

Aragoni

2012

Správa slovenských jaskýň

17/1-2



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, Správa slovenských jaskýň

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

Zodpovedný redaktor: Ing. Jozef Hlaváč

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

Výkonný redaktor: RNDr. Ján Zelinka

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

Časopis vychádza dvakrát ročne

Evidenčné číslo: EV 3569/06

ISSN 1335-213X

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

ARAGONIT

ročník 17, číslo 1–2 / september 2012

Recenzenti vedeckých príspevkov z výskumu krasu a jaskýň: RNDr. Ľudovít Gaál, PhD., RNDr. Jozef Kordík, PhD., RNDr. Monika Müllerová, PhD., RNDr. Ladislav Novotný, PhD., Marián Soják, PhD., Ing. Ján Tulis, RNDr. Zuzana Višňovská, PhD.

© Štátna ochrana prírody SR, Správa slovenských jaskýň v Liptovskom Mikuláši

Redaktor: Mgr. Bohuslav Kortman

Grafická úprava a sadzba: Ing. Ján Kasák, M&P®, spol. s r. o., Žilina

Tlač: Juraj Štefuň – GEORG, Žilina

Obrázky na obálke:

- (1) Jaskyňa Domica, 2. plavba. Foto: P. Staník
- (2) Važecká jaskyňa, detail výzdoby v Húskovej sieni. Foto: P. Staník
- (3) 21. medzinárodná konferencia o subteránnej biológii
- (4) Dobšinská ľadová jaskyňa, Ružová záhradka. Foto: P. Staník

OBSAH / CONTENTS

VÝSKUM KRASU A JASKÝŇ / RESEARCH OF KARST AND CAVES

D. Haviarová – R. Fláková – M. Seman – B. Gaálová – Z. Ženišová: Chemické zloženie a mikrobiologické vlastnosti krasových vôd Silicko-gombaseckého jaskynného systému (Silická planina, Slovenský kras) / Chemical composition and microbiological properties of karst waters of Silica-Gombaseck cave system (Silická Plateau, Slovak Karst)	3
P. Bella: Korózne šikmé facety v Dobšinskej ľadovej jaskyni / Corrosion inclined facets in the Dobšinská Ice Cave	14
B. Pandula – J. Kondela: Zhodnotenie účinkov technickej seizmicity na Brekovskú jaskyňu v Humenských vrchoch / Evaluation of the effects of technical seismicity on the Brekovská Cave in the Humenské vrchy Mts., eastern Slovakia	18
I. Smetanová – K. Holý – J. Zelinka – J. Omelka – D. Jurčák: Sezónna zmena objemovej aktivity radónu v jaskyni Domica / Seasonal change of radon activity concentration in the air of Domica Cave	24
E. Miková – M. Uhrin: Teplotné charakteristiky úkrytov reprodukčných kolónií podkovára južného (<i>Rhinolophus euryale</i> , Chiroptera) na severnej hranici areálu / Temperature roosts characteristics of Mediterranean horseshoe bat (<i>Rhinolophus euryale</i> , Chiroptera) nursery colonies in the northern margin of the range	27
M. Lalkovič: Z histórie jaskyne Aksamitka / From the history of Aksamitka Cave	30

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

P. Labaška: Rekonštrukcia prehliadkového chodníka v Harmaneckej jaskyni / Reconstruction of visiting path in the Harmanecká Cave	41
V. Papáč – P. Gažík: Ochranné pásmo Jeleneckej jaskyne / Protection zone of the Jelenecká Cave	42
I. Balciar – P. Staník: Praktická starostlivosť o jaskyne na Slovensku v roku 2011 / Practical care of caves in Slovakia during 2011	43

SPRÁVY A AKTUALITY / REPORTS AND NEWS

P. Bella: 8. vedecká konferencia „Výskum, využívanie a ochrana jaskýň“ / 8 th Scientific Conference „Research, Utilisation and Protection of Caves“	44
V. Papáč – Z. Višňovská: 21. medzinárodná konferencia o subteránnej biológii na Slovensku / 21 st International Conference on Subterranean Biology in Slovakia	45
J. Hlaváč: Slávnostné zhromaždenie k 90. výročiu objavenia Važeckej jaskyne / Celebratory meeting to the 90 th anniversary of the discovery of Važecká Cave	47
L. Gaál: Slávnostné zhromaždenie k 60. výročiu objavenia Gombaseckej jaskyne / Celebratory meeting to the 60 th anniversary of the discovery of Gombasecká Cave	48
L. Gaál – J. Hlaváč: Výstava o jaskyniach svetového dedičstva v Čechách / Exhibition on the caves of World Heritage in the Czech Republic	49
L. Nudžíková: 16. seminár pre zamestnancov sprístupnených jaskýň / The 16 th seminar for show caves employees	49
L. Nudžíková – L. Gaál: Návštevnosť sprístupnených jaskýň v roku 2011 / Show caves attendance in 2011	50

KARSOLOGICKÁ A SPELEOLOGICKÁ LITERATÚRA / KARSTOLOGICAL AND SPELEOLOGICAL LITERATURE

D. Haviarová: M. Knez, M. Petrič, T. Slabe (Eds.): Karstology and Development Challenges on Karst I – Water	51
P. Bella: D. C. Culver, B. Debevc, M. Knez, G. Kovačič, A. Kranjc, J. Mulec, T. Pipan, M. Prelovšek, N. Ravbar, A. Semeja, T. Slabe, S. Šebela, N. Zupan Hajna: Karstology and Development Challenges on Karst II – Construction, Tourism, Ecology, Protection	51
Z. Višňovská: P. Bella, P. Gažík (Eds.): Proceedings, International Show Caves Association 6 th Congress, October 18 – 23, 2010 Demänovská Valley, Slovakia	52
V. Papáč: D. Šubová, L. Ambróz (Eds.): Atlas druhov európskeho významu pre územia Natura 2000 na Slovensku / The Atlas of Species of European Interest for Natura 2000 sites in Slovakia	54
L. Gaál: R. Pokorný, M. Holec: Jeskyně Ústeckého kraje / The caves of Ústí nad Labem Region	54

SPOLOČENSKÉ SPRÁVY / SOCIAL REPORTS

Pavel Bella: K životnému jubileu Prof. RNDr. Pavla Bosáka, DrSc. / To the life jubilee of Prof. Pavel Bosák	55
---	----

CHEMICKÉ ZLOŽENIE A MIKROBIOLOGICKÉ VLASTNOSTI KRASOVÝCH VÔD SILICKO-GOMBASECKÉHO JASKYNNÉHO SYSTÉMU (SILICKÁ PLANINA, SLOVENSKÝ KRAS)

Dagmar Haviarová¹ – Renáta Fláková² – Milan Seman³ – Barbora Gaálová³ – Zlatica Ženišová²

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

² Katedra hydrogeológie, Prírodovedecká fakulta, Univerzita Komenského v Bratislave, Mlynská dolina, 842 15 Bratislava; zenisova@fns.uniba.sk, rflakova@fns.uniba.sk

³ Katedra molekulárnej biológie, Prírodovedecká fakulta, Univerzita Komenského v Bratislave, Mlynská dolina, 842 15 Bratislava; seman@fns.uniba.sk, gaalova@fns.uniba.sk

D. Haviarová, R. Fláková, M. Seman, B. Gaálová & Z. Ženišová: Chemical composition and microbiological properties of karst waters of Silica-Gombasek cave system (Silická Plateau, Slovak Karst)

Abstract: The article presents the basic characteristics of the Silica-Gombasek cave system and evaluates chemical composition and microbiological properties of karst water in the system. The concentration was aimed at the main parts of the system – Gombasecká Cave, Silická ľadnica Cave and Pastor's Pit lake (Farárova jama). The results of the hydrogeochemical and microbiological research from time period 2007 – 2011 are summarized. The results of research pointed out to the occurrence of water with a carbonate mineralization in the cave system, the existing potential of seepage water for the formation of speleothems, the improvement of quality of cave waters in all system on the basis of the comparison of old analyses with the new ones, worse quality of cave water in uppermost parts of the system (Silická ľadnica Cave) and vulnerability of cave water in the system.

Key words: Silica-Gombasek cave system, chemical composition, microbiological properties, quality, karst water, underground stream

ÚVOD

Silicko-gombasecký jaskynný systém patrí medzi najvýznamnejšie podzemné hydrologické systémy Silickej planiny. Výskumné práce zamerané na chemické, resp. mikrobiologické zloženie vôd boli v jaskynnom systéme doteraz sústredené predovšetkým na Gombaseckú jaskyňu.

Začiatok výskumu vodnej zložky v Gombaseckej jaskyni sa spája s rokom 1968, keď pri jaskyni z iniciatívy Š. Rodu a L. Rajmana na účely výskumnej činnosti zriadili speleologické laboratórium. Činnosť laboratória bola aktívna až do roku 1993. Jednou z jeho aktivít bolo skúmanie fyzikálno-chemických podmienok vyvrážania sintra a meranie rastu sintrovej hmoty v Gombaseckej jaskyni (Roda et al., 1986a; Rajman a Roda, 1974).

Smery prúdenia podzemných vôd a vzájomná podzemná hydrologická komunikácia medzi jednotlivými časťami Silicko-gombaseckého systému sa v minulosti overovali viacerými stopovacími skúškami, ktoré sú opisované v ďalšom texte.

V 80. rokoch minulého storočia sa V. Tereková v rámci komplexnejšej úlohy Ústredia štátnej ochrany prírody venovala aspektom tvorby a ochrany životného prostredia v oblasti Slovenského krasu, z ktorej pochádzajú aj chemické analýzy z Čiernej vyvieracky a Silickej ľadnice (Tereková, 1983). Fyzikálno-chemické analýzy Čiernej vyvieracky pochádzajú napr. aj z prieskumu Ardotskej hydrogeologickej štruktúry zameraného okrem iného na získanie podkladov o rozsahu skrasovatenia štruktúry pod miestnou eróznou bázou (Orvan et al., 1995).

Hydrologické a hydrogeochemické pomery Gombaseckej jaskyne sa začali podrobnejšie sledovať od roku 2003 v rámci

plnenia plánu úloh Správy slovenských jaskýň (Haviarová, 2004, 2005). Cieľom prác bolo na účely ochrany a prevádzky získať základnú informáciu o kvalite a správaní sa vodnej zložky v jaskyni. V rámci prác sa v jaskyni nainštalovali monitorovacie zariadenia priebežne sledujúce teplotu a elektrickú vodivosť vôd Čierneho potoka a občasných vôd v studni Mramorovej siene, kde sa súčasne sledovalo kolísanie ich hladiny. Koncom roku 2006 sa začalo v jaskyni s inštaláciou nového integrovaného monitorovacieho systému s novou meracou technikou a s pravidelným meraním vybraných parametrov v intervale desiatich minút.

V októbri 2009 pracovníci Štátneho geologického ústavu Dionýza Štúra v spolupráci s pracovníkmi Správy slovenských jaskýň zrealizovali v Gombaseckej jaskyni v celej dostupnej dĺžke Čierneho potoka rezistivimetrické a termometrické merania, v rámci ktorých nezaregistrovali žiadne výrazné skryté prestupy vôd z okolitého horninového prostredia do hlavného toku a naopak potvrdili mierny drenážny účinok podzemného toku voči jeho okoliu (Malík et al., 2010).

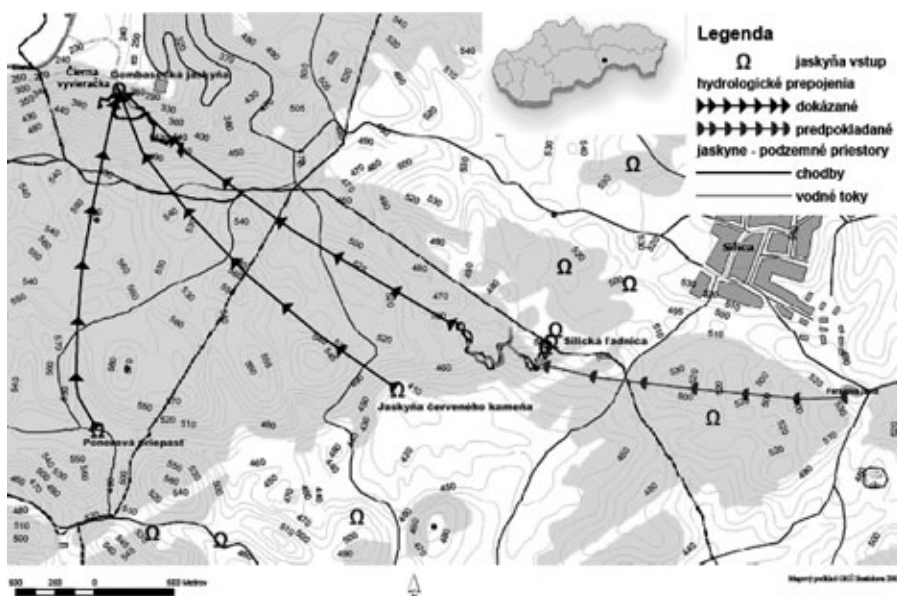
V rokoch 2007 až 2011 sa v systéme realizoval podrobný výskum chemického zloženia a mikrobiologických vlastností krasových vôd, na ktorom sa podieľali pracovníci Správy slovenských jaskýň (ďalej SSJ) v spolupráci s pracovníkmi Katedry hydrogeológie a Katedry molekulárnej biológie Prírodovedeckej fakulty Univerzity Komenského v Bratislave (ďalej „PriF UK“). Práce zastrešoval Plán hlavných úloh SSJ na dané roky a grantové projekty MŠ SR VEGA č. 1/4043/07 „Hydrogeochemia a mikrobiológia vôd jaskynných systémov“ a VEGA č. 1/0117/09 „Mikrobiálne patogény vo vodách. Izolácia, identifikácia a charakteristika definovaných problémových species

v akvatických biotopoch Slovenska“. Zvýšená pozornosť sa v rámci výskumu venovala hlavne Gombaseckej jaskyni, ktorá patrí k najvýznamnejším častiam jaskynného systému.

Príspevok prináša detailné hodnotenie dosiahnutých výsledkov posledne citovaného výskumu z rokov 2007 až 2011, získaných na základe podrobnej analýzy chemických a mikrobiologických rozborov vôd pochádzajúcich z odberov realizovaných v rámci tohto výskumu, ale aj syntézu ďalších dostupných dát spracovaných na účely tohto výskumu.

ZÁKLADNÁ CHARAKTERISTIKA SILICKO-GOMBASECKÉHO JASKYNNÉHO SYSTÉMU

Silicko-gombasecký jaskynný systém sa nachádza v Slovenskom krase, v západnej časti Silickej planiny. Za jeho hlavné časti sa považujú jaskyňa Silická ľadnica a Gombasecká jaskyňa, ktoré sú v podzemí hydrologicky prepojené vodami Čierneho potoka (obr. 1). Čierny potok vyteká na povrch v Čiernej vyvieracke, ktorá leží v nadmorskej výške 240 m, 11 metrov nad údolnou nivou rieky Slaná. Postupným znižovaním hladiny vody v tejto vyvieracke sa v roku 1951 rožňavským jaskyniarom podarilo objaviť podzemné priestory Gombaseckej jaskyne (Stankovič a Horváth, 2004; Lalkovič, 2002). Existenciu rozsiahlejšieho jaskynného systému v tomto území okrem známej Silickej ľadnice ešte pred objavením Gombaseckej jaskyne predpokladali viacerí jaskyniari vrátane J. Majku, V. Benického a Š. Rotha. Po objave Gombaseckej jaskyne sa vďaka rožňavským jaskyniarom začalo s podrobnejším speleologickým prieskumom Silicko-gombaseckej jaskynnej sústavy (Roda a Abonyi, 1954; Majko, 1955). Na základe dovtedajších speleologických výskumov



Obr. 1. Situačná mapa Silicko-gombaseckého systému. Spracovali: P. Gažík a D. Haviarová
Fig. 1. Map of the Silica-Gombaseck system. Compiled by P. Gažík and D. Haviarová

J. Majko (1955) predpokladal rozdelenie sústavy na tri samostatné úseky – úsek od ponoru „Papverme“ (staršie označenie v literatúre pre Farárovu jamu) po Silickú ľadnicu, úsek od Silickej ľadnice po priepašťový ponor v Brezoblatnom závrte a úsek od Brezoblatného ponoru severným smerom končiaci sa Gombaseckou jaskyňou. Na základe súčasných poznatkov sa predpokladá existencia troch samostatných vetiev systému; Farárova jama – Silická ľadnica – Gombasecká jaskyňa ako hlavná časť systému s bočnou vetvou od ponoru Červenej skaly (resp. Červenej jaskyne) a druhou bočnou vetvou od Ponorovej priepasti.

Národná prírodná pamiatka Gombasecká jaskyňa predstavuje 1525 m dlhú výverovú fluviokrasovú jaskyňu. Jaskyňa sa nachádza v katastrálnom území Slavca, medzi Rožňavou a Plešivcom. Terajší vchod do jaskyne bol vyrazený v roku 1952. Pre verejnosť je jaskyňa sprístupnená od roku 1955. Súčasná dĺžka sprístupnených častí je 285 m. V roku 1995 bola v rámci jaskýň Slovenského a Aggteleckého krasu zaradená medzi lokality Svetového prírodného dedičstva UNESCO. Jaskyňa má dve poschodia, vyššie z nich sa nachádza 5 až 10 m nad spodnými časťami jaskyne, ktorými pretekajú vody Čierneho potoka.

Silická ľadnica leží na JZ od obce Silica. Jaskyňa dlhá 1100 m je známa nielen svojim celoročným zaľadnením, ale aj významnými archeologickými nálezmi objavenými v časti známej pod názvom Archeologický dom. Spodnou časťou jaskyne preteká Čierny potok, ktorý sa končí odtokovým sifónom „Kufr“. Sifón prekonal v roku 1988 českí speleotápaci (Hochmuth, 2000) a znovu až začiatkom roka 2012 J. Stankovič a spolupracovníci. Dosiaľ nie sú celkom známe predpokladané jaskynné priestory za týmto sifónom. Roku 1998 uzavreli pracovníci Správy slovenských jaskýň v Silickej ľadnici priechod do Archeologického domu a ďalších spodných častí jaskyne. Tento krok pozastavil ďalší väčší prieskum a výskum lokality.

GEOLOGICKÉ, HYDROGEOLOGICKÉ A HYDROLOGICKÉ POMERY

Silicko-gombasecký jaskynný systém je z geologickej stránky súčasťou plešivsko-brezovskej čiastkovej kryhy silického príkrovu. Gombasecká jaskyňa je podľa Ľ. Gaála a L. Vlčka (2009) vytvorená v svetlosivých wettersteinských vápencoch, ktoré sa tvorili v plytkovodnom lagunárnom prostredí pokojnej sedimentácie. Takéto horninové prostredie dominuje pravdepodobne aj v zvyšnej časti systému. Kontaktnú zónu nekrasu s krasovými horninami tvoria v severovýchodnej časti vodozbernej oblasti systému najvyššie členy verfénkeho súvrstvia – sinské vrstvy (bridlice, slienité vápence, vápence).

Podľa hydrogeologickej rajonizácie Slovenska (Šuba et al., 1984) patrí územie k hydrogeologickému rajónu MQ 129 – „Mezozoikum centrálnej a východnej časti Slovenského krasu“ a subrajónu SA 50 – „Čiastkový rajón planín Silickej, Horného vrchu, Zádielskej, Jasovskej a Dolného vrchu“. Podľa rozčlenenia Slovenského krasu na štyri hydrogeologické štruktúry (Šuba in Mello et al., 1997) patrí územie do plešivsko-brezovskej hydrogeologickej štruktúry, z ktorej vystupuje celý rad významných prameňov vrátane Čiernej vyvieračky. Podľa vymedzenia útvarov podzemných vôd je územie súčasťou útvaru podzemných vôd v predkvartérnych horninách SK200480KF – Útvaru s dominantnými krasovo-puklinovými podzemnými vodami Slovenského krasu oblasti povodí Hrona a Hornádu (Kuníková et al., 2005). V kolektoroch út-

varu prevažuje krasovo-puklinová priepustnosť s koeficientom filtrácie väčším ako $11 \cdot 10^{-3} \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$ a priemernou hodnotou merného odtoku podzemných vôd $3,6 \text{ l} \cdot \text{s}^{-1} \cdot \text{km}^{-2}$ (Malík et al., 2005). Ako hydrogeologické kolektory s najpriaznivejšími podmienkami vystupujú v území najmä karbonáty stredného a vrchného triasu. Naopak veľmi slabo priepustné je verfénke súvrstvie.

Podzemný hydrologický systém jaskynnej sústavy charakterizujú hlavne vody Čierneho potoka. Podľa A. Droppu (1962) sú známe úseky Čierneho potoka zo Silickej ľadnice v dĺžke cca 130 m a z Gombaseckej jaskyne v dĺžke cca 900 m. Vzdialenosť medzi Čiernou vyvieračkou a Silickou ľadnicou je podľa Ľ. Gaála (2008) okolo 3 km s výškovým rozdielom cca 177 m. Hydrologické prepojenie Silickej ľadnice s Gombaseckou jaskyňou dokázali v roku 1959 realizáciou stopovacej skúšky ako prví J. Majko a M. Fiačan. Stopovač sa v Gombaseckej jaskyni objavil po 4 dňoch od jeho aplikácie v Silickej ľadnici (Turkotska, 1972; Stankovič a Horváth, 2004; Lalkovič, 2001). Neskôr prepojenie týchto dvoch lokalít potvrdili stopovacou skúškou aj Š. Roda, Š. Roda ml. a J. Ščuka (Roda et al., 1986b). Na zatiaľ neznámom úseku podzemného systému medzi Silickou ľadnicou a Gombaseckou jaskyňou sa na hlavný podzemný systém pripájajú pravdepodobne dve významnejšie ľavostranné vetvy. Jednou je vetva od Ponorovej priepasti (135 m hlboká priepať) na Mokřých lúčach, ktorej hydrologické prepojenie s Čiernou vyvieračkou preukázala stopovacia skúška z roku 1981 (Štibrány a Gaál, 1984). Druhou je vetva od ponoru Červenej skaly (Vöröskő), ktorý sa nachádza na konci jednej z najväčších slepých dolín v Slovenskom krase, ležiacej juhozápadne od Silice. Hydrologické prepojenie ponoru Červenej skaly s Čiernou vyvieračkou dokázal J. Ščuka so spolupracovníkmi v roku 1986 (Orvan, 1999). Počas stopovacej skúšky prekonal stopovač vzdialenosť cca 2,7 km za 3 dni. S podzemným tokom v Silickej ľadnici komunikujú pravdepodobne aj vody jazera Farárova jama, ktoré leží v kontaktnom pásme slienitých bridlíc verfénkeho súvrstvia s vápencami (Gaál, 2008) (obr. 2). Tento predpoklad zatiaľ nebol potvrdený stopovacou skúškou. Jazero sa považuje za najvyššie položenú časť systému.



Obr. 2. Jazero Farárova jama. Foto: D. Haviarová
Fig. 2. The Pastor's Pit lake. Photo: D. Haviarová

Tab. 1. Priemerné mesačné výdatnosti prameňa Čierna vyvierajúca v l·s⁻¹ za obdobie 1982 – 2010
Tab. 1. Average monthly yield of the Black Resurgence spring in l·s⁻¹ during time period 1982 – 2010

Mesiace	XI.	XII.	I.	II.	III.	IV.	V.	VI.	VII.	VIII.	IX.	X.	priemer
priemer	38,18	48,42	54,21	53,76	106,16	119,30	102,38	79,00	57,55	45,08	31,59	33,83	77,7

Posledným článkom celej podzemnej hydrologickej sústavy je Čierna vyvierajúca pod Gombaseckou jaskyňou, ktorou vystupujú na povrch vody Čierneho potoka (obr. 3). Zberná oblasť vyvierajúky je pomerne veľká, zaberá rozlohu cca 11 km² (Droppa, 1962). Vyvierajúcu od roku 1968 dlhodobo pozoruje Slovenský hydrometeorologický ústav (SHMÚ) pod katalógovým číslom 1869. V začiatkoch prebiehali na vyvierajúke pozorovania s týždenným krokom merania, ktoré v roku



Obr. 3. Prameň Čierna vyvierajúca za vysokého stavu. Foto: D. Haviarová
Fig. 3. The Black Resurgence spring during high yield. Photo: D. Haviarová

1982 vystriedali presnejšie denné merania. Na základe spracovania denných výdatností vyvierajúky od roku 1982 do roku 2010 poskytnutých SHMÚ sa spracovali jej dlhodobé priemerné mesačné výdatnosti (tab. 1). Najvyššie priemerné hodnoty výdatnosti dosahuje vyvierajúca v jarných mesiacoch (marec, apríl, máj), najnižšie na jeseň (september, október). Krátkodobé, ale výrazné zvýšenie výdatnosti nastáva niekedy aj počas letných mesiacov jún, júl, resp. august ako dôsledok intenzívnych privalových zrážok. Najnižšia denná výdatnosť 6,49 l·s⁻¹ bola na vyvierajúke nameraná 29. 1. 1984, najvyššia 2065,53 l·s⁻¹ 2. 6. 2010.

Podľa koeficientov vyprázdňovania získaných pri analýze skladanej výtokovej čiary prameňa (Malík et al., 2010) odvodňuje Čierna vyvierajúca intenzívne skrasovatené horninové prostredie so štyrmi turbulentnými subrežimami odtoku, s výskytom významných krasových kanálov, ktoré nie sú vo významnej miere späté so saturovanými puklinovými systémami horninových blokov. Hlavné krasové kanály veľkého dosahu dopĺňa menší systém krasových kanálov s vyššou akumulácnou a retardačnou schopnosťou.

Z Gombaseckej jaskyne je okrem Čierneho potoka a niekoľkých jeho menších nevý-

znamných prítokov v časti Kaňon (Malík et al., 2010) známy aj občasný tok, ktorého vody vystupujú pod tlakom z 8 metrov hĺbokej, vodou vyberodanej studne v Mramorovej sieni. Občasný tok preteká ďalej Suchou chodbou, nakoniec sa vo vstupných častiach jaskyne spája s vodami Čierneho potoka, s ktorými sa spoločne objavuje v Čiernej vyvierajúke. Aktivita vôd v studni je spojená hlavne s obdobím topenia snehu a výraznejšou zrážkovou činnosťou. Doteraz nie sú známe výsledky žiadnych stopovacích skúšok, ktoré by objasnili pôvod týchto vôd. Existuje predpoklad ich prepojenia s vodami z oblasti Ponorovej priepasti (Seneš, 1946; Roda a Abonyi, 1954), resp. z nejakej inej bočnej vetvy, ktorej povrchové územie nie je tak postihnuté poľnohospodárskou činnosťou, ako je tomu na vrchu planiny v okolí Farárovkej jamy (Haviarová, 2005).

METODIKA

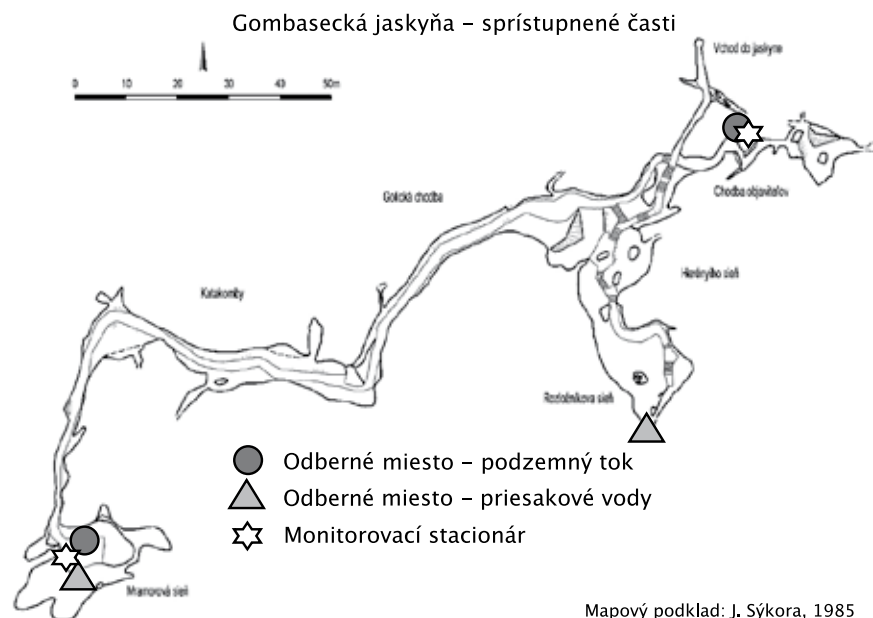
V prvej etape prác v roku 2007 sa začalo so sledovaním chemického zloženia vôd podzemných tokov v Gombaseckej jaskyni (obr. 4). V nasledujúcich rokoch sa odbery rozšírili o odbery priesakových jaskynných vôd a odbery z lokality Farárova jama. V októbri 2009 a v septembri 2011 sa na účely vzorkovania využilo krátkodobé otvorenie podzemných priestorov inak nedostupnej Silickej ľadnice.

Terénne merania počas všetkých odberov pozostávali zo stanovenia základných fyzikálno-chemických parametrov vôd v rozsahu teplota vody, pH, elektrická vodivosť (EC), oxido-redukčný potenciál (E_H), rozpustený kyslík a kyslíkové nasýtenie. Pri ich stanovení sa použili prenosné prístroje firmy WTW – prístroj Multi 350i, resp. prístroj LF 323 s elektródou TetraCon^R325 pri meraní EC a teploty vody,

prístroj Multi 350i s elektródou SenTix^R41 pri meraní pH, pH-meter 340i s elektródou SenTix^RORP pri meraní E_H a Oximeter 340i/SET s elektródou DurOx^R325-3 pri meraní rozpusteného kyslíka a kyslíkového nasýtenia. Súčasťou každého odberu bolo aj titračné stanovenie ukazovateľov ZNK_{8,3} a KNK_{4,5}, z ktorých sa následne prepočítali koncentrácie voľného CO₂ a HCO₃⁻ iónu. Hodnoty E_H boli prepočítané na štandardnú vodíkovú elektródu (Pitter, 2009).

Všetky odobrané vzorky vody sa následne analyzovali v hydrogeochemickom laboratóriu Katedry hydrogeológie PríF UK v Bratislave v rozsahu: CHSK_{Mn}, BSK₅, NH₄⁺, Cl⁻, NO₃⁻, SO₄²⁻, HPO₄²⁻ a HCO₃⁻. Na analýzy sa použili štandardné metodiky (Horáková et al., 2003), spektrofotometrické stanovenia sa robili na prístroji PERKIN ELMER UV/VIS Lambda 11. Koncentrácie Ca²⁺, Mg²⁺, Na⁺, K⁺, Fe a Mn sa analyzovali v akreditovanom analytickom laboratóriu spoločnosti BELNOVAMANN International, s. r. o., v Nových Zámkoch, resp. v akreditovanom skúšobnom laboratóriu LL, s. r. o., Liptovský Mikuláš. Koncentrácie Ca²⁺ a Mg²⁺ sa stanovovali titračne, koncentrácie Fe a Mn spektrofotometricky na spektrofotometri VIS Hach Lange 2800. Koncentrácie K⁺ a Na⁺ sa stanovovali metódou AAS. Vo vzorkách vody z júna 2008 boli v Geoanalytických laboratóriách Štátneho geologického ústavu Dionýza Štúra v Spišskej Novej Vsi stanovené aj stopové prvky Si, Al, As, Cd, Co, Cr, Cu, Hg, Sb, Ni, Pb, Zn metódou AES-ICP na prístroji VISTA-MPX fy Varian.

Na účely charakterizácie chemického zloženia vôd jaskynného systému sa použila klasifikácia na základe prevládajúcich iónov s kritériom ekvivalentného podielu zložiek nad 20 a 25 c.z % a Gazdova genetická klasifikácia chemického zloženia vôd (Gazda, 1974). Prepočítali sa



Obr. 4. Mapa odborných miest v Gombaseckej jaskyni
Fig. 4. Map of sampling points in the Gombasecká Cave

Mapový podklad: J. Sýkora, 1985

základné charakterizačné koeficienty, zhotovil sa Piperov graf chemického zloženia vôd celého jaskynného systému. Vypočítané boli aj IAP (iónové aktivitné produkty) pre hlavné karbonátové minerály a indexy nerovnovážnosti (I) voči týmto minerálom (Fláková et al., 2010). Posúdil sa stav nasýtenia vôd voči týmto minerálom. Za rovnovážny stav sa považovala hodnota $I = 0 \pm 5 \% \log K$, kde K predstavuje rovnovážnu konštantu pre danú reakciu (Deutsch et al.,

1982). Chemické analýzy vôd sa spracovali aj špeciálnym modelovaním v programe PHREEQC-2 (Parkhurst a Appelo, 1999), v ktorom boli vypočítané aj parciálne tlaky CO_2 .

Všetky nové aj staršie dostupné chemické analýzy sa štatisticky spracovali v programe MS Excel.

Kvalitatívne zhodnotenie chemického zloženia vôd bolo vykonané podľa nariadenia vlády č. 496/2010 Z. z., ktorým sa mení a dopĺňa nariadenie vlády Slovenskej republiky č. 354/2006, ktorým sa ustanovujú požiadavky na vodu určenú na ľudskú spotrebu a kontrolu kvality vody určenej na ľudskú spotrebu (ďalej len nariadenie vlády).

Na účely interpretácie výsledkov chemických analýz a celkového hodnotenia chemického zloženia vôd sa spracovali aj dostupné údaje z integrovaného monitorovacieho systému v Gombaseckej jaskyni (obr. 5). 10-minútové záznamy merania boli prepočítané na priemerné denné hodnoty, ktoré sa použili do grafického vyjadrenia režimových zmien jednotlivých sledovaných parametrov.

Pri hodnotení výsledkov chemických analýz vôd sa využili aj opisné a multivariačné metódy štatistického spracovania. V programe Statgraphics (verzia 15) sa na chemických dátach aplikovala korelačná a zhuková analýza. Zhuková analýza bola použitá pri interpretácii sezónnosti chemického zloženia vôd pre jednotlivé odberné miesta, ako aj pri

celkovom porovnaní chemického zloženia vôd z rozdielnych častí systému.

Pri mikrobiologickej charakterizácii vôd sa v súlade s predchádzajúcimi prácami (Haviarová et al., 2010, 2011) vychádzalo z analýz zo súboru legislatívne definovaných ukazovateľov pre povrchové vody v rozsahu: kultivovateľné mikroorganizmy pri 22 °C (KM22), koliformné baktérie (KB), termotolerantné koliformné baktérie (TKB) a črevné enterokoky (EK), doplnených o nepovinný ukazovateľ kultivovateľné mikroorganizmy pri 36 °C (KM36). Na mikrobiologickú analýzu sa vzorky vody odoberali a spracovávali štandardným spôsobom (referenčná metóda ISO 9308-1 podľa Häusler, 1995; Haviarová et al., 2010). Keďže mikrobiologické ukazovatele boli stanovené analytickými metódami pre povrchové vody, bolo ich možné vyhodnotiť podľa nariadenia vlády SR č. 269/2010 Z. z. Výnimkou bol ukazovateľ KM36, ktorý uvedené nariadenie v súčasnosti nezáväzuje používať a môže sa pre mikrobiologickú analýzu aplikovať ako neklasifikovaný údaj.

VÝSLEDKY

Gombasecká jaskyňa

Chemické zloženie vôd Čierneho potoka

Chemické zloženie vôd Čierneho potoka v Gombaseckej jaskyni sa posudzovalo na základe 17 chemických analýz pochádzajúcich z odberov v rokoch 2007 – 2011, doplnených o chemické analýzy staršieho dáta z rokov 1982 – 2006.

Podľa chemických analýz z rokov 2007 – 2011 boli vody Čierneho potoka v Gombaseckej jaskyni slabo alkalické až alkalické s teplotou vody od 9,0 do 10,1 °C. E_H vôd kolísalo v rozpätí 403 – 541 mV. Kyslíkové nasýtenie bolo namerané v intervale hodnôt 59 – 107 %. Celková mineralizácia vôd sa pohybovala od 500 do 602 mg·l⁻¹. Najvyššie zastúpenie mali vo vode hydrogenuhličitanové anióny a kationy vápnika (tab. 2).



Obr. 5. Monitorovací stacionár na Čiernom potoku v Gombaseckej jaskyni. Foto: P. Staník

Fig. 5. Monitoring station at the Black Brook in the Gombasecká Cave. Photo: P. Staník

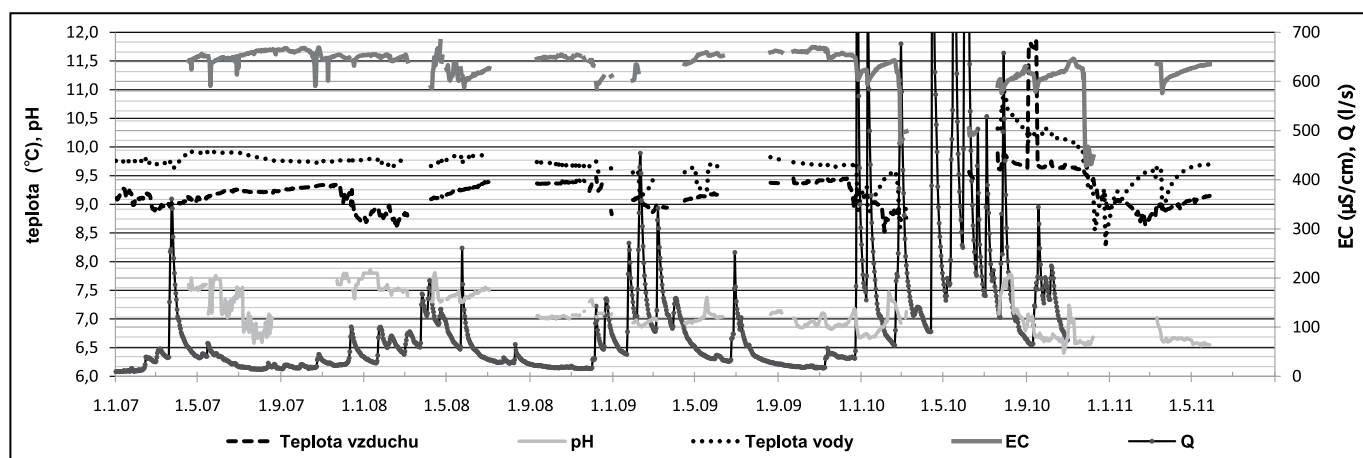
Tab. 2. Štatistické vyhodnotenie vybraných ukazovateľov chemického zloženia vôd Čierneho potoka v Gombaseckej jaskyni

Tab. 2. Statistical evaluation of selected parameters of chemical composition of waters of the Black Brook in the Gombasecká Cave

	t_{vody} (°C)	pH	EC (mS·m ⁻¹)	CHSK _{Mn}	Ca ²⁺	Mg ²⁺	NH ₄ ⁺	Na ⁺	K ⁺	Cl ⁻	NO ₃ ⁻	SO ₄ ²⁻	HCO ₃ ⁻	voľný CO ₂
(mg·l ⁻¹)														
Čierny potok, Gombasecká jaskyňa; 2007 – 2011 (počet analýz 17)														
Min.	9,0	7,1	55,2	0,1	57,7	3,0	0,06	2,0	2,6	6,05	4,7	20,2	333,3	1,1
Max.	10,1	7,6	65,5	1,9	136,0	44,2	0,69	14,8	5,3	9,85	11,2	40,3	395,5	29,0
Medián	9,7	7,3	63,3	0,4	122,0	8,5	0,10	3,3	3,5	6,98	8,5	33,7	369,7	17,3
Priemer	9,6	7,3	63,1	0,6	113,7	10,6	0,16	4,0	3,6	7,61	8,7	32,4	368,6	18,7
Čierny potok, Gombasecká jaskyňa; 2003 – 2006														
Min.	8,7	7,1	53,8	0,5	64,1	3,7	0,00	2,8	2,6	5,31	0,5	36,0	347,7	9,4
Max.	9,9	8,4	68,2	3,0	136,3	46,2	0,31	4,5	4,8	10,33	13,4	45,2	390,4	26,0
Medián	9,7	7,4	63,0	1,6	126,3	10,9	0,01	3,3	3,9	6,60	8,4	39,9	360,5	13,3
Priemer	9,5	7,6	62,4	1,6	120,1	14,6	0,07	3,4	3,9	7,17	8,4	41,0	365,4	15,4
Počet analýz	16	19	18	19	11	11	18	5	5	7	19	7	11	4
Čierna vyvieracka; 1982 – 1993														
Min.	6,7	7,3	60,8	1,7	127,1	2,9	0,05	2,2	2,5	9,04	5,9	35,8	366,1	4,4
Max.	11,2	7,8	69,3	2,9	141,4	18,7	0,05	4,5	8,1	17,44	38,1	51,9	414,9	44,0
Medián	9,6	7,4	64,5	2,1	134,6	8,8	0,05	3,2	5,4	12,74	16,7	42,8	373,3	19,8
Priemer	9,5	7,5	64,9	2,1	134,4	8,8	0,05	3,2	5,2	13,04	17,5	43,9	380,1	21,0
Počet analýz	13	13	12	13	13	13	1	13	13	13	13	13	13	13

Vysvetlivky: EC – elektrická vodivosť, CHSK_{Mn} – chemická spotreba kyselika

Legend: EC – electrical conductivity, CHSK_{Mn} – chemical oxygen demand (COD_{Mn})



Obr. 6. Priebeh kontinuálne sledovaných parametrov na Čiernom potoku za obdobie 1. 1. 2007 – 31. 5. 2011, priemerné denné hodnoty
Fig. 6. The course of continually monitored parameters of the Black Brook water during time period 1. 1. 2007 – 31. 5. 2011, average daily values

Podľa Gazdovej klasifikácie boli vody Čierneho potoka základného výrazného CaHCO_3 typu s najvyšším zastúpením A_2 zložky s priemernou hodnotou 85,41 c-z %. Podľa klasifikácie prevládajúcich iónov s kritériom ekvivalentného podielu zložiek väčším ako 20 aj 25 c-z % boli vody prevažne CaHCO_3 typu pri priemernej hodnote rMg/rCa 0,19.

Podľa výsledkov indexov nasýtenia získaných špeciálnym modelovaním prevažoval pri vodách rovnovážny stav voči kalcitu a aragonitu, voči dolomitu boli vody nenasýtené alebo boli s týmto minerálom v rovnovážnom stave. Voči sadrovcu boli všetky vzorky v stave nenasýtenia. Priemerná hodnota parciálneho tlaku CO_2 dosiahla úroveň $1,49 \cdot 10^{-3}$ MPa. Agresívny CO_2 bol stanovený len pri jednej vzorke vody z roku 2007 s negatívnym výsledkom.

Zmeny v chemickom zložení vôd Čierneho potoka počas rozdielnych prietokov približujú výsledky kontinuálnych meraní spracované do priemerných denných hodnôt za časové obdobie 1. 1. 2007 až 31. 5. 2011. Merania zachytávajú rozptyl hodnôt EC vôd v rozpätí 42,8 – 68,2 $\text{mS} \cdot \text{m}^{-1}$ a rozptyl hodnôt teplôt v rozpätí 8,3 – 11,1 °C (obr. 6). V čase najvyšších prietokov (nad 2000 $\text{l} \cdot \text{s}^{-1}$) mohol byť rozkryv týchto hodnôt ešte väčší (porucha na monitorovacom zariadení spôsobila výpadok meraní). Aj napriek tomuto výpadku sa hodnoty EC a teploty vody podľa výsledkov kontinuálnych meraní pohybujú vo väčšej škále, ako sa zistilo v rám-

ci vzorkovania. Na porovnanie napr. výsledky monitoringu za rok 2004 (jedny z najkompletnejších kontinuálnych meraní) určujú priemernú dennú teplotu vôd Čierneho potoka 9,7 °C (minimálna priemerná denná teplota 8,3 °C, maximálna priemerná denná teplota 10,0 °C) a priemernú hodnotu EC 65,3 $\text{mS} \cdot \text{m}^{-1}$, (minimálna priemerná denná EC vody 49,5 $\text{mS} \cdot \text{m}^{-1}$, maximálna priemerná denná EC vody 68,84 $\text{mS} \cdot \text{m}^{-1}$).

Výsledky korelačných analýz z kontinuálnych dát preukázali štatisticky významnú nepriamu závislosť medzi EC a Q a priamu závislosť medzi teplotou vody a vzduchu a pH a teplotou vody. Závislosť medzi teplotou vody a Q sa nepreukázala. Dôvodom je meniaci sa korelácia medzi týmito dvomi parametrami počas roka. Kým v zimných mesiacoch medzi nimi platí záporná korelácia, v letných mesiacoch v prípade vyšších Q je táto korelácia kladná.

Z kvalitatívnej stránky sa v zmysle nariadenia vlády len v jednom prípade prekročila medzná hodnota železa (MH = 0,2 $\text{mg} \cdot \text{l}^{-1}$) a medzná hodnota amónnych iónov (MH = 0,5 $\text{mg} \cdot \text{l}^{-1}$), v šiestich prípadoch sa prekročila medzná hodnota mangánu (MH = 0,05 $\text{mg} \cdot \text{l}^{-1}$). Ostatné stanovené ukazovatele indikujúce vplyv antropogénnej činnosti vyhovovali limitným hodnotám nariadenia. Pre vody Čierneho potoka je typický aj zvyšujúci sa zákal v čase ich vysokých prietokov.

V chemickom zložení starších a novších analýz sa zistili malé rozdiely, čím sa potvrdilo pomerne stabilné chemické zloženie podzemného toku z dlhodobejšieho hľadiska. Najväčšie rozdiely boli pri porovnaní novších chemických analýz s chemickými analýzami do roku 1993, keď vplyvom podstatne intenzívnejšej poľnohospodárskej činnosti v povodí Čierneho potoka sa vo vode zistili vyššie koncentrácie dusičnanov, chloridov a CHSK_{Mn} . Vyššie hodnoty CHSK_{Mn} sa zistili aj v analýzach vzoriek vôd z odberov z rokov 2003 až 2006.

Chemické zloženie občasných vôd v studni Mramorovej siene

Občasné vody zo studne v Mramorovej sieni v rámci odberov za obdobie 2007 – 2011 boli neutrálne až slabobázické, ich teplota sa v čase odberov pohybovala od 9,0 do 9,8 °C. Hodnoty E_{H} kolísali v rozpätí 221 – 481 mV. Kyslíkové nasýtenie vôd bolo namerané v intervale hodnôt od 81 do 98 %. Celková mineralizácia vôd sa pohybovala od 519 do 556 $\text{mg} \cdot \text{l}^{-1}$. V chemickom zložení vôd rovnako ako pri Čiernom potoku dominovali HCO_3^- anióny a Ca^{2+} kationy. Z ďalších iónov prekročili hranicu 20 $\text{mg} \cdot \text{l}^{-1}$ len sírany. V chemickom zložení vôd starších a nových odberov sa zistili len minimálne rozdiely. Za zmienku stoja v starších analýzach vyššie hodnoty CHSK_{Mn} a vyššie koncentrácie SO_4^{2-} (tab. 3). Vody mali dobrú

Tab. 3. Štatistické vyhodnotenie vybraných ukazovateľov chemického zloženia vôd občasného toku v Gombaseckej jaskyni
Tab. 3. Statistical evaluation of selected parameters of chemical composition of waters of occasional stream in the Gombasecká Cave

	t_{vody} (°C)	pH	EC ($\text{mS} \cdot \text{m}^{-1}$)	CHSK_{Mn}	Ca^{2+}	Mg^{2+}	NH_4^+	Na^+	K^+	Cl^-	NO_3^-	SO_4^{2-}	HCO_3^-	voľný CO_2
občasný tok, Gombasecká jaskyňa; 2007 – 2011 (počet analýz 5)														
Min.	9,0	7,0	56,6	0,43	118,6	2,0	0,040	0,84	0,41	3,0	1,25	16,9	363,1	10,4
Max.	9,8	7,3	62,6	0,90	133,0	4,9	0,290	1,42	0,69	3,8	2,02	30,5	378,7	34,9
Medián	9,2	7,2	61,0	0,64	126,0	2,5	0,160	0,95	0,63	3,5	1,66	20,2	375,6	20,2
Priemer	9,3	7,2	60,6	0,63	125,9	2,9	0,176	1,08	0,60	3,4	1,64	22,8	374,0	22,2
občasný tok, Gombasecká jaskyňa; 2003 – 2006														
Min.	9,0	7,0	55,3	0,6	82,1	1,22	0,000	0,90	0,60	2,5	1,02	26,9	353,8	11,0
Max.	9,2	7,7	63,4	2,9	140,3	38,9	0,340	0,90	0,60	8,5	2,1	38,4	400,0	40,1
Medián	9,1	7,4	59,1	1,4	134,3	7,3	0,039	0,90	0,60	2,8	1,68	34,6	378,8	17,6
Priemer	9,1	7,4	59,4	1,5	124,8	12,4	0,143	0,90	0,60	3,9	1,54	33,8	374,7	22,9
Počet analýz	4	7	7	7	7	7	7	1	1	1	7	5	7	3

Vysvetlivky: EC – elektrická vodivosť, CHSK_{Mn} – chemická spotreba kyslíka
Legend: EC – electrical conductivity, CHSK_{Mn} – chemical oxygen demand (COD_{Mn})

kvalitu. Okrem jedného prípadu prekročenia medznej hodnoty mangánu vyhovovali ostatné ukazovatele indikujúce antropogénny vplyv príslušným limitom nariadenia.

Podľa Gazdovej klasifikácie boli vody základného výrazného Ca-HCO_3 typu s najvyšším zastúpením A_2 zložky s priemernou hodnotou 91,12 c-z %. Podľa klasifikácie prevládajúcich iónov s kritériom ekvivalentného podielu zložiek väčším ako 20 aj 25 c-z % boli vody všetkých odberov Ca-HCO_3 typu. Pomer charakterizačného koeficientu rMg/rCa bol posunutý v prospech vápnika, jeho priemerná hodnota dosiahla 0,04.

Podľa výsledkov špeciálneho modelovania boli vody v rovnováhe s kalcitom a aragonitom. Súčasne boli nenasýtené voči dolomitu a sadrovcu.

Výsledky kontinuálnych meraní na občasnom toku preukázali počas roka v porovnaní s vodami Čierneho potoka menšie zmeny elektrickej vodivosti vo vode (48,0 – 66,3 $\text{mS}\cdot\text{m}^{-1}$) a menší rozptyl teplôt vody (8,9 – 9,4 °C). Výsledky korelačných analýz z kontinuálnych dát preukázali štatisticky významnú zápornú koreláciu medzi výškou vody v studni a EC, teplotou vody a pH a kladnú štatisticky významnú koreláciu medzi EC a teplotou vody a výškou vody v studni a pH.

Chemické zloženie priesakových vôd v jaskyni

V prístupnej časti Gombaseckej jaskyne nenachádzame príliš veľa miest s intenzívnejším celoročným priesakom. Oveľa viac ich je mimo prístupnej časti (Kaňon), kde sa viažu na podstatne hustejšiu sieť tektonických štruktúr. V prístupných častiach jaskyne je viac miest s rovnomerným a pomalým presakovaním atmosférických vôd, vďaka ktorým sa v jaskyni vytvorili unikátne tenké sintrové brká, miestami dosahujúce dĺžku až 3 m.

Na účely stanovenia chemického zloženia vôd vertikálnej cirkulácie sa v jaskyni vybrali 2 odberné miesta vyznačujúce sa rozdielnou intenzitou priesaku. Prvým bol priesak v Mramorovej sieni, nachádzajúci sa v blízkosti Mramorovej studne. Priesak na tomto mieste má väčší plošný rozsah aj väčšiu intenzitu, ktorá sa najčastejšie pohybuje v rozpätí 100 až 600 $\text{ml}\cdot\text{min}^{-1}$. Pomerne dobrú komunikáciu s povrchom indikuje jeho rýchla odozva na zrážky a topenie snehu na povrchu. V stropnej časti odberného miesta sa nachádzajú stalaktity väčších rozmerov. Druhým odberným miestom bol občasný priesak na začiatku Blatistej chodby (maximálna intenzita priesaku do 100 $\text{ml}\cdot\text{min}^{-1}$). Priesakové vody z Kaňona neboli zahrnuté do odberov. Dôvodom bola zložitejšia dostupnosť terénu, ako aj občasné zatápania Blatistej chodby (pri zvýšených stavoch Čierneho potoka), ktorá spája priestory Kaňona so sprístupnenou časťou jaskyne (Rozložníkovou sieňou).

Priesakové vody v Mramorovej sieni sa počas pozorovaní odobrali 9-krát. Teplota týchto vôd bola v rozpätí 8,7 až 11,0 °C. Vody boli slabo alkalické až alkalické, hodnota E_H kolísala v rozpätí 364 až 547 mV. Mineralizácia vôd sa pohybovala v intervale 419 až 522 $\text{mg}\cdot\text{l}^{-1}$ s najnižšími hodnotami počas jarných mesiacov pri najvyššej intenzite priesaku.

Priesakové vody z Blatistej chodby sa na chemickú analýzu odobrali 4-krát. Ich teplota bola v rozpätí 8,6 až 9,2 °C. Aj tieto vody boli slabo alkalické až alkalické, s hodnotami E_H v rozpätí 414 až 505 mV a kyslíkovým nasýtením 80 až 91 %. Celková mineralizácia vôd kolísala medzi 483 až 534 $\text{mg}\cdot\text{l}^{-1}$.

Štatistické charakteristiky fyzikálno-chemických parametrov priesakových vôd sumarizuje tab. 4.

Priesakové vody z obidvoch odberných miest boli výhradne základného výrazného Ca-HCO_3 typu s dominantným zastúpením vápnika a hydrogenuhličitanov. Takéto zastúpe-

nie iónov vo vode sa odrazilo aj pri klasifikácii vôd podľa prevládajúcich iónov, kde pri kritériu ekvivalentného podielu zložiek väčšom ako 20 aj 25 c-z % boli vody z Mramorovej siene bez výnimky Ca-HCO_3 typu. Rovnako bolo aj v prípade vôd z Blatistej chodby okrem jedného prípadu z odberu 26. 6. 2008, keď pri uplatnení kritéria ekvivalentného podielu zložiek väčšieho ako 20 % boli vody Ca-Mg-HCO_3 typu. Pomer rMg/rCa dosiahol pri priesakových vodách z Mramorovej siene priemernú hodnotu 0,06. Vody z Blatistej chodby mali tento koeficient na úrovni priemernej hodnoty 0,22. Z kvalitatívnej stránky mali vody dobrú kvalitu. Pri priesakových vodách z Mramorovej siene bola len v jednom prípade prekročená medzná hodnota pre amonné ióny, v troch prípadoch medzná hodnota pre mangán. Priesakové vody z Blatistej chodby mali len v 2 prípadoch prekročený limit koncentrácie Mn.

Stupeň nasýtenia priesakových vôd voči kalcitu bol na obidvoch miestach veľmi podobný. Vody boli voči kalcitu v rovnovážnom stave, resp. boli voči tomuto minerálu presýtené. Voči sadrovcu boli vody výrazne nenasýtené. Vyšší obsah horčíka v priesakových vodách v Blatistej chodbe odrážajúci pravdepodobne vyšší podiel dolomitovej zložky v nadloží odberného miesta sa odrazil aj na ich nasýtení voči dolomitu. Kým pri priesakových vodách z Mramorovej siene prevládal voči dolomitu stav nenasýtenia, prípadne rovnovážny stav, priesakové vody Blatistej chodby boli voči dolomitu v rovnovážnom stave, v jednom prípade bolo stanovené ich presýtenie voči dolomitu.

Silická ľadnica

Chemické zloženie vôd Čierneho potoka v Silickej ľadnici sa hodnotilo na základe chemickej analýzy z roku 1982 (Tereková, 1983) a dvoch vlastných účelových chemických analýz (tab. 5).

Tab. 4. Štatistické vyhodnotenie vybraných ukazovateľov chemického zloženia priesakových vôd v Gombaseckej jaskyni

Tab. 4. Statistical evaluation of selected parameters of chemical composition of dripping water in the Gombasecká Cave

	t_{vody} (°C)	pH	EC ($\text{mS}\cdot\text{m}^{-1}$)	CHSK _{Mn}	Ca^{2+}	Mg^{2+}	NH_4^+	Na^+	K^+	Cl ⁻	NO_3^-	SO_4^{2-}	HCO_3^-	voľný CO_2
priesak Mramorová sieň, 2008 – 2010 (počet analýz 9)														
Min.	8,7	7,2	45,9	0,74	99,2	1,8	0,000	0,51	0,41	2,59	0,57	10,7	285,7	2,1
Max.	11,0	8,1	60,7	2,69	137,0	7,3	0,660	1,20	1,00	11,76	3,02	38,0	360,1	17,6
Medián	9,2	7,3	55,3	1,43	117,0	4,1	0,100	0,91	0,44	4,10	1,79	32,5	329,9	13,4
Priemer	9,3	7,5	54,7	1,51	118,9	4,6	0,137	0,89	0,52	4,76	1,64	30,1	328,1	12,0
priesak Blatistá chodba, 2008 – 2010 (počet analýz 4)														
Min.	8,6	7,3	54,7	0,41	74,2	11,6	0,000	0,90	0,25	3,40	2,19	23,9	325,8	2,1
Max.	9,2	8,0	58,2	1,36	120,0	15,2	0,300	1,30	0,66	5,47	3,08	32,9	369,7	14,9
Medián	9,2	7,5	57,7	0,85	113,0	13,3	0,100	0,93	0,59	4,42	2,71	28,2	343,0	13,7
Priemer	9,0	7,6	57,1	0,87	105,1	13,3	0,128	1,02	0,52	4,43	2,67	28,3	345,4	11,1

Vysvetlivky: EC – elektrická vodivosť, CHSK_{Mn} – chemická spotreba kyselika

Legend: EC – electrical conductivity, CHSK_{Mn} – chemical oxygen demand (COD_{Mn})

Tab. 5. Chemické zloženie vôd Čierneho potoka v Silickej ľadnici

Tab. 5. Chemical composition of waters of the Black Brook in the Silická ľadnica Cave

Dátum odberu	pH	EC ($\text{mS}\cdot\text{m}^{-1}$)	CHSK _{Mn}	Na^+	K^+	NH_4^+	Ca^{2+}	Mg^{2+}	Cl ⁻	NO_3^-	SO_4^{2-}	HCO_3^-
26. 5. 1982	7,4	-	4,72	16,05	31,0	0,04	156,71	21,4	57,52	50,31	91,35	390,5
6. 10. 2009	7,4	71,5	3,53	8,10	14,5	0,06	104,00	21,80	-	22,70	54,80	356,0
28. 9. 2011	7,7	71,8	-	3,55	15,8	0,08	122,00	13,8	15,05	19,43	59,67	378,2

Vysvetlivky: EC – elektrická vodivosť, CHSK_{Mn} – chemická spotreba kyselika

Legend: EC – electrical conductivity, CHSK_{Mn} – chemical oxygen demand (COD_{Mn})

Tab. 6. Štatistické vyhodnotenie vybraných ukazovateľov chemického zloženia vôd Farárovej jamy
Tab. 6. Statistical evaluation of selected parameters of chemical composition of waters in the Pastor's Pit lake

	t_{vody} (°C)	pH	EC (mS·m ⁻¹)	CHSK _{Mn}	Ca ²⁺	Mg ²⁺	NH ₄ ⁺	Na ⁺	K ⁺	Cl ⁻	NO ₃ ⁻	SO ₄ ²⁻	HCO ₃ ⁻	voľný CO ₂
(mg·l ⁻¹)														
Farárova jama, 2008 – 2011 (počet analýz 9)														
Min.	4,7	7,5	45,8	5,53	35,1	4,9	0,400	1,5	19,6	2,87	0,95	32,9	200,0	0,0
Max.	24,6	8,6	78,9	10,72	108,0	12,8	3,620	58,3	361,0	30,29	18,61	62,1	348,2	4,3
Medián	9,6	8,3	58,1	8,94	56,9	10,1	2,000	15,4	50,0	21,79	7,16	39,5	262,4	1,1
Priemer	12,6	8,2	60,3	8,41	67,9	9,8	1,987	18,7	81,6	17,68	8,65	43,0	263,8	1,8
Farárova jama – staršie analýzy														
26. 5. 1982	12	7,4	–	54,4	115,4	20,2	12,500	17,8	78,0	50,89	7,30	55,9	488,1	61,6

Vysvetlivky: EC – elektrická vodivosť, CHSK_{Mn} – chemická spotreba kyslíka
Legend: EC – electrical conductivity, CHSK_{Mn} – chemical oxygen demand (COD_{Mn})

Vody Čierneho potoka v Silickej ľadnici boli slabé alkalické s teplotou 8,9 °C. Hodnota E_H (321 mV) a kyslíkové nasýtenie (79 %) sa merali len raz, počas odberu 28. 9. 2011. Vody boli základného výrazného, resp. základného nevýrazného Ca-HCO₃ typu. Podľa klasifikácie vôd na základe prevládajúcich iónov s kritériom nad 20 a 25 c-z % boli vody Ca-HCO₃ typu. Pomer nNa/rK (priemerná hodnota 0,92) bol posunutý v prospech draslíka, čo poukazuje na jeho antropogénny pôvod. Voda mala zvýšenú mineralizáciu, ktorá môže súvisieť s prítomnosťou antropogénnych polutantov vo vode. Pomer rSO₄/M bol stanovený na 0,09. Obsah síranov v podzemnom toku bol vyšší ako vo vyššej časti systému, čo okrem vplyvu spodnotriasových nekarbonátových hornin sínskych vrstiev môže indikovať aj antropogénny zdroj. Vyššie boli aj koncentrácie sodíka, draslíka a dusičnanov. Z limitov nariadenia vlády boli prekročené len dusičnany v analýze z roku 1982 a pri všetkých odberoch boli prekročené limitné hodnoty nepriameho ukazovateľa organického znečistenia CHSK_{Mn}.

Z hľadiska nasýtenia boli vody Čierneho potoka v Silickej ľadnici v rovnováhe s kalcitom, aragonitom aj dolomitom pri súčasnom nenasýtení voči sadrovcu.

Farárova jama

Odbery na lokalite Farárova jama sa realizovali rovnako ako v prípade priesakových vôd v Gombaseckej jaskyni až od roku 2008. Z lokality sa odobralo 9 vzoriek vody, vždy z rovnakého odberného miesta.

Vody z Farárovej jamy majú pomerne vysokú variabilitu chemického zloženia (tab. 6).

Keďže ide o vodu povrchovú, rovnako veľký rozptyl bol dokumentovaný aj pri jej teplotách. Vody z Farárovej jamy boli alkalické až silno alkalické. Kyslíkové nasýtenie sa pohybovalo v širokom rozpätí hodnôt 56 – 139 %, E_H bolo namerané v intervale 240 – 467 mV. Celková mineralizácia vôd z Farárovej jamy sa pohybovala od 364 do 898 mg·l⁻¹. Z aniónov dominovali vo vode hydrogenuhlíčitany a sírany. Z kationov to boli hlavne vápnik, sodík a draslík.

Pri vodách prevažoval základný nevýrazný Ca-HCO₃ typ s podielom A₂ zložky s priemernou hodnotou 60 c-z %. Okrem toho sa na lokalite v menšej miere objavovali aj vody základného výrazného Ca-HCO₃ typu a v jednom prípade vody prechodného K-Ca-HCO₃ typu. V rámci klasifikácie vôd podľa chemického zloženia uplatňujúcej klasifikáciu prevládajúcich iónov s kritériom nad

25 c-z % sa tu vyskytovalo niekoľko typov vôd: Ca-HCO₃ typ, Ca-K-HCO₃ typ, K-Ca-HCO₃ typ a Ca-Na-HCO₃ typ. Priemerná hodnota koeficienta rMg/rCa bola 0,29. Vyššia bola aj priemerná hodnota koeficienta rSO₄/M (0,07) a priemerná hodnota koeficienta r(Na+K)/r(Ca+Mg) (0,67).

Chemické zloženie vôd Farárovej jamy poukazuje na znečistenie, ktoré sa prejavuje zvýšenými koncentraciami NH₄⁺, Na⁺, K⁺, NO₃⁻ a zvýšenými hodnotami CHSK_{Mn}. V porovnaní s nariadením vlády bola vo všetkých odberných vzorkách vody s výnimkou vzorky z 25. 6. 2008 prekročená medzná hodnota Mn a amónnych iónov, v 4 vzorkách bola prekročená limitná koncentrácia Fe. Všetky vzorky vody prekročovali limitnú hodnotu CHSK_{Mn}. V porovnaní s analýzou z roku 1982, keď bola v tejto oblasti podstatne aktívnejšia poľnohospodárska činnosť, je súčasná kvalita vôd Farárovej jamy lepšia. Vyššie koncentrácie Fe (0,1 – 1,1 mg·l⁻¹) a Mn (0,1 – 0,5 mg·l⁻¹) mohli spolu s občasne vyššími koncentraciami síranov vo vodách Farárovej jamy indikovať vplyv spodnotriasových sínskych vrstiev na chemické zloženie vôd. Medzi koncentraciami Fe a Mn a hodnotami E_H bola ako na jedinej lokalite systému zistená štatisticky významná kladná korelácia.

Podľa výsledkov špeciálneho modelovania boli vody z Farárovej jamy súčasne presýtené voči kalcitu, aragonitu a dolomitu alebo boli voči týmto minerálom v rovnovážnom stave. Voči sadrovcu boli vody všetkých vzoriek výrazne nenasýtené.

MIKROBIOLOGICKÉ VLASTNOSTI KRASOVÝCH VÔD

Mikrobiologická kvalita vôd jaskynného systému sa hodnotila v období rokov 2007 až 2010, keď sa zrealizovalo celkovo 16 odberov

Tab. 7. Čierny potok v Gombaseckej jaskyni – mikrobiologické ukazovatele vo vode

Tab. 7. The Black Brook in the Gombasecká Cave – microbiological parameters in water

Odbor	KM22	KM36	KB	TKB	EK
	KTJ/ml	KTJ/ml	KTJ/ml	KTJ/ml	KTJ/ml
13. 2. 2007	115	10	11	3	0
4. 4. 2007	84	28	0	0	0
15. 5. 2007	25	15	0	0	0
26. 6. 2007	36	23	11	4	0
23. 8. 2007	76	9	5	1	0
26. 9. 2007	12	5	0	0	0
6. 11. 2007	114	51	20	0	0
27. 3. 2008	233	33	14	4	0
26. 6. 2008	13	8	2	0	0
11. 9. 2008	32	10	0	0	0
19. 11. 2008	59	25	1	0	0
26. 3. 2009	102	45	7	0	0
20. 5. 2009	35	8	0	0	0
28. 10. 2009	31	18	2	0	0
16. 4. 2010	>1000	>1000	>1000	125	82
26. 10. 2010	30	21	6	0	0
Limity^a	5000	N	100	20	10

Vysvetlivky: KM22 – kultivovateľné mikroorganizmy pri 22 °C, KM36 – kultivovateľné mikroorganizmy pri 36 °C, KB – koliformné baktérie, TKB – termotolerantné koliformné baktérie, EK – enterokoky, N – neklasifikovaný údaj, limity podľa nariadenia vlády SR č. 269/2010 Z. z.

Legend: KM22 – microorganisms cultivable at 22 °C, KM36 – microorganisms cultivable at 36 °C, KB – coliforms, TKB – faecal coliforms, EK – enterococci, N – not-determined, limits according to Government Ordinance of Slovak Republic No. 269/2010

vzoriek vôd v Gombaseckej jaskyni z Čierneho potoka a 5 odberov vôd zo studne v Mramorovej sieni v tejto jaskyni. Od roku 2008 sa mikrobiologické analýzy rozšírili aj o lokalitu Farárova jama, kde sa urobilo 7 odberov.

V analyzovanej heterotrofnej, kultivovateľnej zložke mikroorganizmov vo vzorkách z Čierneho potoka prevažovali psychrofilny (KM22; rádovo 10¹ až 10²) nad mezofilmi (celkovo o rád nižšie). Vo vzorkách sa objavovali aj podlimitné množstvá koliformných baktérií. Indikátory aktuálnej kontaminácie, enterokoky, sa nezistili v žiadnej vzorke, indikátory perzistujúcej kontaminácie, termotolerantné koliformné baktérie, boli prítomné v zanedbateľnom množstve (1 – 4·10⁰) v 4 vzorkách vody. Výnimkou z uvedených prípadov bola vzorka vody zo 16. 4. 2010, keď boli zaznamenané nadlimitné množstvá indikátorov fekálnej kontaminácie (tab. 7). Súviselo to s mimoriadne intenzívnou zrážkovou činnosťou v danom období.

Tab. 8. Občasný tok v Gombaseckej jaskyni – mikrobiologické ukazovatele vo vode

Tab. 8. Occasional stream in the Gombasecká Cave – microbiological parameters in water

Odbor	KM22	KM36	KB	TKB	EK
	KTJ/ml	KTJ/ml	KTJ/ml	KTJ/ml	KTJ/ml
13. 2. 2007	N*	N*	N*	N*	N*
4. 4. 2007	11	0	0	0	0
15. 5. 2007	N*	N*	N*	N*	N*
26. 6. 2007	N*	N*	N*	N*	N*
23. 8. 2007	N*	N*	N*	N*	N*
26. 9. 2007	N*	N*	N*	N*	N*
6. 11. 2007	N*	N*	N*	N*	N*
27. 3. 2008	4	2	0	0	0
26. 6. 2008	N*	N*	N*	N*	N*
11. 9. 2008	N*	N*	N*	N*	N*
19. 11. 2008	N*	N*	N*	N*	N*
26. 3. 2009	5	3	0	0	0
20. 5. 2009	N*	N*	N*	N*	N*
28. 10. 2009	N*	N*	N*	N*	N*
16. 4. 2010	>1000	15	8	0	0
26. 10. 2010	2	0	0	0	0
Limity ^a	5000	N	100	20	10

Vysvetlivky: KM22 – kultivovateľné mikroorganizmy pri 22 °C, KM36 – kultivovateľné mikroorganizmy pri 36 °C, KB – koliformné baktérie, TKB – termotolerantné koliformné baktérie, EK – enterokoky, N – neklasifikovaný údaj, N* – nebol urobený odber v dôsledku absencie vody, limity podľa nariadenia vlády SR č. 269/2010 Z. z.

Legend: KM22 – microorganisms cultivable at 22 °C, KM36 – microorganisms cultivable at 36 °C, KB – coliforms, TKB – faecal coliforms, EK – enterococci, N – not-determined, N* – without sampling (the locality without water), limits according to Government Ordinance of Slovak Republic No. 269/2010

Tab. 9. Farárova jama – mikrobiologické ukazovatele vo vode

Tab. 9. The Pastor's Pit lake – microbiological parameters in water

Odbor	KM22	KM36	KB	TKB	EK
	KTJ/ml	KTJ/ml	KTJ/ml	KTJ/ml	KTJ/ml
27. 3. 2008	>1000	>300	>300	172	15
25. 6. 2008	>300	>300	190	0	0
10. 9. 2008	>1000	>1000	>300	2	14
19. 11. 2008	>300	193	32	0	0
25. 3. 2009	N**	N**	N**	N**	N**
20. 5. 2009	326	279	9	0	0
28. 10. 2009	>300	>300	102	0	0
16. 4. 2010	N**	N**	N**	N**	N**
26. 10. 2010	146	152	9	1	0
Limity	5000	N	100	20	10

Vysvetlivky: KM22 – kultivovateľné mikroorganizmy pri 22 °C, KM36 – kultivovateľné mikroorganizmy pri 36 °C, KB – koliformné baktérie, TKB – termotolerantné koliformné baktérie, EK – enterokoky, N – neklasifikovaný údaj, N** – nebol urobený odber z technických príčin, limity podľa nariadenia vlády SR č. 269/2010 Z. z.

Legend: KM22 – microorganisms cultivable at 22 °C, KM36 – microorganisms cultivable at 36 °C, KB – coliforms, TKB – faecal coliforms, EK – enterococci, N – not-determined, N** – without sampling from technical reasons, limits according to Government Ordinance of Slovak Republic No. 269/2010

Tab. 10. Porovnanie mikrobiologických ukazovateľov vody Čierneho potoka, odber 6. 10. 2009

Tab. 10. Comparison between microbiological parameters in water of the Black Brook, sampling 6. 10. 2009

	Silická ľadnica	Gombasecká jaskyňa
koliformné baktérie (KTJ/100 ml)	380	60
kultivovateľné mikroorganizmy pri 22 °C (KTJ/1 ml)	8950	69
kultivovateľné mikroorganizmy pri 36 °C (KTJ/1 ml)	5950	28

V porovnaní s vodami Čierneho potoka vody občasného toku z Mramorovej siene v Gombaseckej jaskyni prakticky neobsahujú žiadne kultivovateľné heterotrofné mikroorganizmy. Výnimkou bol odber 16. 4. 2010, keď sa zaznamenal vysoký počet KTJ v psychrofilnej zložke ako výsledok zražkového excusu (tab. 8).

Na lokalite Farárova jama sa indikovalo vyššie oživenie psychrofilmi a mezofilmi, rádovo v hodnotách 10^2 až 10^3 . Hlavné indikátory fekálnej kontaminácie (TKB, EK) boli nadlimitné iba v jednom prípade (27. 3. 2008) (tab. 9).

Mikrobiologická kvalita Čierneho potoka v Silickej ľadnici bola hodnotená len na základe jednej analýzy z októbra 2009, v rámci ktorej sa vo vode stanovovali len KB, KM22 a KM36. Podľa výsledkov bolo oživenie týchto vód niekoľkonásobne vyššie ako pri ich výstupe z Čiernej vyvieračky (tab. 10).

DISKUSIA

Chemické zloženie vód jaskynného systému nie je homogénne. Viditeľné sú napr. rozdiely v chemickom zložení vód Čierneho potoka. Kým v jeho hornej časti (v Silickej ľadnici) je chemické zloženie ovplyvnené spodnotriasovými sinskými vrstvami a sekundárne aj antropogénnou činnosťou, na výstupe zo systému je tento vplyv značne redukovaný (obr. 7).

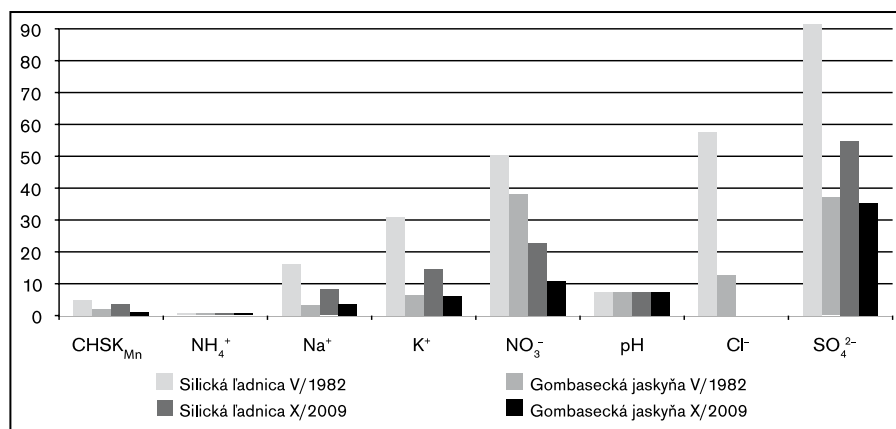
Čiastočnú priestorovú variabilitu che-

mického zloženia vód jaskynného systému potvrdili aj výsledky zhlukovej analýzy. Na základe použitia chemických analýz pochádzajúcich z odberov z rokov 2007 – 2010 bolo v rámci systému vygenerovaných pri použití zhlukovej analýzy niekoľko samostatných klastrov. Jeden tvoria vody Čierneho potoka v Gombaseckej jaskyni, druhý občasných vody zo studne v Mramorovej sieni Gombaseckej jaskyne, tretí priesakové vody jaskyne a posledný povrchové vody z Farárovej jamy (obr. 8). Vody občasných tokov v Gombaseckej jaskyni majú podľa výsledkov dendrogramu svojím chemickým zložením bližšie k chemickému zloženiu priesakových vód. Priesakové vody z jednotlivých odberných miest sa navzájom najlepšie korelujú svoje chemické zloženie v čase zvýšenej intenzity priesakov. Do klastra vytvoreného vodami Čierneho potoka nespádajú vzorky odoberané pri vysokých prietokoch, keď nariadením krasových vód povrchovými vodami dochádza k zníženiu ich mineralizácie, zníženiu koncentrácie horčíka, dusičnanov a zvýšeniu CHSK_{Mn} , čím sa ich chemické zloženie približuje chemickému zloženiu občasných tokov, prípadne chemickému zloženiu priesakových vód. Chýbajúce kompletné analýzy vód zo Silickej ľadnice neumožnili aplikovať klastrovú analýzu aj na túto lokalitu.

Výsledky zhlukovej analýzy preukázali okrem priestorovej aj miernu časovú variabilitu chemického zloženia vód na jednotlivých odberných miestach. Naznačené boli hlavne rozdiely v chemickom zložení vód počas jarých a jesenných mesiacov, ako aj rozdiely vyplývajúce z variability prietokov podzemných tokov, resp. intenzity priesakov.

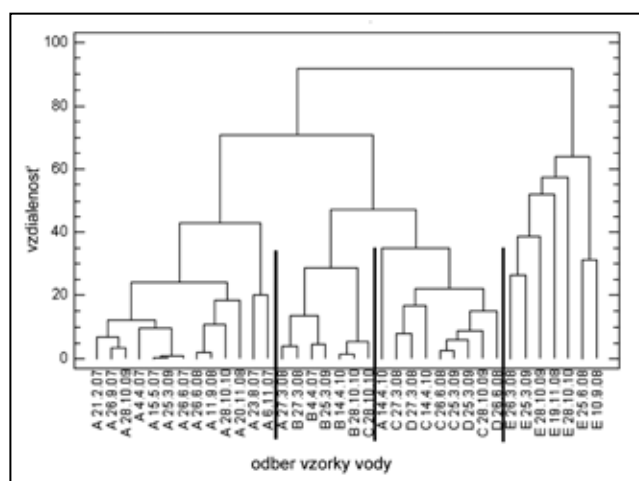
Výsledky kontinuálnych meraní EC nepotvrdili v prípade Čierneho potoka výraznejšie vytlačenie vyššie mineralizovaných vód zo systému na začiatku prietokových vln, t. j. v čase naplnenia systému a pri jeho následnom vyprázdňovaní. Na druhej strane tieto výsledky nepriamo poukázali na zmeny chemického zloženia počas zvýšených prietokov a naznačili, ako dlho systému trvá, kým sa chemické zloženie jeho vód po prechode prietokovej vlny vráti do pôvodného stavu. Napr. pri okamžitom náraste Q o $50 \text{ l} \cdot \text{s}^{-1}$ počas jedného dňa sa hodnota EC vód Čierneho potoka síce extrémne nemení ($\Delta 2,4 \text{ mS} \cdot \text{m}^{-1}$), ale na svojej pôvodnej hodnote (pred nárastom prietoku) sa ustáli až po 9 dňoch (obr. 9). Dôvodom takéhoto stavu je prítomnosť intenzívne skrasovateného horninového prostredia, čo sa overilo na základe analýz výtokovej čiar Čiernej vyvieračky (Malík et al., 2010), ktorú charakterizujú až štyri turbulentné subrežimy odtoku.

Občasných vód zo studne v Mramorovej sieni v Gombaseckej jaskyni majú oproti vodám Čierneho potoka v tejto jaskyni nepatrne vyššie koncentrácie vápnika a hydrogénuhlíčitanov a nižšie koncentrácie horčíka a síranov. V prípade pôvodu síranov v občasných vodách studne nemusí ísť o vplyv spodnotriasových bridlíc, keďže ich koncentrácie korelujú s koncentraciami síranov v priesakových vodách, pri ktorých je možný vplyv takéhoto horninového prostredia vylúčiť. Ako zdroj síranov môže v tomto prípade vystupovať hlavne atmosféra, prípadne občasných (aj keď pre wettersteinské vápence len veľmi zried-



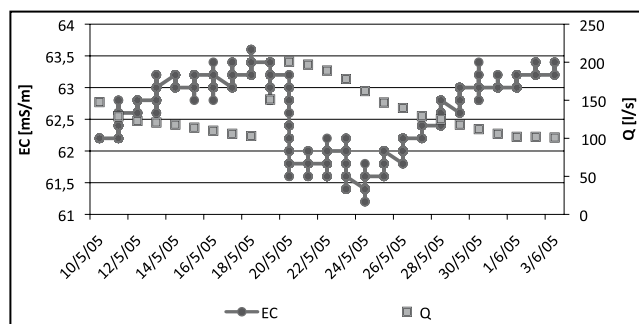
Obr. 7. Porovnanie vybraných chemických ukazovateľov vôd Čierneho potoka v Silickej ľadnici a Gombaseckej jaskyni

Fig. 7. Comparison between chemical parameters in water of the Black Brook in the Silická ľadnica Cave and the Gombasecká Cave



Obr. 8. Dendrogram zostavený z chemických analýz (2007 – 2010) z jednotlivých odberných miest jaskynného systému (A – Čierny potok, B – občasný podzemný tok, C – priesak Mramorová sieň, D – priesak Blatistá chodba, E – jazero Farárova jama)

Fig. 8. Dendrogram compiled from chemical analyses (2007 – 2010) from sampling places of cave system (A – Black Brook/Čierny potok, B – occasional underground stream, C – seepage water of the Marble Hall/Mramorová sieň, D – seepage water of the Mud Passage/Blatistá chodba, E – Pastor's Pit lake/Farárova jama)



Obr. 9. Graf zmeny EC pri náraste Q Čierneho potoka v Gombaseckej jaskyni

Fig. 9. Graph of EC fluctuation during flow increase of the Black Brook in the Gombasecká Cave

kavé) polohy síranov v karbonátovom komplexe. Občasné vody studne majú aj nižšie koncentrácie Na^+ , K^+ , NO_3^- , Cl^- a CHSK_{Mn} , t. j. ukazovateľov, ktoré sú v prípade Čierneho potoka z väčšej časti sekundárne ovplyvnené. Tieto skutočnosti potvrdzujú predpoklad, že infiltračná oblasť obasných vôd nebola a ani v súčasnosti nie je tak postihnutá poľno-

už pri priemernej dennej výdatnosti vyvierajúcej okolo $100 \text{ l}\cdot\text{s}^{-1}$. Občasný tok sa v jaskyni stráca pri poklese priemernej dennej výdatnosti Čiernej vyvierajúcej pod hranicu cca $50 \text{ l}\cdot\text{s}^{-1}$.

Priesakové vody systému majú oproti vodám podzemných tokov nižšiu mineralizáciu. Je pre ne typický aj nižší obsah vápnika, hydrogénuhličitanov, sodíka a draslíka. Priesa-

kové vody sa vyznačujú aj nižším podielom voľného CO_2 . Opačný pomer platí v prípade hodnoty pH a CHSK_{Mn} , ktoré majú priesakové vody vyššie. Vyšší podiel CHSK_{Mn} je spôsobený pravdepodobne vyšším obsahom organických látok prírodného pôvodu v nadloží jaskyne. Teplota priesakových vôd vo veľkej miere odráža teplotu jaskynného ovzdušia. Rozdiely vznikajú počas intenzívnejších priesakov, keď je teplota vody vyššia alebo nižšia ako teplota jaskynného vzduchu v závislosti od vonkajšej teploty. Výsledky chemických analýz priesakových vôd z rozdielnych častí jaskyne potvrdili nepatrnú variabilitu chemického zloženia vôd. Kým pre priesakové vody z odberného miesta v Blatistej chodbe platia vyššie hodnoty EC a horčíka, priesakové vody z Mramorovej siene sa vyznačujú vyšším podielom síranov a CHSK_{Mn} . Chemické zloženie priesakových vôd z Blatistej chodby je stálejšie vzhľadom na ich vyrovnanjšiu intenzitu. Pri priesakových vodách z Mramorovej siene zasa platí znižovanie mineralizácie pri zvyšujúcej sa intenzite priesaku. Primárne však chemické zloženie priesakových vôd obidvoch miest navzájom koreluje, čo dokazuje vysoký kladný korelačný koeficient parciálnej korelácie ($R_{xy} = 0,811$). Korelačná analýza chemického zloženia priesakových vôd v Mramorovej sieni stanovila štatisticky významnú kladnú koreláciu medzi celkovou mineralizáciou a vápnikom, celkovou mineralizáciou a hydrogénuhličitanmi, ale napríklad aj medzi amónnymi iónmi a CHSK_{Mn} .

Na základe výsledkov zhukovej analýzy hodnotiacej vzájomné vzťahy medzi chemickými prvkami vo vode pre jednotlivé odberné miesta môžeme pri priesakových vodách podľa výsledných klastrov uvažovať o rovnakom (primárnom) pôvode Na^+ , K^+ , Fe , Mn , NH_4^+ , NO_3^- vo vode. V prípade vôd Čierneho potoka podľa rozdelenia klastrov môžu byť ióny Na^+ , K^+ a NO_3^- aj iného ako primárneho pôvodu. V prípade Farárovej jamy je situácia ešte odlišnejšia. Kým Fe , Mn , NH_4^+ a fosforečnany majú podľa vygenerovaného dendrogramu k sebe bližšie rovnako ako NO_3^- a CHSK_{Mn} , Na^+ a K^+ vytvárajú samostatné klastre s podstatne menším vzájomným prepojením. Takýto výsledok môže byť spôsobený práve viacerými zdrojmi týchto iónov vo vode.

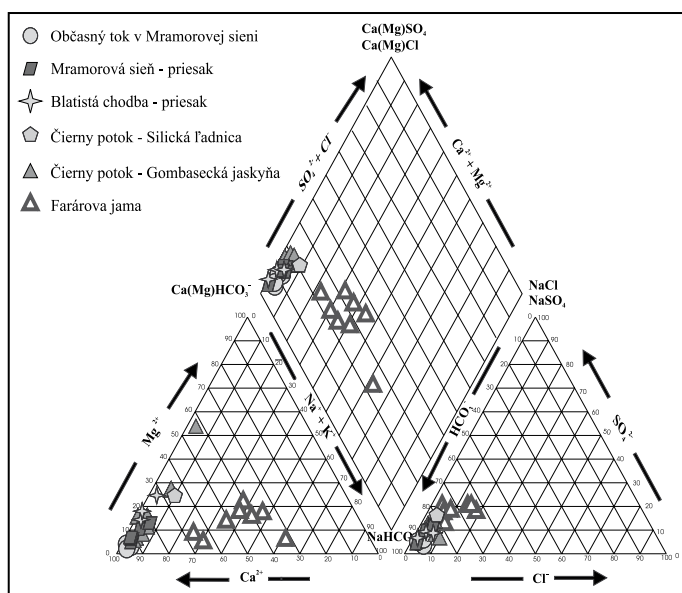
Vody Farárovej jamy boli na rozdiel od podzemných vôd systému výrazne poznačené antropogénnou činnosťou. V ich prípade sa potvrdilo pretrvávajúce chemické znečistenie aj vyššie mikrobiologické oživenie, v porovnaní so zistením zo začiatku 80-tych rokov minulého storočia síce menšie (Tereková, 1983), ale stále výrazné. Častým sprievodným javom znečistenia bol proces eutrofizácie, ktorý sa prejavil aj výskytom vodného kvetu na vodnej hladine. S týmto javom súviselo presýtenie vody kyslíkom vplyvom fotosyntetickej asimilácie vodných organizmov. Proces eutrofizácie súvisí aj so zvýšeným obsahom biogénnych prvkov vo vode. V dôsledku eutrofizácie sa zvyšuje obsah vodných toxínov. So zvyšovaním kyslíkovým nasýtením sa spájali aj vyššie hodnoty pH a vyššie hodnoty E_{H} . Pomer $r\text{Na}/r\text{K}$ bol posunutý v prospech K, čo poukazuje na jeho antropogénny pôvod. Na ostatných odberných miestach v systéme s výnimkou Silickej ľadnice bol ten-

to pomer posunutý v prospech Na. Na lokalite sa stanovili najnižšie koncentrácie voľného CO_2 vo vode.

Použitie mikrobiologické ukazovatele hodnotili nielen celkový hygienický stav vody, ale aj jej oživenie najmenšou, teda mikrobiotickou zložkou v jej kultivovateľnom spektre. Analýza nekultivovateľných zložiek vyžaduje odlišné metodické postupy. Uvedené ukazovatele dokážu zaznamenať aj nežiaducu mikroflóru, ktorá je zvyčajne výsledkom fekálnej, či už aktuálnej alebo perzistujúcej kontaminácie.

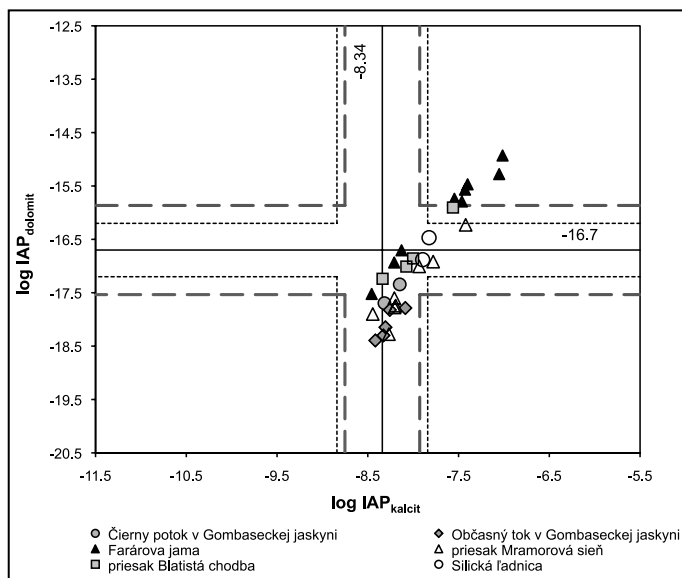
Analýza mikrobioty akvatickej zložky Silicko-gombaseckého jaskynného systému nadväzuje na už skôr publikované práce (Haviarová et al., 2010, 2011) týkajúce sa výskumu krasových vôd Silickej planiny. Z výsledkov vyplýva, že odborné miesto Farárova jama, ako povrchová vodná nádrž, má všeobecné mikrobiálne oživenie. Fekálna kontaminácia

napriek najnepriaznivejšiemu stavu na tejto lokalite v porovnaní s ostatnými pozorovanými miestami nedosahuje kritické hodnoty. Na Čiernom potoku v Gombaseckej jaskyni sa v sledovanom období namerali podlimitné množstvá vo všetkých ukazovateľoch. Výnimkou z uvedených prípadov bola vzorka zo 16. 4. 2010, keď sa zaznamenali nadlimitné množstvá indikátorov fekálnej kontaminácie. Išlo však o odraz mimoriadne intenzívnej zrážkovej činnosti v danom období. Pozorovania nepreukázali ani mikrobiálne ovplyvnenie občasných vôd v Mramorovej sieni Gombaseckej jaskyne vodami Čierneho potoka. Voda občasného toku zo studne v Mramorovej sieni je z hygienického hľadiska veľmi kvalitná, prakticky neobsahuje žiadne kultivovateľné heterotrofné mikroorganizmy. V inkriminovanom termíne (16. 4. 2010) bol zaznamenaný len zvýšený, nie nadlimitný výskyt psychrofilnej zložky.



Obr. 10. Piperov graf vôd podzemného Silicko-gombaseckého hydrologického systému

Fig. 10. Piper's diagram of waters of underground Silica-Gombasek hydrological system



Obr. 11. Graf nasýtenia sledovaných vôd vzhľadom na kalcit a dolomit

Fig. 11. Diagram of water saturation with respect to calcite and dolomite

ZÁVER

Podzemné vody Silicko-gombaseckého jaskynného systému svojím zložením reprezentujú typické krasové vody Západných Karpát. Atmosférogénne vody s petrogénou mineralizáciou charakterizujú vody vertikálnej aj horizontálnej cirkulácie systému. Ich chemické zloženie úzko koreluje s mineralogicko-petrografickým charakterom horninového prostredia, v ktorom sa tieto vody formujú. V jaskynnom systéme dominujú autochtónne vody. Hlavným procesom formovania chemického zloženia jaskynných autochtónnych vôd je proces rozpúšťania karbonátov. K ďalším chemickým procesom, ktoré sa podieľajú na formovaní chemického zloženia vôd jaskynného systému, patrí pravdepodobne aj proces rozpúšťania síranov, hydrolytický rozklad silikátov a iónovymenné reakcie. Tieto procesy sa vo väčšej miere uplatňujú hlavne pri vodách podzemných tokov v hornej časti jaskynného systému ako dôsledok vplyvu spodnotriasových sinkých vrstiev.

Pre podzemné vody jaskynného systému sú typické vody s karbonátogénnou mineralizáciou s prítomnosťou len dvoch chemických typov vôd – základného výrazného Ca-HCO_3 a základného nevýrazného Ca-HCO_3 typu s prevahou A_2 zložky (obr. 10, tab. 11). Dominantnými iónmi vo vode sú hydrogénuhličitanové anióny (s hodnotami 286 – 396 $\text{mg}\cdot\text{l}^{-1}$) a kationy vápnika (s hodnotami 58 – 137 $\text{mg}\cdot\text{l}^{-1}$). Pomer rMg/rCa hovorí o pohybe a formovaní jaskynných vôd v prípade karbonátových komplexov prevažne vo vápencovom, resp. vápencovo-dolomitickom prostredí (tab. 11). Hodnoty pomeru r(Na+K)/r(Ca+Mg) (tab. 11) sú najnižšie pri priesakových vodách, resp. pri vodách občasného toku. V ostatných sledovaných vodách môžeme predpokladať menšiu čistotu vápencov, resp. pri formovaní chemického zloženia vôd môžeme uvažovať o uplatnení aj iných procesov popri rozpúšťaní karbonátov.

Jaskynný systém patrí k otvoreným krasovým systémom s neustálym dopĺňaním CO_2 (Freeze a Cherry, 1979), s hodnotami parciálneho tlaku CO_2 v rozpätí $9,4\cdot 10^{-4}$ až $2,71\cdot 10^{-2}$ MPa, CO_2 je pritom atmosférického alebo biogénneho pôvodu.

Kvalita jaskynných vôd je väčšinou dobrá. V rámci systému nastáva občasné zvýšenie koncentrácií amónnych iónov, dusičnanov, Na^+ , K^+ , Fe, Mn a CHSK_{Mn} . Vplyv antropogénnej činnosti (hlavne poľnohospodárska činnosť) vo vodozbernej oblasti jaskynného systému sa v súčasnosti na rozdiel od povrchových vôd (Farárova jama) v jeho podzemných vodách prejavuje v menšej miere, ako sa pôvodne predpokladalo. Krasové vody systému sú znečistené menej ako v minulosti hlavne vďaka čiastočnému poklesu a regulácii poľnohospodárskych aktivít vo vodozbernej oblasti jaskynného systému. K najväčším vplyvom znečistenia (organického aj anorganického) dochádza v hornej časti systému (Silická ľadnica), ktoré sa v krasovej vode prejavuje zvýšenými koncentraciami sodíka, draslíka, dusičnanov a CHSK_{Mn} , ako aj výraznejším mikrobiologickým oživením. Postupným nariedovaním vôd podzemného toku a pomalou degradáciou znečistenia počas jeho pomerne dlhého transportu sa znečistenie na výstupe zo systému prejavuje minimálne. Na druhej strane sa niektoré znečistenie vo vodách môže prejavovať len krátkodobou, a preto nemusí byť nepravidelným vzorkovaním vôd zachytené. Najhoršia kvalita krasových vôd v jaskynnom systéme býva pri vodách horizontálnej cirkulácie v čase topenia snehu a výraznej zrážkovej činnosti. Pri kvalite vôd Čierneho potoka je z dlhodobšieho hľadiska pozorovaný pomalý trend znižovania koncentrácie niektorých nežiaducich zložiek vo vode a s ním spojený zlepšujúci sa stav kvality jaskynných vôd. Koncentrácie stopových prvkov sú vo vodách jaskynného systému nízke, bez výraznejších koncentračných anomálií.

Jaskynný systém patrí svojím charakterom k zraniteľným ekosystémom. Zraniteľnosť jeho krasových vôd potvrdili výsledky z kontinuálnych meraní EC vôd na Čiernom potoku.

Sledovanie hlavných mikrobiologických parametrov v akvatickom ekosystéme Gombaseckej jaskyne ukázalo základnú štruktúru heterotrofnej kultivovateľnej mikrobiálnej bioty. Pri absencii zrážkových excesov, ktoré prispievajú k organickému a mikrobiálnemu

Tab. 11. Charakterizačné koeficienty a Palmer-Gazdove charakteristiky vôd jaskynného systému

Tab. 11. Characterization indexes and Palmer-Gazda characteristics of cave system waters

	M (mg·l ⁻¹)	Charakterizačné koeficienty				Palmer-Gazdove charakteristiky									pCO ₂ (MPa)
		rMg/ rCa (c-z)	rNa/ rK (c-z)	rSO ₄ / M (c-z)	r(Na+K)/ r(Ca+Mg) (c-z)	S1(NO ₃)	S1(Cl)	S1(SO ₄)	S2(NO ₃)	S2(Cl)	S ₂ (SO ₄)	A ₁	A ₂	A ₃	
		(c-z %)													
Čierny potok, Gombasecká jaskyňa (počet analýz 9)															
Min.	500	0,05	0,02	0,03	0,02	1,05	0,59	0,00	0,00	0,00	5,95	0,00	82,36	0,00	7,18·10 ⁻⁴
Max.	602	1,26	0,11	0,07	0,11	7,74	3,88	4,14	0,00	2,49	12,00	0,00	89,25	0,74	2,34·10 ⁻³
Medián	559	0,11	0,03	0,05	0,03	1,97	1,58	0,00	0,00	1,20	9,14	0,00	86,01	0,02	1,47·10 ⁻³
Priemer	551	0,19	0,04	0,05	0,04	2,34	1,76	0,40	0,00	1,27	9,10	0,00	85,41	0,07	1,49·10 ⁻³
Občasný tok v Mramorovej sieni Gombaseckej jaskyne (počet analýz 5)															
Min.	519	0,03	0,01	0,03	0,01	0,29	0,57	0,00	0,00	0,33	5,26	0,00	89,05	0,01	1,39·10 ⁻³
Max.	556	0,06	0,01	0,05	0,01	0,48	0,92	0,00	0,00	0,93	9,19	0,00	92,68	0,05	2,71·10 ⁻²
Medián	532	0,03	0,01	0,03	0,01	0,40	0,70	0,00	0,00	0,80	6,48	0,00	91,78	0,02	2,01·10 ⁻³
Priemer	536	0,04	0,01	0,04	0,01	0,39	0,71	0,00	0,00	0,72	7,03	0,00	91,12	0,03	6,94·10 ⁻³
Farárova jama (počet analýz 9)															
Min.	364	0,08	0,04	0,03	0,33	0,25	1,42	10,96	0,00	0,00	0,00	0,00	38,52	0,00	5,28·10 ⁻⁵
Max.	898	0,48	5,06	0,09	1,57	4,31	15,00	20,29	0,00	0,00	3,25	40,42	74,62	0,73	6,65·10 ⁻⁴
Medián	478	0,29	0,55	0,08	0,55	2,26	8,43	15,80	0,00	0,00	0,00	9,43	63,18	0,35	1,17·10 ⁻⁴
Priemer	516	0,29	0,95	0,07	0,67	2,31	8,41	15,21	0,00	0,00	0,36	12,88	60,47	0,36	1,85·10 ⁻⁴
priesak – Mramorová sieň, Gombasecká jaskyňa (počet analýz 9)															
Min.	419	0,02	0,87	0,02	0,01	0,15	0,11	0,00	0,00	0,52	3,59	0,00	84,54	0,00	2,06·10 ⁻⁴
Max.	523	0,12	20,41	0,07	0,01	0,77	1,03	0,00	0,00	4,68	13,15	0,00	95,04	0,07	1,9·10 ⁻³
Medián	500	0,05	3,59	0,06	0,01	0,43	0,48	0,00	0,00	1,42	11,19	0,00	85,98	0,04	1,2·10 ⁻³
Priemer	488	0,06	5,27	0,05	0,01	0,42	0,51	0,00	0,00	1,72	10,11	0,00	87,22	0,03	1,04·10 ⁻³
priesak – Blatistá chodba, Gombasecká jaskyňa (počet analýz 4)															
Min.	483	0,17	2,40	0,04	0,01	0,57	0,18	0,00	0,00	1,15	7,41	0,00	86,81	0,00	2,59·10 ⁻⁴
Max.	534	0,34	8,84	0,05	0,01	0,81	0,56	0,00	0,00	2,33	11,01	0,00	90,34	0,06	1,29·10 ⁻³
Medián	493	0,19	2,66	0,05	0,01	0,66	0,33	0,00	0,00	1,46	9,23	0,00	87,66	0,05	9,4·10 ⁻⁴
Priemer	501	0,22	4,14	0,05	0,01	0,67	0,35	0,00	0,00	1,60	9,22	0,00	88,12	0,04	8,57·10 ⁻⁴
Čierny potok, Silická ľadnica															
26. 5. 1982	815	0,230	0,88	0,09	0,16	7,55	5,93	0,00	0,00	9,17	17,70	0,00	59,65	0,00	1,25·10 ⁻³
6. 10. 2009	–	0,350	0,95	–	0,10	–	–	–	–	–	–	–	–	–	1,1·10 ⁻³
28. 9. 2011	643	0,190	0,38	0,08	0,08	3,83	3,39	0,00	0,00	1,79	15,18	0,00	75,70	0,09	6,56·10 ⁻⁴

Vysvetlivky: M – celková mineralizácia, c – koncentrácia v mmol·l⁻¹, z – nábojové číslo, r – vyjadrenie c-z koncentrácie v charakterizačnom koeficiente, rSO₄/M – M je súčet c-z koncentrácií katiónov a aniónov, p_{CO2} – parciálny tlak CO₂

Legend: M – total dissolved solids, c – molarity in mmol·l⁻¹, z – charge number, r – expression c-z concentration in coefficient, rSO₄/M – M is sum of cations and anions in meq·l⁻¹, p_{CO2} – partial pressure of CO₂

znečisteniu, sú vody uvedeného ekosystému kvalitné, kataróbné až mierne xenosapróbné.

Výsledky chemických a mikrobiologických analýz vôd Čierneho potoka a občasného toku v Gombaseckej jaskyni potvrdili predchádzajúce predpoklady o ich odlišnom pôvode (Haviarová, 2005).

Výsledky špeciálneho modelovania preukázali priestorové aj časové zmeny nasýtenia jaskynných vôd voči kalcitu a dolomitu, ktoré je dôležité z pohľadu tvorby jaskynnej výzdoby (obr. 11). V prípade priesakových vôd v Gombaseckej jaskyni zachytenie striedania

stavov presýtenia vôd voči kalcitu s rovnakým stavom voči tomuto minerálu je vhodným predpokladom na recentnú tvorbu sintrovej výzdoby v tejto časti jaskynného systému.

Základná charakteristika krasových vôd Silicko-gombaseckého jaskynného systému bola v príspevku podaná na základe vlastných 28 mikrobiologických analýz, 46 chemických analýz doplnených o výsledky 41 starších chemických analýz a výsledky dlhodobých kontinuálnych meraní EC, teploty vody a pH z dvoch častí Gombaseckej jaskyne. Ide o prvú komplexnejšie zhodnotenie jas-

kynného systému takéhoto zamerania, ktorého výsledky môžu byť vhodným podkladom pre jeho ďalší výskum a ochranu, ktoré si táto lokalita vzhľadom na jej medzinárodný význam vyžaduje.

Podakovanie: Príspevok vznikol s podporou projektov č. 1/4043/07, č. 1/0117/09 a č. 1/0899/12 Grantovej agentúry VEGA, ktoré financovalo Ministerstvo školstva, vedy, výskumu a športu Slovenskej republiky, a z výsledkov úloh Plánu hlavných úloh ŠOP SR, Správy slovenských jaskýň na roky 2007 až 2011.

LITERATÚRA

- DEUTSCH, W. J. – JENNE, E. A. – KRUPKA, A. M. 1982. Solubility equilibria in basalt aquifers; the Columbia Plateau, Eastern Washington, USA. *Chemical Geology*, 36, 1–2, 15–34.
- DROPPA, A. 1962. Gombasecká jaskyňa. Vydavateľstvo Šport, Bratislava, 1–79.
- FEKOVÁ, R. – ŽENISOVÁ, Z. – SEMAN, M. 2010. Chemická analýza vody v hydrogeológii. Bratislava, Slovenská asociácia hydrogeológov, 2010, 166 s.
- FREEZE, R. A. – CHERRY, J. A. 1979. Groundwater. New Jersey, Prentice-Hall, Inc., Englewood Cliffs, 604 s.
- GAÁL, Ľ. 2008. Geodynamika a vývoj jaskýň Slovenského krasu. *Speleologia Slovaca* 1, ŠOP SR, Správa slovenských jaskýň, Liptovský Mikuláš, 166 s.
- GAÁL, Ľ. – VLČEK, L. 2009. Príspevok ku geológii Gombaseckej jaskyne. *Aragonit*, 14, 1, 22–26.
- GAZDA, S. 1974. Chemizmus podzemných vôd Západných Karpát a jeho genetická klasifikácia. In Leško, B. (Ed.): Materiály z III. celoslovenskej geologickej konferencie, II. časť. Bratislava, Slovenský geologický úrad, 43–50.
- HAVIAROVÁ, D. 2004. Predbežné výsledky hydrologického monitoringu v Jasovskej jaskyni, Gombaseckej jaskyni a jaskyni Domica. In Bella, P. (Ed.): Výskum, využívanie a ochrana jaskýň, 4, zborník referátov, Tále – 2003. Správa slovenských jaskýň, Liptovský Mikuláš, 95–103.
- HAVIAROVÁ, D. 2005. Pôvod vôd Mramorovej studne v Gombaseckej jaskyni. *Aragonit*, 10, 9–12.
- HAVIAROVÁ, D. – FEKOVÁ, R. – SEMAN, M. – ŽENISOVÁ, Z. 2010. Formovanie chemického zloženia vôd v jaskyni Domica. *Podzemná voda*, 16, 2, 153–161.

- HAVIAROVÁ, D. – FEAŠKOVÁ, R. – ŽENŠOVÁ, 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.
- HÄUSLER, J. 1995. Mikrobiologické kultivační metody kontroly jakosti vody. Díl III. Stanovení mikrobiologických ukazatelů. Ministerstvo zemědělství ČR, Praha 1995, 408 s.
- HOCHMUTH, Z. 2000. Problémy speleologického prieskumu podzemných tokov na Slovensku. Prešov – Košice, 163 s.
- HORÁKOVÁ, M. – JANDA, V. – KOLLER, J. – KOLLEROVÁ, Ľ. – PALATÝ, J. – KOUBÍKOVÁ, J. – POKORNÁ, D. – PÍÁKOVÁ, H. – SCHEJBAL, P. – SMRČKOVÁ, Š. – STRNADOVÁ, N. – SÝKORA, V. 2003. Analytika vody. Vysoká škola chemicko-technologická, Praha, 335 s.
- KUŇKOVÁ, E. – HUCKO, P. – ADÁMKOVÁ, J. – MAKOVINSKÁ, J. – BORUŠOVIČ, Š. – CHRIŠTEĽ, R. – KULLMAN, E. – VODNÝ, J. 2005. Správa Slovenskej republiky o stave implementácie Rámcovej smernice o vode spracovaná pre Európsku komisiu v súlade s článkom 5, prílohy II a prílohy IIIa článkom 6, prílohy IV RSV. Manuskript – MŽP SR, VUVH, SHMÚ, SVP, 207 s.
- LALKOVIČ, M. 2001. Ján Majko – životné osudy jaskyniara. SMOPaJ, Liptovský Mikuláš, 185 s.
- LALKOVIČ, M. 2002. Príspevok k histórii Gombaseckej jaskyne. In Bella, P. (Ed.): Výskum, využívanie a ochrana jaskýň, 3, zborník referátov, Stará Lesná – 2001. Správa slovenských jaskýň, Liptovský Mikuláš, 200–204.
- MAJKO, J. 1955. Kde sa začína a kade postupuje silicko-gombasecká jaskynná sústava. Krásy Slovenska, 32, 7, 273–278.
- MALÍK, P. – ŠVASTA, J. – ČERNÁK, R. 2005. Charakterizácia útvarov podzemných vôd kvartérnych a predkvartérnych hornín z hľadiska tvorby, odvodňovania a smerov prúdenia podzemných vôd. Manuskript – Slovenská asociácia hydrogeológov, Bratislava, 121 s.
- MALÍK, P. – GREGOR, M. – ŠVASTA, J. – HAVIAROVÁ, D. – GAÁL, Ľ. 2010. Rezistivimetrické a termometrické merania podzemného vodného toku v Gombaseckej jaskyni. Podzemná voda, 16, 2, 193–203.
- MELLO, J. – ELEČKO, M. – PRISTA, J. – REICHWALDER, P. – SNOPOK, L. – VASS, D. – VOZÁROVÁ, A. – GAÁL, Ľ. – HANZEL, V. – HÓK, J. – KOVÁČ, P. – SLAVKAY, M. – STEINER, A. 1997. Vysvetlivky ku geologickej mape Slovenského krasu 1:50 000. ŠGÚDŠ, Bratislava, 255 s.
- Nariadenie vlády Slovenskej republiky č. 496/2010 Z. z., ktorým sa mení a dopĺňa nariadenie vlády Slovenskej republiky č. 354/2006 Z. z., ktorým sa ustanovujú požiadavky na vodu určenú na ľudskú spotrebu a kontrolu kvality vody určenej na ľudskú spotrebu.
- ORVAN, J. – MÉRYOVÁ, E. – MÉRÝ, V. – VRÁBIOVÁ, M. – URBANÍK, J. 1995. Slovenský kras – štruktúra Ardovskej a Kečovskej, predbežný HGP. Žilina, Ingeo, 57 s.
- ORVAN, J. 1999. Podzemné vody Slovenského krasu. In Šmíd, J. (Ed.): Výskum a ochrana prírody Slovenského krasu, zborník referátov. Brzotín, 51–59.
- PARKHURST, D. L. – APPELO, C. A. J. 1999. User's guide to PHREEQC (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.
- RAJMAN, L. – RODA, Š. 1974. Príspevok k výskumu genézy plastických sintrov z vybraných jaskýň ČSSR. Slovenský kras, 12, 3–38.
- RODA, Š. – ABONYI, A. 1954. Výskum silicko-gombaseckej jaskynnej sústavy. Krásy Slovenska, 31, 6, Bratislava, 185–190.
- RODA, Š. – RAJMAN, L. – ERDŐS, M. – SZABOVÁ, T. 1986a. Vznik a vývoj sintrových foriem v piatich jaskyniach Slovenského krasu. Gemerské vlastivedné pohľady, 76, Martin, 227 s.
- RODA, Š. – RODA, Š. M. – ŠČUKA, J. 1986b. Aplikácia fraktálnej analýzy na interpretáciu stopovacích skúšok. Slovenský kras, 24, 61–75.
- SENEŠ, J. 1946. Výskumné práce v Juhoslovenskom krase. Krásy Slovenska, 23, 6, 128–132.
- STANKOVIČ, J. – HORVÁTH, P. 2004. Jaskyne Slovenského krasu v živote Viliama Rozložníka. Rožňava, 193 s.
- STIBRÁNYI, G. – GAÁL, Ľ. 1984. Ponorná priepasť v Slovenskom krase. Slovenský kras, 22, 157–167.
- ŠUBA, J. – BUJÁK, P. – CIBULKA, Ľ. – FRANKOVIČ, J. – HANZEL, V. – KULLMAN, E. – PORUBSKÝ, A. – POSPÍŠIL, P. – ŠKVARKA, L. – ŠUBOVÁ, A. – TKÁČIK, P. – ZAKOVIČ, M. 1984. Hydrogeologická rajonizácia Slovenska. SHMÚ, Bratislava, 310 s.
- TEREKOVÁ, V. 1983. Príklady znečistenia prírodných vôd Slovenského krasu. In Vrana, K. – Gazda, S. (Ed.): Hydrogeochemické problémy znečistenia prírodných vôd. Zborník referátov zo IV. celoštátneho hydrogeochemického seminára. GÚDŠ, Bratislava, 135–140.
- TURKOTA, J. 1972. Exkurzia po Silicko-Gombaseckej jaskynnej sústave. Prírodné vedy – Geografia, 2, Universitas Comeniana Facultas Paedagogica Tyrnaviensis, Bratislava, 33–66.

KORÓZNE ŠIKMÉ FACETY V DOBŠINSKEJ ĽADOVEJ JASKYNI

Pavel Bella^{1, 2}

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

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

P. Bella: Corrosion inclined facets in the Dobšinská Ice Cave, Slovakia

Abstract: Although the well-known Dobšinská Ice Cave (Spiš-Gemer Karst, Slovak Paradise) belong to the most important ice-filled caves in the world, until now knowledge on its origin and development is not fully complete. Genetically, this cave presents a ponor part of the Stratenská cave system originated in the Duča Plateau located in the south part of Slovak Paradise. The upper horizontal and subhorizontal parts of Dobšinská Ice Cave (with large flat solution ceilings), presented mainly by non ice-filled passages and halls, are included to the cave level formed in Upper Pliocene (this large cave level continues in the adjacent Stratenská Cave). The lower descending parts of Dobšinská Ice Cave, with a monumental permanent ice fill, are featured by different morphology. According to older geomorphological studies these lower cave parts were originated dominantly by collapse of rock floor between cave levels. But an original solution morphology with ceiling pockets and downward-inclined smooth facets show that the Ruffíny's Corridor is the remain of primary descending phreatic loop without re-modelling by collapse or frost weathering in the vadose zone. The paper deals mainly with facets or planes of repose (see Lange, 1963) formed by solution under slowly circulating or stagnating water conditions, possibly assisted by an accumulation of insoluble fine-grained rock residues during the final phreatic developmental phase. Last investigations of these smaller morphological forms have gradually revealed a more complex reconstruction of the genesis of Dobšinská Ice Cave.

Key words: karst geomorphology, speleogenesis, cave morphology, corrosion inclined facets, planes of repose, Dobšinská Ice Cave

ÚVOD

Hoci Dobšinská ľadová jaskyňa patrí medzi najvýznamnejšie zaľadnené jaskyne na svete, z geomorfologického hľadiska nie je

doteraz úplne preskúmaná. V nadväznosti na doterajšie poznatky o jej morfológii a genéze (pozri Droppa, 1957, 1960, 1980; Jakál, 1971; Tulis a Novotný, 1989; Novotný a Tulis, 2002) predložený príspevok podáva prvotný

opis koróznych šikmých faciet (terminologicky podľa Bellu, 2007) a ich morfogenetických znakov, ktoré umožňujú spresniť geomorfologický vývoj spodných častí jaskyne, v súčasnosti z väčšej časti vyplnených ľadom.

Keďže opisované geomorfologické formy sa nachádzajú na prehliadkovej trase pre návštevníkov (na skalnej stene Ruffínyho koridoru), predložené poznatky možno využiť aj na súbornejšiu náučnú prezentáciu vzniku a vývoja tejto monumentálnej jaskyne, ktorá je nielen národnou prírodnou pamiatkou, ale aj súčasťou svetového prírodného dedičstva.

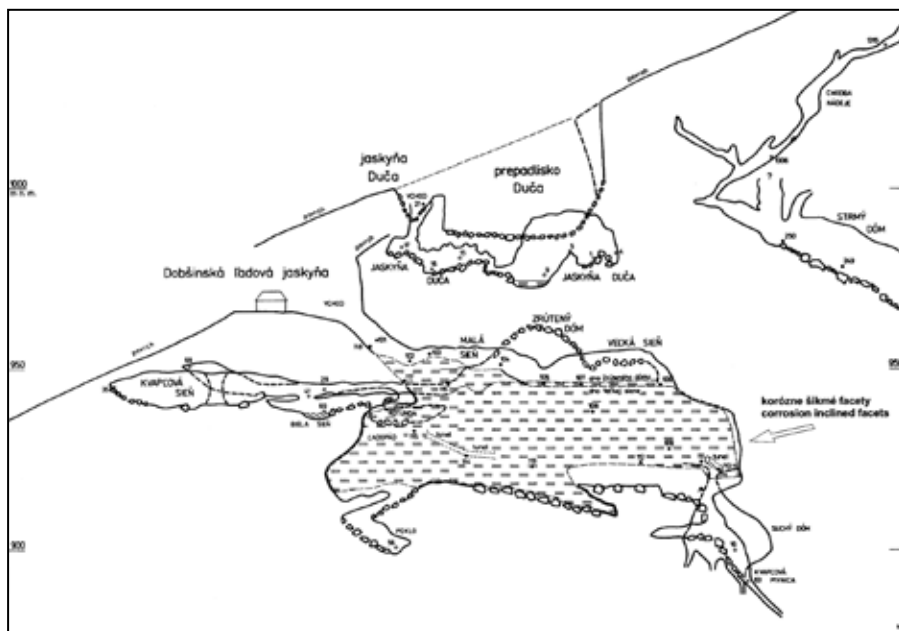
ZÁKLADNÉ ÚDAJE O MORFOLÓGII A GENÉZE JASKYNE

Dobšinská ľadová jaskyňa je vytvorená v druhohorných strednotriasových svetlých steinalmských a wettersteinských vápencoch stratenského príkrovu pozdĺž tektonických porúch a medzivrstvových plôch vápencov. Dosahuje dĺžku 1483 m a vertikálne rozpätie 112 m. Koncom treťohôr a v starších štvrtohorách spolu s príľahlou Stratenskou jaskyňou tvorila jednu súvislú jaskyňu, ktorá sa rozdelila skalným rútením pod prepádiskom Duča pravdepodobne koncom stredného pleistocénu (Tulis a Novotný, 1989; Novotný a Tulis, 1996, 2000, 2002). Stratenská jaskyňa meria vyše 22,17 km a je treťou najdlhšou jaskyňou na Slovensku.

Horné časti Dobšinskej ľadovej jaskyne v nadmorskej výške okolo 945 m (Kvapľová sieň a príľahlé časti nezaľadnenej časti jaskyne, pôvodné priestory v úrovni dnešnej Veľkej a Malej siene) sú súčasťou rozsiahlej vývojovej úrovne, ktorá sa vytvárala ponornými vodami Hnilca koncom treťohôr vo vrchnom pliocéne (Jakál, 1971; Tulis a Novotný, 1989; Novotný, 1993; Novotný a Tulis, 2002, 2005). Droppa (1957, 1960) ju považuje za vývojové štádium „A“, kým najnižšie časti jaskyne (Peklo, Kvapľová pivnica s oválnou chodbou riečného pôvodu vo výške 890 m n. m., Suchý dóm) za mladšie vývojové štádium „B“. Vzhľadom na vyššiu polohu nad medzimeandrovými (vrchnopliocénnymi?) plošinkami v doline Hnilca sa horná úroveň podľa Droppu (1980) vytvárala v strednom pliocéne, kým spodná úroveň ležiaca pod týmito plošinkami v najstaršom pleistocéne.

Horné horizontálne časti v Dobšinskej ľadovej jaskyni svojou výškovou polohou prislúchajú IV. vývojovej úrovni Stratenskej jaskyne. V nezaľadnenej časti Dobšinskej ľadovej jaskyne sú na podlahe tejto úrovne viaceré prepádiská (v Kvapľovej a Bielej sieni), ktoré svedčia o existencii nižších vývojových úrovní, najmä III. vývojovej úrovne vo výške 925 – 912 m n. m. (Tulis a Novotný, 1989; Novotný a Tulis, 2002, 2005). O jaskynnej úrovni medzi hornými a spodnými časťami Dobšinskej ľadovej jaskyne (v priestore terajšieho Prízemia) uvažoval už Jakál (1971). Spomenutá horizontálna oválna chodba riečného pôvodu vo výške 890 m n. m. v Kvapľovej pivnici výškovou polohou zodpovedá II. vývojovej úrovni jaskynného systému Stratenskej jaskyne (pozri Tulis a Novotný, 1989).

Hlavnú časť jaskyne tvorí obrovská dutina klesajúca od povrchového otvoru do hĺbky 70 m. Jej objem je viac ako 140 000 m³ (Novotný a Tulis, 2002, 2005). Údajne vznikla preborením skalných podláh a stropov medzi chodbami, ktoré vytvoril ponorný tok Hnilca v niekoľkých vývojových úrovniach (Droppa, 1957, 1960, 1980; Jakál, 1971). Morfológiu



Obr. 1. Poloha skúmaných korózných šikmých faciet v Dobšinskej ľadovej jaskyni (bokorys jaskyne, spojené listy I-15 a I-16 z monografie Tulis a Novotného, 1989)

Fig. 1. Location of observed corrosion inclined facets in the Dobšinská Ice Cave (cave side projection, connected map sheets I-15 and I-16 from the monography of Tulis and Novotný, 1989)

stropu Malej a Veľkej siene podmieňuje antiklinálny ohyb vápencov (os antiklinály vedie líniou Veľká sieň – Zrútený dóm) prestúpený viacerými tektonickými poruchami (Novotný a Tulis, 1999, 2000).

V dôsledku stagnácie studeného vzduchu, ktorý do podzemia preniká cez horný otvor vytvorený zrútením časti skalného stropu (súčasný vchod do jaskyne), sa tento mohutný podzemný priestor zamŕzaním presakujúcich zrážkových vôd takmer úplne zaľadnil. Objem ľadovej výplne je viac ako 110 000 m³ (Géczy a Kucharič, 1995; Novotný a Tulis, 1996). Ľad miestami siaha až po skalný strop, čím sa zaľadnená časť jaskyne rozdeľuje na Malú a Veľkú sieň, Ruffínyho koridor a Prízemie. Čiastočne zaľadnený je Zrútený dóm, ktorého okraj zasahuje pod prepádisko Duča. Pôvodné tvary koróznej, resp. koróžno-erózne modelácie sú zväčša remodelované skalným rútením a mrazovým zvetrávaním.

Horné nezaľadnené časti jaskyne tvoria prevažne horizontálne oválne chodby so stropnými korytami, zarovnanými stropmi a zachovanými alochtónnymi riečnymi sedimentmi (Novotný a Tulis, 2002). V dolnej časti je nezaľadnený Suchý dóm s jarčekovitými škrapami, Kvapľová pivnica a Peklo (Droppa, 1960; Jakál, 1971). V nezaľadnených častiach, najmä v chodbách spomenutej vrchnopliocénnej jaskynnej úrovne, sa vyskytujú aj stalagmity, stalaktity a niektoré ďalšie formy sintrovej výplne.



Obr. 2. Ruffínyho koridor s výskytom korózných šikmých faciet (vľavo). Foto: P. Bella

Fig. 2. Ruffiny's Corridor with a occurrence of corrosion inclined facets (left). Photo: P. Bella

KORÓZNE ŠIKMÉ FACETY V RUFFÍNYHO KORIDORE

Hoci problematika morfológie a genézy Dobšinskej ľadovej jaskyne sa rieši vo viacerých horeuvedených štúdiách a iných publikáciách, doteraz neboli opísané korózne šikmé facety, ktoré zreteľne vidieť v Ruffínyho koridore na spodnej a strednej časti vysokej skalnej steny vedľa prehliadkového chodníka (oproti ľadovému monolitu, obr. 1 a 2). Korózne šikmé facety vytvárajú hladko modelované, dovnútra jaskyne sklonené ploché skalné povrchy.

Na korózne modelovanej skalnej stene Ruffínyho koridoru sa facety vytvorili v rôznych výškových polohách. Ich vývoj sa viazal na spodné časti bočných výklenkov a policovitých vyhlbení v skalnej stene. Šikmé plochy faciet v spodnej časti týchto stenových vyhlbení sa končia ostrou hranou, nad ktorou



Obr. 3. Úzky pás koróznych šikmých faciet, stredná časť Ruffínyho koridoru. Foto: P. Bella
Fig. 3. Narrow belt of corrosion inclined facets, the central part of Ruffíny's Corridor. Photo: P. Bella

sú previsnuté skalné povrchy pokračujúce do hornej časti výklenkov. Sklon šikmých skalných povrchov faciet je zväčša 45° až 48° ; väčší sklon 50° až 54° majú na severnom okraji skalnej steny (vedľa schodov vedúcich pod Zrútený dóm a ďalej do vyššie ležiacej Veľkej siene).

Vedľa terasy pre návštevníkov facety vytvárajú na skalnej stene morfológicky výrazný zošikmený pás v dĺžke asi 18 m, pričom jeho horný okraj nie je v rovnakej výške (obr. 2). Najväčší facetovaný povrch pri južnom okraji tejto terasy dosahuje v smere spádnice šírku 5,5 až 6 m. Ostatné facetované povrchy sú užšie – pri strednej časti terasy majú šírku 3 až 3,5 m, pri severnom okraji terasy iba 0,8 až 1,2 m (obr. 3). Nižšie zošikmené pásy facetovaných povrchov vidieť v spodnej časti Ruffínyho koridoru po zaľadnený otvor vedúci do Suchého dómu (oproti Kaplnke, obr. 4). V tomto úseku nad sebou ležia dva paralelné pásy šikmých faciet. Horný pás je dlhý asi 12 m (šírkou presahujúci 2,5 m), kým kratší spodný pás asi 8 m (v najužších častiach má



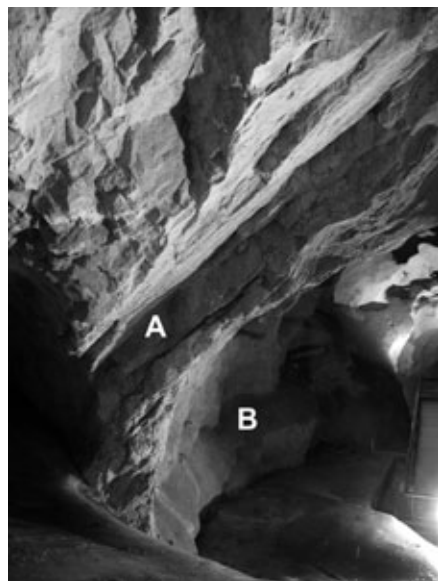
Obr. 4. Korózne šikmé facety na východnej skalnej stene Ruffínyho koridoru. Foto: P. Bella
Fig. 4. Corrosion inclined facets on the eastern rock wall of Ruffíny's Corridor. Photo: P. Bella

šírku 0,8 až 1,8 m). Výškový rozdiel medzi hornými okrajmi pásov facetovaných povrchov v Ruffínyho koridore je viac ako 5 m. Rozhranie horného okraja šikmých faciet a spodného okraja nadfacetových previsových skalných povrchov je zväčša krivofaké s menšími nadol alebo nahor zasahujúcimi výbežkami vyčnievajúcich skalných povrchov (nezodpovedá horizontálnemu hladinovému zárezu). Menší facetovaný povrch je aj v spodnej časti stenovej hrncovitej vyhlbeniny v hornej časti skalnej steny (obr. 5).

Z hľadiska genézy ide o korózne povrchy, ktoré nie sú štruktúrne podmienené – nevytvorili sa pozdĺž vrstvom plôch vápencov alebo iných štruktúro-tektonických diskontinuit. V Zrútenom dóme povrch Ruffínyho koridoru sú vrstvy vápencov uložené v smere JZ – SV so sklonom 17° až 25° na juhovýchod (Novotný a Tulis, 1999, 2000). V rámci klesajúceho ramena antiklinálneho ohybu sklon vrstiev vápencov smerom do spodných častí jaskyne vzrastá. V nižšie ležiacom Suchom dóme, v blízkosti Ruffínyho koridoru, majú sklon 43° na severovýchod (Droppa, 1957, 1961; Jakál, 1971). Takmer rovnaký sklon a smer sklonu má šikmá štruktúrna diskontinuita (sklon 45° , smer sklonu 58°), ktorá pretína skalnú stenu Ruffínyho koridoru, ako aj štruktúrna diskontinuita (sklon 42° , smer sklonu 58°) na severnom okraji Ruffínyho koridoru pri vyústení bočnej horizontálnej chodby (prevažne zavalenej) vo výške 935 m n. m. poniže Zrúteného dómu (obr. 6). Spádnicu sklonu väčšiny koróznych šikmých faciet však smeruje



Obr. 5. Stropné hrncovité vyhlbeniny v Ruffínyho koridore. Foto: P. Bella
Fig. 5. Ceiling pockets in the Ruffíny's Corridor. Photo: P. Bella



Obr. 6. Rozdielne smery sklonu štruktúrnych diskontinuit (A) a koróznych faciet (B) v Ruffínyho koridore. Foto: P. Bella

Fig. 6. Different directions of inclination of structural discontinuities (A) and corrosion facets (B) in the Ruffíny's Corridor. Photo: P. Bella

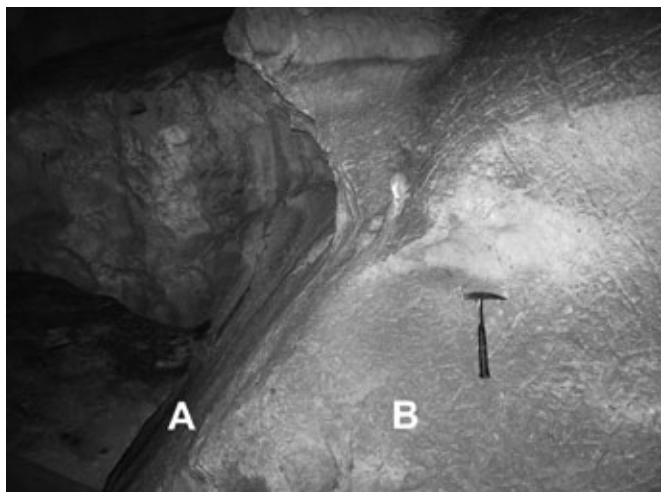
na západ, t. j. dovnútra jaskynného priestoru. Vo väčšej bočnej stenovej vyhlbenine, vedľa strednej časti terasy pre návštevníkov, sa šikmá plocha facety skláňa na severozápad (jeho spodná časť siaha pod povrch ľadovej výplne, v tomto mieste sa medzi ľadom a skalnou stenou vytvára sublimačná štrbina ako dôsledok prúdenia vzduchu z nižších, neznámych častí jaskyne). Takisto rozdielny smer sklonu koróznych šikmých faciet (na západ a severozápad) sledujúc „ohyby“ (zahĺbeniny a výklenky) skalnej steny Ruffínyho koridoru poukazuje, že nie sú štruktúrne podmienené (obr. 7).

Hladký šikmý skalný povrch faciet je väčšinou rozbrázdnený drobnými líniovými vyhlbeninami (šírokými a hlbokými zväčša 0,5 cm), ktorých sieť zodpovedá priebehu puklín vo vápencoch. Tieto drobné pozdĺžne vyhlbeniny (prípadne puklinové škrapy) sa vyskytujú najmä v miestach, kde dochádza k sublimácii ľadu na kontakte so skalnou stenou, resp. v miestach intenzívnejšieho prúdenia vzduchu. Preto možno predpokladať, že na ich modeláciu vplyva kondenzačná korózia pozdĺž oslabených častí vápencov. Facety bez týchto puklinovitých vyhlbenín sú iba v strednej časti Ruffínyho koridoru pri hornom, resp. severnom okraji terasy pre návštevníkov (pri vrte na snímanie teploty horninového plášťa).

KORÓZNE ŠIKMÉ FACETY AKO INDIKÁTORY SPELEOGENETICKÝCH PODMIENOK A PROCESOV

Názory na genézu šikmých plochých povrchov faciet (angl. *facets*; Lauritzen a Lundberg, 2000), ktoré sa v speleologickej literatúre častejšie označujú ako *Facetten* (Kempe, 1970; Reinboth, 1971 a iní) alebo *planes of repose* (Lange, 1963), nie sú jednotné.

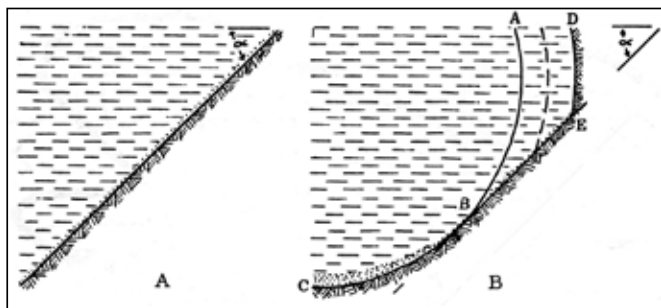
V sadrovcových jaskyniach Gripp (1912) vysvetľuje vznik *Facetten* ako dôsledok rozpúšťania podľa gradientu koncentrácie chemického zloženia vody (rychlejšie roz-



Obr. 7. Rozdielne smery sklonu koróznych šikmých faciét pozdĺž výčnelku skalnej steny v Ruffínyho koridore (vedľa terasy na prehliadkovej trase): A – smer sklonu 324°, sklon 50°; B – smer sklonu 262°, sklon 47°. Foto: P. Bella
Fig. 7. Different directions of inclination of the corrosion facets along a protrusion of rock wall in the Ruffíny's Corridor (at the terrace within visiting trail): A – direction of inclination 324°, inclination 50°; B – direction of inclination 262°, inclination 47°. Photo: P. Bella

púšťanie je v hornej, menej nasýtenej zóne vodného prostredia ako v jeho nižších častiach). Lange (1963) podotýka, že tento mechanizmus vytvárania šikmých skalných stien je možný v podmienkach takmer stagnujúcej vody a extrémne rozpustných hornín. Takisto Reinboth (1971) poukazuje na korózne zväčšovanie povrchu faciét v šikmom smere odspodu nahor. Podľa Kempeho (1970), resp. Kempeho et al. (1975) sa *Facetten* vytvárajú koróziou rozpustných hornín v stagnujúcom vodnom prostredí usmernenou konvekciou vody. V chodbách so zarovnaným stropom (*Laugdecken*) sú šikmé ploché skalné steny zbiehajúce sa ku dnu (*Facetten*) vytvorené konvekčným prúdením vody od stropu nadol, t. j. korózne sa rozširujú paralelne so šikmými a plochými stenami vytvorenými v ich prvotnom vývojovom štádiu.

Planes of repose vznikajú v podmienkach pomalej cirkulácie vôd, keď akumulácia nerozpustných zvyškov prekáža koróznemu rozširovaniu dna a šikmých stien (približne so sklonom 45° a menším) v zaplavenej časti jaskynných priestorov (Lange, 1963, 1968; Goodman, 1964; Lukin, 1967 in Andrejčuk, 1992).



Obr. 8. A – sedimentácia jemných usadenín zabraňuje rozpúšťaniu materskej horniny na skalnej stene sklonenej pod uhlom α (~45°) alebo menším uhlom, B – kruhovitý rúrovitý sektor ABC sa rozpúšťaním materskej horniny pretvára na plochú skalnú policu BE sklonenú pod uhlom α a pokrytú povlakom jemných usadenín (Lange, 1963)

Fig. 8. A – sedimentation fine-grained deposits hinders solution of host-rock on rock wall of slope angle α (~45°) or less, B – circular tube sector ABC develops by solution of host-rock to plane rock shelf BE of slope angle α and covered with coating of fine-grained deposits (Lange, 1963)

Usadzovanie jemných sedimentov usmerňuje pôsobenie korózie nad horný okraj ich pokryvu, kde sa strmé vyššie časti skalných stien postupne rozširujú do bočného zárezu, až kým novovytvorený skalný podlahový povrch zárezu nenadobudne sklon, na ktorom sa začnú usadzovať sedimenty zastavujúce koróziu (Lange, 1963; obr. 8). V podzemných priestoroch so šikmými plochými skalnými stenami (*Facetten*), ktoré sa vytvorili konvekčným prúdením vody pozdĺž stien od stropu nadol (Kempe, 1970; Kempe et al., 1975), sa jemné sedimenty

mohli usadiť až po vytvorení týchto skalných tvarov.

Morfológiou i morfogenetickými podmienkami korózne šikmé faciety v Ruffínyho koridore Dobšinskej ľadovej jaskyne zodpovedajú podmienkam a procesom vytvárania *planes of repose* v súčasnosti korózne denuďácie „holých“ vápencových povrchov a usadzovania „protikorózneho“ povlaku jemných sedimentov v pokojnom vodnom freatickom prostredí.

IMPLIKÁCIE VO VZŤAHU KU GENÉZE DOBŠINSKEJ ĽADOVEJ JASKYNE

Opisované korózne šikmé faciety, ako aj nad nimi sa vyskytujúce stenové hrncovité vyhlbeniny sú dôkazom, že Ruffínyho koridor má korózne freatický pôvod. Menšie hrncovité vyhlbeniny sa vytvorili aj pozdĺž šikmej štruktúrnej diskontinuity (smeru 148° – 328° so sklonom 45° na VSV), ktorá sa tiahne naprieč celou skalnou stenou. Droppa (1961) píše o misovitých priehlbniach vyzerodovaných vírivou činnosťou podzemných vôd. Koróziou vo freatickej zóne primárne vznikli aj príslušné priestory v strednej i spodnej časti jaskyne. Tie sa však neskôr vo vadóznych podmienkach zväčša remodelovali skalným rútením a mrazovým zvetrávaním. Morfoskulptúrne korózne skalné tvary v Ruffínyho koridore sa zachovali v pôvodnej freatickej podobe, rovnako ako niektoré chodby v spodnej časti jaskyne (napr. oválna chodba v Kvapľovej pivnici; pozri Droppa, 1957, 1961).

V Ruffínyho koridore po stranách stenových výklenkov a policovitých vyhlbenín, ktorých spodnú časť tvoria korózne šikmé faciety, nie sú výrazné horizontálne zárezy, ktoré by zodpovedali dlhodobým fázam stabilizácie vodnej hladiny počas etapovitého zahľbovania erózne bazy na povrchu v doline Hnilca. Z toho vyplýva, že korózne šikmé faciety sa vytvárali viac-menej v čase úplného vyplnenia podzemného priestoru vodou (vo freatických podmienkach) spolu s ostatnými tvarmi korózne modelácie.

Vzhľadom na absenciu rúrovitých chodieb, typických pre riečnu (korózne-erózne) modeláciu, Ruffínyho koridor predstavuje časť korózneho freatického sieňovitého priestoru, ktorý patrí do klesajúcej freatickej vetvy pod hornou jaskynnou úrovňou, resp. môže byť zvyškom predpokladanej vývojovej úrovne medzi hornou a spodnou jaskynnou úrovňou. V šikmom úseku medzi Ruffínyho koridorom a vyššie ležiacim Zrúteným dómom „ostrohranná“ morfológia skalného stropu je dôsledkom rútenia, odpadávania, resp. mrazového zvetrávania vápencov.

Ruffínyho koridor sa prvotným vývojom podobá freatickej modelácii prudko klesajúcich rúrovitých kanálov, ktoré pozdĺž medzivrstvových plôch vápencov zostupujú do Pekla, Kvapľovej pivnice a Suchého dómu (pozri Droppa, 1957, 1960). Vo freatických podmienkach pomaly prúdiacej až takmer stagnujúcej vody sa následne dotvoril do terajšej sieňovitej podoby s výskytom opisovaných koróznych šikmých faciét.

ZÁVER

Na základe priestorovej pozície a morfogenetických, resp. hydrografických znakov opísaných šikmých koróznych faciét možno spresniť a doplniť doterajšie poznatky o geomorfologickom vývoji Dobšinskej ľadovej jaskyne:

1. Korózne šikmé faciety a freatická morfológia skalnej steny Ruffínyho koridoru poukazujú, že spodné časti jaskyne (v súčasnosti prevažne zaľadené) nevznikli iba rútením skalných podláh medzi vývojovými úrovňami, ale miestami predstavujú zvyšky pôvodných klesajúcich freatických úsekov (zostupných častí freatických slučiek) vytvorených najmä pozdĺž medzivrstvových plôch strednotriasových vápencov.

2. Ruffínyho koridor, ako aj ostatné chodby v spodnej časti jaskyne sa vo freatických podmienkach pravdepodobne začali vytvárať už v čase, keď v hornej časti jaskyne sa viac-menej v pokojnom vodnom prostredí pozdĺž vodnej hladiny formovali chodby a zarovnané stropy vrchnopliocénnej jaskynnej úrovne. Korózne šikmé faciety vznikli, resp. do terajšej podoby sa dotvorili pravdepodobne počas hlavnej freatickej fázy vývoja podzemných priestorov medzi hornou a spodnou jaskynnou úrovňou. V tejto výškovej pozícii Jakál (1971), ako aj Novotný a Tulis (2002) predpokladajú v Dobšinskej ľadovej jaskyni výskyt „strednej“ jaskynnej úrovne. Fragment horizontálnej chodby v-z. smeru vo výške 935 m n. m., ktorý sa zachoval východne od hornej časti Ruffínyho koridoru (asi 10 m pod zaľadenou podlahou Zrúteného dómu, patriaceho do IV. vývojovej úrovne), je výškovou

polohou medzi III. a IV. vývojovou úrovňou systému Stratenskej jaskyne (pozri Tulis a Novotný, 1989; Novotný a Tulis, 2002, 2005).

3. Poniže tohto fragmentu horizontálnej chodby v-z. smeru s takmer rovným stropom a bočnými hladinovými zárezmi vo výške 935 m n. m. nie sú na skalnej stene Ruffinyho koridoru žiadne výraznejšie lineárne hladino-

vé zárezy, ktoré by svedčili o dlhodobej stagnácii, resp. prerušovanom poklesávaní vodnej hladiny v jaskyni v závislosti od etapovitého zahlbovania neďalekej doliny Hnilca.

Okrem monumentálnej ľadovej výplne je Dobšinská ľadová jaskyňa významná i z geomorfologického hľadiska – nielen širokými zarovnanými stropmi, stropnými

kanálmi či paragenetickými pendantmi na vrchnopliocénnej jaskynnej úrovni (pozri Novotný a Tulis, 2002), ale aj výskytom opísaných korózných šikmých faciet. V našich jaskyniach korózne šikmé facety (navyše na vápencových skalných povrchoch) nepatria medzi často sa vyskytujúce morfoskulptúrne formy speleoreliéfu.

LITERATÚRA

- ANDREJCHUK, V. 1992. O proischozhenii polygonal'nykh sečenij pečernykh chodov. Izučeniye ural'skikh pečer, doklady 2. i 3. konferencii speleologov Urala. Perm, 103–105.
- BELLA, P. 2007. Scallops, transverse flutes, Laugfacetten a solution bevels v slovenskej speleogeomorfologickej terminológii. Aragonit, 12, 33–37.
- DROPPA, A. 1957. Dobšinská ľadová jaskyňa. Geografický časopis, 9, 2, 99–118.
- DROPPA, A. 1960. Dobšinská ľadová jaskyňa. Šport, Bratislava, 115 s.
- DROPPA, A. 1980. Jaskyne južnej časti Slovenského raja. Československý kras, 30 (1978), 51–65.
- GÉCZY, J. – KUCHARIČ, L. 1995. Stanovenie mocnosti ľadovej výplne vo vybraných miestach Dobšinskej ľadovej jaskyne. In Bella, P. (Ed.): Ochrana ľadových jaskýň. Zborník referátov z odborného seminára, Dobšinská ľadová jaskyňa 21. – 22. 9. 1995. Liptovský Mikuláš, 17–23.
- GOODMAN, L. R. 1964. Planes of repose in Höllen, Germany. Cave Notes, 6, 3, 17–19.
- GRIPP, K. 1912. Über den Gipsberg in Segeberg und die in ihm vorhandene Höhle. Hamburg wissenschaftliche Anstalten, 30, 6, 35–51.
- JAKÁL, J. 1971. Morfológia a genéza Dobšinskej ľadovej jaskyne. Slovenský kras, 9, 27–33.
- KEMPE, S. 1970. Beiträge zum Problem der Speläogenese im Gips unter besonderer Berücksichtigung der Unterwasserphase. Die Höhle, 21, 3, 126–134.
- KEMPE, S. – BRANDT, A. – SEEGER, M. – VLADI, F. 1975. "Facetten" and "Laugdecken", the typical morphology of caves developing in standing water. Annales de Speleology, 30, 4, 705–708.
- LANGE, A. 1963. Planes of repose in caves. Cave Notes, 5, 6, 41–48.
- LANGE, A. 1968. The changing geometry of cave structures. Part III: Summary of solution processes. Caves and Karst, 10, 3, 29–32.
- LAURITZEN, S.-E. – LUNDBERG, J. 2000. Solutional and erosional morphology. In Klimchouk, A. B. – Ford, D. C. – Palmer, A. N. – Dreybrodt, E. (Eds.): Speleogenesis: Evolution of Karst Aquifers. National Speleological Society, Huntsville, Alabama, U. S. A., 408–426.
- NOVOTNÝ, L. 1993. Tretohorné jaskynné úrovne a zarovnané povrchy v Slovenskom raji. Slovenský kras, 31, 55–59.
- NOVOTNÝ, L. – TULIS, J. 1996. Výsledky najnovších výskumov v Dobšinskej ľadovej jaskyni. Slovenský kras, 34, 139–147.
- NOVOTNÝ, L. – TULIS, J. 1999. Dobšinská ľadová jaskyňa (sprístupnená časť). Geologicko-tektonická mapa, M = 1 : 250. Archív, Správa slovenských jaskýň, Liptovský Mikuláš.
- NOVOTNÝ, L. – TULIS, J. 2000. Litologické a štruktúro-tektonické pomery sprístupnenej časti Dobšinskej ľadovej jaskyne. In Bella, P. (Ed.): Výskum, využívanie a ochrana jaskýň. Zborník referátov z 2. vedeckej konferencie (Demänovská Dolina, 16. – 19. 11. 1999), Liptovský Mikuláš, 59–65.
- NOVOTNÝ, L. – TULIS, J. 2002. Nové poznatky o kvapľových častiach Dobšinskej ľadovej jaskyne. In Bella, P. (Ed.): Výskum, využívanie a ochrana jaskýň. Zborník referátov z 3. vedeckej konferencie (Stará Lesná, 14. – 16. 11. 2001), Liptovský Mikuláš, 36–49.
- NOVOTNÝ, L. – TULIS, J. 2005. Kras Slovenského raja. Správa slovenských jaskýň, Liptovský Mikuláš – Slovenská speleologická spoločnosť – Knižné centrum, Žilina, 175 s.
- REINBOTH, F. 1971. Zum Problem der Facetten- und Laugdeckenbildung in Gipshöhlen. Die Höhle, 22, 3, 88–92.
- TULIS, J. – NOVOTNÝ, L. 1989. Jaskynný systém Stratenskej jaskyne. Osveta, Martin, 464 s.

ZHODNOTENIE ÚČINKOV TECHNICKEJ SEIZMICITY NA BREKOVSKÚ JASKYŇU V HUMENSKÝCH VRCHOCH

Blazej Pandula – Julián Kondela

Ústav geovied, Fakulta BERG TU, Park Komenského 15, 042 00 Košice; blazej.pandula@tuke.sk, julian.kondela@tuke.sk

B. Pandula & J. Kondela: Evaluation of the effects of technical seismicity on the Brekovská Cave in the Humenské vrchy Mts., eastern Slovakia

Abstract: In blasting operations, even when the most sophisticated procedures are used, the absolute release of energy is not consumed only to perform the intended work. It must be expected that some of the energy is exhausted with effect that we consider detrimental. Karst caves represent remarkable or even unique natural features protected by high degree of nature protection. Often just the proximity of caves around the mining area is the reason for the restriction to suspend mining. There are few such sites in Slovakia e. g. the Slavec (Gombasek) quarry and the Gombasecká Cave, the Čachtice quarry and the Čachtická Cave, the Brekov quarry and the Brekovská Cave. The article describes the measurement methodology and evaluation procedure of technical seismicity effect on caves as protected karst phenomena.

Key words: quarry, technical seismicity, blasting, caves, nature protection

ÚVOD

Pri ťahacích prácach, dnes už vykonávaných všade, sa môže nachádzať veľa rôznych objektov, rozvodov podzemných, resp. nadzemných, fauna, flóra, ktoré musíme premyslene chrániť, aby sme pri používaní energie

výbuchu nespôsobili viac škôd ako užitočnej práce. Predovšetkým je pri týchto prácach nutné očakávať rozlet materiálu, vzdušnú tlakovú vlnu, resp. rázovú vlnu vo vode a seizmické účinky.

Na podnet Správy slovenských jaskýň v Liptovskom Mikuláši, odboru výskumu

a ochrany jaskýň, oddelenia praktickej starostlivosti o jaskyne, a objednávky VSK Mineral, s. r. o., sa uskutočnil výskum vplyvu technickej seizmicity v lome Brekov na Brekovskú jaskyňu. Z nameraných hodnôt pri prevádzkových a pokusných odstreloch boli zhodnotené účinky umelo vybudenej seizmi-

city na Brekovskú jaskyňu, ktorá sa nachádza na najvyššej etáži lomu Brekov. Lom Brekov je situovaný v Humenských vrchoch asi 1 km na sever od mesta Strážske (Pandula a Kondela, 2010; obr. 1).

GEOLOGICKÁ STAVBA OKOLIA LOMU BREKOV

Humenské vrchy sú tvorené mezozoickými karbonátmi stredného triasu až strednej kriedy. Toto obdobie je charakteristické rôznou intenzitou sedimentácie. Stredný trias charakterizuje vývoj plytkovodnej karbonátovej sedimentácie. Vrchný trias, podobne ako v iných úsekoch Centrálnych Západných Karpát, sa vyznačuje pestrou, plytkovodnou detriticko-karbonátovou sedimentáciou. Po starokimerských pohyboch nastúpila plytkovodná sedimentácia spodného liasu. V pliensbachu, v dôsledku generálneho prehlbenia dna bazénu, prebieha abysálny vývoj fleckenmerglu, v severnej časti s turbiditmi. Hlbokovodná sedimentácia pokračuje až do spodnej kriedy. V titóne sa usadili kalpionelové vápence s belemnitmi a radioláriami s planktonickými organizmami. V strednej kriede dochádza k splytčovaniu sedimentačného prostredia, čo avizujú „organodetritické“ vápence aptu (obr. 2). Posledným prítomným reprezentantom mezozoika sú flyšoidné sekvencie albu – spodného cenomanu, ktoré transgresívne nasadajú na vápence aptu (Jacko ml., 1997).

Územie je súčasťou križňanského príkro-
vu, avšak litologicky sa čiastočne odlišuje od typických profilov tejto tektonickej jednotky. Predpokladá sa, že môže ísť o plytkovodnejší sedimentačný priestor, v ktorom sedimentovali karbonáty mezozoika Humenských vrchov (Žec et al., 1997).

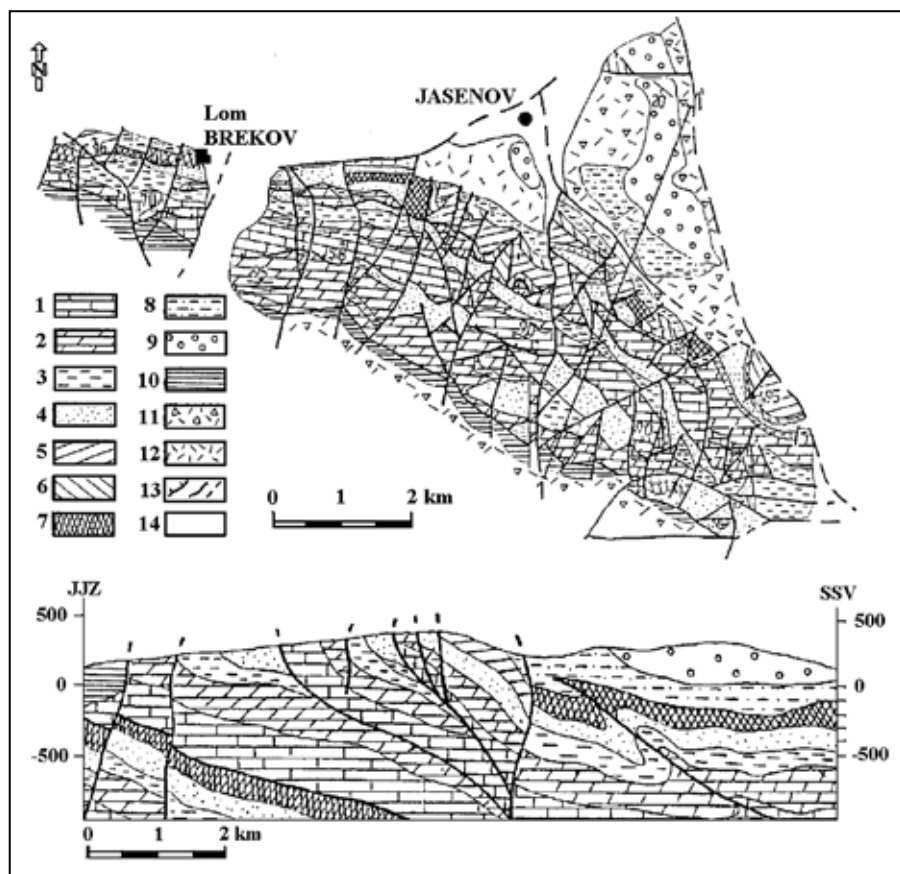
TEKTONIKA

Mezozoikum Humenských vrchov má z tektonického hľadiska polyštádiálny vývoj: najstaršie štádium deformácie sa v skúmanom území nezachovalo, súviselo s vrchnokriedovým severovergentným násunom križňanského príkro-
vu. Výsledkom mladšej (miocénnej) etapy je šupinovitá stavba ZSZ-VJV smeru so strmým úklonom k S, resp. SV, počas ktorej došlo k rozčleneniu mezozoika na štyri tektonické šupiny (Jasenovská, Klakočiny, Kocovo a Hôrka). Mladšia (neogénna až kvartérna) tektonika územia výrazne ovplyvnila priebeh a litologický obsah šúpín. Zlomové štruktúry, počas ktorých nastali smerné pohyby (ZSZ-VJV smeru), výzdvih humenského mezozoika (okrajový zlom V-Z smeru) a priečne posuny na priebeh šúpín S-J smeru, rozsegmentovali územie na rad priečných, relatívne samostatných blokov (Jacko ml., 1997).

Práve početná viacgeneračná tektonická predispozícia umožnila vznik krasových dutín, ktoré v niektorých častiach boli prepojené a vznikli tak podzemné krasové útvary. Dňa 11. decembra 2006 Krajský úrad životného prostredia v Prešove Vyhláškou č. 6/2006, platnou od 1. februára 2007, vyhlásil ochranné pásmo prírodnej pamiatky Brekovská jaskyňa s výmerou 15,2648 ha (obr. 3).



Obr. 1. Lokalizácia lomu Brekov
Fig. 1. Location of the Brekov quarry



Obr. 2. Geologická mapa a geologický profil mezozoikom Humenských vrchov (Jacko ml., 1997): 1 – gutensteinské vápence (anis), 2 – ramsauské dolomity (ladin – karn), 3 – karpatský keuper (norik), 4 – kopienecké súvrstvie (hetanz – pliensbach), 5 – mráznické súvrstvie (berias – hoteriv), 6 – tmavohnedé vápence (hoteriv – barém), 7 – vápence vcelku (berias – barém), 8 – porubské súvrstvie (alb – spodný cenoman), 9 – súľovské zlepenice (stredný eocén), 10 – íľovce, pieskovce (vrchný eocén), 11 – kamenná sutina (kvartér), 12 – íľovitá hĺna (kvartér), 13 – zlomy násunové: overené, predpokladané, 14 – kvartér vcelku
Fig. 2. Geological map and geological section through the Mesozoic Humenské vrchy Mts. (Jacko jr., 1997): 1 – gutenstein limestone (anis), 2 – Ramsau dolomite (ladin – karn), 3 – Carpathian keuper (norik), 4 – kopienec formations (hetanz – pliensbach), 5 – Mrázica formations (berit – hoteriv), 6 – dark brown limestone (hoteriv – bar), 7 – limestone as a whole (berit – bar), 8 – Poruba formations (album – lower Cenomanian), 9 – Súľov conglomerates (middle Eocene), 10 – claystones, sandstones (upper Eocene), 11 – stone talus (Quaternary), 12 – clay loam (Quaternary), 13 – faults: validated, estimated, 14 – Quaternary as a whole



Obr. 3. Odkrytá časť Brekovskej jaskyne v lome Brekov v stene najvyššej ťažobnej etáže. Foto: B. Pandula
Fig. 3. The exposed part of Brekovská Cave in the wall of highest mining etage of the Brekov quarry.
Photo: B. Pandula

METODIKA MERANIA

Veľkosť otrasového účinku je priamo úmerná týmto parametrom nálože: hmotnosti nálože, brzancii trhavy, náložovej hustote trhavy. Časť energie výbuchu výbušniny, ktorá sa nevyužije na rozpojenie, vniká do obklopujúceho prostredia ako rázový impulz, ktorým sa od miesta detonácie šíri všetkými smermi vo forme rôznych typov pružných rázových vln, z ktorých najvýznamnejšie sú povrchové vlny Rayleighove a Loveove. Charakteristickými fyzikálnymi veličinami pre každé vlnenie (harmonický pohyb), a teda aj pre seizmické vlny, sú amplitúda a frekvencia vlnenia.

Kmity vyvolané výbuchom výbušnín majú neperiodický priebeh a charakterizuje ich veľká amplitúda a energia. Na šírenie seizmickej vlny majú vplyv vlastnosti obklopujúceho prostredia, ktoré v mnohých prípadoch nie je možné úplne uspokojivo definovať. Napríklad v horninách prechádza seizmická vlna cez tektonické poruchy s veľkým utlmením, ale pozdĺž týchto porúch sa šíri pomerne ľahko a na veľké vzdialenosti. Rozkmitanie prostredia v okolí výbuchu nálože má pritom podobný charakter ako blízke zemetrasenie (Kaláb a Knejzlík, 2004).

Najspôhlivejší spôsob stanovenia a predpovede intenzity otrasov sú priame merania seizmických účinkov na konkrétnom objekte pri odpálení nálože malej hmotnosti.

Na hrubý predbežný odhad seizmického pôsobenia trhavých prác na hodnotený objekt sa používa upravený Kochov vzťah (STN 730036):

$$v = K \cdot \frac{\sqrt{Q_{ev}}}{l}$$

kde

v je rýchlosť kmitania seizmickej vlny [mm.s⁻¹],

Q_{ev} je ekvivalentná hmotnosť nálože, t. j. hmotnosť nálože v jednom časovom stupni [kg],

l je najkratšia vzdialenosť miesta odstrelu od objektu [m],

K je koeficient prenosu energie geologickým prostredím alebo funkcia prenosu energie stanovená seizmickým meraním, ktorá je závislá od vzdialenosti bodu merania od ťažiska odstrelu.

Orientačné hodnoty koeficienta prenosu energie K sú uvedené v tabuľke 1.

Tab. 1. Informatívne hodnoty koeficienta prenosu energie K (STN 730036)

Tab. 1. Informative values of the coefficient of energy transfer K (STN 73 0036)

Vzdialenosť l [m]	Súčiniteľ K [kg ^{-1/2} .m ² .s ⁻¹]	
	Podložie zo skalných a poloskalných hornín so strednou až veľmi malou hustotou diskontinuit	Ostatné horniny okrem hornín vo zvodenom prostredí
10	350	250
50	250	150
200	150	120
500 a viac	120	100

Tab. 2. Stupne poškodenia stavebných objektov (STN 730036)

Tab. 2. Levels of damage to buildings (STN 73 0036)

Stupeň poškodenia	Druhy poškodenia na objekte
0	Bez poškodenia. Nevznikajú žiadne viditeľné poškodenia, funkcie stavebných objektov (napr. vodotesnosť nádrží) sú plne zachované.
1	Prvé známky poškodenia. Trhliny do šírky 1 mm na styku stavebných objektov.
2	Ľahké porušenia s malými škodami. Trhliny šírky 5 mm v omietke, priečkach a kombinovanom murive. Opadávanie omietky, uvoľnenie krytiny.
3	Stredné porušenia s vážnymi škodami bez ohrozenia stability objektu. Trhliny širšie ako 5 mm v priečkach a nosnom murive. Opadávanie krytiny a časti komínov.
4	Rozsiahle porušenie s nebezpečnými škodami. Trhliny v nosnom murive a prekladoch ohrozuje ich statickú funkciu. Zrútenie priečok, výplňového muriva a komínov. Trhliny v prostom betóne, porušenie stability.
5	Úplné porušenie a deštrukcia objektu. Zrútenie tehlových stavieb alebo ich časti s hlavnými nosnými prvkami. Trhliny aj v železobetóne.

Hodnoty uvedené v tab. 1 platia pre rýchlosti kmitania do 30 mm.s⁻¹, neplatia pre vodou nasýtené prostredie.

Rýchlosť kmitania menšia ako 10 mm.s⁻¹ nespôsobuje žiadne škody, pri rýchlosti 20 mm.s⁻¹ sa prejavujú prvé známky ľahkých škôd, pri vyšších rýchlostiach už vznikajú vážne až veľké poškodenia objektov vedúce až k úplnému narušeniu stability (tab. 2).

Najväčší seizmický efekt sa docieľi odpálením uzavretých náloží v geometricky neohraničenom prostredí, t. j. bez voľných plôch (otrasové trhavie práce), pri rozpojovaní na jednu voľnú plochu (zálomy) a pri veľkom upnutí náloží (rozpojovanie na ohraňujúcu šírku voľnej plochy). Najmenší seizmický efekt je pri druhotnom rozpojovaní, t. j. pri veľkom počte voľných plôch.

Zvyšovaním počtu voľných plôch a znižovaním upnutia náloží použitím vhodných vrtných schém a organizácie odstrelu (geometria a časovanie) je možné účinky plánovaného odstrelu už v štádiu jeho projektovania posunúť do oblasti minimalizovaného seizmického účinku.

ODHAD BEZPEČNEJ VZDIALENOSTI OD MIESTA ODSSTRELU

Rýchlosť kmitania možno zistiť meraním (v smeroch x , y , z) pri odpálení menšieho množstva trhavy, ako bude mať vlastná nálož. Meranie sa musí uskutočniť na posudzovanom mieste alebo na mieste s podobnými geologickými pomermi. Medzi rýchlosťami kmitania v_1 a v_2 od náloží s hmotnosťami Q_1 a Q_2 (ak $Q_1 < Q_2$) platí vzťah:

$$v_1 = v_2 \left(\frac{Q_1}{Q_2} \right)^{\alpha_v}$$

kde $\alpha_v < 1$ (približne sa rovná 0,5).

DRUHY ZÁKLADOVEJ PÔDY

Na účely hodnotenia technickej seizmicity sa základová pôda zatrieduje do troch kategórií:

1. *kategória a* – horniny všetkých tried pri tabuľkovej návrhovej únosnosti $R_{dt} \leq 0,15$ MPa, s hladinou podzemnej vody trvalo v hĺbke od 1,0 do 3,0 m pod základovou škárou;
2. *kategória b* – horniny všetkých tried pri tabuľkovej návrhovej únosnosti $R_{dt} \leq 0,15$ MPa, s hladinou podzemnej vody trvalo v hĺbke viac ako 3,0 m. Do tejto kategórie patria aj horniny všetkých tried pri tabuľkovej návrhovej únosnosti $R_{dt} > 0,15$ MPa, ak je hladina podzemnej vody trvalo v hĺbke od 1,0 do 3,0 m pod základovou škárou;
3. *kategória c* – horniny všetkých tried pri tabuľkovej návrhovej únosnosti $R_{dt} > 0,15$ MPa, s hladinou podzemnej vody trvalo v hĺbke viac ako 3,0 m pod základovou škárou. Do tejto kategórie patria tiež horniny všetkých tried tabuľkovej návrhovej únosnosti $R_{dt} > 0,6$ MPa, ak je hladina podzemnej vody trvalo v hĺbke viac ako 1,0 m.

Individuálne posúdenie je potrebné urobiť pre horniny všetkých tried, ak je hladina podzemnej vody trvalo menej ako 1,0 m pod základovou škárou a v územiach náchylných na zosuvy. Závislosť stupňa poškodenia od maximálnej rýchlosti kmitania (v_{max}), druhu objektu a základovej pôdy je uvedená v tab. 3.

Spôhlivá predpoveď seizmického účinku ľubovoľne veľkej nálože trhavy na stavebný objekt v ľubovoľnej vzdialenosti neexistuje. Aj v rovnakom prenosovom prostredí a pri rovnakej technológii rozpojovania dávajú hodnoty koeficientov K , k_1 a k_2 veľký rozptyl hodnôt, a tým aj rôzne hodnoty v . To znamená, že výpočet nemôže dať jednoznačne spoľahlivú odpoveď, či plánovaný odstrel zaručí alebo nezaručí seizmickú bezpečnosť chráneného objektu.

Všetky vzťahy pre predbežný výpočet rýchlosti kmitania môžu poskytnúť len približnú informáciu, t. j. môžu zdôrazniť potrebu konkrétnych meraní, alebo naopak môžu viesť k záveru, že vzdialenosť objektu od miesta plánovaného odstrelu je taká veľká, že merania nie sú vôbec potrebné.

Na posúdenie vplyvu technickej seizmicity na Brekovskú jaskyňu bol vypracovaný projekt seizmických meraní (obr. 4). Posúdenie vplyvu seizmických účinkov vyvolaných trhacími prácami závisí od vzdialenosti trhacích prác a hodnoteného objektu a od veľkosti náloží v jednotlivých časovacích stupňoch použitých pri trhacích prácach (Müncner, 2000; Kaláb a Lednická, 2006). Na stanovenie medzných veľkostí náloží a minimálnej vzdialenosti je potrebné stanoviť zákon útlmu seizmických vln pre hodnotené územie.

Na stanovenie zákona útlmu bolo potrebné uskutočniť prevádzkové aj pokusné odstrelly tak, aby sa vystihla geologická charakteristika hodnoteného územia z hľadiska prenosu vibrácií vyvolaných odstrelom na hodnotený receptor – Brekovskú jaskyňu.

Prvý odstrel (CO 24) bolo potrebné uskutočniť za bežných prevádzkových podmienok, aby sa zistila intenzita vibrácií a stanovil koeficient prenosového prostredia (obr. 4).

Tab. 3. Závislosť stupňa poškodenia od maximálnej rýchlosti kmitania [mm.s^{-1}], druhu objektu a základovej pôdy (STN 730036)

Tab. 3. The dependence of level of damage from the maximum velocity of vibration [mm.s^{-1}] on the type of building and foundation soil (STN 73 0036)

Maximálna rýchlosť kmitania pre frekvenčnú oblasť			Stupeň poškodenia	Trieda odolnosti objektu	Druh základovej pôdy
$f_k < 10$ Hz	$10 \text{ Hz} < f_k < 50$ Hz	$f_k > 50$ Hz			
do 3	3 až 6	6 až 15	0	A	a
3 až 6	6 až 12	12 až 20	0	A	b, c
				B	a
6 až 10	10 až 20	15 až 30	0	B	b, c
				C	a
			1	A	a
8 až 15	15 až 30	20 až 30	0	C	b
				B	c
			1	A	b, c
				B	a
10 až 20	20 až 30	30 až 50	0	C	c
				D	a
			1	B	b
				C	a
			2	A	a
15 až 25	25 až 40	40 až 70	0	D	b, c
				E	a
			1	C	b
				B	c
			2	A	b, c
				B	a
20 až 40	40 až 60	60 až 100	0	E	b, c
				F	a
			1	C	c
				D	a
			2	B	b, c
				C	a
30 až 50	50 až 100	100 až 150	0	F	b, c
			1	D	b, c
				E	a
			2	C	b

Hodnoty v stĺpci pre f_k väčšie ako 50 Hz nemožno použiť pre potrubie uložené v zásype.

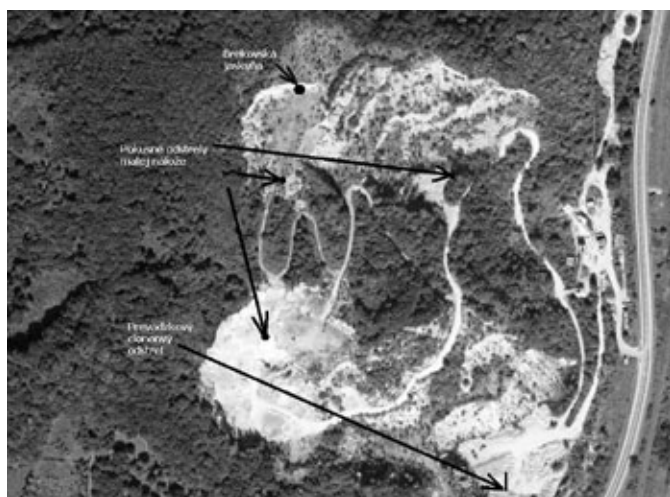


Obr. 4. Prevádzkový clonový odstrel CO 24 v lome Brekov situovaný vo vzdialenosti 376 m od Brekovskej jaskyne. Foto: B. Pandula

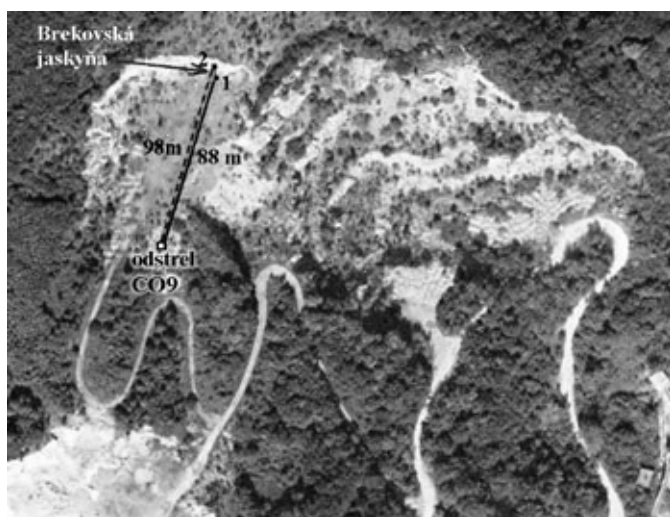
Fig. 4. Operational bench blasting Nr. 24 in the Brekov quarry situated at a distance of 376 m from the Brekovská Cave. Photo: B. Pandula

Pokusné odstrelly s malou náložou (veľkosť nálože sa stanovila na základe namerných hodnôt prvého odstrelu) bolo potrebné

situovať do plánovaného dobývacieho priestoru, kde sa v budúcnosti počítá s dobývacími prácami (obr. 5).



Obr. 5. Priestorová pozícia odstrelov voči Brekovskej jaskyni
Fig. 5. Positions of blastings in respect to Brekovská Cave in the Brekov quarry



Obr. 6. Priestorová pozícia kontrolného odstrelov CO 9 voči meracím stanovišťám v Brekovskej jaskyni
Fig. 6. Position of the control blasting Nr. 9 to the measuring positions in the Brekovská Cave



Obr. 7. Digitálny štvorkanálový seizmograf VMS 2000 MP firmy THOMAS INSTRUMENTS a trojzložkový seizmosnímač americkej firmy Geospace (vpravo) inštalovaný na podložke s oceľovými hrotni – meracie stanovište 1. Foto: B. Pandula
Fig. 7. Four-channel digital seismograph VMS 2000 MP of the Company THOMAS INSTRUMENTS and three component geophone of the American company Geospace (right) mounted on a base with steel spikes – the measuring site No. 1. Photo: B. Pandula



Obr. 8. Seizmograf UVS 1504 švédskej firmy Nitro Consult a seizmosnímač firmy Nitro Consult – meracie stanovište 2, inštalované pred vstupom do Brekovskej jaskyne na najvyššej etáži lomu Brekov. Foto: B. Pandula

Fig. 8. Seismograph UVS 1504 of the Swedish company Nitro Consult and geophones of the Nitro Consult – the measuring site No. 2, installed in front of the entrance of Brekovská Cave on the highest etage of the Brekov quarry. Photo: B. Pandula

Kontrolný odstrelov veľmi malou náložou (veľkosť nálož sa stanovila na základe predchádzajúcich odstrelov) bolo potrebné situovať do blízkeho okolia jaskyne, aby sa stanovil koeficient prenosového prostredia pre objekt Brekovskej jaskyne (obr. 6).

Na meranie seizmických účinkov na Brekovskú jaskyňu boli použité digitálne štvorkanálové seizmografy:

VMS 2000 MP americkej firmy THOMAS INSTRUMENTS a seizmosnímač americkej firmy Geospace (obr. 7),

UVS 1504 a seizmosnímač švédskej firmy Nitro Consult (obr. 8).

Seizmografy poskytujú digitálny a grafický záznam všetkých troch zložiek rýchlosti kmitania častí prostredia, horizontálna pozdĺžna – v_x , horizontálna priečna – v_y , vertikálna – v_z . Seizmografy VMS 2000 MP a UVS 1504 pracujú autonómne, automaticky uskutočňujú testy kanálov bez zásahu a vplyvu operátora do nameraných a zaregistrovaných charakteristík kmitania.

Meracie stanovišťa v lome Brekov boli určené tak, aby sa dal jednoznačne stanoviť vplyv seizmických účinkov trhacích prác na Brekovskú jaskyňu. Pred meraním sa seizmické aparatúry prekontrolovali a automaticky kalibrovali jednotlivé zložky snímačov.

Prvé meracie stanovište (meracie stanovište 1) bolo situované medzi odstrelov a Brekovskou jaskyňou na úrovni II. etáže 197 m n. m. (obr. 5). Druhé meracie stanovište (meracie stanovište 2) bolo situované priamo pred vstupom do Brekovskej jaskyne, na úrovni IV. etáže 247 m n. m. (obr. 6).

V prípade pokusných odstrelov a kontrolného odstrelov boli meracie stanovišťa 1 a 2 situované v horninovom masíve pred vstupom do Brekovskej jaskyne a 10 m od vstupu dovnútra jaskyne.

ANALÝZA NAMERANÝCH SEIZMICKÝCH ÚČINKOV CLONOVÝCH ODSRELOV

Účinky tzv. technickej seizmicity vyvolanej trhacími prácami sa merajú a posudzujú rýchlosťou kmitania častí prostredia (rýchlosť amplitúdy) v , a to podľa maximálnej hodnoty jednej z jej troch zložiek x , y , z . Princíp seizmickej ochrany – seizmickej bezpečnosti stavebných objektov voči technickej seizmicite možno vyjadriť vzťahom

$$v \leq v_{dr}$$

kde v je maximálna hodnota zložky rýchlosti kmitania vyvolaná zdrojom otrasov, nameraná na tzv. referenčnom stanovišti chráneného (posudzovaného) objektu; referenčné stanovište sú základy prízemí budovy; hodnota v závisí hlavne od maximálnej hmotnosti nálož trhaviny odpálenej v jednom časovom stupni – ekvivalentná hmotnosť nálož Q_{evmax} [kg], ďalej od minimálnej vzdialenosti zdroja od receptora otrasov L [m] a od vlastností geologického prenosového prostredia medzi zdrojom a receptorom otrasov.

Na úrovni súčasných poznatkov sa hodnota v nedá vopred ani analyticky ani empiricky

spoľahlivo vypočítať; najspoľahlivejšie sa stanoví konkrétnym meraním, ako je to v našom prípade, v_d je maximálna dovolená (medzná) rýchlosť kmitania pre posudzovaný (chránený) objekt; pri tejto rýchlosti kmitania nedôjde k nijakému poškodeniu objektu – stupeň poškodenia je 0; táto hodnota sa stanovuje nezávisle od odstrelu (pred odstrelom) na základe praktických skúseností uvádzaných v rôznych normatívoch (u nás napr. STN 730036), alebo na základe expertíznych posúdení špecialistami. STN 730036 uvádza vzťah medzi intenzitou kmitania vyjadrenou rýchlosťou kmitania jednotlivých zložiek a možnosťou poškodenia stavby. V zhode s normou a podľa skúseností získaných meraním a vyhodnocovaním seizmických účinkov v lomoch po celom Slovensku možno prijať tieto kritériá:

pri rýchlosti kmitania

- $v = 0$ až 10 mm.s^{-1} – nehrozí nijaké poškodenie,
- $v = 10$ až 30 mm.s^{-1} – možnosť vzniku prvých známok škôd,
- $v = 30$ až 60 mm.s^{-1} – možnosť vzniku ľahkých škôd.

Veľmi dôležitou charakteristikou na stanovenie dovolených rýchlostí v_d chránených objektov sú prevládajúce hodnoty frekvencií kmitov. Tie vyplývajú z konkrétnych meraní seizmických účinkov a ako výsledky frekvenčnej analýzy pomocou Fourierovej transformácie (FFT) sú uvedené v tab. 4. V tejto tabuľke sú uvedené výsledky analýzy grafických záznamov jednotlivých

zložiek x, y, z a z_1 rýchlosti kmitania a frekvencie v závislosti od veľkosti náloží v jednotlivých časovacích stupňoch na meracích stanoviskách 1 a 2. Z frekvenčnej analýzy vyplynulo, že prevládajúce frekvencie jednotlivých zložiek x, y, z a z_1 rýchlosti kmitania majú v prevažnej miere hodnotu väčšiu ako 10 Hz , čiže sú v bezpečnejšej oblasti frekvencie (tab. 3) alebo majú hodnotu blízke tejto frekvencii.

Keďže uskutočňované trhacie práce v lome Brekov považujeme za periodické, horninový masív za skalný – silne trhlinitý, dovolenú maximálnu rýchlosť kmitania sme stanovili na 6 mm.s^{-1} (tab. 3).

Ak podľa STN 730036 platí:

$$v = K \cdot \frac{\sqrt{Q_{ev}}}{L}$$

kde v je nameraná maximálna rýchlosť kmitania (maximálna zložka rýchlosti kmitania) generovaná odstrelom, potom koeficient prenosového prostredia K pre blízke okolie Brekovskej jaskyne v lome Brekov je

$$K_1 = v \cdot L / \sqrt{Q_{ev}} = 2,75 \cdot 88 / \sqrt{16,9} = 248 / 4,11 = 60,34$$

$$K_2 = v \cdot L / \sqrt{Q_{ev}} = 1,88 \cdot 98 / \sqrt{16,9} = 184,24 / 4,11 = 44,83$$

Na základe takto vypočítaného koeficientu prenosového prostredia je možné vypočítať maximálnu dovolenú nálož na časový stupeň, tzv. ekvivalentnú nálož Q_{evmax} pre najbližšiu

vzdialenosť zdroja – trhacích prác v lome Brekov a receptora – Brekovskej jaskyne. Aby sme zaručili najväčšiu bezpečnosť Brekovskej jaskyne, pri výpočte prípustných náloží sme zobrali koeficient prenosového prostredia s najväčšou hodnotou.

Na základe nameraných údajov pri clonových a pokusných odstreloch v lome Brekov bola zostrojená grafická závislosť maximálnych zložiek rýchlosti kmitania od redukovanej vzdialenosti – tzv. zákon útlmu seizmických vln (Pandula a Kondela, 2010) pre blízke okolie Brekovskej jaskyne v lome Brekov.

Z grafického priebehu zákona útlmu seizmických vln pre lom Brekov na obr. 9 vyplýva, že dovolená rýchlosť kmitania 6 mm.s^{-1} pre frekvencie menšie ako 50 Hz a väčšie ako 10 Hz nebude prekročená pri uvedenej maximálnej dovolenej náloží na jeden časový stupeň a uvedených vzdialenostiach. Zo zákona útlmu seizmických vln je možné stanoviť pre konkrétny receptor veľkosť náložie pri známej vzdialenosti tak, aby maximálne hodnoty jednotlivých zložiek rýchlosti kmitania nepresiahli stanovené maximálne rýchlosti kmitania:

pre vzdialenosť 50 m

$$Q_{evmax} = L^2 / L_R^2 = 50^2 / 10^2 = 25 \text{ kg}$$

pre vzdialenosť 60 m

$$Q_{evmax} = L^2 / L_R^2 = 60^2 / 10^2 = 36 \text{ kg}$$

pre vzdialenosť 70 m

$$Q_{evmax} = L^2 / L_R^2 = 70^2 / 10^2 = 49 \text{ kg}$$

pre vzdialenosť 80 m

$$Q_{evmax} = L^2 / L_R^2 = 80^2 / 10^2 = 64 \text{ kg}$$

pre vzdialenosť 90 m

$$Q_{evmax} = L^2 / L_R^2 = 90^2 / 10^2 = 81 \text{ kg}$$

pre vzdialenosť 100 m

$$Q_{evmax} = L^2 / L_R^2 = 100^2 / 10^2 = 100 \text{ kg}$$

pre vzdialenosť 150 m

$$Q_{evmax} = L^2 / L_R^2 = 150^2 / 10^2 = 225 \text{ kg}$$

pre vzdialenosť 200 m

$$Q_{evmax} = L^2 / L_R^2 = 200^2 / 10^2 = 392,15 \text{ kg}$$

pre vzdialenosť 250 m

$$Q_{evmax} = L^2 / L_R^2 = 250^2 / 10^2 = 625 \text{ kg}$$

ZÁVER

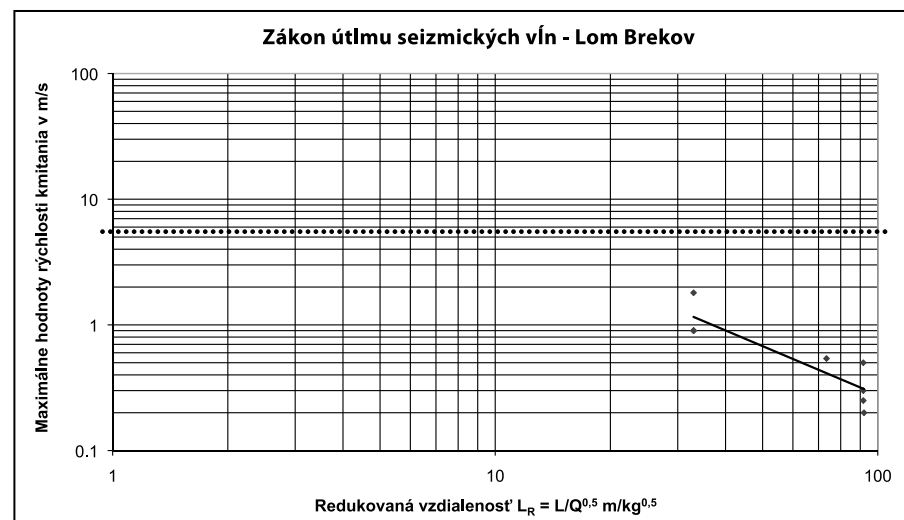
Na základe nameraných rýchlostí kmitania seizmických vln nameraných pri kontrolnom odstrel v lome Brekov možno konštatovať, že zákon útlmu seizmických vln pre lom Brekov bol stanovený správne a hodnoty rýchlosti kmitania seizmických vln na stanoviskách 1 a 2 v Brekovskej jaskyni neprekročili dovolenú rýchlosť kmitania 6 mm.s^{-1} stanovenú STN 730036 pre chránené objekty (tab. 4). Pre objekty s najvyšším stupňom ochrany je vždy potrebné stanoviť na základe experimentálnych meraní zákon útlmu seizmických vln pre blízke okolie chráneného objektu.

Podakovanie: Tento článok vznikol vďaka podpore v rámci OP Výskum a vývoj pre projekt ITMS 26220220031, spolufinancovaný zo zdrojov Európskeho fondu regionálneho rozvoja.

Tab. 4. Namerané hodnoty rýchlostí a frekvencií jednotlivých zložiek vlnenia pri odstreloch

Tab. 4. Measured values of particle velocities and frequencies of the components of wave during blasting

odstrel č. / stanovisko č.	x [mm. s ⁻¹]	y [mm. s ⁻¹]	z [mm. s ⁻¹]	z ₁ [mm. s ⁻¹]	x [Hz]	y [Hz]	z [Hz]	z ₁ [Hz]
CO 24/1	3,53	4,42	2,65	–	17,7	8,0	21,3	–
CO24/2	2,60	4,20	1,05	1,26	30	22	9,1	9,9
P1	0,9	1,8	0,9	0,54	24	27	0,2	0,2
P2	0,25	0,5	0,25	0,2	–	–	–	–
K1	1,88	1,88	0,99	–	43	46,5	21	–
K2	2,75	2,15	1,2	1,02	24	28	19	29



Obr. 9. Grafická závislosť maximálnych zložiek rýchlosti kmitania od redukovanej vzdialenosti pri clonových a pokusných odstreloch v lome Brekov – zákon útlmu seizmických vln. Bodkovaná čiara predstavuje hranicu maximálne povolených rýchlostí kmitania

Fig. 9. Graphical dependence of the maximum vibration velocity components on reduced distance during bench and experimental blastings in the Brekov quarry – law of attenuation of seismic waves. The dotted line represents the limit of the maximum permitted particle velocities

LITERATÚRA

- DOJČÁR, O. – HORKÝ, J. – KOŘÍNEK, R. 1996. *Trhacia technika*. Montanex, a. s., Ostrava, 421 s.
- JACKO, S. ml. 1997. Prehľad stavby mezozoika Humenských vrchov. *Acta Montanistica Slovaca*, 2, Special Issue, 23–26.
- KALÁB, Z. – KNEJZLÍK, J. 2004. Experimentální měření seismických účinků trhacích prací v historickém dole Jeroným. *Sborník vědeckých prací Vysoké školy báňské – Technické univerzity Ostrava, Řada stavební*, 4, 2, 159–166.
- KALÁB, Z. – LEDNICKÁ, M. 2006. Interpretace seismických záznamů trhacích prací prováděných ve štolě Jeroným v Čisté. *Sborník vědeckých prací Vysoké školy báňské – Technické univerzity Ostrava, Řada stavební*, 6, 2, 155–161.
- MÜNCNER, E. 2000. *Průručka pre strelmajstrov a technických vedúcich odstrelcov*. SSTVP Banská Bystrica, 201 s.
- PANDULA, B. – KONDELA, J. 2010. Výskum vplyvu technickej seizmicity vyvolanej trhacími prácami v lome Brekov na Brekovskú jaskyňu. *Výskumná správa, Fakulta BERG TU Košice*, 21 s.
- PANDULA, B. – KONDELA, J. 2010. Metodológia seizmiky trhacích prác. SSTVP Banská Bystrica, DEKI Design, s. r. o., 156 s.
- STN 730036 Seismické zataženie stavebných konštrukcií. Ústav pre normalizáciu, metrologiu a skúšobníctvo SR, Bratislava, 1977, 68 s.
- ŽEC, B. (Ed.) – KALIČIAK, M. – KONEČNÝ, V. – LEXA, J. – JACKO, S. ml. – BAŇACKÝ, V. – KAROLÍ, S. – POTFAJ, M. – RAKÚS, M. – PETRO, Ľ. – SPIŠÁK, Z. – BODNÁR, J. – JETEL, J. – BOOROVÁ, D. – ZLINSKÁ, A. 1997. *Vysvetlivky ku geologickej mape Vihorlatských a Humenských vrchov 1 : 50 000*. GS SR, Bratislava, 254 s.

SEZÓNNA ZMENA OBJEMOVEJ AKTIVITY RADÓNU V OVZDUŠÍ JASKYNE DOMICA

Iveta Smetanová¹ – Karol Holý² – Ján Zelinka³ – Jozef Omelka⁴ – Dalimil Jurčák⁴

¹ Geofyzikálny ústav SAV, Dúbravská cesta 9, 845 28 Bratislava; geofivas@savba.sk

² Katedra jadrovej fyziky a biofyziky, Fakulta matematiky, fyziky a informatiky, Univerzita Komenského, Mlynská dolina, 842 48 Bratislava; holy@fmph.uniba.sk

³ Štátna ochrana prírody SR, Správa slovenských jaskýň, Hodžova 11, 031 01 Liptovský Mikuláš; zelinka@ssj.sk

⁴ MicroStep-MIS, Čavojského 1, 841 04 Bratislava; omelka@microstep-mis.com, dali@microstep-mis.com

I. Smetanová, K. Holý, J. Zelinka, J. Omelka, D. Jurčák: Seasonal change of radon activity concentration in the air of Domica Cave

Abstract: In the Domica cave, a stable continual monitoring system has been installed to record microclimatic, hydrological and hydrochemical parameters at three sampling points. Radon (^{222}Rn) activity concentration in the air of Domica cave was continually monitored over a period of one year (from June 2010 to July 2011) at the sampling point in Virgin corridor. The temporal variability of radon and environmental parameters measured inside and outside the cave was analyzed. Daily average of radon activity concentration ranged from 420 Bq/m³ to 2700 Bq/m³, with an annual average of 980 Bq/m³. The hourly averages of radon activity concentration ranged from 90 to 4700 Bq/m³, with median value of 920 Bq/m³. However, values from 500 to 2000 Bq/m³ prevailed in the data set (90 %). Radon concentration in the air of Virgin corridor exhibits seasonal variation with a minimum in winter months, induced by the seasonal change of natural ventilation in the cave.

Key words: radon, Domica cave, variation, activity concentration, ventilation

ÚVOD

Radón (^{222}Rn) je rádioaktívny vzácny plyn s dobou polpremeny 3,82 dňa. Vzniká premenou materského prvku rádium (^{226}Ra) v premenovom rade uránu (^{238}U). Z miesta svojho vzniku sa radón ďalej šíri procesmi emanácie, exhalácie a konvekcie.

Objemová aktivita ^{222}Rn v ovzduší podzemných priestorov (štôlna, bane, tunely, jaskyne) obyčajne nie je stabilná, ale má sezónne, krátkodobé (niekoľkodňové) a denné variácie. Sezónne zmeny objemovej aktivity radónu obyčajne odrážajú sezónny model prirodzenej ventilácie podzemného priestoru (Przylibski, 1999; Richon et al., 2005). Výmena vzduchu je nízka, ak je teplota vzduchu vo vonkajšom prostredí vyššia ako v podzemnej dutine. Maximálne hodnoty objemovej aktivity ^{222}Rn sa v horizontálnych podzemných priestoroch obyčajne zaregistrujú v letných mesiacoch a minimálne v zimných (Dueñas, 1999; Przylibski, 1999; Richon et al., 2005; Bahtijari, 2008; Lu et al., 2009; Barbosa et al., 2010; Perrier a Richon, 2010).

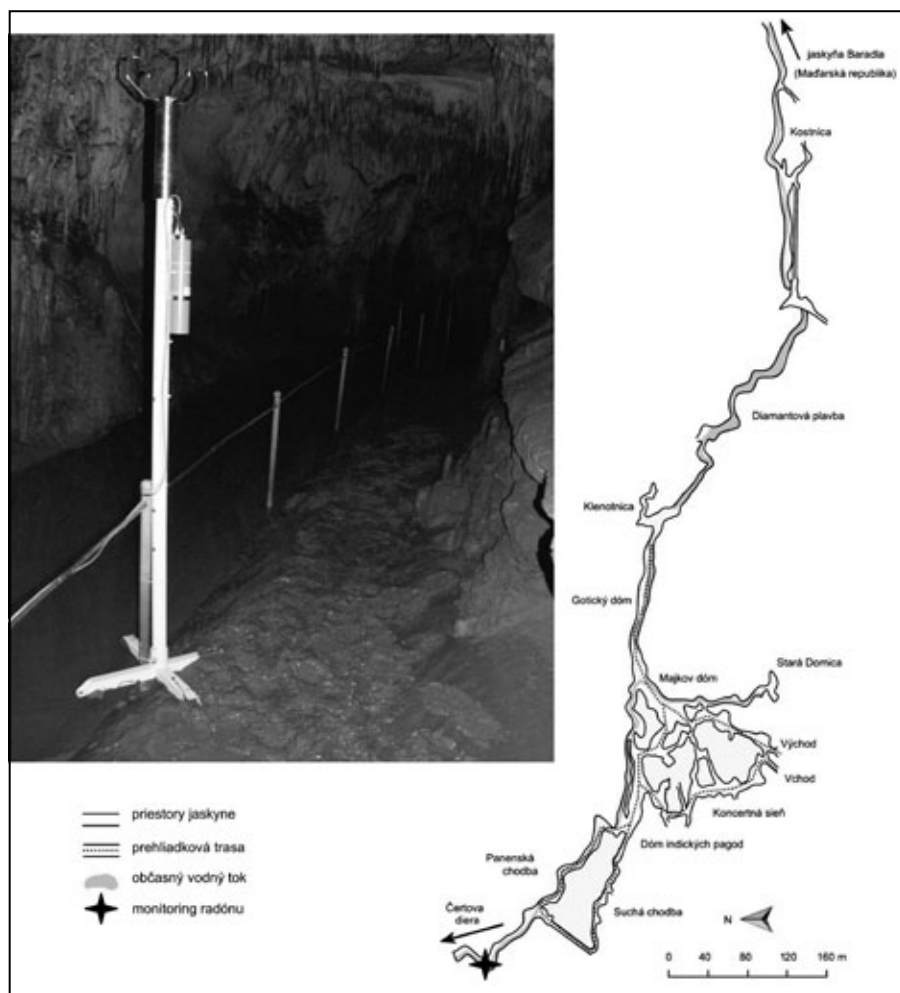
Hodnoty objemovej aktivity ^{222}Rn závisia nielen od obsahu rádia v hornine a v jaskynných sedimentoch a od exhalácie radónu zo stien jaskyne, ale aj od stupňa miešania vzdušných mäs v jaskyni s vonkajším ovzduším, objemu a tvaru jaskynných priestorov, atmosférickej teploty, atmosférického tlaku, úhrnu zrážok a stupňa ich priesaku do jaskynných priestorov (Dueñas, 1999; Lario, 2005; Perrier a Richon, 2010). Vplyv klimatických parametrov na objemovú aktivitu radónu a jej časové variácie je ovplyvňovaný tvarom jaskyne, polohou vstupného otvoru, množstvom a smerom puklín spájajúcich podzemné priestory s vonkajšou atmosférou (Hakl et al., 1996).

Výskum objemovej aktivity ^{222}Rn v ovzduší jaskynných priestorov je dôležitý predovšetkým z hľadiska ohodnotenia radónového rizika, ktorému sú vystavení návštevníci a hlavne zamestnanci jaskýň (Solomon et al., 1996; Dueñas et al., 1999; Lario et al., 2005; Bahtijari, 2008; Lu et al., 2009). Napriek tomu, že horniny v krasových oblastiach obyčajne obsahujú len nepatrné množstvá rádioaktívnych prvkov, objemová aktivita radónu v jaskyniach môže nadobúdať vysoké hodnoty, hlavne

v priestoroch s nízkou prirodzenou ventiláciou (Przylibski, 1999; Sainz et al., 2007). Podzemné pracovné priestory (bane, jaskyne a tunely) patria medzi pracoviská s rizikom ožiarenia pracovníkov zvýšeným prírodným ionizujúcim žiarením. Podľa nariadenia vlády SR 345/2006 smerná hodnota pre objemovú aktivitu radónu v pracovných priestoroch je 1000 Bq/m³ v priemere za kalendárny rok. Na pracovisku, ktoré sa využíva len občas alebo s určitým režimom, sa smerná hodnota vzťahuje na priemernú hodnotu objemovej aktivity radónu počas pobytu osôb.

Monitoring objemovej aktivity radónu sa vykonáva zároveň so sledovaním pohybu vzdušných mäs v podzemných priestoroch, čo je dôležité aj z hľadiska výskumu režimu jaskynnej mikroklimy (Hakl et al., 1996; Przylibski, 1999; Fernandez-Cortes et al., 2009).

V rámci Slovenska bolo v období rokov 1995 – 1996 vo vybraných sprístupnených jaskyniach vykonávané integrálne meranie objemovej aktivity ^{222}Rn v ovzduší (Vičanová et al., 1997). Prvé kontinuálne meranie objemovej aktivity radónu sa realizovalo od júna 2010 do júla 2011 v jaskyni Domica (Smetanová et al.,



Obr. 1. Mapa jaskyne Domica s vyznačením miesta kontinuálneho merania objemovej aktivity ^{222}Rn v ovzduší na stanici v Panenskej chodbe
Fig. 1. Map of Domica Cave with marked measuring point of ^{222}Rn activity concentration at the monitoring station in Virgin Corridor

2011). Cieľom výskumu bolo zistiť predovšetkým hodnoty objemovej aktivity radónu a ich variácie v priebehu roka vo vzťahu k zmenám vybraných klimatických parametrov meraných v jaskynnom ovzduší aj vo vonkajšej atmosfére. V príspevku je zhodnotená sezónna zmena objemovej aktivity ^{222}Rn v jaskynnom ovzduší vo vzťahu k prirodzenému ventilačnému režimu jaskyne.

METODIKA

Vybrané sprístupnené jaskyne na Slovensku sú vybavené monitorovacími stanicami na kontinuálne meranie klimatických, hydrologických a hydrochemických parametrov a tiež vonkajšími meteorologickými stanicami. V jaskyni Domica sa nachádzajú tri stanice na kontinuálny klimatický, hydrologický a hydrochemický monitoring (Gažík et al., 2009). Kontinuálny monitoring objemovej aktivity ^{222}Rn bol vykonávaný na stanici v Panenskej chodbe, ktorá sa nachádza mimo prehliadkovej trasy jaskyne (obr. 1). Detekcia rádioaktívnych premien radónu sa realizovala pomocou pasívneho detektora alfa častíc Barasol (Algade, Francúzsko). Citlivosť merania je 0,02 impulzov/h na 1Bq/m^3 (Papastefanou, 2007). Namerané údaje sa zaznamenávali v desaťminútových integračných intervaloch.

Monitorovacia stanica je ďalej vybavená zariadeniami na meranie teploty a relatívnej vlhkosti jaskynného ovzdušia, teploty vody v podzemnom toku Styx, výšky vodnej hladiny, ako aj ultrasonickým 2D anemometrom (Thies, Nemecko) na zistenie rýchlosti a smeru prúdenia vzduchu. Na meranie koncentrácie CO_2 v jaskynnom ovzduší bol použitý senzor CARBOCAP GMM220 (Vaisala, Fínsko) s meracím rozsahom 0 – 5000 ppm. Detektor radónu bol umiestnený vo výške 1,3 m nad povrchom a vo vzdialenosti 1,5 m od stien jaskyne, spoločne s CO_2 sondou a anemometrom. Súčasťou vonkajšej meteorologickej stanice sú sondy na meranie teploty

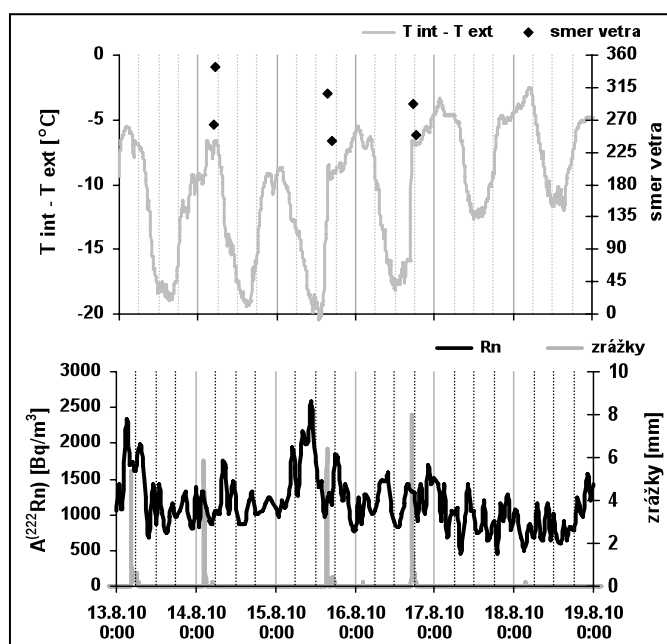
a relatívnej vlhkosti vzduchu, množstva zrážok, rýchlosti a smeru vetra (Gažík et al., 2009). Všetky merané veličiny sa zaznamenávajú v desaťminútových intervaloch.

VÝSLEDKY A DISKUSIA

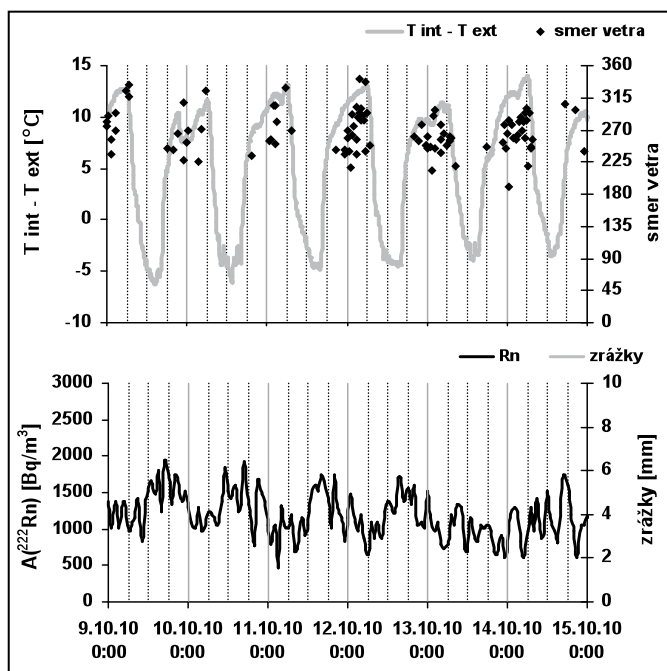
Priemerné hodinové hodnoty objemovej aktivity ^{222}Rn namerané v ovzduší Panenskej chodby nadobúdali v období od júna 2010 do júla 2011 hodnoty 90 – 4700 Bq/m^3 , pričom 90 % hodnôt sa pohybovalo v intervale 500 – 2000 Bq/m^3 . Priemerná denná objemová aktivita dosahovala hodnoty 420 – 2700 Bq/m^3 . Priemerná denná objemová aktivita za celé obdobie merania bola 980 Bq/m^3 . Pozorovala sa sezónna zmena objemovej aktivity radónu, maximálne hodnoty boli zaregistrované v septembri, minimálne v mesiacoch február až marec.

Teplota vnútorného jaskynného ovzdušia v Panenskej chodbe sa počas sledovaného obdobia pohybovala v rozsahu 9 – 11 °C. Relatívna vlhkosť vzduchu bola takmer 100 %. Teplotu vnútorného ovzdušia v jaskyni významne ovplyvňuje zrážková činnosť (Zelinka, 2003).

V letných mesiacoch bola teplota v jaskyni nižšia v porovnaní s teplotou vonkajšej atmosféry, preto výmena vzduchu medzi oboma prostrediami bola nízka. Pohyb vzduchu bol zaznamenaný len výnimočne, a to v súvislosti s intenzívnymi dažďovými zrážkami. V mesiacoch jún až august boli namerané relatívne stabilné hodnoty objemovej aktivity ^{222}Rn v rozsahu prevažne 500 – 1500 Bq/m^3 . Vplyv zmien prúdenia vzduchu na variácie a hodnoty objemovej aktivity radónu sa vo všeobecnosti nepozoroval (obr. 2). Výnimkou bol výrazný krátkotrvajúci pik objemovej aktivity radónu, zaregistrovaný koncom júla a dosahujúci v maxime hodnotu až 4000 Bq/m^3 . Súčasne sa namerajú aj pik koncentrácie CO_2 (Smetanová et al., 2011). Oba píky boli zaznamenané po dažďových zráž-

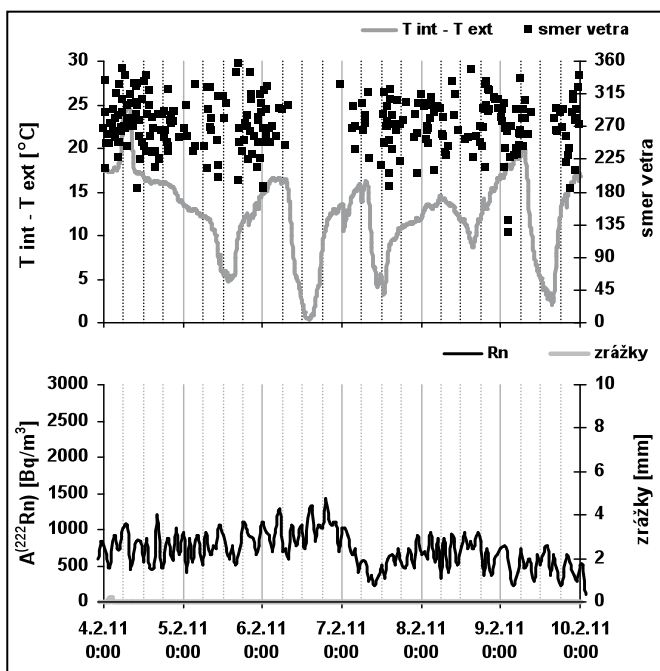


Obr. 2. Objemová aktivita ^{222}Rn a smer prúdenia vzduchu v Panenskej chodbe v letnom období
Fig. 2. ^{222}Rn activity concentration and wind direction in Virgin Corridor in summer season



Obr. 3. Objemová aktivita ^{222}Rn a smer prúdenia vzduchu v Panenskej chodbe v jesennom období

Fig. 3. ^{222}Rn activity concentration and wind direction in Virgin Corridor in autumn season



Obr. 4. Objemová aktivita ^{222}Rn a smer prúdenia vzduchu v Panenskej chodbe v zimnom období

Fig. 4. ^{222}Rn activity concentration and wind direction in Virgin Corridor in winter season

kach a sprevádzal ich pokles rýchlosti prúdenia vzduchu, zatiaľ čo približne 36 hodín pred zaregistrovaním oboch píkrov sa zistilo zvýšenie rýchlosti prúdenia vzduchu v Panenskej chodbe, zo SZ smeru od Čertovej diery.

Denné zmeny objemovej aktivity sú zreteľné hlavne v tej časti roka, keď rozdiel vnútornej teploty v jaskyni a atmosférickej teploty počas 24 hodín zmení znamienko (UNSCEAR, 1982). Preto boli denné variácie objemovej aktivity ^{222}Rn v jaskyni Domica najzreteľnejšie pozorovateľné v jarných a jesenných mesiacoch. Prúdenie vzduchu sa zaregistrovalo prevažne vo večerných a nočných hodinách, hlavne v čase od 18 hodiny do 6 hodiny ráno. V tomto období dňa bola teplota vonkajšieho ovzdušia nižšia ako vnútri jaskyne. Následkom toho začal do jaskyne prúdiť na radón chudobný vzduch, čo sa prejavilo pravidelným poklesom hodnôt objemovej aktivity ^{222}Rn v ovzduší Panenskej chodby. Naopak počas dňa bola teplota v jaskyni nižšia ako vo vonkajšom prostredí a prúdenie vzduchu do jaskyne sa znížilo. Výsledkom

bol opätovný vzrast objemovej aktivity radónu v podzemnom ovzduší (obr. 3). Neaktívny vzduch do jaskyne vstupoval smerom z Čertovej diery, na meracie stanovište prúdil zo SZ smeru. Namerané rýchlosti prúdenia boli veľmi nízke, prevažne do 0,2 m/s, v zriedkavých prípadoch do 0,5 m/s.

V zimných mesiacoch bola teplota vonkajšieho ovzdušia v porovnaní s jaskynným celodenne nižšia. Z uvedeného dôvodu prúdil chladnejší a na radón chudobný vzduch do jaskyne celodenne. Výsledkom bol zreteľný trvalý pokles nameraných hodnôt objemovej aktivity radónu v porovnaní s ostatnými mesiacmi v roku. V januári až marci sa namerané hodnoty objemovej aktivity ^{222}Rn pohybovali prevažne v intervale 300 – 1100 Bq/m³. V dňoch, keď sa prúdenie vzduchu Panenskou chodbou zmiernilo, bolo pozorované okamžité mierne zvýšenie hodnôt objemovej aktivity ^{222}Rn v dôsledku neustále prebiehajúcej exhalácie radónu zo stien jaskyne. Po následnom opätovnom príleve neaktívneho

vzduchu z vonkajšieho prostredia sa zaznamenal veľmi rýchly a výrazný pokles objemovej aktivity ^{222}Rn (obr. 4).

ZÁVER

V Panenskej chodbe jaskyne Domica sa pozorovali sezónne zmeny objemovej aktivity ^{222}Rn . Sú výsledkom zmeny prirodzenej ventilácie podzemného priestoru počas roka. Minimálne hodnoty objemovej aktivity ^{222}Rn sa zaznamenali v zimných mesiacoch, keď bola Panenská chodba celodenne ventilovaná.

Podakovanie: Výskum bol podporený grantovou agentúrou Ministerstva školstva SR (VEGA projekty č. 1/0678/09 a 2/0015/11). Autori vyslovujú poďakovanie firme Micro-Step-MIS, spol. s r. o., z Bratislavy za zapožičanie pasívneho detektora alfa častíc a senzora koncentrácie CO₂ počas monitoringu, ako aj za pomoc pri inštalácii a demontáži monitorovacích zariadení s príslušenstvom.

LITERATÚRA

- BAHTIJARI, M. – VAUPOTIČ, J. – GREGORIČ, A. – STEGNAR, P. – KOBAL, I. 2008. Exposure to radon in the Gadime Cave, Kosovo. *Journal of Environmental Radioactivity*, 99, 2, 343–348.
- BARBOSA, S. M. – ZAFRIR, H. – MALIK, U. – PIATIBRATOVA, O. 2010. Multi-year to daily radon variability from continuous monitoring at the Amram tunnel, southern Israel. *Geophysical Journal International*, 182, 2, 829–842.
- DUEÑAS, C. – FERNÁNDEZ, M. C. – CAÑETE, S. – CARRETERO, J. – LIGER, E. 1999. ^{222}Rn concentrations, natural flow rate and the radiation exposure levels in the Nerja Cave. *Atmospheric Environment*, 33, 3, 501–510.
- FERNÁNDEZ-CORTES, A. – SÁNCHEZ-MORAL, S. – CUEZVA, S. – CAÑAVERAS, J. C. – ABELLA, R. 2009. Annual and transient signatures of gas exchange and transport in the Castañar de Ibor cave (Spain). *International Journal of Speleology*, 38, 2, 153–162.
- GAŽIČ, P. – HAVIAROVÁ, D. – ZELINKA, J. 2009. Integrovaný monitorovací systém jaskýň. *Aragonit*, 14, 2, 109–112.
- HAKL, J. – CSIGÉ, I. – HUNYADI, I. 1996. Radon transport in fractured porous media – experimental study in caves. *Environment International*, 22, Suppl. 1, 433–437.
- LARIO, J. – SÁNCHEZ-MORAL, S. – CAÑAVERAS, J. C. – CUEZVA, S. – SOLER, V. 2005. Radon continuous monitoring in Altamira Cave (northern Spain) to assess user's annual effective dose. *Journal of Environmental Radioactivity*, 80, 2, 161–174.
- LU, X. – LI L, Y. – ZHANG, X. 2009. An Environmental Risk Assessment of Radon in Lantian Karst Cave of Shaanxi, China. *Water Air and Soil Pollution*, 198, 1, 307–316.
- PAPASTEFANO, C. 2007. Measuring radon in soil gas and groundwaters: a review. *Annals of Geophysics*, 50, 4, 569–578.
- PERRIER, F. – RICHON, P. 2010. Spatiotemporal variation of radon and carbon dioxide concentrations in an underground quarry: coupled processes of natural ventilation, barometric pumping and internal mixing. *Journal of Environmental Radioactivity*, 101, 4, 279–296.
- PRZYLIBSKI, T. A. 1999. Radon concentration changes in the air of two caves in Poland. *Journal of Environmental Radioactivity*, 45, 1, 81–94.

- RICHON, P. – PERRIER, F. – SABROUX, J.-Ch. – TRIGUE, M. – FERRY, C. – VOISIN, V. – PILI, E. 2005. Spatial and time variations of radon-222 concentration in the atmosphere of a dead-end horizontal tunnel. *Journal of Environmental Radioactivity*, 78, 2, 179–198.
- SAINZ, C. – QUINDÓS, L. S. – FUENTE, I. – NICOLÁS, J. – QUINDÓS, L. 2007. Analysis of the main factors affecting the evaluation of the radon dose in workplaces: The case of tourist caves. *Journal of Hazardous Materials*, 145, 368–371.
- SMETANOVÁ, I. – HOLÝ, K. – JURČÁK, D. – OMEKA, J. – ZELINKA, J. 2011. Radon monitoring in Domica cave, Slovakia – a preliminary results. In Bella, P. – Gažík, P. (Eds.): 6th International ISCA Congress Proceedings, Demänovská Valley, Slovakia, 18. – 23. 10. 2010. Liptovský Mikuláš, 136–140.
- SOLOMON, S. B. – LANGROO, R. 1996. Radon exposure to tour guides in Australian show caves. *Environment International*, 22, Suppl. 1, 409–413.
- UNSCEAR Report 1982. Ionizing Radiation: Sources and Biological Effects. United Nations Scientific Committee on the Effects of Atomic Radiation. Report to the General Assembly, New York.
- VIČANOVÁ, M. – ĎURČÍK, M. – NIKODÉMOVÁ, D. 1997. Sledovanie výskytu radónu v podzemných pracovných priestoroch. In Zborník Rádioaktivita v životnom prostredí, 21. – 22. 10. 1997, Spišská Nová Ves, 42–45.
- Zbierka zákonov č. 345/2006 Nariadenie vlády Slovenskej republiky z 10. mája 2006 o základných bezpečnostných požiadavkách na ochranu zdravia pracovníkov a obyvateľov pred ionizujúcim žiarením.
- ZELINKA, J. 2003. Posúdenie vplyvu prírodných a antropogénnych faktorov na zmeny mikroklimatického režimu jaskyne Domica. *Aragonit*, 8, 17–20.

SEASONAL CHANGE OF RADON ACTIVITY CONCENTRATION IN THE AIR OF DOMICA CAVE

Summary

Domica Cave is equipped with three stable microclimatic monitoring stations. Continual high-resolution monitoring of radon activity concentration in the air of Domica Cave (southern Slovakia) was performed from June 2010 to July 2011 at the station placed in the Virgin Corridor (Panenská chodba). Among radon the microclimatic parameters measured at this sampling point were: temperature, relative humidity, carbon dioxide content, wind speed and wind direction. Radon concentration was measured using the Barasol probe (Algade, France) based on alpha particle detection. Data was recorded automatically every 10 minutes. In this paper the seasonal variation of radon activity concentration in relation to the seasonal change in natural ventilation is evaluated. The daily average of radon activity concentration ranged from 420 Bq/m³ to 2700 Bq/m³, with an annual average of 980 Bq/m³. The hourly averages of radon activity concentration ranged from 90 to 4700 Bq/m³, with median value of 920 Bq/m³. However, values from 500 to 2000 Bq/m³ prevailed in the data set (90 %).

The seasonal change of radon concentration was observed, with a maximum in September and a minimum during February and March. In the summer months the temperature measured inside the cave was lower compared with the outside air temperature and air exchange rate between both environments was low. From June to August a relatively stable radon concentration was recorded. The inside air movement was recorded exclusively after rainfall and it does not affect radon activity concentration values in cave atmosphere.

Diurnal radon variations were observed predominantly in spring and autumn months when the temperature difference between internal and external air changed sign over 24 hours. The air movement was registered during the night, when inside air temperature was higher than temperature of external atmosphere. Radon rich air in the cave was mixed with outside air and it resulted in the decrease of radon activity concentration.

In winter the temperature outside the cave remained permanently lower than temperature in the cave. Air exchange proceeded permanently and the radon concentration in cave atmosphere reached its minimum, it ranged 300 – 1100 Bq/m³.

TEPLOTNÉ CHARAKTERISTIKY ÚKRYTOV REPRODUKČNÝCH KOLÓNIÍ PODKOVÁRA JUŽNÉHO (*RHINOLOPHUS EURYALE*, CHIROPTERA) NA SEVERNEJ HRANICI AREÁLU

Edita Miková¹ – Marcel Uhrin^{1,2}

¹ Katedra zoológie, Ústav biologických a ekologických vied, Prírodovedecká fakulta UPJŠ, Moyzesova 11, 040 01 Košice; editamikova@gmail.com, marcel.uhrin@gmail.com

² Katedra ochrany lesa a myslivosti, Fakulta lesnícká a dřevařská, Česká zemědělská univerzita v Praze, Kamýcká 1176, 165 21 Praha

E. Miková & M. Uhrin: Temperature roosts characteristics of Mediterranean horseshoe bat (*Rhinolophus euryale*, Chiroptera) nursery colonies in the northern margin of the range

Abstract: We analysed data on temperature from eight sites (6 attics and 2 caves) for one year period (April – November 2011). All localities are roosts of maternity colonies of Mediterranean horseshoe bat (*Rhinolophus euryale*). We confirmed hypothesis that temperature course is significantly different between the caves and attic roosts. The year-round average differences are 4.6 °C. There are important differences between daily average amplitudes in temperature too. Daily temperature amplitude in cave roosts was only 1.5 °C on average, but in attic roosts was 8.4 °C. So cave roosts are relatively stable comparing to attic roosts. We hypothesised that these facts must have impact on species ecology and probably in biological adaptations.

Key words: bat, temperature, cave, attic, Slovakia

ÚVOD

Podkovár južný (*Rhinolophus euryale* Blasius, 1853) je mediteránnny druh rozšírený od severozápadnej Afriky cez väčšinu územia

južnej Európy po Blízky východ a Kaukaz (Ibáñez, 1999; Horáček et al., 2000; Gaisler, 2001). Na juhu Západných Karpát a severe Panónskej nížiny dosahuje severnú hranicu rozšírenia a miestna populácia je geograficky

izolovaná od zvyšku populácie (Uhrin et al., 1996; Schober, 1998; Hanák et al., 2010). V slovenskej časti areálu dochádza od 70. rokov 20. storočia k synantropizácii (Horáček a Zima, 1979), charakterizovanej využívaním

podkrovných úkrytov v ľudských stavbách. Protikladom k tomuto správaniu bol doneďava stav v Maďarsku, kde druh striktnie využíval jaskyne alebo iné podzemné priestory (Boldogh, 2006). Aktuálne sa synantropizačný trend prejavuje aj tu, v roku 2012 bola na území Maďarska zistená početná reprodukčná kolónia v podkroví (Boldogh, in litt.).

Podkovár južný je citlivý na rôzne formy disturbancie, čoho dôsledkom sú aj negatívne trendy v populáciách, pozorované v niektorých častiach Európy (napr. Brosset et al., 1988; Boldogh, 2006; Miková et al., 2012). Preto je tento druh na rôznych úrovniach hodnotený ako ohrozený alebo blízko ohrozenia (Hutson et al., 2001). Na Slovensku a v Maďarsku patrí medzi najviac ohrozené cicavce (Stollmann et al., 1997; Báldi et al., 2001), a preto systematické štúdium s cieľom identifikovať ekologické nároky tohto druhu je nevyhnutné. Cieľom tejto štúdie je zistiť a porovnať teplotné pomery v dvoch rôznych typoch úkrytov reprodukčných kolónií podkovára južného (jaskyne a podkrovia) a získať tak podkladové údaje na hľadanie ekologických odlišností populácií diferencovaných voľbou odlišného typu úkrytu.

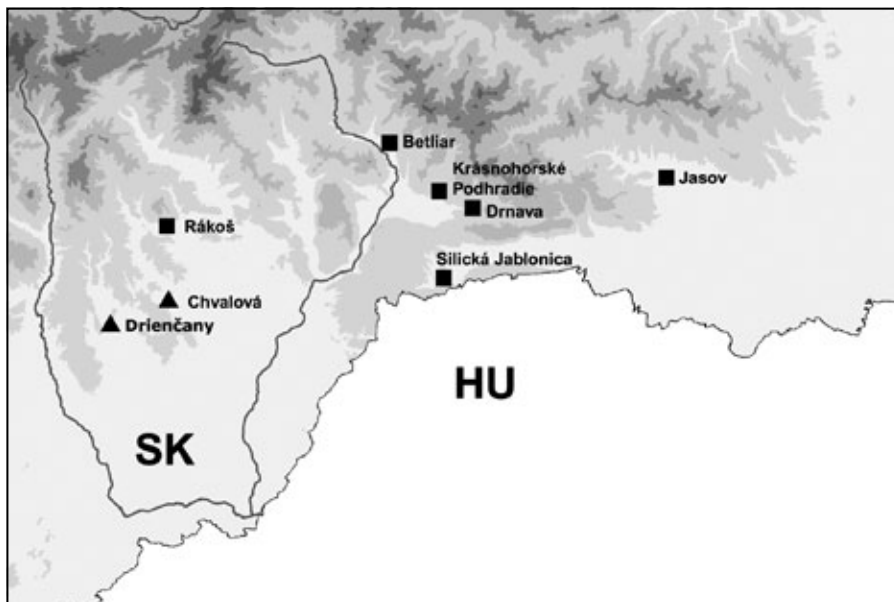
MERANIE A VYHODNOTENIE ÚDAJOV

Teploty vzduchu boli zaznamenávané v ôsmich lokalitách v období od 9. apríla do 29. novembra 2011 (obr. 1). Sledované jaskynné lokality boli Chvalovská jaskyňa (k. ú. Chvalová) a Veľká Drienčanská jaskyňa (k. ú. Drienčany) v Revúckej vrchovine. Synantropné úkryty podkovára južného reprezentovali podkrovia Jasovského premonštrátskeho kláštora, kostolov v Krásnohorskom Podhradí, Rákoši, Silickej Jablonici, kaštieľa v Betliari a kúrie v Drnave v Slovenskom krase a v Revúckej vrchovine.

Všetky sledované priestory sú využívané ako úkryt letných kolónií samíc *R. euryale* (tab. 1; údaje o početnosti a veľkosti agregácií sú uvedené v prácach Horáček a Zima, 1979; Horáček et al., 1979, 1995; Matis et al., 2002; Uhrin et al., 1996, 2002 a iné). Teplota v nich sa zaznamenávala automaticky každú hodinu datalogermi (iButton DS 1921G#F50 Maxim Dallas, USA), na každej lokalite boli inštalované dva teplotné merače. Z nameraných hodnôt boli pre každú lokalitu vypočítané mesačné a denné priemery a priemery za celé merané obdobie. Štatistická významnosť rozdielov teplotných charakteristík medzi jaskynnými a podkrovnými lokalitami sa hodnotila pomocou testu Kruskal-Wallis v programe Past (Hammer et al., 2001).

VÝSLEDKY

Priebeh teplôt vzduchu v sledovanom období na všetkých lokalitách má podobný charakter s nárastom hodnôt v letnom období a nižšími teplotami na jar a na jeseň. Jaskynné úkryty sa však svojimi teplotami počas celého sledovaného obdobia významne líšili od podkrovných úkrytov (obr. 2), priemerné ročné teploty v oboch typoch úkrytov sú výrazne odlišné s rozdielom až 4,6 °C (Kruskal-Wallis, $H = 74,17$; $p < 0,01$; tab. 1). Významným rozdie-



Obr. 1. Mapa oblasti výskumu. Štvorček – podkrovie, trojuholník – jaskyňa
Fig. 1. Map of study area. Square – attic, triangle – cave

Tab. 1. Základné charakteristiky teploty vzduchu sledovaných lokalít [°C] za obdobie od apríla do novembra 2011. V zátvorke je uvedený dátum zaznamenananej maximálnej dennej amplitúdy

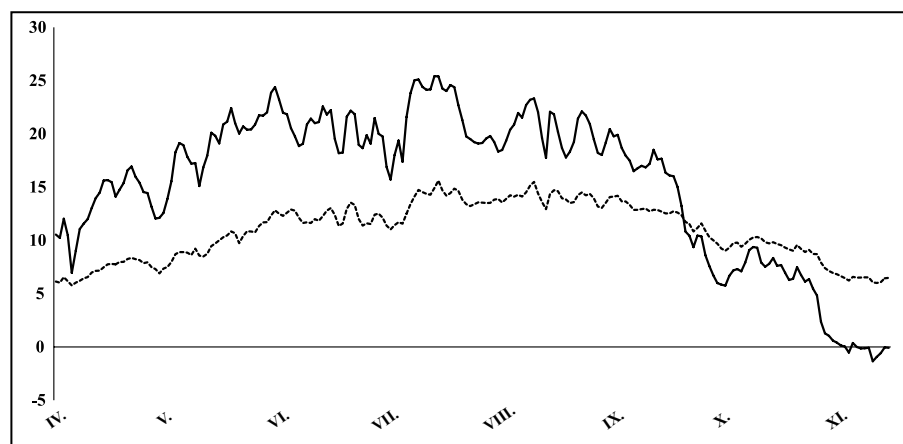
Tab. 1. Main air temperature characteristics in observed roosts [°C] in the period from April to November 2011. Date of maximum daily amplitude is provided in parentheses

Lokalita Site	Min.	Max.	Priemer Average	Max. denná amplitúda Max. daily amplitude	Priemerná denná amplitúda Average daily amplitude
Jasov	-1,5	29,8	16,0	8,8 (11. a 18. 5. 2011)	4,7
Silická Jablonica	-5,8	36,8	15,1	20,8 (21. 4. 2011)	12,3
Drnava	-7,5	36,5	14,2	21,3 (21. 4. 2011)	11,4
Krásnohorské Podhradie	-1,8	25,0	14,0	6,3 (7. 7. 2011)	2,6
Betliar	-2,8	34,8	16,6	13,3 (7. 7. 2011)	7,0
Rákoš	-4,5	38,8	16,5	19,8 (7. 7. 2011)	12,3
Chvalovská jaskyňa	4,0	18,5	10,6	5,0 (27. 5. 2011)	2,3
Veľká Drienčanská jaskyňa	6,0	15,3	10,2	2,0 (9. 7. 2011)	0,8

lom je aj odlišnosť v maximálnych a minimálnych hodnotách teplôt. Kým v jaskynných lokalitách bola denná amplitúda priemerne počas roka len 1,5 °C (rozsah min. – max. 5,4 – 16,9 °C; priemerné hodnoty min. a max. za rok pre všetky jaskynné lokality spolu), v podkrovných úkrytoch je možné pozorovať výrazné rozdiely a kolísanie teplôt vzduchu v závislosti od počasia a vonkajšieho prostredia s priemernou dennou amplitúdou až 8,4 °C (rozsah min. – max. -3,3 – 32,8 °C; priemerné hodnoty min. a max. za rok pre všetky podkrovné lokality spolu). Od apríla do októbra teploty v jaskynných úkrytoch nikdy nedosiahli hodnoty v podkroviach (obr. 2). K zmene došlo v priebehu októbra, keď v podkroviach nastáva pokles teplôt pod hodnoty dosahované v jaskyniach. Vtedy sa podkrovné úkryty stávajú pre netopiere nevyužitelnými. Po skončení vegetačného obdobia (november) boli v podkroviach zaznamenané aj teploty pod bodom mrazu, ktoré sa v jaskyniach počas celého sledovaného obdobia nikdy nevyskytli.

Štatisticky nevýznamné rozdiely je možné pozorovať medzi jaskynnými lokalitami. V Chvalovskej jaskyni bola maximálna ročná teplota vzduchu 18,5 °C, minimálna teplota 4,0 °C, pričom vo Veľkej Drienčanskej jaskyni dosiahla teplota maximálne 15,3 °C a minimálne 6,0 °C. Rozdiel dosiahnutých teplôt je vysvetliteľný charakterom jaskyne. Chvalovská jaskyňa je prepojená s ďalšími časťami systému so samostatnými vchodmi, čo zrejme podporuje výmenu vzduchu s vonkajším prostredím a vnútorná klíma teda viac podlieha vonkajším podmienkam, ročná amplitúda má hodnotu 14,5 °C. Veľká Drienčanská jaskyňa má jediný vchod s otvoreným portálom, čo pravdepodobne spôsobuje stabilnejšiu klímu s menšou výmenou vzduchu s vonkajším prostredím a s ročnou amplitúdou 9,3 °C.

V súbore podkrovných lokalít je naopak možné pozorovať štatisticky významné rozdiely. Tie zahŕňajú rozdiely v priemerných ročných teplotách, priemerných denných alebo



Obr. 2. Sezónny priebeh teplôt vzduchu v dvoch odlišných typoch úkrytov reprodukčných kolónií *Rhinolophus euryale*. Os x – mesiac, os y – teplota [°C], plná čiara – podkrovia, prerušovaná čiara – jaskyne
Fig. 2. Seasonal temperature course in two different roost types of reproductive colonies of *Rhinolophus euryale*. Axis x – month, axis y – temperature [°C], full line – roofs, dashed line – caves

maximálnych amplitúdach (tab. 1). Podkrovné úkryty sa dajú rozdeliť do troch skupín: na podkrovia s vysokými priemernými ročnými teplotami a zároveň vysokými výkyvmi teplôt (Silická Jablonica a Rákoš), podkrovia s vysokými priemernými teplotami, ale nižšími výkyvmi v teplotách (Jasovský kláštor a Betliar); ďalšou skupinou podkroví sú úkryty s nižšou priemernou teplotou a zároveň vysokými výkyvmi, kde sa dá zaradiť Drnava, a podkrovie s nižšou teplotou a nízkymi výkyvmi, kam patrí Krásnohorské Podhradie.

DISKUSIA

Napriek identifikovaným rozdielom v mikroklimatických pomeroch sa zdá, že veľkosť reprodukčných kolónií *Rhinolophus euryale* v sledovaných úkrytoch teplota vzduchu neovplyvňuje (tab. 2), aj keď niektoré kolónie v podkroviach sú menej početné a tvorí ich len niekoľko desiatok jedincov. Početnosť netopierov v kolóniách kolíše v hodnotách do 200 jedincov v jaskyniach a do 800 v podkroviach. Vo Veľkej Drienčanskej jaskyni tvorí podkovár južný reprodukčnú kolóniu od roku

1979 s počtom 100 – 200 jedincov, veľkosť kolónie v Chvalovskej jaskyni sa tiež pohybuje od 100 do 200 jedincov. Najvyšší počet mali kolónie podkovára južného v podkroví kostola v Krásnohorskom Podhradí (800 jedincov) a v podkroví Jasovského kláštora (600 jedincov, vrátane sprievodných druhov). Na lokalite Drnava početnosť poklesla v ostatnom období na 20 jedincov, čo zodpovedá pomerom v kaštieli v Betliari (50 jedincov). Charakteristickou črtou všetkých sledovaných lokalít je občasná absencia kolónie podkovára južného v úkryte (Chvalovská jaskyňa) či jej zrejme trvalé vymiznutie (Betliar, Rákoš).

Pre oba typy úkrytov je podobný aj výpočet sprievodných druhov v kolóniách podkovára južného. Sledované lokality súbežne využívajú kolónie netopiera brvitého (*Myotis emarginatus*; Jasov, Krásnohorské Podhradie, Rákoš, Silická Jablonica), podkovára veľkého (*Rhinolophus ferrumequinum*; Jasov, Krásnohorské Podhradie, Drnava, Silická Jablonica) a podkovára malého (*Rhinolophus hipposideros*; Jasov, Betliar). Lietavec sťahovavý (*Miniopterus schreibersii*) sa ako sprievodný druh vyskytuje len v jaskynných lokalitách (Veľká Drienčanská

jaskyňa, Chvalovská jaskyňa). Ide o stále striktné na podzemie viazaný druh netopiera, u ktorého sa v jeho areáli synantropizačné tendencie vyskytujú veľmi zriedkavo (Gaisler a Klíma, 1965; Spitzenberger, 1981; Presetnik & Podgorelec, 2010). Menované druhy sú charakteristické ako sprievodné taxóny aj v iných častiach areálu podkovára južného (Gaisler, 2001; Dietz et al., 2009), kde k nim často pristupuje aj netopier dlhonožý (*Myotis capaccinii*), ktorý sa však na Slovensku nevyskytuje.

Je zrejmé, že na rozdiel od jaskynných úkrytov minimálna a maximálna ročná teplota vzduchu v podkroviach závisia od lokálnych klimatických podmienok, od veľkosti podkrovia a typu použitej strešnej krytiny. Príčiny začatia procesu synantropizácie podkovára južného na našom území nie sú dostatočne vysvetlené. Proces so sebou prináša viacero špecifik (napr. Gaisler, 1963) s predpokladaným výrazným vplyvom na jedince druhu. Predpokladá sa, že zásadný vplyv majú práve odlišné mikroklimatické podmienky. Napríklad v prípade netopiera obyčajného (*Myotis myotis*) odlišné podmienky v rôznych častiach areálu (Rodrigues et al., 2003; Zahn et al., 2007), ale aj na území Slovenska v podmienkach jaskýňa verzus podkrovie (Uhrin et al., 2010) vedú k odlišnostiam v reprodukčnej fenológii, stupni zaparazitovania, pravdepodobne aj v imunologickej výbave a iných charakteristikách. Keďže v podkroviach budov sú teplotné pomery nevynované a silne korelujú s teplotou vonkajšieho prostredia a zároveň priemerné teploty (najmä v letných mesiacoch) sú signifikantne vyššie od teplôt v podzemných úkrytoch, je možné očakávať odlišnosti aj v subpopuláciách *Rhinolophus euryale* obývajúcich v našich podmienkach tieto extrémne odlišné habitaty. V podkroviach je možné očakávať aj vyššiu mortalitu v dôsledku jednorazového prehriatia (Boldogh, in litt.), kým v podzemí je teplota počas roka stabilná a zároveň nižšia a menej závislá od vonkajšieho prostredia. Hľadanie odlišností v ekologických a biologických charakteristikách v rámci komplexnejšieho zameraného výskumu (Miková et al., 2012) týchto subpopulácií preto môže

prispieť k pochopeniu príčin synantropizačných procesov u podkovára južného na hranici areálu rozšírenia. Odhalenie mikroadaptačných procesov môže priniesť odpovede na rôzne súvisiace otázky:

Ako sú príslušníci jednotlivých kolónií na odlišné teplotné podmienky fyziologicky alebo etologicky prispôbení?

Prečo na našom území k synantropizácii dochádza, pričom v centre areálu druh využíva takmer výlučne podzemné úkryty?

Prejavuje sa využívanie odlišných úkrytov v reprodukčnej úspešnosti jednotlivých subpopulácií?

Podakovanie: Za pomoc pri inštalácii meračov v úkrytoch ďakujeme Petrovi Ľuptáčkovi z Katedry zoológie ÚBEV UPJŠ v Košiciach. Práca bola podporená v rámci projektov GAČR (č. 206/02/0888) a VEGA (č. 1/1046/12).

Tab. 2. Veľkosť reprodukčných kolónií *Rhinolophus euryale* v sledovaných lokalitách.
Tab. 2. Size of reproductive colonies of *Rhinolophus euryale* in study roosts.

Lokalita Site	Typ úkrytu Roost type	Počet kontrol Check numbers	Začiatok sledovania Beginning of monitoring	Min./max. počet jedincov Min./max. number of individuals	Sprievodné druhy Accessory bat species
Jasov	Podkrovie Attic	31	1992	1 / 600	<i>Rhinolophus ferrumequinum</i> <i>Myotis emarginatus</i> <i>Rhinolophus hipposideros</i>
Silická Jablonica		11	1979	1 / 300	<i>Rhinolophus ferrumequinum</i> <i>Myotis emarginatus</i> <i>Rhinolophus hipposideros</i>
Drnava		10	2006	10 / 400	<i>Rhinolophus ferrumequinum</i> <i>Myotis emarginatus</i>
Krásnohorské Podhradie		18	2000	70 / 800	<i>Rhinolophus ferrumequinum</i> <i>Myotis emarginatus</i>
Betliar		7	2001	1 / 50	<i>Rhinolophus hipposideros</i>
Rákoš		7	2000	1 / 10	<i>Myotis emarginatus</i>
Chvalovská jaskyňa	Jaskyňa Cave	15	1981	1 / 200	<i>Rhinolophus hipposideros</i> <i>Miniopterus schreibersii</i>
Veľká Drienčanská jaskyňa		30	1979	1 / 200	<i>Miniopterus schreibersii</i> <i>Rhinolophus hipposideros</i>

LITERATÚRA

- BÁLDI, A. – CSORBA, G. – KORSÓS, Z. (2001). Setting priorities for the conservation of terrestrial vertebrates in Hungary. *Biodiversity and Conservation*, 10, 1283–1296.
- BOLDOGH, S. (2006). The bat fauna of the Aggtelek National Park and its surroundings (Hungary). *Vespertilio*, 9–10, 33–56.
- BROSSET, A. – BARBE, L. – BEAUCOURNU, J.-C. – FAUGIER, C. – SALVAYRE, H. – TUPINIER, Y. (1988). La raréfaction du rhinolophe euryale (*Rhinolophus euryale* Blasius) en France, Recherche d'une explication. *Mammalia*, 52, 1, 101–122.
- DIETZ, C. – VON HELVERSEN, O. – NILL, D. (2009). Bats of Britain, Europe and Northwest Africa. A & C Black, London, 400 s.
- GAISLER, J. (1963). The ecology of lesser horseshoe bat (*Rhinolophus hipposideros* *hipposideros* Bechstein, 1800) in Czechoslovakia II. Ecological demands, problem of synanthropy. *Věstník Československé společnosti zoologické*, 27, 4, 322–327.
- GAISLER, J. (2001). *Rhinolophus euryale* Blasius, 1853 – Mittelmeerhufeisennase. In Krapp, F. (Ed.): *Handbuch der Säugetiere Europas. Band 4: Fledertiere. Teil I: Chiroptera I. Rhinolophidae, Vespertilionidae* 1. AULA-Verlag, Wiebelsheim, 59–74.
- GAISLER, J. – KLÍMA, M. (1965). Letní nálezy některých méně známých netopýřů na Moravě a na Slovensku v období 1961 – 1964. *Lynx* (Praha), n. s., 5, 19–29.
- HAMMER, Ø. – HARPER, D. A. T. – RYAN, P. D. (2001). PAST: Paleontological Statistics Software Package for Education and Data Analysis. *Palaeontologia Electronica*, 4, 1, 1–9.
- HANÁK, V. – ANDÉRA, M. – UHRIN, M. – DANKO, Š. – HORÁČEK, I. (2010). Bats of the Czech Republic and Slovakia: distributional status of individual species. In Horáček, I. – Uhrin, M. (Eds.): *A tribute to bats. Lesnická práce, Kostelec nad Černými lesy*, 143–254.
- HORÁČEK, I. – ZIMA, J. (1979). Zur Frage der Synanthropie bei Hufeisennasen in der Tschechoslowakei. *Nyctalus* (N. F.), Berlin, 1, 2, 139–141.
- HORÁČEK, I. – ZIMA, J. (1979). Letní nálezy netopýřů na Slovensku (1966 – 1977). *Lynx* (Praha), n. s., 20, 75–98.
- HORÁČEK, I. – HANÁK, V. – ZIMA, J. – ČERVENÝ, J. (1995). K netopýří fauně Slovenska I. – Letní nálezy 1979 – 1992. *Netopiere*, 1, 39–54.
- HORÁČEK, I. – HANÁK, V. – GAISLER, J. (2000). Bats of the Palearctic region: a taxonomic and biogeographic review. In Wołoszyn, B. W. (Ed.): *Proceedings of the VIIIth EBRS Vol. 1, Approaches to biogeography and ecology of bats. Chiropterological Information Center & Institute of Systematics and Evolution of Animals PAS, Kraków*, 11–157.
- HUTSON, A. M. – MICKLEBURGH, S. – RACEY, P. A. (Eds.) (2001). *Microchiropteran bats: global status survey and conservation action plan*. IUCN/SSC Chiroptera Specialist Group, Gland, Switzerland & Cambridge, UK, 258 s.
- IBÁÑEZ, C. (1999). *Rhinolophus euryale* Blasius, 1853. In Mitchell-Jones, A. J. – Amori, G. – Bogdanowicz, W. – Kryštufek, B. – Reijnders, P. J. H. – Spitzenberger, F. – Stubbe, M. – Thissen, J. B. M. – Vohralík, V. – Zima, J.: *The atlas of European mammals*. The Academic Press, London, 92–93.
- MATIS, Š. – PIJČÁK, P. – KÜRTHY, A. – HAPL, E. (2002). Prehľad letných nálezov netopierov (Chiroptera) v Národnom parku Slovenský kras. *Natura Carpatica*, 43, 195–234.
- MIKOVÁ, E. – ANDREAS, M. – BOLDOGH, S. – DOBRÝ, M. – JEHLÍČKOVÁ, V. – LÖBBOVÁ, D. – NAĐO, L. – ŠEVČÍK, M. – UHRIN, M. (2012). *Rhinolophus euryale* (Chiroptera: Rhinolophidae): the summary results of ecological research of cave dwelling bat. In Kováč, L. – Uhrin, M. – Mock, A. – Luptáčik, P. (Eds.): *21st International Conference on Subterranean Biology, 2–7 September 2012, Košice, Slovakia. Abstract book*. Pavol Jozef Šafárik University, Košice, 71–72.
- PRESENIK, P. – PODGORELEC, M. (2010). *Miniopterus schreibersii* – what is this cave-roosts flagship species doing in church attics? In Horáček, I. – Benda, P. (Eds.): *15th International Bat Research Conference – the conference manual. Programme, abstracts, list of participants*. Prague, 23–27 August 2010. Praha, 251–252.
- RODRIGUES, L. – ZAHN, A. – RAINHO, A. – PALMEIRIM, J. M. (2003). Contrasting the roosting behaviour and phenology of an insectivorous bat (*Myotis myotis*) in its southern and northern distribution ranges. *Mammalia*, 67, 3, 321–335.
- SCHÖBER, W. (1998). Die Hufeisennasen Europas. *Rhinolophidae* [Die Neue Brehm-Bücherei 647]. Westarp Wissenschaften, Hohewarsleben, 163 s.
- SPITZENBERGER, F. (1981). Die Langflügelfledermaus (*Miniopterus schreibersii* Kuhl, 1819) in Österreich. *Mammalia austriaca* 5. (Mammalia, Chiroptera). *Mitteilungen der Abteilung für Zoologie am Landesmuseum Joanneum*, 10, 139–156.
- STOLLMANN, A. – URBAN, P. – KADLEČÍK, J. – UHRIN, M. (1997). Návrh (červeného) zoznamu cicavcov (Mammalia) fauny Slovenskej republiky. *Ochrana prírody*, 15, 201–218.
- UHRIN, M. – DANKO, Š. – OBUCH, J. – HORÁČEK, I. – PAČENOVSKÝ, S. – PIJČÁK, P. – FULÍN, M. (1996). Distributional patterns of bats (Mammalia: Chiroptera) in Slovakia. Part 1, Horseshoe bats (*Rhinolophidae*). *Acta Societatis Zoologicae Bohemicae*, 60, 247–279.
- UHRIN, M. – BENDA, P. – OBUCH, J. – URBAN, P. (2002). K poznaniu fauny cicavcov Drienčanského krasu a okolia (stredné Slovensko). *Lynx* (Praha), n. s., 33, 193–247.
- UHRIN, M. – KAŇUCH, P. – KRISTOFÍK, J. – PAUL, L. (2010). Phenotypic plasticity in the greater mouse-eared bat in extremely different roost conditions. *Acta Theriologica*, 55, 2, 153–164.
- ZAHN, A. – RODRIGUES, L. – RAINHO, A. – PALMEIRIM, J. M. (2007). Critical times of the year for *Myotis myotis*, a temperate zone bat: roles of climate and food resources. *Acta Chiropterologica*, 9, 1, 115–125.

Z HISTÓRIE JASKYNE AKSAMITKA

Marcel Lalkovič

M. R. Štefánika 4, 034 01 Ružomberok; m.lalkovic@gmail.com

M. Lalkovič: From the history of Aksamitka Cave

Abstract: The cave was introduced into literature by J. P. Hain, when in 1672 he mentioned it in connection with dragon bones found here. J. Buchholtz, J. Bohuš and others took an interest in the cave in the 18th century. Mentions of the cave appeared in the literature since the half of the 18th century, in the end of which it was marked by J. M. Korabinský in his economic-geographical map of that time Hungary. In 1874 M. Badányi realized here the first excavations followed by A. Münnich in 1876 and S. Roth in 1879. Doubts, whether the research findings belong to the Neolithic or Palaeolithic were predominating at that time. As late as 1954 J. Vértés redated a part of the findings into the Palaeolithic. The Magura-Javorina section of the Ugrian-Carpathian Club strived for opening the cave for public at the end of the 19th century. The interest in the cave faded after 1918. The tendencies aiming at its opening to the public revived again after 1945. Archaeological research in 1963 proved transient settlement during not so precisely dated time in prehistory and later during the 15th and 16th centuries. The Slovak Caves Administration was considering opening its spaces for tourists after 1970.

Key words: cave cognition, dragon bones, first archaeological excavations, traces of prehistoric man, effort for opening to public, caving history, Slovakia

Jaskyňa pri Haligovciach v Pieninách je známa odnepamäti. Nevie, kedy sa dostala do širšieho povedomia, ale názov Aksamitka, ktorý údajne pochádza od Poliakov, naznačuje,

že tomu tak bolo prinajmenšom v polovici 15. storočia. Súvisí s tunajším pobytom bratříkov, presnejšie osobou Petra Aksamita, českého zemana, ktorý sa od roku 1440 zdržiaval

v Uhorsku ako kapitán vo vojsku Jána Jiskru z Brandýsa. Roku 1450 sa s Jiskrom rozíšiel a postavil do čela bratříkov, nespokojencov, ktorým nevyhovovala disciplína v Jiskrovom žold-



Obr. 1. Haligovské skaly, celkový pohľad. Foto: S. Pavlarčík
Fig. 1. Haligovské Rocks, global view. Photo: S. Pavlarčík

nierskom vojsku. Vylúčili sa z neho a pridali sa k tomu, kto platil lepšie. Podľa J. Špirka (1937) P. Aksamit svoje bratrícke rotý skoncentroval v Haligovskej skale¹ (obr. 1). Vychádza zo stanoviska kráľovského kancelára P. Lagarius, ktorý mal vydať nariadenie susedným župám, aby ho tu obkľúčili. Naznačuje to aj listina z Bardejovského archívu, kde sa v súvislosti s bratríkmi uvádzalo, že sa najviac zdržiavali v lesnatom kraji Haligovských hôr, kde sa ešte *dodnes menuje jeden vrch Aksamitkou, a sú na ňom badaateľné stopy primitívnej pevnosti*². K podobnému poznatku dospel aj M. Soják (2007) konštatovaním, že na hrebeni Tupého vrchu terénne vlny nad jaskyňou naznačujú jestvovanie opevnenia, ktoré sa dáva do súvisu s táborom, ktorý v 15. storočí vybudovali bratríci P. Aksamita.

Existencia bratríkov v blízkom okolí jaskyne mohla byť teda primárnym impulzom, aby sa o ňu začalo zaujímať miestne obyvateľstvo. Svojím spôsobom poukazujú na to zmienky, ktoré sa podstatne neskôr objavili o nej v literatúre. Tu sa pomerne dlhý čas uvádzala len ako jaskyňa neďaleko kláštora kartuziánov. Širší záujem o ňu však vyplynul z celkom iných okolností a súvisel s rozvojom prírodovedného poznávania.

ZAČIATKY POZNÁVANIA

Na existenciu jaskyne neďaleko kláštora kartuziánov pri Dunajci ako prvý upozornil Johan Paterson Hain (1615 – 1675), prešovský mestský lekár. Zaoberal sa chémiou, mineralógiou a paleontológiou. Svoje poznatky uverejnil vo forme listov v zbierkach lekárskech, fyzikálnych a prírodovedeckých zvláštností *Miscellanea curiosa* nemeckej spoločnosti prírodovedcov *Academia Leopoldina naturae curiosorum*. Pôsobil najprv ako praktický lekár v Kežmarku a okolo roku 1669 sa mal pracovne presídlil do Prešova.

Okolo roku 1665 J. P. Hain poslal do Varšavy väčšiu kolekciu kostí Stanislavovi He-



Obr. 2. Stanislav Heraklius Lubomírsky (1642 – 1702), spišský starosta
Fig. 2. Stanislav Heraklius Lubomírsky (1642 – 1702), mayor of Spiš

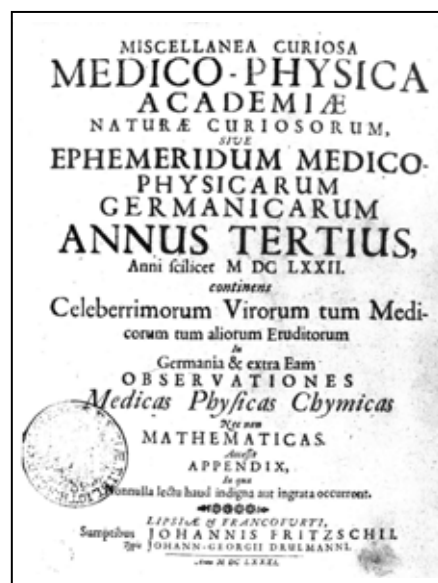
rakliuovi Lubomírskemu (1642 – 1702), spišskému starostovi, poľskému správcovi zálohovaných spišských miest (obr. 2). Kostí mali pochádzať od vidiečana, ktorý navštevoval jaskyňu neďaleko kláštora kartuziánov pri Dunajci. Časť kostí sa neskôr dostala do vlastníctva Philipa Jakoba Sachsa von Lewenhaimba (1627 – 1672) vo Vratislavi, vydavateľa zborníkov *Academie*, ktorý požiadal J. P. Haina o bližšie informácie. J. P. Hain mu odpovedal listom z 29. januára 1672. Zmienil sa v ňom, že spomenutý vidiečan navštevuje diery drakov a priniesol grófovi Ladislavovi Rákoczymu úplnú kostru a množstvo iných kostí, ktoré našiel vo veľmi hlboké a dlhé jaskyni neďaleko kláštora kartuziánov pri Dunajci. Podľa vidiečana sa tam vyskytovalo veľké množstvo týchto kostí, ale keďže boli pokryté mliekom Mesiaca, nedali sa odtiaľ ľahko vyberať. Pretože nájdené kosti jaskynného medveďa nekořešpondovali s nijakým žijúcim živočíchom, J. P. Hain ich opísal a určil ako dračie. V liste sa tiež zmienil o ich liečivých účinkoch. Údajne sa predávali ako liek proti epilepsii a z Hainových poznatkov vyplynulo, že spôsobovali silné potenie pri zlých chorobách. K listu pripojil aj náčrt dračích kostí. Aby uspokojil zve-



Obr. 3. Philippus Jacobus Sachs (1627 – 1672), zostavovateľ zborníka *Miscellanea curiosa* vydávaného Akademiou Leopoldina
Fig. 3. Philippus Jacobus Sachs (1627 – 1672), editor of the *Miscellanea curiosa* published by the Academia Leopoldina

davosť P. J. Sachsa (obr. 3), od spomenutého vidiečana odkúpil časť kostí a v debničke mu ich poslal do Vratislavi.

Snaha poznať tieto obydlia drakov doviedla J. P. Haina k tomu, že sa obrátil na svojho priateľa pátra Wenceslausa, piaristu a rektora gymnázia vo Varšave, ktorý jaskyňu neďaleko kláštora kartuziánov vyhľadal a graficky znázornil jej priestory. Neskôr sa pravdepodobne sám rozhodol preskúmať priestory jaskyne. Z pozorovania 194, ktoré uverejnil P. J. Sachs v III. ročníku zborníku *Academie* (obr. 4), vyplýva, že mu zaslal náčrt jej priestorov a zároveň opísal ich charakter. Do jaskyne, ktorú ľudovo nazývali Dračou, sa vchádzalo oválnym otvorom veľkosti postavy, širokým niekoľko lakťov (1 lakeť – cca 0,50 m). Už pri vstupe ich privítalo množstvo lietajúcich netopierov. Keď postúpili ďalej, napravo sa im otvorila mohutná jaskyňa a na východnej strane naľavo sa ukázal nový tesný vchod.



Obr. 4. III. ročník *Miscellanea curiosa*
Fig. 4. IIIrd volume of the *Miscellanea curiosa*

¹ Špirko, J. 1937. Husiti, jiskrovci a bratríci v dejinách Spiša (1431 – 1462). Levoča, s. 83.

² Špirko, J., op. cit., s. 88.

V ľavej časti klenbu jaskyne pokrývala jemná, biela a gypsová kôra, ktorá prepúšťala vodu, čo tu miestami vytvárala priesačné studničky. Pre malú hmotnosť, akou sa vyznačovalo jej značné množstvo, pomenoval ju bielym nič (*Album Nihil*).

V tejto časti jaskyne sa nachádzalo značné množstvo balvanov a všetko pokrývala šmykľavá biela hmota. O niečo ďalej jeho sprievodcovia čakanmi odkopali pórovitú, tufo podobnú hmotu, ktorá vyplňala podlahu. Po odstránení vrstvy sa objavili kosti rozličnej veľkosti, ešte akoby poliate svojím tukom, nerozpadnuté, z ktorých väčšie zobrali so sebou.³ Ďalšia časť jaskyne mala priepastový charakter. Hrubé jedľové poľená nad otvorom do nej svedčili o tom, že tadiaľto sa do priepasti spúšťali po povrazoch zvedaví návštevníci z radov miestneho obyvateľstva.

Existencia jaskyne pri Haligovciach podľa všetkého zaujala i Georga Buchholtza st. (1643 – 1724), prírodovedca a učiteľa, ktorý pôsobil v Kežmarku a neskôr vo Veľkej Lomnici. Aj keď presne nepoznáme, kedy to bolo, je možné, že jeho záujem mohol súvisieť s prírodovedným poznávaním Tatier a ich okolia. Poukazujú na to informácie, ako ich v prípade jaskýň pri Haligovciach uviedol v práci, ktorú napísal roku 1719, čiže v 77. roku svojho života, a ktorú až posmrtné vydal roku 1899 Rudolf Weber. Tu v časti III, v § 35 uviedol, že v pohorí medzi Lendackým kaštieľom a Niedzickým hradom existujú tri jaskyne, ktoré navzájom nie sú veľmi vzdialené. O prvej veľkej jaskyni, prehliadka ktorej trvala niekoľko hodín a spotrebovala sa pri nej polovica sviečky, uviedol, že má pekné veľké, vysoké a suché podzemné priestory. V druhej jaskyni pred nejakým časom mal zase Štefan Berzeviczy⁴ nájsť veľké kosti a sľúbil, že príležitostne odtiaľ niečo prinesie. Tretia jaskyňa sa nazývala *Baranja diera*, pretože v nej bača počas nepokojných časov uschovával množstvo oviec a údajne sa tu nejaký čas ukrýval i vojenský zbeh.

V kontexte prírodovedného poznávania širšieho okolia svojho pôsobiska sa okolo roku 1719 o dávno známu jaskyňu pri Haligovciach zaujímal aj Juraj Bohuš (1687 – 1722), rektor gymnázia v Kežmarku. Vedel o nej, že už v 17. storočí bola známa tým, že sa tu našlo množstvo dračích kostí a dokonca aj celé kostry drakov, ktoré odtiaľ povynášali tunajší horalí⁵. Poukazujú na to nielen jeho kontakty s M. Belom, pre ktorého do Prodrumu z roku 1723 spracoval opis Spišskej stolice. Naznačujú to aj informácie, ktoré v prípade jaskyne nachádzame v jeho práci, ktorá za jeho života ostala v rukopise a až v roku 1919 zabezpečil jej vydanie Johan Lipták, profesor lýcea v Kežmarku. Podľa všetkého Bohuš jaskyňu navštívil niekoľkokrát. Naposledy azda v auguste 1719, keď opäť podrobne preskúmala jej priestory. V jaskyni, ktorá v dávnej minulosti mala slúžiť za obydlie drakom, sa aj on pokúšal objaviť ich kosti, ale nebol úspešný.

V tejto svojej práci sa ešte zmienil o tom, že už kežmarský fyzikus Johann Fischer⁶ našiel v jaskyni dračie kosti a zostavil z nich celú kostru. Tú potom daroval cisárovi Leopoldovi I. (1640 – 1705), za čo mal dostať zemianstvo a titul dôverníka dvora *Aulae familiaris*. Z tohto aspektu treba teda poopraviť názor L. V. Prikrýla (1985), ktorý sa domnieval, že spomínaným fyzikusom bol Daniel Fischer (1695 – 1746). V neprospech jeho tvrdenia nehovorí len vek D. Fischera v čase úmrtia cisára, ale aj skutočnosť, že až v roku 1716 ukončil štúdiá na univerzite vo Wittenbergu, po ktorých začal pôsobiť ako lekár.

V intenciách Hainových informácií o dračích kostiach z jaskyne pri Haligovciach Bohušovo konštatovanie poukazuje na niečo, k čomu už v roku 1973 dospel F. Martinczak. Podľa neho *pod vplyvom Hainových prác opanovala všetkých horúčka po hľadaní dračích kostí ako dokonalého liečiva*. Od toho času predávali sa vo všetkých lekárňach dračie kosti, prášky z nich a dračia krv. V príručných lekárňach magnátov boli dračie kosti stálym, vysoko ceneným a veľmi drahým liečivom. Práve takýto trend potom vysvetľuje, prečo J. Bohuš v časoch, keď v jaskyni pri Haligovciach usilovne pátral po tzv. dračích kostiach, nenašiel v jej útrobách celkom nič. Zrejme potom, ako na verejnosť prenikli informácie o liečivých účinkoch dračích kostí, boli to najmä miestni horalí, ktorí v intenciách názoru F. Martinczaka dokonale prekopali priestory jaskyne. Azda toto mal na mysli J. Bohuš, keď vo svojej práci (1919) poznamenal, že ďalšie hľadanie prenechá miestnym horalom, ktorí dokonale poznajú tunajšie pohorie, kde usilovne a s nemalým finančným nákladom vyhládávajú podobné jaskyne⁷.

Pravdepodobne Bohušov neúspech bol jednou z príčin, pre ktoré sa v Belovom Prodrume (1723) v knihe 3. *Physicus*, v kapitole IX (*De Antris et Specubus Hungariae*) neobjavila o jaskyni pri Haligovciach žiadna zmienka. Aj v opise Spišskej stolice, ktorej autorom bol J. Bohuš, v časti venovanej drakom v karpatských jaskyniach (§ X.) sa o nich M. Bel zmienil len všeobecne, bez uvedenia konkrétnej jaskyne. Jedinou informáciou vo vzťahu k jaskyni pri Haligovciach je zmienka v časti nazvanej *Sectio IV* (§ I.). Tu v prípade obce Haligovce uviedol, že je známa svojimi dračmi jaskyňami, kde sa v minulom storočí našlo značné množstvo dračích kostí, ba dokonca aj ich celé kostry⁸.

Nemožno vylúčiť, že niekedy po roku 1725, čiže už v časoch kežmarského pôsobenia, jaskyňu pri Haligovciach navštívil aj Daniel



Obr. 5. Poloha jaskyne v ekonomicko-geografickej mape J. M. Korabinského

Fig. 5. Cave location in the economic-geographic map of J. M. Korabinský

Fischer (1695 – 1746), tunajší mestský fyzikus. Poukazuje na to jeho práca z roku 1729, v ktorej sa zamerl na opis kvapľov z jaskýň spišských Karpát. O ňom je totiž známe, že v časoch mikulášskeho pôsobenia v rokoch 1719 – 1725 spolu s G. Buchholtzom navštívil niektoré demänovské jaskyne. Na rozdiel o J. Bohuša v jaskyniach ho zaujala najmä ich kvapľová výzdoba. V zbierke, ktorú mal získať od stáleho návštevníka karpatských vrchov, ho upútali kamene rôznych tvarov a nie kosti veľkého živočích, ktoré pochádzali z týchto jaskýň. Kamene sa nazývali stalaktitmi a vyzerali ako ihlan s ostrým uhlom. Úderom o skalu zvučne zvonili. Po rozbití z dutín niektorých vytiekla čistá voda. Jej chuť sa podobala chuti pozemskej riečnej vody. Ďalšie sa vyznačovali obľým tvarom veľkosti hrášku alebo orecha, iné sa zase skladali z guľôčok odlišnej veľkosti s hladkým alebo drsným povrchom.

Začiatkom augusta 1751 sa jaskyňa pri Haligovciach stala objektom záujmu členov komisie, ktorú vyslal František Lotrinský, manžel cisárovnej Márie Terézie, aby preskúmala Tatry a príslahlé pohoria. Cisársku komisiu, ktorú tvorili významní odborníci, viedol Jakub Buchholtz (1696 – 1758). Jej členovia prišli 26. júla 1751 do Kežmarku, aby sa odtiaľ vydali ku Ždiaru i Lendaku a pokračovali do Lechnice, na hrad Niedzica a Czorsztyn. Následne 1. augusta dvaja baníci, ktorí patrili ku komisii, spolu s niekoľkými tunajšími roľníkmi vošli do jaskyne, ináč nazývanej aj Peninna, kde v hĺbke 14 klaftrov⁹ vykopali spod vrstvy plastického sintra niekoľko dračích kostí.

ZMIENKY V LITERATÚRE

Od druhej polovice 18. storočia sa zmienky o jaskyni pri Haligovciach začali sporadicky objavovať aj v literatúre. Azda prvú z nich nachádzame v opise cesty cisárskej komisie z roku 1751, ktorú viedol J. Buchholtz; opis do *Ungrisches Magazin* roku 1787 zaradil K. G.

⁹ Klafter (siaha) – dĺžková miera, zodpovedajúca zhruba 1,90 metra.

³ Prikrýl, L. V. 1985. Jaskyne drakov na Slovensku. Slovenský kras, 23, s. 314.

⁴ Ide o Štefana Berzeviczyho, jedného z majiteľov Veľkej Lomnice, Hunčovce a Starej Lesnej, ktorý bol známy ako horolezec a dobyvatel tatranských štítov.

⁵ Bohusch, G. 1919. Historisch-geographische Beschreibung des in Oberungarn berühmtesten Zipser Landes. Kesmark, s. 10 a 162.

⁶ Pravdepodobne ide o omyl, ktorého sa J. Bohuš nechtiac dopustil, pretože o osobe tohto mena chýbajú dnes akékoľvek informácie. Za istých okolností mohol mať na mysli i samotného Johana P. Haina, ktorý pôsobil v Kežmarku do roku 1669, ale v jeho prípade okolností okolo prípadných kontaktov s cisárom Leopoldom I. nie sú známe.

⁷ Bohusch, G., op. cit., s. 10.

⁸ Belius, P. M. 1723. Hungariae antiquae et novae prodromus, cum specimen, quomodo in singulis operis partibus elaborandis versari constituitur. Norimbergae, s. 116.

von Windisch (1725 – 1783), bratislavský richtár a geograf. Z tohto aspektu potom do istej miery prekvapuje, že sa o nej nezmienil vo svojom zemepise Uhorska z roku 1780. V kontexte geografickej charakteristiky Spišskej stolice iba konštatoval, že tu existuje niekoľko jaskýň, kde sa našli kostry zvierat, ktoré podľa miestneho obyvateľstva mali patriť drakom. Zároveň v prvom okrese stolice vymenoval tunajšie farské obce, kam zaradil aj Haligovce.

Inak vnímal existenciu jaskyne pri Haligovciach Ján Matej Korabinský (1740 – 1811), kartograf, pedagóg a publicista, ktorý v roku 1786 zmienku o nej zaradil do svojho geograficko-historického a hospodárskeho lexikónu Uhorska. Z hľadiska rozsahu v nevelkom hesle o Haligovciach uviedol, že v tunajšej jaskyni sa našli veľké kostry zvierat. Korabinský však išiel ešte ďalej a o rok neskôr polohu tejto jaskyne vyznačil aj vo svojej ekonomicko-geografickej mape Uhorska. Mapu v mierke 1 : 1 000 000 vydal vo Viedni a polohu jaskyne dokumentuje jej značka nad obcou Haligovce. V jej prípade je však zaujímavá ešte jedna okolnosť. Pokiaľ ide o územie Slovenska, J. M. Korabinský do mapy zakreslil len polohu štyroch jaskýň, pričom jednou z nich je práve jaskyňa pri Haligovciach (obr. 5).

Pod vplyvom Korabinského údajov sa v roku 1799 o jaskyni pri Haligovciach zmienil aj András Vályi (1764 – 1801), uhorský štatistik a profesor na univerzite v Pešti. Jej existenciu spomenul v druhom zväzku svojho opisu Uhorska, v hesle o Haligovciach. V ňom o. i. uviedol, že v tunajšej jaskyni sa pred časom našli kostry zvierat.

Roku 1803 sa v *Monatliche Correspondenz zur Beförderung der Erd- und Himmelskunde*, časopise, ktorý v Gothe vydával František Xaver Zach, objavil článok F. C. Waldsteina a P. Kitaibela. Autori v ňom o. i. podali stručný zemepis Uhorska a pri tejto príležitosti sa zmienili aj o jeho jaskyniach. V prípade severnej, slovenskej časti Uhorska spomenuli viaceré tunajšie jaskyne, ale v kontexte Spiša ako jedinu iba jaskyňu pri Haligovciach.

Trochu inak vyznieva zmienka, ktorá sa zásluhou Christiána Genersicha (1759 – 1825), prírodovedca, historika a učiteľa v Kežmarku, zjavila roku 1807 v jeho rozsiahlejšej práci o Tatrách. Jej charakter totiž naznačuje, že jaskyňu príležitostne navštívil, keďže údaje, ktoré o nej zverejnil, nemohol čerpať z literatúry. Spomenul ju v časti, kde sa zaoberal opisom Spišskej Belej, Haligoviec a Červeného Kláštora. O jaskyni nad Haligovcami, ktorú sa vraj oplatí vidieť, uviedol, že vchod do nej sa nachádza v Michovej doline vo výške okolo 130 siah (cca 250 m). Za pomerne úzkym vchodom sa chodba jaskyne rozširovala asi na 16 siah (cca 30,4 m), stúpala strmo hore a výška tohto priestoru dosahovala asi 8 siah (cca 15 m). Nachádzala sa tu kvapľová výzdoba a čierne povlaky na stenách pochádzali od dymu z fakiel, ktoré používali príležitostní návštevníci. Po asi tridsiatich krokoch chodba jaskyne klesala a prichádzalo sa do kruhovej siene s peknou klenbou, širokej okolo 8 siah (cca 15 m). Podlahu tejto časti tvorilo jedno obrovské sutinovisko. Napravo od vchodu sa ešte otváral zúžený vchod, široký asi 4,5 stopy (cca 1,44 m), ktorým sa dalo dostať do ďalšej časti.

Autor dvojzväzkového opisu Uhorska maďarský geograf a štatistik Elek Fényes (1807 – 1876) informáciu o jaskyni pri Haligovciach zaradil roku 1847 do svojho opisu Spiša. Tu v hesle, ktoré sa týkalo Haligoviec, spomenul jej existenciu a uviedol, že sa v nej našli rôzne kostry veľkých zvierat. V roku 1851 informáciu podobného charakteru zahrnul aj do svojho geografického slovníka.

V práci o Spiši sa roku 1854 o jaskyni pri Haligovciach zmienil aj poľský geológ, paleontológ a profesor Jagelonskej univerzity v Krakove Ludwik Zejszner (1805 – 1871). V súvislosti s opisom obce Haligovce tu uviedol, že južne od Smerdžonky sú nad obcou Haligovské skaly, kde sa nachádza dosť významná a doteraz často navštevovaná jaskyňa.

Na existenciu jaskyne pamätal aj zostavovateľ prvej českej encyklopédie František Ladislav Rieger (1818 – 1903), český politik a publicista. Rozsiahlejšie heslo Haligovce zaradil do jej tretieho zväzku z roku 1863. Tu popri charakteristike obce spomenul aj jaskyňu Aksamitka. *Haligovce, maď. Haligócz, něm. Helbingsau, ves v uher. stol. Spišské, na jih od*



Obr. 6. Samuel Weber (1835 – 1908)
Fig. 6. Samuel Weber (1835 – 1908)

Štávnice. Na blízku jest mnoho nahých skal s jaskyněmi, mezi nimiž jedna rozsáhlá a pěkná se nazývá Aksamitova od pověstného husit. rotmistra Petra Aksamita (v. t.), který prý měl v těchto slujích (děrách) za války s Janem Huňadem svůj hlavní tábor. Vůkolní lid vypravuje, že se zde zavřelo jakés vojsko. Husové, pod Aksamitem, které vítězně odolalo jinému vojsku je zde obléhajícímu (t. j. uherskému).

Zásluhou D. Štúra (1827 – 1893), geológa a prírodovedca, sa informácia o jaskyni pri Haligovciach v roku 1872 objavila aj vo *Verhandlungen* Ríšskeho geologického ústavu vo Viedni. Jej autor sa tu zmienil o kostiach jaskynného medveďa, ktoré z jaskyne získalo viedenské Mineralogické múzeum prostredníctvom M. Kuppelweisera. Išlo o takmer kompletne zachovanú panvu a niekoľko stavcov. Podľa informácií darcu jaskyňa pri Haligovciach bola značne bohatá na takéto kostry, dali sa tu ľahko získať, takže by sa veľmi oplatilo ich racionálne využiť.

V roku 1876 sa o jaskyni pri Haligovciach podrobnejšie zmieňoval aj Samuel Weber (1835 – 1908), regionálny historik a cirkevný hodnostár v Spišskej Belej (obr. 6). Jaskyňu spomenul v kontexte turistickej trasy zo Spišskej Belej cez Reichwald, Haligovce, Smerdžonku do Szczavnicze. Stručne opísal jej

priestory, zmienil sa o nápisoch návštevníkov na stenách a nálezočoch kostí, ktoré poskytovali významné služby vede. Podrobnejšie tiež opísal výkopácky M. Badányiho z roku 1874. Obsahom stručnú zmienku o nej zaradil aj do svojho sprievodcu Belianskou kvapľovou jaskyňou z roku 1883. V súvislosti s opisom turistických výletov, ktoré sa dali absolvovať v rámci návštevy Belianskej jaskyne, tu uviedol, že cestou na zámok v Niedzici možno navštíviť aj jaskyne pri Haligovciach. Pozoruhodné sú tým, že sa v nich našlo veľa kostí jaskynného medveďa a kamenný nôž. Posledná Weberova zmienka o jaskyni pri Haligovciach súvisí s rokom 1902. Písal vtedy o okolí Červeného Kláštora a spomenul aj jaskyne pri Haligovciach, pričom podotkol, že sa v nich našli kostry jaskynného medveďa a predhistorické črepy.

Na existenciu jaskyne Aksamitka pamätal aj Friedrich Umlauf v svojej knihe geografických názvov Rakúsko-Uhorska, ktorú vydal vo Viedni roku 1886. Pod príslušným heslom (Axamytka) v nej uvádzal, že ide o jaskyňu v Spišskej Magure. Pomenovali ju po Axamytovi, veliteľovi českej lúpežníckej tlupy, ktorý sa tu so svojou družinou zdržoval okolo r. 1450.

Zmienka o tejto jaskyni sa zjavila aj v prvom zväzku (1888) ďalšej českej všeobecnej encyklopédie, ktorú od začiatku osemdesiatych rokov 19. storočia pripravoval Jan Otto (1841 – 1916), český kníhkupec a nakladateľ. Ide o heslo Aksamitka s údajmi o jaskyni pri Haligovciach. *Aksamitka, hora v Karpatech spišských, na hranici uherskohaličské, mezi Sromowci v Haliči a Haligovci na Slovensku. Na jejím vrcholu jsou zbytky hradě, které dle podání lidu bývalo v XV. stol. hlavním sídlem vůdce husitského Aksamita za jeho válčení s Janem Hunyadem. V hoře nalézají se pamětihodné jeskyně, jež husitům poskytovaly úkrytu a později staly se skrýšemi loupežníků. Z nich jedna větší souvisí s hraděm, jiná menší sluje jeskyní Aksamitovou bývá od lázeňských hostů szczawnických hojně navštěvována. Tato jest z bílého vápence, čistá a suchá, a rozvětvuje se v jeskyňky poboční. Jest plna vápencových krápníků, od čehož lid ji nazývá jeskyní kamenného mléka. S vrcholu A-ky jest krásná vyhlídka.*

V turistickom sprievodcovi, ktorý vydal v Zürichu okolo roku 1885¹⁰, upozornil na jaskyňu pri Haligovciach aj Karl Siegmeth (1845 – 1912), podpredseda východokarpatskej odbočky Uhorského karpatského spolku. Pri opise romantickej cesty z Červeného Kláštora do Starej Ľubovne spomenul jaskynnú ríšu, ktorú v okolí Haligoviec predstavovali tunajšie jaskyne. Zmienil sa o nej i v ďalšej svojej práci z roku 1890. Pri opise doliny Popradu tu spomenul aj rozoklanú vápencovú skalnú stenu, dvíhajúcu sa dohora takmer v pravom uhle – Haligovské skaly. V jaskyniach rovnakého mena sa tu našlo niekoľko pravekých kostí. Na existenciu jaskyne pamätal aj v práci o uhorských jaskyniach z roku 1898, kde aj ju zaradil medzi najpozoruhodnejšie v krajine. Uviedol, že v oblasti Belianskych Tatier, ktoré sú smerom na sever obklopené vápencovými Pieninami, nájdeme veľa zaujímavých jaskýň. Pri dedinke Haligovce, neďaleko kúpeľov Smerdžonka,

¹⁰ Rok vydania sprievodcu nie je uvedený, avšak podľa údajov, ktoré v ňom uviedol na adresu Belianskej jaskyne, možno predpokladať, že sa tak stalo niekedy okolo roku 1885.

je to Haligovská jaskyňa. Nachádzajú sa v nej kosti stovák ľudí a zvierat, ktoré sú veľmi zaujímavé. Nezabudol ešte zdôrazniť, že prehliadka jaskyne je mimoriadne obťažná.

V prvom diele svojej práce z roku 1895, ktorú venoval Karpatom, Antoni Rehman (1840 – 1917), poľský botanik, geograf, geomorfológ a profesor univerzity vo Lvove, podrobne opísal jednotlivé pohoria na Slovensku. Značný priestor venoval i jaskyniam. Nachádzame tu preto aj zmienky o jaskyniach v Spišskej Magure. Menovite sa zmienil o tých, čo existujú v skalnej skupine pri Haligovciach v doline Lipníka. Spomenul jaskyňu Mliečna diera s peknou sintrovou výzdobou, kde sa našli kosti jaskynného medveďa a kremenné nože. Iná menšia jaskyňa sa zase nazývala Zbojníckou a ďalšia Aksamitkou.

V kontexte štúdie o rastlinstve Pienin botanik Ferdinand Filarský (1858 – 1941) v roku 1898 tiež uviedol, že sa v 841 m vysokej Aksamitke, vrchu nad Haligovcami, nachádzajú dve menšie jaskyne. Jednou z nich je jaskyňa Aksamitka, ktorú pomenovali podľa lúpežníckeho kapitána Aksamita, druhou v nádhernej Michnovej doline Haligovská kostná jaskyňa. V tejto jaskyni sa údajne mali nachádzať kosti jaskynného medveďa a takisto sa tu zistili pravéke črepy.

Na jaskyňu pri Haligovciach pamätal aj Teodor Posewicz (1851 – 1917), lekár a geológ, ktorý informáciu o nej zaradil do turistického sprievodcu po Spiši. V súvislosti s výletmi od Červeného Kláštora uviedol, že jaskyňu Poliaci nazývajú *Axamitkou* po slávnom vodcovi Jiskrových husitov. Tunajšie obyvateľstvo ju nazývalo Mliečnou dierou. Nachádzala sa vo vrchu Červená skala v severnej časti vápencového pásma a bola viditeľná od cesty. Známa bola už v minulom storočí. V jaskyni sa našli rozličné prehistorické predmety, ako nôž z pazúrika, špicaté kostené nástroje, hlinené črepy, ako aj kosti jaskynného medveďa. Prístup k nej bol komplikovaný. Muselo sa obísť pohorie, a až tak sa schádzalo dolu k jej vchodu. Tvorilo ju niekoľko skalných chodieb, ktoré sa rozširovali do priestoru. Pohyb po nej označil za značne komplikovaný. Druhá, Zbojnícka jaskyňa na južnom svahu vrcholu kopca Hrubá skala bola tiež viditeľná od cesty. Aj tu sa našli kosti jaskynných zvierat. Ostatné tunajšie jaskyne neboli významné.

Pri súpise nálezísk starožitností v Uhorsku z roku 1903 jeho autor Ľudovít V. Rizner (1849 – 1913), pedagóg, historik a spisovateľ, pamätal aj na jaskyňu pri Haligovciach. V stručnom hesle tu o nej uviedol, že sa nachádza v Spišskej stolici a našli sa v nej nielen kosti predpotopných zvierat, ale aj rozličné kamenné nástroje.

Moravský etnograf, múzejník a redaktor František Kretz (1859 – 1929) často navštevoval Slovensko a svoje cestopisné spomienky o ňom spracoval v potulkách po Spišskej stolici, ktoré vydal roku 1907. Počas nich sa ubytoval v Spišskej Belej, odkiaľ podnikal výlety do okolia. Jedným z výletov bol aj výlet do Červeného Kláštora a k Dunajcu, a tak sa v tejto súvislosti v potulkách zmienil aj o výlete do *krápnikovej jeskyně u Haligovce (Axamitka, pojmenovaná dle známého husitského vůdce), v níž bylo nalezeno mnoho pravěkých předmětů.*

ODBORNÝ ZÁUJEM O JASKYŇU

V prvej polovici júla 1874 sa statkár Matyáš Badányi zo Slovenskej Vsi podujal aj so 6 pracovníkmi na archeologický výskum jaskyne pri Haligovciach. Nadviazal tým na predchádzajúcu činnosť Jána Šalamúna Petiana (1799 – 1855), zakladateľa vedeckej faunistiky a ornitológie v Uhorsku, a novšie i dvoch nemenovaných poľských bádateľov. O charaktere takto zameranej činnosti J. Š. Petiana absentujú dnes akékoľvek bližšie údaje. Je o ňom známe len to, že sa v roku 1837, počas svojich zoologických výskumov, pohyboval po slovenských lokalitách v Tatrách. Vtedy skutočne mohol zavítať aj do jaskyne Aksamitka pri Haligovciach, ale či má táto úvaha opodstatnenie, to je otázka, na ktorú nepoznáme odpoveď. Nepriamo na takýto jeho záujem poukazuje aj práca z roku 1864, predstavujúca súpis kostrových nálezov, ktoré sa získali pri vykopávkach v Uhorsku. V nej sa Petian o. i. zmienil o nálezoch kostí jaskynného medveďa, pričom spomenul i nálezy z niektorých slovenských jaskýň. Spomenul tu aj akúsi jaskyňu Mariássy v Spišskej župe. S najväčšou pravdepodobnosťou ide o Poráčsku jaskyňu, ktorá sa nachádzala na pozemkoch F. Mariássyho. Práve o nej je známe, že ju ešte v štyridsiatych rokoch 19. storočia navštívili banskí úradníci z Rudnians, ktorí tu nájdené kosti poslali do Budapešti.

Podobne je to i v prípade spomínaných dvoch poľských bádateľov. V časoch J. Š. Petiana k osobám, ktoré by mohli prichádzať do úvahy, patril L. Zejszner. Je nespochybniteľné, že sa v polovici 19. storočia pohyboval aj po Spiši, čo dokumentujú niektoré jeho publikované práce. Z tohto aspektu však prekrvpuje, že sa vo svojom monografickom opise liasového vápence v Tatrách a priľahlých karpatských oblastiach vôbec nez zmienil o Spišskej Magure, oblasti, kde sa nachádza jaskyňa pri Haligovciach či Aksamitka, ako ju v tom čase volali práve Poliaci.

Podľa J. Bártu (1975) M. Badányi v prvej veľkej sieni jaskyne v podstate iba pokračoval v začatých vykopávkach. Námaha jeho pomocníkov čoskoro priniesla úspech. Po asi štyroch hodinách práce tu narazili na miesto, kde sa nachádzalo značné množstvo kostí jaskynného medveďa. K ďalším nálezom toho istého dňa patril asi 12 cm dlhý nôž z pazúrika s obojstranným ostrím, ďalej kosti so zreteľnými stopami po zásahu nožom a niekoľko hrubých črepov z nádoby. Ďalšie vykopávky v prvej polovici septembra 1874 priniesli nález značného množstva kostí a zubov jaskynného medveďa i nález druhého noža z pazúrika s obojstranným ostrím, ktorý mal podľa M. Badányiho patriť do obdobia paleolitu. Pri tejto príležitosti dal prelomiť aj vyše 20 cm hrubú sintrovú vrstvu, pod ktorou natrafil na zvyšky ohniska v podobe väčšieho množstva dreveného uhlia. Začiatkom mája 1875 v jaskyni ešte našiel ďalšie kosti.

Keďže jeho činnosť v jaskyni sa spájala s mnohými ťažkosťami a jeho pomocníkov tu ohrozovalo padanie skál, M. Badányi už ďalej vo výskume jaskyne nepokračoval. Získané nálezy spolu s vyčerpávajúcou správou následne poslal do Maďarského národného múzea v Budapešti. M. Badányi svoje nálezy označil

najprv za neolitické. Neskôr, v roku 1876, ich na kongrese v Budapešti určil ako paleolitické, ale účastníci kongresu vyslovili pochybnosť o správnosti spomenutého datovania. V tom istom roku František Pulszky (1814 – 1897), historik umenia a archeológ, zaradil haligovské nálezy do staršej doby kamennej.

Azda pod vplyvom činnosti M. Badányiho sa na prieskum jaskyne pri Haligovciach podujal aj Alexander Münnich (1842 – 1918), historik, archeológ a učiteľ v Spišskej Novej Vsi. Jaskyňu pravdepodobne navštívil v roku 1876 a spolu s niekoľkými robotníkmi sa pustil do vykopávok v jej severne ležiacej časti¹¹. Tu najprv narazil na vrstvu hrubého štrku, ktorá sa vytvorila odlupovaním stropu jaskyne. Pod ňou sa nachádzala pomerne hrubá vrstva vápenatej zeminy, kde v hĺbke 0,34 m našiel popri obrúsených vápenných kúskoch aj niekoľko fosílnych rebier. Keď sa v týchto miestach dostal na tvrdé jaskynné dno, odkryl plochu veľkú asi 6 m² a začal prerážať 0,23 m hrubú vrstvu sintra. Pod ňou sa nachádzal pórovitý sinter premiešaný so štrkom, kde po opatrnom odstránení jednotlivých vrstiev objavil množstvo kostí pozostávajúcich zo stavcov, rebier a lopatiek. Kostí boli polámané, biele a na koncoch tmavé. Pod nimi ležalo čierne drevené uhlie, čo poukazyvalo na prítomnosť ohniska. Dlhé kosti niesli stopy po opracovaní človekom a na jednej z nich boli dokonca znázornené akési postavy. V týchto miestach A. Münnich ešte našiel chrup akéjsi šelmy a jeden 4 cm dlhý očný zub, ktorý zrejme tunajší ľudia používali ako nástroj.

Svoj nález kostí poslal A. Münnich známemu maďarskému zoológovi J. Krieschovi (1834 – 1888) do Budapešti a požiadal ho o ich bližšie určenie. Ten mu po nejakom čase odpovedal, že chrup patrí jaskynnému medveďovi a všetky poslané kosti bez výnimky boli fosílného pôvodu. Aj keď sa na tomto mieste v jaskyni už nenašli žiadne iné nástroje, Münnichov nález ako celok jednoznačne potvrdzoval tunajšiu prítomnosť človeka, ktorý tu žil na nízkom stupni vývoja ako prvotný obyvateľ tohto kraja.

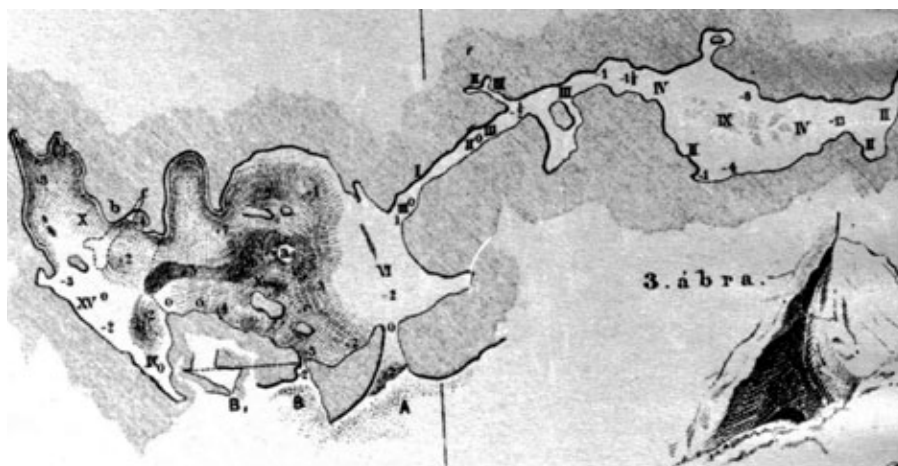
O výsledkoch svojho výskumu A. Münnich v hrubých črtách informoval na stránkach Zipser Bote začiatkom marca 1877. Na jeho článok už v nasledujúcom čísle Zipser Bote zareagoval S. Weber upozornením, že on už v roku 1876 informoval o výskume M. Badányiho v ročenke Uhorského karpatského spolku. Stručne tu objasnil charakter jeho nálezov a konštatoval, že aj A. Münnich sa dopracoval k podobným výsledkom. Podľa neho podobné výsledky priniesli aj vykopávky v rokoch 1875 či 1876 a takto ich hodnotila správa M. Badányiho riaditeľovi Národného múzea v Budapešti či účastníci paleontologického kongresu v roku 1876. V odpovedi na Weberovu reakciu A. Münnich o. i. následne uviedol, že je dobré, ak sa uskutoční viac nezávislých výskumov, pretože sa tým dosiahnu lepšie výsledky. Zároveň sa tým odstránia aj akékoľvek pochybnosti, čo mal byť prípad jaskyne pri Haligovciach.

Z poverenia Uhorského karpatského spolku v júni 1879 viacero jaskýň v oblasti Tatier a Pienin preskúmal Samuel Roth

¹¹ Pravdepodobne ide o dnešný Zrútený dóm, ale presné miesto jeho vykopávok nie je bližšie známe.



Obr. 7. Samuel Roth (1851 – 1889)
Fig. 7. Samuel Roth (1851 – 1889)



Obr. 8. Plán jaskyne od K. Kolbenheyera z roku 1881
Fig. 8. Cave plan by K. Kolbenheyer from 1881

(1851 – 1889), geológ a gymnaziálny profesor v Levoči (obr. 7). Výsledky výskumu publikoval roku 1882 a podrobne sa v nich zmienil aj o výskume v jaskyniach pri Haligovciach. Výskumu jaskyne sa zúčastnil aj K. Kolbenheyer (1841 – 1901), učiteľ na gymnáziu v Bielsku, ktorý jej priestory zamerl a v pôdoryse aj znázornil (obr. 8). Dobré viditeľný vchod do Haligovskej kvapľovej jaskyne, ktorú Poliaci nazývali Aksamitkou a obyvatelia blízkeho okolia Mliečnou dierou, sa nachádzal vo vrchu Červená skala. Prístup k nej bol z cesty Lipník – Smerdžonka a z tej istej cesty, ďalej na východ, pod štítom Hrubá skala, bol viditeľný aj vchod do Zbojníckej jaskyne.

Podľa S. Rotha na juh orientovaný vchod do jaskyne mal trojuholníkový tvar a vstupná, dolu sa zvažujúca chodba viedla do značne priestrannej siene. Táto priestrannejšia, ale nie najpohodlnejšia časť jaskyne bola podľa tu nájdených nálezov sídliskom pravekého človeka. Odtiaľ sa jaskyňa rozdeľovala na dve časti. V ľavej sa nachádzalo množstvo zrútených balvanov a v zemi, ktorá ich pokrývala, zase kosti pravekých zvierat a rôzne ľudské zostatky. O niečo ďalej dno chodby pokrývala hrubá vrstva kvapľoviny a v ďalšej časti belavá masa, ktorú pospolitý ľud nazýval kamenným mliekom.

Do vykopávok sa S. Roth pustil v pravej kvapľovej chodbe. Na tento účel dal v mieste, kde sa chodba rozširovala, prelomiť sintrové dno, ktorého hrúbka sa pohybovala v rozmedzí 10 – 40 cm. Pod ním narazil na žltkastú hlinu, v ktorej sa našlo značné množstvo kostí jaskynného medveďa. V strednej časti veľkej siene, ktorej dno pokrývali roztrúsené ležiacce a začadené skalné hromady, našiel dva silicové úštepky, dve kostené šidlá a početné úlomky kostí jaskynného medveďa. Keďže tieto nálezy ležali na povrchu, prisudzoval im len neolitický vek. Pri kopaní v najzadnejšom výklenku jaskyne, v zemine vlhkej od kvapkajúcej vody, našiel napokon dve sánky, ako aj množstvo kostných úlomkov z jaskynného medveďa. Kopaním v ľavej chodbe odkryl stopy po osídlení, početné hrubé črepy nádob, ohniská, začadené kamene, kostené nástroje a fosilné kosti, z ktorých väčšina patrila jaskynnému medveďovi.

Magursko-javorinská sekcia Uhorského karpatského spolku, ktorá vznikla v Spišskej

Starej Vsi, začala roku 1886 uvažovať o sprístupnení jaskyne pri Haligovciach. K tomuto účelu najprv v roku 1889 vynaložila sumu 6 zlatých na úpravu cesty vedúcej k jaskyni. V ďalšom období sa zamýšľala nad prieskumom jaskyne a po ňom počítala s jej sprístupnením. S týmto zámerom do svojho rozpočtu už na rok 1890 zahrnula sumu 60 zlatých. O rok neskôr vytvorila šesťčlenný výbor, ktorý mal jaskyňu bližšie preskúmať. Výbor mal zároveň zistiť, do akej miery môže sprístupnenie jaskyne prispieť k rozvoju turistického ruchu v celej oblasti, ale aj usilovať sa o získanie ďalších zdrojov, potrebných na sprístupnenie. Keďže sa však prostredníctvom členov výboru nepodarilo získať potrebných odborníkov a aj naďalej prevládala akútny nedostatok finančných zdrojov, výbor sekcie v roku 1893 napokon rozhodol o zrušení svojho pôvodného zámeru. Z toho dôvodu napokon k sprístupneniu jaskyne pri Haligovciach nedošlo.

Roku 1890 György Primics (1849 – 1893), maďarský geológ a paleontológ, publikoval štúdiu o výskyte kostí jaskynného medveďa v Uhorsku. V jej rámci spomenul aj nálezy zo spišských jaskýň, presnejšie z jaskyne pri Haligovciach a susednej Zbojníckej jaskyne. O jaskyni pri Haligovciach tiež uviedol, že ju Poliaci nazývajú Aksamitkou a miestne obyvateľstvo Mliečnou jamou. Zaslúhou M. Badányiho a S. Rotha, ktorí v jaskyni robili vykopávky, sa tu našli stopy pravekého človeka.

PO ROKU 1918

Obsahom rôzne zmienky o jaskyni Aksamitka nachádzame aj v literatúre po roku 1918. V sprievodcovi po Slovensku z roku 1919 R. Boubela sa pri charakterizovaní výletu na trati z Popradu do Podolínce krátko zmienil aj o dvoch jaskyniach v blízkosti okolitých Haligovciach. V stručnom sprievodcovi po Slovensku, v časti *Vlakem přes Slovensko*, F. Bílý a S. Klíma (1919) sa pri charakterizovaní doliny Popradu zmienili o výletoch v okolí Červeného Kláštora. Patril k nim aj výlet do kvapľovej jaskyne pri Haligovciach, ktorá sa nazývala Aksamitkou. Jej názov pochádzal od známeho *vúdce husitských bratříků*. Ako ďalej uviedli, v jaskyni sa našlo mnoho pravekých predmetov. Zmienku o Aksamitke obsahuje aj študentský sprievodca A. Štanglera z roku 1921. Jeho autor však

nemal na mysli jaskyňu pri Haligovciach. Pri opise turistickej trasy zo Spišskej Belej smerom na Podolínce spomenul cestu do Haligoviec, odkiaľ sa dalo dostať na Aksamitku. Tu kedysi stála *tvrz pána Aksamita, vúdce Bratstva*, podľa čoho neskôr jaskyňa dostala svoje pomenovanie. Roku 1921 o jaskyni pri Haligovciach stručne informoval aj S. Klíma. V publikácii, ktorú možno charakterizovať ako istú formu sprievodcu po Slovensku, sa pri opise Podtatranska, kam zahrnul Liptov, Spiš a Vysoké Tatry, zmienil aj o Haligovciach, dedine v Staroveskom okrese, kde neďaleko nej sa nachádzala *jaskyňa Aksamitka, prezvaná podľa českého husitského vodca Petra Aksamita*.

Informáciu o jaskyni pri Haligovciach zahrnul do publikácie o Slovensku z roku 1921 aj Karel V. Adámek (1868 – 1944), český historik a spisovateľ. Pri opise Kežmarku a jeho okolia až k Červenému Kláštoru spomenul, že v okolí Smerdžonky je niekoľko jaskýň. Jednu tunajšiu kvapľovú jaskyňu Poliaci nazvali po husitskom vojvodcovi Petrovi Aksamitovi z Kosova Aksamitkou. Slováci ju však poznajú pod názvom Mliečna diera. Jaskyňa sa nachádza pri Haligovciach vo vrchu Červená skala. Uviedol o nej, že bola známa už v 18. storočí a našli sa v nej kosti jaskynného medveďa a prehistorické starožitnosti.

M. Orłowicz (1881 – 1959), poľský vlastivedný pracovník a popularizátor turistiky, vo svojom sprievodcovi z roku 1921 uviedol, že na skalnom chrbte medzi Lesnicou a Haligovcami sa nachádza veľká jaskyňa Aksamitka, ktorú sa oplatí vidieť. Predstavuje celý labyrint chodieb, a preto si na jej prehliadku treba zobrať sprievodcu. Údajne najlepším bol Jozef Madej zo Szczawnicze Wyżnej. Podľa stekajúcej vody, ktorá tu vytvorila množstvo stalaktitov, ju miestne obyvateľstvo nazývalo Mliečnou dierou. Vnútri jaskyne bolo päť rôznych veľkých siení, ktoré sprievodcovia jaskyne pomenovali rozlične, ako 20 m vysoká Mliečna diera s Mojžišovým prameňom a množstvom stalaktitov, Zbojnícka sieň, do ktorej sa vchádzalo štvornožky, a tri menšie. Aj skupiny stalaktitov tu mali svoje názvy, ako Cigánska banda, Organ, Dietlov pamätník a pod. Dôkladná prehliadka jaskyne trvala asi dve hodiny.

Pri opise významnejších jaskýň na Slovensku z roku 1921 sa spisovateľ Pavol Stacho (1887 – 1946) a Miloš Janoška (1884 – 1963),

učiteľ v Liptovskom Mikuláši, zmienili v Krásach Slovenska aj o významnejších jaskyniach v chatári obce Haligovce v Magurskom okrese. Jednou z nich bola *Haligovecká kvapľová jaskyňa*, ktorá sa nachádzala vo vrchu Červená skala. Tamojší Slováci ju nazývali Mliečnou dierou a Poliaci Aksamitkou. Z cesty medzi Lipníkom a Smerdžonkou bolo vidieť jej vchod, ale prístup k nej bol dosť komplikovaný. Cez trojhranný vchod sa úzkou chodbou vchádzalo do priestranej siene, odkiaľ viedlo viacero chodieb. Jaskyňu stručne opísali a uviedli, že tu nájdené pozostatky svedčia o tom, že ju v praveku obývali ľudia. Po kopaní sa našli fosílie ľudské kosti a kosti jaskynného medveda, črepy primitívnych nádob, pozostatky ohnísk, kostené nástroje a pod. Podľa tunajších ľudí sa v priestoroch jaskyne našlo mnoho zlata a mala byť spojená podzemnou chodbou so zámkom v poľskej Niedzici. M. Janoška jaskyňu Mliečna diera pri Haligovciach, ktorú volali Aksamitovou jaskyňou, spomenul aj v zemepise župy Podtatranskej z roku 1924. Tu uviedol, že sa nachádza v *Čerenej skale* a pomenovali ju *podľa husitského vojvodu Aksamita, ktorý v tomto okolí bojoval*.

Pri opise prírodných krás Slovenska na existenciu jaskýň v Pieninách, v okolí kúpeľov Smerdžonka, roku 1925 poukázal aj Karel Matoušek, český geograf. Konkrétne však nespomenul žiadnu z nich, len uviedol, že tu existuje niekoľko ťažko dostupných kvapľových jaskýň.

V súvislosti s osídlením Slovenska v praveku historik Pavol Florek (1895 – 1963) roku 1926 uviedol, že *tu dosiaľ každý výskum jaskyne alebo obdĺhla diluviálneho človeka skončil negatívne* a medzi lokalitami, na ktoré sa vzťahovalo jeho tvrdenie, zaradil aj jaskyňu pri Haligovciach. Tým dospel k záveru, že diluviálny (pleistocénny) človek tu asi nežil. Načrtol prekážky, pre ktoré sa pravý človek, čo i lovec, nedostal na Slovensko, čím sa tu vraj vtedajší život obmedzil len na typických cicavcov, ako mamut, sob, jaskynný medveď a i. Prvé zaľadenie strednej Európy ich vtlačilo hlboko do slovenských dolín, kde neskôr vyhynuli. Dokazovať to mali nálezy zvieracích kostí v rozličných jaskyniach, medziiným aj z jaskyne pri Haligovciach.

András Kubacska (1902 – 1977), maďarský geológ a paleontológ, sa roku 1928 vo svojich základoch literatúry uhorskej paleontológie stavovcov zmienil pri charakterizovaní 16. a 17. storočia aj o listoch lekára J. P. Haina z rokov 1671 a 1672, ktoré písal P. J. Sachsovi. Takto sa jeho zásluhou do literatúry dostali zmienky o dračích kostiach z jaskyne neďaleko kláštora kartuziánov pri Dunajci. V inej súvislosti, v časti, kde sa zaoberal existenciou drakov, zase uviedol, že stará maďarská literatúra informuje o. i. aj o dračích kostiach zo Spišského komitátu, ktoré sa našli v Haligovskej jaskyni.

Pri charakterizovaní krasových území na Slovensku V. Zázvorka (1903 – 1992), český geológ a paleontológ v roku 1929 uviedol, že severovýchodne od *Belanských Alp, alebo také Žiarických Tater, setkávame se s krasovým územím při Dunajci, odkudž uváděna jest skupina neprobádaných jeskyní od Haligovců, z nichž vyznačovány jsou zejména Axamitka, Zbojnická a jiné. V Axamitce, pojmenované po vůdci Bratříků, nalezeny byly předhistorické předměty.*

Zmienku o jaskyni pri Haligovciach nachádzame aj v publikácii Naše Tatry, ktorú v roku 1931 zostavil kolektív autorov. V kontexte s opisom Spišskej Magury sa jej autori zmienili aj o tunajších jaskyniach. Najznámejšia z nich, ležiaca severne od Haligoviec, bola jaskyňa Aksamitka, pomenovaná *podľa husitského vůdce Petra Aksamita*. Podľa autorov jaskyňu tvorilo niekoľko úzkych chodieb s kvapľovou výzdobou. Neďaleko nej sa nachádzala 35 m dlhá Zbojnícka jaskyňa a niekoľko menších. Našli sa tu aj kosti jaskynného medveda a rôzne prehistorické pamiatky.

Roku 1929 Ferenc Tompa (1893 – 1945), maďarský archeológ, ktorý pri analýze bukovohorskej kultúry vychádzal zo správ M. Badányiho, zaradil do nej i nálezy z Aksamitky, ale fyzicky ich nevidel.

V kontexte staršej doby kamennej sa český archeológ Jan Eisner (1885 – 1967) pri výpočte jaskýň, v ktorých sa na Slovensku našli pozostatky pleistocénnej fauny, zmienil aj o jaskyni Aksamitka neďaleko Haligoviec. Uviedol, že v nej kopal M. Badányi, ktorý našiel kosti jaskynného medveda, nôž z pazúrika polkruhovitého tvaru s obojstranným ostrím a početné hrubé črepy. Blížišie o noži, ktorý M. Badányi poslal do Národného múzea v Budapešti, sa vyjadriť nedokázal a pripustil, že v jaskyni sa mohla nájsť aj mamutia kosť.

Okolo roku 1934 si jaskyňu Aksamitku v Haligovských skalách prenajal Klub československých turistov, odbor v Spišskej Starej Vsi, ktorý sa usiloval o oživenie tunajšieho kraja. Jeho prostredníctvom sa opäť oživila myšlienka jej sprístupnenia pre verejnosť, ale o takto zameranej činnosti členov odboru nie sú dnes k dispozícii nijaké bližšie informácie.



Obr. 9. Josef Skutil (1904 – 1965)
Fig. 9. Josef Skutil (1904 – 1965)

O jaskyniach pri Haligovciach Josef Skutil (1904 – 1965), český archeológ a historik (obr. 9), roku 1938 uviedol, že nie sú známe len svojimi paleontologickými nálezmi. V ich útrobách sa v minulosti našli aj rozličné kamenné nástroje. V prípade jaskyne Aksamitka, kde sa už skôr našla mamutia kosť, tiež uviedol, že M. Badányi tu našiel kosti jaskynného medveda a súčasne získal aj nôž polkruhovitého tvaru z pazúrika, s obojstranným ostrím. Tunajšie nálezy však J. Skutil zaradil do kategórie pochybných, neistých a mylné paleoliticky klasifikovaných.

POVOJNOVÉ OBDOBIE

Okresná osvetová rada v Spišskej Starej Vsi sa v marci 1948 obrátila vo veci výskumu

jaskyne Aksamitka pri Haligovciach na Jaskyniarsky zbor KSTL v Turčianskom Sv. Martine. Informovala ho, že neďaleko kúpeľov Szmerdžonka sa nachádza nepreskúmaná jaskyňa, ktorú by mal vedecky preskúmať Jaskyniarsky zbor, a to podľa možnosti ešte pred začatím kúpeľnej sezóny. V prospech tohto riešenia nehovorila len blízkosť Pienin, ale aj veľký význam jaskyne pre turistiku tunajšieho kraja¹². Okresná osvetová rada upovedomila o veci aj Ústredie KSTL v Liptovskom Sv. Mikuláši. Ústredie preto vyzvalo Jaskyniarsky zbor, aby si za predpokladu, že sa podujme na prieskum jaskyne, vyžiadal od Okresného národného výboru v Spišskej Starej Vsi primeranú finančnú podporu. Ako vyplynulo z vyjadrenia osvetového inšpektora, ONV v Spišskej Starej Vsi počítal s poskytnutím podpory na prieskum Aksamitky. Žiadal však, aby príslušnú žiadosť čo najskôr podal Jaskyniarsky zbor KSTL. Inšpektor vo svojom liste tiež uviedol, že *celý náklad na preskúmanie jaskyne pravdepodobne nebude môcť hradiť ONV, preto je potrebné, aby aj Jaskyniarsky zbor niečím prispel na túto vec*¹³.

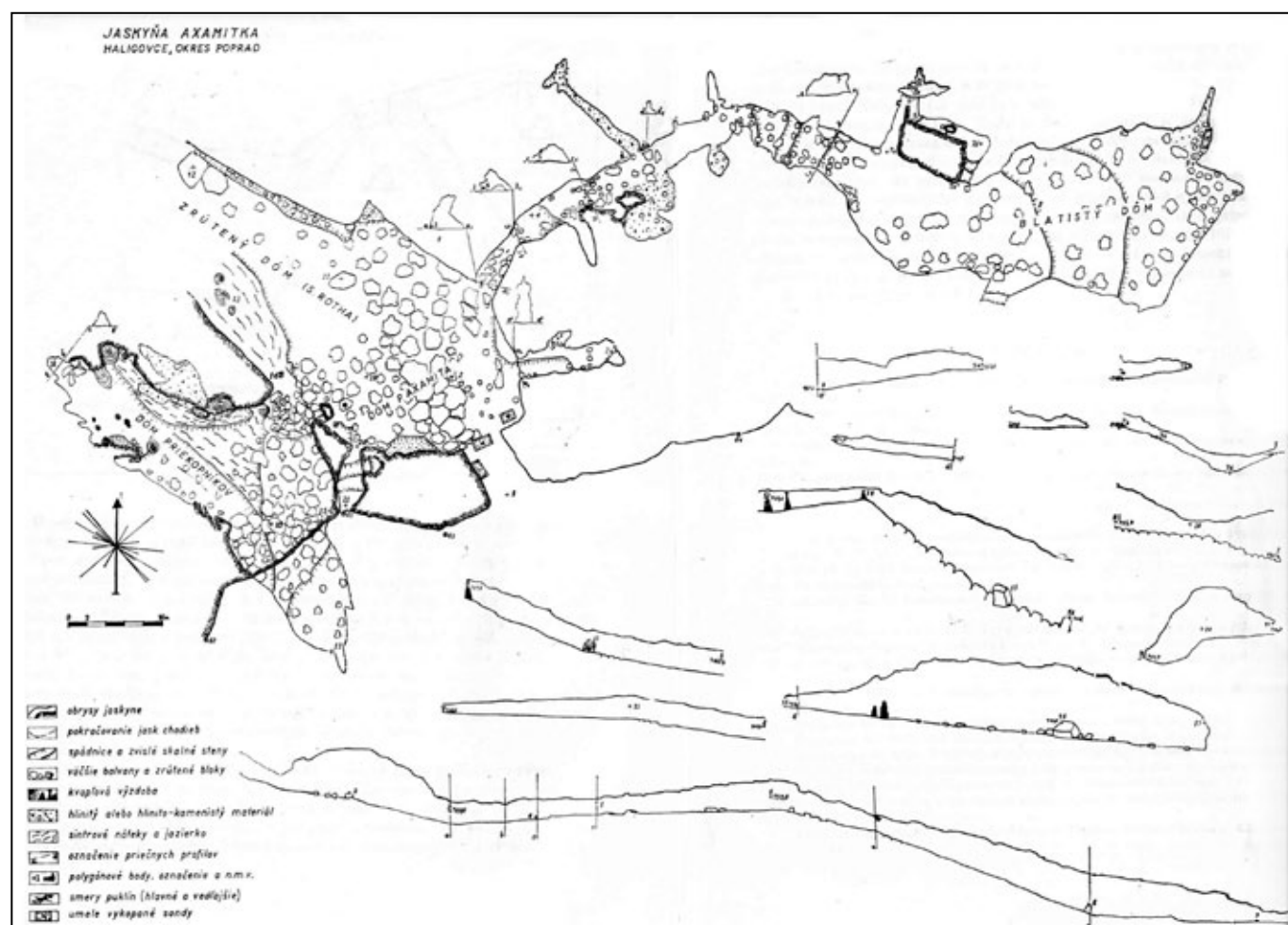
Do akej miery sa Jaskyniarsky zbor zhostil takejto úlohy, nie je bližšie známe. S ohľadom na udalosti, ktoré v roku 1949 viedli k začleneniu KSTL pod JTO Sokol a k pretvoreniu Jaskyniarskeho zboru KSTL na Slovenskú speleologickú spoločnosť, nemožno vylúčiť ani to, že požadovaný prieskum jaskyne sa vôbec neuskutočnil. V materiáloch Jaskyniarskeho zboru nie je totiž o tom ani najmenšia zmienka. Až v septembri 1951 sa Juraj Bárta (1923 – 2005) podujal na speleoarcheologický výskum jaskyne Aksamitka. Blížišie údaje o jeho činnosti však tiež nie sú známe, keďže sa obmedzil iba na jej fotodokumentáciu a konštatovanie, že jaskyňa bola osídlená v paleolite, neolite a stredoveku.

Pri charakterizovaní rozšírenia krasu na Slovensku sa český geograf Josef Kunsý stručne zmienil aj o Spišskej Magure, kde sa pri Dunajci, medzi Haligovcami a Lesnicou, vyskytovalo niekoľko jaskýň. Menovite tu spomenul jaskyňu Aksamitka (Mliečna diera), v ktorej sa našli rôzne artefakty a kostrové nálezy z obdobia pleistocénu, a Zbojnícku jaskyňu s jej nálezmi. Záujem o jaskyňu Aksamitka rezoval aj v niektorých odborných kruhoch na Slovensku. Svedčí o tom napríklad aj činnosť Rudolfa Musila, českého geológa a paleontológa, ktorý v roku 1953 publikoval poznatky o kolekcii osteologického materiálu z jaskyne Aksamitka. Išlo o materiál Krajského múzea v Prešove, ktoré ho požiadalo o jeho spracovanie, a materiál mal pochádzať z dávnejších vykopávok. O rok neskôr R. Musil múzeu spracovával ďalšie osteologické nálezy z jaskyne Aksamitka. Múzeum ich získalo počas speleologického prieskumu jaskyne v roku 1953. Podľa vyjadrenia T. Weisa, správcu prírodovedných zbierok múzea, materiál sa našiel pod sintrovou doskou asi 8 cm hrubou.

Speleologický prieskum jaskyne v tomto období, presnejšie v druhom polroku 1953,

¹²List Okresnej osvetovej rady v Spišskej Starej Vsi č. 301/1948 zo 7. marca 1948 vo veci výskumu jaskyne Aksamitka pri Haligovciach. Archív SMOPaJ, Liptovský Mikuláš.

¹³List Okresnej osvetovej rady, v Spišskej Starej Vsi č. 301/1948 z 1. apríla 1948 Ústrediu KSTL v Liptovskom Sv. Mikuláši. Archív SMOPaJ, Liptovský Mikuláš.



Obr. 10. Plán jaskyne od P. Janáčika z roku 1962
Fig. 10. Cave plan by P. Janáčik from 1962

realizovali Andrej Begala (1921 – 1992) a Viktor Pleva (1923 – 1990), pracovníci výskumu a ochrany jaskýň Cestovného ruchu, n. p. I keď zatiaľ chýbajú bližšie informácie o rozsahu ich tunajšej činnosti, práce s rozličnými ťažkosťami pokračovali aj začiatkom roku 1954. Vyplýva to z kontroly pracoviska, ktorú na základe nariadenia speleologického oddelenia vykonal začiatkom mája 1954 Peter Droppa (1910 – 1990), vedúci východnej jaskyniarskej oblasti Cestovného ruchu, n. p.¹⁴

V kontexte charakterizovania minulosti slovenských jaskýň Ivan Houdek (1887 – 1985), vlastivedný pracovník a historik, spomenul v roku 1954 aj jaskyňu pri Haligovciach. Uviedol o nej, že aj v jej útrobách sa našli *paleontologické zvyšky pleistocénnnej fauny, najmä jaskynných medvedov*. V ďalšej časti však potom mylne predpokladal, že kežmarský fyzikus D. Fischer mal z tu nájdených dračích kostí zostaviť celú kostru draka a získať tak od cisára Leopolda I. titul *Aulae familiaris*. Za nepresnú treba označiť aj jeho domnienku o preskúmaní jaskyne J. Buchholtzom ml., keďže zatiaľ nič nenasvedčuje, že by sa o ňu zaujímal v časoch svojho kežmarského účinkovania v rokoch 1723 – 1737.

Pri súpisu paleolitického materiálu historického oddelenia Maďarského národného

ho múzea archeológ László Vértes (1914 – 1968) našiel dva úlomky kosteného nástroja, ktoré podľa inventárneho čísla pochádzali z roku 1881. Jeden úlomok sa dostal do zbierok z Prírodovedeckého múzea, druhý sa pred niekoľkými desaťročiami dostal z toho istého múzea do Zemepisného ústavu a po čase tiež zakotvil v Maďarskom národnom múzeu. Úlomky sa hodili k sebe a podľa inventárnej knihy z roku 1881, kde boli zapísané ako neolit, išlo o nález S. Rotha z jaskyne pri Haligovciach. Keď L. Vértes preveril, že zlepený hrot tvaru tzv. mladeckého typu bol vyrobený z parohu soba, nebolo pochyb, že hrot i kamenné nástroje, ktoré našiel M. Badányi a S. Roth, sú paleolitické. V rámci aurignackej kultúry ich priradil k tzv. olševieniu. Tým sa dokázalo, že počas výskumov jaskyne v rokoch 1874 a 1879 sa našli prvé paleolitické nástroje pravekého človeka na území vtedajšieho Uhorska. L. Vértes tiež konštatoval, že u nás archeológovia vedú nálezy z jaskyne pri Haligovciach vo svojich prácach ako neolit alebo píšú o nich ako o neurčiteľnom náleze. Keďže v poslednom období sa tu nerealizovali žiadne výkopávky, zastával názor, že práve na základe oddelených nálezov je pravdepodobné, že sa v jej výplniach skrýva ešte mnoho cenných nálezov. Reálne predpokladal, že by tu nové výkopávky mohli priniesť ďalšie cenné nálezy z aurignacieniu.

V rokoch 1961 – 1963 P. Janáčik uskutočnil v rámci Múzea slovenského krasu spolu so S. Šrolom a D. Žákom speleologický výskum jaskýň Haligovských skál. Pritom zamerail jaskyňu Aksamitka a priebeh jej priestorov znázornil v pôdorysnom pláne (obr. 10). Poznatzky z výskumu publikoval roku 1968, kde o najznámejšej tunajšej jaskyni uviedol, že je známa aj pod názvom Mliečna diera. Pomenovali ju podľa bratrického kapitána P. Aksamita, ktorý podľa niektorých literárnych prameňov mal mať v nej skrýšu pre svoju jednotku. Jaskyňu vo východnom svahu Tupého vrchu tvorili tri hlavné chodby v dĺžke 225 m a 9 bočných, spolu 91 m dlhých, a jedna 18 m hlboká priepasť v Dóme priekopníkov. Konštatoval tiež, že výzdobu jaskyne dodnes ničia a drancujú najmä náhodní návštevníci, turisti a *čierni jaskyniari*. Dôležitým činiteľom vo vývoji jaskyne bolo aj oddrobovanie a rútenie zvetraného materiálu uvoľneného zo stropu a stien. Mocnosť prikrývky tohto materiálu na dne jaskyne dosahovala miestami viacmetrovú hrúbku a mnohé balvany presahovali 10 i 15 m³.

P. Janáčik sa zmienil aj o zisťovacích archeologických výskumoch maďarských archeológov v roku 1826 a 1886¹⁵, keď tu mal kopať M. Badányi a S. Roth. Takisto spome-

¹⁴Hlásenie P. Droppu z 13. 5. 1954 adresované speleologickému oddeleniu Turistu, n. p., v Bratislave. Archív SMOPaj, Liptovský Mikuláš.

¹⁵Ním uvádzané roky však nekorešpondujú so žiadnou známou činnosťou, ktorá by sa v jaskyni spájala s realizáciou prípadných výkopávk.



Obr. 11. Účastníci archeologického výskumu jaskyne v roku 1963, zľava B. Polla, P. Janáčik a R. Kovalčík. Foto: S. Šrol
Fig. 11. Participants of archaeological research of the cave from 1963, from the left B. Polla, P. Janáčik and R. Kovalčík. Photo: S. Šrol



Obr. 12. Belo Polla (1917 – 2000)
Fig. 12. Belo Polla (1917 – 2000)

nul, že Badányiho nálezy prisúdil F. Tompa v roku 1929 bukovohorskej kultúre a L. Vértés revíziou v roku 1954 niektoré kamenné nástroje a kostený hrot aurignackej kultúre. Podľa P. Janáčika jaskyňu mal ako prvý zamerať S. Roth, to však nezodpovedá objektívnej pravde¹⁶.

Správa Tatranského národného parku začiatkom decembra 1960 v súvislosti s riešením problémov cestovného ruchu Červeného Kláštora – Pienin uvažovala so sprístupnením Haligovských skál formou turistického chodníka. Požiadala preto Múzeum slovenského krasu o vyjadrenie k hodnote a významu jaskyne Aksamitka, keďže v takomto prípade malo ísť o prevádzku a bezpečnosť potenciálnych návštevníkov. Múzeum v odpovedi zo dňa 16. decembra 1960 uviedlo, že jaskyňa je typom svahovej jaskyne, vytvorenej prevažne chemickou činnosťou dažďovej vody, a jej kvapľová výzdoba je úplne zničená. Sprístupniť ju mal Uhorský karpatský spolok v roku 1883 (!?), ale záujem o ňu postupne i zo strany samotného spolku ochabnul. Keďže jaskyňa je významnou archeologickou lokalitou, kde sa zistili sídliskové vrstvy neolitického človeka, odporúčalo zväžiť všetky okolnosti, či ju znovu sprístupniť. Odporúčalo tiež, aby sa otázka prípadného

sprístupnenia jaskyne prešetrila aj z hľadiska cestovného ruchu¹⁷.

V júli 1963 Múzeum slovenského krasu v spolupráci s Podtatranským múzeom v Poprade uskutočnilo prostredníctvom B. Pollu, externého pracovníka Slovenského národného múzea v Bratislave, zisťovací historicko-archeologický výskum jaskyne Aksamitka (obr. 11 a 12). Výskum sa realizoval v kontexte registrácie jaskýň a iných krasových foriem v Pieninách. Počas neho sa pri vchode a vo vchode do jaskyne

vykopali tri menšie sondy, kde sa pod prvou vrstvou sutín našli zvyšky stredovekej keramiky z 15. – 16. storočia a ojedinelý silicitový praveký artefakt (dnes stratený). Zároveň sa v Zrútenom dome v prvom pravom ohnisku našli dva uhľíky a spálená vrstva a poniže druhého ohniska v Dome netopierov vodou odplavené uhľíky a zvieracie kosti¹⁸. V tejto súvislosti B. Polla vyslovil názor, že jaskyňa pravdepodobne v časoch pobytu bratríckych vojsk na Spiši nemala taký význam, ako jej pripisujú niektorí bádatelia a najmä, aký jej pripisuje A. Jirásek. Podľa neho tomu nasvedčovala konfigurácia terénu i samotný jaskynný útvar Aksamitka.

Správa slovenských jaskýň, ktorá vznikla roku 1970 v Liptovskom Mikuláši, v koncepcii rozvoja slovenského jaskyniarstva v rokoch 1971 – 1985 pamätala v kontexte sprístupňovania ďalších jaskýň aj na jaskyňu Aksamitka. Keďže sa nachádza v turisticky navštevovanej oblasti Pienin, uvažovalo sa tu s turistickou úpravou jej priestorov, čiže nenáročnou úpravou chodníkov a osvetlením prostredníctvom karbidiek. Predpokladalo sa, že takto sprístupnená jaskyňa bude k dispozícii návštevníkom počas letnej turistickej sezóny a stane sa vhodným doplnkom historického areálu Červeného Kláštora.

Zmienky o jaskyni Aksamitka sa v tomto období objavovali príležitostne v tlači a rozličných publikáciách. Keď P. Štinčík roku 1973 písal o prírodných krásach Staroľubovnianskeho okresu, nevynesol ani Haligovské skaly a jaskyňu Aksamitka, ktorá sa nachádzala vo vrchu Červená skala. Uviedol, že sa spomína v historických prameňoch v súvislosti s pobytom bratríkov na Spiši v roku 1431. Zmienil sa i o výskume archeológov, ktorý potvrdil jej stredoveké osídlenie, a stručne opísal charakter jej priestorov. V roku 1974 čitateľku časopisu Život zaujímalo, či jaskyňa naozaj dostala meno po P. Aksamitovi.

¹⁷ List Správy Tatranského národného parku č. 1245/37-Mü/1960 – význam jaskyne Aksamitka z 10. 12. 1960. Archív SMOPaJ, Liptovský Mikuláš. List Múzea slovenského krasu zo 16. decembra 1960 č. 1428/60 Správe Tatranského národného parku, Tatranská Lomnica. Archív SMOPaJ, Liptovský Mikuláš.

¹⁸ Polla, B.: Zpráva o prieskume jaskyne Aksamitka v katastri obce Haligovce, okr. Poprad, 19. – 21. 7. 1967. Archív SMOPaJ, Liptovský Mikuláš.

Redakcia jej v odpovedi okrem objasnenia charakteru a iných náležitostí jaskyne uviedla, že je zaujímavá svojou históriou a povestami, ktoré čerpajú z pobytu husitských a bratríckych vojsk na Slovensku. Podľa nej sa zatiaľ nedokázalo, či naozaj bola sídlom alebo aspoň úkrytom P. Aksamita z Lideňovíc či strediskom bratríkov. Podľa výsledkov výskumu, ktorý roku 1963 v jaskyni realizovalo Okresné vlastivedné múzeum v Poprade, sa možno domnievať, že v stredoveku bola trvale alebo prechodne osídlená, pričom ďalší jej prieskum by mohol priniesť nové poznatky. D. Dugas v roku 1976 zase uviedol, že jaskyňa Aksamitka sa spomína takmer pri každej zmienke o Haligovských skalách. Popri fotografiách, ktoré o nej uverejnil, informoval o jej dĺžke i charaktere a zdôraznil, že má zaujímavú históriu. Našli sa v nej stopy po človeku z doby kamennej a početné kosti jaskynného medveďa. V polovici 15. storočia bola vraj úkrytom či sídlom bratríckeho kapitána P. Aksamita. Teraz slúži ako obydlie viacerým druhom netopierov.

Roku 1974 sa informácie o jaskyni Aksamitka dostali aj do slovenskej encyklopédie Pyramída, ktorá vychádzala v rokoch 1971 – 1990. Tu v hesle *Haligovské skaly* jeho zostavovateľ uviedol, že miestne obyvateľstvo poznalo Haligovské skaly a tunajšie jaskyne už v ranom stredoveku. Jaskyňa dostala meno po P. Aksamitovi, veliteľovi časti husitských vojsk. Otázka pobytu týchto vojsk v Haligovských skalách, povedľa ktorých prechádzala dôležitá cesta z Uhorska do Poľska, nie je dostatočne objasnená. V jaskyni sa našli nástroje človeka z kamennej doby, črepy hlinených nádob, ako aj kosti jaskynného medveďa, mamuta a soba. Nálezy stredovekej keramiky svedčia o tom, že v 15. storočí bola prechodne obývaná. Heslo Haligovce obsahuje aj Vlastivedný slovník obcí na Slovensku z roku 1977. Uvádza sa v ňom, že v jej chotári dominujú Haligovské skalky – vápencové Bradlo s krasovými formami a jaskyňa Aksamitka, kde sa zistilo osídle-



Obr. 13. Detail súčasnej výzdoby jaskyne. Foto: P. Ballo
Fig. 13. Detail of present cave decoration. Photo: P. Ballo

¹⁶ Jaskyňu Aksamitka, podobne i ďalšie jaskyne v okolí Vysokých Tatier, ktoré preskúmal S. Roth, zameral v tom čase K. Kolbenheyer.

nie z obdobia paleolitu a neolitické sídlisko bukovohorskej kultúry.

V súvislosti s najstarším osídlením našich jaskýň J. Bárta v roku 1981 vyslovil názor, že paleolitické pamiatky z jaskyne v Haligovciach, ktoré sa našli na povrchu jaskynného dna a datovali do aurignacienu, treba zrevidovať. Predpokladal, že tunajší kostený hrot zo sobieho paroha a kamenné nástroje sa prisúdia magdalénienskej kultúre, a to najmä v súvislosti s jej nedávno objavenými sídliskami neďaleko Červeného Kláštora. Navyše sa podľa neho v aurignacien hroty zo soba vyrábali veľmi zriedkavo iba na území západnej Európy.

Pri opise krasu Pienin F. Skřivánek, J. Hromas a B. Kučera v roku 1981 uviedli, že najvýznamnejšie krasové javy sú v Haligovských skalách. Jaskyňa Aksamitka ako najväčšia jaskyňa je významným archeologickým náleziskom. Nazýva sa aj Haligovskou jaskyňou alebo Mliečnou dierou. Nazvali ju podľa bratrického kapitána P. Aksamity, ktorý sa v nej údajne ukrýval so svojou jednotkou. O jej vstupnú chodbu sa archeológovia údajne zaujímajú od roku 1826 (!?). Vedľa množstva kostí pleistocénnych cicavcov tu vykopali kosti pravekého človeka, jeho kamenné a kostené nástroje, nádoby a ohnisko. Našli sa tu i početné predmety a keramika zo 14. a 15. storočia, teda z obdobia, keď tu údajne pôsobili aj bratrci.

Roku 1985 o jaskyni Aksamitka, ktorá sa v zmysle Úpravy Ministerstva kultúry SSR z roku 1979 stala chráneným prírodným výtvorom, J. Klinda uviedol, že predstavuje najväčšiu jaskyňu Haligovského krasu. Pre zafarbenie stien so zvetranou výzdobou ju ľudovo nazývali Mliečna diera. Jaskyňa, ktorá je známa archeologickými a paleontologickými nálezmi, tvorí biotop netopierov, medzi nimi aj vzácného lietavca sfahovavého. Sintrová výplň je prevažne zvetraná, zachovalo sa z nej niekoľko mohutných stalagmitov (obr. 13).

V rokoch 1986 – 1989 oblasť skupina SSS v Spišskej Belej posudzovala možnosti uzatvorenia jaskyne, aby sa zabránilo ďalšej devastácii jej priestorov turistami a inými návštevníkmi. Koncom novembra 1988 tu v súvislosti s inventarizačným výskumom zabezpečila prieskum v Dome priekopníkov a dokumentáciu jaskyne. V letných mesiacoch roku 1989 osadila dverový uzáver v hlavnom vchode do jaskyne a neskôr i tabuľu s označením lokality za chránený prírodný výtvor.

Začiatkom februára 1989 redakcia Východoslovenských novín požiadala Správu slovenských jaskýň o stanovisko vo veci jaskyne, keďže ju o jej kritickom stave informoval vedúci múzea v Červenom Kláštore. Ústredie štátnej ochrany prírody ako nástupca SSJ redakcii odpovedalo v tom zmysle, že jaskyňa bola v minulosti uzatvorená mrežovým uzáverom, ktorý neznámi návštevníci vandalsky zničili. Nový uzáver zabezpečila oblasť



Obr. 14. Vchod do jaskyne označený zákazom vstupu a tabuľou národnej prírodnej pamiatky. Foto: P. Ballo

Fig. 14. Cave entrance with entry restriction and national nature monument board. Photo: P. Ballo

skupina Slovenskej speleologickej spoločnosti v Spišskej Belej. Uzatvorenie jaskyne vychádzalo z okresnej revízie chránených území okresu Stará Ľubovňa. Ústredie na lepšie zabezpečenie ochrany jaskyne navrhovalo zrušiť značkovany turistický chodník z obce Haligovce, ktorý prechádzal úbočím oproti jaskyni na hrebeň CHPV Haligovské skaly.



Obr. 15. Účastníci medzinárodného sympózia ALCADI '98 na návšteve jaskyne, zľava M. Lalkovič, K. Székely a K. Bolner Takács. Foto: P. Ballo

Fig. 15. Cave visit by participants of the international symposium ALCADI '98, from the left M. Lalkovič, K. Székely and K. Bolner Takács. Photo: P. Ballo

V závere stanoviska ešte uviedlo, že v prípade nového návrhu na sprístupnenie jaskyne bude jeho stanovisko záporné¹⁹.

V polovici 90. rokov sa J. Glazek a H. Hercmanová zaoberali rádioizotopovým datovaním sintrov z jaskyne spektrometrickou metódou ²³⁰Th/²³⁴U prostredníctvom Geologického ústavu Bergenskej univerzity

¹⁹List Ústredia štátnej ochrany prírody č. 685/374/89-SSOP z 13. 2. 1898 redakcii Východoslovenských novín v Košiciach. Archív SMOPaJ, Liptovský Mikuláš.

v Bergene (Nórsko). Získané výsledky potvrdili starý vek jaskyne, podľa čoho vznikla pred 350-tisíc rokmi, čo zodpovedá interglaciálu Mindel/Riss.

Na základe Vyhlášky Ministerstva životného prostredia SR č. 293/1996 Z. z. je jaskyňa Aksamitka vyhlásená za národnú prírodnú pamiatku (obr. 14). V máji 1998 ju navštívili účastníci medzinárodného sympózia o histórii speleológie a karsológie – ALCADI '98, ktoré sa konalo v Liptovskom Mikuláši (obr. 15).

V súvislosti s neolitickým osídlením Spiša M. Soják v roku 2000 uviedol, že *nehodnoverné sú predovšetkým nálezy údajnej bukovohorskej keramiky z Haligoviec – Aksamitky*. Tento poznatok do literatúry vniesli M. Badányi (1874) a S. Roth (1881), prebral ich aj F. Tompa (1929) a neskôr ďalší autori. Revízny výskum v Aksamitke v roku 1963 neolit nedoložil a staré nálezy keramiky sú stratené. V širokom či blízkom okolí jaskyne navyše nepoznáme ani sídliskové stopy z obdobia neolitu. Žiaduce je uskutočniť revízny archeologický výskum v Aksamitke, ktorá je neustále poškodzovaná amatérskymi výkopmi.

NÁZOV JASKYNE

Napriek tomu, že názov Aksamitka je výpovedťou udalostí z 15. storočia, ktoré majú súvisieť s jej blízkym okolím, najfrekvencovanejši, vyvinul sa až neskôr. V druhej polovici 17. storočia J. P. Hain vo svojich listoch písal o nej ako o jaskyni neďaleko kláštora kartuziánov. O nič lepšia situácia nebola ani v 18. storočí. Z publikácie J. Bohuša, ktorá však vyšla až v roku 1919, vyplýva, že on sám ju nazýval rôzne. Názov *Dračia diera* prevzal podľa všetkého od miestneho obyvateľstva a formy *Jaskyňa pri Haligovciach* a *Haligovská jaskyňa* mu asi vyplynuli z jej geografickej polohy. Nový prvok do názvu jaskyne vniesol Jakub Buchholtz, ktorý ju vo svojej správe z roku 1787 o ceste cisárskej komisie v roku 1751 ako jediný nazval *Pieninna*.

V 19. storočí sa najmä v českej literatúre začal udomáčňovať názov jaskyňa *Aksamitka*, resp. *Aksamitka*, ktorý má pochádzať od Poliakov. V takejto forme ho použil nielen F. L. Rieger v roku 1863, ale i J. Otto roku 1888 a neskôr i ďalší autori. Zásluhou F. Umlaufa sa v roku 1886 do literatúry dostal i názov *Axamithka*. Názov *Mliečna diera*, ktorý možno chápať ako ďalšiu modifikáciu vytvorenú domácim obyvateľstvom, sa tiež objavil v literatúre 19. storočia. Spomenul ho nielen A. Rehman (1895), ale aj T. Posewitz a neskôr i ďalší. Modifikovanú formu tohto názvu *Mliečna jama* ešte v roku 1890 uviedol do literatúry Gy. Primics.

Používanie názvu jaskyne odvodeného od blízkej obce v 2. polovici 19. storočia prešlo tiež niekoľkými modifikáciami. Roku 1872 sa do literatúry dostal názov *Kostná jaskyňa pri Haligovciach*, ale S. Weber sa o niekoľko rokov neskôr (1876) vrátil k už známemu názvu *Haligovská*

jaskyňa. Nejednotnosť z hľadiska používania názvu prevládala aj na konci 19. storočia. Kým T. Posewitz roku 1898 použil názov *Haligovská kvapľová jaskyňa*, K. Siegmeth v tom istom roku písal o *Haligovskej jaskyni* a F. Filiarsky dokonca použil názov *Haligovská kostná jaskyňa*.

O niečo lepšia situácia nastala po roku 1918. V tomto období sa už v oveľa väčšej

miere začal udomáčňovať názov *Aksamitka*, pričom v roku 1929 ho V. Zázvorka modifikoval na *Axamitka*. Ojedinele sa však používali aj názvy *Haligovecká kvapľová jaskyňa*, *Haligovské jaskyne*, *Aksamitova jaskyňa* či *jaskyňa pri Haligovciach*.

Záverom ešte jedna poznámka. V niektorých prípadoch sa v minulosti používal aj

pomnožný názov *jaskyne pri Haligovciach*, ktorý mal naznačiť, že sa v okolí Haligoviec nachádza viac jaskýň. Zaslúhou Poliakov došlo i k zámeně jaskýň, pretože nimi spomínaný názov *Mliečna diera* sa v niektorých prípadoch vzťahoval na jaskyňu *Aksamitka* a pod názvom *Aksamitka* mali na mysli dnešnú *Zbojnícku jaskyňu*.

LITERATÚRA

- ADÁMEK, K. V. 1921. *Slovenskem, II. díl*. V Praze, 362 s.
- ANONYMUS 1872. Knochenhöhle bei Haligöcz. Verhandlungen der kaiserlich-königlichen Geologischen Reichsanstalt, Wien, s. 14–15.
- ANONYMUS 1974. Dostala Aksamitka meno podľa P. Aksamity? Život, 16. 1. 1974.
- ANONYMUS 1974. Haligovské skaly. Pyramída, encyklopédia moderného človeka, Bratislava, s. 1227.
- ANONYMUS 1977. Haligovce. Vlastivedný slovník obcí na Slovensku I., Bratislava, s. 401.
- ANONYMUS 1888. Aksamitka. Ottův slovník naučný, Illustrovaná encyklopaedie obecných vědomostí, první díl, (A – Alpy), Vydavatel a nakladatel J. Otto v Praze, s. 658.
- ANONYMUS 1889. Magura-Javorina-ösztály. A Magyarországi kárpátegyesület évkönyve, XVI. évfolyam, Igló, s. 153–154.
- ANONYMUS 1934. Jaskyňa Aksamitku v Haligovských skalách. Krásy Slovenska, roč. XIII, s. 135.
- BÁRTA, J. 1963. Desť rokov speleoarcheologickej činnosti Archeologického ústavu SAV. Slovenský kras, 4, s. 87–97.
- BÁRTA, J. 1975. Sto rokov archeologického výskumu v jaskyniach na Slovensku. Slovenský kras, 3, s. 3–36.
- BÁRTA, J. 1981. Najstaršie osídlenia slovenských jaskýň. Krásy Slovenska, roč. LVIII, s. 38–39.
- BIŁY, F. – KLÍMA, S. 1919. Stručný průvodce po Slovensku. V Praze, s. 34.
- BOHUSCH, G. 1919. Historisch-geographische Beschreibung des in Oberungarn berühmtesten Zipser Landes. Keszmark, 172 s.
- BOHUŠ, I. 1988. Tatry očami Buchholtzovcov. Martin, 62 s.
- BOUBELA, R. 1919. Nový průvodce Slovenskem. V Brně, 118 s.
- BUCHHOLTZ, G. 1899. Das Weit und breit erschollene Zipser-Schnee-Gebürg. Leutschau, 67 s.
- BUCHHOLTZ, J. 1787. Reise auf die karpatischen Gebirge, und in die angränzenden Gespanschaften. Ungarisches Magazin, oder Beyträge zur Ungarischen Geschichte, Geographie, Naturwissenschaft und der dahin einschlagende Litteratur, Preßburg, s. 34–58.
- BUCHHOLTZ, J. 1905. Reise auf die karpatischen Gebirge, und in die angränzenden Gespanschaften (1751). Keszmark, 29 s.
- ČEKOVSKÝ, M. 1953. Červený Kláštor. Cestovný ruch, roč. I, č. 9–10, s. 8.
- DOMIN, K. a kol. 1931. Naše Tatry. Praha, 810 s.
- DRENKO, J. 1999. Ján Šalamún Petian – Petényi (1799 – 1855). Lučenec, 76 s.
- DUGAS, D. 1976. Uverejnite fotografiu z Aksamitky. Krásy Slovenska, roč. LIII, s. 463–465.
- EISNER, J. 1933. Slovensko v pravéku. Bratislava, 380 s., 105 tab.
- FÉNYES, E. 1847. Magyarország leírása, 2. Rész. Pest, 520 s.
- FÉNYES, E. 1851. Magyarország, geographiai szótára, I. kötet. Pesten, 285 s.
- FILARSKY, F. 1898. Das Pieninen Gebirge und seine Flora. Jahrbuch des Ungarischen karpathen-vereins, XXV Jhg., Igló, s. 32–91.
- FISCHER, D. 1729. Descriptio lapidum stalactites in antris Carpathi Scepusiensis inventorum, Artic. 17. In Supplementum IV. Curieuse und nutzbarer Anmerkungen von Natur und Kunstgeschichten, Budissin, s. 124–129.
- FLOREK, P. 1926. Osídlenie Slovenska v pravéku. Sborník Museálnej slovenskej spoločnosti, roč. XX, s. 27–39.
- GENERSICH, Ch. 1807. Reise in die Carpathen mit vorzüglicher Rücksicht auf das Tatra-Gebirge. Wien und Triest, 352 s.
- GLĄZEK, J. – HERCZMAN, H. – LAURITZEN, S. E. 1995. Wiek U/Th nacieków z jaskini Aksamitki w Pieninach (Słowacja). Streszczenia, V Konferencja „Metody Chronologii Bezwzględnej”, s. 61–62.
- HOMZA, Š. – JAKÁL, J. 1972. Perspektívy rozvoja speleológie na Slovensku. Slovenský kras, 10, s. 145–154.
- HOUBEK, I. 1954. Z minulosti slovenských jaskýň. Príroda a spoločnosť, roč. III, s. 215–223.
- JANÁČIK, P. 1968. Správa o výskume krasu Haligovských skál. Slovenský kras, 6, s. 17–27.
- JANOŠKA, M. 1924. Základné vedomosti zemepisné a zemepis župy Podtatranskej (XIX). Prešov, 71 s.
- KLEIN, I. – VYDRA, L. 1890. Magura – Javorina. Jahrbuch des Ungarischen karpathen-vereins, XVII. Jhg., Igló, s. 209.
- KLEIN, I. – VYDRA, L. 1891. Sektion Magura – Javorina. Jahrbuch des Ungarischen karpathen-vereins, XVIII. Jhg., Igló, s. 157–158.
- KLEIN, I. – WYDRA, L. 1893. Sektion Magura – Javorina, Jahresbericht. Jahrbuch des Ungarischen karpathen-vereins, XX. Jhg., Igló, s. 101–102.
- KLÍMA, S. 1921. Slovenská vlast. V Praze, s. 266.
- KLINDA, J. 1985. Chránené územia prírody v Slovenskej socialistickej republike. Bratislava, 319 s.
- KORABINSKÝ, J. M. 1786. Geographisch=Historisches und Produkten Lexikon von Ungarn. Preßburg, 896 s.
- KRETZ, F. 1907. Toulky po Spišské stolici. Cestopisné vzpomínky na Slovensko, V Uher. Hradišti, nákladem spisovatele, 27 s.
- KUBACSKA, A. 1928. Die Grundlagen der Literatur über Ungarns Vertebraten-paläontologie. Budapest, 92 s. + 10 tab.
- KUČERA, B. – HROMAS, J. – SKŘIVÁNEK, F. 1981. Jeskyně a propasti v Československu. Praha, 252 s.
- KUNSKÝ, J. 1950. Kras a jeskyně. Praha, 164 s.
- LÁKOVIC, M. 1991. Z galérie našich jaskyniarov III. Jaskyniar, s. 41–47.
- MARTINČAK, F. 1973. Medicína na Spiši v rokoch 1412 – 1770. Spiš, vlastivedný zborník, č. 3–4, 301 s.
- MATOUŠEK, K. 1925. Přírodní krásy Slovenska. Slovenská čítanka, Druhý zcela přepracované vydání, s. 15–57.
- MÜNNICH, A. 1877. Die Haligöcz Kalkhöhle. Zipser Bote, XV. Jhg., Nr. 9, Leutschau, den 3. März 1877.
- MÜNNICH, A. 1877. Die Haligöcz Höhle und Forschungen überhaupt. Zipser Bote, XV. Jhg., Nr. 11, Leutschau, den 17. März 1877.
- MÜNNICH, A. 1885. Eine Tátrafahrt vor 133 Jahren. Jahrbuch des Ungarischen karpathen-Vereins, XII. Jhg., s. 159–173.
- MUSIL, R. 1953. Jeskynní medvěd z jeskyně Arsamitka. Československý kras, roč. VI., s. 154–156.
- MUSIL, R. 1955. Nové osteologické nálezy z jeskyně Axamitky. Anthropozoikum, V, s. 47–54.
- NIEZABITOWSKI, E. L. 1924. Smoki karpacie i Smoczé jamy. Kosmos, rocz. XLIX, Lwów, s. 879–890.
- ORŁOWICZ, M. 1921. Ilustrowany przewodnik po Spiszu, Orawie, Liptowie i Czadeckiem. Lwów – Warszawa, 286 s.
- PETÉNYI, S. J. 1864. Magyarország ásatag állatok madaravanyainak jegyzéke. Petényi Salamon J. által összeírva, Hátrahagyott munkái, I. füzet, Pest, s. 86–120.
- POSEWITZ, T. 1898. Reisehandbuch durch Zipsen. Budapest, 362 s.
- PRÍKRYL, Ľ. V. 1985. Jaskyne drakov na Slovensku. Slovenský kras, 23, s. 307–322.
- PRÍKRYL, Ľ. V. 1985. Dejiny speleológie na Slovensku. Bratislava, 204 s.
- PRIMICS, Gy. 1890. A barlagi medve (Ursus spelaeus blumenb.) nyomai hazánkban. Földtani közlöny, XX. Kötet, 5. – 7. füzet, Budapest, s. 145–173.
- REHMAN, A. 1895. Karpaty opisane pod względem fizyczno-geograficznym. We Lwowie, 645 s.
- RIEGER, F., L. – MALÝ, J. 1863. Haligovce. Slovník naučný, Díl třetí, F – Chyžice, V Praze, nakladatel I. L. Kober, s. 609.
- RIZNER, Ľ. V. – KMEŤ, A. 1903. Náleziská starožitností v Uhrách. Sborník Museálnej slovenskej spoločnosti, roč. VIII, s. 24–54.
- ROTH, S. 1881. Szepesmegye nehány barlangjának leírása. Matematikai és természettudományi közlemények, XVI. kötet, Budapest, s. 613–648.
- ROTH, S. 1882. Die Höhlen der Hohe Tatra und Umgebung. Jahrbuch des Ungarischen karpathen-vereins, IX. Jhg., Keszmark, s. 300–332.
- RUBÍN, J. – SKŘIVÁNEK, F. 1963. Československé jeskyně. Praha, 106 s.
- SIEGMETH, K. 1890. Aus den Ostkarpathen in die Hohe Tatra. Jahrbuch des Ungarischen karpathen-vereins, XVII. Jhg., Igló, s. 146–158.

- SIEGMETH, K. 1885(?). Von Wien, Oderberg und Budapest in die Hohe Tatra und in das Abauj-Torna-Gömörer Höhlengebiet. Zürich, 120 s.
- SIEGMETH, Ch. 1898. Notes sur les Cavernes de Hongrie. Mémoires de la Société de Spéléologie, Tome III, No 16, Paris, s. 147-164.
- SKUTIL, J. 1938. Paleolitikum Slovenska a Podkarpatské Rusi. Turčiansky Sv. Martin, 251 s.
- SOJÁK, M. 2000. Neolitické osídlenie Spiša. Slovenská archeológia, XLVIII - 2, s. 185-314.
- SOJÁK, M. 2007. Osídlenie spišských jaskýň od praveku po novovek. Nitra, 184 s.
- ŠTACHO, O. - JANOŠKA, M. 1921. Jaskyne na Slovensku. Krásy Slovenska, roč. I, s. 219-228.
- S. W. 1877. Haligóczer Höhle. Zipser Bote, XV. Jhg., Nr. 10, Leutschau, den 10. März 1877.
- ŠPIRKO, J. 1937. Husiti, jiskrovci a bratřici v dejinách Spiša (1431 - 1462). Levoča, 146 s.
- ŠTANGLER, A. 1921. Studentský průvodce Slovenskem. V Košicích, 71 s.
- ŠTINČÍK, P. 1973. Za prírodnými krásami nášho kraja. Východoslovenské noviny, 13. 7. 1973.
- TIBENSKÝ, J. a kol. 1986. Priekopníci vedy a techniky na Slovensku. Bratislava, s. 92-97.
- UMLAUFT, F. 1886. Geographisches Namenbuch von Österreich-Ungarn. Wien, 304 s.
- VÁLYI, A. 1799. Magyar országnak leírása, második kötet. Budán, 736 s.
- VÉRTES, L. 1954. První paleolitické nástroje z oblasti Karpat. Anthropozoikum, IV, s. 7-12.
- WALDSTEIN, F. C. - KITAILBEL, P. 1803. Topographische Beschreibung von Ungarn. Monatliche Correspondenz zur Beförderung der Erd- und Himmelskunde, Gotha, s. 325-333.
- WEBER, S. 1876. Von Béla in der Zips nach Szczaownica. Jahrbuch des Ungarischen karpathen-vereins, III. Jhg., Igló, s. 245-283.
- WEBER, S. 1883. Beschreibung der Szepes-Bélaer Tropfstein-Höhle in der östlichen Tatra und im Pieninen-Gebiete. Szepes-Béla, 63 s.
- WEBER, S. 1902. Am Koronaberg. Jahrbuch des Ungarischen karpathen-vereins, XXIX. Jhg., Igló, s. 30.
- WINDISCH, K. G. v. 1780. Geographie des Königreichs Ungarn. Zweyter Theil, Preßburg, 322 s.
- ZÁZVORKA, V. 1929. Krasová území na Slovensku. Krása našeho domova, roč. XXI, s. 42-44.
- ZEJSZNER, L. 1852. Monograficzny opis wapienia łiasowego. In Rocznik Towarzystwa naukowego z Uniwersytetem Jagiellońskim złączonego Oddziału Nauk przyrodniczych i lekarskich, zeszyt II, Krakow, 1852, s. 157-343.
- ZEJSZNER, L. 1854. Spisz. Biblioteka Warszawska, Warszawa, s. 180-189.

REKONŠTRUKCIA PREHLIADKOVÉHO CHODNÍKA V HARMANECKEJ JASKYNI

Peter Labaška

Harmanecká jaskyňa sa nachádza v južnej časti Veľkej Fatry v doline Harmanca severozápadne od Banskej Bystrice. Prístup k nej je možný od parkoviska pri ceste I. triedy po udržiavanom serpentínovom turistickom chodníku do nadmorskej výšky 821 m. Jaskyňa je významná bohatým výskytom bieleho mäkkého sintra a mohutnými pagodovitými stalagmitmi.

Na rekonštrukciu prehliadkového chodníka v jaskyni boli už v minulosti rôzne návrhy. Keď vo februári 2009 Ministerstvo životného prostredia SR vyhlásilo výzvu na predkladanie žiadostí o nenávratný finančný príspevok zo štrukturálnych fondov EÚ, Správa slovenských jaskýň sa rozhodla uchádzať o financie na realizáciu týchto prác, dôležitých z hľadiska bezpečnosti pohybu návštevníkov i environmentálneho hľadiska. Urýchlene sa pripravili všetky potrebné podklady na podanie žiadosti. V septembri 2009 ministerstvo schválilo na rekonštrukčné práce nenávratný finančný príspevok vo výške 349 515,45 eur.

Projekčné práce pozostávali z dvoch častí – stavebnú časť vypracoval Ing. arch. Jaroslav Šuna z firmy Projekta, v. d., Liptovský Mikuláš a elektroinštaláciu časť Ing. Anton Javorský a Tomáš Luňák z BBF elektro, s. r. o., Spišská Nová Ves. Následne bolo vydané odborné vyjadrenie k projektovej dokumentácii z Obvodného banského úradu v Banskej Bystrici a povolená výnimka zo zakázaných činností ustanovených v zákone č. 543/2002 Z. z. o ochrane prírody a krajiny od Krajského úradu životného prostredia v Banskej Bystrici.

Na základe verejného obstarávania bola za dodávateľa prác vybraná firma Zamgeo, spol. s r. o., z Rožňavy, ktorá už mala s obdobnými prácami v jaskyniach praktické skúsenosti.

Rekonštrukcia prehliadkového chodníka v sebe zahŕňala kompletnú výmenu jestvujúcich oceľových konštrukcií zábradlí, stojanov pre tlačidlá na ovládanie osvetlenia a pre elektrické rozvádzače, úpravu rozvádzačov, výmenu kabeláže, svietidiel a hlavného uzemňovacieho vedenia s doplnkovým pospájaním kovových častí zábradlí. Pôvodné oceľové zábradlie sa vybúralo a nahradilo antikorovým, pričom práce prebiehali etapovito postupne od zadnej časti jaskyne po vchod. Všetky kovové prvky sú vyhotovené z matnej nehrdzavejúcej ocele – materiál podľa STN 17 241, pričom koncepcia riešenia pozostáva z dvoch základných konštrukčných systémov:

1. Zábradlie tvoria stĺpiky, horné držadlo a výplň s jednou alebo dvoma vodorovnými rúrkami. Horné držadlo a stĺpik sú z rúrky $\varnothing 40,00/2,50$ mm, výplň je z rúrky $\varnothing 28,00/2,00$ mm, fixovanej na stĺpik cez zvar. Držadlo je vychýlené nad os výplne cez ohnutý trň.
2. Zábradlie tvoria stĺpiky, horné držadlo s výplňou, ktorú tvoria dve vodorovné rúrk a na ne je privarená zvislá výplň. Horné držadlo, stĺpik a vodorovná výplň sú obdobné ako v bode 1. Zvislá výplň je z rúrok $\varnothing 14,00/2,00$ mm, ktoré majú vnútorné vzdialenosti medzi sebou max. 120 mm. Tento typ zábradlia je na troch rizikových miestach v jaskyni.

V rámci rekonštrukcie elektroinštalácie sa okrem hlavného káblového vedenia od hlavnej napájacej a istiacej poistkovej skrine k podružným rozvádzačom vymenila technicky opotrebovaná kabeláž od podružných rozvádzačov k jednotlivým svietidlám a signalizačné káble do signalizačnej skrinky SS1, ako aj káble k existujúcim dvojtláčidlami, ktoré slúžia na ovládanie osvetlenia. Pôvodné svietidlá v jaskyni nahradili moderné LED-svietidlá s mimoriadne malou spotrebou a vysokou účinnosťou.

Ovládanie osvetlenia ostalo jestvujúce pomocou dvojtláčidiel. Nové káble na hlavnej trase sa umiestnili do plastových chráničiek $\varnothing 60$ a 80 mm s dostatočnou rezervou pre prípadné budúce rozširovanie. Pôvodné rozvádzače, ktoré sa osadili na antikorové stojany, boli doplnené prúdovými chráničmi s ističom. Sústava z TN-C sa prerobila na TN-C-S. Od jestvujúceho povrchového zem-



Nové zábradlie v Dóme pagod, Harmanecká jaskyňa. Foto: P. Bella

niča sa do jaskyne zaviedlo nové hlavné zemniace vedenie, na ktoré sa pomocou ochranných uzemňovacích vodičov pripojili všetky prístupné neživé vodivé časti.

Práce v jaskyni sa vykonali v dvoch etapách – v mimosezónnom období od novembra 2010 do mája 2011 a od novembra 2011 do mája 2012, čo bolo pomerne náročné z dôvodu nepriaznivých klimatických podmienok v zimnom období v tejto oblasti. Doprava materiálu sa

zabezpečila pomocou visutej nákladnej lanovej dráhy pri jaskyni. Na rekonštrukcii sa pri nasvetlení jaskynnej výzdoby a stálym dozorom nad prácami v podzemí výraznou mierou podieľal Ing. Ľuboš Hraško, správca jaskyne.

Všetky výdavky na rekonštrukciu sa na základe zmluvy o poskytnutí nenávratného finančného príspevku hradili zo štrukturálnych fondov EÚ, operačný program Životné prostredie. Celkové náklady dosiahli sumu 322 000 eur

bez DPH. Bez tejto pomoci by v súčasnosti nebola ŠOP SR, Správa slovenských jaskýň sama schopná financovať takúto investíciu.

Rekonštrukciou prehliadkového chodníka a elektroinštalácie v Harmaneckej jaskyni sa dosiahlo šetrenie nákladov na elektrickú energiu a výrazné skvalitnenie technickej infraštruktúry v podzemí, čo má vplyv na prevádzkové, technické i estetické kritériá. Dúfame, že to najviac ocení spokojný návštevník jaskyne.

OCHRANNÉ PÁSMO JELENECKEJ JASKYNE

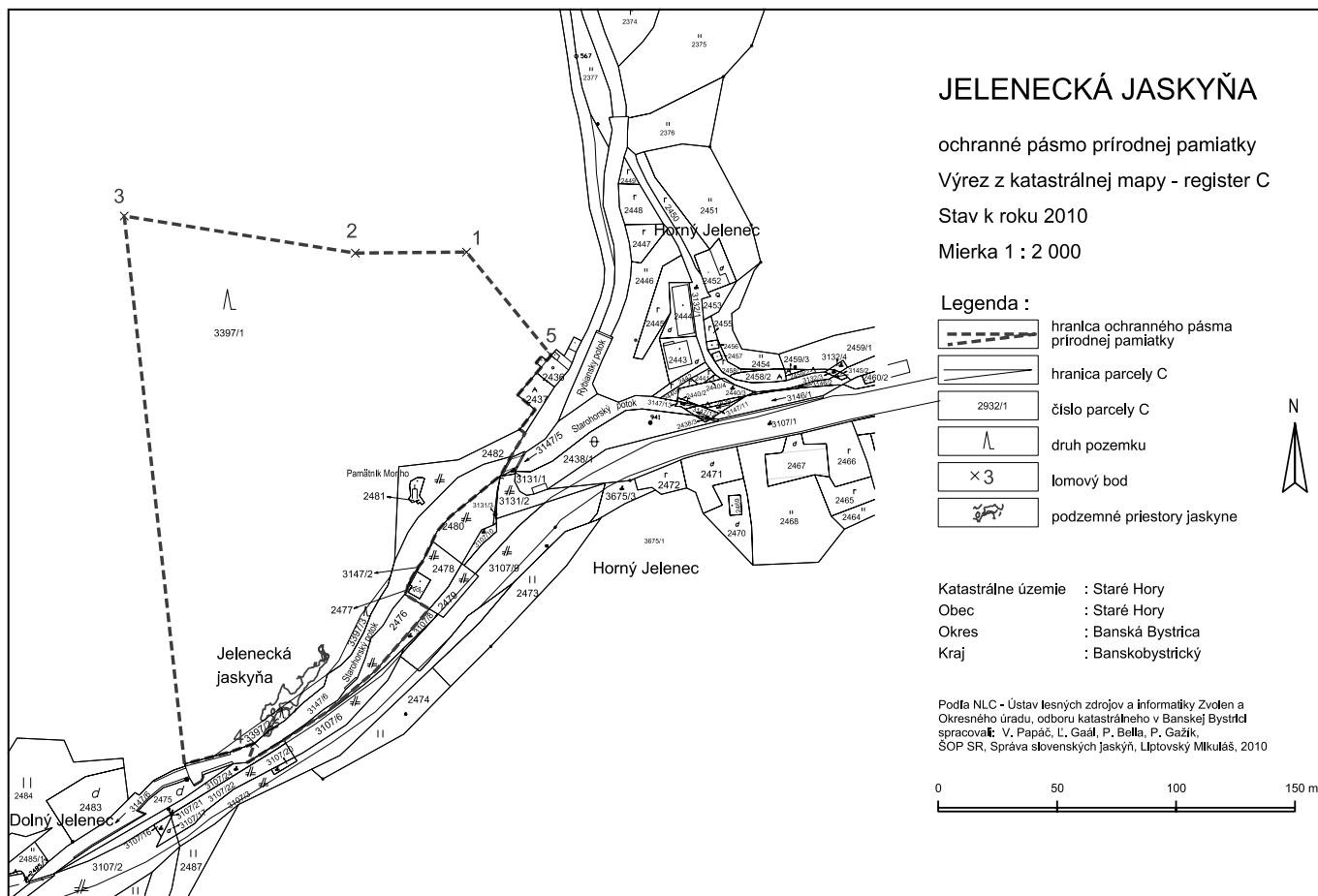
Vladimír Papáč – Peter Gažík

V auguste 2012 vyhlásil Krajský úrad životného prostredia v Banskej Bystrici nové ochranné pásmo prírodnej pamiatky Jelenecská jaskyňa. Prípravy na vyhlásenie sa okrem inventarizácie prírodných hodnôt a zdôvodnenia potrieb ich ochrany v prevažnej miere dotýkajú vlastníckych vzťahov jednotlivých právnych subjektov, fyzických osôb a ostatných užívateľov.

Jelenecská jaskyňa sa nachádza v Starohorskej doline pri Dolnom Jelenci (časť katastra obce Staré Hory, okres Banská Bystrica). Vchod vo výške 565 m n. m. leží na pravom okraji Starohorského potoka, vedľa štátnej cesty Banská Bystrica – Donovaly – Ružomberok, poníže odbočky do Horného Jelenca a osady

Rybíe. Jaskynné priestory sa nachádzajú pod úrovňou povrchového riečiska. Spodná časť jaskyne sa tiahne ssv. smerom priamo popod Starohorský potok. Prírodná pamiatka Jelenecská jaskyňa s celkovou dĺžkou podzemných priestorov 60 m a hĺbkou 18 m patrí medzi naše najcennejšie travertínové jaskyne. Bola objavená v roku 1953 a takmer celá je vytvorená v organogénno-chemogénnych penovcoch. Z hľadiska genézy predstavuje ojedinelý typ syngenetických jaskýň priestorov travertínových konštrukčných vodopádov s aktívnym podzemným tokom. Keďže na slovenské pomery ide o viac-menej výnimočnú a vzácnu jaskyňu, významné geologické a geomorfologické hodnoty sú dôvodom na zabezpečenie

jej primeranej ochrany. Ochranné pásmo bolo potrebné vymedziť pre zachovanie jedinečnej travertínovej výzdoby, ktorá je závislá od povrchových faktorov, najmä vyrovnaného presakovania atmosférických zrážok. Jaskyňa je mimoriadne významná aj z biologického hľadiska. Potvrdený je výskyt troglobiontných druhov bezstavovcov (pravých jaskýňnych druhov). Pozoruhodný je najmä výskyt štúrovky *Eukoeneria spelaea* (Peyerimhoff, 1902), ktorá tu bola objavená vôbec prvýkrát v travertínovej jaskyni na Slovensku, a zároveň jaskyňa predstavuje dosiaľ najzápadnejšie miesto výskytu tohto vzácného živočícha na Slovensku. Zachytené boli aj jaskynné chvostoskoky *Deuterothorax kratochvíli* (Nosek, 1963) a *Pseudos-*



Mapa ochranného pásma Jeleneckej jaskyne. Spracoval P. Gažík

nella pacti Rusek, 1961, ktoré sa vyskytujú iba v jaskyniach centrálnej časti Západných Karpát (Bella et al., 2010).

Na projekte ochranného pásma začali pracovníci Správy slovenských jaskýň v Liptovskom Mikuláši pracovať v roku 2010 a ešte v tom roku projekt zadali na Krajský úrad životného prostredia v Banskej Bystrici. Na rokovaní v roku 2011 sa so Slovenským vodohospodárskym podnikom, š. p., Banská Bystrica riešila zmena hraníc ochranného pásma jaskyne z dôvodu vyňatia vodohospodárskeho objektu neďaleko jaskyne. Po úprave hraníc a opätovnom predložení projektu vydal Krajský úrad životného prostredia v Banskej Bystrici vyhlášku č. 5/2012 z 25. apríla

2012, ktorou sa vyhlasuje ochranné pásmo prírodnej pamiatky Jelenecká jaskyňa na výmere 2,6828 ha. Vyhláška nadobudla účinnosť 1. júna 2012.

Cieľom stanovenia ochranných podmienok vo vymedzenom ochrannom pásme je najmä eliminovanie negatívneho vplyvu antropogénnych aktivít na jaskynné ekosystémy. Ide o nezvratné zásahy do horninového masívu pri prípadnej ťažbe travertínov alebo stavebných úpravách priľahlej cesty. Tieto vplyvy môžu nenávratne zničiť významné geomorfologické, geologické a biologické hodnoty jaskyne. Z lesohospodárskeho hľadiska môžu negatívne pôsobiť najmä

holoruby a nesprávne vytýčené lesné cesty a zväznice. Z vodohospodárskeho hľadiska akékoľvek ovplyvnenie vodného režimu Starohorského potoka a potoka v Hornojelenскеj doline. Z urbanistického hľadiska môžu negatívne vplývať najmä nepovolené skládky a realizácia stavebnej činnosti. Jaskyňa nie je pre verejnosť prístupná – má uzavretý vchod, ktorý zabráňuje vstupovaniu nepovolaných osôb a poškodzovaniu sintrovej výplne jaskyne. Vstupný otvor prírodnej pamiatky Jelenecká jaskyňa bol v roku 2003 označený tabuľou so základnými údajmi o jaskyni, po vyhlásení ochranného pásma sa normalizovanými tabuľami označí jeho obvod.

PRAKTICKÁ STAROSTLIVOSŤ O JASKYNE NA SLOVENSKU V ROKU 2011

Igor Balciar – Pavol Staník

Starostlivosť o jaskyne zápasí v posledných troch rokoch s nedostatkom finančných prostriedkov, čo sa odráža aj na praktických výsledkoch. Kým do roku 2009 sme uzatvárali a čistili cca 25 jaskýň ročne, z roka na rok sa ich počet výrazne redukuje. Praktická ochrana sa vykonáva výlučne v prípadoch zvlášť ohrozených jaskýň, ostatné sa pridávajú do zoznamu pripravovaných návrhov na financovanie z európskych fondov. Tento zoznam sa preto každoročne rozširuje.

V marci 2011 nám kolegovia zo Správy NP Slovenský kras nahlásili narušenie vstupného objektu Novej brzotínskej jaskyne. Neznámy páchatel' obsekal stenu a celý uzáver z nehrdzavejúceho materiálu aj so zárubňou z vchodu jaskyne vytrhol a odčudzil. Prípád bol oznámený OOPZ v Rožňave, dosiaľ však nebol objasnený. Nový, posilnený uzáver, sa v spolupráci so speleoklubom Minotaurus osadil v krátkom období a toho času je monitorovaný častejšie členmi strážnej služby, ale aj políciou.

V letných mesiacoch dobrovoľní jaskyniari okolo Jiřího Matého, ktorí pracujú v jaskyni Zúgó na úpätí Plešivskej planiny pri Kunovej Teplici, poukázali na nebezpečenstvo zavalenia vstupnej časti vchodu, ktorý sa nachádza v narušenej hornine nad Hučiacou vyvieracťou. Pri spevňovaní nestabilných blokov sa vplyvom vyšších zrážok z nich niekoľko aj uvoľnilo, našťastie bolo okolie vchodu už čiastočne stabilizované, a tak nevznikli väčšie škody. Nad pôvodný uzáver sa osadila kovová rúra so vstupnými dverami. Objekt sa tým stabilizoval a vzniknutý priestor medzi uzáverom a stenou masívu sa vyplnil kamením. Okolie uzáveru spevnili kombináciou gabiónových košov a kameniva tak, aby vzhľadom zapadlo do tamojšieho prírodného prostredia.

V rámci letnej akcie „Za čisté potoky bez hraníc Kečovo – Jós-

vafő“, ktorú usporiadal Mikroregión Domica, sme vyčistili koryto Kečovského potoka a aj s ním súvisiace ponory, ktoré odvádzajú vodu do jaskynného systému Domica-Baradla.

Koncom leta jaskyniari z Jaskyniarskeho klubu Strážovské vrchy zistili poškodenie uzáveru na Strážovskej priepasti, ktoré zapríčinilo zrútenie skalného masívu nad vchodom jaskyne. Následne po zahlásení tejto udalosti sa uzáver opravil a skalný masív nad vchodom do jaskyne sa stabilizoval.

V druhej polovici novembra sme dostali hlásenie o objave jaskyne na Plešivskej planine, nazvanej Prievanová diera. V spolupráci so Speleoklubom Drienka sme jaskyňu uzatvorili, aby sa tak zachovala jej neporušenosť.

Koncom roka členovia Speleoklubu Minotaurus spozorovali zvýšený pohyb vzduchu zo Silickej ľadnice. Spôsobil ho pokles podzemného vodného toku a otvorenie sifónu, ktoré nastalo v období dlhotrvajúceho sucha. Pretože predstavoval riziko topenia ľadu vo vyššej (zaľadenej) časti jaskyne, na návrh Speleoklubu Minotaurus sme sa rozhodli v chodbe v smere na sifón Kufr osadiť protiprievanové dvere z nehrdzavejúceho materiálu.

Koncom roka spolupracovníci zo Správy NP Slovenský raj nahlásili vylomenie uzáveru umiestneného v zadnej (nesprístupnej) časti verejnosti voľne prístupnej jaskyne Šarkanova diera. Tento uzáver zatiaľ rekonštruícia ešte len čaká.

Aj napriek tomu, že strážna služba nebola v roku 2011 zmluvne zabezpečená, spolupráca medzi jednotlivými strážcami a našou organizáciou pretrváva aj naďalej. Členovia speleologickej strážnej služby zaslali 104 hlásení. Medzi najzávažnejšie prípady patrilo poškodenie sintrovej výzdoby v jaskyni Suchá 2 vo Veľkej Fatre. Jej vchod je potrebné po zabezpečení financií urýchlene uzatvoriť, aby nedošlo k ďalšiemu poškodeniu jej vzácnych prírodných hodnôt. Strážca Miloslav Lisý z Topoľčian zahlásil objavenie novej priepasti v lome Žibrica, ktorej vchod odkryli pri prácach v lome. Následne spolupracoval s pracovníkmi Správy slovenských jaskýň pri dokumentácii tejto jaskyne. Niektorí členovia speleologickej strážnej služby vykonávajú prednáškovú a inú environmentálnu činnosť so zameraním na verejnosť. V tomto smere je asi najaktívnejší Bohuslav Kortman z Jaskyniarskeho klubu Strážovské vrchy. Spolupracujú s pracovníkmi národných parkov a chránených krajinných oblastí pri počítaní netopierov a pravidelne kontrolujú svoj rajón pôsobnosti, aj keď v súčasnosti za odvedenú prácu nedostávajú od Správy slovenských jaskýň žiadnu finančnú odmenu.

Od začiatku roku 2012 sa začína črtat zlepšenie situácie v podobe programov záchrany, ktoré pracovníci Správy slovenských jaskýň vypracovali v spolupráci s členmi speleologickej strážnej služby. Program záchrany sumarizuje základné poznatky o jaskyni s opisom ohrozujúcich faktorov a návrhom riešenia. Bude slúžiť ako podklad na schválenie finančných prostriedkov z projektu EÚ.



Uzatvorený vchod do jaskyne Zúgó v Slovenskom krase. Foto: Ľ. Gaál

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

Pavel Bella

Štátna ochrana prírody SR, Správa slovenských jaskýň v Liptovskom Mikuláši v spolupráci s Geografickým ústavom SAV v Bratislave, Asociáciou slovenských geomorfológov pri SAV a Archeologickým ústavom SAV v Nitre zorganizovala 8. vedeckú konferenciu „Výskum, využívanie a ochrana jaskýň“, ktorá sa konala v dňoch 3. – 6. októbra 2011 v hoteli Repiská v Demänovskej Doline pri príležitosti 90. výročia objavenia Demänovskej jaskyne slobody a 140 rokov speleoarcheologického výskumu na Slovensku.

Na tejto, ako aj predchádzajúcich konferenciách „Výskum, využívanie a ochrana jaskýň“ (Mlyňky 1997, Demänovská Dolina 1999, Stará Lesná 2001, Tále 2003, Demänovská Dolina 2005, Ždiar 2007, Smolenice 2009) sa prezentovali najnovšie výsledky z geovedného i biologického výskumu, monitoringu a ochrany jaskýň najmä z územia Slovenska.

Po otvorení konferencie s príhovormi zástupcov usporiadateľských organizácií sa odborný program 8. vedeckej konferencie, ktorý tvorilo 42 referátov a 9 posterov, začal úvodným referátom k významnému životnému jubileu doc. RNDr. Jozefa Jakála, DrSc., bývalého riaditeľa Správy slovenských jaskýň a dlhoročného vedeckého pracovníka Geografického ústavu SAV v Bratislave. Jubilat svojou vedeckou činnosťou výrazne prispel k rozvoju geomorfologického a geoekologického výskumu krasu s aplikačnými prístupmi na racionálne využívanie a ochranu krasovej krajiny. Komplexným pohľadom na riešenie výskumu, prieskumu i ochrany krasu usmerňoval činnosť našich jaskyniarskych organizácií.

Z obsahového hľadiska sa nasledujúce referáty a poster týkali krasovej geológie, mineralógie a geomorfológie (11 referátov a 4 poster); hydrológie a hydrochémie (5 referátov), speleoklimatológie a prirodzenej radiácie v jaskyniach (6 referátov); biospeleológie a mikrobiológie (7 referátov a 2 poster); geoinformatiky a speleologickej dokumentácie (5 referátov a 1 poster), ako aj archeológie a histórie (7 referátov a 2 poster).

Geológia, mineralógia a geomorfológia. Referáty prezentovali hydrotermálne jaskyne v Štiavnických vrchoch (P. Bella, Ľ. Gaál, V. Šucha, P. Koděra, J. Grego), hĺbkový dosah permafrostu v periglaciálnej zóne posledného glaciálu na základe dokladov z jaskýň v Nemecku, Českej republike, na Slovensku

a v Poľsku (K. Žák, M. Filippi, R. Živor), Kysackú jaskyňu ako fragment predkvartérneho krasovatenia v doline Hornádu (Z. Hochmuth), geochronológiu vývoja jaskynných úrovní v Demänovskej doline na severnej strane Nízkyh Tatier (P. Bella, H. Hercman, M. Gradziński, P. Bosák, P. Pruner, J. Kadlec, J. Głazek, M. Gąsiorowski, T. Nowicki), tektonickú stavbu jaskyne Domica na juhozápadnom okraji Silickej planiny v Slovenskom krase (Ľ. Gaál, L. Vlček), význam vybraných regionálnych tektonických štruktúr východnej

ných jaskýň (M. Orvošová, M. Filippi, K. Žák, L. Vlček) a závrty na Jasovskej planine a ich priestorové usporiadanie (A. Petrvalská). Poster sa týkali minerálov opálových kôr v jaskyni Cueva Ojos de Cristal vo Venezuele (D. Ozdín, M. Orvošová, L. Vlček), priestorovej pozície jaskyne Skalístý potok k povrchu Jasovskej planiny (A. Petrvalská), morfológie a genézy jaskyne Nová Michňová ako súčasti podzemného hydrologického systému Suché doly – Teplica v južnej časti Muránskej planiny (L. Vlček, D. Hutka, I. Kubíni, D. Čipka, Z. Nišpanský, O. Levytská, J. Pavlík) a vplyvu mikroklimy na súčasnú tvorbu travertínu na vybraných lokalitách Slovenského krasu (W. Wroblewski, M. Gradziński, J. Motyka, M. Czop, J. Zelinka).

Hydrológia a hydrochémia.

Referáty podali predbežné výsledky monitorovania izotopového zloženia vôd v Demänovskej doline a jej podzemnom hydrologickým systémom (D. Haviarová, P. Malík, Z. Grolmusová, P. Veis, J. Michalko), hodnotenie kvality vody v niektorých jazerách Slovenského a Aggtelekského krasu (A. Samu, I. Fekete, I. Bárányi-Kevéi), charakteristiku chemického zloženia a mikrobiologických vlastností krasových vôd Silicko-gombaseckého jaskynného systému na Silickej planine v Slovenskom krase (D. Haviarová, R. Flaková, M. Seman, Z. Ženišová), analýzu denného kolísania koncentrácie pôdneho CO₂ na vybraných lokalitách v Moravskom krase (M. Blecha), ako aj zhodnotenie zmien mineralizácie skvapových vôd ako faktora chemickej denudácie v jaskyni Zlá diera v Liptovskom krase pohoria Bachureň (M. Pancuráková).

Speleoklimatológia a prirodzená radiácia v jaskyniach. Referáty sa zaoberali zmenami teploty vzduchu vo vybraných jaskyniach na Slovensku, v Českej republike a Poľsku (J. Hebelka, M. Korzystka, J. Piasecki, T. Sawiński, J. Zelinka), dynami-

kou mikroklimy Kateřinskej jaskyne v Moravskom krase (J. Rožnovský, T. Středa, H. Středová), termickým vplyvom tečúcej vody na klimatické podmienky v Punkevných jaskyniach (J. Hebelka, M. Korzystka, J. Piasecki, T. Sawiński), dynamikou mikroklimy rozsadlinových jaskýň v severnej časti Vonkajších Západných Karpát na príklade vybraných lokalít (J. Lenart), zmenami ľadovej výplne vo Veľkej ľadovej priepasti na Ohništi (Z. Hochmuth, P. Holúbek), teplotným režimom Jaskyne stu-



Otvorenie konferencie. Foto: P. Bella

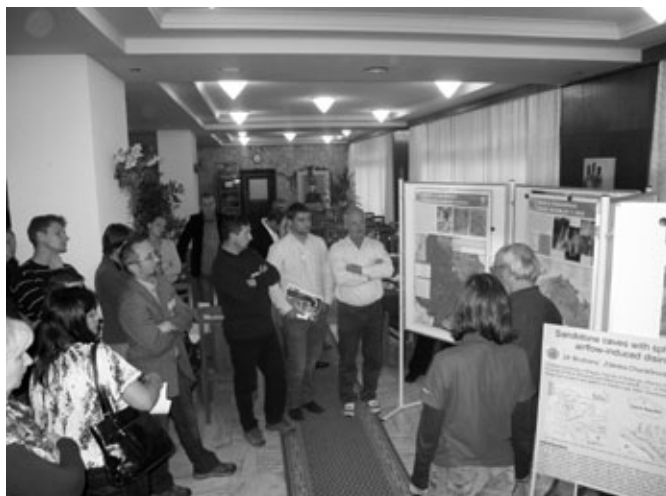


Príhovor J. Jakála počas úvodnej časti konferencie. Foto: P. Bella

časti Slovenského krasu pre vznik a vývoj jaskýň (M. Zacharov), vývoj Jasovskej jaskyne na zlomovej zóne medzi Slovenským krasom a Košickou kotlinou (P. Bella, P. Bosák), Abraznu puklinu pod citadelou ako významnú lokalitu predvrchnobádenského paleokrasu v Devínskom hradnom vrchu na okraji Malých Karpát (R. Lehotský), genetický algoritmus ako nástroj korelácie paleoklimatických záznamov (J. Pawlak, H. Hercman), kryogénne jaskynné perly – málo známy fenomén zaľadne-



Prezentácia referátov v konferenčnej sále hotela Repiská. Foto: P. Bella



Posterové prezentácie. Foto P. Bella

deného vetra v Ďumbierskom krase (J. Zelinka) a kontinuálnym meraním objemovej aktivity radónu v jaskyni Domica (I. Smetanová, K. Holý, D. Jurčák, J. Omelka, J. Zelinka).

Biospeleológia a mikrobiológia. Referáty sa upriamili na jaskynný výskyt baktérií rezistentných voči antibiotikám (D. Elhottová, J. Petrásek), monitoring mikroskopických húb v sprístupnených jaskyniach Českej republiky (A. Nováková), predbežné výsledky riešenia projektu ŠF EÚ zameraného na monitoring fauny jaskýň (L. Kováč, P. Luptáček, A. Mock, I. Hudec, V. Košel, P. Fendža), porovnanie spoločenstva chvostoskokov (Collembola) v krasových a vulkanických jaskyniach stredného Slovenska (V. Papáč, D. Miklisová, L. Kováč), úkryty a priestorovú aktivitu podkovára južného (*Rhinolophus euryale*) v Slovenskom krase (M. Andreas, P. Bačkor, M. Dobrý, V. Jehličková, M. Hudák, D. Lobbová, E. Miková, L. Perďoch, M. Ševčík, M. Uhrin, L. Žďárská), zhodnotenie výskytu netopierov v sprístupnených jaskyniach na Slovensku (B. Lehotská, P. Bačkor, L. Bobáková, M. Fulín, R. Lehotský, Š. Matis, P. Pjenčák, M. Uhrin, Z. Višňovská), ako aj na mikrobiálne napadnutie aragonitovej výzdoby v Zbrašovských aragonitových jaskyniach a jeho sanáciu (B. Šimečková). Postery charakterizovali mikrobiologický monitoring pre biotop Natura 2000 – „Nesprístupnené jaskynné útvary“ (D. Elhottová, A. Chroňáková, J. Jirout, L. Kahounová, V. Křišťůfek, J. Mulec, A. Lukešová, A. Nováková, J. Petrásek) a mikroskopické huby vo vybra-

ných jaskyniach Národného parku Slovenský kras (A. Nováková).

Geoinformatika a dokumentácia. Referáty sa týkali jednotnej evidencie speleologických objektov v rámci informačného systému o krase a pseudokrase v Českej republike (O. Suldošská, J. Balák), tvorby geografického informačného systému na príklade Drienovskej jaskyne v Slovenskom krase (P. Bella, P. Gažík, D. Haviarová, Š. Ratkovský, Z. Višňovská, L. Vlček, J. Zelinka), modelovania reliéfu podlahovej ľadovej plochy v Dobšinskej ľadovej jaskyni (J. Gašinec, P. Bella, S. Gašincová, A. Imreczeová), dokumentácie štôlní v Kováčovej (Kováčspatak, nedokončenej podzemnej rafinérie?) na južnom Slovensku (R. Lehotský, B. Lehotská) a bridlicovej bane v Marianke (R. Lehotský). Posterom sa prezentoval informačný systém o krase a pseudokrase Českej republiky (O. Suldošská, J. Balák).

Archeológia a história. Referáty zhodnotili 140 rokov speleoarcheologického výskumu na Slovensku (M. Soják, V. Struhár), vzťah jaskýň, človeka a krajiny v neolite (V. Peša), staršiu históriu Demänovských jaskýň (M. Lalkovič), Demänovskú jaskyňu slobody v poľskej turistickej literatúre (L. Lewkowicz), krasové dutiny a jaskyne na Slovensku ako miesta kultových rituálov (V. Struhár), praveké stopy osídlenia v Demänovskej doline (V. Struhár, M. Soják) i nález ďalšej peňazokazeckej dielne v Drienčanskom krase (I. Balciar, M. Soják). Postery prezentovali nové múzeum jaskynnej

archeológie v Českej Lípe, Liberecký kraj v Českej republike (V. Peša, P. Jenč) a Liskovskú jaskyňu ako kultové miesto pravekého Lip-tova (V. Struhár).

Počas exkurzií 6. októbra 2011 mnohí účastníci navštívili Demänovskú jaskyňu slobody s príhlou časťou Demänovskej jaskyne mieru. Speleologicky náročnejšia exkurzia viedla do Pustej jaskyne (od obnoveného spodného vchodu cez Chodbu trosiek k podzemnému toku Demänovky) a neďalekej jaskyne Štefanová, v ktorých naďalej prebieha intenzívny speleologický prieskum.

Na konferencii bolo prítomných 62 účastníkov, z toho 27 zo zahraničia – z Českej republiky, Poľska a Maďarska. Zo zahraničia išlo o zástupcov z Geologického ústavu AV ČR v Prahe, Ústavu pôdnej biológie AV ČR v Českých Budějoviciach, Ústavu geologických vied Prírodovedeckej fakulty Masarykovej univerzity v Brne, brnianskej pobočky Českého hydrometeorologického ústavu, Prírodovedeckej fakulty Ostravskej univerzity, Správy jaskýň Českej republiky, Geologického ústavu Jagiellonskej univerzity v Krakove, Geologického ústavu PAV vo Varšave, Ústavu geografie a regionálneho rozvoja Vroclavskej univerzity a Fakulty prírodných vied a informatiky Szegedskej univerzity.

Abstrakty referátov sú uverejnené v časopise Aragonit, číslo 16/1-2 z roku 2011, ktorý účastníci dostali pri registrácii. Vybrané príspevky sa budú publikovať v časopisoch Slovenský kras a Aragonit v roku 2012.

21. MEDZINÁRODNÁ KONFERENCIA O SUBTERÁNNEJ BIOLÓGII NA SLOVENSKU

Vladimír Papáč – Zuzana Višňovská

Pod záštitou Medzinárodnej spoločnosti pre subteránu biológiu (SIBIOS-ISSB), ako najvýznamnejšej svetovej spoločnosti odborne zastrešujúcej problematiku jaskynnej biológie, sa od roku 1979 konajú veľké biospeleologické sympóziá v rôznych kútoch sveta. Ich hlavným cieľom je prezentácia najnovších výsledkov,

výmena skúseností, riešenie aktuálnych problémov i naznačenie smerovania podzemnej biológie v ďalšom období. Po Francúzsku, Taliansku, Nemecku, Belgicku, Španielsku, Maroku, Chorvátsku, Brazíliu, Indiu, Rumunsku, Austráliu a naposledy Slovensku, ktoré hostilo vedeckú obec v roku 2010, sa tentoraz miestom konania

v poradí už 21. vedeckej konferencie stalo Slovensko. Organizátorom tohto podujatia, ktoré sa uskutočnilo 2. – 7. septembra 2012 v Košiciach, bol Ústav biologických a ekologických vied Prírodovedeckej fakulty Univerzity P. J. Šafárika v Košiciach v spolupráci so Štátnou ochranou prírody SR – Správou slovenských jaskýň.



Konferenčná sála na Hlavnej ulici v Košiciach. Foto: A. Mock



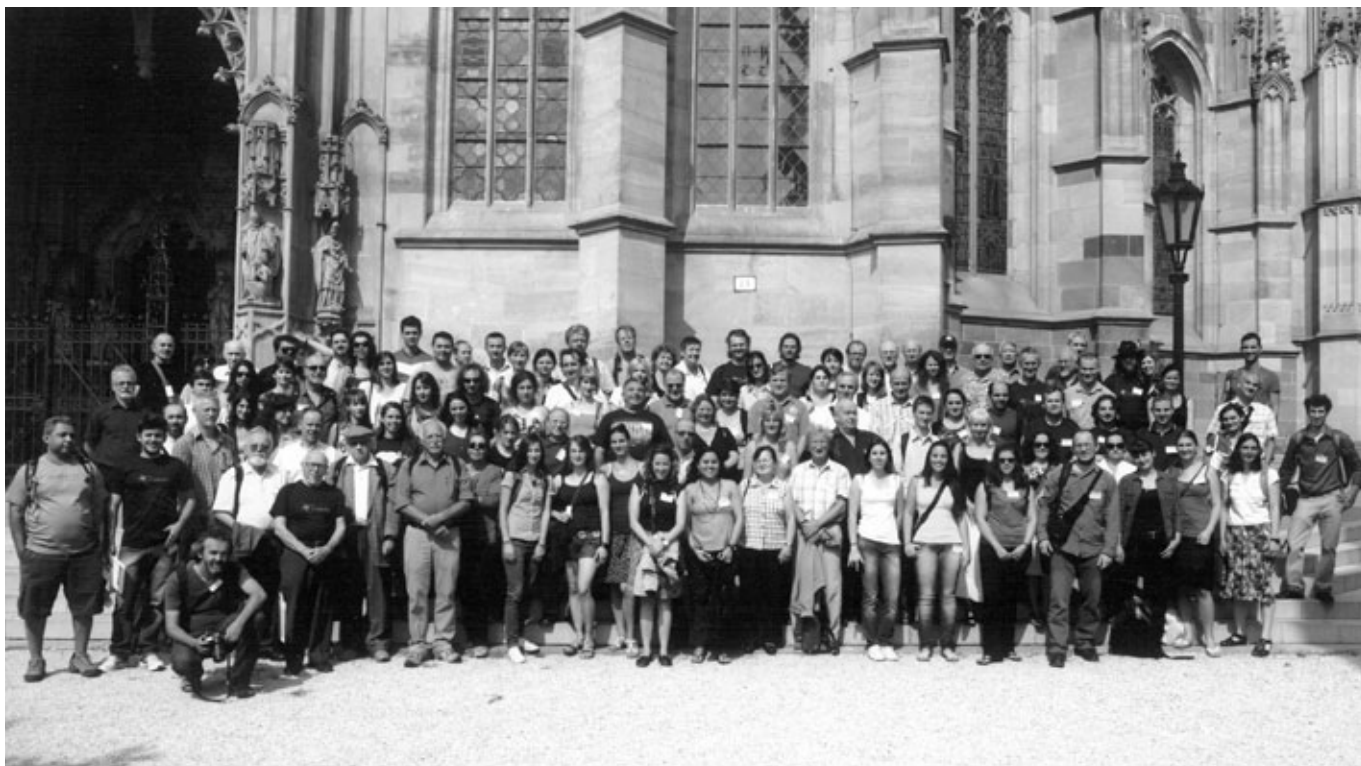
Účastníci konferencie počas exkurzie v Dobšinskej ľadovej jaskyni. Foto: L. Kováč

raním na subteránnu biodiverzitu a biogeografiu E. Trajanová poukázala na obrovskú biodiverzitu podzemného sveta a potrebu jej ochrany a po nej I. Hudec a A. Mock predstavili nové poznatky o kôrovcoch rodu *Nipharagus* v podzemných vodách Slovenska. Ďalej odzneli prednášky L. Mauriceho a kolektívu o výskume subteránnej vodnej fauny vo vrtoch v Anglicku, J. H. Hahna a H. Steina o biogeografických regiónoch na území Nemecka a napokon E. Dumnickej o výskute troglóbiontov a stygobiontov v okolí Krakova. Poobede J. R. Holsinger referoval o distribúcii stygobiontných druhov skupiny Amphipoda v zaľadnených krasových a nekrasových oblastiach štátu Ohio, USA. Pozoruhodné boli aj prednášky brazilských autorov M. P. A. Oliveira a R. L. Ferreira o troglomorfnnej faune jaskýň vytvorených v železných rudách a Slovincov M. Zagmajsterovej a kolektívu o diverzite subteránnych kôrovcov v Európe. Prvý prednáškový deň uzavreli referáty o účinných spôsoboch odchytu troglófauny (S. Halse a G. Pe-

Podujatie slávnostne otvorili svojimi príhovormi primátor Košíc MUDr. Richard Raši, prezident SIBIOS-ISSB Dr. Giuseppe Messina a rektor UPJŠ prof. Ladislav Mirossay. Úvodná prednáška patrila V. Košelo- vi, ktorý predstavil históriu výskumu subteránnej fauny na Slovensku. V prvom bloku odborných referátov s tematickým zame-

arson), biogeografii mexických chvostoskokov (J. G. Palacios-Vargas), diverzite mnohonôžok, stonôžok a terestrických rovnakonôžok v Českej republike (K. Tajovský) a prednáška o diverzite jaskynných živočíchov v jaskynnom systéme Lukina jama-Trojama, najhlbšej priepasti Dinárskeho krasu (J. Bedeková a kol.).

Sekcia Subteránna biodiverzita a biogeografia pokračovala aj počas druhého dňa konferencie, pričom odzneli zaujímavé prednášky venované druhovej diverzite a distribúcii chvostoskokov a chrobákov v Dinárskom krase (M. Lukić a kol., R. Ozimec a D. Pavíče- vič) a experimentálna štúdia vplyvu teploty na faunu podzemných vôd (C. Spengler a H. J. Hahn). Po prestávke nasledovala sekcia zameraná na adaptácie, fyziológiu, fylogeografiu a evolúciu, v ktorej postupne odzneli prednášky W. R. Jefferyho o evolučnej výhode albinizmu u jaskynných rýb rodu *Astyanax*, H. Bilandžije a kol. o stupňoch vývoja albinizmu u rôzne adaptovaných foriem živočíchov na jaskynné prostredie, D. W. Fonga o vplyve teploty na fyziológiu a etológiu stygobiontov, S. Polaka o vertikálnej migrácii subteránnych chrobákov ako odpovede na ročné výkyvy teplôt a J. Smrža a kol. o potravnnej biológii živočíchov v niektorých európskych jaskyniach. Dopoldňajší blok ukončili kľúčovou prednáškou D. C. Culver a T. Pipanová, ktorí predstavili konvergenciu a divergenciu v podzemnom svete. Poobede pokračoval maratón prednášok v tejto sekcii. Viacerí z nich sa zaoberali podzemnými kôrovcami a ich fylogenetickými vzťahmi, a to najmä zo skupiny Amphipoda (C. Fišer a kol., T. Delič a kol., R. A. Kingová a kol., R. Leijs a R. A. Kingová), ale aj Isopoda (M. Konecová a kol.) a Syncarida (K. M. Abrams a kol.). Svoje poznatky o fylogeografii stygobiontných druhov prezentovali D. Eme a kolektív a o výskume jaskynných cvrčkov z rodu *Troglophilus* v mediteránnej



Účastníci konferencie pred Dómom sv. Alžbety v Košiciach. Foto: V. Kalinčáková

oblasti referovali V. Ketmaier a kolektív. V tejto sekcii odzneli ešte dve kľúčové prednášky od V. Zakšekovej a P. Trontelja o vývojových líniách stygobiontnej fauny Dinárskeho krasu a H. Wilkensa o paralelnej špeciácii mexických jaskynných rýb rodu *Rhamdia* v podzemí. Podvečerný program spestril krátky videodokument o živote chvostoskokov v chorvátskych jaskyniach od autora M. Lukića.

Dňa 5. septembra bola na programe celodenná exkurzia po atraktívnych slovenských jaskyniach. Prvou zastávkou bola Dobšinská ľadová jaskyňa, ktorá viacerých účastníkov konferencie mimoriadne zaujala. Počas prehliadky sa oboznámili s históriou objavovania jaskyne a jej mimoriadnymi prírodnými hodnotami (klíma, fauna). Veľký záujem bol najmä o informácie súvisiace s ľadovou výplňou jaskyne (vlastnosti ľadu, jeho vek, tvorba a pohyby ľadu v rámci jaskyne). Ďalšou zastávkou bol skanzen – Múzeum liptovskej dediny v Pribyline, kde návštevníci z rôznych kútov sveta obdivovali ľudovú architektúru a folklór Slovenska a pochtuili si na tradičných slovenských syroch a žinčici. Následne sme sa presunuli do Demänovskej jaskyne slobody, kde sme absolvovali veľký prehliadkový okruh našej najdlhšej sprístupnenej jaskyne v dĺžke 2150 m. Táto jaskyňa podľa vyjadrení niektorých účastníkov zaujala najmä pestrofarebnosťou a rôznorodosťou lakustrinných foriem a ďalších typov bohatej sintrovej výplne.

Tretí prednáškový deň otvoril referát P. Trontelja a S. Polaka o adaptívnej rádiácii jaskynných chrobákov. Po nich prezentovali A. M. Weigand a kol. svoje poznatky o skrytej diverzifikácii subteránnych slimákov rodu *Zospeum* a V. Ružička a kol. informovali o kolonizácii subteránnych habitatov pavúkmi v Českej republike. Tematika jaskynných rovnakožcov (Isopoda) sa týkala prezentácie J. Bedekovej a kol. o fylogeografii podrodu *Alpioniscus* v Dinárskom krase a referátu S. Taitiho a kol. o morfológii a fylogénéze tejto skupiny kôrovcov na Sardínii. Po prestávke boli na programe prednášky o subteránnej faune Kanárskych ostrovov (P. Oromí a kol.), jaskynných cvrčoch rodu *Troglophilus* v mediteránnej oblasti (V. Ketmaier a kol.) a faune najhlbšej jaskyne sveta Krubera-Voronja (A. S. P. S. Reboleirová a A. Sendra). T. G. Pellegrini a kol. predstavili schému diverzity v prírodných a umelých železoruďných dutinách na území Brazílie. V rámci ďalšej sekcie, Mikrobiológia, geomikrobiológia a sedimetológia, odzneli zaujímavé referáty o rezistencii baktérií voči antibiotikám v jaskyn-

nom prostredí (L. Volná a kol.), o mikrobiálnej aktivite v guánovej kope netopierov (A. Chronáková a kol.) a o spoločenstve húb vo vzťahu k edafickým faktorom v brazílskych jaskyniach (E. L. Silva Taylorová a kol.). Predbežné výsledky výskumu mikroskopických húb v jaskyni Movile v Rumunsku prezentovali A. Nováková a kol., B. Pleše a kol. informovali o vodných bakteriálnych povlakoch v jaskyniach Dinárskeho krasu. Po prestávke vedecký program pokračoval blokom prednášok zameraných na ekológiu spoločenstiev subteránnych organizmov. Referát F. Malarda a kol. sa zaoberal faktormi, ktoré ovplyvňujú distribúciu jaskynných rovnakožcov (Isopoda). V troch brazílskych príspevkoch L. M. Cordeiro-Borgezanová a kol. a R. Borgezan a kol. informovali o populáciách jaskynných rýb v krasovej oblasti Bodoquena a T. G. Pellegrini a R. L. Ferreira predstavili štruktúru a interakcie fauny v spoločenstve guánovej kopy. Posledná prednáška dňa bola venovaná sumarizácii výsledkov ekologického výskumu netopiera *Rhinolophus euryale* na Slovensku (E. Miková a kol.). Následne sa začala posterová sekcia, kde prítomní autori prezentovali celkom 67 posterov. Správa slovenských jaskýň bola zastúpená dvoma posterami. V prvom V. Papáč a Ľ. Kováč prezentovali objav troch nových jaskynných druhov chvostoskokov z rodu *Megalothorax* na Slovensku a jedného nového druhu z Rumunska. V druhom A. Mock, K. Tajovský a V. Papáč informovali o výsledkoch štúdia jaskynnej mnohonôžky z rodu *Hylebainosoma*, ktorá bola objavená v jaskyniach Tisovského krasu. Slovensko prezentovali aj poster P. Fendú a kol. o roztočoch z čeľade Coprozerconidae v jaskyniach Slovenska, B. Haľková a A. Mock informovali o výskume fauny podzemných pivníc v tufoch Tokajskej oblasti, Ľ. Kováč a kol. prezentovali morfológiu, ekológiu a distribúciu troglóbiontného chvostoskoka *Neelus koseli*, P. Luptáček predstavil morfológiu a distribúciu jaskynného panciernika *Belba clavigera*, E. Miková sa venovala potravnnej báze netopiera *Rhinolophus euryale* v zimnom období, M. Balogová a M. Uhrin sledovali zimovanie salamandry škvrnitej v podzemných úkrytoch, J. Svatoň a P. Gajdoš podali súhrn o výskyte pavúkov v slovenských jaskyniach a M. Rendoš a kol. predstavili chvostoskoky v podpovrchovom subteránnom prostredí pohoria Čierna hora.

V dopoludňajších hodinách záverečného dňa konferencie bol na programe blok prednášok v sekcii Subteránne ekosystémy, kde ako prvé odzneli zaujímavé prednášky

T. Pipanovej a D. C. Culvera o organickom uhlíku v plytkom subteránnom prostredí a O. T. Moldovanovej o používaní správnych termínov v podzemnej biológii. M. Souza Silva a kol. prezentovali výsledky výskumu zmien jaskynného spoločenstva počas suchých a daždivých období v dvoch brazílskych oblastiach a J. H. Hahn a S. Gutjahr sa venovali podzemným habitatom vodnej fauny. Po prestávke nasledovala posledná sekcia Ochrana podzemného života, kde sa dostala ku slovu opäť O. T. Moldovanová, ktorá poukázala na potrebu ochrany jaskynných sedimentov ako významných mikrohabitatov pre faunu. Nasledovali prednášky o praktickej ochrane jaskynných mlokov *Proteus anguinus* v Dinárskom krase (G. Aljančič a M. Năpăruș), o ochrane veslonôžok (Copepoda) podzemných vôd v Rumunských Karpatoch (I. N. Melegová a kol.) a o problematike ochrane jaskýň v americkom štáte Arizona (J. Corbett a B. Noble). Podnetný bol aj referát R. L. Ferreira a T. G. Pellegriniho, ktorí prezentovali výsledky ich snaženia o záchranu fauny v zatopenej brazílskej jaskyni. Po ňom odzneli ešte referáty o pripravovanej databáze typových lokalít v Dinárskom krase (M. Lukić a kol.) a o biodiverzite a ochrane jaskynnej fauny v Portugalsku (A. S. P. S. Reboleirová a kol.). Súčasťou záverečného programu konferencie bolo stručné obhliadnutie sa za celoživotným dielom dvoch významných biospeleológov, Chorváta Milana Meštrova (1929 – 2010) a Rumuna Lazara Botosaneana (1927 – 2012), in memoriam. Nasledovala prezentácia miesta konania ďalšej konferencie a po nej oficiálne ukončenie konferencie.

Na tomto vedeckom podujatí sa zúčastnilo celkom 117 účastníkov z 21 krajín sveta. Odznelo 70 referátov, prezentovaných bolo 67 posterov a jeden videodokument. Abstrakty referátov a posterov sú publikované v zborníku abstraktov ICSB 2012. Hlavnými členmi organizačného výboru konferencie boli Ľ. Kováč, A. Mock, P. Luptáček, I. Hudec, M. Uhrin (všetci z Univerzity P. J. Šafárika, Košice), V. Papáč, Z. Višňovská (oba zo Správy slovenských jaskýň, Liptovský Mikuláš) a P. Hlaváč. Potešujúcou informáciou je fakt, že Medzinárodná spoločnosť pre podzemnú biológiu si za svojho nového prezidenta na najbližšie štyri roky zvolila doc. RNDr. Ľubomíra Kováča, CSc., z Univerzity Pavla Jozefa Šafárika v Košiciach. Na zasadnutí výboru ISSB sa zároveň rozhodlo, že nasledujúca, v poradí už 22. konferencia o podzemnej biológii sa bude konať roku 2014 v Mexiku.

Slávnostné zhromaždenie k 90. výročiu objavenia Važeckej jaskyne

Objav Demänovskej jaskyne slobody roku 1921 a jeho značná publicita boli nesmiernou inšpiráciou skúmať aj iné krasové územia Slovenska. Najmä mladí a vzdelaní ľudia s citom pre prírodu sa odvážne púšťali do prieskumných činností. Nie inak sa tak udialo aj v prípade objavy Važeckej jaskyne.

Mladý absolvent lesníckej školy Ondrej A. Húska, inšpirovaný aj návštevou Morav-

ského krasu s priepasťou Macocha, začal skúmať Diery pod vrškami južne od obce Važec. V júli 1922 spolu s A. Somrom postupne prenikli do neznámych priestorov a objavili tak Važeckú jaskyňu. Ďalší nasledovníci vyvinuli nemalé úsilie a roku 1934 jaskyňu sprístupnili verejnosti, najmä zásluhou F. Havránka.

Udalosti objavenia si pripomenuli občania Važca na stretnutí dňa 26. augusta 2012 vo vstupnom areáli Važeckej jaskyne. Podujatie zorganizovala obec Važec spolu s Miestnym odborom Matice slovenskej v spolupráci so ŠOP SR, Správou slovenských jaskýň a Slovenským múzeom ochrany prírody a jas-

kniarstva v Liptovskom Mikuláši. Pracovníci múzea pripravili tematickú výstavu viažucu sa na históriu jaskyne. Príjemné prostredie spoluvytvárali ženský spevácky zbor Stráne z Važca a skupina Free Voices z Prešova.

Stretnutie otvoril starosta obce Važec Rastislav Profant, ktorý pripomenul význam jaskyne pre obec a širšie okolie. V mene obecného zastupiteľstva ocenil pamätnými listami nasledovníkov objaviteľov i tých, ktorí sa zaslúžili o rozvoj jaskyne. Za Správu slovenských jaskýň sa účastníkom prihovril jej riaditeľ. Pripomenul historické súvislosti objavy jaskyne a výsledky výskumných činností odborníkov



Starosta obce Važec R. Profant (dolu v strede) s rodinou A. Húsku. Foto: A. Ilavská



Účastníci zhromaždenia pred vchodom do Važeckej jaskyne. Foto: I. Hlaváčová

z oblastí geomorfológie, klimatológie, hydrologie Važeckého krasu a najmä najnovšie výsledky paleontologického výskumu. Prítomná bola aj riaditeľka Slovenského múzea ochrany prírody a jaskyniarstva doc. Dana Šubová. Potom sa už ujal slova správca jaskyne Milan

Orfánus, ktorý účastníkov pozval na slávnostnú prehliadku jaskyne s krátkym koncertom speváckej skupiny Free Voices.

Bolo to príjemné nedeľné odpoľudnie, keď účastníci akcie mohli navštíviť jaskyňu i dozvedieť sa čo-to o histórii objavu i súčas-

ných aktivitách vo Važeckej jaskyni. Stretli sa tu zaujímaví ľudia, ktorí mali a majú pozitívny vzťah k prírode, osobitne k perle horného Lipčova – Važeckej jaskyni.

Jozef Hlaváč

Slávnostné zhromaždenie k 60. výročiu objavenia Gombaseckej jaskyne

Šesťdesiat rokov uplynulo od historického momentu, keď rožňavskí jaskyniari pod vedením Viliama Rozložníka po ročnej tvrdej práci na znížení hladiny Čiernej vyvieračky prenikli 18. novembra 1951 do priestorov Gombaseckej jaskyne. Objavitelia vtedy isto netušili, že jaskyňa s jedinečnými niekoľko metrov dlhými brkami sa o 44 rokov neskôr stane reprezentatívnou lokalitou jaskýň svetového dedičstva Slovenského a Aggtelejského krasu.

Na tieto nezabudnuteľné chvíle spomínali 19. novembra 2011 rožňavskí jaskyniari, pracovníci Správy slovenských jaskýň, národných parkov Slovenský kras a Aggtelek, Krajského úradu životného prostredia v Košiciach, predstavitelia okolitých obcí a miest aj ďalší pozvaní hostia v Mramorovej sieni jaskyne. V príhovoroch Ing. Ondrej Bolaček, vedúci jaskyniarskej skupiny v Rožňave, a doc. RNDr. Pavel Bella, PhD., zástupca riaditeľa Správy slovenských jaskýň, zdôraznili prínos dobrovoľných speleológov pri objavovaní a skúmaní jaskýň svetového dedičstva, ako aj starostlivosť štátu pri ich výskume, využívaní a ochrane.

Gombasecká jaskyňa je príkladom spolupráce

medzi členmi Slovenskej speleologickej spoločnosti a Správy slovenských jaskýň. Dobrovoľní speleológovia na základe zamerania jaskyne Ing. Arpádom Abonyim rok po objave vyrazili umelý vchod a v roku 1955 zabezpečili aj sprístupnenie jaskyne. Zásluhou Štefana Rodu a Ladislava Rajmana v roku 1968 zriadili pri jaskyni speleolaboratórium na sledovanie klimatických pomerov a v jaskyni uskutočnili prvý raz na Slovensku speloterapiu. Gustáv Stibrányi stopovacou skúškou dokázal spojenie Ponornej jaskyne s Gombaseckou jaskyňou. Rožňavskí jaskyniari doteraz vykonávajú speleologický prieskum v Mramorovej studni.

Správa slovenských jaskýň v Gombaseckej jaskyni od roku 2001 uskutočňuje monitoring mikroklímy a vplyvu návštevnosti na

ňu vrátane sledovania obsahu CO₂ (J. Zelinka). Od roku 2002 prebieha hydrologický a hydrochemický monitoring kvality podzemných vôd a kontinuálne meranie mernej elektrickej vodivosti vody (D. Haviarová), ako aj sledovanie podzemnej fauny v jaskyni vo viacerých etapách (A. Mock, Ľ. Kováč a kol.); roku 2003 sa realizoval geomorfologický výskum (P. Bella) a roku 2009 geologický výskum (Ľ. Gaál a Ľ. Vlček). Správa slovenských jaskýň roku 2004 zabezpečila rozsiahlu rekonštrukciu elektrických zariadení s prúdovými chráničmi a roku 2005 vytvorenie prístrešku pred vchodom a úpravu vstupnej terasy z prírodného kameňa. Roku 2006 dala spracovať architektonickú štúdiu výstavby nového vstupného areálu. Roku 2003 pracovníci úseku ochrany jaskýň

Správy slovenských jaskýň spracovali projekt ochranného pásma jaskyne, ktorý zahŕňa aj neďalekú Silickú ľadnicu. Ochranné pásmo vyhlásil Krajský úrad životného prostredia v Košiciach až v roku 2011 na ploche 642,4831 ha.

Gombaseckú jaskyňu ročne navštevuje spravidla vyše 10-tisíc návštevníkov. Jaskyňa v súčasnosti čaká na lepšie podmienky v Štátnej ochrane prírody SR, aby sa mohol realizovať projekt na výstavbu nového vstupného areálu. Jaskyňa by si to skutočne zaslúžila.



Účastníci zhromaždenia pred vchodom do jaskyne. Foto: Ľ. Gaál

Ľudovít Gaál

Výstava o jaskyniach svetového dedičstva v Čechách

Koncom marca 2012 sa v českom Pacove konala slávnostná vernisáž výstavy s názvom Jaskyne svetového dedičstva UNESCO na Slovensku a v Maďarsku. Výstavu pôvodne pripravili pracovníci Aggteleškého národného parku v Maďarsku, Speleoklubu Minotaurus v Rožňave, Banského múzea Rožňava a Správy slovenských jaskýň v rokoch 2006 – 2008. Prvé otvorenie sa konalo v máji 2008 v priestoroch Banského múzea v Rožňave, o ktorom sme informovali jaskyniarsku verejnosť v Aragoni- te 14/1 z roku 2009. Výstava je mimoriadne pôsobivá, inštalovaná na plátennom materiáli (tzv. banneroch) s rozmermi 220 x 107 mm. Pozostáva z 27 panelov s trojjazyčným textom (slovenčina, maďarčina, angličtina), s 337 fotografiami, 9 povrchovými mapami, 15 jaskynnými mapami a 24 grafmi. Okrem toho, že podáva základné informácie o krasových javoch Slovenského a Aggteleškého krasu, predstaví aj osobnosti výskumu a najvýznamnejšie jaskyne územia. Výstavu v historickej miestnosti Pacovského zámku otvorili v poobedňajších hodinách 28. 3. 2012 riaditeľ Správy jeskyní Českej republiky RNDr. Jaroslav Hromas, Kinga Székely z Maďarska a Ing. Jozef Hlaváč, riaditeľ SSJ, za účasti primátora mesta Pacov, riaditeľa tamojšieho múzea, zástupcov štátnych a verejných inštitúcií, ako aj početných záujemcov. Výstavu o svetovom dedičstve českí kolegovia doplnili aj bohatým trojrozmerným materiálom a ďalšími panelmi o českých jaskyniach. Po otvorení sa konala zaujímavá prezentácia jaskýň svetového dedičstva na snímkach 3D, ktorú pripravil fotograf a jaskyniar Csaba Egri z Maďarska.

Okrem otvorenia výstavy sa konali v Čechách ďalšie sprievodné podujatia. Navštívili sme neďaleko ležiacu Chýnovskú jaskyňu, po ktorej nás sprevádzal jej správca Karel Drbal. Na rekonštrukcii jaskyne sa v rokoch 2006 a 2007 podieľali aj pracovníci firmy ZAMGEO z Rožňavy. Jaskyňa je pozoruhodná najmä z geologického hľadiska, je vytvorená v krásne prúžkovaných proterozoických kryštálických vápencoch a vyskytuje sa v nej aj niekoľko vzácných minerálov, ako hexagonit, palygorskite, kremeň a chalcedón. Ďalšou zaujímavosťou jaskyne je, že pri rekonštrukcii českí kolegovia zostali verní pôvodnému štýlu jej sprístupnenia z roku 1868. Jaskyňu objavili v roku 1863 a sprístupnili ju ako prvú v Čechách. Z tohto dôvodu v nej zabradli vyhotovili zo smrekového dreva a na vchodoch umiestnili mreže s historickým kovaním. Na



Slávnostné otvorenie výstavy. Foto: I. Mrázková



Výstava o jaskyniach svetového dedičstva na Pacovskom zámku. Foto: J. Bílek

povrchu sme ďalej navštívili mohutný Schwarzenberský kameňolom na kryštálický vápenec a amfibolity.

Nasledujúci deň 29. 3. 2012 sa v budove Správy jeskyní ČR v Průhoniciach konali prezentácie spôsobu riešenia databáz jaskýň v Českej republike (tzv. JESO), v Maďarskej republike a na Slovensku. Konštatovali sme, že český a maďarský spôsob evidencie jaskýň sú značne podobné, zakladajú sa na báze numerických kódov podľa karsologického (Česko) alebo geomorfologického (Maďarsko) členenia územia. Okrem toho maďarská strana prezentovala mimoriadne zaujímavý nový spôsob mapovania jaskýň pomocou laserového ske-

novania, výsledkom ktorého je 3D zobrazenie jaskýň s ďalšími rôznymi výstupmi.

Nakoniec 30. 3. 2012 sme navštívili Mladeckú jaskyňu. Českí kolegovia tu práve dokončili rekonštrukciu vstupnej budovy v pôvodnom štýle a do priestorov jaskyne umiestnili makety kromaňónskeho človeka. Jaskyňa patrí medzi významné archeologické lokality a predstavuje najstar-

šie, najväčšie a najsevernejšie sídlisko človeka kromaňónskeho typu v Európe, ktorý tu žil pred 31-tisíc rokmi. Okrem dvoch makiet z plastu je v jaskyni vystavené aj rozličné náradie pravekého človeka a kosti zvierat. V predsiene jaskyne umiestnili aj niekoľko informačných panelov o histórii výskumu a spôsobe života pravekého človeka v jaskyni.

Domov sme sa vrátili s dobrým pocitom z vydarenej pracovnej cesty a s množstvom skúseností. Českým kolegom ďakujeme za dôslednú prípravu výstavy a za exkurzie po jaskyniach.

Ludovít Gaál, Jozef Hlaváč

16. seminár pre zamestnancov Správy slovenských jaskýň

V dňoch 5. – 7. 12. 2011 sa v hoteli Hrádok pri Ochtingskej aragonitovej jaskyni uskutočnil 16. seminár pre zamestnancov sprístupnených jaskýň. Program seminára bol rozdelený do troch dní a zameraný hlavne na zabezpečenie potrebných školení z oblasti bezpečnosti prevádzkovania sprístupnených jaskýň a ochrany

zdravia, doplnený aj o praktickú časť v podzemí. Prvý deň sa konalo školenie vodičov referenčných vozidiel a školenie o ochrane pred požiarom. Na druhý deň program pokračoval prehliadkou Ochtingskej aragonitovej jaskyne a školením o bezpečnosti a ochrane zdravia pri práci (BOZP) i bezpečnosti práce v podzemí; následne sa uskutočnilo overenie odbornej spôsobilosti vedúcich zamestnancov. Tretí deň po školení zamestnancov o prírodnom ionizujúcom žiarení koniec programu tvorila

prehliadka Dobšinskej ľadovej jaskyne, kde okrem praktického školenia z BOZP sa prezentovali výsledky investičnej a ochrannárskej činnosti organizácie. Počas seminára sa zamestnanci vzájomne informovali o priebehu turistickej sezóny v roku 2011, ako aj o aktuálnych problémoch jednotlivých prevádzok sprístupnených jaskýň. Seminára sa zúčastnilo 56 zamestnancov ŠOP SR, sekcie Správy slovenských jaskýň.

Lubica Nudžíková



Zamestnanci sprístupnených jaskýň pred vstupným areálom Ochtinskej aragonitovej jaskyne. Foto: P. Bella

Návštevnosť sprístupnených jaskýň v roku 2011

Jaskyne v prevádzke Správy slovenských jaskýň	Mesiac												SPOLU
	Január	Február	Marec	April	Máj	Jún	Júl	August	September	Október	November	December	
Belianska jaskyňa	2 963	3 253	1 862	2 971	7 527	14 170	27 214	21 736	7 176	5 166	1 395	852	96 285
Bystrianska jaskyňa	234	480	377	910	1 463	3 313	4 873	4 411	1 329	618	0	0	18 008
Demänovská jaskyňa slobody	4 311	4 868	3 691	4 072	7 451	14 845	24 716	23 557	7 571	6 283	1 949	1 039	104 353
Demänovská ľadová jaskyňa	0	0	0	0	2 489	8 918	25 853	25 766	6 353	0	0	0	69 379
Dobšinská ľadová jaskyňa	0	0	0	0	2 608	8 668	18 824	21 114	6 273	0	0	0	57 487
Domica	0	305	501	1 488	2 036	4 494	6 795	7 248	2 011	927	318	299	26 422
Driny	0	0	0	1 618	2 924	7 422	6 673	7 366	2 916	1 120	0	0	30 039
Gombasecká jaskyňa	0	0	0	488	725	1 621	2 332	2 103	580	347	0	0	8 196
Harmanecká jaskyňa	0	0	0	0	919	3 705	5 153	5 484	1 497	1 169	0	0	17 927
Jasovská jaskyňa	0	0	0	637	1 126	3 501	3 383	3 063	1 159	941	0	0	13 810
Ochtinská aragonitová jaskyňa	0	0	0	1 049	1 967	4 045	6 772	6 310	2 149	1 403	0	0	23 695
Važecká jaskyňa	0	327	309	703	1 190	2 323	4 709	3 646	955	758	600	0	15 520
SPOLU	7 508	9 233	6 740	13 936	32 425	77 025	137 297	131 804	39 969	18 732	4 262	2 190	481 121

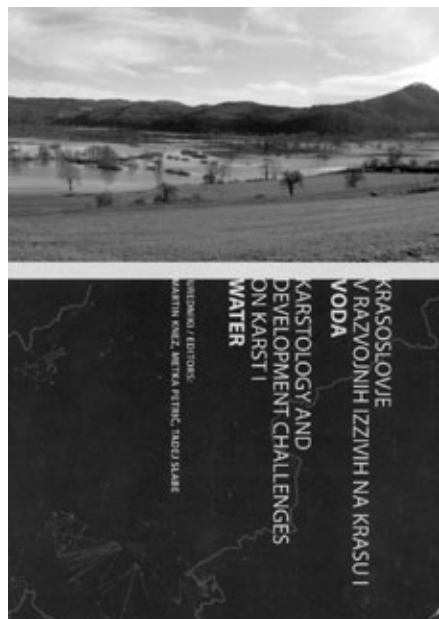
Jaskyne v nájme od Správy slovenských jaskýň	Mesiac												SPOLU
	Január	Február	Marec	April	Máj	Jún	Júl	August	September	Október	November	December	
Bojnická hradná jaskyňa	2 121	2 275	2 743	11 624	19 131	27 990	28 160	27 759	11 788	5 279	2 623	3 268	144 761
Jaskyňa mŕtvych netopierov	0	0	65	156	111	252	617	819	335	167	77	91	2 690
Krásnohorská jaskyňa	17	15	0	192	270	333	826	880	242	108	49	0	2 932
Malá Stanišovská jaskyňa	275	435	329	513	439	948	2 059	2 082	731	634	0	278	8 723
Morské oko	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	19	19
Zlá diera	0	0	0	268	517	820	875	640	293	330	51	0	3 794
SPOLU	2 413	2 725	3 137	12 753	20 468	30 343	32 537	32 180	13 389	6 518	2 800	3 656	162 919

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

M. Knez, M. Petrič, T. Slabe (Eds.):

Karstology and Development Challenges on Karst I – Water

Carsologica 13, Založba ZRC,
Postojna – Ljubljana 2011, 167 strán,
ISBN 978-961-254-334-1



Karsologický výskumný inštitút pri Slovinskej akadémii vied ZRC SAZU v Postojnej prichádza s novou publikáciou, ktorá sa venuje problematike krasových vôd. Kniha vychádza ako prvá z plánovanej širšej série knižných publikácií monotematicky venovaných vybraným témam krasu. Sumarizuje vybrané poznatky z aplikovaných výskumných štúdií viacerých projektov zameraných na vodu v krase Slovinska, ktoré za obdobie niekoľkých desaťročí priebežne realizovali pracovníci inštitútu.

Publikácia je prehľadne rozdelená do desiatich samostatných kapitol. Prvá z nich sa venuje charakteristike krasových kolektorov, ich zraniteľnosti a ohrozeniu. M. Petrič, N. Ravbar a J. Kogovšek definujú krasový kolektor, upozorňujú na jeho vysokú zraniteľnosť podmienenú rýchlou infiltráciou povrchových vôd do podzemia, malou filtračnou schopnosťou krasového prostredia, veľkou rýchlosťou prúdenia vody v podzemí a rýchlym transportom kontaminácie v kolektore. V rámci ohrozenia krasových vôd opisujú zdroje znečistenia a typy kontaminácie.

V druhej kapitole J. Kogovšek opisuje úlohu vadóznej zóny v rámci prenosu znečistenia cez krasový kolektor do krasových prameňov. V kapitole sú sumarizované výsledky dlhodobých pozorovaní transportu znečistenia za obdobie rokov 1988 – 2009, výsledky detailných meraní pohybu znečistenia počas hydrologického roka, výsledky prenosu znečistenia v priesakových jaskynných vodách po zrážkových udalostiach a prenosu znečistenia zo skládok.

Tretiu kapitolu o teplote vody ako prírodnom stopovači podzemnej vody v krase spracovali F. Gabrovšek a J. Turk. Okrem

stručných informácií o rozdieloch v zmenách teploty vody na povrchových a podzemných tokoch, spôsobe monitorovania teploty vody na podzemných tokoch v jaskyniach a vyzdvihnutia teploty vody ako významného indikátora smeru prúdenia a dynamiky podzemnej vody v krase autori uvádzajú konkrétne príklady z monitoringu teploty vody rieky Pivka v systéme Postojnskej jaskyne a rieky Unica v štyroch jaskyniach medzi Planinským poljom a Logatcom.

V štvrtej kapitole J. Kogovšek rozoberá vplyv dopravy na zdroje krasových vôd. Súčasťou kapitoly sú konkrétne výsledky z prvého väčšieho výskumu tohto druhu v Slovinsku, realizovaného v blízkosti Postojne roku 1992.

Piata kapitola sa venuje problematike kontaminácie krasových vôd vplyvom úniku rôznych nebezpečných látok do horninového prostredia, ktoré môžu kontaminovať krasové vody na veľmi dlhý čas. Podrobne je uvedených niekoľko príkladov ekologických havárií (hlavne únikov nafty a olejov) a výskumov, ktoré boli zamerané na identifikáciu šírenia tohto znečistenia. Túto kapitolu spracovali J. Kogovšek a M. Petrič.

V nasledujúcej kapitole rovnaké autorky opisujú plánovanie monitoringu podzemných vôd v krasových bazénoch, ktoré sú ovplyvnené a potenciálne ohrozené skládkami odpadov. V kapitole je podrobnejšie opísaný vplyv skládok Mala Gora, Mozejl a Sežana na príslušné krasové územia. Uvádza sa podrobná hydrogeologická charakteristika území, v ktorých sa skládky nachádzajú, opis a výsledky stopovacích skúšok, ktoré sa na lokalitách realizovali, ako aj návrh monitorovacích sietí s cieľom monitoringu kvality vôd potenciálne ovplyvnených týmito skládkami. Prínosom kapitoly je aj sumár pravidiel úspešného monitoringu rovnako ovplyvnených území, ktoré boli vytvorené na základe získaných poznatkov z doteraz realizovaných výskumov.

Autormi siedmej kapitoly sú M. Bole, S. A. S. Petrovšek, P. D. Gajšek, J. Kogovšek, M. Petrič a B. Pokorný. Táto kapitola hodnotí vplyv vojenského výcvikového priestoru Poček na krasové vody. Obsahuje syntézu výsledkov získaných v rámci realizácie dvoch projektov venovaných tejto lokalite. Autori v nej v rámci hodnotenia ohrozenosti dotknutých vodných zdrojov podávajú hydrogeologický opis územia ovplyvnený výcvikovým priestorom, charakteristiku prúdenia podzemných vôd a transport látok v dotknutom území na základe stopovacej skúšky. Nechýba ani opis kvality vôd a znečistenia sedimentov v oblasti a následne podrobnejší opis zmeny kvality vody za zvýšených stavov na prameni Malenščica, ktorý patrí podľa výsledkov výskumov spolu s prameňom Vipavy k najohrozenejším lokalitám. Súčasťou kapitoly je aj návrh manažmentových opatrení pre ochranu krasových vôd v území ovplyvnenom výcvikovým priestorom, ako aj zoznam základných pravidiel, ktoré by sa mali rešpektovať pri monitoringu kvality krasových vôd vo všetkých územiach ovplyvnených podobnými výcvikovými priestormi.

Ôsma kapitola, ktorú spracovali M. Petrič, J. Kogovšek a N. Ravbar, je venovaná slovinskej legislatíve vo vzťahu k špecifikám krasových kolektorov. Opísané sú základné princípy ochrany krasových vôd, ktoré treba

akceptovať pri príprave legislatívnych predpisov. Okrem citácie platnej legislatívy sa špecifikujú aj jej nedostatky, zistené pri aplikácii niektorých nariadení v praxi. V kapitole sa objavujú aj konkrétne návrhy opatrení, ktoré by bolo vhodné zapracovať do plánovaných legislatívnych zmien.

Alternatívne metódy ochrany zdrojov krasových vôd sú témou deviatej kapitoly. N. Ravbar v nej podrobne rozoberá tzv. slovinský prístup hodnotenia zraniteľnosti a rizika kontaminácie krasových vôd, ktorý je možné pri zohľadnení podmienok krasu v Slovinsku úspešne využiť pri efektívnej ochrane najzraniteľnejších území krasových kolektorov. Uvedené sú aj konkrétne príklady použitia tejto metódy na krasových kolektoroch v Slovinsku.

V poslednej kapitole sa G. Kovačič a N. Ravbar zamerajú na povodne v krase. Opisujú dva základné typy povodní v krasových územiach a miesta s najvyšším výskytom týchto extrémnych hydrologických udalostí v krase Slovinska. Podávajú stručný prehľad najväčších povodní a škôd, ktoré povodne v slovinskom krase spôsobili. Podrobnejšie opisujú posledné povodne zo septembra 2010. Na príklade záplav Planinského polja z decembra 2009 objasňujú dynamiku zaplavovania krasového polja.

Publikáciu v rozsahu 167 strán uzatvára rozsiahly zoznam literatúry obsahujúci 151 titulov. Text publikácie dopĺňa 22 obrázkov pozostávajúcich z rôznych máp a obrazových schém, 20 grafov, 6 tabuliek a 25 farebných fotografií. Publikácia má simultánne dvojazyčné slovinsko-anglické vyhotovenie. Vyšla v náklade 600 ks a je určená pre širokú odbornú verejnosť zaoberajúcu sa problematikou krasu, špeciálne výskumom, monitoringom a ochranou krasových vôd. Publikácia plne napĺňa cieľ editorov, ktorý bol postavený na prezentovaní získaných poznatkov z výskumov a ich príspevku k racionálnemu využívaniu a efektívnej ochrane krasových regiónov celého sveta.

Dagmar Haviarová

**D. C. Culver, B. Debevc,
M. Knez, G. Kovačič, A. Kranjc,
J. Mulec, T. Pipan, M. Prelovšek,
N. Ravbar, A. Semeja, T. Slabe,
S. Šebela, N. Zupan Hajna:**

Karstology and Development Challenges on Karst II – Construction, Tourism, Ecology, Protection

Carsologica 14, Založba ZRC, ZRC
SAZU, Postojna – Ljubljana 2012,
199 strán, ISBN 978-961-254-340-2

Druhý diel série monografií *Karstology and Development Challenges on Karst* sa zaoberá aktuálnou problematikou výstavby do-



pravných komunikácií v krase, upravovaním jaskýň na turistické účely, ekológiou podzemných biotopov a ochranou krasu na povrchu i v podzemí. Tento pomerne rozsiahly problematiku zodpovedá aj široký autorský kolektív. Publikácia obsahuje 12 kapitol, ktoré sú rozdelené do štyroch tematických blokov.

V prvom bloku zameranom na výstavbu dopravných komunikácií sa píše o plánovaní, speleologickom výskume a odbornej asistencii pri výstavbe diaľnic cez krasové územia v Slovinsku. Odborníci z Inštitútu pre výskum krasu v Postojnej sa podieľali na projektovej príprave týchto náročných stavieb zasahujúcich do terénu, počas stavebnej realizácie prác vykonávali dokumentáciu a výskum novoobjavených jaskýň a priepastí, ako aj odkrytých početných paleokrasových javov. Postupne sa opisujú krasové formy (vrátane tzv. „bezstropných jaskýň“) objavené počas výstavby diaľnice v „klasickom“ krase v úseku Divača – Fernetiči, podpodňny „kamenný les“ tvorený korózne zaoblenými kamennými zubmi a inými výčnelkami, diery a šachty v Dolenjskom krase, ako aj jaskyne na skrasovatených svahoch brekcií a flyšu pod vrchom Nanos vo Vipavskej kotline (jaskyne na kontakte brekcií a podložných flyšových hornín, puklinové jaskyne ako prejavy svahových deformácií brekcií ležiacich na šikmom flyšovom podloží).

Druhý blok sa zaoberá technickými úpravami jaskýň na turistické účely. Zdôrazňuje sa profesionálny pohľad a odborné konzultácie pri manažmente Postojnskej jaskyne využívajúce výsledky klimatologického, hydrologického a biologického monitoringu na posudzovanie a elimináciu nevhodných antropogénnych vplyvov na jaskynné prostredie. Podobne sa analyzuje vplyv turizmu na jaskyňu Predjama s cieľom jej optimálneho a racionálneho využívania. Na základe speleologickej dokumentácie, komplexného výskumu a zhodnotenia prírodnej atraktivity sa načrtávajú možnosti využívania a rozvoja jaskyne Thien Duong vo Vietname na turizmus.

Tretí blok je venovaný problematike podzemnej ekológie. Najskôr sa charakterizujú základné ekologické podmienky v podzemí pre biotu a jej adaptácia na toto špecifické prírodné prostredie. Následne sa uvádzajú

metódy a výsledky výskumu epikrasovej fauny v systéme Postojnskej jaskyne (Postojnska jama, Pivka jama, Črna jama), Škocjanských jaskyniach, jaskyni Dimnice a Županovej jaskyni. Poukazujú na význam biologických metód pri ekosystémovom skúmaní krasu sa zdôrazňujú interakčné vzťahy a prislúchajúce metodologické prístupy skúmania krasových faunistických spoločenstiev. Ďalej sa hodnotí súčasný stav a praktické aplikácie mikrobiológie v Slovinsku a predkladajú sa perspektívy jej rozvoja vo vzťahu k akvatickej podzemnej faune, aerobiológii v jaskyniach a biotopom tvoreným anorganickými jaskynnými sedimentmi, guánom netopierov či travertínovými usadeninami.

Štvrtý blok poukazuje na potrebu integrovaného prístupu pri zabezpečovaní ochrany povrchovej i podzemnej časti krasu. Podávajú sa základné informácie o legislatívnom rámci ochrany krasu a jaskýň v Slovinsku (vrátane zákona o ochrane jaskýň), uvádzajú sa rozličné prípady znečistenia a zmien krasovej krajiny. Ďalej sa sumarizujú hlavné zásady ochrany krasového podzemia ako veľmi citlivého a zraniteľného geosystému voči nevhodným antropogénnym zásahom z povrchu. Nakoniec sa charakterizujú hlavné vedecké výsledky a ostatné aktivity vykonané v rámci bilaterálneho slovinsko-chorvátskeho projektu EÚ *Karst Underground Protection (KUP)*.

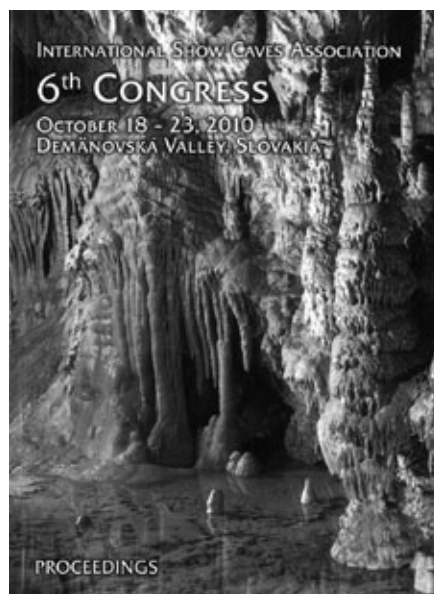
Túto zaujímavú inšpiratívnu a poučnú publikáciu dávame do pozornosti nielen špecialistom na výskum krasu a jaskýň, ale aj „širšie“ zameraným ochrancom prírody, manažérom a iným odborníkom zaoberajúcim sa využívaním a environmentálnymi problémami krasovej krajiny vrátane jaskýň. Publikácia vyšla v náklade 600 kusov. Má pevnú šitú väzbu a precízne grafické stvárnenie s množstvom farebných obrázkov, ktoré vhodne nadväzujú na textovú časť. Ide o ďalšie vydarené dielo v bohatej slovinskej karsologickej a speleologickej literatúre, ktorá v poslednom desaťročí vychádza najmä v edícii *Carsologica*.

Pavel Bella

P. Bella, P. Gažík (Eds.):
Proceedings
International Show Caves
Association 6th Congress
October 18 – 23, 2010
Demänovská Valley, Slovakia

State Nature Conservancy of Slovak
Republic, Slovak Caves Administration,
Liptovský Mikuláš 2011, 200 strán,
ISBN 978-80-89310-59-3

Medzinárodná asociácia prístupných jaskýň (International Show Caves Association, v skratke ISCA) je najvýznamnejšou svetovou organizáciou združujúcou osoby, národné asociácie a štátne organizácie, ktoré vlastnia, spravujú alebo manažujú významné prístupné jaskyne v rôznych častiach sveta. Oficiálny život organizácie prebieha v štvorročných cykloch prostredníctvom kongresov.



Prvých päť kongresov sa uskutočnilo postupne v mestách Genga (Taliansko, 1990), Nerja (Španielsko, 1994), Santadi (Taliansko, 1998), Postojna (Slovinsko, 2002) a naposledy v roku 2006 na Bermudách. Organizovaním šiesteho kongresu ISCA bolo poverené Slovensko, konkrétne Správa slovenských jaskýň v Liptovskom Mikuláši. Samotný 6. kongres ISCA sa konal 18. – 23. októbra 2010 v Demänovskej Doline a publikačným výstupom z tohto kongresu je zborník referátov, ktorý bol vydaný v roku 2011 v rozsahu 200 strán vo formáte A5 s mäkkým obalom.

Úvodné strany zborníka sú venované agende kongresu, ktorá zahŕňa informácie o organizátoroch a hlavných témach, program i spoločné fotografie účastníkov tohto podujatia. Nasledujú správy o udalostiach, zasadaniach, aktivitách a finančnom hospodárení ISCA za obdobie rokov 2007 až 2010, o ktorých informujú prezident ISCA David Summers a sekretárka a pokladníčka ISCA Renata Marinelli. Úvodnú sekciu zborníka zakončujú záznamy z rokovaní valného zhromaždenia a volieb predstaviteľov ISCA, ktoré sa konali počas tohto kongresu.

Hlavný obsah zborníka tvorí 22 odborných príspevkov, ktoré odznali na kongrese. Prvý je príspevok P. Bosáka z Českej republiky zameraný na datovanie procesov prebiehajúcich v krase a jaskyniach. Autor sa zaoberá procesom vzniku a genézy jaskýň z pohľadu vývoja krajiny a rozoberá problematiku rekonštrukcie reliéfu a sedimentov a overovania ich datovania rôznymi metódami. Vedecké poznatky premostil do použitia pre sprístupnené jaskyne, zo slovenských lokalít ich interpretuje na príklade Belianskej jaskyne alebo jaskyne Domica.

D. Cove z austrálskej jaskyne Jenolan hodnotí úlohu výkladu v jaskyni na dosiahnutie porozumenia a ochrany jaskynných a krasových systémov. Upozornil, že výklad v jaskyni nemá byť len komentárom, ale aj poučením. Autor zdôrazňuje, že kľúčom je prezentovať tému a nie objekty. Treba pracovať na tom, aby si ľudia domov odniesli nejakú myšlienku, na ktorú nezabudnú. Sprievodca má byť emocionálne spojený s miestom a nenásilnou formou má motivovať návštevníkov k záujmu

o vedecké poznatky a k ochrane prírody. Na dosiahnutie cieľa navrhuje mať miesta kľúčových bodov, používať emocionálne motívy, momenty prekvapenia a byť pripravený na experiment. Takýmto spôsobom interpretácie vidí možnosť dosiahnutia väčšej podpory výskumu i politickej podpory jaskyniam.

B. Debevc a kolektív informujú o predbežných zámeroch projektu na turistické sprístupnenie jaskyne „Heaven's Cave“ v Národnom parku Phong Nha-Ke Bang vo Vietname. Toto územie je súčasťou svetového dedičstva UNESCO. Zámerom sprístupnenia jaskyne verejnosti je podpora národného povedomia ľudí o prírodnej hodnote krajiny a podpora turizmu.

K. Dvorčáková zo slovenskej jaskyne Potojka predstavila miestny model rozvoja kompetencií pre sprievodcov v jaskyni a systém trvalého dohľadu a školení sprievodcov. V ich prepracovanom systéme majú päť úrovní sprievodcov s nadriadeným sprievodcom pre daný deň, nad ktorým je ešte hlavný sprievodca. Každá úroveň má definované požiadavky a kompetencie. Majú vypracovaný podrobný systém budovania kompetencií cez všeobecné, manažérske až po sprievodcovské. V rámci všeobecných kompetencií sa hodnotia vlastnosti, ako vzťah k návštevníkom, flexibilita, vzťah k práci, komunikačné schopnosti, etické hodnoty a rešpekt k prírodným hodnotám, funkčné schopnosti. Pri sprievodcovských sa hodnotia schopnosti riešenia konfliktov a otázok bezpečnosti, cudzie jazyky, prezentačné schopnosti, poznatky o jaskyni, vodcovské a usmerňovacie schopnosti i všeobecná orientácia. Uvedené vlastnosti sa overujú dotazníkmi, ale aj formou „mystery shoppingu“. Zaujímavý je aj proces výberu budúcich sprievodcov, ktorí musia podstúpiť verejný tender, interview, test na cudzie jazyky, seminár na vlastnú prezentáciu na verejnosti. Po prijatí absolvujú kandidáti oboznámenie sa s organizáciou, návštevu jaskyne, dostanú informácie o základných prírodných danostiach jaskyne, absolvujú školenie, ako prístupovať k návštevníkom, poučia sa o sociálnom aspekte krasu (lokalita), absolvujú prehliadku jeho zaujímavostí, zúčastnia sa na školeniach o bezpečnosti pri práci a voči radiácii, absolvujú lekársku prehliadku a každý kandidát dostane osobného mentora. Ten pripraví kandidátovi správu o mentorstve a kandidáti vyplnia dotazník o mentorovi. Na konci sezóny sa koná hodnotiaci seminár. Systém sa neustále vylepšuje a jeho výhody sú aj v tom, že dáva ľuďom motiváciu a perspektívu v práci.

A. Fabbriatore píše o výmene elektroinstalácie, environmentálnych a bezpečnostných opatreniach, rádiovkej komunikácii a digitálnom zosilňovacom systéme v talianskej sprístupnenej jaskyni Grotta Gigante. Ten istý autor v druhom článku informuje o členskej základni a hlavných aktivitách talianskej asociácie sprístupnených jaskýň AGTI.

A. Fabbriatore v rámci širšieho autorského kolektívu sa venuje aj problematike radónu v spomínanej jaskyni Grotta Gigante.

R. Gal, Slovák žijúci v Nemecku, predstavil svetovo rozšírený environmentálny informačný monitorovací systém WISKI 7 (World Wide Used Environmental Monitoring System). Systém je naozaj rozsiahly a dokáže spracovať, znázorňovať a hodnotiť nielen environmentálne, ale aj manažmentové dáta.

V. Giannopoulos a kolektív referujú o propagácii a ochrane jaskýň na Kréte s archeologickými a paleontologickými hodnotami. Predstavili takisto ambiciózný projekt na sprístupnenie jaskyne pri pobreží mora, do ktorej by sa vchádzalo cez sklený „tunel“ vedený po morskom dne.

M. Korzyská a kolektív sumarizujú najvýznamnejšie poznatky o klimatických pomeroch Dobšinskej ľadovej jaskyne. Opisujú časové a priestorové zmeny teploty a vlhkosti vzduchu a približujú cirkuláciu vzduchu a dynamiku tvorby ľadu v zaľadnených častiach jaskyne. Na základe uvedených parametrov rozlíšili v jaskyni šesť klimatických komplexov.

Tematikou ochrany jaskynného dna a jeho dôležitosti pre výklad návštevníkom sa zaoberá príspevok od M. Kržiča zo Slovinska. Autor zdôrazňuje, že pri sprístupňovaní jaskýň je práve dno jaskyne zvyčajne najviac atakovanou zložkou, a preto mu treba venovať zvýšenú pozornosť v záujme jeho ochrany. Za pozitívny príklad, ako sa to dá v praxi urobiť, označuje jaskyňu Kržižna jama.

Ł. Lewkowicz z Poľska predniesol zaujímavý historicko-turisticko-ekonomický pohľad na jaskynný turizmus v poľsko-slovenskom pohraničnom území. Autor po historickom zhodnotení prechádza do súčasnej situácie poklesu poľských návštevníkov a navrhuje na zlepšenie situácie aplikovať rozličné systémy zliav a zníženia vstupného. Navrhuje takisto vydanie spoločného dvojazyčného sprievodcu jaskyňami na tomto cezhraničnom území. Pre zlepšenie environmentálneho stavu jaskýň najmä na poľskej strane odporúča systém permanentného čistenia, budovanie infraštruktúry a podporu výskumu vplyvu turizmu na jaskyne.

H. A. S. Lobo a kolektív píše o rôznych prístupoch k stanoveniu turistickej únosnosti jaskýň vo svete a aplikáciách používaných v Brazílii. Poukazujú na súčasné trendy vychádzajúce z návrhu kapacity návštevnosti na základe požadovaného ekonomického obratu, prístupy založené na zhodnotení environmentálnych parametrov a prezentujú aj Cifuentesovu metódu stanovenia únosnosti. Táto metóda spočíva v postupnej redukcii fyzickej kapacity návštevníkov korekčnými a limitujúcimi faktormi. V Brazílii uvádza autorský kolektív ďalšie dva scenáre stanovenia únosnosti. Prvý scenár je založený na stanovení limitov na základe environmentálnej krehkosti a druhý na základe času povoleného na návštevu. Prvý scenár sa najprv pýta, čo potrebujeme, a potom odpovedá, čo môžeme. Druhý scenár sa pýta, koľko ľudí chceme mať denne v jaskyni so zreteľom na všetky okolnosti ich návštevy z organizačno-manažérskeho hľadiska. Na základe toho sa vypracujú mapy krehkosti jaskyne s odstupňovaním do 3 až 4 stupňov. Na praktických príkladoch z dvoch jaskýň autori ilustrujú, ako sa pôvodný zámer a odhad počtu návštevníkov redukoval uplatnením odhadovanej únosnosti. Únosnosť jaskyne považujú za flexibilnú veličinu, ktorú nie je vhodné stanoviť jedným číslom, čo predpokladá neustále sledovanie vybraných parametrov.

Článok J. Marikovičovej a kolektívu podrobnejšie opisuje špeciálny monitorovací systém ICEMS, ktorý sa od roku 2007 používa v piatich sprístupnených jaskyniach Slovenska v rámci projektu štrukturálnych fondov EÚ.

Systém je produktom firmy Microstep-MIS. Autori opisujú používané prístroje a sondy, no naznačili aj perspektívy ďalšieho rozvoja použitím nových sond napr. na kontinuálne meranie radónu, zlepšenie merania vlhkosti, spektrofotometrické meranie chemických a fyzikálnych parametrov vody. Zariadenia na počítanie bleskov, prípadne zapojenie meteorologického radaru by dopĺňali informácie vo vzťahu k účinnosti protibleskovej ochrany, čo je dôležité pre dlhodobú prevádzku podzemných monitorovacích systémov založených na jemnej elektronike.

N. Martínková, Slovenka pracujúca v Českej akadémii vied v Brne, rozoberá nanajvýš aktuálnu tému týkajúcu sa vážneho infekčného ochorenia netopierov známeho v Amerike pod názvom syndróm bieleho nosa (white-nose syndrome, v skratke WNS) a v Európe častejšie pod názvom geomýkóza. Toto ochorenie vyvoláva huba *Geomyces destructans*, ktorá sa rozmnožuje na koži tela netopierov počas ich hibernácie. To následne vyvoláva negatívne zmeny v ich správaní a telesnej kondícii. Autorka stručne sumarizuje poznatky o príčinách a mechanizme šírenia choroby v Severnej Amerike a Európe. Príklada sa k hypotéze, že tento fenomén je v Európe známy už viacero rokov, avšak nevyskytoval sa v takej masívnej a najmä letálnej forme ako v Severnej Amerike, kde ochorenie spôsobilo úhyn už viac ako milióna jedincov netopierov. Jednou z možných príčin epidemiologického výskytu WNS v USA môže byť fakt, že sa tam netopiere zvyknú zdržiavať v omnoho väčších kolóniách ako v Európe, čo uľahčuje prenos z jedinca na jedinca. V príspevku sú uvedené niektoré prípady výskytu infekcie v Európe vrátane Čiech a Slovenska.

J. Mulec a S. Glazar poskytujú predbežné výsledky o účinnosti a vhodnosti odstraňovania nežiaducej lampenflóry 15 % roztokom peroxidu vodíka na príklade slovinskej jaskyne Potojnska jama. Autori na tento účel namiesto bežne používaného chlórnanu sodného odporúčajú používať peroxid vodíka pre jeho vhodnejšie a šetrnejšie vlastnosti (bez zápachu, nízka toxicita, vhodnejšie pH, minimálne riziko kontaminácie jaskynných vôd).

V príspevku ekonomického charakteru Ľ. Nudziková stručne hodnotí marketingovú stratégiu Správy slovenských jaskýň, oboznamuje s cieľmi manažmentu a marketingu, charakterom sprievodcovských služieb, faktormi ovplyvňujúcimi ziskovosť a návštevnosť jaskýň. Názorne porovnáva návštevnosť, príjmy a dosiahnuté výsledky do roku 2008 s rokom 2009, obdobím celosvetovej krízy. Pokles návštevnosti je graficky znázornený podľa krajín a podľa rokov.

I. Smetanová a kolektív informujú o predbežných výsledkoch z kontinuálneho sledovania koncentrácie radónu v ovzduší v jaskyni Domica, čo je dôležité nielen vzhľadom na návštevníkov, ale najmä na zamestnancov a sprievodcov jaskyne, ktorí sú radiácii vystavovaní dlhodobo. Autori sledovali aj vzťahy medzi zmenami koncentrácie radónovej aktivity a osciláciami mikroklimatických parametrov v jaskyni a meteorologických podmienok na povrchu.

Ďalší článok je zameraný na prehistóriu. M. Soják a P. Fecko v ňom uvádzajú prehľad

archeologicky významných jaskynných lokalít na našom území. Z tohto pohľadu sa v centre pozornosti ocitli jaskyne Domica, Jasovská, Moldavská, Prepoštská, Bojnická hradná, Važecká, Zlá diera pri Lipovciach, Veľká drienčanská, Malá drienčanská, Šarkania diera a Chyža pri Poráči, spomenuté sú aj niektoré ďalšie.

A. Spate a kolektív z Austrálie vo svojom príspevku predstavujú Austrálázijskú asociáciu pre manažment krasu a jaskýň (ACKMA) združujúcu organizácie aj jednotlivcov, ktorí sa profesionálne alebo na amatérskej báze zaoberajú krasom a jaskyňami. Asociácia vydáva vlastný časopis a každé dva roky organizuje odborné konferencie na vyššej úrovni, ktorých chronológiu autori uvádzajú v tabuľkovej forme. Organizácia vznikla na základe zvýšeného záujmu o austrálsky kras a jaskyne zo strany rekreačných jaskyniarov, z čoho vyplynula potreba profesionalizácie.

Ďalší príspevok (autori P. Štefin a K. Dvorščak) sa zaoberá kľúčovými faktormi atraktivity Postojnskej jaskyne v Slovinsku v rámci jej 192-ročnej histórie turizmu. Analyzuje predpokladané dôvody výrazného nárastu návštevnosti až po kulmináciu v 80. rokoch minulého storočia. Náhly pokles po osamostatnení koncom osemdesiatych rokov bol postupne kompenzovaný novými prístupmi a myšlienkami na opätovné zvýšenie návštevnosti. Výsledkom je opäť stúpajúca tendencia.

Z. Tolnayová z Aggteleškého národného parku v Maďarsku pripravila odborný a štatisticky podložený príspevok o interpretácii ako manažmentovom nástroji a prostriedku na zlepšenie zážitkového vnemu zo strany návštevníkov. Vysvetľuje, ako sa dá interpretácia používať tak, aby sa dosiahla obojstranná spokojnosť návštevníka aj poskytovateľa služby. Prípadovou štúdiou demonštrovala stav vedomostí návštevníkov pred návštevou jaskyne a po nej, ktorý sa ukázal ako štatisticky nevýznamný. Podobný test, ale na emocionálny postoj k jaskyni, sa však ukázal ako významný.

V závere zborníka sú v tabuľkovej podobe uvedené zoznamy účastníkov kongresu, ako aj príslušných členských organizácií a správ jaskýň Medzinárodnej asociácie sprístupnených jaskýň z jednotlivých krajín sveta s ich kontaktnými adresami. Pozn. autora: Organizátorom v poradí siedmeho kongresu ISCA v roku 2014 bude jaskyňa Jenolan v Austrálii.

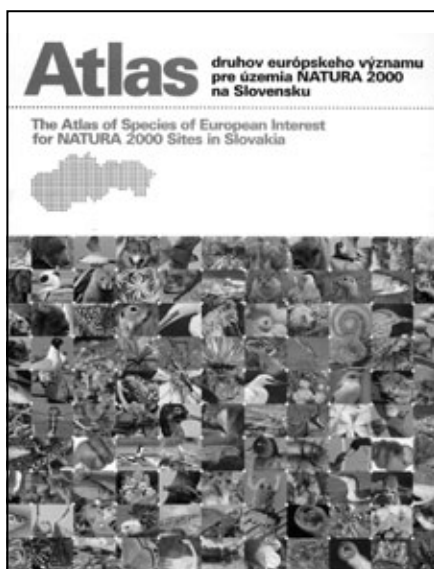
Zuzana Višňovská

D. Šubová, L. Ambróz (Eds.):

Atlas druhov európskeho významu pre územia Natura 2000 na Slovensku

Slovenské múzeum ochrany prírody a jaskyniarstva, Liptovský Mikuláš 2011, 520 strán, ISBN 978-80-556-0220-2

Dvojica zostavovateľov spolu so širším autorským kolektívom sa podujali na sumariáciu informácií o súvislej európskej sústave chránených území NATURA 2000 a zamerali sa hlavne na predstavenie druhov európske-



ho významu, ktoré sa vyskytujú na Slovensku v rámci území NATURA 2000. Každý, kto vezme túto publikáciu do rúk, už v momente získa presvedčenie, že autorom sa ich dielo mimoriadne vydáril. Atlas je bez zdĺhavých úvodných kapitol a plný vydarených grafických príloh. Prezentácia jednotlivých druhov rastlín a živočíchov je prehľadne rozdelená do 8 kapitol (od machorastov až po cicavce), pričom všetky druhy v kapitolách sú zoradené abecedne podľa latinského vedeckého názvu. Označenie druhu je doplnené slovenským ekvivalentom latinského názvu, taxonomickým zatriedením a stupňom ohrozenosti (zraniteľný, ohrozený, kriticky ohrozený, vyhynutý). Textová časť obsahuje prehľadne usporiadané údaje o morfológii druhu, jeho ekológii, celkovom rozšírení taxónu vo svete a na Slovensku vrátane faktorov ohrozenia a zaujímavosti zo života konkrétneho druhu. Grafickej časti dominujú detailné fotografie európsky významných druhov spolu s vyobrazením ich typických biotopov a prehľadnou mapou s areálom výskytu u nás a vo svete. Celú textovú časť knihy vhodne dopĺňa anglický preklad hneď za slovenskou verzou. Každá kapitola sa končí zoznamom použitej literatúry. Vyhľadanie v knihe je zabezpečené latinskými, slovenskými a anglickými názvami druhov v záverečnom registri.

Jaskyne predstavujú jeden z dôležitých biotopov, v ktorých sa vyskytujú európsky významné druhy. Podľa zákona č. 543/2002 Z. z. o ochrane prírody a krajiny patria jaskyne na Slovensku medzi prírodné pamiatky a zároveň sú vo vyhláske Ministerstva životného prostredia Slovenskej republiky č. 579/2008 Z. z. zaradené medzi biotopy európskeho významu Sk8 „Nesprístupnené jaskynné útvary“ (kód Natura 8310, spoločenská hodnota 113, 19 €/m²). V citovanej vyhláske MŽP SR sú vyčlenené aj dve skupiny druhov: druhy európskeho významu a druhy národného významu spolu s ich spoločenskými hodnotami. Táto publikácia sa zaoberá iba druhmi európskeho významu, ktoré patria medzi najvýznamnejšie a najvzácnejšie v Európskej únii. Druhom európskeho významu sa rozumie živočích alebo rastlina, ktorý je v Európe ohrozený, zraniteľný, vzácny s málo početnou populáciou, endemický a vyžadujúci si zvláštnu

pozornosť z dôvodu vplyvov na jeho biotop. Do zoznamu európsky významných druhov patrí všetkých 28 druhov našich netopierov a iba jeden druh typického subteránneho bezstavovca, chrobák *Duvalius hungaricus*. Ďalšie jaskynné formy tohto rodu spĺňajú kritériá kladené na druh európskeho významu, nefigurujú však medzi druhmi európskeho významu a sú iba spomenuté ako zaujímavosť v rámci charakteristiky *D. hungaricus*. Ide najmä o endemický druh jaskýň Drienčanského krasu *D. goemoerensis*, endemit Čertovej jaskyne na Muránskej planine *D. szaboi szaboi* alebo poddruhy *D. bokori* v jaskyniach Slovenského krasu. Ďalšie významné jaskynné druhy, ako štúrik *Neobisium slovaca* z jaskýň Slovenského krasu a štúrovka *Eukoenaenia spelaea* z niekoľkých jaskýň Slovenska sú zaradené medzi druhy národného významu, aj napriek ich endemickému výskytu na území Slovenska. Na druhej strane však posledné dva menované druhy jaskynných živočíchov majú v citovanej vyhláske stanovenú najvyššiu spoločenskú hodnotu spomedzi všetkých druhov bezstavovcov národného významu (663,87 € / jedinec). Ďalšie subteránne formy živočíchov, ktoré nachádzame prevažne v jaskyniach, ako *Ixodes vespertilionis*, *Allorhiscosoma sphinx*, *Synurella intermedia* alebo *Niphargus tatrensis* patria tiež medzi druhy národného významu, a nie sú preto súčasťou tejto publikácie. Spomedzi európsky významných druhov, ktoré sú zobrazené v publikácii, treba ešte spomenúť ulitníka *Bythinella (Sadleriana) pannonica* z vyvieraciek Slovenského krasu, ktorý predstavuje západokarpatského endemita s ťažiskom výskytu v Slovenskom krase. Je potrebné ešte upozorniť na nesprávne používanie staršieho termínu Juhoslovenský kras (správne je Slovenský kras), napr. v prípade druhu *Bythinella pannonica*, a zároveň na nejednotnosť prekladu tohto termínu v anglickej mutácii.

Publikácia vyšla v roku 2011 ako prvé slovenské vydanie. Kvalitná tlač, prehľadné textové a grafické riešenie dotvárajú vysokú úroveň tejto jedinečnej publikácie. Dávame ju do pozornosti najmä biológom, botanikom či zoológom, ako aj iným prírodovedným odborníkom. Vzhľadom na svoj obsah a zrozumiteľné spracovanie si nájde svojich priaznivcov aj v radoch milovníkov prírody a umožní im pomerne rýchlo sa zorientovať v tejto problematike. Zaujímavé sú najmä údaje o našich endemických a kriticky ohrozených druhoch (všetko v anglickej mutácii), čím táto publikácia určite osloví aj záujemcov o prírodu Slovenska z celého sveta.

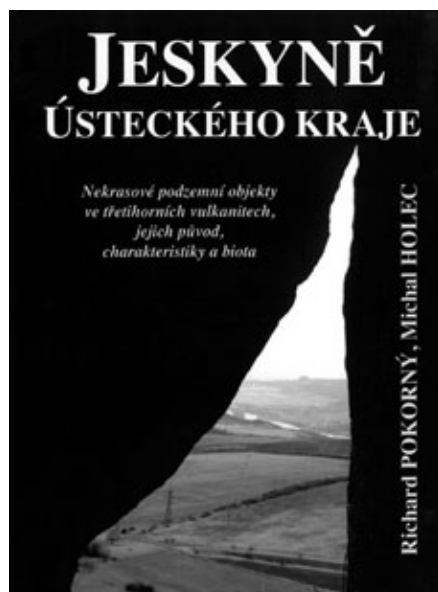
Vladimír Papáč

Richard Pokorný, Michal Holec:

Jeskyňe Ústeckého kraje

**Nakladatelství XYZ, s. r. o., Praha
2009, 275 strán,
ISBN 978-80-7388-287-7**

Knižná publikácia formátu A5 s polo-



jaskýň v Ústeckom kraji v severovýchodnej časti Českej republiky. Predmetný kraj nie je bohatý na jaskyne, eviduje sa tu len 42 jaskýň s dĺžkami od 2 do 130 m a niekoľko jaskynných výklenkov, ktoré sú viazané najmä na bázičné neovulkanity a vrchnokriedové pieskovce. Ide prevažne o rozsadlinové pseudokrasové jaskyne a niekoľko podzemných dutín vzniknutých v pieskovcovom parakrase. Z genetického hľadiska reprezentujú najmä rozsadlinový, puklinový a medzibalvanový („sutinový“) typ. Opis jaskýň má obdobnú štruktúru ako v knihe Jeskyně z edície Chráněná území ČR, ale je spracovaný podrobnejšie a navyše obsahuje údaje o faune jaskýň. Publikáciu totiž podporilo Ministerstvo životného prostredia ČR v rámci projektu Studium biologické rozmanitosti arachnocenóz pseudokrasových jeskyní v neovulkanitech severných Čech. Opisnú časť predchádza podrobne spracovaná všeobecná časť, ktorá zaberá

takmer polovicu publikácie. Ide o geologické a geomorfologické aspekty vzniku jaskýň, poznatky o jaskynnej mikroklimá, o jaskynných organizmoch a autori uviedli aj právne predpisy o jaskyniach. Táto časť predstavuje skôr speleologickú príručku. Keďže uvedené problematiky sú vo svetovej speleologickej literatúre široko rozpracované, autorom sa nie vždy podarilo ich verne reprodukovať v predkladanej forme, navyše ani viaceré citované práce nereprezentujú pôvodné zdroje. Bolo by vhodnejšie tieto kapitoly vzťahovať na územie Ústeckého kraja, ako to autori uviedli v kapitole Historie speleologie v regionu Ústeckého kraje.

Napriek tomu kniha predstavuje dôležitú regionálnu speleologickú publikáciu, využiteľnú nielen v speleológii, ale aj v biológii a ochrane prírody.

Ľudovít Gaál

K životnému jubileu prof. RNDr. Pavla Bosáka, DrSc.

V roku 2011 sa prof. Pavel Bosák, známy český geológ a karsológ, dožil významného životného jubilea. Takmer každoročne prichádza do našich jaskýň a krasových území, aby sa pričínal o ich ďalší výskum a odhaľoval doteraz nevyriešené otázky ich vývoja. Z tohto hľadiska už viac ako 15 rokov úspešne rozvíja vedeckú spoluprácu medzi Geologickým ústavom AV ČR v Prahe a ŠOP SR, Správou slovenských jaskýň v Liptovskom Mikuláši. Pravidelne sa zúčastňuje nami organizovaných vedeckých konferencií venovaných problematike krasu a jaskýň, je členom redakčnej rady časopisu Aragonit. Dlhoročne spolupracuje aj s viacerými slovenskými geológmi, patrí medzi stálych členov redakčnej rady časopisu Geologica Carpathica (oficiálny vedecký časopis Karpatsko-balkánskej geologickej asociácie), ktorý vychádza na Slovensku. Pri tejto príležitosti

toisti prislúcha jeho doterajšiu bohatú vedeckú, odbornú i riadiacu činnosť priblížiť aj slovenskej jaskyniarskej a odbornej verejnosti.

Pavel Bosák sa narodil 14. augusta 1951 v Prahe. Po skončení gymnázia v rokoch 1969 – 1974 študoval geológiu na Prírodovedeckej fakulte Univerzity Karlovej v Prahe. Roku 1974 obhájil diplomovú prácu na tému sedimentológie jury v severnej časti Moravského krasu. Následne na tamjšej katedre geológie v rokoch 1974 – 1978 absolvoval vedeckú aspirantúru. V roku 1976 získal titul doktora prírodovedy (RNDr.), v roku 1982 obhájil dizertačnú prácu (CSc.) zameranú na sedimentológiu devónu v tišovských brunidoch a brnenskej jednotke v oblasti Tišnova. Počas pobytu na katedre geológie v rokoch 1974 – 1978 sa podieľal aj na výučbe vrátane mapovacích kurzov. V roku 1978 krátky čas pracoval ako asistent na Geologickom ústave Československej akadémie vied v Prahe, v roku 1979 ako knihovník v Národnej knižnici v Prahe a v rokoch 1980 – 1982 bol špecialistom na informatiku

v Geologickej knižnici Prírodovedeckej fakulty Karlovej univerzity v Prahe.

Následne v rokoch 1982 – 1994 pracoval v Geoindustrii (po roku 1992 GMS Praha), kde sa ako geológ zaoberal výskumom a prieskumom nerastných surovín. Zapájal sa do riešenia ekonomicko-geologických projektov týkajúcich sa predovšetkým zásob vápencov a uhlia v Československu i v zahraničí (zúčastnil sa geologických expedícií do Líbye a Iránu). V roku 1994 založil konzultantskú kanceláriu (P. Bosák Earth Sciences Consulting), ktorá sa zaoberala najmä zásobami nerastných surovín, rekultiváciou kameňolomov, karsológiou a ekonomickou geológiou.

V roku 1996 uspel vo výberovom konaní na funkciu riaditeľa Geologického ústavu Akadémie vied Českej republiky. Na tomto ústave pracuje dodnes. Riaditeľom ústavu bol v rokoch 1996 – 2004, prvým zástupcom riaditeľa v rokoch 2004 – 2012, predsedom Rady ústavu v rokoch 2007 – 2012. Riaditeľom ústavu sa stal opäť v roku 2012.



Príhovor prof. P. Bosáka na otvorení 6. kongresu Medzinárodnej asociácie prístupných jaskýň (ISCA) v Demänovskej Doline, október 2010. Foto: P. Bella



A. N. Palmer s P. Bosákom (vpravo) po prevzatí ocenenia NSS (30. 6. 2012, NSS Convention 2012, Lewisburg, WV, USA). Foto: Z. Motýčka

Na Ústave geologických vied Poľskej akadémie vied vo Varšave sa habilitoval v roku 1998, za profesora prírodných vied bol inau-gurovaný v roku 2004. V rokoch 1990 – 2007 na Prírodovedeckej fakulte Karlovej univerzity v Prahe vykonával špecializované prednášky zamerané na analýzu sedimentačných bazénov a základy karsológie a paleokarsológie. Je členom Postgraduálneho študijného programu Karsológia na Univerzite v Novej Gorici (Slovinsko). Úspešne viedol dvoch absolventov doktorandského štúdia.

V rámci dlhoročnej výskumnej činnosti sa venuje najmä karsológii, paleokarsológii, krasovej geológii, vývoju krasu a jaskýň, krasovým sedimentom, speleochronológii, geomorfológii, petrológii a sedimentológii karbonátov, sedimentológii terestrických a marinných siliciklastík, analýze sedimentačných bazénov, environmentálnej geológii a procesom, využívaníu a ochrane prírodných zdrojov, ako aj rekultivácii kameňolomov. Je jedným zo zakladateľov paleokarsológie ako individuálnej disciplíny v rámci karsológie a speleológie. V roku 1997 sa začal zaoberať aplikáciou paleomagnetických a magnetostratigrafických metód pri skúmaní jaskynných sedimentov, pričom spolupracuje s medzinárodným tímom špecialistov. Má široké medzinárodné skúsenosti, vykonával a podieľal sa výskumoch v Poľsku, na Slovensku, v Slovinsku, Maďarsku, Taliansku, Bulharsku, Francúzsku, na Ukrajine, v Iráne, Líbyi, Kórejskej republike, Kirgizstane, Kazachstane a na Bahamách. Zo sedimentologického, magnetostratigrafického i speleogenetického hľadiska u nás skúmal Ochtinskú aragonitovú jaskyňu, Beliansku jaskyňu, Demänovské jaskyne, jaskyňu Domica, Stratsenskú, Jasovskú, Moldavskú či Liskovskú jaskyňu.

Pavel Bosák je autorom alebo spoluautorom 4 knižných monografií, 53 kapitol v knižných monografiách, 40 článkov vedených v databáze WOS, 90 ostatných pôvodných štúdií v recenzovaných časopisoch, 445 kratších správ, zborníkových článkov a abstraktov, ako aj 398 nepublikovaných správ. Je editorom a spoluautorom svetoznámej knižnej publikácie *Paleokarst: A Systematic and Regional Review* (jej ďalšími editormi sú J. Głazek, D. C. Ford a I. Horáček), ktorá v roku 1989 vyšla vo vydavateľstvách Academia a Elsevier a v roku 2008 v elektronickej reedícii Karst Waters Institute (USA). Medzi významné tituly patrí aj monografia o paleomagnetizme a magnetostratigrafii krasových sedimentov v Slovinsku z roku 2008, ktorej je P. Bosák spoluautorom. Mnohí slovenskí jaskyniari určite siahli po užitočnej publikácii *Jeskynářství v teorii a praxi* z roku 1988. Výsledky svojich výskumov publikoval aj v niektorých vedeckých časopisoch a zborníkoch, ktoré vyšli na Slovensku (Geologica Carpathica, Geografický časopis, Slovenský kras, Aragonit, zborníky referátov z vedeckých konferencií *Výskum, využívanie a ochrana jaskýň*, zborník referátov zo 6. kongresu Medzinárodnej asociácie sprístupnených jaskýň a iné). Vzhľadom na zameranie jeho vedeckej a výskumnej činnosti je členom redakčných rád viacerých vedeckých časopisov – napr. International Journal of Speleology, Acta Carsologica, Geologica Carpathica, Geologos, Theoretical and Applied Karstology, Aragonit, Český kras a Speleo. S jeho menom sa dlhoročne spája editovanie českého zborníka *Speleofórum*.

Ďalej je členom vládnych poradných orgánov (Medziodborová hodnotiacia komisia pre hodnotenie návrhov a výsledkov výskumných zámerov z oblasti fyziky, matematiky a prírodných vied na Ministerstve školstva, mládeže a športu Českej republiky, Rada pre Štátnu geologickú službu na Ministerstve životného prostredia Českej republiky), univerzitných orgánov a komisií (komisií postgraduálneho štúdia geológie a fyzickej geografie na univerzitách v Prahe a Brne, bol dlhoročným členom Vedeckej rady Fakulty prírodných vied Masarykovej univerzity v Brne, ako aj členom viacerých komisií na menovanie profesorov a habilitačných komisií na domácich i zahraničných univerzitách), hodnotil ústavy o neživej prírode SAV (v rokoch 2004 a 2011 – 2012). Je dlhoročným členom mimovládnych organizácií (Medzinárodná speleologická únia, Česká speleologická spoločnosť).

Meno P. Bosáka sa neodlučne spája s Medzinárodnou speleologickou úniou (UIS). Jej generálnym sekretárom bol v rokoch 1993 – 2005 a viceprezidentom v rokoch 2005 – 2009. Od roku 2009 je voleným členom Dozornej komisie UIS. V súčasnosti patrí medzi hlavných organizátorov pripravovaného 16.

speleologického kongresu, ktorý sa bude konať v roku 2013 v Brne.

Za svoju doterajšiu činnosť získal viaceré významné ocenenia, uznania a členstvá. Je zahraničným členom Poľskej akadémie umenia a vied (zvolený 23. júna 2007, potvrdený poľským prezidentom 30. júla 2007), korešpondujúcim členom Slovinskej akadémie vied a umenia (zvolený 5. mája 2005), čestným členom výboru Medzinárodnej speleologickej únie (zvolený v júli 2009), asociovaným výskumníkom slovinského Inštitútu pre výskum krasu ZRC SAZU v Postojnej (od roku 2004) a čestným občanom mesta Samchok v Kórejskej republike (od roku 1999). V roku 1989 mu udelili striebornú medailu Českej speleologickej spoločnosti. V roku 2012 dostal najvyššie vyznamenanie National Speleological Society (USA) – čestné členstvo.

V rámci geovedného výskumu krasu a jaskýň sa prof. Pavel Bosák stal osobnosťou známou na celom svete. Do ďalších rokov života mu želáme veľa šťastia, zdravia, pracovnej i osobnej pohody.

Pavel Bella

16th INTERNATIONAL
CONGRESS OF SPELEOLOGY
BRNO
2013
CZECH REPUBLIC
WHERE HISTORY MEETS FUTURE

16th INTERNATIONAL
CONGRESS OF
SPELEOLOGY
Czech Republic, Brno,
Moravian Karst
July 21-28, 2013

www.speleo2013.com



Eschatoccephalus vespertilionis



Porcillophysis spelaea



Pseudosinella aggtelekiensis



21st International Conference on Subterranean Biology 2 – 7 September 2012, Košice, Slovakia



Mesoniscus graniger



colony of *Rhaoulaphus curvata*



Neobisium (Blattarus) slovacaum



Asidiomyces sp.



Porrobonnia profundum



Konstantinacius lengersdorffi



Kathynella natans



Eukoenenia spelaea



Arrhopalites aggtelekiensis



Syphlotulus sp.



Neelus koseli



Niphargus aggtelekiensis

Organized by:

Sponsored by:

Under auspices of:





ISSN 1335-213X

