

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 Zúskin

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

Výkonný redaktor: Mgr. Miloš Melega

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., prof. RNDr. Ľubomír Kováč, CSc., Ing. Ľubica Nudziková, 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 24, číslo 2/ december 2019

Recenzenti vedeckých príspevkov z výskumu krasu a jaskýň: doc. RNDr. Renáta Fláková, PhD., RNDr. Ľudovít Gaál, PhD., doc. RNDr. Zdenko Hochmuth, CSc., RNDr. Vladimír Košel, CSc., Mgr. Miroslav Nemec, PhD., RNDr. Vladimír Papáč, PhD., RNDr. Zuzana Višňovská, PhD.

© 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) Demänovská jaskyňa slobody. Foto: P. Staník

(2) Brestovská jaskyňa. Foto: P. Staník

(3) Moldavská jaskyňa. Foto: P. Staník

(4) Modrá jaskyňa. Foto: P. Staník

OBSAH / CONTENTS

VÝSKUM KRASU A JASKÝŇ / RESEARCH OF KARST AND CAVES

D. Haviarová: Chemické zloženie a kvalita vôd Moldavskej jaskyne (Medzevská pahorkatina) / Chemical composition and quality of waters of the Moldavská jaskyňa Cave (Medzevská pahorkatina Hilly Land)	47
M. Rendoš – Z. Višňovská – V. Papáč: Prvé poznatky o faune Modrej jaskyne (Malužinský kras, Nízke Tatry) / First knowledge of fauna in the Modrá jaskyňa Cave (Malužiná Karst, Low Tatra Mts.)	55
P. Bella: Morfogenetické odlišnosti spodných častí Demänovskej jaskyne slobody pozdĺž podzemného toku Demänovky / Morphogenetic differences of the lower parts of Demänovská jaskyňa slobody Cave along the Demänovka underground stream	64
M. Kudla: História jaskyniarskeho prieskumu oblasti Salatínov v Nízkych Tatrách / History of the speleological exploration of the Salatíny area in the Nízke Tatry Mts.	71
A. Nováková: Acaulium caviariforme ve slovenských jeskyních – ohlédnutí za pátráním po identitě nalezené houby / Acaulium caviariforme in Slovak caves – a looking back on a search for an identity of found fungus	79

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

P. Herich – Š. Poláčik: Doplňujúce merania v Brestovskej jaskyni / Additional surveying in the Brestovská jaskyňa Cave	80
P. Bella: Jaskyňa svätého Michala v Gibraltarskej skale / St. Michael's Cave in the Gibraltar Rock	82

SPRÁVY A AKTUALITY / REPORTS AND NEWS

L. Gaál: Konferencie k storočnici ochrany prírody / Conferences to the centenary of nature protection	85
P. Gažík: Vydarené podujatie k 90. výročiu objavenia jaskyne Driny / Successful event on the 90th anniversary of the Driny Cave discovery	85
M. Kudla: Obnova náučného chodníka pri Belianskej jaskyni / Renovation of the educational trail at the Belianska jaskyňa Cave	86
P. Rendko: Modernizácia prístupovej cesty k Ochtinskej aragonitovej jaskyni / Modernization of the access road to the Ochtinská aragonitová jaskyňa Cave (Ochtiná Aragonite Cave)	86
P. Bella: Exkurzia poľského speleologického sympózia do jaskyne Aksamitka / Excursion of the Polish speleological symposium in the Aksamitka Cave	87
L. Nudziková – M. Melega: 20. seminár pre zamestnancov sprístupnených jaskýň / 20th seminar for show caves employees	87

KARSOLOGICKÁ A SPELEOLOGICKÁ LITERATÚRA / KARSTOLOGICAL AND SPELEOLOGICAL LITERATURE

M. Melega: Oana Teodora Moldovan, Ľubomír Kováč, Stuart Halse (Eds.): Cave Ecology	88
M. Kudla: Ivan Balák: Moravský kras – jeskyně a člověk / Moravian Karst – caves and man	89
P. Malík: Renata Fláková, Barbora Gavuliaková, Dagmar Haviarová, Zlatica Ženíšová: Izotopový výskum krasových vôd Šilickej planiny / Isotope research of karst waters of the Šilická planina Plateau	89

SPOLOČENSKÉ SPRÁVY / SOCIAL REPORTS

L. Gaál – P. Bella: K sedemdesiatke Ing. Jozefa Hlaváča / Ing. Jozef Hlaváč 70 years old	90
L. Nudziková: Životné jubileum Ing. Petra Zvonára / The life jubilee of Ing. Peter Zvonár	92
M. Orfánus: Životné jubileum Ivana Mudroňa / The life jubilee of Ivan Mudroň	92

CHEMICKÉ ZLOŽENIE A KVALITA VÔD MOLDAVSKEJ JASKYNE (MEDZEVSÁ PAHORKATINA)

Dagmar Haviarová

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

D. Haviarová: Chemical composition and quality of waters of the Moldavská jaskyňa Cave (Medzevsá pahorkatina Hilly Land)

Abstract: The Moldavská jaskyňa Cave with a length of 3,070 m, is situated in the karst of the Medzevsá pahorkatina Hilly Land, in the Moldava nad Bodvou Town. The cave is the most typical two-dimensional underground labyrinth in Slovakia. It is formed in the Wetterstein Limestones. The cave is not very interesting from a hydrological point of view. The most important is the Slukova studňa Well with permanent water table. The article presents the results of hydrochemical monitoring from the cave. The chemical composition, quality and microbiological properties were evaluated on the basis of 22 chemical and 14 microbiological analyses of dripping water from 4 sites (Vstupný dóm Chamber, Hlavná chodba Passage, Dóm pri sude Chamber, Dóm pri lebke Chamber), dripping water cumulated in the small lake and underground water from Slukova studňa Well with an oscillating water table. Altogether 36 water samples were taken from the cave in the period between May 10, 2017 and November 27, 2018. The main mineralization process of cave waters chemical composition formation is the process of dissolving the carbonates. The cave waters fall under Gazda's classification into basic distinct Ca-HCO_3 type and basic indistinct Ca-HCO_3 type. These types are transformed to mixed types due to pollution, which is presented by increased sulphates, nitrates and chlorides concentrations. The mineralization of dripping water ranged from 363.0 to 823.0 $\text{mg}\cdot\text{L}^{-1}$ and mineralization of water in Slukova studňa Well ranged from 383.0 to 593.0 $\text{mg}\cdot\text{L}^{-1}$. Ca^{2+} and HCO_3^- are the predominant ions in the cave water. The samples from small lake were exceptions, with dominance of calcium and nitrate. The nitrate concentration of this site was more than 330.0 $\text{mg}\cdot\text{L}^{-1}$. The cave waters have indications of inorganic and microbiological pollution. Saturation indices calculated for calcite and dolomite were different in varied parts of cave. Dripping waters have higher saturation with respect to calcite as Slukova studňa Well water. Generally, cave water is supersaturated with respect to calcite, undersaturated and in equilibrium with respect to dolomite and undersaturated with respect to gypsum.

Key words: Moldavská jaskyňa Cave, chemical composition, water quality, dripping water, pollution

ÚVOD

V roku 2017 začali pracovníci Správy slovenských jaskýň realizovať v Moldavskej jaskyni viacero výskumných úloh zameraných na problematiku geológie a geomorfológie (Bella a kol., 2018), biospeleológie (Papáč a kol., 2019) a hydrogeochémie. Cieľom bolo získať novšie, prípadne chýbajúce poznatky o tejto lokalite, v ktorej sa dlhodobo pod vedením Z. Hochmutha priebežne realizuje podrobný speleologický výskum a prieskum. V poslednom období sa čoraz častejšie objavovali otázky hlavne zo strany mestskej samosprávy o možnosti sprístupnenia jaskyne, keďže sa jaskyňa nachádza priamo v intraviláne mesta Moldava nad Bodvou. Aj z tohto dôvodu bolo potrebné získať komplexnejší obraz o jej hodnotách a zraniteľnosti.

K problematike výskumu, respektíve monitoringu vodnej zložky v jaskyni sa v literatúre nachádzajú len veľmi strohé informácie. Dôvodom je hlavne charakter jaskyne, ktorý ju zo súčasného hydrologického hľadiska (absencia vodného toku, prípadne väčšej vodnej plochy) radí k tým menej zaujímavým. Z doterajšieho hydrogeologického prieskumu sa v literatúre z jaskyne spomína čerpací pokus v Slukovej studni, realizovaný v rámci hydrogeologického prieskumu hačavsko-jasovskej hydrogeologickej štruktúry Slovenského krasu (Orvan a kol., 1974), a potápačské pokusy z tejto časti jaskyne (Kladiva a kol., 1999). V článku od Kladivu a kol. (1999) je zmienka o návštevách jaskyne ochrancami prírody z Moldavy nad Bodvou, ktorí v rokoch 1990 – 1993 viackrát jaskyňu navštívili a odobrali vzorky vody zo Slukovej studne. Výsledky týchto chemických analýz neboli publikované. V literatúre nachádzame

aj informáciu od Cíleka (2000), ktorý pri hodnotení mineralogického výskumu v jaskyni síce neuvádza konkrétne chemické analýzy vôd, podľa neho však výskyt Ca-K(Na) chloritu s obsahom zvýšeného množstva chlóru v jaskyni indikuje príznaky ľudskej činnosti a komunikáciu jaskyne s rodinnou zástavbou na povrchu.

Predložený článok prináša komplexnejšie hodnotenie fyzikálno-chemických vlastností podzemných vôd odobratých z jaskyne a aktuálny stav ich kvality.

ZÁKLADNÁ CHARAKTERISTIKA LOKALITY

Moldavská jaskyňa patrí k najtypickejším labirintovým jaskyniam Západných Karpát (Bella a kol., 2018). Jej aktuálna zameraná dĺžka je 3070 m. Nachádza sa v západnej časti intravilá-

nu mesta Moldavy nad Bodvou, ktoré je súčasťou Košického kraja. Jeho vzdialenosť od Košíc je približne 30 km (obr. 1). Podľa geomorfologického členenia Slovenska patrí toto územie do podcelku Medzevskej pahorkatiny (rozprestiera sa južne od Volovských vrchov medzi Košicami, Medzevom a Moldavou nad Bodvou), celku Košickej kotliny (Mazúr a Lukniš, 1978). Podľa typológie krasu Slovenska prislúcha kras Medzevskej pahorkatiny krasu úpätných plošín a terás (Bella, 2007; Hochmuth, 2007b). Vchod do jaskyne sa nachádza v nadmorskej výške 203 m, v lievikovitej depresii pod výraznou skalnou stenou, na západnom okraji akumuláčnej nivy Bodvy. V súčasnosti je hlavný vchod do jaskyne zabezpečený mrežovým uzáverom. Druhý vchod do jaskyne bol v roku 1999 zabetonovaný (Hochmuth, 2000a). Podľa Bellu a kol. (2018) sú materskou horninou jaskyne



Obr. 1. Poloha Moldavskej jaskyne
Fig. 1. Location of the Moldavská jaskyňa Cave

svetlosivé wettersteinské vápence v lagunárnom vývoji, ktorým zodpovedá vek spodného karnu (cca 228 – 230 mil. rokov). Vápence sú chemicky čisté (obsah CaCO_3 až 99,1 %), čo podmieňuje ich dobrú rozpustnosť vo vode obohatenej o oxid uhličitý, s čím je spojená ich vysoká schopnosť krasovatenia. Prítomné brekcie v jaskyni majú pravdepodobne tektonický pôvod, stmelené sú červeným (železitým) pelitickým materiálom. Rovnaký tmel vyplňa aj mnohé pukliny vo viacerých častiach jaskyne. Komplikovanej genéze jaskyne sa v minulosti venovali viaceri autorov (Homola, 1951; Hochmuth, 2000b, 2004, 2007a, b; Bella a kol., 2007; Gaál, 2008). Podľa najnovších výsledkov (Bella a kol., 2018) je vznik jaskyne výsledkom viacfázového krasovatenia súvisiaceho s eróznym zahlbovaním doliny Bodvy a následnou výraznou agradáciou jej riečiska, z ktorého agresívne povodňové vody zaplavovali a korózne rozširovali nižšie ležiace podzemné priestory.

Moldavskú jaskyňu charakterizuje hustá sieť nízkych a úzkych chodieb a niekoľko menších siení a domov. Najväčším priestorom jaskyne je Vstupný dóm. Priestory jaskyne sa nachádzajú 5 až 11 m pod akumulačnou úrovňou Bodvy. Zhruba vo výške 245 až 250 m n. m. je nad jaskyňou zastavaná terasová plošina.

Jaskyňa je známa odnepamäti. Podľa Sojáka (2007) ju využívali ľudia od bukovo-horskej kultúry až po novovek. Prvú mapu jaskyne publikoval Müller (1980), neskôr na základe ďalších speleologických prieskumov a mapovania súbornejšie mapy publikovali Kladiava a kol. (1999) a Hochmuth (2007c).

Pri biospeleologickom výskume v jaskyni sa zistila prítomnosť 83 taxónov suchozemských bezstavovcov, z toho 5 troglobiontných druhov. V jaskyni absentiujú pre podmienky typické jaskynné živočíchy Slovenského a Aggteleškého krasu, ako aj jaskynné druhy chvostoskokov známe z jaskýň východného Slovenska (Papáč a kol., 2019).

Prostredie v okolí Moldavskej jaskyne môžeme z hydrogeologického hľadiska na základe starších prieskumných prác (napr. Orvan a kol., 1974) charakterizovať ako špeciálne odľahčené zóny s vysokou priepustnosťou v smere svahu a podstatne nižšou priepustnosťou kolmo na svah. Komplikovaný režim v tejto zóne charakterizuje miešanie vôd z krasového masívu s infiltrovanou vodou z riečnych náplavov Bodvy. Za vyšších stavov slúžia skrasovatené priestory ako odtokové cesty krasových vôd, kým pri poklese hladiny podzemnej vody dochádza k infiltrácii vôd z riečnych náplavov Bodvy do krasového masívu. Časť samých vôd sa akumuluje v najnižších priestoroch jaskynných systémov, kde sa vytvárajú akumulácie krasových vôd v úrovni pod miestnou eróznou bázou.

Najvýznamnejším hydrologickým prvkom Moldavskej jaskyne je Slukova studňa (Szluka kút). Slukova studňa je opisovaná ako priepasť vyplnená vodou so stálou vodnou hladinou v hĺbke cca 11 m pod súčasnou úrovňou Bodvy (Kladiava a kol., 1999; Hochmuth, 2000a, 2000c, 2004, 2007a). Voda v studni sa podľa Hochmutha a Barabasa (2001) akumuluje priesakom zo štrkov riečnej nivy. Kolísanie hladiny v studni je podľa stôp na stene v amplitúde 1 až 1,2 m (Kladiava a kol., 1999). V období 23. 1. 1974 až 22. 2. 1974 sa v studni realizo-

val čerpací pokus, pri ktorom bola znížená hladina vody celkovo o 14,4 m, po skončení čerpania stúpla späť ne v priebehu 48 hodín o 11 m. Z výsledkov pokusu zároveň vyplýva, že hladina podzemnej vody v jaskyni nereagovala výraznejšie na zmeny klimatických činiteľov, ani na hladinu podzemnej vody v alúviu Bodvy (Orvan a kol., 1974). Dňa 27. 2. 1999 sa v studni potápal D. Hutňan, ktorý dosiahol hĺbku 18,3 m. Studňa pokračovala ďalej nadol. Vo viacerých prácach o Moldavskej jaskyni sa udáva, že pri vyšších povodňových stavoch jaskyňu zaplavovali vody Bodvy, čo pretrvávalo do nedávnej minulosti (Kladiava a kol., 1999; Terray, 2007; Hochmuth, 2007a). Podľa ústnej informácie Z. Hochmutha dochádza ojedinele aj v súčasnosti ku krátkodobému zaplaveniu niektorých najspodnejších častí jaskyne.

Okrem Slukovej studne sa väčšie vodné plochy v jaskyni nenachádzajú. Ojedinele sa tu vyskytujú len veľmi malé a plytké občasné jazierka (väčšie mláky) dotované priesakovou vodou. Niektoré z nich majú sintrový charakter. Častejšie však ide len o nevelké vodné plochy na dne chodieb, respektíve domov, ktoré vznikajú kumulovaním priesakovej vody na málo priepustnom hlinitom podloží (obr. 2). Na hladine niektorých z nich sa vytvárajú jemné vápnité krusty. V suchých obdobiach tieto vodné plochy vysychajú a ich staršiu prítomnosť indikujú už len zvyšky viac alebo menej rozmáčaného blata. Miestami sa na podloží sedimentoch nachádzajú aj jemné sintrové povlaky, ktoré rovnako indikujú občasnú prítomnosť vody kumulovanej z priesakov (napr. Severná sieň).

Z hľadiska priesakov sa jaskyňa v globále radí skôr k suchším jaskyniam. Trvalých priesakov je málo a ich intenzita je minimálna. Podstatne viac je v jaskyni priesakov obasných, ktoré sa aktivujú po zrážkach alebo na jar pri topení snehu. Charakterizuje ich rozdielna doba vyznievania, ktorá súvisí aj s rozdielnym charakterom ich komunikačných ciest. Priesakové vody sú naviazané hlavne na rôzne tektonické poruchy, ktoré sa líšia svojou veľkosťou a priechodnosťou. Hlinitá výplň niektorých porúch a komínov znemožňuje, respektíve spomaľuje prestup atmosférických vôd do jaskyne. Na niektorých miestach v jaskyni pozorujeme v hlinitých sedimentoch egutačné jamky ako prejav občasne alebo trvale kvapkajúcej priesakovej vody dopadajúcej na jej podlahu.

V niektorých, najmä vstupných častiach jaskyne (Vstupný dóm, Hlavná chodba, Dlhá chodba) sa na stenách vyskytuje občasne aj kondenzačná voda.

METODIKA

V rámci riešenia úlohy sme na účely chemického hodnotenia vôd v Moldavskej jaskyni odobrali 22 vzoriek vôd, ktoré boli subdodávateľsky spracované v akreditovanom skúšobnom laboratóriu spoločnosti LL, s. r. o., Liptovské laboratóriá Liptovský Mikuláš a spoločnosti



Obr. 2. Zvyšky priesakovej vody kumulovanej v hlinitých sedimentoch podlahy jaskyne: Foto: D. Haviarová
Fig. 2. The remains of dripping water cumulated in the fine-grained sediments on the cave floor. Photo: D. Haviarová

Eurofins Bel/Novamann, s. r. o., Nové Zámky. Pri stanovení jednotlivých ukazovateľov boli použité štandardné laboratórne metódy. Rozsah chemických analýz, počet odborných miest a množstvo odberov sa zvolili tak, aby pokryli pridelené finančné prostriedky a získali aspoň základné informácie z hľadiska geochemických charakteristík a kvalitatívnych vlastností podzemných vôd v jaskyni. Z chemických ukazovateľov sa vo všetkých vzorkách stanovovali koncentrácie Ca^{2+} , Mg^{2+} , Na^+ , K^+ , Fe , Mn , NH_4^+ , Cl^- , NO_3^- , SO_4^{2-} , PO_4^{3-} , HCO_3^- , CHSK_{Mn} , SiO_2 , voľného a agresívneho CO_2 . V rámci jedného odberu sa vo vzorkách vôd stanovili aj koncentrácie niektorých ďalších stopových prvkov: Ag, As, Cd, Co, Cr, Cu, Hg, Ni, Pb, Sb, Zn. Výberu odborných miest v jaskyni predchádzala jej podrobná rekognoskácia a merania elektrolytickej vodivosti vody (EC). Pri každom odbere vzoriek vody sa vykonávali základné terénne merania; pri meraní EC (pri teplotnej kompenzácií na 25 °C) a teploty vody sa použil prenosný prístroj firmy WTW Multi 3430 SET C s elektródou TetraCon®925, pri meraní pH sa použil rovnaký prístroj s elektródou SenTix®940 a pri meraní oxido-redukčného potenciálu (E_H) sa pri tomto prístroji použila elektróda SenTix®ORP 900. Hodnoty E_H boli prepočítané na štandardnú vodíkovú elektródu (Pitter, 2009). Pri vybraných odberoch sa zrealizovali odbery na účelové mikrobiologické analýzy zamerané na ukazovatele indikujúce antropogénne znečistenie. Vo vybraných vzorkách tak bola stanovená prítomnosť *Escherichia coli* (EC), enterokokov (EK), koliformných baktérií (KB) a kultivovateľných mikroorganizmov pri 22 °C (KM22) a 36 °C (KM36).

Pri spracovaní výsledkov chemických analýz boli pre každú analýzu vypočítané základné charakterizačné koeficienty, stanovené genetické typy vôd (Gazda, 1974) a chemické typy vôd na základe prevládajúcich iónov s kritériom ekvivalentného podielu zložiek nad 20 a 25 c-z %. Na výpočet saturačných indexov v rámci riešenia termodynamických rovnôh

sa použilo modelovanie v programe PHREEQC-2 (Parkhurst a Appelo, 1999). Kvalitatívne zhodnotenie chemického zloženia vôd v jaskyni bolo vykonané podľa vyhlášky Ministerstva zdravotníctva Slovenskej republiky č. 247/2017 Z. z., ktorou sa okrem iného stanovujú aj podrobnosti o kvalite a kontrole kvality pitnej vody.

VÝSLEDKY

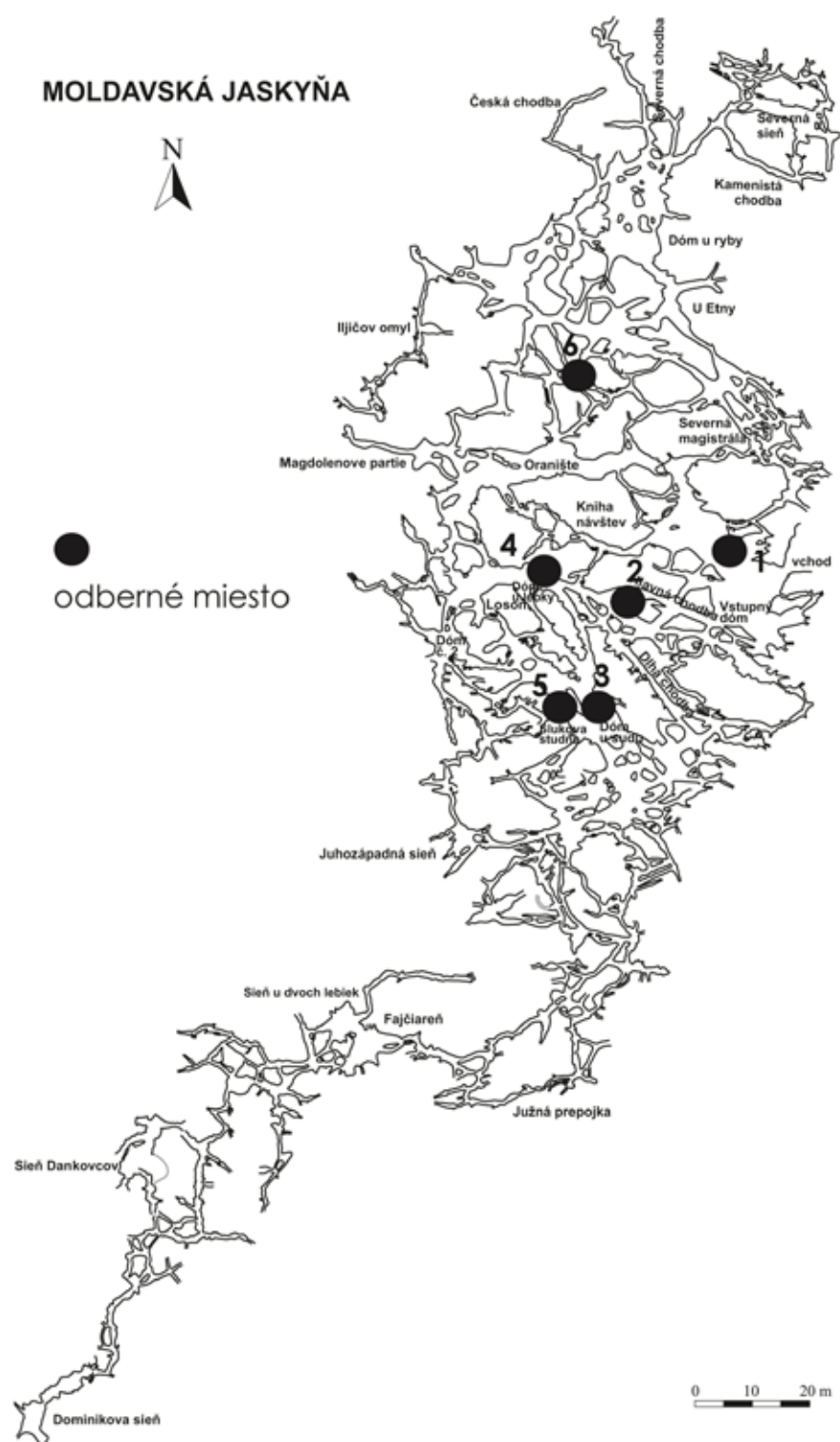
CHEMICKÉ ZLOŽENIE PODZEMNÝCH VÔD

V roku 2017 sa priesaková voda odoberala vo Vstupnom dome, Hlavnej chodbe a v Dome pri sude. Zo stojatých vôd bolo na sledovanie vybrané sintrové jazierko z Koščovho prekopu. Odborné vzorky uzatvárali odbory vody zo Slukovej studne. V roku 2018 sa odbory z priesakov doplnili o odborné miesto v Dome pri lebke (obr. 3). Intenzita odobieraných priesakov sa pohybovala od 4 kvapiek za minútu po 100 až 120 ml za minútu. Najintenzívnejšie priesaky boli na všetkých miestach pri májovom odbere v roku 2017. Intenzitou najslabšie priesaky sa zaznamenali počas obidvoch novembrových odberov, keď bol priesak na Hlavnej chodbe nulový. Miestom s najintenzívnejším priesakom bol Dóm pri lebke, naopak najslabším bol priesak vo Vstupnom dome. Časovo najdynamickejší bol priesak na Hlavnej chodbe, čo súvisí pravdepodobne s jeho previazaním na tektonickú poruchu zsz.-vjv. smeru, ktorou je chodba predisponovaná (Bella a kol., 2018).

Priesakové vody

Vstupný dóm

Priesakové vody Vstupného dómu sa odobrali celkovo 5-krát (10. 5. 2017, 21. 8. 2017, 22. 11. 2017, 30. 8. 2018 a 27. 11. 2018). Podľa priemernej hodnoty pH (7,9) boli tieto vody alkalické, základného výrazného Ca-HCO_3 typu, resp. podľa prevládajúcich iónov nad 25 c-z % Ca-HCO_3 typu. Z Palmer-Gazdových charakteristík dominovala A_2 zložka (67,1 – 84,37 c-z %). Malá hrúbka nadložja v spojení s premenlivou intenzitou priesaku a s tým spojeným rozdielnym stupňom nasycovania atmosférickej vody vstupujúcej do jaskynného prostredia sa na tomto odbornom mieste výrazne odrážala na celkovej mineralizácii vôd. Tá v rámci odobratých vzoriek kolísala v rozpätí 364,0 až 646,0 $\text{mg}\cdot\text{l}^{-1}$. Najväčšia variabilita koncentrácií iónov obsiahnutých vo vode bola v prípade hlavného aniónu, ktorým sú hydrogenuhličitan (tab. 1). Ich koncentrácie sa pohybovali od 187,0 do 382,0 $\text{mg}\cdot\text{l}^{-1}$. Koncentrácie ďalších aniónov boli podstatne nižšie a vyrovnannejšie. Po hydrogenuhličitanoch dominovali v aniónovom zložení vôd sírany (22,8 až 35,0 $\text{mg}\cdot\text{l}^{-1}$), dusičnany (15,4 až 26,2 $\text{mg}\cdot\text{l}^{-1}$) a chloridy (11,5 až 26,1 $\text{mg}\cdot\text{l}^{-1}$). Z kationov prevládala vápnik, ktorý sa rovnako ako hydrogenuhličitan vyznačoval vyššou variabilitou koncentrácií (85,0 až 151,0 $\text{mg}\cdot\text{l}^{-1}$). Koncentrácie horčíka boli veľmi nízke, nepresiahli hranicu 5 $\text{mg}\cdot\text{l}^{-1}$. Koncentrácie kationov sodíka a draslíka boli zvýšené, pri sodíku sa pohybovali od 6,3 do 10,6 $\text{mg}\cdot\text{l}^{-1}$, pri draslíku od 3,8 do 5,2 $\text{mg}\cdot\text{l}^{-1}$. Podľa prepočtov v programe PHREEQC-2 boli vody Vstupného dómu nasýtené voči kalcitu. Takéto vody majú možnosť tvorby jaskynnej výzdoby. V prípade sadrovca pretrvávalo výrazné nedosýtenie.



Obr. 3. Pôdorysná mapa jaskyne (Hochmuth, 2007c) s odbornými miestami vzoriek vody: 1 – Vstupný dóm, 2 – Hlavná chodba, 3 – Dóm pri sude, 4 – Dóm pri lebke, 5 – Slukova studňa, 6 – sintrové jazierko
Fig. 3. Ground plan of the Moldavská jaskyňa Cave (Hochmuth, 2007c) with sampling sites of cave water: 1 – Vstupný dóm Chamber, 2 – Hlavná chodba Passage, 3 – Dóm pri sude Chamber, 4 – Dóm pri lebke Chamber, 5 – Slukova studňa Well, 6 – small lake with a floor calcite coating

Hlavná chodba

Priesakové vody Hlavnej chodby (obr. 4) sa odobrali 3-krát (10. 5. 2017, 21. 8. 2017 a 30. 8. 2018), keďže pri zvyšných 2 odberoch bol tento priesak nulový. Vody boli alkalické (priemerná hodnota 7,8), základného výrazného Ca-HCO_3 typu, resp. podľa prevládajúcich iónov nad 25 c-z % Ca-HCO_3 typu. Najvyššie zastúpenie Palmer-Gazdových charakteristík mala A_2 zložka (69,0 – 73,7 c-z %). Mineralizácia dosahovala hodnoty od 749,4

do 832,0 $\text{mg}\cdot\text{l}^{-1}$. Vyššie hodnoty mineralizácie boli spôsobené hlavne vyššími koncentraciami hydrogenuhličitanov (400,0 – 479,0 $\text{mg}\cdot\text{l}^{-1}$) a vápnika (160,0 – 202,0 $\text{mg}\cdot\text{l}^{-1}$), ktoré aj tu predstavovali hlavné ióny podieľajúce sa na celkovom chemickom zložení priesakových vôd (tab. 1). Všetky vzorky mali vyššie hodnoty síranov (80,6 – 94,6 $\text{mg}\cdot\text{l}^{-1}$) a zvýšené koncentrácie dusičnanov (26,2 – 40,7 $\text{mg}\cdot\text{l}^{-1}$). Napriek vyšším koncentráciám síranov hodnota charakterizačného koeficienta rSO_4/M nepresiahla

Tab. 1. Štatistické vyhodnotenie vybraných ukazovateľov chemického zloženia vôd Moldavskej jaskyne, obdobie 2017 – 2018
 Tab. 1. Statistical evaluation of selected components of chemical composition of the Moldavská jaskyňa Cave, period 2017 – 2018

	t _{vody} (°C)	pH	CHSK _{Mn}	Na ⁺	K ⁺	NH ₄ ⁺	Ca ²⁺	Mg ²⁺	Cl ⁻	NO ₃ ⁻	SO ₄ ²⁻	HCO ₃ ⁻	Fe	Mn
(mg·l ⁻¹)														
Vstupný dóm (priesak), n=5														
priemer	8,1	7,93	1,48	7,36	4,88	0,038	127,60	2,04	18,80	25,18	30,50	310		
min	7,0	7,62	0,50	6,10	3,80	0,020	85,00	1,00	11,50	15,40	22,80	187	0,010	0,005
max	8,9	8,19	3,00	10,60	6,50	0,050	151,00	5,00	26,10	33,30	35,00	382	0,040	0,005
medián	8,7	7,97	1,30	6,70	4,90	0,050	137,00	1,10	18,10	25,90	31,50	339	0,015	0,005
Hlavná chodba (priesak), n=3														
priemer	7,9	7,84	1,04	13,63	3,78	0,040	184,33	1,65	14,80	34,50	88,13	430	0,028	0,005
min	7,4	7,77	0,85	11,80	0,65	0,020	160,00	0,97	11,90	26,20	80,60	400	0,015	0,005
max	8,3	7,94	1,40	15,10	9,30	0,050	202,00	3,00	18,20	40,70	94,60	479	0,040	0,005
medián	8,1	7,80	0,86	14,00	1,40	0,050	191,00	0,99	14,30	36,60	89,20	411	0,028	0,005
Dóm pri sude (priesak), n=5														
priemer	9,0	8,03	0,50	15,62	1,29	0,038	118,00	8,26	73,00	42,24	30,14	243	0,025	0,005
min	8,7	7,67	0,50	14,00	0,43	0,020	111,00	5,10	66,00	37,10	26,60	210	0,010	0,005
max	9,8	8,33	0,50	17,10	3,60	0,050	132,00	15,00	82,80	48,20	34,80	278	0,040	0,005
medián	8,8	8,03	0,50	15,80	0,58	0,050	116,00	6,30	67,90	42,20	29,80	241	0,025	0,005
Dóm pri lebke (priesak), n=2														
priemer	8,6	7,59	0,50	16,05	1,01	0,050	159,50	3,45	44,35	60,85	38,00	322	0,015	0,005
min	8,2	7,59	0,50	15,80	0,72	0,050	155,00	3,40	43,40	58,50	36,90	320	0,010	0,005
max	9,0	7,59	0,50	16,30	1,30	0,050	164,00	3,50	45,30	63,20	39,10	324	0,019	0,005
medián	8,6	7,59	0,50	16,05	1,01	0,050	159,50	3,45	44,35	60,85	38,00	322	0,015	0,005
Slukova studňa, n=5														
priemer	9,9	7,78	0,50	11,52	2,14	0,038	102,80	7,62	21,36	31,64	66,66	238	0,168	0,008
min	8,9	7,47	0,50	9,30	1,00	0,020	71,00	5,40	12,00	21,40	32,50	185	0,120	0,006
max	11,0	8,00	0,50	14,80	5,70	0,050	135,00	11,00	31,50	62,10	105,00	282	0,290	0,013
medián	10,2	7,78	0,50	10,80	1,40	0,050	99,00	7,50	21,20	25,50	57,70	259	0,130	0,007
Sintrové jazierko, n=2														
priemer	8,3	8,00	0,75	12,25	1,85	0,026	252,00	3,35	70,10	334,00	80,00	188	0,905	0,048
min	7,0	7,80	0,50	12,20	1,50	0,020	209,00	3,20	65,30	330,00	79,10	159	0,010	0,005
max	9,6	8,19	1,00	12,30	2,20	0,031	295,00	3,50	74,90	338,00	80,90	217	1,800	0,091
medián	8,3	8,00	0,75	12,25	1,85	0,026	252,00	3,35	70,10	334,00	80,00	188	0,905	0,048

hodnotu 0,1. Z kationov boli vo všetkých vzorkách zvýšené koncentrácie sodíka (15,1 – 11,8 mg·l⁻¹), draslík bol zvýšený len vo vzorke z 30. 8. 2018 (9,3 mg·l⁻¹). Koncentrácie horčička boli aj na tomto odbernom mieste nízke (priemerná hodnota 1,7 mg·l⁻¹). Nasýtenie vôd voči kalcitu bolo vo všetkých prípadoch vysoké. Pri dolomite bolo nasýtenie s výnimkou vzorky z 10. 5. 2017 nízke, rovnako ako v prípade sadrovca.

Dóm pri sude

V Dóme pri sude sa nachádza niekoľko priesakových miest s rôznou intenzitou. Podlahu dómu tvoria hlinité sedimenty, ktoré sú vplyvom kvapkajúcej vody väčšinou blatisté a rozmočené.

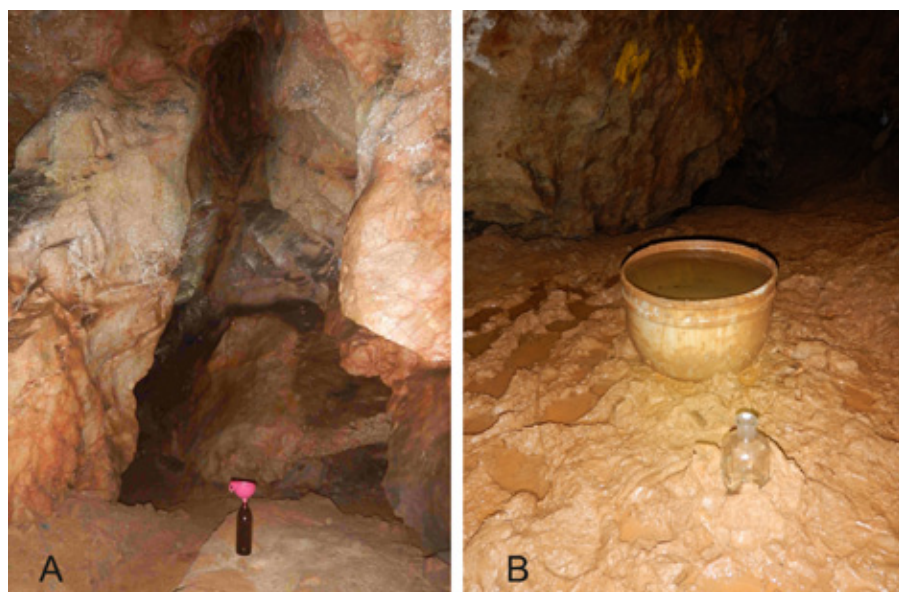
Vzorky vody sa z tohto odberného miesta odobrali 5-krát (10. 5. 2017, 21. 8. 2017, 22. 11. 2017, 30. 8. 2018 a 27. 11. 2018) (obr. 4). Kým pri prvých štyroch odberoch boli vody základného nevýrazného Ca-HCO₃ typu, odber z 27. 11. 2018 zachytil vody zmiešaného typu s prevahou kalcium-hydrogénuhličitanovej zložky. Podľa prevládajúcich iónov nad 25 c-z % sa všetky vzorky radili k Ca-HCO₃-Cl typu. Najvyššie zastúpenie z Palmer-Gazdových charakteristík mala A₂ zložka (48,4 – 59,6 c-z %), vyššie hodnoty boli aj pri S₂(Cl) zložke (3,26 – 32,47 c-z %). Podľa hodnôt pH boli vody alkalické až silno alkalické, s priemernou hodnotou 8,0. Ich chemické zloženie bolo v rámci odberov vyrovnané (tab. 1), mineralizácia kolísala v rozpätí 534,0 až 587,4 mg·l⁻¹. Pomer rMg/rCa bol prepočítaný na hodnoty od 0,07 do 0,22, čo v porovnaní s ostatnými odbernými miestami súvisí s nižšími koncentraciami vápnika (111,0 až 132,0 mg·l⁻¹) a nepatrne vyššími koncentraciami horčička (5,1 až 15,0 mg·l⁻¹). Rovnako ako pri Hlavnej chodbe sa aj tu

vyškytovali zvýšené koncentrácie sodíka (14,0 až 17,1 mg·l⁻¹). Koncentrácie hydrogénuhličitanov boli v porovnaní s priesakmi vo Vstupnom dóme a Hlavnej chodbe nižšie (210,0 až 277,9 mg·l⁻¹). Po hydrogénuhličitanoch sa na tomto odbernom mieste z ďalších aniónov v zostupnom poradí podľa celkovej koncentrácie vyskytovali chloridy (priemerná hodnota 73,0 mg·l⁻¹), dusičnany (priemerná hodnota 42,2 mg·l⁻¹) a sírany (priemerná hodnota 30,1 mg·l⁻¹). Priemerná hodnota nasýtenia vôd voči kalcitu (0,74) indikovala pomerne vysokú schopnosť týchto vôd tvo-

riť sintrovú výzdobu. Nasýtenie vôd voči dolomitu bolo na tomto mieste pri niektorých vzorkách zvýšené (vzorka z 10. 5. 2017 a 22. 11. 2017), čo má rovnako pozitívny význam z hľadiska tvorby sintrovej výzdoby.

Dóm pri lebke

Priesakové vody sa z Dómu pri lebke odoberali len v roku 2018 (30. 8. 2018 a 27. 11. 2018), pričom pri oboch vzorkách bolo chemické zloženie vôd stabilné. Pri hodnotách mineralizácie 656,1 a 629,3 mg·l⁻¹ pred-



Obr. 4. Odberné miesta priesakových vôd: A – Hlavná chodba, B – Dóm pri sude. Foto: D. Haviarová
 Fig. 4. Sampling places of dripping waters: A – Hlavná chodba Passage, B – Dóm pri sude Chamber. Photo: D. Haviarová

stavovali vody základný nevýrazný Ca-HCO_3 typ, podľa prevládajúcich iónov nad 25 c-z % Ca-HCO_3 typ. Z Palmer-Gazdových charakteristik dominovala A_2 zložka (60,1 – 64,0 c-z %). Vody boli alkalické (priemerná hodnota 7,6). V aniónovom zložení dominovali hydrogenuhličitan (320,0 a 323,6 $\text{mg}\cdot\text{l}^{-1}$), po nich nasledovali dusičnany (43,4 a 45,3 $\text{mg}\cdot\text{l}^{-1}$), chloridy (43,4 a 45,3 $\text{mg}\cdot\text{l}^{-1}$) a sírany (36,9 a 39,1 $\text{mg}\cdot\text{l}^{-1}$). V kationovom zložení boli najvyššie koncentrácie pri vápniku (155,0 a 164,0 $\text{mg}\cdot\text{l}^{-1}$), nasledoval sodík (15,8 a 16,3 $\text{mg}\cdot\text{l}^{-1}$), horčík (3,4 a 3,5 $\text{mg}\cdot\text{l}^{-1}$) a draslík (0,72 a 1,3 $\text{mg}\cdot\text{l}^{-1}$) (tab. 1). Vody boli presýtené voči kalcitu, nedosýtené voči dolomitu aj sadrovcu. Nasýtenosť vôd v tejto časti jaskyne potvrdzuje aj prítomnosť drobných brk a bielych sintrových nátekov, ako aj tvorba jemných vyžrážaných povlakov na mlákach v sedimentoch podlahy.

Vody Slukovej studne

Zo Slukovej studne sa v priebehu roka 2017 a 2018 odobralo 5 vzoriek vody (10. 5. 2017, 21. 8. 2017, 22. 11. 2017, 30. 8. 2018 a 27. 11. 2018). Kým pri prvých dvoch odberoch bola vďaka topeniu snehu a zrážkam hladina vody v studni vyššia pri súčasne nižšej teplote vody (8,9 a 9,2 °C), počas zvyšných troch odberov hladina podzemnej vody v studni klesla za súčasného zvýšenia teploty vody (10,2 a 11,0 °C). Vyšší stav vody v studni charakterizovala ich nižšia mineralizácia (383,0 a 439,0 $\text{mg}\cdot\text{l}^{-1}$), vyššie hodnoty pH (7,98 a 8,00), základný nevýrazný Ca-HCO_3 typ, resp. podľa prevládajúcich iónov nad 25 c-z % Ca-HCO_3 typ vôd. Najvyššie zastúpenie Palmer-Gazdových charakteristík mala A_2 zložka (55,83 – 64,3 c-z %). Pri nižšej hladine sa mineralizácia vôd pohybovala od 519,5 do 595,9 $\text{mg}\cdot\text{l}^{-1}$, hodnoty pH boli nižšie (7,47 až 7,78). Vody boli rovnako základného nevýrazného Ca-HCO_3 typu, podľa prevládajúcich iónov nad 25 c-z % $\text{Ca-HCO}_3\text{-Cl}$ alebo $\text{Ca-HCO}_3\text{-SO}_4$ typu. Priemerná hodnota A_2 zložky bola 60,66 c-z %. Premenné chemické zloženie bolo odrazom variability koncentrácií takmer všetkých hlavných iónov obsiahnutých vo vode (tab. 1). Najväčšie rozdiely boli v prípade hydrogenuhličitanov, síranov a vápnika. Počas nižších stavov bola priemerná koncentrácia hydrogenuhličitanov len 185,5 $\text{mg}\cdot\text{l}^{-1}$. Rovnako nižšie boli aj koncentrácie síranov (32,5 až 38,1 $\text{mg}\cdot\text{l}^{-1}$) a vápnika (71,0 až 99,0 $\text{mg}\cdot\text{l}^{-1}$). Za vyšších stavov dosiahli koncentrácie hydrogenuhličitanov úroveň 282,0 $\text{mg}\cdot\text{l}^{-1}$, sírany 105,0 $\text{mg}\cdot\text{l}^{-1}$ a vápnik 135,0 $\text{mg}\cdot\text{l}^{-1}$. V prípade kalcitu sa hodnoty SI pohybovali v kladných číslach (priemerná hodnota bola 0,43), pri dolomite aj sadrovci boli hodnoty SI záporné (priemerná hodnota SI_{dolomit} -0,15, priemerná hodnota SI_{sadrovce} -1,65).

Sintrové jazierko (Koščov prekop)

Vody z malého jazierka (cca 40 × 20 cm) dotovaného priesakovou vodou sme odobrali 21. 8. 2017 a 22. 11. 2017. Podľa hodnôt pH boli vody zásadité až silno zásadité, zmiešaného typu s prevahou kalcium-dusičnanovej zložky. Na rozdiel od ostatných odberných miest bola hodnota A_2 zložky nízka (22,2 a 27,8 c-z %). Najvyššie hodnoty z Palmer-Gazdových charakteristík mala $\text{S}_2(\text{NO}_3)$ zložka s priemernou hodnotou 40,16 c-z %. Vyplyva to z celkového chemického zloženia vôd jazierka, v ktorom na rozdiel od ostatných odberných miest domino-

vali v aniónovom zložení dusičnany (priemer 334,0 $\text{mg}\cdot\text{l}^{-1}$), nasledovali HCO_3 ióny (priemer 188,0 $\text{mg}\cdot\text{l}^{-1}$), SO_4^{2-} ióny (priemer 80,0 $\text{mg}\cdot\text{l}^{-1}$) a chloridy (priemer 70,1 $\text{mg}\cdot\text{l}^{-1}$). Z kationov rovnako ako na ostatných miestach dominoval vápnik (priemer 252,0 $\text{mg}\cdot\text{l}^{-1}$), nasledoval sodík (priemer 12,3 $\text{mg}\cdot\text{l}^{-1}$), horčík bol až tretí v poradí (priemer 3,4 $\text{mg}\cdot\text{l}^{-1}$) (tab. 1). Celková mineralizácia vôd bola pomerne vysoká (1034,0 a 887,0 $\text{mg}\cdot\text{l}^{-1}$), a to hlavne vplyvom vyšších koncentrácií dusičnanov, síranov a chloridov. Ich vyššie hodnoty pripisujeme znečisteniu. Pomer $r\text{SO}_4/M$ bol nízky (priemer 0,07), čo vylučuje sulfátogénny pôvod síranov. Koncentrácie amónnych iónov ako indikátora čerstvého fekálneho znečistenia boli nízke. Hodnoty SI kalcitu boli v oboch prípadoch vysoké (0,54 a 0,79), kým v prípade dolomitu a sadrovca boli tieto hodnoty záporné. Vyššie hodnoty nasýtenia vôd voči kalcitu ich predurčujú na vyžrážanie kalcitu, vďaka čomu bolo možné pozorovať na hladine jazierka veľmi jemné sintrové povlaky.

KVALITA PODZEMNÝCH VÔD V JASKYNI

Už v úvode sa spomínajú staršie indicie a dohady o tom, že podzemné vody Moldavskej jaskyne môžu niesť znaky znečistenia spôsobeného ľudskou činnosťou (Čílek, 2000). Dôvodom môže byť hlavne sama lokalizácia jaskyne v intraviláne mesta, s čím súvisí existencia výstavby v nadloží jaskynných priestorov, kde sa v minulosti nachádzala aj skládka odpadu. Ďalším z dôvodov môže byť aj opakujúce sa znečistenie okolia jaskyne rôznym komunálnym odpadom a živočíšnymi výkalmi (obr. 5).

Podľa hydrogeochemickej mapy v mierke 1 : 25 000 (<http://apl.geology.sk/hydrochem/>) patrí okolie jaskyne do územia so zhoršenou kvalitou podzemnej vody, s nadlimitnými koncentraciami dusičnanov, CHSK_{Mn} , Al a Sb.

Nami získané chemické analýzy vôd sa porovnali s vyhláškou Ministerstva zdravotníctva Slovenskej republiky č. 247/2017 Z. z. Podľa vyhlášky bola v piatich vzorkách prekročená najvyššia medzná hodnota dusičnanov (50 $\text{mg}\cdot\text{l}^{-1}$)

– vo všetkých odberoch z Dómu pri lebke a sintrového jazierka z Koščovho prekopu (tu bola koncentrácia dusičnanov až nad hodnotou 330 $\text{mg}\cdot\text{l}^{-1}$) a 1 × z odberu zo Slukovej studne. Až pri 91 % všetkých vzoriek boli vo vodách koncentrácie dusičnanov vyššie ako 20 $\text{mg}\cdot\text{l}^{-1}$. Zdrojom dusičnanov vo vodách sú pritom najmä odpadové vody, živočíšne odpady a hnojivá. Koncentrácie amoniakálneho dusíka, ktorý indikuje čerstvé fekálne znečistenie, boli vo vodách nízke (koncentrácia NH_4^+ bola pod hranicou 0,05 $\text{mg}\cdot\text{l}^{-1}$). Anorganické znečistenie vyplavované do jaskyne je tak pravdepodobne najmä staršieho pôvodu. Pri vzorke zo sintrového jazierka z 22. 11. 2017 bola prekročená medzná hodnota železa (0,2 $\text{mg}\cdot\text{l}^{-1}$) aj mangánu (50 $\mu\text{g}\cdot\text{l}^{-1}$). Medzná hodnota železa bola prekročená aj vo vzorke z 10. 5. 2017 zo studne. Takmer v žiadnej vzorke sa nedosiahla vo vyhláške odporúčaná hodnota horčíka (10,0 až 30,0 $\text{mg}\cdot\text{l}^{-1}$). Napriek tomu, že

ani v jednom prípade nebola prekročená medzná hodnota chloridov (250,0 $\text{mg}\cdot\text{l}^{-1}$), pri všetkých vzorkách z priesakov z Dómu pri lebke a Dómu pri sude a vo vzorkách zo sintrového jazierka boli koncentrácie chloridov vyššie ako 40 $\text{mg}\cdot\text{l}^{-1}$. Takéto hodnoty nie sú bežné pri jaskynných vodách Slovenského krasu, môžeme ich brať skôr ako indikátor fekálneho znečistenia. Rovnako to platí aj pri koncentráciách sodíka, ktoré spĺňali medznú hodnotu vyhlášky (200 $\text{mg}\cdot\text{l}^{-1}$). Ich koncentrácie v priesakových vodách (max. 17,1 $\text{mg}\cdot\text{l}^{-1}$, priemer 12,5 $\text{mg}\cdot\text{l}^{-1}$) sú však podstatne vyššie ako pri neznečistených priesakových vodách v iných jaskyniach Slovenského krasu.

Hodnoty CHSK_{Mn} boli pri všetkých vzorkách z jaskyne pod hranicou limitných hodnôt, najvyššie hodnoty dosahovali priesakové vody Vstupného dómu (od 0,5 do 3,0 $\text{mg}\cdot\text{l}^{-1}$).

Všetky vybrané kovy, ktoré sa stanovili vo vzorkách jednorazovo pri odbere 22. 11. 2017, spĺňali limitné hodnoty vyhlášky.

Pri mikrobiologických ukazovateľoch sme sa zamerali hlavne na ukazovatele indikujúce fekálne znečistenie (*Escherichia coli*, enterokoky, koliformné baktérie). Ich prítomnosť sa identifikovala na rôznych miestach v jaskyni pri takmer všetkých odberoch. Medzné hodnoty pre pitnú vodu sú pri všetkých troch ukazovateľoch nulové. V jaskyni z nich mali pri priesakových vodách najvyššie zastúpenie koliformné baktérie, potom enterokoky a *Escherichia coli*, ktoré boli identifikované len vo vodách Vstupnej chodby. Kultivovateľné mikroorganizmy pri 36 °C sa nachádzali vo všetkých analyzovaných vzorkách priesakových vôd. Ich medzná hodnota podľa vyhlášky pre hromadné zásobovanie (50 KTJ/ml) bola prekročená len pri 33 % odberových vzoriek. Počty KM36 boli neporovnateľne menšie ako počty kultivovateľných mikroorganizmov pri 22 °C, ktoré majú aj vyšší limit medznej hodnoty (200 KTJ/ml). Ten bol pri priesakových vodách prekročený na všetkých odberných miestach a vo všetkých odberoch s výnimkou všetkých vzoriek z odberu 10. 5. 2017.



Obr. 5. Znečistenie pred vchodom do Moldavskej jaskyne dňa 30. 8. 2018. Foto: D. Haviarová

Fig. 5. Pollution in front of the Moldavská jaskyňa Cave entrance, 30. 8. 2018. Photo: D. Haviarová

Vybrané mikrobiologické ukazovatele sa vo vodách sintrového jazierka stanovili jednorazovo 22. 11. 2017. Pri všetkých piatich ukazovateľoch boli s výnimkou *Escherichia coli* prekročené ich medzné hodnoty.

Najvyššie mikrobiálne znečistenie ukazovali vody Slukovej studne, ktoré výrazne prekročovali vo všetkých stanovovaných ukazovateľoch medzné limity vyhlášky (tab. 2).

DISKUSIA

Výsledky chemických analýz vôd z rozdielnych častí jaskyne poukazujú na variabilitu chemického zloženia jaskynných vôd v priestore aj čase (obr. 6). Kým vo vstupných častiach jaskyne (Vstupný dóm, Hlavná chodba) prevládajú pri priesakoch počas celého roka vody základného výrazného kalcium-hydrogenuhličitanového typu (Ca-HCO_3), hlbšie v jaskyni (priesak Dóm pri sude, Dóm pri lebke) dominuje základný nevýrazný kalcium-hydrogenuhličitanový typ vôd. Základný nevýrazný kalcium-hydrogenuhličitanový typ vôd je charakteristický aj pre vody Slukovej studne. Zmiešaný typ vôd so zastúpením vápnika, hydrogenuhličitanov a dusičnanov ($\text{Ca-NO}_3\text{-HCO}_3$) je typický pre stojaté vody sintrového jazierka, pri ktorom je tvorba jeho chemického zloženia výraznejšie antropogénne ovplyvnená. Z Palmer-Gazdových charakteristík majú jaskynné vody s výnimkou vôd sintrového jazierka najvyššie zastúpenie A_2 zložky, ktorej hodnoty sa pohybujú prevažne nad 60 c-z %. Pri priesakových vodách Dómu pri sude sú tieto hodnoty nižšie (48,4 – 59,6 c-z %) pri vyšších hodnotách $\text{S}_2(\text{Cl})$. Všeobecne sú hodnoty A_2 zložky v Moldavskej jaskyni v porovnaní s výsledkami z iných jaskýň Slovenského krasu – napr. z jaskyne Domica, Milada, Gombaseckej jaskyne o niečo nižšie (Haviarová a kol., 2010, 2011, 2012), kým hodnoty $\text{S}_2(\text{SO}_4)$, $\text{S}_2(\text{Cl})$ a $\text{S}_2(\text{NO}_3)$ naopak občasne vyššie (tab. 3). Zvýšené hodnoty $\text{S}_2(\text{SO}_4)$, $\text{S}_2(\text{Cl})$ a $\text{S}_2(\text{NO}_3)$ pravdepodobne indikujú antropogénny vplyv na chemické zloženie vôd v jaskyni.

Pomer rMg/rCa je na všetkých odberných miestach vôd v jaskyni nízky, priemerné hodnoty sa pohybujú len okolo 0,02 až 0,04. Najvyššie hodnoty tohto charakterizačného koeficienta dosahujú priesakové vody Dómu pri sude (max. 0,22) a vody Slukovej studne (max. 0,26), ktoré sa nachádzajú vo vzájomnej blízkosti. Môžeme predpokladať, že v tejto časti jaskyne je oproti iným častiam nepatrne vyšší podiel dolomitovej zložky, stále však ide o veľmi nízke hodnoty (tab. 3).

Hodnoty pH sa pri priesakových vodách pohybujú od 7,6 do 8,3 s priemernou hodnotou 7,9. Zo studne sú tieto hodnoty nepatrne nižšie (od 7,5 do 8,0). Teplota priesakových vôd nameraná v čase odberov sa pohybovala v rozpätí od 7,0 do 9,8 °C (priemer 8,4 °C). Jej hodnoty boli stabilnejšie pri stálejších priesakoch (napr. priesak v Dóme pri sude). Teplota vody v studni bola v čase odberov v porovnaní s priesakovými vodami vyššia (od 8,9 °C do 11,0 °C). Výsledky z odberov nazna-

Tab. 2. Prehľad sledovaných mikrobiologických ukazovateľov vo vodách z Moldavskej jaskyne
Tab. 2. Overview of microbiological parameters monitoring of the Moldavská jaskyňa Cave water

	Dátum odberu	KM22 (KTJ·ml ⁻¹)	KM36 (KTJ·ml ⁻¹)	koliformné baktérie (KTJ·100 ml ⁻¹)	enterokoky (KTJ·100 ml ⁻¹)	<i>Escherichia coli</i> (KTJ·100 ml ⁻¹)
Vstupný dóm	10. 5. 2017	91	4	94	6	3
	21. 8. 2017	245	20	43	1	0
	30. 8. 2018	7500	135	4608	1300	8
Hlavná chodba	10. 5. 2017	15	3	0	0	0
	21. 8. 2017	10 000	410	1180	90	220
Dóm pri sude	10. 5. 2017	14	4	0	1	0
	21. 8. 2017	1200	34	7	0	0
	22. 11. 2017	1259	64	21	2	0
Dóm pri lebke	30. 8. 2018	267	40	2	0	0
Slukova studňa	10. 5. 2017	17 000	5000	10 500	800	900
	21. 8. 2017	5500	880	3900	70	400
	22. 11. 2017	2559	53	36	1	0
	30. 8. 2018	21 090	5682	9400	2100	2900
sintrové jazierko	22. 11. 2017	280	427	14	1	0
Vyhl. 247/2017		200	50	0	0	0

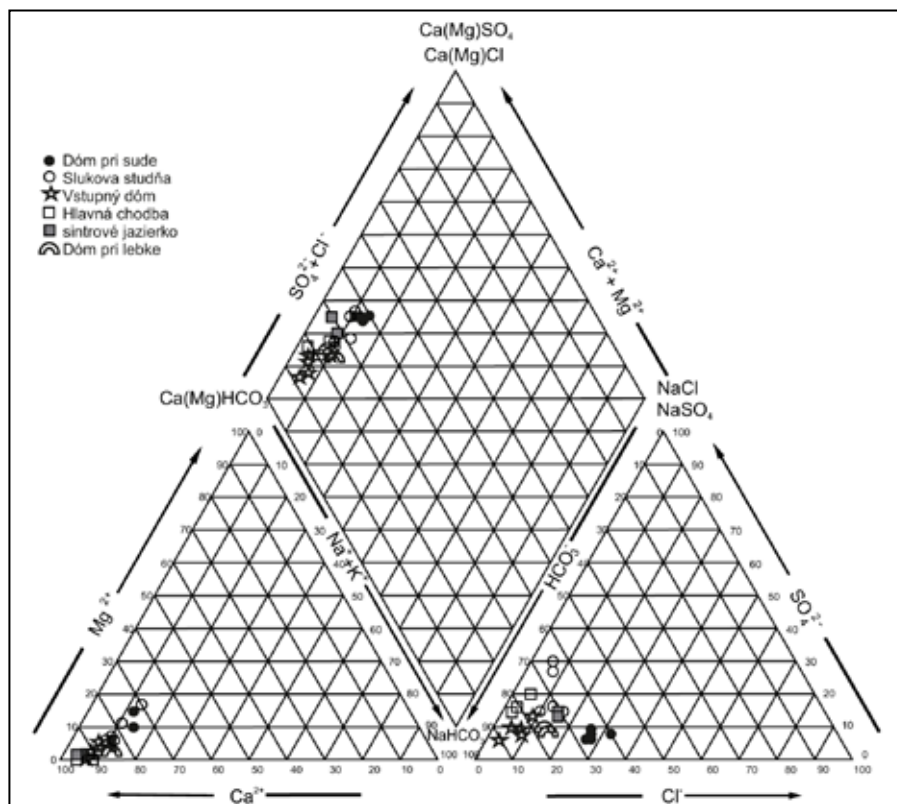
Vysvetlivky: KM22 – kultivovateľné mikroorganizmy pri 22 °C, KM36 – kultivovateľné mikroorganizmy pri 36 °C; Vyhl. 247/2017 – limity podľa Vyhlášky MZ SR č. 247/2017 Z. z. (medzné hodnoty pre hromadné zásobovanie pitnou vodou)
Explanations: KM22 – Microorganisms cultivable at 22 °C, KM36 – Microorganisms cultivable at 36 °C; Vyhl. 247/2017 – thresholds according to the Decree of Slovak Health Ministry No. 247/2017 Coll. (threshold values for mass drinking water supply)

čujú zápornú koreláciu medzi teplotou vody v studni a výškou jej hladiny.

Z aniónov prevládajú v jaskynných vodách ióny HCO_3^- s najvyššími priemernými koncentráciami pri priesakových vodách z Hlavnej chodby, následne Dómu pri lebke a Vstupného dómu. Najnižšie koncentrácie tohto aniónu sa vyskytujú pri vodách v Slukovej studni a sintrovom jazierku. Hlavným kationom všetkých jaskynných vôd je vápnik, ktorého koncentrácie sú najvyššie pri vodách sintrového jazierka, nasledujú priesakové vody Hlavnej chodby, Dómu pri lebke a Vstupného dómu. Najnižšie koncentrácie vápnika sú pri vodách Slukovej studne.

Celkovú mineralizáciu vôd ovplyvňujú v jaskyni vzhľadom na charakter horninového

prostredia aj zložky, pri ktorých sa predpokladá ich antropogénny pôvod. Ide hlavne o sírany, chloridy a dusičnany, ktoré sa výrazne podieľajú na hodnote celkovej mineralizácie vôd. Najviac mineralizované sú vody sintrového jazierka, najmenej vody Slukovej studne. Pri priesakových vodách sa zistili pomerne veľké rozdiely v celkovej mineralizácii (tab. 1, 4). Z priesakových vôd je najnižšia mineralizácia pri vodách Vstupného dómu, kde môžeme predpokladať najmenšiu hrúbku nadložia. S menšou hrúbkou nadložia súvisí aj vyššia variabilita chemického zloženia vôd ako dôsledok intenzívnejšej komunikácie s povrchom a kratšej doby interakcie s horninovým prostredím. Menšie výkyvy v chemickom zložení sú pri priesakových vodách, ktoré nie sú



Obr. 6. Piperov graf chemického zloženia vôd
Fig. 6. Piper diagram of water chemical composition

Tab. 3. Prehľad hlavných charakterizačných koeficientov vôd a Palmer-Gazdových charakteristík
Tab. 3. Overview of main characteristic coefficients of waters and Palmer-Gazda characteristics

	M	Charakterizačné koeficienty			Palmer-Gazdove charakteristiky								
	(mg·l ⁻¹)	rMg/rCa	rNa/rK	rSO ₄ /M	S ₁ (NO ₃)	S ₁ (Cl)	S ₁ (SO ₄)	S ₂ (NO ₃)	S ₂ (Cl)	S ₂ (SO ₄)	A ₁	A ₂	A ₃
					(c-z %)								
Vstupný dóm (priesak), n = 5													
min	364	0,01	1,65	0,03	3,71	0,00	0,00	0,00	3,48	7,08	0,00	67,10	0,01
max	646	0,06	3,47	0,06	8,20	1,36	0,00	0,65	10,79	13,24	0,00	84,37	0,02
medián	567	0,01	2,85	0,05	6,03	0,14	0,00	0,00	8,22	10,09	0,00	76,43	0,01
priemer	535	0,03	2,65	0,05	7,67	0,45	0,00	0,19	7,67	9,84	0,00	75,76	0,01
Hlavná chodba (priesak), n = 3													
min	749	0,01	2,16	0,08	3,97	0,00	0,00	0,00	1,12	18,32	0,00	69,00	0,00
max	832	0,03	37,20	0,10	6,72	2,67	0,00	0,64	3,66	19,00	0,00	73,73	0,02
medián	754	0,01	18,34	0,09	5,81	1,83	0,00	0,00	3,42	18,50	0,00	71,57	0,01
priemer	779	0,02	19,23	0,09	5,50	1,50	0,00	0,21	2,73	18,61	0,00	71,43	0,01
Dóm pri sude (priesak), n = 5													
min	534	0,07	8,08	0,04	4,85	0,28	0,00	0,00	3,26	7,59	0,00	48,43	0,02
max	587	0,22	59,32	0,16	10,93	1,87	0,00	0,00	32,47	30,72	0,00	59,60	0,07
medián	545	0,09	46,33	0,04	8,36	0,59	0,00	0,00	26,18	9,05	0,00	55,76	0,01
priemer	553	0,12	35,40	0,07	8,29	0,92	0,00	0,00	22,75	13,03	0,00	54,98	0,02
Dóm pri lebke (priesak), n = 2													
min	629	0,04	21,32	0,05	8,08	0,00	0,00	3,27	14,77	9,82	0,00	60,13	0,01
max	656	0,04	37,32	0,05	8,12	0,00	0,00	5,17	16,62	9,99	0,00	64,01	0,01
medián	643	0,04	29,32	0,05	8,10	0,00	0,00	4,22	15,70	9,91	0,00	62,07	0,01
priemer	643	0,04	29,32	0,05	8,10	0,00	0,00	4,22	15,70	9,91	0,00	62,07	0,01
Slukova studňa, n = 5													
min	384	0,09	2,92	0,07	4,85	0,00	0,00	0,00	3,26	13,93	0,00	55,83	0,05
max	593	0,26	21,94	0,13	8,47	6,06	0,00	9,88	11,96	30,72	0,00	64,30	0,21
medián	519	0,10	16,70	0,08	5,86	2,14	0,00	0,00	6,59	17,10	0,00	61,34	0,08
priemer	496	0,14	13,93	0,09	6,52	2,60	0,00	1,98	7,31	20,83	0,00	60,66	0,10
Sintrové jazierko, n = 2													
min	888	0,02	9,43	0,06	3,69	0,00	0,00	38,88	16,30	13,15	0,00	22,23	0,00
max	1035	0,03	13,95	0,07	5,19	0,00	0,00	41,43	16,50	14,42	0,00	27,78	0,60
medián	961	0,03	11,69	0,07	4,44	0,00	0,00	40,16	16,40	13,79	0,00	25,01	0,30
priemer	961	0,03	11,69	0,07	4,44	0,00	0,00	40,16	16,40	13,79	0,00	25,01	0,30

naviazané na veľké tektonické poruchy, majú rovnomernejšiu intenzitu priesaku a sú hlbšie v jaskyni (napr. priesak v Dóme pri sude). Priesakové vody viazané na väčšie tektonické poruchy (napr. priesak na Hlavnej chodbe) sú aktívnejšie po zrážkach, majú vyššie hodnoty mineralizácie, ktoré zvyšujú aj hodnoty dusičnanov a síranov, čo pravdepodobne súvisí s už spomínaným vyplavovaním znečistenia z nadložia. Obohacovanie vôd síranovými iónmi môže byť spôsobené aj rozpúšťaním sadrovca a anhydritov, respektíve oxidáciou sulfidov, ktoré sa môžu nachádzať lokálne prirodzene ako prímies vo vápencoch a výplniach puklín. Doterajšie geologické výskumy však zatiaľ nepotvrdili vyššiu prítomnosť síranov a sulfidov v jaskynnom prostredí. Hodnoty pomeru rSO₄/M jaskynných vôd sú rovnako nízke, v priemere neprekračujú hodnotu 0,09 (tab. 3), čo viac-menej vylučuje sulfatogénny pôvod síranov v priesakových vodách. Antropogénny zdroj síranov môže pochádzať aj z bývalej skládky tuhého komunálneho odpadu v nadloží jaskyne.

Vzájomná závislosť výsledkov meraní hladiny vody v Slukovej studni a jej mineralizácie získaných z doterajších expedičných odberov

má znaky negatívnej korelácie. Vyšší stav vody v studni sprevádza výskyt menej mineralizovanej chladnejšej vody, ktorá môže pochádzať z menej nasýtených zrážkových vôd formujúcich sa v krasovom masíve, ako aj z riečnych náplavov Bodvy. Podľa hydrogeochemickej mapy v mierke 1 : 25 000 (<http://apl.geology.sk/hydrochem/>) prítom kvartérne fluvialné sedimenty v okolí rieky Bodvy charakterizuje fluviogénna mineralizácia Ca-HCO₃, Ca-Mg-HCO₃ alebo Ca-SO₄-HCO₃ typu s celkovou mineralizáciou 200 až 1000 mg·l⁻¹. Orvan a kol. (1974) udáva mineralizáciu vôd riečnych náplavov v tejto časti územia na 290 až 300 mg·l⁻¹ a mineralizáciu podzemných krasových akumulácií z tejto časti štruktúry na 320 až 380 mg·l⁻¹. Priemerná hodnota celkovej mineralizácie vôd Slukovej studne zistená počas našich odberov bola vyššia (495 mg·l⁻¹), skôr sa blíži k priemerným hodnotám, ktoré podľa Orvana a kol. (1974) dosahujú v tomto území vody pochádzajúce len z vápencového masívu (450 až 580 mg·l⁻¹). Zvýšené hladiny vody v studni tak môžu súvisieť aj so vzdutím hladiny vôd vápencového masívu na jeho okrají vplyvom zvýšenej hladiny podzemnej vody riečnych náplavov.

ZÁVER

Zloženie vôd Moldavskej jaskyne bolo zhodnotené na základe výsledkov 22 originálnych účelových chemických analýz a 14 mikrobiologických analýz vôd z odberov realizovaných v priebehu rokov 2017 a 2018.

Vody Moldavskej jaskyne patria podľa výsledkov chemických analýz k vodám s petrogénnou mineralizáciou, ktorých chemické zloženie závisí hlavne od mineralogicko-petrografického charakteru horninového prostredia. K ďalším faktorom, ktoré výraznejšie ovplyvňujú formovanie chemického zloženia vôd v jaskyni, patrí hlavne dĺžka interakcie presakujúcej vody s horninami, priepustnosť horninového prostredia a antropogénny činiteľ.

Hlavným mineralizačným procesom tvorby chemického zloženia vôd v jaskyni je proces rozpúšťania karbonátov (hlavne svetlosivých wettersteinských vápencov). Na celkové chemické zloženie vôd jaskyne má pravdepodobne výraznejší vplyv aj antropogénne znečistenie.

V jaskyni prevládajú dva genetické typy vôd – základný výrazný a základný nevýrazný kalcium-hydrogenuhličitanový, ktoré vplyvom antropogénneho znečistenia (hlavne

Tab. 4. Priesakové vody v jaskyni – sumárne štatistické spracovanie chemického zloženia vôd
Tab. 4. Dripping cave waters – summary statistical evaluation of chemical water composition

	pH	M	Na ⁺	K ⁺	Ca ²⁺	Mg ²⁺	Fe	Mn	NH ₄ ⁺	Cl ⁻	SO ₄ ²⁻	NO ₃ ⁻	HCO ₃ ⁻
min	7,6	364	6,1	0,4	85,0	1,0	0,01	0,005	0,02	11,5	22,8	15,4	187
max	8,3	832	17,1	9,3	202,0	15,0	0,04	0,005	0,05	82,8	94,6	63,2	479
medián	7,8	572	14,5	1,4	134,5	3,2	0,015	0,005	0,05	32,1	34,5	32,1	309
priemer	7,9	603	12,5	2,9	140,0	4,2	0,022	0,005	0,04	39,5	42,9	37,5	313

dusičnanovej a chloridovej zložky) prechádzajú do menej vyhraných (zmiešaných) typov vôd. Celková mineralizácia priesakových vôd v jaskyni sa pohybuje od 364,0 do 823,0 mg·l⁻¹, s priemernou hodnotou 603,0 mg·l⁻¹. Pri vodách Slukovej studne je toto rozpätie od 383,0 do 593,0 mg·l⁻¹, s nižšou priemernou hodnotou (496,0 mg·l⁻¹). Pri týchto vodách platí záporná korelácia medzi hladinou podzemnej vody a mineralizáciou, t. j. so zvyšujúcou sa úrovňou hladiny vody v studni klesá hodnota jej celkovej mineralizácie. Predpokladá sa, že nižšie hodnoty mineralizácie spôsobuje aj vplyv nižšie mineralizovaných vôd pochádzajúcich z riečnych náplavov Bodvy.

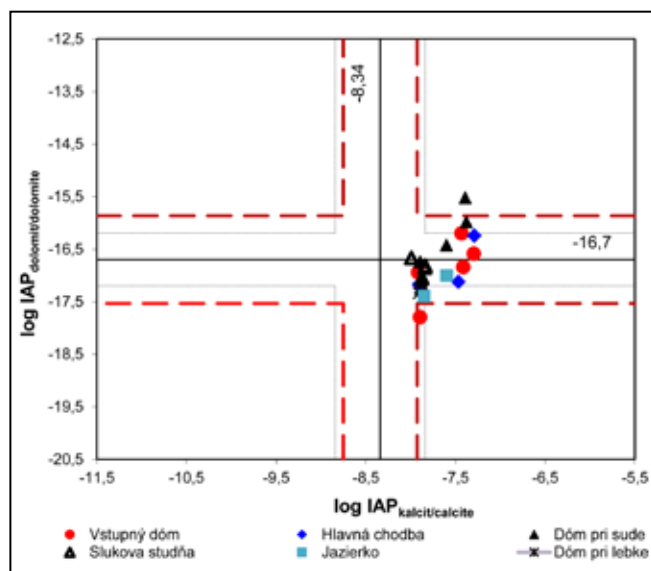
Vo všetkých vodách z Moldavskej jaskyne prevládajú ióny vápnika a hydrogenuhličitanov. Charakteristické sú aj lokálne vyššie koncentrácie chloridov, dusičnanov a síranov. Najmä v prípade chloridov a dusičnanov sa predpokladá ich antropogénny pôvod. Zastúpenie SiO₂ zložky je pri všetkých jaskynných vodách nízke (priemerná hodnota 10,6 mg·l⁻¹).

Jaskynné vody okrem anorganického znečistenia nesú znaky mikrobiálneho znečistenia, ktoré je najvýraznejšie pri vodách Slukovej studne.

Pomerne vysoké hodnoty indexov nasýtenia priesakových vôd voči kalcitu deklarujú zvýšenú pravdepodobnosť tvorby speleotém, na ktoré však jaskyňa nie je príliš bohatá

(obr. 7). Príčinu môžeme hľadať hlavne v nízkom počte miest s trvalým priesakom, ktorých prítomnosť je nevyhnutná na vznik jaskynnej výzdoby. Nasýtenie vôd Slukovej studne voči kalcitu je v porovnaní s ostatnými vodami najnižšie. Aj tieto vody však preukazujú znaky presýtenia voči kalcitu.

Výsledky monitoringu jednoznačne potvrdili znečistenie jaskynných vôd, či už ide o vody priesakové, alebo o vody, ktoré dotujú Slukovu studňu. Preukázané bolo anorganické aj mikrobiálne znečistenie, ktoré môže negatívne vplyvať na ďalšie zložky jaskynného ekosystému. Vzhľadom na získané výsledky by bolo vhodné na lokalite pokračovať s dlhodobším monitorovaním kvality jaskynných vôd, ako aj s podrobnejším riešením problematiky jej zraniteľnosti a ochrany.



Obr. 7. Graf nasýtenia vôd vzhľadom na kalcit a dolomit (podľa Flaková et al., 2010)

Fig. 7. Diagram of water saturation with respect to calcite and dolomite (after Flaková et al., 2010)

Podakovanie: Moje podakovanie patrí P. Staníkovi (Správa slovenských jaskýň) za pomoc pri odbere vzoriek vody v jaskyni a Z. Hochmuthovi (Speleoklub UPJŠ Košice) za prvotné sprevádzanie v jaskyni a umožnenie ďalších vstupov do jaskyne.

LITERATÚRA

- BELLA, P. 2007. Environmentálne problémy využívania a ochrany krasu v kotlinách a podoliach Západných Karpát. *Geographia Cassoviensis*, 1, 11–18.
- BELLA, P. – BOSÁK, P. – PRUNER, P. – HOCHMUTH, Z. – HERCMAN, H. 2007. Magnetostratigrafia jaskynných sedimentov a speleogenéza Moldavskej a Jasovskej jaskyne. *Slovenský kras*, 45, 15–42.
- BELLA, P. – GAÁL, Ľ. – LITVA, J. – HOCHMUTH, Z. – HAVIAROVÁ, D. – SOTÁK, J. 2018. Moldavská jaskyňa – horizontálny labyrint vytvorený alochtónnymi vodami Bodvy v kontaktom krase Medzevskej pahorkatiny. *Mineralia Slovaca*, 50, 2, 159–178.
- CÍLEK, V. 2000. Mineralogické výskumy v Moldavskej jaskyni a Mniší diere ve Slovenském krasu. *Spravodaj Slovenskej speleologickej spoločnosti*, 31, 4, 8–10.
- FLAKOVÁ, R. – ŽENIŠOVÁ, Z. – SEMAN, M. 2010. Chemická analýza vody v hydrogeológii. *Slovenská asociácia hydrogeológov*, Bratislava, 166 s.
- GAÁL, Ľ. 2008. Geodynamika a vývoj jaskýň Slovenského krasu. *ŠOP SR, SSI, Liptovský Mikuláš – Knižné centrum*, Žilina, 168 s.
- GAZDA, S. 1974. Chemizmus podzemných vôd Západných Karpát a jeho genetická klasifikácia. In Leško, B. (Ed.): *Materiály z III. celoslovenskej geologickej konferencie*, II. časť. *Slovenský geologický úrad*, Bratislava, 43–50.
- HAVIAROVÁ, D. – FLAKOVÁ, R. – SEMAN, M. – ŽENIŠOVÁ, Z. 2010. Formovanie chemického zloženia vôd v jaskyni Domica. *Podzemná voda*, 13, 2, 153–161.
- HAVIAROVÁ, D. – FLAKOVÁ, R. – ŽENIŠOVÁ, Z. – SEMAN, M. 2011. Chemické zloženie a mikrobiologické vlastnosti krasových vôd jaskyne Milada a jej podzemného hydrologického systému (Silická planina, Slovenský kras). *Podzemná voda*, 17, 1, 34–51.
- HAVIAROVÁ, D. – FLAKOVÁ, R. – SEMAN, M. – GAÁL, B. – ŽENIŠOVÁ, Z. 2012. Chemické zloženie a mikrobiologické vlastnosti krasových vôd Silicko-gombaseckého jaskynného systému (Silická planina, Slovenský kras). *Aragonit*, 17, 1–2, 3–14.
- HOCHMUTH, Z. 2000a. Geomorfologický vývoj strednej časti doliny Bodvy a krasový fenomén okraja Slovenského krasu. In Lacika, J. (Ed.): *Zborník referátov z 1. konferencie Asociácie slovenských geomorfológov pri SAV, Liptovský Ján 21. – 23. 9. 2000*. ASC pri SAV, Bratislava, 51–56.
- HOCHMUTH, Z. 2000b. Moldavská jaskyňa – mierny pokrok. *Spravodaj Slovenskej speleologickej spoločnosti*, 31, 2, 20–22.
- HOCHMUTH, Z. 2000c. Moldavská jaskyňa vo vzťahu ku geomorfologickému vývoju doliny Bodvy. In Bella, P. (Ed.): *Výskum, využívanie a ochrana jaskýň. Zborník referátov z 2. vedeckej konferencie, Demänovská Dolina 16. – 19. 11. 1999*. SSI, Liptovský Mikuláš, 52–58.
- HOCHMUTH, Z. 2004. Príspevok ku genéze drobných foriem modelácie jaskynných chodieb v Medzevskej pahorkatine. In Bella, P. (Ed.): *Výskum, využívanie a ochrana jaskýň. Zborník referátov zo 4. vedeckej konferencie, Tále 5. – 8. 10. 2003*. SSI, Liptovský Mikuláš, 35–42.
- HOCHMUTH, Z. 2007a. Kras Medzevskej pahorkatiny ako príklad kotlinového krasu. *Geographia Cassoviensis*, 1, 49–54.
- HOCHMUTH, Z. 2007b. Geológia a geomorfológia okolia. In Soják, M. – Terray, M. (Eds.): *Moldavská jaskyňa v zrkadle dejín*. Mestský úrad, Moldava nad Bodvou, 12–14.
- HOCHMUTH, Z. 2007c. Opis jaskynných priestorov. In Soják, M. – Terray, M. (Eds.): *Moldavská jaskyňa v zrkadle dejín*. Mestský úrad, Moldava nad Bodvou, 15–24.
- HOCHMUTH, Z. – BARABAS, D. 2001. Krasová hydrografia na kontakte Slovenského krasu a Košickej kotliny. *Slovenský kras*, 39, 59–66.
- HOMOLA, V. 1951. Hydrogeologická studie Drienovecké vyvěračky v Jihošlovenském krasu. *Československý kras*, 4, 3–8.
- KLADIVA, E. – HOCHMUTH, Z. – THURČOZY, J. 1999. Moldavská jaskyňa. *Spravodaj Slovenskej speleologickej spoločnosti*, 30, 1, 30–35.
- MAZÚR, E. – LUKNÍŠ, M. 1978. Regionálne geomorfologické členenie Slovenskej socialistickej republiky. *Geografický časopis*, 30, 2, 101–125.
- MÜLLER, J. 1980. Moldavská jaskyně. *Československý kras*, 31 (1979), 97–102.
- ORVAN, J. – FERENC, P. – MELO, J. – NEŠVARA, J. – POTYŠ, Z. – RADČENKO, I. 1974. Hačavsko-Jasovská hydrogeologická štruktúra, predbežný HGP. Záverečná správa, *Geofond Bratislava*, 177 s + 101 príloh.
- PAPÁČ, V. – JÁSZAY, T. – LUPTÁČIK, P. – MOCK, A. 2019. Spoločenstvá terestrických bezstavovcov (evertebrata) Moldavskej jaskyne (Medzevskej pahorkatina). *Aragonit*, 24, 1, 22–29.
- PARKHURST, D. L. – APPELO, C. A. J. 1999. User's guide to PHREEQ-C (version 2) – a computer program for speciation, batch-reaction, one-dimensional transport and inverse geochemical calculations. U. S. Geological Survey Water-Resources Investigation Report 99-4259, 312 s.
- PITTER, P. 2009. *Hydrogeochemie*, 4. vyd. Vysoká škola chemicko-technologická, Praha, 579 s.
- SOJÁK, M. 2007. História archeologických výskumov. In Soják, M. – Terray, M. (Eds.): *Moldavská jaskyňa v zrkadle dejín*. Mestský úrad, Moldava nad Bodvou, 15–24.
- TERRAY, M. 2007. Poloha Moldavskej jaskyne. In Soják, M. – Terray, M. (Eds.): *Moldavská jaskyňa v zrkadle dejín*. Mestský úrad, Moldava nad Bodvou, 8–9.
- Vyhľadka č. 247/2017 Z. z. Ministerstva zdravotníctva Slovenskej republiky z 9. októbra 2017, ktorou sa ustanovujú podrobnosti o kvalite pitnej vody, kontrole kvality pitnej vody, programe monitorovania a manažmente rizík pri zásobovaní pitnou vodou <http://apl.geology.sk/hydrochem/> (prístup 17. 10. 2019)

PRVÉ POZNATKY O FAUNE MODREJ JASKYNE (MALUŽINSKÝ KRAS, NÍZKE TATRY)

Michal Rendoš¹ – Zuzana Višňovská² – Vladimír Papáč²

¹ Katedra ekológie, Fakulta humanitných a prírodných vied, Prešovská univerzita, 17. novembra 1, 081 16 Prešov; michal.rendos@unipo.sk

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

M. Rendoš, Z. Višňovská, V. Papáč: First knowledge of fauna in the Modrá jaskyňa Cave (Malužiná Karst, Low Tatra Mts.)

Abstract: The Modrá jaskyňa Cave (Blue Cave), discovered by speleologists in the vicinity of the Malužiná Village in January 2016, represents a part of the so-called Malužiná Karst, located in the eastern part of the Low Tatra Mts. The cave, with a total length of more than 650 m (altitude 777 m), is characterized by a unique blue-green colouring of speleothems (present especially in the cave deeper parts) caused by minerals of copper, azurite and malachite enriching the superincumbent layers of dolomites. In this paper, we provide the results of the first ever survey on invertebrate and vertebrate fauna conducted in the Modrá jaskyňa Cave in the period 2017 – 2019. In total, we found 62 invertebrate and 3 vertebrate taxa to inhabit the cave. In general, Collembola (19 species), Acari (14 taxa), and Diptera (5 taxa) prevailed quantitatively over other invertebrate groups along the entire cave. Invertebrate fauna was concentrated mainly in the chamber behind entrance no. 1 characterized by the presence of large amount of accumulated organic material (fallen leaves and decaying wood in particular) as well as favourable microclimatic conditions (air temperature did not drop here under 7 °C). This part of the cave had the most diversified faunal communities consisted of 45 different taxa. Collembolans *Ceratophysella denticulata* and *Ceratophysella granulata* were the most numerous, massively occurring in the entrance parts. Exceptional finding of the surface dwelling mite *Vulgarogamasus micherdzinskii* in the entrance zones of the cave represent the first record of this species in Slovakia. The deeper parts of the cave were considerably poor in organic material and fauna composition. Three troglobionts, specifically paligrade *Eukoena sp.* and collembolans *Deuteraphorura kratochvili* and *Megalothorax tatrensis*, were found to inhabit the cave deeper and microclimatically stable parts. Several Carpathian or Western Carpathian endemics, such as collembolans *Plutomurus carpaticus*, *D. kratochvili*, *M. tatrensis*, and diplopod *Allorhiscosoma sphinx*, were sampled in the cave. There were several small and shallow puddles and a single larger lake present in the cave. Aquatic invertebrate fauna, found only sporadically along the cave, was represented by harpacticoid copepods and water oligochaets of the family Enchytraeidae. Vertebrate fauna consisted of two bat species (*Plecotus auritus*, *Rhinolophus hipposideros*) and the frog *Bufo bufo*, all of them occurring in the cave only occasionally.

Key words: cave fauna, blue-green dripstone cave, troglobionts, Western Carpathians, Slovakia

ÚVOD

Malužinský kras predstavuje jedno zo série krasových území Nízkych Tatier, ktoré sa ťahne medzi masívom Ohníšťa a dolinou Svarinky (Hochmuth, 2008). Súčasťou tohto územia je aj Modrá jaskyňa (syn. Malužinská modrá jaskyňa), objavená miestnymi speleológmi v roku 2016 (Holúbek, 2016; Šmoll, 2017). Unikátnou črtou jaskyne, predovšetkým jej hlbších častí, sú pozoruhodné krasové výplne modrej a zelenej farby, ktorých vznik podmienila nezvyčajne vysoká koncentrácia minerálov medi, azuritu a malachitu, nachádzajúcich sa v dolomitovom nadloží jaskyne (Orvošová et al., 2016; Littva, 2017).

Dosiaľ jedinou podrobnejšie biospeleologicky skúmanou lokalitou v Malužinskom krase bola Malužinská jaskyňa, ktorej vchod leží niekoľko stoviek metrov vo svahu oproti novoobjavenej Modrej jaskyni. Papáč et al. (2015) tu v hlbších, mikroklimaticky stabilnejších častiach zaznamenali výskyt dvoch troglobiontných druhov chvostoskokov (*Deuteraphorura kratochvili*, *Pseudosinella pactii*) a stygobiontného kôrovca hlbínovky slepej (*Bathynella natans*). Lakota (2019) odtiaľ uvádza nález vzácného podzemného chrobáka *Duvallopsis pilosella stobieckii*. V širšom okolí Malužinského krasu sa doterajšia pozornosť biológov sústredila najmä na niektoré jaskyne Važeckého krasu v pohorí Kozie chrbty a na Demänovské jaskyne (Kováč et al., 2002a, 2015; Mock et al., 2002, 2004; Višňov-

ská et al., 2017 a in.). V predloženej práci predstavujeme originálne výsledky výskumu fauny bezstavovcov a stavovcov v Modrej jaskyni, ktorý sme vykonali krátko po jej objavení, v období rokov 2017 až 2019.

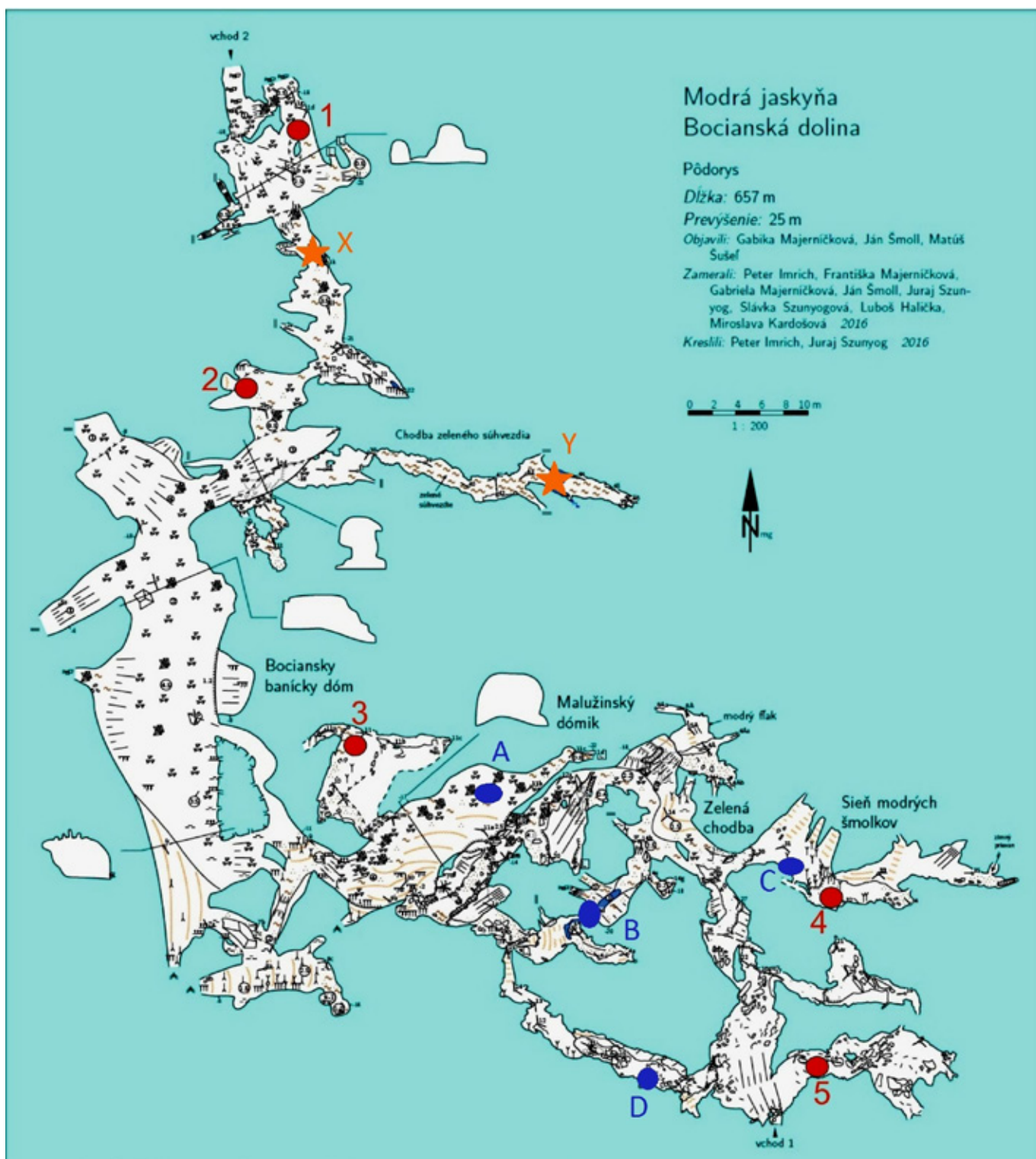
CHARAKTERISTIKA LOKALITY

Modrá jaskyňa sa nachádza bezprostredne nad obcou Malužiná v Bocianskej doline (k. ú. Nižná Boca, okr. Liptovský Mikuláš) na severnej strane Nízkych Tatier (Demänovské vrchy, časť Ďumbierske Tatry). Menovanej lokalite prislúcha kód orografického celku 190 a kód kvadrátu Databanky Fauny Slovenska 7084. Jaskyňa je vytvorená v strednotriasových karbonátových horninách, materskou horninou sú sivé dolomity, miestami dolomitické vápence. Ide o neaktívnu výverovú fluvio-krasovo-koróznú jaskyňu, jeden z niekdajších výverov riečky Bocianka, ktorá aj v súčasnosti preteká dnom Bocianskej doliny. Svedčí o tom výrazná akumulácia fluviálnych nánosov štrkových sedimentov, ktoré v nadloží jaskynného vchodu vytvárajú rozsiahlu riečnu terasu (Orvošová et al., 2016). Dĺžka zameraných priestorov jaskyne je 657 m s vertikálnym rozpätím 25 m (Bella et al., 2018).

S povrchovým prostredím jaskyňa komunikuje prostredníctvom dvoch otvorov (obr. 1). Jaskyňu speleológovia objavili vďaka srienu z teplého vlhkého podzemného vzduchu, ktorý v mrazivom období uniká z dovtedy neznámeho prieduchu v zemi

(Holúbek, 2016; Šmoll, 2017). Po odstránení skalných úlomkov a preklenutí tesného vertikálneho, komínovitého otvoru (terajší vchod 1) prenikli do časti jaskynného priestoru, ktorý v tomto príspevku označujeme ako „sieň pod vchodom 1“. Dno siene tvorí sutina pokrytá pôdou a organickým materiálom (predovšetkým opadané lístie, ihličie a drevo) napadanými alebo splavenými z povrchu (obr. 2). Tento na juh orientovaný objavný otvor bol následne zabezpečený mrežovým uzáverom, ktorý je po väčšinu roka prekrytý plachtou s nahádzanou pôdou a listovým opadom. Vchod 1 je tak pre človeka bežne nepriechodný. Krátko na to bol na opačnom, severnom konci jaskyne, v pôvodnom zvale, prekopy a rozšírený vchod 2, ktorý odvtedy slúži ako hlavný vchod do jaskyne a leží v nadmorskej výške 777 m. Je opatrený plným kovovým uzáverom s malým otvorom štvorcového tvaru s veľkosťou 14 × 15 cm.

Jaskyňu tvorí sústava siení, resp. menších dŕmov, prepojených užšími chodbami, z ktorých miestami vybiehajú kratšie postranné slepé odbočky alebo prepájacie chodby (obr. 1). Strop jaskyne je na niektorých miestach deštruovaný výrazným zvetrávaním materskej horniny, ktorá na podlahe tvorí nahromadené sutinové skaly (najmä Bociansky banický dŕm a vstupné časti jaskyne). Dno jaskynných priestorov vyplňa v prevažnej miere alochtónny granitoidný riečny sediment (piesky, štrky), splavený z nekrasového okolia Nízkych Tatier



Obr. 1. Pôdorys Modrej jaskyne s označením polohy biospeleologických stanovišťa – terestrických (stanovišťa 1 – 5) a akvatických (stanovišťa A – D), a polohy špecifických stanovišťa X a Y. Mapový podklad: Šmoll (2017)

Fig. 1. Ground plan of the Modrá jaskyňa Cave along with the position of biospeleological stands – terrestrial (stands no. 1 – 5) and aquatic (stands A – D), and location of specific habitats X and Y. Designed by Šmoll (2017)

(Orvošová et al., 2016; Šmoll, 2017). Sintrová kvapľová výzdoba, vrátane modro-zelene zafarbených stalaktitových foriem, je charakteristická pre juhovýchodnú časť jaskynného systému (predovšetkým pre úsek od Malužinského dómiku cez Zelenú chodbu po Sieň modrých šmolkov).

Vodné biotopy sú v Modrej jaskyni zastúpené nevelkým počtom zväčša stojatých, občasných jazierok a mlák napájaných vodou presakujúcou z povrchu v období

intenzívnejšieho dažďa a topenia sa snehu. Tvorí sa v rôznych častiach jaskyne, najmä v depresiách tvrdého skalného podkladu alebo vyzrážaného sintra, prípadne v jemnom aluviálnom sedimente. Najväčšou a relatívne stálou vodnou plochou v jaskyni je pomerne dlhé a hlboké jazero v skalnej pukline bočnej vetvy Zelené chodby. Dno jazera je pokryté hrubšou vrstvou jemného bahnistého sedimentu a jeho hladina počas roka čiastočne kolíše.

MATERIÁL A METÓDY

Biospeleologický prieskum v Modrej jaskyni prebiehal v období od januára 2017 do septembra 2019. Známe názvy jaskynných priestorov uvádzame podľa Šmolla (2017). Faunu terestrických bezstavovcov sme skúmali počas štyroch návštev v dňoch 8. 6. 2017, 6. 11. 2017, 6. 3. 2018 a 14. 11. 2018. Pozdĺž jaskyne sme priamo z jaskynných stien, povrchu sedimentov, hladiny jazierok, ako aj z po-



Obr. 2. Sieň pod vchodom 1 – akumulácia organického materiálu.

Foto: Z. Višňovská

Fig. 2. A chamber behind the entrance no. 1 – accumulation of organic material. Foto: Z. Višňovská



Obr. 3. Vstupná spojovacia chodba – zemné pasce a návnada (drevené piliny) (stanovište 2). Foto: Z. Višňovská

Fig. 3. A corridor following the chamber behind the entrance no. 1 – pitfall traps surrounded by bait (wood sawdust) (stands no. 2). Photo: Z. Višňovská

vrchu organického materiálu (tlejúce drevo, lístie) zbierali zástupcov nájdennej fauny bezstavovcov použitím entomologickej pinzety alebo jemného štetca. Niektoré väčšie druhy ulitníkov, pavúkovcov a hmyzu sme výlučne pozorovali a pokiaľ možno bližšie identifikovali priamo na mieste („in situ“) alebo neskôr prostredníctvom vyhotovenej fotodokumentácie. Na podrobnejšiu analýzu spoločenstiev terestrickej mikrofauny a mezofauny boli v jaskyni v období od 8. júna do 6. novembra 2017 exponované zemné pasce na nasledujúcich piatich stanovištiach (tzv. biospeleologické stacionáre, skratka „stac.“):

1. vstupná sieň pri vchode 2 (hlavný vchod) – približne 5 m od vchodu, rozhranie disotického a afotického zóny, piesčito-kamenitý sediment s nevýrazným zastúpením organického materiálu (drevo);

2. vstupná spojovacia chodba (medzi vstupnou sieňou pri vchode 2 a Bocianskym baníckym dómom) – koncová časť chodby pri stene približne 30 m od vchodu 2, afotická zóna, piesčitý sediment bez organického materiálu;

3. Malužinský dómik – na sever orientovaná postranná nízka chodba, afotická zóna, viac-menej stredná časť jaskyne najviac vzdialená od oboch vchodov, piesčitý sediment bez organického materiálu;

4. Sieň modrých šmolgov – afotická zóna, skalno-sintrový podklad a piesčité sedimenty bez organického materiálu;

5. sieň pod vchodom 1 (objavný vchod) – horná časť siene, disotická zóna, kamenná sutina s napadaným pôdnym substrátom, listovým opadom a drevom z povrchu, pretrastajúce korene stromov.

Na každom z uvedených stanovišť (obr. 1) sme exponovali zemné pasce (150 ml plastové nádoby so zúženým hrdlom) naplnené tromi typmi fixačných roztokov (96 % etylalkohol, 50 % etylénglykol, 4 % formaldehyd). Okolo nádobiek, zakopaných do sedimentu zároveň s okrajom hrdla, sme zároveň ako návnadu použili roztrúsené drevené piliny (obr. 3). Zo siene pod vchodom 1 bola odobratá vzorka sedimentu s obsahom rastlinného opadu na extrakciu článkonožcov v laboratóriu (obr. 2).

Detailnejší výskum na zistenie prítomnosti akvatickej fauny prebehol v dňoch 8. 6. 2017, 6. 11. 2017 a 14. 11. 2018. Vzorky na hydrobiologický rozbor sme odoberali z vodného stĺpca a hladiny prítomných jazierok a mlák filtrovaním vody cez planktónnu sieťku so zbernou fľaštičkou (veľkosť ôk siete 120 µm) na nasledujúcich miestach:

Tab. 1. Teplota vzduchu v Modrej jaskyni počas 6 meraní v rokoch 2017 – 2019

Tab. 1. Air temperature recorded in the Modrá jaskyňa Cave during the six measurements in 2017 – 2019

Meraná veličina / Measurand		Teplota vzduchu / Air temperature [°C]					
Miesto / Site	Dátum / Date	26. 1. 2017	8. 6. 2017	6. 11. 2017	6. 3. 2018	14. 11. 2018	24. 9. 2019
pred vchodom jaskyne (medzi 13. – 16. hod.)		-3,8	16,0	5,0	0,7	6,4	12,4
vstupná sieň pri vchode 2 (stac. 1)		-1,5	5,6	5,3	-0,5	5,7	5,9
vstupná spojovacia chodba (stac. 2)			5,7	5,9	1,5	6,3	6,3
Bocianský banícky dóm							
dolná časť dómu			5,8	6,0	1,5	6,3	6,4
horná časť dómu		4,1	6,6	7,3	5,7	7,6	7,4
Malužinský dómik							
centrálna dolná časť dómiku			7,0	7,0	6,6	6,2	7,1
nízky bočný priestor za plazivkou (stac. 3)					6,7		7,0
Zelená chodba			7,3	7,2	6,9	6,2	7,3
bočná chodba s dlhým úzkym jazierkom		7,0	7,2	7,2	6,9	6,3	7,2
Sieň modrých šmolgov (stac. 4)		7,3	7,2	7,1	7,2	6,4	7,4
sieň pod vchodom 1							
dolná časť siene			7,7	7,8	7,1	7,0	8,6
stredná časť siene (stac. 5)			8,6	8,4	7,2	7,5	9,5
horná časť siene v komíne pod vchodom 1		7,2	12,5	9,4	7,0	8,9	10,7

Tab. 2. Teplota vodných mikrohabitátov v Modrej jaskyni počas 6 meraní v rokoch 2017 – 2019. Vysvetlivky: — absencia kumulovanej vody

Tab. 2. Temperature of water microhabitats recorded in the Modrá jaskyňa Cave during the six measurements in 2017 – 2019. Caption: — absence of cumulated water

Meraná veličina / Measurand		Teplota vody / Water temperature [°C]					
Miesto / Site	Dátum / Date	26. 1. 2017	8. 6. 2017	6. 11. 2017	6. 3. 2018	14. 11. 2018	24. 9. 2019
Malužinský dómik							
skalno-sintrové jazierko (stac. A)		—	7,0	7,0	6,6	6,1	7,1
bočná vetva Zelenej chodby							
dlhé úzke hlboké jazierko (stac. B)		7,0	7,1	7,1	6,9	6,2	7,2
Sieň modrých šmolkov							
litotelma (stac. C)		7,3	7,1	7,1	7,0	6,2	7,3
bočná chodba siene pod vchodom 1							
malé sintrové jazierka (stac. D)		—	7,3	7,3	7,2	6,5	—

A. Malužinský dómik – plytké podlhovasté jazierko s veľkosťou približne 170 × 40 cm na skalnom podklade sčasti zasintrovanom, dno s tenkou vrstvou jemného sedimentu, občas vysychajúce;

B. bočná vetva Zelenej chodby (smerom k Malužinskému dómiku) – relatívne stále jazero väčších rozmerov (dĺžka cca 400 cm, max. šírka 50 cm, hĺbka do 80 cm) v úzkej skalnej pukline, dno pokryté hrubšou vrstvou jemného sedimentu;

C. Sieň modrých šmolkov – litotelma v skalnej depresii, dno sčasti zasintrované s tenkou vrstvou jemného sedimentu, rozmery cca 60 × 15 cm, hĺbka do 15 cm;

D. bočná chodba siene pod vchodom 1 (smerom k Malužinskému dómiku) – malé plytké jazierka na tvrdom sintrovom podklade s minimom sedimentu, občas vysychajúce.

Okrem toho sa jednorazovo vykonal priamy zber jedincov bezstavovcov zo zamokreného jemného sedimentu a mláčky na dne vstupnej spojovacej chodby približne 20 m od vchodu 2 (obr. 1 – miesto nálezu označené ako „X“) a z mláčky na jemnom sedimente v Chodbe zeleného súhvezdia približne 60 m od vchodu 2 (obr. 1 – miesto nálezu označené ako „Y“).

Získaný materiál bezstavovcov bol následne v laboratóriu analyzovaný a triedený pomocou stereomikroskopu a mikroskopu do úrovníc vyšších taxónov a neskôr za pomoci špecialistov determinovaný do rodovej/druhovej úrovne.

Výskyt netopierov, ako aj ďalších skupín stavovcov sa na skúmanej lokalite monitoroval v šiestich termínoch počas rokov 2017 – 2019 (tab. 4) metódou vizuálneho pozorovania s použitím výkonného ručného LED svetidla. Počas každej návštevy jaskyne sme zaznamenávali teplotu vzduchu a vody (°C) pred vchodom 2 a na vybraných miestach vnútri jaskyne digitálnym teplomerom Checktemp (Hanna Instruments) (tab. 1, 2).

VÝSLEDKY A DISKUSIA

FAUNA BEZSTAVOVCOV (EVERTEBRATA)

Počas biospeleologického prieskumu Modrej jaskyne v rokoch 2017 – 2019 sa zistilo celkovo 62 taxónov bezstavovcov (tab. 3). Suchozemská fauna nebola naprieč jaskyňou rozptýlená rovnomerne. Sústreďovala sa najmä na miestach s vyšším zastúpením organickej hmoty. Najvyššia diverzita terestrických bezstavovcov tak bola zazname-

naná v okrajových častiach jaskyne, ktoré prostredníctvom otvorov komunikujú s povrchovým prostredím, obzvlášť v sieni pod vchodom 1 (stanovište 5), nachádzajúcej sa pod pôvodným prirodzeným povrchovým otvorom, kde sa celkovo vyskytovalo až 45 taxónov bezstavovcov (obr. 2). Zreteľne menšia diverzita fauny bezstavovcov (spolu 20 taxónov) sa zistila vo vstupnej sieni pri vchode 2 (stanovište 1). Výrazne pestrejšie a bohatšie zastúpenie fauny na stanovišti 5 v porovnaní so stanovišťom 1 je na jednej strane podmienené bohatšou ponukou potravných zdrojov a substrátov (tlejúce úlomky dreva, opadané listie, pôdny substrát, prerastajúce korene stromov) a na druhej strane priaznivejšími mikroklimatickými podmienkami. Ako naznačujú naše merania (tab. 1), napriek blízkosti povrchového otvoru tento priestor nepremrzal ani v zimnom období (teplota vzduchu tu neklesala pod 7 °C). Otvor vchodu 1 sa v zime prejavuje výdychmi teplého vzduchu do vonkajšieho prostredia, vďaka čomu sa aj podarilo jaskyňu objaviť (Holúbek, 2016; Šmoll, 2017). Priestory vstupnej siene pri vchode 2 a počiatočného úseku vstupnej spojovacej chodby pred Bocianskym baníckym dómom sa v čase dlhšie trvajúceho mrazivého počasia podchladzujú až pod bod mrazu za sprievodnej tvorby ľadovej výplne (január 2017, marec 2018).

Hlbšie vnútorné časti jaskyne (Bocianský banícky dóm, Malužinský dómik, Zelená chodba, Sieň modrých šmolkov) sú na organiku veľmi chudobné, čo sa prejavuje kvantitatívne aj kvalitatívne nízkym zastúpením živo-

číchov (celkovo 19 zistených taxónov), ak do úvahy neberieme zástupcov dvojkrídlovcov, ktoré tu početnosťou dominujú. Priestor Bocianského baníckeho dómu sa javí ako rozhranie medzi teplotne premenlivou (termodynamickou) prednou časťou jaskyne za vchodom 2 (namerané hodnoty teploty vzduchu celkovo v rozmedzí od -1,5 do 6,3 °C) a relatívne stabilnou (termostatickou) zónou, charakteristickou pre priestory od Malužinského dómiku po Sieň modrých šmolkov (namerané hodnoty celkovo v rozmedzí 6,2 – 7,4 °C).

Väčšina zistených druhov bezstavovcov bola zachytená zemnými pascami (obr. 3). V získanom faunistickom materiáli kvantitatívne aj kvalitatívne dominovali chvostoskoky (Collembola), roztoče (Acari) a dvojkrídlovce (Diptera), ktoré sa, aj keď v značne nerovnomernej početnosti, vyskytovali pozdĺž celej jaskyne, najmä v blízkosti drevnej hmoty a na hladine vodných habitatov. V zemných pasciach boli početne zastúpené aj rozličné larvy holometabolného hmyzu (tab. 3).

Celkovo sa v Modrej jaskyni zistilo 19 druhov chvostoskokov (Collembola). Podobne ako v iných dosiaľ skúmaných jaskyniach Západných Karpát (Kováč et al., 2016), aj tu sa chvostoskoky vyznačujú výraznou prevahou, tak v počte jedincov, ako aj v počte druhov, nad ostatnými skupinami bezstavovcov. Za charakteristické druhy vstupných častí tejto lokality možno označiť edafobionta *Ceratophysella denticulata* a eutroglofila *Ceratophysella granulata*, ktoré výrazne dominovali v zemných pasciach inštalovaných v sieni pod vchodom 1 (stanovište 5).



Obr. 4. Chvostoskok *Deuteraphorura kratochvili* (Collembola). Foto: Ľ. Kováč a P. Luptáčik
Fig. 4. Collembolan *Deuteraphorura kratochvili* (Collembola). Photo: Ľ. Kováč and P. Luptáčik



Obr. 5. Drobné chvostoskoky rodu *Megalothorax* (Collembola). Foto: Ľ. Kováč
Fig. 5. Tiny collembolans of the genus *Megalothorax* (Collembola). Photo: Ľ. Kováč

Vo vstupných, ako aj v hlbších častiach jaskyne sme zaznamenali prítomnosť ďalších eutroglofilných a troglofilných druhov chvostokov, napr. *Megalothorax* cf. *incertus*, *Megalothorax willemi*, *Oncopodura crassicornis*, *Oncopodura reyersdorfensis*, *Plutomurus carpaticus*, *Protaphorura armata*, *Pygmarhophalites pygmaeus* či *Heteromurus nitidus*, ktorých výskyt je známy z mnohých iných jaskýň Západných Karpát (Kováč, 2000; Kováč et al., 2014 a iní). Pre hlbšie časti Modrej jaskyne bol typický výskyt dvoch troglobiontov – *Deuteraphorura kratochvili* (obr. 4) a *Megalothorax tatrensis* (obr. 5), nachádzaných najčastejšie na hladine jazierok a dočasných mláčok. Výskyt *D. kratochvili* je limitovaný na centrálne krasové územia Západných Karpát, predovšetkým na jaskyne Malej Fatry a Nízkych Tatier (Parimuchová a Kováč, 2016). Nález *M. tatrensis* v Modrej jaskyni (prvýkrát objaveného v Jaskyni mŕtvych netopierov v Nízkych Tatrách) potvrdzuje predpoklad, že ide o endemita Nízkych Tatier a príľahlých krasových predhorí (Papáč a Kováč, 2013). Ďalšie zistené druhy chvostokov možno považovať za typické

povrchové formy (trogloxény), ktorých výskyt v jaskyni je limitovaný na okolie jaskynných vchodov.

Roztoče (Acari) predstavovali kvalitatívne najpestrejšiu skupinu pavúkovcov (Arachnida) v Modrej jaskyni. Najčastejšie ide o nálezy zástupcov mezostigmátnych a prostigmátnych roztočov. Pancierniky (Oribatida) sme v jaskyni nachádzali iba sporadicky, čo je v protiklade s výsledkami faunistického prieskumu Malužinskej jaskyne, kde mali pancierniky v rámci spoločenstva roztočov pomerne výrazné zastúpenie (Papáč et al., 2015). Roztoče sme nachádzali prevažne v blízkosti vchodov jaskyne, na stanovištiach 1, 2 a 5. Väčšina z nich predstavuje bežne rozšírené edafické druhy viazané na listový opad, humusovú vrstvu pôdy alebo hniezda stavovcov. V Modrej jaskyni sme zaznamenali dva eutroglofilné druhy – *Cyrtolaelaps mucronatus* (vyskytoval sa výlučne v hlbších častiach jaskyne) a *Vulgarogamasus oudemansi*. Tieto mezostigmátne roztoče patria medzi typických obyvateľov slovenských jaskýň, kde formujú početné a stabilné populácie (Fendš a Košel, 2000). Pozornosť si zaslúžia nálezy jedincov z čeľade Rhagidiidae, ktorá zahŕňa viacero vzácných troglomorfných druhov. Veľmi cenným je nález niekoľkých jedincov *Vulgarogamasus micherdzinskii* v zemných pasciach na stanovištiach 1 a 5. Ide o vôbec prvý údaj o výskyte tohto druhu roztoča na území Slovenska. Podľa Karga (1993) je výskyt uvedeného druhu viazaný primárne na suché prachnivé drevo jaseňových porastov.

Vzácnym troglobiontom je šťúrovka *Eukoeneria spelaea* (obr. 6), pozorovaná na hladine mláčok v Chodbe zeleného súhvezdia a Malužinskom dómiku. Šťúrovky (Palpigradi) predstavujú starobylú skupinu drobných (dĺžka tela do 2,5 mm), bielych a slepých pavúkovcov, ktorých výskyt je viazaný najmä na vlhké pôdy tropických a subtropických oblastí (Hammen van der, 1982; Kováč et al., 2004). V miernom podnebnom pásme sa šťúrovky vyskytujú výlučne v jaskyniach, pričom jaskyne severnej časti Západných Karpát, kam patrí aj nami skúmaná Modrá jaskyňa,

predstavujú lokality na severnom okraji ich rozšírenia (Kováč et al., 2002b).

Pavúky (Araneae) sa relatívne hojne vyskytovali vo vchodových partiách jaskyne, kde spolu s dvojkrídlavcami (Diptera), motýľmi (Lepidoptera) a ulitníkmi (Gastropoda) tvorili významnú zložku parietálnej (stenovej) fauny, podobne, ako je to aj v mnohých ďalších jaskyniach na Slovensku (Kováč et al., 2014). Miestna populácia mety temnostnej (*Meta menardi*) je tu prítomná celoročne. Samice *M. menardi* produkujú na konci leta kokóny z husto tkanej pavučiny, do ktorých následne kladú vajíčka. Z nich sa postupne v zimnom období liahnu juvenilné jedince, ktoré začiatkom jari migrujú na povrch, kde prekonávajú prvé fázy svojho životného cyklu (Mammola a Isaia, 2014; Manenti et al., 2015). Tento troglofilný druh z čeľade Tetragnathidae sa zvykne označovať ako „európsky jaskynný pavúk“, keďže sa hojne vyskytuje na stenách vo vstupných priestoroch mnohých jaskýň naprieč európskym kontinentom (Lunghi et al., 2014). Piadivka jaskynná (*Triphosa dubitata*) a mora pivničná (*Scoliopteryx libatrix*) využívajú vstupné priestory Modrej jaskyne počas zimného obdobia na hibernáciu. Ich celková početnosť tu však bola relatívne nízka. Naproti tomu sa dvojkrídlavce pomerne hojne vyskytovali pozdĺž celej jaskyne. Zastúpené boli prevažne imágami komárov (Nematocera), pričom v zemných pasciach sa zistila dominancia zástupcov čeľade smútkovitých (Sciariidae). Z terestrických druhov ulitníkov má k jaskynnému prostrediu výraznejšiu afinitu bliktra sutinová (*Oxychilus glaber*). Bežne sa vyskytovala na tlejúcom dreve a stenách jaskynných vchodov (najmä v komíne pod vchodom 1). Hlbšie, do afotickej zóny, však nezasahovala. Tento druh sa vyznačuje modrým sfarbením tela kontrastujúcim so svetlohnedou sploštenou ulitou (obr. 7). Na Slovensku je tento troglofilný slimák známy z chladnejších horských jaskýň, najmä zo stien vertikálnych vchodov, kde sa živí rastlinným detritom. Častý je aj v skalných sutinách až po alpínske pásmo (Košel, 2009; Kováč et al., 2014). Počas roka sa vo vstupných sieňach príležitostne ukrývali slizniaky rodu *Lehmanna* (čeľ. Limacidae) a slimák *Semilimax semilimax* vyznačujúci sa redukovanou ulitkou.

V blízkosti vchodov Modrej jaskyne mala svoje zastúpenie aj epigeická a edafická makrofauna, ktorú v čase nášho výskumu predstavovali najmä zástupcovia suchozemských rovnakonôžok (Isopoda, Oniscidea), mnohonôžok (Diplopoda) a chrobákov (Coleoptera). Významnejším spomedzi dvoch zistených druhov mnohonôžok je eutroglofil *Allorhiscosoma sphinx* (obr. 8), ktorého sme nachádzali na dreve, stenách a následne aj v zemných pasciach vo vstupných častiach jaskyne. Ide o pozoruhodný endemický druh s výskytom limitovaným na centrálne krasové oblasti Západných Karpát, kde osídľuje najmä tzv. ekotón povrch-podzemie, t. j. vstupné časti jaskýň a vnútorné priestory skalných sutín (Kováč et al., 2014). V blízkosti oboch jaskynných vchodov sa príležitostne objavovala rovnakonôžka *Hyloniscus* cf. *riparius*, druh viazaný na vlhké, často až podmáčané pôdy s rozšírením v strednej



Obr. 6. Šťúrovka *Eukoeneria spelaea* (Palpigradi).
Foto: L. Kováč a P. Luptáčik
Fig. 6. Palpigrade *Eukoeneria spelaea* (Palpigradi).
Photo: L. Kováč and P. Luptáčik



Obr. 7. Slimák *Oxychilus glaber* (Gastropoda).
Foto: Z. Višňovská
Fig. 7. Gastropod *Oxychilus glaber* (Gastropoda).
Photo: Z. Višňovská



Obr. 8. Mnohonôžka *Allorhiscosoma sphinx* (Diplopoda). Foto: L. Kováč
Fig. 8. Diplopod *Allorhiscosoma sphinx* (Diplopoda). Photo: L. Kováč

Tab. 3a. List of invertebrate taxa recorded by pitfall traps (P), visual searching (VIZ), direct sampling (PZ) and extraction of organic material (EXT) in the Modrá jaskyňa Cave in 2017 – 2019. Caption: • troglobite/stygobite, * eutroglophile; number of individuals: + 1, ++ 2 – 10, +++ 11 – 100, ++++ more than 100

[illegible]

Tab. 3b. Prehľad fauny bezstavovcov zistených metódou zemných pascí (P), vizuálnym pozorovaním (VIZ), priamym zberom (PZ) a extrakciou organického materiálu (EXT) v Modrej jaskyni v rokoch 2017 – 2019. Vysvetlivky: • troglobiont/stygobiont, * eutroglofil, počet jedincov: + 1, ++ 2 až 10, +++ 11 až 100, ++++ viac ako 100
 Tab. 3b. List of invertebrate taxa recorded by pitfall traps (P), visual searching (VIZ), direct sampling (PZ) and extraction of organic material (EXT) in the Modrá jaskyňa Cave in 2017 – 2019. Caption: • troglobite/stygobite, * eutroglophile; number of individuals: + 1, ++ 2 – 10, +++ 11 – 100, ++++ more than 100

Poloha nálezu / Finding place	vstupná sieň pri vchode 2		vstupná spojovacia chodba		Chodba zeleného súhvezdia	Bocianský banický dóm	Malužinský dómik		bočná vetva Zelenej chodby	Sieň modrých šmolkov		sieň pod vchodom 1 (+ bočná chodba)			
Metóda prieskumu / Search method	P (stac. 1)	VIZ + PZ	P (stac. 2)	PZ (stac. X)	PZ (stac. Y)	PZ	P (stac. 3)	PZ + VIZ (stac. A)	PZ + VIZ (stac. B)	P (stac. 4)	PZ (stac. C)	P (stac. 5)	VIZ + PZ	EXT	PZ (stac. D)
Mikrohabitat / Type of habitat	piesčito-kamenitý sediment	steny, sutina, sediment	piesčitý sediment	zamokrený sediment, mláčka	mláčka na jemnom sedimente	steny, sutina, sediment	piesčitý sediment	jazierko na skalno-sintrovej podlahe	úzke hlboké jazierko	skalno-sintrový podklad, sedimenty	litotelma (jazierko)	hlina, opad, drevo, sutina	sediment, opad, drevo, steny	opad, sediment	malé sintrové jazierka
Taxóny / Taxa															
HEXAPODA															
Collembola															
Ceratophysella armata (Nicolet, 1842)	+														
Ceratophysella denticulata (Bagnall, 1941)												++++			
* Ceratophysella granulata Stach, 1949	+	++						+			++	++++		++	++
Desoria propinqua (Axelson, 1902)														+++	
Desoria tigrina Nicolet, 1842												++			
• Deuteraphorura kratochvili (Nosek, 1963)						++		++	++		++				++
Deuteraphorura sp. Absolon, 1901													+	+	
Dicyrtoma fusca (Lubbock, 1873)												+			
Folsomia cf. sensibilis Kseneman, 1936														+	
* Heteromurus nitidus (Templeton, 1835)												++			
Megalothorax cf. incertus Börner, 1903														+	
• Megalothorax tatrensis Papáč et Kováč, 2013			+					++	++		+				+
Megalothorax willemi Schneider et D´Haese, 2013														+	+
* Oncopodura crassicornis Shoebotham, 1911					++						++	++	+		
* Oncopodura reyersdorfensis Stach, 1936								++	++						+
* Plutomurus carpaticus Rusek et Weiner, 1978		++		+								+++	++	++	
Pogonognathellus flavescens (Tullberg, 1871)												+			
* Protaphorura armata (Tullberg, 1869)			++									+			
Protaphorura aurantiaca (Ridley, 1880)														++	
* Pygmarrhopalites pygmaeus (Wankel, 1860)			+++		++	+	+	++			+	+++		+	+
Coleoptera															
Brachysomus echinatus (Bonsdorff, 1785)												+			
Omalium rivulare (Paykull, 1789)	+														
Otiorhynchus perdix (Olivier, 1807)	+														
Oxypoda longipes Mulsant et Rey, 1861												+			
Philonthus corruscus (Gravenhorst, 1802)									+						
Pterostichus metallicus (Scopoli, 1763)									++						
Diptera															
Brachycera – adult.	++	++										++			
Phoridae gen. sp.			+									++			
Nematocera – adult.		++++											+++		
Sciaridae gen. sp.	++		+++				+++		++	+++		+++			+
Trichoceridae gen. sp.	++									++					
Lepidoptera															
Scoliopteryx libatrix (Linnaeus, 1758)		++											++		
Triphosa dubitata (Linnaeus, 1758)		++											++		
Siphonaptera			+												
Holometabola – larvae	+++		+++				++			+++		++			
Celkový počet taxónov / Total number of taxa:	20		13		3	2	12		8	12		45			



Obr. 9. Pavúk *Cicurina cicur* (Araneae). Foto: Z. Višňovská
Fig. 9. Spider *Cicurina cicur* (Araneae). Photo: Z. Višňovská



Obr. 10. Zástupca strunovcov (Nematomorpha).
Foto: Z. Višňovská
Fig. 10. Representative of gordian worms (Nematomorpha).
Photo: Z. Višňovská

a východnej Európe. Z fauny chrobákov sme v jaskyni zaregistrovali tri druhy drobníkov (čel. Staphylinidae). Z nich hlbšie do jaskyne prenikal *Philonthus corruscus*, chrobák často sa vyskytujúci v norách drobných podzemných cicavcov a príležitostne aj v jaskyniach (J. Lakota, in litt.). Z čelade bystruškovité (Carabidae) bol v hlbších častiach Modrej jaskyne zistený druh *Pterostichus metallicus*, ktorý sa hojne vyskytuje v lesných habitatoch v okolí Modrej a Malužinskej jaskyne (J. Lakota, in litt.). Nálezy ostatných identifikovaných druhov chrobákov pochádzajú výlučne zo vstupných častí jaskyne, pričom žiaden z nich nemá bližší vzťah k podzemiu.

Ako sme už naznačili v charakteristike lokality, Modrá jaskyňa je pomerne chudobná na vodné mikrohabitaty. V čase nášho prieskumu sa v bočnej vetve Zelenej chodby nachádzalo jedno stále, relatívne väčšie

a hlbšie jazero. Niekoľko plytkých, občasne sa tvoriacich jazierok a mlák sa vyskytovalo aj v ďalších častiach jaskyne. Teplota skúmáňnych jaskynných vôd dosahovala hodnoty v rozmedzí 6,1 – 7,3 °C (tab. 2). V nich sme zaznamenali výskyt iba dvoch zástupcov akvatickej fauny – jednu subadultnú samičku plazivky (Harpacticoida) zo skupiny kôrovce (Crustacea) spolu s ďalším fragmentom tela tohto živočícha a dva juvenilné jedince vodných máloštetivcov (Oligochaeta) z čelade Enchytraeidae – odchytých v jazierku v Malužinskom dómiku (stanovište A). Predpokladáme, že uvedené akvatické bezstavovce boli do jaskynných vôd pasívne splavené z podpovrchového prostredia v nadloží jaskyne v čase intenzívnejších priesakov zrážkových vôd. Jazierko v Malužinskom dómiku sa zároveň vyznačovalo relatívne pestrým spoločenstvom terestrických bezstavovcov (chvostoskoky, roztoče, štúrovky, pavúky) zdržiavajúcich sa na povrchu vodnej hladiny (tab. 3). Jedným z reprezentantov uvedeného spoločenstva je vzácny pavúk *Cicurina cicur* (obr. 9). Ide o troglofilný druh z čelade Hahniidae s areálom rozšírenia v Európe a centrálnej Ázii. Obýva najmä tmavé priestory pod kameňmi vo vlhkých lesoch, no občas býva pozorovaný aj priamo v jaskyniach (Mammola et al., 2018). Bledým sfarbením a veľkosťou tela okolo 6 mm patrí medzi menšie, nenápadnejšie druhy pavúkov. Chvostoskoky (celkovo 8 druhov), roztoče (Acari) a štúrovky (Palpigradi) sa zistili na hladine jazierok a mlák aj v ďalších častiach Modrej jaskyne.

Špecifického charakteru sú nálezy dvoch parazitických skupín bezstavovcov (Nematomorpha, Siphonaptera) vo vstupnej spojovacej chodbe, približne 25 m od vchodu 2 (stanovišta X a 2). V auguste 2019, pri speleologickom prieskume Modrej jaskyne, miestni jaskyniari náhodne na zamorenom jemnom sedimente (pozostatok plytkej mláčky vytvorenej zo stropného priesaku po zrážkach) spozorovali „zvláštne sa pohybujú-

ceho, veľmi dlhého a úzkeho červa“ (J. Šmoll, pers. comm.). Po následnom odbere a analýze v laboratóriu sme identifikovali 3 dospelé jedince strunovcov (Nematomorpha) – dva samce a jeden zdeformovaný jedinec nezisteneho pohlavia, pričom najdlhší z nich mal dĺžku tela približne 21 cm a šírku 1 mm (obr. 10). Nematomorpha predstavujú parazitickú skupinu bezstavovcov. Ich juvenilné štádiá parazitujú v telách rôznych druhov článkonožcov (napr. chrobákov, kôrovcov). Po opustení hostiteľa žijú dospelé strunovce pomerne krátko ako voľne žijúce sladkovodné, resp. semiakvatické živočíchy, pričom toto obdobie primárne využívajú na reprodukciu (Jueg, 1997; Hanelt et al., 2005). Z jaskýň Slovenska ide o ojedinelý nález. Strunovce sú len príležitostne nachádzané v podzemných vodách, kam môžu byť podľa Guličku (1975) splavované z krasových povrchových vôd a závrtov.

FAUNA STAVOVCOV (VERTEBRATA)

Počas šiestich návštev v období rokov 2017 – 2019 sme v Modrej jaskyni zaznamenali prítomnosť dvoch druhov netopierov (Chiroptera) a jedného druhu obojživelníka (tab. 4). V priestoroch v blízkosti vchodov príležitostne hibernovali, resp. v prechodnom období počas dňa oddychovali podkôvár malý (*Rhinolophus hipposideros*) a ucháč svetlý (*Plecotus auritus*). Okrem toho sme v januári 2017 pozorovali prelet dvoch bližšie neidentifikovaných jedincov netopierov cez Malužinský dómik. Modrá jaskyňa podľa našich zistení predstavuje pre netopiere skôr príležitostný alebo prechodný úkryt na rozdiel od neďalekej Malužinskej jaskyne, kde netopiere zimujú takmer pravidelne v premenlivej početnosti s maximom 11 jedincov (Papáč et al., 2015).

Okrem netopierov sa v jaskyni sporadicky objavujú obojživelníky (Lissamphibia). V novembri 2018 sme v sieni pod vchodom 1 pozorovali dospelého jedinca ropuchy bradavičnatej (*Bufo bufo*). V postrannej časti tejto siene sa nachádza niekoľko roztrúsených kostí a stavcov pochádzajúcich z trupu a končatín bližšie neurčených menších cicavcov a vtákov.

ZÁVER

Počas biospeleologického prieskumu realizovaného v rokoch 2017 – 2019 bol v Modrej jaskyni zaznamenaný výskyt celkovo 62 taxónov bezstavovcov (tab. 3). K predstaviteľom subteránnej fauny možno zaradiť 3 troglobiontné a 8 eutroglofilných druhov bezstavovcov. Obligátnu jaskynnú faunu (troglobionty), ktorá sa výlučne vyskytovala

Tab. 4. Výskyt stavovcov a ich početnosť v Modrej jaskyni v rokoch 2017 – 2019
Tab. 4. Occurrence of vertebrates and their numbers in the Modrá Cave in 2017 – 2019

Druh / Species	Dátum / Date	26.1. 2017	8.6. 2017	6.11. 2017	6.3. 2018	14.11. 2018	24.9. 2019
Lissamphibia							
<i>Bufo bufo</i> (Linnaeus, 1758)						1	
Chiroptera		2					
<i>Plecotus auritus</i> (Linnaeus, 1758)		1					
<i>Rhinolophus hipposideros</i> Bechstein, 1800						1	1

v hlbších, klimaticky najstabilnejších častiach jaskyne, reprezentovali šúrovka *Eukoenia spelaea* a chvostokoky *Deuteraphorura kratochvíli* a *Megalothorax tatrensis*. Najvyššia diverzita invertebrátnej fauny (45 taxónov), predovšetkým povrchových foriem, bola zaznamenaná v sieni pod vchodom 1 (stanovište 5), kde sa koncentruje väčšie množstvo organického materiálu (listový opad, drevo, pôda s obsahom humusu). Výrazne tu nad ostatnými taxónmi bezstavovcov dominovali dva druhy chostokokov – edafobiont *Ceratophysella denticulata* a eutroglofil *Ceratophysella granulata*. Významnou súčasťou parietálnej fauny vo vchodových častiach Modrej jaskyne boli troglofilné pavúky (*Metamenardi*), dvojkrídlovce (Diptera), motýle (*Triphosa dubitata*, *Scoliopteryx libatrix*) a ulitníky (*Oxychilus glaber*). Výnimočným je nález roztoča *Vulgarogamasus micherdzinskii* vo vstupných častiach jaskyne, ktorý predstavuje nový druh pre faunu Slovenska. V hlbších, na organickú hmotu značne chudobných častiach jaskyne sa zistili menej pestré spoločensvá fauny bezstavovcov, tvorené najčastejšie zástupcami skupín Collembola, Acari a Diptera.

tejšie zástupcami skupín Collembola, Acari a Diptera.

V prítomných vodných biotopoch (jazierka, mláčky) sme zistili kvalitatívne i kvantitatívne veľmi chudobné zastúpenie akvatickej fauny bezstavovcov, tvorenej iba vodnými máloštinavcami (Oligochaeta) a harpaktikoidnými veslonôžkami (Copepoda). Všetky ostatné zaznamenané taxóny sú predstaviteľmi terestrických fauny, ktoré sa na vodnej hladine vyskytujú buď aktívne, predovšetkým s cieľom získavania potravy (Palpigradi, Collembola, Acarina), alebo tu boli náhodne splavené z okolitých terestrických mikrohabitatov (napr. adultné Diptera a Coleoptera). V jaskyni sme prekvapivo zaznamenali výskyt zástupcov dvoch parazitických skupín bezstavovcov – strunovce (Nematomorpha) a blchy (Siphonaptera).

Modrá jaskyňa poskytuje príležitostný úkryt niektorým menším druhom stavovcov. Dosiaľ sa tu potvrdil jediný výskyt dvoch druhov netopierov (*Plecotus auritus*, *Rhinolophus hipposideros*) a jedného druhu žaby (*Bufo bufo*) v jesenných a zimných mesiacoch.

Podakovanie: Pri terénnom výskume v Modrej jaskyni autorom príspevku ochotne asistovali jaskyniari Ján Šmoll a Gabriela Majerníčková (Speleoklub Červené vrchy). Na detailnejšej identifikácii vybraných zástupcov bezstavovcov sa podieľali títo odborníci: Tomáš Čejka zo Slovenskej akadémie vied v Bratislave (Gastropoda), Peter Fendža z Univerzity Komenského v Bratislave (Acari, Mesostigmata), Tomáš Jászay zo Šarišského múzea v Bardejove (Coleoptera), Vladimír Košel zo Slovenskej speleologickej spoločnosti (Oligochaeta, Enchytraeidae), Ján Lakota zo Slovenského múzea ochrany prírody a jaskyniarstva v Liptovskom Mikuláši (Coleoptera), Peter Ľuptáček z Univerzity P. J. Šafárika v Košiciach (Acari, Oribatida), Andrej Mock z Univerzity P. J. Šafárika v Košiciach (Diplopoda, Isopoda), Jozef Oboňa z Prešovskej univerzity v Prešove (Diptera) a Vlastimil Růžička z Biologického centra Akadémie vied Českej republiky v Českých Budějoviciach (Araneae). Za poskytnutú odbornú pomoc všetkým menovaným ďakujeme!

LITERATÚRA

- BELLA, P. – HLAVÁČOVÁ, I. – HOLUBEK, P. 2018. Zoznam jaskýň Slovenskej republiky (stav k 31. 12. 2017). Slovenské múzeum ochrany prírody a jaskyniarstva, Liptovský Mikuláš, 528 s.
- FENĎA, P. – KOŠEL, V. 2000. Roztoče (Acarina: Mesostigmata) jaskýň Slovenského raja. In Mock, A. – Kováč, L. – Fulín, M. (Eds.): Fauna jaskýň. Východoslovenské múzeum, Košice, 21–30.
- GULIČKA, J. 1975. Fauna slovenských jaskýň. Slovenský kras, 13, 37–85.
- HAMMEN VAN DER, L. 1982. Comparative studies in Chelicerata II. Epimerata (Palpigradi and Actinotrichida). Zoologische Verhandlungen, 196, 1–70.
- HANELT, B. – THOMAS, F. – SCHMIDT-RHAESA, A. 2005. Biology of the phylum Nematomorpha. Advances in Parasitology, 59, 243–305.
- HOCHMUTH, Z. 2008. Krasové územia Slovenska. Geographia Cassoviensis, 2, 2, 1–210.
- HOLUBEK, P. 2016. Jaskyne v okolí Kráľovej Lehoty. In Bizub, F. (Ed.): Z dejín Kráľovej Lehoty. Obec Kráľova Lehota, 464–487.
- JUEG, U. 1997. Saitenwürmer (Nematomorpha) als Insektenparasiten. Virgo – Mitteilungsblatt des Entomologischen Vereins, Mecklenburg 1, 61–66.
- KARG, W. 1993. Acari (Acarina), Milben, Parasitiformes (Anactinochaeta), Cohorts Gamasina Leach – Raubmilben. In Dahl, F. – Peus, M. (Eds.): Die Tierwelt Deutschlands und der angrenzenden Meeressteile, Vol. 59. 2. edition, Gustav Fischer Verlag, Jena, Germany, 523 s.
- KOŠEL, V. 2009. Subteránna fauna Západných Karpát. Akademie věd České republiky, České Budějovice, 203 s.
- KOVÁČ, L. 2000. A review of the distribution of cave Collembola (Hexapoda) in the Western Carpathians. Mémoires de Biospéologie, 27, 71–76.
- KOVÁČ, L. – ELHOTTOVÁ, D. – MOCK, A. – NOVÁKOVÁ, A. – KRISTÚFEK, V. – CHROŇÁKOVÁ, A. – LUKEŠOVÁ, A. – MULEC, J. – KOŠEL, V. – PAPÁČ, V. – ĽUPTÁČIK, P. – UHRIN, M. – VIŠŇOVSKÁ, Z. – HUDEC, I. – GAÁL, L. – BELLA, P. 2014. Jaskynná biota Slovenska. Štátna ochrana prírody, Správa slovenských jaskýň, Liptovský Mikuláš, 192 s.
- KOVÁČ, L. – HUDEC, I. – ĽUPTÁČIK, P. – MOCK, A. – KOŠEL, V. – FENĎA, P. 2002a. Spoločenstvá kavernikolných článkonožcov (Arthropoda) Demänovských jaskýň. In Bella, P. (Ed.): Výskum, využívanie a ochrana jaskýň. Zborník referátov z 3. vedeckej konferencie, Stará Lesná 2001. Správa slovenských jaskýň, Liptovský Mikuláš, 155–164.
- KOVÁČ, L. – MOCK, A. – ĽUPTÁČIK, P. 2004. Vzácny pavúkovec *Eukoenia spelaea* (Peyerimhoff, 1902) – obyvateľ slovenských jaskýň. Aragonit, 9, 33–34.
- KOVÁČ, L. – MOCK, A. – ĽUPTÁČIK, P. – PALACIOS-VARGAS, J. G. 2002b. Distribution of *Eukoenia spelaea* (Peyerimhoff, 1902) (Arachnida, Palpigradida) in the Western Carpathians with remarks on its biology and behaviour. In Tajovský, K. – Balík, V. – Pižl, V. (Eds.): Studies on Soil Fauna in Central Europe. AS CR, České Budějovice, 93–99.
- KOVÁČ, L. – MOCK, A. – ĽUPTÁČIK, P. – PARIMUCHOVÁ, A. – HUDEC, I. – KOŠEL, V. – FENĎA, P. – JÁSZAY, T. 2015. Výskum spoločenstiev bezstavovcov v piatich jaskyniach Slovenska. Odborná správa z výskumu, Univerzita Pavla Jozefa Šafárika, Košice, 1–50.
- KOVÁČ, L. – PARIMUCHOVÁ, A. – MIKULISOVÁ, D. 2016. Distributional patterns of cave Collembola (Hexapoda) in association with habitat conditions, geography and subterranean refugia in the Western Carpathians. Biological Journal of the Linnean Society, 119, 3, 571–592.
- LAKOTA, J. 2019. Nález behúnika *Duvaliopsis pilosella stobieckii* Csiki 1907, (Coleoptera, Carabidae) v priepasti v Sivom vrchu (Západné Tatry). Slovenský kras, 57, 2, 247–251.
- LITVA, J. 2017. Source of the unique coloration of speleothems from the Blue Cave in Malužiná (Nízke Tatry Mts., Slovakia) forming a preliminary hypothesis. Aragonit, 22, 2, 68–69.
- LUNGI, E. – MANENTI, R. – FICETOLA, G. F. 2014. Do cave features affect underground habitat exploitation by nontroglobite species? Acta Oecologica, 55, 29–35.
- MAMMOLA, S. – CARDOSO, P. – RIBERA, C. – PAVLEK, M. – ISAIA, M. 2018. A synthesis on cave-dwelling spiders in Europe. Zoological Systematics and Evolutionary Research, 56, 301–316.
- MAMMOLA, S. – ISAIA, M. 2014. Niche differentiation in *Meta bourneti* and *M. menardi* (Araneae, Tetragnathidae) with notes on the life history. International Journal of Speleology, 43, 343–353.
- MANENTI, R. – LUNGI, E. – FICETOLA, G. F. 2015. The distribution of cave twilight-zone spiders depends on microclimatic features and trophic supply. Invertebrate Biology, 134, 3, 242–251.
- MOCK, A. – KOVÁČ, L. – ĽUPTÁČIK, P. – KOŠEL, V. – HUDEC, I. – FENĎA, P. 2002. Bezstavovce Vážskej jaskyne a vyvieračky Teplica (Kozie chrbty). Aragonit, 7, 30–32.
- MOCK, A. – KOVÁČ, L. – ĽUPTÁČIK, P. – VIŠŇOVSKÁ, Z. – HUDEC, I. – KOŠEL, V. – FENĎA, P. 2004. Kavernikolné článkonožce (Arthropoda) Vážského krasu. In Bella, P. (Ed.): Výskum, využívanie a ochrana jaskýň. Zborník referátov z 4. vedeckej konferencie, Tále 2003. Správa slovenských jaskýň, Liptovský Mikuláš, 145–154.
- ORVOŠOVÁ, M. – MILOVSKÁ, S. – MIKULŠ, T. – ŠMOLL, J. – MAJERNÍČKOVÁ, G. – KARKOŠIAK, 2016. Sintre zafarbené kovovými iónmi v Modrej jaskyni, Nízke Tatry, Slovensko. Slovenský kras, 54, 2, 131–138.
- PAPÁČ, V. – KOVÁČ, L. 2013. Four new troglotrophic species of the genus *Megalothorax* Willem, 1900 (Collembola: Neelipleona) from the Carpathian Mountains (Slovakia, Romania). Zootaxa, 3737, 5, 545–575.
- PAPÁČ, V. – VIŠŇOVSKÁ, Z. – GRESCH, A. 2015. Poznatky o výskyte bezstavovcov a netopierov v Malužinskej jaskyni (Nízke Tatry). Aragonit, 20, 2, 107–113.
- PARIMUCHOVÁ, A. – KOVÁČ, L. 2016. Redescription of two troglotrophic species of *Deuteraphorura* Absolon, 1901 (Collembola, Onychiuridae) from the Western Carpathians. Zootaxa, 4168, 2, 327–340.
- ŠMOLL, J. 2017. The Modrá Cave (The Blue Cave) in the Low Tatra Mts. Bulletin of the Slovak Speleological Society issued for the purpose of the 17th Congress of the IUS, Sydney 2017, 66–68.
- VIŠŇOVSKÁ, Z. – PAPÁČ, V. – KOVÁČ, L. – MOCK, A. – KOŠEL, V. – PARIMUCHOVÁ, A. – ĽUPTÁČIK, P. 2017. Spoločenstvá bezstavovcov (Evertebrata) jaskyne Zápoľná (Kozie chrbty). Slovenský kras, 55, 2, 203–219.

MORFOLOGICKÉ A VÝVOJOVÉ ODLIŠNOSTI SPODNÝCH ČASTÍ DEMÄNOVSKEJ JASKYNE SLOBODY POZDĽ PODZEMNÉHO TOKU DEMÄNOVKY

Pavel Bella^{1,2}

¹ Štátna ochrana prírody SR, 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; pavel.bella@ku.sk

P. Bella: Morphological and developmental differences within the lower parts of Demänovská jaskyňa slobody Cave along the Demänovka underground stream

Abstract: Droppa (1966, 1972) distinguished nine cave levels in the Demänovská dolina Valley (northern Slovakia, Nízke Tatry Mountains), which correlates with the terraces of Váh River and Demänovka Stream in the central part of Liptovská kotlina Basin. He determined the youngest cave level I along the Demänovka underground stream in the Vyvieranie Cave, Demänovská jaskyňa slobody Cave (Demänovská Cave of Liberty) and Pustá jaskyňa Cave. Differences in morphology and dimensions of fluvially sculpted passages, different morphostratigraphic positions of preserved allochthonous fluvial sediments in the Prízemie and Mramorové riečisko passages, as well as an uneven inclination of the streambed with knickpoint segments refer that the studied lowest parts of Demänovská jaskyňa slobody Cave can not be considered as one evolution level (Bella, 1996b, 2000). The reasons are analyzed in more detail and summarized in this article. The Prízemie and Mramorové riečisko passages originated during several development phases, but with a different development of the Demänovka streambed. During the youngest developmental phases, the floor channel in the Mramorové riečisko was deepened into the bedrock, while the height position of higher-lying streambed in the Prízemie (above the cascading segment at the eastern edge of Veľký dóm Chamber) was changed only due to an aggradation and removal of fluvial sediments. Morphologically, the morephased development of Prízemie Passage is indicated mainly by wall channels in several height levels. Not only wall channels, but also rock terraces, observed mostly on both sides of younger bedrock floor channel, were formed during the morephased development of Mramorové riečisko Passage. Since these parts of Demänovská jaskyňa slobody Cave were primary considered as one cave level, the more precise reconstruction of their morephased development is needed. Another knickpoint segment occurs between the almost horizontal bedrock floor of Mramorové riečisko and the mostly horizontal streambed in the Vyvieranie Cave. The ponor (named Podzemné prepádanie) in the streambed between the Dóm mŕtvych Chamber and the following occasionally flooded floor channel of Mramorové riečisko Passage point out that knickpoints in karst areas migrate due to headward erosion not only by continuous upstream retreat of rock thresholds, but in some cases also by segmental relocation to newly formed streambed ponors from which waters are sinking into lower-lying phreatic loops (the abandonment of main drainage conduits). Preliminary corrections of cave levels in the Demänovská jaskyňa slobody Cave (see Bella et al., 2011, 2014), as well as the extent of lowest-lying cave level should be confirmed or refined on the basis of a complementary research and the ongoing dating of cave sediments.

Key words: cave level, wall channel, river terrace, phreatic loop, knickpoint, erosion threshold, headward erosion, Demänová Cave System, Nízke Tatry Mountains, Western Carpathians

ÚVOD

Droppa (1966, 1972, 1995) vyčlenil v Demänovskej doline deväť jaskynných úrovní, ktoré koreluje s riečnymi terasami Váhu a Demänovky v strednej časti Liptovskej kotliny. Jaskynné úrovně sa vytvárali počas stabilizovanej eróznej bázy po prerušovanom etapovitom prehĺbňovaní dna doliny súvisiacom s vývojom riečnych terás. Na stabilizovanú eróznú bázu výškovou polohou nadväzovala vyvieracia ponorná voda Demänovky. Jaskynné úrovně v Demänovskej doline predstavujú Höhlenniveaus typu riečnych korýt (Bögli, 1978). Postupným etapovitým zahlbovaním doliny sa staršie vývojové úrovně dostávali do visitej polohy nad terajším tokom povrchovej i podzemnej Demänovky. Najstaršie vývojové úrovně sú v najvyšších polohách, resp. najvyšších relatívnych výškach nad súčasným dnom doliny.

Podľa Droppu (1966, 1972) I. jaskynnú úroveň tvoria najmladšie podzemné priestory s aktívnym podzemným tokom Demänovky v jaskyni Vyvieranie, Demänovskej jaskyni slobody a Pustej jaskyni. Na terajšom riečisku podzemnej Demänovky v Demänovskej jaskyni slobody je však niekoľko stupňovitých

skalných úsekov, resp. prahov. Vzhľadom na tieto úseky riečiska s väčším spádom by sa spodné časti chodieb pozdĺž podzemného toku Demänovky nemali považovať za jednu jaskynnú úroveň (Bella, 1996b, 2000). Na zahlbovanie riečiska Demänovky v nerovnakých vývojových fázach poukazuje aj výskyt rôznych starých sintrových kôr v riečisku na Prízemí a v podlahovej časti Mramorového riečiska (Hercman et al., 2000, 2006). Z týchto dôvodov v predmetnom úseku Demänovskej jaskyne slobody Bella et al. (2011, 2014) sčasti upravili prvotné vyčlenenie vývojových úrovní. Táto problematika sa však doteraz súbornejšie neprezentovala.

ZÁKLADNÁ MORFOLÓGIA DEMÄNOVSKEJ JASKYNE SLOBODY

Demänovská jaskyňa slobody zaberá časť ponorovej (vtokovej) a strednej (prietokovej) časti Demänovského jaskynného systému, ktorý dosahuje dĺžku viac ako 41,3 km (Herich, 2017). Demänovská jaskyňa slobody je zameraná v dĺžke 11 117 m, výškový rozdiel medzi najnižším a najvyšším miestom jaskyne je 130 m (Herich a Holúbek, 2015).

Dolné, riečne modelované horizontálne chodby jaskyne (Mramorové riečisko, Hlinená chodba, Suchá chodba, Prízemie, Kráľova galéria) predstavujú spodné a stredné vývojové úrovně (Droppa, 1966, 1972). Súčasné riečisko Demänovky v spodných častiach Demänovskej jaskyne slobody je dlhé okolo 1,1 km (podľa údajov Droppu, 1955, 1957). Na viacerých miestach na jaskynné úrovně ústia šikmé až kaskádovité chodby klesajúce z bývalých bočných ponorov (chodby klesajúce zo svahovej dolinky Točište na Prízemie, klesajúca chodba Klenotnice), ktoré sa po neskoršom prehĺbňovaní dna doliny dostali do visitej polohy (Bella, 1993, 1996a, 2000). Takýto charakter majú aj chodby klesajúce z priestoru Objavného ponoru k podzemnému toku Demänovky západne od Mramorového riečiska (Hochmuth, 1996). Vytvorené sú prevažne pozdĺž tektonických porúch sv.-jz. smeru, ktoré takisto usmernili vytváranie bočných svahových dolínok. Na prúdenie vôd v podzemí miestami vplýval aj smer sklonu gutensteinských vápencov na severovýchod.

Vyššie položené subhorizontálne, resp. kváziúrovňové chodby Demänovskej jaskyne slobody bez výraznejších znakov riečnej

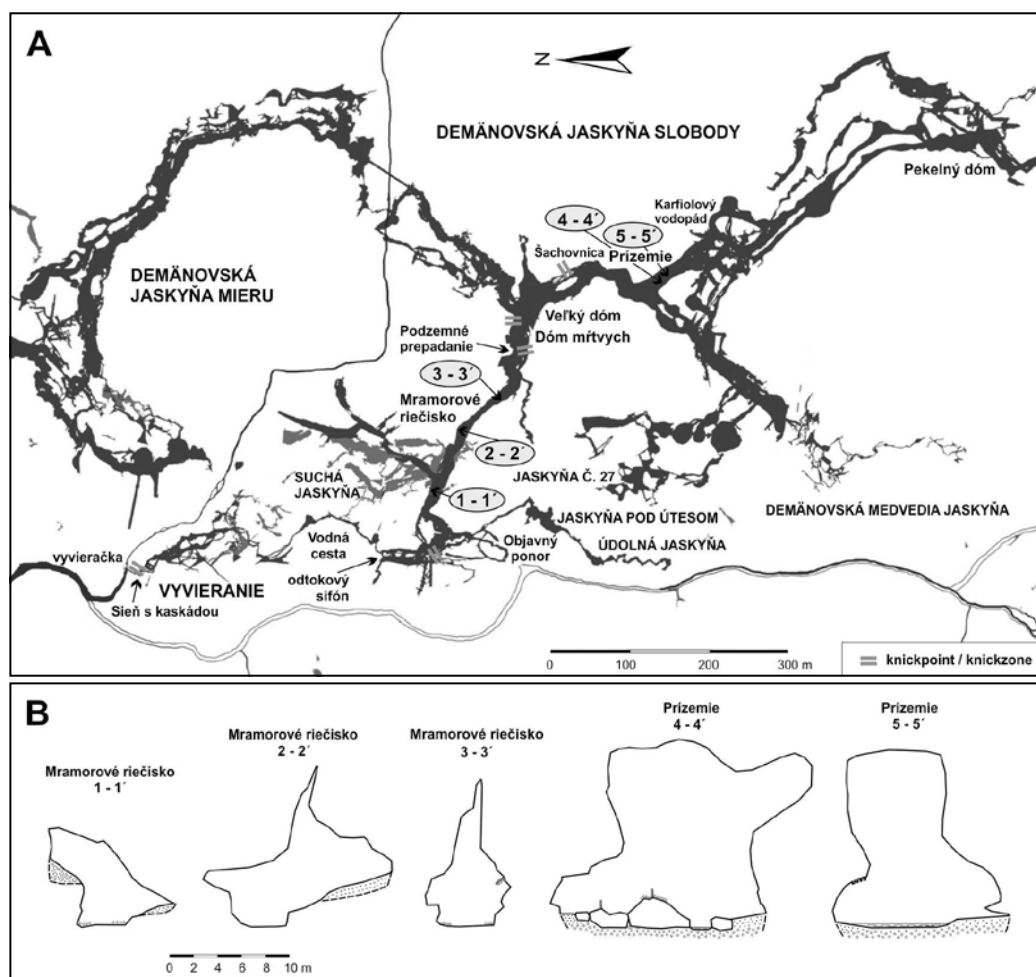
modelácie (Zázračné siene, Čarovná chodba a Kamenný vinohrad) vznikli koróznym rozširovaním tektonických porúch vo freatických podmienkach (Bella et al., 2014). Agresívne vody mohli prenikáť do týchto bočných puklinových vetiev aj následkom zdvihnutia hladiny podzemnej vody, keď hlavné odvodňovacie chodby nestačili odvádzať povodňové vody (Bella, 2006).

Spodné vývojové úrovne Demänovského jaskynného systému, vytvorené v jaskyni Vyvieranie a Demänovskej jaskyni slobody, majú v porovnaní s väčšinou ostatných jaskynných úrovní menší rozsah, komplikovanejší priebeh a vývoj. Ich chodby na viacerých miestach oddeľujú sifónové úseky (Žikeš, 1983; Hochmuth, 1988).

ÚROVNŇOVÉ CHODBY POZDĹŽ PODZEMNÉHO TOKU DEMÄNOVKY – MORFOLOGICKÉ A SEDIMENTOLOGICKÉ ODLIŠNOSTI

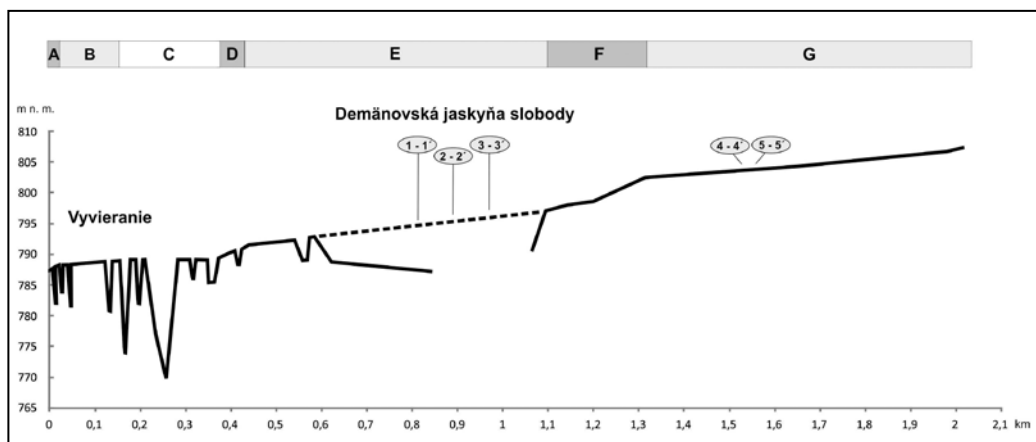
Chodby jaskynných úrovní v Demänovskej doline majú sklon okolo 10 ‰ (Droppa, 1972). V Demänovskej jaskyni slobody na Prízemí i v Mramorovom riečisku predstavujú priestrané chodby, ktoré sa vytvárali vo viacerých vývojových fázach. Ich komplikovaný vývoj dokladajú viaceré morfológické i sedimentologické znaky, ktoré však poukazujú aj na niektoré odlišnosti vývoja Prízemia a Mramorového riečiska. Dôsledkom vývojových odlišností týchto chodieb sú aj rozdielne rozmery ich priečných rezov (obr. 1).

Kým na Prízemí na komplikovaný viacfázový vývoj poukazujú najmä bočné korytá, v Mramorovom riečisku sú okrem bočných koryt aj výrazné skalné terasovité stupne vystupujúce po stranách podlahového kanála (obr. 1). Vo vysokej chodbe Prízemia, ktorej strop siaha až 17 m nad terasjé riečisko, sa najväčšie bočné korytá vytvorili na jej ľavej stene (v smere toku Demänovky). Pokorný (1949) vyčlenil štyri bývalé bočné korytá a dnešné koryto, Droppa (1957) spomína bočné korytá vytvorené v troch úrovniach. V úrovni meandrovitého podstropného bočného koryta chodba dosahuje šírku až do 18 m, kým v úrovni nižšie vy-



Obr. 1. A – poloha skúmaných častí Demänovskej jaskyne slobody (výrez mapy Hericha, 2017 spracovanej na základe meračskej dokumentácie Droppu, 1957, 1972; Hochmutha, 1988, 1993 a ďalších); B – priečne rezy zobrazujúce rozdielnú morfológiu a rozmery riečne modelovaných chodieb Mramorového riečiska a Prízemia, vysvetlenie v texte

Fig. 1. A – location of the studied parts of Demänovská jaskyňa slobody Cave (segment of the map of Herich, 2017 based on measurement data of Droppa, 1957, 1972; Hochmuth, 1988, 1993 and others); B – cross-sections showing a different morphology and dimensions of the fluvially sculpted Mramorové riečisko and Prízemie passages, an explanation in the text



Obr. 2. Zjednodušený pozdĺžny profil podzemného toku Demänovky v jaskyni Vyvieranie a Demänovskej jaskyni slobody podľa meračskej dokumentácie Droppu (1955, 1957) a Hochmutha (1988, 1993, 1995): A – vyvieraciačka až Sieň s kaskádou v severnej časti jaskyne Vyvieranie, B – horizontálne riečisko v jaskyni Vyvieranie, C – úsek sifónov zv. Vodná cesta, D – odtokový sifón do jaskyne Vyvieranie až západný okraj Mramorového riečiska, E – západný okraj Mramorového riečiska až Dóm mŕtvych, F – Dóm mŕtvych až východný okraj Veľkého dómu, G – Prízemie až Pekelný dóm (knickzones sú vyznačené tmavosivou farbou, úrovnňové úseky riečiska svetlosivou farbou a úsek sifónov bielou farbou; riečisko aktívne iba počas povodní je vyznačené prerušovanou čiarou; poloha priečných rezov 1-1', 2-2', 3-3', 4-4' a 5-5' z obr. 1B)

Fig. 2. Simplified longitudinal profile of the Demänovka underground stream in the Vyvieranie Cave and Demänovská jaskyňa slobody Cave based on measurement data of Droppa (1955, 1957) and Hochmuth (1988, 1993, 1995): A – from the resurgence to Sieň s kaskádou Hall in the northern part of Vyvieranie Cave, B – horizontal streambed in the Vyvieranie Cave, C – the siphon segment named Vodná cesta, D – from the outflow siphon to the western edge of Mramorové riečisko Passage, E – from the western edge of Mramorové riečisko Passage to Dóm mŕtvych Chamber, F – from the Dóm mŕtvych Chamber to the eastern edge of Veľký dóm Chamber, G – from the Prízemie Passage to Pekelný dóm Chamber (knickzones are marked in dark grey, level streambed segments in light grey and the siphon segment in white; a streambed active only during floods is marked by dashed line; a location of the cross-sections 1-1', 2-2', 3-3', 4-4' and 5-5' from Fig. 1B)

tvorených bočných koryt do 15 m. Klenbovité strop Prízemia predstavuje stropné koryto široké 8 až 10 m, ktoré pravdepodobne vzniklo paragenetickou modeláciou stropu bývalého sífónového úseku medzi hornou časťou Gulôčkového dómu (s nadväzujúcou chodbou vedúcou k Žulovej chodbe) a Veľkým dómom. Vytváranie tohto úseku jaskyne predurčili najmä medzivrstvové plochy vápencov (Pokorný, 1949). Najviac znížený sífónovitý strop je medzi Rázcestím a Veľkým dómom, nad terajším riečiskom siaha do výšky 10 m (Droppa, 1957). V priestore Rázcestia, do ktorého ústi klesajúca Mliečna chodba a chodba vedúca od Hlbokého dómu, skalný strop rozčleňujú stropné hrncovité vyhlbeniny. Vznikli v mieste stretávania a miešania sa bývalých vodných prúdov a s tým spojenej stropnej erózie pôsobiacej odspodu nahor účinkom vztlakového vírenia vody (Bella, 1996b). Pokorný (1949) ich opisuje ako „evorzné obrie hrnce skrutkovite zahĺbené do stropu“.

Chodba Mramorového riečiska je tektonicky predisponovaná strmou poruchou a má kaňonovitý charakter (z hľadiska celkovej morfológie jej pôvodný názov Kaňon bol výstižnejší). Vo východnom úseku od Dómu mŕtvych po odbočku do Hlinenej chodby chodba siaha do výšky 14 m, v západnom úseku do výšky 7 až 9 m. V miestach bočných koryt je široká do 7 až 8 m, v najširšom meandrovitom koryte až 16 m. Horné časti tejto chodby sú však podstatne užšie (široké iba 0,5 až 2 m). Stropné koryto sa v Mramorovom riečisku vytvorilo iba v jeho koncovej časti, ktorá priečne prepája jeho hlavný kaňonovitý, tektonicky podmienený úsek so sieňovitým priestorom podzemného toku Demänovky poniže Objavného ponoru. V spodnej časti Mramorového riečiska sú skalné stupne tvoriace erózne terasy, vystupujú vo výške okolo 2 m a 4 – 5 m nad skalným podlahovým riečiskom (Bella, 1996b). Na viacerých miestach skalné povrchy terás pokrývajú zvyšky fluvialných sedimentov. Riečne terasy sa prevažne vytvorili po oboch stranách podlahového kanála, v niektorých úsekoch iba na jeho jednej strane.

Na Prízemí i v Mramorovom riečisku sa v dosť značnej miere zachovali zvyšky viacerých akumulácií alochtónnych fluvialných sedimentov, avšak v sčasti odlišných superpozíčných pozíciách. Kým väčšia časť riečiska na Prízemí leží na alochtónnych fluvialných sedimentoch, podlahové skalné riečisko v Mramorovom riečisku je pokryté žulovými balvanmi a hrubým štrkom iba miestami (v súčasnosti je aktívne iba za vyšších vodných stavov, keď všetka voda nestihne vteciť do ponoru v Dóme mŕtvych). Hrúbka agradácie fluvialných sedimentov na riečisku Prízemia bola pôvodne väčšia, čo dosvedčujú žulové okruhlíaky a štrky uložené na zrútených vápencových blokoch či visuté sintrové kóry s pritmelenými podložnými žulovými okruhlíakmi zachované na skalných stenách. Na väčšiu hrúbku bývalej agradácie fluvialných sedimentov ďalej poukazujú paragenetické anastomózne kanáliky zahĺbené rozvetvenými vodnými prúdmi do previsnutej skalnej steny na pravej strane Prízemia, neďaleko hrádze predeľujúcej terajšie riečisko (Bella,

1996b), ako aj zvislé paragenetické žliabky pod bočným korytom na pravom brehu Demänovky.

Väčšia časť fluvialných sedimentov v Mramorovom riečisku sa zachovala na visutých postranných terasovitých plochách, ktoré sú zvyškami bývalého (staršieho) podlahového riečiska. Na terasovitom stupni Mramorového riečiska západne od odbočky do Hlinenej chodby sú však uloženiny nevytrošených fluvialných sedimentov, ktoré sa do jaskyne transportovali náhle z povrchu cez staršie, dostatočne priepustné bočné klesajúce ponorové chodby príválovými vodami po agradáčnom navýšení povrchového riečiska na dne doliny (Bella, 2013; Bella et al., 2013).

SKALNÉ STUPNE A PRAHY PREDEĽUJÚCE MIERNE SKLONENÉ ÚSEKY RIEČISKA

Spád súčasného podzemného riečiska Demänovky nie je rovnomerný. Viac-menej rovnomerne mierne klesajúce (úrovňové) úseky riečiska sú na viacerých miestach prerušené skalnými stupňovitými alebo strmšími úsekmi (obr. 1A a 2). Riečisko Demänovky na Prízemí (od spodného okraja Karfiolového vodopádu po okraj Veľkého dómu) má spád 10,9 ‰ (Droppa, 1955, 1957). Z konca Prízemia (pri Šachovnici) sa Demänovka prediera východným okrajom Veľkého dómu prevažne pozdĺž smeru vápencových vrstiev, pričom vytvorila nízku chodbu s kaskádovitým skalným riečiskom (obr. 3). Droppa (1955) píše, že na dne Veľkého dómu si Demänovka „preráža cestu hučivým vodopádom“. Pod kaskádami sa v skalnom riečisku vytvárajú krútnavové hrnce. Od konca Prízemia po Podzemné prepádanie na konci Dómu mŕtvych riečisko má spád 28,7 ‰ (Droppa, 1955, 1957). V rámci tohto strmšieho úseku riečisko najviac klesá od konca Prízemia po centrálnu časť Veľkého dómu, na vzdialenosti 40 m poklesne až o 4 m (spád 100 ‰).

Po miernejšie sklonenom úseku vedúcim popod mohutné zrútené skalné bloky Demänovka vteká do Dómu mŕtvych, kde sa jej tok pred skalným prahom spomaľuje (riečiskový skalný prah leží SSZ od zrúteného mohutného skalného bloku zv. Ľudská lebka). Väčšia časť vody tento skalný prah obteká po oboch stranách – viac po pravej strane, kde sa zahľbuje podlahový kanál. Aj tu voda padajúca a víriaca sa za skalným prahom vytvára krútnavový hrniec (obr. 4). Po miernejšom úseku riečiska sa na západnom okraji Dómu mŕtvych voda stráca v tzv. Podzemnom prepadaní (obr. 5). Ide o podlahový otvor v tvare trhliny, dlhý 8 až 9 m a široký 1 až 2 m. Predisponovaný je strmou tektonickou poruchou sz.-jv. smeru pokračujúcou z vysokej chodby východnej časti Mramorového riečiska. Tento podlahový ponor je sčasti zavalený veľkými skalnými blokmi. Ponad jeho juhovýchodný okraj vedie premostený prehliadkový chodník. Za prahovitým skalným stupňom ponoru (zo strany Dómu mŕtvych) voda vteká do nižšie ležiacej, sčasti zaplavenej riečnej chodby (Žikeš, 1983; Hochmuth, 1996).

Ďalší prudšie klesajúci úsek sa nachádza poniže západného okraja Mramorového riečiska smerom k prietokovému sífónu pod vyústením prístupovej štôlne do jaskyne (obr. 6). Riečisko Demänovky sleduje smer vápencových vrstiev, od skalného prahu po tento sífón dosahuje spád 87 ‰. Skalný prah zvyšujú skalné bloky vysypané do tohto priestoru z vyššie ležiaceho vyústenia prístupovej štôlne. Podzemný tok Demänovky od Podzemného prepádania po sífón na západnom okraji Mramorového riečiska (pod vyústením chodby vedúcej od bývalého vchodu) má spád 20,1 ‰ (Droppa, 1955, 1957). Odpočítajúc výšku skalného prahu, cez ktorý voda padá do Podzemného prepádania, spád podzemného toku Demänovky v tomto úseku (vrátane menšej kaskády – pozri Žikeš, 1983) sa zmenší na približne 16 ‰. Spád prevažnej časti podlahového kanála vedúceho od Podzemného prepádania po západný okraj Mramorového riečiska je iba okolo 10 ‰ (vypočítaný z meračskej dokumentácie Droppu, 1955, 1957).

V Demänovskej jaskyni slobody za sífónom pod vyústením prístupovej štôlne nasleduje posledný úsek riečiska, ktorý sa končí odtokovým sífónom do jaskyne Vyvieranie. Takisto v tomto úseku otvoreného riečiska miestami vyčnievajú skalné prahy. Droppa (1950) píše o „hučiacich perejách“, cez ktoré Demänovka prúdi ďalej na sever. Spád toku Demänovky medzi týmito sífónmi je 31,4 ‰ (Droppa, 1955, 1957).

Podzemný tok Demänovky za posledným sífónom v Demänovskej jaskyni slobody, resp. od odtokového sífónu do jaskyne Vyvieranie má podstatne menší spád. Priemerný spád toku v úseku tzv. Vodnej cesty medzi Demänovskou jaskyňou slobody a jaskyňou Vyvieranie, ako aj v jaskyni Vyvieranie (bez krátkeho úseku medzi Sieňou s kaskádou a vyvieračkou) je 5 ‰ (Hochmuth, 1993, 1997). V Sieni s kaskádou, ležiacej západne od vstupného portálu, sa podzemný vodný tok vetví a preteká nadol cez skalný stupeň vysoký asi 1 m (Droppa, 1955, 1957; Hochmuth, 1993). V sífónovej zóne medzi Demänovskou jaskyňou slobody a jaskyňou Vyvieranie je spád hladiny vodného toku iba 1,4 ‰ (Hochmuth, 1993). Droppa (1955, 1957) uvádza v úseku od posledného sífónu v Demänovskej jaskyni slobody po jazero v jaskyni Vyvieranie spád 2,1 ‰, v jaskyni Vyvieranie od jazera po vyvieračku Demänovky spád 9,6 ‰.

PROBLEMATIKA VÝVOJA JASKYNNÝCH CHODIEB POZDĽ Ž PODZEMNÉHO RIEČISKA

VYTVÁRANIE ÚROVNŔOVÝCH CHODIEB

Horizontálne, resp. takmer horizontálne chodby jaskynných úrovní sa vytvárajú spätnou eróziou od vyvieračiek proti prúdu po miesto tzv. piezometrického limitu, kde sa gravitačný vodný tok mení na tok podmienený hydrostatickým tlakom (Palmer, 1987). Vytvárajú sa počas dlhodobého tektonického pokoja, resp. dlhodobo stabilizovaného vývoja dna dolín v nadväznosti na relatívne stabilnú eróznú bázu na povrchu, ktorej výškovou polohou zodpovedá vyvieračka.

Epifreatické úrovňové chodby sa prednostne vytvárajú poprepájaním a remodeláciou freatických dutín korózne rozšírených pozdĺž štruktúrno-geologických diskontinuit, najmä v kanáloch i väčších chodbách s najintenzívnejším prúdením vody medzi ponormi a vyvie-

račkou. Čím je početnosť tektonických porúch väčšia, tým je prepojenie jaskynných chodieb kratšie a plytšie (Ford, 1971; Ford a Ewers, 1978). V úsekoch s veľkou početnosťou puklín sa pozdĺž vodnej hladiny tvoria chodby s minimálnym počtom freatických sifónových slučiek

až úplne horizontálne jaskyne, tzv. *ideal water-table caves* (Ford, 1977, 2000; Ford a Ewers, 1978). Na vytváranie mierne sklonených až horizontálnych chodieb pozdĺž vodnej hladiny alebo „slučkovitých“ chodieb (s freatickými kolenovitými ohybmi) ďalej vplýva dynamika



Obr. 3. Kaskádovité riečiško Demänovky pri východnom okraji Veľkého dómu (stredná a spodná časť), Demänovská jaskyňa slobody. Foto: P. Bella
Fig. 3. The cascading Demänovka streambed at the eastern edge of Veľký dóm Chamber (middle and lower part), Demänovská jaskyňa slobody Cave. Photo: P. Bella



Obr. 5. Podzemné prepádanie v Dóme mŕtvych, Demänovská jaskyňa slobody. Foto: P. Bella
Fig. 5. Podzemné prepádanie (ponor) in the Dóm mŕtvych Chamber, Demänovská jaskyňa slobody Cave. Photo: P. Bella



Obr. 4. Zahlbujúci sa krútnavový hrniec za skalným prahom v Dóme mŕtvych, Demänovská jaskyňa slobody. Foto: P. Bella
Fig. 4. Stream pothole deepening behind the rock threshold in the Dóm mŕtvych Chamber, Demänovská jaskyňa slobody Cave. Photo: P. Bella



Obr. 6. Strmší úsek riečiška Demänovky poniže Mramorového riečiška, Demänovská jaskyňa slobody. Foto: P. Bella
Fig. 6. Steeper segment of the Demänovka streambed behind the Mramorové riečiško Passage, Demänovská jaskyňa slobody Cave. Photo: P. Bella

podzemných vodných tokov (veľkosť prietoku a jeho zmeny, trvalosť alebo občasnosť vodného toku), ako aj rýchlosť zahľbovania priľahlej doliny (Audra a Palmer, 2013; Gabrovšek et al., 2014).

Slučkovité, resp. sífónovité ohyby jaskynných chodieb sa zmenšujú až zarovnávajú denudáciou znížených stropných častí a podlahových výstupov skalného podlažia. Po vyplnení vodných sífónov naplavenými sedimentmi sa podzemné riečisko (vo freatickej zóne) pozdĺžne vyrovnáva vytváraním stropných koryt (vyhlbovaných do skalného stropu odspodu nahor) alebo prepájacích chodieb (tzv. *bypass passages*) medzi hornými ohybmi freatických slučiek. Naopak po poklese vodnej hladiny (vo vadóznej zóne) sa do zosponu vyčnievajúcich výstupov skalného podlažia zahlbujú podlahové kanály (Ford, 1965b, 2000; Ford a Ewers, 1978). Ak skalné podlažie riečiska pokrývajú sedimenty, vodný tok sa vrezáva do skalných stien a vytvára bočné korytá (výškovou polohou zodpovedajú hornému okraju výplne sedimentov a majú rovnaký spád ako riečisko). Nad sebou vytvorené aluviálne zárezy odrážajú po sebe nasledujúce epizódy agradácie a vyplavovania sedimentov, po ktorom sa skalné riečisko zahĺbilo (Farrant a Smart, 2011). Na nárazovom brehu tvorenom skalnou stenou meandrujúci podzemný vodný tok vytvára meandrové bočné koryto (White, 1988).

V opisovanej časti Demänovskej jaskyne slobody (od Prízemia po Mramorové riečisko, resp. odtokový sífón do jaskyne Vyvieranie sú preskúmané vodné sífóny hlboké 3 až 5 m (Žikeš, 1983). Stropné korytá sa pozorujú na Prízemí, v Mramorovom riečisku iba na jeho západnej okrajovej časti meniacej smer k Objavnej chodbe. Stropné koryto a skalné výčnelky v riečisku medzi Rázcestím a Veľkým dómom nasvedčujú, že tento úsek sa primárne vytváral horeuvedeným zrovnávaním zhora i zdola vyčnievajúcich častí bývalého sífónu. Bočné korytá sa vytvorili neskôr, na Prízemí i v Mramorovom riečisku. Výrazný podlahový kanál prehĺbil iba chodbu Mramorového riečiska, preto po jeho stranách vystupujú skalné terasy. Meandrové koryto sa vytvára na Prízemí na pravom nárazovom brehu Demänovky poniže Karfiolového vodopádu a v priestore Rázcestia.

V spojovacej tzv. Vodnej ceste od odtokového sífónu v Demänovskej jaskyni slobody po jaskyňu Vyvieranie sú sífóny hlboké do 20 m (pozdĺžny slučkovitý priebeh, miestami nad vodnou hladinou), pozdĺž pokračujúceho toku Demänovky v jaskyni Vyvieranie 3 až 8 m (Hochmuth, 1988, 1993). Takisto úrovňové chodby v jaskyni Vyvieranie sa pravdepodobne vytvárali horeuvedeným zmenšováním až zarovnávaním slučkovitých, resp. sífónovitých ohybov chodieb. Následnou laterálnou eróziou sa na viacerých úsekoch vytvorili výrazné bočné (terasovité) korytá (Droppa, 1950, 1957; Hochmuth, 1993).

Seneš (1968) dáva vznik sífónov medzi jaskyňou Vyvieranie a Demänovskou jaskyňou slobody do súvisu s „tektonickou mobilitou diabláz severozápadného smeru“. Okrajové sífóny sa údajne viažu na okraje poklesávajúcej tektonickej kryhy. Vzhľadom na tektonickú zložitost poklesnutej kryhy a sprie-

vodné diablázy predpokladal nesúvislé úseky chodieb so stropnými časťami nad vodnou hladinou i opakovanie sífónov. Na základe speleopotápačského prieskumu a zamerania tzv. Vodnej cesty Hochmuth (1995) objasňuje vytváranie sífónov na okrajoch poklesnutej kryhy, na rozhraní zdvihajúcej sa a poklesávajúcej kryhy, ako aj na rozhraní hýbajúcich sa kryh vo vertikálnom i horizontálnom smere.

STUPŇOVITÉ A PRAHOVITÉ NEROVNOSTI NA PODZEMNOM RIEČISKU

Chodby jaskynných úrovní miestami preušujú náhle zmeny spádu v gradiente pozdĺžneho profilu vodného toku, ktoré sa rovnako ako v povrchových riečiskách označujú ako *knickpoints* (pozri Warwick, 1960; Ford a Williams, 1989; Fabel et al., 1996). Morfológicky sa prejavujú kaskádami, menšími skalnými stupňami a prahmi či strmšími úsekmi riečiska. Pod skalnými stupňami sa do skalného podlažia riečiska zahlbujú podlahové krúťňavové hrnce, ktoré spolu s podlahovými kanálmi indikujú erózne fázy vývoja jaskýň (Ford, 1965a a ďalší).

Knickpoints sú zväčša dôsledkom väčšej odolnosti podložných hornín voči erózii, zmien splavovania sedimentov z prítokových oblastí, tektonickej aktivity alebo bývalého zníženia erózne bazy. Spätnou eróziou *knickpoints* ustupujú v smere proti prúdu vody (Lewis, 1944; Culling, 1957; Whipple a Tucker, 1999; Nanson a Gibling, 2004; Tinkler, 2004; Bishop et al., 2005; Crosby a Whipple, 2006; Loget a Van Der Dreissche, 2009; Whittaker a Boulton, 2012; Pavano et al., 2016 a ďalší). Striktne definovaný *knickpoint* predstavuje inflexný bod medzi doluprúdovým úsekom riečiska s vysokým gradientom spádu a protiprúdovým úsekom s nižším gradientom spádu. Keďže v skutočnosti väčšinou ide o strmšie úseky riečiska, Foster a Kesley (2012) navyše definujú *knickzone* ako úsek riečiska s vysokým gradientom spádu ohraničený úsekmi s nižšími gradientmi spádu. V slovenskej hydromorfolologickej terminológii (Lehotský a Grešková, 2004) ekvivalentnými termínmi *knickpoint* a *knickzone* sú „prah, bod oživenia“ a „prahová zóna“. V závislosti od vlastností horninového podlažia a charakteru fluvialnych procesov v riečisku majú ustupujúce *knickpoints* a *knickzones* odlišnú morfológiu (pozri Gardner, 1983). V úseku poniže *knickpoint*, ktorý narušil rovnovážny pozdĺžny profil vodného toku, úrovni bývalého riečiska zodpovedajú riečne terasy (Finnegam, 2013), v jaskyniach navyše aj bočné korytá zahĺbené do skalných stien. Od *knickpoint* v smere proti prúdu vodného toku sa na riečisku a v nadväzujúcej časti povodia zachovali staršie tvary reliéfu (Crosby a Whipple, 2006; Brocard et al., 2016 a ďalší). Skúmaním migrácie *knickpoints* v krasových územiach sa sleduje hlavne vplyv znížovania erózne bazy na vývoj krasu a jaskýň (Warwick, 1960; Fabel et al., 1996).

Morfológia chodieb v úsekoch stupňovitých a prahovitých nerovností na podzemnom riečisku Demänovky (s absenciou tektonicky useknutých starších skalných tvarov modelovaných podzemným vodným tokom) nasved-

čuje, že sú pravdepodobne najmä dôsledkom viacnásobného znížovania erózne bazy na povrchu, t. j. meniacej sa výškovej polohy vyvieracký vo vzťahu k etapovitému zahľbovaniu doliny.

Vzhľadom na častejšie fázy znížovania erózne bazy na povrchu a premenlivú dynamiku podzemného vodného toku sa v skúmanej časti Demänovských jaskýň smerom od vyvieracký v dolinke Vyvieranie sfornovali spätnou eróziou iba kratšie úrovňové úseky. Zahľbovanie povrchového riečiska v priľahlej časti Demänovskej doliny sa pravdepodobne prerušovalo, resp. spomaľovalo v dôsledku agradácií sedimentov v zúženej krasovej (karónovitej) časti doliny, ktoré splavovali proglačiálne vody v súvislosti s cyklicky sa meniacimi klimatickými podmienkami, najmä v strednom a mladšom pleistocéne (Bella, 2013; Bella et al., 2013). V chodbách, ktoré zahŕňajú segmenty viacerých vývojových úrovní nad sebou, *knickpoints* sú v miestach, po ktorých sa podlahy chodieb stihli v mladšej fáze prehĺbiť spätnou eróziou v dôsledku etapovitého znížovania erózne bazy na povrchu.

Podzemné prepádanie na dolnom okraji Dómu mŕtvych a nasledujúce občasne zaplavované podlahové kanál Mramorového riečiska poukazujú, že *knickpoints* v krasových územiach migrujú nielen súvisle postupujúcim rozrušovaním skalného prahu spätnou eróziou, ale v niektorých prípadoch aj ich skokovitým presunutím do novovytvoreného podlahového ponoru odvádzajúceho vodu do nižšie položeného freatického sífónálneho kanála (obr. 2), t. j. opustením hlavného drenážneho kanála (Ford a Williams, 1989). Hoci Podzemné prepádanie predisponovala výrazná tektonická porucha (obr. 5), morfológia tejto časti jaskyne nenasvedčuje tomu, že jeho vznik spôsobila tektonická aktivita. Riečisko Demänovky pred týmto prepádaním je v porovnaní s nasledujúcim, občasne zaplavovaným podlahovým kanálom Mramorovom riečisku len v nepatrne nižšej polohe. V tejto časti jaskyne sa nevyskytujú ani litologické rozhrania s výrazne odlišnou odolnosťou hornín. Podľa morfolologickej typológie Gardnera (1983) v skúmanej časti Demänovskej jaskyne slobody prevládajú *knickpoints* vznikajúce spätným vrezávaním sa do odolnejších hornín, pričom pomerne strmo protiprúdne migrujú. Pritom sa mierne znižuje ich výšková poloha v súvislosti s miernym zahľbovaním prítokového úseku riečiska (tzv. *drawdown reach*). V nadväznosti na výškovú polohu miestnej erózne bazy sa riečisko spätnou eróziou zahľbuje intenzívnejšie pozdĺž pozdĺžnych strmých tektonických porúch ako vrezávaním do horizontálne alebo šikmo uložených vrstiev karbonátov. Priechne tektonické poruchy spravidla podmieňujú vznik sífónov (pozri Seneš, 1968 a Hochmuth, 1995) alebo podzemných prepádaní.

IMPLIKÁCIE KU KOREKCII PRVOTNE VYČLENENÝCH VÝVOJOVÝCH ÚROVNÍ

Z meračskej dokumentácie Demänovskej jaskyne slobody (Droppa, 1955, 1957) vyplýva, že výškový rozdiel medzi súčasným riečiskom Demänovky na Prízemí a Podzem-



Obr. 7. Riečisko na Prízemí v mieste zahľbovania krútnavového hrnca (podlahová erózia), Demänovská jaskyňa slobody. Foto: P. Bella

Fig. 7. Streambed in the Prízemie Passage at the place of pothole deepening (floor erosion), Demänovská jaskyňa slobody Cave. Photo: P. Bella

ným prepadaním v Dóme mŕtvych je 5,6 m. Povyše i poniže tohto úseku sú na súčasnom riečisku dlhšie úrovňové úseky s podstatne menším spádom. Vzhľadom na výrazne meniace sa gradienty spádu nemožno najnižšie priestory pozdĺž riečiska Demänovky – v celom úseku od Pekelného domu cez Prízemie, Veľký dom, Dóm mŕtvych až na západný koniec Mramorového riečiska, resp. odtokový sifón vedúci do jaskyne Vyvieranie – považovať za súčasť jednej jaskynnej úrovne (Bella, 1996b, 2000).

Úrovňové úseky povyššie a poniže tohto strmšieho úseku podzemného riečiska sa navyše sčasti líšia aj morfológiou (pozri vyššie). Doterajšie výsledky datovania sintrov potvrdzujú, že riečisko Demänovky na Prízemí, ktoré pokrýva žulový štrk a menšie okruhlíky, je v približne rovnakej výškovej pozícii ako pred cca 300-tisíc rokmi (Bella et al., 2011). Na rozdiel od Prízemia v úseku od Dómu mŕtvych smerom k jaskyni Vyvieranie zahľbovanie podzemného riečiska do skalného podlažia etapovito pokračovalo v mladšom pleistocéne a holocéne. Preto rozsah I. jaskynnej úrovne podľa Droppu (1966, 1972) treba dosť výrazne zredukovať.

Z hľadiska vývoja úrovňových chodieb v spodných častiach Demänovskej jaskyne slobody podlahová časť Prízemia pravdepodobne prislúcha Hlinenej chodbe. V rámci sústavy jaskynných úrovní Demänovskej doliny Bella et al. (2011, 2014) ich zaradili do

nižšieho stupňa IV. jaskynnej úrovne (spolu so strednou časťou Zrúteného a Vodopádového domu, chodbou s Dukelským pomníkom a Kolibou v Demänovskej jaskyni mieru). Droppa (1972) zaradil Hlinenú chodbu do III. jaskynnej úrovne.

Pôvodné zaradenie horizontálnych úsekov terajšieho riečiska v západnej časti Demänovskej jaskyne slobody (od Dómu mŕtvych) do I. jaskynnej úrovne komplikuje posledný strmší úsek za západným okrajom Mramorového riečiska, ako aj nasledujúce skalné prahy na riečisku v chodbe pred odtokovým sifónom do jaskyne Vyvieranie. Od sifónu pod ústím Vstupnej chodby (vedúcej od bývalého vchodu nad Objavným ponorom) do Mramorového riečiska po odtokový sifón riečisko klesá o 2,6 m (Droppa, 1955, 1957). V prípade, že tento úsek riečiska predstavuje *knickzone* oddeľujúcu jaskynnú úroveň, najmladšiu a najnižšiu položenú I. jaskynnú úroveň v rámci Demänovských jaskýň tvoria iba horizontálne úseky terajšieho riečiska v jaskyni Vyvieranie. Povyše tejto *knickzone* treba upraviť zaradenie takmer horizontálnej (úrovňovej) skalnej podlahy Mramorového riečiska, následne aj vyššie položených postranných bočných koryt a skalných terás. Výškový rozdiel medzi južným okrajom Vodnej cesty a západným okrajom Mramorového riečiska sa zväčšuje zahľbovaním riečiska do skalnej podlahy I. jaskynnej úrovne v nadväznosti na znižovanie *kinckpoint* v Sieni s kaskádou vo výverovej časti jaskyne Vyvieranie (tesne pred

terajšou vyvierackou podzemného toku Demänovky na povrch).

SÚČASNÁ FLUVIÁLNA REMODELÁCIA RIEČISK V ÚROVŇOVÝCH CHODBÁCH

Úrovňové chodby, ktorými v súčasnosti preteká podzemná Demänovka, sa miestami pretvárajú hĺbkovou eróziou, na čo poukazujú podlahové kanály a krútnavové hrnce. Výrazný krútnavový hrniec (prehlbovaný víriacou vodou) pozorovať na okraji riečiska Demänovky na juhovýchodnom okraji Prízemia, pri mostíku cez Demänovku poniže Karfiolového vodopádu (obr. 7). Po meandrovitom úseku Demänovky sa na konci Prízemia terajšie riečisko zahľbuje do štrkových nánosov (*drawndown reach* podľa Gardnera, 1983) v nadväznosti na pokračujúce ustupovanie kaskádovitého úseku na východnom okraji Veľkého domu spätnou eróziou. Vody, ktoré sa za vyšších (povodňových) stavov nestihnú ponoriť v Podzemnom prepadaní, pretekajú a pritom prehľbujú podlahový kanál Mramorového riečiska. Aktívne riečisko v najnižšej úrovni jaskyne Vyvieranie sa prehľbuje spätnou eróziou v nadväznosti na prerážanie skalného stupňa v Sieni s kaskádou.

ZÁVER

Odlíšnosti morfológie riečne modelovaných chodieb a morfostratigrafických pozícií zachovaných alochtónnych fluviálnych sedimentov na Prízemí a v Mramorovom riečisku, ako aj nerovnomerný spád riečiska so strmšími úsekmi ukazujú, že najnižšiu časť Demänovskej jaskyne slobody s podzemným riečiskom Demänovky nemožno považovať za jednu vývojovú úroveň. Prízemie i Mramorové riečisko predstavujú riečne chodby vytvorené vo viacerých vývojových fázach, ale s odlišným vývojom podzemného riečiska Demänovky. Kým skalné riečisko v Mramorovom riečisku sa zahľbilo aj počas najmladších vývojových fáz, riečisko na Prízemí leží vo vyššej pozícii (nad kaskádovitým úsekom na východnom okraji Veľkého domu) a jeho výšková poloha sa počas najmladších vývojových fáz menila v súvislosti s agradáciou a vyplavovaním alochtónnych fluviálnych sedimentov. Preto v tejto časti Demänovského jaskynného systému treba prehodnotiť a spresniť prvotné vyčlenenie jaskynných úrovní. Predbežné korekcie jaskynných úrovní treba potvrdiť alebo spresniť na základe prebiehajúceho datovania jaskynných sedimentov.

Táto práca bola podporovaná vedeckým grantovým projektom VEGA č. 1/0146/19. Za cenné rady a pripomienky ďakujeme recenzentom doc. RNDr. Zdenkovi Hochmuthovi, CSc., a RNDr. Ľudovítovi Gaálovi, PhD.

LITERATÚRA

- AUDRA, P. – PALMER, A. N. 2013. The Vertical Dimension of Karst: Controls of Vertical Cave Pattern. In Shroeder, J. F. (Ed.): *Treatise on Geomorphology*, vol. 6. Academic Press, San Diego, 186–206.
- BELLA, P. 1993. Poznámky ku genéze Demänovského jaskynného systému. *Slovenský kras*, 31, 43–53.
- BELLA, P. 1996a. K problematike genézy depresných častí Demänovskej jaskyne slobody a príslušných ponorných jaskýň v Demänovskej doline. In Lalkovič, M. (Ed.): *Kras a jaskyne – výskum, využívanie a ochrana. Zborník referátov z vedeckej konferencie, Liptovský Mikuláš 10. – 11. 10. 1995. SMOPaJ, Liptovský Mikuláš*, 103–109.
- BELLA, P. 1996b. 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. 9. 1996. SSJ, Liptovský Mikuláš*, 46–52.
- BELLA, P. 2000. Genetické typy jaskynných priestorov v Demänovskej doline. In Lacika, J. (Ed.): *Zborník referátov z 1. konferencie Asociácie slovenských geomorfológov pri SAV, Liptovský Ján 21. – 23. 9. 2000. Asociácia slovenských geomorfológov pri SAV, Bratislava*, 8–20.

- BELLA, P. 2006. Ku genéze koróznych puklinových častí Demänovskej jaskyne slobody. In Bella, P. (Ed.): Výskum, využívanie a ochrana jaskýň. Zborník referátov z 5. vedeckej konferencie, Demänovská Dolina 26. – 29. 9. 2005. SSJ, Liptovský Mikuláš, 37–46.
- BELLA, P. 2013. Vtokové klesajúce chodby a nevytriedené fluválne sedimenty v jaskyniach ponorovej zóny stredohorského alogénneho krasu: na príklade Demänovskej jaskyne slobody (Demänovská dolina, Nízke Tatry). *Geographia Cassoviensis*, 7, 1, 16–23.
- BELLA, P. – HAVIAROVÁ, D. – KOVÁČ, Ľ. – LALKOVIČ, M. – SABOL, M. – SOJÁK, M. – STRUHÁR, V. – VIŠŇOVSKÁ, Z. – ZELINKA, J. 2014. Jaskyne Demänovskej doliny. ŠOP SR, SSJ, Liptovský Mikuláš, 200 s.
- BELLA, P. – HERCMAN, H. – GRADZIŇSKI, M. – PRUNER, P. – KADLEC, J. – BOSÁK, P. – GLAZEK, J. – GĄSIOROWSKI, M. – NOWICKI, T. 2011. Geochronológia jaskynných úrovní v Demänovskej doline, Nízke Tatry. *Aragonit*, 16, 1–2, 64–68.
- BELLA, P. – HERCMAN, H. – GRADZIŇSKI, M. – GĄSIOROWSKI, M. 2013. Vplyv glaciálfluválnych agradácií na speleogenézu stredohorského alogénneho krasu: príkladová štúdia z tatranskej oblasti, Západné Karpaty. *Aragonit*, 18, 1, 44–45.
- BELLA, P. – HERCMAN, H. – GRADZIŇSKI, M. – PRUNER, P. – KADLEC, J. – BOSÁK, P. – GLAZEK, J. – GĄSIOROWSKI, M. – NOWICKI, T. – ŠLECHTA, S. 2014. Rekonštrukcia hlavných vývojových fáz jaskynného systému. In Bella, P. – Haviarová, D. – Kováč, Ľ. – Lalkovič, M. – Sabol, M. – Soják, M. – Struhár, V. – Višňovská, Z. – Zelinka, J.: Jaskyne Demänovskej doliny. ŠOP SR, SSJ, Liptovský Mikuláš, 47–53.
- BISHOP, P. – HOEY, T. B. – JANSSEN, J. D. – ARTIZA, I. L. 2005. Knickpoint recession rate and catchment area: the case of uplifted rivers in Eastern Scotland. *Earth Surface Processes and Landforms*, 30, 6, 767–778.
- BÖGLI, A. 1978. *Karsthydrographie und physische Speläologie*. Springer-Verlag, Berlin – Heidelberg – New York, 292 s.
- BROCARD, G. Y. – WILLENBRING, J. K. – MILLER, T. E. – SCATENA, F. N. 2016. Relict landscape resistance to dissection by upstream migrating knickpoints. *Journal of Geophysical Research: Earth Surface*, 121, 6, 1182–1203.
- CROSBY, B. T. – WHIPPLE, K. X. 2006. Knickpoint initiation and distribution within fluvial networks: 236 waterfalls in the Waipaoa River, North Island, New Zealand. *Geomorphology*, 82, 1–2, 16–38.
- CULLING, W. E. H. 1957. Equilibrium states in multicyclic streams and the analysis of river-terrace profiles. *Journal of Geology*, 65, 5, 451–467.
- DROPPA, A. 1950. Jaskyňa „Vyvieranie“ v údolí Demänovky. *Krásy Slovenska*, 27, 5–8, 170–182.
- DROPPA, A. 1955. Výskum Demänovských jaskýň. *Geografický časopis*, 7, 3–4, 133–163.
- DROPPA, A. 1957. Demänovské jaskyne – Krasové javy Demänovskej doliny. SAV, Bratislava, 289 s.
- DROPPA, A. 1966. The correlation of some horizontal caves with river terraces. *Studies in Speleology*, 1, 186–192.
- DROPPA, A. 1972. Geomorfologické pomery Demänovskej doliny. *Slovenský kras*, 10, 9–46.
- DROPPA, A. 1995. Die Entwicklung der Demänová-Höhlen. In Bella, P. (Ed.): Caves and Man. Proceedings of International Symposium, Demänovská Dolina 4. – 8. 10. 1994. SMOPaJ, Liptovský Mikuláš, 7–10.
- FABEL, D. – HENRIKSEN, D. – FINLAYSON, B. L. – WEBB, J. A. 1996. Nickpoint recession in karst terrains: an example from the Buchan Karst, Southeastern Australia. *Earth Surface Processes and Landforms*, 21, 5, 453–466.
- FARRANT, A. R. – SMART, P. L. 2011. Role of sediment in speleogenesis; sedimentation and paragenesis. *Geomorphology*, 134, 1–2, 79–93.
- FINNEGAN, N. J. 2013. Interpretation and downstream correlation of bedrock river terrace treads created from propagating knickpoints. *Journal of Geophysical Research: Earth Surface*, 118, 54–64.
- FORD, D. C. 1965a. Stream potholes as indicators of erosion phases in limestone caves. *Bulletin of the National Speleological Society*, 27, 1, 27 – 32.
- FORD, D. C. 1965b. The origin of limestone caverns: A model from the Central Mendip Hills, England. *Bulletin of the National Speleological Society*, 27, 4, 109–132.
- FORD, D. C. 1971. Geologic structure and a new explanation of limestone cavern genesis. *Transactions of the Cave Research Group of Great Britain*, 13, 2, 81–94.
- FORD, D. C. 1977. Genetic Classification of Solution Cave System. In Ford, T. D. (Ed.): Proceeding of the 7th International Congress of Speleology (Sheffield, 10 – 17 September 1977), 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. – EWERS, R. O. 1978. The development of limestone cave systems in the dimensions of length and depth. *Canadian Journal of Earth Sciences*, 15, 1783–1798.
- FORD, D. C. – WILLIAMS, P. W. 1989. *Karst Geomorphology and Hydrology*. Unwin Hyman, London – Boston – Sydney – Wellington, 601 s.
- FOSTER, M. A. – KELSEY, H. M. 2012. Knickpoint and knickzone formation and propagation, South Fork Eel River, northern California. *Geosphere*, 8, 2, 403–416.
- GABROVŠEK, F. – HÄUSELMANN, P. – AUDRA, P. 2014. 'Looping caves' versus 'water table caves': The role of base-level changes and recharge variations in cave development. *Geomorphology*, 204, 683–691.
- GARDNER, T. W. 1983. Experimental study of knickpoint and longitudinal profile evolution in cohesive, homogenous material. *Geological Society of America Bulletin*, 94, 5, 664–672.
- HERCMAN, H. – BELLA, P. – GLAZEK, J. – GRADZIŇSKI, M. – NOWICKI, T. 2000. Rádioizotopové datovanie sintrov z Demänovskej jaskyne slobody. In Bella, P. (Ed.): Výskum, využívanie a ochrana jaskýň. Zborník referátov z 2. vedeckej konferencie, Demänovská Dolina 16. – 19. 11. 1999. SSJ, Liptovský Mikuláš, 26–35.
- HERCMAN, H. – BELLA, P. – GRADZIŇSKI, M. – GLAZEK, J. – NOWICKI, T. – SUJKA, G. 2006. Prehľad výsledkov rádioizotopového datovania sintrov z Demänovského jaskynného systému v rokoch 1995–2005. In Bella, P. (Ed.): Výskum, využívanie a ochrana jaskýň. Zborník referátov z 5. vedeckej konferencie, Demänovská Dolina 26. – 29. 9. 2005. SSJ, Liptovský Mikuláš, 21–36.
- HERICH, P. 2017. Demänová caves. The most extensive underground karst phenomenon in Slovakia. *Bulletin of the Slovak Speleological Society, Issued for the purpose of the 17th Congress of the IUS, Sydney 2017*, 27–38.
- HERICH, P. – HOLÍBEK, P. 2015. Nad tabuľkami jaskýň Demänovskej doliny. *Spravodaj Slovenskej speleologickej spoločnosti*, 46, 3, 9–10.
- HOCHMUTH, Z. 1988. Geomorfologický výskum a topografia Vodnej cesty medzi jaskyňami Vyvieranie a j. Slobody v Demänovskej doline. *Slovenský kras*, 26, 7–23.
- HOCHMUTH, Z. 1993. Výsledky podrobného mapovania a revízný geomorfologický výskum jaskyne Vyvieranie v Demänovskej doline. *Slovenský kras*, 31, 29–42.
- HOCHMUTH, Z. 1995. Some notes concerning the research of the phreatic zone in the cave system of Demänová Valley (Low Tatras, Slovakia). In Bella, P. (Ed.): Caves and Man. Proceedings of International Symposium, Demänovská Dolina 4. – 8. 10. 1994. SSJ, Liptovský Mikuláš, 11–15.
- HOCHMUTH, Z. 1996. Zóna Objavného ponoru v Demänovskej jaskyni slobody. In Lalkovič, M. (Ed.): Kras a jaskyne – výskum, využívanie a ochrana. Zborník referátov z vedeckej konferencie, Liptovský Mikuláš 10. – 11. 10. 1995. SMOPaJ, Liptovský Mikuláš, 117–122.
- HOCHMUTH, Z. 1997. Vzťah hladiny podzemných riečišť k pozdĺžnemu profilu dolín v alogénnom krase na príklade Jánskej a Demänovskej doliny. *Prírodné vedy*, 28, 103–121.
- LEHOTSKÝ, M. – GREŠKOVÁ, A. 2004. *Hydromorfologický slovník*. SHMÚ, Bratislava, 77 s.
- LEWIS, W. V. 1944. Knick points and the curve of water erosion. *Geological Magazine*, 82, 6, 256–266.
- LOGET, N. – VAN DER DRIESCH, J. 2009. Wave train model for knickpoint migration. *Geomorphology*, 106, 3–4, 376–382.
- NANSON, G. C. – GIBLING, M. 2004. Channel, alluvial. In Goudie A. S. (Ed.): *Encyclopedia of geomorphology*, vol. 1. Routledge, London, 133–139.
- PALMER, A. N. 1987. Cave levels and their interpretation. *National Speleological Society Bulletin*, 49, 2, 50–66.
- PAVANO, F. – PAZZAGLIA, F. J. – CATALANO, S. 2016. Knickpoints as geomorphic markers of active tectonics: A case study from northeastern Sicily (southern Italy). *Lithosphere*, 8, 6, 633–648.
- POKORNÝ, M. 1949. Vývoj najmladších priestor jaskýň Demänovských. *Časopis Moravského musea v Brne – Acta Musei Moraviae*, 34, 1, 49–65.
- SENEŠ, J. 1968. Správa o geologicko-morfologickom výskume toku Demänovky v jaskyni Vyvieranie. *Slovenský kras*, 6, 76–83.
- TINKLER, T. J. 2004. Knickpoint. In Goudie A. S. (Ed.): *Encyclopedia of geomorphology*, vol. 1. Routledge, London, 595–596.
- WARWICK, G. T. 1960. The effect of knick-point recession on the water-table and associated features in limestone regions, with special reference to England and Wales. *Zeitschrift für Geomorphologie, NF, Suppl.* 2, 92–99.
- WHITTAKER, A. C. – BOULTON, S. J. 2012. Tectonic and climatic controls on knickpoint retreat rates and landscape response times. *Journal of Geophysical Research*, 117, F02024.
- WHITE, W. B. 1988. *Geomorphology and Hydrology of Karst Terrains*. Oxford University Press, Oxford – New York, 464 s.
- WHIPPLE, K. X. – TUCKER, G. E. 1999. Dynamics of the stream-power river incision model: Implications for height limits of mountain ranges, landscape response timescales, and research needs. *Journal of Geophysical Research*, 104, B8, 17661–17674.
- ŽIKEŠ, V. 1983. Objav riečnej chodby v Demänovskej jaskyni slobody. *Spravodaj Slovenskej speleologickej spoločnosti*, 14, 3, 44–46.

HISTÓRIA JASKYNIARSKEHO PRIESKUMU OBLASTI SALATÍNŮV V NÍZKYCH TATRÁCH

Miroslav Kudla

Štátna ochrana prírody SR, Správa slovenských jaskýň, Hodžova 11, 031 01 Liptovský Mikuláš; miroslav.kudla@ssj.sk
Katedra geografie a aplikovanej geoinformatiky Prešovskej univerzity, 17. novembra 1, 081 16 Prešov

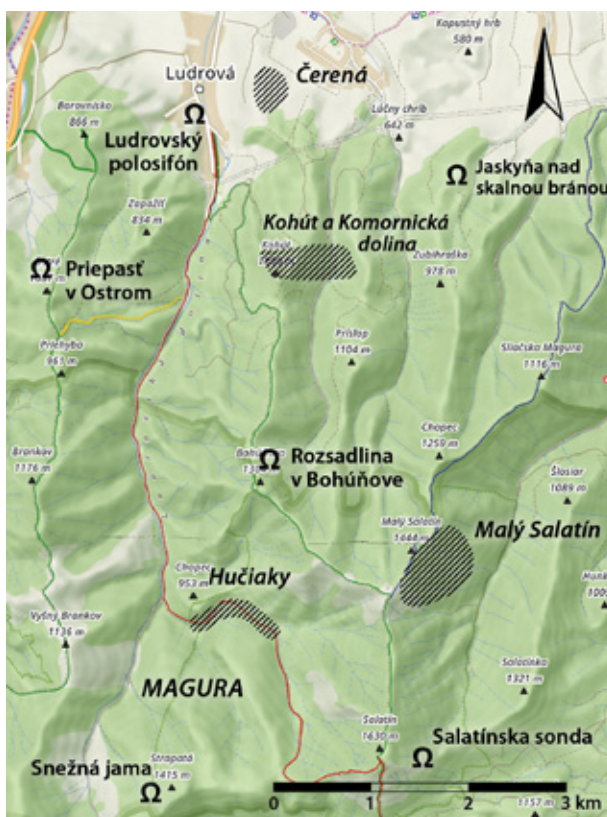
M. Kudla: History of the speleological exploration of the Salatín area in the Nízke Tatry Mts.

Abstract: The Nízke Tatry Mts. are well known among cavers because of some very important karst locations like Demänovská Valley and others. But there are also karst areas, which were on the periphery of speleological interest for a long time, like the area of Mt. Salatín. The aim of the article is to put forward the history of cave survey in this area. The first relevant cave survey in Salatín geomorphological subunit, especially Hučiaky and Magura areas, was conducted by Zdeněk Kratochvíl in 1957–1959, later by Anton Droppa and others. From 70's to 90's the cavers of Ružomberok regional speleological group lead by Zdenko Hochmuth explored other parts of the area. The best known and the most explored is the Hučiaky gorge.

Key words: history, speleology, Nízke Tatry Mts., Salatín, Hučiaky, Ludrovská jaskyňa Cave, Zbojnícka jaskyňa Cave, Čerená Hill, Komornická dolina Valley

ÚVOD

Kras geomorfologického podcelku Salatín v západnej časti Nízkych Tatier¹ bol miestnemu obyvateľstvu oddávna dobre známy. Poznali ho pastieri, ktorí pásli ovce a dobytok na svahoch Magury, či kosci, ktorí kosili lúky pod Salatínom a ktorí využívali jaskyne ako prístrešky. Z hľadiska jaskyniarskeho záujmu bolo toto územie dlhodobo na periférii, najmä pre relatívnu blízkosť perspektívnejších krasových území. Rozpad Uhorska po prvej svetovej vojne znamenal aj pretrhnutie kontinuity odborného záujmu o jaskyne na Slovensku, ktorý bol dovtedy vlastný najmä vzdelancom maďarskej národnosti. Až objav Chrámu slobody (Demänovskej jaskyne slobody) v roku 1921 obrodil záujem o slovenské jaskyne, inšpiroval významných objaviteľov vrátane Jána Majku a predznamenal sériu mnohých významných objavov. Nová vlna záujmu o jaskyne priviedla prvého bádateľa, Jána Sladkého, aj do odborným kruhom prakticky neznámej krasovej oblasti geomorfologického podcelku Salatín. Relevantný jaskyniarsky prieskum sa tu začal až s príchodom baníka Zdeňka Kratochvíla z Kladna v roku 1957, ktorý lokalizoval a zmapoval jaskyne tiesňavy Hučiakov a Magury. Jeho práca iniciovala ďalší záujem o kras pod Salatínom, ktorý sa postupne rozšíril aj na ďalšie krasové oblasti podcelku Salatín. Pre potreby tohto príspevku sme opisované územie rozčlenili na niekoľko osobitných častí (obr. 1). Jeho cieľom je priblížiť históriu jaskyniarskeho záujmu o kras predmetného územia so zreteľom na jeho počiatky v jednotlivých



Obr. 1. Poloha opisovaného územia s vyznačenými hlavnými krasovými oblasťami a okolitými jaskyňami. Zdroj: mapy.cz
Fig. 1. Location of described territory with main karst areas and surrounding caves. Source: mapy.cz

lokalitách a nepublikované archívne prame-
ne, najmä od Zdeňka Kratochvíla. Do prís-
pevku sme zahrnuli aj jaskyňu v travertínovej
kope Čerená, ktorá leží v predpolí podcelku
Salatín v Podtatranskej kotline východne od
obce Ludrová a jaskyňu Ludrovský polosifón
priamo v obci Ludrová. Archívny pramenný
materiál sme čerpali najmä z Archívu ochra-
ny prírody a jaskyniarstva pri Slovenskom
múzeu ochrany prírody a jaskyniarstva v Lip-
tovskom Mikuláši. Inicialy krstných mien
zmieňovaných osobností uvádzame len v prí-
pade, že ich celé krstné mená nepoznáme.

TIESŇAVA HUČIAKY A ĎALŠIE LOKALITY MAGURY

Vápencový masív Magura, alebo ako sa v starších mapách uvádza Čer-
vená Magura, sa rozprestiera východ-
ne od hornej časti Ludrovskej doliny
končiacей sa sedlom Prievalec západ-
ne od nízkotatranského Salatína. Ten-
to menší vápencový ostrov ohraniču-
jú potoky Ludrovianka a Mravnica,
od Ráztockej doliny na juhu ho delia
strmé bralá, na severe ho ohraničuje
kaňon Hučiaky. Ide o zvyšok krasovej
plošiny, ktorá je prerezaná hlbokými
kaňonmi Jazvečie, Kňazová a Hučia-
ky. Najvyšším bodom Magury je kóta
s nadmorskou výškou 1416 m.

V roku 1924, inšpirovaný obja-
vom Chrámu slobody, prichádza do
Ludrovskej doliny pod Salatínom kus-
tód Liptovského múzea v Ružomber-
ku a profesor miestneho gymnázia
Ján Sladký. Jeho pôsobenie v tejto
lokalite priblížil až Zdeněk Kratochvíl
vo svojej správe pre Múzeum sloven-
ského krasu z roku 1959. Ján Sladký
spolu s priateľmi vtedy navštívili ties-
ňavu Hučiaky pod Magurou, kde pre-
skúmali Ludrovskú a Loveckú jaskyňu.
Nevedno, či poznali a preskúmali aj
ďalšie blízke jaskyne, ale ich záujem
sa nesústredil iba na Ludrovskú dolinu
a Hučiaky. Kratochvíl uvádza, že ok-
rem zmienenej lokality viac či menej

podrobne prebádali aj Čebrať nad Ružomber-
kom, vrch Mních, pričom nevynechali ani Lis-
kovskú jaskyňu a Ľubochňanskú dolinu. Tiež
konštatuje, že hoci Sladký navštívil Ludrovskú
jaskyňu, jej zadné časti nepozná. Zaujímalo ho
najmä pôvod mäkkého sintra – „nickamínku“
– v jaskyniach tiesňavy Hučiaky. Podieľal sa aj
na geologickom prieskume Ludrovskej doliny,
ale do Hučiakov, resp. iných častí Magury sa
počas prieskumných prác nedostal. Pozoru-
hodná je zmienka o Loveckej jaskyni. Krato-
chvíl uvádza, že podľa rozprávania Sladkého
mala byť v roku 1924 plná „mokrej magnezit-

¹ Mazúr, E. – Lukniš, M. 1977. Regionálne geomor-
fologické členenie Slovenskej socialistickej re-
publiky. Geografický časopis, 30, 2, 101–125.

tovej peny“, do ktorej sa s kamarátmi zabávali až po kolená. Zrejme ide o podlahový mäkký sinter zmiešaný s jemnozrnným ílovitým sedimentom v zadnej časti jaskyne, do ktorého sa v súčasnosti zaboríme najviac po členky (obr. 2). Sladký bol jediný bádateľ, ktorý tento jav v jaskyni opisuje. Zmienku o ňom neobsahuje ani nepublikovaný opis jaskyne od Zdeňka Kratochvíla z roku 1957: „Leží asi v polovine svahu než jeskyně č 1 a již zespoda svými třemi okny dobře viditelná. Vznikla na puklině směru 200 o úklonu 75°, je dlouhá 15,5 m, vchody mají rozměry: 1,5 × 1,2 × 2,3 × 1 m, dno je přirozené, ve vzdálenosti 4 m od vchodu je stupeň 1 m vysoký a dno stoupá pod úklonem 12 stupňů. Je tvořeno pískem a suchým jílem. Směrem dozadu se strop snižuje a šířka zužuje do ztracena.“² Hoci je Kratochvílov opis podrobný a precízny, mäkký sinter v ňom našiel svoje miesto. Nespomína ho ani Anton Droppa v príspevku v Československom krase z roku 1966, ani v Krásach Slovenska z roku 1970.

Jaskyniarska verejnosť sa o lokalite prvýkrát dozvedá až v roku 1961, keď v dvojčísle Slovenského krasu za roky 1959 a 1960 vychádza Kratochvílov príspevok s názvom *Krasové javy v Ludrovskej doline*. Ide o pomerne stručný súhrnný článok, ktorý zahŕňa výsledky jeho prieskumu lokality počas troch rokov a predchádzajúcich nepublikovaných prác, ktoré sú súčasťou jeho korešpondencie s Múzeom slovenského krasu. To, že Kratochvíl lokalitu dôverne poznal, dokladá aj precízny opis územia, kde používa miestne zaužívané názvy: „Keď prichádzame Ludrovskou dolinou do jej hornej časti, už zďaleka vidíme vysoké vápencové útesy Červenej Magury, ležiace na opisovanej už poruche. Táto pôvodne súvislá hradba bola neskôršie jednak činnosťou vody, jednak ešte horotvornými pohybmi rozdelená na tri skupiny nazvané Brdo, Chvost a Kňazová. Na krasové javy, hlavne jaskyne, najbohatšie je Brdo.“³ Samotnú tiesňavu Hučiaky tu dokonca porovnáva s dolinami Slovenského raja. Podrobne tu opisuje aj najvýznamnejšie jaskyne lokality, a to Ludrovskú jaskyňu, Medvediu jaskyňu, Trosky a tiež vzdialenú Snežnú jamu aj s opisom prístupu k nej.

Zdeněk Kratochvíl skúmal kras Magury pod Salatínom v rokoch 1956, 1957 a 1959 počas svojich dovolení. Zo svojho pôsobenia v oblasti vypracoval podrobné správy, ktoré posielal Múzeu slovenského krasu. Písal si s vtedajším riaditeľom múzea Vojtechom Benickým. Záujem o lokalitu ho priviedol k prof. Jánovi Sladkému. Ten Kratochvíla, ako o tom hovoria archívne pramene, na niektorých jeho výpravách za jaskyňami pod Salatínom sprevádzal a jeho cenné informácie sa ukázali ako veľmi užitočné. Počas svojich pobytov na Liptove sa stretol aj s prof. Zdenkom Hochmuthom, ktorý pôsobil na ružomberkom gymnáziu. Dúfal, že mu pomôže so po-

lohopisom jaskýň v tiesňave Hučiaky a v priestore Magury. Usudzoval tak na základe zmienky o krase pod Salatínom v turistickom sprievodcovi Krásy Liptova, ktorého spoluautorom bol prof. Hochmuth (Janáček – Hochmuth). Ten však osobne Maguru nepoznal, a tak Kratochvílovi žiadnu novú informáciu neposkytol.

Z jeho korešpondencie s Benickým sa dozvedáme aj o nemilej udalosti, ktorá výrazne zdržala a ohrozila jeho bádanie v krase pod Salatínom a oddialila ich dohodnuté stretnutie. V liste, ktorý prijal Benický 22. októbra 1958, Kratochvíl píše o vážnej nehode, ktorá ho pri jeho baníckej práci zastihla: „Bohužel jsem byl 10. července t. r. při práci v šachtě zasypan a zlomil jsem si pravou nohu v kotníku a léčení se protáhlo na tolik, že nyní už nemohu přijet, tak jak jsem Vám slíbil“⁴. Pod Salatín sa vrátil opäť v septembri 1959 s cieľom nájsť polohu jaskyne Snežná jama, čo sa mu na predchádzajúcich výpravách nepodarilo. Hľadanie jaskyne sa vzhľadom na jej skrytú polohu ukázalo ako veľmi náročné a nepodarilo sa na prvý pokus. Sám Kratochvíl vo svojej správe pri opise strastiplného hľadania jaskyne pripája úsmevnú vložku: „Ten dobrodinec, ktorý mně udal polohu Snežných jam na skalách Chvostu, nechť je po smrti prohlášen za svatého, neboť jsem ho proklel do pátého kolena. Bloudil jsem po Chvostu celý den a jámy se sněhem, který se v nich podle tvrzení důvěryhodných lidí udržoval ještě v době mého pobytu jsem nenašel.“⁵ Vzhľadom na nepriaznivé počasie priepať iba zbežne preskúmal. Pokus o fotografovanie v nej sa podľa jeho slov neskončil úspešne a vyhotovil iba jednu fotografiu z dna. Zmieňuje sa aj o menších okolitých jaskynkách, ale tie už preskúmať nestihol.



Obr. 2. Zmes mäkkého sintra a ílu v Loveckej jaskyni považovaná Jánom Sladkým za „magnezitovú penu“, do ktorej sa mal v roku 1924 zabárať až po kolená. Foto: M. Kudla

Fig. 2. The mixture of moonmilk and clay in Lovecká jaskyňa Cave considered by Ján Sladký as a „magnesite foam“, into which he was going to bury himself to his knees in 1924. Photo: M. Kudla



Obr. 3. Vchody jaskyne Trosky odfotografované Zdeňkom Kratochvílom v auguste 1957. Svah pred bralom je v súčasnosti zalesnený. Foto: AOPaJ, f. PKJ, i. č. 40/ 3 – Ludrovská jaskyňa, Jaskyňa Trosky (Z. Kratochvíl, 1957)

Fig. 3. The entrances of Trosky Cave photographed by Z. Kratochvíl in August 1957. The slope in front of the rock cliff is nowadays wooded. Photo: Archive of Nature Protection and Caving

Hoci prvý náčrt polohy jaskýň Hučiakov vyhotovil Kratochvíl už v roku 1957, na presnejšie zaznamenanie polohopisu prebádaných lokalít potreboval kvalitné mapové podklady a tie mu zapožičalo Múzeum slovenského krasu. Išlo o sadu nových topografických máp v mierke 1 : 25 000, na ktorých zobrazil polohu jaskýň v Hučiakoch aj polohu Snežnej jamy.

Polohopis preskúmaných jaskýň bol publikovaný v už zmienenom dvojčíse Slovenského krasu. Zbierka archívu múzea obsahuje aj niekoľko Kratochvílových máp jaskýň tiesňavy Hučiaky v mierke 1 : 200, zameraných v auguste a septembri roku 1957. Ide o mapu zmienenej Loveckej jaskyne, ktorú pôvodne pomenoval „Jaskyňa č. 2 – Trojice“ a názov „Lovecká“ opravil až neskôr. Tiež mapy Jeskyně Dvojice (Dvojité), Jeskyně Trosky, Jezírkové jeskyně, Gotické jeskyně a Krápníková jeskyně, ktorá ako jediná je v mierke 1 : 300 s rukou písanou poznámkou „Ludrovská“. Korekcie v názvoch jaskýň, ktoré Kratochvíl v mapách urobil, sú dôsledkom spolupráce s Jánom Sladkým, ktorý ho upozornil na už existujúce pomenovania.

² Archív ochrany prírody a jaskyniarstva (ďalej AOPaJ), fond (ďalej f.) Zbierka podzemných krasových javov (ďalej PKJ), inventárne číslo (ďalej in. č.) 40/4 – Ludrovská jaskyňa, Popis jeskyně a jiných krasových zjevů v Ludrovské dolině, okres Ružomberok – správa pre Múzeum slovenského krasu (Z. Kratochvíl, 1957).

³ Kratochvíl, Z. 1959. Krasové javy v Ludrovskej doline. Slovenský kras, 3, 116.

⁴ AOPaJ, f. PKJ, i. č. 40/4 – Ludrovská jaskyňa, List Vojtechovi Benickému prijatý 3. 10. 1958 (Z. Kratochvíl, 1958).

⁵ AOPaJ, f. PKJ, i. č. 40/4 – Ludrovská jaskyňa, Krasové javy v Ludrovské dolině – správa z prieskumu (Z. Kratochvíl, 1959).



Obr. 4. Nezreteľné pozostatky nápisov Zdeňka Kratochvíla „Mír“ a „ZK 59“ vo vstupnej časti Jaskyne mieru v Hučiakoch. Foto: M. Kudla
Fig. 4. Indistinct remains of Zdeněk Kratochvíl's inscription „Mír“ and „ZK 59“ in the entrance part of Jaskyňa mieru Cave in Hučiaky. Photo: M. Kudla



Obr. 5. Zameriavanie Dvojitej jaskyne Zdenkom Hochmuthom a L. Pavlíkom 29. júla 1973. Foto: Z. Hochmuth
Fig. 5. Mapping of Dvojitéj jaskyne Cave by Z. Hochmuth and L. Pavlík from 29. 7. 1973. Photo: Z. Hochmuth

Zbierka Archívu ochrany prírody a jaskyniarstva Slovenského múzea ochrany prírody a jaskyniarstva (SMOPaJ) obsahuje aj 17 pomerne kvalitných fotografií jaskýň, z ktorých boli publikované iba dve. Na fotografiách z roku 1959 sa objavuje Ján Sladký. Práve on figuruje na Kratochvílovej fotografii z Ludrovskej jaskyne publikovanej v Slovenskom krase v roku 1961 (roč. 3). Na fotografiách vidieť, že niektoré oblasti Magury boli v tom čase zalesnené omnoho menej a výhľad na bralá s vchodmi jaskýň bol tak výrazne lepší ako v súčasnosti (obr. 3).

Vo svojich správach pre Múzeum slovenského krasu venoval Kratochvíl veľkú pozornosť aj geológii či hydroológii územia, povrchovým krasovým javom a otázke genézy samotnej tiesňavy Hučiaky a jej jaskýň. Problematiku konzultoval s prof. Sladkým, čo v správe z roku 1959 zaznamenal svojím osobitým štýlom. Nájde tu aj pozoruhodnú informáciu o záujme Třineckých železiarní o ťažbu vápencov z tejto lokality. „Kdyby totiž Hučiaky byly jeskynního původu, pak celá dolina Za Makovicou by byla někdejší slepým krasovým údolím, nebo poljem! Jinak mně prof. Sladký doporučil publikaci Ústředního ústavu geologického: RNDr. Koubek: Vápence Červené Magury. Současne ovšem tvrdil, že není tak docela správná, ovšem, že v té době kdy prováděl geoprůzkum Ludrovskej doliny byl její autor jakási kapacita a on jakási nula, aby na tom mohl něco změnit. Ví jenom tolik, že zdejší vápence jsou jedny z nejčistších v republice (99 % CaCO₃), že se o ně zajímaly Třinecké železárny a jenom velká vzdálenost od železnice tento zájem utlumila.“⁶

Kratochvílove správy obsahujú podrobný opis trinástich jaskýň tiesňavy Hučiaky, jaskyne Trosky a Snežnej jamy. Záznam o každej jaskyni zahŕňa opis polohy, jaskynných priestorov, výplní či prípadných paleontologických nálezov. Osobitú pozornosť zasluhuje zmienka o náleze medvedej lebky v Medvedej jaskyni: „Ve vzdálenosti 6 m od vchodu je na pravé straně výklenek s odrobenými balvany, kde jsem našel lebku medvěda, podle čehož

jsem jaskyni nazval.“ O jeho schopnosti liezť, efektívne využívať lano a dostať sa aj na neprístupné miesta svedčí jeho opis objavy Jaskyne mieru v Hučiakoch: „...je v převislé vápencové steně vlevo nad vchodem do Ludrovskej jaskyně. Není normálně přístupná. Vylezl jsem do ní po stromě, který roste u úpatí stěny a potom jsem si na další strom, který vyrůstá před vchodem do ní přehodil lano a přeručkoval jsem“⁷. V malej jaskynke Kratochvíl zanechal odkaz „Mír“, ktorý mal byť dobre viditeľný aj z dna doliny a odkaz „ZK 59“; dnes z jeho nápisov zostali iba nezreteľné machule (obr. 4).

V auguste roku 1959 mal v Hučiakoch pôsobiť aj odborný asistent Múzea slovenského krasu Pavol Janáčik a poslucháč Prírodovedeckej fakulty Univerzity Komenského Milan Vráblik. Žiadna správa o prieskume ani iný výstup, ktorý by priblížil pôsobenie zmienenej dvojice na lokalite, nám nie sú známe. Do úvahy prichádza prípadná súvislosť ich pôsobenia v Hučiakoch s Kratochvílovou činnosťou pod Salatínom, s ktorou oboznamoval Vojtecha Benického, riaditeľa Múzea slovenského krasu.

Väčšina Kratochvílových prác, vrátane veľkej väčšiny máp a fotografií, nebola nikdy publikovaná a uchovali sa iba v správach, ktoré posielal Múzeu slovenského krasu a v inej korešpondencii s Vojtechom Benickým. Jediný jeho známy publikačný výstup venovaný tejto lokalite predstavuje už spomínaný súhrnný príspevok v Slovenskom krase. Na druhej strane práve vďaka Kratochvílovej práci sa o jaskyne lokality začal v roku 1960 zaujímať Anton Droppa. Ten v rámci výskumných prác speleologického oddelenia Geografického ústavu Slovenskej akadémie vied (SAV) pôsobil v krase Magury, najmä v Hučiakoch, v lete 1960 a 1961. Terénnych prieskumných prác v lete 1961 sa zúčastnil aj Kratochvíl, ktorý Droppovi ukázal viaceré jaskyne, ktoré objavil, resp. ktoré Droppa dotvtedy nepoznal.⁸

⁷ AOPaJ, f. PKJ, i. č. 40/ 4 – Ludrovská jaskyňa, Krasové jevy v Ludrovské dolině – správa z prieskumu (Z. Kratochvíl, 1959).

⁸ Droppa, A. 1966. Výskum krasových foriem Ludrovskej doliny v Nížkych Tatrách. Československý kras, 17, 82.

Výsledky Droppovho pôsobenia na lokalite sa pretavili do jej podrobného opisu publikovaného v roku 1966 v Československom krase s názvom Výskum krasových foriem Ludrovskej doliny v Nížkych Tatrách. Práca obsahuje podrobný opis územia, jeho hydrologických pomerov, štrnástich jaskýň Hučiakov či povrchových krasových javov, medzi ktorými Droppa uvádza aj priepasť Snežná jama. Okrem toho spomína aj jaskynky v dolinách pod Magurou Jazvečie a Kňazová. V súvislosti s opisom Medvedej jaskyne spomína už Kratochvílom spomenutú medvediu lebku, ale aj nález lebky rysa. Príspevok obsahuje kvalitné mapy jaskýň, ako aj mapu ich polohy v rámci tiesňavy Hučiaky a krasu Magury. Pri zameriavaní jaskýň Droppovi pomáhali dvaja obyvatelia Ludrovej, Juraj a Stanislav Dutkovci.⁹

Podobne ako Zdeněk Kratochvíl aj Anton Droppa porovnáva kras Magury s inými lokalitami: „Krasový terén Magury v závere Ludrovskej doliny je reliktom tretohornej krasovej plošiny s málo vyvinutými povrchovými formami. Svojím charakterom je obdobný krasovým plošinám v Stratskej hornatine (M. Lukniš 1945). Podobný ráz má aj menšia plošina Jamy (1438) v Demänovskej doline (A. Droppa 1957) a rozsiahlejšia plošina na Ohništi (1490) medzi Jánskou a Malužinskou dolinou (A. Droppa 1958).“¹⁰ Droppov príspevok obsahuje fotografiu vchodu Dvojitej jaskyne, ktorej autorom je Kratochvíl. Tá však pravdepodobne nepochádza z roku 1957 ako väčšina jeho fotografií, ale vznikla počas ich spolupráce na lokalite v roku 1961. Ide zároveň o jedinú fotografiu publikovanú v tomto článku.

Na fotografie omnoho bohatší príspevok od Antona Droppu, zameraný na jednoduché a pútavé predstavenie jaskýň Hučiakov a Magury turistickej verejnosti, je v Krásach Slovenska v roku 1970. Obsahuje podrobný opis územia s grafickým vyjadrením polohy krasových dolín a jaskýň, ako aj opis väčšiny jaskýň lokality. Prvýkrát je tu uverejnená fotografia vcho-

⁹ Droppa, A. 1966. Výskum krasových foriem Ludrovskej doliny v Nížkych Tatrách. Československý kras, 17, 82–95.

¹⁰ Droppa, A. 1966. Výskum krasových foriem Ludrovskej doliny v Nížkych Tatrách. Československý kras, 17, 94.

⁶ AOPaJ, f. PKJ, i. č. 40/ 4 – Ludrovská jaskyňa, Krasové jevy v Ludrovské dolině – správa z prieskumu (Z. Kratochvíl, 1959).

du Snežnej jamy na Magure, ktorej autorom je pravdepodobne Kratochvíl. Zaujímavá je aj fotografia vchodov jaskyne Trosky s takmer odlesneným svahom. V závere príspevku autor odporúča návštevu jaskýň Hučiakov ako spes-trenie návštevy Ludrovskej doliny.¹¹

Minimálne v prvej polovici sedemdesiatych rokov sa o jaskyne lokality zaujímal aj členovia Oblastnej speleologickej skupiny Ružomberok, založenej v roku 1964. V archíve SMOPaJ sa nachádza mapa Dvojitej jaskyne z 29. júla 1973, ktorú zamerali Zdenko Hochmuth a L. Pavlík, ako aj zápis *Výsledky zameriavania Dvojitej jaskyne v Hučiakoch v Ludrovskej doline*. Okrem toho aj dve fotografie, ktorých autorom je Zdenko Hochmuth (obr. 5). Iné jeho materiály venované jaskyniam v Hučiakoch z tohto obdobia nám nie sú známe, avšak pôsobenie ružomerských jaskyniarov pod Salatínom v tomto období je zrejmé aj z dostupných materiálov venovaných iným lokalitám.

V roku 1976 sa 10. až 17. júla konal v Ludrovskej doline dvanásť Tábor ochrancov prírody. Zoologická komisia tábora vytýčila za cieľ zber osteologických nálezov v jaskyniach Hučiakov, prítomnosť ktorých spomínali aj Droppa a Kratochvíl. Kostí zozbierané účastníkmi tábora pochádzajú z Ludrovskej a Medvedej jaskyne. V príspevku *Osteologický materiál z jaskýň* z roku 1977 venuje Ján Obuch najväčšiu pozornosť práve nálezom troch lebiek a mandibúl kamzíka vrchovského z Medvedej jaskyne. Tie vyvolali otázky ohľadom veku nálezov, ako aj príčin vymiznutia kamzíkov. Či ich vyhubil človek, alebo je ich vymiznutie dôsledkom klimatických zmien v období Atlantiku, malo objasniť datovanie ich veku metódou C14. Nájdené lebky bádatelia uložili do bočného výklenku v Medvedej jaskyni. Na nález troch kamzíčích lebiek umiestnených ľudskými rukami v bočnom výklenku jaskyne upozorňuje Juraj Bárta, zrejme nepredpokladajúc, že išlo o sekundárnu polohu v dôsledku manipulácie s nálezmi účastníkmi tábora. Berúc do úvahy nálezovú situáciu a výsledky datovania v roku 1996 konštatuje: „Na základe analýzy C14 boli tieto paleontologické nálezy datované na koniec pleistocénu. To nás vedie k úvahe, či by tu mohlo ísť o eventuálny dôkaz loveckého kultu na sklonku starej doby kamennej, čo by bol aj prvý nález tohto druhu u nás.“¹²

Intenzívny záujem o lokalitu sa opäť objavuje až na konci deväťdesiatych rokov, keď tu začínajú pôsobiť členovia Speleoklubu Chočské vrchy. Ich jaskyniarskou prvotinou v Hučiakoch bolo podľa technického denníka č. 21/ 99 oboznámenie sa s lokalitou a prieskum väčších a známych jaskýň. Po návšteve Medvedej, Jazierkovej a Dvojitej jaskyne prichádza skupina jaskyniarov v zostave Juraj Szunyog, Ján Tholt, Katarína a Veronika Tholtové do Ludrovskej jaskyne. Tu preskúmali 6 m dlhý komín s mäkkým sintrom a hodnotili možnosti jej pokračovania. V nadchádzajúcom období členovia Speleoklubu Chočské vrchy vynaložili značné úsilie



Obr. 6. Mackova sieň v Medvedej jaskyni objavená v roku 2008, jej steny a strop pokrýva mäkký sinter. Foto: M. Kudla

Fig. 6. The Mackova sieň Hall in Medvedia jaskyňa Cave discovered in 2008, its walls and ceiling are covered by moonmilk. Photo: M. Kudla

pri výkopových prácach s cieľom odhaliť pokračovanie tejto jaskyne.¹³

Podľa technických denníkov jaskyniari zo Speleoklubu Chočské vrchy v Ludrovskej jaskyni priebežne pracovali v rokoch 2000 až 2007. Posledný nám známy technický denník z 3. marca 2007 hovorí o objave menšieho nízkeho priestoru s pôdorysom 2 × 2 m, ktorý dostal názov Ovenkina sienka.¹⁴ Časť členskej základne Speleoklubu Chočské vrchy, ktorá sa oddelila a obnovila činnosť Oblastnej skupiny Ružomberok, navštívila 1. decembra 2001 Ludrovskú jaskyňu s cieľom jej zamerania a zmapovania. Podľa technických denníkov sa tým aktívna činnosť obnovenej OS Ružomberok v Ludrovskej jaskyni končí.¹⁵

Intenzívny záujem OS Ružomberok o jaskyne Hučiakov sa objavuje v roku 2008. Sústreďuje sa na prolongáciu Medvedej jaskyne za horizontálnou úžinou oddeľujúcou známe časti jaskyne od jej potenciálneho pokračovania. V čase prebiehajúcich rozširovacích prác s cieľom prekonať úžinu v priamom smere sa po jej okraji preplazil do neznámeho priestoru Marek Macko a objavil tak novú časť jaskyne. Na pomery lokality priestraná sieň, so stenami a stropom miestami pokrytými mäkkým sintrom, dostala názov Mackova sieň v Medvedej jaskyni (obr. 6).

ZBOJNÍČKA JASKYŇA A MALÝ SALATÍN

Ďalšou pozoruhodnou lokalitou v podcelku Salatína je vystupujúca kaskádovitá sústava strmých brál Malého Salatína v jeho vrcholovej časti, známa aj ako Fričove skaly. Jaskyňou

s najbohatšou históriou v tejto lokalite je malá a dobre „ukrytá“ Zbojníčka jaskyňa. Nachádza sa južne pod vrcholovou kótou Malého Salatína v nadmorskej výške asi 1375 metrov. Hlavným priestorom jaskyne je sienka s priemerom asi 4,5 m, s výrazným vchodom a s komínovitým otvorom ústiace na povrch. Je pozoruhodné, že sama jaskyňa sa v literatúre spomína už v roku 1889 v Časopise Slovenskej muzeálnej spoločnosti. Neznámy autor opisuje antropogénny reliéf: „kopané šiance, ktoré nachodia sa pod samým vrcholom Salatína“. S súvislosťou s touto pozoruhodnou informáciou dodáva: „Počul som i to, že pod Salatínom v tzv. doline Salatínka nachodí sa i veľká, pod menom Zbojníčka známa jaskyňa. Možno že i táto ukrýva v sebe z prastarých časov pozostalé pamiatky.“¹⁶ Predpoklad neznámeho autora z roku 1899 o možných archeologických nálezoch sa po viac než troch dekádoch potvrdil. V „Zpráve“ Liptovského múzea v Ružomberku z roku 1934 sa objavuje zmienka o Zbojníčkej jaskyni od Júliusa Kurtiho, v ktorej hovorí o darovaných nálezoch z tejto lokality: „P. J. Valko z Vyšného Sliacha nám doniesol v apríli t. r. nájdených niekoľko úlomkov hrubých neozdobených hlinených nádob s hrubými zrnkami z jaskyne Zbojníčkej na Salatíne. Sú to prvé kusy z nového dotiaľ v literatúre neznámeho náleziska.“¹⁷ Táto stručná správa z Liptovského múzea bola dlho jedinou relevantnou informáciou o Zbojníčkej jaskyni.

V roku 1966 jaskyňu navštívil, preskúmal a zamerail archeológ Juraj Bárta. Uskutočnil tu aj speleoarcheologický výskum, pričom v hlav-

¹¹ Droppa, A. 1970. Do podzemných tajov Ludrovskej doliny. *Krásy Slovenska*, 47, 9, 396–399.

¹² Bárta, J. 1996. Liptovské jaskyne v praveku. *Kras a jaskyne. SMOPaJ, SSI, SSS, Liptovský Mikuláš*, s. 34.

¹³ AOPaJ, f. PKJ, i. č. 40/ 5 – Ludrovská jaskyňa, *Technický denník* č. 21/ 99 (J. Szunyog, 1999).

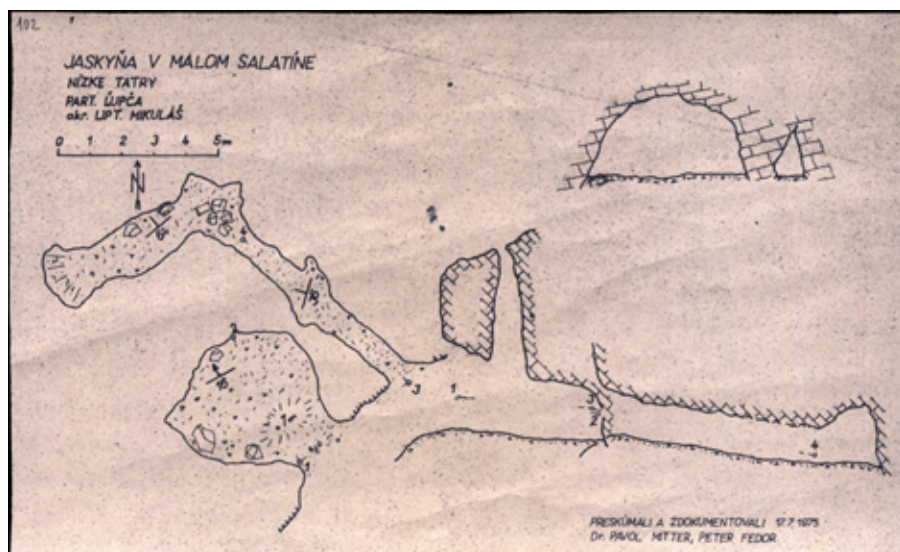
¹⁴ AOPaJ, f. PKJ, i. č. 40/ 5 – Ludrovská jaskyňa, *Technický denník* č. 2/2007 (J. Szunyog, 2007).

¹⁵ AOPaJ, f. PKJ, i. č. 40/ 5 – Ludrovská jaskyňa, *Technický denník* č. 64/ 2001 (P. Jurečka, 2001).

¹⁶ Anonym, 1889. Salatín. *Časopis Slovenskej muzeálnej spoločnosti*, 2, 97.

¹⁷ Anonym, 1889. Salatín. *Časopis Slovenskej muzeálnej spoločnosti*, 2, 97.

¹⁸ Kurti, J. 1934. Zpráva Liptovského múzea v Ružomberku za rok 1934. Ružomberok: Liptovské múzeum.



Obr. 7. Nepublikovaná a zrejme prvá mapa Zbojníckej jaskyne v Malom Salatíne, zhotovená Pavlom Mitterom a Petrom Fedorom z 30. júla 1975. Foto: AOPaJ, f. PKJ, i. č. 102/4 – Zbojnícka jaskyňa pri Salatíne, Jaskyňa v Malom Salatíne (P. Mitter, P. Fedor, 1975)

Fig. 7. Unpublished and probably the first map of Zbojnícka jaskyňa Cave in Mt. Malý Salatín elaborated by P. Mitter a P. Fedor from 30. 7. 1975. Photo: Archive of Protect of Nature and Caving



Obr. 8. Jaskyniari z Oblastnej skupiny Ružomberok v sprievode miestnych znalcov na výprave k Zbojníckej jaskyni v Malom Salatíne 12. júla 1980. Foto: Z. Hochmuth

Fig. 8. The cavers from Ružomberok regional speleological group accompanied by local experts during the expedition to Zbojnícka jaskyňa Cave in Mt. Malý Salatín from 12. 7. 1980. Photo: Z. Hochmuth

nom priestore jaskyne identifikoval halštatské osídlenie. Nálezová správa z tohto výskumu sa pravdepodobne nezachovala a jeho výsledky sú známe iba z Bártových článkov, kde jaskyni venuje pomerne malý priestor. Archív Archeologického ústavu SAV v Nitre ukrýva ešte inú zaujímavú nálezovú správu z roku 1955, v ktorej neznámy výskumník Zbojnícku jaskyňu podrobne opísal, avšak neobjavuje sa tu žiadna konkrétnejšia zmienka o jej prehistorickom osídlení, iba lakonická poznámka „pravek“. Správa obsahuje inú hodnotnú informáciu. Autor opisuje nálezy vojenských konzerv a nábojníc, na základe čoho predpokladá, že jaskyňa bola využívaná ako partizánsky úkryt v čase Slovenského národného povstania, resp. po jeho potlačení.¹⁹

Ďalší jaskyniarsky záujem o lokalitu je doložený až v roku 1975. Stručná správa Pavla Mittera z 30. júla 1975 v zbierke Archívu SMOPaJ hovorí, že bralá Malého Salatína 17. júla toho roku navštívili členovia Oblastnej skupiny SSS č. 9 Pavol Mitter a Peter Fedor, ktorí Zbojnícku jaskyňu zdokumentovali, zamerali banským závesným kompasom a zhotovili mapu, ktorá je takisto súčasťou zbierky archívu (obr. 7).²⁰

Zaujímavosťou je, že v tom istom roku sa s cieľom nájsť Zbojnícku jaskyňu vydávajú na strmé svahy a bralá Malého Salatína aj ružomberskí jaskyniari Zdenko Hochmuth a Peter Patek. Napriek podrobnému prieskumu terénu sa im Zbojnícku jaskyňu nájsť nepodarilo. Z vrcholových častí Malého Salatína si všimli výrazný a dobre viditeľný skalný portál vo sva-

hu doliny Salatínka.²¹ Túto jaskyňu s dvojítm portálom zdokumentovali, zamerali a pomenovali Jaskyňa na Salatíne. K hľadaniu Zbojníckej jaskyne sa opäť vrátili v roku 1980. Podľa technického denníka s evidenčným číslom 5149 sa ju 21. júna toho roku neúspešne pokúšali nájsť bratia Zdenko a Luděk Hochmuthovci. Denník obsahuje aj zaujímavú informáciu o páse vápencov s bralnatými stenami v „Štiavnickej doline“²². Ide zrejme o prvú zmienku o masíve Čatná v Komornickej doline.²³ Autor denníka Zdenko Hochmuth konštatuje, že pre nájdenie Zbojníckej jaskyne bude potrebné spolupracovať s miestnym obyvateľstvom. Stalo sa tak už 12. júla 1980, keď jaskyniari Zdenko a Luděk Hochmuthovci, Peter Patek, Vladimír Vacke a Jozef Veteška, za pomoci miestnych znalcov P. Bartíka, F. Budvesela, V. Friča a J. Luptáka z Liptovských Sliačov, P. Majerčiaka z Partizánskej Lupče a speleológa Liptovského múzea dr. Václava Hanuliaka, Zbojnícku jaskyňu našli (obr. 8).²⁴ Informácie o prieskume lokality sa objavujú v príspevku Zdenka Hochmutha *Krasové javy masívu Salatína v Nízkych Tatrách* v Spravodaji SSS č. 3 z roku 1993.

Miestni znalci jaskyniarom ukázali aj ďalšiu jaskyňu v masíve Malého Salatína, ktorá sa nachádza asi 150 m južne po vrstevnici od Zbojníckej jaskyne, s ťažko identifikovateľným vchodom na menšej lúke. Tú ju preskúmali a pomenovali Jaskyňa na Salatíne č. 2. Po odstránení dvoch závalov v južnej vetve jaskyne postúpili asi 10 m. Celková dĺžka jaskyne dosahuje približne 30 m.

Ďalšia relevantná jaskyniarska činnosť bola na lokalite zaznamenaná až v jeseni roku 2015, keď Peter Sliačan počas povrchového prieskumu Malého Salatína našiel v strmom bralnatom zráze jeho juhovýchodného výbežku ťažko dostupnú jaskyňu. Tá dostala názov Sliačanská jaskyňa. Počas výkopových prác, sporadicky prebiehajúcich v nasledujúcich štyroch rokoch, boli v sedimentoch odkryté kosti medveďa hnedého. Rozšírený priestor dna jaskyne ústi po prekonaní vertikálneho stupňa do systému rozsadlín s intenzívnym sezónnym prievanom.

JASKYŇA V TRAVERTÍNOVEJ KOPE ČERENÁ

Jaskyňa v Čerenách, resp. jaskyňa Čereňa,²⁵ ako je uvedené v Zozname jaskýň SR, sa nachádza východne od obce Ludrová v severovýchodnej časti výrazného vystupujúceho travertínového masívu Čerená s vrcholovou kó-

²¹ Hochmuth, Z. 1993. *Krasové javy masívu Salatína v Nízkych Tatrách*. Spravodaj SSS, 3, 8.

²² Názvom Štiavnická dolina je v niektorých, najmä starších prácach označovaná Komornická dolina.

²³ AOPaJ, f. PKJ, i. č. 102/4 – Zbojnícka jaskyňa pri Salatíne, Technický denník z 22. 6. 1980 (Z. Hochmuth, 1980).

²⁴ AOPaJ, f. PKJ, i. č. 102/4 – Zbojnícka jaskyňa pri Salatíne, Technický denník zo 14. 7. 1980 (Z. Hochmuth, 1980).

²⁵ Názov travertínovej kopy Čerená je pomnožným podstatným menom. V takom prípade je presnejší výraz než „Čereňa“ názov „Čerená“, alebo „Jaskyňa v Čerenách“.

¹⁹ Archív Archeologického ústavu SAV, Nálezová správa z výskumu Zbojníckej jaskyne z r. 1955 (Anonym, 1955).

²⁰ AOPaJ, f. PKJ, i. č. 102/1 – Zbojnícka jaskyňa pri Salatíne, Jaskyne v Malom Salatíne (Anonym, 1975).

tou 644 m n. m. Ten je zďaleka dobre viditeľný vďaka vystupujúcemu reliéfu a hustej vegetácii. Samotný vchod je ukrytý v hustom poraste vo výraznej depresii obohnanej pletivovým plotom východne od dobývacieho priestoru bývalého travertínového lomu v tejto lokalite. Do hlavného vertikálneho priestoru s hĺbkou 16 m vedie užšia krátky, na sever orientovaná chodba. To je zároveň miesto, kam sa dostala väčšina návštevníkov jaskyne, keďže zostup na dno bez lana či lanového rebríka je náročný a môže byť nebezpečný. Jaskyňu mal ako prvý preskúmať Stanislav Šroll niekedy po druhej svetovej vojne na žiadosť archeológov, ktorým mal pomôcť objasniť akúsi povest s ňou spojenú.²⁶ Zrejme išlo o známu povest o tajnej chodbe spájajúcej jaskyňu s asi dva kilometre vzdialeným Kostolom všetkých svätých, či dokonca s Liskovskou jaskyňou.

Jaskyňu pravdepodobne navštívil aj Anton Droppa. Môžeme predpokladať, že to bolo v čase jeho pôsobenia v jaskyniach pod Salatínom v lete r. 1960 a 1961. V prípade, že jaskyňu preskúmal, je namieste predpoklad, že by vyhotovil aj jej mapu, ale tá sa buď nezachovala, alebo jaskyňu nezameral. Mapu jaskyne vyhotovili až Zdenko Hochmuth s Petrom Zanvitom z Oblastnej skupiny Ružomberok po tom, čo ju 6. septembra 1975 spolu preskúmali, zamerali a vyhotovili fotodokumentáciu. Ide o prvé známe fotografie lokality. Tie sa objavujú v identifikačnej karte jaskyne z 3. februára 1983, ktorej autorom je Zdenko Hochmuth.²⁷ Opis jaskyne aj s mapou je publikovaný v jeho už zmieňovanom príspevku Krasové javy masívu Salatína v Nízkych Tatrách.

Jaskyňu v Čereňách si všimli aj jaskyniari z Krúžku mladých speleológov, ktorý v Ružomberku fungoval v deväťdesiatych rokoch pod vedením Igora Reka. Podľa technického denníka č. 7/6 – 97 navštívili jaskyňu, ako už samotné číslo napovedá, 7. júna 1997. Akcie sa zúčastnilo celkove sedem jaskyniarov a viedol ju Peter Dostál. Cieľom bola zrejme len návšteva jaskyne a možné zhodnotenie perspektívy jej pokračovania.²⁸ Ďalší dochovaný záznam z technického denníka č. 42/2001 hovorí o jej návšteve tromi jaskyniarimi z OS Ružomberok popri výkopových prácach v neďalekej archeologickej sonde, vedených Vladimírom Mackom.²⁹

Lokalita Čereňa sa dostala aj do pozornosti pracovníkov Archeologického ústavu SAV v Nitre, ktorí tu v roku 2003 realizovali archeologický výskum. Pri skúmaní jej severovýchodnej časti narazili na zvyšky priekopy s valom a získali viacero nálezov datovaných do strednej a mladšej doby bronzovej. Výskum sa síce netýkal jaskyne, ale bezprostredná blízkosť in-



Obr. 9. Antropogénna terasa ako jeden z pozostatkov výkopových prác na dne jaskyne v Čereňách.

Foto: M. Kudla

Fig. 9. Anthropogenic terrace as one of the remains of digging work at the bottom of the cave in Čereňa. Photo: M. Kudla

tenzívneho ľudského osídlenia predpokladá, že musela byť známa oddávna.³⁰

Pozoruhodnosťou jaskyne sú výrazné antropogénne prvky v podobe výdrevy, umelo budovaných terás, rozšíreného a prehĺbeného dna, akumulácie vykopaného sedimentu na umelých terasách či zvyškov kopáčskeho náradia s plechovým vedrom (obr. 9). S určitostou môžeme tvrdiť, že sú to pozostatky intenzívnej kopáčskej činnosti. Bližšie informácie, resp. archívny materiál, ktorý by ozrejmil realizátora a datovanie výkopových prác, nepoznáme. Zdenko Hochmuth³¹ predpokladá, že sondážne práce a rozširovanie jaskyne súvisia s povestami o nej, Pavol Jurečka³² pôvod výkopových prác pripisuje Stanovi Šrollovi, čo v konečnom dôsledku môže v oboch prípadoch poukazovať na činnosť Šrolla.

Predpoklad, že ľudia vchod do jaskyne poznali oddávna, napovedá, že na jej dne sa mohli nachádzať potenciálne archeologické nálezy. Otázka ich existencie či odhalenia zmienenými sondážnymi prácami a v takom prípade aj ich ďalšieho osudu zostáva nezodpovedaná. V roku 2011 lokalizovali vchod do jaskyne pracovníci Slovenského múzea ochrany prírody a jaskyniarstva. Zaujímavý nález vo vstupnej časti jaskyne objavil v roku 2013 jaskyniar Peter Šliachan. Ide o niekoľko nábojov do pušky vz. 24, zrejme nález z obdobia druhej svetovej vojny.

KOMORNICKÁ DOLINA A KOHÚT

Komornická dolina sa začína pod severným hrebeňom Úplazov, výraznej rászochy vystupujúcej z masívu Malého Salatína se-

verovýchodným smerom. Zo západu susedí s Ludrovskou dolinou, od ktorej ju oddeľuje masív Bohúňova, na východe so Zemianskou dolinou, od ktorej ju delí rászocha Príslop. Tiahne sa severným smerom v dĺžke asi 4 km, následne zatáča prudko na východ, kde sa spája so susednou Zemianskou dolinou a spoločne ústia do Podtatranskej kotliny južne od obce Liptovská Štiavnica. Zo svahov obklopujúcich dolinu v jej severnej časti vystupujú výrazné bralá či skalné ihly. Asi 1,4 km od ústia doliny sa nad jej zúžením nachádzajú vo svahoch po oboch stranách v zhruba náprotivnom postavení výrazné vápencové bralá. Na pravej strane doliny je to sústava brál so súhrnným názvom Mladucha, na ľavej kolmá až previsnutá stena brala Čatná.

Prvá zmienka o Komornickej doline súvisiaca s jaskyňami pochádza od Zdeňka Kratochvíla. Ako uvádza v správe pre Múzeum slovenského krasu z roku 1959, cestou do „Štiavnickej doliny“³³ navštívil „závrť“ na hrebeni Úplazov. Jaskyniarsky prieskum realizovaný Petrom Šliachanom a Miroslavom Kudlom v júni 2019 ukázal, že v skutočnosti nejde o závrť, ale o malú jaskyňu v masíve Bohúňova, ktoré je priamym pokračovaním Úplazov, vytvorenú vo výraznej vertikálnej rozsadline a zasypanú väčšími blokmi. Hľadal tiež vyvieracku opisovanú miestnym obyvateľstvom, našiel však iba dve suché jaskynky. Ako uvádzame vyššie, táto Kratochvílova správa nebola publikovaná.³⁴

Komornickú dolinu do jaskyniarskej literatúry prináša až spomínaný príspevok Zdenka

²⁶ Šimková, Z. 2006. Osídlenie jaskýň Liptova. Slovenský kras, 44, 1, 137.

²⁷ Hochmuth, Z. 1993. Krasové javy masívu Salatína v Nízkych Tatrách. Spravodaj ŠSS, 3, 8–12.

AOPaJ, f. PKJ, i. č. 1637/1 – Čereňa, Identifikačná karta č. 1637: Priepastová jaskyňa Čereňa nad Ludrovou (Z. Hochmuth, 1983).

²⁸ AOPaJ, f. PKJ, i. č. 1637/1 – Čereňa, Technický denník č. 7/6 – 97 (P. Dostál, 1997).

²⁹ AOPaJ, f. PKJ, i. č. 1637/1 – Čereňa, Technický denník č. 42/2001 (P. Jurečka, 2001).

³⁰ Šimková, Z. 2006. Osídlenie jaskýň Liptova. Slovenský kras, 44, 1, 137.

³¹ Hochmuth, Z., 1993. Krasové javy masívu Salatína v Nízkych Tatrách. Spravodaj ŠSS, 3, 12.

³² AOPaJ, f. PKJ, i. č. 1637/1 – Čereňa, Technický denník č. 42/2001 (P. Jurečka, 2001).

³³ Kratochvíl v r. 1959, podobne ako Hochmuth v r. 1980, použil pre Komornickú dolinu názov Štiavnická dolina.

³⁴ Kudla, M. – Holúbek, P. – Obuch, J. – Littva, J. 2019. Základná speleologická a zoologická charakteristika jaskýň v oblasti brál Mladucha v Komornickej doline, Nízke Tatry. Slovenský kras, 57, 2, 177–196.



Obr. 10. Vchod jaskyne Okno iS v Čatnom, kam v roku 1987 trojica odvážlivcov vyliezla do výšky 18 m po zotatnom strome. Foto: M. Kudla

Fig. 10. The entrance to Okno iS Cave in Čatná, where the three daredevils climbed up to a height of 18 m on a clenched tree in 1987. Photo: M. Kudla

Hochmutha v Spravodaji SSS z roku 1993. V stati *Jaskyne Komorníckej doliny*³⁵ opisuje polohu lokality Podšatne, resp. Čatná³⁶ a šesť jaskýň priamo v tomto brale či jeho okolí na ľavej strane doliny. Jaskyne označil P 1 až P 6. Príspevok obsahuje aj situačný náčrt ich polohy. Na lokalitu upozorňuje už v technickom denníku z 21. júna 1980.³⁷

Na základe poznatkov o jaskyniach lokality v príspevku Zdenka Hochmutha sem v roku 2011 prichádzajú pracovníci Slovenského múzea ochrany prírody a jaskyniarstva. Lokalizovali polohu jaskýň P 2 a P 3. Okrem toho našli niekoľko dier so znakmi riečnej modelácie a dovtedy neopísanú jaskyňu Podšatne s oknom, ktorú preskúmali a zmapovali. Pozoruhodnosťou je, že v žiadnom z výstupov o prieskume lokality sa nespomína sústava bráľ na pravej strane doliny, ľudovo nazývaná Mladucha, v náprotivnom postavení voči lokalite Čatná.³⁸

Lokality Čatná a Mladucha sú miestnym obyvateľom dobre známe. Pamätník z Liptovskej Štiavnice, viac než deväťdesiatročný bývalý učiteľ Mikuláš Ferienc, spomína, že ako chlapci sa na lanách spúšťali z okraja južného brala Mladuchy asi 5 m na terasu nad horným vchodom jaskyne, dnes evidovanej ako Soví tunel v Mladuche. Prilákali ich sem výry, ktoré v tom čase hniezdili v menšej horizontálnej sienke na druhej strane tohto vertikálneho tunela a ktoré sem chodili chlapci pozorovať.

³⁵ V literatúre a pramenných materiáloch sa stretávame s názvom „Komornícká dolina“, menej „Komornícká dolina“. Podľa B. Kortmana je názov odvodený od slova „komora“, ktorá zrejme poukazuje na prítomnosť jaskýň v doline, preto sa ako správny javí názov „Komornícká dolina“.

³⁶ Názvy „Podšatne“ a Čatná“ označujú tú istú lokalitu, zrejme ide o rozličnú interpretáciu miestneho ustáleného pomenovania prevzatého od obyvateľov Liptovskej Štiavnice.

³⁷ Hochmuth, Z. 1993. Krasové javy masívu Salatina v Nízkych Tatrách. Spravodaj SSS, 3, 8–12.

³⁸ Holúbek, P. 2011. Správa zo služobnej cesty do Ludrovej a Liptovskej Štiavnice dňa 10. 8. 2011. SMOPaJ.

Náročný lezecký výkon na opačnej strane doliny v lokalite Čatná podali bratia Braňo a František Dvorský s kamarátom Marianom Žáčkom. Tí sa v roku 1987 vyšplhali po zotatnom strome do jaskynného vchodu vo výške 18 metrov nad úpäťm kolmej až previsnutej steny masívu Čatná. Inšpirovalo ich rozprávania starších odvážlivcov, ktorí sa kedysi do jaskyne dostali zo stromu rastúceho naproti jej vchodu po provizórnom drevenom premostení, zvyšky ktorého sa v jaskyni stále nachádzajú. Priestranný vstupný priestor jaskyne, dnes evidovanej ako Okno iS v Čatnom (obr. 10), po trinástich metroch ústí do sedimentom zanesenej chodby. Trojica lezcov na stene zanechala svoje podpisy, z ktorých je dnes čitateľný už iba jeden: „Mató“. Ďalším návštevníkom jaskyne bol zrejme až Miroslav Kudla, ktorý sa sem dostal pomocou jednolanovej techniky v septembri 2018. Následne tu v spolupráci s Petrom Holúbekom a viacerými liptovskými jaskyniarimi začali výkopové práce, ako aj prieskum, dokumentáciu a mapovanie jaskýň Čatnej a Mladuchy. Do databázy jaskýň SR z týchto lokalít pribudlo 11 jaskýň. V niekoľkých jaskyniach sa našli staré hniezda výrov s množstvom osteologických nálezov, ktoré spracoval a skúmal Ján Obuch. Geologickú stavbu územia skúmal geológ Juraj Littva.³⁹

Komornícku dolinu od Ludrovkej doliny na severe oddeľuje masív Kohúta, ktorý predstavuje najsevernejšiu časť rázsochy Úplazov a Bohúňova. Na jeho severozápadnom svahu tiahnucom sa do Ludrovkej doliny sa nachádza výrazný pás vystupujúcich bráľ na rozhraní gutensteinských vápencov a ramsauských dolomitov. Táto výrazne zvetraná a skrasovatená lokalita ukrýva niekoľko jaskýň. Prvou a zatiaľ jedinou zmienkou o jaskyniach Kohúta je príspevok s názvom Jaskyne v Ludrovskom Kohúte v Spravodaji č. 3 z roku 2001 od Miroslava Jurečku, ktorého na lokalitu upozornil jaskyniar a obyvateľ Ludrovej Vladimír Macko.

³⁹ Kudla, M. – Holúbek, P. – Obuch, J. – Littva, J. 2019. Základná speleologická a zoologická charakteristika jaskýň v oblasti bráľ Mladucha v Komorníckej doline, Nízke Tatry. Slovenský kras, 57, 2, 177–196.

Stručný opis lokality a jaskýň s označením K 1 až K 6 je doplnený ich mapovou dokumentáciou, pričom K 6 je zároveň označením Veľkej jaskyne v Kohúte. Jaskyne preskúmali a zamerali Miroslav Jurečka a Peter Sliačan 12. novembra 2000. Príspevok je zároveň venovaný prieskumu lokality Ludrovský polosifón, ktorému venujeme pozornosť v nasledujúcej stati.⁴⁰

ĎALŠIE LOKALITY

Pás vápencov, pretínajúci Komornícku dolinu v jej severnej časti, prechádza aj do susednej Zemianskej doliny. Tu vo svahu na jej pravej strane, smerom na obec Liptovské Sliače, sa nachádza výrazný vystupujúci masív tvorený rozpustnými horninami so skalným oknom a množstvom menších vystupujúcich bráľ. V tejto lokalite v máji 2018 zdokumentoval pracovník Slovenského múzea ochrany prírody a jaskyniarstva Peter Laučík dve malé jaskynky a vyhotovil ich identifikačné karty. Jednu nazval Jaskyňa pod skalnou bránou, druhú, asi 5 m dlhú, Jaskyňa nad skalnou bránou. V súvislosti s druhou jaskynkou je pozoruhodné konštatovanie: „Zreteľné sú stopy po speleologickej činnosti – haldovanie pred vchodom a výkop za účelom rozšírenia a predĺženia priestoru.“⁴¹ Nezávisle od neho nás na túto jaskyňu upozornil miestny znalec Braňo Dvorský, ktorý na ňu s bratom náhodne natrafili okolo roku 1990. Vchod do jaskyne v nízkom previse bol úplne založený kameňmi, ktoré v dvoch vrstvách tvorili akúsi umelú základku, ktorú bratia Dvorskí odhádzali. Pod ňou sa ukázalo ústie chodby zasypanej množstvom lesnej hrabanky. V priebehu niekoľkých rokov sa v zasypanej jaskynke objavovali brlohy, pravdepodobne jazveca (obr. 11).

Jaskyniarske výkopové práce sa tu začali v jeseň 2019. Akumulácia lesnej hrabanky v priestore jaskynnej dutiny sa javí ako dielo ľudských rúk, pričom sme počas výkopu odhalili viacero kusov obhoreného dreva, staré kladivo a roztrhnutú hliníkovú tubu. Otázka, kto a prečo jaskyňu zasypal a založil kameňmi, zatiaľ nie je vyjasnená.

Jaskyniarske výkopové práce sa tu začali v jeseň 2019. Akumulácia lesnej hrabanky v priestore jaskynnej dutiny sa javí ako dielo ľudských rúk, pričom sme počas výkopu odhalili viacero kusov obhoreného dreva, staré kladivo a roztrhnutú hliníkovú tubu. Otázka, kto a prečo jaskyňu zasypal a založil kameňmi, zatiaľ nie je vyjasnená.

Osobitnou lokalitou je Ludrovský polosifón, jaskyňa čiastočne zatopená vodou s kolísajúcou hladinou, ktorá sa nachádza priamo v obci Ludrová pod svahom, na ktorom stojí kostol. Leží na pozemku Miroslava Kocúra a v jej blízkosti je postavená garáž. Jaskyňa bola známa oddávna a v miestnom ľudovom povedomí figuruje ako ústie do akejsi podzemnej chodby, ako ostatne viacero okolitých jaskýň. V súčasnosti je vchod do nej možný cez diery v skruži zabezpečujúcej dnes už nevyužívaný vodný zdroj pod jaskyňou. Už opis spolu s mapou jaskyne z 31. augusta 2000 sa v Spravodaji SSS objavuje v zmienenom príspevku Miroslava Jurečku Jaskyne v Ludrovskom Kohúte napriek tomu, že sa nachádza mimo tejto lokality. Jaskyňu preskúmal už Stanislav Šroll, o čom svedčí jeho merací bod. Ten ju

⁴⁰ Jurečka, M. 2001. Jaskyne v Ludrovskom Kohúte. Spravodaj SSS, 3, 32–34.

⁴¹ Laučík, P. 2018. Jaskyňa nad Skalnou bránou, Identifikačná karta č. NDJ 7349. SMOPaJ.

zrejme navštívil v čase, keď pôsobil v travertínovej jaskyni v Čerenách. Ani v tomto prípade sa však jeho mapa tejto pozoruhodnej jaskyne nezachovala, ak vôbec vznikla.

Pomerne málo známa lokalita je Salatínska sonda v juhovýchodnom svahu Salatína v nadmorskej výške asi 1440 metrov. Ide o vertikálnu sondu s výrazným sezónnym prievanom. Podľa technického denníka zo 14. júna 1991 bola objavená v zime podľa vytopeného miesta v snehu. To bolo označené a 26. mája sa na lokalite začali výkopové práce, ktoré sa vykonávali počas najmenej štyroch pracovných akcií, z ktorých sa vyhotovili tri technické denníky. Posledný pochádza z 22. septembra 1991 a opisuje priebeh prác a ich výsledok: „...po zapažení častí vykopaných na predchádzajúcej akcii pokračujeme v ďalšom prehlbovaní, asi po dvoch metroch sa otvára priechod, ktorým zostupujeme do 6 m hlbokkej pukliny. Ďalšiemu postupu bránia bloky na jej dne. Celou sondou vane silný prievan.“⁴² Akcie v Salatínskej sonde viedol Ján Šmoll zo Speleoklubu Červené vrchy, zúčastnili sa ich Miroslav Farkaš, Bibiana Lovichová, Peter Holúbek, Nadežda Štrbová, Ján Kleskeň, Miroslav Kováčik, ale aj osem členov Oblastnej skupiny Bratislava.⁴³

Málo známou lokalitou je Priepať v Ostrom. Vrch Ostré, resp. Ostrô, ktorý sa vypína medzi Ludrovou a Bielym potokom, bol dejiskom pohnutých vojnových udalostí z obdobia po vypuknutí Slovenského národného povstania. Počas prieskumu jeho západných svahov našli Štefan Sitek, Tibor a Anton Kederší 1. marca 1998 v blízkosti závrty v nadmorskej výške asi 920 m priepať dostupnú iba s pomocou lana. Tú 21. marca toho roku preskúmali jaskyniari Speleoklubu Chočské vrchy pod vedením Štefana Gajdoša: Štefan Sitek, Štefan Sališ, Peter Bebej, Alexander Jurík, Slávka Szunyogová, Juraj Szunyog a František Hanes. Úzka priepať dosahuje hĺbku asi 25 m, dno je vyplnené balvanmi a sedimentom.⁴⁴

Do pozornosti jaskyniarov sa dostali aj niektoré ďalšie lokality, napríklad jaskynka v Zubihraške vo svahu Makovice nad Zemianskou dolinou alebo jaskynka občasne čiastočne vyplnená vodou na južnom svahu Magury v blízkosti lesníckeho chodníka či viaceré skravené brány a jaskynky v okolí Salatína.

ZÁVER

Napriek silnej pozícii v povedomí miestneho obyvateľstva o krase geomorfologického podcelku Salatína bolo toto územie dlhodobo na periférii jaskyniarskeho záujmu. Pod vplyvom objavu Chrámu slobody navštívil Hučiaky Ján Sladký s kolektívom. Preukázateľne preskúmali prinajmenšom Ludrovskú a Loveckú jaskyňu.

Jaskyniarska verejnosť sa o tejto lokalite dozvedá až z pera Zdeňka Kratochvíla, ktorý



Obr. 11. Čiastočne odkopaný vchod Jaskyne nad skalnou bránou, ktorý bol uzatvorený kamennou základnou. Foto: P. Holúbek
Fig. 11. Partially reopened entrance to Jaskyňa nad skalnou bránou Cave that has been closed by stone wall. Photo: P. Holúbek

tu pôsobil v rokoch 1957 až 1959, v stručnom príspevku *Krasové javy v Ludrovskej doline* v Slovenskom krase z roku 1960. Ten svoj záujem orientoval najmä na Hučiaky a Maguru, kde zmapoval Loveckú, Dvojtitú, Jazierkovú, Gotickú a Ludrovskú jaskyňu, jaskyňu Trosky a Snežnú jamu. Väčšina jeho prác, vrátane mnohých opisov jaskýň, ich máp a fotografií, nebola nikdy publikovaná a zachovala sa vo forme správ o prieskume lokality pre Múzeum slovenského krasu, ako súčasť jeho korešpondencie s Vojtechom Benickým. Vo svojich správach opisuje 13 jaskýň Hučiakov, jaskyňu Trosky, Snežnú jamu, zmieňuje sa aj o malých výklenkoch v doline Jazvečie, menších jaskynkách v okolí Snežnej jamy, tiež o dvoch jaskyniach Komornickej doliny a „závrte“ v Bohúňove. Kratochvíl si okrem prieskumu územia, mapovania a dokumentácie jaskýň všimol aj osobitú hydrológiu či povrchové krasové javy.

Na prácu Zdeňka Kratochvíla nadviazal Anton Droppa, ktorý Hučiaky a Maguru skúmal v rokoch 1960 a 1961. Výsledky jeho práce sú obsiahnuté v príspevku *Výskum krasových foriem Ludrovskej doliny v Nízkych Tatrách* v Československom krase z roku 1966. Podrobne opisuje 14 jaskýň Hučiakov vrátane Vodopádovej a Prievanovej jaskyne na pravej strane tiesňavy, jaskyňu Trosky a Snežnú jamu, ale aj jaskyňu Brdo nad Jazvečím, Zrútenú jaskyňu. Vyhotovil tiež kvalitnú pôdorysnú mapu časti Hučiakov. Okrem opisu jednotlivých jaskýň venoval veľkú pozornosť geografii a geologickej stavbe územia, jeho hydrológii či povrchovým krasovým javom.

V Hučiakoch v roku 1959 pôsobili aj odborný asistent Múzea slovenského krasu Pavol Janáčik a poslucháč Prírodovedeckej fakulty Univerzity Komenského Milan Vráblík, ale cieľ a výsledky ich pôsobenia na lokalite nám nie sú známe. Málo objasnenou zostáva aj otázka pôsobenia Stana Šrolla pod Salatínom, ktorý preukázateľne navštívil len jaskyňu v Čerenách a zrejme aj Ludrovský polosifón. Po druhej svetovej vojne je dokladovaný aj odborný

záujem o známu Zbojnícku jaskyňu v Malom Salatíne, ktorú v roku 1966 preskúmal Juraj Bárta, v roku 1975 ju zmapovali Pavol Mitter a Peter Fedor.

Od sedemdesiatych rokov sa kras v okolí Salatína dostáva do pozornosti Oblastnej skupiny Ružomberok pod vedením Zdenka Hochmutha, čo sa prejavilo v rozšírení jaskyniarskeho záujmu aj na ďalšie lokality definovaného územia, najmä Malý Salatín, travertínovú kopu Čerená, neskôr Komornickú dolinu. V Malom Salatíne opätovne identifikovali a zmapovali Zbojnícku jaskyňu a Jaskyňu č. 2, v doline Salatínka zmapovali Jaskyňu na Salatíne a vyhotovili mapu jaskyne v Čerenách. V Komornickej doline v lokalite Čatná zamerali a opísali šesť jaskýň P 1 až P 6. Časť výsledkov pôsobenia ružomberských jaskyniarov publikoval Zdenko Hochmuth v príspevku *Krasové javy masívu Salatína v Nízkych Tatrách* v Spravodaji SSS č. 3 v roku 1993.

V roku 1991 prebiehali sondážne práce v Salatínskej sonde organizované Jánom Šmollom a členmi Speleoklubu Červené vrchy. Na konci deväťdesiatych rokov sa na kras pod Salatínom, najmä na Hučiaky, upriamil záujem Speleoklubu Chočské vrchy a zakrátko aj obnovená Oblastnej skupiny Ružomberok. Sondážne práce priviedli v nasledujúcej dekáde k postupom v Ludrovskej a Medvedej jaskyni. Jaskyniarsky záujem sa rozšíril aj na lokalitu Kohút či Ludrovský polosifón, v roku 2015 opäť na Malý Salatín, kde bola objavená Sliačanská jaskyňa. Od roku 2018 prebieha prieskum a sondážne práce v Komornickej doline v lokalitách Mladucha a Čatná, kde bolo zaevidovaných 11 nových jaskýň. Do zorného poľa jaskyniarskeho záujmu sa dostala aj susedná Zemianska dolina.

V súčasnosti je na území geomorfologického podcelku Salatína známym viacero jaskýň, ktoré nie sú evidované v databáze jaskýň SR a vyžadujú si podrobnejší prieskum a dokumentáciu. Na území predpokladáme značný speleologický potenciál.

⁴² AOPaJ, f. PKJ, i. č. 3597/1 – Salatínska sonda, Technický denník z 14. 6. 1991 (J. Šmoll, 1991).

⁴³ AOPaJ, f. PKJ, i. č. 3597/1 – Salatínska sonda, Technický denník z 22. 9. 1991 (J. Šmoll, 1991).

⁴⁴ AOPaJ, f. PKJ, i. č. 4412/1 – Priepať v Ostrôm, Technický denník č. 7/98 (Š. Gajdoš, 1998).

AOPaJ, f. PKJ, i. č. 4412/1 – Priepať v Ostrôm, Technický denník č. 5/98 (Š. Sitek, 1998).

ACAULIUM CAVIARIFORME VE SLOVENSKÝCH JESKYNÍCH – OHLÉDNUTÍ ZA PÁTRÁNÍM PO IDENTITĚ NALEZENÉ HOUBY

Alena Nováková

Mikrobiologický ústav AV ČR, v. v. i., Vídeňská 1083, 140 20 Praha 4 – Krč, Česká republika; ANmicrofungi@seznam.cz

A. Nováková: *Acaulium caviariforme* in Slovak caves – a looking back on a search for an identity of found fungus

Abstract: The time from a finding and an identification of microscopic fungi in caves is often very difficult period including long process of isolation, gaining of pure cultures, and following determination. The identification on the genus level is for the most part of isolated microfungi rather simple, it includes a preparation of microscopic slide and its view in microscope. Unfortunately, some of fungi are difficult to isolate as well as to determine. Almost detective work follows their findings including a search in literature, a comparison of morphological properties and also a molecular determination after the DNA isolation – nevertheless this long-term process is not successful. Also in the case of *Acaulium caviariforme*, the time from the first finding and final identification was very long.

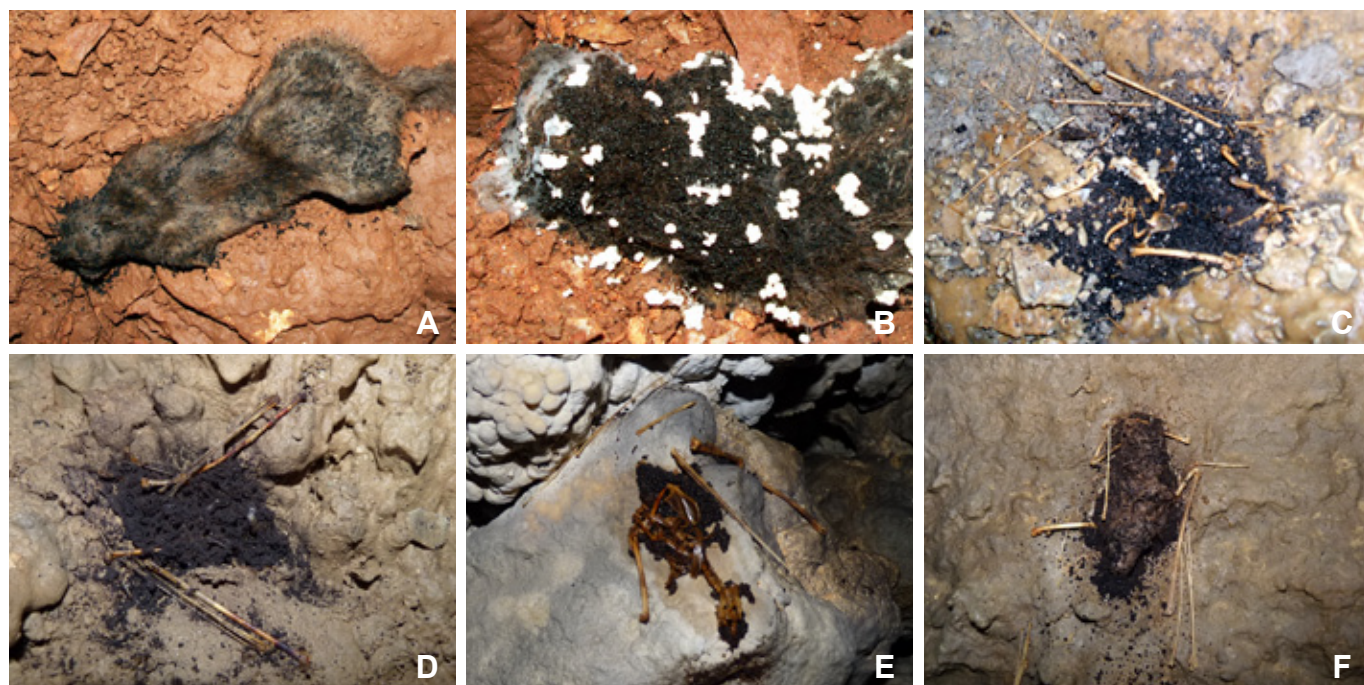
Key words: Slovakia, caves, cadavers, bat, dormouse, micromycetes

Podzemní prostory, jeskyně a opuštěné štoly či doly, jsou osídleny specifickými organismy, od netopýrů a bezobratlých živočichů až po různé mikroorganismy. Všechny organismy žijící v tomto prostředí jsou přizpůsobeny specifickým podmínkám v podzemí. Život ve tmě při víceméně stálé teplotě a vysoké vzdušné vlhkosti a poměrném nedostatku potravy/živin vedl k řadě adaptací projevujících se morfologickými změnami, změnou zabarvení apod. Přesto má pro některé mikroorganismy život v podzemí určité benefity. Vysoká vlhkost ovzduší jim umožňuje na nalezených substrátech dobrý růst vedoucí k vytvoření biofilmu na povrchu stěn, sedimentů či speleotém a na povrchu některých substrátů mohou dokonce vytvářet kolonie viditelné pouhým okem. Zvláště výhodná je vysoká vlhkost prostředí pro koprolitní a dřevokazné houby – koprolitní houby osídľují exkrementy

troglobiontních, troglofilních či trogloxenních živočichů, dřevokazné houby nacházíme na zbytcích výdřevy, na dřevěném zábradlí nebo na sedimentu v místech, kde se nacházejí zbytky dřeva. Dalším vhodným substrátem pro růst mikroorganismů jsou i mrtvá těla živočichů (Nováková et al., 2018). Jak na exkrementech nebo v místě, kde se exkrementy dříve nacházely, tak i na mrtvých tělech a kostrách můžeme v podzemí pozorovat nárosty mikroskopických vláknitých hub – od bílé zabarvených vatickovitých kolonií přes bílé nebo žlutě zabarvené pustulky až po černou masu připomínající kaviár. A právě tyto černé kulovité plodničky houby *Acaulium caviariforme* na ostatcích mrtvých živočichů můžeme v podzemí čas od času pozorovat.

Poprvé jsem černé kulovité plodničky v podzemí objevila na jaře 2007 – v Blatisté chodbě v Gombasecké jeskyni jsem našla

dva mrtvé plchy, kteří se utopili při jarním tání sněhu, oba s mohutnými nárosty mikroskopických hub. Při bližším ohledání jsem na jednom z nich objevila i masu černých plodniček, ale bohužel se mi nepodařilo z plodniček houby izolovat, pouze jsem v mikroskopickém preparátu pozorovala plodničky a větvenovité askospory. Na základě velikosti a tvaru askospor i tvaru plodniček jsem dospěla porovnáním s dostupnou literaturou (např. Hanlin, 1998 a Domsch et al., 2007) k předběžné determinaci. Černé plodničky a větvenovité askospory ukazovaly na *Pithoascus* (*Microascus*) *schumacheri*, ale tento druh byl znám pouze z půdy ve Španělsku. Neúspěšné byly i izolace z následných nálezů plodniček na kostrách mrtvých netopýrů v Demänovské jeskyni míru (2011) a v Harmanecké jeskyni (2012), obdobně i izolace DNA z odebraných plodniček a následná sekvenace nevedly k ob-



Obr. 1. Černé kulovité plodničky *Acaulium caviariforme* nalezené na mrtvém plchu v Gombasecké jeskyni na jaře 2007 (A), detail plodniček na mrtvém plchu na podzim 2007 (B); černá masa plodniček na kostrách netopýrů nalezených v Harmanecké jeskyni (C) a Demänovské jeskyni míru (D, E a F).

Fig. 1. *Acaulium caviariforme* – black globose ascocarps found on dead dormouse in Gombasecká Cave, spring 2007 (A), detail of ascocarps, autumn 2007 (B); black mass of ascocarps on bat skeletons found in Harmanecká Cave (C) and in Demänovská Peace Cave (D, E and F).

jasnení, o jaký druh mikroskopické houby se jedná. Posun v pátrání po identitě houby nacházené na ostatcích mrtvých těl netopýrů a plchů nastal v okamžiku, kdy v práci Vanderwolf et al. (2016) publikované v International Journal of Speleology byla uvedena fotografie masy černých kulovitých plodniček na netopýří kostře – v podstatě stejný materiál, jaký jsem nacházela na mrtvých tělech netopýrů a plchů ve slovenských jeskyních. Houba byla těmito autory izolována na PDYA (potato dextrose yeast agar) a identifikována jako *Acaulium caviariforme*.

Acaulium caviariforme bylo popsáno původně jako *Microascus caviariformis* (Malloch & Hubart, 1987) z jeskyně Ramioul (Belgie), kde byly plodničky této houby nalezeny v roce 1985 na zbytcích kuřecího masa, které v jeskyni „ztratili“ nějaký jeskyňář, a její izolace se podařila pomocí opakovaných návnad masa. *Microascus caviariformis* Malloch & Hubart byl v roce 2016 přejmenován na základě fylogenetické analýzy na *Acaulium caviariforme* (Malloch & Hubart) Sandoval-

-Denis, Guarro & Gené (Sandoval-Denis et al., 2016).

Přestože jsem původní práci z roku 1987 znala, morfologie askospor z nalezených mrtvých těl plchů i koster netopýrů se zcela neshodovala s nákresem v této publikaci a hlavně zcela jiný substrát – „ztracená“ svačina nějakého jeskyňáře na rozdíl od mrtvých těl či koster nalezených ve slovenských jeskyních – mě při snaze nalezenou houbu identifikovat nenasměrovaly tímto směrem. Úspěšná izolace, která vedla k identifikaci v kanadských jeskyních, byla také tak trochu dílem štěstěny, protože hlavním cílem kanadských výzkumníků byla izolace houby *Pseudogymnoascus destructans*, původce onemocnění netopýrů nazývaného „syndrom bílých nosů“ – WNS (white nose syndrome) z hibernakulí a srsti netopýrů. Z tohoto důvodu používali specifické jimi navržené médium (PDYA), které obsahuje oproti médiím běžně používaným pro izolaci mikroskopických hub mnohem méně cukru. Stejně médium použili i pro izolaci mikroskopických hub z nalezených mrtvých těl netopý-

rů a díky tomu se jim izolace podařila. Opravdu krásná ukázka, jak v některých případech může naprostá náhoda vést k cíli. A nejenom pro jednu skupinu výzkumníků, ale může přispět k vyřešení otázek i dalším jedincům.

Acaulium caviariforme je houba rostoucí obecně v poměrně širokém teplotním spektru a adaptovaná na nízké teploty v podzemí. Pro růst vyžaduje substrát s vysokým obsahem bílkovin a nízkým obsahem cukrů, a proto pro jeho izolaci je třeba použít izolační médium s nízkým obsahem cukrů a vyšším obsahem bílkovin. Malloch & Hubart (1987) zjistili nejlepší růst této houby na čokovovém, sojovém a nutričním agaru (Difco), který stejně jako PDYA obsahuje pepton. *Acaulium caviariforme* zřejmě patří mezi běžné mikroskopické houby, které se účastní dekompozice mrtvých těl různých živočichů v chladném podzemí. Nápadné černé plodničky se vytvářejí jen v určitém stádiu rozkladu bílkovinného substrátu a tak dost často jejich výskyt na mrtvých tělech či kostrách obratlovců zůstává nepovšimnut.

LITERATURA

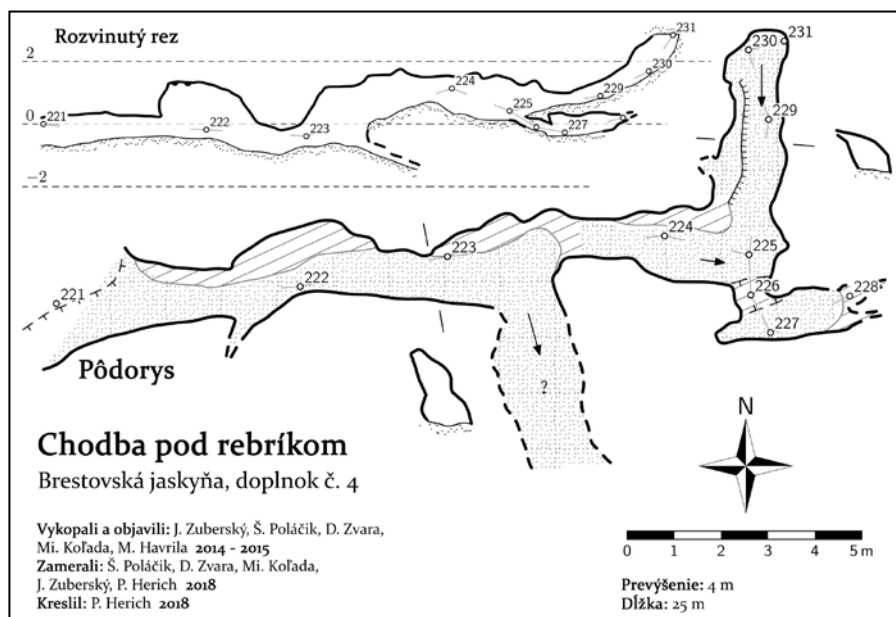
- DOMSCH, K. H. – GAMS, W. – ANDERSON, T.-H. 2007. Compendium of soil fungi. 2nd ed., IHG Verlag, Eching, 672 s.
- HANLIN, R. T. 1998. Illustrated genera of Ascomycetes. Volume II., American Phytopathological Society Press, Saint Paul, 258 s.
- MALLOCH, D. – HUBART, J.-M. 1987. An undescribed species of *Microascus* from the Cave of Ramioul. Canadian Journal of Botany, 65, 2384–2388.
- NOVÁKOVÁ, A. – KUBÁTOVÁ, A. – SKLENÁŘ, F. – HUBKA, V. 2018. Microscopic fungi on cadavers and skeletons from cave and mine environments. Czech Mycology, 70, 2, 101–121.
- SANDOVAL-DENIS, M. – GUARRO, J. – CANO-LIRA, J. F. – SUTTON, D. A. – WIEDERHOLD, N. P. – DE HOOG, S. – ABBOTT, S. P. – DECOCK, C. – SIGLER, L. – GENÉ, J. 2016. Phylogeny and taxonomic revision of Microascaceae with emphasis on synnematous fungi. Studies in Mycology, 83, 193–233.
- VANDERWOLF, K. J. – MALLOCH, D. – MCALPINE, D. F. 2016. Fungi on white-nose infected bats (*Myotis* spp.) in Eastern Canada show no decline in diversity associated with *Pseudogymnoascus destructans* (Ascomycota: Pseudeurotiaceae). International Journal of Speleology, 45, 1, 43–50.

DOPLŇUJÚCE MERANIA V BRESTOVSEJ JASKYNI

Pavel Herich – Štefan Poláčik

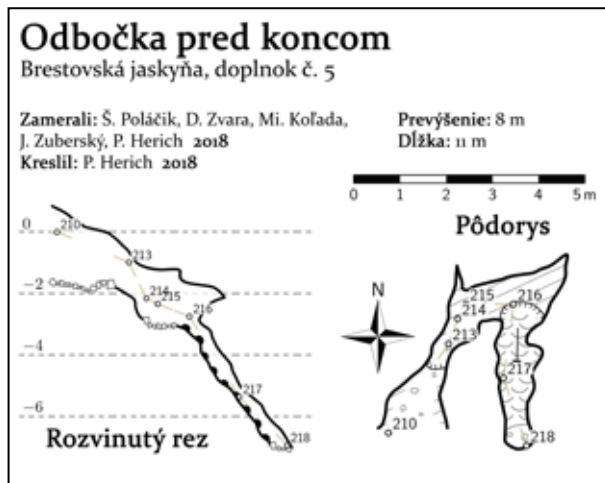
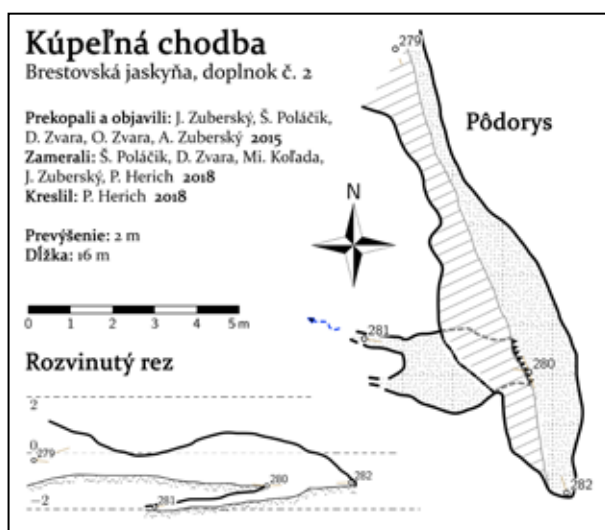
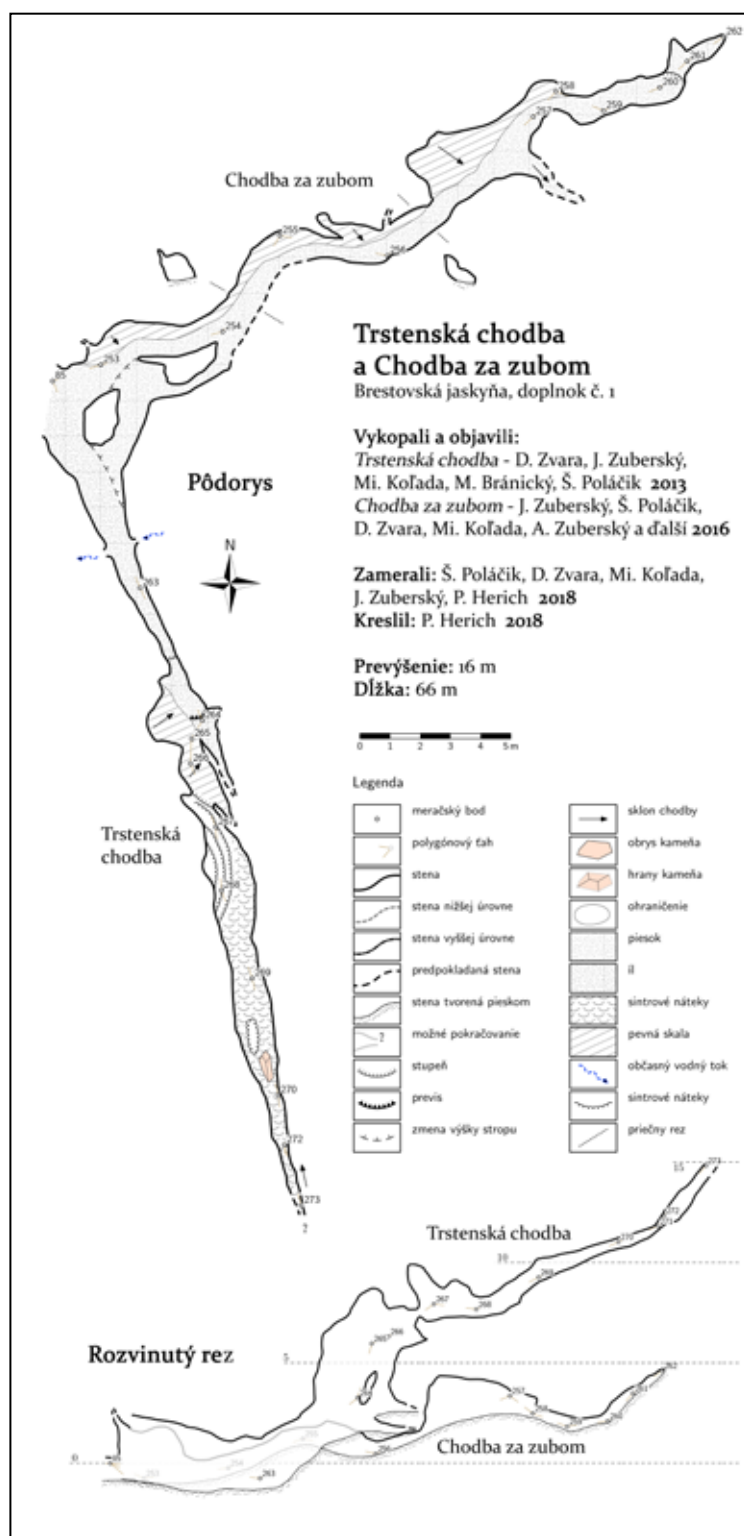
Výsledky prolongačného úsilia dobrovoľných jaskyniarov OS Orava Slovenskej speleologickej spoločnosti za roky 2012 – 2017 v Brestovskej jaskyni sme zhrnuli v novembri roku 2018 zameraním týchto vykopaných a objavených priestorov a ich pripojením k celkovej mape jaskyne. Išlo o niekoľko kratších úsekov jaskyne, nachádzajúcich sa najmä v okolí Zubereckej chodby, tiež na Južnom pracovisku a v Kopečného chodbe. Sumárna dĺžka nových polygónových ťahov dosiahla 134 m po odrátaní niekoľkých duplicitných napojení. Vzhľadom na predchádzajúcu existenciu krátkych polygónových ťahov z meraní zamestnancov Správy slovenských jaskýň v roku 2008 (pozri Slovenský kras 46, suppl. 1 z roku 2008) na Južnom pracovisku a v Zubereckej chodbe sa jaskyňa celkovo predĺžila (z 1890 m) o 124 m na 2014 m s nezmenenou deniveláciou 30 m. Na uvedené meračské práce sme použili DistoX2 spolu s PDA a programom PocketTopo, väčšina meračských bodov bola stabilizovaná hliníkovým nitom s plastovým štítkom a číselným označením bodu.

Trstenská chodba. Horná časť chodby bola objavená v roku 2013 po 4 pracovných akciách. Je charakteristická bohatou sintro-



vou výzdobou, avšak každá ďalšia návšteva ju zanáša ilom z dolných častí chodby. Koniec predstavuje zužujúci sa komín s ťažkým prístupom, m. b. 273 sa nachádza v jednom z najvyššie položených miest jaskyne.

Chodba za zubom. Kopaná v roku 2016, po 7 akciách jaskyniari miesto opustili vzhľadom na blízkosť dna Jazierkovej siene. Bola vytvorená vo freatickej zóne prúdenia podzemných vôd a je vyplnená alochtónnymi piesčitými sedimentmi.



Kúpeľná chodba. Jaskyniarom sa tu po 2 akciách podarilo v roku 2015 preniknúť do menšej siene, cez ktorú preteká občasný vodný tok, smerujúci pravdepodobne do hlavného riečiska. Vyskytujú sa tu jemné piesčité a ílovité sedimenty.

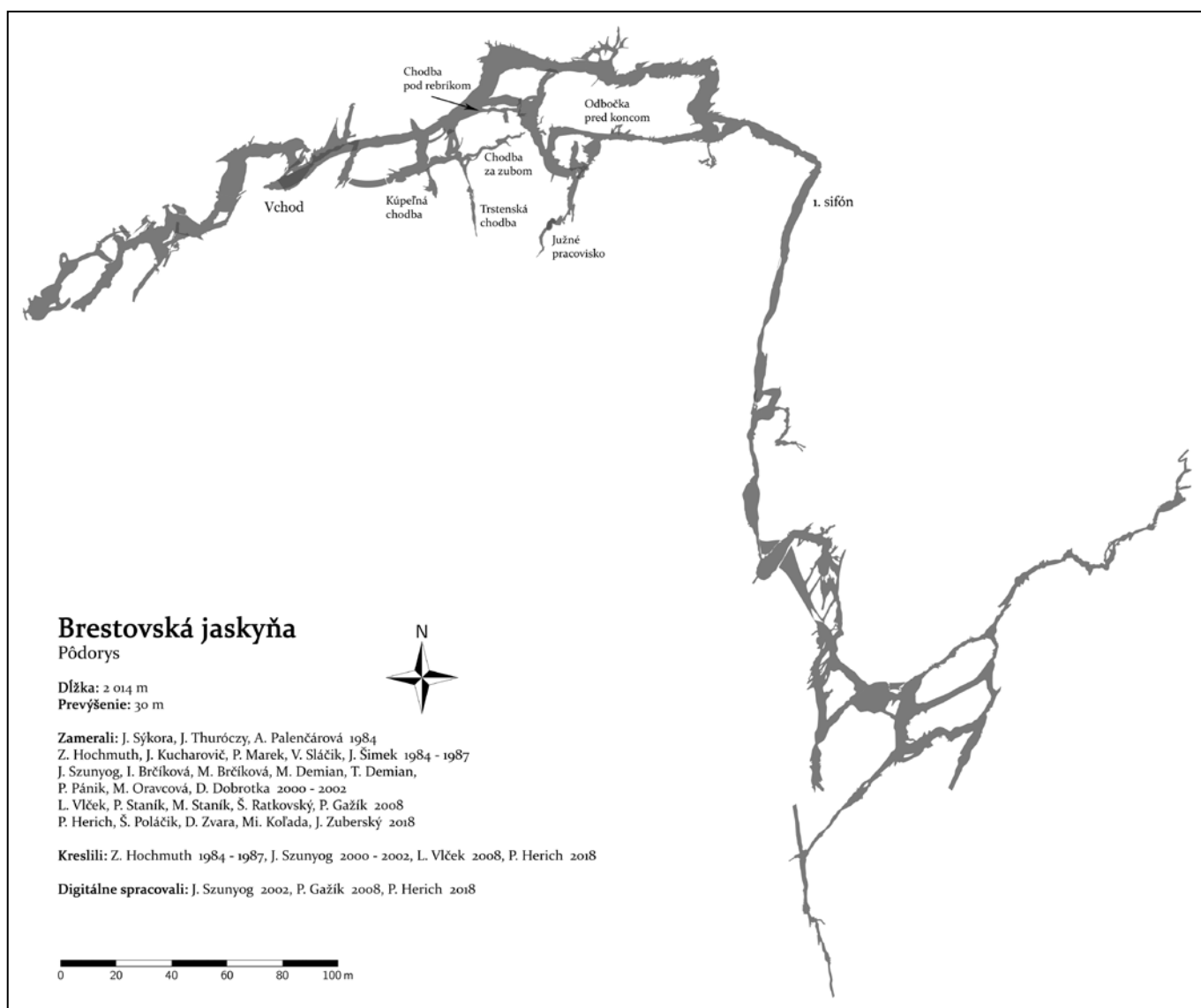
Južné pracovisko. V rokoch 2012 - 2013 tu bolo odpracovaných 13 akcií s komplikovaným transportom vykopaného piesčitého sedimentu za použitia prekládky a lanovky. Postup dosiahol oproti predchádzajúcemu stavu výkopu asi 10 m, profil tohto nádejného výkopu vyplneného alochtónnymi sedimentmi a smerujúceho potenciálne do častí za 1. sífónom sa mierne začal dvíhať. Na dne chodby pri m. b. 202 sa vysky-

tuje blatisté jazierko, tiež je tu problém so zvyšujúcou sa koncentráciou CO₂. Smerovanie chodby môže ukazovať na existenciu ďalších podzemných priestorov na západ od chodieb za sífónom.

Chodba pod rebríkom. Zo značnej časti vykopaná chodba v rokoch 2014 - 2015 by po ďalšej krátkej aktivite vyústila do dna chodby za rebríkom pred Jazierkovou sieňou, dnes sa končí asi 1 m pod jej dnom. Odbočka na juh od m. b. 223 je v súčasnosti už zasypaná.

Odbočka pred koncom. Dlhšie známy priestor predstavuje strmo klesajúca chodba, ktorá sa končí štrkovým nánosom.

Uvedené práce a výsledky majú doplnkový význam z hľadiska poznania podzemného labyrintu Brestovskej jaskyne. Pre ďalšie prolongačné aktivity sa javí nádejne len Južné pracovisko, hoci postup tu bude veľmi náročný a vyžiada si ďalšiu mechanizáciu. Veríme však, že objavné možnosti jaskyne nie sú vyčerpané, výzvou ostáva suchá cesta do zadných častí za 1. sífónom a možnosti objavov od ponorov podzemného toku jaskyne.



JASKYŇA SVÄTÉHO MICHALA V GIBRALTÁRSKEJ SKALE

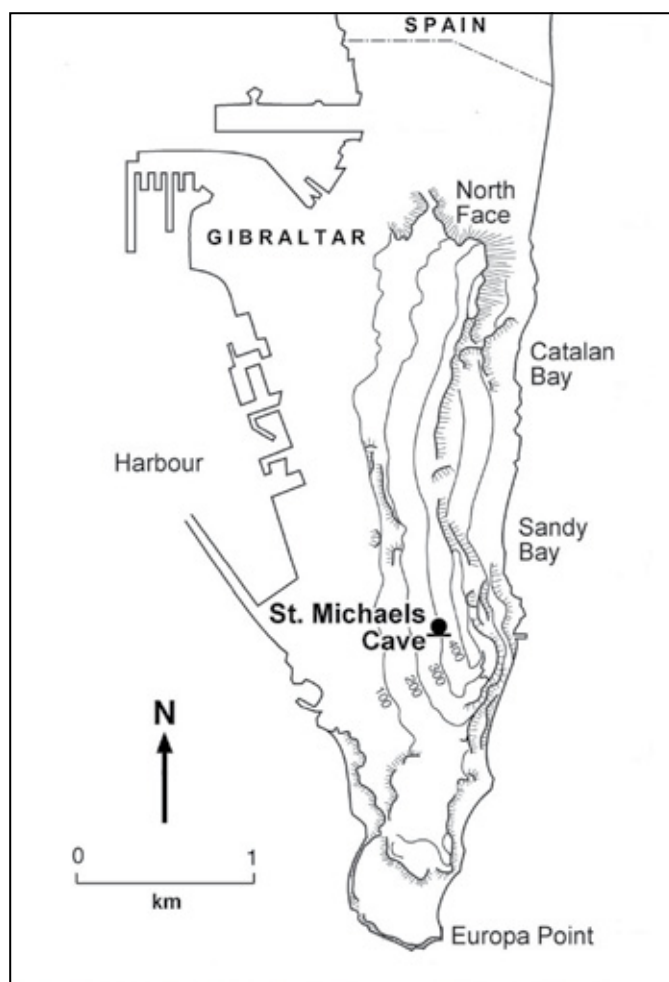
Pavel Bella

Medzi hlavné prírodné pozoruhodnosti a turistické destinácie Gibraltáru patrí Jaskyňa svätého Michala, do ktorej ročne zavíta takmer milión návštevníkov (patrí medzi najnavštevovanejšie sprístupnené jaskyne vo svete). Nachádza sa v hornej časti západného svahu Gibraltárskej skaly, ktorá tvorí asymetrický chrbát tiahnuci sa s.-j. smerom v dĺžke 2,5 km (obr. 1). Jeho maximálna výška je 423 m n. m. Z hľadiska geologického vývoja polostrov Gibraltár spája Betickú Kordilleru a severomarrokané pohorie Rif, ktoré tvoria juhozápadný okraj mediteránneho alpínskeho pásma. Gibraltársku skalu budujú spodnokriedové vápence a dolomity (Rose a Rosenbaum, 1991). Gibraltárske jaskyne sa nachádzajú od úrovne morskej hladiny do nadmorskej výšky okolo 350 m (Mattey et al., 2013). Najznámejšou z nich je Jaskyňa svätého Michala, ktorá sa nachádza v prírodnej rezervácii zv. *Upper Rock*.

Vchod, ktorým návštevníci vchádzajú do Jaskyne svätého Michala, leží vo výške 285 m n. m. (Shaw, 1955, 1956). Väčšina návštevníkov sa k tejto jaskyni dopravuje menšími autobusmi vhodnými na jazdu úzkymi a strmými serpentínovými asfaltovými cestičkami na západnom svahu Gibraltárskej skaly (obr. 2). Organizované skupinové prehliadky jaskyne sú spojené s poznávaním ďalších pozoruhodností Gibraltáru – najjužnejšieho miesta zv. *Europa Point*, jediných voľne žijúcich opíc v Európe (makak magot z čeľade mačiakovitých), hradieb arabskej pevnosti zv. *Tarikova skala* či tamojších vojenských historických pamiatok.

Vo Wikipédii i turistických sprievodcoch sa uvádza, že Jaskyňa svätého Michala vznikla rozpúšťaním vápencov presakujúcou zrážkovou vodou obsahujúcou rozpustený oxid uhličitý. Avšak už dávnejšie je z odbornej li-

teratúry známe, že táto jaskyňa má freatický pôvod (Tratman, 1971). Vznikla rozpúšťaním dolomitických vápencov tesne pod hladinou podzemnej vody, ktorá v Gibraltárskej skale zodpovedá úrovni okolitej morskej hladiny. V týchto miestach sa morská voda mieša s presakujúcou zrážkovou vodou, čím sa vápence intenzívnejšie rozpúšťajú; podobne ako pri vzniku tzv. *flank margin caves* (pozri Mylroie a Carew, 1988, 1990). Vytváranie Jaskyne svätého Michala podmienili najmä zlomy, pozdĺž ktorých vznikli hlavné podzemné priestory. Menšie postranné chodby vedúce na povrch vznikli pozdĺž medzivrstvových plôch vápencov (Mattey et al., 2010). Neskôr bola jaskyňa tektonicky vyzdvihnutá do terajšej pozície, najmä v dôsledku kompresie medzi Afrikou a Ibériou (Tratman, 1971; Rose a Rosenbaum, 1991; Rodrigues-Vidal et al., 2004). Tektonický výzdvih Gibraltárskej skaly



Obr. 1. Poloha Jaskyne svätého Michala na západnom svahu Gibraltárskej skaly. Lokalizačná mapa: Matthey et al., 2008, 2013; Foto: P. Bella

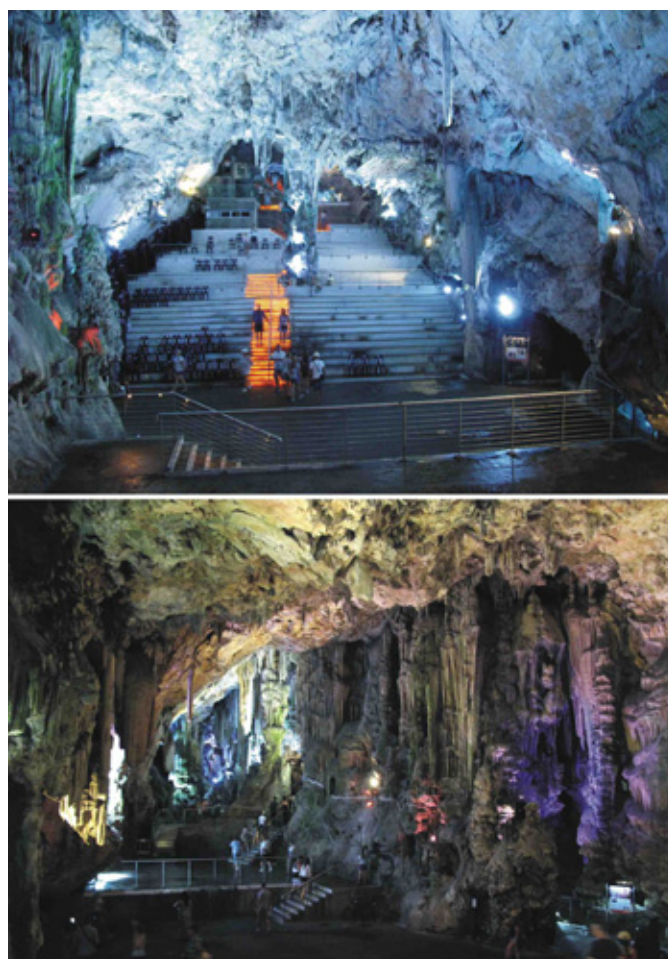
dokladajú aj vyzdvihnuté morské terasy (Rose a Rosenbaum, 1991; Rodríguez-Vidal et al., 2004). V súčasnosti sa brakické jazerá, v ktorých sa morská voda mieša s vodou presakujúcou zo zrážok, vyskytujú v jaskyni Ragged Staff Cave. Túto jaskyňu objavili v 19. storočí pri razení prímorského tunela. Má podobnú morfológiu ako Stará jaskyňa svätého Michala, avšak oveľa menej sintrových útvarov (Rose a Rosenbaum, 1991; Matthey et al., 2010).

V staršej literatúre sa uvádza, že Jaskyňa svätého Michala je známa od rímskej doby. Prehľad jej bohatej histórie podáva Shaw (1955, 1956). V roku 1974 sa však v jej podzemí našli viaceré archeologické nálezy, podľa ktorých ju využívali už prehistorickí ľudia. Počas druhej svetovej vojny pripravovali spodnú časť jaskyne v prípade potreby využívať ako nemocnicu. S cieľom ľahšieho prístupu razili z tejto časti jaskyne štólnu ústiacu na po-

vrch vo výške okolo 270 m n. m. Počas razenia štólny objavili novú jaskyňu (bez prirodzeného spojenia s Jaskyňou svätého Michala), ktorú nazvali Nová jaskyňa svätého Michala (Shaw, 1953, 1956). Vzhľadom na svoju polohu sa zvyčajne označuje aj ako Spodná jaskyňa svätého Michala (jej chodby a siene sú prevažne vo výške okolo 275 m n. m.). Dávno známa Jaskyňa svätého Michala



Obr. 2. Exteriér a interiér vstupného areálu Jaskyne svätého Michala. Foto: P. Bella



Obr. 3. Hlavný dóm a príslušná časť Jaskyne svätého Michala. Foto: P. Bella

sa následne začala označovať aj ako Stará jaskyňa svätého Michala (Shaw, 1955, 1956). K plánovanému využívaniu spodných častí „starej“ jaskyne ako nemocnice počas vojny nakoniec nedošlo. Kým väčšiu časť „starej“ jaskyne tvoria priestranné domy a sály (navzájom poprepájané početnými menšími chodbami), v „novej“ jaskyni prevládajú chodby ssz.-jjv. smeru (v niektorých úsekoch ležiace nad sebou), miestami rozšírené do pozdĺžnych siení.

Najväčší, resp. hlavný dóm Starej jaskyne svätého Michala (široký do 25 m, vysoký 12 – 15 m), nazývaný Katedrálová jaskyňa, sa oddávna využíva na rozličné spoločenské podujatia. V roku 1960 bola Stará jaskyňa svätého Michala v mene Vlády Gibraltáru oficiálne otvorená ministrom pre prístav a turizmus ako auditórium a turistická atrakcia. Auditórium (pódium a stupňovité betónové terasy s rado- vými sedadlami) vybudovali v hlavnom dome začiatkom 60. rokov minulého storočia (obr. 3). Naďalej sa tu konávajú koncerty všetkých hu-

dobných žánrov i ďalšie kultúrne a spoločenské podujatia vrátane každoročných *Gibraltar World Music Festival* a *Miss Gibraltar*.

S cieľom vzbudiť u návštevníkov čo najväčší dojem z podzemia je jaskyňa osvetlená rôznofarebne. Na jednotlivých miestach, resp. úsekoch prehliadkovej trasy sa farebnosť osvetlenia mení. Za krátky čas návštevnícividia tú istú scenériu jaskyne pod rôzne farebným svetlom (zväčša červenkastým, modrastým a zelenkastým), ktoré úplne potláča prirodzenú farebnosť jaskynného prostredia. Jaskyňu dekorujú mohutné sintrové útvary, najmä stalagmity, stalagnáty (vysoké do 10 – 12 m) a sústavy dlhých stalaktitov i drapérií (obr. 4). Jaskyňa je pre verejnosť otvorená denne. Keďže je osvetlená celý čas počas jej otváracích hodín, pri reflektoroch v značnej miere rastie nežiaduca lampová flóra.

Vzhľadom na to, že Stará jaskyňa svätého Michala má viac vchodov v rôznych výškových polohách (260 – 303 m n. m.),

smer jej ventilácie (komínový efekt) s povrchom sa sezónne mení (Mattey et al., 2010). Množstvo návštevníkov dosť výrazne mení prirodzenú mikroklimu jaskyne. Nová jaskyňa svätého Michala je prístupná iba cez jeden otvor vedúci z prístupovej štôlne do spodnej časti Starej jaskyne svätého Michala zv. *Hospital*.

Návštevníci sa v Starej jaskyni svätého Michala pohybujú individuálne bez sprievodcu po vybetónovaných chodníkoch, schodoch a terasách. Smer ich pohybu udávajú smerové šípky, najmä smer k východu z jaskyne. Počas prehliadky jaskyne si môžu prezrieť aj niekoľko náučných panelov, ktoré prezentujú hlavné pozoruhodnosti jaskyne.

Do Novej jaskyne svätého Michala sa organizujú vstupy pre menšie skupiny v počte 5 – 10 osôb. Hoci je aj táto jaskyňa osvetlená, chodníky v nej nie sú vybudované. Návštevníci musia byť oblečení a obutí turisticky. Súčasťou prehliadky jaskyne je aj menej náročné lezenie, deti do 10 rokov majú vstup zakázaný.

Okrem bohatej a rozličnej sintrovej dekorácie návštevnícividia i prekrásne podzemné jazero. Takáto túra jaskyňou je pre návštevníkov úžasným zážitkom. Limitované vstupy treba rezervovať najmenej tri dni dopredu.

Jaskyne svätého Michala sú zaujímavé aj z vedeckého hľadiska. Skúmal sa tu vplyv klímy na tvorbu kvapľových útvarov (Mattey et al., 2008, 2010; Baker et al., 2014) či výskyt metánu v jaskyniach (Mattey et al., 2013). Množstvo metánu v jaskynnom ovzduší je menšie ako v tamojšej vonkajšej atmosfére i pôdnom vzduchu, avšak sezónne sa mení v závislosti od cyklických zmien ventilácie jaskyne. Najnižšie množstvo metánu je vo vzduchu so zvýšeným obsahom oxidu uhličitého, ktorý v zimnom období uniká z jaskyne cez horné otvory na povrch.



Obr. 4. Impozantné sintrové útvary v Jaskyni svätého Michala. Foto: P. Bella

LITERATÚRA

- BAKER, A. J. – MATTEY, D. P. – BALDINI, J. U. L. 2014. Reconstructing modern stalagmite growth from cave monitoring, local meteorology, and experimental measurements of dripwater films. *Earth and Planetary Science Letters*, 392, 239–249.
- MATTEY, D. P. – FAIRCHILD, I. J. – ATKINSON, T. C. – LATIN, J.-P. – AINSWORTH, M. – DURELL, R. 2010. Seasonal microclimate control of calcite fabrics, stable isotopes and trace elements in modern speleothem from St. Michael's Cave, Gibraltar. In Pedley, H. M. – Rogerson, M. (Eds.): *Tufas and Speleothems: Unravelling the Microbial and Physical Controls*. Geological Society of London, Special Publications, 336, 323–344.
- MATTEY, D. P. – FISHER, R. – ATKINSON, T. C. – LATIN, J.-P. – DURELL, R. – AINSWORTH, M. – LOWRY, D. – FAIRCHILD, I. J. 2013. Methane in underground air in Gibraltar karst. *Earth and Planetary Science Letters*, 374, 71–80.
- MATTEY, D. – LOWRY, D. – DUFFET, J. – FISHER, R. – HODGE, E. – FRISIA, S. 2008. A 53 year seasonally resolved oxygen and carbon isotope record from a modern Gibraltar speleothem: reconstructed drip water and relationship to local precipitation. *Earth and Planetary Science Letters*, 269, 80–95.
- MYLROIE, J. E. – CAREW, J. L. 1988. Solution conduits as indicators of Late Quaternary sea level position. *Quaternary Science Reviews*, 7, 1, 55–64.
- MYLROIE, J. E. – CAREW, J. L. 1990. The flank margin model for dissolution cave development in carbonate platforms. *Earth Surface Processes and Landforms*, 15, 5, 413–424.
- RODRÍGUEZ-VIDAL, J. – CÁCERES, L. M. – FINLAYSON, J. C. – GRACIA, F. J. – MARTÍNEZ-AGUIRRE, A. 2004. Neotectonics and shoreline history of the Rock of Gibraltar, southern Iberia. *Quaternary Science Reviews*, 23, 2017–2029.
- ROSE, E. P. F. – ROSENBAUM, M. S. 1991. A field guide to the geology of Gibraltar. *The Gibraltar Museum, Bomb House Lane, Gibraltar*, 200 s.
- SHAW, T. R. 1953. New Saint Michael's Cave, Gibraltar. *Cave Science*, 3, 22, 249–266.
- SHAW, T. R. 1955. Old Saint Michael's Cave, Gibraltar. *Cave Science*, 3, 23, 298–318 a 24, 352–364.
- SHAW, T. R. 1956. The St. Michael's Caves, Gibraltar. *Bulletin of the National Speleological Society*, 18, 16–23.
- TRITMAN, E. K. 1971. The formation of the Gibraltar Caves. *Transactions of the Cave Research Group of Great Britain*, 13, 135–143.

Konferencie k storočnici ochrany prírody

Sto rokov uplynulo od udalosti, keď 20. októbra 1919 podpísal splnomocnenec vlády Československej republiky pre správu Slovenska Vavro Šrobár nariadenie *O právomoci Vládneho komisariátu na ochranu pamiatok na Slovensku*. Keďže sa táto udalosť považuje za začiatok inštitucionálnej ochrany prírody na Slovensku, na jeseň 2019 sa konali aj dve odborné konferencie. Cieľom oboch bolo pripomenúť si hlavné míľniky ochrany našej prírody, zhodnotiť jej doterajší vývoj a predstaviť ďalšiu víziu jej smerovania. Záštitu nad konferenciami prevzal podpredseda vlády SR a minister životného prostredia SR László Sólymos. Neoddeliteľnou súčasťou ochrany prírodných pamiatok sú aj jaskyne, preto sa do oboch konferencií zapojila aj Správa slovenských jaskýň.

Prvú konferenciu usporiadalo Slovenské múzeum ochrany prírody a jaskyniarstva v Liptovskom Mikuláši v dňoch 9. – 11. októbra 2019 v rámci stretnutia seniorov štátnej ochrany prírody Slovenska. Prvý deň konferencie v priestoroch múzea odznali prednášky o vplyve Referátu Ministerstva školstva a národnej osvety na formovanie ochrany prírody v období 1. československej republiky (E. Greschová), o Štátnom referáte na ochranu pamiatok na Slovensku (V. Stockmann), o Slovenskom múzeu ochrany prírody a jaskyniarstva ako dokumentačnom pracovisku štátnej ochrany prírody (D. Šubová), o súčasnom stave Štátnej ochrany prírody SR (M. Lakanda) a o vývoji sústavy chránených území do vzniku TANAP-u (L. Ambróz). Zvlášť poučný pohľad na životné prostredie, ekologickú politiku a verejnú správu priniesla prednáška L. Mikló-

sa. Poobede sa konala vernisáž výstavy k storočnici štátnej ochrany prírody, predstavenie novej publikácie *Prírodné klenoty Slovenska a história ich ochrany* od autorov L. Ambróza, E. Greschovej, D. Kollára a D. Šubovej. Publikácia obsahuje výber 75 prírodných lokalít Slovenska s farebnými ilustráciami a krátkymi charakteristikami v slovenskom a anglickom jazyku.



Otvorenie konferencie v Slovenskom múzeu ochrany prírody a jaskyniarstva. Foto: Archív, SMOPaj Liptovský Mikuláš

Na druhý deň konferencie odznali prednášky o ochrane prírody počas druhej svetovej vojny až po zánik Slovenského ústavu pamiatkovej starostlivosti a ochrany prírody (E. Bartošová a E. Greschová), o krajských organizáciách štátnej ochrany prírody (J. Burkovský), o vývoji štátnej ochrany prírody v rokoch 1977 – 2007 (J. Klinda) a o lesníckom školstve z pohľadu ochrany prírody (I. Vološčuk). Ľ. Gaál a J. Hlaváč referovali o vývoji ochrany jaskýň počas uplynulých sto rokov, A. Lucinkiewicz o Ústredí štátnej ochrany prírody, D. Slávik o biosférických rezerváciách na Slovensku, Š. Danko o histórii cezhraničnej spolupráce na území Pienin a K. Gaálová o ochrane prírody na juhu stredného Slovenska. Na tretí deň

sa konala exkurzia do lesoparku Háj-Nicovô a prehliadka pamiatok mesta Liptovský Mikuláš. Ku konferencii Slovenské múzeum ochrany prírody a jaskyniarstva vydalo aj vkusne upravený zborník referátov, ktorý zostavila Eva Greschová.

Druhú konferenciu organizovalo Ministerstvo životného prostredia SR so Štátnou ochranou prírody SR v dňoch 15. – 16. októbra 2019 v hoteli Partizán na Táľoch. S referátmi o histórii štátnej ochrany prírody tu vystúpili V. Stockmann, E. Greschová a L. Miklós, kým o súčasnom stave ochrany prírody referovali pracovníci Štátnej ochrany prírody SR M. Mútňanová a P. Baláž. Scenáre vývoja ochrany prírody načrtli M. Chrenko (Ministerstvo životného prostredia SR), R. Považan (Slovenská agentúra životného prostredia) a R. Filčák (Prognostický ústav SAV). Sprievodnými udalosťami konferencie boli posterové prezentácie, premietanie filmov s tematikou ochrany prírody, výstavy a riadené diskusie. V rámci slávnostného večera sa konalo aj odovzdávanie ocenení osobnostiam a organizáciám.

Z historických referátov oboch konferencií jednoznačne vyplynulo, že ochrane jaskýň a hodnotám anorganické prírody (sa v minulosti venovalo oveľa viac pozornosti ako v súčasnosti. Referujúci poukázali aj na to, že snahy pracovníkov Správy slovenských jaskýň o zabezpečenie starostlivosti o jaskyne boli obmedzované najmä v čase začlenenia organizácie do Štátnej ochrany prírody SR. Určitý posun k pozitívnemu vývoju badať len v posledných rokoch. Stále však stagnuje speleologická strážna služba, výraznejšie nenaľahuje uzatváranie jaskýň, chátrajú aj mnohé významné geologické lokality.

Ľudovít Gaál

Vydarené podujatie k 90. výročiu objavenia jaskyne Driny

Do jaskyne Driny v Malých Karpatoch sa podľa zmienok v historickej literatúre prvýkrát spustili pruskí vojaci roku 1866 v čase rakúsko-pruskej vojny, presnejšie však bol zdokumentovaný až jej objav z júla 1929, keď Ján Banič a Imrich Vajsábel zostúpili do podzemia z Drinkového vrchu cez komínový otvor ústiaci do križovatky Vstupnej chodby, Hlinenej chodby a Žandárskej galérie.

Deväťdesiate výročie objavenia jaskyne sme si pripomenuli podujatím zorganizovaným dňa 28. septembra 2019. Na začiatku sa konalo slávnostné zhromaždenie v kultúrnom dome v Smoleniciach s príhovormi A. Lačného, zástupcu hlavného organizátora Speleoklubu Trnava, starostu obce Smolenice A. Chrvala, riaditeľa Správy slovenských jaskýň J. Zuskina, riaditeľa Správy Chránenej krajiny oblasti Malé Karpaty P. Puchalu a zástupcu Lesov SR, závodu Smolenice M. Matysa. Nasledovala súborná historiografická prezentácia jaskyne Driny, ktorú pripravila E. Greschová a pútavo predniesli Ž. Rybková a M. Nemec zo Slo-



Otvorenie slávnostného zhromaždenia, zľava P. Puchala, J. Zuskin, A. Chrvala a A. Lačný. Foto: P. Gažík

ského múzea ochrany prírody a jaskyniarstva. Súčasťou prvej časti podujatia bola menšia výstava historických dokumentov a fotografií.

Medzi účastníkmi bolo viacero významných osobností spojených s jaskyňou Driny, napr. vnuk Jána Baniča či dlhoročný správca jaskyne



Prezentačný stánok Speleoklubu Trnava. Foto: P. Gažík

F. Bernadovič. Následne si mohli účastníci pozrieť a vyskúšať náučné aktivity pred budovou kultúrneho domu. Lesy SR, závod Smolenice prezentovali ukážky lesnej pedagogiky, Správa Chránenej krajiny oblasti Malé Karpaty pripravila environmentálne výchovné aktivity a Speleoklub Trnava priniesol ukážky jaskyniarskeho výstroja, nálezov a literatúry. Obec ponúkla bezplatnú návštevu mú-

zea a archeologickej lokality Molpír. Ďalej boli na výber dve exkurzie organizované Speleoklubom Trnava alebo priamy presun k jaskyni Driny. Jedna exkurzia viedla náučným chodníkom Smolenický kras, druhá príľahlým krasovým terénom s možnosťou nahliadnuť do verejnosti voľne prístupných jaskýň. Obe sa skončili pri jaskyni Driny, kde si návštevníci a účastníci podujatia mohli vyskúšať rozličné zážitkové aktivity pripravené Speleoklubom Trnava, pohostiť sa občerstvením a za symbolické vstupné absolvovať prehliadku jaskyne s rozšíreným historickým výkladom, pripraveným zástupcom Správy slovenských jaskýň M. Kudlom.

Ďakujeme Speleoklubu Trnava, ako aj ostatným spoluorganizátorom za výbornú spoluprácu a vydarený priebeh celej akcie.

Peter Gažík

Obnova náučného chodníka pri Belianskej jaskyni

Prístupovú trasu vedúcu k Belianskej jaskyni od parkoviska v Tatranskej Kotline neobíde žiaden jej návštevník. Na trase dlhej 890 m s prevýšením 122 m inštalovala v roku 1997 Správa slovenských jaskýň šesť náučných panelov vyhotovených v spolupráci s pracovníkmi Štátnych lesov Tatranského národného parku. Za viac než dvadsať rokov sa pri náučných paneloch pristavilo nespočetné množstvo návštevníkov, ale podpísal sa na nich aj zub času.

V roku 2019 sme pristúpili ku kompletnej výmene náučných panelov. Od svojich predchodcov s ručne maľovanými obrázkami sa už na prvý pohľad líšia dizajnom a grafikou, ktorých autorkou je Janka Nováková. Výraznou dominantou niektorých panelov sú panoramatické fotografie.

Okrem šiestich panelov náučného chodníka pribudli aj dva priamo v areáli Belianskej jaskyne. Prvý panel, ktorý návštevníci na začiatku náučného chodníka uvidia, je venovaný Tatranskému národnému parku. Stručne predstaví geologickú stavbu Tatier a biotopy Belianskych Tatier a obsahuje panoramatickú fotografiu ich hrebeňa s popisom jednotlivých vrcholov. Ďalší panel je venovaný flóre Belianskych Tatier a jednotlivým vegetačným

stupňom. Obsahuje fotografie rastlín typických pre toto územie aj so stručným opisom ich charakteristických vlastností a náčrt výškových vegetačných stupňov na panoramatickej fotografii. Za ním nasleduje panel venovaný živočíšstvu Belianskych Tatier s fotografiami a popisom predstaviteľov živočíšstva tohto územia. Štvrtým v poradí je panel zaoberajúci sa vznikom a vývojom Belianskej jaskyne so schémou znázorňujúcou fázy vývoja jaskyne aj okolitého územia. Ďalší panel návštevníkom približuje históriu Belianskej jaskyne, jej objavenie, sprístupňovanie, zmeny prehliadkovej trasy, ale aj vývoj vstupného objektu pri jaskyni. Ďalší panel prezentuje faunu Belianskej jaskyne. Jaskyňu predstaví ako významné zimovisko netopierov, ale aj habitat rozličných bezstavovcov vrátane troglobiontov.

V areáli Belianskej jaskyne pribudol panel informujúci o sprístupnených jaskyniach Slovenska a ich polohe zaznačenej v prehľadovej mape. Vedľa samého vchodu do jaskyne pribudol panel s jej prehľadnou pôdorysnou aj bokorysnou mapou a vyznačenou prehliadkovou trasou.

Hoci oproti tematike a usporiadaniu pôvodného náučného chodníka nastali určité zmeny, na montáž nových panelov aj naďalej slúžia pôvodné drevené konštrukcie, ktoré sú i v súčasnosti v dobrom technickom stave.



Vymenený náučný panel o flóre Belianskych Tatier. Foto: P. Gažík

Veríme, že nové panely náučného chodníka budú rovnako trvácne ako ich predchodcovia a takisto zaujmú a poučia návštevníkov o hodnotách Belianskych Tatier a Belianskej jaskyne.

Miroslav Kudla

Modernizácia prístupovej cesty k Ochtinskej aragonitovej jaskyni

V júni 2019 bola medzi štátnou cestou č. 562 a vstupným areálom Ochtinskej aragonitovej jaskyne otvorená zmodernizovaná prístupová cesta. Úsek asfaltovej účelovej komunikácie, dlhý 2,2 km a široký 3,5 – 4 m, renovovali stavbári za obmedzenej prevádzky dva mesiace. Cena modernizácie bola 350-tisíc eur. Stará komunikácia mala vysoký stupeň poškodenia. Povrch cesty bol deformovaný a nebolo bezpečné po ňom jazdiť. Zhotoviteľ zrealizoval zemné práce na odvodnenie a spevnenie povrchu cesty, výhybní a parkoviska, ktoré pozostávali z odkopávkou zosunutých častí zeminy v päte zárezov, prehĺbenia odvodňovacej ryhy zemnej priekopy a vybudovania troch zemných priepustí priekopy. Ďalej sa vyfrezoval pôvodný zdeformovaný asfaltový kryt, vykonal sa nástrek



Oprava prístupovej cesty a parkoviska pred Ochtinskou aragonitovou jaskyňou. Foto: P. Rendko

asfaltovej penetrácie a pokládka geokompozitnej siete a asfaltbetónového krytu v hrúbke 7 cm. Na úseku bolo osadené nové vodorovné a zvislé dopravné značenie. Stavba bola zrealizovaná spoločným úsilím ŠOP SR, Správy slovenských jaskýň a Obecným úradom Ochtiná



s príspevím Úradu vlády SR a Európskej únie. Po rekonštrukcii sa prístupová komunikácia stala modernou a bezpečnou cestou, ktorá bude dlhé roky slúžiť návštevníkom tejto unikátnej jaskyne.

Pavol Rendko

Exkurzia poľského speleologického sympózia do jaskyne Aksamitka

V dňoch 10. – 13. 10. 2019 sa v Szczawnici (poľská časť Pienin) konalo 53. speleologické sympóziu speleologickej sekcie Poľskej Kopernikovej spoločnosti prírodovedcov, ktorého spoluorganizátormi boli Ústav geologických vied a Ústav archeológie Jagelovskej univerzity v Krakove, Ústav ochrany prírody v Krakove, Štátna ochrana prírody SR – Správa slovenských jaskýň v Liptovskom Mikuláši, poľská i slovenská Správa Pieninského národného parku, ako aj Speleoklub Beskydy. Hlavný program sympózia tvorili referáty a posterové zaoberajúce sa problematikou vzniku a vývoja jaskýň, jaskynných výplní, paleoklimatických rekonštrukcií v krase, hydrogeológie krasu, biospeleológie, archeológie, histórie, dokumentácie i ochrany jaskýň (piatok 11. 10. 2019). Exkurzie na poľskom území v oblasti Pienin a príslušných častiach bradlového pásma viedli do Jaskyne v Dziurowej skale a bane v Jarmuće (štvrtok 10. 10. 2019), ďalej do Oblazowej jaskyne s mimoriadne vzácnymi archeologickými nálezmi a do pivníc vo Frydmane s karbonátovými stalaktitovými a inými záclonami.



Účastníci exkurzie pred vchodom do jaskyne Aksamitka. Foto: P. Bella

vitými útvarmi (sobota 12. 10. 2019), ako aj do jaskyne Homola (nedeľa 13. 10. 2019). Na slovenskom území si asi 50 účastníkov sympózia prezrelo jaskyňu Aksamitka v Haligovských skalách (sobota 12. 10. 2019), ktorej revíznym geovedným výskum realizujeme aj v spolupráci s poľskými výskumníkmi z Ústavu geologických vied Jagelovskej univerzity v Krakove a Geologického ústavu Poľskej akadémie vied vo Varšave. Predbežné výsledky tohto výskumu naznačujú, že túto jaskyňu v bradlovom pásme pravdepodobne vytvárali vody vystupujúce pozdĺž strmých tektonických diskontinuit (podľa doteraz publikovaných správ sa vytvárala presakujúcimi zrážkovými vodami, prípadne fluvialnou činnosťou). Exkurzný sprievodca a abstrakty referátov z tohto sympózia sú uverejnené v samostatnom zborníku (Materiały 53. Sympozjum Speleologicznego, Szczawnica 2019), ktorý zostavili W. Wróblewski a P. Sala.

Pavel Bella

20. seminár pre zamestnancov sprístupnených jaskýň

Správa slovenských jaskýň organizuje interný seminár už od roku 1996. Určený je pre zamestnancov sprístupnených jaskýň s cieľom rozširovania odborných poznatkov. Po poslednom seminári z roku 2017 v Zuberici sa v poradí 20. seminár konal v dňoch 9. – 11. decembra 2019 v zdravotníckom stredisku kúpeľov Štós.

Trojdnňový program seminára tvorila séria školení vrátane nadväzujúcich bezpečnostných testov pre zamestnancov, prednášok zameraných na prezentáciu nových výsledkov z výskumu a monitoringu jaskýň na Slovensku, ako aj praktického školenia zamestnancov z oblasti bezpečnosti v podzemí v Jasovskej jaskyni, doplneného o komplexný odborný výklad o histórii, archeologických hodnotách, geológii, hydrogeológii, biote a ochrane tejto jaskyne.

Program prvého dňa otvoril úvodným slovom J. Zuskin, riaditeľ Správy slovenských jaskýň. Následne sa program začal školením z bezpečnostného predpisu pre jaskyne, ktoré viedol Ľ. Hraško. Nasledovalo ďalšie školenie Ľ. Nudzikovej a Ľ. Škapca z Programu vlastnej činnosti zameranej proti legalizácii príjmov z trestnej činnosti a financovania terorizmu vrátane školenia o softwaroch ekonomicko-informačných systémov a informácií o zmenách v legislatíve vo vzťahu k poskytovaným službám.

Druhý deň odborného seminára sa začal dopoludnia v Jasovskej jaskyni praktickým školením o bezpečnosti a ochrane zdravia pri práci v teréne. V rámci prehliadky jaskyne sa referovalo o jej histórii a archeologických hodnotách (M. Kudla), hydrologických pomeroch (D. Haviarová), geologickej stavbe a vývoji jaskyne (Ľ. Gaál, P. Bella), faune bezstavovcov (V. Papáč) a výskytu netopierov (Z. Višňovská). Po



Účastníci seminára pred Jasovskou jaskyňou. Foto: P. Bella

návrate do kúpeľov Štós v popoludňajších hodinách nasledovala druhá časť programu, ktorá pozostávala zo školenia z Vyhlášky MPSVaR č. 508/2009, § 20 (P. Stankoviansky). Program ďalej pokračoval blokom prednášok prípravných úsekov ochrany jaskýň. V. Papáč poukázal na novoobjavené druhy bezstavovcov v jaskyniach na Slovensku, Z. Višňovská podala ucelený prehľad o terestrickej aj vodnej faune bezstavovcov v slovenských jaskyniach, M. Melega priblížil problematiku ochrany fauny bezstavovcov v sprístupnených jaskyniach, P. Herich prezentoval výsledky nového zamerania Gombaseckej jaskyne.

Na začiatku tretieho dňa J. Zelinka súborne podal problematiku ionizujúceho žiarenia v sprístupnených jaskyniach. V ďalších pred-

náškach úseku ochrany jaskýň D. Haviarová referovala o nových poznatkoch z hydrogeologického výskumu jaskýň a ich praktickým využitím, nakoniec P. Bella a J. Littva prezentovali najnovšie výsledky výskumu jaskýň v Plaveckom hradnom vrchu (Malé Karpaty), ktoré sú sulfúrického pôvodu.

Seminára sa zúčastnilo 59 zamestnancov Správy slovenských jaskýň z úsekov prevádzky jaskýň, ochrany jaskýň a informačnej podpory jaskýň. Veríme, že toto interné náučné podujatie bude aj v budúcnosti prispievať k zvyšovaniu vedomostnej úrovne zamestnancov organizácie s dôrazom na prevádzku sprístupnených jaskýň.

Ľubica Nudziková, Miloš Melega

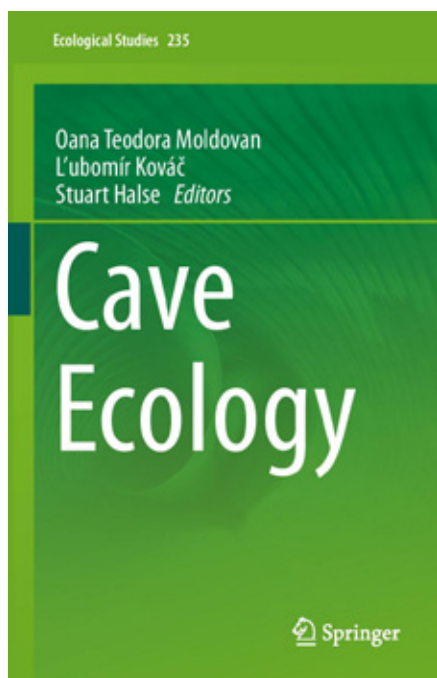
**Oana Teodora Moldovan,
Ľubomír Kováč & Stuart Halse
(Eds.):**

Cave Ecology

**Springer Nature Switzerland AG,
2018, 541 strán**

**ISBN 978-3-319-98850-4,
ISBN 978-3-319-98852-8 (eBook)**

V roku 2018 zahraničnú literatúru o ekológii jaskýň obohatila nová monografia, ktorá je v poradí 235. pokračovaním *Ecological Studies*, jednej z dôležitých sérií publikácií vydávaných švajčiarskou spoločnosťou Springer. Monografiu zostavili traja editori – Oana



Teodora Moldovan zo Speleologického inštitútu „Emil Racoviță“ Rumunskej akadémie vied v Cluj Napoce (Rumunsko), Ľubomír Kováč z Katedry zoológie Prírodovedeckej fakulty UPJŠ v Košiciach a Stuart Halse zo spoločnosti Bennelongia Environmental Consultants vo Wembley (Austrália). Ekológii jaskýň a subteránnej faune sa editori venujú dlhé roky svojej profesionálnej kariéry. Na publikácii sa pod ich vedením podieľali aj ďalší vedci, ako napr. G. Howarth z Múzea Bernice Pauahi Bishop na Havajských ostrovoch, entomológovia L. Deharveng a A. Bedos z Národného múzea histórie prírody v Paríži a tucet ďalších odborníkov z Talianska, Slovinska, Španielska a iných krajín. V monografii sú spomenuté aj niektoré slovenské jaskyne (Dobšinská ľadová jaskyňa, Silická ľadnica). Monografia je predovšetkým určená pre odborné kruhy, absolventov a študentov. Charakterizuje najzaujímavejšie „hotspoty“ biodiverzity z hľadiska endemickosti a zraniteľnosti. Preberá aktuálnu problematiku jaskynnej ekológie so širokým zábe-

rom, čím otvára priestor, nápady a smer pre možné budúce výskumy regionálneho alebo globálneho charakteru. Monografia je vnútorné členená na úvod, šesť častí a v závere je slovník dôležitých pojmov so zoznamom.

Prvá časť *Kras, jaskyne a jaskynné habitaty* je rozdelená na dve kapitoly. Fyziografia zahŕňa rozpracovanú speleogenézu, problematiku jaskynných rozmerov, typy jaskýň, pseudokrasové jaskyne, hydromorfné zóny v krase, fyziku a chémiu jaskýň. Druhá kapitola spomína zóny distribúcie bioty na habitatoch v podzemných systémoch.

Najdôležitejšou a najrozsiahlejšou je druhá časť nazvaná *V jaskyniach je bohatý a rôznorodý život*. Ekologická klasifikácia jaskynnej bioty a jej adaptácie, odborne nazývané troglomorfnizmy, boli predmetom prvej kapitoly. Ide o behaviorálne, morfológické a fyziologické adaptácie zabezpečujúce prežitie jaskynným druhom v podmienkach jaskýň. Mikrobiálna diverzita je predmetom explikácie druhej kapitoly. Keďže zvyšujúce sa tempo mikrobiálnych výskumov od roku 1996 poukazuje na množstvo problémov, predpokladá sa, že v ďalších rokoch bude výskum v jaskyniach zahŕňať nové technologické trendy, akými sú technológie metabolomiky (štúdium celých metabolických produktov spoločenstiev), metatranskriptómia (štúdie zmien v transkripcii v rámci celého spoločenstva) či metaproteomika (štúdiá celých vzorcov expresií proteínov v celej komunite). V ďalšej kapitole sa spomína fototrofia v jaskyniach. Energiu slnečného žiarenia, ktoré preniklo do podzemných priestorov, vedľa využiť ako zdroj energie organizmy nazývané fototrofy (vyššie rastliny, papradorasty, machorasty, riasy, cyanobaktérie). Tie kolonizujú jaskynné prostredie v rozličných zónach, ktoré nazývame zóny fototrofických spoločenstiev. V súvislosti so sprístupnením jaskýň sa rieši častý problém tzv. lampovej flóry v okolí svetidiel. V štvrtej a piatej kapitole sa ponúka široký prehľad globálneho formátu o morfológickej diverzite taxonomických skupín terestrickej a vodnej fauny v jaskyniach, a to z komplexného, taxonomického a adaptabilného hľadiska. Regionálna a svetová biodiverzita je témou šiestej kapitoly. Jednou z hlavných súčasných úloh je zlepšenie presnosti údajov potrebných na tvorbu komplexných databáz umožňujúcich štúdium druhov na globálnej aj regionálnej úrovni. Získané údaje teda nemusia byť úplné, prvoradé je, aby boli kvalitné, keďže biodiverzita podzemia väčšiny krajín je na globálnych modeloch málo známa. Autori siedmej kapitoly sa pokúšajú pochopiť pôvod a vývoj niektorých pretrvávajúcich myšlienok, ktoré sa tradične formovali pri štúdiu jaskynnej fauny a jej rozmanitosti. Odvolávajú sa najmä na suchozemskú faunu, prevažne Coleoptera (Leiodae, Carabidae), ktoré sú dôkladne preskúmané a majú vysokú rozmanitosť v podzemnom prostredí.

Časť *O spoločenstvách, populáciách a potrave* vysvetľuje fungovanie jaskynných spoločenstiev a medzidruhových interakcií počnúc genetickou a štruktúrou populácií. Blížšie špecifikuje jaskyne ako oligotrofické systémy a spomína ponuku a dostupnosť potravy v jaskyniach. Hlboko v podzemí silné selektívne pôsobenia podporujú vznik

vysokošpecializovaných komunít. Bohatstvo detritivorov (organizmov získavajúcich živiny rozkladom zvyškov mŕtvej bioty alebo z fekálií) pôsobí ako regulujúci faktor pre celú jaskynnú komunitu. Prevláda názor, že vzácne a izolované jaskynné druhy vedú k vzniku malých populácií, ktoré sa napokon stávajú vlastnými druhmi. Hoci v priebehu rokov to potvrdzovali mnohé štúdie, existuje niekoľko koncepčných problémov, keď populácie veľmi podobných druhov sú od seba veľmi vzdialené. Mohlo k tomu dôjsť nezávislou inváziou do jaskýň a konvergenciou, paralelným vývojom alebo jediným troglomorfným druhom, ktorého distribúcia pokrývala široký areál, no potom sa rozpadla. Nové genetické dôkazy však len potvrdili nedisperznú paradigmu. Nachádzame tu málo trofických zdrojov a chemolitoautotrofia bakteriálnych spoločenstiev je zvyčajne zanedbateľná.

Štvrtá časť *Špecifické jaskynné ekosystémy* je venovaná explikácii konkrétnych špecifických jaskynných ekosystémov. Sú nimi jaskyne vytvorené v ľadovcoch, vyskytujúce sa prevažne v arktickom a subarktickom pásme, alebo jaskyne, v ktorých sa ľad vytvára; tie nachádzame často v miernom pásme. Ďalej spomenutými sú aj sulfidové podzemné ekosystémy, jaskyne vytvorené v lávových prúdoch, anchialínne ekosystémy, jaskyne v železitých horninách a ekosystémy podzemných priestorov vo vápencoch mimo jaskýň.

Piata časť *Ochrana a zachovanie jaskynných habitatov a fauny* prechádza rôzne platné a slúžiace legislatívy krajín vo svete, ochrannárske organizácie i porovnanie efektívnych spôsobov ochrany bioty a habitatov v krajinách celého sveta. V posledných desaťročiach vzrastajú obavy o podzemnú biodiverzitu, keďže tento ekosystém je veľmi citlivý aj na nepatrné klimatické zmeny či antropogénne zásahy.

Nasleduje posledná časť *Jaskynná ekológia v 21. storočí*. Niekoľko nových metód a technológií prinieslo zmenu pre jaskynnú ekológiu a využívajú sa pri výskumoch ekológie jaskýň. Z množstva analýz a výnálezov je zaujímavá problematika metagenomiky a environmentálnej DNA (eDNA – častice DNA, ktoré prenikli do životného prostredia napr. z mŕtvej bioty). Hoci si v súčasnosti vyžaduje značné náklady a neprináša žiadny výrazný účinok ochrany, je možné, že pri ďalšom rozvoji a zdokonaľovaní bude použiteľná v širokom rozsahu ekologického výskumu.

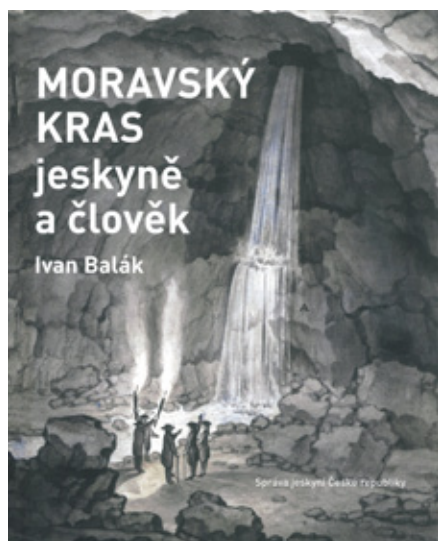
Monografia vyšla v anglickom jazyku a predstavuje dielo svetového významu s veľmi mimoriadnou hodnotou. Za publikáciou sa skrýva nesmierne množstvo poznatkov, ktoré sú výsledkom poctivej a tvorivej životnej práce, skúseností a úsilia autorov. Grafická a estetická stránka taktiež stojí za vyzdvihnutie. Prehľadne koncipovaná textová štruktúra dopĺňa 120 ilustrácií. Monografia je svojou obsahovou a rozsahovou náplňou vhodná pre biospeleológov, ekológov, zoológov a ďalšie odborné kruhy. Zaiste ju však vrelo odporúčame aj všetkým laikom, ktorých zaujímajú prírodné vedy, jaskyne či ekológia.

Miloš Melega

Ivan Balák:

Moravský kras – jeskyně a člověk**Správa jeskyní České republiky,
Průhonice 2019, 223 strán****ISBN 978-80-87309-45-2**

Medzi početné tituly vydané Správou jeskyní České republiky sa v roku 2019 zaradila hodnotná monografia Ivana Baláka s názvom Moravský kras, jeskyně a člověk, venovaná širokej problematike využívania jaskýň regiónu človekom. Autor publikácie, jaskyniar a znalec Moravského krasu RNDr. Ivan Balák, je vyštudovaný geológ. V tejto profesii pôsobil ako dlhoročný pracovník Správy Chránenej krajiny oblasti Moravský kras, neskôr ako špecialista IT a GIS na riaditeľstve Agentúry ochrany prí-



rody a krajiny Českej republiky, od roku 1978 je členom Českej speleologickej spoločnosti.

Kniha pútavým a zrozumiteľným spôsobom približuje geografickú charakteristiku a karsologické členenie Moravského krasu, zaoberá sa jeho vývojom a zmenami so zreteľom na antropogénne vplyvy. Rozsiahly priestor dostáva problematika využívania jaskýň regiónu v praveku. Čitateľovi predstaví významné paleolitické jaskynné náleziská, najpozoruhodnejšie archeologické nálezy spolu s interpretáciou využívania jaskýň paleolitickým človekom. Približuje využívanie jaskýň územia v bronzovej a železnej dobe a predstavuje najvýznamnejšie archeologické kultúry z týchto období, vrátane množstva pozoruhodného archeologického mobiliára pochádzajúceho z jaskýň. Autor poukazuje aj na negatívny dosah rozličných výkopov, ktorých cieľom je odhalenie archeologických artefaktov, na jaskynné archeologické náleziská.

Kniha prináša širší pohľad na obdobie stredoveku. Opisuje hrady Moravského krasu a ich súvis s jaskýňami, jaskynné skryše z tohto obdobia či objasňuje pohnutú históriu jaskyne Lidomorna. Okrem iného poodhaľuje

aj tajomstvo pôvodu dobre známych trámov v Slupskej jaskyni. Mimoriadne zaujímavá je stať venovaná vápenníctvu a ťažbe v Moravskom krase, kde autor približuje hospodárske využívanie regiónu so zreteľom na ťažbu jeho nerastného bohatstva. Podrobne opisuje vápenníctvo a jaskyne objavené pri ťažbe vápenca, ako aj ťažbu železnej rudy v regióne a osobitosti jej spracovávaní.

Z publikácie sa dozvedáme o rozsiahlej ťažbe či zbere jaskynných výplní z jaskýň regiónu, či už ide o zber pleistocénnych osteologických nálezov, ťažbu „mléka Panny Marie“ – mäkkého sintra, ale aj kvapľov na rezanie a opracovávanie. Autor opisuje pozoruhodný fenomén „jaskynných duchov“ – robotníkov najímaných prvými priekopníkmi a bádateľmi v jaskyniach Moravského krasu, ktorí si pripravili lámaním a vynášaním kvapľov či zberom kostí. Veľmi zaujímavý je opis ťažby fosfátových hĺn.

Autor venuje značnú pozornosť významu vody v krase pre hospodárske činnosti. Ide o mlynárstvo na významných tokoch, využívanie krasových vôd ako zdroja pitnej vody či stavbu vodnej elektrárne. Hodnotí vplyv na hydrologiu územia a jaskynné geosystémy.

Veľmi pozoruhodná je kapitola venovaná obdobiu druhej svetovej vojny. Autor tu pútavo opisuje budovanie tovární a dielní v jaskyniach, partizánske úkryty či podzemnú tlačiareň.

Publikácia prináša informácie o pozícii jaskýň Moravského krasu v umeleckej literárnej tvorbe, ale aj v ľudových povestiach. Najviac zaujme „Býčí skála v Kollárově zpěvu Slávy dcera“ či „Macošské pověsti“. Priestor tu dostali najvýznamnejší maliari a ich maľby zachytávajúce jaskyne a kras, ale aj terénne úpravy umeleckého charakteru.

Kniha podrobne objasňuje vývoj odborného záujmu aj praktického jaskyniarstva v Moravskom krase. Jeho počiatky siahajú do obdobia prelomu 16. a 17. storočia, keď sa na zreteľ vtedajších učencov dostávali najmä nálezy kostí v jaskyniach a iné výplne. Obsahuje veľmi pozoruhodné kresby domnelých bájných tvorov, ako drak či jednorožec, na základe kostrových nálezov v jaskyniach. Autor opisuje prvý zostup do priepasti Macocha, prvé speleologické expedície v území a ich výsledky, tiež prvé mapy a iné dokumentačné výstupy. Mimoriadne zaujímavé sú informácie o dobovej speleoalpinistickej technike. Publikácia zároveň predstavuje priekopníkov vedeckého bádania v Moravskom krase v 19. storočí, akými boli Hugo František Salm-Reif-erscheidt, Jindřich Wankel, Martin Kříž či Jan Knies. Neobchádza ani prvé zbierky či depozitáre a súdobé kartografické diela.

Kniha prináša prehľad významných osobností pôsobiacich v jaskyniach Moravského krasu najmä v prvej polovici 20. storočia. Priestor tu dostáva aj problematika počiatkov propagácie jaskýň, pôsobenie nemeckých jaskyniarskych spolkov či dobrovoľné jaskyniarstvo a vznik Českej speleologickej spoločnosti. Pozornosť je venovaná i mapovým dielam zo začiatku 20. storočia. Práca čitateľovi priblíži aj začiatky turistického záujmu o jaskyne regiónu, opisuje prvé významné návštevy, sprístupňovanie jaskýň, počiatky ich úradnej ochrany a budovanie

infraštruktúry pre potreby cestovného ruchu.

Publikácia vynikajúco objasňuje históriu záujmu človeka o jaskyne Moravského krasu a jeho pôsobenia v tomto významnom krasovom území. Prináša ucelený pohľad na využívanie jaskýň od najstarších čias, históriu záujmu o jaskyne, jaskyniarstva, vedeckého záujmu o kras, ako aj vplyv ľudskej činnosti na jaskynné prostredie. Kniha je prehľadne a logicky členená do nosných kapitol. Každá z nich obsahuje bohatú a kvalitnú obrazovú prílohu, ktorá nielenže vhodne dopĺňa obsah textu, ale aj sama je nositeľom dôležitých informácií.

Táto publikácia je vhodná predovšetkým pre jaskyniarov pôsobiacich v Moravskom krase, bádateľov, najmä historikov či archeológov, ale aj pre širokú verejnosť. So záujmom si ju určite prečíta každý milovník prírody, histórie či regiónu Moravský kras.

Miroslav Kudla

**Renata Fláková, Barbora
Gavuliaková, Dagmar Haviarová,
Zlatica Ženišová:**

**Izotopový výskum
krasových vôd Silickej
planiny**

**Slovenská asociácia
hydrogeológov, Bratislava 2018,
126 strán + prílohy**

ISBN 978-80-972651-2-0

Koncom roka 2018 uzrela svetlo sveta knižná publikácia Izotopový výskum krasových vôd Silickej planiny, ktorú vydala Slovenská asociácia hydrogeológov a je od naplno ženského kolektívu autoriek uvádzaných v abecednom poradí. Kniha je dôkazom toho, že nielen v závislosti od regulačných opatrení postupne zavádzaných Európskou komisiou, ale aj v oveľa tradičnejšom časovom horizonte môžu u nás „ťažkú“ vedu kvalitne vykonávať aj čisto ženské kolektívy. Ďalej je aj svedectvom záujmu vedeckej obce o východný okraj Silickej planiny, podstatne zvýšeného v posledných rokoch. Tento vedecký dopyt vyplýva čiastočne z potreby získania doplnujúcich zdrojov podzemných vôd v tejto oblasti, ale najmä z avizovaných zámerov výstavby novej cestnej infraštruktúry zahŕňajúcich okrem iného aj výstavbu nového cestného tunela pod priesmyk Soroška. Východná časť Silickej planiny sa tak v posledných pätnástich rokoch dočkala koncentrovaného náporu viacerých environmentálnych a geovedných disciplín a ich výskumných a prieskumných aktivít. Môžeme predpokladať, že tento záujem tu bude azda aj ešte niekoľko rokov pretrvávajúť – až kým sa (chceme veriť, že sa tak stane) po úspešnej a šetrnej realizácii tunela pod Soroškou nepresunie na iné miesta Slovenského krasu.

Trvalým výstupom a míľnikom sumy environmentálno-geochemického poznania, získanej v prvých dvoch dekádach 21. storočia, však určite ostane táto nová knižná publikácia. Vyšla v náklade 120 ks a rozsahu 126 strán, za ktorými nasledujú nestránkované prílohy fotodokumentácie, tabelárnej a grafickej dokumentácie výsledkov. Väčšina výsledkov – izotopových a chemických analýz vôd Silickej planiny – bola získaná odberom vzoriek v rokoch 2009 až 2015. Dominantným miestom odberov vzoriek bol najmä podzemný hydrologický systém Krásnohorskej jaskyne, vzorkované však boli vody krasových prameňov aj menších nekrasových výverov v jej širšom okolí. Izotopové analýzy sa týkali najmä stabilných izotopov prítomných v molekule vody – kyslíka a vodíka, resp. $\delta^{18}\text{O}$ a $\delta^2\text{H}$, ale aj síry vo vode rozpustených síranov ($\delta^{34}\text{S}$). Čitateľa, ktorý nie je zasvätený do princípov vyhodnocovania izotopových analýz, publikácia vo svojej úvodnej časti s týmito postupmi v stručnosti oboznamuje, rovnako ako s princípmi izotopovej frakcionácie počas vodného kolobehu alebo so stručnými dejinami výskumov izotopového zloženia vôd, najmä krasových podzemných vôd či už na našom území alebo aj inde vo svete. Napriek tomu, že názov publikácie by napovedal jej rýdzemu zameraniu na problematiku izotopového zloženia, opak je pravdou – čitateľ v knižke nájde množstvo chemických



analýz vôd, hodnotenia stavov chemickej rovnováhy (takých dôležitých najmä v prípade krasových vôd) a náznakov vplyvu antropogénnej činnosti na kvalitu podzemných vôd. Chemická aj izotopová stránka veci sa tu vhodne dopĺňajú a spolu vytvárajú ucelený obraz o pohybe krasových pod-

zemných vôd pod povrchom východnej časti Silickej planiny tak, ako ho autorky publikácie dokázali dešifrovať z nimi získaných výsledkov. Získané výsledky sú napokon aj v reprodukovateľnej tabelárnej a grafickej podobe prezentované na stránkach knižky.

Ak možno autorkám niečo vyčítať, tak je to azda absencia diskusie s dizertačnou prácou poľského kolegu W. Wróblewského (2015). Hoci ju citujú, materiál zhromaždený v tejto dizertačnej práci by mohol byť podporiť alebo korigovať idey o kvantitatívno-kvalitatívnych vzťahoch vôd a obsahu CO_2 v podzemnom hydrologickom systéme Krásnohorskej jaskyne, ktoré spomínaný autor jednoznačne formuluje. Jeho práca sa však sústreďuje na hlavný podzemný tok pretekajúci Krásnohorskou jaskyňou. Z výsledkov získaných autorkami publikácie však vyplýva, že podzemný hydrologický systém Krásnohorskej jaskyne nie je uniformný. Autorky postupne objasňujú podstatu pozorovaných rozdielností a načrtávajú súvislosti medzi jednotlivými časťami systému.

Napriek absencii kritickej diskusie k vyššie uvedenému dielu poľského kolegu môžeme publikáciu Izotopový výskum krasových vôd Silickej planiny považovať za mimoriadne prínosnú a predovšetkým inšpiratívnu aj pre ďalšie analogické aktivity v iných krasových regiónoch Slovenska.

Peter Malík

K sedemdesiatke Ing. Jozefa Hlaváča

Jozef Hlaváč patrí k osobnostiam, ktoré po obnovení Slovenskej speleologickej spoločnosti (SSS) zohrali kľúčovú úlohu v riadiacej činnosti dobrovoľného a neskôr aj profesionálneho jaskyniarstva na Slovensku. V sedemdesiatych rokoch minulého storočia sa vytvorili podmienky pre dovtedy nevídaný rozvoj dobrovoľného jaskyniarstva. Formovala sa nová generácia jaskyniarov, ktorá sa s veľkým nadšením púšťala do odkrývania

a skúmania krasového podzemia. V tej dobe, v roku 1976, sa jubilant stal tajomníkom Slovenskej speleologickej spoločnosti, ktorá vtedy organizačne patrila pod Správu slovenských jaskýň.

Narodil sa 30. 7. 1949 v Ružomberku. Vysokoškolské štúdium absolvoval na Vysokej škole banskej v Ostrave. Po dvojročnej baníckej praxi na Geologickom prieskume, n. p., v Turčianskych Tepliciach znamenala funkcia tajomníka SSS preňho prácu, ktorá mu bola bližšia a zároveň bola novou výzvou. Spolu s Alfonzom Chovanom, Marcelom Lalkovi-

čom a ďalšími spolupracovníkmi zabezpečovali chod organizácie, jej materiálno-technické vybavenie, kontakty s oblastnými skupinami, prípravu jaskyniarskych týždňov, speleologických školení, zasadnutí predsedníctva, valných zhromaždení a vydávanie Spravodaja Slovenskej speleologickej spoločnosti. Jubilant sa nemalou mierou podieľal aj na zkladaní odborných komisií spoločnosti, jaskyniarskej záchrannej služby, jaskynného potápania a organizovaní zahraničných študijných ciest. V roku 1978 navyše začal vykonávať funkciu vedúceho speleologického oddelenia Múzea



J. Hlaváč, riaditeľ SJ (vpravo), a Z. Hochmuth, predseda SSS, po podpise dohody o spolupráci v roku 2000.

Foto: P. Bella



Príhovor J. Hlaváča (druhý zľava) na slávnostnom zhromaždení k 10. výročiu zápisu jaskýň Slovenského a Aggteleckého krasu do svetového dedičstva.

Foto: P. Bella

slovenského krasu. V rokoch 1991 – 1994 bol zamestnancom Slovenského múzea ochrany prírody a jaskyniarstva v Liptovskom Mikuláši, kde zastával funkciu vedúceho oddelenia jaskyniarstva.

Osud mu však najväčšiu výzvu prenechal na nasledujúce deväťdesiate roky. Správa slovenských jaskýň (SSJ) v roku 1993 prešla z rezortu kultúry do rezortu životného prostredia. Po jej obnovení v roku 1990 sa však borila vo vnútorných problémoch, názorových nezgodách, chýbala dlhodobšia koncepcia rozvoja organizácie, hrozilo pričlenenie niektorých jaskýň obciam, dokonca boli snahy o privatizáciu niektorých sprístupnených jaskýň. Takáto cesta by nesporne viedla ku komerčnému využívaniu jaskýň s postupnou degradáciou ich prírodných a kultúrnych hodnôt. Za takejto situácie v roku 1994 Ministerstvo životného prostredia SR vypísalo konkurz na riaditeľa Správy slovenských jaskýň. Na konkurze uspel Ing. Jozef Hlaváč.

Na nového riaditeľa čakala ťažká a nevdčná práca – stabilizovať organizáciu, vyriešiť personálne otázky, zabezpečiť bezproblémovú prevádzku sprístupnených jaskýň a zaistiť ich adekvátnu ochranu na základe vedeckých poznatkov. Bola to požiadavka vtedajšej doby i širokej jaskyniarkej komunity. Výhodou jubilanta boli jeho bohaté skúsenosti v riadiacej činnosti a dobré organizačné schopnosti. Medzi jeho prvé kroky patrila stabilizácia prevádzok sprístupnených jaskýň, následne zriadil úsek ochrany jaskýň. Uvedomoval si, že vysoká profesionalita vo sfére ochrany a starostlivosti o jaskyne je zárukou zachovania ich prírodných a kultúrnych hodnôt a nakoniec aj pevného postavenia Správy slovenských jaskýň.

Systematicky sa začal vykonávať a rozvíjať aplikovaný výskum a monitoring jaskýň (v tom čase sa na Slovensku touto činnosťou nezaoberala žiadna iná odborná organizácia). Inicialoval vypracovanie Strategických cieľov rozvoja starostlivosti a ochrany sprístupnených a sprístupňovaných jaskýň v Slovenskej republike, ktoré v roku 1996 schválila operatívna porada ministra životného prostredia SR. Táto stratégia bola v súlade so zásadami a prioritami environmentálnej politiky štátu a pre Správu slovenských jaskýň vytýčila ďalšiu cestu. Aby sa všestranne rozvíjajúca činnosť organizácie náležite propagovala a dokumentovala, v roku 1996 podporil a aktívne sa podieľal na založení časopisu Aragonit, ktorý ako vedecký a odborný časopis Správy slovenských jaskýň dodnes úspešne prezentuje slovenské jaskyniarstvo, najmä vo vzťahu k sprístupneným jaskyniam. Po vnútornej stabilizácii organizácie mohla odštartovať výstavba nových vstupných areálov. Postupne vyrástli nové objekty pred Jasovskou, Dobšinskou ľadovou, Harmackou a Belianskou jaskyňou. Vo viacerých sprístupnených jaskyniach sa vynovili elektrické rozvody, prehliadkové trasy, ozvučovací systémy.

Jubilant sa nedlho po nástupe do funkcie riaditeľa SSJ angažoval pri spracovávaní a posudzovaní nominačného projektu na zaradenie jaskýň Slovenského krasu do zoznamu svetového prírodného dedičstva, ktorý bol schválený v decembri 1995. Podobne to bolo aj v prípade Dobšinskej ľadovej jaskyne (spolu



Príhovor J. Hlaváča na vedeckej konferencii v Smoleniciach v roku 2009. Foto: Ľ. Gaál

s celým systémom Stratskej jaskyne), ktorá bola zaradená do svetového dedičstva v roku 2000 v rámci rozšírenia lokality Jaskyne Slovenského a Aggteleckého krasu.

Jozef Hlaváč nemalou mierou prispel aj k uspokojivému riešeniu vlastníctva jaskýň. Jaskyne síce boli chránené zákonom o ochrane prírody a krajiny, nebola však doriešená otázka ich vlastníctva, čo mohlo viesť k ich privatizácii. Preto jubilant z postu riaditeľa SSJ spolu s najbližšími spolupracovníkmi a vedením Ministerstva životného prostredia SR dosiahol, že na základe novely Ústavy Slovenskej republiky sa v roku 2001 všetky jaskyne dostali do vlastníctva štátu.

Prelomovým bodom fungovania Správy slovenských jaskýň bol rok 2002, keď rozhodnutím ministra životného prostredia SR prešli všetky jaskyne na Slovensku do jej kompetencie. Ešte v tomto roku v rámci úseku ochrany jaskýň organizačne vznikli dve oddelenia – oddelenie starostlivosti o jaskyne a oddelenie výskumu a monitoringu jaskýň. Začali sa projektovať ochranné pásma jaskýň, ktoré predchádzajúci zákon zrušil. V tomto období sa uzávermi zabezpečilo a od odpadu vyčistilo najviac jaskýň, začali sa spracovávať návrhy verejnosti voľne prístupných jaskýň, výrazne sa skvalitnil aj aplikovaný výskum a monitoring jaskýň. S výraznou finančnou podporou z fondov Európskej únie sa postupne skvalitňovali objekty a zariadenia prevádzky sprístupnených jaskýň vrátane potrieb environmentálnej výchovy, zdokonalil sa aj environmentálny monitorovací systém jaskýň.

Jubilant sa aktívne angažoval a svoje skúsenosti zúročoval aj v publikačnej činnosti. Dlhé roky bol výkonným redaktorom Spravodaja SSS, zborníka Slovenský kras a zodpovedným redaktorom časopisu Aragonit. V roku 2005 Správa slovenských jaskýň vydala reprezentatívnu publikáciu o jaskyniach svetového dedičstva na Slovensku. O tri roky neskôr vyšla aj v anglickej verzii, čo výrazne prispelo k propagácii slovenských jaskýň v zahraničí. Jubilant podporil vydanie ďalších knižných publikácií, ako Karsologická a spe-

leologická terminológia, Kras Slovenského raja, Osídlenie spišských jaskýň od praveku po novovek či prvých monografií vydaných v edícii Speleologia Slovaca.

Jubilant výrazne podporoval zahraničné študijné cesty. Zastával názor, že sa svetu treba otvoriť, ukázať, čo vieme, ale zároveň sa učiť a získavať nové skúsenosti. Vďaka tomu sa mohli sprievodcovia našich sprístupnených jaskýň zoznámiť s mnohými sprístupnenými jaskyňami Európy, Správa slovenských jaskýň prezentovala výsledky svojej činnosti na kongresoch Medzinárodnej speleologickej únie (UIS) v La-Chaux-de-Fonds, Brazílii a Aténach (predtým sa jubilant zúčastnil speleologických kongresov v Barcelone a Budapešti). Správa slovenských jaskýň sa naďalej zapájala do aktivít Medzinárodnej asociácie sprístupnených jaskýň (ISCA). Stála komunikácia so zahraničnými partnermi, ale aj úspechy slovenského jaskyniarstva vyústili k tomu, že 6. kongres ISCA v roku 2010 sa konal na Slovensku (jubilant bol predsedom organizačného výboru). Ako riaditeľ SSJ podporoval a organizačne zastrešoval aj domáce vedecké konferencie Výskum, využívanie a ochrana jaskýň, ktoré sa od roku 1997 konajú každý druhý rok.

Jozef Hlaváč na zaslúžený dôchodok odišiel koncom roka 2012. S odstupom času môžeme tvrdiť, že v období jeho riadenia Správa slovenských jaskýň prešla zložitým vývojom, avšak dosiahla dovtedy nevidaný rozvoj a vysokú profesionalitu. Po včlenení SSJ do Štátnej ochrany prírody SR sa tieto aktivity výrazne spomalili a skomplikovali, preto sa meno jubilanta často spája so zlatou érou Správy slovenských jaskýň.

Milý Jozef, v mene zamestnancov Správy slovenských jaskýň a ostatných jaskyniarov Ti úprimne ďakujeme za Tvoje úsilie vynaložené v prospech našej organizácie a slovenského jaskyniarstva. Želáme Ti ďalšie dlhé roky v pevnom zdraví a v pohode v kruhu rodiny i jaskyniarov Demänovskej doliny.

Ľudovít Gaál, Pavel Bella

Životné jubileum Ing. Petra Zvonára

V roku 2019 sme si pripomenuli 90. výročie objavenia jaskyne Driny, označovanej za podzemnú perlu Malých Karpát. Významného jubilea, avšak životného, sa v tom istom roku dožil aj jej dlhoročný správca Ing. Peter Zvonár. Narodil sa 19. 4. 1959 v Horných Orešanoch. Po skončení základnej školy pokračoval v štúdiu na Odbornom chemickom učilišti Juraja Dimitrova v Bratislave, ktoré ukončil maturitou v roku 1978. Po základnej vojenskej službe odpracoval svoj trojročný záväzok v Chemických závodoch Juraja Dimitrova na prevádzke výroby umelých hnojív. Následne pracoval ako vodohospodár v Západoslovenskom mäsopriemysle v Trnave.

V ďalšom období sa jeho profesia preorientovala na jaskyniarstvo, ktorému sa venuje viac ako 35 rokov. Po odchode A. Sládku sa od 1. 4. 1989 stal správcom jaskyne Driny, jedinej sprístupnenej jaskyne na západnom Slovensku. Naš jubilar sa dlhoročne zaoberá speleologickým prieskumom krasu Malých Karpát, najmä v okolí Horných Orešian a Smoleníc. Členom oblastnej skupiny SSS Dolné Orešany sa stal v roku 1986, v rokoch 1995 – 2012 bol jej predsedom. Spolu s ďalšími tamojšími jaskyniarimi v roku 1993 objavili v jaskyni Driny Sládkovu chodbu, ktorú nazvali podľa prechádzajúceho správcu.

Dovtedajšie bohaté skúsenosti a prax si rozšíril štúdiom na Materiálno-technickej fakulte v Trnave, ktorá je súčasťou Slovenskej



P. Zvonár v jaskyni Malá skala. Foto: P. Staník

technickej univerzity v Bratislave. Vysokoškolské štúdium úspešne absolvoval v rokoch 2005 – 2011 (bakalárske v odbore Inžinierstvo životného prostredia, inžinierske v odbore Integrovaná bezpečnosť).

Jubilujúci správca sa o jaskyňu Driny precízne a systematicky stará, zabezpečuje všetky úlohy potrebné na jej bezpečnú a plynulú

prevádzku. Nemožno zabudnúť, že pritom iniciatívne a svojpomocne vykonal množstvo prác s cieľom zlepšiť vzhľad jej podzemia, stav technických zariadení i ochranu. Zabezpečil rozvod vody v jaskyni, pravidelne sa stará o vodný zdroj, šetrným spôsobom pravidelne odstraňuje nežiaducu lampovú flóru rastúcu pri reflektoroch. Pred jaskyňou udržiava terasu, chodník, zábradlie, lavičky a ostatné zariadenia pre návštevníkov, bez ktorých prevádzka jaskyne nemôže fungovať. Dlhé roky nastoľuje požiadavku výstavby nového vstupného areálu, ako aj úpravy vstupnej časti jaskyne.

Okrem starostlivosti o svoju tohto času rozrastajúcu sa rodinku a jaskyniarstva je jeho celoživotnou vášňou vinárstvo. Jeho rodisko i doterajšie bydlisko totiž leží v známej vinohradníckej oblasti Malých Karpát. Kvalitnou prácou sa presadil aj v tejto činnosti, čo potvrdzujú viacerí odborníci a ocenenia, ktoré doteraz získal. V posledných rokoch sa navyše začal zaoberať potápaním, samozrejme aj v jaskyniach. V zimnom období svoj voľný čas rád využíva na ďalšiu záľubu – lyžovanie.

V mene všetkých kolegov zo Správy slovenských jaskýň Ti úprimne ďakujeme za Tvoje úsilie vynaložené v prospech našej organizácie a do ďalších rokov života želáme veľa zdravia, osobnej pohody a tvorivých síl. K blahoželaniu sa pripájajú členovia Speleoklubu Trnava, ktorý je nasledovníkom oblastnej skupiny SSS Dolné Orešany.

Lubica Nudziková

Životné jubileum Ivana Mudroňa

Naš Ivan sa v júli 2019 dožil významného životného jubilea – šesťdesiatich rokov. Svoj prvý a iste nezabudnuteľný vstup s návštevníkmi vo Važeckej jaskyni vykonal v prvý júnový deň roku 1991. Odvtedy už pretieklo veľa vody Varvasom a kvaple podrástli asi o 3 milimetre. Kvapky vody v jaskyni ako nezastaviteľný časotroj rátajú naše hodiny, dni, roky...

Ivan Mudroň sa narodil 23. 7. 1959. Po absolvovaní základnej školy pokračoval v štúdiu v podniku TESLA Liptovský Hrádok, ktoré ukončil maturitnou skúškou v roku 1979. Po skončení základnej vojenskej služby pracoval v tom istom podniku ako mechanik.

Do funkcie sprievodcu a zároveň zástupcu správcu Važeckej jaskyne nastúpil 1. 6. 1991 ako druhý stály zamestnanec, čo bol pozitívny krok pre samotnú prevádzku (dlhé



I. Mudroň vo Vstupnej sieni Važeckej jaskyne. Foto: M. Orfánus

roky tu bolo vytvorené len jedno stále pracovné miesto s možnosťou zamestnať po dvoch brigádnikov na mesiace júl a august). Doteraz

na prevádzke jaskyne odpracoval vyše 28 rokov.

Dlhoročná práca na jaskyni vyžadovala nielen zvládanie bežných každodenných povinností a úkonov, ale aj riešenie rozličných závažných situácií, ktoré by bránili v riadnom chode jej prevádzky. Horúce aj upršané letá s množstvom návštevníkov, studené zimy so záľahami snehu a silnými mrazmi, jarné obdobia plné vody a zatopených chodieb, pravidelné problémy s elektroinštaláciou – to všetko si žiadalo pevné nervy a zvládanie vstupov s návštevníkmi rôzneho, nie vždy kladného charakteru.

Ivan je známy svojím priateľským prístupom k ľuďom, pokojnou povahou, ochotou vždy pomôcť aktívne alebo dobrou radou a riešením problémov s nadhľadom.

Do ďalších rokov života Ti, Ivan, prajeme ešte veľa zdravia, životného optimizmu a radosti tak v rodine, ako aj v práci.

Milan Orfánus