s prítomnosťou detritu, humusu alebo iných zvyškov organického pôvodu (Kubátová a Dvořák, 2005; Nováková, 2009, 2017a; Martín-Sánchez et al., 2012; Kováč et al., 2014).

Cieľom mykologického výskumu, ktorý realizovali autori v čiastočnej spolupráci s ďalšími vedeckými pracovníkmi z Poľska (Mariusz Dyła, Bartosz Kozak, Agnieszka Lejman, Dariusz Zalewski) a zo Slovenska (Dana Tančinová), bolo získať aktuálne údaje o druhovej skladbe a kvantitatívnom zastúpení mikroskopických húb na vopred vytypovaných typoch substrátov v Demänovskej jaskyni slobody, Demänovskej ľadovej jaskyni, Harmaneckej jaskyni a jaskyni Driny a v ich okolí vonkajšom prostredí. Predložený príspevok poskytuje súhrnný prehľad najvýznamnejších poznatkov a zaujímavých zistení z výskumu na menovaných lokalitách v letnom období 2014, pričom v detailnej podobe sú predmetné výsledky prezentované jednotlivo v týchto publikačných výstupoch: Ogórek et al. (2016a, b, c, d, 2018), Ogórek (2018a, b).

Tab. 1. Základná charakteristika skúmaných lokalít / Tab. 1. Basic characteristics of the examined sites

Názov jaskyne / Name of cave	Nadmorská výška vchodu (m n. m.) / Altitude of entrance (m a. s. l.)	Dĺžka jaskyne (Dĺžka prehliadkovej trasy) / Length of cave (Path for visitors)	Priemerná teplota a vlhkosť vzduchu / Average air temperature and humidity	Výskyt netopierov (maximálna početnosť) / Occurrence of bats (maximum abundance)	Počet návštevníkov v roku 2014 / Number of visitors in 2014	Počet návštevníkov v júni a júli 2014 / Number of visitors in June and July 2014
Demänovská ľadová jaskyňa	840	2445 m (650 m)	-0,7 – 5,8 °C 92 – 98 %	početný zimný, rozptýlený (cca 500 ex.)	70 769	8372 (jún) 23 874 (júl)
Demänovská jaskyňa slobody	870	11 117 m (2150 m)	6,1 – 7,0 °C 94 – 99 %	málopočetný zimný, rozptýlený (cca 50 ex.)	111 261	11 973 (jún) 22 540 (júl)
Driny	399	680 m (450 m)	5,6 – 7,8 °C 92 – 97 %	početný, tvorba zimných kolónií (cca 300 ex.)	31 859	7577 (jún) 7530 (júl)
Harmanecká jaskyňa	821	3216 m (1020 m)	5,8 – 6,4 °C 94 – 97 %	veľmi početný, tvorba zimných kolónií (cca 1400 ex.)	17 425	3229 (jún) 4662 (júl)
Zdroj údajov / Data source	Bella (2003)	Tencer (2016); www.ssj.sk/jaskyne	Bella (2003); Višňovská et al. (2007)	Višňovská, orig.; Lehotská a Lehotský (2017); Lehotská et al. (2011)	Nudzíková a Laurincová (2015)	Nudzíková a Laurincová (2015)

V predchádzajúcom období mykobiotu na spomínaných lokalitách bližšie študovali napr. Laichmanová (2009) a Seman et al. (2009), ktorí poskytujú výsledky analýz mikrobiálnych spoločenstiev prítomných na mäkkom sintri (angl. moonmilk) v Harmaneckej jaskyni, Demänovskej jaskyni slobody a Demänovskej jaskyni mieru (jaskyňa geneticky prepojená s Demänovskou ľadovou jaskyňou a Demänovskou jaskyňou slobody v rámci Demänovského jaskynného systému). Nováková a Janoušková (2012) hodnotia štruktúru mykocenóz na rôznych typoch substrátov v Harmaneckej jaskyni a Nováková a Dymáčková (2011) v Demänovskej jaskyni mieru. Nováková (2017b) stručne informuje o mykologickom výskume ľadových výplní a okolitého ovzdušia v Demänovskej ľadovej jaskyni, konkrétne výsledky však neuvádza. V iných sprístupnených jaskyniach Slovenska sa detailnejšiemu výskumu mikroskopických húb venovala najmä Nováková (2004, 2005, 2006, 2008b, 2009, 2012c, 2017b).

MATERIÁL A METÓDY

Demänovská ľadová jaskyňa a Demänovská jaskyňa slobody sa nachádzajú v Demänovskej doline na severnej strane Nízkych Tatier (k. ú. Demänovská Dolina, okr. Liptovský Mikuláš) a obe sú súčasťou vyše 41 km dlhého Demänovského jaskynného systému (Herich, 2017). Jaskyňa Driny je situovaná v Smolenickom krase v Malých Karpatoch (k. ú. Smolenice, okr. Trnava) a Harmanecká jaskyňa v doline Harmanca v južnej časti Veľkej Fatry (k. ú. Dolný Harmanec, okr. Banská Bystrica). Všetky jaskyne boli vytvorené v druhohorných vápencoch pozdĺž tektonických porúch prevažne činnosťou ponorných vodných tokov (Demänovské jaskyne) alebo koróziou atmosférických, resp. podzemných vôd (Driny, Harmanecká jaskyňa) a vyznačujú sa bohatou sintrovou výplňou; Demänovská ľadová jaskyňa ako jediná z nich má časť vnútorných priestorov trvalo alebo sezónne zaľadnenú a iba Demänovská jaskyňa slobody má vo svojich priestoroch aktívny vodný tok (Bella, 2003). Uvedené lokality s výnimkou Demänovskej jaskyne slobody patria k najvýznamnejším zimoviskám netopierov na Slovensku, predovšetkým druhov *Myotis myotis* (Harmanecká

jaskyňa), *Myotis mystacinus*, *Myotis brandtii*, *Eptesicus nilssonii* (Demänovská ľadová jaskyňa) a *Rhinolophus hipposideros* (Driny) (Lehotská et al., 2011). Ide o podzemné lokality sprístupnené pre verejnosť, pričom v Harmaneckej jaskyni a jaskyni Driny bola celková návštevnosť v roku 2014 s počtom okolo 17 000 až 32 000 návštevníkov rádovo nižšia v porovnaní s Demänovskou ľadovou jaskyňou a Demänovskou jaskyňou slobody, kde ročná návštevnosť presiahla 70 000, resp. 111 000 osôb (tab. 1; Nudzíková, 2014; Nudzíková a Laurincová, 2015).

Vzorky mikroskopických húb sme odobrali jednorazovo v júni 2014 v Demänovskej ľadovej jaskyni (v skratke DĽJ) a Demänovskej jaskyni slobody (DJS), resp. v júli 2014 v jaskyni Driny (JD) a Harmaneckej jaskyni (HJ), a to z niekoľkých stanovísk pozdĺž prehliadkového chodníka vo vnútorných priestoroch každej jaskyne a z okolitého ovzdušia pred vchodmi do jaskýň. Na odber vzoriek zo vzduchu sa použil aeroskop „Air Ideal 3P“ od výrobcu bioMérieux (obr. 1). Na stery z tvrdých jaskynných povrchov sa použili sterilné tampóny

navlhčené vo fyziologickom roztoku chloridu sodného (0,85 % NaCl) a vzorky netopierieho guána boli pomocou sterilných klieští vložené do sterilných odberových vrecúšok a transportované za chladových podmienok (prenosný chladiaci box) do laboratória. Huby boli izolované na agarovom médiu s obsahom zemiakového extraktu a glukózy (PDA, Biocorp) a kultivované prevažne na identifikáciu, okrem iného na agarových médiách PDA, so sladivým výťažkom (MEA, Biocorp), Czapek-Dox (1,2 % agar, Biocorp) a tiež dvoch médiách s kvasinkovým extraktom, peptónom a glukózou (YPG) a Czapek s kvasničným autolyzátom (CYA), vyrobených podľa metodiky Ogórek et al. (2016a). V niektorých prípadoch boli huby determinované kombináciou klasických fenotypových a molekulárných metód (Ogórek et al., 2016a, b, c, d, 2018; Ogórek, 2018a). Na hodnotenie kvantitatívneho zastúpenia mikroskopických húb sa použili štandardizované jednotky pre početnosť, resp. hustotu taxónov húb vyjadrujúce počet CFU (z angl. Colony Forming Units, t. j. kolóniu tvoriace jednotky) v 1 m³ v prípade koncentrácie spór



Obr. 1. Aktívne nasávanie vzduchu aeroskopom, Harmanecká jaskyňa. Foto: Z. Višňovská
Fig. 1. Active aspiration of air using an aeroscope, Harmanecká Cave. Photo: Z. Višňovská

Tab. 2. Mikroskopické huby izolované z vonkajšieho ovzdušia (OA), jaskynného ovzdušia (IA) a z tvrdých povrchov (R), tmavej škvrny na ílovitom sedimente na jaskynnej stene (DS), guána netopierov (G) a zo vzduchu v blízkosti guána (AG) vo vnútri jaskýň. Zdroj údajov: Ogórek et al. (2016a, b, c, d, 2018), Ogórek (2018a, b). Vysvetlivky: Čísła 1 až 5 pri jednotlivých druhoch znamenajú kvantitatívny podiel druhu (vyjadrený v percentách) na celkovej početnosti mykocenózy na danom substráte: 1 (0 – 10 %), 2 (10 – 20 %), 3 (20 – 40 %), 4 (40 – 60 %), 5 (60 – 100 %)

Tab. 2. Microscopic fungi isolated from outside air (OA) and inside air (IA) of the caves, and from rock surfaces (R), dark stain on clayey sediments on the cave walls (DS), bat guano (G) and air around bat guano (AG) inside the caves. Data source: Ogórek et al. (2016a, b, c, d, 2018), Ogórek (2018a, b). Explanatory notes: The numbers 1 to 5 for each species mean the quantitative representation of this species (expressed in percentage) on the mycocenosis total abundance on the substrate: 1 [0 – 10 %], 2 [10 – 20 %], 3 [20 – 40 %], 4 [40 – 60 %], 5 [60 – 100 %]

Taxóny húb / Fungi taxa	Jaskyňa Driny / Driny Cave						Harmanecká jaskyňa / Harmanecká Cave					Demänovská ľadová jaskyňa / Demänovská Ice Cave			Demänovská jaskyňa slobody / Demänovská Cave of Liberty		
	OA	IA	R	DS	G	AG	OA	IA	R	G	AG	OA	IA	R	OA	IA	R
MUCOROMYCOTA																	
<i>Absidia glauca</i>										1	1						
<i>Mucor hiemalis</i>		1	1		4	3				1	1		1	1			
<i>Rhizopus stolonifer</i>			1		1			1		1	1						
ASCOMYCOTA																	
<i>Alternaria abundans</i>													1	1			
<i>Alternaria alternata</i>	1	1				1	1	2	1								
<i>Arthrinium kogelbergense</i>												1	1				
<i>Aspergillus elegans</i>																1	1
<i>Aspergillus flavus</i>																2	4
<i>Aspergillus foetidus</i>					1					1	1						
<i>Aspergillus fumigatus</i>		1	1		1	1		1	1								
<i>Aspergillus niger</i>	1							1				1	2	1		2	1
<i>Botrytis cinerea</i>							3	2			1	1	2	1	2		
<i>Candida albicans</i>		1	1					1	1								
<i>Cladosporium cladosporioides</i>	5	4					4	1	2			2	2	4		1	1
<i>Cladosporium herbarum</i>	1	1				1					1	5	2	3			
<i>Cladosporium macrocarpum</i>													1		3	3	
<i>Discosia</i> sp.													1		1	1	2
<i>Epicoccum nigrum</i>	2	1				1	1	2			1		1				
<i>Exophiala xenobiotica</i>																1	2
<i>Fusarium equiseti</i>		1															
<i>Fusarium lateritium</i>															1	1	
<i>Clonostachys rosea</i> var. <i>rosea</i>								1	4		1						
<i>Microdochium seminicola</i>													1		1	1	
<i>Penicillium aurantiacobrunneum</i>															2	1	
<i>Penicillium brevicompactum</i>												1	1	1	1	1	
<i>Penicillium chrysogenum</i>		1	4		1	1	1	1	3	1	1						
<i>Penicillium commune</i>													1				
<i>Penicillium crustosum</i>												1	1	1		1	1
<i>Penicillium glandicola</i>		1	3	5	3	4				5	4						
<i>Penicillium lanosocoeruleum</i>								1			1						
<i>Penicillium roseopurpureum</i>							1	1		1							
<i>Penicillium griseofulvum</i>	1	3				1	1	3			1						
<i>Phoma fimeti</i>		1				1											
<i>Trichoderma citrinoviride</i>																1	1
<i>Trichoderma harzianum</i>			1														
<i>Trichoderma longibrachiatum</i>													1				
BASIDIOMYCOTA																	
<i>Bjerkandera adusta</i>															2	2	1
<i>Coprinellus disseminatus</i>															1		
<i>Cutaneotrichosporon curvatus</i>													1			1	1
<i>Fomes fomentarius</i>												1	1	1			
<i>Phlebiopsis gigantea</i>															1		
<i>Rhodotorula glutinis</i> var. <i>glutinis</i>		1						1		1							
<i>Rhodotorula mucilaginosa</i>		1	1					1									
<i>Trametes hirsuta</i>												1	3	1			
Počet druhov / Σ species	6	14	8	1	6	9	7	15	6	8	12	9	18	10	10	15	10
	6	17					7	20				9	18		10	15	

húb izolovaných zo vzduchu, počet CFU v 1 g v prípade izolátov z guána netopierov a počet CFU na 1 cm² v prípade izolátov z tvrdých jaskynných povrchov.

V tomto príspevku používame názvy taxónov húb podľa medzinárodnej databázy MycoBank a dostupných mykologických monografií. Pri konfrontácii našich výsledkov s citovanou literatúrou sme brali do úvahy aj tieto staršie názvy, resp. synonymá druhov (v zátvorkách): *Alternaria abundans* (*Embellisia abundans*), *Clonostachys rosea* var. *rosea* (*Gliocladium roseum*), *Cutaneotrichosporon curvatus* (*Cryptococcus curvatus*), *Penicillium griseofulvum* (*Penicillium urticae*), *Penicillium lanosocoeruleum* (*Penicillium aurantiogriseum*), *Pseudogymnoascus destructans* (*Geomyces destructans*), *Rhodotorula mucilaginosa* (*Rhodotorula rubra*).

VÝSLEDKY A DISKUSIA

Počas speleomikologického výskumu v letnom období 2014 sme v Demänovskej ľadovej jaskyni, Demänovskej jaskyni slobody, jaskyni Driny, Harmaneckej jaskyni a ich vonkajšom okolí zaznamenali celkovo 44 druhov mikroskopických húb (tab. 2), patriacich do taxonomických skupín Ascomycota (33 druhov), Basidiomycota (8 druhov) a Mucoromycota (3 druhy). Vo vzorkách z vonkajšieho ovzdušia pri jaskyniach sa identifikovalo 22 rôznych druhov a z jaskynného ovzdušia 39 druhov, 26 druhov z tvrdých jaskynných povrchov, 1 druh z tmavých škvrn na ílovitých sedimentoch na jaskynných stenách, 9 druhov z trusu netopierov (guáno) a 15 druhov z jaskynného ovzdušia v blízkosti guána (Ogórek et al., 2016a, b, c, d, 2018; Ogórek (2018a, b). Z hľadiska druhového zloženia ide najčastejšie o zástupcov rodov *Cladosporium*, *Penicillium* a *Aspergillus*, pričom niektorí z nich dominovali na rôznych typoch substrátov aj z kvantitatívnej stránky, predovšetkým *Cladosporium cladosporioides* (obr. 2c), *C. herbarum* a *Penicillium glandicola* (obr. 3). Sú to druhy vláknitých húb s kozmopolitným rozšírením, bežne sa vyskytujúce vo vzduchu, na pevných podkladoch i vodnej hladine, respektíve termotolerantné druhy schopné rastu v širokom teplotnom rozpätí. Medzi jednotlivými lokalitami však evidujeme rozdiely v celkovej štruktúre mykocenózy. Komunita mikroskopických húb v každej z oboch demänovských jaskýň je výrazne odlišná od mykobioty jaskyne Driny a Harmaneckej jaskyne, v širšom zmysle možno povedať, že až špecifická, keďže v jaskynnom ovzduší či na rôznych pevných substrátoch sa tu podarilo zachytiť viacero zaujímavých druhov, vzácných alebo dosiaľ neznámych pre subteránne ekosystémy, menovite *Bjerkandera adusta*, *Exophiala xenobiotica*, *Fusarium lateritium*, *Penicillium aurantiacobrunneum*, *Trichoderma citrinoviride* (Demänovská jaskyňa slobody), *Alternaria abundans*, *Arthrinium kogelbergense*, *Fomes fomentarius*, *Trametes hirsuta* (Demänovská ľadová jaskyňa) a v oboch jaskyniach *Cutaneotrichosporon curvatus*, *Discosia* sp. a *Micrdochium seminicola* (obr. 2; sensu Nováková, 2012a; Nováková et al., 2012; Vanderwolf et al., 2013; Kováč et al., 2014 a ďalší). Na

Tab. 3. Početnosť mikroskopických húb izolovaných z vonkajšieho ovzdušia (OA), jaskynného ovzdušia (IA) a z tvrdých povrchov (R), guána netopierov (G) a zo vzduchu v blízkosti guána (AG) vo vnútri jaskýň. Hodnoty vyjadrujú počet jednotiek tvoriacich kolóniu (CFU) v stanovenej mernej jednotke objemu (m³), plochy (cm²) alebo hmotnosti (g). V rámci jaskyne je uvedený rozsah hodnôt z niekoľkých odberných stanovišť. Zdroj dát: Ogórek et al. (2016a, b, c, 2018), Ogórek (2018a, b).

Tab. 3. The abundance of microscopic fungi isolated from outside air (OA) and inside air (IA) of the caves, and from rock surfaces (R), bat guano (G) and air around bat guano (AG) inside the caves. The values represent the number of CFUs in given units of volume (m³), area (cm²) or weight (g). This is a range of values from several sampling points in each cave. Data source: Ogórek et al. (2016a, b, c, 2018), Ogórek (2018a, b).

Názov jaskyne / Name of cave	CFU · m ⁻³		CFU · cm ⁻²	CFU · g ⁻¹	CFU · m ⁻³
	OA	IA	R	G	AG
Driny	1284,7	89,6 – 217,5	38,3 – 301,7	4720,1	175,7
Harmanecká jaskyňa	810,5	27,4 – 128,5	45,0 – 123,8	3498,3	211,3
Demänovská ľadová jaskyňa	755,0	47,0 – 273,0	238,7 – 575,1	not studied	
Demänovská jaskyňa slobody	391,7	86,7 – 126,7	88,6 – 347,0	not studied	

druhej strane vo vzorkách z menovaných demänovských jaskýň absentovali druhy, ktoré v ostatných dvoch jaskyniach patrili medzi frekventované a dominantné zložky miestnych mykocenóz (*Penicillium glandicola*, *P. chrysogenum*, *P. griseofulvum*). Medzi samotnými demänovskými jaskyňami takýto prípad nastal predovšetkým u druhov *Aspergillus flavus*, *C. herbarum* a *T. hirsuta* (tab. 2).

Relatívne vysokú vzájomnú zhodu v druhovej skladbe (= cca 65 %) preukazujú mykocenózy Harmaneckej jaskyne a jaskyne Driny, aj keď geograficky sú od seba vzdialené cca 130 km. Ide o lokality s početným, agregovaným výskytom netopierov v zimnom období a prezenciou menších depozitov guána, ktoré však v porovnaní napríklad s jaskyňou Domica (výskyt guánových kôp) sú pomerne nepatrné, keďže tu absentujú letné kolónie netopierov. Tieto jaskyne spolu mali až 17 druhov (prevažne izoláty z guána a jeho okolia), ktoré sme nezistili v Demänovských jaskyniach (tab. 1, 2).

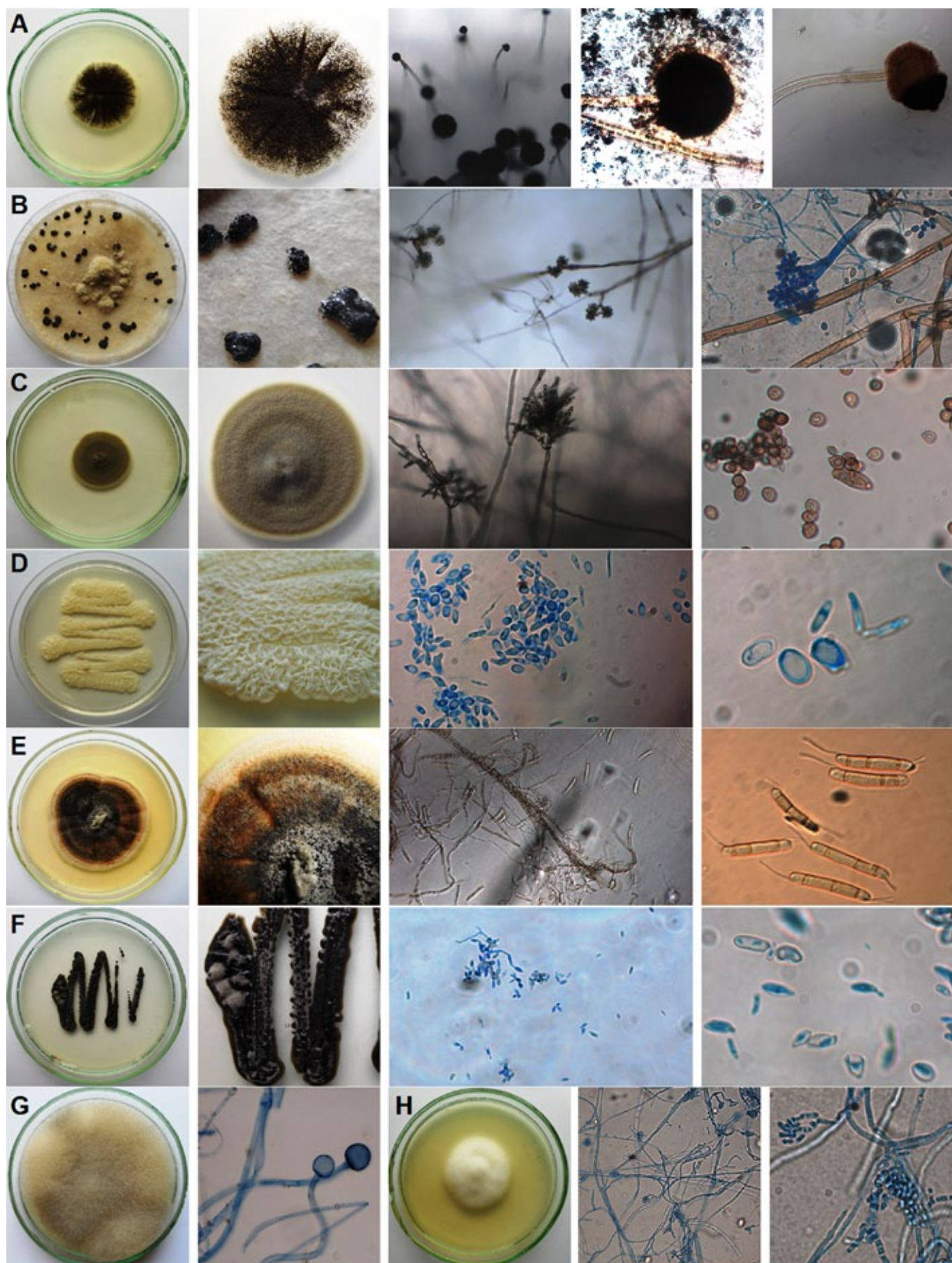
Harmanecká jaskyňa mala zo všetkých skúmaných lokalít evidentne najnižšie hodnoty hustoty hubových nárastov na tvrdých jaskynných povrchoch a koncentrácie spór húb v jaskynnom ovzduší (tab. 3). Táto jaskyňa v porovnaní s ostatnými troma lokalitami je svojou polohou v horskom prostredí mimo hlavných trás turistického ruchu a najnižšou ročnou návštevnosťou relatívne najmenej atakovaná zo strany človeka, na druhej strane je to biotop s najpočetnejším výskytom netopierov v zimnom období a prezenciou guána, čo umožňuje na niektorých miestach v jaskyni veľmi bohatý rozvoj húb práve na tomto organickom substráte (tab. 1, 3).

HUBY V JASKYNOM A VONKAJŠOM OVZDUŠÍ

Jaskynné ovzdušie obsahuje menšie alebo väčšie množstvo rôznych častíc pochádzajúcich zo živých organizmov (peľové zrnká, semená rastlín, prach, úlomky srsti zvierat alebo chlupov ľudí, ich výlučky) a samotné organizmy mikroskopických rozmerov (drobné bezstavovce, huby, baktérie, vírusy). Súborne ich označujeme pojmom bioaerosól. Do ovzdušia sa mikroorganiz-

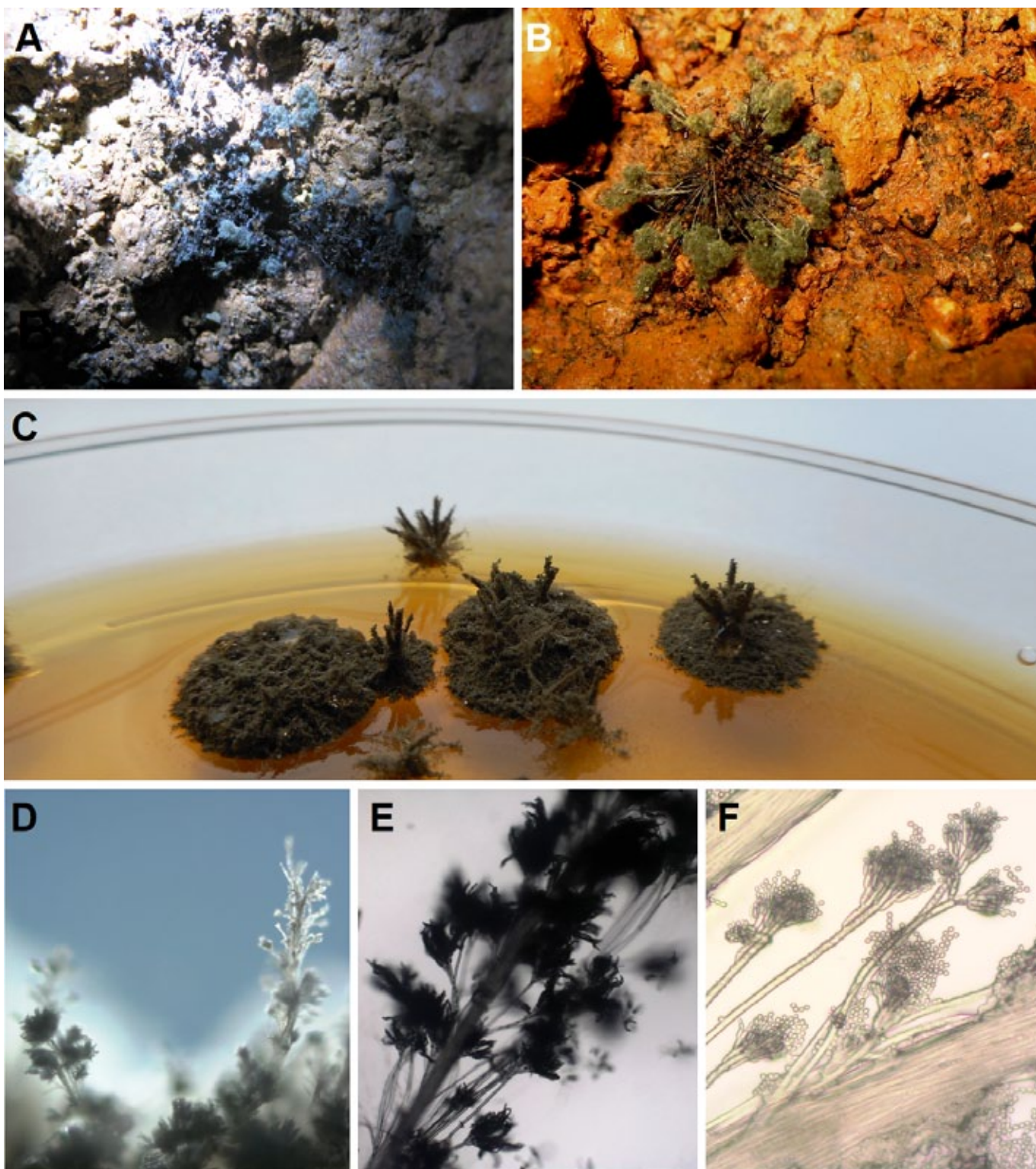
my dostávajú disperziou z miesta ich rastu, resp. kolonizácie povrchov (Šimonovičová et al., 2013). Výskum „vzdušnej“ mykobioty, v odbornej zahraničnej terminológii známej ako aeromycota, resp. airborne fungi (v preklade: huby prenášané vzduchom), sme uskutočnili vo všetkých štyroch jaskyniach (Ogórek et al., 2016c, d, 2018; Ogórek, 2018b).

Spoločenstvá mikroskopických húb (ich spór) vo vonkajšom ovzduší pred vchodmi do jaskýň boli na všetkých štyroch lokalitách kvalitatívne chudobnejšie, bolo to zhruba o 35 až 55 % menej druhov, ako sa zistilo v jaskynnom ovzduší (tab. 2). Neevidovali sa pritom výraznejšie rozdiely v druhovom spektre medzi jaskynným a vonkajším ovzduším: takmer všetky druhy zachytené vonku pred jaskyňami boli zároveň vo väčšej alebo aspoň minimálnej koncentrácii prítomné aj priamo v jaskyniach. Väčšina druhov húb izolovaných z ovzdušia predmetných jaskýň je pomerne bežnou súčasťou bioaerosólu v subteránnych biotopoch. Najčastejšie ide o nepohľavné spóry (konídie) zástupcov kozmopolitných rodov *Cladosporium*, *Penicillium* alebo *Aspergillus*, niektoré z nich zároveň dominovali aj z kvantitatívnej stránky, čo korešponduje so závermi výskumov z iných podzemných ekosystémov v Európe (Nováková, 2009; Docampo et al., 2011; Vanderwolf et al., 2013 a ďalší). Najčastejšie izolovanými druhmi vo vzorkách vzduchu z rôznych častí prehliadkovej trasy v jaskyni Driny boli askomycétné huby *Cladosporium cladosporioides* (v jaskyni celkovo eudominantný) a *Penicillium griseofulvum* (frekventovaný a miestami početnejší); v Harmaneckej jaskyni frekventované a lokálne dominantné boli *P. griseofulvum*, *Epicoccum nigrum*, *Alternaria alternata* a vo vstupnej časti jaskyne aj *Botrytis cinerea* (obr. 2b), kým v Demänovskej jaskyni slobody na všetkých odberných stanovištiach prevládala *Cladosporium macrocarpum* a v Demänovskej ľadovej jaskyni celkovo najpočetnejší bol bazídiomycétny druh *Trametes hirsuta*. Na druhej strane konídie *Cladosporium herbarum* výrazne dominovali vo vzorkách z vonkajšieho ovzdušia pred vchodmi do Demänovskej ľadovej jaskyne, konídie *C. macrocarpum* pri Demänovskej jaskyni slobody a *C. cladosporioides* v prípade ostatných dvoch jaskýň. Tieto druhy sú považované



Obr. 2. Makroskopický a mikroskopický vzhľad vybraných druhov húb izolovaných zo skúmaných jaskýň, 7-dňové (A, C, G, H) alebo 21-dňové kultúry (B, D, E, F) pri 25 °C na PDA médiu: A – *Aspergillus niger*, B – *Botrytis cinerea*, C – *Cladosporium cladosporioides*, D – *Cutaneotrichosporon curvatus*, E – *Discosia* sp., F – *Exophiala xenobiotica*, G – *Mucor hiemalis*, H – *Trametes hirsuta*. Foto: R. Ogórek

Fig. 2. Macroscopic and microscopic appearance of selected fungi species isolated from the studied caves, 7-day-old (A, C, G, H) or 21-day-old cultures (B, D, E, F) at 25 °C on PDA medium: A – *Aspergillus niger*, B – *Botrytis cinerea*, C – *Cladosporium cladosporioides*, D – *Cutaneotrichosporon curvatus*, E – *Discosia* sp., F – *Exophiala xenobiotica*, G – *Mucor hiemalis*, H – *Trametes hirsuta*. Photo: R. Ogórek



Obr. 3. Druh *Penicillium glandicola* izolovaný z tmavých škvrn na ílovitých sedimentoch na stenách v jaskyni Driny: A, B – huba v prirodzenej polohe na stene vnútri jaskyne, C – 28-dňová kultúra pri 8 °C na PDA médiu, D, E, F – 7-dňová kultúra pri 25 °C na PDA médiu pod optickým mikroskopom. Foto: R. Ogórek
 Fig. 3. The species of *Penicillium glandicola* isolated from dark stains on clayey sediments on the walls in Driny Cave: A, B – fungus in a natural arrangement found on the wall inside the cave, C – 28-day-old culture at 8 °C on PDA medium, D, E, F – 7-day-old culture at 25 °C on PDA medium under the optical microscope. Photo: R. Ogórek

za typické „airborne“ mikromycéty s hojným výskytom vo vonkajšom ovzduší (Nováková a Dymáčková, 2011).

Najbohatšie druhové spektrum mikroskopických húb sa zistilo v ovzduší Demänovskej ľadovej jaskyne (celkovo 18 druhov). Súčasťou tohto spoločenstva boli aj spóry druhov *Alternaria abundans*, *Arthrinium kogelbergense*, *Cutaneotrichosporon curvatus*, *Discosia* sp., *Fomes fomentarius*,

Microdochium seminicola a *T. hirsuta*, ktorých nálezy v jaskynnom ovzduší dosiaľ neboli známe (sensu Nováková, 2006, 2009, 2012a, b; Vanderwolf et al., 2013 a ďalší). Z rovnakého dôvodu si v Demänovskej jaskyni slobody, okrem už spomínaných druhov *C. curvatus*, *Discosia* sp. a *M. seminicola*, pozornosť zaslúžia druhy *Bjerkandera adusta*, *Exophiala xenobiotica*, *Fusarium lateritium*, *Trichoderma citrinoviride*, ako aj

nález nedávno opísaného druhu *Penicillium aurantiacobrunneum*, dosiaľ známeho iba z ovzdušia jednej továrne v Dánsku a z pôdných substrátov na Novom Zélande a v Čile (Houbraken et al., 2011). Je nateraz otáznе vysvetliť taký vysoký počet druhov nových pre podzemie práve v ovzduší demänovských jaskýň. Domnievame sa, že významnú úlohu pri zavlečení spór týchto, ale i ostatných druhov húb do jaskynného ovzdušia tu

zohráva antropogénny faktor (vysoký počet návštevníkov) v kombinácii s výraznejším prúdením vzduchu medzi vonkajším a jaskynným prostredím a početnejším výskytom netopierov (predovšetkým v Demänovskej ľadovej jaskyni).

Ďalšie zaujímavé zistenia ponúka vzájomné porovnanie taxonomickej štruktúry „vzdušnej“ mykobioty medzi Demänovskou ľadovou jaskynňou (Ogórek et al., 2018), Demänovskou jaskynňou slobody (Ogórek, 2018b) a s nimi susediacou Demänovskou jaskynňou mieru, kde v roku 2011 výskyt húb v ovzduší preskúmali Nováková a Dymáčková (2011). Napriek tomu, že tieto jaskyne sú súčasťou toho istého podzemného systému, preukázali sa takmer odlišné mykocenózy bez jediného nálezu druhov spoločných pre všetky tri jaskyne. Zhodné nálezy evidujeme iba v prípade dvoch druhov (*Mucor hiemalis*, *Penicillium commune*) medzi Demänovskou ľadovou jaskynňou a Demänovskou jaskynňou mieru a ôsmich druhov medzi Demänovskou ľadovou jaskynňou a Demänovskou jaskynňou slobody (tab. 2) zo súhrnného počtu 37 druhov mikroskopických húb dosiaľ známych z vnútorného ovzdušia tohto jaskynného systému.

V prípade Harmaneckej jaskyne sa druhové spektrum húb vo vzorkách vzduchu získaných odberom pomocou aeroskopu pri našom výskume v júli 2014, t. j. v čase hlavnej turistickej sezóny, výrazne líši od výsledkov predchádzajúceho výskumu Novákovovej a Janouškovskej (2012), ktoré tu skúmali druhové spektrum húb v ovzduší pomocou sedimentačnej izolačnej metódy (bez použitia aeroskopu) v apríli 2012 (v čase uzávery pre verejnosť). Celkový počet izolátov mikroskopických húb z ovzdušia jaskyne predstavoval 26 taxónov v roku 2012 (bez izolátov sterilných mycélií) a 20 druhov v roku 2014. Z taxonomického hľadiska sa v oboch výskumoch prekvapivo zhodujú iba nálezy druhov *Alternaria alternata*, *C. cladosporioides*, *P. chrysogenum*, *C. herbarum* a *M. hiemalis* (obr. 2g). Ďalších 31 taxónov sa zaznamenalo v ovzduší iba pri prvom alebo pri druhom výskume. Prípady z tejto lokality, ale i spomínaných demänovských jaskýň len potvrdzuje, aké dôležité pri výskume mykocenóz v podzemných biotopoch, obzvlášť v sprístupnených jaskyniach, je monitorovať ich celkovú štruktúru viacerými metódami výskumu a dlhodobejšie, resp. opakovaním odberov, s prihliadnutím na rôzne klimatické podmienky (ročné obdobia, zmeny počasia), rôzne antropogénne vplyvy (obdobie plnej prevádzky/obdobie uzávery pre verejnosť, ľudské aktivity iného charakteru), ako aj procesy prebiehajúce vnútri jaskýň (napr. zmeny v prúdení vzduchu, výskyt/absencia netopierov) a podobne (napr. Borda et al., 2009; Nováková, 2012c; Ogórek et al., 2014; Kokurewicz et al., 2016).

Koncentrácia spór húb izolovaných z vonkajšieho ovzdušia pred vchodmi do štyroch jaskýň dosahovala hodnoty od 391,7 do 1284,7 CFU/m³ a vo vnútornom ovzduší jaskýň sa pohybovala od 27,4 do 273,0 CFU/m³ (tab. 3). To znamená, že počet hubových spór vo vonkajšom ovzduší bol rádovo cca 3- až 30-krát vyšší ako na ktoromkoľvek skúmanom stanovišti priamo v jaskyniach (Ogórek et al.,

2016c, d, 2018; Ogórek, 2018b). Podobné zistenia o početnejšom zastúpení spór húb vo vonkajšom ovzduší v porovnaní s jaskynným sú známe z mnohých iných podzemných lokalít (napr. Nováková, 2008b, 2009; Kováč et al., 2014; Puszt et al., 2015).

V interiéri Demänovskej ľadovej jaskyne boli najvyššie hodnoty koncentrácie hubových spór v ovzduší namerané na stanovištiach pri vchode a východe z jaskyne (198,3 a 273,0 CFU/m³), rovnako aj v Harmaneckej jaskyni v jej vstupnej sieni Izbica (128,5 CFU/m³), a smerom ďalej do koncových jaskynných častí bola ich početnosť výrazne nižšia (v rozmedzí 47,0 – 75,0 CFU/m³ v DĽJ a 27,4 – 68,6 CFU/m³ v HJ). Podobne nízku početnosť húb v ovzduší Harmaneckej jaskyne, za vstupným uzáverom v rozmedzí 12,4 – 66,5 CFU/m³, zaznamenali aj Nováková a Janoušková (2012). Nízku početnosť húb vo vnútornom ovzduší Harmaneckej jaskyne by mohla podmieňovať relatívna izolovanosť jaskyne od vonkajšieho prostredia (menší vplyv antropogénneho faktora – celkovo nižšia návštevnosť jaskyne oproti ostatným sprístupneným jaskyniam, poloha v horskom prostredí vo vyššej nadmorskej výške, stála mikroklima s výnimkou vstupnej časti), a v ovzduší Demänovskej ľadovej jaskyne pravdepodobne najviac špecifická mikroklima (nízka priemerná teplota vzduchu, trvalé zaťaženie časti jej priestoru). Odlišnú situáciu sme zaznamenali v Demänovskej jaskyni slobody a jaskyni Driny, kde koncentrácia spór bola približne rovnaká, alebo dokonca vyššia na stanovištiach vo vnútorných priestoroch (celkovo medzi 86,7 – 126,7 CFU/m³ v DJS a 89,6 – 217,5 CFU/m³ v JD) ako vo vstupných partiách blízko povrchu (103,3 CFU/m³ v DJS a 149,3 CFU/m³ v JD).

Nami zistená maximálna početnosť húb (medzi 126 až 273 CFU/m³) v ovzduší vybraných priestorov na prehliadkovej trase v jaskyni Driny, Demänovskej jaskyni slobody, Demänovskej ľadovej a Harmaneckej jaskyni je nižšia ako v sprístupnených častiach niektorých iných slovenských jaskýň (Domica, Dobšinská ľadová, Jasovská jaskyňa), odkiaľ Nováková (2008b) uvádza maximá okolo 473 až 532 CFU v 1 m³ vzduchu, a je porovnateľná napr. s Gombaseckou jaskynňou (max. 237 CFU/m³). Relatívne nižšia je napríklad aj v porovnaní s väčšinou sprístupnených jaskýň v Českej republike (Nováková, 2012c).

Z hľadiska kvality ovzdušia zistené hodnoty koncentrácie spór húb na jednotlivých lokalitách nepresahovali povolené hygienické a zdravotné limity stanovené pre početnosť spór húb, resp. plesní v ovzduší podľa noriem Európskej únie pre vnútorné ovzdušie budov (t. j. < 500 CFU/m³) alebo noriem Svetovej zdravotníckej organizácie (WHO, 1990; Choi et al., 1999). V niektorých jaskyniach sme lokálne zachytili prítomnosť druhov, ktoré sú považované za potenciálne patogény teplokrvných živočíchov vrátane človeka. Sú to najmä plesne *Aspergillus flavus* (Demänovská jaskyňa slobody), *A. fumigatus*, kvasinky *Candida albicans*, *Rhodotorula mucilaginosa* alebo *R. glutinis* var. *glutinis* (Driny a Harmanecká jaskyňa). To znamená, že vo vyššej koncentrácii potenciálne môžu predstavovať zvýšené zdravotné riziko pre

ľudí s výrazne oslabenou, resp. narušenou imunitou (Tomee a Kauffman, 2000; Wirth a Goldani, 2012; Nováková a Hubka, 2013; Bujdáková, 2017). V čase nášho výskumu však namerané koncentrácie spór týchto druhov v jaskynnom ovzduší boli príliš nízke na to, aby takéto riziko reálne predstavovali (napr. Rao et al., 1996; Eduard, 2009).

HUBY NA TVRDÝCH JASKYNNÝCH POVRCHOCH

Zaujímavú skupinu tvoria mikroskopické huby kolonizujúce skalné, resp. akékoľvek pevné minerálne povrchy. V ekologickej terminológii predstavujú súčasť epilítónu. Ich diverzitu a početnosť na tomto type substrátu limituje zväčša nedostatok živín. Mnohé z nich tu dlhšiu dobu prežívajú v oligotrofných podmienkach vo forme neaktívnych štádií a až v čase prísunu vhodného zdroja organickej hmoty, napríklad prostredníctvom intenzívnejších prísakov atmosférických vôd z povrchového prostredia, dochádza k ich aktívnemu rastu a rozvoju kolónií (Wainwright et al., 1993; Nováková, 2017a).

Predmetom nášho záujmu vo všetkých štyroch jaskyniach boli nárazy mikroskopických húb na vlhkých skalách a tvrdých sintrových výplniach (Ogórek et al., 2016c, d; Ogórek, 2018a). Spoločenstvá húb v jednotlivých jaskyniach sa medzi sebou výraznejšie líšili nielen kvantitatívnym zastúpením, ale aj samotnou druhovou skladbou (tab. 2). Najviac frekvencovanými a zároveň najpočetnejšími druhmi vo vnútorných priestoroch Harmaneckej jaskyne boli *Clonostachys rosea* var. *rosea* (dominantný v prednej polovici jaskyne) a *Penicillium chrysogenum* (prevažne v zadnej polovici jaskyne); v jaskyni Driny to boli *P. chrysogenum* a *P. glandicola* a okrem nich výlučne na jednom stanovišti (Vstupná chodba) bol prítomný a tu aj zároveň výrazne dominoval druh *Trichoderma harzianum*; v Demänovskej ľadovej jaskyni dominovali *Cladosporium cladosporioides* a *C. herbarum* a v Demänovskej jaskyni slobody *Aspergillus flavus*, pričom spolu s ním sa na všetkých skúmaných stanovištiach vyskytoval aj *Aspergillus niger* (celkovo však v nízkej početnosti) a lokálne sa kvantitatívne významnejšie presadili *Exophiala xenobiotica* a zástupca rodu *Discosia* (obr. 2). Niektoré zo zistených druhov, obzvlášť z rodov *Aspergillus* a *Penicillium*, sú schopné chemickej a mechanickej biodegradácie horninového, resp. minerálneho substrátu, a to prostredníctvom sekrécie sekundárnych metabolitov, ktoré substrát rozpúšťajú a degradujú, alebo penetrácie hýf do tohto substrátu, čo prispieva k jeho fragmentácii (Sterflinger, 2000; Northup a Lavioie, 2001; Chlebicki, 2007; Seman a Drškova, 2015).

Najpestrejšiu druhovú skladbu sme zaznamenali v oboch demänovských jaskyniach (zhodne po 10 druhov). V prípade druhov *Cutaneotrichosporon curvatus*, *Discosia* sp., *Fomes fomentarius*, *Trametes hirsuta* a *Trichoderma citrinoviride* ide pravdepodobne o prvé zdokumentované nálezy zo skalných povrchov v subteránnom prostredí (sensu Sterflinger, 2000; Burford et al., 2003; Nováková, 2012a; Nováková et al., 2012; Vanderwolf et al., 2013 a ďalší). V týchto jaskyniach sa ako

veľmi zaujímavé javia aj nálezy troch druhov bazídiomycét (*Bjerkandera adusta*, *Fomes fomentarius*, *T. hirsuta*), ktorých typickým živným substrátom je drevný materiál (Ogórek, 2018a). Predpokladáme, že ide o sekundárnu kolonizáciu skalných povrchov v širšom okolí zdrojov dreva (zvyšky starej výdrevy ponechané v jaskyniach).

V Harmaneckej jaskyni a Demänovskom jaskynnom systéme (Demänovská jaskyňa mieru) sa druhy *Alternaria alternata*, *Botrytis cinerea*, *C. herbarum*, *C. cladosporioides* a *Penicillium brevicompactum* zistili aj na špecifickom type jaskynného povrchu – mäkkom sintri na jaskynných stenách (Seman et al., 2009; Nováková a Dymáčková, 2011). Prípád výskytu nárastov bieleho mycélia druhu *Penicillium commune* priamo na stenách v Harmaneckej jaskyni (bočná sienka Náno-sovej chodby) zdokumentovali Nováková a Janoušková (2012). Túto hubu sme pri našom výskume v uvedenej jaskyni nezaregistrovali.

Abundancia húb izolovaných z povrchu skál a tvrdého sintra v štyroch skúmaných jaskyniach Slovenska dosahovala celkovo hodnoty od 38,3 do 575,1 CFU/cm² (tab. 3). Na prenose spór mnohých druhov do jaskýň a ich záchyť na skalný povrch v podzemných priestoroch sa v rôznej miere podieľajú vzdušné prúdy z vonkajšieho prostredia. Výraznejšia cirkulácia vzduchu medzi povrchovým prostredím a väčšou časťou vnútorných priestorov sa prejavuje iba v Demänovskej ľadovej jaskyni. To je pravdepodobne jeden z dôvodov, prečo sme na tejto lokalite zaznamenali pomerne vysokú hustotu hubových nárastov na všetkých odberných stanovištiach pozdĺž prehliadkovej trasy, či už bližšie k povrchu alebo hlboko vo vnútri jaskyne, na rozdiel od ostatných troch lokalít, kde početnosť húb v ich vnútorných priestoroch dosahovala oveľa nižšie hodnoty (tab. 3).

V rámci konkrétnych lokalít možno badať rozdiely v kvantite húb na rôznych odberných stanovištiach. V prípade Demänovskej ľadovej a Harmaneckej jaskyne bola najvyššia hustota epilichických nárastov zaznamenaná v dysfotickú zónu a priestoroch v blízkosti povrchových otvorov (medzi 497,4 – 575,1 CFU/cm² v DĽJ a 106,6 – 123,8 CFU/cm² v HJ) a smerom hlbšie do afotickej zóny bola o niečo nižšia (238,7 – 404,6 CFU/cm² v DĽJ a 45,0 – 82,3 CFU/cm² v HJ), kým v Demänovskej jaskyni slobody a jaskyni Driny sa ich najvyššia hodnota (maximum 347,0 CFU/cm² v DJS a 301,7 CFU/cm² v JD) zaznamenala na stanovištiach pomerne hlboko v jaskyni, ďalej od povrchových otvorov (tu konkrétne 146,3 CFU/cm² v DJS a 149,2 CFU/cm² v JD), pričom išlo o frekventované miesta križovania, resp. približenia trás na prehliadkovom okruhu pre návštevníkov a v Demänovskej jaskyni slobody zároveň o miesto v blízkosti alochtónneho podzemného riečiska (Ogórek et al., 2016c, d; Ogórek, 2018a).

HUBY NA ÍLOVITÝCH SEDIMENTOCH NA STENÁCH JASKYNE

Prítomnosť mikroskopických húb v jaskyniach je možné vizuálne lokalizovať najčastejšie na drevných zvyškoch, telách uhynutých živočíchov alebo ich exkrementoch. Na

jaskynných stenách ako takých je ich aktívny rast vo forme makroskopických kolónií, resp. nárastov pozorovateľný pomerne zriedkavo. Počas prieskumu jaskyne Driny nás zaujali tmavé škvrny pokrývajúce povrch ílovitých sedimentov na stenách Chodby nádejí, ktoré prejavovali znaky aktívneho rastu húb. Z týchto škvŕn sme izolovali výlučne jeden druh húb (obr. 3). Identifikovali sme ho ako *Penicillium glandicola* na základe fenotypovej a genetickej identifikácie a dopĺňajúcich fyziologických testov (Ogórek et al., 2016a). V podzemných biotopoch ide o zriedkavý prípad aktívneho rastu *P. glandicola* na spomínanom type substrátu. Tak či onak, v jaskyni Driny sa vyskytoval vo všetkých skúmaných substrátoch, pričom všade okrem jaskynného ovzdušia patril k dominantným zložkám lokálnych mykocenóz (tab. 2; Ogórek et al., 2016b, c). V iných jaskyniach Slovenska sú prípady aktívneho rastu tejto koprolifnej huby známe prevažne na exkrementoch kún, plchov a guáne netopierov (Nováková 2005, 2009, 2012b, 2017a; Nováková a Janoušková, 2012).

Izoláty *P. glandicola* z jaskyne Driny boli podrobené laboratórnym testom, na základe ktorých boli zaradené medzi psychrotolerantné formy (Ogórek et al., 2016a). V podmienkach in vitro vegetatívne štruktúry mycélia tejto huby boli životaschopné aj po vystavení veľmi nízkym teplotám (od -72 do 5 °C počas 56 dní) a prejavovali aktívny rast pri teplotách od 5 do 25 °C, huba však nebola schopná aktívneho rastu a klíčenia spór pri teplotách v rozmedzí 30 – 37 °C, teda ani pri telesnej teplote človeka. Okrem toho sa potvrdilo, že huba je schopná produkcie enzýmov, ako sú amylázy, proteázy a celulázy, nie je však schopná syntetizovať pektinázy a keratinázy. Nesplňa teda základné predpoklady na to, aby tento mikroorganizmus mohol byť patogénny pre ľudí a spôsobovať im hlbkové či povrchové infekcie kože, nechto a vlasov (Tomee a Kauffman, 2000; Al-Fakih, 2014).

HUBY NA GUÁNE NETOPIEROV A V OKOLITOM OVZDUŠÍ

V podmienkach mierneho klimatického pásma predstavujú nahromadené exkrementy netopierov (tzv. guáno) jeden z najvýznamnejších zdrojov živín a energie na prežitie a rozvoj húb v jaskynných ekosystémoch. Často sú porastené rozlične tvarovanými a sfarbenými kolóniami mikroskopických húb, ktoré svojou činnosťou tento substrát postupne rozkladajú (Poulson a Lavoie, 2000; Nováková 2008a, b). Na daných miestach je zároveň vyššia pravdepodobnosť kontaminácie guána rôznymi patogénnymi druhmi húb (napr. z rodov *Pseudogymnoascus*, *Candida*, *Microsporium*, *Trichosporon*, *Trichophyton*), ktoré negatívne ovplyvňujú zdravotný stav netopierov a v závažnejších prípadoch môžu spôsobovať ich úhyn (Evans et al., 2009; Nováková, 2009; Mühldorfer et al., 2010; Mulec et al., 2013). Prieskum mikrobiálnych spoločenstiev na tomto substráte je preto veľmi dôležitý a možno ním odhaliť prípadné infekčné agensy na lokalite neinvazívnym spôsobom, teda bez toho, aby boli rušené samotné jedince netopierov z kolónie.

V Harmaneckej jaskyni a jaskyni Driny sme preskúmali kvalitatívnu a kvantitatívnu štruktúru mykocenóz priamo na guáne a v bioaerosóle v okolí guána (Ogórek et al., 2016b). Obe lokality pravidelne v zimnom období a začiatkom jari obývajú početné populácie netopiera veľkého (*Myotis myotis*), resp. podkovára malého (*Rhinolophus hipposideros*), ktoré sa spravidla zoskupujú do väčších či menších kolónií (tab. 1). Vďaka tomu je v jaskyniach možné nájsť roztrúsené plôšky staršieho, značne rozloženého guána a miestami aj drobné akumulácie recentného trusu netopierov.

Vo vzorkách guána pochádzajúceho z predmetných lokalít sme zaznamenali deväť rôznych druhov mikroskopických húb (tab. 2). Išlo o zástupcov mukorovitých plesní (druhy rodov *Absidia*, *Mucor*, *Rhizopus*), vlákňitých húb (rody *Aspergillus*, *Penicillium*) a jedného zástupcu bazídiomycét (rod *Rhodotorula*). Väčšina z nich je spravidla bežnou súčasťou mykocenóz kolonizujúcich tento typ substrátu (Nováková, 2008b, 2009). Vzorky vzduchu z okolia guána obsahovali v obidvoch jaskyniach viac druhov húb ako vzorky zo samého guána. Väčšina druhov húb izolovaných z ovzdušia pri guáne pritom nepredstavuje špecifickú komunitu, keďže v ovzduší predmetných jaskýň sa vyskytovali pomerne bežne. Za výnimky možno považovať iba zygomycétny druh *Absidia glauca* (Harmanecká jaskyňa) a askomycétny druh *Aspergillus foetidus* (Driny, Harmanecká jaskyňa), ktoré zo všetkých typov substrátov vo všetkých štyroch jaskyniach sme zistili výlučne na guáne, resp. v ovzduší pri guáne (tab. 2). Silnú väzbu na guáno prejavoval aj *Penicillium glandicola*, čo bolo evidentné najmä v Harmaneckej jaskyni.

Počas nášho krátkodobého výskumu sa vo vzorkách guána ani vo vzorkách ovzdušia neidentifikovala prítomnosť druhov húb obligátne patogénnych pre netopiere. Obzvlášť významná je absencia nálezov psychrofilnej plesne *Pseudogymnoascus destructans*, ktorá je pôvodcom infekčného ochorenia netopierov – geomykózy (prevažne v Európe), resp. závažnejšej formy tohto ochorenia zvaného syndróm bieleho nosa (angl. white-nose syndrome, skratka WNS) na americkom kontinente, kde choroba spôsobila masové úhyny tamojších hibernujúcich populácií netopierov (Višňovská a Martínková, 2011; Zukal et al., 2016). Izoláciu húb špeciálne zameranú na záchyt tohto patogéna realizovali Nováková a Janoušková (2012) v Harmaneckej jaskyni v apríli 2012. V analyzovaných vzorkách ovzdušia a sedimentov z miest hromadného zimovania netopierov (Dóm pagod, Bludný dóm) boli výsledky negatívne, avšak vo vzorkách získaných priamo z povrchu tela netopierov viditeľne napadnutých plesňou (dva jedince *Myotis myotis*) sa prítomnosť druhu *P. destructans* potvrdila.

Najpočetnejšími druhmi izolovanými z guána a okolitého ovzdušia v jaskyni Driny a v Harmaneckej jaskyni boli plesne *P. glandicola* a *Mucor hiemalis* (Ogórek et al., 2016b). Tieto koprolifné huby sú vo všeobecnosti kozmopolitne rozšírené a v rámci strednej Európy sa pomerne často nachádzajú aj

v podzemných biotopoch (Nováková, 2004, 2009, 2012b; Vanderwolf et al., 2013; Kováč et al., 2014). Celková hustota kolónií mikroskopických húb vo vzorkách z netopierieho guána dosahovala hodnoty od 3498,3 do 4720,1 CFU/g a zo vzduchu okolo guána od 175,7 do 211,3 CFU/m³ (tab. 3). Spomedzi preskúmaných typov jaskynných substrátov je početnosť húb na guáne evidentne veľmi vysoká, čo len potvrdzuje, že trus netopierov predstavuje pre huby veľmi výživný substrát a umožňuje im masívny rozvoj. Na porovnanie napríklad z jaskyne Domica uvádza Nováková (2008b) na povrchu guárovej kopy v Palmovom háji hustotu húb až cca 6000 CFU v 1 g guána. Koncentrácia hubových spór vo vzduchu pri guáne bola podobná, resp. mierne vyššia ako v ovzduší jaskýň ako takom.

ZÁVER

Mykologický výskum vybraných typov substrátov v štyroch sprístupnených jaskyniach Slovenska (Driny, Harmanec, Demänovská jaskyňa, Demänovská jaskyňa slobody) preukázal výskyt prevažne vláknitých húb (Ascomycota), ktoré spolu tvorili 79 % zo všetkých identifikovaných taxónov mikroskopických húb. V menšej miere jaskynnú mykobiotu tvorili zástupcovia bazídiomycetných (14 %) a zygomycetných húb (7 %). Ide zväčša o psychrofilné a mezofilné mikromycéty s adaptáciou na život pri nižších teplotách, pomerne bežne sa vyskytujúce v podzemných ekosystémoch. Nájdú sa medzi nimi aj zaujímavé druhy, ktoré podľa

nám dostupných zdrojov boli v jaskynnom prostredí alebo na určitom type jaskynného substrátu objavené vôbec prvýkrát.

Tento speleomykologický výskum prispel nielen k poznaniu kvalitatívnej a kvantitatívnej štruktúry mykocenóz na predmetných lokalitách, ale vniesol viac svetla aj z hľadiska ich úloh pri obsadzovaní ekologických ník v rámci jaskynného ekosystému. Mykobiota vonkajšieho ovzdušia pred vchodmi do jaskýň sa preukázala byť druhovo chudobnejšia, ale kvantitatívne niekoľkonásobne bohatšia ako vo vnútornom ovzduší týchto jaskýň. Takmer všetky druhy zistené vo vonkajšom ovzduší sa zároveň zaznamenali aj vo vnútornom ovzduší jaskýň. Preukázalo sa tiež, že vnútorné ovzdušie jaskýň (speleo-aerosól) predstavuje prostredie s najvyšším druhovým spektrom húb a guáno netopierov je zo všetkých skúmaných typov substrátov miestom najhojnejšieho výskytu húb. Najvýznamnejšie rozdiely medzi jednotlivými jaskynnými lokalitami sa preukázali v druhovej skladbe a abundancii spoločenstiev húb kolonizujúcich tvrdé skalné a sintrové podklady. Niektoré zo zistených druhov môžu prispievať k pomalejšej biodegradácii prítomného horninového, resp. minerálneho substrátu. Okrem toho sa nám podarilo zdokumentovať prípad aktívneho rastu plesne *Penicillium glandicola* na ílovitých sedimentoch na stenách v jaskynnom biotope (jaskyňa Driny). Veľmi hojný výskyt tohto druhu bol v Harmaneckej jaskyni a jaskyni Driny viazaný najmä na guáno netopierov a bioaerosól v jeho blízkosti.

Z aspektu hygieny a ochrany ľudského zdravia možno konštatovať, že kvalita ovzdušia v preskúmaných slovenských jaskyniach

z hľadiska koncentrácie hubových spór bola v čase výskumu vyhovujúca a nepredstavovala zdravotné ohrozenie pre návštevníkov jaskýň, keďže namerané hodnoty neprekročili povolené limity v rámci medzinárodných noriem. Na druhej strane aj vzhľadom na prípady výskytu niekoľkých druhov húb potenciálne patogénnych pre človeka alebo nebezpečného patogéna netopierov *Pseudogymnoascus destructans* potvrdeného v predchádzajúcom období v Harmaneckej jaskyni (Nováková a Janoušková, 2012), je v každom prípade vhodné a dôležité aj naďalej monitorovať štruktúru mykocenóz v týchto aj v iných sprístupnených jaskyniach, a tým identifikovať prípadné mikrobiálne agensy rizikové pre netopiere alebo návštevníkov a pracovníkov jaskýň.

Podakovanie: Predmetný výskum bol realizovaný v rámci grantu „Grant pre mladých výskumných pracovníkov“ Vroclavskej univerzity (Poľsko), čísla grantov: 0420/2299/17 a 0420/1398/16 s finančnou podporou Ministerstva vedy a vysokoškolského vzdelávania Poľskej republiky, v externej spolupráci so Slovenskou poľnohospodárskou univerzitou v Nitre (Dana Tančinová) a Štátnou ochrannou prírodou SR, Správou slovenských jaskýň v Liptovskom Mikuláši. Časť výskumu spolufinancovala takisto Európska únia ako súčasť Európskeho sociálneho fondu. Na laboratorných analýzach mykologického materiálu sa čiastočne spolupodieľali Mariusz Dylag (Vroclavská univerzita, Vroclav, Poľsko), Bartosz Kozak, Agnieszka Lejman a Dariusz Zalewski (všetci Vroclavská univerzita environmentálnych a prírodných vied, Vroclav, Poľsko).

LITERATÚRA

- AL-FAKIH, A. A. 2014. Overview on the fungal metabolites involved in mycopathology. *Open Journal of Medical Microbiology*, 4, 38–63.
- BARTON, H. A. – NORTHUP, D. E. 2007. Geomicrobiology in cave environments: past, current and future perspectives. *Journal of Cave and Karst Studies*, 69, 1, 163–178.
- BASTIAN, F. – JURADO, V. – NOVÁKOVÁ, A. – ALABOUVETTE, C. – SAÍZ-JIMÉNEZ, C. 2010. The microbiology of Lascaux Cave. *Microbiology*, 156, 644–652.
- BELLA, P. 2003. Slovensko – Sprístupnené jaskyne. Grafič, Liptovský Mikuláš, 64 s.
- BLACKWELL, M. 2011. The Fungi: 1, 2, 3...5.1 million species? *American Journal of Botany*, 98, 426–438.
- BORDA, D. – NASTASE-BUCUR, R. – BORDA, C. – GORBAN, I. 2009. The assessment of the airborne microorganisms in subterranean environment – Preliminary data. *Bulletin UASVM, Veterinary Medicine*, 66, 1, 236–242.
- BUJDÁKOVÁ, H. 2017. Základné prístupy v identifikácii mikroskopických húb. Vydavateľstvo UK, Univerzita Komenského, Bratislava, 60 s.
- BURFORD, E. P. – KIERANS, M. – GADD, G. M. 2003. Geomycology: fungi in mineral substrata. *Mycologist*, 17, 3, 98–107.
- DOCAMPO, S. – TRIGO, M. M. – RECIO, M. – MELGAR, M. – GARCÍA-SÁNCHEZ, J. – CABEZUDO, B. 2011. Fungal spore content of the atmosphere of the Cave of Nerja (southern Spain): Diversity and origin. *Science of the Total Environment*, 409, 4, 835–843.
- EDUARD, W. 2009. Fungal spores: A critical review of the toxicological and epidemiological evidence as a basis for occupational exposure limit setting. *Critical Reviews in Toxicology*, 39, 10, 799–864.
- EVANS, N. J. – BOWN, K. – TIMOFTE, D. – SIMPSON, V. R. – BIRTLES, R. J. 2009. Fatal borreliosis in bat caused by relapsing fever spirochete, United Kingdom. *Emerging Infectious Diseases*, 15, 1331–1333.
- GRIFFIN, D. W. – GRAY, M. A. – LYLES, M. B. – NORTHUP, D. E. 2014. The transport of nonindigenous microorganisms into caves by human visitation: A case study at Carlsbad Caverns National Park. *Geomicrobiology Journal*, 31, 3, 175–185.
- HAWKSWORTH, D. L. 2001. The magnitude of fungal diversity: the 1.5 million species estimate revisited. *Mycological Research*, 105, 1422–1432.
- HERICH, P. 2017. Demänovské jaskyne – The most extensive underground karst phenomenon in Slovakia. *Bulletin of the Slovak Speleological Society, Special Issue for the 17th Congress of International Union of Speleology*, Sydney 2017, 27–38.
- HOUBRÁK, J. – FRISVAD, J. C. – SAMSON, R. A. 2011. Taxonomy of *Penicillium* section *Citrina*. *Studies in Mycology*, 70, 1, 53–138.
- CHLEBICKI, A. 2007. Nielichenizujące grzyby epi- i endolityczne (litobionty). *Wiadomości Botaniczne*, 51, 1/2, 5–13.
- CHOI, Y. W. – HYDE, K. D. – HO, W. H. 1999. Single spore isolation of fungi. *Fungal Diversity*, 3, 29–38.
- KOKUREWICZ, T. – OGÓREK, R. – PUZ, W. – MATKOWSKI, K. 2016. Bats increase the number of cultivable airborne fungi in the “Nietoperek” bat reserve in Western Poland. *Microbial Ecology*, 72, 1, 36–48.
- KOVÁČ, L. – ELHOTTOVÁ, D. – MOCK, A. – NOVÁKOVÁ, A. – KRIŠTŮFEK, V. – CHROŇÁKOVÁ, A. – LUKEŠOVÁ, A. – MULEC, J. – KOŠEL, V. – PAPAČ, V. – LUPTÁČIK, P. – UHRIN, M. – VIŠŇOVSKÁ, Z. – GAÁL, L. – BELLA, P. 2014. Jaskynná biota Slovenska. Štátna ochrana prírody SR, Správa slovenských jaskýň, Liptovský Mikuláš, 192 s.
- KUBÁTOVÁ, A. – DVOŘÁK, L. 2005. Entomopathogenic fungi associated with insect hibernating in underground shelters. *Czech Mycology*, 57, 3/4, 221–237.
- LAICHMANOVÁ, M. 2009. Mycobiota of calcite moonmilk from caves in the Moravian Karst and Slovakia. In Fláková, R. – Ženišová, Z. – Jašová, I. – Ďuričková, A. (Eds.): *Zborník z medzinárodnej vedeckej konferencie Hydrogeochemia 09. Slovenská asociácia hydrogeológov*, Bratislava, 41–44.
- LEHOTSKÁ, B. – BAČKOR, P. – BOBÁKOVÁ, L. – FULÍN, M. – LEHOTSKÝ, R. – MATIS, Š. – PIENČÁK, P. – UHRIN, M. – VIŠŇOVSKÁ, Z. 2011. Zhrnutie poznatkov o netopieroch v sprístupnených jaskyniach na Slovensku. *Aragónit*, 16, 1–2, 76–77.

- LEHOTSKÁ, B. – LEHOTSKÝ, R. 2017. Roštúnska priepasť – jedna z najvýznamnejších chiropterologických lokalít na západnom Slovensku. *Naturae Tutela*, 21, 1, 103–110.
- MARTIN-SANCHEZ, P. M. – NOVÁKOVÁ, A. – BASTIAN, F. – ALABOUVETTE, C. – SAIZ-JIMENEZ, C. 2012. Two new species of the genus *Ochroconis*, *O. lascauxensis* and *O. anomala* isolated from black stains in Lascaux Cave, France. *Fungal Biology*, 116, 574–589.
- MULEC, J. – COVINGTON, E. – WALOCHNIK, J. 2013. Is bat guano a reservoir of *Geomyces destructans*? *Open Journal of Veterinary Medicine*, 3, 2, 161–167.
- MÜHLDOERFER, K. – WIBBELT, G. – HAENSEL, J. – RIEHM, J. M. – SPECK, S. 2010. *Yersinia* species isolated from bats, Germany. *Emerging Infectious Diseases*, 16, 578–580.
- NORTHUP, D. E. – LAVOIE, K. H. 2001. Geomicrobiology of caves: a review. *Geomicrobiology Journal*, 18, 3, 199–222.
- NOVÁKOVÁ, A. 2004. Saprotrofní mikroskopické houby v jeskyních Národného parku Slovenský kras. In Bella, P. (Ed.): Výskum, využívanie a ochrana jaskýň 4. Zborník referátov zo 4. vedeckej konferencie s medzinárodnou účasťou (Tále, 5. – 8. 10. 2003). Správa slovenských jaskýň, Liptovský Mikuláš, 162–168.
- NOVÁKOVÁ, A. 2005. Interesting and rare saprotrophic microfungi isolated from excrements and other substrata in the Domica and Ardovská Caves (Slovak Karst National Park, Slovakia). In Tajovský, K. – Schlaghamerský, J. – Pižl, V. (Eds.): Contributions to soil zoology in central Europe I. ISB AS CR, České Budějovice, 103–106.
- NOVÁKOVÁ, A. 2006. Mikroskopické houby v Dobšinské ľadovej jeskyni a ve vybraných jeskyniach Národného parku Slovenský raj. In Bella, P. (Ed.): Výskum, využívanie a ochrana jaskýň 5. Zborník referátov z 5. vedeckej konferencie s medzinárodnou účasťou (Demänovská Dolina, 26. – 29. 9. 2005). Správa slovenských jaskýň, Liptovský Mikuláš, 203–210.
- NOVÁKOVÁ, A. 2008a. Svět jeskyní pohledem mykologa. *Živa*, 2, 63–64.
- NOVÁKOVÁ, A. 2008b. Mikroskopické houby v jeskyniach České republiky a Slovenska. *Slovenský kras*, 46, 2, 409–418.
- NOVÁKOVÁ, A. 2009. Microscopic fungi isolated from the Domica Cave system (Slovak Karst National Park, Slovakia). A review. *International Journal of Speleology*, 38, 1, 71–82.
- NOVÁKOVÁ, A. 2012a. Collection of microscopic fungi ISB: Catalogue of strains. Institute of Soil Biology, Biology Centre AS CR, České Budějovice, 80 s.
- NOVÁKOVÁ, A. 2012b. Monitoring mikroskopických hub ve vybraných nepřístupných jeskyních NP Slovenský kras. *Slovenský kras*, 50, 1, 79–88.
- NOVÁKOVÁ, A. 2012c. Výsledky monitoringu mikroskopických hub ve zpřístupněných jeskyních České republiky. *Slovenský kras*, 50, 2, 215–224.
- NOVÁKOVÁ, A. 2017a. Mykobiota podzemních prostor. *Živa*, 5, 213–217.
- NOVÁKOVÁ, A. 2017b. Mykobiota ľadových výplní Demänovské a Dobšinské ľadovej jeskyně. *Aragonit*, 22, 2, 79.
- NOVÁKOVÁ, A. – DYMÁČKOVÁ, L. 2011. Mikroskopické houby. In Elhottová, D. (Ed.): Výroční zpráva 2011 – Monitoring a manažment vybraných jaskýň – Mikrobiologický monitoring. Biologické centrum AV ČR, Ústav půdní biologie, České Budějovice, 55–67.
- NOVÁKOVÁ, A. – HUBKA, V. 2013. Výskyt aspergílů v jeskyních – předběžné výsledky. *Aragonit*, 18, 1, 61.
- NOVÁKOVÁ, A. – JANOUŠKOVÁ, M. 2012. Mikroskopické houby. In Elhottová, D. (Ed.): Výroční zpráva 2012 – Monitoring a manažment vybraných jaskýň – Mikrobiologický monitoring. Biologické centrum AV ČR, Ústav půdní biologie, České Budějovice, 66–82.
- NOVÁKOVÁ, A. – ŠIMONOVICHOVÁ, A. – KUBÁTOVÁ, A. 2012. List of cultivable microfungi recorded from soils, soil related substrates and underground environment of the Czech and Slovak Republics. *Mycotaxon*, 119, 593, 1–189.
- NUDZÍKOVÁ, Ľ. 2014. Vývoj návštevnosti sprístupnených jaskýň na Slovensku od roku 2009. *Aragonit*, 19, 1-2, 35–38.
- NUDZÍKOVÁ, Ľ. – LAURINCIOVÁ, A. 2015. Návštevnosť sprístupnených jaskýň na Slovensku v roku 2014. *Aragonit*, 20, 2, 122.
- OGÓREK, R. 2018a. Fungal communities on rock surfaces in Demänovská Ice Cave and Demänovská Cave of Liberty (Slovakia). *Geomicrobiology Journal*, 35, 4, 266–276.
- OGÓREK, R. 2018b. Speleomycology of air in Demänovská Cave of Liberty (Slovakia) and new airborne species for fungal sites. *Journal of Cave and Karst Studies*, 80, 3, 153–160.
- OGÓREK, R. – DYLAČ, M. – KOZAK, B. 2016a. Dark stains on rock surfaces in Driny Cave (Little Carpathian Mountains, Slovakia). *Extremophiles*, 20, 5, 641–652.
- OGÓREK, R. – DYLAČ, M. – KOZAK, B. – VIŠŇOVSKÁ, Z. – TANČINOVÁ, D. – LEJMAN, A. 2016b. Fungi isolated and quantified from bat guano and air in Harmanecká and Driny Caves (Slovakia). *Journal of Cave and Karst Studies*, 78, 1, 41–49.
- OGÓREK, R. – DYLAČ, M. – VIŠŇOVSKÁ, Z. – TANČINOVÁ, D. – ZALEWSKI, D. 2016c. Speleomycology of air and rock surfaces in Driny Cave (Lesser Carpathians, Slovakia). *Journal of Cave and Karst Studies*, 78, 2, 119–127.
- OGÓREK, R. – KOZAK, B. – VIŠŇOVSKÁ, Z. – TANČINOVÁ, D. 2018. Phenotypic and genotypic diversity of airborne fungal spores in Demänovská Ice Cave (Low Tatras, Slovakia). *Aerobiologia*, 34, 13–28.
- OGÓREK, R. – LEJMAN, A. – MATKOWSKI, K. 2014. Influence of the external environment on airborne fungi isolated from a cave. *Polish Journal of Environmental Studies*, 23, 2, 435–440.
- OGÓREK, R. – VIŠŇOVSKÁ, Z. – TANČINOVÁ, D. 2016d. Mycobiota of underground habitats: case study of Harmanecká Cave in Slovakia. *Microbial Ecology*, 71, 1, 87–99.
- POULSON, T. L. – LAVOIE, K. H. 2000. The trophic basis of subsurface ecosystems. In Wilkens, H. – Culver, D. C. – Humphreys, W. F. (Eds.): *Ecosystems of the World 30: Subterranean Ecosystems*. Elsevier, Amsterdam, 231–249.
- POULSON, T. L. – WHITE, W. B. 1969. The cave environment. *Science*, 165, 3897, 971–981.
- PUSZ, W. – OGÓREK, R. – KNAPIK, R. – KOZAK, B. – BUJAK, H. 2015. The occurrence of fungi in the recently discovered Jarkowicka cave in the Karkonosze Mts. (Poland). *Geomicrobiology Journal*, 32, 1, 59–67.
- RAO, C. Y. – BURGE, H. A. – CHANG, J. C. S. 1996. Review of quantitative standards and guidelines for fungi in indoor air. *Journal of the Air and Waste Management Association*, 46, 9, 899–908.
- SEMAN, M. – DRŠKOVÁ, A. 2015. Mikrobiálne komunity jaskýň. *Aragonit*, 20, 2, 97–106.
- SEMAN, M. – GAÁL, Ľ. – SEDLÁČEK, I. – LAICHMANOVÁ, M. – JELEN, S. 2009. Mikroflóra mäkkého sintra zo slovenských jaskýň. *Slovenský kras*, 47, 1, 99–111.
- ŠTERFLINGER, K. 2000. Fungi as geologic agents. *Geomicrobiology Journal*, 17, 97–124.
- ŠIMONOVICHOVÁ, A. – PIECKOVÁ, E. – FERIÁNC, P. – HANAJÍK, P. – HORVÁTH, R. 2013. Environmentálna mikrobiológia. Univerzita Komenského, Bratislava, 276 s.
- TENCER, J. 2016. Tabuľka najdlhších jaskýň na Slovensku. Stav k 1. 3. 2016. *Spravodaj Slovenskej speleologickej spoločnosti*, 47, 1, 92.
- TOMEI, J. F. C. H. – KAUFFMAN, H. F. 2000. Putative virulence factors of *Aspergillus fumigatus*. *Clinical and Experimental Allergy*, 30, 476–484.
- VANDERWOLF, K. J. – MALLOCH, D. – McALPINE, D. F. – FORBES, G. J. 2013. A world review of fungi, yeasts, and slime molds in caves. *International Journal of Speleology*, 42, 1, 77–96.
- VIŠŇOVSKÁ, Z. – MARTÍNKOVÁ, N. 2011: Syndróm bieleho nosa – vážna hrozba pre zimujúce netopiere. *Aragonit*, 16, 1-2, 26–31.
- VIŠŇOVSKÁ, Z. – ZELINKA, J. – STRUG, K. 2007. Spatial distribution of hibernating bats (Chiroptera) in relation to climatic conditions in the Demänovská Ice Cave (Slovakia). In Zelinka, J. (Ed.): Proceedings of the 2nd International Workshop on Ice Caves (Demänovská Dolina, May 8 – 12, 2006). Slovak Caves Administration, Liptovský Mikuláš, 87–97.
- WAINWRIGHT, M. – TASNEE, A. A. – BARAKAH, F. 1993. A review of the role of oligotrophic microorganisms in biodeterioration. *International Biodeterioration and Biodegradation*, 31, 1–13.
- WHO, 1990. Indoor air quality: biological contaminants. Report on a WHO meeting, Rautavaara 1988, WHO Regional Publications, European Series No. 31, World Health Organisation Regional Office for Europe, Copenhagen, 67 s.
- WIRTH, F. – GOLDANI, L. Z. 2012. Epidemiology of *Rhodotorula*: an emerging pathogen. *Interdisciplinary Perspectives on Infectious Diseases*, 2012, 465717, 1–7.
- ZUKAL, J. – BANDOUCHOVA, H. – BRICHTA, J. – CMOKOVA, A. – JARON, K. S. – KOLARIK, M. – KOVACOVA, V. – KUBÁTOVÁ, A. – NOVÁKOVÁ, A. – ORLOV, O. – PIKULA, J. – PRESETNÍK, P. – ŠUBA, J. – ZAHRADNÍKOVÁ, A. – MARTÍNKOVÁ, N. 2016. White-nose syndrome without borders: *Pseudogymnoascus destructans* infection tolerated in Europe and Palearctic Asia but not in North America. *Scientific Reports*, 6, e19829. doi: 10.1038/srep19829.

VPLYV NÁVŠTEVNOSTI NA ZMENY TEPLOTY VZDUCHU V BRESTOVSKÉJ JASKYNI

Lucia Kunáková

Štátna ochrana prírody Slovenskej republiky, Správa slovenských jaskýň, Hodžova 11,
031 01 Liptovský Mikuláš; lucia.kunakova@ssj.sk

L. Kunáková: Impact of visitors on air temperature changes in the Brestovská jaskyňa Cave

Abstract: This paper deals with the analysis of measured air temperature indicators at three sites in the Brestovská jaskyňa Cave. Continuous measurement of air temperature has been running since the end of 2013. We compare air temperature data recorded before the cave was open to the public with those recorded after. The first measuring station was placed at the site „Pred bránou“ in the Jazerná chodba Corridor, in a part which is not included in the cave tour. A relatively balanced annual air temperature was recorded at this site, with no significant variations. The second measuring station was placed at the Vstupná sieň Hall, where more significant temperature variations were recorded. During the opening hours of the cave, an increase in air temperature in the range of 0.6 to 0.9 °C was recorded at this site (in the case of more than 70 visitors per day). This variation was not recorded during the Mondays and during November and December, when the cave is closed to the visitors. The Prítokový sifón Siphon measuring station in the Sieň potápačov Hall also showed some temperature variations. During the opening hours, the temperature rose on average by 0.6 °C. A smaller increase, compared to the Vstupná sieň Hall, is due in particular to the fact that the visitors walk through the Vstupná sieň Hall twice, while in the Sieň potápačov Hall the cave tour ends. The movement of visitors in the Brestovská jaskyňa Cave after its opening to the public has a proven impact on the cave microclimate.

Key words: show cave, cave climate, air temperature, human impact, nature protection

ÚVOD

Pre jaskyne, vzhľadom na uzavretosť ich priestorov, je spravidla typický vyrovnaný ročný chod klimatických ukazovateľov. Tieto parametre zväčša vykazujú iba minimálne výkyvy počas roka. Teplota vzduchu v jaskyni približne zodpovedá priemernej ročnej teplote vzduchu v predmetnej oblasti (s výnimkou trvale zaľadnených jaskýň).

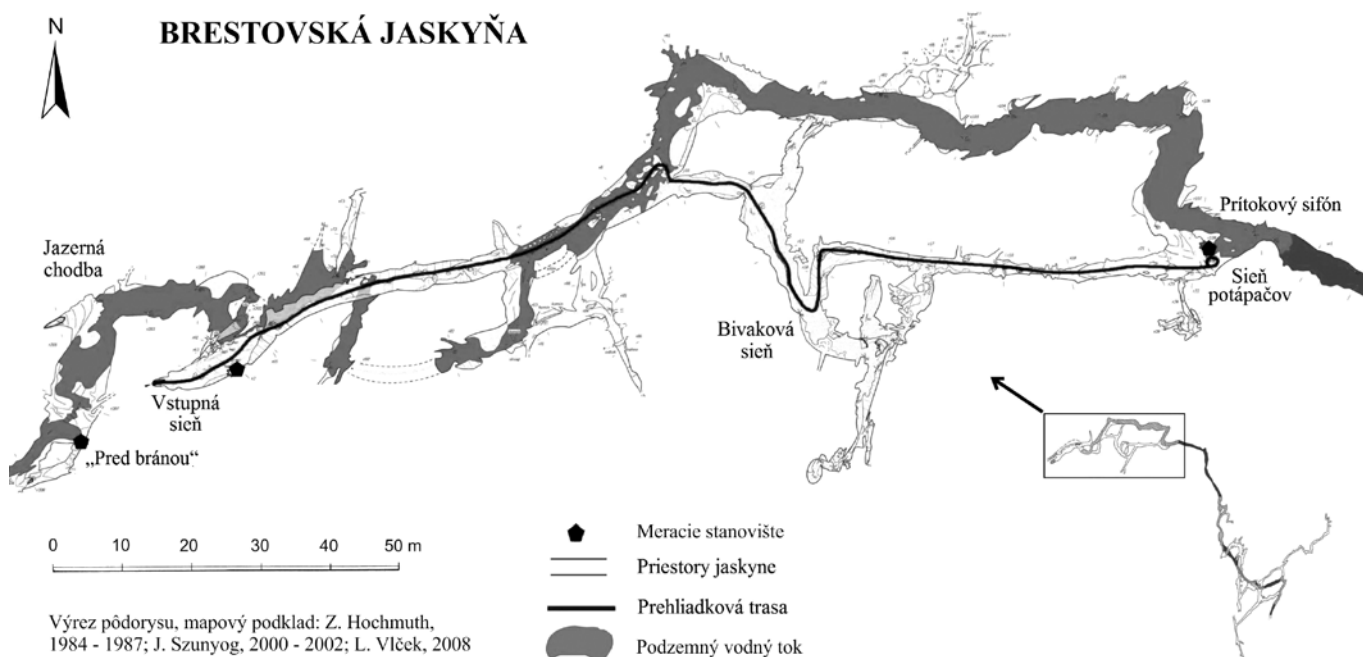
Každé sprístupnenie jaskyne predstavuje výrazný zásah do jej podzemného prostredia. Antropogénne zásahy sa okrem vizuálne ľahko vnímateľných (betónové chodníky, zábradlia, drevené lavičky, rebríky, osvetľovacia tech-

nika a pod.) prejavujú aj relatívne nenápadne, prostredníctvom zmien jednotlivých zložiek jaskynného prostredia. Výnimkou nie je ani jaskynná klíma. Dochádza k zmenám teploty, relatívnej vlhkosti, obsahu CO₂ a pod. Monitoring týchto zmien je nevyhnutným predpokladom na správny manažment prevádzky jaskyne a adekvátnu reakciu v prípade ohrozenia jaskynného prostredia. Sledovaním vplyvu návštevnosti, resp. sprístupnenia na klímu jaskýň sa zaoberali viacerí autori (Piasecki, 1996; Hamilton a Smith, 1997; Klaučo et al., 1998; Pflitsch et al., 1999; Zelinka, 2002 a ďalší).

Brestovská jaskyňa v katastrálnom území obce Zuberec je od 1. 9. 2016 sprístupnená

pre verejnosť ako jediná jaskyňa na Orave a v Západných Tatrách. Jej vchod v zalesnenom svahu doliny Studeného potoka je orientovaný na sever a nachádza sa v nadmorskej výške 867 m. Z hľadiska klasifikácie klimatických oblastí Slovenska (Lapin et al., 2002) jaskyňa leží v chladnej klimatickej oblasti, okrsku C1 (mierne chladný, veľmi vlhký) s júlovou teplotou vzduchu 12 až 16 °C.

Klimatickými pomermi Brestovskej jaskyne sa zaoberal Zelinka (2008). Monitoring sa v tejto jaskyni realizoval prvýkrát v období od 16. 1. 2006 do 3. 7. 2007. Tento monitoring bol zabezpečovaný pomocou záznamníka teploty a relatívnej vlhkosti vzduchu typu



Obr. 1. Pôdorys Brestovskej jaskyne, lokalizácia klimatických staníc
Fig. 1. Ground plan of the Brestovská jaskyňa Cave, location of climatic stations

R3120 od výrobcu COMET SYSTEM Rožnov pod Radhoštěm, Česká republika. Presnosť merania teploty vzduchu bola $\pm 0,4$ °C a relatívnej vlhkosti vzduchu $\pm 2,5$ %, teplotu vzduchu prístroj zaznamenával na jedno desatinné miesto. Ukazovatele sa sledovali na štyroch stanovištiach – jednom na povrchu asi 300 m SV od vchodu, ďalej vo Vstupnej sieni, v Sieni potápačov a v Bivakovej sieni. Meranými veličinami bola teplota a relatívna vlhkosť vzduchu (na povrchu), v podzemí iba teplota vzduchu; expedície aj obsah CO_2 v jaskyni. Zelinka (2008) konštatuje, že na relatívne vyrovnaný priebeh teploty vzduchu v jaskyni (od 4,9 do 5,5 °C) majú zmeny vonkajšej teploty vzduchu iba minimálny vplyv. Jaskyňu pokladá za statickú a pripúšťa sezónnu dynamiku v Jazernej chodbe jaskyne, ktorej priebeh kopíruje líniu závrto na povrchu.

METODIKA PRÁCE

Na výskum Zelinku (2008) sme nadviazali v roku 2013 a tento monitoring pokračuje dodnes. V porovnaní s prvým monitoringom sa zrušilo meracie stanovište v Bivakovej sieni a pribudlo stanovište „Pred bránou“ v Jazernej chodbe, ktoré je mimo prehliadkovej trasy. Takisto sa zrušilo meracie stanovište na povrchu. V súčasnosti sa meria na troch stanovištiach:

1. Vstupná sieň – miesto, kde návštevníci vstupujú do jaskyne. Stanica je umiestnená v blízkosti vchodových dverí, kde častým otváraním dochádza k premiešaniu jaskynného vzduchu s vonkajším prostredím; keďže stanica je len pol metra od chodníka (na strmých schodoch), ktorým návštevníci prechádzajú, dochádza aj k akumulovaniu teploty.

2. Pritokový sifón – ide o koncovú časť prehliadkovej trasy, kde sa návštevníci otáčajú a vracajú sa späť. Zdržia sa tu pomerne dlhý čas, keďže je to jedno z mála miest v jaskyni,

kde možno realizovať výklad. Toto stanovište je najvzdialenejšie od vchodu, takže klíma je pomerne stála a teplotné výkyvy môžu byť ovplyvnené hlavne návštevnosťou, prípadne prítomnosťou vodného toku.

3. Pred bránou – ide o stanovište mimo prehliadkovej trasy, s vodným tokom. Na tomto mieste sa neprejavuje vplyv návštevnosti, čo nám umožňuje porovnať zmeny oproti sprístupnenej časti. Táto časť jaskyne môže komunikovať s povrchom cez komíny.

Od roku 2013 do sprístupnenia jaskyne sme na všetkých troch stanovištiach namerali vyššie priemerné mesačné teploty vzduchu v priemere o 1 °C, pravdepodobne z dôvodu použitia iných meracích prístrojov. Súčasná monitorovacia technika je zabezpečovaná datalogermi typu AMS 111 od firmy Microstep-MIS s presnosťou teploty vzduchu $\pm 0,1$ °C a vlhkosti vzduchu ± 1 %. Teplotný senzor má rozsah -65 až +75 °C a senzor relatívnej vlhkosti vzduchu 0 až 100 %. V rámci mikroklimatických ukazovateľov sa sleduje teplota a relatívna vlhkosť vzduchu v hodinových intervaloch. Nameované veličiny boli spracované prostredníctvom databázy od firmy Microstep-MIS. Získané údaje sme následne pre lepšiu názornosť spracovali v tabuľkovej a grafickej podobe aj v programe Excel. Údaje sme spracovávali v hodinových, denných, mesačných a ročných intervaloch.

VÝSLEDKY

Od 1. 9. 2016 do 31. 8. 2017 boli v súvislosti so sprístupnením jaskyne zaznamenané výraznejšie výkyvy teplôt na dvoch stanovištiach.

Na meracom stanovišti **Vstupná sieň** sme zaznamenali výraznejšie výkyvy teplôt. Tieto zmeny sú spôsobené tak vplyvom návštevnosti, ako aj vplyvom vonkajšieho prostredia, keď pri otváraní vstupných dverí nastáva výmena vzdušných medzi dvoma rozdielnymi

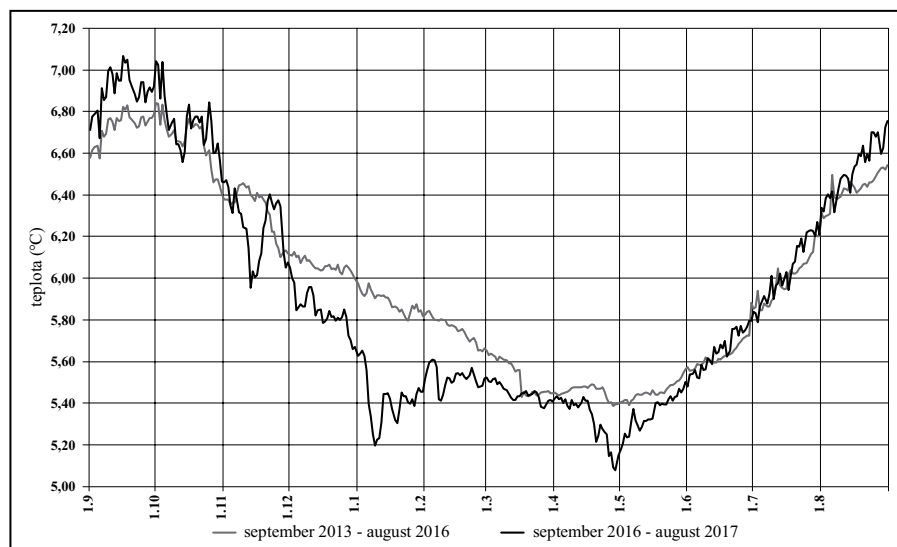
prostrediami, teda medzi jaskynnou a vonkajšou klímou. K výrazným zmenám teploty dochádza pravdepodobne aj z dôvodu polohy datalogera, ktorý je umiestnený len cca 0,5 m od chodníka, ktorým prechádzajú návštevníci. Pri náročnom stúpaní po schodoch sa akumuluje a vytvára ešte viac tepla, čo sa automaticky prejaví na zvýšených hodnotách. V čase prehliadky jaskyne, pri návštevnosti vyššej ako 70 osôb denne, tu nastalo zvýšenie teploty vzduchu od 0,60 do 0,90 °C v porovnaní s dlhodobým priemerom v období pred sprístupnením jaskyne. Tento výkyv sa počas pondelkov a mesiacov november a december, keď je jaskyňa zatvorená, nezaznamenal. Priemerná ročná teplota bola 6,02 °C pred sprístupnením a 5,92 °C po sprístupnení. Najvyššia nameraná priemerná mesačná teplota bola v septembri (6,90 °C) a najnižšia v apríli (5,33 °C). V porovnaní s obdobím pred sprístupnením jaskyne bola priemerná ročná teplota vzduchu na stanovišti nižšia o 0,10 °C, čo je rozdiel minimálny, ktorý nemusí súvisieť len so sprístupnením jaskyne (môže ísť napr. aj o vplyv presnosti meracej techniky).

K predpokladanému nárastu teploty vzduchu nedošlo, pretože tá bola ovplyvnená veľmi tuhou zimou v roku 2016/2017. Podľa Pecha et al. (2017) sa prvá významná snehová pokrývka vytvorila už začiatkom októbra 2016; ďalšie výdatné sneženie pozorovali na začiatku decembra. Na obrázku 3 a v tabuľke 1 však predsa len môžeme vidieť zvýšenie teploty vzduchu v septembri, októbri a od júna do augusta.

V mesačnom porovnaní bol najväčší nameraný rozdiel v mesiaci jún (a to o 0,54 °C menej ako po sprístupnení), najmenší nameraný rozdiel v mesiaci júl (o 0,04 °C viac). Maximálna priemerná mesačná teplota vzduchu po sprístupnení jaskyne sa namerala v mesiaci september (8,12 °C), minimálna v mesiaci január (4,48 °C). Maximálna priemerná mesačná tep-



Obr. 2. Mobilná stanica na meranie a monitorovanie jaskynnej klímy. Foto: L. Kunáková
Fig. 2. Mobile station for measurement and monitoring of cave climate. Photo: L. Kunáková



Obr. 3. Priemerná denná teplota vzduchu na stanovišti Vstupná sieň Hall
Fig. 3. Average daily air temperatures at the site Vstupná sieň Hall

Tab.1. Priemerné mesačné teploty vzduchu na stanovišti Vstupná sieň pred sprístupnením a po sprístupnení jaskyne pre verejnosť
Tab. 1. Average monthly air temperatures at the site Vstupná sieň Hall before and after the cave was open to the public

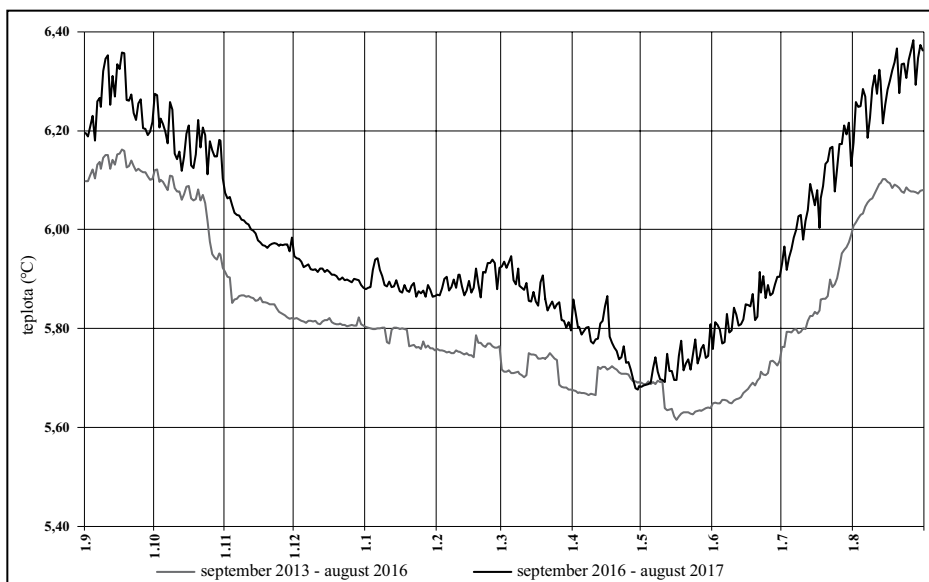
Mesiac	Január	Február	Marec	Apríl	Máj	Jún	Júl	August	September	Október	November	December	rok
september 2013 – august 2016	5,89	5,75	5,58	5,46	5,46	6,19	6	6,43	6,56	6,52	6,32	6,06	6,02
september 2016 – august 2017	5,42	5,52	5,45	5,33	5,35	5,65	6,04	6,53	6,9	6,74	6,25	5,84	5,92

Tab. 2. Priemerné mesačné teploty vzduchu na stanovišti Prítokový sifón pred sprístupnením a po sprístupnení jaskyne pre verejnosť
 Tab. 2. Average monthly air temperatures at the site Prítokový sifón Siphon before (grey line) and after (black line) the cave was open to the public

Mesiac	Január	Február	Marec	Apríl	Máj	Jún	Júl	August	September	Október	November	December	rok
september 2013 – august 2016	5,80	5,78	5,75	5,66	5,88	5,68	5,89	6,07	6,06	6,01	5,85	5,81	5,85
september 2016 – august 2017	5,89	5,90	5,87	5,77	5,73	5,84	6,07	6,30	6,26	6,18	6,00	5,91	5,98

lota pred sprístupnením jaskyne bola nameraná v mesiaci október 2014 (8,07 °C), minimálna v mesiaci január 2016 (4,48 °C). Pri analýze denného chodu teploty vzduchu sa ukázal rozdiel počas pondelkov (jaskyňa zatvorená pre verejnosť) a ostatných dní v týždni o 0,04 °C.

Meracie stanovište **Prítokový sifón** v Sieni potápačov takisto vykazovalo teplotné výkyvy (obr. 4, tab. 2). Počas návštevnych hodín sa teplota zvýšila v priemere o 0,60 °C v porovnaní s dlhodobým priemerom v období pred sprístupnením jaskyne. Menší nárast oproti Vstupnej sieni je zapríčinený najmä tým, že Vstupnou sieňou prechádzajú návštevníci dvakrát, kým v Sieni potápačov sa prehliadka končí. Priemerná ročná teplota bola 5,85 °C pred sprístupnením a 5,98 °C po sprístupnení. Najvyššia nameraná priemerná mesačná teplota bola v auguste (6,53 °C) a najnižšia v máji (5,73 °C). V porovnaní s obdobím pred sprístupnením jaskyne bola priemerná ročná teplota vzduchu na stanovišti



Obr. 4. Priemerné denné teploty vzduchu na stanovišti Prítokový sifón
 Fig. 4. Average daily air temperatures at the site Prítokový sifón Siphon

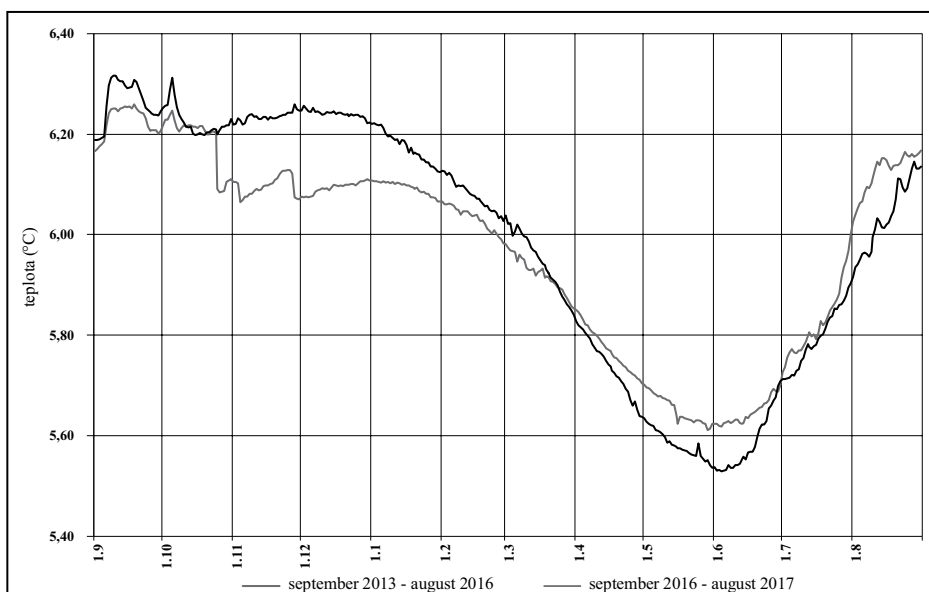
Tab. 3. Priemerné mesačné teploty vzduchu na stanovišti „Pred bránou“ pred sprístupnením a po sprístupnení jaskyne pre verejnosť
 Tab. 3. Average monthly air temperatures at the site „Pred bránou“ before and after the cave was open to the public

Mesiac	Január	Február	Marec	Apríl	Máj	Jún	Júl	August	September	Október	November	December	rok
september 2013 – august 2016	6,09	6,03	5,92	5,77	5,65	5,65	5,83	6,12	6,19	6,18	6,1	6,09	5,97
september 2016 – august 2017	6,18	6,08	5,95	5,74	5,58	5,58	5,79	6,04	6,27	6,23	6,24	6,24	5,99

vyššia o 0,13 °C. V mesačnom porovnaní bol najväčší nameraný rozdiel v mesiaci august (a to o 0,23 °C viac), najmenší nameraný rozdiel v mesiaci január (o 0,09 °C viac). Maximálna priemerná mesačná teplota po sprístupnení jaskyne sa namerala v mesiaci september (7,10 °C), minimálna v mesiaci máj (5,65 °C). Maximálna priemerná mesačná teplota pred sprístupnením jaskyne bola nameraná v mesiaci december 2013 (6,47 °C) a minimálna v mesiaci máj 2014 (5,52 °C). Pri analýze denného chodu teploty vzduchu sa ukázal rozdiel počas pondelkov (keď je jaskyňa zatvorená pre verejnosť) a ostatných dní v týždni o 0,03 °C. Podobne ako v prípade Vstupnej siene, ani tu sa počas pondelkov a mesiacov november, december takýto výkyv teplôt nezaznamenali. Nepatrné zmeny súvisia iba s prirodzeným režimom teploty vzduchu jaskyne.

Meracie stanovište **„Pred bránou“** v Jazernej chodbe je umiestnené mimo prehliadkovej trasy, čo nám umožňuje zaznamenať skutočnú teplotu vzduchu v jaskyni, neovplyvnenú návštevnosťou. Na tomto stanovišti bol zaznamenaný vyrovnaný chod teploty bez výraznejších odchýlok (pozri obr. 5, tab. 3). Priemerná ročná teplota dosiahla hodnotu 5,97 °C pred sprístupnením a 5,99 °C po sprístupnení. Najvyššia nameraná priemerná mesačná teplota bola v septembri (6,26 °C)

a najnižšia v máji a júni (5,58 °C). V porovnaní s obdobím pred sprístupnením jaskyne sa priemerná ročná teplota vzduchu na stanovišti zvýšila iba nepatrne, a to o 0,02 °C. V mesačnom porovnaní bol najväčší nameraný rozdiel v mesiaci december (o 0,15 °C viac), najmenší nameraný rozdiel v mesiacoch marec, apríl (o 0,03 °C viac). Maximálna priemerná mesačná teplota po sprístupnení jaskyne sa namerala v mesiaci október (6,35 °C), minimálna v mesiaci máj (5,62 °C). Maximálna priemerná mesačná teplota pred sprístupnením jaskyne bola nameraná v mesiaci december 2015 (6,26 °C), minimálna v me-



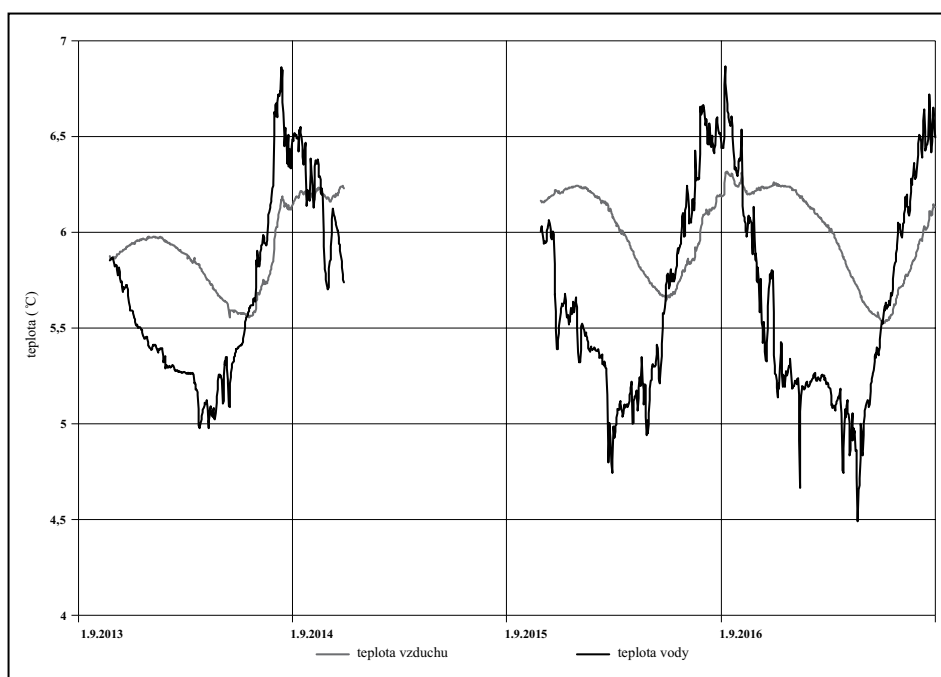
Obr. 5. Priemerné denné teploty vzduchu na stanovišti „Pred bránou“
 Fig. 5. Average daily air temperatures at the site „Pred bránou“

siaci máj a jún 2014 (5,54 °C). Minimálne odchýlky nameraných veličín v období pred sprístupnením a po sprístupnení sú dané jednak polohou stanovišťa mimo sprístupnenej trasy, jednak predpokladanou absenciou spojitosti s povrchom.

Na tomto stanovišti dlhodobý prebieha aj hydrologický monitoring. Priebeh priemerných denných teplôt vzduchu a priemerných denných teplôt vody na stanovišti Pred bránou je zobrazený na obrázku 6. Závislosti medzi oboma parametrami sú rozdielne. Rozdiely závislosti medzi teplotou vody a teplotou vzduchu počas roka sú spôsobené topením sa snehu v jarých mesiacoch, vysokými prietokmi a privalovými dažďami, keď jaskynná klíma nestihne absorbovať náhle sa meniace podmienky vodného toku.

Sezónnu zmenu teploty vzduchu v Brestovskej jaskyni charakterizuje maximum v jesenných mesiacoch september, október a minimum v máji a júni. V jar-nom období priemerné denné hodnoty dosahovali 5,40 °C až 6,08 °C, v jeseni 5,95 °C až 7,07 °C.

Pred sprístupnením jaskyne sa realizoval podrobný monitoring jednotlivých

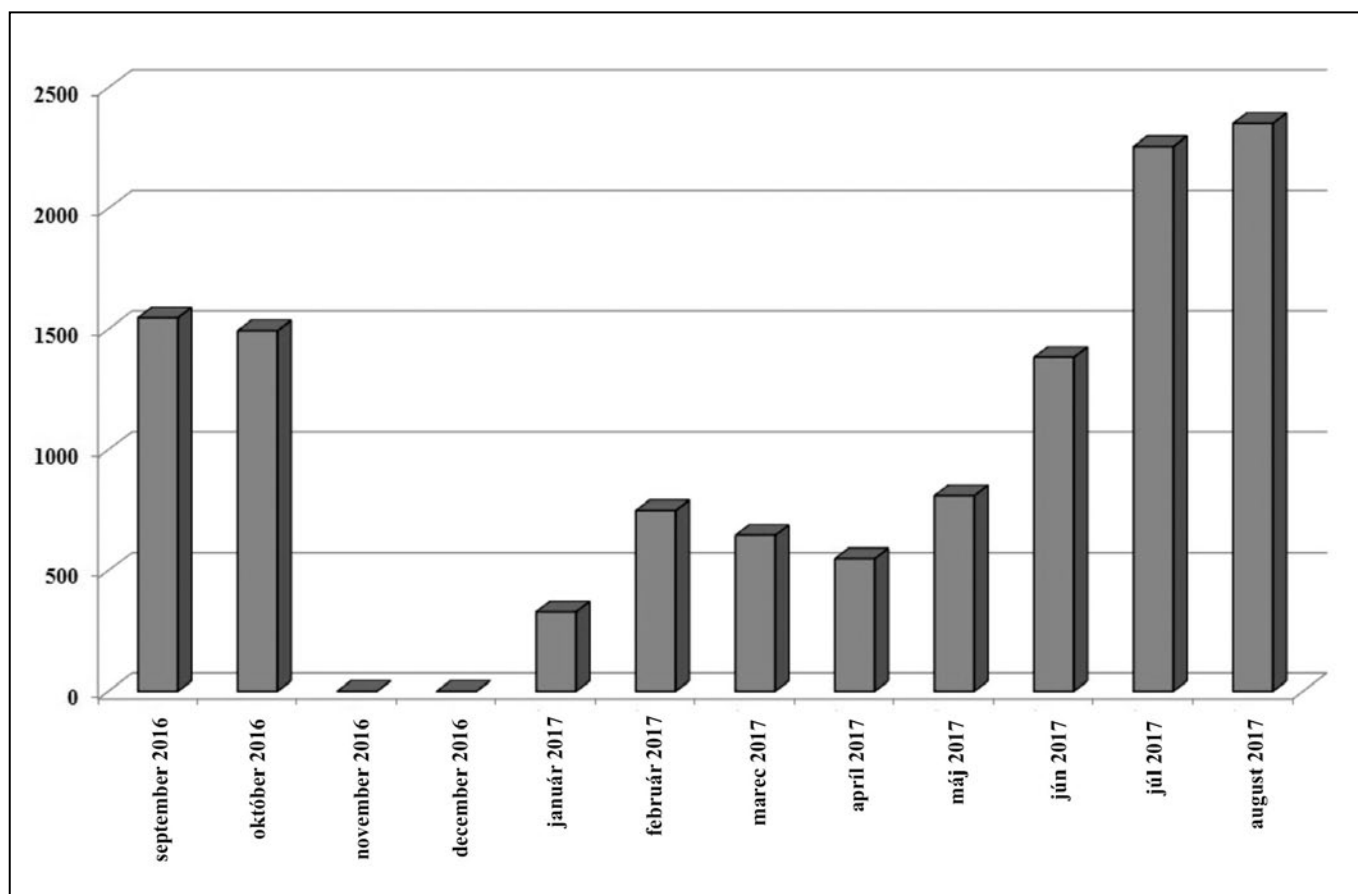


Obr. 6. Priebeh priemerných denných teplôt vzduchu a vody na stanovišti „Pred bránou“
Fig. 6. Course average daily air and water temperatures at the site "Pred bránou"

Tab. 4. Počet návštevníkov Brestovskej jaskyne v období 2016/2017

Tab. 4. Number of visitors in the Brestovská jaskyňa Cave in the period 2016/2017

Mesiac	September 2016	Október 2016	November 2016	December 2016	Január 2017	Február 2017	Marec 2017	Apríl 2017	Máj 2017	Jún 2017	Júl 2017	August 2017	rok
Návštevnosť	1547	1494	mimo pre-vádzky	mimo pre-vádzky	330	749	646	550	810	1383	2257	2353	12 119



Obr. 7. Počet návštevníkov Brestovskej jaskyne v období 2016/2017

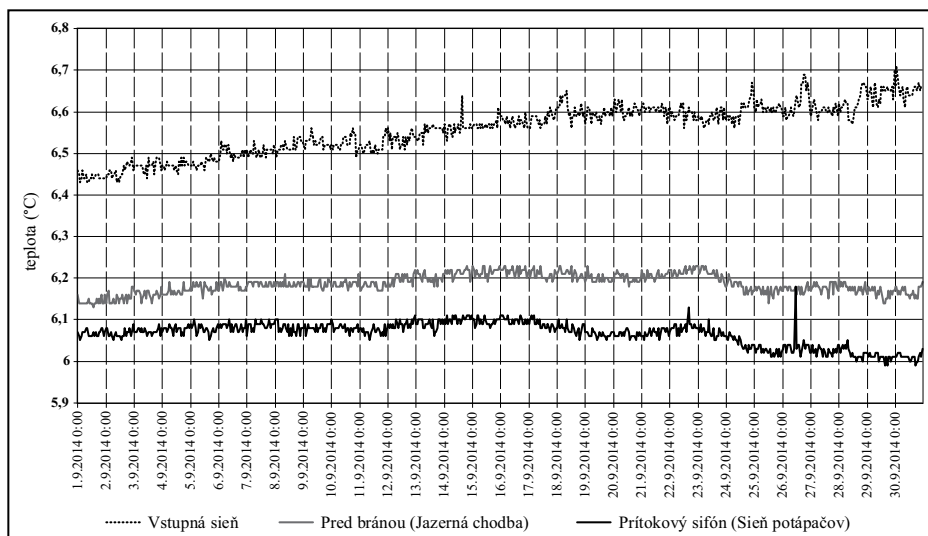
Fig. 7. Number of visitors in the Brestovská jaskyňa Cave in the period 2016/2017

zložiek jaskynného prostredia a zároveň boli stanovené isté limity a podmienky návštevnosti tak, aby sa čo najmenej narušilo jaskynné prostredie. Bolo potrebné obmedziť návštevnosť počas zimných mesiacov (zimné kolónie netopierov) a stanoviť počty návštevníkov v rámci dňa, keďže jaskyňa svojou morfológiou (stiesnené a malé priestory) neumožňuje prijať väčší počet návštevníkov. Návštevnosť za jednotlivé mesiace je uvedená v tabuľke 4 a na obrázku 7.

Príkladom rozdielných hodnôt teploty vzduchu v období pred sprístupnením a po sprístupnení jaskyne sú obrázky 8 a 9 (s vybranými hodinovými údajmi za mesiac september 2014 a 2016), na ktorých vidieť zvýšenie teploty vzduchu na dvoch stanovištiach (Vstupná sieň a Prítokový sifón) v období po sprístupnení. Vo Vstupnej sieni bola priemerná denná teplota vzduchu pred sprístupnením 6,56 °C a po sprístupnení 6,90 °C, v Prítokovom sifóne pred sprístupnením 6,07 °C a po sprístupnení 6,26 °C. Krivka grafu na stanovišti „Pred bránou“ mimo sprístupnenej trasy je relatívne konštantná v oboch rokoch.

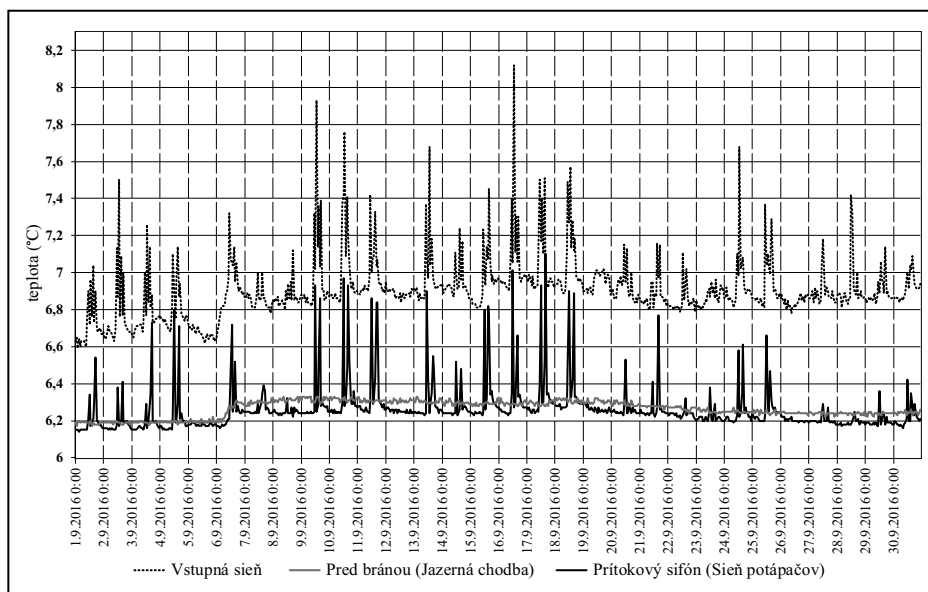
Z hľadiska analýzy chodu teploty vzduchu v priebehu týždňa badať výrazný rozdiel počas pondelkov oproti ostatným dňom v týždni. Ako príklad je na obrázku 10 uvedený chod teploty vzduchu (hodinové merania) v týždni od 12. 9. 2016 do 18. 9. 2016. Na grafe vidieť, že počas pondelkov, keď je jaskyňa pre verejnosť uzatvorená, nedochádza k nárastu teploty vzduchu. Krivka teploty vzduchu na stanovišti Prítokový sifón v rámci dňa dosahuje dve maximá, ktoré sú oddelené nižšou teplotou spôsobenou absenciou vstupu počas obednej prestávky. To svedčí o pomerne rýchlej stabilizácii mikroklimy jaskyne, keďže už počas dvoch hodín sa dostane do pôvodného stavu. Tieto maximá sú posunuté o cca 1 – 2 hodiny oproti maximám vo Vstupnej sieni, čo je spôsobené jednak neskorším príchodom návštevníkov na dané stanovište, jednak minimálnym prúdením vzduchu. Táto krivka teploty vzduchu dosahuje v priemere 3 až 4 maximá za deň, z dôvodu rýchlejšej výmeny vzduchu pri vchode. Ale keďže týmto stanovišťom prechádzajú návštevníci až dvakrát, nestihne sa počas vstupov dostať do rovnováhy. Mikroklima na danom stanovišti sa stabilizuje až po 2 hodinách od posledného vstupu. Teplota vzduchu je počas prevádzky vyššia o 0,60 až 0,90 °C, ak počet návštevníkov v danom dni prekročí 70 osôb (obr. 11).

Denný chod teploty vzduchu pred sprístupnením jaskyne mal vyrovnanú teplotu počas celého dňa. Rozdiel medzi maximálnou a minimálnou teplotou vzduchu v rámci dňa bol 0,04 °C. Po sprístupnení jaskyne v mesiacoch s najslabšou prevádzkou tento rozdiel činil až 0,80 °C, čo je 20× viac. V porovnaní denného chodu teploty vzduchu sú na obrázku 12 zobrazené ukazovatele za obdobie 12. a 13. 9. 2016 (pondelok a utorok). Zmeny teploty vzduchu sú najvýraznejšie od 10:00 do 18:00, čiže v čase prevádzky. Z toho vyplýva,



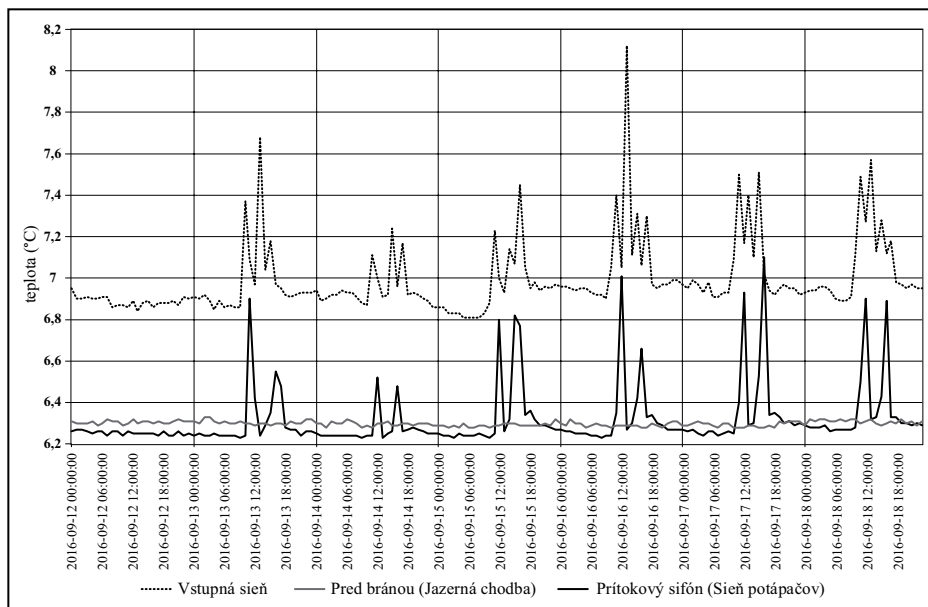
Obr. 8. Teplota vzduchu v septembri 2014

Fig. 8. Air temperature in September 2014



Obr. 9. Teplota vzduchu v septembri 2016

Fig. 9. Air temperature in September 2016



Obr. 10. Hodinové teploty vzduchu počas týždňa 12. – 18. 9. 2016

Fig. 10. Hourly air temperatures during the week 12. – 18. 9. 2016

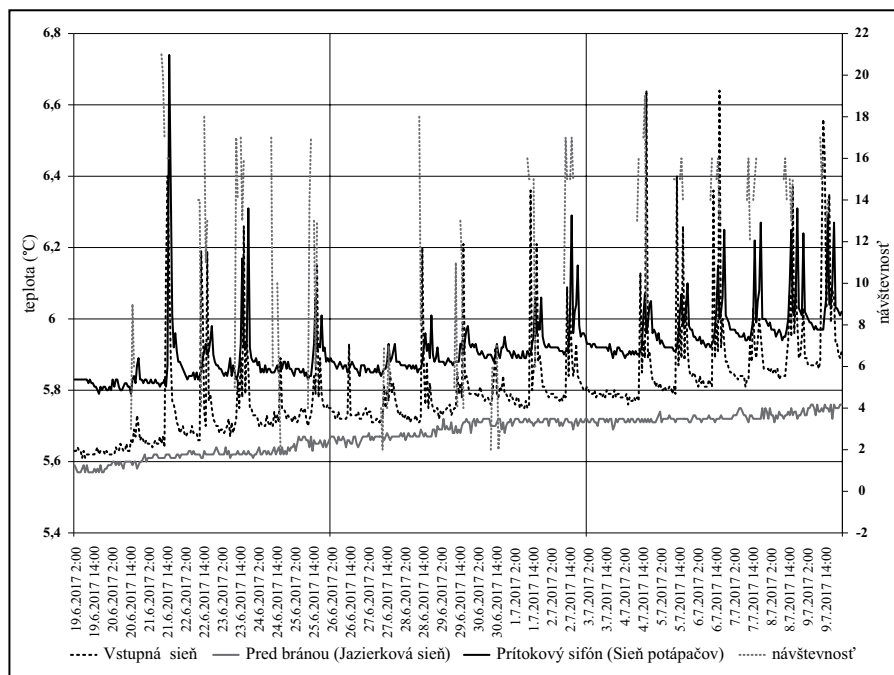
že jaskyňa má pomerne rýchlu regeneračnú schopnosť, keďže už po 2 hodinách od posledného vstupu sa teplota stabilizuje. Teplejší vzduch stúpa nahor, kde sa pri styku s horninou opäť ochladzuje a vytvára kondenz na stenách. V pondelok je chod teploty vzduchu vyrovnaný, bez výraznejších odchýlok počas celého dňa, v utorok sa mení podľa času jednotlivých vstupov návštevníkov do jaskyne.

ZÁVER

Po vyhodnotení údajov zo všetkých troch monitorovaných stanovišť sa priemerné denné hodnoty teploty vzduchu pohybovali v intervale od 5,10 do 7,10 °C. Rozdiel maximálnych a minimálnych hodnôt za obdobie od septembra 2013 do augusta 2017 bol najvyšší vo Vstupnej sieni, a to 3,64 °C. V Prítokovom sifóne (Sieň potápačov) bol 1,45 °C. Najnižší rozdiel sa zaznamenal „Pred bránou“ (Jazerná chodba), a to 0,73 °C. Najvyššie teploty v celkovom priemere dosahuje jaskyňa od augusta do októbra (6,23 – 6,90 °C) a najnižšie od apríla do júna (5,33 – 5,73 °C).

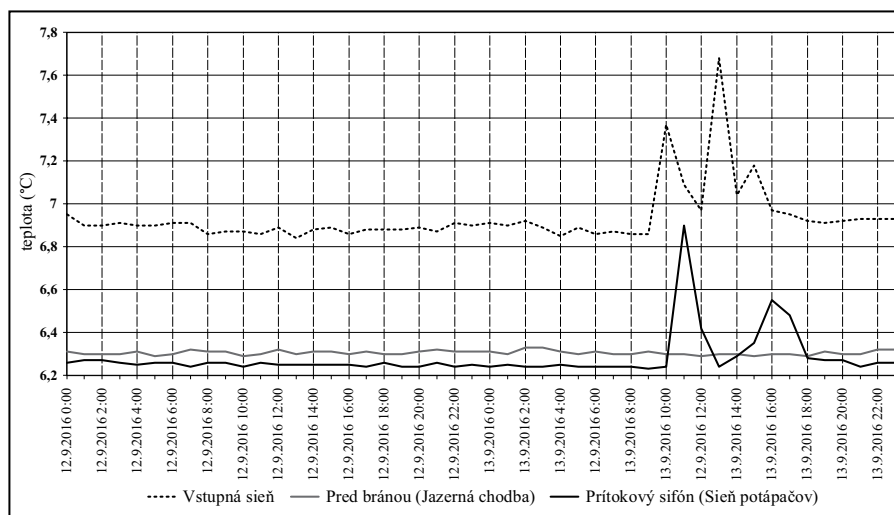
Monitoring teploty vzduchu po sprístupnení jaskyne nám jednoznačne dokazuje, že vplyv návštevnosti na zvýšenie teploty na prehliadkovej trase je reálne preukázateľný. Uzavreté relatívne nízke a stiesnené jaskynné priestory na prehliadkovej trase akumulujú teplotu počas pobytu návštevníkov, čím dochádza k zmene teplotných pomerov jaskyne oproti stavu pred sprístupnením. Na podrobnejšie posúdenie tohto javu je potrebný dlhodobější monitoring. Zaujímavé by bolo aj porovnanie teplôt v rámci 10-minútových intervalov. Hodnoty teploty vzduchu sa v súčasnosti zaznamenávajú v hodinových intervaloch, keďže meracia technika neumožňuje podrobnejší záznam teplôt. Niektoré zmeny teploty vzduchu v jaskyni oproti obdobiu pred sprístupnením však nemusia zákonite súvisieť s antropogénnym vplyvom. Môžu byť len dôsledkom prirodzeného režimu teploty vzduchu v jaskyni, o čom svedčí napr. graf č. 5. na stanovišti Pred bránou, kde je vplyv návštevníkov vzhľadom na jeho polohu mimo prehliadkovej trasy vylúčený. Výkyvy teploty do 0,1 °C môžu byť spôsobené aj presnosťou meracej techniky.

Zásadný význam pre mikroklimu jaskyne má advekcia tepla a vlhkosti z povrchu do podzemných priestorov a naopak. Návštevníci majú vplyv na energetický tok a teplotu vzduchu v sprístupnených jaskyniach tým, že vnášajú telesné teplo. Celkovo možno



Obr. 11. Porovnanie teploty vzduchu a návštevnosti (19. 6. – 9. 7. 2017)

Fig. 11. Comparison of air temperature and number of visitors (grey dotted line) (19. 6. – 9. 7. 2017)



Obr. 12. Hodinové teploty vzduchu namerané 12. a 13. 9. 2016 (pondelok a utorok)

Fig. 12. Hourly air temperatures recorded during 12. and 13. 9. 2016 (Monday and Tuesday)

konštatovať, že jaskyňa má pomerne rýchlu regeneračnú schopnosť, keďže už po 2 hodinách od posledného vstupu sa teplota v jaskyni stabilizuje. Mierne zmeny teploty vzduchu v jaskyni spôsobené jej prevádzkovaním sa pravdepodobne sčasti vyrovnávajú aj vplyvom podzemného vodného toku.

Na základe zistenia zvýšenia teploty vzduchu počas vstupov možno predpokladať, že sa zvyšuje aj obsah CO₂. Preto počas dní s najvyššou návštevnosťou treba vykonať orientačné merania, v prípade potreby umiestniť do jaskyne prístroje na dlhodobější meranie obsahu CO₂.

LITERATÚRA

- HAMILTON-SMITH, E. 1997. Monitoring visitor experience and environmental conditions at Jenolan caves, New South Wales, Australia. In Stitt, R. R. (Ed.): 13th Cave And Karst Management Symposium. NSS, Bellingham, 1, 87–91.
- KLAUČO, S. – FILOVÁ, J. – ZELINKA, J. 1998. Vplyv návštevnosti na speleoklimu Ochtinskej aragonitovej jaskyne. In Bella, P. (Ed.): Výskum, využívanie a ochrana jaskýň. Zborník referátov z vedeckej konferencie (Mlynsky, 8. – 10. 10. 1997). SSJ, Liptovský Mikuláš, 75–86.
- LAPIN, M. – FAŠKO, P. – MELO, M. – ŠTASTNÝ, P. – TOMLAIN, J. 2002. Klimatické oblasti. In: Atlas krajiny Slovenskej republiky, IV. Prvotná krajinná štruktúra, mapa č. 27 (1 : 1 000 000). Bratislava – Ministerstvo životného prostredia SR, Banská Bystrica – Slovenská agentúra životného prostredia, s. 95.
- PECHO, J. – IVANÁKOVÁ, G. – KAJABA, P. – LABUDOVÁ, L. – ŠTASTNÝ, P. – TURŇA, M. 2017. Klimatologické zhodnotenie roka 2016 na Slovensku. Meteorologický časopis, 20, 1, 23–27.
- PELTICH, A. – PIASECKI, J. – KLEEGERGER, M. 1999. Impact of tourists on air and rock temperature in static cave systems. In de Dear, R. J. – Potter, J. C. (Eds.): Proceedings of the 15th International Congress of Biometeorology and International Conference on Urban Climatology, Macquarie University, Sydney, ICBPO8.02, 1–7.
- PIASECKI, J. 1996. Przyczyny zmian klimatu Jaskini Niedźwiedziej w Kletnie. Acta Universitatis Wratislaviensis, 1794, Prace Instytutu Geograficznego, Seria C, Meteorologia i Klimatologia, 3, 33–56.
- ZELINKA, J. 2002. Microclimatic research in the Slovakian show caves. Acta Carsologica, 31, 1, 151–163.
- ZELINKA, J. 2008. Prvé výsledky mikroklimatického monitoringu v Brestovskej jaskyni. Slovenský kras, 46, suppl. 1, 87–96.

ZAROVNANÉ SKALNÉ PODLAHY V JASKYNIACH

Pavel Bella^{1,2} – Pavel Bosák^{3,4}

¹ Štátna ochrana prírody, Správa slovenských jaskýň, Hodžova 11, 031 01 Liptovský Mikuláš; pavel.bella@ssj.sk

² Katedra geografie, Pedagogická fakulta Katolíckej univerzity, Hrabovská cesta 1, 034 01 Ružomberok

³ Geologický ústav AV ČR, v. v. i., Rozvojová 269, 165 00 Praha 6 – Lysolaje, Česká republika; bosak@gli.cas.cz

⁴ Karst Research Institute ZRC SAZU, Titov trg 2, 6230 Postojna, Slovenia

P. Bella, P. Bosák: Flat solution bedrock floors in caves

Abstract: Flat bedrock floors as morphosculptural shapes formed by lateral erosion belong to important morphological indicators of the origin and development phases of caves. In river caves, flat bedrock floors resulted from lateral enlargement of passages by meandering underground streams, alternatively by two-sided extending or one-sided moving riverbed. In sulfuric acid caves, they are formed by intensive solution of limestone walls by sulfuric acid at or near water-table. Because the amount of dissolved oxygen decreases with depth below the water table, shallow pools on sides of fissure discharge feeders allow the formation of sulfuric acid by oxidation of H₂S dissolved in ascending fluids, which rapidly dissolves the limestone bedrock (Egemeier, 1981; Hill, 1990; Palmer and Hill, 2005; Palmer, 2013 and others). It was dissolved mostly on the inclined floor surfaces of wall notches, when water film was flowing down after repeated drops of water table. Due to greater water movement, the oxidation is most rapid where the floor gradient is steepest and slowest where the gradient is flattest (Egemeier, 1981). If flat bedrock floors are covered by fine-grained sediments, they protect underlying limestone from dissolution (Hill, 1990). In these cases, the flat floor is laterally enlarged to both sides. Smooth 'corrosion tables', described by Audra (2008), Audra et al. (2009), and De Waele et al. (2016), formed by acid condensation waters (condensation sheet-runoff) flowing back to the feeding fissure or pool. If flat solution floor surfaces are laterally associated with wall water-table notches, their origin can be rather linked with water table and its repeated slight oscillations. In Slovakia, flat solution floors resulting from sulfuric acid speleogenesis were documented in hypogene caves on the western fault marginal part of the Malé Karpaty Mountains (Plavecká jaskyňa, Pec). Remnants of older flat floors, in river as well as sulfuric acid caves, are preserved as terraced surfaces at the edges of cave passages or halls. Many flat solution floors are integrated parts of cave levels formed in relation with the stable erosion base on the surface. Therefore their formation can be correlated with the formation of adjacent planar landforms (river terraces, planation surfaces). If sulfuric caves or hypogene caves with sulfuric development phases are controlled by significant faults in the marginal parts of horst mountains, flat solution floors and subsequent cave levels can be used to the reconstruction of the phases of interrupted subsidence of adjacent basins/grabens. In caves where flat solution floors have originated in relation to a local lithological threshold, i.e. internal erosion base, they can not be correlated with other planar landforms.

Key words: karst geomorphology, cave morphology, planar bedrock floor, cave bedrock terrace, lateral erosion, river cave, sulfuric acid cave

ÚVOD

V rámci rekonštrukcie vývoja jaskýň vytvorených v rozpustných horninách si osobitnú pozornosť, spolu so zarovnanými stropmi, zasluhujú rovné skalné podlahy vytvorené laterálnou chemickou, resp. chemickou a mechanickou eróziou v nadväznosti na stabilizovanú eróznú bázu. Keďže zrezávajú šikmo uložené horninové vrstvy, predstavujú diskordantné planačné formy jaskynného georeliéfu. V porovnaní s ostatnými skalnými tvarmi v jaskyniach zarovnané skalné stropy a podlahy patria medzi menej zriedkavejšie a menej skúmané morfológické tvary.

Planačné formy jaskynného georeliéfu sa vytvárajú v epifreatických horizontálnych a subhorizontálnych úrovňových jaskyniach alebo častiach jaskýň (v rámci „ideal water table cave“ a „cave with mixture of phreatic and water table levelled components“ v zmysle Forda, 1977, 2000; resp. Forda a Ewersa, 1978). Zarovnané skalné podlahy, resp. zvyšky starších skalných podláh zachovaných v podobe terasových stupňov sa vyskytujú v riečnych (fluviokrasových) jaskyniach (Tulis a Novotný, 1989; Huang, 1993; Bella, 1996, 2004, 2005; Onac, 2000 a ďalší), ako aj v jaskyniach sulfurického pôvodu (Hose a Pisarowicz, 1999; d'Antoni-Nobecourt et al., 2007; Audra, 2008; Audra

et al., 2009; Vattano et al., 2012, 2013; De Waele et al., 2016 a ďalší). Zarovnané skalné podlahy a terasové stupne zodpovedajúce bývalým podlahám sú súčasťou jaskynných úrovňových chodieb.

V tomto príspevku podávame základnú charakteristiku erózných zarovnaných skalných podláh ako dôležitého morfológického indikátora vývoja jaskýň. Tejto problematike, najmä zarovnaným podlahám v sulfurických jaskyniach, sa v doterajšej slovenskej speleologickej literatúre nevenovala dostatočná pozornosť. Keďže v sulfurických jaskyniach sa vytváranie zarovnaných podláh vysvetľuje sčasti rozdielnymi spôsobmi, k tejto problematike pridávame doplnujúce poznámky (využívajúc výsledky našich pozorovaní v jaskyniach Plaveckého predhoria na západnom okraji Malých Karpát, ktoré sú súčasťou Plaveckého krasu).

VYTVÁRANIE ZAROVNANÝCH SKALNÝCH PODLÁH

Zarovnané skalné podlahy sa v riečnych a sulfurických jaskyniach vytvárajú laterálnym rozširovaním chodieb alebo siení, avšak odlišnými morfogenetickými procesmi.

Zarovnané skalné podlahy v riečnych jaskyniach vznikajú laterálnou eróziou meandrujúceho podzemného vodného toku na nárazovom brehu riečiska (rozširovaním

meandrov oscilujúcich pozdĺž hlavnej osi vodného toku a ich migráciou v smere toku), prípadne laterálnou eróziou podzemného vodného toku obojstranne rozširujúceho alebo jednostranne presúvajúceho riečne koryto (Davis, 1930; Bretz, 1942 a ďalší). Podzemný vodný tok meandruje najmä v úsekoch mierneho sklonu riečiska smerom k miestnej eróznej báze, čo je následkom vyrovnávania pozdĺžneho riečného profilu spätnou eróziou. Podlahový pás vytvorený migráciou meandrov v jaskyni Pokerville vo Wisconsin (USA) je 4– až 5-krát širší ako pôvodná rúrovitá chodba (Bretz, 1942). V jaskyni „tří naháčů“ (3N), ktorá sa nachádza v juhovýchodnej časti pohoria Zagros v Iráne a je najdlhšou soľnou jaskyňou na svete, intenzívnou laterálnou eróziou občasného podzemného vodného toku (s rovnovážnym pozdĺžnym profilom) vznikol meander široký až 230 m (Bruthans et al., 2000). Zarovnané skalné podlahy sa laterálnou eróziou meandrujúceho podzemného vodného toku vytvárajú aj v úsekoch pred skalnými prahmi (napr. viažucimi sa na vulkanické dajky vo vápencoch), ktoré sú vo visutej polohe nad miestnou eróznou bázou (obr. 1). Na takéto skalné prahy alebo bariéry nahromadených sedimentov v jaskyniach sa vzťahuje tzv. vnútorná erózná báza (podľa Coceana, 1979), ktorá lokálne vplýva na vývoj predprahových, resp. predbarieryových častí jaskýň.

Najmä v alogénnom krase laterálnu eróziu usmerňujú aj naplavené fluválne sedimenty, ktoré pokrývajú a chránia skalné podložie jaskynného riečiska. Aj pri menšom prietoku vodný tok laterálne eroduje skalný breh a bočným korytom, resp. aluviálnym zárezom sa vrezáva do skalnej steny, čím sa zarovnaná skalná podlaha postranne zväčšuje (Farrant a Smart, 2011). Zarovnávanie a postranné rozširovanie skalnej podlahy jaskynnej chodby, spôsobené laterálnou eróziou podzemného vodného toku v epifreatických podmienkach, patrí spolu s vyrovnávaním pozdĺžneho profilu podzemného riečiska spätnou eróziou k hlavným procesom tvorby jaskynnej úrovne.

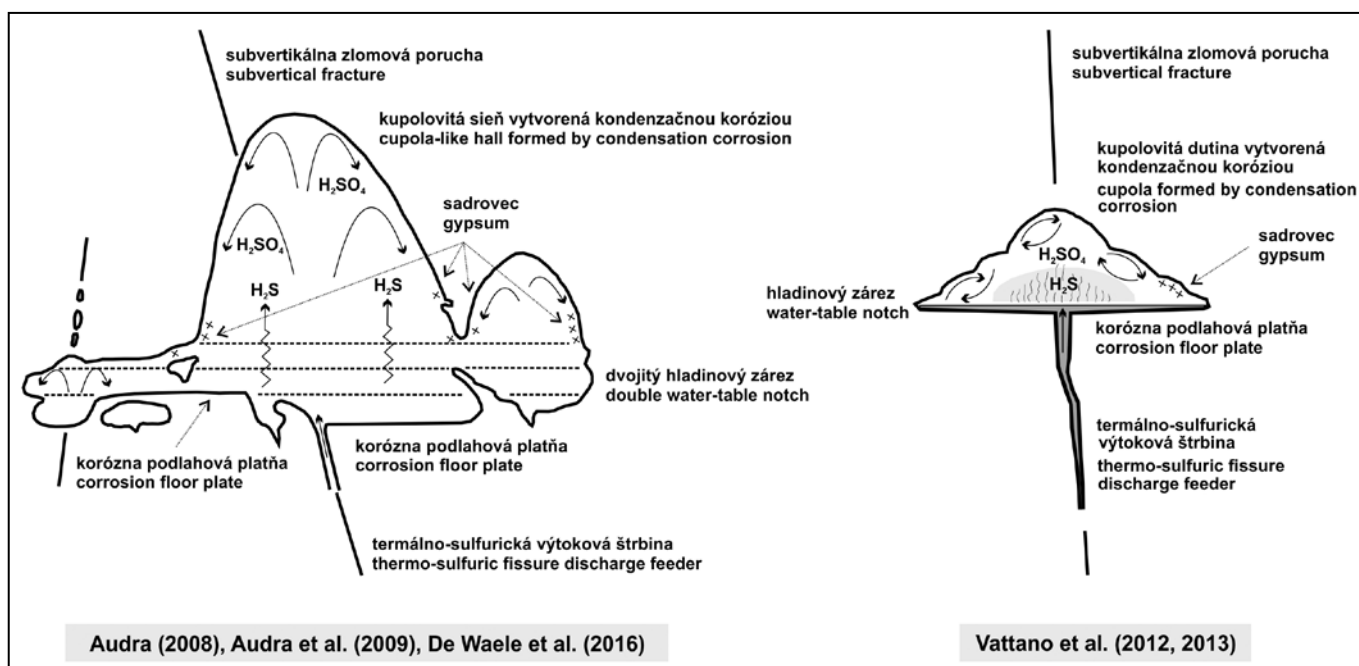
V niektorých jaskyniach sa časti bývalých zarovnaných podláh zachovali v podobe plochých skalných povrchov terasových stupňov na okrajoch stien chodieb, siení alebo dômov (Tulis a Novotný, 1989; Huang, 1993; Bella, 1996; Onac, 2000). Keďže vystupujú vo výsutej polohe nad terajším podlahovým riečiskom, sú analógiu eróznym riečnym terasám na povrchu. Zväčša sú však pokryté naplavenými riečnymi sedimentmi, t. j. vývojom zodpovedajú zloženým riečnym terasám.

Zarovnané skalné podlahy v sulfurických jaskyniach vznikajú intenzívnym rozpúšťaním karbonátov kyselinou sírovou (H_2SO_4), ktorá je produktom oxidácie sírovodíka (H_2S) na hladine a tesne pod hladinou podzemnej vody (Hill, 1986, 1990, 2000; Hose a Pisarowicz, 1999; Palmer a Hill, 2005; Palmer, 2013, 2016 a ďalší). Voda i sírovodík vystupujú nahor cez výtokovú štrbinu (*fissure discharge feeder*) viažucu sa na hlbší zlom. Zarovnaná skalná podlaha sa vytvára laterálne po stranách výtokovej štrbiny (výtoková štrbina predstavuje korózne rozšírenú trhlinu, ktorá zarovnanú podlahu predeľuje). Nad zarovnanou skalnou podlahou sa kondenzačnou koróziou vytvára stropná kupolovitá dutina, ktorá je podstatne širšia ako výtoková štrbina (obr. 2). Známe sú prípady, keď zarovnanú



Obr. 1. Zarovnané skalné podlahy vytvorené meandrujúcim podzemným vodným tokom (pod zarovnaným stropom), jaskyňa Seiryu-kutsu, Japonsko. Foto: P. Bella

Fig. 1. Flat bedrock floors originated by meandering underground stream (below a flat ceiling), Seiryu-kutsu Cave, Japan. Photo: P. Bella



Obr. 2. Morfogenetické náčrty zarovnaných skalných podláh v sulfurických jaskyniach
Fig. 2. Morphogenetic sketches of flat bedrock floors (corrosion tables) in sulfuric acid caves

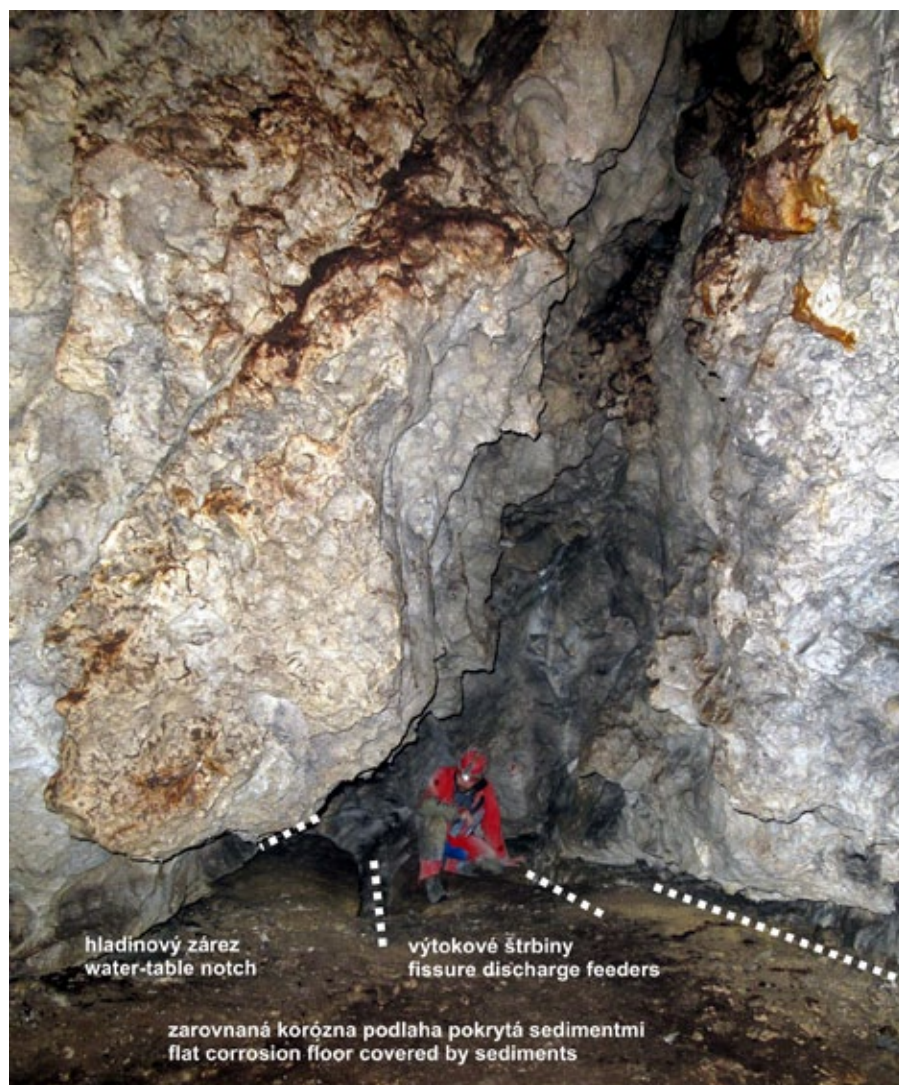
skalnú podlahu predeľuje viac výtokových štrbín (Audra, 2008; Audra et al., 2009; De Waele et al., 2016). Podlahou Dómu netopierov v Plaveckej jaskyni prechádzajú až štyri výtokové štrbiny (obr. 3 – prvotné indície a dôkazy sulfurických fáz vývoja Plaveckej jaskyne podávajú Bella et al., 2018).

Keďže obsah rozpusteného kyslíka s narastajúcou hĺbkou pod vodnou hladinou klesá (Egemeier, 1981; Hill, 1990 a ďalší), kyselina sírová sa oxidáciou sírovodíka najviac vytvára v plytkých jazerách po stranách výtokových štrbín. V dôsledku intenzívnejšieho prúdenia vody je oxidácia najintenzívnejšia v miestach, kde je sklon skalnej podlahy najstrmší (naopak najmenej intenzívna oxidácia je v miestach takmer plochej až plochej podlahy). Veľmi malý sklon skalnej podlahy v sulfurických jaskyniach je pravdepodobne viac podmienený oxidáciou ako vodnou hladinou (Egemeier, 1981). Jemnozrnné sedimenty, ktoré sa ukladajú na zarovnanú podlahu, chránia vápenec pred rozpúšťaním (Hill, 1990) a usmerňujú rozširovanie podlahy do oboch strán (laterálna chemická erózia). Zarovnané skalné podlahy sú jedným z hlavných morfológických tvarov, resp. indikátorov sulfurických jaskýň ako podtypu hypogénnych jaskýň.

Po okrajoch zarovnaných skalných podláh v sulfurických jaskyniach sú zväčša stenové hladinové zárezy. Takto lemované zarovnané skalné podlahy vidieť aj v Plaveckej jaskyni a jaskyni Pec v Plaveckom krase. V Plaveckej jaskyni spodnú časť chodby, paralelnej so severozápadným okrajom Dómu netopierov, tvorí centrálna výtoková štrbina široká 10 až 20 cm, z ktorej horného okraja obojstranne mierne stúpajú skalné podlahy široké 35 až 40 cm (so sklonom 1,9 až 6,8 %) končiac sa stenovými zárezmi vysokými 15 až 20 cm. Stropná kupolovitá dutina laterálne nesiahajú až po okraj stenových hladinových zárezov. Vytvorila sa nad výtokovú štrbinu, ktorou po poklese vodnej hladiny nahor vystupovala ohriata vodná para (obr. 4). V takýchto prípadoch v čase vytvárania zarovnaných skalných podláh po okraji výtokovej štrbiny intenzívnejšie pôsobilo laterálne rozpúšťanie vápencov.

Stenové hladinové zárezy poukazujú, že vytváranie zarovnaných podláh súvisí s vodnou hladinou a jej miernymi osciláciami. Pri kolísaní vodnej hladiny sa vápenec najviac rozpúšťa na šikmých podlahových povrchoch bočných zárezov, kde vodný povlak steká nadol po opakovanom poklesávaní vodnej hladiny. Ak sa na takmer rovné skalné povrchy podláh usadia nerozpustné zvyšky karbonátov, stávajú sa prekážkou korózneho modelácie podloží skalných povrchov. Hrubšie vrstvy sedimentov sa na zarovnané skalné podlahy ukladali neskôr po skončení sulfurickej fázy ich vývoja (napr. v Dóme netopierov a Kvapľovej sieni Plaveckej jaskyne, rovnako aj v jaskyni Pec). Staršie zarovnané skalné podlahy sú spravidla pokryté hrubšími súvrstvami klastických a chemogénnych sedimentov.

Audra (2008), Audra et al. (2009), ako aj De Waele et al. (2016) usudzujú, že zarovnané skalné podlahy (*corrosion tables*) v sulfurických jaskyniach vznikli kondenzačnou vodou, ktorá sa tvorila následkom ochlade-



Obr. 3. Plavecká jaskyňa, Dóm netopierov. Foto: P. Bella
Fig. 3. Plavecká jaskyňa Cave, Dóm netopierov Chamber. Photo: P. Bella

nia stúpajúcej vodnej pary na spodných, previsnutých častiach stien a plošne, v podobe vodného povlaku obohateného o H_2SO_4 laminárne stekala späť do výtokovej štrbiny alebo jazera (*condensation sheet-runoff*). Veľmi malý sklon *corrosion tables* (prične 1,6 %, pozdĺžne 0,1 až 1,3 %) je dôsledkom rovnováhy medzi turbulenciou a okysličovaním. Na strmšie sklonených povrchoch je tok vody turbulentnejší, čím sa zvyšuje okysličovanie s následnou tvorbou kyseliny sírovej oxidáciou rozpusteného H_2S . Ďalej uvádzajú, že *corrosion tables* sa vytvárajú tesne nad úrovňou hladiny vody. Keď hladina sírnaty vody poklesne, nová *corrosion table* sa začne vytvárať od nižšej, poklesnutej vodnej hladiny. Štúdie týchto autorov vychádzajú najmä z výskumu sulfurických jaskýň vo Francúzsku, Taliansku a Rakúsku (*corrosion tables* sa najlepšie vytvorili a zachovali vo francúzskej jaskyni Grotte du Chat).

V jaskyniach, v ktorých zarovnané skalné podlahy nadväzujú na stenové hladinové zárezy, vodný povlak stekal po mierne sklonenom skalnom povrchu podlahy v nadväznosti na opakujúce sa poklesávanie oscilujúcej vodnej hladiny. Takto vytvárané zarovnané skalné podlahy mierne klesajú do výtokových štrbín, resp. podlahových kanálov odvádzajúcich

vodu vystupujúcu z výtokových štrbín (napr. v aktívnej mexickej sulfurickej jaskyni Cueva de Villa Luz – pozri Hose a Pisarowicz, 1999). Takéto podlahové kanály sú predurčené smerom výtokových štrbín.

Fázam jednotlivých, po sebe nasledujúcich poklesov hladiny vody zväčša zodpovedá súbor *corrosion tables*, ktoré sa zachovali v rozdielnych výškových polohách a vytvárali sa postupne odhora nadol. Vo francúzskej jaskyni Grotte du Chat je vytvorených až 12 *corrosion tables* vo vertikálnom rozpätí 6 m (Audra, 2008; Audra et al., 2009). V Plaveckej jaskyni sú zarovnané skalné podlahy v 5 až 6 výškových polohách vo vertikálnom rozpätí 13 m (miestami však boli prisýpané sedimentmi premiestnenými pri sprístupňovacích a prieskumných prácach). Skalná terasa v severozápadnej časti Plaveckej jaskyne je vysoká 1,15 m a zodpovedá bývalej skalnej podlahe chodby (obr. 5). Jej skalný povrch rozčleňujú výtokové štrbiny, pozdĺž ktorých miestami vznikli vyhlbeniny široké 15 až 30 cm a dlhé 30 cm až 1,1 m. Podobne aj jaskyňa Pec, ležiaca vo vrchnej časti svahu Plaveckého hradného vrchu nad Plaveckou jaskyňou, pozostáva z chodieb viacerých vývojových úrovní, ktorých súčasťou sú zarovnané skalné podlahy.



Obr. 4. Stenové zárezy s plochými skalnými podlahovými povrchni, mierne sklonenými dovnútra k výtokovej štrbine, Plavecká jaskyňa. Foto: P. Bella
 Fig. 4. Wall notches with flat bedrock floor surfaces slightly inclined inwards to fissure discharge feeder, Plavecká jaskyňa Cave, Slovakia. Photo: P. Bella

REKONŠTRUKCIA VÝVOJA JASKÝŇ A RELIEFU OKOLITÝCH ÚZEMÍ

Zarovnané skalné podlahy v jaskyniach (rovnako aj zarovnané skalné stropy), ktoré sú súčasťou jaskynných úrovní vytvorených v nadväznosti na vonkajšiu eróznú bázu, možno na povrchu korelovať s riečnymi terasami či zarovnanými povrchni. Fluviokrasové jaskynné chodby so zarovnanými podlahami, resp. riečne vytvorenými terasovými stupňami v nadväznosti na stabilnú vonkajšiu eróznú bázu, nachádzajúce sa vo svahu doliny, predstavujú jaskynné úrovně typu riečnych korýt (v zmysle Bögliho, 1978). Vý-

vojové úrovně v sulfurických jaskyniach (ich súčasťou sú zväčša aj zarovnané skalné podlahy) zodpovedajú stabilizovaným úrovniam hladiny sírnatých, v mnohých prípadoch aj termálnych vôd, ktorých výšková poloha je priamym dôsledkom opakujúceho sa prerušenia zarezávania riečnych dolín. Vývojovej úrovni, ktorá sa v juhotoskánskej jaskyni Montecchio (Taliani) vytvorila počas sulfurickej speleogenetickej fázy, na povrchu v doline Albegna výškovou polohou i veľkom zodpovedá travertínová terasa (Piccini et al., 2015).

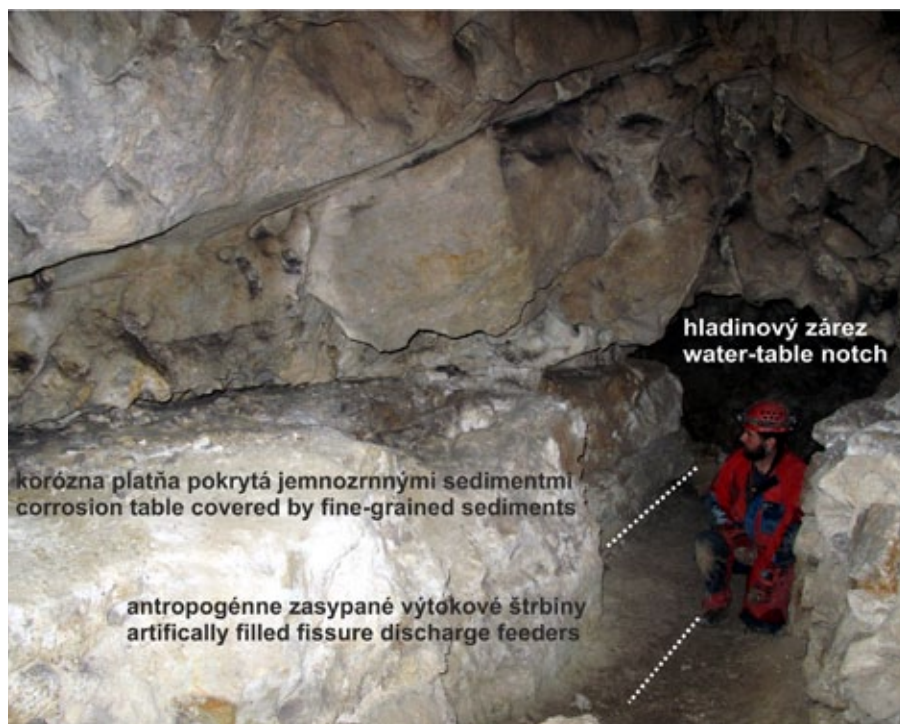
Ak sa zarovnané skalné podlahy vytvorili v jaskyni pri okraji zlomového svahu (na

okraji hrastového pohoria, resp. v poklesnutej okrajovej kryhe hrastového pohoria), možno ich využiť pri rekonštrukcii fáz prerušovaného tektonického poklesu príľahlej panvy (napr. v jaskyni Pec a Plaveckej jaskyni v Plaveckom predhorí na zlomovom rozhraní Malých Karpát a Záhorskej nížiny – Bella et al., 2018).

V rámci geochronologickej rekonštrukcie vývoja jaskýň možno sulfurické fázy vymedziť na základe datovania alunitu a jarositu (Polyak et al., 1998; De Waele et al., 2009; Temovski et al., 2013; Piccini, 2015), ktoré vznikajú pôsobením kyseliny sírovej na ílovité sedimenty (hlinité kremičitany) a patria medzi hlavné mineralogické indikátory sulfurickej speleogenézy (Polyak a Güven, 1996; Polyak a Provencio, 1998, 2001; D'Angeli et al., 2018 a ďalší). Doznievanie sulfurických fáz možno určiť na základe rádioizotopového datovania hráškovitých sintrových útvarov zv. popcorn (metódami ^{14}C alebo U-series), ktoré sa vytvorili na horných okrajoch výtokových štrbín (fissure discharge feeders) po poklesnutí vodnej hladiny, keď z nižšieho rezervoáru teplej vody nimi stúpala vodná para (bližšie pozri De Waele et al., 2016). Ak sa na zarovnaných skalných podlahách vytvorili sintrové kôry, ich datovanie poukazuje na starší vek sulfurickej fázy (prítom treba mať na zreteli, že sintrové kôry sa nemuseli vytvárať hneď po skončení sulfurickej speleogenetickej fázy).

ZÁVER

Zarovnané skalné podlahy ako morfológické indikátory hydrografického vývoja jaskýň predstavujú špecifické, menej často sa vyskytujúce, avšak významné tvary jaskynného skalného reliéfu. Zarovnané skalné podlahy, prerušené výtokovými štrbinami, nechýbajú vo väčšine hypogénnych sulfurických jaskýň (u nás sa zatiaľ zistili iba na západnom okraji Plaveckého krasu – v Plaveckej jaskyni a jaskyni Pec, zväčša sú však pokryté jemnozrnnými sedimentmi z mladších vývojových fáz).



Obr. 5. Skalná terasa bývalej zarovnanej skalnej podlahy, Plavecká jaskyňa. Foto: P. Bella
 Fig. 5. Bedrock terrace of a former flat solution bedrock floor, Plavecká jaskyňa Cave, Slovakia. Photo: P. Bella

Ak sa vytváranie zarovnaných skalných podláh (pôsobením laterálnej erózie) viaže na vonkajšiu eróznú bázu, sú súčasťou jaskynných úrovní, ktoré možno v mnohých územiach korelovať s riečnymi terasami alebo zarovnanými povrchmi. Keďže sulfurické jaskyne, resp. hypogénne jaskyne so sulfuric-

kými fázami vývoja sú predisponované výraznými okrajovými zlomami, zarovnané skalné podlahy a nadväzujúce jaskynné úrovně možno využiť aj pri rekonštrukcii fáz prerušovaných tektonických pohybov na zlomovom rozhraní hrastového pohoria a priľahlej panvy (priekopovej prepadliny). Zarovnané

skalné podlahy vytvorené v nadväznosti na vonkajšiu eróznú bázu treba odlíšiť od zarovnaných skalných podláh, ktoré sa vytvorili v nadväznosti na vnútrojaskynné litologické prahy, t. j. vnútornú eróznú bázu, a nemožno ich korelovať s vývojom reliéfu okolitého územia.

LITERATÚRA

- AUDRA, P. 2008. Hypogenic sulphidic speleogenesis. *Berliner Höhlenkundliche Berichte*, 26, 15–32.
- AUDRA, P. – MOCOCHAIN, L. – BIGOT, J.-Y. – NOBÉCOURT, J.-C. 2009. Morphological indicators of speleogenesis: hypogenic speleogens. In Klimchouk, A. B. – Ford, D. C. (Eds.): *Hypogene Speleogenesis and Karst Hydrogeology of Artesian Basins*. Ukrainian Institute of Speleology and Karstology, Special Paper, 1, Simferopol, 23–32.
- BELLA, P. 1996. Geomorfologický význam a problémy genézy Demänovskej jaskyne slobody. In Bella, P. (Ed.): *Sprístupnené jaskyne – výskum, ochrana a využívanie*. Zborník referátov z odborného seminára (Medzev, 18. – 20. septembra 1996). SSJ, Liptovský Mikuláš, 46–52.
- BELLA, P. 2004. Morfoskulptúrne planačné formy jaskynného georeliéfu. In Bella, P. (Ed.): *Výskum, využívanie a ochrana jaskýň*. Zborník referátov zo 4. vedeckej konferencie (Tále, 5. – 8. 10. 2003). SSJ, Liptovský Mikuláš, 20–34.
- BELLA, P. 2005. Lateral planation and notched forms of cave georelief: morphology, typology and developmental features. *Proceedings of the 14th International Congress of Speleology* (21 – 28 August 2005, Athens, Kalamos, Hellas), volume 2, 601–604.
- BELLA, P. – BOSÁK, P. – MIKYSEK, P. 2018. Multi-phased and multi-process hypogenic speleogenesis along deep fault system: Plavecká jaskyňa Cave, Malé Karpaty Mountains, Slovakia. In Šujan, M. – Csibri, T. – Kiss, P. – Rybár, S. (Eds.): *Environmental, Structural and Stratigraphical Evolution of Western Carpathians*. Abstract Book, 11th ESSEWECA Conference (November 29 – 30, 2018, Bratislava, Slovakia). Department of Geology and Paleontology, Faculty of Natural Sciences, Comenius University, Bratislava, 12.
- BÖGLI, A. 1978. *Karsthydrographie und physische Speläologie*. Springer-Verlag, Berlin – Heidelberg – New York, 292 s.
- BRETZ, J. H. 1942. Vadose and phreatic features of limestone caverns. *Journal of Geology*, 50, 6, 675–811.
- BRUTHANS, J. – ŠMID, J. – FILIPPI, M. – ZEMAN, O. 2000. Thickness of cap rock and other important factors affecting morphogenesis of salt karst. *Acta Carsologica*, 29, 2, 51–64.
- COCEAN, P. 1979. Les voutes planes-horizontales et le niveau de base karstique. *Travaux de l'Institut de Spéologie „Émile Racovitza“*, 18, 219–224.
- D'ANGELI, I.M. – CARBONE, C. – NAGOSTINIS, M. – PARISE, M. – VATTANO, M. – MADONIA, G. – DE WAELE, J. 2018. New insights on secondary minerals from Italian sulfuric acid caves. *International Journal of Speleology*, 47, 3, 271–291.
- D'ANTONI-NOBÉCOURT, J.-C. – AUDRA, P. – BIGOT, J.-Y. 2007. La spéléogénèse par corrosion sulfurique, l'exemple de la La grotte du Chat (Daluis, Alpes-Maritimes). *Riviera Scientifique*, 91, 53–72.
- DAVIS, W. M. 1930. Origin of limestone caverns. *Geological Society of America Bulletin*, 41, 3, 475–628.
- DE WAELE, J. – AUDRA, P. – MADONIA, G. – VATTANO, M. – PLAN, L. – D'ANGELI, I. M. – BIGOT, J.-Y. – NOBÉCOURT, J.-V. 2016. Sulfuric acid speleogenesis (SAS) close to the water table: Examples from southern France, Austria, and Sicily. *Geomorphology*, 253, 452–467.
- DE WAELE, J. – PLAN, L. – AUDRA, P. – ROSSI, A. – SPÖTL, C. – POLYAK, V. – MCINTOSH, B. 2009. Kraushöhle (Austria): morphology and mineralogy of an alpine sulfuric acid cave. In White, W. B. (Ed.): *Proceedings of the 15th International Congress of Speleology*, 2, Kerrville, Texas, USA, 831–837.
- EGEMEIER, S. J. 1981. Cavern development by thermal waters. *Bulletin of the National Speleological Society*, 43, 2, 3151.
- FARRANT, A. R. – SMART, P. L. 2011. Role of sediment in speleogenesis: sedimentation and paragenesis. *Geomorphology*, 134, 1–2, 79–93.
- FORD, D. C. 1977. Genetic Classification of Solution Cave System. In Ford, T. D. (Ed.): *Proceeding of the 7th International Congress of Speleology*, Sheffield, 189–192.
- FORD, D. C. 2000. Speleogenesis Under Unconfined Settings. In Klimchouk, A. B. – Ford, D. C. – Palmer, A. N. – Dreybrodt, W. (Eds.): *Speleogenesis. Evolution of Karst Aquifers*. National Speleological Society, Huntsville, Alabama, U. S. A., 319–324.
- FORD, D. C. – EWEERS, R. O. 1978. The development of limestone cave systems in the dimensions of length and depth. *Canadian Journal of Earth Sciences*, 15, 1783–1798.
- HILL, C. A. 1986. Carlsbad Cavern and other caves in the Guadalupe Mountains, New Mexico: A sulfuric acid genesis related to the oil and gas fields of the Delaware basin. *Communications, 9th International Congress of Speleology*, 1, Barcelona, 267–269.
- HILL, C. A. 1990. Sulfuric acid speleogenesis of Carlsbad Cavern and its relationship to hydrocarbons, Delaware Basin, New Mexico and Texas. *The American Association of Petroleum Geologists Bulletin*, 74, 11, 1685–1694.
- HILL, C. A. 2000. Sulfuric Acid Hypogene Karst in the Guadalupe Mountains of New Mexico and Western Texas, USA. In Klimchouk, A. B. – Ford, D. C. – Palmer, A. N. – Dreybrodt, W. (Eds.): *Speleogenesis. Evolution of Karst Aquifers*. National Speleological Society, Huntsville, Alabama, USA, 309–316.
- HOSE, L. D. – PISAROWICZ, J. A. 1999. Cueva de Villa Luz, Tabasco, Mexico: Reconnaissance Study of an Active Sulfur Spring Cave and Ecosystem. *Journal of Cave and Karst Studies*, 61, 1, 13–21.
- HUANG, R. 1993. A tentative study on subterranean terraces of the upper Moyangjiang River, Guangdong, China. *Proceedings of the 11th International Congress of Speleology*, Beijing, 1, 51–53.
- ONAC, B. P. 2000. *Geologia regiunilor carstice*. Editura Didactica si Pedagogica, R. A., Bucuresti, 399 s.
- PALMER, A. N. 2013. Sulfuric acid caves: Morphology and evolution. In Shröder, J. (Editor in Chief), Frumkin, A. (Ed.): *Treatise on Geomorphology*. Academic Press, San Diego, CA, vol. 6, Karst Geomorphology, 241–257.
- PALMER, A. N. 2016. Sulfuric acid vs. epigenic carbonic acid in cave origin and morphology. In Chavez, T. – Reehling, P. (Eds.): *Proceedings of DeepKarst 2016: Origins, Resources, and Management of Hypogene Karst* (April 11–14, Carlsbad, New Mexico). NCKRI Symposium 6. National Cave and Karst Research Institute, Carlsbad, New Mexico, 7–15.
- PALMER, A. N. – HILL, C. A. 2005. Sulfuric Acid Caves. In Culver, D. C. – White, W. B. (Eds.): *Encyclopedia of Caves*. Elsevier Academic Press, Burlington – San Diego – London, 573–581.
- PICCINI, L. – DE WAELE, J. – GALLI, E. – POLYAK, V. J. – BERNASCONI, S. M. – ASMEROM, Y. 2015. Sulphuric acid speleogenesis and landscape evolution: Montecchio cave, Albegna river valley (Southern Tuscany, Italy). *Geomorphology*, 229, 134–143.
- POLYAK, V. J. – GÜVEN, N. 1996. Alunite, natroalunite, and hydrated halloysite in Carlsbad Cavern and Lechuguilla Cave, New Mexico. *Clays and Clay Minerals*, 44, 6, 843–850.
- POLYAK, V. J. – MCINTOSH, W. C. – PROVENCIO, P. – GÜVEN, N. 1998. Age and origin of Carlsbad Caverns and related caves from ⁴⁰Ar/³⁹Ar of alunite. *Science*, 279, 1919–1922.
- POLYAK, V. J. – PROVENCIO, P. 1998. Hydrobasaluminite and alunite in caves of the Guadalupe Mountains, New Mexico. *Journal of Cave and Karst Studies*, 60, 1, 51–57.
- POLYAK, V. J. – PROVENCIO, P. 2001. By-product materials related to H₂S–H₂SO₄ influenced speleogenesis of Carlsbad, Lechuguilla, and other caves of the Guadalupe Mountains, New Mexico. *Journal of Cave and Karst Studies*, 63, 1, 23–32.
- TEMOVSKI, M. – AUDRA, P. – MIHEVC, A. – SPANGENBERG, J. – POLYAK, V. – MCINTOSH, W. – BIGOT, J. 2013. Hypogenic origin of Provalata Cave, Republic of Macedonia: a distinct case of successive thermal carbonic and sulfuric acid speleogenesis. *International Journal of Speleology*, 42, 3, 235–246.
- TULIS, J. – NOVOTNÝ, L. 1989. Jaskynný systém Stratskej jaskyne. *Osveta*, Martin, 464 s.
- VATTANO, M. – AUDRA, P. – BIGOT, J.-Y. – DE WAELE, J. – MADONIA, G. – NOBÉCOURT, J.-C. 2012. Acqua Fitusa Cave: an example of inactive water-table sulphuric acid cave in Central Sicily. *Rendiconti Online della Società Geologica Italiana*, 21, 637–639.
- VATTANO, M. – AUDRA, P. – BENVENUTO, F. – BIGOT, J.-Y. – DE WAELE, J. – GALLI, E. – MADONIA, G. – NOBÉCOURT, J.-C. 2013. Hypogenic Caves of Sicily (Southern Italy). In Filippi, M. – Bosák, P. (Eds.): *Proceedings of the 16th International Congress of Speleology*, vol. 3, Brno 19–27 July 2013, 144–149.

LIPTOVSKÉ JASKYNE V ĽUDOVEJ SLOVESNOSTI

Miroslav Kudla

Štátna ochrana prírody, Správa slovenských jaskýň, Hodžova 11, 031 01 Liptovský Mikuláš; miroslav.kudla@ssj.sk

M. Kudla: Liptov caves in folk rhetoric

Abstract: The caves in the Liptov region have their steady place in the regional folk rhetoric, in the contents of legends and mostly orally given information that became folk adopted. Their existence and contents refer to the degree of reflexion of local people on the existence of caves, their interest in them and the amount of knowledge they had of the caves. By the dominant elements in the contents of historical sources including the narrative ones, we distinguish legends with the theme of treasures, legends with the theme of secret corridors as well as those with the theme of death and disaster. The Liptov folk rhetoric is featured mainly by the caves with generally known entrances, however the accessibility of some parts of their spaces is limited by the necessity of using speleological equipment or by problematic orientation. The aim of this article is to introduce and classify folk adopted information about the caves in legends and to manifest the common signs of those caves in relation to a human.

Key words: folk rhetoric, legends, dragon caves, Liskovská jaskyňa Cave, Čerená, Kostrmanka Cave, Jaskyňa v Hrdošnej skale Cave, cave settlement

ÚVOD

Jaskyne, tak ako tomu nasvedčujú archeologické či epigrafické nálezy aj najstaršie písomné pramene, ktoré zmienku o jaskyniach obsahujú, sa nikdy celkom nevyhli ľudskej pozornosti. Prirodzená zvedavosť, honba za domnelými pokladmi či hľadanie dočasného útočiska hnali ľudí do zápasu s vlastným strachom na rozhraní svetla a tmy a nútili ich vstúpiť do podzemia. Reflexia jaskynného prostredia človekom sa prejavila v pozícii jaskýň v regionálnej ľudovej slovesnosti najmä v podobe povestí.

Zhromažďovanie a oboznámenie sa s povestami a naračnými prameňmi obsahujúcimi informácie o jaskyniach je nevyhnutnou zložkou komplexného poznávania histórie vývoja záujmu o ne, najmä v podmienkach absencie iného pramenného materiálu. Úzky záber písomných prameňov venovaných jaskyniam regiónu pretavený do odborného povedomia o nich na začiatku 20. storočia konštatuje J. Volko-Starohorský v Národných novinách v roku 1905. „V Liptove musí byť o veľa viac jaskýň, ako sa nazdávame. Vedecký svet je len asi s piatimi oboznámený: v Nižnej Tatre vo Svätôjanskej doline s dvoma, so Stanišovskou a s Predbystrou, v Demänovskej doline tiež s dvoma, s Demänovskou či takzvanou Dračou a Vyvieraním a v liptovských vápencových vrchoch na považí pri Liskovej vo vrchu Mníchu sa nachodiacou.“¹

Cieľom príspevku je predstaviť ľudové povedomie o jaskyniach regiónu, poukázať na ich atribúty podmieňujúce vstup informácií o nich do ľudovej slovesnosti a zhodnotiť výpovednú hodnotu ich obsahu. V príspevku venujeme pozornosť aj jaskyniam, ktoré presahujú geografické hranice historického regiónu Liptov, avšak informácie o nich figurujú v regionálnej ľudovej slovesnosti Liptova. Problematike „dračích jaskýň“, „liečivých nálezov“ v jaskyniach a úlohy ľudového povedomia o nich pri počiatkoch vedeckého záujmu o jaskyne venujeme len menší priestor, keďže táto problematika je už podrobne spracovaná.

ODRAZ ĽUDOVÉHO POVEDOMIA O JASKYNIACH V PRVOTNEJ ODBORNEJ SPISBE

Dobová odborná literatúra, ktorá prvýkrát venuje liptovským jaskyniam ako pozoruhodným prírodným javom väčšiu pozornosť na prelome 17. a 18. storočia, má niekoľko spoločných znakov. Nepočtené opisy jaskýň a ich výplní obsahujú zmienky o ich liečivých účinkoch či inak priaznivých vlastnostiach a je zrejme, že majú svoj pôvod v ľudovom povedomí o jaskyniach. Práve tieto informácie dostávajú pri opise jaskýň najväčší priestor. Jezuitský učenec Martin Szentiványi v prírodovedecky zameranej rozprave o vodách z roku 1689 venuje istý priestor veľkým jaskyniam Svätôjanskej doliny, zrejme Stanišovským jaskyniam, v ktorých sa má nachádzať liečivé skalné mlieko, teda mäkký sinter. O liečivých účinkoch vody z jazierok v Beníkovej jaskyni sa zmieňuje aj Juraj Buchholtz mladší, podľa ktorého vodu s obľubou využívali ľudia „chorí na kamienky“. Liečivé účinky sa pripisovali aj „dračím kostiam“ z demänovských jaskýň. Prostredníctvom Buchholtza bol s „dračímí kostami“ v liptovských jaskyniach oboznámený aj Matej Bel, ktorý o týchto nálezoch píše v diele Prodomus. „Medzitým takéto kosti používali na liečivé účely tí, čo ich vyťahovali z jaskýň, totiž vidiečania, a to s takým úspechom, že skutočne típli nad chorobami, ktorých pôvod si vysvetľovali z neľútostných pohybov zeme. Podoby sa zdali ako múmie, ktoré predstavila lekárom ľudská fantázia. Ja by som tým kostiam neprípisoval iný ako obyčajný význam, lekárske odborníci to nazývajú absorpciou, a čo zväčšilo smrteľným ľuďom fantáziu, bola ich neobyčajnosť a veľkosť, na akú neboli z každodenného styku zvyknutí.“²

Boli to práve ľudové ústne podávané informácie o dračích jaskyniach s nálezmi kostí pleistocéennej fauny, v minulosti pripisovaných drakom, ktoré vyvolali záujem Juraja Buchholtza mladšieho o demänovské jaskyne. V tomto

kontexte je pozoruhodný aj Buchholtzov zápis z roku 1718, kde uvádza, že ponad Lazište videl letieť draka.³

Liečivé účinky či iná pridaná hodnota niektorých jaskynných výplní sú zrejme dôsledkom hľadania odmeny za podstúpené riziko spojené s návštevou jaskyne. V súčasnosti v povedomí širokej verejnosti bez ohľadu na regionálnu príslušnosť jednoznačne dominuje poznatok o existencii sprístupnených jaskýň Demänovskej doliny. Demänovská jaskyňa slobody a Demänovská ľadová jaskyňa patria medzi jaskyne známe na celom Slovensku, avšak s povestami o dračích jaskyniach Demänovskej doliny sa autor s výnimkou literatúry a úzkeho kruhu jaskyniarov nestretol.

MOTÍV POKLADOV AKO ÚSTREDNÁ TEMATIKA OBSAHU POVESTÍ O JASKYNIACH

V porovnaní s už v ľudovom povedomí neživou informáciou o dračích jaskyniach je iná situácia v súvislosti s vnímaním jaskýň ako tajomných a nepoznaných či mystických objektov v regióne dolného Liptova. Tu sú dotknuté jaskyne neprístupné verejnosti buď v dôsledku ich uzatvorenia z dôvodu ochrany, alebo sú ťažko dostupné a povesti o nich stále kolujú v rozprávaní miestneho obyvateľstva.

Medzi takéto patrí Liskovská jaskyňa s výrazným a zďaleka dobre viditeľným vchodom v skalnom masíve juhovýchodného svahu vrchu Mních. Ľahká dostupnosť jaskynného vchodu v kontraste s priestormi náročnejšími na pohyb a vytvárajúcimi podzemné bludisko s množstvom kostrových nálezov, v ktorom už poblúdil nejedného návštevníka, zabezpečili Liskovskej jaskyni všeobecnú popularitu a významné miesto v regionálnom ľudovom povedomí.

³ PRIKRYL, L. V. 1999. Jaskyne „drakov“ na Slovensku. Slovenský kras, 23, 1, 307–322.

ŠIMKOVÁ, Z. 2010. Dračie jaskyne. [online]. [cit. 2017-03-04]. Dostupné z: <http://www.archeologias.sk/clanok/article/-d8738c9a5e.html>

LAUČÍK, P. 2015. Kultúrna dimenzia jaskýň na Slovensku I. Základy etnológie podzemia. OZ Salvátor – Vyšná Boca, Vyšná Boca, 183 s.

¹ VOLKO-STAROHORSKÝ, J. 1905. O jaskyni pod Mníchom. Národné noviny.

² PRIKRYL, L. V. 1984. Matej Bel a jaskyne na Slovensku. Slovenský kras, 22, s. 12.

Povešť so širším obsahom a vysokou mierou fantazijnosti, ktorá sa k jaskyni viaže, bola od v zdroji nemenovaného obyvateľa Liskovej zaznamenaná pracovníkmi Liptovského múzea a objavuje sa v rubrike Liptovské povesti v Správach Liptovského múzea z roku 1933. Ústrednou postavou je sirota Paľko, o ktorého sa stará strýko so ženou. Pre veľkú biedu sa nemohli o chlapca postarať, a tak sa rozhodli zavliecť ho do jaskyne, kde sa mal stratíť a zahynúť. Veľmi pozoruhodný je opis blúdenia Paľka v jaskyni. „Na druhé ráno zavolať (strýko) malého Paľka, že pôjde do jasku hľadať poklady... v jasku Paľko márne čakal svojho strýka. Pojal ho veľký strach. Volal plným hrdlom, ale naň odpovedala iba hromová ozvena a hučanie vôd... Ako tak blúdi vo večnej tme, prišiel do menšej chodby, z ktorej vanul mrazičivý vzduch. Vedel, že zabľúdi. Chcel sa obrátiť, ale v tom sa mu noha sklzla na ľade a padal do priepasti. V letku sa zachytil vyčnievajúcich cencúľov, ale i tie sa mu ulomili. Keď sa prebral z mrákot, ležal na mokrom piesku na brehu riečky... Cencúľ ešte stále mal v ruke. Strčil ho do vrečka akosi bez rozmýšľania a hmatal ďalej... V diaľke uvidel slabé svetlo, svoju záchranu, život... Sniežko už dávno zašlo za hory, keď prosil u brány hradu Likavy o nocľah... v tom mu vypadol i cencúľ, ktorý náhodou bol do vrečka bez rozmýšľania strčil. Boly to cencúle z čistého zlata...“⁴

Okrem toho, že príbeh bagatelizuje faktor úplnej tmy, povest' obsahuje fantastický opis priestorov jaskyne, kde nechýba podzemný potok, ľadová výplň, dokonca ani kvaple zo zlata. Opis priestorov a výplní jaskyne, s výnimkou samého jaskynného vchodu, bol veľmi vzdialený skutočnosti. Povest' integruje informácie o pokladoch, tajnej chodbe a fantastických prírodných javoch.

Vnímanie Liskovskej jaskyne v regionálnych povestiach dokumentuje neznámy autor v krátkej správe v časopise Obzor z roku 1873, teda v čase, keď sa jaskyňa vďaka archeologickému bádaniu Bélu Majláthovi v nej dostávala do pozornosti vedeckých kruhov. Liskovskú jaskyňu spája s pokladom. „Neďaleko Ružomberku leží vrch, pod menom Mnícha v celom okolí známy, o ktorom už od dávnej doby kolujú vsakové povesti v ústach ľudu. Menovite rozprávalo sa, že pastieri našli v tom vrchu jaskyne, v ktorých budú vraj ukryté veľké poklady červených mníchov Templárov, od ktorých že sám vrch obdržal meno svoje.“⁵

Zmienka o „červených mníchoch“ sa objavuje aj v Zprávach Liptovského múzea z roku 1934. „O Liskovskej jaskyni už od dávnej doby kolujú medzi ľuďmi rôzne povesti: že pastieri našli na vrchu Mníchu jaskyňu, v ktorej sú vraj skryté veľké poklady červených mníchov.“⁶

Podľa povestí nie sú templári jediní, kto ukryl bájny poklad do podzemia vrchu Mních. Jedným z dominantných a zároveň ľahko

dostupných priestorov Liskovskej jaskyne je Jánošíkova sieň formovaná postupným rútením stropu a s výrazným kamenným blokom uprostred – Jánošíkovým stolom, na ktorom mal zľudovený zbojník stáť a rozhadzovať z neho dukáty. Názvy, ktoré obsahujú Jánošíkovo meno, vrátane názvov jaskynných priestorov, nie sú na Liptove ojedinelým javom. Povesti o zbojníkoch a najmä ich pokladoch sú s jaskyňami tradične späté. Niektoré nálezy z jaskýň v Demänovskej doline sú skutočne prisudzované práve zbojníkom. Motívy zbojníkov a zbojníckych pokladov sú v ľudových povestiach všeobecne rozšírené.

Karol Krčméry, ktorý sa o Liskovskú jaskyňu začal zaujímať niekedy v polovici 19. storočia, sám ju niekoľkokrát navštívil a upozornil na ňu Bélu Majláthovi, realizátora prvého speleoarcheologického výskumu, sa podľa Majláthových slov dozvedel o jaskyni práve z listiny, ktorú po sebe zanechal taliansky hľadač pokladov Carlo Passini. „Podľa podania ľudu Talian Karlo Passini, kominár, v 40. rokoch tohto storočia chodil po tomto kraji a údajne hľadal tu poklady. Zomrel v Ružomberku a zanechal rukopis, na základe ktorého Karol Krčméry r. 1844 prvý raz bol v predsieni jaskyne na Mníchu.“⁷

V súvislosti s pokladmi sa ako veľmi pozoruhodná javí informácia, ktorú v roku 1913 uverejnili noviny Felvídek. Podľa nej mal jaskyňu niekoľko ráz navštíviť poverený tajomník Liptovskej múzeálnej spoločnosti v Ružomberku František Foltin, ktorý tu mal spolu s bratom nájsť dve už značne poškodené a rozpadnuté drevené truhlice. M. Lalkovič ďalej uvádza, že v ich okolí sa našli pozostatky ohniska a boli uložené v ťažko dostupnej časti jaskyne. „Jedna z nich mala veľkosť vojenskej truhlice, druhá skôr ľudového typu bola o niečo väčšia. Na oboch chýbali vrchnáky a drevo debien značne spráchnivelo. Ich okolie označovali kamene osadené v zemi do hĺbky 8 – 10 cm.“⁸

Skôr než o náleze pokladu svedčí tento nálež o tom, že Liskovskú jaskyňu niekto využíval ako útočisko. Samotná poloha nálezu nie je jednoznačná, ale predpokladáme, že ide o jednu z bočných chodieb Skladanej siene (Partizánske siene), ktorá je ako úkryt vhodná a nachádzajú sa v nej pozostatky spráchniveného dreva a donedávna aj kovové pánty. Tento predpoklad čiastočne podporujú aj ústne dochované útržkovité informácie.

S povestiami o pokladoch sa spája aj demänovská jaskyňa Dvere, avšak okrem konštatovania, že takéto povesti existujú, a antropogénnych jám na niektorých miestach jej dna, ktoré do súvislosti s možným hľadaním pokladov dáva J. Ch. Raiskup vo svojej správe z roku 1949, sa iná nám známa zmienka o ich prípadnom obsahu nezachovala.⁹

Snaha nájsť poklad či aspoň viera v jeho existenciu v jaskyni sa viaže aj k Jaskyni v Hrdošnej skale v Šipskej Fatre. Veľmi pozoruhodnú informáciu obsahuje korešpondencia

medzi kanceláriou predsedu vlády Antonína Zápotockého a Štátneho archeologického ústavu, ktorá hovorí, že 16. októbra roku 1952 adresoval občan oravskej obce Párnica Ján Búroš list priamo vtedajšiemu predsedovi vlády Antonínovi Zápotockému, kde ho informuje o existencii pokladu „velikého počtu zlatých mincí, o jeho vyzdvížení se již před časem pokoušel.“¹⁰

Z ďalšieho listu Štátneho archeologického ústavu v Nitre adresovaného Ministerstvu školstva, vied a umenia vyplýva, že Ján Búroš hovoril o Jaskyni v Hrdošnej skale, ktorá sa týči južne nad obcou Komjatná. „Menovaný už v r. 1942 na základe fámy o zbojníkoch, ktorí údajne obývali jaskyňu na Hrdoši pri Žaškove pred 100 rokmi, podnikol za účelom získania pokladu neodborný výkop. Keďže dno jaskyne je silno zanesené vápencovou soťou v ktorej doteraz Ján Búroš našiel väčšie množstvo kostí (Ursus sp.) ktoré však neodborne zničil, archeologický výskum v predmetnej jaskyni vyžaduje väčší finančný náklad a dokonalé technické zaistenie.“¹¹

Na žiadosť úradu predsedníctva vlády o realizáciu archeologického výskumu jaskyne poveril Štátny archeologický ústav Juraja Bárta, aby v jaskyni vykonal speleoarcheologický výskum. Ten prebehol od 24. do 29. mája 1953, no bez očakávaných výsledkov. Okrem nálezu „diluvialnych aj recentných kostí“ vrátane čeluste medveďa jaskynného neodhalil archeologický výskum nič iné. Bárta konštatoval ťažké prístupové podmienky a kamenisté dno jaskyne. Tú zameral v dĺžke 76 m a vyhotovil jej pôdorysnú mapu. Bárta tiež preskúmal okolité menšie jaskynky s dĺžkou do 10 m, podľa neho veľmi vhodne exponované, ale ani tu neodhalil stopy osídlenia či iného využívania jaskýň.¹² Informáciu o existencii povestí s tematikou pokladov blízkej priepasti Zvonica južne od Komjatnej prináša správa od P. Janáčka a S. Šrola, uverejnená v Geografickom časopise v roku 1965: „K priepasti sa viažu podobne ako u ostatných jaskýň na okolí povesti o zbojníckom poklade a kačici, ktorá po vhození do priepasti mala vyplávať v neďalekej obci Švošov.“¹³

MOTÍV TAJNÝCH CHODIEB V POVESTIACH O LIPTOVSKÝCH JASKYNIACH

Motív tajných chodieb je v povestiach o jaskyniach rozšírený podobne ako motív pokladov. Na Liptove sa najviac povestí, v ktorých figurujú tajné chodby, viaže opäť k Liskovskej jaskyni. Aj dnes, najmä medzi staršími obyvateľmi nielen Liskovej, ale aj iných okolitých obcí, najmä Martinčeka či Li-

¹⁰ POŠMOURNÝ, 1952. Ján Búroš, poklad ze 17. století. Archiv Archeologického ústavu SAV v Nitre.

¹¹ TOČÍK, A. 1952. Poklad v jaskyni na Hrdoši. Archiv Archeologického ústavu SAV v Nitre.

¹² BARTA, J. 1953. Nálezová správa č. 379. Archiv Archeologického ústavu SAV v Nitre.

¹³ JANÁČEK, P., ŠROL, S. 1965. Zpráva o speleologickom výskume priepasti a jaskýň v západnej časti Chočského pohoria. Geografický časopis, 17, 83–85.

⁴ KOLEKTÍV AUTOROV. 1933. Zprávy Liptovského múzea. Ružomberok: Liptovské múzeum v Ružomberku.

⁵ ANONYM. 1873. Mníchova jaskyňa. Obzor, 11, 30, 236.

⁶ KOLEKTÍV AUTOROV. 1934. Zprávy Liptovského múzea. Ružomberok: Liptovské múzeum v Ružomberku.

⁷ MAJLÁTH, B. 1874. Baráthegeyi barlang. Archaeologiai Kozlamányek, 9, 6, s. 2.

⁸ LALKOVIČ, M. 2007. História Liskovskej jaskyne. Slovenský kras, 45, 1, s. 104.

⁹ RAISKUP, J. CH. 1949. Velká jaskyňa v Bašte. Archiv SMOPaj. 2 s.

kavky, pretrvávajú ľudová vedomosť o tajných chodbách, ktoré by mali viesť až pod neďaleký Likavský hrad, týčiaci sa nad obcou Likavka. Takáto tajná chodba mala slúžiť ako posledná záchrana v prípade obklúčenia či dobývania hradu.

Povešť, ktorá rozpráva o tajných chodbách spájajúcich Liskovskú jaskyňu s Likavským hradom, sa objavuje aj v Zprávach Liptovského múzea z roku 1934 v podaní nemenovaného liskovského notára. „Likavský zámok s obcou Liskovou bol spojený s podzemnou chodbou. Za doby Thokolyho panstva, počas obliehania hradu, mladý Thokoly touto podzemnou chodbou utiekol pred nepriateľom v ženských šatách do Liskovej, kde sa preobliekol do mužských sedliackych šiat. Na svojom likavskom statku vzal si dobytok, ktorý poháňal smerom na Nemeckú Ľupču. Nepriateľ ho v sedliackom obleku nepoznal.“¹⁴

Tajné chodby, ktoré sa podľa povestí majú v jaskyni nachádzať, spomína aj Anton Pienták. V úvode svojho dobrodružného opisu návštevy jaskyne tiež spomína Imricha Thököliho: „Na pravej strane Váhu, na úpäť Mnícha stojí skalnatá stena s veľkým otvorom. Je to na okolí dobre známa Liskovská jaskyňa. Táto bola vraj kedysi, za panstva Tokolyho, vo spojení s likavským hradom.“¹⁵

Hoci je Pientákov opis blúdenia Liskovskou jaskyňou z roku 1940 výrazne mladší než povesti s ňou spojené a je prezentovaný ako vlastný zážitok, nielenže vyvoláva určité pochybnosti, ale dovoľujeme si tvrdiť, že autor pri jeho písaní vychádzal viac zo svojej predstavivosti ako z opisu skutočnej návštevy. Sám opis jaskynných priestorov, časy ich prekonávania a najmä opis masívnej a nádhornej výzdoby, z ktorej si mal autor odlomiť metrový kvapel, absolútne nezodpovedá opisu dostupných priestorov a výplní Liskovskej jaskyne. Opis blúdenia s dvomi kamarátmi, ktorý sa po vypálení elektrického a karbidového svetla končí blúdením v úplnej tme a len vďaka papierovým fľakiam sa dostávajú opäť von, má toľko faktografických a logických nedostatkov, že vyvoláva dojem falzifikácie. Otázkou zostáva, aká bola motivácia tohto pisateľovho počinu. Môže to súvisieť s lákavou dobrodružnou stránkou objavovania podzemia Mníchu, povestami o tajných chodbách a ukrytých pokladoch, no najmä s dôležitým objavom Zrútených chodieb – neskoršieho horného vchodu Liskovskej jaskyne v roku 1939, ako aj s otázkami týkajúcimi sa nálezov v novom priestore s puncom tajomstva.¹⁶

V súvislosti s Liskovskou jaskyňou sa objavujú zmienky o chodbe vedúcej pod vzdia-



Obr. 1. Ťažko dostupný vertikálny priestor jaskyne v Čerenej. Foto: M. Kudla

Fig. 1. Difficultly accessible vertical space of the cave in Čerená. Photo: M. Kudla

lený gotický Kostol všetkých svätých severne od obce Ludrová, či dokonca do vertikálnej jaskyne v travertíne vytvorenej v Čerenej východne od Ludrovej. Samotnú existenciu takýchto chodieb v súčasnosti, ale aj v minulosti možno s určitou výhradou vyvrátiť. Ústne podávané informácie o existencii tejto kilometre dlhej chodby spájajúcej jaskyňu v Čerenej s Kostolom všetkých svätých a Liskovskou jaskyňou sa zachovali najmä u obyvateľstva obce Ludrová. Jaskyňa v Čerenej, vzhľadom na svoj prevažne vertikálny priebeh, je ťažko dostupná a pri bezpečnom zostupe na jej dno je vhodné použiť lano alebo lanový rebrík. Zrejme vďaka ťažkej dostupnosti sa väčšina návštevníkov dostala iba do nízkej chodby nad spočiatku úzku priepasť, pričom objavenie vertikálnej, nadol smerujúcej chodby „do zeme“ vytváralo priestor na fantastické predstavy o tajných chodbách.

V regionálnej ľudovej slovesnosti sa zachovali aj povesti o tajnej chodbe vedúcej z Liptovského Starhradu v katastri obce Sielnica, v ktorého brale sa nachádza aj niekoľko menších jaskýň. Podľa povesti by mal byť spojený tajnou chodbou s kláštorom. Vzhľadom na prítomnosť hoci aj menších jaskýň v skalnom masíve, na ktorom hrad stál, je možné predpokladať, že práve tie sa stali námetom na vznik povesti o tajnej chodbe.

Medzi pozoruhodné povesti o jaskyniach dolného Liptova patrí aj menej známa povesť o ešte menej známej jaskyni, ktorá, podobne ako povesti v súvislosti s Liskovskou jaskyňou a jaskyňou v Čerenej, hovorí o tajných podzemných chodbách. Ide o „priepasť“ či presnejšie úzku rozsadlinu v masíve Perušína vo Veľkej Fatre nad Ľubochnianskou dolinou,

nachádzajúcu sa len pár desiatok metrov od rozvalín starého salaša. Úzka, takmer vertikálna porucha ústi na povrch na okraji širokého a strmého prepadliska či závrťu prekadaného kamennými blokmi a dosahuje hĺbku do 10 m. Po prekonaní úzkeho vstupu sa rozširuje natoľko, že sa v nej dá otočiť hlavou a nazrieť do chodby pokračujúcej na viditeľné dno. Práve k tejto trhline sa vzhľadom na parametre podzemného priestoru viaže veľmi pozoruhodná povesť, opísaná v archívnych materiáloch oblasti skupiny Ružomberok podľa spomienok neznámeho obyvateľa Ľubochnie.

„Tradovalo sa, že dno priepadliska je spojené v Čierňavách s dolinkou Krivá a potom už niet divu, že sa mohla stať nasledujúca udalosť. Bolo to v čase vozenia seno z hole Perušín. Keď došiel gazda na miesto, prv ako začal nakladať seno, vypríahal voly a pustil ich bezstarostne pásť. Ani mu len na um neprišlo, že mu voly môžu spadnúť do najväčšieho priepadliska. Keď bol voz naložený, chcel priviesť voly a zapriahnuť ich a po pripnutí haluznatého šmyka odísť domov s naloženou fúrou sena. Vyvolávajú, prechodil celú hoľu, ale voly nenašiel. Myslel si, že odišli domov. Až na druhý deň sa dozvedel, že jeho voly sa pokojne pásu v dolinke Krivá. Roz-

právači tvrdili, že je to pravda a spojenie tunelom chodbou skutočne existuje, len nikto už nevie, kde je vchod z tejto spojovacej chodby. Niet sa teda čo diviť, že ako chlapci sme okolo priepadlisk chodili s rozvahou a veľmi opatrne sme do nich nakukávali. Najväčšie priepadlisko bývalo ohradené žrdovinou.“¹⁷

Prieskum trhlíny preukázal, že na jej koniec sa aj človek dostane len s veľkými ťažkosťami a po niekoľkých metroch sa podzemný priestor končí v úžine. V nijakom prípade teda nie je dostupný pre vola a neústi do vedľajšej dolinky. Jediným nebezpečenstvom pre dobytok mohol byť pád do širšieho ústia rozsadliny.

MOTÍV SMRTI A NEŠASTIA V LIPTOVSKÝCH JASKYNIACH

Doteraz sme v súvislosti s pozíciou jaskýň v povestiach hovorili ako o miestach ukrývajúcich niečo tajomné, záhadné, čo priťahovalo záujem dobrodruhov, hľadačov pokladov, ale aj jaskyniarov, ako o javoch, ktoré motivujú ich bádanie a bližšie poznávanie. Liptov a pomedzie Liptova a Oravy však ukrýva aj jaskyne, ktorým by sa naopak podľa povestí mali ľudia zďaleka vyhýbať. Medzi také patrí jaskyňa Kostrmanka v Chočských vrchoch. Hoci ide o prevažne vertikálnu jaskyňu s veľmi náročným prístupom, pri ktorom je nevyhnutná speleologická technika alebo aspoň lano a spoľahlivé osvetlenie, v regióne patrí k jaskyniam legendami najviac opradeným.

¹⁷ ANONYM. Povesť o priepasti v Perušíne. Archív Oblastnej speleologickej skupiny Ružomberok.

¹⁴ KOLEKTÍV AUTOROV. 1934. Zprávy Liptovského múzea. Ružomberok: Liptovské múzeum v Ružomberku.

¹⁵ PIENŤÁK, A. 1940. Dobrodružstvo v Liskovskej jaskyni. Liptov, 2, 30, s. 2.

¹⁶ PIENŤÁK, A. 1940. Dobrodružstvo v Liskovskej jaskyni. Liptov, 2, 30, 1-2.

Plazivka, ktorou úzky vertikálny jaskynný priestor ústi na povrch, sa nachádza v neprehľadnom teréne v západnej rászoche Veľkého Choča, severozápadne od poľany Roveň v nadmorskej výške asi 900 m.

O povestiach venovaných 20 m hlbokoj vertikálnej jaskyni sa jaskyniarska verejnosť dozvedá prvýkrát od významného jaskyniara Jána Brodňanského, ktorý hovorí nielen o domnelých, ale aj skutočných tragédiach spojených s jaskyňou. Brodňanský s priateľmi v roku 1951 Kostrmanku preskúmal a vypracoval o nej podrobnú správu, ktorá nevynecháva ani povesti a históriu jaskyne a ktorá bola publikovaná aj v Krásach Slovenska.¹⁸ Brodňanský v nej uvádza, že už jeho starý otec

mu o jaskyni rozprával ako o skrýši Jánošíkových dukátov ukrytej v Choči, ale aj o tragickej udalosti, ktorá sa k jaskyni viaže.¹⁹

Roku 1825 mal stavať kostolnú vežu v oravskej dedine Jasenová murársky majster Kostroman. Kritika z radov miestneho obyvateľstva, ktoré ho vinilo z toho, že veža určite spadne, dohnala majstra Kostmana k samovražde; mal sa zastreliť pred vchodom do jaskyne. Majster Kostroman, podľa ktorého jaskyňa dostala svoje meno, nie je jej jediná „obť“. V roku 1910 sa stratil valach, takisto z Jasenovej, ktorého kostrové pozostatky, ako aj kovové kovania a krúžky z odevu našiel pri prieskume jaskyne až Brodňanský. Tieto udalosti sa nepochybne pričínili o veľmi zlú povest bez patričného vybavenia prakticky nedostupnej jaskyne.²⁰

J. Bárta v roku 1970 uvádza, že do jaskyne, podobne ako nešťastný valach, spadol aj bača Debnár z Jasenovej, ktorý sa však pomocou hrubších konárov a s vypätím všetkých síl z jaskyne vyslobodil.²¹

Brodňanský, interpretujúc rozprávanie svojho starého otca o jaskyni, napísal aj toto: „Mnoho bájak opriada túto jaskyňu. Raz sú to Jánošíkove dukáty, ktoré by nejednen pastier, alebo bača, mal radšej vo svojom vrecku, raz iné poklady mútia rozumy mládencom, ako by ich dostali z tej začarovanej diery, raz sám Kostroman sa ukazuje ľuďom ktorí sem zabúdlia, aby ich poriadne nastrašil. Ba dokonca i smrť si zvolila túto jaskyňu za svoje sídlo a beda tomu kto by sa opovážil vkročiť do nej, tomu kosou otnie povraz po ktorom by sa chcel dnu dostať a je na veky pochovaný v nej.“²²



Obr. 2. Kostrové nálezy z Kostrmanky pred jej vchodom. Foto: J. Brodňanský, Zbierka SMOPaJ

Fig. 2. Skeleton findings from Kostrmanka Cave in front of the entrance. Photo: J. Brodňanský, Collection of SMOPaJ

Podobne negatívne figuruje v regionálnom povedomí aj jaskyňa Sokolová, resp. Jaskyňa pod Bystrou, nachádzajúca sa na pravej strane Jánskej, alebo ako sa kedysi nazývala, Svätovánskej doliny. Výrazný a ľahko dostupný vchod do 1460 m dlhej jaskyne s niekoľkými vertikálnymi chodbami a aktívnym vodným tokom sa nachádza v masíve ľudovo nazývanom Špatná nad horárňou na dne doliny. Veľmi pozoruhodnou zmienkou o jaskyni je povest publikovaná v roku 1901 Rehorom Uramom, v ktorej figuruje poklad a smrť jeho nálezců.

„Nad touto horárňou vypína sa ohromná skala, ktorá je sťa stena rovná a na ktorej vidno ľudskej tvári podobný výrez, dnu ale v skale je neveľká jaskynka. O tejto tvári rozpráva ľud, že je to tvár istého pastiera menom Sokol, ktorý keď vo veľký Piatok videl tú skalú otvorenú, vošiel dnu a našiel tam celé hrby peňazí a iných drahocenných vecí. Lakomostou hnaný, bral z tých peňazí viac, ako mu bolo treba, ba ešte i potom vrátil sa po nejakú drahocennú vec, ale to bolo jeho nešťastím. Keď už chcel von vyjsť zo skaly, zavrela sa táto a on tam zahynul, len jeho tvár na večitú pamiatku a k výstrahe iným objavila sa na skale a je tam i dosiaľ.“²³

Uram píše o „neveľkej jaskynke“ a hoci súčasná dĺžka jaskyne takémuto opisu nezodpovedá, do objavov nových priestorov v roku 1995 mala dĺžku 288 m, z toho ich značná časť nie je ľahko dostupná. Podobne ako v prípade Kostrmanky aj tu má legenda určitý súvis so skutočnou udalosťou, čo dokladá nález ľudskej kostry, v blízkosti ktorej sa mala nájsť valaška s menom Ján Sokol.²⁴

Už roku 1894 publikoval Uram v Národných novinách článok, kde sa objavuje interpretácia tohto nálezu. „Podľa rozprávania starého baču majiteľ týchto hôr Jozef Szentiványi – Gemerský pred rokmi chcel pod Bystrou pri horách postaviť letohrádok. Vystavil tu pavilón, upravil okolie

a keďže v blízkom okolí bola i jaskyňa, rozkázal rozšíriť vchod do tej podzemnej diery. Potom, čo ho rozšírili, objavili v jednom výklenku celkom vyschnutú mŕtvolu. Podľa valašky s menom Ján Sokol zistili, že ide o valacha, ktorý sa stratil pred rokmi, a tak jaskyňa dostala po ňom meno.“²⁵

Objav antropologických nálezov, ktoré majú byť ostatkami valacha Jána Sokola, podrobnejšie opisuje Uram v roku 1894 pri opise prác, ktoré asi v roku 1885 nariadil vlastník pozemkov zeman Szentiványi v okolí horárne pred Bystrou a zároveň s nimi aj výkopové práce v priestore vchodu do jaskyne, a pripája strohý opis priestorov jaskyne za ním. „Táto má vyrúbaný otvor a pozostáva z dvoch od-

dielov. Na ľavom je hlboká priepasť, ešte nevyskúmaná, na pravo pár krokov dolu nachodí sa výklenok, kde našli Sokolovu mŕtvolu, a pod ním tiež priepasť závi svoju tmavú papuľu.“²⁶

Opísaný nález kostrových pozostatkov nebol jediným antropologickým nálezom v jaskyni. M. Janoška v krásach Slovenska v roku 1923 opisuje jaskyňu a konštatuje jej nie prílišnú zaujímavosť z archeologického hľadiska, keď na základe hodnotenia charakteru jej priestorov a samotnej polohy vylučuje jej pravé osídlenie, lebo naň nie je použiteľná. Okrem toho píše o náleze iných ľudských kostí: „Na dne spomenutej prvej priepasti (ďalej jej druhá, hlbšia), našli sme síce s priateľom ľudské kosti, nejakej mladšej, nevyvinutej postavy, aj črepy z hrnca novodobého, ale tie by upomínali skôr na nešťastný pád nejakého zvedavého pastierika, alebo dievčaťa, ktoré azda bolo v okolí na malinách a tu zahynulo. Nad takouto nebezpečnou priepasťou by pračlovek – a to na úzkom priestore – sotva bol býval.“²⁷

O kostrovom náleze, ktorý by zodpovedal Janoškovmu opisu, sa v roku 1952 zmieňuje aj Július Volko. Opis polohy aj samého nálezu evokuje, že ide o tie isté kostrové pozostatky. Nález časti ľudskej lebky, o ktorom informuje P. Holúbek, by teda mohol byť pozostatok predmetnej kostry.²⁸

ZĽUDOVENÉ INFORMÁCIE O SÍDELNOM ČI REFUGIÁLNOM VYUŽÍVANÍ JASKÝŇ LIPTOVA V MODERNÝCH DEJINÁCH

V ľudovej slovesnosti a historickej pamäti úzkeho kruhu miestneho obyvateľstva sa zachovali aj informácie o niektorých jaskyniach, ktoré mali byť z rozličných príčin obývané

¹⁸ BRODŇANSKÝ, J. 1970. Podzemné krásy Oravy. Krásy Slovenska, 47, 6, 268–269.

¹⁹ BRODŇANSKÝ, J. 2010. Kostrmanka, strašidelná jaskyňa v Choči. Spravodaj SSS, 41, 4, 4–46.

²⁰ BRODŇANSKÝ, J. 2010. Kostrmanka, strašidelná jaskyňa v Choči. Spravodaj SSS, 41, 4, 4–46.

²¹ BÁRTA, J. 1970. Nešťastie a smrť v jaskyniach. Krásy Slovenska, 47, 5, 230–233.

²² BRODŇANSKÝ, J. 2010. Kostrmanka, strašidelná jaskyňa v Choči. Spravodaj SSS, 41, 4, s. 41.

²³ ŠIMKOVÁ, Z. 2006. Osídlenie jaskýň Liptova. Slovenský kras, 44, 1, 130–131.

²⁴ BÁRTA, J. 1970. Nešťastie a smrť v jaskyniach. Krásy Slovenska, 47, 5, 230–233.

²⁵ LALKOVIČ, M. 2000. Jaskyne očami slovenskej literatúry do roku 1918. Slovenský kras, 38, 1, 93–126.

²⁵ LALKOVIČ, M. 2010. Jaskyniarstvo v Liptovskom Mikuláši. Slovenský kras, 48, 2, s. 288.

²⁶ LALKOVIČ, M. 2000. Jaskyne očami slovenskej literatúry do roku 1918. Slovenský kras, 38, 1, s. 109.

²⁷ JANOŠKA, M. 1923. Praobydleniská v Liptove. Krásy Slovenska, 3, 1, 1–13.

²⁸ ŠIMKOVÁ, Z. 2006. Osídlenie jaskýň Liptova. Slovenský kras, 44, 1, 130–131.

relatívne nedávno, resp. v časovom horizonte niekoľkých generácií. Patria medzi ne speleologicky nie príliš zaujímavé jaskyne: Baraskulina jaskyňa vo fatranskom Šípe, Školníková jaskyňa vo vrchnej časti Sokolskej doliny v Západných Tatrách či Štefankova jaskyňa nad Turickou dolinou pod Chočom.

Spoločným znakom menovaných jaskýň je priaznivý súbor vlastností ich prostredia, najmä vhodný priestor, ktoré umožňujú ich osídlenie. Baraskulina jaskyňa s dĺžkou asi 6 m predstavuje akúsi „izbu“ s vhodne situovaným vchodom a tromi otvormi. Nachádza sa v Baraskovej skale nad dnes už neobývanou želiarskou osadou Podšíp neďaleko turistického chodníka vedúceho na vrchol Šípu. V roku 2004 pracovníci Slovenského múzea ochrany prírody a jaskyniarstva zistili okolnosti osídlenia jaskyne od pôvodných obyvateľov Podšípu, vtedy 93-ročnej pani Gašperovej a pána Chorváta. Tí hovorili o žobráčke, ktorá pochádzala „z Dolnej zeme či z Rumunska“ a na Podšíp prišla zo Stankovian, keď dedina nevedela uživiť množstvo žobrákov; bieda ju doviedla do jaskyne, kde vraj žila až do smrti. Mala sa volať Mária, ale podľa jaskyne v Baraskovej skale ju nazývali Baraskula.²⁹ „Na Podšípe v malých želiarskych chalúpkach nemali však pre ňu miesta. Ved' v jednej chalupe žilo 10 až 13 ľudí. Niektí sa však nad ňou zľutovali a zašikovali ju do Baraskovej skaly. Tam už veru zostala. Mala tam aj peceku, dych vychádzal von jednou z dvoch dier v stene jaskyne.“³⁰

V súčasnosti okrem začadených stien a stropu nič nesvedčí o dlhšom osídlení jaskyne a zľudovené informácie o jej obyvateľke sú tak jediným dokladom o jej sídelnom využití. Ak si na Máriu – Baraskulu spomína ešte pani Gašperová, tak tá, za predpokladu, že sú tieto informácie správne, žila v jaskyni zrejme niekedy v tretej až štvrtej dekáde 20. storočia.

Podobná informácia sa zachovala aj o západotatranskej Školníckej jaskyni. Tá je svojou históriou, ale najmä využiteľnosťou jej priestoru podobná Baraskulinej jaskyni. Malá kryogénna jaskyňa v skalnom masíve Sokola predstavuje vhodný, hoci nechránený priestor na refugiálne využitie a útočisko v nej mal nájsť istý muž na útek menom Školník. Ohnisko a začadené stropy a steny jaskyne poukazujú na časté kladenie ohňa v minulosti.³¹ Pavel Ballo na základe informácií od miestneho obyvateľstva najmä z obce Bobrovec o Školníkovi hovorí: „Človek, ktorý sa tam ukrýval, takto vytvoril pre mocipánov vtedajšieho Rakúsko-Uhorska malú záhadu. Patrole žandárov nedalo spávať, že sa im priamo pod nosom ukrýval istý človek menom Školník, ktorý sa ktovie čím previnil.“³²

V povedomí obyvateľstva obce Turík je stále živá informácia o osídlení Jaskyne v Hacníkove alebo, ako sa podľa jej oby-



Obr. 3. Pec, kamenný múrik a ďalšie antropogénne prvky v Štefankovej jaskyni. Foto: J. Bárta, Zbierka SMOPaj

Fig. 3. The oven, stone wall and other anthropogenic elements in the Štefankova Cave. Photo: J. Bárta, Collection of SMOPaj

vatela nazýva, Štefankovej jaskyne. Tá sa nachádza severne od liptovskej obce Turík nad jednou z bočných dolínok ľavej strany Turickej doliny. Portálový vchod vo výraznom brale Smrekova s rozmermi asi 5 × 2 m ústi do malej jaskynky s pôdorysom asi 5 × 5 m. Jaskyňa je už na prvý pohľad pozoruhodná výraznými antropogénnymi prvkami. Pozostatky ochranného múrika a kamennej zásteny, chrániacej proti vetru, ako aj terénne úpravy dna jaskyne svedčia o jej využívaní v nedávnej minulosti.

Podľa staršej fotodokumentácie sa v jaskyni za kamennou zástenou nachádzala menšia pec a ďalšie terénne úpravy spríjemňujúce pobyt v nej. Mali byť dielom istého Štefanka, ktorý mal jaskyňu trvalo obývať prakticky dve desaťročia, v 50. a 60. rokoch 20. storočia. Táto informácia stále pretrváva v povedomí miestneho obyvateľstva o jaskyniach pod Chočom. Osídlenie jaskyne podrobnejšie opisuje správa o jej výskume od Z. Hochmutha z roku 1971. „Donedávna sa tu zdržiaval istý Štefanko, ktorý tu žil pustovníckym životom. Dno miestnosti je rovné, pokryté hlinou a nesie, ako i celé okolie jaskyne, hojné stopy po Štefankovej činnosti. Vchod do jaskyne je prehradený kamenným múrikom, sčasti dnes zvaleným.“³³

Život obyvateľa jaskyne približujú aj početné nálezy jeho nástrojov a osobných vecí, ktoré v jaskyni zanechal. Sám život pustovníckym spôsobom v predmetnom období vyvoláva množstvo otázok. Hoci aj na Liptove v súčasnosti existujú jaskyne, ktoré využívajú ako úkryty v zlom počasí turisti či lesní robotníci, ale informácie o jaskyniach, ktoré slúžili ako dlhodobé útočisko, sú skutočnou raritou.

³³ HOCHMUTH, Z. 1971. Technický denník: Jaskyňa Štefanková pri Turíku, Archív SMOPaj.

ZÁVER

Vnímanie jaskýň Liptova miestnym obyvateľstvom v čase absencie odborného záujmu o ne sa pretavilo do zľudovenia priamych či sprostredkovaných poznatkov o jaskyniach, ktoré sa zachovali a deformovali v obsahu ľudovej slovesnosti, pričom sa šírili a šíria najmä ústnym podaním. Povedomie o „dračích jaskyniach“ sa nám javí ako v súčasnosti neživé. Kým Demänovská ľadová jaskyňa je všeobecne vnímaná ako známa sprístupnená jaskyňa a táto informácia v povedomí verejnosti dávno prekonala povesti o drakoch, jaskyne najmä dolného Liptova, ktoré sú buď uzavreté, alebo ťažko dostupné, si v domácom vnímaní zachovávajú aureolu tajomna a zľudovené informácie najmä o nich vo forme povestí sú stále súčasťou obsahu ľudovej slovesnosti. Z hľadiska jej obsahu o jaskyniach regiónu výrazne prevažujú zmienky o pokladoch a tajných chodbách, vzácnejšie sú zmienky o jaskyniach ako o miestach, ktorým je lepšie sa vyhnuť. Pretrvávajúce vnímanie jaskýň ako nepoznaných a tajomstvom opradených miest je podmienené ich dostupnosťou, resp. nedostupnosťou. Práve ťažká dostupnosť jaskynných priestorov limitujúca ich empirické poznávanie je častým spoločným menovateľom jaskýň figurujúcich v povestiach. Či ide o bludisko Liskovskej jaskyne, ťažko dostupnú vertikálnu jaskyňu v Čerenej, o ktorej sa traduje, že je s Liskovskou jaskyňou spojená, veľmi ťažko prístupnú jaskyňu Kostrmanka alebo úzku rozsadlinu v Perušíne, všetky limitujú možnosť ich prebádania bez príslušnej jaskyniarskej techniky či vybavenia. Osobitým javom sú ústne podávané informácie v ľudovej pamäti o sídelnom či inom využívaní jaskýň regiónu koncom 19. a v 20. storočí, ako je to v prípade Baraskulinej, Školníckej či Štefankovej jaskyne.

²⁹ CHOMOVÁ, I. 2004. Baraskulina jaskyňa. Sinter, 12, 51–52.

³⁰ CHOMOVÁ, I. 2004. Baraskulina jaskyňa. Sinter, 12, s. 52.

³¹ BALLO, P. 2004. Školníková diera. Sinter, 12, 52–53.

³² BALLO, P. 2004. Školníková diera. Sinter, 12, s. 52.

DIONÝZ ŠTÚR A DEMÄNOVSKÁ DOLINA

150 ROKOV GEOLOGICKÉHO VÝSKUMU DEMÄNOVSKEJ DOLINY

Ludovít Gaál

V tomto roku uplynulo 150 rokov od chvíle, keď v renomovanom geologickom časopise Ríšskeho geologického ústavu vo Viedni *Jahrbuch der Kaiserlich Königlich Geologischen Reichsanstalt* v roku 1868 uzel svetla sveta rozsiahly článok Dionýza Štúra o výsledkoch geologického mapovania na hornom Považí a Horehroní. Prácu vydal Geologický ústav Dionýza Štúra v Bratislave roku 1960 aj v slovenskom preklade.

Autor vo svojom príspevku v základných rysoch načrtol horopisné, vodopisné a geomorfologické pomery mapovaného územia, podrobne charakterizoval kryštalické horniny Veporských vrchov, Nízkyh Tatier, Starých hôr, druhohorné útvary severných svahov Nízkyh Tatier (južne od Váhu) a opísal aj trefohorné i kvartérne uloženie. V rámci geologického mapovania Západných Karpát pracovníkmi Ríšskeho geologického ústavu mal D. Štúr pôvodne mapovať len oblasť Horehronia v roku 1866, no pre úraz svojho kolegu H. Wolfa musel pribrať aj severnejšie ležiace časti územia. H. Wolf totiž na Ohništi nešťastne spadol do medvedej pasce. Štúr spolu s banským inžinierom R. Meierom, ktorý ho sprevádzal pri geologickom mapovaní, potom rok po nehode, dňa 31. augusta 1867, túto pascu aj našiel. Prípad je skutočne zaujímavý, oplatí sa prečítať si, čo o ňom Štúr napísal: *Z lúčinatých, nezalesnených miest vrchu sme sa pobrali cestou, ktorá bola stále širšia a vychodenejšia a nakoniec vstupovala do malej horičky. Trochu ďalej sa cesta prehlbovala a zužovala. Na najužšom mieste sme vpravo a vľavo pozorovali tesne pri ceste dva zvislé stojacie koly, o ktoré boli z obidvoch strán opreté akési oplotenia, ktoré znemožňovali odbočenie z cesty. Okrem toho boli pri kolmo stojacich koloch ako náhodou opreté dve iné koly tak, aby cesta bola ešte viac zúžená a zostával najviac 2 – 3 stopy široký prieťah. Medzi naposledy spomenutými kolmi, uprostred cesty zbadali sme priehlbeň, nápadnú zvädnutým, ožltnutým machom, zmiešaným so zemou. Hneď sme zbadali, že stojíme pred medvedňou pascou, ale boli sme presvedčení, že nie je nastavená, keďže naša prítomnosť bola v župe všeobecne známa a mohla stačiť jedna hrozná nehoda, ktorá sa na šťastie minula bez škodlivých následkov. Teda po patričnej prehliadke zariadenia a po opatrnej pri medvedej pasci chystali sme sa prejsť miestom nešťastia. Z akejsi opatrnosti som predsa len najprv zodvihol veľký kameň a plnou silou som ho hodil na machom maskovanú priehlbeň. Kto opíše naše prekvapenie, keď v tom istom okamihu sa zo zeme vymrštili čeluste nešťastného stroja! Takto sme sa zachránili od rovnakého nešťastia, aké pred rokom doviedlo nášho priateľa až na pokraj hrobu. Na čelustiach pasce sme zazreli zreteľné stopy po úderoch geologickým kladivom, ktorými sa priateľ Wolf v smrteľných úzkostiach snažil vyslobodiť zo stroja. Márne*



Dionýz Štúr (1827 – 1893)

sme sa namáhali čeluste pasce otvoriť, lebo sme nevládali zmôcť a ohnúť oveľa mocnejšiu postrannú pružinu, ktorá ich zvierala. Bohužiaľ, Štúr už ďalej neuvádza, ako sa nakoniec podarilo Wolfovi vyslobodiť sa z pasce. Isté je, že do terénu sa až tak skoro nedostal.

Po tejto epizóde sa vybrali Štúr a Meier do ľľanovskej a Demänovskej doliny, kde začiatkom septembra 1867 navštívili Demänovskú ľľadovú jaskyňu. Štúr ju uvádzal pod názvom Demänovská jaskyňa. Kľúč od jaskyne získali od strážcu, ktorý býva v osamelom dome pri ceste do Demänovskej doliny. O tejto návšteve speleologickú verejnosť stručne informoval M. Lalkovič v monografii o jaskyniach Demänovskej doliny (in Bella et al., 2014). Opisu jaskyne Štúr venoval takmer celú stranu. Vyberáme z neho len časť: *So sviecami v ruke sme zostupovali po nedokonalých schodoch do hĺbky, a tak sme prišli k sutinovému sedlu, od ktorého vpravo (východne) pokračuje strmo klesajúca vlastná hlavná jaskyňa, ktorá sa stáča skoro špirálovite k juhu. Od sutín sedla sme vykočili vľavo (západne) a prišli sme malým otvorom do hlbšieho bočného poschodia jaskyne, v ktorom po ľľadovatej pôde veľmi skoro sme prišli k zamrznutému vodopádu. Hrubé ľľadové stĺpy už čiastočne vyrúbali a ľľad dopravili na chladenie do Lipt. Mikuláša. Steny veľkej ľľadovne boli úplne posiate zamrznutými kvapkami a ľľadovými ihlicami, v ktorých sa svetlo našich sviec tisíc násobne odrážalo a trblietalo. Štúra nesporne uchvátil čarovný ľľadový svet jaskyne, ale hlboko naň zapôsobila aj celá Demänovská dolina s ponárajúcimi sa a vyvierajúcimi vodami. Všimol si hydrologické súvislosti a predpovedal aj existenciu podzemných priestorov. O tom svedčí nasledujúca veta: *Ako dôkaz o jaskynnom bohatstve tohto kraja treba ešte uviesť, že neďaleko od tejto jaskyne**

(Demänovskej ľľadovej jaskyne – pozn. autora), vyššie v Demänovskej doline, všetka údolná voda krátko po splynutí obidvoch ramien sa stráca v úzkom otvore pri dne v pravom svahu údolia a o niekoľko sto siah nižšie vyviera oveľa mocnejším prúdom ako veľký šumiaci prameň. Poznal teda ponory pod Lúčkami a vyvieráčku Vyvieranie.

Z jeho geologického opisu vyplýva, že prešiel celú dolinu a severné svahy s kryštalikom Nízkyh Tatier. V oblasti pri Lúčkach našiel bohaté nálezisko skamenelín ramenožcov a ľľalioviek. Píše o tom takto: *Najvychodnejšie a súčasne najbohatšie nálezisko skamenelín muschelkalku leží južne od Lipt. Sv. Mikuláša v Demänovskej doline, teda na hranici vápenca s červeným pieskovcom, tam, kde sa dno doliny začína rozširovať, severne od miesta nazvaného „Hore Lúčkami“. Keď totiž ideme od severu z doliny Váhu hore Demänovskou dolinou, pri južnom okraji vápencového pásma dôjdeme k rozvetveniu doliny na dve ramená. Sledovali sme východné rameno a skoro nato sme došli ku stme, z muschelkalku pozostávajúcej stene o nepatrnej výške a rozlohe, pri ktorej ležala len menšia halda sutiny. Táto mohla zrejme obsahovať len zo steny odpadnuté kusy. V sutine som pozoroval päť rozličných, petrograficky ľľahko rozdeliteľných variet hornín muschelkalku, pochádzajúcich asi z rozličných vrstiev (muschelkalk je lastúrnatým vápencom – pozn. autora). Štúr tu rozlíšil dolomitický krinoidový vápenec s ľľaliovkami *Encrinus liliiformis*; potom dolomitické lastúrnaté brekie s brachiopódami *Terebratula vulgaris*, *Retzia trigonella*, *Rhynchonella decurtata*, *Rh. mentzelii*, *Spiriferina fragilis*, *Sp. mentzelii* a *Lima* sp.; ďalej čierny krinoidový vápenec so *Spiriferina mentzelii*; čierny vápenec s bielymi žilkami kalcitu so *Spiriferina fragilis*, *Sp. hirsuta*, *Retzia trigonella* a s lastúrnikom *Pecten discites* a nakoniec tmavosivý vápenec s početnými prierezmi lastúrníkov a s ulitníkom *Trochus* sp. Nálezisko v takej bohatosti fosílií sa neskôr síce už nepodarilo nájsť, no Jozef Michalík tu začiatkom 70. rokov minulého storočia určil niekoľko brachiopódov v rámci dokumentácie lokalít D. Štúra (ústna informácia J. Michalíka). Podľa neho sa lokalita nachádza pod dolomitovými bralami Machnatej, v dolinke oproti Speleodomu. Túto lokalitu sme vyhľadali 8. augusta 2017 spolu s J. Michalíkom, P. Bellom a P. Herichom a sporadicky sme našli aj niekoľko brachiopódov. Podobné organodetrické vápence s krinoidmi a brachiopódami sa vyskytujú vo viacerých častiach Demänovského jaskynného systému, ale najviac v jaskyni Okno (porov. Gaál a Michalík, 2017). Neoficiálne sú označené ako „demänovské vápence“; v budúcnosti ich bude potrebné podrobnejšie preskúmať a stratigraficky ohraničiť. Treba poznamenať, že Štúrovo nálezisko skamenelín nebolo in situ, sám píše, že úlomky*

hornín pochádzali zo sutín pod skalnými bralami.

Zaujímavé je, že lokalitu nenašiel Radim Kettner, ktorý v dvadsiatych rokoch minulého storočia robil geologický výskum Nízkych Tatier. Velikán českej geológie sa ináč o Štúrovi a jeho práci vyjadril mimoriadne pochvalne. Píše, že Diviš Štúr byl v pravdě obdivuhodným badatelem a málokterý z jeho vrstevníků pracujících v letech 60tých min. stol. na geologickém prozkumu býv. Rakouského mocnářství se mu vyrovnal pokud se týče přesnosti a spolehlivosti a bystrého postřehu pozorovatelského. Jest vskutku radostno čísti jeho mapovací zprávu o území mezi horním Váhem a horním Hronem, jakož i sledovati podle jeho popisů někdejší jeho mapovací toury v Nízkých Tatrách podnikané. Nízke Tatry jsou pro svou divokost a neobydlenost dnes ještě pohorím velmi těžce schůdným a nenasnadno přístupným, a jak tomu asi bylo v letech 60tých, kdy jedinou drahou vedoucí do území slovenských Karpat byla trať z Budapeště do Lučence! Právě když tyto okolnosti při pročítání zpráv Štúrových uvážíme, musíme tím spíše se skloniti před ohromným výkonem a skvělými na svou dobu výsledky tohoto slovenského badatele (Kettner, 1927). K těmto slovům netreba komentár.

Štúr nakoniec vyrobil geologickú mapu skúmaného územia, z ktorej čerpali celé generácie geológov. Už sám Kettner (l. c.) píše v prehľade prác svojho príspevku, že k článku Holečkova priložena jest i geologická mapa okolí Demänovské doliny, která však jest jen kopií staré mapy Štúrovy. Okrem Holečka (1923), ktorý sa venoval najmä tektonike, zo Štúrových a Kettnerových výskumov čerpal aj J. Volko-Starohorský (1933) pri opise geologických pomerov Demänovskej doliny a ich



Dolomitové bralá v Machnatej, pod ktorými Dionýz Štúr objavil nálezisko skamenelín.
Foto: L. Gaál

mapy boli využité pri zostavení prehľadnej geologickej mapy mierky 1 : 200 000, listu Banská Bystrica (Maheľ et al., 1964). V podstate sa ich výskumy odzrkadlili aj v prácach geomorfológov, ktorí skúmali vápencové tvary a jaskyne doliny (napr. Droppa, 1957, 1972; Hochmuth, 1988; Bella et al., 2014). Nové podrobné geologické mapovanie sa v tejto oblasti vykonalo až v 80. rokoch minulého storočia a vyústilo do vydania geologickej mapy mierky 1 : 50 000 v roku 1992 (Biely et al.,

s vysvetlivkami v roku 1997). Štúrova mapa ako hlavný zdroj geologických informácií o Demänovskej doline slúžila teda záujemcom vyše 120 rokov!

Dionýz Štúr svojou pionierskou prácou nepochybne zanechal trvalú stopu v poznaní prírodných hodnôt Demänovskej doliny. Jeho zodpovedný prístup k práci, precíznosť, vytrvalosť a bádateľská vášeň sa sklbili s jeho nadpriemernými vedomosťami, čo mu zabezpečilo trvalé miesto medzi najväčšími prírodovedeckými bádateľmi nielen Demänovskej doliny, ale aj celého Slovenska i bývalého Rakúsko-Uhorska. Rodák z Beckova (2. apríla 1827) pochádzal z intelektuálnej, učiteľskej rodiny (bol bratrancom Ľudovíta Štúra v druhom stupni príbuzenstva), po stredných školách v Modre a Bratislave navštevoval polytechniku vo Viedni a Banskú akadémiu v Banskej Štiavnici. V roku 1850 nastúpil na Ríšsky geologický ústav, kde sa zapojil do rozsiahlych mapovacích prác na území monarchie. Pre jeho pracovitosť a vynikajúce schopnosti ho v roku 1877 vymenovali za zástupcu riaditeľa a v roku 1885 za riaditeľa ústavu. Dionýz Štúr zomrel vo Viedni v roku 1893. Počas jeho plodného života publikoval okolo 300 vedeckých prác.

Správa slovenských jaskýň plánuje umiestniť pamätnú tabuľu vo vchode Demänovskej ľadovej jaskyne, čím vzdá hold

tomuto významnému človeku. Tabuľa bude pripomínať jeho pioniersku prácu v poznávaní Demänovskej doliny a zároveň upriami pozornosť návštevníkov na osobnosť tohto slávneho slovenského geológa.

Aj touto cestou ďakujeme všetkým, ktorí podajú k tejto myšlienke pomocnú ruku, najmä však doc. RNDr. Jozefovi Michalíkovi, DrSc., ktorý iniciatívu od začiatku podporoval a poskytol odbornú pomoc aj v teréne Demänovskej doliny.

Literatúra

- BELLA, P. – HAVIAROVÁ, D. – KOVÁČ, Ľ. – LALKOVIČ, M. – SABOL, M. – SOJÁK, M. – STRUHÁR, V. – VIŠŇOVSKÁ, Z. – ZELINKA, J. 2014. Jaskyne Demänovskej doliny. ŠOP SR, SSI, Liptovský Mikuláš, 200 s.
- BIELY, A. – BUJNOVSKÝ, A. – VOZÁROVÁ, A. – KLÍNEC, A. – MIKO, O. – HALOUZKA, R. – VOZÁR, J. – BEŇUŠKA, P. – BEZÁK, V. – HANZEL, V. – KUBEŠ, P. – LIŠČÁK, P. – LUKÁČIK, E. – MAGLAY, J. – MOLÁK, B. – PULEC, M. – PUTIS, M. – 1997. Vysvetlivky ku geologickej mape Nízkych Tatier. Geologický ústav Dionýza Štúra, Bratislava, 232 s.
- DROPPA, A. 1957. Demänovské jaskyne – krasové zjavy Demänovskej doliny. Slovenská akadémia vied, Bratislava, 289 s.
- DROPPA, A. 1972. Geomorfologické pomery Demänovskej doliny. Slovenský kras, 10, 9–46.
- GAÁL, Ľ. – MICHALÍK, J. 2017. Strednotriasové vápence v jaskyni Okno (Demänovská dolina, Nízke Tatry): Litológia a faciálne typy. Slovenský kras, 55, 2, 145–154.
- HOCHMUTH, Z. 1988. Geomorfologický výskum a topografia Vodnej cesty medzi jaskyňami Vyvieranie a j. Slobody v Demänovskej doline. Slovenský kras, 26, 7–23.
- HOLEČEK, V. 1923. O Demänovské časti Liptovského krasu. In Liptovský kras. Jaskyne Demänovského údolia. Zvláštny otiak z Prúdiv, 7, Bratislava – Liptovský Sv. Mikuláš, 35–64.
- KETTNER, R. 1927. Předběžná zpráva o dosavadních geologických výzkumech v Nízkých Tatrách. Rozpravy II. třídy České akademie, 36, 4, Praha, 19 s.
- MAHEĽ, M. – ANDRUSOV, D. – BUDAY, T. – FRANKO, O. – ILAVSKÝ, J. – KULLMAN, E. – KUTHAN, M. – MATĚJKA, A. – MAZÚR, E. – ROTH, Z. – SENEŠ, J. – SCHEIBNER, E. – ZOUBEK, V. 1964. Vysvetlivky k prehľadnej geologickej mape ČSSR 1 : 200 000, M-34-XXVI, list Banská Bystrica. Ústredný ústav geologický, Bratislava, 269 s.
- ŠTÚR, D. 1868. Bericht über die geologische Aufnahme im oberen Waag- und Gran-Thale. Jahrbuch der k. k. Geol. Reichsanstalt, 18, Wien.
- ŠTÚR, D. 1960. Zpráva o geologickom mapovaní na hornom Považí a Horehroní. Práce D. Štúra, vybrané state, Bratislava, 182–267.
- VOLKO-STAROHORSKÝ, J. 1933. Geológia Demänovskej doliny (Liptov). Věda přírodní, 14, 2–3, Praha, 58–63.

PRESKÚMALI SME ZBOJNÍCKU DŽURU PRI SULÍNE

Ludovít Gaál – Stanislav Pavlarčík – Pavel Herich

ÚVOD A HISTÓRIA PRIESKUMU

Sulín je rázovitá dedina v severnej časti Slovenska, bezprostredne pri poľských hraniciach, známa najmä výverom minerálnych vôd s názvom Sulinka. V máji 2016 sa obrátil starosta obce Štefan Romaňák na Jaskyniarsku skupinu Spišská Belá so žiadosťou o preskúmanie a posúdenie využívania jaskyne Zbojnická džura, ktorá leží v chotári obce a podľa povesti bola využívaná ako skrýša zbojníkov. Jaskyniari zo Spišskej Belej M. Ferienc, J. Leščák, I. Michlík, S. Pavlarčík a J. Zibura sa na lokalitu vybrali 12. júna 2016. Odprevadil ich aj starosta Š. Romaňák. Hneď pri prvom prieskume zistili, že malá pseudokrasová jaskyňa sa vytvorila na rozsadline mohutného blokového zosuvu v pieskovcoch flyšového pásma. V hĺbke 2,5 m našli aj zachovanú lebku s čeľusťami, ktorá patrila zrejme ovci. Na otázku starostu týkajúcu sa možného využitia jaskyne pre turistický ruch sa konštatovalo, že bralá blokového zosuvu a malá jaskynka s povestou o skrývaní zbojníkov by mohli byť zaujímavým destináčným bodom pešieho turizmu, do realizácie je však potrebné zapojiť aj Správu slovenských jaskýň v Lip tovskom Mikuláši.

Na požiadanie starostu obce sme sa z tohto dôvodu vybrali na lokalitu dňa 3. 4. 2017 v zložení Š. Romaňák, P. Staník, S. Pavlarčík a Ľ. Gaál. Vyhotovili sme orientačný náčrt zosuvu, zamerali sme smery a sklony rozsadlín a zhodnotili sme lokalitu z hľadiska možného využitia. Prítomní konštatovali, že vzhľadom na rozmery a nebezpečný prístup objekt nie je vhodný na vyhlásenie za verejnosti prístupnú jaskyňu, avšak ako lokalita s anorganickou prírodnou hodnotou v atraktívnom prostredí Ľubovnianskej vrchoviny má značný náučný a estetický potenciál pre turistický ruch. Jaskynku však bolo potrebné ďalej preskúmať aj z hľadiska možného pokračovania, odstrániť z nej sutinu a následne ju zamerať. K jaskyni sa totiž viaže informácia o existencii väčšej miestnosti s výškou stojaceho človeka, do ktorej v minulosti vstúpil istý miestny občan s horiacou fakľou, ktorá mu tam zhasla, a preto v prieskume ďalej už nepokračoval. Odvtedy sa vstup do tohto priestoru postupne zasypával.

S cieľom lokalitu podrobne preskúmať a zamerať sa sem vybrala 12. októbra 2017 ďalšia početná skupina jaskyniarov v zložení I. Balciar, P. Gažík, P. Herich, M. Kudla, V. Papáč a P. Staník zo Správy slovenských jaskýň a I. Michlík, S. Pavlarčík a J. Zibura z Jaskyniarskej

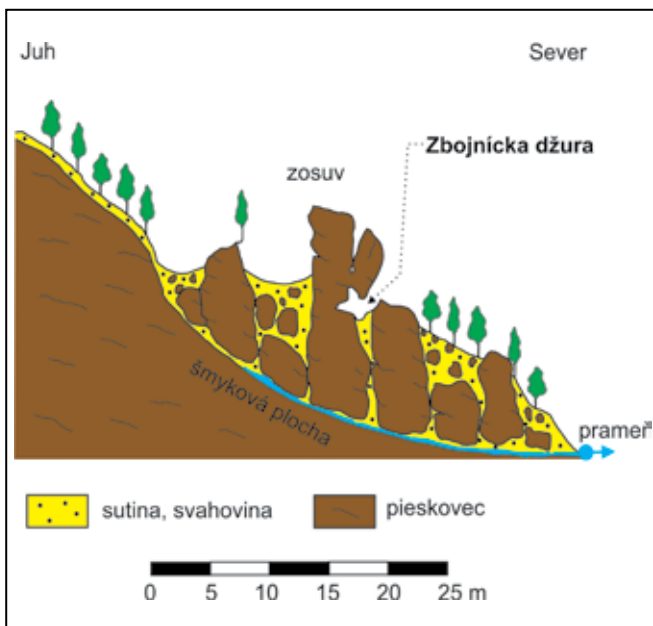
skupiny Spišská Belá. Z obce Sulín ich podpo rovali J. Klimčák, J. Stupiansky a Š. Romaňák. Jaskyniari postupne začali s odstraňovaním závalu a sutiny z jaskyne, no do ďalších pries torov sa nepodarilo dostať pre úplné upchatie rozsadliny. Priestory jaskyne sa zatiaľ nepoda rilo spojiť ani s malou dutinou le žiacou niekoľko metrov západne od nej. Jaskyňu potom zamerali v dĺžke 4 m a následne P. Herich nakreslil jej mapku.



Vstupný otvor jaskyne Zbojnická džura. Foto: P. Staník



Poloha lokality na mape Slovenskej republiky



Schematický rez zosuvom so Zbojnickou džurou. Podľa podkladov Ľ. Gaála vyhotovil I. Balciar

POLOHA A OPIS JASKYNE

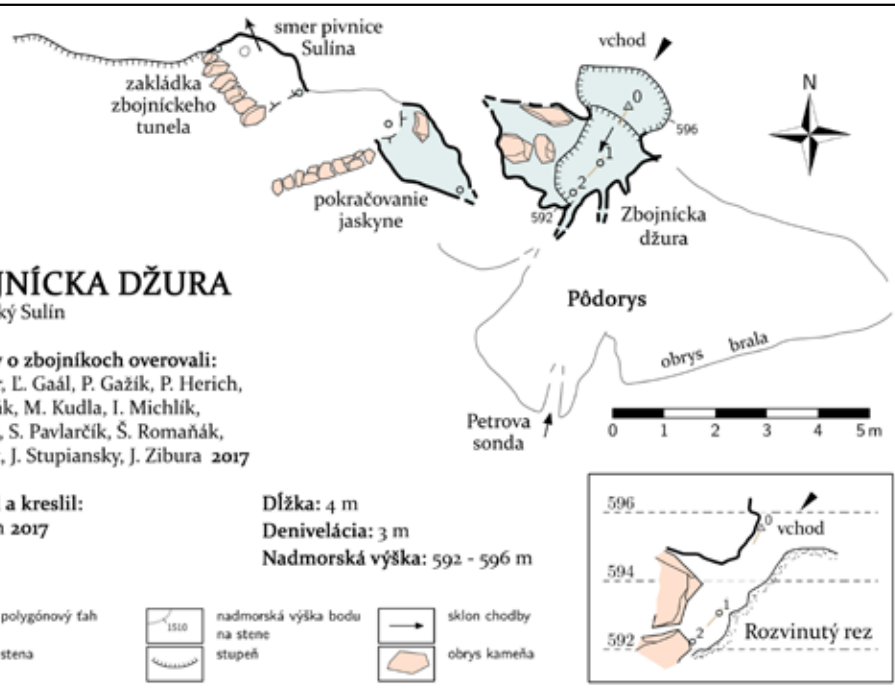
Jaskyňa sa nachádza v katastrálnom území obce Sulín v okrese Stará Ľubovňa, v geomorfologickej oblasti Východné Beskydy, v celku Ľubovnianska vrchovina. Otvor je situovaný vo svahu juhovýchodne nad obcou Veľký Sulín po pravej strane doliny, ktorou preteká Pálenický potok. Z obce vedie do blízkosti Zbojníckej džury zjazdová poľná cesta odbočujúca pred mosta povýše kostola a obecného úradu až k poľovníckemu posedu. Z tejto časti obce je k jaskyni asi 1 km. Od posedu sa vyššie asi po 90 m zabočí vpravo cez zarastenú starú poľnú cestu do lesa, odkiaľ vedie chodníček popri menšej zarostenej lúčke k Zbojníckej džure. Prevýšenie od mosta na lokalitu je asi 140 m.

Vchod do jaskyne oválneho tvaru s rozmermi 1,4 × 0,8 m sa otvára na južnej strane svahového zosuvu a je orientovaný na juh. Nadmorská výška otvoru je 596 m. Od vstupu z terasy pred jaskyňou chodba pokračuje strmo dole do hĺbky 3 m, kde sa končí v suti. Smerom na západ z nej vybieha výklenok do dĺžky 2 m, ktorý sa končí zúžením. Steny jaskyne tvoria pieskovcové bloky, dno je vyplnené pieskovcovou sutinou, zeminou a lístím.

Okrem tohto otvoru sa v jeho blízkosti nachádzajú ešte ďalšie tri úzke a nepriečne zavalené otvory. Najbližší a najväčší otvor západne od neho zrejme využívajú jazvece alebo líšky. V otvoroch nebol zistený žiadny prievan.

Jaskyňa je vytvorená v tektonicky popukaných masívnych pieskovcoch magurskej jednotky vonkajšieho flyšového pásma, v krynickej (čergovskej) litofaciálnej jednotke vrchnoecénneho veku (paleogén, staršie trefohory). Pieskovce sú jemnozrnné, kremité, niektoré polohy obsahujú slabovápnnú prímes a hojné šupinky

muskovitu. Pukliny sa vyznačujú jednak zovretosťou, ale aj väčšou roztvorenosťou (so šírkou niekoľko mm až 15 cm). Miestami na puklinách pozorovať jemné hnedé zemité povlaky a tiež povlaky alebo fliačky čiernej farby s modravým odtieňom, pripomínajúce sekundárne minerály mangánu. Širšie pukliny obsahujú kamenité pieskovcové úlomky. Jaskyňa sa vytvorila na križovaní rozsadliny východo-západného smeru (175/75°, smer sklonu/sklon) s takmer severojužne orientovanou šíkmou puklinou (80/65°). Rozsadlina v zosunutom pieskovcovom bloku je paralelná s hlavnou rozsadlinou zosuvu južne od jaskyne, ktorej priebeh prezrádza výrazná terénna depresia sledovateľná v dĺžke okolo 30 m a v šírke 6 m. Výška zosunutého bloku nad depresiou je 4 m. V bloku miestami možno pozorovať aj vrstvnatosť pieskovcov uložených pod uhlom 20° k severu. Podobné zosuvy sa nachádzajú na svahu aj v širšom okolí jaskyne, spod niektorých vyteká voda v podobe malých prameňov. Takéto pramene prezrádzajú existenciu vodou podmäčanej šmykovej plochy. Zosuvy sa vytvorili tak, že bloky na okraji pieskovcového kopca sa po zahĺbení Pálenického potoka začali postupne oddeľovať od masívu a následne sa zosúvali dole svahom. Zosuvy mohli byť podporované aj menej priepustnými bridličnatými vrstvami, ktoré čiastočne zadržovali vodu a podporovali tak vznik šmykovej plochy. Podobné zosuvy sú pomerne časté



Mapa jaskyne Zbojnická džura. Vyhotovil P. Herich

vo flyšovom pásme, ale jaskyne v nich sú zdokumentované najmä na poľskej strane.

ZÁVER

Prieskum malej jaskyne s historickým významom v atraktívnom prírodnom prostredí je príkladom dobrej spolupráce samosprávy obce, jaskyniarov Slovenskej speleologickej spoločnosti a pracovníkov Správy slovenských jaskýň. Na záver prieskumu sa Správa zaviazala vytvoriť náučnú tabuľu s opisom jaskyne, jej mapou a názorným náčrtom zosuvu, ktorú samospráva obce umiestni pred jaskyňou a pred obecným úradom v obci. Tabuľu sme vzhľadom na blízkosť poľských hraníc vyhotovili dvojjazyčne: okrem slovenčiny aj v poľštine. Preklad textu nám ochotne zabezpečil známy poľský jaskyniar, náš priateľ Michal Gradziński, ktorému aj touto cestou ďakujeme. Ďakujeme ďalej každému, kto priložil ruku k tejto celospoločensky prospešnej a užitočnej veci.

NOVÉ ZAMERANIE JASKYNE BENÍKOVÁ

Pavel Herich

Beníková patrí medzi odnepamäti známe a spolu s Čiernou jaskyňou (Demänovská ľadová jaskyňa) aj medzi najnavštevovanejšie jaskyne Demänovskej doliny až do objavu Chrámu slobody (Demänovskej jaskyne slobody) v roku 1921. Snahy o mapové zachytenie jaskynných priestorov podobne siahajú až do najstaršej zdokumentovanej histórie prieskumu Demänovských jaskýň, avšak donedávna jediná používaná mapa z roku 1953 je len málo detailná a bez bočných či novoobjavených chodieb. Z tohto dôvodu sme pristúpili k opätovnému zameraliu jaskyne a detailnému vykresleniu novej mapy.

PREHĽAD DOTERAJŠÍCH MAPOVACÍCH PRÁC

Jaskyňu pravdepodobne navštívil a vyhotovil jej mapu J. P. Hain v roku 1672 (Beníkovú, Okno alebo Demänovskú ľadovú jaskyňu), nedokončená monografia aj s plánom sa stratila (Lalkovič, 1985). V dňoch 14. a 27. 6. 1719 G. Buchholtz ml. preskúmal jaskyňu, vrátil sa

sem 3. 8. 1719 a nakreslil jej plán (dnes stratený). V dokumente *De Antris Beníková Okno Utroque et Dwere Antrorum* (Buchholtz, asi rok 1719) sa nachádza súbor 51. vysvetliviek viažucich sa k plánu jaskyne, dĺžku jaskyne odhadol na 500 siah (asi 950 m). Informácie posielal M. Belovi, ktorý ich zahrnul do svojich diel *Prodromus* (1723) a *Noticie* (1736) (Korbay, 1952; Lalkovič, 1985; Prikryl, 1985, s. 22; Lalkovič a Komarová, 1991).

Až o vyše dve storočia neskôr vznikla zameralím ďalšia mapa tejto jaskyne, zachytávajúca priestory po Jazernú chodbu. Autor je neznámy, Lalkovič (1987) predpokladá, že autorom by mohol byť V. Holeček. Mapa je v mierke 1 : 1000 s dátumom 17. 11. 1923.

Droppa (1955) a Lalkovič (1989) spomínajú nám neznámy plán jaskyne od V. Benického v mierke 1 : 500 z leta 1946, mal však obsahovať len málo údajov o jaskyni. Ďalej aj V. Benický v roku 1951 píše, že jaskyňu zamerali J. Ch. Raiskup, R. Blaho a O. Weisner (táto trojica v rokoch 1948 a 1949 zamerala Malú jaskyňu pod Baštou, Dvere atď.).

Napokon jaskyňu 10. – 13. 10. 1953 zamerali A. Droppa a J. Mesiar (Droppa, 1972), neskôr Droppa (1961) uvádza jej dĺžku 420 m. Donedávna to bola jediná všeobecne známa a používaná mapa jaskyne.

PROLONGAČNÉ AKTIVITY

Veľká väčšina chodieb jaskyne bola od dávna voľne dostupná a predpokladáme, že ani vodná plocha Jazernej chodby netvorila trvalejšiu prekážku. Engelhart (1828) z prebratých informácií píše, že „človek však nemôže pokračovať ďalej, pretože značne hlboká voda zaberá celú šírku jaskyne. Napriek tomu sa zdá, že možno veľmi ďaleko postúpiť...“ (pozri Lalkovič a Tarnócy, 1985).

Najstaršie výkopové práce v jaskyni sa via via v odbočke pri m. b. 81 (presekaný sinter; prvá polovica 20. storočia?). Od 80. rokov tu pôsobili členovia oblastnej skupiny a neskôr Jaskyniarskeho klubu Demänovská Dolina. J. Šmoll a Ľ. Rybanský vyliezli niektoré komíny jaskyne, pravdepodobne prvý preskúmali tes-

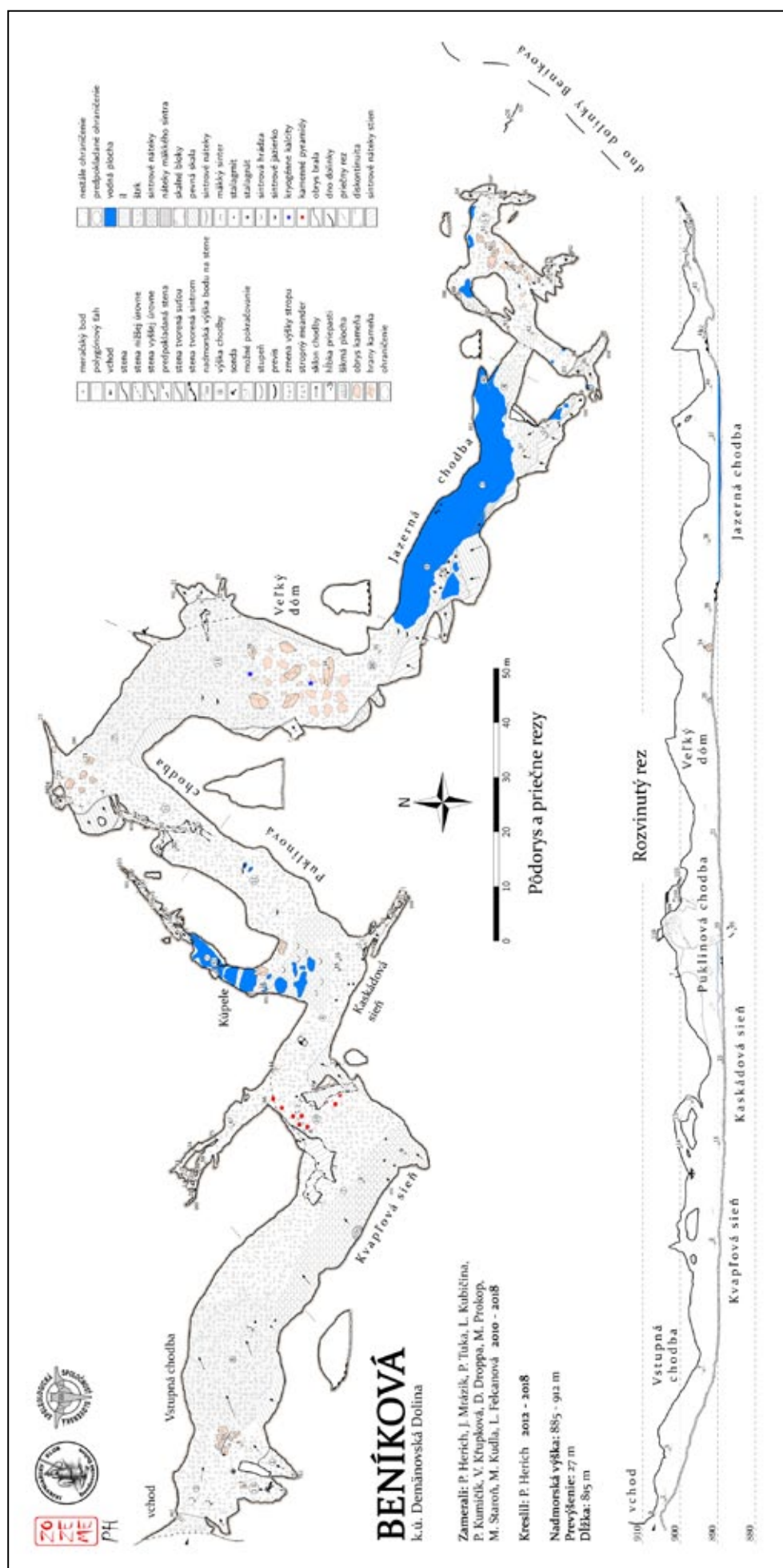
nú chodbu nad Puklinovou chodbou (m. b. 60 – 65). V 90. rokoch vyliezli komín nad Kaskádovou sieňou P. Staník a J. Auxt, rovnako aj L. Benický, rúrovité chodby sa však zakrátko končili. Dňa 7. 1. 2018 vyliezli P. Herich, D. Droppa, M. Prokop a Mich. Staroň komín nad zadným jazerom Kúpeľov a objavili 40 m chodieb. Na hlavnom ťahu jaskyne v rôznych miestach prebehlo niekoľko výkopových akcií, tie však nepriniesli väčšie úspechy.

NOVÉ MERAČSKÉ PRÁCE

Jaskyňu sme pomocou SAP, DistoX1 a DistoX2 s PocketTopo zamerali na 8 akciách v priebehu 8 rokov od 1. 4. 2010 do 7. 1. 2018 (P. Herich, J. Mrázik, P. Tuka, L. Kubičina, P. Kumičič, V. Krupková, L. Felcanová, M. Kudla, M. Prokop, D. Droppa a Mich. Staroň). V súčasnosti dosahuje dĺžku 815 m s prevýšením 27 m, vchod sa nachádza v nadmorskej výške 907,1 m. Poloha vchodu bola určená prístrojom Trimble GeoXT s približnou presnosťou na 5 dm. Prostredníctvom povrchového polygónového ťahu sme určili aj polohu dna doliny voči koncovým častiam jaskyne. M. b. 53 sa nachádza 20 m pod prislúchajúcou časťou dna doliny Beniková, čo nevylučuje ďalšie zaujímavé pokračovanie jaskyne.

Literatúra

- DROPPA, A. 1955. Výskum Demänovských jaskýň. *Geografický časopis*, 7, 3-4, 133-163.
- DROPPA, A. 1961. Rozloha Demänovských jaskýň. *Slovenský kras*, 3, 150-151.
- DROPPA, A. 1972. Historiografia Demänovských jaskýň. *Slovenský kras*, 10, 94-101.
- BELIUS PANONIUS, M. 1723. *Hungariae antiquae et novae Prodrum, cum specimen, quomodo in singulis opeeris pertibus eleborandus, versari constitverit.* Norimberga.
- ENGELHART, A. 1828. *Prachtwerke der Unterwelt.* Franz Ludwig, Wien.
- KORBAY, F. 1952. Z dejín jaskyniarstva na Slovensku. *Zemepisný sborník*, 4, 1-2, 123-132.
- LALKOVIČ, M. 1985. Príspevok k histórii merania a mapovania jaskýň na Slovensku. *Slovenský kras*, 23, 145-170.
- LALKOVIČ, M. 1987. Meranie a mapovanie jaskýň na Slovensku v rokoch 1919 - 1944. *Slovenský kras*, 25, 109-134.
- LALKOVIČ, M. 1989. Meranie a mapovanie jaskýň na Slovensku v období Jaskyniarskeho zboru Klubu slovenských turistov a lyžiarov. *Slovenský kras*, 27, 73-94.
- LALKOVIČ, M. - KOMOROVÁ, K. 1991. Juraj Buchholtz a počiatky jaskynného mapovania na Slovensku. *Slovenský kras*, 29, 155-177.
- LALKOVIČ, M. - TARNÓCY, L. 1985. Jaskyne na Slovensku v diele Andreasa Engelharta. *Slovenský kras*, 23, 301-306.
- PRIKRYL, L. V. 1985. *Dejiny speleológie na Slovensku.* Veda SAV, Bratislava. 158 s.



DVE ROZSADLINOVÉ JASKYNE V SPISMICHALOVEJ DOLINE

Pavel Herich

Na výzvu Z. Juríka, člena Oblastnej skupiny Liptovský Mikuláš Slovenskej speleologickej spoločnosti sme 18. 9. 2018 podnikli (Z. Jurík, J. Zibura, M. Salák a P. Herich) výpravu za nádejným krasovým javom v Spismichalovej doline vo Vysokých Tatrách. Lokalitu sme

preskúmali, určili presnú polohu a zakreslili situáciu; vzhľadom na rozsadlinový pôvod jaskýň sme tu prieskum nateraz ukončili.

Rozsadlina pri chodníku predstavuje dohora sa roztvárajúcu trhlinu približne pravouhlého tvaru s dĺžkou 30 m a maximálnou šírkou

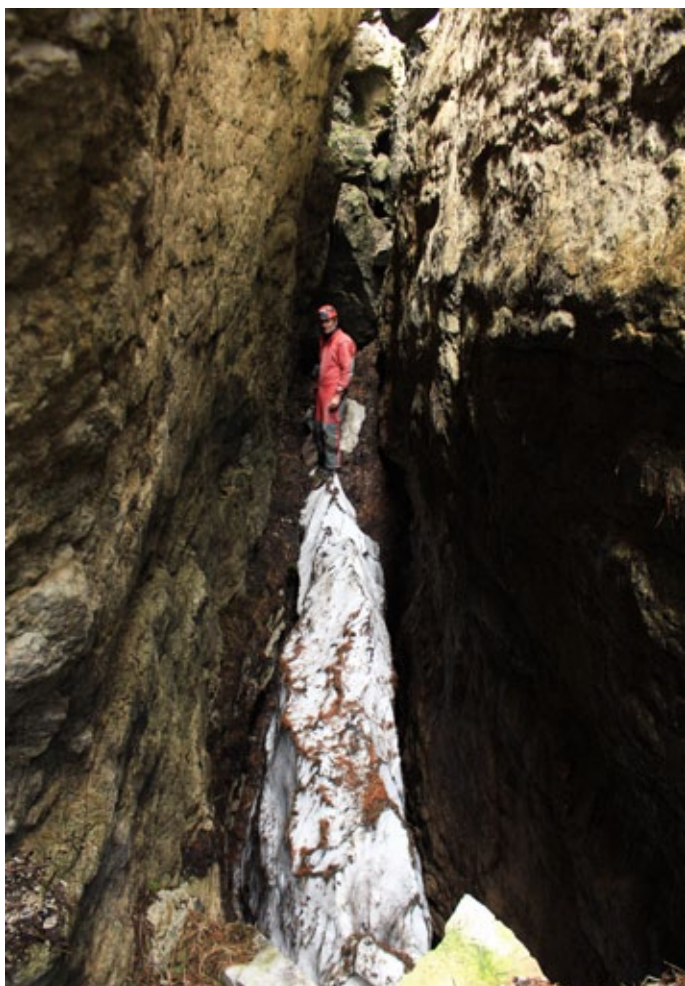
2 m. Jej podzemná časť, ktorá sa dá považovať za jaskyňu rozsadlinového charakteru, je dlhá 7 m. Celá je založená na systéme troch výrazných diskontinuit (vzhľadom na zmenu vrstevného sledu pri m. b. 12 uvažujeme o reaktivovaných, šikmo uklonených zlomoch), ktoré sa



Vchod jaskyne Prievanová v kosovke. Foto: P. Herich



Okolie Závrtovej jaskyne s vyznačením zameraného bodu vchodu. Foto: P. Herich



Centrálna časť Rozsadliny pri chodníku. Foto: P. Herich



Vchod Mesačného tieňa s vyznačením zameraného bodu vchodu. Foto: P. Herich

gravitačne roztvárajú v smere osi doliny nadol. Dno južnej časti rozsadliny je pokryté autochtónnym štrkovo-hlinitým sedimentom so zvyškami rastlín, v severnej časti sme zaznamenali firnovú výplň v hrubo odhadovanom objeme 15 – 20 m³. Na južnom konci je rozsadlina ukončená závalom veľkých blokov, no jej zjavné pokračovanie naprieč dnom doliny ústi do 30 m dlhej rozsadlinovej Závrtovej jaskyne (reg. č. 1350) (Pavlarčík, 1984).

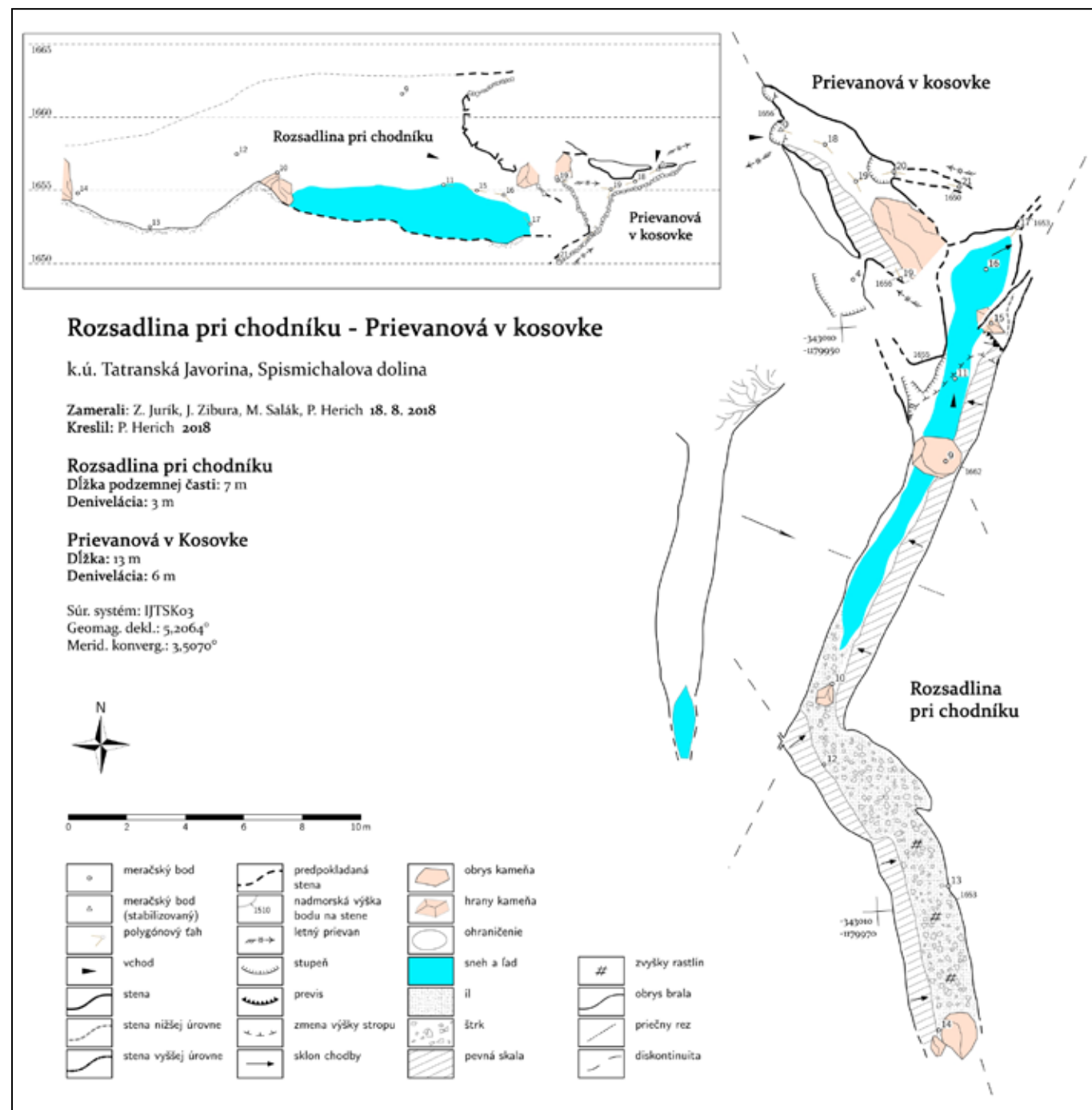
Severná časť Rozsadliny pri chodníku pokračuje zúžením zrejme ďalej, avšak s určitou komunikuje aj s **Prievanovou v kosovke**

(reg. č. 6870). Jaskyne sa navzájom približujú na menej ako 1 m, je tu aj silná vzdušná komunikácia, Prievanová v kosovke sa správa ako spodný otvor dynamického systému prúdenia vzduchu. Jeho pomerne značná intenzita súvisí s ľadovou výplňou Rozsadliny pri chodníku, nie sú vylúčené aj iné zdroje, vzhľadom na vysokú diskontinuálnu rozčlenenosť celého okolia.

Jaskyne sú vytvorené v mezozoických karbonatických horninách tatrika, na pomedzí strednotriasového gutensteinského súvrstvia (anis) a súvrstvia Raptawickej Turni (vrchná jura

– spodná krieda) (Nemčok, Ed., 1994; Geologická mapa Slovenska M 1 : 50 000). Presnú polohu sme však neurčili; tenké (do 20 cm) lavice karbonátov v južnej časti Rozsadliny pri chodníku nemali viditeľnú reakciu s 3 % HCl.

Jaskyne sme zamerali sústavou DistoX2 s PDA a programom PocketTopo, GPS súradnice prístrojom Trimble Geo 7X s korekciami (SKPOS_cm). Nadmorské výšky vchodov sú takéto: Prievanová v kosovke (m. b. 0) – 1656,5 m; Rozsadlina pri chodníku (m. b. 11) – 1655,4 m; Závrtovej jaskyne – 1674,2 m; Mesačný tieň – 1759,2 m.



Mapa Rozsadliny pri chodníku a Prievanovej v kosovke. Autor: P. Herich

Literatúra

- Geologická mapa Slovenska M 1 : 50 000 [online]. Bratislava: Štátny geologický ústav Dionýza Štúra, 2013. Dostupné na internete: <http://apl.geology.sk/gm50j>
 NEMČOK, J. (ed.) – BEZÁK, V. – BIELY, A. – GOREK, A. – GROSS, P. – HALOUZKA, R. – JANÁK, M. – KAHAN, Š. – KOTAŇSKI, Z. – LEFELD, J. – MELLO, J. – REICHWALDER, P. – RACZKOWSKI, W. – RONEWICZ, P. – RYKA, W. – WIECZOREK, J. – ZELMAN, J. (1994). Geologická mapa Tatier 1 : 50 000. GÚDŠ, Bratislava.
 PAVLARČÍK, S. (1984). Speleologický výskum krasových javov obalovej jednotky severnej strany Vysokých Tatier. Slovenský kras, 22, 41–67.

UZATVÁRANIE A ČISTENIE JASKÝŇ V ROKOCH 2016 – 2017

Pavol Staník – Igor Balciar

V rokoch 2016 až 2017 sa zabezpečilo uzatvorenie piatich novoobjavených jaskýň, resp. novoobjavených častí jaskýň a oprava dvoch jestvujúcich uzáverov.

Jaskyniari pôsobiaci v Demänovskej doline v roku 2016 vybudovali uzáver na novom vchode do Štefanovej jaskyne. Tento vchod bol prekopaný kvôli bezpečnosti pohybu jaskyniarov aj výskumných pracovníkov pôsobiach v podzemí. Nový vchod sa nachádza v zadných častiach jaskyne, kde len presun jaskyniarov do týchto miest trval od pôvodného vchodu 4 až 5 hodín. Týmto činom sa výrazne zvýšila efektívnosť prieskumu tejto časti podzemia Demänovskej doliny. Rekonštrukciu uzáveru a vyčistenie od komunálneho odpadu sme zabezpečili v priestoroch Kečovskej jaskyne a blízkej vyvieracky. Na konci roka 2016 jaskyniari zo Speleoklubu Červené vrchy objavili v blízkosti obce Malužiná Malužinskú modrú jaskyňu. Pre jej vzácnu sintrovú výzdobu bol jej vchod do niekoľkých dní zabezpečený uzáverom. Jaskynná stráž prírody zistila pri kontrole zničenie uzáveru jaskyne Dupná diera v blízkosti Slatinky nad Bebravou. Táto lokalita je často atakovaná vandalmi a nelegálnymi zberateľmi archeologických nálezov, výzdoba a biotopy jaskyne však neboli poškodené.

Na začiatku roka 2017 rútením vznikol nový vchod do jaskyne na lesnej ceste v blízkosti lyžiarskeho strediska Chopok-juh. Jaskyňa bola pomenovaná Tajomný potok a prieskum v nej bude pokračovať. Otvor na povrch vznikol prepados nadložnej horniny do jaskynných priestorov s aktívnym vodným tokom. Vchod bol zabezpečený proti zosunutiu sedimentov a uzatvorený mrežou. Na jaskyni Ľudmila pri Šútovskom jazere v Kralovanoch neznámy páchatel poškodil uzáver; jeho opravu sme bezodkladne zabezpečili. Strážcovia z Jaskyniarskej skupiny Spišská Belá, ktorí pravidelne kontrolujú priestory jaskyne Aksamitka, aj v roku 2016 zistili prekopanie bočného vchodu do jej podzemných priestorov.

Tisovskí jaskyniari vybudovali uzáver novoobjavenej jaskyne Mangalica v Suchých doloch. Jej vstupné časti sa museli pred osadením uzáveru stabilizovať kovovou konštrukciou. Následne sa na Muránskej plani zabezpečilo uzatvorenie Vtácej jaskyne, ktorej vstupná časť je vystužená konštrukciou pre nestabilitu svahu nad jaskyňou.

Počas povodne v Demänovskej doline, ktorá 29. 4. 2017 zničila na niekoľkých miestach asfaltovú cestu, bol zanesený aj vchod Údolnej jaskyne a Jaskyne pod cestou. Vchody do týchto jaskýň sa vyčistili od nánosov sedimentov. V máji 2017 sme v spolupráci s Mikroregiónom Domicia

zorganizovali vyčistenie niekoľkých ponorov Skalickeho polja a ich okolia (v katastrálnom území Gemerskej Hôrky) od komunálneho odpadu. V septembri 2017 sa v Medvedej jaskyni v Jánskej doline vyznačili chodníky na pohyb jaskyniarov a exkurzných návštevníkov pri príležitosti konania 23. medzinárodného sympózia o jaskynných medveďoch. Chodníky chránia krehké podlahové sintre v Chodbe krehotíni, sintrové jazierka a egutačné jamky. V novembri 2017 prebehla prvá etapa čistenia Čarovnej chodby v Demänovskej jaskyni slobody, ktorej jazerá so vzácnymi subakvatickými formami boli znečistené starým dreveným materiálom po bývalom speleologickom prieskume, pravdepodobne z čias jej objavovania.

V roku 2017 strážna služba zaznamenala niekoľko drobnejších atakov na uzávery jaskýň (Marcioho jaskyňa, Silická kvapľová jaskyňa), ktorých dôsledky sme odstránili v rámci bežnej strážnej činnosti. Na niekoľkých lokalitách bol osadený kamerový systém, vďaka ktorému sa podstatne znížila nežiaduca činnosť spojená s poškodzovaním uzáverov a ilegálnymi návštevami jaskýň.

Uzatváranie a čistenie ďalších jaskýň (najmä v Bratislavskom kraji) je zahrnuté v 22 programoch záchran a 2 programoch starostlivosti o jaskyne, ktoré sme vypracovali



Otvor prepádového komína ústiaceho do jaskyne Tajomný potok na južnej strane Nízkyh Tatier. Foto: P. Staník



Uzáver Vtácej jaskyne na Muránskej plani. Foto: M. Poprocký

vali a predložili na prerokovanie a schválenie príslušným okresným úradom (všetky programy záchran a tri programy starostlivosti boli schválené v roku 2017, posledný program starostlivosti v januári 2018). Ich realizácia je zahrnutá do pripravovaných projektov štrukturálnych fondov EÚ.

Rok čistenia	Jaskyňa	Geomorfologický celok	Druh znečistenia
2016	Kečovská jaskyňa	Slovenský kras	komunálny odpad
2017	Skalicke polje – ponory	Slovenský kras	komunálny odpad
2017	Demänovská jaskyňa slobody – Čarovná chodba	Nízke Tatry	starý drevený materiál zanechaný po bývalom speleologickom prieskume

Rok uzatvorenia	Jaskyňa	Geomorfologický celok	Opis prác
2016	Štefanová	Nízke Tatry	nový uzáver
2016	Malužinská modrá jaskyňa	Nízke Tatry	nový uzáver
2016	Kečovská jaskyňa	Slovenský kras	oprava uzáveru
2017	Tajomný potok	Nízke Tatry	stabilizácia vchodu, nový uzáver
2017	Ľudmila	Veľká Fatra	oprava uzáveru
2017	Mangalica	Spišsko-gemerský kras	nový uzáver
2017	Vtáčia jaskyňa	Spišsko-gemerský kras	nový uzáver, stabilizácia vstupnej časti jaskyne

11. VEDECKÁ KONFERENCIA „VÝSKUM, VYUŽÍVANIE A OCHRANA JASKÝŇ“

Pavel Bella

Štátna ochrana prírody SR, Správa slovenských jaskýň v Liptovskom Mikuláši, Slovenské múzeum ochrany prírody a jaskyniarstva v Liptovskom Mikuláši, Slovenská speleologická spoločnosť a Asociácia slovenských geomorfologov pri SAV organizovali 11. vedeckú konferenciu „Výskum, využívanie a ochrana jaskýň“, ktorá sa konala v dňoch 25. – 26. októbra 2017 v Liptovskom Mikuláši. Jej hlavným cieľom bola prezentácia najnovších výsledkov výskumu, environmentálneho monitoringu, dokumentácie a ochrany jaskýň na Slovensku.

Prednášková časť konferencie v Slovenskom múzeu ochrany prírody a jaskyniarstva sa začala príhovormi riaditeľov a predsedov usporiadateľských organizácií (RNDr. J. Zuskin, doc. RNDr. D. Šubovej, CSc., Ing. P. Holúbka a RNDr. M. Lehotského, CSc.), ako aj prof. RNDr. P. Bosáka, DrSc., zástupcu Medzinárodnej speleologickej únie (UIS). Súčasťou otvorenia konferencie bolo odovzdanie pamätných listov za aktívnu účasť na všetkých predchádzajúcich desiatich vedeckých konferenciách pre prof. RNDr. P. Bosáka, DrSc., Dr. hab. M. Gradzińskiho, Ing. J. Tulisa, doc. RNDr. Z. Hochmutha, CSc., a Ing. P. Holúbku.

Odborný program konferencie tvorilo 25 referátov a 19 posterov, ktoré sa z obsahového hľadiska týkali geológie a paleontológie (12 referátov a 3 poster), geomorfológie (1 referát a 1 poster), hydroológie (1 referát a 2 poster), speleoklimatológie a glaciológie (1 referát a 3 poster), biospeleológie a mikrobiológie (8 referátov a 5 posterov), speleologického prieskumu, dokumentácie a informatiky (1 referát a 4 poster), ako aj histórie (1 referát a 1 poster). Vzhľadom na uprednostnenie referátov hostí prezentácie väčšiny zamestnancov ŠOP SR, Správy slovenských jaskýň boli preradené medzi poster.

Geológia a paleontológia. Referáty sa zaoberali mikrobiálno-mineralogickými interakciami z niektorých indických jaskýň (P. Baskar, S. Baskar), kombinovaným záznamom stabilných izotopov zo sintrov Demänovského jaskynného systému za posledných viac ako 12-tisíc rokov (M. Gąsiorowski, H. Hercman, M. Gradziński, J. Pawlak, M. Błaszczyk, P. Bella), kyslíkovou izotopovou stratigrafiou ako nástrojom na určovanie mlado- a strednopleistocénnych sintrov (M. Błaszczyk, H. Hercman, J. Pawlak, M. Gąsiorowski, Š. Matoušková, M. Aninowska, D. Kicińska, A. Tyc), záznamami stabilných izotopov z emského stalagmitu z jaskyne Orlova Chuka v Bulharsku (J. Pawlak, H. Hercman, M. Błaszczyk), litologickými pomermi jaskyne Okno v Nízkych Tatrách (L. Gaál, J. Michalík), problematikou genézy Ochitinskej aragonitovej jaskyne v dôsledku oxidácie ankeritov (P. Bella, P. Bosák, L. Gaál, P. Pruner, D. Haviarová), faktormi podmieňujúcimi vytváranie travertínov a sintrov v riečiskách povrchových a podzemných vodných tokov v Slovenskom krase (W. Wróblewski,

M. Gradziński, J. Motyka), výskytom kryogénnych jaskynných karbonátov na Slovensku (M. Orvošová, R. Milovský, L. Luhová, S. Milovská, J. Šurka), pohybmi na zlomoch v krasových a pseudokrasových jaskyniach na základe 15-ročného systematického monitoringu (J. Stemberk), aktívnou tektonikou Bozkovských dolomitových jaskýň v kontexte európskej geodynamiky (M. Briestenský), spôsobom vzniku a závislosťou riečnych koridorov IV. vývojovej úrovne Dobšinsko-stratenského jaskynného systému od geologicko-tektonickej stavby (J. Tulis, L. Novotný), kontinuálnym a integrálnym meraním objemovej aktivity radónu vo Važeckej jaskyni (I. Smetanová, K. Holý, M. Müllerová, L. Kunáková, H. Cabánková). Poster poukázali na možný zdroj unikátneho sfarbenia kvapľových útvarov v Modrej jaskyni pri Malužinej (J. Littva), sedimentárne prostredie vzniku travertínovej kopy na Čereni pri Ludrovej v Liptovskej kotline (P. Sala, P. Bella, M. Gradziński) a nálezy fosílnych chobotnatcov (Proboscidea, Mammalia) z jaskýň Slovenska (Cs. Tóth).

Geomorfológia. Referát prezentoval poznatky o morfológico-sedimentárnej štruktúre koryta Demänovky v Demänovskej jaskyni slobody (M. Lehotský, P. Bella, V. Gajdoš, D. Haviarová, K. Rozimant, M. Rusnák, J. Sládek), poster korózne škrapy v Poľskej Jure v regióne Krakova (A. Gądek).

Hydroológia. Referát zhodnotil doterajšie výsledky sledovania časových zmien kvalitatívnych vlastností vôd v Krásnohorskej jaskyni a jej okolí (P. Malík, B. Máša, M. Gregor, J. Švasta, P. Bajtoš, A. Pažická, F. Bottlik, N. Bahnová, J. Michalko, J. Kordík). Poster informovali výsledkoch sto-

povacej skúšky v povodí Ponickéj jaskyne (D. Haviarová) a chemických analýz podzemných vôd v jaskyni Štefanová v Demänovskej doline (P. Herich, D. Havlíček, K. Havlíčková).

Speleoklimatológia a glaciológia. Referát podal predbežné výsledky 3D monitoringu klímy v Silickej ľadnici vo vzťahu k úbytku ľadovej výplne (Z. Hochmuth, J. Stankovič, M. Krchová). Poster sa zaoberali palynologickou analýzou ľadu v Dobšinskej ľadovej jaskyni (M. Jelonek, J. Zelinka, M. Gradziński), ľadovými jaskyňami v pohorí Prokletije v Čiernej Hore (D. Kicińska, K. Najdek) a vplyvom návetvnosti na zmenu teploty vzduchu v Brestovskej jaskyni (L. Kunáková).

Biospeleológia a mikrobiológia. Referáty prezentovali mykobiotu ľadových výplní Demänovskej a Dobšinskej ľadovej jaskyne a výskyt *Microascus caviariforme* v slovenských jaskyniach (A. Nováková), pôdne spoločenstvá chvostoskokov podľa mikroklimatického gradientu v prepadisku pred vchodom do Dobšinskej ľadovej jaskyne (N. Raschmanová, L. Kováč, D. Miklisová), výsledky monitoringu terestrických bezstavovcov na vybraných stanoviskách ramsarskej mokrade Podzemná Punkva (K. Tajovský, J. Starý, P. Čuchta, V. Pižl), genetickú variabilitu populácie panciernika *Pantelozetes cavaticus* v českých a slovenských jaskyniach (P. Kokořová, J. Starý, M. Žurovcová, P. Luptáček), recentné nálezy dážďoviek (Annelida: Lumbricidae) v jaskyniach Česka a Slovenska (V. Pižl), vplyv jaskynných dážďoviek na transformáciu substrátu a organickej hmoty v Amatárskej jaskyni (M. Devetter, K. Tajovský, V. Šustr, V. Jílková), vplyv organického znečistenia vodného prostredia Moravského a Hra-



Prednáška v Slovenskom múzeu ochrany prírody a jaskyniarstva v Liptovskom Mikuláši. Foto: P. Bella



Účastníci pred prehliadkou Brestovskej jaskyne. Foto: P. Bella

nického krasu na výskyt netuberkulózných mykobaktérií (A. Pavlík, H. Modrá, J. Caha, V. Ulmann, M. Geršl, J. Kudělka, M. Bartoš, A. Tůma), výsledky determinácie a datovania niektorých osteologických nálezov zo slovenských jaskýň (J. Obuch). Postery charakterizovali bryofloru vybraných prístupných jaskýň Slovenska (S. Kubešová), jaskynné spoločenstvá chvostoskokov (Collembola) planiny Galmus (M. Melega, A. Mock, A. Parimuchová), spoločenstvá húb na hominových povrchoch v štyroch slovenských jaskyniach (R. Ogórek, A. Lejman, Z. Višňovská), podzemné ekosystémy sutín Západných Karpát

(M. Rendoš, A. Mock) a pozoruhodný chiropteroologický nález po objavení nových priestorov v jaskyni Duča v Slovenskom raji (Z. Višňovská, Ľ. Cibula, A. Hájková, M. Rendoš).

Speleologický prieskum, dokumentácia a informatika. Referáty priblížili webovú aplikáciu Zoznam jaskýň Slovenska (D. Vrbjar, M. Rolko), prieskum Jaskyne v Žeruche v Nízkych Tatrách (P. Holúbek), históriu prieskumu, súčasný stav a perspektívy nových objavov v jaskyni Bobačka na Muránskej planine (L. Vlček, M. Poprocký, I. Rusnák, P. Varga), svetový hĺbkový rekord v zatopenej Hranickej priepasti

(B. Šimečková), ako aj problematiku zberu a spracovania dát pre trojrozmerné zobrazovanie jaskýň (J. Šupinský).

História. Referát bol venovaný Stefanovi Zwolińskému, nestorovi tatranskej speleológie (Ľ. Lewkowicz), poster historickým prameňom k dejinám vývoja záujmu o jaskyne Liptova (M. Kudla).

Abstrakty referátov a posterov sú uverejnené v časopise Aragonit, číslo 22/2 z roku 2017. Za prednáškovou časťou konferencie nasledovala dňa 26. októbra 2017 prehliadka expozícií Slovenského múzea ochrany prírody a jaskyniarstva a Brestovskej jaskyne s krásnymi javmi v jej okolí (severozápadný okraj Západných Tatier).

Na konferencii bolo registrovaných 73 účastníkov, z toho 29 zo zahraničia (z Českej republiky, Poľska a Indie). Zahraniční účastníci zastupovali Fakultu environmentálnych a biologických vied Vedeckej a technologickej univerzity Guru Jambheshwar v Hísare (Haryana, India), Geologický ústav, Ústav štruktúry a mechaniky hornín a Mikrobiologický ústav Akadémie vied Českej republiky v Prahe, Správu jaskýň Českej republiky v Průhoniciach, Ústav pôdnej biológie Biologického centra Akadémie vied Českej republiky v Českých Budějoviciach, Přírodovedeckú fakultu Juhočeskej univerzity v Českých Budějoviciach, Fakultu regionálneho rozvoja a medzinárodných štúdií Mendelovej univerzity v Brne, Moravské zemské múzeum v Brne, Geologický ústav Jagelovskej univerzity v Krakove, Geologický ústav Poľskej akadémie vied vo Varšave, Geologický ústav Univerzity A. Mickiewicza v Poznani, Fakultu prírodných vied Sliezskej univerzity v Sosnowci a Fakultu politológie Univerzity Márie Curie-Skłodowskej v Lubline.



Výklad pri Brestovskej vyvieracke. Foto: P. Bella

23. MEDZINÁRODNÉ SYMPÓZIUM O MEDVEĎOCH JASKYNNÝCH

Michal Rendoš – Zuzana Višňovská

Medzinárodné sympóziu o medveďoch jaskynných (*International Cave Bear Symposium*) sa zaraďuje medzi najvýznamnejšie paleontologické podujatia v Európe, ktoré každoročne hostí niektorá z európskych krajín s dlhoročnou tradíciou paleontologických výskumov v jaskyniach. Sympóziu dáva priestor rôznym odborníkom na kvartérnu faunu stavovcov, predovšetkým medvede jaskynné (*Ursus spelaeus* group), na prezentáciu najnovších poznatkov z ich vedeckého bádania a v rámci exkurzií aj na spoznávanie paleontologicky významných lokalít usporiadateľskej krajiny. Po poľskom Kletne, ktoré organizovalo uvedené medzinárodné sympóziu v roku 2016, prebralo hosťiteľskú štafetu Slovensko. V poradí 23. ročník sympózia sa uskutočnil 4. – 7. októbra 2017 v priestoroch Slovenského múzea ochrany prírody a jaskyniarstva (SMOPaJ) v Liptovskom Mikuláši. Sympóziu odborne zastrešovala Katedra geológie a paleontológie Prírodovedeckej fakulty Univerzity Komenského v Bratislave v spolupráci so Štátnou ochranou prírody SR, Správou slovenských jaskýň a Slovenským múzeom ochrany prírody a jaskyniarstva v Liptovskom Mikuláši.

V popoludňajších hodinách prvého dňa sympózia sa uskutočnila registrácia celkovo 54 účastníkov z 11 krajín Európy a z Číny. Sympóziu slávnostne otvoril doc. Martin Sabol z Katedry geológie a paleontológie UK v Bratislave, ktorý v mene organizátorov privítal všetkých zúčastnených. Nasledoval príhovor doc. Dany Šubovej, riaditeľky SMOPaJ. V ňom účastníkov sympózia oboznámila s bohatou históriou a poslaním tohto múzea. Krátky dokumentárny film priblížil život a dielo Jána Volka-Starohorského, významnej osobnosti v oblasti ochrany prírody, speleológie a paleontológie na Slovensku, ako aj jedného zo zakladateľov múzea. Záver prvého dňa patril otvoreniu výstavy približujúcej fosílné nálezy leva jaskynného (*Panthera spelaea*), pochádzajúce z Medvedej jaskyne v Západných Tatrách a z niekoľkých jaskýň Demänovskej doliny Nízkych Tatier. Autorom výstavy bol Tomáš Čeklovský, kurátor paleontologických zbierok SMOPaJ.

Druhý deň sympózia bola na programe celodenná exkurzia do paleontologicky najvýznamnejších jaskýň Demänovskej doliny. V úvode exkurzie sa slova ujali biospeleológ-



Model kostry leva jaskynného vystavený v Slovenskom múzeu ochrany prírody a jaskyniarstva. Foto: Z. Višňovská



Prednáška v Slovenskom múzeu ochrany prírody a jaskyniarstva. Foto: Z. Višňovská

via Správy slovenských jaskýň Michal Rendoš a Zuzana Višňovská, ktorí účastníkov sympózia oboznámili s osobitosťami Demänovského jaskynného systému a tunajšej recentnej subteránnej fauny. Informácie o paleontologických nálezoch v jaskyniach Demänovskej doliny doplnil Martin Sabol. Ako prvú navštívili účastníci Demänovskú ľadovú jaskyňu, známu najmä nálezmi kostí medveďa jaskynného (*Ursus ex gr. spelaeus*). Nasledovala prehliadka verejnosti neprístupnej jaskyne Okno, odkiaľ Ján Volko-Starohorský v roku 1927 zdokumentoval bohatý osteologický materiál glaciálnej a postglaciálnej fauny stavovcov. Ide najmä o fosílie medveďa jaskynného, medveďa hnedého (*Ursus arctos*) či leva jaskynného, ktoré sú v súčasnosti uložené v budove národnej kultúrnej pamiatky Čierny orol v Liptovskom Mikuláši. Tu sa nachádza jeden z depozitov Liptovského múzea, do ktorého mali účastníci

sympózia po návrate z exkurzie možnosť osobne nahliadnuť.

Tretí deň sympózia patril vedeckému programu pozostávajúcemu z 21 prednášok a 18 posterových prezentácií. Počas prednášok najviac rezonovala téma využitia tzv. „starých genómov“ (angl. *ancient genomes*, *ancient DNA*) pri paleontologickom výskume. Izolácia, amplifikácia a následné sekvenovanie molekuly DNA izolovanej z kostí vyhynutých druhov predstavuje v súčasnosti jeden z najmodernejších prístupov pri štúdiu rozličných aspektov paleobiológie pleistocénnych druhov stavovcov. Jedným z príkladov jeho využitia je aj sekvenovanie molekuly DNA extrahovanej z medvedej kosti nájdennej paleontológmi v sedimentoch Prepoštskej jaskyne neďaleko Prievidze (autori: J. Gretzinger, E. Reiter, Ch. Urban, H. Bocherens, M. Sabol, V. J. Schuenemann a J. Krause). Vysoký obsah izotopov uhlíka a dusíka stanovených v nájdennej fosílii indikoval karnivorný, respektíve omnivorný spôsob života tohto medvedieho jedinca. Vďaka fylogenetikej rekonštrukcii sa podarilo potvrdiť jeho genetickú príbuznosť s pleistocénym všežravým medveďom hnedým (*Ursus arctos*). Súčasťou vedeckého programu sympózia boli aj príspevky týkajúce sa objavov a datovania nových, ako aj revízií starších osteologických nálezov medveďov jaskynných a ďalších pleistocénnych druhov stavovcov z viacerých európskych krajín vrátane Slovenska, napr. nálezu

lebký hyeny jaskynnej (*Crocota crocuta spelaea*) v Jasovskej jaskyni, od autorov M. Sabola a V. Petroviča. T. Čeklovský poskytol sumárny prehľad o paleontologických zbierkach, ktorými Slovenské múzeum ochrany prírody a jaskyniarstva disponuje, a vyzdvihol medzi nimi najcennejšie položky. Záver prednáškového dňa patril udeľovaniu ocenení, resp. ďakovných listov dvom celosvetovo uznávaným osobnostiam paleontológie – prof. Rudolfovi Musilovi z Masarykovej univerzity v Brne (Česká republika) a prof. Gernotovi Rabederovi z Viedenskej univerzity (Rakúsko) za ich celoživotný vedecký prínos v oblasti výskumu medveďov jaskynných i pleistocénnej fauny. Túto milú udalosť spestrilo tanečné vystúpenie členov folklórneho súboru Váh z Liptovského Mikuláša. Vo večerných hodinách bola na programe spoločná večera, v rámci ktorej bol čas aj na neformálne diskusie.



Obhliadka paleontologickej výskumnej sondy v Medvedej jaskyni, Medvedí cintorín. Foto: J. Gullár



M. Sabol a D. Šubová za usporiadateľov oceňujú prof. Gernota Rabedera a prof. Rudolfa Musila za ich celoživotný vedecký prínos. Foto: Z. Višňovská

Ráno posledného dňa sympózia sa účastníci stretli na priestranstve pred Malou stanišovskou jaskyňou, kde ich biospeleológovia Správy slovenských jaskýň a sprevádzajúci jaskyniar Ján Vajs privítali na druhej celodennej exkurzii. Po oboznámení sa s krasovými a speleologickými fenoménmi Jánskej doliny nasledoval výstup k vstupnému portálu Medvedej jaskyne, ktorá predstavuje jedno z najvýznamnejších nálezísk fosílií medvedov jaskynných v regióne Liptova. Počas prehliadky jaskyne priblížil M. Sabol dvojročný paleontologický výskum, ktorý tu v rokoch 2002 a 2004 realizoval spolu s kolegami z Katedry geológie a paleontológie Univerzity Komenského v Bratislave. Najväčšia akumulácia kostrových pozostatkov medvedov jaskynných bola nájdená v časti zvanej Medvedí cintorín, kde sa ešte aj v súčasnosti nachádzajú odkryté výskumné sondy. Ich jednotlivé profily si mohli prítomní paleontológovia zbližka prezrieť. Po návrate z Medvedej jaskyne nasledovala prehliadka turisticky známej Malej stanišovskej jaskyne. Bodku za 23. ročníkom Medzinárodného sympózia o medvedoch jaskynných dal „banquet in nature“, t. j. záverečné



Účastníci sympózia. Foto: M. Oravec

voľné posedenie vonku pred Stanišovskými jaskyňami spojené s ochutnávkou tradičných lipťovských syrových korbáčikov, parenice a bryndze. Po ňom už nasledoval odchod účastníkov.

Abstrakty jednotlivých príspevkov sympózia spolu so stručným prehľadom všetkých predchádzajúcich sympózií sú publikované

v anglickom jazyku v časopise Aragonit 22/1 (2017) a niekoľko celých príspevkov je uverejnených vo vedeckom časopise Slovenský kras, roč. 56 (2018). Nasledujúci 24. ročník tohto podujatia sa uskutoční v dňoch 27. – 30. 9. 2018 v Múzeu speleológie a Rodopského kraju v Čepelare v Bulharsku.

WORKSHOP „NOVÁ ÉRA OSVETLENIA JASKÝŇ“ V BELGICKU

Peter Gažík

Spolu s kolegami P. Stankovianskym a Ľ. Škapcom sme sa v dňoch 15. – 19. 11. 2017 zúčastnili zahraničnej služobnej cesty do Belgicka. Ubytovaní sme boli v dedinke Han ležiacej pri rieke Lesse, vo Valónsku v juhozápadnej časti Belgicka. Táto dedinka je známa najmä vďaka jaskyni Grottes de Han uprostred veľkého prírodného parku, ktorý vznikol na asi 250-hektárovom pozemku v okolí tejto jaskyne. Jeho majiteľom sa stal už v polovici 19. storočia barón Spandl de Herze. Jeho dediči sa rozhodli nedeliť majetok a založili verejnú spoločnosť, ktorá dnes už asi v 7. generácii spravuje celý park vrátane sprístupnenej jaskyne.

Účelom zahraničnej pracovnej cesty bola aktívna účasť na workshope o svietení a elektroinštaláciách v sprístupnených jaskyniach a o najnovších trendoch v tejto oblasti, vrátane využitia multimédií a moderných technológií na lepšiu prezentáciu podzemných prírodných prvkov.

Pred začatím workshopu sa dňa 16. 11. 2017 v administratívnej budove jaskyne Grottes de Han konalo zasadnutie výboru Medzinárodnej asociácie sprístupnených jaskýň (ISCA). Rokovalo sa o návrhu Medzinárodného dňa jaskýň a podzemného sveta, ktorý by mal byť schválený v rámci UNESCO, ako aj o podpore návrhu Medzinárodného roku jaskýň a krasu pre rok 2021 predloženého Medzinárodnou speleologickou úniou (UIS). Obe organizácie sa už navzájom podporili listami na prípravu uvedených medzinárodných aktov, ktoré schvaľuje UNESCO. Najmä francúzski

členovia zasadnutia odporúčali konanie sprievodných akcií k pripravovanému medzinárodnému dňu, vždy k 6. júnu. Zasadnutia predsed-



Vstupný areál jaskyne Grottes de Han. Foto: P. Gažík

níctva ISCA sa zúčastnili B. Wuest, F. Oedl, M. Bozello, R. Pages-Rodriguez, G. de Grully, J. Darricau, R. Marinelli, F. Serpentine a P. Gažík.

V poobedňajších hodinách prebehla prvá časť workshopu s prednáškami Alexandra Chrapka o novej ére v osvetľovaní jaskýň, majiteľky Grotte de Han Brigitte Malou spolu s vedúcou prevádzky Ewou Krywko o ich manažmente tejto jaskyne a Haralda Bohlingera z firmy HB-Laserkomponenten o 3D laserových a videomapovacích technológiách a možnosti ich uplatnenia v jaskyniach.

Následne sme navštívili jaskyňu Grotte de Han, najvýznamnejšiu sprístupnenú jaskyňu v Belgicku s návštevnosťou okolo 370 000 osôb ročne. Jaskyňu vytvorila rieka Lesse, s dĺžkou 17 km je najdlhšia v Belgicku. Sprístupnená časť jaskyne má cca 2 km, do jaskyne sa vchádza jednou stranou masívu a vychádza druhou. Priestory jaskyne sú rôzneho charakteru – mierne sklonené až horizontálne chodby modelované vodným tokom, úzke puklinové, tektonicky podmienené chodby a v miestach rútení sa nachádzajú veľké sály – najväčšia s objemom až nad 100-tisíc m³. Niektoré časti jaskyne sú pomerne bohaté na sintrovú výzdobu, z ktorej sú zaujímavé najmä palicovité stalagmity. Na viacerých miestach vápencových stien sú jasne rozoznateľné skameneliny. V jednej z najväčších siení je upravený priestor na konanie koncertov a spoločenských podujatí. Jaskyňa je otvorená pre verejnosť od roku 1817, teda významné 200. výročie od otvorenia oslávila práve v roku 2017. V jej vstupnom vstupnom areáli sa nachádza prehistorické múzeum, konferenčná miestnosť a bufet. Časť jaskyne je vybavená novými svetlami na báze LED a časť je pripravená na výmenu. Zábradlia a premostenia sú vyhotovené z bežnej ocele, ktorá už na viacerých miestach koroduje. Jaskyňa je otvorená v každom mesiaci v roku, v zime však len podľa špeciálneho kalendára – vikendy, dni po sviatkoch, každý druhý deň a pod. Možno sú aj prehliadky mimo štandardne osvetlených častí v jaskyniarskom vystrojení. Vstupenky je možné zakúpiť vo viacerých kombináciách aj s parkom divočiny v okolí, možná je aj celoročná abonentka v cene 44 €, čo je asi 2 × viac ako vstupenka do jaskyne (19 €).

Následujúci deň od rána prebiehali prednášky. O technických aspektoch projektu svietenia v hostiteľskej jaskyni referoval Vladimir Vaškevič z firmy Cave Lighting, Jean-Pierre Bartholeyns predniesol príspevok za UIS (Medzinárodnú speleologickú úniu) o odporúčanej praxi v sprístupnených jaskyniach a prezident ISCA Brad Wuest príspevok o odporúčaných praktikách pri sprístupňovaní jaskýň. Na záver bola presunutá naša prednáška o skúsenostiach a súčasnej praxi pri svietení jaskýň na Slovensku, s časťou o lampenflóre a príkladmi nového osvetlenia z Belianskej jaskyne. Po prednáškach sa premietol krátky film z predchádzajúceho mítingu v Ománe. Celkovo sa na workshope prezentovalo viac ako 80 účastníkov.

V popoludňajších hodinách sme navštívili jaskyňu les Grottes de Remouchamps v Sougné pri Rocheforte s viac než 700 m dlhou plavbou na podzemnej rieke Rubicon, uvádzanou ako najdlhšou plavbou v jaskyni v Európe. Plavilo sa na oceľových člnoch, poháňaných ručne drevenou tyčou odrážaním od stien jaskyne. Časť



Jaskyňa Grottes de Han, Veľká sala s novým osvetlením. Foto: P. Gažík



Vchod do jaskyne Grotte de Lorette. Foto: P. Gažík

osvetlenia bola už vymenená za nové LED, časť bola zastaraná. Jaskyňu otvorili v roku 1912, dnes je otvorená od februára do konca novembra, potom cez vikendy a prázdniny.

Posledný deň podujatia sme ráno absolvovali návštevu jaskyne Grotte de Lorette v Rocheforte – prehliadka bola na požiadanie vybavená cez Grotte de Han, ktorá je 1/3 vlastníkom jaskyne, druhú tretinu má obec a tretiu vedecké spoločenstvo. Prehliadky sa tu konajú len na objednávku, otvorené je od 1. apríla do 5. novembra, hlavne cez vikendy a prázdniny, cez hlavnú sezónu júl a august každý deň. Vchod do jaskyne vedie cez priepastovitý rútený závrť. Po strmom klesaní až na úroveň podzemného toku s prevýšením asi 60 m sa návštevníci dostanú do časti, kde rútenú časť strieda časť modelovaná vodným tokom vo viac-menej horizontálnom priebehu. Jaskyňa je často zaplavovaná, s úhladne usporiadanými nánosmi sedimentov. Osvetlenie v jaskyni bolo zastarané, zábradlia dosť hrdzavejúce. V najväčšej sieni nám prezentovali hudobnú produkciu s osvetlením a vypustením teplovzdušného balóna až k stropu ako efektu pre návštevníkov. V popoludňajších hodinách sme navštívili Grottes de Hotton v rovnomennom mestečku. Jaskyňou

nás sprevádzala sympatická generálna manažérka Maryève Quinet, výťahom s kapacitou 25 osôb sme zostúpili 65 m pod zem a vrátili sa späť po dvoch schodiskách 30 m a 35 m. Inštalované boli sčasti svietidlá LED s vyšším výkonom, čiastočne lankové interiérové svietidlá IKEA a staršie svietidlá viacerých typov, v jaskyni bolo mnoho mrežových a sieťových zábran, miestami aj sklenených plôch, ktoré mali zabráňovať návštevníkom kontakt s kvapľovou výzdobou. Efekt týchto zábran bol však viac negatívny, keďže za nimi zvyčajne bujnelo veľké množstvo lampenflóry. Jaskyňa má tri poschodia s viacerými sifónmi a časť z nej bola odťažená blízkym lomom na vápenc. Zaujímavou časťou bola obrovská, 30 m vysoká, ale len asi do 2 m široká chodba vzniknutá tektonickými pohybmi dvoch veľkých vápencových blokov. Skupiny návštevníkov boli v počte najviac 50 osôb. V blízkosti areálu jaskyne sa začínala aj trasa geoparku.

Služobná cesta bola po viacerých rokoch opäť vzácnou príležitosťou pozrieť si niekoľko sprístupnených jaskýň vo svete a umožnila nám porovnávať si naše silné a slabé stránky, ale hlavne vymieňať si skúsenosti a zdieľať nápady využiteľné aj v praxi na Slovensku.



Interiér vstupného areálu jaskyne Grottes de Hotton. Foto: P. Gažík



Ochrana kvapľovej výzdoby v jaskyni Grottes de Hotton. Foto: P. Gažík



Podzemná plavba v jaskyni Grottes de Remouchamps. Foto: P. Gažík



Správna rada ISCA, zasadnutie 16. 11. 2018

Exkurzia poľského speleologického sympózia v jaskyniach Západných Tatier

V dňoch 5. – 8. 10. 2017 sa v Zakopanem konalo 51. speleologické sympóziu Poľskej Kopernikovej spoločnosti prírodovedcov, ktoré organizovala speleologická sekcia tejto spoločnosti v spolupráci s tamojšou Správou Tatranského národného parku, Prírodovedeckou fakultou Sliezskej univerzity v Sosnovci, Ústavom geologických vied Jagelovskej univerzity v Krakove a Tatranským speleoklubom. Keďže súčasťou programu bola aj exkurzia do jaskýň Západných Tatier, na organizovaní sympózia sa podieľala aj ŠOP SR, Správa slovenských jaskýň v Liptovskom Mikuláši. Hlavný program sympózia tvorili referáty a posterové zaoberajúce sa problematikou vzniku a vývoja jaskýň, hydrogeológie krasu, biospeleológie a dokumentácie jaskýň. Podstatnú časť programu tvorili štyri exkurzie, z ktorých tri na poľskom území viedli do dolín Chochołowskiej, Kościeliskiej a Bystrej. Slovenská exkurzia smerovala do okrajových častí Západných Tatier od Liptovskej kotliny a Podtatranskej brázd. Počas tejto exkurzie si asi 50 účastníkov prezrelo jaskyňu Dúpnica v Suchej doline nad Liptovskými Matiašovcami a Brestovskú jaskyňu pri Zuberci v ústí doliny Studeného potoka, spolu s kra-

sovými javmi v jej okolí. Keďže obe jaskyne sme v posledných rokoch skúmali v spolupráci s poľskými výskumníkmi z Ústavu geologických vied Jagelovskej univerzity v Krakove a Geologického ústavu Poľskej akadémie vied vo Varšave, dosiahnuté výsledky sa spoločne prezentovali aj na tejto celodennej exkurzii (P. Bella a M. Gradziński). Rádioizotopové datovanie sintrov z Brestovskej jaskyne umožnilo spresniť geochronologickú rekonštrukciu jej vývoja. Zloženie stabilných izotopov kryštálov kalcitu z jaskyne Dúpnica poukazuje na ich kryštalizáciu z vôd obsahujúcich CO_2 hlbinného pôvodu, rádioizotopové datovanie kryštálov na finálnu fázu jej predpokladaného hydrotermálneho vývoja pred viac ako 1,2 mil. rokov. P. Bella, M. Gradziński a H. Hercman súborne opisujú obe jaskyne v exkurznej časti sympoziálneho zborníka (Materiály 51. Sympozium Speleologicznego, Zakopane 2017), ktorý zostavili J. Szczygieł a D. Kicińska.

Pavel Bella

Prezentácia Brestovskej jaskyne a okolitých krasových javov na 4. terénnom hydrogeologickom seminári (Oravice – Vitanová)

V dňoch 18. – 20. 10. 2017 sa vo Vitanove uskutočnil 4. terénny hydrogeologický seminár

na tému „Podzemná voda bez hraníc“. Seminár bol určený pre odbornú verejnosť zaoberajúcu sa problematikou podzemných vôd. Jeho cieľom bolo pripraviť menej formálne stretnutie a vytvoriť priestor na diskusiu v rámci širšej škály hydrogeologických tém a problémov vrátane výmeny informácií a skúseností z hydrogeologickej praxe a novej legislatívy. Seminár organizovala Slovenská asociácia hydrogeológov spolu so Štátnym geologickým ústavom Dionýza Štúra (ŠGÚDŠ) v Bratislave. Prednášky boli vzhľadom na miesto konania tematicky zamerané na lokalitu Oravice – vodárenské zdroje a zmeny režimu podzemných vôd v tomto území. Samostatný príspevok bol venovaný spomienke na významného hydrogeológa Michala Zakoviča, ktorý v tejto časti územia profesijne pôsobil a v nemalej miere sa zaslúžil o cezhraničnú odbornú hydrogeologickú spoluprácu medzi Slovenskom a Poľskom. Formou posteru a diskusie boli v rámci programu prezentované aj výsledky projektu LIFE+KRASCAVE „Zavedenie trvalodržateľného využívania podzemnej vody v podzemnom krasovom systéme Kráľovohorskej jaskyne“ (riešiteľ ŠGÚDŠ). Exkurzná časť seminára viedla po významných hydrogeologických lokalitách v oblasti Oravíc (vrty OZ-1 a OZ-2, vodárensky využívané pramene Bobrovecká dolina, Jašterično a Mihulčie). Seminár uzatvárala návšteva Brestovskej jas-

kyne, zatiaľ jedinej sprístupnenej jaskyne v Západných Tatrách. Okrem klasickej prehliadky jaskyne si účastníci pozreli aj krasové javy v jej okolí a vypočuli odborný výklad D. Haviarovej zameraný na osobitosti vzniku a vývoja jaskyne, miestne hydrogeologické pomery a režim podzemných vôd v jaskynnom systéme. Poukázala aj na niektoré ďalšie výsledky výskumu a speleologického prieskumu vykonaného Správou slovenských jaskýň a miestnou jaskyniarskou oblasťou skupinou Slovenskej speleologickej spoločnosti. Po Krásnohorskej a Gombaseckej jaskyni tak išlo už o tretiu jaskyňu, ktorú mali možnosť účastníci seminára za pomerne krátke obdobie jeho organizovania navštíviť.

Dagmar Haviarová

Konferencia Underground-i-Expo

Pod záštitou Slovenskej agentúry životného prostredia (SAŽP) sa 20. 10. 2017 v Hodruši-Hámroch uskutočnila konferencia zameraná na získavanie geografických údajov z podzemných priestorov. Stretnutie sa konalo v zrekonštruovaných priestoroch správnych budov Bane Starovšechsvätých, ktoré ako expozíciu prevádzkuje zakladateľ a bývalý riaditeľ spoločnosti Slovenská banská, spol. s r. o., v súčasnosti jedinej spoločnosti zaoberajúcej sa hlbinnou ťažbou kovov na Slovensku.

Sme svedkami obdobia veľkých zmien v prístupe a spôsobe získavania najmä kartografických údajov jaskynných a banských priestorov, na čo reagovala SAŽP a Katedra geografie a geológie Univerzity Mateja Bela v Banskej Bystrici zorganizovaním prvého ročníka konferencie na túto tému. Meračskú techniku používanú v jaskyniach na Slovensku prezentoval Š. Mlynárik, predseda Speleoklubu Banská Bystrica. Nasledujúca 40-minútová prednáška P. Hericha previedla účastníkov postupmi spracovávania získaných dát, najmä prostredníctvom programu Therion. Pritom sa priblížili základné softvérové piliere Therionu, tvorba dátovej štruktúry, rôznorodosť vstupných údajov, kreslenie vektorových máp, „sketchmorfin“ a spôsob transformácie vektorových výstupov na základe uzavretých polygónových ťahov,

programovanie exportov, ako aj široká paleta výstupov v podobe 2D aj 3D dát a možnosti ich ďalšieho spracovania. Zástupcovia distribučných firiem predstavili najnovšie prístroje určené na zber dát v podzemí (mobilný ručný 3D skener, drony) i na povrchu (automatické malé lietadlá a drony určené na fotogrametriu).

Je pravdepodobné, že sme dnes na prahu veľkej zmeny spôsobu získavania kartografických údajov z podzemných priestorov. Už oddávna sme si informáciu o priebehu jaskýň a banských štôlní vymieňali ústne, až neskôr prišli prvé voľné náčrtky. Kľúčovým, revolučným prístupom v relatívne nedávnej minulosti bolo použitie kompasu na presnú orientáciu v inak ťažko určiteľnom podzemí. Až do dnešných dní ďalšie vynálezy len zefektívňovali (DistoX), resp. len mierne menili meračské spôsoby (napr. teodolit). Avšak dnes už dostupné (zatiaľ priveľmi drahé) mobilné skenery, ktoré sa bez potreby záchytných bodov môžu voľne pohybovať podzemným priestorom, či už nesené človekom alebo dokonca dronom, menia pravidlá meračskej práce v podzemí. Prepracované algoritmy typu SLAM (Simultaneous Localization And Mapping) umožňujú kontinuálne snímanie priestoru a vyhodnocovanie dát súčasne v reálnom čase, a teda navigáciu automatických sond, ktoré by mohli v blízkej budúcnosti úplne nahradiť takúto prácu človeka. Zatiaľ nám však chýba softvérová infraštruktúra prispôbená potrebám speleológie, ktorá umožní spracovávať dáta z týchto meraní (mračná bodov) a využívať ich pri prieskume a najmä výskume podzemných priestorov. Príchodom novej technológie sa otvára možnosť poloautomatickej, resp. až automatickej tvorby speleologických máp prostredníctvom analýzy mračen bodov na princípe sledovania tvarov a atribútu odrazovosti laserových lúčov atď. Na vzniknutú situáciu sa treba pripraviť a využiť jej potenciál z hľadiska výskumných možností. Z tohto dôvodu by mali podobné stretnutia pokračovať. Treba budovať konkrétne kontúry riešení a hľadať cesty ich realizácie.

Pavel Herich

Environmentálna výchova v roku 2017

Jedným z dôležitých poslaní Správy slovenských jaskýň je environmentálna výchova s cieľom budovať v širokej verejnosti povedomie o prírode a potrebe jej ochrany so zreteľom na jaskyne. Túto spoločensky prospešnú úlohu zabezpečujú najmä správcovia a sprievodcovia v našich sprístupnených jaskyniach. V rámci rozvoja environmentálnej výchovy, zahrnujúcej aj popularizáciu poznatkov o jaskyniach, sa snažíme budovať kladný vzťah k prírode a aktívny záujem o jej ochranu. S týmto cieľom pripravujeme a realizujeme aj iné náučné podujatia.

V roku 2017 sme pri príležitosti významných medzinárodných environmentálnych dní či vybraných výročí sprístupnených jaskýň uskutočnili viaceré podujatia priamej environmentálnej výchovy rozličných organizačných foriem výchovno-vzdelávacieho procesu, najmä prednášky a terénne exkurzie, s využitím širokého spektra aktivizujúcich prvkov pre rozličné cieľové skupiny, najmä však pre žiakov a študentov či bežnú návštevnícku verejnosť.

Pri príležitosti Svetového dňa mokradí, ktorý si každoročne pripomíname 2. februára, a pri príležitosti Svetového dňa vody, ktorý pripadá na 22. marca, sme uskutočnili tematické exkurzie pre žiakov a študentov základných a stredných škôl v Demänovskej jaskyni slobody a v jaskyni Domica, ktoré sú ako podzemné biotopy podľa Ramsarského dohovoru zapísané v zozname medzinárodne významných mokradí. V Demänovskej jaskyni slobody sa konali dve rozšírené exkurzie, ktorých sa zúčastnilo asi 40 žiakov. Jaskyňu Domica počas dvoch tematických exkurzií navštívilo 30 študentov dobšinského gymnázia a 30 žiakov základnej školy z Prešova, pričom sme prehliadkovú trasu rozšírili o Suchú a Pannenskú chodbu. Tematika podujatí bola venovaná významu a úlohe vody v krase, prezentácii jaskýň ako ekosystémov s určujúcou úlohou vody a tiež jaskynnej fauny viazanej na vodu.

Medzinárodný deň Zeme sme si pripomenuli tematickou exkurziou v Demänovskej jaskyni slobody, zameranou na vznik jaskýň a živočíchy žijúce v jaskyniach, ktorej sa zúčastnilo asi 30 žiakov z Liptovského Mikuláša. Počas prehliadky sa oboznámili aj s problematikou jaskynného mapovania a vyskúšali si lezenie po lanovom rebríku. Okrem exkurzií sa témam environmentálnych dní venovali aj série sprievodných prednášok, realizovaných najmä na základných a stredných školách v okresoch Liptovský Mikuláš a Ružomberok.

Pri príležitosti Medzinárodného dňa detí 1. júna pripravili kolegovia z Gombaseckej jaskyne už tradičné podujatie pre deti a mládež s bohatým programom a s tematickými exkurziami v Gombaseckej jaskyni, pričom sa časť prehliadky uskutočnila len pri svetle bateriek. Súčasťou podujatia boli aj rozličné envirovýchovné a športové aktivity pre rôzne vekové skupiny žiakov a návštevníkov. Nechýbal ani výborný jaskyniarsky guláš a občerstvenie.

Počas letných prázdnin sme sa podieľali na príprave výchovno-vzdelávacieho obsahu a realizácii podujatí s názvom „Jaskyniarske leto“ pre deti s dlhodobým záujmom o jaskyne a prírodu, organizované P. Holúbekom zo Slovenského múzea ochrany prírody a jaskyniarstva v Liptov-



Účastníci konferencie v Hodruši-Hámroch

skom Mikuláši. Počas troch spoločných exkurzií sme navštívili Demänovskú jaskyňu mieru, Lisovskú jaskyňu, Ochtinskú aragonitovú jaskyňu, ako aj Kameňanský kras. Účastníci rozličných vekových skupín si mohli vyskúšať pohyb v náročnejšom jaskynnom teréne a poznávať osobitosti jednotlivých krasových oblastí a jaskýň, nevynímajúc aj ich interakciu s človekom, na ktorú sme kládli dôraz. Tá sa prejavila v bohatej histórii jaskýň či ich pozícií v ľudových povestiach, ktoré najmä malých jaskyniarov veľmi zaujali. Obsah exkurzií sme prispôbili tak, aby sa podzemný svet jaskýň priblížil účastníkom čo najkomplexnejšie. Každá exkurzia sa obsahovo zameriavala na jednotlivé zložky jaskynného prostredia a obsahovala miestopisné geografické vstupy, pričom jednotlivé podujatia na seba obsahovo nadväzovali.

V rámci propagácie jaskýň sme aktívne spolupracovali so združením cestovného ruchu Košice Region Turizmus, s ktorým sme sa podieľali na príprave fotografií a videozáznamov zo sprístupnených jaskýň Slovenského krasu a Dobšinskej ľadovej jaskyne, ktoré sú použité v propagačných a populárno-náučných materiáloch série „UNESCO 100 minút od Košíc“, kde sú verejnosti stručne, avšak pútavo predstavené vybrané sprístupnené jaskyne.



Medzinárodný deň detí pri Gombaseckej jaskyni, skúška pohybu po lanovom rebriku. Foto: P. Gažík

V roku 2017 pracovníci Správy slovenských jaskýň vykonali spolu 21 prednášok a besied pre rozličné cieľové skupiny. Pred-

náškova činnosť sa sústredila najmä na žiakov a študentov škôl v regiónoch Liptov a Gemer, tiež na rozličné geografické či turistické krúžky a organizácie so zameraním na poznávanie prírody. Prednášky sa uskutočnili aj pri príležitosti významných environmentálnych dní či pri niektorých významných výročiach jaskýň.

V roku 2017 sme obnovili a vymenili panelovú expozíciu vo vstupnom objekte Ochtinskej aragonitovej jaskyne. Pôvodné panely, inštalované v čase vybudovania nového vstupného objektu v rokoch 1995 až 1996, nahradili nové s aktualizovanými informáciami, doplnené o kvalitné fotografie a mapové podklady. Celkový grafický koncept expozície navrhol profesionálny grafik.

V septembri 2017 uplynul rok od sprístupnenia Brestovskej jaskyne, ktorá je prvou a zároveň jedinou sprístupnenou jaskyňou na Orave. K tejto udalosti sme pripravili tematické exkurzie pre návštevníkov jaskyne, počas ktorých si okrem jaskyne mohli prezrieť neďalekú Brestovskú vyvieracu a okolité krasové javy. Návštevníkom sa prostredníctvom rozšíreného výkladu súborne predstavili osobitosti krasu a význam vody v krase.

Miroslav Kudla

NÁVŠTEVNOSŤ SPRÍSTUPNENÝCH JASKÝŇ NA SLOVENSKU V ROKU 2017

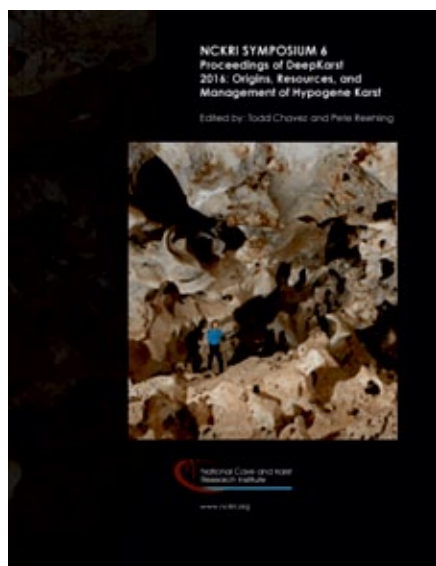
Jaskyne v prevádzke ŠOP SR, Správa slovenských jaskýň	Mesiac												SPOLU
	Január	Február	Marec	Apríl	Máj	Jún	Júl	August	September	Október	November	December	
Belianska jaskyňa	2 298	5 015	3 689	5 618	10 634	16 770	28 980	31 152	12 916	8 163	1 687	1 515	128 437
Brestovská jaskyňa	330	749	646	550	810	1 383	2 257	2 353	1 064	711	0	0	10 853
Bystrianska jaskyňa	362	1 445	1 395	1 651	2 769	3 794	5 689	7 359	2 526	1 304	0	0	28 294
Demänovská jaskyňa slobody	3 439	6 715	4 725	6 799	8 634	13 573	25 354	30 247	9 996	7 130	1 691	1 605	119 908
Demänovská ľadová jaskyňa	0	0	0	0	3 680	9 226	26 502	30 982	9 463	0	0	0	79 853
Dobšinská ľadová jaskyňa	0	0	0	0	4 422	13 207	26 655	32 312	10 536	0	0	0	87 132
Domica	0	305	1 180	1 941	2 269	4 498	7 147	7 938	2 183	1 021	698	229	29 409
Driny	0	0	0	2 551	3 437	8 740	9 105	10 432	2 820	2 133	0	0	39 218
Gombasecká jaskyňa	0	0	0	1 128	1 694	1 907	3 585	4 013	1 391	825	0	0	14 543
Harmanecká jaskyňa	0	0	0	0	812	2 716	6 009	7 132	1 881	990	0	0	19 540
Jasovská jaskyňa	0	0	0	1 121	2 066	4 123	4 751	5 658	1 580	1 322	0	0	20 621
Ochtinská aragonitová jaskyňa	0	0	0	2 555	3 273	5 101	8 645	10 447	3 156	2 286	0	0	35 463
Važecká jaskyňa	0	595	653	815	1 800	2 961	4 414	5 127	1 804	904	814	0	19 887
SPOLU	6 429	14 824	12 288	24 729	46 300	87 999	159 093	185 152	61 316	26 789	4 890	3 349	633 158

Jaskyne v nájme od ŠOP SR, Správa slovenských jaskýň	Mesiac												SPOLU
	Január	Február	Marec	Apríl	Máj	Jún	Júl	August	September	Október	November	December	
Bojnická hradná jaskyňa	1 666	2 600	4 207	14 894	19 736	32 583	31 657	31 529	13 355	7 219	4 755	5 015	169 216
Jaskyňa mŕtvych netopierov	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Krásnohorská jaskyňa	0	0	0	261	187	344	862	950	358	187	44	0	3 193
Malá Stanišovská jaskyňa	322	690	741	1 074	1 046	1 372	3 040	3 248	1 086	911	0	331	13 861
Morské oko	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Zlá diera	0	0	0	140	278	340	734	764	172	123	44	0	2 595
SPOLU	1 988	3 290	4 948	16 369	21 247	34 639	36 293	36 491	14 971	8 440	4 843	5 346	188 865

Zdroj: SNM Múzeum Bojnice, M. Štéc, RNDr. J. Stankovič, Ing. P. Holúbek a R. Košč, MsÚ Tornaľa

T. Chavez – P. Reehling (Eds.):

Proceedings of DeepKarst 2016: Origins, Resources, and Management of Hypogene Karst

National Cave and Karst Research
Institute Symposium 6National Cave and Karst Research
Institute, Carlsbad 2016,
New Mexico, 203 strán,
ISBN 978-0-9910009-6-8

V dňoch 11. – 14. 4. 2016 sa v Carlsbade (Nové Mexiko, USA) konala medzinárodná konferencia DeepKarst 2016 venovaná problematike hypogénneho krasu. Tamojší Národný inštitút pre výskum jaskýň a krasu vydal z tejto konferencie zborník referátov a abstraktov, ktorý prináša viaceré nové prístupy a poznatky z napredujúceho výskumu hypogénneho krasu. Zborník obsahuje spolu 32 referátov a abstraktov zaoberajúcich sa problematikou hypogénneho krasu zo všeobecného i regionálneho hľadiska, ako aj metodológiou jeho výskumu.

A. C. Hill rekapituluje históriu modelov hypogénnej speleogenézy svetoznámych Guadalupských jaskýň, v oblasti ktorých sa konferencia konala. A. N. Palmer charakterizuje a porovnáva procesy a rýchlosť vytvárania jaskýň účinkom kyseliny sírovej a epigénnej kyseliny uhličitej, ako aj odlišné morfológické tvary a sekundárne minerály v jaskyniach vytvorených týmito procesmi. Epigénny CO_2 a hypogénny $\text{H}_2\text{S}-\text{H}_2\text{SO}_4$ majú v podstate rovnakú schopnosť rozpúšťať uhličitánovú horninu. Keďže sulfúrickú speleogenézu regionálne obmedzuje výskyt krasových akviférov s uvoľňovaním H_2S , ako aj podmienky jeho oxidácie tesne pod hladinou alebo na hladine podzemnej vody, sulfúrické jaskyne vznikajúce účinkom kyseliny sírovej sú menej obvyklé (napriek tomu sú známe z mnohých častí sveta). Pôsobením H_2SO_4 a termálnej konvekcie

intenzívne rozpúšťanie karbonátov spôsobuje aj kondenzačná korózia nad vodnou hladinou. Špongiovité tvary, ktoré sa vo všeobecnosti považujú za freatické formy vytvorené rozpúšťaním karbonátov pomaly prúdiacou vodou, môžu podľa ich polohy v jaskyni Carlsbad Cavern (Nové Mexiko) predstavovať póry vo vápencoch zväčšené kondenzačnou koróziou vo vadóznej zóne nad vodnou hladinou. Medzi korózne tvary typické pre sulfúrické jaskyne patria podlahové termosulfúrické výtokové štrbiny a polsfúrické vyhlbeniny tvoriace sa na stenách a strope pri premene vápenca na sadrovec.

G. Veni podáva prehľad postupného prehodnocovania a spresňovania definícií hypogénnej speleogenézy. Zaužívané morfológické indikátory (najmä stropné kupoly a kanálovité vyhlbeniny vytvorené vystupujúcim prúdom vody) na rozlíšenie hypogénnych jaskýň nepostačujú, pretože sa vyskytujú aj vo freatických „nehypogénnych“ jaskyniach. Všetky hypogénne speleogenetické vody sú hypogénne, avšak nie všetky freatické vody sú hypogénne. Spresňujúci prvotné definície sa za hypogénne jaskyne považujú tie, ktoré vznikajú výstupnými hlbinnými, spravidla termálnymi vodami obohatenými o CO_2 alebo H_2S , pričom chemická agresivita vôd nezávisí od prírodných podmienok a procesov na zemskom povrchu. Doteraz však pretrvávajú nejednotné názory na definovanie hypogénneho krasu, najmä polemizujúc zaraďovanie korózných jaskýň vytváraných vystupujúcimi „normálnymi“ vodami medzi hypogénne jaskyne. Podľa G. Veniho hypogénna speleogenéza predstavuje vznik jaskýň v rozpustných horninách prevažne vzostupným tokom chemicky agresívnej podzemnej vody, ktorá preniká k povrchu cez obmedzujúcu jednotku (podzemná voda vzniká za hranicami obmedzujúcej jednotky).

D. D. Decker, V. J. Polyak a Y. Asmeron predkladajú model hypogénnej speleogenézy účinkom CO_2 , ktorý vysvetľuje vznik geódovitých jaskýň, ako aj kryštálov vyplňujúcich geódovité dutiny počas tej istej geologickej udalosti. Vytváranie geódovitej jaskyne rozpúšťaním vápencov považujú za začiatok a vyzrážanie kryštálov v týchto jaskyniach za koniec speleogenézy súvisiacej s regionálnymi magmatickými procesmi. R. A. Osborne sumarizuje nové poznatky z výskumu hypogénnych jaskýň v austrálskom Novom Južnom Walese, ktoré vznikli väčšinou vodami s vyšším obsahom CO_2 (nie horúcou alebo sírnou vodou).

P. Kambesis a J. D. Despain skúmali morfológiu vápencových hypogénnych jaskýň v Spojených štátoch amerických pomocou fraktálnej analýzy. V porovnaní s tafóni, pobrežnými príbojovými jaskyňami, riečnymi jaskyňami a haloklinálnymi pripobrežnými jaskyňami, ktoré sa vytvárajú v brackických podmienkach pozdĺž morskej hladiny (flank margin caves), majú hypogénne jaskyne najzložitejšiu morfológiu.

S. Kempe, I. Bauer a O. Krause charakterizujú hypogénnu morfológiu jaskyne Iberger Tropfsteinhöhle v pohorí Harz (Nemecsko), ktorá vznikla v devónskych masívnych vápencoch vo freatických podmienkach

v dôsledku oxidácie sideritu na goethit a súbežného uvoľňovania CO_2 do stagnujúceho vodného telesa. Okolo ložísk zvetrávajúceho sideritu sa rozpúšťaním vápencov vytvárali samostatné dutiny. V morfológii jaskyne, ktorú detailne skúmali na základe 3D terestrického laserového skenovania, prevládajú nepravidelné kupolovité stropné vyhlbeniny a skalné steny majú zväčša tvar Facetten (ploché šikmé steny sklonené dovnútra chodieb alebo siení). Keďže CO_2 sa uvoľňoval v hĺbke pod zemským povrchom, spôsobom genézy zaraďujú túto jaskyň medzi hypogénne jaskyne (špeciálny prípad hypogénnej speleogenézy bez vystupovania vôd odspodu nahor). Jaskyňa Iberger Tropfsteinhöhle je veľmi malá časť rozsiahleho jaskynného a banského systému (jaskyne, banské dutiny a štólne) zv. Eisenstein-Stollen-System, ktorého dĺžka sa odhaduje na 8 km (v pôdoryse na ploche iba 250×250 m). Jaskyňa sa začala vytvárať v čase, keď bol vrchol Ibergu odkrytý a oksyložené priesakové vody mohli v podzemí reagovať so sideritom. Zahľbovaním dolín okolo vrchu Iberg hladina podzemnej vody etapovito poklesávala. Na stenách jaskyne sa pritom vytvorili hladinové zárezy (vo výške asi 5 m nad sebou), ktoré dokumentujú dve fázy stagnácie hladiny podzemnej vody počas jej prerušovaného poklesávania. Poznatzky o tomto type speleogenézy sú analogicky dôležité aj z hľadiska detailnejšieho objasnenia genézy Ochtinskej aragonitovej jaskyne.

A. Klimchouk v rámci typov hypogénnej speleogenézy rozlišuje artézsku, endogénnu a kombinovanú artézsko-endogénnu hypogénnu speleogenézu. Artézsko hypogénna speleogenéza sa vzťahuje na výstupné hydraulické komunikácie naprieč súvrstviami v obmedzených viacposchodových akviférových systémoch v hydrodynamickej zóne ovplyvnenej orohydrografickými a klimatickými podmienkami. Pomerne často prebieha v sedimentárnych (artézskych) panvách kratónov a postorogenetických regiónov s masívnou a hlbokou penetráciou gravitačne riadeného meteorického režimu výmeny podzemných vôd. Endogénna hypogénna speleogenéza sa viaže na vystupujúce hlbinné fluidá v artézskych panvách kratónov s extenzným tektonickým režimom, ako aj na okrajoch a v kolíznych vrásovo-príkrovových zónach. Kombinovanú artézsko-endogénnu hypogénnu speleogenézu spôsobujú hlbinné panvové a/alebo endogénne fluidá, ktoré vystupujú pozdĺž porúch prechádzajúcich naprieč súvrstviami a značnou mierou interagujú s nadložnými vrstvovými akvifermi v hydrodynamickej zóne ovplyvnenej orohydrografickými a klimatickými podmienkami.

Z regionálneho hľadiska sa charakterizujú hypogénne morfológie a speleotémy v jaskyniach regiónu Murcie v juhovýchodnom Španielsku, rozličné podmienky vývoja hypogénnych jaskýň a paleokrasových javov v pohorí Arbuckle v Oklahome (USA), prejavy vývoja hypogénneho krasu v pohorí Taurus v Turecku, vplyv synsedimentárneho rozlámania a brekciových zón na vývoj hypogénnych jaskýň a morfológiu Guadalupské-

ho pohoria (Nové Mexiko, USA), sulfúrické jaskyne v Taliansku, vplyv hlbokéj freatickej drenáže na vznik a vývoj jaskýň a krasu v povodí rieky Shenandoah (Virgínia a Západná Virgínia) v rámci Veľkej doliny ťahnucej sa centrálnou časťou Apalačských vrchov (USA), ako aj prejavy hypogénnej speleogenézy v krasových jaskyniach na pobreží Marok (Španielsko).

V rámci regionálnych štúdií sa ďalej prezentujú poznatky o vývoji hypogénneho krasového systému na príklade rozsiahlych labyrintových jaskýň v severovýchodnej Brazílii, vytváraní jaskýň kondenzačnou koróziou v púšti Amargosa (západná Nevada, USA) a v panve Tecopa (východná Kalifornia, USA), aktívnom hypogénnom krase v Taliansku, štruktúrno-geologickej predispozícii reliktných hypogénnych krasových javov v provincii Owl Mountain Province (Texas, USA), morfológii rakúskej hypogénnej jaskyne Märchenhöhle, skúmanej na základe 3D terestrického laserového skenovania, a hypo-

génnych znakov jaskýň v dedolomitových telesách v centrálnej časti Slovinska.

Súčasnou zbierkou sú aj referáty a abstrakty o využívaní ložísk nerastných surovín viažucich sa na hypogénny kras (hypogénny kras súvisiaci s ložiskami ropy v oblasti Pecos v Texase, potenciálna úloha hypogénnej speleogenézy v spodnom floridskom akviféri a pobrežnom ropnom ložisku Sunland Trend v južnej časti Floridy, geohazardy v hypogénnom evaporitovom krase v západnom Texase), o hydrotermálnom krase (diskusia o procesoch prebiehajúcich v hlbinnom krase a hydrotermálnom krase, hypogénne jaskyne v oblasti kúpeľov Herculan v Rumunsku, racionálne využívanie geotermálnych zdrojov v krase na Severočínskej planine) a biote hypogénnych jaskýň (biotické zmeny v hlbokom sulfidickom zvrstvení na západe centrálnej časti Floridy pri pobreží Mexického zálivu, chemoautotrofné podzemné ekosystémy, mierne vlhké rastlinné spoločenstvá v povodiach Owl

Creek a Bear Creek v západnom Texase podmienené hlboko založeným krasom). Na záver sa diskutuje, či rozsiahle atektonické synklinály v eocénných vápencoch v západnej púštnej oblasti Egypta sú dôsledkom hypogénneho krasu.

Uvedený zborník odporúčame do pozornosti najmä geológom, hydrogeológom a geomorfológom zaoberajúcim sa krasom a jaskyňami. Užitočný môže byť aj pre ostatných výskumníkov, ktorí pracujú v krasových územiach a potrebujú ucelený pohľad na problematiku vytvárania jaskýň. Viaceré prezentované poznatky o hypogénnej speleogenéze možno využiť aj pri výskume korózných vápencových jaskýň na Slovensku, ktorých vznik a vývoj doteraz nie je dostatočne objasnený a súvisí s hlbinnou cirkuláciou podzemných vôd alebo so zvyšovaním agresivity podzemných vôd oxidom uhličitým uvoľňovaným z podzemných zdrojov.

Pavel Bella

Zomrel RNDr. Vlastimil Konečný, CSc.

Vlastimil Konečný, známy vulkanológ, rodák z Luhačovic na Morave (25. mája 1935), zomrel dňa 10. 3. 2018 po dlhšej chorobe vo veku 83 rokov. Od roku 1959 bol zamestnancom Štátneho geologického ústavu Dionýza Štúra v Bratislave (predtým Geologického ústavu D. Štúra) až do odchodu na dôchodok v roku 2006. Za ten čas so spolupracovníkmi, najmä J. Lexom, podrobne preskúmal a zmapoval vulkanické pohoria Slovenska, najmä Krupinskú planinu, Štiavnické vrchy, Javorie, Ostrôžky, Vihorlatské vrchy, areál bazaltového vulkanizmu Cerovej vrchoviny, a vykonal paleovulkanologickú rekonštrukciu pôvodného Veporského strato-



vulkánu s periférnymi vulkanitmi Pokoradzskej tabule. Pre slovenskú geológiu vykonal neoceniteľnú prácu na najvyššej úrovni, pretože disponoval hlbokými odbornými znalosťami získanými z návštev najvýznamnejších vulkánov sveta. Vlasto Konečný sa so svojimi vedomos-

ťami ochotne podelil aj s nami jaskyniarimi. Pomohol vysvetliť vznik Jaskyne v maare pri Pincinej vyvetraní stromu vyhodenej do vzduchu maarovým vulkánom a následným pochovaním lapilovými tufmi alebo jaskyne Kiskő v Maďarsku poklesom bazaltovej lávy v sopúchu. Ochotne však s nami navštívil aj jaskyne po stromových pozostatkoch Krupinskej planiny, kde názorne vysvetlil mechanizmus ukladania kmeňov stromov v podmienkach divočiacich tokov na vulkanickom svahu.

Výsledky jeho prác sú základným a nenahraditeľným zdrojom poznatkov pre každého jaskyniara skúmajúceho pseudokrasové jaskyne slovenských neovulkanitov.

Češť jeho pamiatke!

Ludovít Gaál

Gratulovali sme Paľkovi Staníkovi

Začiatkom novembra 2017 sme sa stretli v Speleodmci v Demänovskej doline, aby sme zablahoželali nášmu kolegovi Paľkovi Staníkovi, známemu horolezcovi, jaskyniarovi a fotografovi z príležitosti jeho významného životného jubilea. Narodil sa 2. 10. 1967, päťdesiatka mu však nijako nesedí. Poznáme ho ako stále mladého, usmiateho a optimisticky naladeného kolegu, ktorý vo víre každodennej práce píše stanoviská, telefonuje, preveruje informácie alebo fotografuje. Vďaka svojim dlhodobým skúsenostiam, priateľskej povahe, širokým kontaktom s verejnosťou a dobrovoľníkmi jaskyniarimi sa stal dôležitým článkom manažmentu praktickej starostlivosti o jaskyne. Je človekom, ktorému na ochrane jaskýň skutočne záleží, žije s jaskyňami, cení si ich hodnoty a cíti za ne zodpovednosť. Je pracovníkom našej organizácie, ktorému je koníčkom jeho práca a fotografovanie.



Jeho umelecké snímky priniesli nový pohľad na jaskyne. Kým Správa slovenských jaskýň až do začiatku nového tisícročia uverejňovala statické snímky kvapľov, jubilatove obrázky prinášajú dynamiku a život do zdanlivo spiacего podzemného prostredia. Popri krásnej sintrovej výzdoby a rozmanitosti morfológických tvarov odzrkadľujú aj húževnatú prácu jaskyniarov v tvrdých podmienkach podzemia. Jeho fotografická tvorba sa objavuje nielen na stránkach jaskyniarskych periodík, ale aj vo významných vedeckých publikáciách, letádoch, kalendároch a na výstavách.

V tomto skromnom príspevku nie je naším cieľom vymenovať všetky horolezecké či jaskyniarske úspechy jubilanta, veď je v plnom pracovnom nasadení. V mene Správy slovenských jaskýň mu len chceme zaželať dobré zdravie a neochabujúci elán do krásnej práce na poli ochrany a dokumentácie jaskýň! A veľa pekných fotografií na titulnej strane Aragonitu.

Redakcia časopisu Aragonit