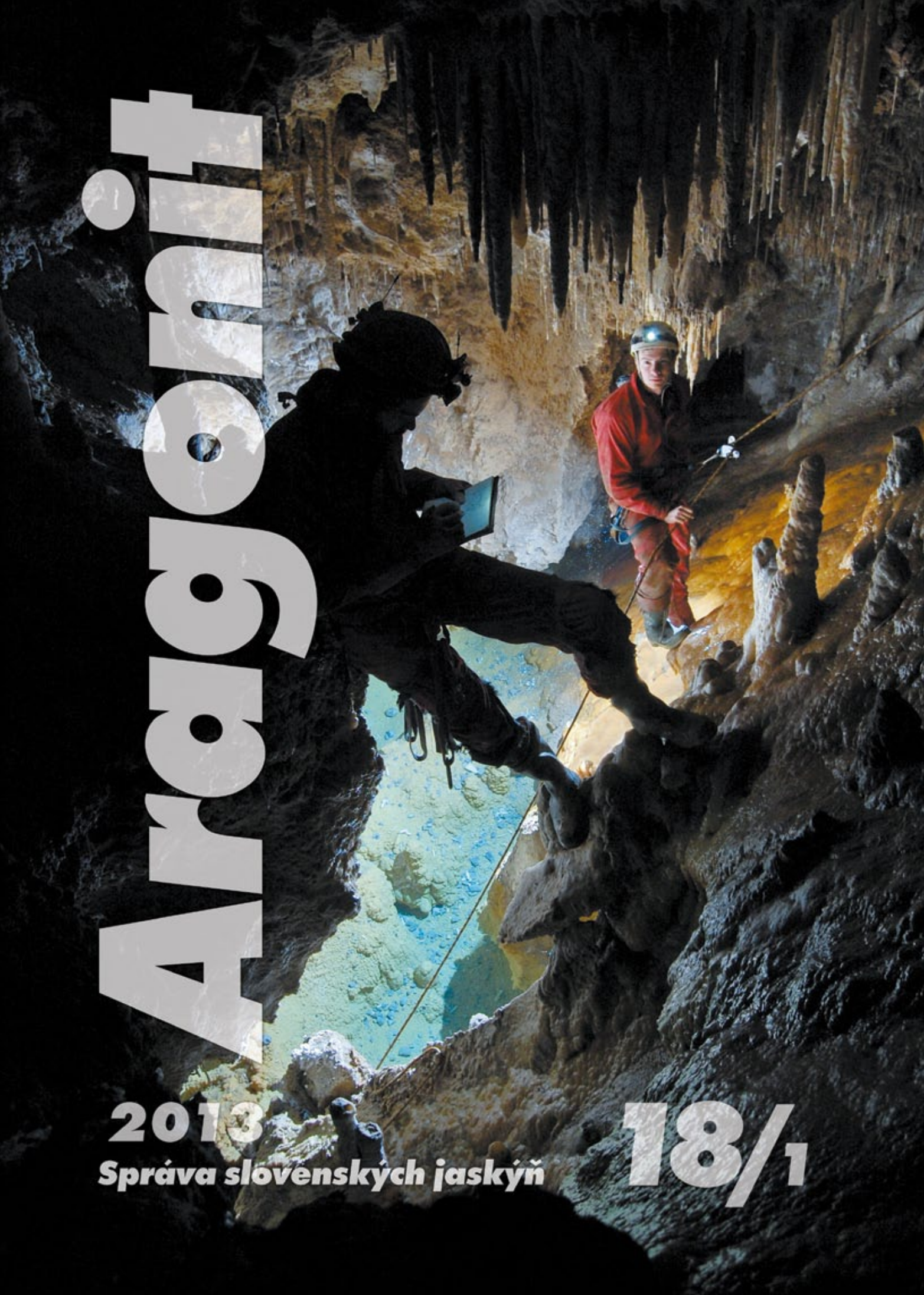


Aragoni

The background of the cover is a photograph of a cave interior. In the foreground, a person in dark gear is crouched on a rocky ledge, looking at a small electronic device. In the background, another person in a red suit and helmet is standing on a higher ledge, looking towards the camera. The cave walls are covered in numerous stalactites hanging from the ceiling. A pool of blue water is visible in the lower left background.

2013
Správa slovenských jaskýň

18/1



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: RNDr. Ján Zuskin

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 18, číslo 1 / september 2013

Recenzenti vedeckých príspevkov z výskumu krasu a jaskýň: RNDr. Ľudovít Gaál, PhD., prof. RNDr. Peter Holec, CSc., RNDr. Peter Malík, CSc., PhD. Marián Soják, 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) Demänovská jaskyňa slobody, zameriavanie priestorov nad Pekelným dómom. Foto: P. Staník
- (2) Demänovská jaskyňa mieru, krinoidové články v gutensteinských vápencoch. Foto: P. Staník
- (3) Aktuálna mapa lokalít svetového dedičstva Jaskyne Slovenského a Aggteleckého krasu. Spracoval: P. Gažík
- (4) Suchá jaskyňa, Riečisko (Demänovská dolina). Foto: P. Staník

OBSAH / CONTENTS

VÝSKUM KRASU A JASKÝŇ / RESEARCH OF KARST AND CAVES

L. Gaál – M. Sabol – L. Vlček – M. Kováčová: Fosílie slovenských jaskýň / The fossils of Slovakian caves	3
D. Haviarová – P. Pristaš: Riešenie otázky komunikácie povrchových vôd Studeného potoka s podzemným tokom v Brestovskej jaskyni / Dealing with the question of the Studený potok Stream communication with the underground stream of the Brestovská Cave	17
M. Lalkovič: K histórii jaskyne Šarkanova diera / On the history of Šarkanova diera Cave	22
P. Bella: Disolučné kupoly v jaskyniach, ich morfofenetické znaky a typológia – príklady z vybraných jaskýň na Slovensku / Solution cupolas in caves, their morphogenetic features and typology – examples from selected caves in Slovakia.....	30

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

L. Ambrós – L. Gaál: Aktuálny stav jaskýň svetového dedičstva na Slovensku / Actual state of the caves of the World Heritage in Slovakia	36
I. Balciar – P. Staník: Praktická starostlivosť o jaskyne na Slovensku v roku 2012 / Practical care of caves in Slovakia during 2012	37

SPRÁVY A AKTUALITY / REPORTS AND NEWS

P. Bella: Bilaterálny slovensko-slovinský vedecký projekt zameraný na morfológiu a génzu jaskýň / Bilateral Slovak-Slovenian scientific project on morphology and genesis of caves	37
V. Krišťufek: Historie zakletá v kupě netopýřího guána (vzdělávací přírodovědný film) / History hidden in a heap of bat guano (scientific documentary)	39
L. Nudzíková – I. Balciar: Návštevnosť sprístupnených jaskýň v roku 2012 / Show caves attendance in 2012	40
L. Gaál: Aktivita environmentálnej výchovy v roku 2012 / Activities of environmental education during 2012	40

ABSTRAKTY / ABSTRACTS

9. vedecká konferencia „Výskum, využívanie a ochrana jaskýň“ – Liptovská Sielnica 23. – 26. 9. 2013 / 9 th Scientific Conference “Research, Use and Protection of Caves” – Liptovská Sielnica, September 23 – 26, 2013	41
--	----

FOSÍLIE SLOVENSKÝCH JASKÝŇ

Ludovít Gaál¹ – Martin Sabol² – Lukáš Vlček³ – Marianna Kováčová²¹ Štátna ochrana prírody SR, Správa slovenských jaskýň, Hodžova 11,
031 01 Liptovský Mikuláš; gaal@ssj.sk² Prírodovedecká fakulta UK, Katedra geológie a paleontológie, Mlynská dolina 1,
842 15 Bratislava; sabol@fns.uniba.sk, kovacova@fns.uniba.sk³ Slovenská speleologická spoločnosť, Hodžova 11, 031 01 Liptovský Mikuláš; lukasvlcek@yahoo.com

L. Gaál, M. Sabol, L. Vlček, M. Kováčová: The fossils of Slovakian caves

Abstract: This paper offers basic information about the fossil record from selected Slovak caves up to this day. More than 300 occurrences of fossils are described. Their bigger part (82 %) was found in cave sediments, while smaller part (18 %) in bedrock of cave. Totally 330 taxons were found in Slovakian caves, which testify the high diversity of fossils. They are divided into 3 main groups, including plants, invertebrates and vertebrates.

Key words: fossils, cave, plants, invertebrates, vertebrates, Slovakia

ÚVOD

Medzi najdôležitejšie úlohy ochrany jaskýň patrí dôkladné poznanie ich hodnôt. Hodnota jaskýň je závislá od početnosti výskytu javov, predmetov alebo živých organizmov v nich, dôležitých pre človeka z hľadiska vedeckého, kultúrneho alebo estetického. K takýmto javom nesporne patria aj fosílné pozostatky vyhynutých živočíchov a rastlín, ktoré sa v pomerne veľkom počte zachovali v našich jaskyniach – jednak v materskej hornine a jednak v sedimentárnej výplni. Ich význam spočíva najmä v tom, že umožňujú poznať, opísať a zrekonštruovať vývoj vyhynutých organizmov, začleniť ich do geologického obdobia dejín Zeme a určovať podľa nich aj vek horniny, prípadne jaskyne. Fosílie pomáhajú aj pri zisťovaní paleoklimatických a paleoekologických zmien. Pre paleontológiu je mimoriadne dôležité zistiť, ako sa s dobou menili jednotlivé organizmy alebo celé spoločenstvá, kedy sa objavili, kedy dosiahli rozkvet a kedy vymierali. Zvlášť veľký význam majú tzv. vedúce skameneliny organizmov, ktoré žili a dosiahli pomerne veľké rozšírenie v relatívne krátkej geologickej dobe, pretože umožňujú zaradiť konkrétnu vrstvu do krátkeho úseku stratigrafickej škály a korelovať ju so stratigrafickým záznamom na ostatných územiach. Živé organizmy hrali v mnohých prípadoch dôležitú úlohu aj pri tvorbe niektorých hornín. K nim sa radí aj prevažná časť našich vápencov, v ktorých sa vyskytuje aj podstatná časť slovenských jaskýň.

Keďže zmienky o skamenelinách v slovenských jaskyniach sa nachádzajú len roztrúsene v speleologickej alebo paleontologickej literatúre, rozhodli sme sa ich podať v ucelenej forme. Jednotlivé výskyty skamenelín v jaskyniach uvádzame podľa paleontologického systému s krátkou charakteristikou predmetnej rastlinnej či živočíšnej skupiny. Uvedieme pritom aj mikroskameneliny, pokiaľ boli preukázané z jaskynného prostredia. Pri nálezoch zo štvrtohôr však neuvádzame holocénne pozostatky, ktoré sa už nepovažujú za fosílné. Z tohto dôvo-

du príspevok neobsahuje napr. holocénnu malakofaunu, holocénne hľadavce, holocénne pozostatky medveďa hnedého alebo antropologické nálezy z početných jaskýň Slovenska. Za názvami fosílií neuvádzame ani autorov taxónu, pretože predkladaná práca nemá taxonomický charakter.

I. RASTLINY

Ríša rastlín (Plantae) zahŕňa živé organizmy, ktoré majú autotrofný spôsob života. Ide teda o organizmy, ktoré budujú a vyživujú svoje telo spravidla premenou anorganických látok na organické. Od živočíchov a húb (ktoré sú heterotrofné, musia teda pre svoj vývoj a rast získavať uhlík) ich rozlišuje aj obsah chloroplastu, kde prebieha fotosyntéza, t. j. schopnosť meniť energiu svetelného žiarenia na energiu chemickej väzby. Rastliny, podobne ako živočíchy a huby, sú prevažne eukaryotné, teda ich bunkové jadro s genetickými informáciami je izolované od okolia jadrovou membránou.

Rastliny sa delia na podríšu nižších rastlín (Thallobionta) a vyšších rastlín (Cormobionta). V našich jaskyniach sa podarilo nájsť zvyšky z oboch predstaviteľov. Z nižších rastlín v slovenských jaskyniach boli preukázaní zástupcovia oddelenia zelených rias (Chlorophyta) a siníc (Cyanophyta).

NIŽŠIE RASTLINY (THALLOBIONTA)

Sinice (Cyanophyta)

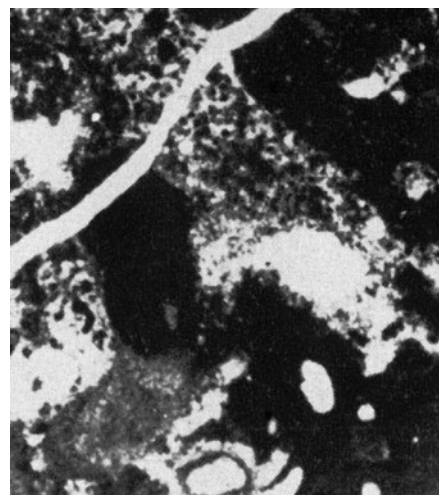
Sinice sú modrozeleno sfarbené jednobunkové alebo vláknité organizmy. Majú prokaryotickú povahu, z bunkového jadra teda chýba membránová štruktúra a z tohto dôvodu ich mnohí odborníci zaraďujú k baktériám s názvom Cyanobacteria. Na druhej strane sú však schopné produkovať kyslík prostredníctvom fotosyntézy, podobne ako rastliny.

Z triasových vápencov s najväčšou pravdepodobnosťou sem patrí druh *Tubiphytes obscurus*, ktorý sa zistil aj vo viacerých jaskyniach Slovenska.

Tubiphytes obscurus, opísaná aj ako *Shamovella obscura*, je guľatým alebo oválnym mikroskopickým organizmom s charakteristickou čiernou koncentrickou vláknitou štruktúrou, uprostred ktorej sa nachádza centrálny kanálik. Pochádza najmä z útesového prostredia permských a triasových vápencov, v ktorých inkrustoval rôzne telieska. Na Slovensku je pomerne bežným druhom najmä v útesoch wettersteinských vápencov veku ladin až spodný karn, ale jeho úlomky sa občas zaplavili aj do lagunárnych častí plytkého triasového mora. Je známy výlučne z výbrusového materiálu. Doteraz sa zistil v týchto jaskyniach:

Domica (Slovenský kras, Silická planina): úlomky tubifytov, prerážka medzi Panenskou chodbou a Suchou chodbou, wettersteinský lagunárny vápenec (Mello, 2004).

Kadlúb (Revúcka vrchovina, Drienčanský kras): vo vzorke útesovej fácie wettersteinského vápence (RS-72) z pravej strany dolného otvoru výverovej jaskyne (Gaál, nepubl.).



Obr. 1. *Tubiphytes obscurus* (tmavé polia) vo wettersteinský vápenci v jaskyni Skalná rúra (Drienčanský kras). Zväčšené 5 ×. Foto: J. Mello

Fig. 1. *Tubiphytes obscurus* (dark fields) in Wetterstein limestone of Skalná rúra Cave (Drienčanský Karst, South Slovakia). Magn. 6 ×. Photo: J. Mello

Skalná rúra (Revúcka vrchovina, Drienčanský kras): pravá strana otvoru jaskyne, vo vzorke RS-399 wettersteinského útesového vápencu (obr. 1) (Gaál, 1982, 2000).

Zelené riasy (Chlorophyta)

Sú veľmi rozšírenou skupinou rias a zaberajú aj široké spektrum organizmov, od jednobunkových až po väčšie druhy. Známe sú od kambria až dodnes. Považujú sa za predkov suchozemských rastlín. Charakteristické je pre ne zelené zafarbenie, ktoré spôsobuje chlorofyl a+b. Stielky u mnohých druhov sa obaľujú vápnitou schránkou, čo v minulosti viedlo k ich nahradeniu v klesajúcich plytkých šelfových moriach a k vzniku hrubých mäs vápencov. Na Slovensku sú známe najmä z plytkovodných triasových vápencov, ako steinalmských, wettersteinských, tisovských (waxeneckých) alebo dachsteinských. V jaskyniach sa zistili zástupcovia čeľadi Codiaceae, Dasycladaceae a triedy Thaumato-porellales.

Trieda: Bryopsidophyceae

Čeľad': Codiaceae

Úlomky bližšie neidentifikovanej riasy z čeľade Codiaceae sa zistili vo výbrusoch vzorky v jaskyni **Domica**. Vzorka pochádzala z prerážky medzi Panenskou chodbou a Suchou chodbou, z wettersteinského lagunárneho vápencu (Mello, 2004).

Trieda: Ulvophyceae

Čeľad': Dasycladaceae

Riasy z čeľade Dasycladaceae sú všeobecne rozšírené v triasových vápencoch a majú aj značný stratigrafický význam. Drobné, okolo 1 až 6 mm hrubé kruhové alebo eliptické prierezy schránok stielky sú na navetranom vápencovom povrchu často viditeľné aj voľným okom alebo pod lupou. Napriek ich častému výskytu však nálezy z jaskýň sú doteraz zriedkavé. Známe sú nasledujúce prípady.

Domica (Slovenský kras, Silická planina): vo výbruse wettersteinského lagunárneho vápencu, s najväčšou pravdepodobnosťou patrí druhu *Diplopoda annulata*. Vzorka pochádza od vchodu do Čertovej diery (Slovenský kras, Silická planina) a výbrus je vyobrazený na obr. 6 v práci J. Mella (2004). Tento druh je značne rozšírený aj na povrchu v okolí jaskyne.

Jaskyňa v Priepadláči (Nízke Tatry, Vážsky kras): druhy *Physoporella* sp. a *Oligoporella* sp. v gutensteinských vápencoch (Vlček, 2007).

Trieda: Thaumato-porellales

Thaumato-porelly spolu so sinými riasami často vytvárajú drobné vrstvičky v lagunárnych wettersteinských vápencoch silicka, tzv. riasové stromatolity. Vrstvičky sú dobre viditeľné aj voľným okom, no thaumato-porelly sa dajú zistiť len vo výbrusoch pod mikroskopom. Prejavujú sa charakteristickými drobnými polygonálnymi komôrkami a jemne vláknitým mikritom, ktoré obklopujú kalcitové (sparitové) dutinky. Takéto dutinky môžu podľa niektorých autorov predstavovať aj póry

občasného vysychania, thaumato-porellové vrstvičky predstavovali teda veľmi plytkovodné prostredie sedimentácie.

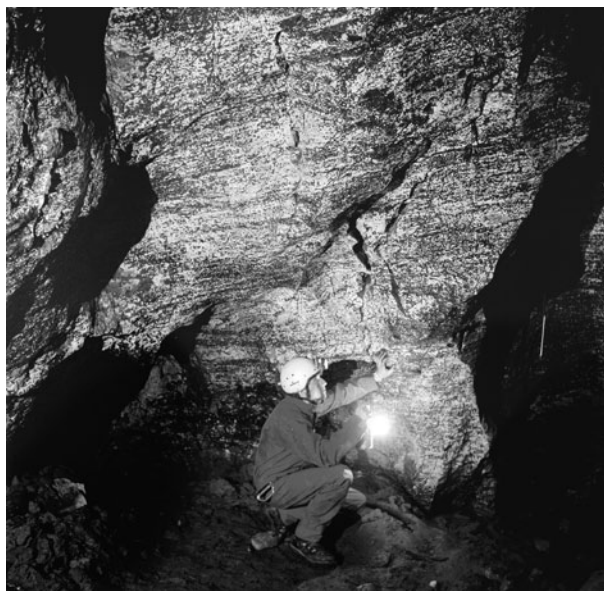
Dúbravica (Revúcka vrchovina, Drienčanský kras): unikátny prípad výskytu vrstvičiek (stromatolitov) druhu *Thaumato-porella parvovesiculifera* na jaskynnej stene (obr. 2). V občasne zaplavovanom spodnom dóme jaskyne sa vrstvičky zvýraznili tmavým bahnom (Gaál, 1981; Ženíš a Gaál, 1984).

Jaskyňa pri Ridzoňovcoch (Revúcka vrchovina, Drienčanský kras): výskyt *Thaumato-porella parvovesiculifera* sa overil vo vzorke RS-85 lagunárneho wettersteinského vápencu, ktorá pochádza od vchodu jaskyne (Gaál, nepubl.).

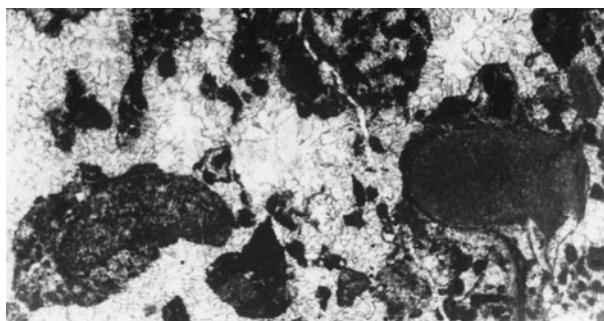
Milada (Slovenský kras, Silická planina): *Thaumato-porella parvovesiculifera* vo výbrusoch wettersteinských vápencov z jaskyne (Vlček, 2009).

Riasy neistého taxonomického zaradenia (incertae sedis)

Čertova jaskyňa (Veporské vrchy): problematická riasa *Bacanella floriformis* vo wettersteinských vápencoch veku fasan až longobard (Vlček, 2009).



Obr. 2. Riasové vrstvy navetrané v jaskyni Dúbravica v Drienčanskom krase. Foto: L. Benedek
Fig. 2. Weathered algal layers in the wall of Dúbravica Cave in Drienčany Karst. Photo: L. Benedek



Obr. 3. *Plexoramea cerebriiformis* (vľavo) a *Ladinella porata* (vpravo) vo wettersteinskom vápenci jaskyne Kadlub (Drienčanský kras). Zväčš. 30 ×, Foto: J. Mello
Fig. 3. *Plexoramea cerebriiformis* (left) and *Ladinella porata* (right) in Wetterstein limestone of Kadlub Cave (Drienčany Karst). Magn. 30 ×. Photo: J. Mello

Kadlub (Revúcka vrchovina, Drienčanský kras): riasa *Plexoramea cerebriiformis* vo vzorke RS-72 na okraji útesového telesa wettersteinského vápencu vo vchode výverovej jaskyne (Gaál, 1982) spolu s ďalšou problematickou riasou *Ladinella porata* (obr. 3).

VYŠŠIE RASTLINY (CORMOBIONTA)

Telo (cormus) vyšších rastlín je zložitejšie ako u nižších rastlín, obsahuje koreň, stonku, listy a rozmnožovacie orgány. Sú prevažne autotrofné, teda organické látky sú schopné vytvárať fotosyntézou samy. V chloroplastoch sa nachádza dvojica chlorofylov a+b. V priebehu evolúcie opustili morské prostredie a prispôbili sa suchozemským podmienkam. Delia sa na dve veľké skupiny: výtrusové rastliny (Sporophyta), ktoré sa rozmnožujú výtrusmi, a semenné rastliny (Spermatophyta), ktoré sa rozmnožujú semenami.

Výtrusové rastliny (Sporophyta)

Vznikli v silure zo zelených rias. Vyznačujú sa výtrusnicami, ktoré produkujú výtrusy. Patria sem rynnorasty, machorasty (podľa niektorých odborníkov sa však machorasty radujú k nižším rastlinám), plavúňorasty, prasličkorasty a sladičorasty. V jaskynnom prostredí sa zatiaľ na Slovensku zistili len spóry sladičorastov (papraďorastov).

Oddelenie: sladičorasty (Polypodiophyta)

Spóry sladičorastov sa zistili vo vrchnokriedovej pieskovcovo-bridlíčnatej výplni fosílnych jaskýň na týchto lokalitách Slovenského krasu:

Gombasek (kameňolom): *Leitriletes adriennis*, *Cyathidites* cf. *australis*, *Gleicheniidites tericoncavus*, *Microreticulatisporites* cf. *pseudofoveolatus*, M. cf. *foveolatus*, *Cicatricosisporites ornatus*, *Schizaeoisporites cretaci*, *Paevigatosporites haardti*, *Aequitriradites* cf. *verrucosus*, *Liburnisporis adnacus*, *Trilites* fsp., *Apendicisporites* fsp. a *Lycopodiumsporites* fsp. (Mello a Snopková, 1973), ako aj *Echinatisporis varispinosus* a *Toroisporis* sp. (Čílek a Svobodová, 1999).

Včeláre (fosílné dutiny v hornej etáži lomu): *Gleicheniidites tericoncavus* a *Leitriletes adriennis* (Vaněková in Gaál a kol., 2007).

Semenné rastliny (Spermatophyta)

Sú to cievnaté rastliny, ktoré sa vyznačujú tvorbou kvetov a plodov. Rozčleňujú

sa na nahosemenné rastliny (Gymnospermae) s „holými“ semenami a na krytosemenné rastliny (Angiospermae), ktoré majú semená ukryté v plodoch. Nahosemenné rastliny sa členia na niekoľko oddelení (semenné paprade, cykasorasty, benetitorasty, ginkorasty, borovicorasty, kordaitorasty, lianovcorasty), kým krytosemenné rastliny zastupuje jediné oddelenie magnóliorasty. Sem patria prakticky všetky vyššie organizované rastliny (dreviny i byliny).

Skupina: nahosemenné rastliny (Gymnospermae)

Oddelenie: borovicorasty (Pinophyta)

Nálezy fosílnych zvyškov borovicorastov z jaskýň sú doteraz len ojedinelé. Dá sa však predpokladať, že časť jaskýň po stromových pozostatkoch je viazaná práve na borovicorasty, ktoré v miocéne boli oveľa rozšírenejšie a patria k nim aj mnohé prekremené kmeňe v Cerovej vrchovine a v severnom Maďarsku (napr. rodu *Pinuxylon* v Ipolytarnóci). Na Slovensku sa doteraz nepodarilo určiť druhové zastúpenie pôvodných drevín v jaskyniach po stromových pozostatkoch.

Jaskyňa v tufoch (Ipeľská kotlina): nález opalizovaného dreva bez bližšieho určenia z jaskyne po stromovom pozostatku (Gaál, 2002, 2003).

Voňacká (Ostrôžky): drevný opál neidentifikovaného stromu z jaskyne po stromovom pozostatku (Nociar a Radinger, 2002; Pauliš a Mlejnek, 2003).

Skupina: krytosemenné rastliny (Angiospermae)

Peľové zrná rôznych krytosemenných rastlín sa preukázali na týchto lokalitách Slovenska:

Belianska jaskyňa (Tatry, Belianske Tatry): spóry orecha *Nyssa* sp., typického pre spodný miocén na území Západných Karpát, sa našli v sedimentoch jaskyne (Bella et al., 2007), v práci M. Komar a P. Bosák (2013) sintrové dosky jaskyne na základe palynologických výskumov zaraďujú do pliocénu.

Deravá skala (Malé Karpaty): paleolitické zvyšky drevín z archeologickej sondy (Hajnalová a Hajnalová, 2005).

Gombasek (Slovenský kras, Plešivská planina): peľ z vrchnokriedovej pieskovcovo-bridličnatej výplne fosílnych jaskýň v kameňolome *Oculopollis* cf. *orbicularis*, *O.* cf. *baculatus*, *O.* *parvovulus*, *O.* cf. *zaklinskaiae*, *O.* cf. *cardinalis*, *O.* cf. *fossulotrudens*, *O.* *baculotrudens*, *Pseudopoculopollis principallis*, *Semiooculopollis minutus*, *Trudopollis imperfectus*, *T. conector*, *T.* cf. *pertrudens*, *T.* cf. *articulus*, *T.* aff. *nonperfectus*, *Longanulipollis bajtaii*, *Extratropipollenites* cf. *clarus*, *E. santonius*, *Nudopollis* cf. *terminalis*, *Krutzschipollis magnoporus*, *Heidelbergipollis* cf. *tilioides*, *Tetrapollis competitor*, *Papilopollis* cf. *santonius*, *Magnoporopollis* cf. *praemagnoporatus*, *Vacuopollis* cf. *percentus*, *V. minor*, *V.* cf. *microconcaus*, *Pseudovacuoipollis* cf. *intracancavus*, *Suemegipollis* fsp., *Plicapollis* fsp., *Tricolporopollenites* fsp. a *Tricolpites* fsp., ako aj *Pseudoplicapollis* cf. *peneserta*, *Pseudopapilopollis praesubhercynicus*, *Trudopollis* cf. *minimus*, *T.* cf. *triangulus*, *Suemegipollis germanicus* (Melio a Snopková, 1973; Čílek a Svobodová, 1999).

Hostovce (Slovenský kras, Dolný vrch): peľ z vrchnokriedovej pieskovcovej výplne fosílny jaskyne hornej etáže lomu *Pseudopapilopollis subhercynicus* (Čílek a Svobodová, 1999).

Jaskyňa pod cestou (Starohorské vrchy): skamenené kmeňe bližšie neidentifikovaných stromov v travertínoch (Vlček, 2007).

Jaskyňa pod lúčanským vodopádom a Jaskyňa v lúčanskom kameňolome (Chočské vrchy): odtlačok jaseňa (*Fraxinus excelsior*) v travertínovej jaskyni po stromovom pozostatku z posledného interglaciálu (Barylta in Gradziński, 2008).

Jeleneká jaskyňa (Starohorské vrchy): skamenené kmeňe bližšie neidentifikovaných stromov v travertínoch (Bella et al., 2010).

Mučínska jaskyňa (Cerová vrchovina): odtlačky listov subtropických druhov *Celasturus acherontis* (bršlencovité), *Leguminosites* sp. (bôbovité) a *Eugenia* sp. (myrtovité) v spodnomiocénnych ryodacitových tufoch zadnej časti jaskyne. V jaskyni sa vyskytuje aj niekoľko zuhoľnatených konárov (obr. 4) (V. Sitár in Gaál, 2006; Kučerová, 2006).

Včeláre (Slovenský kras, Dolný vrch): peľ *Oculopollis baculotrudens*, *Pseudopapilopollis praesubhercynicus*, *Suemegipollis germanicus*, *S. triangularis*, *Trudopollis* cf. *minimus*, *Vacuopollis* sp., *Hungaripollis* sp. a *Interporopollenites* sp. z vrchnokriedovej pieskovcovej výplne fosílnych jaskýň hornej etáže kameňolomu (obr. 5) (Vaněková in Gaál a kol., 2007).

II. BEZSTAVOVCE

Ríša živočíchov (regnum animalium) združuje heterotrofné organizmy, ktoré energiu

získavajú z rastlinnej potravy (rastlinožravé živočíchy), z mästej potravy (mäsožravé organizmy) alebo z oboch potrav (všežravé). Živočíchy nemajú schopnosť asimilácie, teda pomocou chlorofylu a slnečnej energie premieňať anorganické látky na organické. Niektoré jednobunkové živočíchy (napr. určité skupiny bičíkovcov) však obsahujú asimilačné farbivá a živia sa autotrofne, podobne ako rastliny. Jednotná stavba buniek rastlín a niektorých živočíchov svedčí o jednotnom pôvode organického sveta.

KMEŇ: PRVOKY (PROTOZOA)

Prvky sú mikroskopické živočíchy (najčastejšie od 0,1 do 1 mm, zriedkavo aj väčšie), u ktorých životné funkcie vykonáva jediná bunka. Skladá sa z tzv. protoplazmy a z jedného alebo z viacerých jadier. V protoplazme sa nachádzajú rôzne telieska, tráviace enzýmy, tukové látky, príp. aj chloroplasty. Protoplazmu niekedy chráni schránka z minerálnych látok, ktorá je dôležitá, pretože práve ona sa zachováva vo fosílnom stave a nahromadením schránok sa môžu vytvárať aj horniny. Niektoré prvky sa pohybujú pomocou jemných brv alebo bičikov. V prírode sú značne rozšírené v slanej i sladkej vode prakticky od kambria až dodnes.

Trieda: bičíkovce (Flagellata)

Rad: dierkavce (Foraminifera)

Telo dierkavcov je zložené z jadra a z protoplazmy (tzv. cytoplazmy), ktorá je spravidla obalená vápnitou, zriedkavo aj kremitou schránkou. Schránka sa skladá z jednej alebo z viacerých komôrok s ústím, ktoré sa často zachovávajú aj vo fosílny forme. Dierkavce zachycujú korisť panôžkami a vzápätí ju usmrcujú jedovatými látkami. Sú známe od kambria až po recent, u nás sú značne rozšírené vo vápencoch druhohôr a trefohôr. Vytvárajú aj horninové akumulácie (napr. numulitové vápence). Na území Slovenska sa zistili v týchto jaskyniach:

Dielik (Muránska planina): aglutinančná foraminifera *Agathamina* sp. vo výbruse dachsteinského vápenca veku norik až spodný rét (Vlček, 2008).

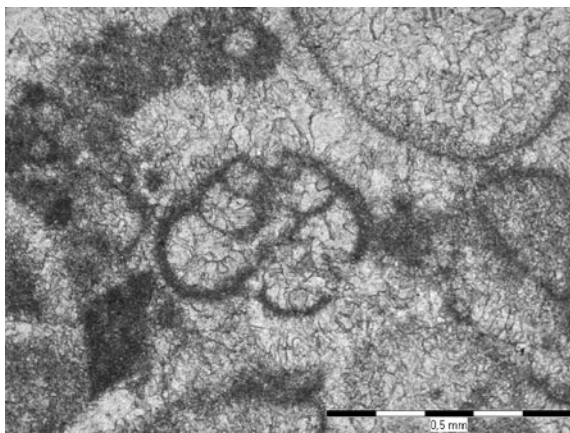
Gombasecká jaskyňa (Slovenský kras, Silická planina): vo vzorke G-5 wettersteinského vápenca, odobratej z Kaňonu, sa zistili druhy *Trochammina almtalensis* (obr. 6),



Obr. 4. Zuhoľnatený konár v spodnomiocénnom ryodacitovom tufo v Mučínkej jaskyni (Cerová vrchovina). Foto: I. Gaál
Fig. 4. Carbonized tree branch in Lower Miocene rhyodacite tuff in Mučín Cave (Cerová vrchovina Mts.). Photo: I. Gaál



Obr. 5. Sporomorfy *Oculopollis* sp. (1), *Trudopollis* cf. *minimus* (2), *Interporopollenites* sp. (3), *Gleichenioidites toriconcavus* (4) a *Leiotriletes adriennis* (5) z paleokrasových dutín kameňolomu Včeláre. Zväčš. 10 000 ×. Foto: H. Vaněková
Fig. 5. Sporomorphs *Oculopollis* sp. (1), *Trudopollis* cf. *minimus* (2), *Interporopollenites* sp. (3), *Gleichenioidites toriconcavus* (4) and *Leiotriletes adriennis* (5) from paleokarstic cavity of Včeláre quarry (Slovak Karst). Magn. 10 000 ×. Photo: H. Vaněková



Obr. 6. Foraminifera *Trochammina almtalensis* vo wettersteinskom vápenci Gombaseckej jaskyne. Foto: D. Boorová
Fig. 6. Foraminifera *Trochammina almtalensis* in Wetterstein limestone of Gombasek Cave. Photo: D. Boorová

Agathamina austroalpina, *Earlandinita* cf. *ladinica* a niekoľko úlomkov neidentifikovaných dierkavcov (Boorová in Gaál a Vlček, 2009).

Jaskyňa pri Ridzoňovcoch (Revúcka vrchovina, Drienčanský kras): *Agathamina austroalpina*, *Glomospira gemerica*, *Duostomina alta* a *Ophthalmidium* sp. vo výbruse vzorky RS-85 wettersteinského vápenca odbočatej od otvoru jaskyne (Jendejáková in Gaál, 1982).

Jaskyne pri Štrbe (Liptovská kotlina): foraminifery *Numulites* sp. a *Discocyclina* sp. v organogénnych vápencoch bazálnej litofácie borovského súvrstvia (Vlček, nepubl.).

Jaskyňa v Priepadlách (Nízke Tatry, Vážsky kras): foraminifery *Numulites* sp. a *Discocyclina* sp. v organogénnych vápencoch bazálnej litofácie borovského súvrstvia (Vlček, 2007).

Milada (Slovenský kras, Silická planina): *Agathamina austroalpina* a cf. *Pilaminella gemerica* vo vzorke Milada-2 lagunárneho wettersteinského vápenca z riečiska pod umelou štôľňou (Boorová in Vlček, 2009).

KMEŇ: HUBKY (PORIFERA)

Patria k mnohobunkovým živočíchom, ale stavba ich tela je ešte na bunkovej úrovni. Nemajú telové orgány, ústny otvor ani nervové bunky. Patria k najstarším známym živočíchom a žijú dodnes. Sú to morské, v menšej miere sladkovodné živočíchy, prirastené k podkladu. Telo hubiek podopiera kostra, ktorá sa skladá z vápenatých alebo kremitých ihlič rozličných tvarov (bezosové, jednoosové, trojosové, štvorosové, mnohoosové). V triase predstavovali dôležitú skupinu útesotvorných organizmov. Napriek tomu neboli v horninách jaskýň doteraz identifikované, známe sú len nálezy kremitých hubiek zo sedimentov vrchnej kriedy a drobné dierky vo vápencoch navŕtaných počas vrchného bádenu.

Trieda: Kremenice (Demospongia)

Abrázna jaskyňa a Abrázna puklina pod citadelou (Malé Karpaty): drobné dierky po vŕtaní juvenilných jedincov hubiek *Cliona* sp. (Lehotský, 2000, 2011).

Včeláre (Slovenský kras): výskyt jednoosovej ihlice bližšie neurčeného druhu kremitej hubky z pieskovcovej výplne vrchnokriedovej

fosílnnej jaskyne na hornej etáži kameňolomu (Sýkora in Gaál a kol., 2007).

KMEŇ: MECHÚRNIKY (COELENTERATA)

Sú to primitívne mnohobunkové, výlučne vodné organizmy s mechúrikovitým tvarom tela s lúčovitou súmernosťou. Patria sem medúzovce (Scyphozoa), polypovce (Hydroidozoa) a koraly (Anthozoa). Najrozšírenejšie sú koraly s vápenatou kostrou, ktoré žili pripievané k podložíu v kolóniách a tvorili útesy v plytkých a teplých šelfových moriach najmä v mezozoiku.

Trieda: Koraly (Anthozoa)

Rad: šesťlúčové koraly (Scleractinia)

Bleskový prameň (Slovenský kras, Drienková hora): zle zachované koraly vo vrchnotriasových vápencoch Bleskového prameňa v priestoroch malej jaskynky (Gaál a Haviarová, nepubl.).

Eskala (Rimavská kotlina, kras Prielomu Muráňa): bližšie neurčený druh trsu šesťlúčového koralu, ktorý je vyvetraný zo steny jaskyne neďaleko od vchodu (obr. 7). Horninou je vrchnotriasový vápenec dachsteinského typu (Gaál a Gaál, 1982).

Rysie hniezdo (Muránska planina): trs šesťlúčového koralu pri vstupe do jaskyne (Vlček, nepubl.).

Skalistý potok (Slovenský kras, Jasovská planina): trs šesťlúčového koralu v sutine blízko otvoru (Vlček, nepubl.).

KMEŇ: MÄKKÝŠE (MOLLUSCA)

Patrí sem značné množstvo, vyše 100-tisíc fosílnych i recentných druhov. Vyznačujú sa veľkou variabilitou tela, ich veľkosť dosahuje od 1 mm až do viac metrov. Vďaka pevnej schránke a veľkému plošnému rozšíreniu majú značný stratigrafický význam. Žili od kambria, príp. už od proterozoika až po recent. Patria sem čiapočky (*Monoplacophora*), chitóny (*Polyplocophora*), červovky (*Aplacophora*), lastúrniky (*Bivalvia*), klovitovce (*Scaphopoda*), ulitníky (*Gastropoda*) a hlavonožce (*Cephalopoda*). V našich jaskyniach sa našli zástupcovia lastúrníkov, ulitníkov a hlavonožcov.

Trieda: Lastúrniky (Bivalvia)

Rad: Ostreoida

Abrázna puklina pod citadelou (Malé Karpaty): úlomky a celé schránky ostreoid (ustríc) druhov *Chlamys elegans*, *Ch. multistriata* a *Patella* sp. z výplavu jaskynného sedimentu. Dokumentujú vrchnobádenskú transgresiu mora na území Západných Karpát (Lehotský, 2011).

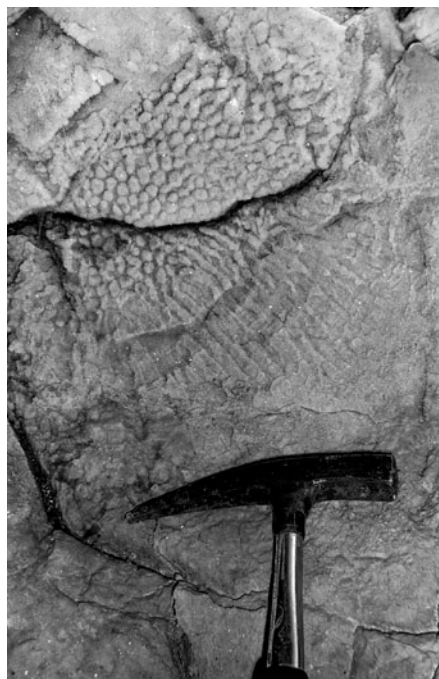
Jaskyňa v Priepadlách (Nízke Tatry, Vážsky kras): *Ostrea* sp. a *Chlamys* sp. vo vápencoch borovského súvrstvia vo vstupných častiach jaskyne (Vlček, 2007).

Morské oko (Rimavská kotlina): ustrice vo vápnitých pieskovočoch zatopenej priepasti (Gaál a kol., 2007).

Rysie hniezdo (Spišsko-gemerský kras, Muránska planina): bližšie neidentifikované ustrice v dachsteinských vápencoch (Vlček, nepubl.).

Rad: Heterodonta

Dielik (Spišsko-gemerský kras, Muránska planina): *Neomegalodon complanatus* (Gümb.) z dachsteinských vápencov v okolí jaskyne, v jaskyni sa identifikoval *Neomegalodon* cf. *triqueter dolomiticus* spolu s fragmentmi neidentifikovaných veľkých lastúrníkov a ulitníkov (Vlček, 2004, 2008).



Obr. 7. Koralový trs v dachsteinskom vápenci jaskyne Eskala v Prielome Muráňa. Foto: Ľ. Gaál
Fig. 7. Coral tuft in Dachstein limestone of Eskala Cave (South Slovakia). Photo: Ľ. Gaál



Obr. 8. Lastúrniky vyvetrané zo steny jaskyne Skalistý potok. Foto: Ľ. Gaál
Fig. 8. Mussels on the cave wall of Skalistý potok Cave (Slovak Karst). Photo: Ľ. Gaál

Jaskyňa netopierov (Spišsko-gemerský kras, Muránska planina): bližšie neidentifikované veľké megalodonty z dachsteinských vápencov (Vlček, nepubl.).

Jaskyňa za Dielikom (Spišsko-gemerský kras, Muránska planina): bližšie neidentifikované veľké megalodonty z dachsteinských vápencov (Vlček, nepubl.).

Rysie hniezdo (Spišsko-gemerský kras, Muránska planina): podobné, bližšie neidentifikované veľké megalodonty z dachsteinských vápencov (Vlček, nepubl.).

Skalistý potok (Slovenský kras, Jasovská planina): výskyt schránok lastúrníkov na jaskynnej stene na začiatku riečiska (obr. 8). Niektoré z nich patria pravdepodobne k rodu *Megalodon* (Hochmuth, in verb.).

Rad: Dysodonta

Abrázna jaskyňa (Malé Karpaty, Devínske Karpaty): drobné diery po vrtavých lastúrníkoch zo skupiny *Lithophaga*. Lastúrníky sa zavrtávali do jurských slienitých bridlíc, pričom zo seba vylučovali kyslý sekrét, ktorý rozpúšťal alebo zmäkčoval vápnitú horninu. Jaskyňa sa vytvorila abráznou činnosťou miocénného mora, keď došlo aj k perforácii horniny litofágmi (Mišík, 1976; Lehotský, 2000).

Abrázna puklina pod citadelou (Malé Karpaty, Devínske Karpaty): stopy po vrtavej činnosti *Lithodomus lithophagus* (Lehotský, 2011).

Trieda: Ulitníky (Gastropoda)

Ulitníky nájdené v jaskyniach Slovenska môžeme zaradiť do dvoch odlišných skupín: jedince pochádzajúce z materskej horniny a ulitníky nájdené v jaskynných sedimentoch (spravidla pomocou stratigrafických sond). Do prvej skupiny patria tieto nálezy:

Dielik (Spišsko-gemerský kras, Muránska planina): bližšie neurčené ulitníky s trochospirálne vinutou schránkou v dachsteinských vápencoch (Vlček, 2008).

Domica (Slovenský kras, Silická planina): bližšie neurčený prierez ulitníkom vo výbruse wettersteinského vápenca stredotriasového veku vo vzorke D-5 zo vstupnej chodby jaskyne (Gaál a Vlček, 2011).

Jaskyňa dvoch kamarátov (Spišsko-gemerský kras, Muránska planina): schránky ulitníkov vo wettersteinských vápencoch (Vlček, nepubl.).

Rysie hniezdo (Spišsko-gemerský kras, Muránska planina): schránky ulitníkov v dachsteinských vápencoch (Vlček, nepubl.).

Osobitný význam majú kvartérne ulitníky, ktoré sú všeobecne rozšírené v krasových územiach, pretože tu majú k dispozícii dostatok vápnika potrebného na budovanie svojich schránok. Schránky uhynutých ulitníkov sa jaskynnými sedimentmi dobre konzervovali, najmä vo vchodovej časti, kde boli jedince relatívne chránené od nepriaznivého počasia a mali ešte dostatok svetla. Uvádžame len pleistocénné nálezy z nasledujúcich jaskýň:

Čertova pec (Považský Inovec): zvláštny nález trefohorných ulitníkov *Melanopsis* sp. a *Lithoglyphus* sp., ktoré boli prepílené a upravené ako ozdoby človeka z paleolitu (Bárta, 1972a).

Dudlavá skala (Horehronské podolie): malakofauna z poslednej medzľadovej doby najmä s *Helicigona banatica* (Ložek, 1962b, 1991).

Jaskyňa na Skalke (Považské podolie): staropleistocénna malakofauna s významnými druhmi *Helicigona capeki* a *Aegopsis klemmi* (Ložek a Horáček, 1984).

Jasovská jaskyňa (Slovenský kras, Medzevská pahorkatina): glaciálne druhy *Pupilla loessica* a *Vallonia tenuilabris*, ako aj druhy *Perforatella dibothryon*, *Discus rudatus*, *Isogonomastoma personatum* a *Helicigona banatica* z posledného interglaciálu. Ďalším významným pleistocénnym druhom je *Chondrina clienta* (Ložek a kol., 1957).

Malá Stožka 3 (Spišsko-gemerský kras, Muránska planina): malakofauna zo vstupného valu jaskyne so spodnými vrstvami z posledného glaciálu (Ložek, 1976, 1999).

Maštalná jaskyňa (Slovenský kras, Plešivská planina): úplný sled vrstiev z neskorého glaciálu a holocénu s charakteristickými neskoroglaciálnymi druhmi *Helicigona faustina*, *Sphyradium doliolum*, *Ruthenica* sp. (Horáček a Ložek, 1988).

Mažarná (Veľká Fatra): bohatá malakofauna zo sondy od vchodu z vislanu (würmu) a holocénu s významnými druhmi *Helicigona cingulella*, *Pyramidula rupestris* a pod. (Ložek, 1980).

Peško (Rimavská kotlina, kras prielomu Muráňa): početná fauna ulitníkov vislanu a holocénu zo 4 m hĺbokej sondy pri dolnom vchode jaskyne, v pleistocénnych vrstvách sa najpočetnejšie vyskytli druhy *Chondrula tridens*, *Truncatellina cylindrica*, *Clausilia dubia*, *Vallonia costata*, *Pyramidula rupestris* a *Bradybaena fruticum* (Ložek a kol., 1989, pod názvom Peskő).

Trieda: Hlavonožce (Cephalopoda)

Hlavonožce, najmä amonity a belemnity, sú pomerne časté v niektorých vápencových typoch Západných Karpát, no jaskynné výskytly sú zriedkavejšie. Známe sú len nasledujúce nálezy.

Domica (Slovenský kras, Silická planina): úlomky bližšie neurčených amonitov vo vzorke wettersteinského vápenca z oblasti preláčky medzi Suchou chodbou a Panenskou chodbou (Mello, 2004).

Mesačný tieň (Tatry, Vysoké Tatry): pekne viditeľné, korózne vypreparované belemnity na stenách jaskyne v jurských vápencoch (Šmída, 2008).

KMEŇ: OSTNATOKOŽCE (ECHINODERMATA)

Ostnatokožce sú morské živočíchy s päťlúčovou súmernosťou, okrem nepravidelných ježoviek, ktoré sú bilaterálne symetrické. Sú to živočíchy žijúce buď prisadnuto k morskému dnu, tvoriace tzv. sesilný zoobentos (Pelmatozoa), alebo pohyblivo žijúce formy (Eleutherozoa).

PODKMEŇ: PELMATOZOA Trieda: Laliovky (Crinoidea)

Telo živočicha tvorí kalich, ktorý je k morskému dnu pripevnený spravidla stopkou. V kalichu je mäkké telo s ramenami a tvoria ho vápenaté doštičky s päťlúčovou súmernosťou. Stopka pozostáva z vápenatých článkov, ktoré sú navzájom pohyblivo pospájané. Stredom stopky prebieha osový kanálik. Laliovky sú známe od ordoviku až podnes. Vo vápencoch sa najčastejšie zachovávajú fragmenty článkov stopky. Zistili sa v týchto slovenských jaskyniach:

Bleskový prameň (Slovenský kras, Drienková hora): drobné články lalioviek vo vrchnotriasovom vápenci Bleskového prameňa v malej jaskyni (Gaál, nepubl.).

Demänovský jaskynný systém (Nízke Tatry, Demänovská dolina): vrstvy bohaté na krinoidové články v gutensteinských vápencoch v niekoľkých úrovniach jaskynného systému. Známe sú najmä z Demänovskej jaskyne mieru (obr. 9), Demänovskej jaskyne slobody, Medvedej jaskyne a Pustej jaskyne (Pavlarčík in verb.; Vlček, nepubl.).



Obr. 9. Články lalioviek v Demänovskej jaskyni mieru. Foto: I. Gaál
Fig. 9. Columns of crinoids in the Demänovská Cave of Peace. Photo: I. Gaál

Jaskyňa dvoch kamarátov (Spišsko-gemerský kras, Muránska planina): krinoidové články vyvetrané z jaskynnej steny (Vlček, nepubl.).

Jaskyňa Okno (Nízke Tatry, Demänovská dolina): vrstvy bohaté na krinoidové články (Vlček, nepubl.).

Ladzianskeho jaskyňa (Spišsko-gemerský kras, Muránska planina): vrstvy bohaté na krinoidové články vo wettersteinských vápencoch (Máté a Horčík, 2004).

Laliovková priepasť (Slovenský kras, Silická planina): fragmenty stopky krinoidov vyvetrané na jaskynnom dne 64 m hĺbokej priepasti vo wettersteinských vápencoch (Boroš, 1981 pod názvom priepasť LT-81).

Múriková jaskyňa (Slovenský kras, Silická planina): krinoidové články vo wettersteinských vápencoch, vyvetrané z jaskynnej steny (Boroš, 1981, len na obrázku).

Suchá jaskyňa (Nízke Tatry, Demänovská dolina): lavice gutensteinských vápencov bohaté na krinoidové články (Vlček, nepubl.).

Štefanová (Nízke Tatry, Demänovská dolina): vrstvy bohaté na krinoidové články (Vlček, nepubl.).

PODKMEŇ: ELEUTHEROZOA

Trieda: Ježovky (Echinoidea)

Ježovky sú voľne žijúce morské živočíchy. Schránka sa skladá z početných, vo vertikálnych radoch usporiadaných vápenatých doštičiek, pokrytých pokožkou s vápenatými ostňami. Výskyty v jaskyniach sú pomerne zriedkavé.

Abrázna puklina pod citadelou (Malé Karpaty, Devínske Karpaty): úlomky ostňov a žuvacieho aparátu ježoviek vo výplave jaskynného sedimentu (Lehotský, 2011).

Jaskyňa v Priepadlách (Nízke Tatry, Važec-ký kras): ježovka z vápencov borovského súvrstvia (vrchný lutét – spodný priabón) vo vstupných častiach jaskyne (Vlček, 2007).

Morské oko (Rimavská kotlina): odtlačok bližšie neurčenej ježovky na dne 38 m hlbkej vodou zatopenej priepasti v oligocénno-miocénnych (eger) vápnitých prachovcoch (Gaál a kol., 2007).

KMEŇ: ČERVY (HELMINTHES)

Červy sa v jednotlivých biologických systémoch chápu nejednotne, pretože zahŕňajú veľké množstvy rôznych vývojových skupín s rozličnou ekológiou a morfológiou tela. Väčšinou sú viazané na vodné alebo vlhké prostredie. Pre ich mäkké telo sa vo fosilnom stave spravidla zachovali len ich stopy, prípadne ich rúrkovité vápenaté schránky.

Abrázna jaskyňa (Malé Karpaty): červy rodu *Polydora* zanechali za sebou navrátené malé diery v stenách, ktoré svedčia o zaplavení jaskyne morskou vodou (Lehotský, 2000).

Abrázna puklina pod citadelou (Malé Karpaty): drobné líniové otvory po vrtní červov rodu *Polydora* (Lehotský, 2011).

Jaskyne Kremencová I – IV (Malé Karpaty): červy rodu *Serpula* poukazujú na existenciu serpulovo-machovkových rífov v sarmate Západných Karpát (Lehotský, 2000).

Ichnofosílie incertae sedis

Ako ichnofosílie je označená skupina fosílií, ktorá zahŕňa stopy po životnej činnosti organizmov. Najčastejšie sa vyskytujú stopy po lezení rôznych bezstavovcov (najmä červov) alebo po ich vrtní do horniny. Na Slovensku sa zistili v týchto jaskyniach:

Demänovský jaskynný systém (Nízke Tatry, Demänovská dolina): bioturbované vrstvy s norami po infaune v gutensteinských vápencoch (Vlček, nepubl.).

Jaskyňa v Priepadlách (Nízke Tatry, Važec-ký kras): hieroglyfická štruktúra na povrchu bioturbovaných sedimentov hutianskeho súvrstvia vo vchode do jaskyne – ichnofosílie ichnofácie *Paleodictyon* (Vlček, 2007).

Jaskyňa Okno (Nízke Tatry, Demänovská dolina): bioturbované vrstvy v gutensteinských vápencoch (Vlček, nepubl.).

III. STAVOVCE

Stavovce (Vertebrata) sa vyznačujú vývojom chrupkovej až kostenej chrbtice a centrálnnej nervovej sústavy, ako aj vyšším stupňom organizovanosti svalového systému, dýchacej,

tráviacej, rozmnožovacej a vylučovacej sústavy. Chrbtica (*columna vertebralis*), ktorá nahrádza pôvodnú chrbtovú strunu (*chorda dorsalis*) a tvoria ju stavce, je oporou tela. Stavovce v systéme živočíchov predstavujú podkmeň, ktorý je zaradený do kmeňa chordáty (Chordata). Patria sem napr. bezčelústnatce, drsnokožce, kostnaté rybovité stavovce, obojživelníky, plazy (vrátane vtákov) a cicavce (vrátane človeka).

KONODONTY (CONODONTA)

Z konodontov dlhý čas bol známy len ústny aparát, ktorý vďaka svojej odolnej fosfatkej hmote sa zachoval najmä vo vápencoch kambria až vrchného triasu. Neskôr sa ojedinele našli aj zvyšky ich mäkkého tela, dlhé okolo 3 – 4 cm. V súčasnosti sa považujú za špecializovanú samostatnú skupinu bezčelústnatých stavovcov, ktorá vyhnula bezpotomkov. Jednotlivé zúbky ústneho aparátu sú veľké 0,1 – 2 mm, zriedkavo aj do 7 mm. Majú veľký stratigrafický význam, u nás sa vyskytujú najmä v stredno- a vrchnotriasových vápencoch. Ich fosilné zvyšky sa našli v týchto jaskyniach:

Kamenná diera (Rimavská kotlina): zo vzorky RK-26 reiflinského vápence, odobratej z otvoru jaskyne, pochádza *Gladigondolella malayensis budurovi*, *Gondolella bulgarica* a *Neospathodus kockeli*. Asociácia poukazuje na stredotriasový (pelsónsky) vek (obr. 10) (Gaál a Mello, 1983, pod názvom Kölyuk).

Ponorná priepasť (Slovenský kras, Silická planina): priepasť s hĺbkou 135 m je vytvorená v doskovitých rohovcových reiflinských vápencoch. Zo vzorky P-10 (vstupná studňa, hĺbka 20 m) pochádza *Gondolella excelsa*, *G. constricta* a *G. sp.*, zo vzorky P-8 (Kláčka, hĺbka 55 m) *G. excelsa*, *Gladigondolella tethydis*, *Hindeodella (Metaproniodus) suevica*, *Prioniodina (Cypridodella) venusta* a zo vzorky P-4 z hĺbky 105 m *Gladigondolella* sp. Asociácia poukazuje na stredotriasový vek (vrchný ilýr až spodný ladin) (Stibrányi a Gaál, 1984).

DRSNOKOŽCE (CHONDRICHTHYES)

Drsnokožce sú výlučne vodné, najmä morské živočíchy, ktoré majú chrupkovú kosť – na rozdiel od rybovitých stavovcov s kosťnou kosťou. Patria sem žraloky, raje a chiméry. Telo žralokov, ale aj niektorých druhov ráj, je pokryté plakoidnými šupinami s drobnými ostrými zúbkami. Sú to dravé živočíchy, niektoré druhy sa však živia aj morskými riasami a planktónom. V jaskynných podmienkach je známy len jediný nález zuba žraloka, splaveného z nadložných miocénnych usadenín.

Rad: Lamniformes

Čeľaď: Odontaspidae

Jaskyňa pri Holom vrchu (Revúcka vrchovina, Drienčanský kras): dva žraločie zuby veľ-

kosti 3,1 cm a 1,2 cm rodu *Odontaspis* v sedimente jaskynného potoka. Do jaskynných priestorov boli splavené z oligocénno-miocénnych (stupeň eger) vápnitých prachovcov, ktoré pokrývajú vápence nad jaskyňou (Holec in Gaál, 2000).

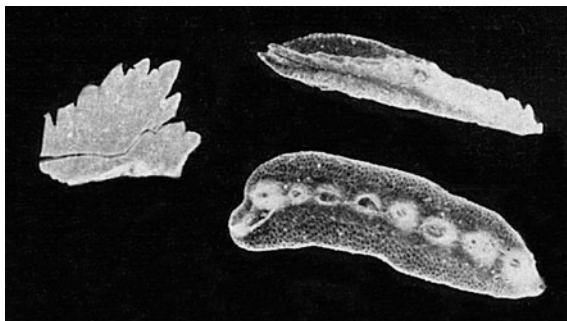
CELOKOSTNÉ KOSTNATÉ RYBY (TELEOSTEI)

Patria sem tzv. pravé ryby, ktoré majú plne osifikovanú kosť, ich končatiny sú vyvinuté vo forme plutiev a dýchanie zabezpečujú žiabre. V jaskyniach Slovenska sa vyskytujú len ojedinele v kvartérnych sedimentoch, kde ich pravdepodobne zavliekli vtáky, vydra alebo človek. Doteraz sú známe len bližšie neidentifikované zvyšky rýb z týchto jaskýň:

Abrázna puklina pod citadelou (Malé Karpaty): úlomky kostí rýb vo výplave jaskynného sedimentu (Lehotský, 2011).

Deravá skala (Malé Karpaty): zvyšky rýb v pleistocénnych jaskynných sedimentoch (Éhik, 1913, pod názvom Pálffyho jaskyňa).

Peško (Rimavská kotlina, prielom Muráňa): bližšie neidentifikované zvyšky rýb aj



Obr. 10. Konodonty *Neospathodus kockeli* (vľavo), *Gondolella bulgarica* (hore) a *Gladigondolella malayensis budurovi* (vpravo dole) z reiflinského vápence jaskyne Kamenná diera (Rimavská kotlina). Zväčš. 80 ×. Foto: L. Gaál

Fig. 10. Conodonts *Neospathodus kockeli* (left), *Gondolella bulgarica* (up) and *Gladigondolella malayensis budurovi* (down right) in Reifling limestone of Kamenná diera Cave (Rimava Basin). Magn. 80 ×. Photo: L. Gaál

v pleistocénnych vrstvách sondy pod dolným otvorom (Ložek a kol., 1989, pod názvom Peškó).

Šarkanica (Spišsko-gemerský kras, Muránska planina): nález fosilných kostí bližšie neurčenej ryby vo vývrzkoch belane tundrovej (*Nyctea scandiaca*), datované na koniec pleistocénu (Obuch, 2006).

Trojuholník (Malé Karpaty): zvyšky rýb v jaskynných sedimentoch (Holec a kol., 1994).

OBOJŽIVELNÍKY (AMPHIBIA)

Sú to ektotermné („studenokrvné“) stavovce žijúce vo vode i na súši. V larválnom štádiu dýchajú žiabrami a v dospelom pľúcami, v ojedinelých prípadoch len pomocou doplnkového kožného dýchania. Ich pozostatky sú zo slovenských jaskýň známe len ojedinele z kvartérnych sedimentov. Nálezy obojživelníkov boli zaregistrované v týchto jaskyniach:

Antonova jaskyňa (Čierna hora): medzi kosťami 37 taxónov zvierat z vykopávok S. Rotha sa vyskytli aj kosti žiab určené A. Nehringom (Roth, 1881a,b).

Demänovský jaskynný systém (Nízke Tatry, Demänovská dolina): skokan *Rana temporaria* v počte 277 jedincov v zásobárni tchora norka v jaskyni Pušťa, jeden nález *R. temporaria* v Demänovskej ľadovej jaskyni (Obuch, 2000).

Deravá skala (Malé Karpaty): výskyt *Rana méhelyi* v pleistocénnych jaskynných sedimentoch (Éhik, 1913, pod názvom Pálffyho jaskyňa).

Ľadová jaskyňa v Okolíku (Západné Tatry): zvyšky žiab (Holec, 2000).

Peško (Rimavská kotlina, prielom Muráňa): kosti *Triturus* sp., cf. *Salamandra*, *Bufo* cf. *bufo*, a *Rana* cf. *arvalis* v pleistocénnych vrstvách stratigrafickej sondy pod dolným otvorom jaskyne (Horáček in Ložek a kol., 1989, pod názvom Peskô).

Šarkanica (Spišsko-gemerský kras, Muránska planina): nález fosilných kostí skokana hnedého (*Rana temporaria*) vo vývržkoch belane tundrovej (*Nyctea scandiaca*), datované na koniec pleistocénu (Obuch, 2006).

Tmavá skala (Malé Karpaty): osteologický materiál *Salientia* indet. (Holec a kol., 1998).

Trojuholník (Malé Karpaty): kosti *Bufo* sp. v Chodbe za studňou (Holec a kol., 1994).

PLAZY A VTÁKY (SAUROPSIDA)

Dnešné plazy sú ektotermné stavovce s nestálou teplotou tela a pomerne tvrdou kožou s vodovzdornými šupinami. Z dnes žijúcich sú najznámejšie šupináče (*Squamata*) s jaštericami a hadmi, ďalej krokodíly (*Crocodylia*), korytnačky (*Testudines*) a hatérie (*Sphenodontida*). Rozkvet dosiahli v jure a v kriede, v jaskyniach Slovenska sa ich zvyšky dosiaľ vyskytli len v kvartérnych sedimentoch.

Demänovský jaskynný systém (Nízke Tatry, Demänovská dolina): nález kostí jašterice živorodej *Lacerta vivipara* z Demänovskej ľadovej jaskyne (Obuch, 2000).

Jaskyne na Skalke (Považské podolie): kosti *Anguis* sp. (Ložek a Horáček, 1984).

Peško (Rimavská kotlina, prielom Muráňa): zvyšky kostí *Lacerta* cf. *vivipara* z mladopleistocénnych sedimentov stratigrafickej sondy (Horáček in Ložek a kol., 1989).

Tmavá skala (Malé Karpaty): spodná sánka *Lacerta*? (Holec a kol., 1998).

Vtáky sú dvojnohé endotermné („teplokrvné“) sauropsidné stavovce. Predné končatiny majú premenené na krídla, ich telo je pokryté perím a rozmnožujú sa vajcami. Kostí vtákov pochádzajú z týchto jaskýň:

Antonova jaskyňa (Čierna hora): medzi kosťami zvierat z vykopávok S. Rotha sa zistili kosti A. Nehringom bližšie neurčené kosti vtákov (Roth, 1881a,b).

Čertova pec (Považský Inovec): kostrové pozostatky *Podiceps* sp., *Anser fabalis*, *Anas* sp., *Buteo lagopus*, *Tetrao urogallus*, *Lyrurus tetrax*, *Tetrastes bonasia*, *Strix* sp., *Turdus viscivorus*, *Pyrrhonorax* sp. z archeologickej sondy (Musil, 1996).

Deravá skala (Malé Karpaty): kosti *Anas crecca*, *A. acuta*, *A. boschas*, *A. penelope*, *Oidemia nigra*, *Fuligula cristata*, *Mergus albellus*, *Anser* sp., *Branta ruficollis*, *Vanellus vanellus*, *Numenius phaeopus*, *Scolopax rusticula*, *Gallinago maior*, *Limosa limosa*, *Totanus fuscus*,

Crex crex, *Larus canus*, *Rallus aquaticus*, *Oryzometra porzana*, *Lagopus albus*, *L. mutus*, *Lyrurus tetrax*, *Perdix perdix*, *Falco tinnunculus*, *F. aesalon*, *F. rusticolus*, *Archibuteo lagopus*, *Nyctea nyctea*, *Surnia ulula*, *Syrnium uralense*, *Asio accipitrinus*, *Corvus corax*, *C. sp.*, *Pyrrhonorax pyrrhonorax*, *Turdus pilaris*, *T. muscinus*, *Alauda arvensis* z pleistocénnych jaskynných sedimentov (Éhik, 1913, pod názvom Pálffyho jaskyňa).

Jasovská jaskyňa (Slovenský kras, Jasovská planina): kosti dvoch druhov kúr *Lagopus lagopus* a *Lagopus mutus* a ďalších 6 druhov vtákov (Obuch, 2002).

Kostolík (Muránska planina): presintrené kosti bližšie neidentifikovaného spevavca (Vlček a Pavlík, 2004).

Liskovská jaskyňa (Liptovská kotlina): *Anas* sp. z nálezu L. Lóczyho spolu s ľudskými kosťami (Greisiger, 1893).

Lučivianska jaskyňa 1 (Kozie chrbty): výskyt kostí cf. *Anthropoides virgo*, *Tetrao urogallus*, *Lyrurus tetrax*, *Lagopus lagopus*, *L. mutus*, *Pyrrhonorax pyrrhonorax*, cf. *Philomachus pugnax*, *Anas* cf. *strepera*, *Aquila* cf. *chrysaetos* (Soják a kol., 2008).

Mažarná (Veľká Fatra): kosti vtákov nájdené pri ľudských kostrách v rámci archeologického výskumu P. Križka roku 1884 (Bárta, 1958).

Muránska jaskyňa (Tatry, Belianske Tatry): bližšie neidentifikované kosti vtákov (Fejfar a Sekyra, 1964).

Prepoštská jaskyňa (Hornonitrianska kotlina): kostrové zvyšky *Anas platyrhynchos*, *Lagopus lagopus*, *Lyrurus tetrax*, *Bucephala clangula*, *Asio flammeus*, *Asio* cf. *otus* a *Aves* indet. (Obuch a Čeklovský, in verb.).

Šarkanica diera (Súľovské vrchy): kosti *Lagopus* sp. (Prikryl, 1974), ďalej *Lagopus lagopus*, *L. mutus*, *Gallinago* cf. *media*, *Philomachus pugnax* a *Frongillidae* sp. (Obuch, 2000).

Šarkanica (Spišsko-gemerský kras, Muránska planina): nález fosilných kostí štrnástich druhov vtákov vo vývržkoch belane tundrovej (*Nyctea scandiaca*), datované na koniec pleistocénu (Obuch, 2006).

Trojuholník (Malé Karpaty): *Anatidae* sp., *Philomachus pugnax*, *Alauda arvensis*, *Lagopus* sp., *Emberhiza calandra*, *Passeriformes* sp. indet., *Turdus philomelos* (Holec a kol., 1994).

CICAVCE (MAMMALIA)

Cicavce sú vývojovo najpokročilejšou skupinou stavovcov s dobre vyvinutou nervovou sústavou a zložitou stavbou mozgu. Ich charakteristickým znakom je výživa mláďat dojčením a stála telesná teplota. Spolu s pelykosaurami a so svojimi predkami zo skupiny cicavcovitých plazov sa zaraďujú do taxónu Synapsida. Ich najstarší zástupcovia sa objavujú už vo vrchnom triase, hoci priami predkovia synapsidov sú známi už z vrchného karbónu. V slovenských jaskyniach sa nachádzajú pomerne hojné fosilné zvyšky placentálnych cicavcov zo skupiny Euarchontoglires

a Laurasiatheria. Najčastejšie sú známe štvrtohorné nálezy dvojitozubcov, hlodavcov a primátov (Euarchontoglires), ako aj hmyzožravcov, netopierov, kopytníkov a mäsožravcov (Laurasiatheria). Ojedinele sa vyskytujú aj nálezy chobotnatcov (Proboscidea).

Dvojitozubce (Lagomorpha)

Čeľaď: Pískavcovité (Ochotonidae)

Sú charakteristickými druhmi otvorených stepí, ktoré na našom území žili prevažne v úkrytoch v zemi v posledných glaciách až do stredného holocénu. Zistili sa na týchto lokalitách:

Deravá skala (Malé Karpaty): *Ochotona* sp. v pleistocénnych sedimentoch (Éhik, 1913).

Domica (Slovenský kras, Silická planina): *Ochotona* cf. *pusilla* (Sabol, nepubl.).

Jasovská jaskyňa (Slovenský kras, Jasovská planina): kosti *Ochotona pusilla* z würmských (vislanských) vrstiev stratigrafickej sondy (Ložek a kol., 1957).

Maštaľná jaskyňa (Slovenský kras, Plešivská planina): *Ochotona* sp. v spoločenstve glaciálnych až strednoholocénnych druhov (Horáček a Ložek, 1988).

Peško (Rimavská kotlina, prielom Muráňa): *Ochotona pusilla* z pleistocénnych a holocénnych sedimentov stratigrafickej sondy (obr. 11) (Horáček in Ložek a kol., 1989, pod názvom Peskô).

Šarkanica diera (Súľovské vrchy): kosti *Ochotona* cf. *pusilla* (Obuch, 2000a).

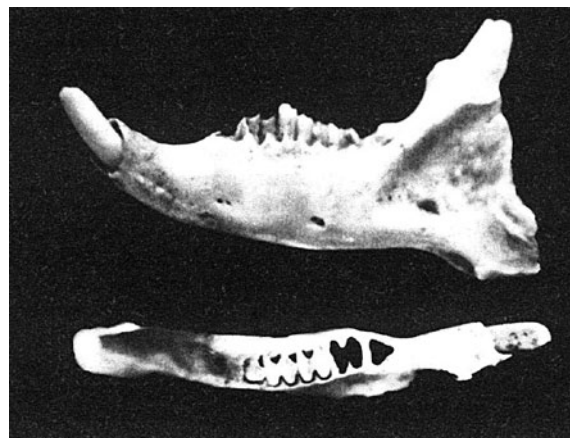
Šarkanica (Spišsko-gemerský kras, Muránska planina): nález fosilných kostí *Ochotona pusilla* vo vývržkoch belane tundrovej (*Nyctea scandiaca*), datované na koniec pleistocénu (Obuch, 2006).

Čeľaď: Zajacovitité (Leporidae)

Zajacovitité cicavce sú prispôsobené na útek pred predátormi (vynikajúci sluch a zrak). Ich zvyšky sa našli v týchto jaskyniach:

Antonova jaskyňa (Čierna hora): medzi kosťami zvierat z vykopávok S. Rotha sa zistili kosti zajaca beláka (*Lepus* cf. *timidus*), určené A. Nehringom (Roth, 1881a,b).

Ardotská jaskyňa (Slovenský kras, Silická planina): kosti *Lepus europaeus* zo vstupnej chodby (Thurzo a Beneš, 1976).



Obr. 11. Ľavá spodná čeľusť *Ochotona pusilla* z pleistocénu jaskyne Peško v Rimavskej kotline. Foto: L. Osvald

Fig. 11. The left lower mandible of *Ochotona pusilla* from Pleistocene of Peško Cave in Rimava Basin. Photo: L. Osvald

Čertova pec (Považský Inovec): kostové pozostatky *Lepus* sp. z archeologickej sondy (Musil, 1996).

Jaskyňa pod Suchou horou (Kremnické vrchy, Malachovské predhorie): fragmenty lebky zajaca *Lepus europaeus* (Vlček, nepubl.).

Malá drienčanská jaskyňa (Revúcka vrchovina, Drienčanský kras): kosti *Lepus europaeus* v stratigrafickej sonde (Gaál a Holec, 1987).

Okno (Veľká Fatra): kosti zajaca (Petrikovich, 1908, pod názvom Vlkánová).

Peško (Rimavská kotlina): kosti *Lepus* sp. v mladopleistocénnej vrstve stratigrafickej sondy (Ložek a kol., 1989).

Sarkania diera (Súľovské vrchy): úlomky lopatky *Lepus* sp. (Prikrýl, 1974) a *Lepus* cf. *timidus* (Obuch, 2000a).

Trojuholník (Malé Karpaty): osteologické zvyšky *Lepus* sp. (Holec, 1986; Holec a kol., 1994).

Hlodavce (Rodentia)

Jedna z najpočetnejších skupín cicavcov so širokým zemepisným a ekologickým rozšírením. Sú pomerne malé, so špecializovaným chrupom, v ktorom dominujú štyri dlhé, neustále dorastajúce rezáky (hlodáky). Majú veľmi citlivý čuch a sluch. Žijú samotársky aj skupinovo. Z našich jaskýň pochádzajú ich fosilné nálezy predovšetkým z obdobia vrchného pleistocénu, ale vo výplniach krasových káps a puklín (napr. Devínska Kobyla, Ivanovce, Kollíňany, Žirany, Včeláre) sú známe skamenené zvyšky hlodavcov od miocénu po stredný pleistocén. Majú veľký stratigrafický význam.

Antonova jaskyňa (Čierna hora): kosti myši, sysla a chrčka určené A. Nehringom (Roth, 1881a,b).

Ardojská jaskyňa (Slovenský kras, Silická planina): kosti *Cricetus cricetus* zo vstupnej chodby (Thurzo a Beneš, 1976).

Čertova pec (Považský Inovec): osteologické zvyšky bobra *Castor fiber*, chrčka *Cricetus cricetus*, hraboša *Microtus nivalis*, plcha *Glis glis*, kosti verice stromovej *Sciurus vulgaris* a svišťa *Marmota* sp. z archeologickej sondy (Musil, 1996).

Demänovský jaskynný systém (Nízke Tatry, Demänovská dolina): z Demänovskej ľadovej jaskyne nález *Clethrionomys glareolus*, *Pitymys taticus*, *Microtus arvalis*, z jaskyne Pustá *Muscardinus avellanarius*, *Clethrionomys glareolus* a *Arvicola terrestris* zo zvyškov zásobárne tchora norka (Obuch, 2000b).

Deravá skala (Malé Karpaty): z pleistocénnych jaskynných sedimentov *Citellus citellus*, *C. rufescens*, *Glis glis*, *Cricetus cricetus*, *C. phaeus*, *Clethrionomys glareolus*, *Microtus arvalis*, *M. agrestis*, *M. oeconomus*, *M. nivalis*, *M. gregalis*, *Arvicola terrestris*, *Lemmus sibiricus*, *Dicrostonyx torquatus* (Éhik, 1913, pod názvom Pálffyho jaskyňa; Fejfar, 1973), ďalej *Cricetus phaeus* a *Castor fiber* (Kormos, 1914, pod názvom Pálffyho jaskyňa).

Jaskyňa na Skalke (Považské podolie): *Miomys savini*, *Pliomys episcopalus*, *Clethrionomys* cf. *acrorhiza* (Ložek a Horáček, 1984).

Jaskyňa Pivnica (Nízke Tatry, Jánska dolina): *Sicista betulina*, *Muscardinus avellanarius*, *Clethrionomys glareolus*, *Pitymys taticus*, *Microtus arvalis* (Obuch, 1995).

Jasovská jaskyňa (Slovenský kras, Jasovská planina): kosti *Dicrostonyx torquatus* a *Microtus gregalis* z würmských vrstiev sondy (Ložek a kol., 1957) a ďalších druhov hlodavcov (Obuch, 2002).

Maštalná jaskyňa (Slovenský kras, Plešivská planina): *Microtus gregalis* v spoločenstve glaciálnych až strednoholocénnych druhov (Horáček a Ložek, 1988).

Muránska jaskyňa (Tatry, Belianske Tatry): *Microtus arvalis* a *M. oeconomus* (Fejfar a Sekyra, 1964).

Pec (Malé Karpaty): kosti bližšie neurčených hlodavcov (Blusk, in verb.).

Peško (Rimavská kotlina, prielom Muráňa): *Microtus arvalis*, *M. oeconomus*, *M. gregalis*, *Clethrionomys glareolus*, s významnými vislanskými druhmi *Lagurus lagurus* a *Allactaga* cf. *jaculus* v jaskynnom sedimente stratigrafickej sondy (Horáček in Ložek a kol., 1989).

Silvošova diera (Nízke Tatry, Jánska dolina): hrdziak *Clethrionomys rufocanus* a hraboš snežný *Microtus nivalis* z posledného glaciálu, reliktná ryšavka myšovitá *Apodemus mucrops*, v súčasnosti známa z nížiných polôh Slovenska, hryzec vodný *Arvicola terrestris* a hraboš poľný *Microtus arvalis* (Obuch, 1995).

Sarkania diera (Súľovské vrchy): *Dicrostonyx* cf. *torquatus*, *Lemmus lemmus*, *Arvicola terrestris*, *Pitymys* cf. *taticus*, *Microtus nivalis*, *M. cf. gregalis* (Obuch, 2000a).

Šarkanica (Spišsko-gemerský kras, Muránska planina): nález fosilných zvyškov *Microtus gregalis* vo vývržkoch belane tundrovej (*Nyctea scandiaca*; Obuch, 2006) datované na koniec pleistocénu a poukazujúce na existenciu tundry v tomto období.

Tmavá skala (Malé Karpaty): *Cricetus* sp., *Clethrionomys* sp., *Microtus oeconomus*, *M. ? gregalis* a *Apodemus* sp. (Holec a kol., 1998).

Trojuholník (Malé Karpaty): *Dicrostonyx torquatus*, *Microtus gregalis*, *M. nivalis/oeconomus*, *Pliomys* sp., *Citellus superciliosus*, cf. *Cricetulus migratorius*, *Apodemus* sp., *Arvicola terrestris*, *Lemmus lemmus*, *Pitymys subterraneus*, *Clethrionomys* sp. (Holec, 1986; Holec a kol., 1994).

Hmyzožravce (Eulipotyphla)

Hmyzožravce sú starobyľou skupinou malých, prevažne nočných tvorov s mnohými primitívnymi znakmi, ako je napr. veľký počet zubov (až 48), jednoduchá stavba malého mozgu či semenníky samcov uložené v brušnej dutine. Žijú na suši, pod zemou a vedú aj polovodný spôsob života. Podobne ako pri hlodavcoch, aj hmyzožravce sú vo fosilnom zázname z našich jaskýň známe predovšetkým z vrchného pleistocénu, hoci ich fosílie sa často vyskytujú v krasových oblastiach aj v starších sedimentoch. Majú veľký význam pre rekonštrukciu paleoprostredia.

Antonova jaskyňa (Čierna hora): kosti krtoť určené A. Nehringom (Roth, 1881a,b).

Čertova pec (Považský Inovec): kostrové pozostatky *Erinaceus* sp. z archeologickej sondy (Musil, 1996).

Demänovský jaskynný systém (Nízke Tatry, Demänovská dolina): z Demänovskej ľadovej jaskyne nález *Talpa europaea*, *Sorex araneus* a *Sorex minutus*; z jaskyne Pustá okrem nich aj bohaté akumulácie *Sorex alpinus*, *Ne-*

omys anomalus a *Neomys fodiens* v zásobárni dnes na území strednej Európy vyhynutého tchora norka (Obuch, 2000b). Je známe, že hmyzožravce produkujú zvláštny zápach a šelmy ich nekonzumujú, s výnimkou tchorov; nálež v jaskyni je z územia Slovenska unikátny.

Deravá skala (Malé Karpaty): *Erinaceus europaeus*, *Sorex araneus*, *Neomys fodiens*, *Talpa europaea* z pleistocénnych jaskynných sedimentov (Éhik, 1913, pod názvom Pálffyho jaskyňa).

Jaskyňa na Skalke (Považské podolie): staropleistocénne druhy *Sorex* cf. *runtonensis*, *Talpa* cf. *minor* a *T. cf. fossilis* (Ložek a Horáček, 1984).

Jaskyňa Pivnica (Nízke Tatry, Jánska dolina): *Erinaceus europaeus*, *Talpa europaea*, *Erinaceus europaeus*, *Neomys fodiens*, *Sorex araneus* (Obuch, 1995).

Jaskyňa pod Kľakom (Spišsko-gemerský kras, Muránska planina): subfosilný piskor vrchovský *Sorex alpinus* a hrabáč tatranský *Microtus taticus* (Obuch a Uhrin, 1996).

Medvedia jaskyňa (Nízke Tatry, Jánska dolina): *Neomys* sp. (Sabot et al., 2001).

Muránska jaskyňa (Tatry, Belianske Tatry): *Sorex araneus* (Fejfar a Sekyra, 1964).

Peško (Rimavská kotlina, prielom Muráňa): druhy *Talpa europaea*, *Sorex* cf. *minutus*, *S. araneus*, *Neomys anomalus*, *N. fodiens* a *Crociodura leucodon* z mladopleistocénnych vrstiev (Horáček in Ložek a kol., 1989).

Silvošova diera (Nízke Tatry, Jánska dolina): *Sorex minutus*, *Sorex araneus* (Obuch, 1995).

Šarkanica (Súľovské vrchy): *Sorex oraneus*, *S. coecutiens* a *S. cf. articus* (Obuch, 2000a).

Tmavá skala (Malé Karpaty): *Sorex* sp. (Holec a kol., 1998).

Trojuholník (Malé Karpaty): *Erinaceus europaeus* L. (Holec, 1986), ďalej *Talpa europaea* a *Sorex minutus* (Holec a kol., 1994).

Netopiere (Chiroptera)

V súčasnosti je známych viac ako 1000 druhov netopierov. Sú to jediné cicavce, ktoré sú schopné aktívneho letu pomocou kožovitej blany medzi prstami predných končatín, telom a zadnými končatinami. Živia sa zväčša plodmi, bezstavovcami a malými stavovcami. Patria k významným indikátorom ekologických a klimatických podmienok.

Antonova jaskyňa (Čierna hora): kosti netopierov určené A. Nehringom (Roth, 1881a,b).

Demänovský jaskynný systém (Nízke Tatry, Demänovská dolina): z Demänovskej ľadovej jaskyne nález kostí netopierov odlišnej druhovej skladby, než je súčasná, s výraznou dominanciou večernice malej *Pipistrellus pipistrellus* a uchane čiernej *Barbastella barbastellus*; celkovo 9 druhov (Obuch, 2000b).

Jaskyňa na Skalke (Považské podolie): *Rhinolophus* cf. *ferrumequinum*, *Myotis* cf. *bechsteini*, *M. nattereri*, *Plecotus* cf. *auritus*, *Barbastella barbastellus*, *Plecotus* cf. *auritus* (Ložek a Horáček, 1984).

Jaskyňa Pivnica (Nízke Tatry, Jánska dolina): štyri druhy netopierov s dominanciou *Myotis bechsteini* (Obuch, 1995).

Jaskyňa pod Kľakom (Spišsko-gemerský kras, Muránska planina): subfosilný *Plecotus auritus*, *Myotis mystacinus*, *M. brandti*, *M. na-*

tereri, *M. dasycneme* a *Eptesicus serotinus* (Obuch a Uhrin, 1996).

Peško (Rimavská kotlina): *Myotis* cf. *bechsteini*, *M. gr. nattereri*, *Eptesicus* cf. *nilssoni*, *E. serotinus*, *Pipistrellus pipistrellus*, *Barbastella barbastellus*, a *Plecotus* cf. *auritus* z mladopleistocénnych vrstiev stratigrafickej sondy (Horáček in Ložek a kol., 1989).

Tmavá skala (Malé Karpaty): *Rhinolophus* cf. *hipposideros*, *Myotis myotis*, *Myotis* sp., ?*Plecotus* sp., ?*Barbastella* sp., ?*Hypsugo* sp. (Holec a kol., 1998).

Trojuholník (Malé Karpaty): *Rhinolophus ferrumequinum*, *Myotis bechsteini*, *Eptesicus serotinus* a cf. *Barbastella barbastellus* (Holec a kol., 1994).

Párnokopytníky (Artiodactyla)

Na párnokopytníkoch je charakteristické, že tretí a štvrtý prst končatín majú na konci rohovitú kopytu a nesú celú hmotnosť tela. V rámci troch podradov (neprežúvavce, moložnatce a prežúvavce) sem patria napr. hrochovití, diviakovití, ťavovití, žirafovití, turovití, jeleňovití a pod. V novších systémoch sú spájané s veľrybami a delfínmi do spoločnej skupiny Cetartiodactyla.

Čeľad': Diviakovité (Suidae)

Arđovská jaskyňa (Slovenský kras, Silická planina): kosti *Sus scrofa* zo vstupnej chodby, kde pravdepodobne boli zavlččené pračlovekom (Thurzo a Beneš, 1976).

Suchá diera (Nízke Tatry, Vikartovský chrbát): kosti diviaka (Soják a Hunka, 2003; Soják, 2007).

Čeľad': Jeleňovité (Cervidae)

Antonova jaskyňa (Čierna hora): medzi kosťami 37 zvierat z vykopávok S. Rotha kosti polárneho soba, určené A. Nehringom (Roth, 1881a,b).

Arđovská jaskyňa (Slovenský kras, Silická planina): kosti *Cervus elaphus* zo vstupnej chodby, kde boli zavlččené pračlovekom (Thurzo a Beneš, 1976).

Čertova pec (Považský Inovec): kosti *Cervus elaphus*, *Alces alces*, *Capreolus capreolus* a soba polárneho Rangifer tarandus z archeologickej sondy (Musil, 1996).

Demänovský jaskynný systém (Nízke Tatry, Demänovská dolina): *Cervus* sp. (Skřivánek, 1953).

Deravá skala (Malé Karpaty): kosti soba polárneho Rangifer tarandus (Éhik, 1913; Hilbrand, 1913, pod názvom Pálffyho jaskyňa).

Jaskyňa lovca medveďov (Zvolenská kotlina): paroh z losa (Hraško, in verb.).

Jasovská jaskyňa (Slovenský kras): zvyšky kostí soba uvádza Ložek a kol. (1956), soba a daniela Volko-Starohorský (1929).

Lipová jaskyňa (Veporské vrchy): *Cervus elaphus* (Petényi, 1954), nález kostí a lebky losa *Alces alces* (Vörös, 1987), materiál si vyžaduje novú revíziu.

Notre Dame (Malé Karpaty): zvyšky kosti Cervidae indet. (Holec, 2000a).

Okno (Veľká Fatra): kosti a zuby jeleňa (J. Petrikovich, 1908, pod názvom jaskyňa Vlkanová).

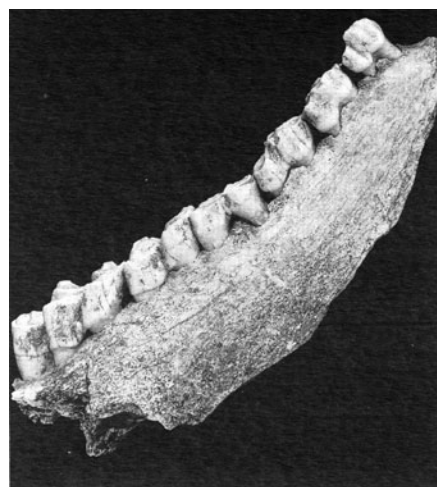
Pec (Malé Karpaty): kosti a paroží jeleňa (Blusk, in verb.).

Peško (Rimavská kotlina): fragment pravej spodnej čeľuste so zubami p2 – m3 dext. *Megaloceros giganteus* (obr. 12.) z pleistocénnej vrstvy a fragment mliečného zuba *Cervus* sp. (Holec in Ložek a kol., 1989, pod názvom Peškô).

Prepoštská jaskyňa (Hornonitrianska kotlina): *Megaloceros giganteus*, *Cervus elaphus*, *Rangifer tarandus* (Sabol a Čeklovský, nepubl.).

Tmavá skala (Malé Karpaty): zuby Cervidae indet. (Holec a kol., 1998).

Veľká ružinská jaskyňa (Čierna hora): opálené kosti soba medzi kosťami z archeologických vykopávok S. Rotha (1881, pod názvom Órúzsini barlang).



Obr. 12. Spodná čeľusť *Megaloceros giganteus* z pleistocénnej jaskyne Peško v Rimavskej kotline. Foto: L. Benedek
Fig. 12. Lower mandible of *Megaloceros giganteus* from Pleistocene of Peško Cave in Rimava Basin. Photo: L. Benedek

Čeľad': Turovití (Bovidae)

Antonova jaskyňa (Čierna hora): medzi kosťami 37 zvierat z vykopávok S. Rotha kosti kamzíka, určené spolu s napr. sobom, polárnou líškou, polárnym zajacom a medveďom jaskynným A. Nehringom (Roth, 1881a,b). Nález bol identifikovaný ako pozostatok potravy predátorov (najmä vyššie cicavce) a dravcov (malé cicavce, vtáky a obojživelníky).

Čertova pec (Považský Inovec): *Bos* sp. z archeologickej sondy (Musil, 1996).

Činčianska jaskyňa (Bodvianska pahorkatina): fragment proximálnej časti ľavej metakarpálnej kosti *Bos* p. (Gaál a Holec, 1987).

Demänovské jaskyne (Nízke Tatry): *Bos* sp. (Skřivánek, 1953).

Demänovský jaskynný systém (Nízke Tatry, Demänovská dolina): nález kostí a lebky kamzíka v Demänovskej ľadovej jaskyni (Těsnohlídek, 1923; Vlček, 2010) a jaskyni Pustá (Vlček, 2010).

Deravá skala (Malé Karpaty): kosti pratury *Bos primigenius* (Éhik, 1913, pod názvom Pálffyho jaskyňa), zlomok ľavej vetvy sánky kamzíka so 4 zubmi (Kormos, 1913, pod názvom Pálffyho jaskyňa).

Jaskyňa lovca medveďov (Zvolenská kotlina): končatiny pratury (Hraško, in verb.).

Kostolík (Spišsko-gemerský kras, Muránska planina): nález kostí tura *Bos* sp. (Vlček a Pavlík, 2004).

Lipová jaskyňa (Veporské vrchy): nález kostí a lebky jaka *Ovibos fossilis* a *Bos primigenius* (Petényi, 1854, 1864; Koch, 1900), zreviďovaný na *Ovibos pallantis* ssp. (Vörös, 1987). Nález Kocha a Neubehlera zaradený k *Bos taurus fossilis* bol po zreviďovaní Vörösom priradený k druhom bizónov *Bison priscus*, *Bison schoetensacki*, materiál si však vyžaduje novú revíziu.

Peško (Rimavská kotlina): prvý prstový článok ľavej prednej končatiny *Bos* sp. zo spodných pleistocénnych vrstiev stratigrafickej sondy (Holec in Ložek a kol., 1989, pod názvom Peškô).

Prepoštská jaskyňa (Hornonitrianska kotlina): *Bos primigenius* – *Bison priscus/bonatus* (Sabol a Čeklovský, nepubl.).

Tmavá skala (Malé Karpaty): zuby zástupcu rodu *Capra* alebo *Ovis* (Holec a kol., 1998).

Veľká Artajama (Humenské vrchy): zub pratury pravdepodobne z vykopávok J. Strömpla (Kukla, 1949).

Nepárnokopytníky (Perissodactyla)

Sú to veľké pasúce sa cicavce s veľkými strednými (tretími) prstami, ktoré nesú často váhu celého tela. Patria sem napr. koňovití, nosorožcovité, tapírovité a pod., mnohé čeľade sú však dnes už vyhynuté. Ich zvyšky sa do podzemných priestorov dostali splavením z povrchu alebo zavlččením do jaskýň človekom alebo predátormi (hyeny).

Čeľad': Koňovití (Equidae)

Známe sú nálezy z týchto jaskýň:

Čertova pec (Považský Inovec): košťové pozostatky *Equus taubachensis* z archeologickej sondy (Musil, 1996).

Deravá skala (Malé Karpaty): kôň *Equus ferus* z pleistocénnych vrstiev jaskyne (Éhik, 1913, pod názvom Pálffyho jaskyňa).

Driny (Malé Karpaty): zub koňa z kvartéru (Holec, 2000).

Jasovská jaskyňa (Slovenský kras, Jasovská planina): zvyšky kostí koňa uvádza Volko-Starohorský (1929) a Ložek a kol. (1956).

Lipová jaskyňa (Veporské vrchy): *Equus fossilis* (Petényi, 1854), nález štyroch kostí fosílného koňa *Equus caballus fossilis* z obdobia holstein – sál z vykopávok A. Kocha (1837), sa do dnešných dní nezachoval (Vörös, 1987). Materiál si vyžaduje revíziu.

Peško (Rimavská kotlina): zuby M1 – 2 dext. *Equus* sp. zo spodných pleistocénnych vrstiev stratigrafickej sondy (Holec in Ložek a kol., 1989).

Prepoštská jaskyňa (Hornonitrianska kotlina): *Equus ferus* cf. *germanicus* (Sabol a Čeklovský, nepubl.).

Tmavá skala (Malé Karpaty): abrazovaný mliečny zub *Equus* sp. (Holec a kol., 1998).

Čeľad': Nosorožcovité (Rhinocerotidae)

Čertova pec (Považský Inovec): nosorožec srstnatý *Coelodonta antiquitatis* z archeologickej sondy so stopami po ohryzení hyenami jaskynnými, ktoré sem kosti zavlčiekli (Musil, 1996; Bárta, 1961, obr.; Janíková, 2000).

Činčianska jaskyňa (Bodvianska pahorkatina): distálna kladka tretej záprstnej kosti *Coelodonta antiquitatis*, nájdená v stmelenej

pleistocénnej sutine (Holec, 1986; Gaál a Holec, 1987).

Jaskyňa lovca medvedov (Zvolenská kotlina): ramenná kosť nosorožca srstnatého (Hraško, in verb.).

Lipová jaskyňa (Veporské vrchy): nálezy horných stoličiek, ramenných, stehenných a päťových kostí, ako aj článkov prstov *Coelodonta antiquitatis* (Petényi, 1954), pričom nález piatich zubov nosorožca opisuje už Neubehler (1851). Pochádza z vykopávok A. Kocha z roku 1837. Nález bol zrevidovaný Vörösom (1987) ako *Dicerorhinus* sp. (príbuzný dnešného sumatranského nosorožca) z obdobia holstein – sál, ale vyžaduje si revíziu.

Nová Michňová (Spišsko-gemerský kras, Muránska planina): zub nosorožca cf. *Coelodonta antiquitatis* (Vlček, 2010).

Peško (Rimavská kotlina): cf. *Coelodonta antiquitatis* zo spodných pleistocénnych vrstiev stratigrafickej sondy (Holec in Ložek a kol., 1989, pod názvom Peškô).

Prepoštská jaskyňa (Hornonitrianska kotlina): *Coelodonta antiquitatis* (Prošek, 1952; Bárta, 1972b; Sabol a Čeklovský, nepubl.).

Mäsožravce (Carnivora)

Mäsožravce sú prispôbené na lov, vynikajú vyspelými zmyslami, vyvinutým mozgom a výkonnými trháčkmi. Patria sem okrem iných mačkovité, psovité, lasicovité, hyenovité a medvedovité.

Čeľad': mačkovité (Felidae)

Čertova pec (Považský Inovec): *Panthera spelaea* z archeologickej sondy (Musil, 1996).

Demänovské jaskyne (Nízke Tatry, Demänovská dolina): *Felis* sp. (Skřivánek, 1953), v jaskyni Vyvieranie nález *Panthera spelaea* (Sabol, 2011).

Deravá skala (Malé Karpaty): lev jaskynný *Panthera spelaea* a rys *Lynx lynx* (obr. 13) (Éhik, 1913; Sabol, 2011).

Malá drienčanská jaskyňa (Revúcka vr-



Obr. 13. Ľavá spodná čeľusť rysa (*Lynx lynx*) z jaskyne Deravá skala (z materiálu Gy. Éhika, 1913)

Fig. 13. The left lower mandible of *Lynx lynx* from Deravá skala Cave (Little Carpathians) (material of Gy. Éhik, 1913)

chovina): kosti mačky divej *Felis silvestris* (Gaál a Holec, 1987).

Medvedia jaskyňa v Sypkých skalách (Západné Tatry): *Panthera spelaea* (Holec, 2000a; Sabol, 2011).

Medvedia jaskyňa (Slovenský raj): *Panthera spelaea* (Sabol, 2011).

Okno (Nízke Tatry, Demänovská dolina): *Panthera spelaea* (Volko-Starohorský, 1927; Sabol, 2011).

Peško (Rimavská kotlina, prielom Muráňa): metatarzálna kosť rysa ostrovida *Lynx lynx* (Holec in Ložek a kol., 1989).

Prepoštská jaskyňa (Hornonitrianska kot-

lina): zuby a fragmenty kostí leva (Bárta, 1972; Sabol, 2011).

Pružinská Dúpná jaskyňa (Strážovské vrchy): fragment sánky a metatarzálny kosti leva jaskynného *Panthera spelaea* (Gregor a Čerňanský, 2003, 2005).

Važecká jaskyňa (Nízke Tatry, Kozie chrbty): kosti leva jaskynného (Sabol, nepubl.).

Tmavá skala (Malé Karpaty): zuby *Panthera spelaea* (Holec, 2000a; Holec a kol., 1998; Sabol, 2011).

Čeľad': Psovité (Canidae)

Antonova jaskyňa (Čierna hora): medzi kosťami 37 zvierat z vykopávok S. Rotha kosti polárnej líšky určené A. Nehringom (Roth, 1881a,b).

Čertova pec (Považský Inovec): kostrové zvyšky druhov *Canis lupus*, *Vulpes vulpes* a polárnej líšky *V. lagopus* z archeologickej sondy (Musil, 1996).

Deravá skala (Malé Karpaty): zvyšky kostí *Canis lupus*, *Vulpes vulpes* a *V. lagopus* (Éhik, 1913; Kormos, 1913, pod názvom Pálffyho jaskyňa).

Jasovská jaskyňa (Slovenský kras): kosti *Canis lupus* a *Vulpes* sp. (Volko-Starohorský, 1929).

Kostolík (Muránska planina): presintrené kosti *Canis lupus* (Vlček a Pavlík, 2004).

Peško (Rimavská kotlina, prielom Muráňa): zvyšky zubov vlka dravého *Canis lupus* v stratigrafickej sonde (Holec in Ložek a kol., 1989).

Tmavá skala (Malé Karpaty): zuby a kosti *Vulpes vulpes* a *Vulpes* sp. (Holec a kol., 1998).

Važecká jaskyňa (Nízke Tatry, Kozie chrbty): kosti vlka (Sabol, nepubl.).

Čeľad': Lasicovité (Mustelidae)

Antonova jaskyňa (Čierna hora): kosti lasice, hranostaja a kuny určené A. Nehringom (Roth, 1881a,b).

Čertova pec (Považský Inovec): kosti kún *Martes foina*, *M. martes*, lasíc *Mustela erminea*, *Mustela* sp., vydry *Lutra lutra* a jazveca *Meles meles* z archeologickej sondy (Musil, 1996).

Demänovský jaskynný systém (Nízke Tatry, Demänovská dolina): v jaskyni Pustá zistil Obuch kosti lasice *Mustela nivalis*, ale aj vzácneho tchora norka *Putorius lutreola*, ktorý v strednej Európe vyhynul, ale traduje sa, že žil v okolí potokov a živil sa prevažne žabami. Dokazujú to

aj bohaté akumulácie kostí žiab v priestore jeho potravinovej zásobárne. Tchor z jaskyne zahynul vplyvom porušenia lebky spôsobeného motolicou *Troglotrema acutum* (Obuch, 2000b).

Deravá skala (Malé Karpaty): *Mustela erminea* a lasica obyčajná *M. nivalis* (Éhik, 1913).

Javorinka (Vysoké Tatry): *Martes martes* a *Gulo gulo* (Sabol a kol., v tlači).

Medvedia jaskyňa (Slovenský raj): *Gulo gulo* (Döppes a Vlačiky, nepubl.).

Muránska jaskyňa (Tatry, Belianske Tatry): kosti *Mustela* sp. (Fejfar a Sekyra, 1964).

Okno (Nízke Tatry, Demänovská dolina): *Gulo gulo* (Sabol, 2006).

Peško (Rimavská kotlina, prielom Muráňa): zvyšky kostí lasice *Mustela* cf. *nivalis* a rosomáka cf. *Gulo gulo* v mladopleistocénnych sedimentoch stratigrafickej sondy (Holec in Ložek a kol., 1989).

Silvošova diera (Nízke Tatry, Jánska dolina): výskyt kostier kuny skalnej (*Martes martes*).

Šarkania diera (Súľovské vrchy): *Mustela nivalis* (Obuch, 2000a).

Tmavá skala (Malé Karpaty): *Martes martes* a *Mustela putorius* (Holec a kol., 1998).

Trojuholník (Malé Karpaty): *Mustela erminea* a *M. nivalis* (Holec a kol., 1994), *Martes* sp. (Holec, 1986).

Čeľad': Hyenovité (Hyaenidae)

Čertova pec (Považský Inovec): *Crocota crocuta spelaea* z archeologickej sondy (Musil, 1996; Janíková, 2000).

Deravá skala (Malé Karpaty): výskyt kostí *Crocota crocuta spelaea* (Éhik, 1913).

Jasovská jaskyňa (Slovenský kras): kosti hyeny *Crocota crocuta spelaea* (Volko-Starohorský, 1929).

Maša (Spišsko-gemerský kras, Muránska planina): kosti hyeny *Crocota crocuta spelaea* a ďalších zvierat určené E. Suessom a F. Fötterlem v 19. storočí (Anonymus, 1858; Primics, 1890; Vlček, 2008).

Prepoštská jaskyňa (Hornonitrianska kotlina): fragment sánky asi dvojročnej hyeny jaskynnej (Holec, 2000a, 2007).

Tmavá skala (Malé Karpaty): zuby a fragment sánky so zubami *Crocota crocuta spelaea* (Holec a kol., 1998; Holec, 2000).

Čeľad': Medvedovité (Ursidae)

Aksamitka (Pieniny): bohaté nálezisko kostí jaskynného medveďa považovaných v minulosti J. Patersonom Hainom (1672a,b), H. Vollgnadom (1673 – 1674), J. Bohušom (1722) za kosti drakov. D. Fischer z nich rekonštruoval kostru šarkana a daroval ju Leopoldovi I., za čo bol povýšený do zemianskeho stavu. Kostí, lebky, zuby a pazúry „drakov“ zdokumentovali J. Paterson Hain (1672a,b) a H. Vollgnad (1673 – 1674) vernými kresbami, z ktorých až J. Ch. Rosenmühler a G. L. F. Ch. D. Cuvier identifikovali medveďa jaskynného. Kostí rôznych zvierat, ale najmä medveďa jaskynného uvádza M. Badányi (1874). Početné úlomky kostí našiel aj S. Roth (1879, pod názvom Haligóczi barlang). Opisuje ich aj S. Weber (1902). Ďalšie kosti *Ursus* ex gr. *spelaeus* (Musil, 1953, 1956).

Antonova jaskyňa (Čierna hora): medzi kosťami 37 zvierat pôvodne z potravy predátorov a dravcov z vykopávok S. Rotha kosti medveďa jaskynného určené A. Nehringom (Roth, 1881a,b).

Beníková (Nízke Tatry, Demänovská dolina): kosti medvedov považované za dračie opisuje už M. Bel (1736) či F. E. Brückmann (1739). Fragment sánky *Ursus* ex gr. *spelaeus* (Sabol a Struhár, 2002) a množstvo ďalších kostí (Vlček, nepubl.).

Biela jaskyňa (Veľká Fatra): nálezy patologických kostí medveďa jaskynného (Bendík a kol., 2009).

Bystrianska jaskyňa (Horehronské podolie): zuby medveďa jaskynného (Múka, in verb.).

Certova jaskyňa (Veporské vrchy): zub *Ursus* ex gr. *spelaeus* (Vlček, 2002; 2008).

Certova pec (Považský Inovec): dva druhy medveďov: *Ursus* ex gr. *spelaeus* a *U. cf. taubachensis* z archeologickej sondy (Musil, 1996; Janíková, 2000).

Cincianska jaskyňa (Bodvianska pahorkatina): zvyšky spánkovej kosti, stavcov, krížovej kosti, čeľuste, záprstnej kosti, holennej kosti, panvovej kosti, sánky, zuby *Ursus* ex gr. *spelaeus* (Gaál a Holec, 1987).

Dekretova jaskyňa (Veľká Fatra): *Ursus* ex gr. *spelaeus* (Eisner, 1933).

Demänovský jaskynný systém (Nízke Tatry, Demänovská dolina): zvyšky kostí, *Ursus* ex gr. *spelaeus* (Skřivánek, 1953) fragmenty lebky v Demänovskej ľadovej jaskyni a v jaskyni Vyvieranie (Sabol a Struhár, 2002), fragmenty kostier v Demänovskej jaskyni mieru a Chráme slobody (Vlček, nepubl.). Kosti z Demänovskej ľadovej jaskyne sa v minulosti považovali za dračie a opísali ich už J. P. Hain roku 1672 a F. E. Brückmann (1739); J. Buchholtz prvý skompletizoval kostru draha z jaskyne a venoval ju do múzea v Drážďanoch. Jaskyňa sa na základe nálezov v minulosti nazývala Dračou.

Deravá skala (Malé Karpaty): kosti a zuby medveďa jaskynného *Ursus* ex gr. *spelaeus* (Éhik, 1913, pod názvom Pálffyho jaskyňa).

Dolná Túfna (Veľká Fatra): *Ursus* ex gr. *spelaeus* a kosti ďalších stavovcov (Eisner, 1933; Droppa, 1974; Stehlík, 1938), spomínané už Ch. Zipseom roku 1815, 1839, 1847 a 1856, T. Kormos roku 1914 konštatoval stopy po umelom rozbiťaní kostí a vyberaní špiku.

Domica (Slovenský kras, Silická planina): kostra asi ročného mláďaťa medveďa jaskynného (Z. Hokr, 1946; Augusta a Hokr, 1948).

Hipmanove jaskyne (Nízke Tatry, Jánska dolina): pozostatky medveďa jaskynného v Medvedej chodbe Starého hradu (Hipmanová, in verb.).

Horná Túfna (Veľká Fatra): kosti medveďa jaskynného nájdené vo vykopávkach Ch. Zipsa z roku 1842 a T. Kormosa z roku 1914, ktorý konštatoval stopy po umelom rozbiťaní kostí. Roku 1927 našiel F. Schön priečne rozštiepené medvedie kosti na umožnenie konzumácie špiku človekom – v dobe výskumu boli Túfne jaskyne považované za najvýchodnejšie paleolitické sídlisko v Európe. V archeologickej sonde A. Liebusa v roku 1931 obhorené medvedie kosti, lebka a zlomky lebky mladých medveďov (Liebus, 1933; Skutil, 1938; Bárta, 1986), kosti *Ursus* ex gr. *spelaeus* roztrúsené v Prednom dome a Zadnej sieni (Droppa, 1974). O bohatstve nálezového materiálu svedčia záznamy, že medvedie kosti koncom 19. stor. z jaskyne vyvážali vozmí.

Chvalovská jaskyňa (Revúcka vrchovina): zuby medveďa jaskynného (Fejfar in Bárta, 1955).

Chyža (Hnilecké vrchy, Galmus): kosti z archeologických vykopávok (Roth, 1878a,b).

Jaskyňa mŕtvych netopierov (Nízke Tatry): kosti pravdepodobne medveďa jaskynného, o náleze nie sú známe ďalšie záznamy (Chudík, 1926).

Jaskyňa za Borovou (Spišsko-gemerský kras, Muránska planina): čeľusť *U. ex gr. spelaeus* (Holec in Gaál a Uhrin, 1997), kosti a zuby *Ursus arctos* (Sabol in Gaál, 2007).

Jasovská jaskyňa (Slovenský kras, Jasovská planina): medveď jaskynný opísaný už G. Primicsom (1890a); zvyšky kostí medveďa jaskynného (Ložek a kol., 1957).

Javorinka (Tatry, Vysoké Tatry): kosti medveďa jaskynného (*Ursus* ex gr. *spelaeus*) (Sabol a kol., v tlači).

Kamenný mlyn (Zvolenská kotlina): kosti medveďa jaskynného (Hraško, ústna informácia).

Lipová jaskyňa (Veporské vrchy): *Ursus* ex gr. *spelaeus* (Petényi, 1954), nález kostí medveďa jaskynného (Neubehler, 1851) z vykopávok A. Kocha z roku 1837 a P. Neubehlera z roku 1851. Podľa Vörösa (1987) pochádzajú kosti z medveďa arktoidného typu (*Ursus cf. arctos*) z obdobia holstein – sál, ale vyžadujú si revíziu.

Lščie diery (Nízke Tatry, Kozie chrbty): zub medveďa jaskynného (Votoupal, 1997).

Lôm (Veľká Fatra, Gaderská dolina): bohaté nálezisko kostí medveďa jaskynného zistené vykopávkami roku 1897 a 1907 (Petríkovich, 1907), dodnes zachované len lebka a dve sánky.

Lučivnianska jaskyňa (Liptovská kotlina): kosti medveďa jaskynného zistil už S. Roth roku 1882 (Roth, 1982; Bárta, 1986).

Jaskyňa Izabely Textorisovej (Veľká Fatra): *Ursus* ex gr. *spelaeus*, rekonštrukcia paleoprostredia (Ábelová a Sabol, 2009; Bendík a kol., 2009).

Malá drienčanská jaskyňa (Revúcka vrchovina): rezák z čeľuste (Gaál a Holec, 1987).

Malá jaskyňa pod Baštou (Nízke Tatry, Demänovská dolina): kosti *Ursus* ex gr. *spelaeus* (Raiskup, 1950).

Maša (Spišsko-gemerský kras, Muránska planina): kostrové pozostatky *Ursus* ex gr. *spelaeus* a ďalších zvierat (Anonymus, 1858; Primics, 1890; Vlček, 2008), opísané E. Suessom roku 1857.

Mažarná (Veľká Fatra): kosti medveďa jaskynného nájdené v rámci archeologického výskumu P. Kríža roku 1884 (Bárta, 1958e).

Medvedia jaskyňa (Nízke Tatry, Jánska dolina): *Ursus* ex gr. *spelaeus* (Sabol et al., 2001), morfometrická analýza kostí a zubov (Sabol et al., 2009).

Medvedia jaskyňa (Slovenský raj): mimoriadne bohaté nálezy kostí i zubov *Ursus ingressus*, radiometrické datovanie (Janáček a Schmidt, 1965; Schmidt, 1965; Schmidt a Chrapan, 1970; Sabol a kol., 2008; Ábelová a Sabol, 2009).

Medvedia jaskyňa (Čierna hora): kosti medveďa jaskynného (Bárta, 1989).

Medvedia jaskyňa (Malé Karpaty): kosti medveďov (Kovárik, 1990).

Medvedia jaskyňa pod Sivým vrchom (Západné Tatry, Sivý vrch): mimoriadne bohaté nálezisko pozostatkov *Ursus* ex gr. *spelaeus* (Holec, 2000a; Sabol a Struhár, 2002), rekonštrukcia paleoprostredia (Ábelová a Sabol, 2009).

Muránska jaskyňa (Tatry, Belianske Tatry): *Ursus* sp. (Fejfar a Sekyra, 1964).

Nová jaskyňa pod Baštou (Nízke Tatry, Demänovská dolina): kosti *Ursus* ex gr. *spelaeus* (Holúbek a Šmoll, 1996).

Netopierska jaskyňa (Starohorské vrchy): zuby a kosti *Ursus* ex gr. *spelaeus* (Bárta a Pietta, 1988).

Okno (Nízke Tatry, Demänovská dolina): kosti medveďov považované za dračie opisuje už M. Bel (1736). Zvyšky kostí *Ursus* ex gr. *spelaeus* (Sabol, 1999; Sabol a Struhár, 2002).

Okno – Terasa (Veľká Fatra): nález kostí medveďa jaskynného (Petríkovich, 1908).

Oravecká vyvieracka (Ponický kras): bohaté nálezisko kostí medveďov jaskynných (Hraško, in verb.).

Pec (Malé Karpaty): medveď jaskynný nájdený J. Bártom (1983).

Peško (Rimavská kotlina): horný očný zub *Ursus* ex gr. *spelaeus* (Ložek a kol., 1989, pod názvom Pesko).

Plavecká jaskyňa (Malé Karpaty): nález kostí medveďa jaskynného pravdepodobne aj z tejto lokality (Hillebrand, 1913).

Praslen (Revúcka vrchovina, Drienčanský kras): nález kostí medveďa jaskynného a ďalších zvierat v archeologickej sonde (Soják, 2006).

Pružinská Dúpná jaskyňa (Strážovské vrchy): medvedia lebka vklínaná medzi skalami v rámci nálezov predhistorického osídlenia (Brancsik, 1895), bohatý nálezový materiál *Ursus* ex gr. *spelaeus* (Gregor a Čerňanský, 2003, 2005).

Rysie hniezdo (Spišsko-gemerský kras, Muránska planina): kosti a zuby dvoch dospelých jedincov (samec a samica) a dvoch mláďat *Ursus* ex gr. *spelaeus* (Vlček, 2008).

Stratenská jaskyňa (Slovenský raj): kosti *Ursus* ex gr. *spelaeus* a stopy po medvedích pazúroch v sintri v časti Psie diery, určovanie veku ¹⁴C (Pomorský, 1993).

Suchá diera (Nízke Tatry, Vikartovský chrbát): *Ursus* ex gr. *spelaeus* (Soják a Hunka, 2003; Soják, 2007).

Suchá jaskyňa 3 (Veľká Fatra): kosti a zuby *Ursus* ex gr. *spelaeus* (Holec, 2000a).

Šarkania diera (Súľovské vrchy): nálezy úlomkov lebky a kostí medveďa jaskynného F. Papánkom a neskôr podrobným výskumom (Papánek, 1937; Janáček, 1963; Prikryl, 1974).

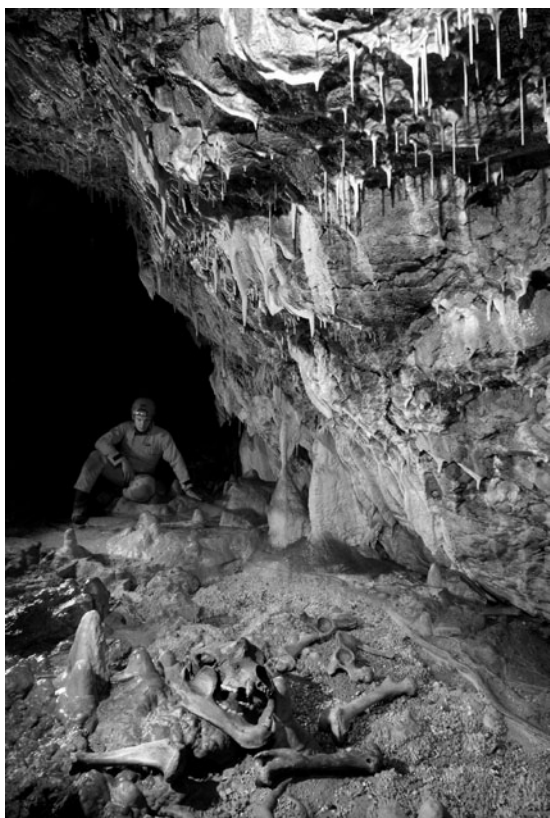
Teplica (Spišsko-gemerský kras, Muránska planina): bohaté nálezisko kostí *Ursus* ex gr. *spelaeus* pochádzajúcich minimálne z jedného dospelého jedinca a dvoch mláďat (Sasvári, 1975; Vlček et al., 2005; Vlček a Sabol, 2006).

Tmavá skala (Malé Karpaty): rozplavené kosti medveďa jaskynného, prvýkrát nájdené G. A. Kornhuberom roku 1865, preskúmal J. Szendrei roku 1888 (Bárta, 1986). Nálezy zubov a kostí medveďa jaskynného (Holec, 1986; Holec a kol., 1998), datovanie zubov na em až vislan (Sabol, 1998).

Uhlište (Nízke Tatry, Demänovská dolina): *Ursus* ex gr. *spelaeus*, zuby so zubným kazom (Holec, 2000b).

Varguľa (Horehronské podolie): lebka medveďa jaskynného (Múka, in verb.).

Važecká jaskyňa (Nízke Tatry, Kozie chrbty): *Ursus* ex gr. *spelaeus* (obr. 14), rekonštrukcia paleoprostredia (Skutil, 1951; Sabol a Struhár, 2002; Ábelová a Sabol, 2009), paleontologická expozícia medveďa jaskynného (Višňovská, 2006).



Obr. 14. Kostí medveďa jaskynného vo Važeckej jaskyni. Foto: P. Staník

Fig. 14. Bones of cave bear in Važecká Cave. Photo: P. Staník



Obr. 15. Zub mamuta z Ponickéj jaskyne. Foto: Cs. Tóth

Fig. 15. Tooth of mammoth from Ponická Cave. Photo: Cs. Tóth

Veľká drienčanská jaskyňa (Revúcka vrchovina): zuby medveďa jaskynného (Obuch in Gaál, 2000).

Zbojnická jaskyňa (Nízke Tatry, Demänovská dolina): nález *Ursus ex gr. spelaeus* (Sabol a Struhár, 2002).

Zbojnická jaskyňa (Pieniny): nález kostí medveďa jaskynného v archeologických sondách (Roth, 1879).

Chobotnatce (Proboscidae)

V súčasnosti zahŕňajú len tri druhy, viac zástupcov žilo v treťohorách a v starších štvrtohorách. K ich charakteristickým znakom patrí mohutné telo, chobot, kly, veľké uši a široká hlava. Do jaskýň boli ich pozostatky splavené alebo zavlečené pračlovekom, prípadne predátormi.

Bobačka (Spišsko-gemerský kras, Muránska planina): zub mamuta *Mammuthus* sp. (Vlček a Hutka, 2005).

Čachtická jaskyňa (Malé Karpaty): zub mamuta *Mammuthus* sp. (Kubičina, in verb.).

Čertova pec (Považský Inovec): *Mammuthus primigenius* (BLUMENBACH) z archeologickej sondy (Musil, 1996).

Jaskyňa pod Kalinovcom (Zvolenská kotlina): stavec *Mammuthus primigenius* určený Cs. Tóthom (Hraško, in verb.).

Lipová jaskyňa (Veporské vrchy): *Elephas primigenius* (Petényi, 1854), nález piatich kostí *Elephas primigenius* z vykopávok A. Koča, 1837, bol po revízii zaradený k druhu *Mammuthus primigenius* z obdobia holstein – sál (Vörös, 1987). Nález však pravdepodobne buď reprezentuje druh *M. trogontherii*, alebo stratigrafická pozícia fosílnych zvyškov z lokality a následne ich revízná determinácia je nesprávna.

Liskovská jaskyňa (Liptovská kotlina): mamutie zuby z vykopávok B. Majlátha (1874) spomína aj Primics (1890a,b), tiež Bárta (1986) a Struhár (in Vítek a kol., 2002).

Lôm (Veľká Fatra): mamutí zub spomínaný J. Petrikovichom sa dnes považuje za chybný údaj (Bendík, in verb.).

Oravecká vyvieracka (Ponický kras): kosti mamuta (Hraško, in verb.).

Ponická jaskyňa (Zvolenská kotlina): zub *Mammuthus primigenius* splavený do podzemných priestorov z povrchu. Nález je

v zbierke Stredoslovenského múzea v Banskej Bystrici (obr. 15) (Hraško a kol., 2005).

Ponor pri napájadlách (Slovenský kras, Silická planina): zub mamuta (Stankovič, in verb.).

Prepoštská jaskyňa (Hornonitrianska kotlina): mamutí zub (Medvecký, 1927, pod názvom Jaskyňa v Bojniciach).

Veľká Artajama (Humenské vrchy): kosti mamuta pravdepodobne z nálezu G. Strömpla.

Primáty (Primates)

Pozostatky človeka *Homo sapiens* ssp. sú v jaskyniach pomerne časté, nálezy preukázateľne z pleistocénu sú však len ojedinelé. Doteraz sa evidujú tieto dva výskyt:

Deravá skala (Malé Karpaty): nález detského molára v pleistocénnych sedimentoch jaskyne (Hillebrand, 1913, pod názvom Pálffyho jaskyňa).

Malá ľadnica (Slovenský kras, Silická planina): nález zuba a rozbitej ľudskej lebky z pleistocénu (Vlček, 1952; Bárta, 1955).

ZÁVER

Z predkladaného prehľadu vyplýva, že slovenské jaskyne sú pomerne bohaté na fosílie. V príspevku je uvedených celkovo 329 výskytov. Menšia časť (59 výskytov, 18 %) pochádza z materkej horniny jaskyne, väčšia časť z jaskynných sedimentov (270 výskytov, 82 %). V jaskynných sedimentoch sa najčastejšie vyskytujú fosílné nálezy ulitníkov, hmyzožravcov, netopierov, hlodavcov a medveďovitých mäsožravcov, kde však výrazne prevládajú nálezy pozostatkov medveďa jaskynného (61 výskytov).

V slovenských jaskyniach sa doteraz zistil výskyt okolo 330 taxónov. Svedčí to o pomerne veľkej diverzite živočíchov, ktoré v jaskyniach hľadali skrýšu, boli do nich zavlečené alebo ich jaskyňa odskryla. Jaskyne sa prejavujú ako mimoriadne vhodné konzervačné prostredie fosílnych pozostatkov, čím nadobúdajú nenahraditeľný vedecký význam v poznávaní evolúcie živočíchov najmä v mladších geologických dobách. Je na nás všetkých, najmä na jaskyniaroch, orgánoch a organizáciách ochrany prírody, aby rozpoznaním tohto významu urobili všetko pre záchranu fosílného materiálu a na jeho využitie pre vedu a poznanie.

Podakovanie. Článok vznikol aj vďaka finančnej podpore Vedeckej grantovej agentúry Ministerstva školstva Slovenskej republiky (projekt Vega 1/0396/12) a Agentúry na podporu výskumu a vývoja (projekty APVV-0280-07 a APVV-0099-11).

LITERATÚRA

- ÁBELOVÁ, M. – SABOL, M. 2009. Attempt on the reconstruction of palaeotemperature and palaeoenvironment in the territory of Slovakia during the last glacial based on oxygen and carbon isotopes from tooth enamel and bone collagen of the bears. *Slovenský kras* 47, suppl. 1, 5–18.
- ANONYMUS 1858. Pozůstatky předpotopných zvířat u Tisovce. *Slovenské noviny*, Viedeň, 152, 608.
- AUGUSTA, J. – HOKR, Z. 1948. O mláděti jeskynního medvěda (*Ursus spelaeus* Blumb.) z jeskyně „Domica“ ve Slovenském Krasu. *Práce štátního geologického ústavu*, 17, 29–34.
- BADÁNYI, M. 1874. *Halgóczi barlangról*. Archeológiai értesítő, Budapest.
- BÁNESZ, L. 1962. Prieskumy v Juhoslovenskom krase pri Rožňave. Študijné zvesti Archeologického ústavu SAV, 9, 237–240.
- BÁRTA, J. 1955. Chvalovská jaskyňa a pilinské jaskynné pohrebiská v Slovenskom krase. *Slovenská archeológia*, 3, Nitra, 110–121.
- BÁRTA, J. 1958. Jaskyňa Mažarná v krasovom území Veľkej Fatry. *Slovenská archeológia*, 6, 2, Nitra, 245–256.
- BÁRTA, J. 1972a. Jaskyňa Čertova pec pri Radošine. *Slovenský kras*, 10, 73–85.
- BÁRTA, J. 1972b. Pravek Bojníc od staršej doby kamennej po dobu slovanskú. Bratislava
- BÁRTA, J. 1983. Jaskyňa Dúpná diera pri Slatinke nad Bebravou a jej praveké osídlenie i pohrebisko. *Krásky Slovenska*, 60, 8, 34–37.

- BÁRTA, J. 1986. Prehľad histórie archeológie a paleontológie v jaskyniach na Slovensku do roku 1945. *Spravodaj SSS*, 17, 1–2, 56–62.
- BÁRTA, J. 1989. Hunting of Brown Bears in the Mesolithi. Evidence from the Medvedia Cave near Ružín in Slovakia. *The Mesolithic in Europe, Papers Presented at the Third International Symposium* (Edinburgh, 1985), Edinburgh, 456–460.
- BÁRTA, J. – PIETA, K. 1988. Netopierska jaskyňa v Sásovskom krase vo svetle nových sídliskových poznatkov. *Slovenský kras*, 26, 33–46.
- BELLA, P. – BOSÁK, P. – GLAZEK, J. – HERCMAN, H. – KADLEC, J. – KICIŇSKÁ, D. – KOMAR, M. – KUČERA, M. – PRUNER, P. 2007. Datovanie výplní Belianskej jaskyne: geochronologické záznamy jej genézy. *Aragonit*, 12, 127–128.
- BELLA, P. – GAÁL, L. – PAPAČ, V. 2010. Jelenecká jaskyňa v travertínovej terase konštruktívneho vodopádu, Starohorská dolina. *Aragonit*, 15, 2, 59–64.
- BENDÍK, A. – ŠTULLER, F. – STRAKA, L. – NOVOMESKÝ, F. – NEČAS, L. – STRECHA, J. – SABOL, M. 2009. Pathological modifications on bones of cave bears from the Veľká Fatra Mts. (Central Western Carpathians). *Slovenský kras*, 47, suppl., 19–24.
- BOROŠ, R. 1981. Nové archeologické a paleontologické nálezy v Slovenskom krase. *Spravodaj Slovenskej speleologickej spoločnosti*, 12, 4, 20–21.
- BRANČIK, K. 1895. Fünf Tage Pionierdienst im Interesse der Touristik. A Trencsén Vármegyei Természettudományi Egylet Évkönyve 1894/95. 176–190.
- BRODŇANSKÝ, J. 1969. Jaskyňa v Ostrej skale pri Vyšnom Kubíne. *Slovenský kras*, 7, 95–98.
- BRÜCKMAN, F. E. 1739. Antra Draconum lipoviensis. *Epistola itineraria*, 77, Wolfenbüttel.
- BUDINSKÝ-KRIČKA, V. 1947. Slovensko v mladšej dobe kamennej. Slovensko v dobe bronzovej a halštatskej. *Slovenské dejiny I*, Bratislava, 55–103.
- CÍLEK, V. – Svobodová, M. 1999. Svrchnokřídové výplně závrtů v lomu Hostovce a Gombasek ve Slovenském krasu. In Šmíd, J. (Ed.): *Výskum a ochrana prírody Slovenského krasu, zborník referátov. Brzotín*, 41–48.
- ÉHÍK, G. 1913. A pozsony-megyei Pálffy-barlang pleistocén faunája. *Barlangkutatás*, 1, 2, Budapest, 57–68.
- EISNER, J. 1933. Slovensko v pravěku. Bratislava, 1–380.
- FEJFAR, O. – SEKYRA, J. 1964. Periglaciální sedimenty a fauna tatranských velehorských jeskyní. *Československý kras*, 16, 57–66.
- FEJFAR, O. 1973. Fossilní savci v krasu Československa. *Geologický průzkum*, 15, 7, 213–215.
- FRANK, A. 1927. Variace na os occipitale neolitické lebky z jeskyně u Hosušova. Bratislava 1, Bratislava, 229–255.
- GAÁL, L. 1981. Riasové stromatolity v jaskyni Pole Dúbravíc v Drienčanskom krase. *Spravodaj Slovenskej speleologickej spoločnosti*, 12, 1, 4–5.
- GAÁL, L. 1982. Stratigrafia a faciálne vzťahy triasových vápencov silického príkrovu v Drienčanskom krase. *Geologické práce, Správy* 77, 29–48.
- GAÁL, L. 2000. Kras a jaskyne Drienčanského krasu. In Kliment, J. (Ed.): *Príroda Drienčanského krasu*. Banská Bystrica, 29–96.
- GAÁL, L. 2002. Príspevok k vzniku jaskýň následkom vyvetrávania stromov. In Bella, P. (Ed.): *Výskum, využívanie a ochrana jaskýň*. 3. ved. konf., Liptovský Mikuláš, 58–63.
- GAÁL, L. 2003. Tree molds caves in Slovakia. *International Journal of Speleology*, 32, 1–4, Bologna, 107–111.
- GAÁL, L. 2006. Mučínka jaskyňa – nová náučná lokalita v Cerovej vrchovine. *Aragonit*, 11, 93.
- GAÁL, L. 2008. Geodynamika a vývoj jaskýň Slovenského krasu. *Liptovský Mikuláš*, 1–166.
- GAÁL, L. – GAÁL, J. 1982. Jaskyne v chránenom prírodnom útvoze Prielom Muráňa. *Spravodaj Slovenskej speleologickej spoločnosti*, 13, 4, 20–24.
- GAÁL, L. – HOLEC, P. 1987. Príspevok k poznaniu fauny kvartérnych stavovcov z niektorých jaskýň južného Slovenska. *Slovenský kras*, 25, 135–143.
- GAÁL, L. – MELO, J. 1983. Nové údaje o stratigrafii triasových vápencov západnej časti silického príkrovu a ich odraz v tektonickej stavbe. *Mineralia Slovaca*, 15, 4, 303–330.
- GAÁL, L. – IZDINSKÝ, L. – RADINGER, F. 2005. Výskyt zaujímavých „stromových“ jaskýň na južnom Slovensku. *Aragonit*, 10, 7–9.
- GAÁL, L. – BALČAR, I. – BELANOVÁ, E. – MEGELA, M. – PAPAČ, V. – VANĚKOVÁ, H. 2007. Zatopená priepasť Morské oko v Rimavskej kotline. *Aragonit*, 12, 4–9.
- GAÁL, L. – VANĚKOVÁ, H. – ŠYKORA, M. 2007. Nový nález vrchnokriedovej výplne krasových dutín v Slovenskom krase (lokalita Včeláre). *Slovenský kras*, 45, 143–149.
- GAÁL, L. – VIČEK, L. 2009. Príspevok ku geológii Gombaseckej jaskyne. *Aragonit*, 14, 1, 22–26.
- GAÁL, L. – VIČEK, L. 2011. Tektonická stavba jaskyne Domica (Slovenský kras). *Aragonit*, 16, 1–2, 3–11.
- GRADZIŇSKI, M. 2008. Origin of a unique tree-mould type cave in travertine based on examples from the village of Lúčky (Liptov, Slovakia). *Slovenský kras*, 46, 2, 325–331.
- GREGOR, M. – ČERNÁNSKÝ, A. 2003. Predbežná správa z paleontologického výskumu Pružinskej Dúpnej jaskyne. *Spravodaj Slovenskej speleologickej spoločnosti*, 34, 4, 23–25.
- GREGOR, M. – ČERNÁNSKÝ, A. 2005. Sedimentologický a paleontologický výskum Pružinskej Dúpnej jaskyne. *Slovenský kras*, 43, 167–186.
- GREISIGER, M. 1893. Zur Vorgeschichte unserer Tatraegend. *Jahrbuch des ungarnischen Karpaten-Vereins*, 20, Igló.
- HAJNALOVÁ, M. – HAJNALOVÁ, E. 2005. Paleolitické zvyšky dreven z lokality Dzeravá Skala a ich vypovedacia schopnosť. *Slovenská archeológia*, 53, 1, Nitra, 27–33.
- HARNIČÁK, A. – SOJÁK, M. 1999. Paleontologické a sídliskové nálezy z jaskyne Suchá diera. *Archeologické nálezy na Slovensku v roku 1997*, Nitra, 51–52.
- HILLEBRAND, J. 1913. A pleistocén ősember ujjab nyomai hazánkban. A Pálffy-barlang próbaásatásának eredményei. *Barlangkutatás*, 1, 1, Budapest, 24–25.
- HILLEBRAND, J. 1914. Az 1913. évi barlangkutatásaim eredményei. *Barlangkutatás*, 2, 3, Budapest, 115–124.
- HOKR, Z. 1946. Příspěvek k poznání jeskynních medvědů z jeskyně „Domica“ u Plešivce na Slovensku. *Věstník Stát. geologického ústavu ČSR*, 21, 1–2, 181–186.
- HOKR, Z. 1951. Výsledky paleontologických výzkumů v ČSR za rok 1950. *Věstník Úst. ústavu geol.*, 26, 1, 35–38.
- HOLEC, P. 1982. Säugetiere (Vertebrata, Mammalia) des Neogens und Quartärs der Slowakei (ČSSR) übersicht der kenntnisse. *Acta geologica et geographica Univ. Comen., Geol.*, 38, Bratislava, 207–217.
- HOLEC, P. 1985. Vertebratenfauna des Quartärs in der Slowakei. *Acta geologica et geographica Univ. Comen., Geol.*, 39, Bratislava, 115–128.
- HOLEC, P. 1986. Neueste resultate der untersuchung von Neogenen und Quartären Nashörnern, Bären und Kleinsäugetern in dem bereich der Westkarpaten (Slowakei). *Acta Univers. Carolin., Geol.*, 2, Praha, 223–321.
- HOLEC, P. 2000a. Kvartérna fauna stavovcov slovenských jaskýň. In Mock, A. – Kováč, L. – Fulín, M. (Eds.): *Fauna jaskýň – Cave fauna, zborn. ref.*, Košice, 47–52.
- HOLEC, P. 2000b. Zubný kaz u jaskynného medveda Ursus spelaeus Rosenmüller et Heinroth 1793 z jaskyne Uhlíšte. *Slovenský kras*, 38, 175–176.
- HOLEC, P. 2007. Hyeny jaskynného Crocuta crocuta spelaea (Goldfuss, 1823) (Hyaenidae, Carnivora) z Prepoštskej jaskyne a z jaskyne Tmavá skala. *Slovenský kras*, 45, 169–176.
- HOLEC, P. – OBUCH, J. – POMORSKÝ, F. 1994. Fauna stavovcov z jaskyne Trojuholník v Malých Karpatoch. *Slovenský kras*, 32, 71–78.
- HOLEC, P. – SABOL, M. – KERNÁTOVÁ, J. – KOVÁČOVÁ-SLAMKOVÁ, M. 1998. Jaskyňa Tmavá skala. *Slovenský kras*, 36, 141–158.
- HOLUBEK, P. – LEŠINSKÝ, G. 2006. Jaskyňa v Kapcovej skale. *Sinter*, 14, 49–50.
- HOLUBEK, P. – ŠMOLL, J. 1996. Jaskyne Demänovskej doliny v okolí dolinky Beníkovej. *Sinter*, 4, 6–7.
- HORÁČEK, I. – LOŽEK, V. 1988. Prehľad nových výzkumů v kvartéru biosferické rezervace Slovenský kras. *Československý kras*, 39, 61–67.
- HRAŠKO, L. – TÓTH, Cs. – HOLEC, P. 2005. Nález zuba Mammuthus primigenius (Blumenbach, 1799) z Ponicekej jaskyne. *Aragonit*, 10, 22–25.
- CHUDÍK, I. 1926. Kvapľové jaskyne na Ďumbieri. *Krásy Slovenska*, 5, 4, 106–107.
- JANÁČIK, P. 1963. Príspevok k poznaniu krasu Strážovskej hornatiny so zvláštnym zreteľom na Mojtiňsku krasovú oblasť. *Slovenský kras*, 4, 3–33.
- JANÁČIK, P. – SCHMIDT, Z. 1965. Medvedia jaskyňa v Stratenskej hornatine. *Slovenský kras*, 5, 10–36.
- JANÍKOVÁ, E. 2000. Bohaté paleontologické nálezy z jaskyne Čertova pec. *Sinter*, 8, 33.
- KADIČ, O. 1911. Jelentés az Aggteleki-barlangban 1910-ben végzett rendszeres ásatásokról. *Földtani Közlöny* 41, Budapest.
- KÁMEN, S. 1952. Jaskyniarske výskumy v okolí Tisovca. *Krásy Slovenska*, 29, 4–5, 101–102.
- KÁMEN, S. 1965. Čertova jaskyňa (Tisovský kras). *Slovenský kras*, 5, 37–41.
- KOCH, A. 1900. A Magyar Korona Országai kövült gerinczessállat maradványainak rendszeres átnézete. *Magyar Orvosok és Természetvizsgálók Vándorgyűlése Munkái*, 30, 526–560.
- KOMAR, M. – BOSÁK, P. 2013. Palynological content of speleothems in the Belianska Cave as a reflection of the palaeoenvironment in its vicinity. *Paleoecological reconstructions – lacustrine, peat and cave sediments. Abstract. Bialka Tatrzanska*, 66–67.
- KORMOS, T. 1913. Sarki róka-koponya a Pálffy-barlangból. *Barlangkutatás*, 1, 4, Budapest, 184–185.
- KORMOS, T. 1914. Néhány ujjab adat a Pálffy-barlang faunájához. *Barlangkutatás*, 2, 4, Budapest, 204.
- KOVÁRIK, J. et al. 1990. Oblastná skupina Slovenskej speleologickej spoločnosti Plavecké Podhradie. *SSS, Plavecké Podhradie*, 20.
- KUČEROVÁ, J. 2006. Miocénna flóra z lokalít Kalonda a Mučín. *Diplomová práca, Katedra geológie a paleontológie PrFUK, Bratislava*, 1–60.
- KUKLA, J. – STÁRKA, V. 1953. „Hrašková jaskyně“ v Kilence, jižně od Silice v Jihošlovanském krasu. *Československý kras*, 6, 207–211.
- LEHOTSKÝ, R. 2000. Neogénne abrázne jaskyne Devínskych Karpát. In Bella, P. (ed.): *Výskum, využívanie a ochrana jaskýň*, 2, zborník referátov. *Správa slovenských jaskýň, Liptovský Mikuláš*, 103–106.
- LEHOTSKÝ, R. 2011. Abrazná puklina pod citadelou – významná lokalita predvrchnobádenského paleokrasu v Devínskom hradnom vrchu (Malé Karpaty). *Aragonit*, 16, 1–2, 60.

- LICHARDUS, J. 1968. Jaskyňa Domica, najvýznamnejšie sídlisko ľudu bukovohorskej kultúry. Bratislava, 1–140.
- LIEBUS, A. 1933. Ergebnisse der bisheringer Grabungen in der Oberen Tufna Höhle in der Slowakei. Sudeta 9, 1–58.
- LOČZY, L. 1877. A Baráthehyi-barlang megvizsgálásáról. Természettudományi Közlöny, 9, Pest, 321–324.
- LOŽEK, V. 1962a. Několik poznámek o kvartéru Hrhovského amfiteátru. Československý kras, 13, 186–189.
- LOŽEK, V. 1962b. Stratigrafický výskum jeskyně Dudlavá skala. Československý kras, 13, 121–146.
- LOŽEK, V. 1976. Z výzkumu holocenního souvrství ve vchodu jeskyně na Malé Stožce. Československý kras, 27, 106–109.
- LOŽEK, V. 1980. Quaternary Molluscs and stratigraphy of the Mažarná Cave. Československý kras, 30, 67–79.
- LOŽEK, V. 1991. Vývoj prírody Muránskej planiny v štvrtohorách. In Voločšuk, I. – Pelikán, V. a kol.: Chránená krajinná oblasť Muránska planina. Bratislava, 1–340.
- LOŽEK, V. 1999. Malacostratigraphic investigation on the Malá Stožka Cave. Výskum a ochrana prírody Muránskej planiny. Zborník príspevkov, MŽP SR, Správa NP Muránska planina, Bratislava, Revúca, 2, 83–87.
- LOŽEK, V. – SEKÝRA, J. – KUKLA, J. – FEJFAR, O. 1957. Výskum Velké Jasovské jeskyně. Anthropozoikum, 6, 193–282.
- LOŽEK, V. – HORÁČEK, I. 1984. Staropleistocenní fauna z jeskyně na Skalce u Nového Mesta nad Váhom. Československý kras, 35, 65–75.
- LOŽEK, V. – GAÁL, L. – HOLEC, P. – HORÁČEK, I. 1989. Stratigrafia a kvartérna fauna jaskyne Peskô v Rimavskej kotline. Slovenský kras, 27, 29–56.
- MAJKO, J. 1944. Kvapľová jaskyňa pri Silici. Krásy Slovenska, 22, 6–8, 164–167.
- MAJKO, J. 1963. Zpráva o prieskume Babskej diery na Silickej planine. Slovenský kras, 4, 86.
- MAJLÁTH, B. 1874. Tanulmányok az ember eredetének történetéből. Archeol. Közlemények, 9, 2, Pest, 1–36.
- MÁTE, T. – HORČÍK, M. 2004. Nové objavy a poznatky o Ladziánskeho jaskyni na Muránskej planine. Spravodaj Slovenskej speleologickej spoločnosti, 35, 4, 6–12.
- MEDEVECKÝ, K. A. 1927. Paleolitická jaskyňa v Bojniciach. Sborník Muzeálnej slovenskej spoločnosti, 21, 109–111.
- MELLO, J. – ŠNOPKOVÁ, P. 1973. Vrchnokriedový vek výplní v dutinách triasových vápencov gombaseckého lomu. Geologické práce, Správy 61, 239–253.
- MELLO, J. 2004. Geologické prostredie jaskyne Domica a jej okolia. Aragonit, 9, 3–8.
- MIŠÍK, M. 1976. Geologické exkurzie po Slovensku. Bratislava, 1–276.
- MÜLLER, J. 1980. Moldavská jeskyně. Československý kras, 31, 97–102.
- MUSIL, R. 1953. Jeskynní medvěd z jeskyně Axamítka. Československý kras, 6, 154–156.
- MUSIL, R. 1956. Nové osteologické nálezy z jeskyně Axamítky. Anthropozoikum, 5, Nakladatelství ČSAV, Praha, 47–60.
- MUSIL, R. 1996. Čertova pec a její fauna. Slovenský kras, 34, 5–56.
- NEJDL, Z. 1975. Ardovská jaskyňa – archeologická lokalita. Československý kras, 27, 109–111.
- NĚMEJC, F. 1928. Palaeobotanical investigation in the travertine-complex around the village of Lúčky near Růžomberok in Slovakia. In Bulletin international de l'Académie des Sciences de Bohême, 37, 35, 1–19.
- NEUBEHLER, F. 1851. Rhinoceros Zähne aus der Höhle Lipova. Jb. K. k. geol. Reichsanst., 2, 2, 161.
- NOCIAR, P. – RADINGER, F. 2002. Jaskyňa Voňacká – prvá stromová jaskyňa v Lučenskom okrese. Spravodaj Slovenskej speleologickej spoločnosti, 33, 4, 14.
- NYÁRY, A. 1911. A Felfalusi barlang ismertetése. Földtani Közöny, 41, Budapest, 662–665.
- OBUCH, J. 1995. Osteologický prieskum v jaskyni na Ohništi. Spravodaj Slovenskej speleologickej spoločnosti, 26, 4, 15–16.
- OBUCH, J. 2000a. Fossilná fauna v jaskyni Šarkania diera v Súľovských skalách. Slovenský kras, 38, 165–170.
- OBUCH, J. 2000b. Zaujímavé nálezy kostí v Demänovskom jaskynnom systéme. Aragonit, 5, 19–21.
- OBUCH, J. – UHRIN, M. 1996. Osteologické zbery z jaskyne pod Kľakom. Slovenský kras, 34, 125–132.
- PATERSON HAIN, J. 1672a. De draconibus carpathicis. Miscellanea curiosa sive ephemeridium madico physicarum germanicarum academiae neturae curiosorum. Decuria I, Annus tertius. Obs. 139, Francfurtum, Lipsia.
- PATERSON HAIN, J. 1672b. De draconum carpathicorum cavernis. Miscellanea curiosa sive ephemeridium madico physicarum germanicarum academiae neturae curiosorum. Decuria I, Annus tertius. Obs. 194, Francfurtum, Lipsia.
- PAPÁNEK, F. 1937. Štúdia o slovenských lesoch v dobe poľadovej. Dendrologické preskúmanie pravekých ohníšť v Jánošíkovej jaskyni v Súľovských skalách. Bratislava, 11, Bratislava, 170–190.
- PAULIŠ, P. – MLEJNEK, R. 2003. Nález dřevního opálu v pohorí Ostrůžky a jeho význam pro vysvětlení geneze některých pseudokrasových jeskyní ve vulkanitech. Natura Carpatica, 44, Košice, 237–242.
- PETÉNYI, J. S. 1854. A vastagbőrűek és az orrszarvúakról általában, a homyolt szarutlanocokról pedig különösen. Magyar Academiai Értesítő, 14, 3, 140–150 a Új Magyar Múzeum, 4, 2, 142–152.
- PETÉNYI, J. S. 1864. Magyarországi ásatag állatok maradványainak jegyzéke. In Kubinyi, F. (Ed.): Petényi S. J. hátrahagyott munkái, Magyar Tudományok Akadémia, Pest, 1, 85–120.
- PETRIKOVICH, J. 1907. Nález kostí jaskynného medveda (Ursus spelaeus Rossenmüllera) v jaskyni Lóm v Gaderi a kostí obecného medveda (Ursus arctos L.) na Balovom grúni V Belianskej doline v Turci. Sborník Muzeálnej slovenskej spoločnosti, 12, 24–28.
- PETRIKOVICH, J. 1908. Nový príspevok z fosilnej zveriny a archeologicko-geologické výskumy z Blatnice. Sborník Muzeálnej slovenskej spoločnosti, 13, Martin, 103–104.
- PIOVARČI, E. 1999. Jaskyňa predátora (Malá Fatra – Vrátna dolina). Spravodaj Slovenskej speleologickej spoločnosti, 30, 1, 48–49.
- POMORSKÝ, F. 1993. Nález zvyškov jaskynného medveda v jaskyni Psie diery. Slovenský kras, 31, 109–111.
- PRÍKRÝL, L. V. 1974. Povrchové formy Súľovských skál, ich vznik a vývoj. In Štollmann A. (Ed.): Súľovské skaly, Štátna prírodná rezervácia, 77–91.
- PRIMICS, C. 1890a. A barlangi medve (Ursus spelaeus Blumenb.) nyomai hazánkban. Földtani Közöny, 20, Budapest, 145–173.
- PRIMICS, C. 1890b. Spuren des Höhlenbären in Ungarn. Földtani Közöny, 20, Budapest.
- PROŠEK, F. 1952. Výskum Prepoštské jeskyně v Bojnicih v r. 1950. Archeologické rozhledy, IV, 3–9.
- RAISKUP, J. CH. 1950. Malá jaskyňa pod Baštou. Krásy Slovenska, 27, 5–8, 161–164.
- ROTH, S. 1878a. Einiges über die Porácsker Knochenhöhle. Zipser Bote, 42, Lőcse.
- ROTH, S. 1878b. A porácsi barlang Szepesmegyében. Természettudományi Közöny, 10, Budapest.
- ROTH, S. 1879. Szepesmegye néhány barlangjának leírása. Matematikai és Természettudományi Közöny, 16, Budapest, 614–620.
- ROTH, S. 1881a. Az ó-rúzsini barlangok. Természettudományi Közöny, 13, Budapest, 49–65.
- ROTH, S. 1881b. Az ó-rúzsini „Nagy barlang“-ban eszközölt újabb ásatások eredménye. Földtani Közöny, 2, Budapest.
- ROTH, Z. 1882. Die Höhlen der Hohe Tatra und Umgebung. Jahrbuch des ungarnischen Karpaten-Vereins, 9, Késmark.
- SABOL, M. 1998. Jaskynný medveď (Ursus spelaeus Rosenmüller et Heinroth) z jaskyne Tmavá skala. Mineralia slovaca, 30, 185–308.
- SABOL, M. 1999. The fossil bears from the Okno Cave (Demänová Valley, Slovakia). Mineralia slovaca, 31, 87–108.
- SABOL, M. 2001. Geographical distribution of cave bears (Ursus spelaeus Rosenmüller et Heinroth, 1794) in the territory of Slovakia. Beitrag zur Paleontologie, Wien, 26, 133–137.
- SABOL, M., 2011. A record of Pleistocene lion-like felids in the territory of Slovakia. Quaternaire, Hors-série, 4, Lyon, 215–228.
- SABOL, M. – SLIVA, L. – IŽOLDOVÁ, A. 2001. Správa o predbežnom výskume Medvedej jaskyne v Jánskej doline (Nízke Tatry). Spravodaj Slovenskej speleologickej spoločnosti, 32, 3, 9–10.
- SABOL, M. – ŠTRUHÁR, V. 2002. Fosilné a subfosilné nálezy medvedov (Carnivora, Ursidae) z územia Liptova (severná Slovensko). Slovenský kras, 40, 49–88.
- SABOL, M. – KOZÁKOVÁ, E. – SLIVA, L. 2009. Late Pleistocene cave bears (Ursus ex gr. spelaeus) from the Medvedia Cave in the Jánska Valley (the Low Tatras Mts., Slovakia). Slovenský kras, 47, suppl. 1, Liptovský Mikuláš, 85–104.
- SÁSIK, C., 1953. Geologicko-paleontologický výskum Medvedej jaskyne v Slovenskom raji. Krásy Slovenska – príloha 7, 30, 10, Bratislava, 1.
- SASVÁRI, T. 1975. Prvé výsledky výskumu vyvieracky Teplica v Muránskom krasi. Spravodaj Slovenskej speleologickej spoločnosti, 6, 4, 17–20.
- SCHMIDT, Z. 1965. Metrická charakteristika fosilných vertebrát v zbierkach vlastivedného múzea v Spišskej N. Vsi. Sborník Východoslovenského múzea v Košiciach, 6A, 119–133.
- SCHMIDT, Z. – CHRAPAN, J. 1970. Datovanie osteologického materiálu fosilných Ursidae metódou ¹⁴C z Medvedej jaskyne v Slovenskom raji. Slovenský kras, 8, 69–82.
- SKRIVÁNEK, F. 1953. Pleistocenní fauna v nově objevených částech Demänovských jeskyní. Československý kras, 6, 138–139.
- SKUTIL, J. 1938. Paleolitikum Slovenska a Podkarpatskej Rusi. Turčiansky Sv. Martin, 1–251.
- SKUTIL, J. 1951. Nálezy medvědíh os penis z Važecké jeskyně. Československý kras, 4, 143.
- SOJÁK, M. 2005. Osídlenie jaskýň. In Jakál, J. (ed.): Jaskyne svetového dedičstva na Slovensku. Žilina, 101–112.
- SOJÁK, M. 2006. Archeologické svedectvá v Praslene. Spravodaj Slovenskej speleologickej spoločnosti, 37, 2, 41–43.

- SOJÁK, M. – TERRAY, M. – HOCHMUTH, Z. – HUNKA, J. 2007. Moldavská jaskyňa v zrkadle dejín. *Moldava nad Bodvou*, 1–137.
- SOJÁK, M. – OBUCH, J. – HOLEC, P. 2008. Osteologický materiál vtákov a cicavcov (Vertebrata – Aves et Mammalia) z archeologického výskumu Lučivnianskej jaskyne. *Študijné zvesti Archeologického ústavu SAV*, 43, 235–249.
- STĚHLÍK, A. 1938. Nález pleistocénnej fauny v jaskyni Dol. Tůfna pri Harmanci na Slovensku. *Příroda* 31, 7, 215.
- STIBRÁNYI, G. – GAÁL, L. 1984. Ponomá priepasť v Slovenskom krase. *Slovenský kras*, 22, 157–167.
- ŠTRUHÁR, V. 1998. Záchraný archeologický výskum a objav kultového objektu v Liskovskej jaskyni. *Slovenský kras*, 36, 173–178.
- ŠMÍDA, B. 2008. Jaskynný systém Mesačný tieň – prvotné poznatky z geológie, morfológie a genézy. *Slovenský kras*, 46, 1, 53–74.
- ŠTĚC, M. 1986. Jaskyňa mŕtvych netopierov. *Spravodaj Slovenskej speleologickej spoločnosti*, 17, 1–2, 29–32.
- THURZO, M. – BENEŠ, J. 1976. Ardovská jaskyňa – antropologické a paleontologické zhodnotenie nálezov zo Vstupnej chodby. *Zborník Slovenského národného múzea*, 22, Bratislava, 127–166.
- THURZO, M. 1996. Antropologický rozbor kostrových pozostatkov z Jaskyne v Kostoloch, Demänovská dolina (Machnatá), okres Liptovský Mikuláš. *Slovenský kras*, 34, 57–74.
- VIŠŇOVSKÁ, Z. 2006. Paleontologická expozícia medveďa jaskynného (*Ursus spelaeus*) vo Važeckej jaskyni. *Aragonit*, 11, 60–64.
- VÍTEK, P. a kol. 2002. *Lisková 1252 – 2002*. Marmota Press, Poprad.
- VIČEK, E. 1952. Soupis nálezů pleistocenního člověka v Československu. *Anthropozoikum*, 2, 205–224.
- VIČEK, L. 2004. Predbežná správa o náleze fosilnej fauny Megalodontaceae v jaskyni Dielik na Muránskej planine. *Aragonit*, 9, 21–23.
- VIČEK, L. 2006. Zaujímavý nález kostí kamzika (*Rupicapra rupicapra*) v jaskyni na Malej Stožke (Muránska planina). *Aragonit*, 11, 26–28.
- VIČEK, L. 2007. Geologická charakteristika Jaskyne v Priepadlách vo Važeckom krase. *Aragonit*, 12, 19–25.
- VIČEK, L. 2007. Jaskyňa pod cestou pri Dolnom Jelenci – ďalšia syngenetická travertínová jaskyňa na Slovensku. *Aragonit*, 12, 69–70.
- VIČEK, L. 2008. Findings of cave bears remains in the caves on Muráň plateau (Slovakia). *Slovenský kras*, 46, 1, 233–237.
- VIČEK, L. 2009. Geológia Čertovej jaskyne vo Veporských vrchoch. *Aragonit*, 14, 1, 12–22.
- VIČEK, L. 2009. Geologický prieskum jaskyne Milada na Silickej planine v Slovenskom krase. *Slovenský kras*, 47, 2, 201–215.
- VIČEK, L. 2010. Geografické rozšírenie kamzika vrchovského (*Rupicapra rupicapra* L.) na území Západných Karpát v období posledného zaľadnenia a holocénu. *Slovenský kras*, 48, 1, 83–98.
- VIČEK, L. 2010. Je Nová Michňová kľúčom k podzemnému hydrologickému systému Suché doly – Teplica? *Slovenský kras*, 48, 2, 163–207.
- VIČEK, L. – PAVLÍK, J. 2004. Jaskyňa Kostolík – legendy alebo skutočnosť? *Spravodaj Slovenskej speleologickej spoločnosti*, 35, 3, 20–26.
- VIČEK, L. – HUTKA, D. 2005. Zaujímavý nález fluvialne abradovaného zubu mamuta (*Mamuthus* sp.) v riečnych sedimentoch jaskyne Bobačka. *Reussia*, 2, 4, 55–59.
- VIČEK, L. – SABOL, M. – KUČEROVÁ, J. 2005. Správa o náleze osteologických zvyškov medveďov jaskynných (*Ursus spelaeus* Rosenmüller 1794) z jaskyne Teplica na Muránskej planine. *Reussia*, 3, 1, 52–54.
- VIČEK, L. – SABOL, M. 2006. Vyhodnotenie nálezu fosilii medveďa jaskynného (*Ursus spelaeus* ROSENMÜLLER, 1794) z jaskyne Teplica na Muránskej planine. *Aragonit*, 11, 23–25.
- VLK, L. – BAROŇ, I. – LEŠINSKÝ, G. – NOVOTNÝ, J. – NOVOTNÝ, M. – NYERGES, A. – NYERGES, M. – ZACHAROV, M. – ZÁVIŠKA, M. – ŽÁK, K. 2001. Dolný vrch. Liptovský Mikuláš, 1–143.
- VOLLGNAD, H. 1673–1674. De draconibus carpathicis & transylvanicis. *Miscellanea curiosa sive ephemeridium medico physicarum germanicarum academiae neturae curiosorum*. Decuria I, Annus IV–V. Obs. 170, Frankfurtum, Lipsia.
- VOLKO-STAROHORSKÝ, J. 1927. Vykopávky v jaskyni „Okno“ (Demänovská dolina, Liptov). *Sborník Muzeálnej slovenskej spoločnosti*, 21, Martin, 24–39.
- VOLKO-STAROHORSKÝ, J. 1929. Zpráva o výskume Jasovskej jaskyne. *Sborník Muzeálnej slovenskej spoločnosti*, 23, 1–2, Martin, 41–70.
- VOTOUPAL, S. 1997. Zpráva o výkopových prácach v jaskyni Liščie diery ve Važeckém krasu. *Spravodaj Slovenskej speleologickej spoločnosti*, 28, 1, 36–37.
- VÖRÖS, I. 1987. The Middle Pleistocene large mammal remains from the Lipova Cave at Hronec (Slovakia). *Fragmenta mineralogica et palaeontologica*, 13, 111–122.
- WEBER, S. 1902. A Koronahegyen. *A Magyarországi Kárpátegyesület évkönyve*, 29, Igló.
- WISNIEWSKI, W. W. 1990. Nowe jaskinie w Wysokich Tatrach. *Eksploancji*, 15, 1, Kraków, 22–42.
- ŽENIŠ, P. – GAÁL, L. 1984. Dve geologicky významné jaskyne v Drienčanskom krase. *Československý kras*, 35, 55–64.

RIEŠENIE OTÁZKY KOMUNIKÁCIE POVRCHOVÝCH VÔD STUDENÉHO POTOKA S PODZEMNÝM TOKOM V BRESTOVSKÉJ JASKYNI

Dagmar Haviarová¹ – Peter Pristaš²

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

² Ústav fyziológie hospodárskych zvierat SAV, ul. Šoltésovej 4-6, 040 01 Košice; pristas@saske.sk

D. Haviarová, P. Pristaš: Dealing with the question of the Studený potok Stream communication with the underground stream of the Brestovská Cave

Abstract: The Brestovská Cave represents important fluviokarstic cave with permanent active underground stream. The Studený potok Stream is the most important surface stream in the vicinity of the cave. The article summarizes results of the old tracing tests that were realized on the Studený potok Stream with intention to prove the relationship between the cave stream and Studený potok Stream. The article refers to the results of new tracing test that was realized during 2012 too. This tracing test confirmed very low hydraulic communication between the cave stream and the Studený potok Stream and hidden transfers of surface water of the Studený potok Stream to underground stream in the cave. Hence, the hydrological connection between the ponor of the Studený potok Stream and the cave stream is not the only communication between these two localities.

Key words: Brestovská Cave, Studený potok Stream, karst, tracing test, bacteriophages, underground stream

ÚVOD

Podzemný hydrologický systém Brestovskej jaskyne patrí medzi významné hydrologické systémy Slovenska prepojené na podzemné priestory jaskyne. V rámci systému sú známe

niektoré jeho ponorné časti, ako aj niektoré časti podzemného riečiska oddelené sifónmi a výverová časť v podobe Brestovskej vyvieracky (vyvieracky Števkovského potoka).

Hlavnou časťou podzemného hydrologického systému je podzemný tok v Bres-

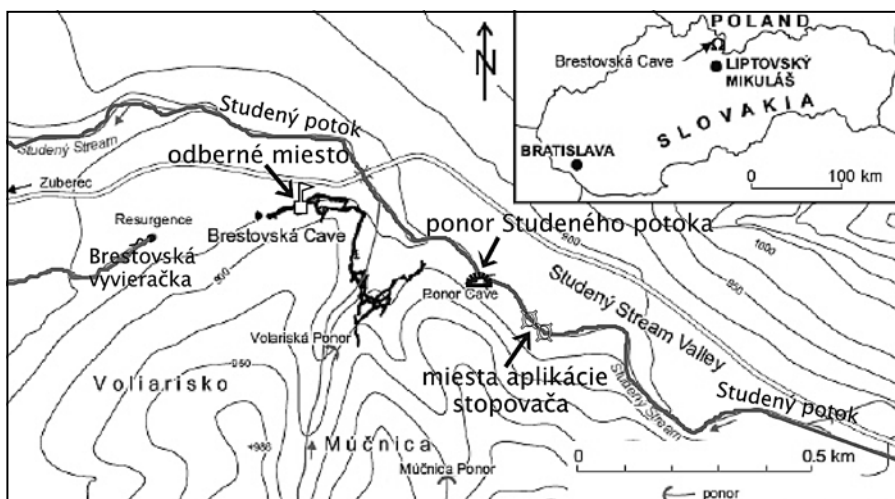
tovskej jaskyni. Pôvod alochtónnych vôd jaskynného toku bol v minulosti skúmaný viacerými stopovacími skúškami. V rámci stopovacích skúšok sa zistilo prepojenie vôd podzemného toku s vodami Studeného potoka, ktoré vtekajú za vysokých stavov do

ponoru prepojeného na Ponorovú jaskyňu. V minulosti cez tento ponor občania Zuberca umelo regulovali prietok vody v jaskyni, a tým aj výdatnosť Števkovskej vyvieracky, ktorej vody sa využívali na pohon miestnej pily. Keďže ponor je suchý takmer celý rok, komunikácia podzemného toku v jaskyni so Studeným potokom je podľa doterajších poznatkov obmedzená len na veľmi krátke časové obdobie.

Novšie výsledky hydrometrických meraní na Studenom potoku v roku 2007 (Haviarová, 2008) preukázali objemové straty prietoku po jeho vstupe na krasové územie, čím dokumentovali možnosť skrytých prestupov povrchových vôd do podzemia a ich potenciálnu nepriamu komunikáciu s podzemným tokom v jaskyni. Doriešenie tejto problematiky si vyžadovalo realizáciu stopovacej skúšky, ktorá by takúto komunikáciu potvrdila alebo vyvrátila.

Záver vykonať stopovaciu skúšku získal svoje reálne kontúry až v čase, keď sa obnovili úradné konania vo veci využitia prebytku hydroenergetického potenciálu Studeného potoka a s ním spojenjej výstavby malej vodnej elektrárne v blízkosti Brestovskej jaskyne ako možnosti získavania elektrickej energie z obnoviteľných, tzv. ekologických zdrojov. Navrhovaná malá vodná elektrárňa s podpovrchovým stavebno-technickým riešením, plánovaným celkovým inštalovaným výkonom 600 kW a predpokladanou priemernou ročnou výrobou 3500 MWh počítá s maximálnym odberom vody zo Studeného potoka v objeme $0,8 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$. Dnový odber je plánovaný automaticky regulovať podľa okamžitého stavu prietokov sledovaných vlastnou limnigrafickou stanicou tak, aby zachovával sanitárny prietok Q_{270} na ovplyvnenom úseku Studeného potoka počas celého roka, čo v danom úseku podľa meraní Slovenského hydrometeorologického ústavu (ďalej SHMÚ) predstavuje $0,550 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$. Dodržanie odberu a zachovanie sanitárneho prietoku by malo garantovať technické riešenie odberného objektu a monitoring prietoku a odberu vody s voľne dostupnou on-line kontrolou pre všetky dotknuté subjekty. Technické riešenie elektrárne počítá s výstavbou objektu dnového odberu vody zaústeného do podzemnej sedimentačnej nádrže, podzemného sklolaminátového tlakového privádzača v dĺžke 2950 m a DN 700 s hrubým spádom 112 m, vlastného objektu malej vodnej elektrárne, káblovej VN prípojky a meracej a registračnej stanice, ktorá bude zaznamenávať už spomínaný aktuálny prietok a zasielať tieto údaje do riadiacej jednotky regulujúcej trysky turbíny.

Realizáciu stopovacej skúšky si od investora v rámci hodnotenia vplyvu výstavby a prevádzky Malej vodnej elektrárne Brestová na recipiente Studeného potoka na hydrologický režim Brestovskej jaskyne vyžiadala Správa slovenských jaskýň. Doplnkový hydrogeologický prieskum na lokalite pozostávajúci zo stopovacej skúšky na základe objednávky investora plánovanej vodnej stavby vykonal koncom roka 2012 pracovníci Správy slovenských jaskýň v spolupráci s miestnymi jaskyniarimi.



Obr. 1. Situácia záujmového územia s priemetom pôdorysu Brestovskej jaskyne na povrch, miestami aplikácie stopovača a odberným miestom vody z jaskynného toku

Fig. 1. Situation map of the area of interest with projection of the ground plan of the Brestovská Cave on the surface with application places of the tracer and water sampling places from the cave stream

Tab. 1. Priemerné denné prietoky s pravdepodobnosťou dosiahnutia alebo prekročenia počas príslušného počtu dní v priebehu roka (M-denné prietoky), Studený potok – profil Brestová (Badík, 2013)

Tab. 1. Average daily discharge with the probability of reached or exceeded during relevant numbers of days in a years (M-day discharge), Studený potok Stream – Brestová (Badík, 2013)

M-denné prietoky	30	90	180	210	270	330	355	364
$\text{m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$	3,245	1,675	0,895	0,780	0,550	0,380	0,270	0,170

ZÁKLADNÉ ÚDAJE O JASKYNI A JEJ HYDROLOGICKOM REŽIME

Národná prírodná pamiatka Brestovská jaskyňa spolu so svojím okolím patrí do transko-fatranského pásma Centrálnych Západných Karpát, celku Tatry. V rámci administratívneho členenia je súčasťou okresu Tvrdošín, katastrálneho územia Zuberca. Jaskyňa je príkladom prietokovej fluviokrasovej jaskyne s výškovým prevýšením 30 m a celkovou zameranou dĺžkou 1890 m. Nachádza sa v mezozoických horninách chočského príkrovu hronika a nadložnej paleogénnej liťofácie podtatranskej skupiny, v prostredí ramsauských dolomitov a tmavosivých vápencov gutensteinského typu, miestami s polohami karbonátických zlepcov borovského súvrstvia. Vchod do jaskyne leží na dne zrúteného závrtnu na svahu kopca Madajka v nadmorskej výške 867 m, v blízkosti skanzenu Múzea oravskej dediny v Zuberca. Jaskyňa má dve známe poschodia, spodné poschodie s aktívnym vodným tokom a horné poschodie s inaktívnymi chodbami vytvorenými 5 až 10 m nad terajším riečiskom. V jaskyni je relatívne málo vyvinutá kvapľová výzdoba. Z termodynamického hľadiska je hlavná časť jaskyne charakterizovaná ako statická, s teplotami vzduchu pohybujúcimi sa prevažne v intervale 4,9 až 5,5 °C. V jaskyni a jej okolí bolo zistených 9 druhov netopierov, k pravidelne zimujúcim druhom jaskyne patrí netopier obyčajný (*Myotis myotis*).

Ochranu jaskyne legislatívne zabezpečuje zákon NR SR č. 543/2002 Z. z. o ochrane prírody a krajiny (§ 24) spolu s vyhláškou Krajského úradu životného prostredia v Žiline č. 2/2008 z 10. novembra 2008, ktorou bolo vyhlásené ochranné pásmo jaskyne s výmerou 59,3 ha.

Brestovská jaskyňa je súčasťou podzemného hydrologického systému medzi ponormi vôd Studeného potoka a jeho prítokov z bočných dolín a Brestovskou vyvierackou (obr. 1). Studený potok ako najväčší povrchový alochtoný tok v záujmovom území pramení v kryštaliniku severných svahov Plačlivého a Baníkova. Potok patrí medzi významné prítoky rieky Orava. Podľa údajov SHMÚ predstavuje dlhodobý ročný prietok Studeného potoka na profile Brestová (16,7 rkm; plocha povodia $36,6 \text{ km}^2$), $1,375 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$. Priemerné denné prietoky s pravdepodobnosťou dosiahnutia alebo prekročenia počas príslušného počtu dní v priebehu roka (M-denné prietoky) v danom úseku Studeného potoka opisuje tab. 1 (Badík, 2013).

Za vysokého stavu vstupujú vody Studeného potoka cez ponor prepojený na Ponorovú jaskyňu do podzemného hydrologického systému Brestovskej jaskyne. Vzdušná vzdialenosť medzi ponorom a vyvierackou je okolo 730 m pri prevýšení 35 m. Studený potok má od prameňa až po ústie iba niekoľko významnejších prítokov. Najvýznamnejším ľavostranným prítokom Studeného potoka v blízkosti Brestovskej jaskyne je potok z doliny Volariská, ktorého vody pretekajúce v časti krasového územia prestupujú do podzemia a komunikujú s podzemným tokom v Brestovskej jaskyni. Potok má rovnako ako Studený potok alochtoný pôvod. Jeho prietoky sa pohybujú od niekoľko litrov za sekundu až do niekoľko desiatok litrov za sekundu. V čase topenia snehu a intenzívnych zrážok sa prietok môže zvýšiť až na cca $500 \text{ l} \cdot \text{s}^{-1}$. Priama vzdialenosť medzi hlavným ponorom potoka v dolinke Volariská a Brestovskou vyvierackou je okolo 467 m (Haviarová, 2008) s prevýšením okolo 65 m. Kapacita ponoru je obmedzená veľkosťou prírodných ciest,

vpływom čoho sa za vysokého prietoku pred ponorom kumuluje voda.

Druhým občasným ľavostranným prítokom Studeného potoka je potok v dolinke Múčnica. Jeho prietoky sú v porovnaní s potokom v dolinke Volariská menšie. Pri vstupe na krasové územie sa jeho vody väčšinou v celom svojom objeme strácajú v podzemí ešte skôr, ako sa potok stihne pripojiť na Studený potok. Na rozdiel od potoka v dolinke Volariská nemá potok v dolinke Múčnica výrazný otvorený ponor. Nachádzajú sa tu len aktívne trativody pozorovateľné v čase nízkych prietokov potoka.

Brestovskou jaskyňou preteká stály alochtónny podzemný tok (obr. 2) s viacerými hlbšími i plytšími sifónmi. Na podzemnom riečisku sa v jaskyni doteraz zdokumentovalo 7 sifónov v celkovej dĺžke 220 m (Hochmuth, 2000). Najdlhším a zároveň najhlbším je 1. prítokový sifón v priestoroch tzv. Starej jaskyne s dĺžkou 118,25 m a najväčšou hĺbkou 17 m (Hochmuth, 2008). Podzemný tok vystupuje na povrch v Brestovskej vyvieracke (vyvieracke Števkovského potoka), ktorá sa nachádza približne 200 m juhozápadne od vchodu do jaskyne. Režim jaskynného toku je obdobný režimu Brestovskej vyvieracky. Podľa Haviarovej (2008) má vyvieracka veľký stupeň rozkolísanosti naznačujúci jej značnú nestálosť. Výdatnosti vyvieracky sa podľa meraní SHMÚ za hydrologické roky 1983 – 1985 s krokom merania 7 dní pohybujú v širokom intervale od niekoľko $\text{l}\cdot\text{s}^{-1}$ do $984 \text{ l}\cdot\text{s}^{-1}$ (prípadne aj viac vzhľadom na charakter merania) v závislosti od vonkajších klimatických pomerov s priemernou výdatnosťou $130 \text{ l}\cdot\text{s}^{-1}$. Najnižšie výdatnosti sa viažu na zimné mesiace (január, február, marec), najvyššie hlavne na obdobie topenia snehu (apríl, máj). V rámci podzemného toku jaskyne nie je jeho prietok v dostupných častiach konštantný, podľa hydrometrických prác boli na toku dokumentované prírastky aj úbytky prietoku (Haviarová, 2008).

PREHLAD STARŠÍCH HYDROGEOLOGICKÝCH VÝSKUMOV V JASKYNI

Problematike prúdenia podzemných vôd v rámci podzemného hydrologického systému Brestovskej jaskyne sa prvýkrát venovala pozornosť v roku 1956, keď sa farbiaca látka aplikovala v ponore Studeného potoka pred Ponorovou jaskyňou s pozitívnym výsledkom zaznamenaným v Zuberici nasledujúci deň (Brodňanský, 1975). Rovnako pozitívny výsledok z tohto ponoru bol získaný aj v rámci farbiacej stopovacej skúšky z júla 1968 (Chovan, 1969). Stopovacia látka bola detegovaná po 24 hodinách pri 1. sifóne v Brestovskej jaskyni. Obidve stopovacie skúšky tak preukázali prepojenie ponoru Studeného potoka pred Ponorovou jaskyňou s podzemným tokom v Brestovskej jaskyni.

Stopovacie skúšky sa realizovali aj v dolinke Volariská. Kým v auguste 1958 (Brodňanský, 1959) bol výsledok farbiacej skúšky negatívny, stopovacia skúška za použitia biologického stopovača v máji 2007 priniesla v jaskyni pozitívny výsledok už po 2 hodinách



Obr. 2. Podzemný tok v Brestovskej jaskyni. Foto: P. Staník
Fig. 2. Underground stream in the Brestovská Cave. Photo: P. Staník

od aplikácie stopovača (Haviarová a Pristaš, 2008). Dokázaný bol tak veľmi rýchly obeh medzi hlavným ponorom v dolinke Volariská a podzemnými vodami v jaskyni, ktorý sa podľa získaných výsledkov ukazuje ako podstatne jednoduchší v porovnaní s obehom vôd pritekajúcich zo Studeného potoka cez Ponorovú jaskyňu.

V dolinke Múčnica bola podľa Hochmutha (2008) J. Brodňanským vykonaná farbiaca stopovacia skúška s negatívnym výsledkom. Rovnako negatívny výsledok priniesla stopovacia skúška v júli až auguste 2007 (Haviarová a Pristaš, 2008). Doterajšie stopovacie skúšky tak nepreukázali priame prepojenie vôd z dolinky Múčnica s podzemným tokom v jaskyni.

Fyzikálno-chemické vlastnosti vôd v Brestovskej jaskyni sa sledovali v rámci základného účelového monitoringu prebiehajúceho v rokoch 2006 – 2007, ktorý realizovali pracovníci Správy slovenských jaskýň súčasne s mikroklimatickým, mikrobiologickým, geologickým a geomorfologickým výskumom jaskyne. Výsledkom monitoringu bola klasifikácia jaskynných vôd podľa ich chemického zloženia a kvalitatívnych vlastností (Haviarová, 2008). Súčasťou monitoringu boli aj hydrometrické merania na povrchových tokoch a podzemnom toku v jaskyni.

V júli 2008 boli na podzemnom riečisku nainštalované 2 hĺbkové sondy dlhodobého monitorujúce kolísanie hladiny vody v jaskyni na účely bližšieho opísania režimu jaskynného toku.

METODIKA PRÁČ

Naplánovaná stopovacia skúška na Studenom potoku, ktorá mala svojím výsledkom jednoznačne potvrdiť, prípadne vyvrátiť priamu hydraulickú komunikáciu jeho vôd s podzemným tokom v Brestovskej jaskyni, pozostávala z formálnej prípravy skúšky, prípravy stopovacej látky, aplikácie stopovacej látky, odberov vzoriek vody, laboratórneho vyhodnotenia odobratých vzoriek vody a zosumarizovania výsledkov.

FORMÁLNA PRÍPRAVA STOPOVACEJ SKÚŠKY

V rámci formálnej prípravy sa vypracoval návrh stopovacej skúšky, ktorý vychádzal z miestnych pomerov, výsledkov predchádzajúcich skúšok na lokalite a výsledkov stopovacích skúšok realizovaných na lokalitách s podobnými hydrogeologickými pomermi. V rámci prípravy skúšky sa vypracoval hlavne harmonogram všetkých plánovaných prác a rozpis odberov vzoriek vody. Zabezpečila sa aj personálna stránka stopovacej skúšky. V septembri 2012 bola podaná žiadosť na Obvodný úrad životného prostredia v Dolnom Kubíne o vydanie povolenia na osobitné užívanie vôd. V októbri na základe vodoprávného konania bolo vydané príslušné rozhodnutie Obvodného úradu životného prostredia o realizácii stopovacej skúšky, ktoré nadobudlo právoplatnosť 5. 11. 2012. Na základe právoplatného rozhodnutia bolo možné začať s vlastnou realizáciou stopovacej skúšky.

PRÍPRAVA STOPOVACEJ LÁTKY

Pri skúške sa rovnako ako v prípade starších stopovacích skúšok z roku 2007 z dôvodu výskytu nižšie položených vodných zdrojov pitnej vody použili ako stopovače bakteriofágy H40/1, ktoré podľa dostupných údajov nemajú negatívny vplyv na vodnú biotu a kvalitu vôd. Fágy použité ako stopovač nie sú schopné samostatne sa rozmnožovať. Potrebujú na to špecifické hostiteľské organizmy. Nie sú toxické ani patogénne pre žiadne žijúce organizmy, okrem hostiteľských baktérií. Hmotnosť 10^{15} fágových častíc je asi 1 g, čím aplikácia do hydrologickej vrstvy neznamena prakticky žiadne znečistenie, na rozdiel od chemických stopovacích látok, z ktorých sa aplikuje spravidla niekoľko kg. Fág s označením H40/1 sa môže rozmnožovať výlučne v halofilnej hostiteľskej baktérii izolovanej z mora. Hostiteľský, nepatogénny kmeň *Pseudoalteromonas gracilis* H40 bol izolovaný z extraktu lastúrnika *Mytilus edulis* z pobrežia Atlantického oceánu. Keďže fág ani hostiteľská baktéria nie sú schopné udomácnit sa alebo dlhodobej

šie prežiť v sladkovodnom prostredí, nenašáva žiadne nebezpečenstvo ich ďalšieho výskytu alebo ich mutácie.

Na stopovaciu skúšku bolo v laboratóriu mikrobiálnej genetiky v Ústave fyziológie hospodárskych zvierat SAV v Košiciach pripravených 8 litrov fágovej suspenzie. Príprava fágovej suspenzie spočívala v inokulácii 4 litrov SWB (Sea Water Broth) média 4 ml nočnej kultúry *Pseudoalteromonas gracilis* a 4 ml fágovej suspenzie bakteriofága H40/1. Takto pripravovaná zmes sa inkubovala pri izbovej teplote 24 hodín za výdatnej aerácie. Výsledná početnosť fágov v suspenzii bola 10^{10} – 10^{16} na mililiter suspenzie.

APLIKÁCIA STOPOVACEJ LÁTKY

Stopovacia látka sa aplikovala jednorazovo do Studeného potoka 12. 11. 2012 od 10:00 h do 10:30 h (obr. 3). Fágová suspenzia sa pomaly vylievala do povrchového toku na 2 profiloch. Obidva aplikačné profily sa nachádzali nad kontaktnou zónou kras – nekras, nad otvoreným ponorom Studeného potoka do Ponorovej jaskyne. Ponor bol v čase trvania celej stopovacej skúšky suchý (obr. 4). Na obidvoch profiloch sa stopovacia látka aplikovala v celej šírke koryta Studeného potoka.

ODBER VZORIEK VODY Z PODZEMNÉHO TOKU V BRESTOVskej JASKYNI

Vzorky vody sa odoberali priamo v Brestovskej jaskyni, na jej hlavnom riečisku, do umelohmotných odberných nádob s objemom 15 ml (obr. 5), a to z hĺbky cca 10 cm pod vodnou hladinou. Každá vzorka bola označená a uložená do samostatného uzatvárateľného vrecúška. Všetky vzorky až do ich laboratórneho spracovania sa skladovali v tme a chlade, t. j. v podmienkach, ktoré si vyžaduje uloženie takýchto vzoriek. Odbery sa vykonávali počas 14 dní. Prvé 4 dni bola frekvencia odberov každé 4 hodiny, ďalších 10 dní každých 12 hodín. Po ukončení všetkých odberov sa všetky vzorky transportovali do príslušného laboratória, kde sa vykonala ich analýza.

LABORATÓRNE VYHODNOTENIE ODOBRATÝCH VZORIEK VODY

Laboratórne vyhodnotenie odoberatých vzoriek vody z Brestovskej jaskyne sa rovnako ako príprava fágovej suspenzie realizovalo v laboratóriu mikrobiálnej genetiky Ústavu fyziológie hospodárskych zvierat SAV v Košiciach.

Početnosť fágov vo vzorkách sa zisťovala podľa postupu, v rámci ktorého sa k 100 μ l vzorky vody pridalo 900 μ l sterilnej destilovanej vody a 100 μ l čerstvo pripravenej kultúry *Pseudoalteromonas gracilis*. Táto zmes sa inkubovala 15 minút pri izbovej teplote. Potom sa zmes naniesla na povrch kultivačnej platne s SWA médiom a prekryla sa 4 ml „soft“ SWA agaru.



Obr. 3. Aplikácia stopovacej látky na Studenom potoku. Foto: P. Staník

Fig. 3. Tracer application in the Studený potok Stream. Photo: P. Staník



Obr. 4. Suchý ponor Studeného potoka v čase realizácie stopovacej skúšky. Foto: D. Haviarová

Fig. 4. Dry ponor of the Studený potok Stream during tracer test. Photo: D. Haviarová



Obr. 5. Vzorka vody z podzemného toku v Brestovskej jaskyni. Foto: D. Haviarová

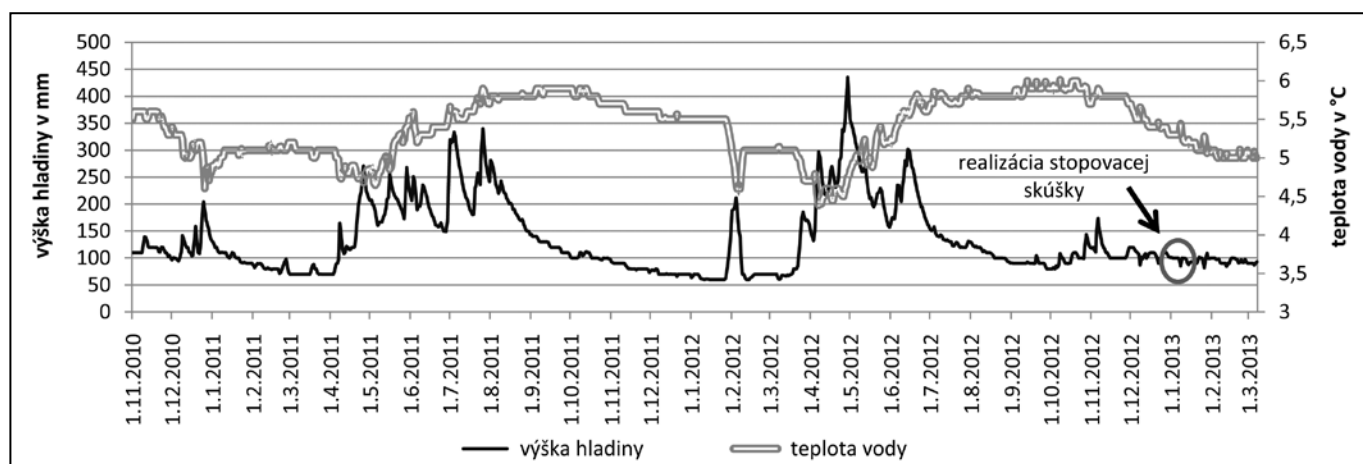
Fig. 5. Water sample from the underground stream in the Brestovská Cave. Photo: D. Haviarová

Po stuhnutí média sa platne inkubovali pri izbovej teplote 24 hodín. Po tomto čase sa stanovovali počty fágov vo vzorkách. Negatívny výsledok vo vzorkách sa overoval opakovanými analýzami (realizácia minimálne 2 sád opakovaní pre jednotlivé vzorky). V rámci opakovaní bol v prípade potreby použitý aj väčší objem vzorky (1 ml). Pri opakovaných analýzách, najmä v prípade, keď početnosť fágov klesla pod 1 fágovú časticu na mililiter vzorky, sa pri stanovení počtov fágov použila metóda MPN (*most probable number*). Táto metóda je založená na štatistickej analýze počtu pozitívnych a negatívnych výsledkov opakovaných analýz vzorky vody. Pri vyhodnocovaní sa použili matematické prístupy podľa Hurlaya a Roscoea (1983) implementované v programe MPN calculator, build 23.

DISKUSIA A ZÁVER

Stopovacia skúška sa realizovala za prijateľných hydrologických pomerov. Prietok Studeného potoka bol cca 1400 l·s⁻¹, prietok podzemného toku v Brestovskej jaskyni cca 30 – 50 l·s⁻¹. Podľa sledovanej výšky hladiny na hĺbkovej sonde umiestnenej na toku v jaskyni zodpovedal prietok podzemného toku 76 % priemerneho prietoku stanoveného za obdobie 1. 11. 2010 až 1. 3. 2013 (obr. 6). Aj napriek novembrovému termínu stopovacej skúšky boli teplotné pomery na lokalite prijateľné; teplota vzduchu neklesla natoľko, aby pôda zamrzla, čo by sa mohlo negatívne prejavovať pri hydraulikej komunikácii medzi povrchovými a podzemnými vodami. Hlavný ponor Studeného potoka bol počas celého priebehu stopovacej skúšky suchý, vďaka čomu bolo možné na základe výsledkov skúšky interpretovať komunikáciu jeho vôd s podzemným tokom v jaskyni len na základe prípadných skrytých prestupov.

Stopovacia skúška potvrdila skrytú komunikáciu vôd Studeného potoka s podzemným tokom v Brestovskej jaskyni. Počty detegovacích fágov vo vode podzemného toku však boli vzhľadom na množstvo aplikovanej fágovej suspenzie veľmi nízke, väčšinou na hranici ich detegovateľnosti. Ako pozitívne sa ukázali vzorky z prvých troch odberných dní, keď sa hodnota počtu bakteriofágov s 95 % pravdepodobnosťou v prípade vzoriek s prepočtom MPN pohybovala v intervale 0,056 až 2,9 fágov na 1 ml vzorky. Podľa výsledkov sa prvé fágy preukázateľne objavili v podzemnom toku jaskyne do menej ako 10 hodín od ich aplikácie. Podľa laboratórnych výsledkov nebola zaznamenaná žiadna vlna nárastu a následného poklesu fágov v odoberatých vzorkách, čo vylučuje existenciu výraznejších a rozsiahlejších otvorených ponorných zón v koryte Studeného potoka, ktoré by mohli byť ďalej napojené na krasové kanály systému Brestovskej jaskyne. Z hľadiska kvantitatívneho výsledku a časového trvania pozitívnej detekcie fágov počas odberov je možné usudzovať, že priame prestupy vôd



Obr. 6. Pribeh priemerných denných hodnôt kolísania hladiny na podzemnom toku v Brestovskej jaskyni pred sífónom za Zubereckou chodbou s vyznačením času realizácie stopovacej skúšky

Fig. 6. The course of the average daily fluctuation of the underground stream water level in the Brestovská Cave in front of the siphon behind the Zuberecká Passage with a mark of the tracing test realization time

Studeného potoka z jeho koryta do jaskynného systému sú za súčasných podmienok veľmi malé až zanedbateľné. Výsledok stopovacej skúšky je na druhej strane významný z hľadiska ochrany kvalitatívnych vlastností podzemného toku, keďže hovorí o tom, že prípadné znečistenie Studeného potoka sa môže v jaskyni prejavovať až akékoľvek hydrologickej situácie.

Na základe doterajších výskumov a meraní môžeme konštatovať, že vody Studeného potoka komunikujú s podzemným tokom v Brestovskej jaskyni dvojakým spôsobom. Prvým je otvorený ponor pri Ponorovej jaskyni, ktorý je podľa vizuálnych pozorovaní priró-

dzene aktívny len občasne a veľmi krátkodobou počas vysokých stavov Studeného potoka, v priemere len niekoľko dní do roka. Doteraz sa nerobili presnejšie hydrologické merania, na základe ktorých by sa dala presne stanoviť minimálna hranica prietoku Studeného potoka, pri ktorej sa ponor aktivuje. Rovnako neboli nikdy presne stanovené objemy vody, ktoré sa do systému cez ponor dostávajú. Predpokladá sa, že v čase jeho aktivity sa cez ponor do jaskynného systému dostáva niekoľko 100 l·s⁻¹. Druhý spôsob komunikácie vôd Studeného potoka s podzemným tokom v Brestovskej jaskyni preukázala uskutočnená sto-

povacia skúška. Výsledky stopovacej skúšky potvrdili hydraulické prepojenie vôd Studeného potoka s podzemným tokom v Brestovskej jaskyni, ktoré prebieha v nenasýtenej zóne. Studený potok tak komunikuje s podzemným hydrologickým systémom Brestovskej jaskyne nielen počas svojich vysokých stavov cez otvorený ponor pri Ponorovej jaskyni, ale aj pri jeho nižších prietokoch formou skrytých prestupov.

Podakovanie. Za pomoc pri realizácii stopovacej skúšky autori ďakujú P. Staníkovi a V. Michalčovi, ktorí sa podieľali na odberoch vzoriek vody z jaskyne.

LITERATÚRA

- BADÍK, M. 2013. Malá vodná elektrárň Brestová. Správa o hodnotení navrhovanej činnosti podľa zákona NR SR č. 24/2006 Z. z. o posudzovaní vplyvov na životné prostredie a o zmene a doplnení niektorých zákonov. ENVI-EKO s r. o., Žilina, 141 s.
- BRODĽANSKÝ, J. 1959. Ponory Brestovskej jaskyne, Slovenský kras, 2, 128–130.
- BRODĽANSKÝ, J. 1975. Prieskum Brestovskej jaskyne a okolia. Krásy Slovenska, 52, 1, 10–13.
- HAVIAROVÁ, D. 2008. Základné hydrogeochemické pomery a charakteristika režimu vôd Brestovskej jaskyne. Slovenský kras, 46, suppl. 1, 67–80.
- HAVIAROVÁ, D. – PRISTAŠ, P. 2008. Najnovšie výsledky stopovacích skúšok z povodia Brestovskej jaskyne. Slovenský kras, 46, suppl. 1, 81–86.
- HOCHMUTH, Z. 2000. Problémy speleologického prieskumu podzemných tokov na Slovensku. SSS, Katedra geografie PF UPJŠ, Prešov – Košice, 164 s.
- HOCHMUTH, Z. 2008. Morfológia a genéza freatickej časti Brestovskej jaskyne. Slovenský kras, 46, suppl. 1, 55–60.
- HURLEY, M. A. – ROSCOE, M. E. 1983. Automated Statistical Analysis of Microbial Enumeration by Dilution Series. Journal of Applied Bacteriology, 55, 159–164.
- CHOVAN, A. 1969. Správa z jaskyniarskeho týždňa v Brestovej, Slovenský kras, 7, 149–154.

DEALING WITH THE QUESTION OF THE STUDENÝ POTOK STREAM COMMUNICATION WITH THE UNDERGROUND STREAM OF THE BRESTOVSKÁ CAVE

SUMMARY

The Brestovská Cave belongs to the most important caves of the Western Tatra Mts. The cave is situated near the Zuberec Village. It is 1890 m long fluviokarstic cave with active underground stream. The cave presents a part of the underground hydrological system formed by allochthonous water on the left side of the Studený potok Stream Valley. The Studený potok Stream is the biggest surface stream in the catchment area of the Brestovská Cave. During high discharge the Studený potok Stream communicates with the cave stream through the ponor that is located near the Ponor Cave. This communication was confirmed by older dye test (Brodňanský, 1975; Chovan, 1969). The aim of the new tracing test was to confirm hydraulic communication between the cave stream and the Studený potok Stream during the inactivity of ponor. The tracing test was realized in November 2012. The sea bacteriophages H40/1 were selected as tracer for the test. The tracer was applied in two profiles of the Studený potok Stream above the contact zone karst – non-karst. The ponor of the Studený potok Stream was dry during the entire tracing test. During the tracing test the discharge of the Studený potok Stream was about 1400 l·s⁻¹ and the discharge of the cave stream was about 30 – 50 l·s⁻¹. The water samples were taken from the underground cave stream 14 days after the application. 4-hours' interval of water sampling was held during the first 4 days of the tracing test, 12-hours' interval of the water sampling was applied for the next 10 days of the tracing test. The first phages in the cave stream were detected after less than 10 hours from their application. The amount of the detected phages was very small, close to the limit of the detection. The positive samples were found out during the first three days, the amount of bacteriophages recount by MPN (most probable number) with probability of 95 % was represented 0,056 – 2,9 phages per 1 ml sample. The tracing test confirmed very low hydraulic communication between the cave stream and the Studený potok Stream and hidden transfers of surface water of the Studený potok Stream to underground stream in the cave. On the other hand it is very important information for the protection of qualitative characteristic of the underground stream because possible pollution of the Studený potok Stream can be shown in the cave during various hydrological situations.

K HISTÓRII JASKYNE ŠARKANOVA DIERA

Marcel Lalkovič

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

M. Lalkovič: On the history of Šarkanova diera Cave

Abstract: The oldest reference to the Šarkanova diera Cave is connected with the 13th century, however it became generally known to public as late as the half of the 19th century. The first who were interested in this cave were mining clerks in Koterbachy, who sent a parcel with here found bones to a museum in Budapest. S. Roth investigated its spaces in 1878 and concluded that the cave was settled by man in the Neolithic. Physician A. Kreichel proposed that the cave was taken up by Spišská Nová Ves branch of Ugrian-Carpathian Club and opened it to the public, which happened only after 1918. Opening the cave to the public was carried out in 1921 by a working group of Spišská Nová Ves branch of the Carpathian Club from Koterbachy. In spite of that, the cave was deteriorating during the next years. Vocational interest in this cave rose only after the war thanks to J. Bárta, A. Droppa and others. Since 2008 it is a cave freely open to public.

Key words: Neolithic settlement, opening the cave to the public, caving history, Spiš Region, Slovakia

Aj jaskyňa v katastri obce Poráč, známa skôr ako Šarkanova diera, patrí medzi tie, na ktoré sa už v druhej polovici 19. storočia sústreďovala pozornosť odborných kruhov. Vďaka tomu dnes vieme, že tiež patrí medzi lokality, kde nálezy získané jej výskumom poskytli dôkazy o tunajšom pobyte neolitického človeka. Toto je však iba jedna stránka jej histórie. Vplyvom rôznych okolností sa doteraz akosi nedoceňovali či skôr opomínali tie náležitosti, ktoré ju radia na významné miesto v histórii záujmu o poznávanie našich jaskýň. Aj Šarkanova diera patrí do nevelkého okruhu jaskýň, existenciu ktorých zaznamenali dobové dokumenty 13. storočia. O ďalšom zaujímavom aspekte jej doterajšej histórie hovorí i keď krátkodobé sprístupnenie jej priestorov. Dočkala sa ho ešte predtým, než objav Demänovskej jaskyne slobody dal na Slovensku záujmu o jaskyne úplne nový impulz či smer (obr. 1).

NAJSTARŠIA ZMIENKA

Najstaršia zmienka, ktorá poukazuje na existenciu jaskyne, pochádza z polovice 13. storočia. Pod názvom *petra Dupe* sa Šarkanova diera prvýkrát spomína v darovacej listine Bela IV. z roku 1253. Touto listinou uhorský kráľ Belo IV. daroval Vítkovi les po oboch stranách rieky Hornád v okolí dediny Hrušov (*Spišský Hrušov*). Vo vymedzení tohto územia na pravom brehu rieky Hornád sa v listine uvádza, že hranica vystupuje Hornádom k potoku Biela voda (*Bela*), ním pokračuje k lúke Dobrošovec (*Dobrozouec*), odkiaľ smeruje ku skale zvanej Dupe (*petra Dupe*) a odtiaľ sa otáča západným smerom do údolia, cez ktoré vedie k prvému hraničnému medzнику.

V roku 2003 sa M. Števík zaoberal analýzou metácie neskoršej obce Vítkovce. Obec, ktorá sa prvýkrát spomína v roku 1279, vznikla v lese, ktorý daroval Belo IV. Vítkovi. Analýzou M. Števík dospel k názoru, že prírodný útvar *petra Dupe* nie je ničím iným, než skalným bralom s jaskyňou, dnešnou Šarkanovou dielou. V prospech jeho názoru hovoria prírodné útvary, ktoré sa spomínajú v listine z roku

1253 a sú identifikovateľné v teréne. Ide o ľavostranný prítok Zlatého potoka (*Custresí - medius*) či potoky Lodina (*Logina*), Peklisko (*Iezuinecz*) a Biela voda (*Bela*). Navyše sám potok Biela voda vyviera pod Šarkanovou dielou.

Zmienka uvedená v darovacej listine Bela IV. je tak preukázateľne druhou najstaršou, akú v prípade našich jaskýň môžeme v kontexte súčasných poznatkov spájať s 13. storočím. V tomto smere práve analýza metácie naznačuje, že toto je oblasť, ktorej sa u nás z hľadiska jaskýň zatiaľ nevenovala náležitá pozornosť. Naznačuje, že tu niekde musíme pátrať po zmienkach o jaskyniach všade tam, kde by sa ich existencia dala v minulosti použiť pri vymedzení či ohraňovaní polohy nejakej osady alebo jej chotára. Svedčí o tom aj poznatok, že takmer všetky doteraz známe najstaršie zmienky o našich jaskyniach nachádzame v listinách, v ktorých sa popisovala hranica pozemkov ich majiteľov. Z tohto aspektu prípadný ďalší výskum môže skutočne poodhaliť ešte mnoho zaujímavých momentov a v podstatnej miere i rozšíriť naše doterajšie poznatky.

Nevedno prečo, ale v nasledujúcom období sa táto informácia akosi nedostala do širšieho povedomia. Muselo prejsť niekoľko dlhých storočí, kým sa zmienka o jaskyni objavila v dobovej literatúre. Na jej existenciu si nespomenul Pietro Ranzano (1428 – 1492), dominikánsky mních, známy tým, že od roku 1488 pôsobil na dvore kráľa Mateja, kde začal písať dejiny Uhorska. Bol to totiž Ranzano, ktorý sa v diele písanom latinsky a pozostávajúcom z 37 indexov, zmienil aj



Obr. 1. Vchod do Šarkanovej diery
Fig. 1. Entrance to Šarkanova diera Cave

o dvoch jaskyniach na území dnešného Slovenska. Kým jeho prvá zmienka súvisela s dutinou pri obci Rybáre na území kúpeľov Sliač, druhá sa síce týkala jaskyne v Spišskej stolici, ale nebola to Šarkanova diera. Zmienka o pukline, v ktorej z kvapľov kvapkajúca voda v lete zamrzala, súvisela s ľadovou jaskyňou na Dreveníku v blízkom okolí Spišského hradu.

Ani neskôr sa o existencii jaskyne nezmieňovali autori, ktorí v kontexte svojich prác zaznamenali existenciu iných jaskýň z územia Slovenska. Naše konštatovanie sa netýka iba G. Wernhera, ktorý sa v roku 1549 v práci o liečivých vodách Uhorska, podobne ako Ranzano, zmienil o dutine pri obci Rybáre a jaskyni vo vrchu v blízkosti Spišského hradu. Zmienky o nej absentujú aj v prácach K. G. Windischa z roku 1780 či J. M. Korabinského z roku 1786. Z tohto hľadiska si na existenciu jaskyne nespomenul žiadny z autorov, ktorí sa na prelome 18. a 19. storočia či neskôr v kontexte svojich prác zmieňovali o slovenských jaskyniach.

Napriek tomu o existencii jaskyne už dávno predtým vedelo okolité obyvateľstvo. Poukazujú na to nálezy archeologického výskumu

M. Sojára v rokoch 2005 a 2007, ktoré potvrdili, že v Šarkanovej diere a susednej Chyži v 15. storočí vyvíjala činnosť skupina falšovateľov mincí. Ani názov Šarkanova diera nie je ničím iným, než modifikáciou názvu Dračia diera, s akým sa stretávame aj v prípade iných slovenských jaskýň.¹ Podľa nášho názoru jaskyňu takto nazvalo miestne obyvateľstvo v časoch, keď sa jaskyne vo vedomí človeka spájali s drakmi, na existenciu ktorých tu poukazovali nálezy medvedích kostí. Veľa napovedá aj samo pomenovanie *Dupe* v listine z roku 1253. Práve ono evokuje primárny dôvod, prečo okolité obyvateľstvo jaskyňu nazvalo Šarkaňou dierou. Podľa slovníka slovenského jazyka slovo *dúpa* sa významovo vzťahuje na skrýš niektorých zvierat a ako ďalšiu modifikáciu skrýše slovník uvádza aj pojmy brloh a pelech.

ZAČIATKY ZÁUJMU O JASKYŇU

Do širšieho povedomia sa jaskyňa dostala až v druhej štvrtine 19. storočia. Niekedy v tomto období začala jej priestory navštevovať verejnosť, presnejšie okolité obyvateľstvo. Na takýto trend poukazuje letopočet 1837 vyrytý do steny hore v zúženej, zadnej časti jaskyne. Nemožno pritom vylúčiť, že s ním súvisia aj ďalšie, dnes už nečitateľné nápisy. Neskôr aj S. Roth poukázal na to v roku 1881 konštatovaním, že predtým, než sa podujal na systematický výskum jej priestorov, jaskyňu navštevovali početní turisti. Vtedajší záujem o jaskyňu vyplynul pravdepodobne z úpravy jej pôvodného vchodu. V štyridsiatych rokoch 19. storočia ho dal v bližšie neurčenom čase zväčšiť majiteľ tunajších pozemkov František Máriássy (1800 – 1860) z neďalekej Chraste nad Hornádom, kde žil a hospodáril.

Azda pod vplyvom úpravy vchodu sa o jaskyňu začali bližšie zaujímať aj niektorí banskí úradníci z blízkych Koterbách (Rudňany). Menovite išlo o Ferdinanda Kluga, banského dozorcú, a jeho kolegov Scholza, Schwarza a Ponyeváczu. Aj keď motívy ich návštevy nie sú známe, pravdepodobne boli prví, čo sa v priestoroch jaskyne z bližšie neuvedených dôvodov pustili do vykopávk. Zásielku kostí, ktoré tu tým získali, odoslali do Národného múzea v Budapešti. Kostí sa podľa všetkého dostali k Jánovi Šalamúnovi Petianovi (1799 – 1855), zoológovi a ornitológovi, ktorý od roku 1834 pôsobil ako správca jeho zoologického oddelenia. Neskôr, keď J. Š. Petian spracovával súpis kostrových pozostatkov, ktoré sa našli počas vykopávk na území Uhorska, zahrnul doň aj nálezy z jaskyne Máriássy v Spišskej župe.² V súvislosti s výskytom *Ursus cultridens* (ostrozubý pramedveď) v súpise uviedol, že v Uhorsku sa jeho kostrové pozostatky vyskytli v niektorých jaskyniach. Zaradil medzi ne aj

jaskyňu Máriássy v Spišskej župe, ale o charaktere tunajších nálezov neuviedol žiadne bližšie údaje.

Nemožno vylúčiť, že práve na základe Petianových údajov sa o existencii jaskyne pri Poráči zmienil v roku 1863 aj Ján Hunfalvy (1820 – 1880), uhorský geograf. V kontexte obšírneho zemepisného opisu Uhorska spomenul v súvislosti so Spišsko-gemerským rudohorím aj existenciu jaskyne v Poráčskej doline. Jaskyňa, ktorá sa nachádzala pri Poráči, asi štvrt hodiny severne od obce, bola podľa neho známa výskytom pravekých kostí.

V bližšie neurčenom čase, ešte predtým, než sa na výskum jej priestorov podujal Samuel Roth, sa o jaskyňu zaujímal Alexander Münnich (1842 – 1918), popradský učiteľ, historik a archeológ. Spolu s Paulom Scholzom, vratislavským univerzitným profesorom, jaskyňu vyhľadal a dal v nej kopat' na niekoľkých miestach.³ Neskôr, začiatkom januára 1878, svoje poznatky o nej publikoval na stránkach spišského týždenníka Zipser Bote (obr. 2).



Obr. 2. Alexander Münnich (1842 – 1918)
Fig. 2. Alexander Münnich (1842 – 1918)

Ako človek, ktorý sa predovšetkým zaujímal o archeológiu, A. Münnich v jaskyni hľadal stopy, ktoré by svedčili o dávnej prítomnosti človeka. Počas vykopávk našiel aj tu zvláštne, úplne spálené úlomky stavcov, zuhoľnatené zvyšky kostí. Podľa neho tieto nálezy dokazovali, že aj v spišskom pohorí v tzv. prehistorických časoch (v praveku) žili ľudia. S ohľadom na úroveň vtedajších geologických poznatkov sa preto domnieval, že tu ešte pred dobou ľadovou žil človek na určitom stupni svojho vývoja. Počas vykopávk A. Münnich našiel v jaskyni aj fragmenty kostí rôznych zvierat. Išlo o kosti jaskynného medveďa, jaskynnej hyeny, jedného druhu vtákov a rôznych hlodavcov. Tieto nálezy však nepatrili k prioritám jeho tunajšej činnosti, a preto sa nimi ani bližšie nezaoberal.

FORMOVANIE ODBORNÉHO ZÁUJMU

Informácia, ktorú A. Münnich o svojich vykopávkach zverejnil na stránkach týždenníka Zipser Bote, neostala v spišských odborných kruhoch bez povšimnutia. Zvlášť keď sa v závere svojho neveľkého článku zmienil o tom,

že ak by sa chcel niekto podujat' na ďalšie vykopávky, určite môže počítať s pomocou banských úradníkov v Koterbachoch. Azda toto napokon rozhodlo, že myšlienka ďalšieho výskumu jaskyne zaujala Samuela Rotha (1851 – 1889), geológa a gymnaziálneho profesora v Levoči. Na existenciu jaskyne upozornil Uhorskú kráľovskú prírodovedeckú spoločnosť a ponúkol sa, že ju preskúma. Na výborevej schôdzi dňa 20. februára 1878 prijali Rothov návrh, a preto sa už 14. apríla 1878 pustil do výskumu priestorov jaskyne. Výskumné práce trvali bez prestávky do 20. apríla 1878. Spolu so S. Rothom sa ich zúčastnil aj jeho kolega Adolf Kurovszky a Martin Roth (1841 – 1917), profesor gymnázia v Spišskej Novej Vsi. O niekoľko mesiacov, presnejšie 11. júla 1878, sa S. Roth ešte do jaskyne vrátil. Počas dvoch dní a jednej noci pokračoval v jej preskúmaní spolu s kolegom A. Kurovszkym a budapešťanským učiteľom Ľudovítom Scholzom. V oboch prípadoch im bol veľmi nápomocný F. Klug, banský dozorca z Koterbách. Okrem pohostinstva S. Rothovi v súvislosti s jaskyňou poskytol aj rozličné cenné informácie (obr. 3).



Obr. 3. Samuel Roth (1851 – 1889)
Fig. 3. Samuel Roth (1851 – 1889)

Počas výskumu S. Roth pomocou pásma, meracej tyče a kompasu priestory jaskyne najprv zameral a následne vyhotovil pôdorys jej priestorov. Hlavným cieľom jeho výskumu boli vykopávky. S najatými robotníkmi v jaskyni vykopával niekoľko sond. Už blízko povrchu nachádzal v nich kosti jaskynného medveďa, najmä zuby, stavce, články prstov, úlomky holenných kostí, rebra i čeľuste. Našla sa tu aj jeho jedna takmer celá lebka. Vo väčších hĺbkach bolo kostí menej. Popri kostiach jaskynného medveďa sa v sondách našli kosti vlkov, zajacov a nemalé množstvo kostí domácich zvierat. Pri kopaní vo Veľkej sieni a v ďalšej časti jaskyne sa v kultúrnych vrstvách našli početné úlomky keramiky a nástroje z kostí a kameňa (obr. 4).

Svoje poznatky z výskumu S. Roth prvý raz publikoval na stránkach týždenníka Zipser Bote. V jeho októbrovom čísle z roku 1878 najprv opísal priestory 120 m dlhej jaskyne. Zároveň priblížil charakter vykopávk vo Veľkej sieni a stručne opísal nálezy kostených a kamenných nástrojov, úlomkov keramiky i kostí jaskynného medveďa či ďalších zvierat, ktoré sa našli v kultúrnych vrstvách. Podľa výsledkov svojho výskumu usúdil, že priestory jaskyne boli osídlené človekom v období neolitu.

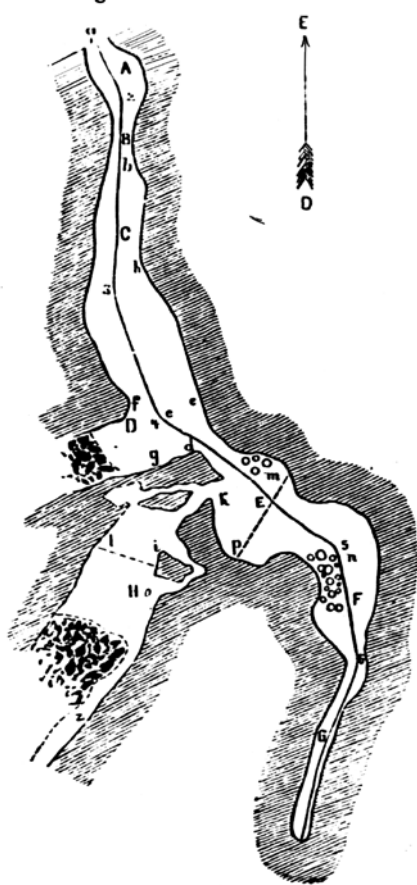
V tom istom roku sa podrobnejšie o svojom výskume zmienil ešte na stránkach časopisu *Természettudományi közlöny*. Najprv opísal cestu zo Spišskej Novej Vsi k jaskyni

¹ Takto sa o Alabastrovej jaskyni a Aksamitke začiatkom 18. storočia zmieňoval J. Bohuš, ako to vyplýva z jeho práce, ktorá vyšla až v roku 1919, pričom tento názov podľa všetkého prevzal od miestneho obyvateľstva. V podobnom duchu sa na podklade svojej návštevy z roku 1724 o niektorých demänovských jaskyniach zmieňoval aj F. E. Brückmann.

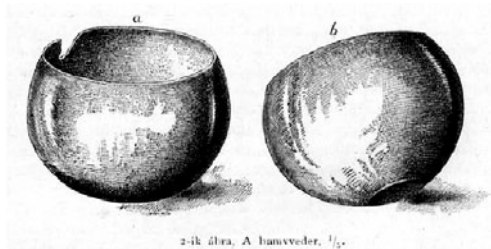
² Názov jaskyne súvisí podľa všetkého s činnosťou banských úradníkov z Koterbách, čo možno vysvetliť tým, že sa nachádzala na pozemkoch F. Máriássyho.

³ Pravdepodobne ide o Paula Scholza (1828 – 1900), ktorý pôsobil ako učiteľ náboženstva na gymnázii sv. Mateja v rokoch 1854 – 1865 vo Vratislave a od roku 1868 ako profesor teológie na Vratislavskej univerzite.

Fig. 5. Porácsér Höhle.



5. ábra. Porácsi-barlang. 1:1000.

Obr. 4. Plán jaskyne podľa merania S. Rotha z r. 1878
Fig. 4. Cave plan according to S. Roth from 1878Obr. 5. Tenkostenná nádoba vysoká 14,5 cm, s horným priemerom 18 cm, nález S. Rotha
Fig. 5. Thin-walled pot 14.5 cm high, with upper diameter of 18 cm, finding of S. Roth

a charakter jej kvapľovej výzdoby. V kontexte genézy jaskyne predpokladal, že ju vytvorili vody neďalekého potoka Jordán. Ďalej sa podrobne zmienil o predmetoch, ktoré získal počas vykopávok. Tu nájdené kosti rozdelil podľa veku na praveké a novoveké a črepy nádob podľa ich charakteru do šiestich skupín. Nástroje používané človekom zaradil do skupiny kamenných a skupiny kostených nástrojov. O tenkostennej, sivočiernej polgulfovitej nádobe, ktorá sa zachovala v celosti, podľa miesta jej výskytu predpokladal, že išlo o popolnicu. K tomuto názoru sa priklonil najmä preto, že v jaskyni sa napriek početným dôkazom o prítomnosti človeka nenašli žiadne ľudské kosti. S. Roth si to vysvetľoval tým, že obyvatelia jaskyne svoje mŕtvolu spaľovali. V podobnom duchu sa

o výsledkoch svojho výskumu Šarkanovej diery zmienil aj v kontexte iných hornouhorských jaskýň roku 1881 v ročenke Uhorského karpatského spolku (obr. 5).

Na základe výsledkov, ktoré o jaskyni publikoval S. Roth, sa na prieskum jej priestorov podujal aj Andrej Kreichel (1828 – 1889), mestský lekár vo Vondrišli (Nálepko). S týmto cieľom prišiel začiatkom augusta 1881 aj so synom do Koterbách, kde sa medzi tunajšími banskými úradníkmi pokúšal vyhľadať svojho priateľa Ferdinanda Kluga. Keďže práve nebol prítomný, ujal sa ho jeho kolega Ján Lacher. Keď mu A. Kreichel vysvetlil dôvody svojej návštevy, prideliť mu ako sprievodcu do jaskyne baníka Jána Zavacsana s dvomi chlapcami. Po príchode do Poráča sa A. Kreichel zastavil na fare u svojho priateľa farára A. Walkowského. Aj on prejavil záujem o bližšie poznanie jaskyne, ale v tento deň sa nemohol zúčastniť jeho podujatia. Záujem o Kreichelove podujatie prejavil ešte tunajší učiteľ Danko, ktorý skutočne asi po polhodine prišiel aj so synom za nimi do jaskyne.

Poznatky z prieskumu jaskyne A. Kreichel publikoval ešte v tom istom roku na stránkach týždenníka Zipser Bote. V jeho 41. čísle opísal priebeh svojho podujatia a charakter vykopávok, ktoré robil v jaskyni na niekoľkých miestach. K jaskyni, ktorú tunajšie obyvateľstvo nazývalo Šarkanovou dierou, sa vybral z Poráča okolo obeda. Trvalo mu čosi viac ako pol hodiny, kým došiel do doliny Na Žirdloch, vo svahu ktorej sa nachádzala jaskyňa. Ako však na mieste zistil, v skutočnosti tu existovali až dve jaskyne.

Vchod do menšej jaskyne, vzdalenej asi päť metrov od vchodu do druhej, mal tvar rovnoramenného trojuholníka a v strede dosahoval výšku cca 4 m. Jaskyňa bola dlhá asi 8 metrov. Nemala kvapľovú výzdobu a jej dno pokrýval vápencový štrk a hlina.⁴ Veľká jaskyňa pútala podľa neho pozornosť milovníkov prírody už pred mnohými desaťročiami. Nik sa ju však nepokúsil bližšie preskúmať a o prvý systematický výskum jej priestorov sa postaral až S. Roth v roku 1878. Jej asi meter vysoký a 2 m široký trojuholníkový vchod sa nachádzal v robustnej, asi 8 m širokej vápencovej stene, ktorá dosahovala výšku okolo 5 m.

Potom ako A. Kreichel vstúpil spolu so sprievodcom i ostatnými a zapálenými banskými lampami do jaskyne, prešiel užšou vstupnou časťou. Odtiaľ sa dostal do chodby, ktorej dno pokrývala sintrová vrstva. Jaskyňa sa tu po asi 50 metroch delila na dve časti. Jej západná časť bola pomerne bohatá na kvapľovú výzdobu. Druhá a o niečo užšia časť smerovala na juh do širokého otvoreného priestoru

ru značne vysokej Veľkej siene. Podlahu 15 m dlhú a 12 m širokú Veľkej siene tvorila hlina. V chodbe, ktorá sa na začiatku Veľkej siene otáčala smerom na západ, uskutočnil prvé vykopávky. Tu v tmavej hline (kultúrnej vrstve podľa S. Rotha) našiel veľa kusov dreveného uhlia, úlomky kostí niektorých domácich zvierat a dva úlomky kostí, ktoré opracovala ruka človeka. Nenašiel však žiadne hlinené črepy, a tak sa domnieval, že tie sa odtiaľto získali už dávno pred ním. Jaskyňa sa tu končila úzkym koridorom, na dne ktorého sa nachádzala voda a uzatvárali ho strmé steny.

Ďalšie vykopávky sa pod jeho vedením uskutočnili vo Veľkej sieni. Spolu s vykopávkami vo vedľajšej chodbe tak A. Kreichel v jaskyni získal dva očné zuby, polovicu spodnej čeľuste so stoličkou a množstvo iných kostí jaskynného medveďa. V priestoroch jaskyne ešte našiel očný zub jaskynného vlka, fragmenty rôznych kostí domácich zvierat, ako oviec, kôz i ošípaných, spolu s inými nešpecifikovanými druhmi zvierat. Okrem spomínaných kostí k ďalším tunajším nálezom patrili dve ľudskou rukou opracované, ploché a nesmierne hladké kosti. Jedna z kostí mala tvar čepele noža, druhá zase ako tupý hrot šípu.

V článku sa A. Kreichel zmienil aj o teplote, ktorú nameral v jaskyni. V mieste prvých vykopávok kolísala v rozmedzí 12 – 14 °C a vo Veľkej sieni nameral 13 °C. Po vyše troch hodinách práce v jaskyni sa vrátil späť do Poráča. U učiteľa Danko sa podobne ako ostatní dal do poriadku a tu tiež zhodnotil priebeh prieskumnej akcie i dosiahnuté výsledky. Cestou domov sa ešte zastavil u farára A. Walkowského, ktoré veľmi prekvapilo, že sa mu za taký krátky čas podarilo získať z jaskyne toľko rôznych a zaujímavých nálezov.

Začiatkom júla 1882 A. Kreichel navštívil Poráčsku jaskyňu ešte raz. Podobne ako rok predtým zastavil sa najprv v Koterbachoch u F. Kluga a potom sa už s J. Zavacsanom a ďalšími i potrebným náradím vybral do jaskyne. Tentoraz v nej zotrval vyše štyroch hodín a do vykopávok sa pustil hneď vo vstupnej časti jaskyne. Kopal aj vo Veľkej sieni vedľa vodopádu a v bočnej chodbe. Počas nich tu našiel kosti takmer všetkých častí tela jaskynného medveďa. Vykopal aj spodnú čeľusť jedného mačacieho druhu, lýtkové kosti jeleňa, stehennú kosť, ktorá tiež patrila jaskynnému medveďovi, a množstvo veľkých kostí vtedajších domácich zvierat.

Veľmi pozorne si popritom všimával aj priestory jaskyne. Zistil, že v jaskyni neznámi návštevníci uskutočňujú vykopávky a ako suveníry si odtiaľ odnášajú tunajšiu kvapľovú výzdobu. Dospel preto k názoru, že by bolo vhodné, keby sa o jaskyňu začala starať spíšskonovoská odbočka Uhorského karpatského spolku. Predpokladal, že práve ona by mohla určiť dvoch sprievodcov, ktorí by sa tu starali o návštevníkov jaskyne. Veci domýšľal aj ďalej. Navrhoval, aby sa v Poráči založila návštevná kniha a aby sa prehliadku jaskynných priestorov návštevníci platili malý poplatok. Odporúčal zriadiť k jaskyni chodník a vykopávky v nej mal len vo výnimočných prípadoch realizovať k tomu poverený odborník.

Vtedajšia doba však nebola naklonená na realizáciu Kreichelových myšlienok. Jas-

⁴ Jaskyňa Chyža, dlhá 14 m, charakteristická nálezmi z obdobia neolitu, zo 14. – 15. storočia (peňazoka-zecká dielňa) a z novoveku.

kyňu v tomto období príležitostne navštevovalo obyvateľstvo z blízkeho okolia Poráča a Koterbách, o čom výrečne svedčila jej poškodená kvapľová výzdoba. Nielen jej poloha, ale pravdepodobne aj iné okolnosti spôsobili, že sa jednoducho nedostala do širšieho povedomia. Podľa B. Hajtsa (1923) jaskyňa sa časom stala výletným miestom študentov zo Spišskej Novej Vsi. Neskôr si ju do programu svojich vychádzok zaradovávala spišskonovoveská odbočka Uhorského karpatského spolku, ktorá ju propagovala v týždenníku Szepesi Lapok.

ZMIENKY V LITERATÚRE

Pod vplyvom poznatkov, ktoré sa prostredníctvom S. Rotha dostali do literatúry, sa zmienky o jaskyni začali objavovať častejšie. V Obzore, najvýznamnejšom slovenskom hospodárskom časopise, ktorý v rokoch 1863 – 1882 vydával D. Lichard, sa už v roku 1878 objavil stručný článok o veľkej jaskyni, ktorá leží v chotári slovenskej obce Poráč. Podľa jeho pisateľa našli sa tam, okrem kostí predpotopných zvierat, i všakovaké pozostatky ľudskej činnosti, menovite veľká nádoba hlinená, prehorenými látkami naplnená, ďalej 4 nože z kremeňa, 2 šidlá podobné stroje takže z kremeňa, a všakovaké menšie náradie z kostí.

Roku 1882 sa rozsahom krátky článok o činnosti A. Kreichela v Poráčskej jaskyni objavil v októbrom čísle týždenníka Zipser Bote. Jeho pisateľ sa tu zmieňoval, že opakovane navštívil jaskyňu, kde v septembri 1882 okrem kostí jaskynného medveda vykopal pod 5 cm hrubou vrstvou sintra ďalší zaujímavý nález. Našiel tu 10 cm dlhé a na jednom konci naostrené jeden a pol centimetra široké kamenné dláto. Podľa S. Rotha sa tým získal jednoznačný dôkaz o tom, že jaskyňu v minulosti obýval pravý človek. V článku sa jeho pisateľ ešte zmieňoval o potrebe sprístupnenia jaskyne pre turistickú verejnosť. Širšie okolie jaskyne tiež poskytovalo veľa dôvodov na to, aby ho navštevovali turisti z Markušoviec či Spišskej Novej Vsi.

V podobnom duchu, ale podstatne stručnejšia zmienka sa o jaskyni pri Poráči v Uhorsku objavila v roku 1883 aj v *Mittheilungen der Section für Höhlenkunde* Rakúskeho turistického klubu vo Viedni. V rubrike jaskyniarstvo sa jej zostavovateľ zmienil o vykopávkach A. Kreichela z roku 1882, na základe ktorých sa dospelo k poznatku, že v minulosti jaskyňu obýval pravý človek. Očakávalo sa tiež, že sa o jej sprístupnenie postará Uhorský karpatský spolok.

V roku 1888 zase na existenciu jaskyne pri Poráči nepriamo poukazoval Albert Scholtz. V článku opisoval okolie Hornádu medzi Spišskou Novou Vsou a Margecami a spomenul aj existenciu potokov pri Poráči a Koterbachoch v okolí Galmusu. V tejto súvislosti zároveň uviedol, že sa v tunajších končinách nachádza aj niekoľko jaskýň, v ktorých sa našli kosti jaskynného medveda. Keďže v tom čase sa o prípadnej existencii jaskýň v okolí Galmusu nezmieňoval žiadny z vtedajších autorov, jeho zmienka nemôže súvisieť s ničím iným, než s jaskyňami v okolí Poráča.

Roku 1890 György Primics (1849 – 1893), maďarský geológ a paleontológ, publikoval

štúdiu o výskyte kostí jaskynného medveda v Uhorsku. Zmienil sa v nej aj o jaskyniach v chotári obce Poráč. O Malej jaskyni (jaskyňa Chyža) uviedol, že má trojuholníkový vchod, ale inak je nevýznamná. Podlahu jaskyne vyplňal drobný štrk. Pod ním sa nachádzala žltkastá hlina a v nej sa našli úlomky kostí jaskynného medveda. Otvor Veľkej jaskyne mal tiež trojuholníkový tvar, ale bol menší ako v prípade Malej jaskyne. Ďalej stručne opísal charakter jej priestorov a uviedol, že podlahu jaskyne tvorí vrstva vápenného tufu. Pod ňou sa na viacerých miestach nachádza kultúrna vrstva. Našli sa v nej kostné pozostatky mnohých dnešných cicavcov a rozličné kamenné nástroje. V ďalšej vrstve pod ňou sa zase našli kosti väčšiny už vyhynutých cicavcov, najmä jaskynného medveda, jaskynného vlka, jeleňa a ďalších druhov (obr. 6).



Obr. 6. György Primics (1849 – 1893)
Fig. 6. György Primics (1849 – 1893)

Na existenciu jaskyne pri Poráči poukázal v roku 1895 aj Antoni Rehman (1840 – 1917), poľský botanik, geograf, geomorfológ a profesor univerzity vo Ľvove. V práci podrobne opísal jednotlivé pohoria na Slovensku a venoval značný priestor aj jaskyniam. Pri opise jaskýň Hnieleckého pásma popri iných tunajších jaskyniach (Antonova jaskyňa pri Ružíne, Jatka pri Imrichovciach a pod.) nezabudol spomenúť ani jaskyne pri obci Poráč, i keď neuviedol o nich žiadne bližšie údaje.

O existencii jaskyne pri Poráči sa zmieňoval aj Teodor Posewicz (1851 – 1917), lekárik a geológ, rodák zo Spišskej Novej Vsi. Vo svojom turistickom sprievodcovi po Spiši sa najprv o nej zmienil v kontexte ostatných jaskýň spišských vápencových pohorí. Podľa neho aj ona patrila k lokalitám, kde existujúce kultúrne vrstvy poskytli dôkazy o živote pravého človeka. Spomenul ju aj pri opise turisticky navštevovanej Poráčskej doliny. Tu uviedol, že jaskyňa sa nachádza asi jednu hodinu od obce v doline, ktorá sa nazýva Na Žridloch. Počas vykopávok sa v nej našli kosti jaskynného medveda, jaskynného vlka a jeleňa a slúžila i ako obýdlie pravého človeka. Podobný charakter mali aj informácie, ktoré o nej neskôr zaradil aj do jednotlivých vydání maďarskej verzie svojho turistického sprievodcu.

Zmienka o jaskyni pri Poráči sa zásluhou Mikuláša Kubinyiho (1840 – 1937), historika a archeológa, objavila roku 1898 aj v V. zväzku publikácie o rakúsko-uhorskej monarchii. Pri opise starovekých archeologických pamiatok Horného Uhorska jej autor uviedol, že v roku 1878 S. Roth v jaskyni počas vykopá-

vok našiel značné množstvo fosílnych pozostatkov. Na jej praveké osídlenie človekom poukazovali tu nájdené fragmenty keramiky a tiež niekoľko kostných či kamenných nástrojov.

V roku 1900 sa A. Münnich na stránkach týždenníka Zipser Bote zamýšľal nad predhistorickými nálezmi zo spišských jaskýň. V tejto súvislosti sa zmienil aj o Poráčskej jaskyni. V jej rámci sa usiloval charakterizovať miesta ich tunajšieho výskytu a domýšľať príčiny, ktoré spôsobili, že sa zachovali do dnešných čias. Zamýšľal sa aj nad širším okolím jaskyne a charakterom života vtedajšieho človeka, ktorý sa vo väčšine prípadov odohrával v jaskynných priestoroch v okolí Poráča a Sloviensk.

V súpise nálezísk starožitností v Uhorsku z roku 1903 na Poráčsku jaskyňu pamätal aj jeho zostavovateľ, pedagóg, historik a spisovateľ Ľudovít V. Rizner (1849 – 1913). Na podklade publikovaných výsledkov výskumu S. Rotha o jaskyni tu v stručnom hesle uviedol, že sa v nej našli *popolnice, tenšie ornamentované i hrubšie črepy foremnejších i neforemnejších nádob, kamenné nástroje a kosti predpotopných zvierat*.

PO ROKU 1918

Charakterom rôzne zmienky o jaskyni pri Poráči nachádzame aj v literatúre po roku 1918. Na jednej strane súviseli s turisticky zameranou literatúrou, kde takáto zmienka mala upozorňovať na existenciu jaskyne v kontexte možnej návštevy jej samej, prípadne širšieho okolia. Takýmto spôsobom zmienku o nej zaradil v roku 1920 do svojho turistického sprievodcu po východnom Slovensku Anton Straka (1893 – 1945), kultúrno-politický pracovník a publicista. Pri opise okolia Spišskej Novej Vsi sa v ňom zmienil aj o Poráčskej doline, kde zároveň upozorňoval na existenciu tunajšej jaskyne.

Podobne môžeme chápať aj ďalšiu zmienku o Poráčskej jaskyni. Nachádzame ju v ilustrovanom sprievodcovi po Spiši, Orave, Liptove a okolí Čadce z roku 1921, ktorého autorom je Mieczysław Orłowicz (1881 – 1959), poľský vlastivedný pracovník a popularizátor turistiky. Pri opise Dolného Spiša v ňom uviedol, že na konci Koterbašskej doliny leží malebná rusínska dedinka Poráč a od nej na juhovýchod v doline Na Žrôdľach sa nachádza jaskyňa *Smoczka Dziura*⁵ (obr. 7).



Obr. 7. Mieczysław Orłowicz (1881 – 1959)
Fig. 7. Mieczysław Orłowicz (1881 – 1959)

⁵ Poľský názov Šarkanovej diery.

V roku 1925 zmienku o jaskyni pri Poráči zaradil do svojho sprievodcu Košicami a okolím košícky kníhkupec Antonín Štangler (1888 – ?). V ňom medzi celodennými vychádzkami na Šivec, do Novoveských kúpeľov, Hrabušickej rokliny a pod. zaradil i návštevu Poráčskej doliny. Z Košíc bolo treba cestovať vlakom do Olčavy, odkiaľ sa išlo pešo k prameňom tzv. Bielej vody a odtiaľ po chodníku cez vrchol okolo dosiaľ nepreskúmanej kvapľovej jaskyne do Poráča.

Trochu inú kategóriu, pokiaľ išlo o turisticky zameranú literatúru, predstavovali informácie, ktoré sa o jaskyni po roku 1918 zásluhou Pavla Stachu (1887 – 1946) a Miloša Janoška (1884 – 1963) objavili v Krásach Slovenska. Už v ich prvom ročníku tu uverejnili informácie o tých slovenských jaskyniach, ktoré sú ťažšie prístupné a preto aj zanedbané a nie navštevované. O Poráčskej jaskyni napísali, že v *chotári obec Poráč v južnej časti Spiša je spomenutiahodná kvapľová jaskyňa, ktorej sa ujala Vítkovická banská spoločnosť z blízkeho Koterbachu a dala ju na svoje trovy prístupnou spraviť. V jaskyni nájdené predmety z kamennej doby uložené sú v múzeu Karpatského spolku v Poprade.*

Na existenciu jaskyne pamätal M. Janoška aj v zemepise župy Podtatranskej z roku 1924. V kontexte cestovania po Spišskonovoveskom okrese v ňom uviedol, že jedna z tunajších železníc vedie aj do Koterbachu, kde sú veľké bane na med' a železo. Ďalej na východ je Poráč a na blízku je Poráčska jaskyňa kvapľová, v ktorej sa *vykopali kosti predpotopných zvierat.*

Roku 1926 sa v intenciách počiatkov kultúry Ján Volko-Starohorský (1880 – 1977) zaoberal prvým pleistocénnym pračlovekom, ktorý na Slovensku žil v niektorých jaskyniach. V tejto súvislosti na základe poznatkov S. Rotha uviedol, že na Spiši medzi jaskyne, kde sa vyskytujú ľudské kosti, patrí aj jaskyňa pri Poráči. Na podklade údajov J. Volka-Starohorského sa o existencii jaskyne pri Poráči v roku 1929 zmienil aj Vlastislav Zázvorka (1903 – 1992), český geológ a paleontológ. Pri charakterizovaní krasových území na Slovensku však okrem poukázania na jej existenciu neuviedol o nej žiadne iné údaje. Ako lokalitu, kde sa pri výskume jaskynných priestorov našli pozostatky pleistocénnej fauny, ju v roku 1933 spomínal aj Jan Eisner (1885 – 1967), český archeológ a štátny konzervátor archeologických pamiatok na Slovensku.

V kontexte súpisu pleistocénnych paleontologických slovenských nálezov sa v roku 1938 o Poráčskej jaskyni zmienil Josef Skutil (1904 – 1965), český archeológ a historik. Pod heslom Poráč v okrese Spišská Nová Ves o nej uviedol, že už v *staršej literatúre bolo známe, že v tejto spišskej „veľkej jaskyni“ našli sa popolnice, tenšie ornamentované i hrubšie črepy forremnejších i neforemnejších nádob, kamenné nástroje a kosti predpotopných zvierat.*

Inú oblasť záujmu o jaskyňu po roku 1918 predstavovali snahy o jej turistické sprístupnenie. Až teraz dochádzalo k reálnemu presadeniu myšlienok A. Kreichela pred mnohých rokov. Bol to on, čo v minulosti navrhoval, aby sa jej ujala spišskonovoveská odbočka Uhorského karpatského spolku, a kto domýšľal ostatné náležitosti v prípade jej sprístupnenia pre verejnosť.

V lete 1920 spišskonovoveský odbor Karpatského spolku spolu s odborom v Krompachoch – Slovinkách a za účasti viacerých hostí z Koterbach uskutočnil vychádzku do Poráčskej jaskyne. Dojmy, ktoré zanechala v účastníkoch jej prehliadka, viedli napokon k vzniku pracovnej skupiny spišskonovoveského odboru v Koterbachoch. Pri tunajšej banskej správe sa etablovala skupina pod vedením banského úradníka Ladislava Bugscha, ktorá už zakrátko začala vyvíjať značnú aktivitu. Svojou činnosťou sa orientovala na prieskum Poráčskej jaskyne a s týmto zámerom tam organizovala početné turistické vychádzky. Neskôr pripravila aj podrobný plán sprístupnenia jaskynných priestorov pre širšiu verejnosť. Zriadením chodníka k jaskyni sa jej už v roku 1920 podarilo zabezpečiť prvú časť takto koncipovaného plánu.

K realizácii jeho ďalšej časti pristúpila o rok neskôr. Vtedy pod vedením lesníka Jána Kossányiho a za významnej podpory Banskej správy Vítkovického banského a hutného ťažiarstva v Koterbachoch začala upravovať priestory jaskyne. Pracovná skupina v čase od marca do polovice mája 1921 upravila vchod do jaskyne odstránením sutinového kužela, ako aj jej vstupné časti, čím sa zabezpečil pohodlný priechod pre budúcich návštevníkov. V jaskyni vybudovala pohodlný drevený prehliadkový chodník, osadila schody a rebríky, čím ju sprístupnila v dĺžke 120 m až k jej vzdialenému koncu. Zemné práce a vybudovanie prehliadkového chodníka si za finančnej podpory Banskej správy Vítkovického banského a hutného ťažiarstva vyžiadali náklad takmer 6000 korún. V máji 1921 sa odkopanie zemi pri úprave vstupnej časti jaskyne v týchto miestach odkryla kultúrna vrstva. Následne sa tu v hĺbke 1,5 m našli črepy zdobených nádob bukovohorskej kultúry, kosti jaskynného medveda a rôzne neolitické kamenné nástroje.⁶

Pracovná skupina dala jaskyňu 22. mája 1921 do užívania na turistické účely. V tento deň sa v Koterbachoch uskutočnila veľká turistická slávnosť za účasti vyše 300 turistov, ktorí sa odtiaľ vybrali na prehliadku jej priestorov. Do jaskyne vstupovali so zapálenými karbidovými lampami. Okrem Vstupnej siene si tu prehliadli asi 40 m dlhú chodbu, dve ďalšie väčšie siene a tzv. Sochársku dielňu, kde za povšimnutie stála krstiteľnica, sfinga, hlava Pluta a nádherný vodopád. Po prehliadke jaskyne program turistické slávnosti pokračoval v Koterbachoch majálesom. Jaskyňa sa odvtedy stala objektom početných návštev a výletov z okolitých škôl a rozličných turistických skupín.

Nevedno, do akej miery a ako dlho fungoval takto nastavený režim, pokiaľ ide o turistov, ktorí sa v nasledujúcich rokoch zaujímali o prehliadku jaskyne pri Poráči. Nemožno pritom vylúčiť, že záujem už zakrátko opadol v dôsledku náhleho úmrtia predsedu spišskonovoveského odboru Karpatského spolku B. Hajtsa v roku 1926. Pravdepodobne aj to mohla byť jedna z príčin, prečo jaskyňa začala po čase chátrať. Zmienky o nej sa vytratili z vtedajšej turistickej literatúry, čo by tiež moh-

lo naznačovať ochabnutie celkového záujmu. To, o čo sa usilovala pracovná skupina odboru v Koterbachoch jej vtedajším sprístupnením, nadobudlo časom úplne iný charakter. Aj Poráčska jaskyňa sa zaradila medzi tie, ktoré sa v tých časoch stávali objektom záujmu nekontrolovateľných návštevníkov. Za tohto stavu sa nemožno diviť, ak v septembri 1937 na jej nie najlepší stav upozorňoval vtedajší Slovák. Pisateľ článku, ktorý sa objavil v jeho 206. čísle, v ňom uvádzal, že *keďže bol tam voľný prístup každému, na jar 1937 došlo k uzatvoreniu vchodu do jaskyne, aby sa zachovalo čo sa dá. Uvádzal tiež, že na jar poráčske údolie hojne navštevujú milovníci hôr blízkeho a ďalšieho okolia. A veru, odvážlivci nenechajú si ujsť príležitosť a aspoň nazrú do Poráčskych jaskýň, ktoré by bolo treba dôkladne preskúmať, keďže z niekoľkých miest je do nich vstup možný.*

POVOJNOVÉ OBDOBIE

Rozsahom rôzne zmienky o jaskyni pri Poráči sa sporadicky objavovali aj v literatúre povojnového obdobia. V kontexte rozšírenia krasu na Slovensku sa o nej v roku 1950 zmienil český geograf Josef Kunský (1903 – 1977). Jaskyňu vo svojej publikácii lokalizoval do východnej časti Slovenského rudohoria, ale inak neuviedol nijaké iné údaje. V roku 1953 zase archeológ J. Skutil upozorňoval na niektoré staršie paleolitické nálezy zo slovenských jaskýň. V tejto súvislosti sa zmienil aj o stopách pobytu paleolitického človeka v Poráčskej jaskyni na Spiši. Podľa neho mala byť v múzeu v Levoči uložená *medvedí mandibula, 6 izolovaných špičiek, zlomek mandibuly se špičákem, ústň dlohé kosti a jiná diluviální kústka se zcela zřetelným příčným zářezem. Přesto, že nebylo možno získati bližší nálezo- vé informace o těchto kusech, svědčí poslední exemplář zcela jistě stopám pobytu diluviálního člověka.*

V roku 1954 sa vlastivedný pracovník a historik Ivan Houdek (1887 – 1985) zaoberal minulosťou slovenských jaskýň. Vo svojej práci zaradil aj jaskyňu pri Poráči medzi tie, kde sa na Slovensku našli paleontologické zvyšky pleistocénnej fauny. Dospel preto k názoru, že aj ona patrila medzi jaskyne, ktoré v užšom okolí boli istotne už dávnejšie známe. O existencii jaskyne sa v roku 1956 zmieňoval aj Ladislav K. Krofta vo vlastivedno-turistickom sprievodcovi *Údolím Popradu, Dunajca a Hornádu*. Jaskyňu spomenul v kontexte vychádzky z Rudnár, presnejšie pri opise cesty do Poráča a na Vysoký vršok nad Poráčom. Jaskyňa, ľudovo nazvaná Šarkaňova džura, sa nachádzala v lese. Hľadala sa pomerne ťažko, pretože neboli obnovené turistické značky. Archeológom bola známa svojimi predhistorickými nálezmi a časť nálezov mala byť uložená v Tatranskom múzeu v Poprade.

S povojnovým obdobím súvisí aj ďalšia etapa odborného záujmu o jaskyňu. Už v polovici septembra 1951 Štátny archeologický ústav v Martine uskutočnil zisťovací výskum jaskyne. V jeho rámci J. Bárta (1923 – 2005) zamerl jej priestory a v spolupráci s Demetrom Macalom, tunajším občanom, tu vyhlbil 160 cm hlbokú sondu s veľkosťou 250 × 150 cm. Nachádzala sa tesne pri ľavej stene Vstupnej chodby, v mieste, ktoré nebolo porušené sprí-

⁶ Podľa B. Hajtsa (1922) uvedený nálezový materiál pracovná skupina darovala Karpatskému múzeu v Poprade.



Obr. 8. Juraj Bárta (1923 – 2005)
Fig. 8. Juraj Bárta (1923 – 2005)

stupňovacími prácami z roku 1920. Holocénne sedimenty v sonde dosahovali mocnosť od 46 do 70 cm. Nachádzali sa v nich tri kultúrne vrstvy, kde sa okrem recentného osídlenia našli prevažne hnedé, hrubšie zdobené črepy z nádob bombovitého tvaru. Podľa J. Bárta (1956) *najpozoruhodnejším poznatkom predmetného výskumu bolo zistenie súčasného výskytu keramiky volútovej a bukovohorskej v jednej kultúrnej vrstve, t. j. v tretej ohniskovej vrstve na báze holocénnych sedimentov.* Okrem toho celá kultúrna vrstva bola prestúpená rozličnými zvieracími kosťami, medzi ktorými sa našli kosti jeleňa, srnca i jaskynného medveďa, ktorého pozostatky sa sem dostali len ľudským zásahom (obr. 8).

Na prieskum jaskyne pri Poráči sa v roku 1951 prostredníctvom Slovenskej speleologickej spoločnosti podujal aj Viktor Pleva (1923 – 1990). Krátko potom, ako v tomto roku prenikol na Dreveníku do Puklinovej jaskyne, pustil sa aj do prieskumu jaskyne pri Poráči. Prieskumné práce tu však po čase musel zastaviť pre nedostatok finančných prostriedkov. Bližší charakter či rozsah jeho tunajšej činnosti nie je zatiaľ známy.

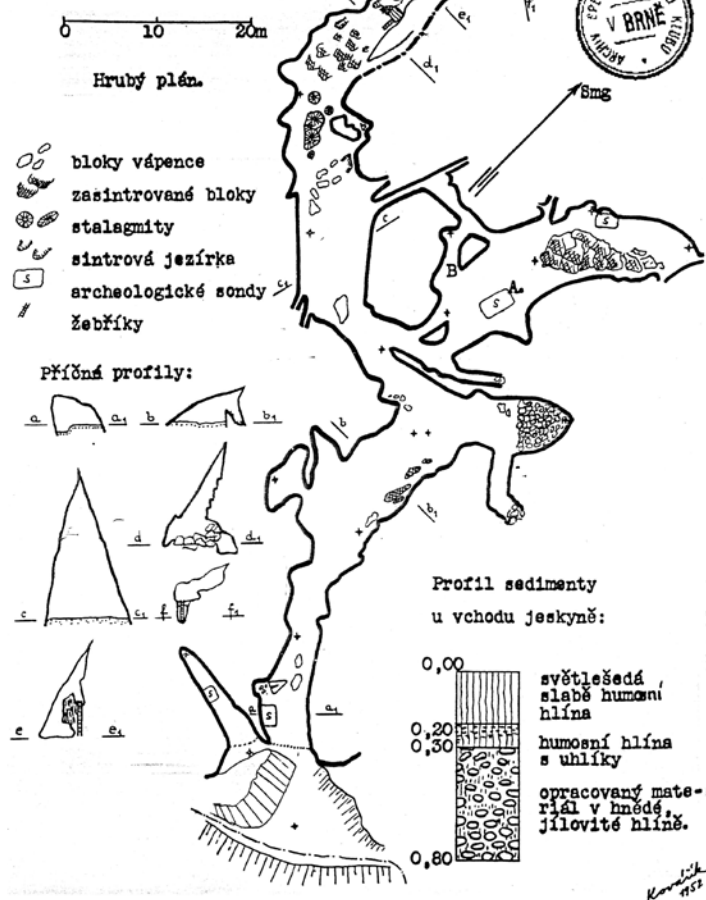
V júli 1952 Jan Kovařík a Pavel Jadrníček, členovia Krasovej sekcie v Prahe, orientačne preskúmali krasovú oblasť medzi Rudňanmi a Slovinkami. Popri geomorfologickom a hydrografickom štúdiu predmetného územia značnú pozornosť venovali aj jaskyni Šarkanova diea pri Poráči. V dňoch 22. – 24. júla 1952 jej hlavné priestory zamerali a vyhotovili ich pôdorys. Poznatky z výskumu publikovali v roku 1953, pričom sa okrem opisu jednotlivých častí jaskyne zamerali i na jej bližšiu lokalizáciu, keďže sa nachádzala v málo prehľadnom zalesnenom teréne (obr. 9).

Z Poráča sa k jaskyni dalo dostať poľnou cestou, ktorá na severnom okraji dediny smerovala na lúku v sedle medzi Vysokým vrchom a Bepisovou.

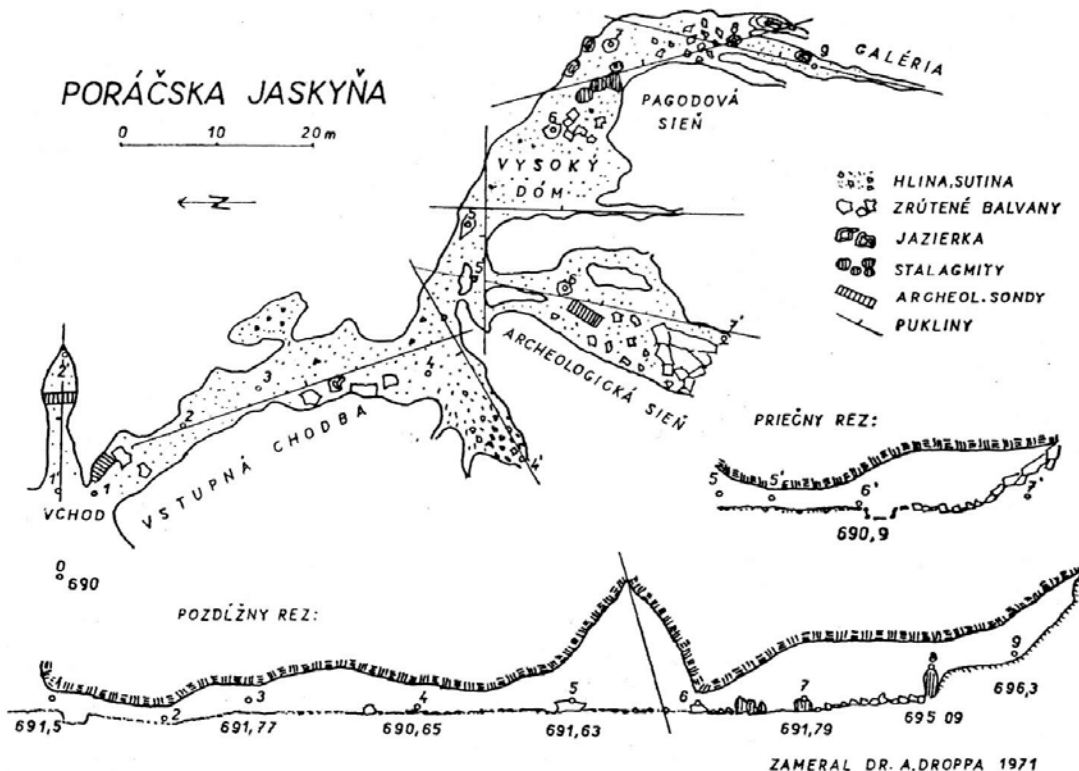
Odtiaľ sa pokračovalo severným smerom po chodníku na dne kaňonovitej doliny až k lúke, kde sa dolina rozširovala. Tu v mieste, kde sa suché koryto na dne doliny strácalo v lese, odbočoval serpentínovitý chodník. Ten viedol k plošine pred jaskynným vchodom, ktorý sa nachádzal asi 40 m nad úrovňou doliny.

Jaskyňa mala 3 m široký vstupný portál s výškou cca 1,5 m. Jej centrálna časť tvorili rozľahlé vysoké chodby s vodorovným dnom. Vstupnú chodbu pokrývala vápencová sutina. Po 10 m sa jej svetlosť znížila asi na 1 m, ale ďalej sa už znížený strop zvyšoval, chodba mierne stúpala a nadobúdala charakter širokého pretiahnutého

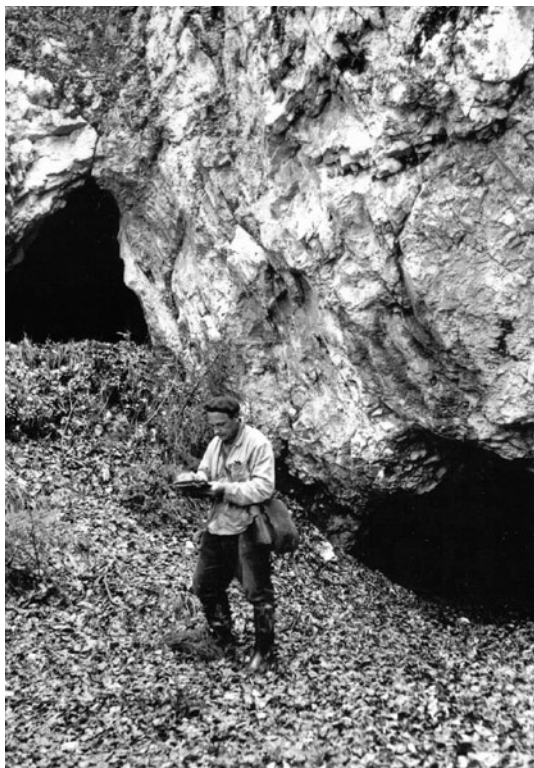
ŠARKANOVA DIERA



Obr. 9. Plán jaskyne podľa merania členov Krasovej sekcie Praha z roku 1952
Fig. 9. Cave plan according to measurement of Karst Section Prague members from 1952



Obr. 10. Plán jaskyne podľa merania A. Droppu z roku 1971
Fig. 10. Cave plan according to A. Droppa from 1971



Obr. 11. Anton Droppa (1920 – 2013) pred vchodom do jaskyne, výskum v roku 1971

Fig. 11. Anton Droppa (1920 – 2013) in front of the cave, research from 1971

dómu s vodorovným dnom. Dóm sa rozširoval v mieste, kde sa krátkou plazivkou pripájala nízka a malá sieň. Táto časť bola bez sintrovej výzdoby. Priestory, ktoré tvorili SZ pokračovanie hlavného dómu, už mali odlišný charakter. Na začiatku rozľahlého dómu sa nachádzala veľká stalagmitová skupina. V severnej časti ho pokrývali zasintrované vápencové bloky a ďalej pokračovala puklinová chodba s bohatou sintrovou výzdobou. Vstupiť do nej sa dalo iba po inštalovanom rebríku. Nízku chodbičkou sa ešte dalo preniknúť k druhému rebríku a odtiaľ skalným oknom zostúpiť do najvzdialenejších častí jaskyne.

V lete roku 1971 Anton Droppa, pracovník Geografického ústavu SAV, preskúmal vápencovú oblasť Galmusu medzi Poráčom a Slovinkami na severnom okraji Slovenského rudohoria. Študoval tu *vývoj krasových foriem*,

ich hydrologiu a závislosť od vývoja povrchového reliéfu. V tejto súvislosti v dňoch 15. – 17. mája 1971 preskúmal aj Poráčsku jaskyňu a zameril jej priestory. Svojej poznatky publikoval roku 1972. Zamýšľal sa v nich nad genézou jaskyne a podľa neho jej vznik predisponovali tektonické pukliny, ktoré boli najprv korozívne rozrušené. Podrobne opísal jednotlivé časti jaskyne a uverejnil plán jej priestorov. Jednotlivé časti jaskyne pomenoval (Vstupná chodba, Archeologická sieň, Vysoký dóm, Pagodová sieň, Galéria) a uviedol o nej, že je známa od nepamäti ako Šarkanova diera. Zmienil sa o výskume S. Rotha a ďalších, ktorí skúmali jej priestory v 2. polovici 19. storočia. Spomenul aj zisťovací archeologický výskum J. Bárta v roku 1951 (obr. 10 a 11).

Podľa M. Sojáka (2007) Šarkanovu dieru v rokoch 1975 a potom aj v roku 1984 skúmal F. Javorský (1934 – 2000). V porušenej kultúrnej vrstve tu objavil výrazný neolitický inventár. Okrem keramiky a štiepanej industrie patril k nemu aj fragment plochej sekery. Ako ďalej uviedol, jaskyňu amatérsky skúmali aj študenti Strednej priemyselnej školy geologicko-baníckej v Spišskej Novej Vsi. Osud ich školskej zbierky však nie je známy.

V apríli 1984 priestory jaskyne v kontexte existujúcich nápisov orientačne preskúmal M. Lalkovič. Obhliadkou stien sa zistilo, že jaskyňa je na nápisy staršie ako 19. storočie sterilná. Nápisy na jej stenách takmer výlučne súvisia s návštevníkmi v druhej polovici 19. a v 20. storočí. Jediný známy nápis z prvej polovice 19. storočia, leťopočet 1837 vyrytý do steny v zadnej časti jaskyne (pred Galériou), môže súvisieť s obdobím, keď sa zásluhou F. Máriássyho upravoval vchod do jaskyne. Zároveň však môže poukazovať aj na čas, kedy sa o jaskyňu začali zaujímať banskí úradníci v Koterbachoch. Z nápisov druhej polovice 19. storočia za zmienku azda stoja iniciály K. J. s leťopočtom 1881, ktoré sa nachádzajú o niečo nižšie. Nemožno vylúčiť, že by mohli súvisieť s tunajšou prítomnosťou A. Kreichela, ktorý tu so synom a ďalšími robil v auguste 1881 vykopávky. Treba ešte uviesť, že väčšina nápisov je písaná ceruzkou, uhlíkom, prípadne karbidkou. Niektoré sú dokonca ryté do steny. Časť z nich je zatečená či inak znehodnotená, takže v súčasnosti už nie sú čitateľné.

Ďalšie zmienky o jaskyni, ktoré sa objavovali v literatúre druhej polovice 20. storočia, mali tak trochu iný charakter. Na jednej strane súviseli so zaznamenaním jej existencie v kontexte

krasu Slovenska. V roku 1963 sa takto o nej zmienili J. Rubín a F. Skřivánek pri opise krasu Slovenského rudohoria. Podľa nich jaskyňu dlhú 200 m v západnom svahu Bielej doliny, severne od Poráča, charakterizovali vysoké chodby a jazierka s perlami či kamennými leknami. V rámci Poráčskeho krasu A. Droppa v roku 1973 charakterizoval Poráčsku jaskyňu ako 177 m dlhú, puklinovo-riečnu so zvetranou kvapľovou výzdobou, náleziť kostí pleistocénnych stavovcov, ktorá bola osídlená v neolite. Zmienku o nej nachádzame aj v publikácii o jaskyniach v Československu z roku 1981. Jej autori tu uviedli, že jaskyňa Šarkanova diera leží severne od Poráča a je najväčšou v Poráčskom krase. Je typom puklinovej riečnej jaskyne s kvapľovou výzdobou, množstvom kostí pleistocénnych stavovcov a neolitickým sídliskom.

Zmienka, ktorú o jaskyni nachádzame vo Vlastivednom slovníku obcí Slovenska z roku 1977, je trochu iným prípadom. V hesle venovanom obci Poráč sa jej existencia uvádza pri charakteristike chotára, *ktorého povrch je značne členitý, najmä vo východnej časti, kde vystupujú masívny druhohorných hornín, v ktorých je Poráčska jaskyňa*.

Niektoré zmienky o jaskyni súviseli v tomto období aj s charakterizovaním archeologického výskumu jej priestorov v druhej polovici 19. storočia. Takto sa o nej v rámci charakterizovania archeologického výskumu v jaskyniach na Slovensku za posledných sto rokov v rokoch 1974 a 1975 zmienil J. Bárta. Podľa neho S. Roth počas archeologického výskumu jaskýň Spiša a jeho okolia hľadal aj v poráčskej jaskyni Šarkanova diera paleontologické nálezy. *Zistil tam však len neolitické osídlenie s jednou i dvoma kultúrnymi vrstvami s uhlíkmi; okrem pleistocénnych a holocénnych zvieracích kostí rozpoznal tu (v dnešnom triedení bukovohorskú) keramiku, ku ktorej našiel neskôr analógie v ružínskych jaskyniach*. Podobne zameraná zmienka o jaskyni sa neskôr objavila aj v publikácii L. V. Prikryla z roku 1985. V jej prípade sa autor zameril na podrobnejšiu charakteristiku činnosti, ktorú v jaskyni realizoval S. Roth počas výskumu jej priestorov v roku 1878.

V povojnovom období aj jaskyňa Šarkanova diera patrila k lokalitám, ktoré Ministerstvo kultúry SSR vyhlásilo za chránený prírodný výtvor. Stalo sa tak v roku 1979, pretože predstavuje archeologické nálezisko z obdobia neolitu. Po roku 1989 sa jaskyňa stala prírodnou pamiatkou, ktorú v roku 2008 Krajský úrad životného prostredia v Košiciach svojou všeobecne záväznou vyhláškou vyhlásil za verejnosti voľne prístupnú jaskyňu. Podľa nej sa s účinnosťou od 15. 8. 2008 za verejnosti voľne prístupnú vyhlásila jej vstupná chodba, pričom ostatné časti jaskyne sa oddelili železnou mrežou. V intenciách vyhlášky je jaskyňa prístupná návštevníkom na zotavenie a poznávanie jej prírodných a historických hodnôt (obr. 12).

NÁZOV JASKYNE

Zásluhou J. Š. Petiana (1864) sa v literatúre ako prvý objavil názov *jaskyňa Máriássy* (Máriássy barlang). Zaslúžili sa o to vtedajší banskí úradníci v Koterbachoch, ktorí sa tu po



Obr. 12. Mrežový uzáver v jaskyni, stav z roku 2012
Fig. 12. Grating closure in the cave as of 2012

úprave vchodu do jaskyne ako prví pustili do vykopávk a získané nálezy poslali do múzea v Budapešti. Keďže sa nachádzala na pozemkoch Františka Mariássyho, pomenovanie jaskyne odvodili takto od majiteľa tunajších pozemkov.

Jaskyňu neskôr inak nazval S. Roth, ktorý v roku 1878 preskúmal jej priestory. Do literatúry ju uviedol pod názvom *Poráčska kostná jaskyňa* (Porácsér Knochenhöhle). V takejto forme sa jeho názov objavil aj v roku 1882 na stránkach Zipser Bote či v roku 1883 vo viedenských Mittheilungen Section für Höhlenkunde. Pod týmto názvom sa o jaskyni

zmieňoval roku 1898 vo svojom sprievodcovi aj T. Posewitz.

Keď ešte v roku 1878 informoval S. Roth oširnejšie o svojom výskume v časopise Természettudományi közlöny, uviedol ju už pod názvom *Poráčska jaskyňa* (Porácsi barlang). Tú istú verziu názvu (Porácsi barlang, Porácsér Höhle) použil aj v ročenke Uhorského karpatského spolku z roku 1881. Tento názov si v roku 1882 osvojil aj A. Kreichel a v roku 1900 ho použil i A. Münnich.

Prvú slovenskú verziu názvu *Jaskyňa pri Poráči* použil už v roku 1878 časopis Obzor. Iná verzia názvu, *Poráčska jaskyňa*, sa po roku

1918 objavila v prvom ročníku Krás Slovenska. Pod názvom *Poráčska jaskyňa kvapľová* ju zase roku 1924 spomínal M. Janoška. V roku 1956 J. Bárta uviedol, že tunajšie rusínske obyvateľstvo jaskyňu už dávno poznalo pod názvom *Šarkanova dira*, čo potvrdzuje aj názov *Smočza dziura*, ktorý v roku 1921 použil M. Orłowicz. Proces vývoja názvu jaskyne sa uzatvoril v roku 1979. Jaskyňa sa v Zozname jaskýň a priepastí Slovenského úradu geodézie a kartografie objavila pod názvom *Šarkanova diera* a jej iným pomenovaním je názov *Poráčska jaskyňa*. V Zozname jaskýň Slovenskej republiky z roku 2007 sa uvádza ako *Šarkania diera*.

LITERATÚRA

- ANONYMUS 1878. Pamätná jaskyňa pri Poráči. Obzor, roč. XVI, Skalica, s. 244.
- ANONYMUS 1882. Die Porácsér Knochenhöhle. Zipser Bote, XX. Jahrgang, Nr. 41, Leutschau, den 14. Oktober 1882, s. 253.
- ANONYMUS 1883. Höhlenforschung. Mittheilungen der Section für Höhlenkunde des Österreichischen Touristen-Club, Jahrgang I und II, Wien, s. 14.
- ANONYMUS 1921. Ortsgruppe Kotterbach des Zweigvereines Iglo des Karpathenvereines. Turistik und Alpinismus, 2. Jahrgang, 9. Folge, Kesmark, s. 188.
- ANONYMUS 1921. Ortsgruppe Kotterbach. Karpathen Post, 42. Jahrgang, Folge 30, Kesmark, den 23. Juli 1921.
- ANONYMUS 1937. Poráčske jaskyne bolo by treba preskúmať. Slovák, 19, č. 206, s. 6.
- ANONYMUS 1979. Zoznam jaskýň a priepastí na Slovensku. Kartografické informácie, zv. 12, Bratislava, 50 s.
- BÁRTA, J. 1953. Príspevok k názvosloviu slovenských jaskýň. Krásy Slovenska, 30, 8, 187–190.
- BÁRTA, J. 1956. Neolitické osídlenie jaskýň pri Poráči na Slovensku. Archeologické rozhledy, 8, Praha, 633–639.
- BÁRTA, J. 1963. Desiat rokov speleoarcheologickej činnosti Archeologického ústavu SAV. Slovenský kras, 4, 87–96.
- BÁRTA, J. 1974. Storočné jubileum archeologických výskumov v jaskyniach na Slovensku. Krásy Slovenska, 51, 12, 560–565.
- BÁRTA, J. 1975. Sto rokov archeologického výskumu v jaskyniach na Slovensku. Slovenský kras, 13, 3–36.
- BELLA, P. – HLAVÁČOVÁ, I. – HOLUBEK, P. 2007. Zoznam jaskýň Slovenskej republiky (stav k 30. 6. 2007). SMOPaJ – SSJ – SSS, Liptovský Mikuláš, 364 s.
- BENICKÝ, V. 1958. Medvedia jaskyňa. Slovenský kras, 1, 116–117.
- DROPPA, A. 1972. Krasové javy horskej skupiny Galmus. Geografický časopis, 24, 3, 185–200.
- DROPPA, A. 1975. Prehľad preskúmaných jaskýň na Slovensku. Slovenský kras, 11, 111–157.
- EISNER, J. 1926. Studium predhistorické archeologie na Slovensku po prevratě. Sborník Muzeálnej slovenskej spoločnosti, roč. XX, Turčiansky Sv. Martin, 14–26.
- EISNER, J. 1933. Slovensko v pravěku. Bratislava, 380 s., 105 tab.
- FLOREK, P. 1926. Osídlenie Slovenska v pravku. Sborník Muzeálnej slovenskej spoločnosti, roč. XX, Turčiansky Sv. Martin, 27–39.
- HATTS, B. 1921. Erschliessung der Drachenhöhle bei Schlossberg (Porács). Turistik und Alpinismus, 2. Jahrgang, 10. Folge, Kesmark, s. 200.
- HATTS, B. 1922. Die Porácsér Drachenhöhle. Turistik und Alpinismus, 3. Jahrgang, 2. Folge, Kesmark, s. 97.
- HOUDKEJ, I. 1954. Z minulosti slovenských jaskýň. Príroda a spoločnosť, roč. III, Martin, 215–223.
- HUNFALVY, J. 1863. A Magyar birodalom természeti viszonyainak leírása. Pest, 530 s.
- JANOSKA, M. 1924. Základné vedomosti zemepisné a zemepis župy Podtatranskej (XIX). Prešov, 71 s.
- KUNDA, J. 1985. Chránené územia prírody v Slovenskej socialistickej republike. Bratislava, 319 s.
- KOVAŘÍK, J. 1953. Jeskyně Šarkanova a Homološova diera ve Spišsko-gemerském rudohoří. Československý kras, 4, Brno, 149–154.
- KREICHEL, A. 1881. Ein Ausflug nach Kotterbach und in die Porácsér Höhle. Zipser Bote, XIX. Jahrgang, Nr. 41, Leutschau, den 10. October 1881, 2–3.
- KREICHEL, A. 1882. Eine Excursion nach Kotterbach, Porács und Szlovinka. Karpathen Post, III. Jahrgang, Kesmark, Nr. 35, s. 1–2, Nr. 36, s. 1–2.
- KROFTA, L. K. 1956. Údolím Popradu, Dunajca a Hornádu. Martin, 186 s.
- KUBINYI, M. 1898. Felső-Magyarország ősrégészeti emlékei. Az Ostrák-Magyar monarchia irásban és képen, Magyarország, V. kötet, Első füzet, Budapest, 17–24.
- KUČERA, B. – HROMAS, J. – SKRIVÁNEK, F. 1981. Jeskyně a propasti v Československu. Praha, 252 s.
- KUNSKÝ, J. 1950. Kras a jeskyně. Praha, 164 s.
- LAUKOVIČ, M. 1993. Príspevok k počiatkom záujmu o jaskyne na Slovensku. Slovenský kras, 31, 61–74.
- MÜNNICH, A. 1878. Die Porácsér Knochenhöhle. Zipser Bote, XVI. Jahrgang, Nr. 2, Leutschau, den 12. Januar 1878, s. 1.
- MÜNNICH, A. 1900. Prehistorische Funde in den Zipser Höhlen. Zipser Bote, XXVIII. Jahrgang, Nr. 45, Leutschau, den 10. 11. 1900, s. 2–3.
- 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. Hátragayott munkái, I. füzet, Pest, 86–120.
- POSEWITZ, T. 1909. A Szepesi középhegység. Budapest, III. kiadás, 177 s.
- POSEWITZ, T. 1898. Reisehandbuch durch Zipsen, Hohe Tatra und Zipser Mittelgebirge. Budapest, 362 s.
- PRIKRYL, Ľ. V. 1985. Dejiny speleológie na Slovensku. Bratislava, 204 s.
- PRIMICS, Gy. 1890. A barlangi medve (Ursus spelaeus blumenb.) nyomai hazánkban. Földtani közlöny, XX. Kötet, 5. – 7. füzet, Budapest, s. 165.
- REHMAN, A. 1895. Karpaty opisane pod względem fizyczno-geograficznym. We Lwowie, 645 s.
- RIZNER, Ľ. V. – KMEJ, A. 1903. Náleziská starožitností v Uhrách. Sborník Museálnej slovenskej spoločnosti, roč. VIII, Turčiansky Sv. Martin, 24–54.
- ROTH, S. 1878. A porácsi barlang Szepesmegyében. Természettudományi közlöny, X. füzet, Budapest, 409–423 a 449–456.
- ROTH, S. 1878. Einiges über die Porácsér Knochenhöhle. Zipser Bote, XVI. Jahrgang, Nr. 42, Leutschau, den 19. October 1878.
- ROTH, S. 1881. Einige Höhlen Ober-Ungarns. Jahrbuch des Ungarischen karpathen-vereins, VIII. Jahrgang, Késmark, 399–430.
- RUBÍN, J. – SKRIVÁNEK, F. 1963. Československé jeskyně. Praha, 106 s.
- SCHOLTZ, A. 1888. A Hernád és mellékvízeinek vidéke Iglótól Margitfalváig. A Magyarországi kárpategyesület évkönyve, XV. Évfolyam, Iglón, 12–30.
- SKUTIL, J. 1938. Paleolitikum Slovenska a Podkarpatské Rusi. Turčiansky Sv. Martin, 251 s.
- SKUTIL, J. 1953. Dvě jeskynní paleolitické nálezy slovenské (Čertova pec u Radošovců, Poráčská jeskyně ve Spiši). Československý kras, 6, Brno, s. 115.
- SOJÁK, M. 2007. Osídlenie spišských jaskýň od pravku po novovek. Nitra, 184 s.
- SOJÁK, M. 2012. Falšovanie mincí na konci stredoveku (s dôrazom na Spiš a Gemer). Biatic, 20, 5, Bratislava, 22–25.
- SOJÁK, M. – FECKO, P. 2011. The Most Important Open Speleoarcheological Sites in Slovakia. In Bella, P. – Gažík, P. (Eds.): International Show Caves Association, 6th Congress, October 18 – 23, 2010, Demänovská Valley, Slovakia, Proceedings. Liptovský Mikuláš, 141–152.
- STACHO, O. 1921. Jaskyne na Slovensku. Krásy Slovenska, 1, 9–10, Liptovský Sv. Mikuláš, 219–228.
- STAROHORSKÝ-VOLKO, J. 1926. Počiatky kultúry. Sborník Muzeálnej slovenskej spoločnosti, roč. XX, Turčiansky Sv. Martin, 7–14.
- STRAKA, A. 1920. Turistický sprievodca po východnom Slovensku. Košice, 65 s.
- ŠTANGLER, A. 1925. Košice a okolí. Košice, 56 s.
- ŠTEVÍK, M. 2003. Prírodno-geografické pomery a prírodné názvy na Spiši v písomných dokumentoch z 13. a 14. storočia. Terra Scepusiensis, Stav bádania o dejinách Spiša, Levoča – Wrocław, 103–112.
- 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, Praha, 57–60.

DISOLUČNÉ KUPOLY V JASKYNIACH, ICH MORFOGENETICKÉ ZNAKY A TYPOLÓGIA – PRÍKLADY Z VYBRANÝCH JASKÝŇ NA SLOVENSKU

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 Ružomberok²

P. Bella: Solution cupolas in caves, their morphogenetic features and typology – examples from selected caves in Slovakia

Abstract: The paper gives an overview of the morphology and origin of ceiling cupolas as remarkable solution forms in caves. Solution cupolas are considered as morphological indicators of some genetic types of caves, mainly hypogenic caves and other caves originated by ascending waters. Therefore the definition and morphogenetic typology of cupolas, also their morphogenetic association and morphostratigraphical relations with other solution forms in caves present actual problematics in physical speleology and karst geomorphology. Knowledge from observations of cave cupolas in Slovakia is presented and integrated into their more precise typology and specification of speleogen associations linked with a formation, renovation and truncation of cupolas. Several older opinions on origin and development of caves with cupolas in Slovakia, until now described as fluvial caves or caves formed by seepage meteoric waters, should be reinterpreted and completed based on additional geomorphological, mineralogical and sedimentological researches.

Key words: karst geomorphology, cave morphology, cupola, speleogenesis, Western Carpathians

ÚVOD

Stropné kupoly patria medzi najpozoruhodnejšie tvary jaskynného skalného reliéfu. Na základe ich tvarov a priestorového usporiadania možno rekonštruovať podmienky a procesy speleogenézy, najmä v jaskyniach, ktoré vznikli v odlišných podmienkach ako v súčasnosti. Kupoly sú jednými z hlavných morfológických indikátorov jaskýň hypogénneho pôvodu, na ktoré sa v posledných rokoch zameriavajú početné speleologické výskumy. Napriek tomu problematika jaskynných kupol doteraz nie je súborne doriešená, najmä z morfológického a morfofenetického hľadiska. Kupoly majú viaceré odlišnosti v ich tvaroch, čo je odrazom rozdielnych podmienok a procesov ich vývoja. Predložený príspevok podáva prehľad doterajších názorov a poznatkov o morfológii a genéze kupol v jaskyniach, detailnejšie rozpracováva ich morfológickú typológiu a charakterizuje výskyt kupol vo vybraných jaskyniach na Slovensku, ktorých genéza nie je dostatočne vysvetlená.

JASKYNNÉ KUPOLY – PROBLEMATIKA DEFINOVANIA A ZÁKLADNÁ CHARAKTERISTIKA

Oválne stropné vyhlbeniny v jaskyniach tvoria stropné hrnce, resp. kapsy (angl. *ceiling pockets*) alebo kupoly (angl. *cupolas*). V mnohých doterajších geomorfologických štúdiách a monografiách stropné hrnce a kupoly nie sú navzájom presne rozlíšené a definované, nie je dostatočne určená ich morfológická alebo morfológická hranica. Lauritzen a Lundberg (2000) definujú kupoly v jaskyniach ako sférické alebo semisférické rozšíreniny, ktoré sú väčšie alebo podobne veľké, ako je priemer chodby vedúcej do kupoly. Osborne (2004) definuje kupolu ako dutinu vytvorenú rozpúšťaním hornín, ktorá má kupolovitý strop a kru-

hový alebo eliptický pôdorys, pričom jej priemer alebo dĺžka os (šírka kupoly) sú väčšie ako 1,5 m. Slabe (1995) označuje oválne vyhlbeniny s priemerom do 1,5 m ako stropné hrnce.

Mieru zahĺbenia kupol do stropu, resp. pomer medzi ich šírkou a výškou však Osborne (2004) neuvádza, t. j. kupoly môžu byť vyhlbené do stropu menej i viac ako 1,5 m. Medzi plytké a široké kupoly patria planárne kupoly (angl. *planar domes*; Lange, 1964). Ich priemer je výrazne väčší ako rozsah ich zahĺbenia do stropu. Od kupol, ktoré majú väčšiu výšku ako priemer (šírku), treba odlišovať stropné hrnce a kapsy (ich priemer je menej ako 1,5 m). Pomerom priemeru kruhového pôdorysu k výške vyhlbenia do stropu sa kupoly výrazne odlišujú od úzkych vertikálnych valcovitých, resp. cigarovitých stropných vyhlbenín s priemerom 20 až 30 cm zvaných *bell holes*, ktorých genéza (vo vadzových, resp. freatických podmienkach) jej predmetom diskusie (pozri Wilford, 1966; Tarhule-Lipps a Ford, 1998; Lundberg a McFarlane, 2009; Birmingham et al., 2010 a iní). V niektorej angloamerickej literatúre (napr. Birmingham et al., 2010) sa ako *bell holes* označujú akékoľvek oválne stropné vyhlbeniny, ktoré sú vyššie ako širšie. Lauritzen a Lundberg (2000), Ford a Williams (2007), ako aj Palmer (2007) opisujú *ceiling solution pockets* a *bell holes* osobitne, resp. *bell holes* ako osobitný typ *ceiling pockets*. Z definície Osborna (2004) vyplýva, že všetky *bell holes*, resp. *ceiling pockets* s priemerom väčším ako 1,5 m treba považovať za kupoly. Palmer (2007) píše, že kupoly sú väčšie slepé zvonovité alebo kapsovité vyhlbeniny v jaskynných stropoch.

Veľké kupoly dosahujú dimenzie siene až dómu. V Jenolanských jaskyniach (New South Wales, Austrália) sa vyskytujú kupoly vysoké do 80 m s priemerom okolo 20 m. Tamajší kupolovitý dóm zvaný Temple of Baal má priemer 50 m a výšku 45 m (Osborne, 2001, 2004). V pohorí Rodopy v Bulharsku sa hydrogeolo-

gickými vrtmi zistila gigantická dutina s odhadovaným objemom 237,6 mil. m³, vyplnená termálnou vodou pod vysokým tlakom (Dubljanskij, 1974). Na príklade jaskýň preskúmaných v Izraeli Frumkin a Fischhendler (2005) za disolučné domovité jaskyne (angl. *chamber caves*) považujú jaskyne, ktorých pomer dĺžky k výške je väčší ako 1 a menší ako 20. Tamajšie typické jednoduché domovité jaskyne majú pomer dĺžky k výške väčší ako 1 a menší ako 3. V mnohých prípadoch krátke chodby alebo menšie siene vybiehajú z hlavného domovitého priestoru (ak pomer dĺžky k výške jaskyne je väčší ako 3 a menší ako 20, uvedení autori ich stále považujú za domovité jaskyne).

Kupoly sa zväčša nevytvárajú pozdĺž viditeľných fraktúr narušujúcich rozpustné horniny (Palmer, 2007). Mnohé plytké i vyššie kupoly vyhlbením do stropu prechádzajú naprieč vrstvami hornín (nefrakturované vrstvy sú perforované kupolami). V niektorých jaskyniach však vytváranie kupol miestami usmernili zlomy, pukliny alebo medzivrstvové plochy.

Menšie i väčšie korózne kupoly v jaskyniach sa vytvárajú konvekciou vody, resp. pomalou cirkuláciou vody odspodu nahor (Curl, 1966; Quinif, 1973; Rudnicki, 1978 a iní). Patria medzi hlavné morfológické znaky hydrotermálnych a iných hypogénnych jaskýň, ako aj ďalších jaskýň vytváraných vodami vystupujúcimi pozdĺž zlomov (Jakucs, 1977; Dubljanskij, 1980; Palmer, 1991; Klimchouk, 1997, 2007; Osborne, 2004, 2009; Audra et al., 2009b; Tyc, 2009; Gradziński et al., 2011 a iní). Disolučné priestrané oválne domy sa formujú najmä v zóne miešania hlboko cirkulujúcich vôd s plytkými vodami (Frumkin a Fischhendler, 2005 a iní). Stropné hrnce i kupolovité vyhlbeniny predurčené puklinami alebo inými horninovými nespojitostami, ktoré umožňujú prenikanie zrážkovej vody do vôd hlbšej cirkulácie s odlišnou teplotou i chemizmom, vznikajú zmiešanou koróziou (Bögli, 1978; Dreybrodt a Franke, 1994 a iní). Veress

et al. (1992) poukazujú na vytváranie disolučných jaskýň postupným spájaním kotlovitých dutín (prechádzajúcich aj do kupolovitých vyhlbení), ktoré vznikli zmiešanou koróziou.

Kupoly, resp. kupolovité dómy dokonca vznikajú aj účinkom intenzívnej kondenzačnej korózie v miestach intenzívnej degazácie (odplyňovania) geotermálnej vody nad jej hladinou; postupným zväčšovaním a spájaním stropných sférických dendritických výklenkov (Szunyogh, 1990; Audra et al., 2007, 2009a,b). Priemer takto vytvoreného korózneho dómu v jaskyni Champignons (Provencalsko, Francúzsko) je 60 m, v centrálnej časti siaha do výšky 20 m (Audra et al., 2002). Dómy týchto rozmerov sa môžu vytvoriť kondenzačnou koróziou údajne za cca 10-tisíc rokov (Lismonde, 2003).

Kupoly sa vyskytujú najmä v geotermálnych alebo artézskych podmienkach, ako aj v jaskyniach vytváraných vodou vystupujúcou pozdĺž strmých zlomov (jaskyne typu *per ascensum*; Ford, 1995). Kupoly sa ďalej pozorujú v príbožných jaskyniach zv. *flank-margin caves*, ktoré vznikajú koróziou spôsobenou miešaním slanej morskej vody so sladkou vodou na úrovni hladiny mora a podzemnej sladkej vody (pozri Mylroie a Carew, 1990; Mylroie et al., 1995 a iní). Miestami kupoly vidieť aj v riečne modelovaných jaskyniach, kde však netvoria celé siene alebo dómy, ale iba čiastkové stropné vyhlbeniny. Niektoré kupoly v stropoch riečnych jaskýň môžu byť reliktnými formami zo starších fáz krasovatenia s odlišnou (hypogénnou?) speleogénou, neskôr prerezanými a integrovanými do rozsiahlejších jaskýň v čase ich fluválnej modelácie (Osborne, 2005). V opakovaně zaplavovaných častiach „nehypogénnych“ jaskýň plytké kupolovité vyhlbeniny (rozmermi zväčša nedosahujúcimi dimenziu kupol) vznikajú kondenzačnou koróziou nad vodnou hladinou (Lange, 1964; Mucke et al., 1983; Völker, 1989; Lismonde, 2000 a iní).

Kupolovité časti jaskýň vznikajú aj opadávaním a rútením oslabených častí skalného stropu podzemných priestorov (angl. *progra-*

dational domes, breakdown domes) vytvorených disolučným procesom, napr. počas vývoja „blue holes“ typu koróznokolapsových šacht (Mylroie et al., 1995) či v neskoršom štádiu vývoja sadrovcových jaskýň (Klimchouk a Andrejchouk, 1996). Množstvom ostrohraných tvarov, ohraničených zlomovými, puklinovými alebo medzivrstvovými plochami sa podstatne odlišujú od oválnych kupol vytvorených rozpúšťaním hornín.

Výskyt disolučných kupol, ich tvary a priestorové usporiadanie, ako aj ich pozíčné vzťahy k ostatným, najmä susedným tvarom jaskynného reliéfu sú dôležité z hľadiska rekonštrukcie vzniku a vývoja jaskýň. Preto kupoly patria medzi hlavné morfológické tvary umožňujúce určiť spôsob a základný charakter genézy jaskýň, v ktorých sa vyskytujú.

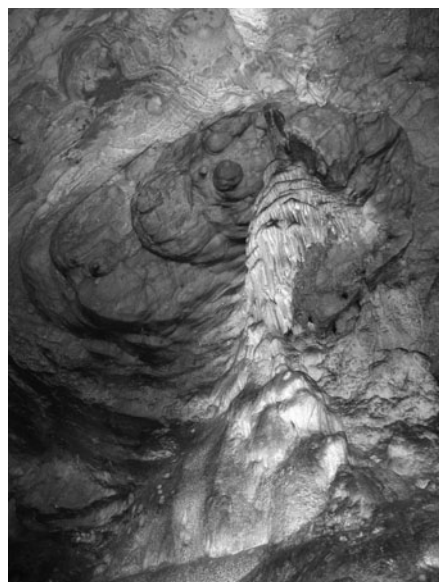
ODLIŠNOSTI MORFOLÓGIE DISOLUČNÝCH KUPOL

Kupoly výrazne diferencujú morfológiu jaskynných stropov. V závislosti od podmienok a procesov modelácie sa mnohé kupoly morfológicky navzájom odlišujú. Osborne (2004, 2005, 2007) rozlišuje eliptické kupoly, katedrály, hemisférické kupoly, kónické kupoly a sférické výklenky. Eliptické (elipsovité) kupoly sú pretiahnuté pozdĺž tektonických porúch alebo medzivrstvových plôch. Široké eliptické kupoly, ktoré majú horizontálnu os dlhšiu ako vertikálnu, sa nazývajú katedrály (podľa ich výskytu v jaskyni Cathedral Cave, New South Wales, Austrália). Hemisférické (pologulovité) kupoly majú kruhový pôdorys a pologulovitý rez (geometriou predstavujú „prave“ dómy). Vertikálna os kónických (kužeľovitých) kupol prevyšuje ich priemer o niekoľko metrov. Kónické kupoly majú kruhovitý alebo elipsový pôdorys. Sférické výklenky vystupujú zo stien a stropov koróznych siení pod uhlom 45 až 90° a majú priemer zväčša 1 až 2 m. V typickej podobe sa vyskytujú v jaskyni Satorkopuszta v Maďarsku či v jaskyniach Berkowa a Smocza Jama v Poľsku (Jakucs, 1977; Rudnicki, 1978; Gradziński et al., 2009 a iní). Klimčuk (2013)

rozlišuje okrúhle (gulovité) a eliptické kupoly. Viaceré kupoly majú zvonovitý tvar.

Na základe geometrických tvarov a dopĺňujúcich terénnych pozorovaní túto klasifikáciu možno čiastočne spresniť: (1) elipsoidné kupoly (elipsoidné kupoly pretiahnuté nahor, elipsoidné kupoly pretiahnuté laterálne = katedrály), (2) sférické (gulovité) kupoly (zväčša uzatvorené sférické kupoly, hemisférické kupoly, zväčša otvorené sférické kupoly = kupoly tvaru gulových vrchlíkov), (3) kónické (kužeľovité) kupoly pretiahnuté nahor alebo laterálne, (4) kupolovité dómy alebo siene so stenovými a stropnými sférickými výklenkami (obr. 1, 2 a 3). Miera predĺženia kupol nahor alebo laterálne sa určuje na základe pomeru dĺžok ich hlavných osí. Mnohé kupoly sú rozčlenené menšími polosférickými vyhlbeninami, stropnými hrncami alebo slepými komínmi (obr. 4), prípadne stropnými odtokovými kanálmi (angl. *ceiling outlets*; pozri Klimchouk, 2007). Podľa uhla sklonu osí v smere zahĺbenia kupoly do stropu, zväčša predurčeného štruktúro-tektonickými diskontinuitami, majú kupoly vertikálny alebo šikmý charakter. V niektorých jaskyniach vidieť zvonovité, resp. elipsoidné kupolovité vyhlbeniny aj na strmých skalných stenách.

Podľa rozsahu zahĺbenia možno rozlíšiť plytké, stredne hlboké a hlboké stropné kupoly. Lange (1964) vyčleňuje široké planárne kupoly (angl. *planar domes*) s hladkým horizontálnym stropom a vertikálnymi rebrovitými stenami, ktoré vznikajú viac-menej v podmienkach stagnujúceho zvodnenia (rebrovité žliabky sa sformovali nahor vystupujúcimi bublinami oxidu uhličitého a iných plynov uvoľnených pri rozklade organických zvyškov vo vode). Priemer planárnych kupol je výrazne väčší ako rozsah ich zahĺbenia do stropu. Za plytké kupoly možno považovať tie, ktorých priemer je dvakrát väčší ako ich výška. Výška stredne hlbokých kupol je väčšia ako ich polomer (polovica priemeru) a maximálne sa rovná ich priemeru (pologulovité kupoly). Výška hlbokých kupol je väčšia ako priemer ich základne. Pri plytkých i stredne hl-



Obr. 1. Členitá elipsoidná kupola, Dóm objaviteľov, Belianska jaskyňa. Foto: P. Bella
Fig. 1. Dissected ellipsoidal cupola, Discoverers' Dome, Belianska Cave. Photo: P. Bella



Obr. 2. Sférická kupola, Dóm objaviteľov, Belianska jaskyňa. Foto: P. Bella
Fig. 2. Spherical cupolas, Discoverers' Dome, Belianska Cave. Photo: P. Bella



Obr. 3. Kónická kupola, Jenolanské jaskyne, Austrália. Foto: P. Bella
Fig. 3. Conical cupola, Jenolan Caves, Australia. Photo: P. Bella

bokých kupolách je pomer priemeru k výške väčší ako 1, pri hlbokých kupolách menší ako 1. Na základe identického prístupu Rice-Snow et al. (1997) delia stenové a stropné hrnce v jaskyniach typu *flank-margin caves* na plytké a hlboké (porovnávajú ich hĺbku a priemer).

Niektoré kupoly majú jednoduchý geometrický tvar (jednoduché kupoly), iné kupoly sú charakteristické zložitou morfológiou (zložené kupoly). Zložitý tvar kupol možno vyjadriť spojením jednoduchých tvarov. V mnohých prípadoch je však dominujúci tvar samostatných alebo zložených kupol výrazne rozčlenený množstvom nerovnakých oválnych vyhlbení, zväčša nepravidelne usporiadaných (väčšia kupol má členitý skalný stropný povrch). Z hľadiska jednotvárnosti, resp. mnohotvárnosti morfológie možno vyčleniť samostatné jednoduché kupoly, samostatné členité kupoly a zložené členité kupoly. Podobne Slabe (1995) morfológicky triedi stropné hrnce.

DISOLUČNÉ KUPOLY VO VYBRANÝCH JASKYNIACH NA SLOVENSKU A INOVOVANÉ POHLADY NA ICH SPELEOGENÉZU

Na Slovensku sa kupoly v jaskyniach neškúmali systematicky, stručne sa opísali iba pri geomorfologickom výskume niektorých jaskýň, najmä v Belianskej jaskyni. Napriek tomu poznatky o výskytu, morfológii a zoskupení kupol výrazne prispeli k spresneniu a doplneniu celkových poznatkov o vzniku a vývoji príslušných jaskýň. V starších prácach sa tieto jaskyne zväčša považovali za produkt rozpúšťania vápencov presakujúcimi zrážkovými vodami a podzemným vodným tokom.

Belianska jaskyňa. Súčasťou jej podzemia sú viaceré priestranné korózne dómy a siene (Dóm objaviteľov, Vodopádový dóm, Hudobná sieň, Rúrovitý a Biely dóm). Na mnohých miestach jaskyne sú stropy rozčlenené početnými koróznymi kupolami, ktoré sa koncentrujú najmä v dvoch úsekoch jaskyne: Dóm objaviteľov – sieňovitý priestor pod Dlhou chodbou (východná, vyššia vetva), Biely dóm – Rúrovitý dóm – Hudobná sieň – Kalsteinov dóm (západná, nižšia vetva). Výrazné stropné kupoly sú aj vo Vstupnej chodbe (obr. 5) a v príľahlom dóme pod komínom vedúcim od Objavného vchodu (Bella a Pavlarčík, 2002). Na kupoly v Belianskej jaskyni, ako dôležité morfológické tvary poukazujúce na jej genézu, upozornil aj Osborne (2004, 2009). V najstaršej fáze vývoja jaskyne vody hlbšej cirkulácie vystupovali k povrchu v pásme zlomu oddeľujúceho intenzívnejšie dvíhajúcu sa tatranskú oblasť od spišsko-magurskej oblasti. Pri tektonickom rozčleňovaní stredohorskej rovne sa viac vyzdvihnuté mezozoické súvrstvia karbonátov v tatranskej oblasti erózne odkryli spod paleogénnych flyšových súvrství a umožňovali infiltráciu meteorických vôd do podzemia, ktoré sčasti prenikali pod paleogénne flyšové súvrstvia spišsko-magurskej oblasti a vystupovali pozdĺž zlomu až na povrch (Bella et al., 2011; Bella a Bosák, 2012).

Harmanecká jaskyňa. Na viacerých miestach sú korózne kupolovité siene až dómy (napr. vysoký priestor nad tzv. Riečiskom, ktorým prechádza prehliadkový chodník; obr. 6), ako aj menšie kupolovité vyhlbeniny

(napr. medzi Nánosovou chodbou a tzv. Riečiskom, v Malom kvapľovom dóme). Na iných miestach vidieť zvyšky korózných kupolovitých stropov, ktoré neboli deštruované mladším rútením (Vstupný dóm, južne od Dómu pagod). Zvonovitá kupola je vyhlbená v stremej skalnej stene Dómu objaviteľa (s bývalým názvom Malý kvapľový dóm). Oválne priepasti a priepastovité chodby (priepasť pri Bielom dóme, Skrutkovitá chodba v severozápadnej časti Severného labyrintu), ako aj menšie strmé kanály pod kupolovitými tvarmi indikujú bývalé výstupné prúdenie vody. Na základe týchto morfológických tvarov možno predpokladať, že na vytváraní Harmaneckej jaskyne sa podieľali vody, ktoré vystupovali z hlbších častí krasového akviféru k piezometrickému povrchu podzemných vôd viažucemu sa na úroveň predkvartérneho zarovnaného povrchu v okolí jaskyne (jeho zvyšky sú vo výške 930 až 1000 m n. m.), resp. na dno pradoliny, ktorá mierne rozčlenila tento zarovnaný povrch (pozri Kukla, 1951; Droppa, 1974; Bella, 2000).

Jaskyňa Dúpnica. Tvorí ju priestranná dutina (kupolovitý dóm) s rozmermi 40 × 35 m a výškou 15 m (obr. 7), 73 m nad dolinou Suchého potoka na západnom okraji Západných Tatier. Na viacerých miestach sa na stenách zachovali početné kryštály kalcitu (Droppa, 1972). Na juhozápadnom okraji hlavného dómu je strmý a pomerne široký oválny komín. Ostatné časti dómu sú značne remodulované mrazovým zvetrávaním a rútením. Pôvodná morfológia stien sa viac zachovala v bočnej vetve vedúcej z južného okraja dómu, kde sú sieňovité priestory s kupolovitými tvarmi. Na okraji pri skalných stenách tu miestami vidieť vertikálne trubicovité kanály, ktoré odspodu privádzali vodu (angl. *feeders*). Jaskyňa je situovaná v blízkosti križovania sa chočsko-podtatranského zlomu a zlomu sv.-jz. smeru vedúceho rozhraním Západných Tatier a Podtatranskej brázdy (od ústia Suchoj doliny smerom k Zuberu; pozri Hók et al., 2000). Hydrogeologické pomery okolitého územia, tektonická pozícia, morfológia podzemných priestorov i minerálna výplň indikujú vytváranie jaskyne vystupujúcimi vodami hlbkej cirkulácie. S cieľom spresniť predpokladnú genézu jaskyne v súčasnosti prebieha mineralogický výskum.

Plavecká priepasť. Horné časti Plaveckej priepasti v hĺbke asi 30 m od povrchu ústia do mohutnej zvonovitej priepasti – Bratislavskej siene. Na

jej skalných stenách sú početné nepravidelné freatické plytké korózne vyhlbeniny. Po stranách dómu severným i južným smerom vedú chodbovité, resp. sieňovité výbežky (Šmída, 2010). Vytvárajú priestrannú chodbu, ktorá klesá smerom k podzemnému jazeru s mierne ohriatou vodou teplou 13,0 až 13,1 °C (Košel, 2005). Tektonické a hydrogeologické predpoklady, ako aj morfológia podzemných priestorov poukazujú na vytváranie Plaveckej priepasti i neďalekej Plaveckej



Obr. 4. Široká elipsoidná kupola s nepravidelnými výklenkami, Belianska jaskyňa. Foto: P. Bella

Fig. 4. Large ellipsoidal cupola with irregular niches, Belianska Cave. Photo: P. Bella



Obr. 5. Sféricke kupoly, Vstupná chodba, Belianska jaskyňa. Foto: P. Bella

Fig. 5. Spherical cupolas, Entrance Passage, Belianska Cave. Photo: P. Bella



Obr. 6. Vysoká kupola nad tzv. Riečiskom, Harmanecká jaskyňa. Foto: P. Bella

Fig. 6. High cupola above so-called Riverbed, Harmanecká Cave. Photo: P. Bella

jaskyne mierne ohriatymi vodami, ktoré vystupovali pozdĺž výrazného zlomového pásma na rozhraní Malých Karpát a Záhorkej nížiny (Bella, 2010; Bella a Bosák, 2012).

Jasovská jaskyňa. Medzi dominantné morfológické javy v Starom dome v spodnej časti jaskyne patria dve stropné kupolovité vyhlbeniny, ktoré majú plochú stropnú časť a po okrajoch obručovitú zárezy vytvorené v závislosti od poklesu a stagnácie vodnej hladiny (Bella a Urata, 2002). Sféricke kupolovité vyhlbeniny miestami vidieť v hornej časti jaskyne, neďaleko horného vchodu. Vývojom zodpovedajú výstupnému prúdeniu vody. Zospodu do nich ústia korózne rozšírené pukliny, resp. prírodné trubice (Bella a Bosák, 2012; Bella et al., 2012). Epifreatické tvary vytvorené v súvislosti s fázami prerušovaného zahľbovania (Droppa, 1971), resp. vyprázdňovania agradačnej výplne doliny Bodvy dotvárajú celkovú morfológiu jaskyne, ktorá je odrazom viacerých odlišných speleogenetických pochodov.

Ochtinská aragonitová jaskyňa. Oválne siene s kupolovitými vyhlbeninami a stropnými hrcami sú najmä v sieni medzi Oválnou chodbou a Hlbokými stropnými, v Ježovitej a Čarovnej chodbe, v Sieni mliečnej cesty a vo Hviezdnej sieni (Bella, 1998, 2004). Kým v strope týchto častí jaskyne sú slepé vyhlbeniny, na podlahe sú viaceré rúrovité diery a kanály, ktorými v čase freatického vývoja prúdila voda. Jennings (1985) zaradil Ochtinskú aragonitovú jaskyňu medzi tzv. *nothepheatic caves*, ktoré sa vytvárajú difúznym tokom vody vo freatických podmienkach. Na základe početných sférických výklenkov Nicod (1974) a Choppy (1994) považujú Ochtinskú aragonitovú jaskyňu za hydrotermálnu jaskyňu. Táto je vytvorená v kryštalických spodnovevónskych vápencoch, ktoré sa počas hydrotermálneho zrudňovania masívu Hrádku horečnatohlezitými termálnymi roztokmi sčasti premenili na ankerity a siderity (Gaál, 2004 a in.). Neďaleko od jaskyne sú ložiská magnezitu (Jelšava, Lubeník), ktoré vznikli vplyvom hydrotermálnych roztokov spôsobujúcich metasomatické zatlačanie karbonátov magnezitových a sideritových ložísk počas alpínskej metamorfozy pozdĺž strižných zlomov vytvorených v strednej až vrchnej kriede (Huraj et al., 2011), resp. interakciou hlboko uložených karbonátnych útesových

vápencov s Mg fluidami, ktoré v stykovej zóne gemerika a veporika prenikali po extenzných zlomoch vo forme soľaniek z vrchnopermských evaporitových panví nadol cez sedimentárne súvrstvia gemerika do vápencových šošoviek v hĺbke asi 7 až 10 km (Radvanec et al., 2010). Na mladšie pôsobenie termálnych roztokov nie sú v tejto oblasti geologické a hydrogeologické predpoklady (Gaál, 1996). Zatiaľ sa rekonštruovali iba mladšie epifreatické a vadózne fázy vývoja tejto pozoruhodnej jaskyne (pozri Bosák et al., 2002).

Kupolovité stropné vyhlbeniny sú známe aj z jaskyne Zápoľná v doline Čierneho Váhu (Bella a Holúbek, 2002) a Liskovskej jaskyne (Bella, 2005). V oboch jaskyniach prevládajú skalné tvary zodpovedajúce speleogenéze v hlbšej časti freatickej zóny (Bella a Bosák, 2012).

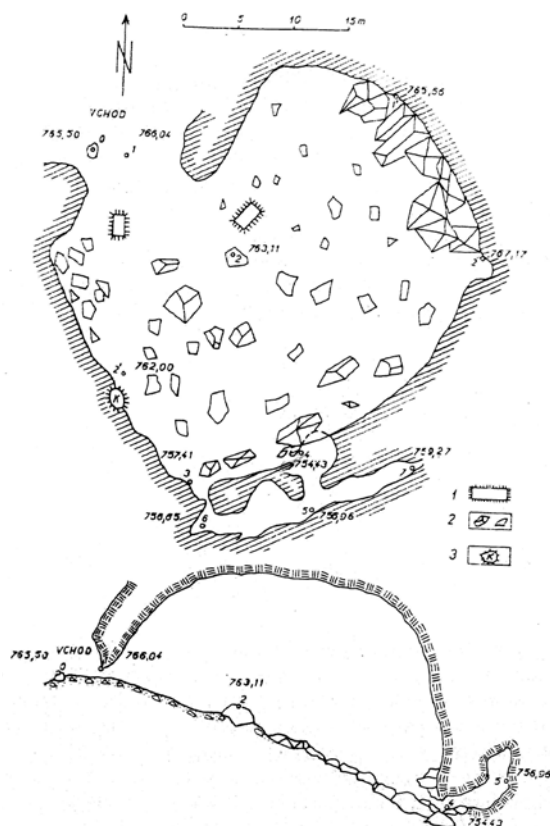
MORFOSTRATIGRAFICKÉ VZŤAHY DISOLUČNÝCH KUPOL

Na základe polohových vzťahov a pravidiel pretínania možno určiť, či sú kupoly staršie, rovnako staré (vytvárali sa súčasne) alebo staršie ako susedné skalné tvary jaskynného reliéfu. Niektoré kupoly sú pozmenené mladšou modeláciou.

Stropné kupoly v Starom dome Jasovskej jaskyne sú staršie ako zarovnaný strop, ktorý sa pozoruje v Dome netopierov a priľahlých spodných častiach jaskyne (Bella, 2000; Bella a Urata, 2002). Podobne v Ochtinskej aragonitovej jaskyni, napr. v Ježovitej chodbe, sú spodné časti

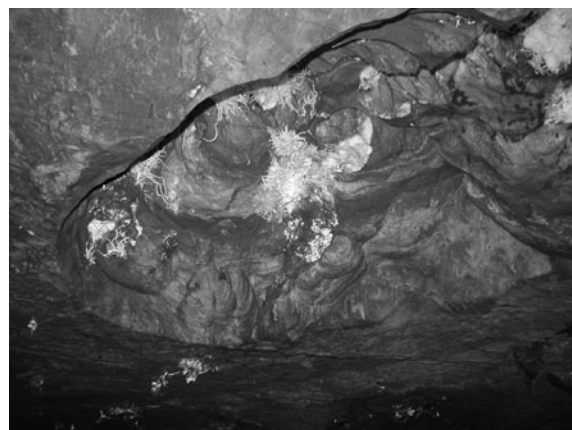
hlbokých stropných kupol zrezané mladším zarovnaným stropom počas epifreatickej fázy vývoja jaskyne (Bella, 1998, 2004; obr. 8). V Belianskej jaskyni pod mohutnými stropnými kupolami, ako aj v spodných častiach kupolovitých siení vidieť šikmé facety (*planes of repose*; pozri Lange, 1963). Vytvorili sa koróziou v podmienkach pomaly cirkulujúcej až stagnujúcej vody, pravdepodobne už v čase modelácie dominujúcich kupolovitých tvarov, keď podzemné priestory boli úplne vyplnené vodou (Bella a Osborne, 2008). V Katedrálovej jaskyni (New South Wales, Austrália) Osborne (2007) vyčleňuje viaceré generácie stropných kupol, pričom najmladšie z nich vznikli po vytvorení chodieb s rovným stropom a šikmými, nadol zbiehajúcimi stenami (s priečnym profilom zv. *Laughölle*; pozri Kempe et al., 1975).

Osborne (2009) považuje niektoré kupoly v Belianskej jaskyni (v spodnej bočnej sieni pod Bielym dómom) za renovované účinkom vadóznych priesakových vôd a záplav. Pritom sa do pôvodných kupol vyhlbili menšie misovité až hrncovité vyhlbeniny. Navyše po ich obvode vidieť plytké hladinové zárezy, ktoré poukazujú na bývalú hladinu podzemného jazera (obr. 9). Zreteľné hladinové (obručovité) zárezy možno sledovať aj po obvode kupol v Starom dome v Jasovskej jaskyni (Bella a Urata, 2002).



Obr. 7. Kupolovitý dóm jaskyne Dúpnica (zamerali: A. Droppa, A. Chovan a M. Sýkora, 1966)

Fig. 7. Cupola-shaped chamber of the Dúpnica Cave (surveyed by A. Droppa, A. Chovan and M. Sýkora, 1966)



Obr. 8. Členitá kupolovitá vyhlbenina zrezaná zarovnaným stropom, Ochtinská aragonitová jaskyňa. Foto: P. Bella

Fig. 8. Dissected ceiling cupola truncated by solution flat ceiling, Ochtinská Aragonite Cave. Photo: P. Bella



Obr. 9. Remodelovaná sférická kupola pod Bielym dómom, Belianska jaskyňa. Foto: P. Bella

Fig. 9. Renovated spherical cupola below the White Dome, Belianska Cave. Photo: P. Bella

ZÁVER

Hoci sa kupolám v rámci napredujúceho výskumu hypogénnych jaskýň venuje čoraz väčšia pozornosť, ich definíciu treba spresniť a zjednotiť, nielen na základe morfometrického prístupu. Na spresnenie a dopracovanie typológie kupol treba dostatočne presnú meračskú dokumentáciu (najmä zložené rozčlenené kupoly majú veľmi zložité a ťažko

mapovateľné tvary), na čo sa musí vo väčšej miere využívať laserové skenovanie s digitálnym modelovaním tvarov kupol.

Prvotné a predbežné poznatky o kupolách v jaskyniach na Slovensku ukazujú, že na našom území viaceré jaskyne, najmä na výrazných tektonických rozhraniach, vznikali v podmienkach hlbšej cirkulácie podzemných vôd a sú pozostatkami reliktných krasových akvíferov. Detailnejší výskum na-

ších jaskýň so stropnými kupolami umožní presniť alebo prehodnotiť doterajšie názory a poznatky o ich genéze. Tie sú dôležité z hľadiska dotvorenia celkového obrazu o rôznorodosti speleogenézy v Západných Karpatoch.

Úloha sa riešila v rámci vedeckého grantového projektu VEGA č. 1/0030/12 „Hypogénne jaskyne na Slovensku: speleogenéza a morfo genetické typy“.

LITERATÚRA

- AUDRA, P. – BIGOT, J.-Y. – MOCOCHAIN, L. 2002. Hypogenic caves in Provence (France): Specific features and sediments. *Acta Carsologica*, 3, 33–50.
- AUDRA, P. – HOBLEA, F. – BIGOT, J.-Y. – NOBÉCOURT, J.-C. 2007. The role of condensation corrosion in thermal speleogenesis. Study of a hypogenic sulfidic cave in Aix-les-Bains, France. *Acta Carsologica*, 36, 2, 185–194.
- AUDRA, P. – MOCOCHAIN, L. – BIGOT, J.-Y. – NOBÉCOURT, J.-C. 2009a. Hypogene cave patterns. In Klimchouk, A. B. – Ford, D. C. (Eds.): *Hypogene Speleogenesis and Karst Hydrogeology of Artesian Basins*. Ukrainian Institute of Speleology and Karstology, Special Paper, 1, Simferopol, 17–22.
- AUDRA, P. – MOCOCHAIN, L. – BIGOT, J.-Y. – NOBÉCOURT, J.-C. 2009b. Morphological indicators of speleogenesis: hypogenic speleogens. In Klimchouk, A. B. – Ford, D. C. (Eds.): *Hypogene Speleogenesis and Karst Hydrogeology of Artesian Basins*. Ukrainian Institute of Speleology and Karstology, Special Paper, 1, Simferopol, 23–32.
- BELLA, P. 1998. Morfológické a genetické znaky Ochtinskej aragonitovej jaskyne. *Aragonit*, 3, 3–7.
- BELLA, P. 2000. Harmanecká jaskyňa – názory a problémy genézy, základné morfológické a genetické znaky. In Bella, P. (Ed.): *Výskum využívanie a ochrana jaskýň*. Zborník referátov z 2. vedeckej konferencie (Demänovská Dolina, 16. – 19. 11. 1999), Liptovský Mikuláš, 71–81.
- BELLA, P. 2004. Geomorfologické pomery Ochtinskej aragonitovej jaskyne. *Slovenský kras*, 42, 57–88.
- BELLA, P. 2005. K morfológii a genéze Liskovskej jaskyne. *Slovenský kras*, 43, 37–52.
- BELLA, P. 2010. Vytváranie jaskýň vodami vystupujúcimi pozdĺž okrajového zlomu Malých Karpát pri Plaveckom Podhradí – hydrogeologické podmienky a morfológické znaky. *Aragonit*, 15, 2, 65–70.
- BELLA, P. – BOSÁK, P. 2012. Speleogenesis along deep regional faults by ascending waters: case studies from Slovakia and Czech Republic. *Acta Carsologica*, 41, 2–3, 169–192.
- BELLA, P. – BOSÁK, P. – PRUNER, P. – GLAZEK, J. – HERCMAN, H. 2011. Vývoj doliny Bielej vo vzťahu ku genéze Belianskej jaskyne. *Geografický časopis*, 63, 4, 369–387.
- BELLA, P. – BOSÁK, P. – ZACHAROV, M. 2012. Morfológické indikátory výstupného prúdenia vody vo vzťahu ku genéze Jasovskej jaskyne. *Slovenský kras*, 50, 2, 135–147.
- BELLA, P. – HOLÚBEK, P. 2002. Základné morfológické a genetické znaky jaskyne Zápoľná v doline Čierneho Váhu (Kozie chrbty). *Slovenský kras*, 40, 31–40.
- BELLA, P. – OSBORNE, A. 2008. Korózne šikmé faceti a ich morfo genetické znaky vo vzťahu ku genéze Belianskej jaskyne. *Slovenský kras*, 46, 1, 75–86.
- BELLA, P. – PAVLARČÍK, S. 2002. Morfológia a problémy genézy Belianskej jaskyne. In Bella, P. (Ed.): *Výskum využívanie a ochrana jaskýň*. Zborník referátov z 3. vedeckej konferencie (Stará Lesná, 14. – 16. 11. 2001), Liptovský Mikuláš, 22–35.
- BELLA, P. – URATA, K. 2002. Oválné stropné kupolovité a komínovité vyhlbeniny v Jasovskej jaskyni. *Aragonit*, 7, 4–7.
- BIRMINGHAM, A. N. – MYLROIE, J. R. – MYLROIE, J. E. – LACE, M. J. 2010. Bell Hole Origin: Constraints on Developmental Mechanisms, Crooked Island, Bahamas. In Martin, J. B. – Siewers, F. D. (Eds.): *Proceedings of the 14th Symposium on the Geology of the Bahamas and other carbonate regions*, Gerace Research Center, San Salvador Island, Bahamas, 18–30.
- BOSÁK, P. – BELLA, P. – ČÍLEK, V. – FORD, D. C. – HERCMAN, H. – KADLEC, J. – OSBORNE, A. – PRUNER, P. 2002. Ochtiná Aragonite Cave (Western Carpathians, Slovakia): Morphology, Mineralogy of the Fill and Genesis. *Geologica Carpathica*, 53, 6, 399–410.
- BÖGLI, A. 1978. *Karsthydrographie und physische Speläologie*. Springer-Verlag, Berlin – Heidelberg – New York, 292 s.
- CURL, R. L. 1966. Cave conduit enlargement by natural convection. *Cave Notes*, 8, 1, 4–8.
- DREYBRODT, W. – FRANKE, H. W. 1994. Joint-controlled solution pockets (Laugungskolke) in ceiling of limestone caves: a model of their genesis, growth rates and diameters. *Zeitschrift für Geomorphologie*, N. F., 38, 2, 239–245.
- DROPPA, A. 1971. Vzťah horizontálnych chodieb Jasovskej jaskyne k terasám Bodvy. In Kvítkovič, J. (Ed.): *Problémy geomorfologického výskumu*. Zborník referátov z X. jubilejného zjazdu československých geografov (1965). Bratislava, 99–106.
- DROPPA, A. 1972. Kras skupiny Sivého vrchu v Západných Tatrách. *Československý kras*, 23, 77–98.
- DROPPA, A. 1974. Krasové javy v okolí Harmanca vo Veľkej Fatre. *Slovenský kras*, 12, 59–94.
- DUBLJANSKI, V. N. 1974. Gigantická gidrotermokarstovaja polosť v Rodopach. *Peščery*, 14–15, 133–237.
- DUBLJANSKI, V. N. 1980. Hydrothermal karst in the Alpine folded region of the southern part of the U. S. S. R. *Kras i speleologia*, 3 (12), 18–38.
- FORD, D. C. 1995. Paleokarst as a target for modern karstification. *Carbonates and Evaporites*, 10, 2, 138–147.
- FORD, D. C. – WILLIAMS, P. W. 2007. *Karst Hydrogeology and Geomorphology*. Wiley, Chichester, 562 s.
- FRUMKIN, A. – FISCHENDLER, I. 2005. Morphometry and distribution of isolated caves as a guide for phreatic and confined paleohydrological conditions. *Geomorphology*, 67, 3–4, 457–471.
- GAÁL, Ľ. 1996. Prieskum a ochrana aragonitových jaskýň v okolí Hrádku. In Bella, P. (Ed.): *Sprístupnené jaskyne – výskum, ochrana a využívanie*, zborník referátov z odborného seminára (Medzev, 18. – 20. 9. 1996). Liptovský Mikuláš, 130–133.
- GAÁL, Ľ. 2004. *Geológia Ochtinskej aragonitovej jaskyne*. Slovenský kras, 42, 37–56.
- GRADZIŃSKI, M. – HERCMAN, H. – KICIŃSKA, D. – PURA, D. – URBAN, J. 2011. Ascending speleogenesis of Sokola Hill: a step towards a speleogenetic model of the Polish Jura. *Acta Geologica Polonica*, 61, 4, 341–365.
- GRADZIŃSKI, M. – MOTYKA, J. – GÓRNY, A. 2009. Artesian origin of a cave developed in an isolated horst: a case of Smocza Jama (Kraków Upland, Poland). *Annales Societatis Geologorum Poloniae*, 79, 2, 159–168.
- HÓK, J. – BIELIK, M. – KOVÁČ, P. – ŠUJAN, M. 2000. Neotektonický charakter územia Slovenska. *Mineralia Slovaca*, 32, 5, 459–470.
- HURAI, V. – HURAIKOVÁ, M. – KODÉRA, P. – PROCHASKA, W. – VOZÁROVÁ, A. – DIANIŠKA, I. 2011. Fluid inclusion and stable C-O isotope constraints on the origin of metasomatic magnesite deposits of the Western Carpathians, Slovakia. *Russian Geology and Geophysics*, 52, 11, 1474–1490.
- CHOPPY, J. 1994. La première karstification. Synthèse spéléologique et karstique, Les facteurs géographiques, 3, Paris, 70 s.
- JAKUCS, L. 1977. Morfológické i evolúcionne typy karstov Vengrii. *Acta Geographica*, 17, Szeged, 65–103.
- JENNINGS, J. N. 1985. *Karst Geomorphology*. Oxford, Basil Blackwell, 293 s.
- KEMPE, S. – BRANDT, A. – SEEGER, M. – VLADI, F. 1975. “Facetten” and “Laugdecken”, the typical morphological elements of caves developed in standing water. *Annales des Spéléologie*, 30, 4, 705–708.
- KLIMCHOUK, A. 1997. Speleogenetic effects of water density differences. In Jeannin, P.-Y. (Ed.): *Proceedings of the 12th International Congress of Speleology*, 1, La Chaux-de-Fonds, 161–164.
- KLIMCHOUK, A. 2007. Hypogene Speleogenesis: Hydrological and Morphogenetic Perspective. *National Cave and Karst Research Institute, Special Paper*, 1, Carlsbad, NM, 106 s.
- KLIMČUK, A. B. 2013. Cipogennyy speleogenez, ego gidrogeologičeskoe značenie i rol' v evolucii karsta. *Ukrainskij institut speleologii a karstologii, Simferopol'*, 180 s.
- KLIMCHOUK, A. – ANDREJCHOUK, V. 1996. Breakdown development in cover beds, and landscape features induced by intrastratal gypsum karst. *International Journal of Speleology*, 25, 3–4, 127–144.
- KOŠEL, V. 2005. Ktorá je najteplejšia? *Spravodaj SSS*, 36, 4, 29–30.
- KUKLA, J. 1951. Harmanecká jaskyňa. *Československý kras*, 4, 97–108.
- LANGE, A. 1963. Planes of repose in caves. *Cave Notes*, 5, 6, 41–48.
- LANGE, A. 1964. Planar domes in solution caves. *Cave Notes*, 6, 3, 20–23.

- LAURITZEN, S. E. – LUNDBERG, J. 2000. Solutional and erosional morphology. In Klimchouk, A. B. – Ford, D. C. – Palmer, A. N. – Dreybrodt, W. (Eds.): *Speleogenesis. Evolution of Karst Aquifers*. National Speleological Society, Huntsville, Alabama, U. S. A., 408–426.
- LISMONDE, B. 2000. Corrosion des cupoles de plafond par les fluctuations de pression de l'air emprisonné. *Karstologia*, 35, 39–46.
- LISMONDE, B. 2003. Limestone wall retreat in a ceiling cupola controlled by hydrothermal degassing with wall condensation. *Speleogenesis and Evolution of Karst Aquifer*, 1, 4 (www.speleogenesis.info).
- LUNDBERG, J. – MCFARLANE, D. A. 2009. Bats and bell holes: The microclimatic impact of bat roosting, using a case study from Runaway Bay Caves, Jamaica. *Geomorphology*, 106, 1–2, 78–85.
- MUCKE, B. – VÖLKER, R. – WADEWITZ, S. 1983. Cupola formation in occasionally inundated cave roofs. *Evropejska regionalna konferencia po speleologiji*, *Sbornik ot materiali*, 2, Sofia, 129–132.
- MYLROIE, J. E. – CAREW, J. L. 1990. The flank margin model for dissolution cave development in carbonate platforms. *Earth Surface Processes and Landforms*, 15, 5, 413–424.
- MYLROIE, J. E. – CAREW, J. L. – MOORE, A. I. 1995. Blue holes: Definition and genesis. *Carbonates and Evaporites*, 10, 2, 225–233.
- MYLROIE, J. E. – PANUSKA, B. C. – CAREW, J. L. – FRANK, E. F. – TAGGART, B. E. – TROESTER, J. W. – CARRASQUILLO, R. 1995. Development of flank margin caves on San Salvador Island, Bahamas and Isla de Mona, Puerto Rico. In Boardman, M. (Ed.): *Proceedings of the 7th Symposium on the Geology of the Bahamas*. Bahamian Field Station, San Salvador, Bahamas, 49–81.
- NICOD, J. 1974. Les régions karstiques de Slovaquie et de Hongrie septentrionale. *Bulletin de la Société de Géographie de Marseille*, 82, Nouvelle Série 12 (1973–1974), 11–25.
- OSBORNE, R. A. L. 2001. Non-Meteoritic Speleogenesis: Evidence from Eastern Australia. *Proceedings of the 13th International Congress of Speleology* (15 – 22 July 2001, Brasília, Brazil), volume 1, 109–114.
- OSBORNE, A. 2004. The troubles with cupolas. *Acta Carsologica*, 33, 2, 9–36.
- OSBORNE, A. 2005. Looking back with cupolas. *Proceedings of the 14th International Congress of Speleology* (21 – 28 August 2005, Athens, Kalamos, Hellas), volume 1, 197.
- OSBORNE, R. A. L. 2007. Cathedral Cave, Wellington Caves, New South Wales, Australia. A multiphase, non-fluvial cave. *Earth Surface Processes and Landforms*, 32, 14, 2075–2103.
- OSBORNE, R. A. L. 2009. Hypogene caves in deformed (fold belt) strata: observations from Eastern Australia and Central Europe. In Klimchouk, A. B. – Ford, D. C. (Eds.): *Hypogene Speleogenesis and Karst Hydrogeology of Artesian Basins*. Ukrainian Institute of Speleology and Karstology, Special Paper, 1, Simferopol, 33–43.
- QUINIF, Y. 1973. Contribution à l'étude morphologique des coupoles. *Annales de spéléologie*, 28/4, 565–573.
- PALMER, A. N. 1991. Origin and morphology of limestone caves. *Geological Society of America Bulletin*, 103, 1, 1–21.
- PALMER, A. N. 2007. Cave Geology. *Cave Books*, Dayton, Ohio, 454 s.
- RADVANEČ, M. – BAJTOŠ, P. – NÉMETH, Z. – KODÉRA, P. – PROCHÁSKA, W. – RODA, Š. – TRÉGER, M. – BALÁŽ, P. – GREČULA, P. – CICMANOVÁ, S. – KRÁČ, J. – ŽÁK, K. 2010. Magnesite and talc in Slovakia – genetic and geoenvironmental model. *Štátny geologický ústav Dionýza Štúra*, Bratislava, 189 s.
- RENAULT, Ph. 1968. Contribution à l'étude des action mécaniques et sédimentologiques dans la spéléogénèse. *Annales de spéléologie*, 23/3, 529–596.
- RICE-SNOW, S. – WICKS, C. M. – TARHULE-LIPS, R. F. A. 1997. Detailed wall morphology of an interior flank margin cave room, Isla de Mona, Puerto Rico. In Carew, J. L. (Ed.): *Proceedings of the 8th Symposium on the Geology of the Bahamas and other Carbonate Regions*, Bahamian Field Station, San Salvador, Bahamas, 158–165.
- RUDNICKI, J. 1978. Role of convection in shaping subterranean karst forms. *Kras i Speleologia*, 2 (11), 92–100.
- SLABE, T. 1995. Cave rocky relief and its speleogenetical significance. *Zbirka ZRC*, 10, ZRC SAZU, Ljubljana, 128 p.
- SZUNYOGH, G. 1990. Theoretical investigation of the development of spheroidal niches of thermal water origin – Second approximation. *Proceedings, 10th International Congress of Speleology*, Budapest, 766–768.
- ŠMÍDA, B. 2010. Geomorfológia a genéza Plaveckého krasu ako modelového územia tzv. kontaktného krasu Západných Karpát s nižšou energiou reliéftvorby. *Dizertačná práca*, *Prírodovedecká fakulta UK*, Bratislava, 221 s.
- TARHULE-LIPPS, R. F. A. – FORD, D. C. 1998. Morphometric studies of bell hole development on Cayman Brac. *Cave and Karst Science*, 25, 3, 19–30.
- TYC, A. 2009. Hypogenic ascending speleogenesis in the Krakow-Częstochowa Upland (Poland) – evidence in cave morphology and surface relief. In Klimchouk, A. B. – Ford, D. C. (Eds.): *Hypogene Speleogenesis and Karst Hydrogeology of Artesian Basins*. Ukrainian Institute of Speleology and Karstology, Special Paper, 1, Simferopol, 201–208.
- VERESS, M. – PÉNTÉK, K. – HORVÁTH, T. 1992. Evolution of corrosion caverns: Ördök-lik Cave, Bakony, Hungary. *Cave Science*, 19, 2, 41–50.
- WILFORD, C. E. 1966. „Bell Holes“ in Sarawak Caves. *Bulletin of the National Speleological Society*, 28, 4, 179–182.

SOLUTION CUPOLAS IN CAVES, THEIR MORPHOGENETIC FEATURES AND TYPOLOGY – EXAMPLES FROM SELECTED CAVES IN SLOVAKIA

SUMMARY

Studied cupolas as dome-shaped solution cavities belong to obvious and significant forms of cave rocky relief (speleogens). They are very important morphological indicators mainly of hypogenic caves and other caves originated by ascending waters. Cupolas occur also in flank-margin caves, smaller cupolas are visible also in some caves of fluvial origin at the top of phreatic loops and at the confluence of streams under phreatic conditions with water turbulence. According to Osborne (2005) cupolas in some stream caves may be relics from earlier periods of non-meteoritic speleogenesis.

The definition of cave cupolas is not united, but still discussed. Comparing their morphology and morphometry with ceiling pockets, cupolas are larger cavities deepened into cave ceiling, more than 1.5 m in diameter (an overview of definition is given by Osborne, 2004). Many cupolas do not follow visible fractures, but some cupolas are controlled by joints or bedding-planes of karstified rocks. Some cupolas, mainly shallow, are deepened through beds by upward water convection or turbulence (non-fractured beds perforated by cupolas).

From a morphological point of view Osborne (2004) distinguished elliptical cupolas, cathedrals, hemispherical cupolas, conical cupolas, and spherical niches. Based on a definition of geometric shapes and additional field observations this basic classification can be partially upgraded: ellipsoidal cupolas (ellipsoidal cupolas elongated upward, ellipsoidal cupolas elongated laterally = cathedrals), spherical (globoid) cupolas (mostly closed spherical cupolas, hemispherical cupolas, mostly opened spherical cupolas, shallow spherical cupolas), conical cupolas elongated upward or laterally, and cupola-shaped chambers or halls with wall and ceiling spherical niches. Sporadically half ellipsoidal cupola-shaped cavities are visible on steep cave walls. A measure of elongation upward or laterally is counted based on ratio between the lengths of cupola main axes (analogous to the measurement of shallow and deep wall pockets by Rice-Snow et al., 1997). Many cupolas are dissected by smaller semispherical cavities, ceiling pockets, blind chimneys or ceiling outlets. According to the axis angle of upward development and deepening into bedrock, mainly controlled by structural-tectonic discontinuities, cupolas have vertical and inclined character. Independent single, independent dissected and composed dissected cupolas are distinguished based on a complexity of their morphology (referring to the typology of ceiling pockets by Slabe, 1995). During younger evolution phases some cupolas were partially remodeled by seepage meteoric waters or flood waters (so-called renovated cupolas after Osborne, 2009).

Cupolas, as morphological evidences of cave evolution, occur also in several caves in Slovakia (e.g. Belianska Cave, Harmanecká Cave, Dúpnica Cave, Zápoľná Cave, Ochtinská Aragonite Cave, Jasovská Cave). The older opinions on their genesis are rethought based on new observations of cupolas supported by mineralogical and sedimentological analyses and dating of cave deposits (see Bella et al., 2011). In some caves, cupolas are associated with other solution speleogens, mostly in morphostratigraphical relations. In the Ochtinská Aragonite Cave cupolas are truncated by younger flat solution ceilings (Bella, 1998, 2004). Lateral notches around cupolas in the lower part of Jasovská Cave are associated with phases of water table stagnation (Bella and Urata, 2002). Lower parts of some cupolas and cupola-shaped chambers in the Belianska Cave are sculptured by smooth solution facets (planes of repose in sense of Lange, 1963) (Bella and Osborne, 2008).

AKTUÁLNY STAV JASKÝŇ SVETOVÉHO DEDIČSTVA NA SLOVENSKU

Ladislav Ambróš – Ľudovít Gaál

Jaskyne Slovenského a Aggteleškého krasu boli v roku 1995 zapísané do zoznamu svetového kultúrneho a prírodného dedičstva UNESCO na základe bilaterálneho nominačného slovensko-maďarského projektu, ktorý odsúhlasil Výbor pre svetové dedičstvo v dňoch 4. – 9. 12. 1995 v Berlíne ako výnimočný príklad stále trvajúcich geologických procesov a významných geomorfologických javov. V roku 2000 sa tento projekt rozšíril o Dobšinskú ľadovú jaskyňu s geneticky súvisiacou Stratenskou jaskyňou, čo schválili na zasadnutí Výboru pre svetové dedičstvo v Cairns v dňoch 27. 11. – 2. 12. 2000. Reprezentatívnosť a výnimočnosť podzemných foriem Slovenského a Aggteleškého krasu spočíva najmä v genetickej a morfolologickej rozmanitosti jaskýň, variabilite sintrovej výplne, výnimočnej hustote reprezentatívnych typov jaskýň mierneho klimatického pásma a vo výskyte vzácných podzemných živočíchov i archeologických nálezov.

MALÁ ZMENA HRANÍC

Tzv. malú zmenu hraníc (minor boundary modification) navrhla maďarská i slovenská strana v roku 2008 a čitateľov Aragonitu sme o nej informovali v tom istom roku v čísle 13/1 (str. 35) nášho časopisu. Na slovenskej strane sa navrhla redukcia nárazníkovej zóny Dobšinskej ľadovej jaskyne a spresnenie plochy jadrovej i nárazníkovej zóny Slovenského krasu po prekatégorizovaní územia na národný park. Pôvodne vyhlásená nárazníková zóna (buffer zone) bola totiž totožná s hranicou národného parku Slovenský raj, ktorá však bola zbytočne veľká pre Dobšinskú ľadovú a Stratenskú jaskyňu. Zmenšenie nárazníkovej zóny sa navrhlo na hranice súčasnej národnej prírodnej rezervácie Stratená, ktorá spĺňa aj funkciu ochranného pásma oboch jaskýň. Tento návrh však na zasadnutí Centra svetového dedičstva neprešiel s odôvodnením, že ide o veľkú plošnú zmenu, ktorá je nad rámec malej zmeny hraníc. Schválený bol len návrh maďarskej časti svetového dedičstva na spresnenie hraníc v oblasti Rudabaňského pohoria.

RETROSPEKTÍVNE HLÁSENIE

Na začiatku roka 2013 na požiadanie sekretariátu Centra svetového dedičstva UNESCO sme sa spolu s maďarskou stranou vyjadrovali k zmenám, ktoré do spoločného Retrospektívneho hlásenia výnimočných hodnôt jaskýň Aggteleškého a Slovenského krasu z roku 2012 navrhlo IUCN. Hlásenie pozostávalo z krátkej syntézy, stavu integrity (neporušenosti) územia a z požiadaviek ochrany a manažmentu. K hláseniu sa priložila aj aktuálna mapa územia, keďže návrh zmeny hraníc v roku 2008 nebol akceptovaný, ale



Gombasecká jaskyňa. Foto: P. Staník

územie prešlo určitými zmenami oproti stavu v roku 1995. V tomto hlásení sa definovalo územie svetového dedičstva na slovenskej strane takto:

- v oblasti Slovenského krasu: jadrovú zónu svetového dedičstva tvorí územie národného parku Slovenský kras (vyhlásený v roku 2002) a hranice nárazníkovej zóny sú totožné s hranicami ochranného pásma národného parku,
- v oblasti Ochtinskej aragonitovej jaskyne: jadrom je sama jaskyňa a nárazníkovou zónou je jej ochranné pásmo vyhlásené v roku 2009,
- v oblasti Dobšinskej ľadovej jaskyne: jadrovou zónou je národná prírodná rezervácia Stratená a nárazníkovú zónu tvorí celé územie národného parku Slovenský raj.

PERIODICKÉ SPRÁVY

29. generálna konferencia UNESCO v roku 1997 rozhodla o povinnosti predkladať pravidelné správy o stave uplatňovania Dohovoru o svetovom dedičstve (sekcia I) a o stave starostlivosti o zachovanie objektov svetového dedičstva (sekcia II). Výročné správy pripravené zmluvnými stranami (Slovensko pristúpilo k podpísaniu zmluvy o svetovom dedičstve v roku 1993) slúžia na nasledujúce ciele:

- posúdiť uplatňovanie Dohovoru o svetovom dedičstve zmluvnou stranou,
- posúdiť stav starostlivosti o zachovanie lokalít svetového dedičstva spravovaných zmluvnou stranou,
- pomôcť pri sústredení budúcich aktivít a fondov Výboru, ako aj zmluvnej strany,
- posilniť subregionálnu a regionálnu spoluprácu medzi zmluvnými stranami.

Správy preto majú obsahovať identifikáciu lokality, informácie o stave ochrany lokality a starostlivosti, o jej prezentácii, stave služieb, o vedeckých štúdiách a výskumoch, finančných zdrojoch, vzdelávaní, medzinárodnej spolupráci, informovanosti verejnosti, budo-

vaní povedomia a vzdelávania a nakoniec sumarizujúci záver a navrhované odporúčania. Keďže jednotlivé správy sa vypracúvajú v desaťročných intervaloch (prvá periodická správa za jaskyne Slovenského a Aggteleškého krasu sa predkladala v roku 2004), tak druhá správa, spracovávaná v tomto roku, sa bude predkladať v roku 2014.

ZÁVER

V súčasnosti sa eviduje celkovo 1147 jaskýň svetového dedičstva na Slovensku (na území Slovenského krasu 1144 + Ochtinská aragonitová jaskyňa, Dobšinská ľadová jaskyňa a Stratenská jaskyňa). Najvýznamnejšie z nich sú označené znakom svetového dedičstva (Domica, Diviacia priepasť, Silická ľadnica, Gombasecká jaskyňa, Hrušovská jaskyňa, Jasovská jaskyňa, Krásnohorská jaskyňa, Ochtinská aragonitová jaskyňa, Obrovská priepasť, Skalitý potok, Kunia priepasť, Snežná diera, Zvonivá jama a Dobšinská ľadová jaskyňa). Podľa retrospektívneho hlásenia je celková plocha jadrovej zóny svetového dedičstva spolu s maďarským územím 56,651 ha s nárazníkovou zónou 86,797 ha.

Na slovenskom území sa v súčasnosti dá konštatovať vyhovujúci stav zachovanosti tejto lokality svetového dedičstva. Na veľmi dobrej úrovni prebiehajú výskumné a monitorovacie práce najvýznamnejších objektov, ktoré sú súčasťou slovenskej časti lokality (nepretržitý hydrologický a mikroklimatický monitoring v Domici, Jasovskej jaskyni, Gombaseckej jaskyni, Dobšinskej ľadovej jaskyni, fakultatívne výskumné a monitorovacie práce v ďalších jaskyniach), ako aj vedeckovýskumné a populárne propagačné aktivity (výstavy, vydávanie literatúry, letákov, prednášky). Menej vyhovujúca je reklamná činnosť na jaskyne svetového dedičstva a od roku 2008 výrazne poklesla úroveň praktickej starostlivosti o jaskyne Slovenského krasu (uzatváranie vchodov, starostlivosť o uzávery, čistenie jaskýň) vrátane organizácie strážnej služby. Dôvodom je podfinancovanie štátnej ochrany prírody a viaceré nevhodné administratívne opatrenia. V súčasnosti starostlivosť o jaskyne svetového dedičstva nie je podporovaná ani národnou legislatívou (v minulosti podľa uznesenia Vlády SR č. 509/1996 týkajúceho sa Programu podpory a koncepcie rozvoja lokalít, ktoré sú zapísané v zozname svetového a kultúrneho dedičstva UNESCO sa vypracoval program opatrení na ochranu slovenskej časti lokality svetového prírodného dedičstva – jaskýň Slovenského a Aggteleškého krasu, ktorý sa však skončil v roku 2001). Žiadalo by sa preto tento stav prehodnotiť s cieľom vytvoriť optimálne podmienky na starostlivosť o tieto výnimočné jaskyne, ktoré sú slovenským príspevkom do svetového prírodného dedičstva.

PRAKTICKÁ STAROSTLIVOSŤ O JASKYNE NA SLOVENSKU V ROKU 2012

Igor Balciar – Pavol Staník

Starostlivosť o jaskyne v roku 2012 z dôvodu nedostatku finančných prostriedkov pozostávala z väčšej časti len z práce vykonávanej v kancelárii. V priebehu roka sme v spolupráci s členmi speleologickej strážnej služby pripravovali projekt s názvom „Realizácia programov záchrany a starostlivosti o vybrané jaskyne“, ktorý má byť financovaný z fondov Európskej únie. Jeho súčasťou boli programy záchrany pre jaskyne, ktoré je potrebné uzavrieť, ich uzávery zrekonštruovať alebo vyčistiť ich priestory. Bolo vypracovaných 48 programov záchrany a každý z nich musel prejsť schválením na príslušnom krajskom úrade životného prostredia. Následne boli vyhotovené rozpočty a nákresy jednotlivých uzáverov s podrobnejším opisom predpokladaných prác. Realizácia prác v pripravovanom projekte sa očakáva v roku 2013 a trvať by mal do polovice roku 2015. Súčasťou projektu je tiež monitoring jaskýň, priepastí a krasových javov, v ktorom budú členovia stráže prírody sledovať jednotlivé lokality, hlásiť pracovníkom Správy slovenských jaskýň jednotlivé zmeny, prípadne negatívne javy.

V roku 2012 sa realizoval nový uzáver Jaskyne vo dvorane č. 2 v blízkosti Dolných Vesteníc. Ide o novoobjavenú jaskyňu s nepoškodenou sintrovou výzdobou. Ďalej sa riešili aj dva prípady poškodenia uzáverov. Neznámi páchatelia vylomili uzáver na Otcovej jaskyni v Strážovských vrchoch. Jaskyňa je hodnotná predovšetkým pre svoju excentrickú výzdobu a podzemné jazero. Našťastie k poškodeniu sintrových foriem nedošlo. V spolupráci s Jaskyniarskym klubom Strážovské vrchy sme zabezpečili jej opätovné uzavretie. Druhý prí-



Poškodený uzáver v jaskyni Dupná diera. Foto: D. Čongrády

pad sa stal v blízkosti obce Slatinka nad Bebravou, kde bol vylomný a poškodený uzáver v jaskyni Dupná diera. Jaskyňa je významnou archeologickou lokalitou. Uzáver opravili jaskyniari z Trenčína.

Stráž prírody sa v uplynulom roku starala o údržbu a zabezpečenie funkčnosti jestvujúcich uzáverov, čistenie jaskýň od komunálneho odpadu a tiež od uhynutej zveri. Súčasťou ich práce bolo aj vystrojenie niekoľkých priepastí na účely monitoringu počtov a druhovej skladby netopierov, ktorý realizovali v spolupráci s pracovníkmi Štátnej ochrany prírody a Spoločnosti pre ochranu netopierov. V Slovenskom krase pomáhali tiež pri hydrochemickom prieskume Silickej ľadnice. Spolu odovzdali 247 hlásení stráže prírody. Medzi najzávažnejšie prípady patrili: znečistenie horného vchodu do Liskovskej jaskyne (riešené v spolupráci so starostom obce Martinček),

vylomenie uzáveru na Modrovskej jaskyni (jaskyňa je v súčasnosti provizórne uzavretá, nový uzáver sa rieši cez vyššie spomínané programy záchrany), poškodenie starého uzáveru Suchej jaskyne 1 vo Veľkej Fatre (jaskyňa je našťastie chránená ešte novým bezpečným uzáverom). Takisto nám bolo hlásené vylomenie uzáveru na Malej Stanišovskej jaskyni, ktorá je sprístupnenou jaskyňou; jeho opravu zabezpečili prevádzkovatelia jaskyne. V spolupráci s jaskynnými strážcami z Belianskych Tatier sme znovu osadili informačnú tabuľu (pôvodnú zničili vandali) pri Elektrárenskej jaskyni, ktorá je verejnosti voľne prístupnou jaskyňou. Vo Valaskej bolo nahlásené znečistenie Hlbokej jaskyne. Členovia stráže prírody ju čiastočne vyčistili, uzavretie a kompletne dočistenie jaskyne bude riešené cez programy záchrany.

Na jar bola v lome Žibrica v Nitrianskom kraji pri prácach v lome objavená nová priepasť. Významnú úlohu pri nahlásení tejto skutočnosti, dokumentácii jaskyne a následných rokovaníach s majiteľmi lomu zohral strážca Miloslav Lisý. Takisto na podnet stráže sa riešili problémy okolo nelegálneho kopania v jaskyniach Malých Karpát. Hlásených problémov praktickej starostlivosti o jaskyne však bolo omnoho viac, no bohužiaľ nedostatok finančných prostriedkov neumožnil ich uspokojivé riešenie. Hlavnou brzdou konštruktívnej práce bolo zrušenie zmluvného vzťahu so speleologickou strážnou službou v rámci reštrikčných finančných opatrení v roku 2009. Táto dôležitá činnosť pri ochrane krasu funguje odvtedy len na dobrých kamarátskych vzťahoch medzi koordinátormi a strážcami. Bez lásky, citu k jaskyniam a entuziazmu by speleologická strážna služba už zanikla.

BILATERÁLNY SLOVENSKO-SLOVINSKÝ VEDECKÝ PROJEKT ZAMERANÝ NA MORFOLÓGIU A GENÉZU JASKÝŇ

Pavel Bella

Na základe medzivládnych dohôd Agentúra na podporu výskumu a vývoja (APVV) v rámci grantových schém každoročne vyhlasuje bilaterálne výzvy na projekty podporujúce spoluprácu medzi organizáciami v Slovenskej republike a v zahraničí. V rokoch 2011 – 2012 ŠOP SR, Správa slovenských jaskýň s partnerským Inštitútom pre výskum krasu v Postojnej (Slovinsko) riešila bilaterálny projekt APVV č. SK-SI-0006-10 „Tvary krasových

jaskýň a speleogenéza“. Jeho hlavným cieľom bolo zintenzívnenie a rozšírenie vzájomnej spolupráce pri geovednom výskume krasu a jaskýň.

Počas realizácie tohto projektu sa uskutočnili štyri výmenné pracovné cesty zamerané na geologický a geomorfologický výskum jaskýň a ich ochranu. Ich poslaním bola výmena poznatkov a praktických skúseností pri geologickom a geomorfologickom výskume

jaskýň kontaktného alogénneho krasu, hypogénnych jaskýň a jaskýň vytváraných vodami vystupujúcimi pozdĺž okrajových zlomov spojená s terénnym pozorovaním, dokumentáciou skúmaných javov, odberom vzoriek hornín na detailnejšie skúmanie i náčrtom možností ďalšieho výskumu. Počas presunu po jednotlivých krasových územiach sa miestami pozornosť upriamila aj na niektoré povrchové krasové formy (najmä škrapy, slepé doliny, polja).

HISTORIE ZAKLETÁ V KUPĚ NETOPÝŘÍHO GUÁNA (VZDĚLÁVACÍ PŘÍRODOVĚDNÝ FILM)

Václav Křišťufek

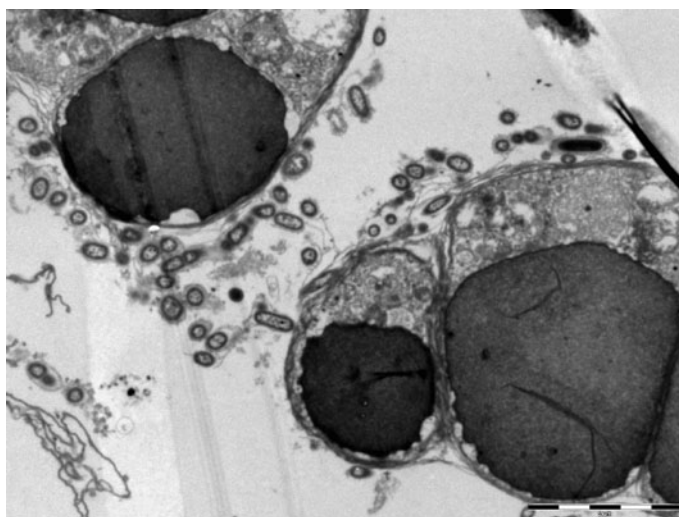
Beru do rukou scénář k filmu o výzkumu kupy netopýřího guána v jeskyni Domica (Slovenský kras) a připomínám si, jak jsme jej v loňském roce vytvářeli. Do řádků textu si současně promítám těch osmnáct minut filmu. Vše je stále hodně živé.

Úvod scénáře charakterizuje, o co nám ve filmu půjde: „...klid, zvuky netopýřů. Čas od času kápne voda. Krásné, bizarní detaily – klíčový princip filmu a způsob, jak ukázat kontrast hlubinného času (jeskyně) s normální lidskou, rostlinnou a netopýří životní expektancí. Budeme ukazovat jeskyni, jak vypadá bez nás a s námi, ať toho dosáhneme už při natáčení, nebo postprodukci. Každopádně si musíme být vědomi toho, že hlavními hrdiny filmu nejsme tak úplně „my v laboratoři“, ale 1) kupa guána – studenti po tomhle filmu musejí přesně vědět nejen, co je guáno, ale i jak vzniká, 2) jeskyně Domica a Slovenský kras jako takový – znovu: studenti musí vědět, že to je taková „naše Altamira“, 3) dále musí studenti pochopit význam a kouzlo radio-karbonové analýzy a analýzy izotopů a další informace. Zkrátka – náš film je o „konstrukci a dekonstrukci kupy guána“. Na konstrukci participují unikátní podmínky jeskyně v unikátním komplexu, který tvoří klima, živočišné a rostliny. V „dekonstrukční“ části přicházejí ke slovu hrdinové z laboratoří – jejich analytické metody. V tomto dokumentu se tedy vydáme po stopách jednoho mimořádného víceoborového vědeckého výzkumu v jeskyni Domica ve Slovenském krasu...“.

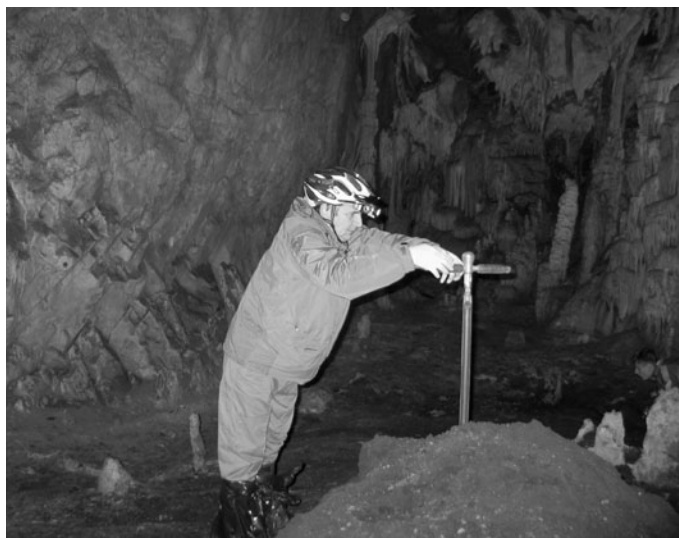
Z idylky čtení mě však vytrhává vzpomínka na začátek července 2012. Nastala totiž „dekonstrukční“ fáze na nepravém místě a v nepravý čas. Osud zasáhl. Při cestě na koordinační schůzku aktérů filmu do Českých Budějovic se auto s pražskou produkční, režisérkou a kameramanem čelně střetlo u Protivína s protijedoucím vozidlem, jehož řidič měl pravděpodobně mikropáněk. Ten večer jsem trávil v českobudějovické nemocnici jejich identifikací na odděleních intenzivní péče. Dodnes jsou někteří účastníci autohavárie v léčení. Tak takhle to všechno začalo. Velkým třeskem.

Jeskyně Domica se právem pyšní sedmi divy, jako je sintrový štít, kulovité stalaktity,

zasintrovaná hliněná nádoba, pravěká kresba, kolonie netopýřů, sintrové hráze a podzemní plavba. Na několika místech jeskyně pak najdeme velké kupy netopýřího guána. Co všechno lze vyčíst z těchto hromad netopýřího trusu? Jako se vytváří puzzle, tak film skládá do sebe jednotlivé dílky zajímavého obrazu. Tisíc let stará kupa guána v Palmovém háji vypráví nejen o životě netopýřů, drobného hmyzu a rostlin, které se v okolí jeskyně vyskytují



TEM fotografie pylových zrn uchovaných v kupě netopýřího guána v jeskyni Domica (Slovenský kras). Pylová analýza guána přispěla k rekonstrukci vegetace okolí jeskyně ve vzdáleném a blízkém čase. Foto: V. Křišťufek



Odběr vzorku trusu z tisíc let staré kupy netopýřího guána (Palmový háj, jeskyně Domica, Slovenský kras) byl proveden sondou o průměru pět centimetrů z profílu 0 – 105 cm. Foto: J. Mulec

nebo se vyskytovaly před staletími, ale i o činnosti člověka v okolí jeskyně. Film představuje jeskyni, propojení člověka s nadzemními a podzemními ekosystémy a také práci vědců, kteří odhalují skrytá tajemství bezesporu osmému divu této jeskyně.

Použité metody umožnily odhalit ve vzorcích guána potravní strategii netopýřů (chiropterologie, elektronová mikroskopie), dále rekonstruovat vegetaci ve vzdáleném nebo blízkém čase (pylová analýza), určit stáří kupy guána (radiouhlíková analýza), odhadnout klimatické změny v krajině (stabilní izotopy), zjistit přítomnost a aktivitu mikroorganismů a bezobratlých živočichů (metody mikrobiologie, zoologie, enzymologie, potravní ekologie) a stanovit obsahy těžkých kovů v guánu (chemická analýza). Pro bioarcheologii je pak kupa guána přírodním archivem, který umožňuje nahlédnout do značných detailů stavu okolní krajiny, vlivu člověka a způsobu hospodaření v krajině. Díky tomuto archivu času víme např., že krajina kolem jeskyně Domica byla v 10. století intenzivně zemědělsky využívána, nebyla využívána jenom pro pastvu a nebyla opuštěná.

Na přípravě filmu se podílelo 22 vědeckých a technických pracovníků z devíti výzkumných, vysokoškolských a resortních pracovišť z České republiky a Slovenské republiky. Návštěva vzácných míst se uskutečnila se souhlasem Štátnej ochrany prírody Slovenskej republiky, Správy Národného parku Slovenský kras v Brzotíně a Správy slovenských jaskýň v Liptovském Mikuláši.

Film „Historie zakletá v kupě netopýřího guána“, který bude uveden na 9. konferenci „Výskum, využívanie a ochrana jaskýň“ (23. – 26. 9. 2013) v Liptovskej Sielnici, vznikl s finanční podporou projektu „Věda pro veřejnost – cesta k udržitelnému rozvoji“, reg. č. CZ.1.07/2.3.00/35.0002 a byl spolufinancován z Evropského sociálního fondu a státního rozpočtu České republiky. Cílem projektu je seznámit cílovou skupinu (především SŠ a VŠ studenti, pedagogy biologických oborů, VaV pracovníky, veřejnost se zájmem o vědu) se všemi vědními obory, kterými se vědečtí pracovníci na Biologickém centru AV ČR, v. v. i., v Českých Budějovicích (BC) zabývají. Díky projektu bude natočeno celkem

12 krátkých (10 – 20 min.) odborných, tematicky zaměřených filmů, které mají mít povahu doplňkového výukového materiálu. Filmy jsou postupně zpřístupňovány na webových stránkách BC (<http://www.youtube.com/user/BiologickeCentrum>).

Návštevnosť sprístupnených jaskýň v roku 2012

Jaskyne v prevádzke Správy slovenských jaskýň	Mesiac												SPOLU
	Január	Február	Marec	Apríl	Máj	Jún	Júl	August	September	Október	November	December	
Belianska jaskyňa	2 194	2 314	1 960	3 546	8 862	11 493	22 261	26 648	10 241	4 921	1 103	862	96 405
Bystrianska jaskyňa	254	394	464	800	1 740	2 914	4 772	5 308	1 379	898	0	0	18 923
Demänovská jaskyňa slobody	3 513	3 157	2 998	4 382	8 596	11 605	22 018	26 222	8 380	5 324	1 559	840	98 594
Demänovská ľadová jaskyňa	0	0	0	0	2 593	8 024	23 071	28 990	7 790	0	0	0	70 468
Dobšinská ľadová jaskyňa	0	0	0	0	2 692	8 540	18 718	22 180	6 326	0	0	0	58 456
Domica	0	119	514	775	2 024	2 899	4 156	4 559	1 282	972	358	204	17 862
Driny	0	0	0	1 376	3 426	7 815	7 868	9 197	2 165	1 340	0	0	33 187
Gombasecká jaskyňa	0	0	0	458	780	1 589	2 074	2 462	531	362	0	0	8 256
Harmanecká jaskyňa	0	0	0	0	1 165	3 160	5 374	6 442	1 507	1 422	0	0	19 070
Jasovská jaskyňa	0	0	0	667	1 607	2 828	3 755	3 908	1 126	960	0	0	14 851
Ochtinská aragonitová jaskyňa	0	0	0	1 147	2 049	4 590	5 407	6 168	1 685	1 041	0	0	22 087
Važecká jaskyňa	0	243	282	617	1 569	2 216	3 390	4 253	1 348	770	540	0	15 228
SPOLU	5 961	6 227	6 218	13 768	37 103	67 673	122 864	146 337	43 760	18 010	3 560	1 906	473 387

Jaskyne v nájme od Správy slovenských jaskýň	Mesiac												SPOLU
	Január	Február	Marec	Apríl	Máj	Jún	Júl	August	September	Október	November	December	
Bojnická hradná jaskyňa	2 079	1 907	3 353	14 755	21 034	29 724	25 774	27 936	9 769	5 947	3 040	3 350	148 668
Jaskyňa mŕtvych netopierov	0	0	48	71	209	252	718	1 082	325	111	92	46	2 954
Krásnohorská jaskyňa	0	0	0	179	289	215	639	777	240	97	100	0	2 536
Malá Stanišovská jaskyňa	288	389	380	592	819	771	1 830	2 347	716	414	0	351	8 897
Morské oko	45	13	51	19	25	4	0	0	5	29	33	27	251
Zlá diera	0	0	0	172	465	429	521	501	125	114	48	0	2 375
SPOLU	2 412	2 309	3 832	15 788	22 841	31 395	29 482	32 643	11 180	6 712	3 313	3 774	165 681

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

Ľubica Nudzíková, Igor Balciar

Aktivity environmentálnej výchovy v roku 2012

Správa slovenských jaskýň každoročne plní viaceré požiadavky škôl a miestnych komunít na usporiadanie prednášok, premietaní alebo terénnych ukážok. Najviac takýchto aktivít sa uskutočňuje pri príležitosti významných environmentálnych dní.

V roku 2012 sme sa ku Dňu Zeme (22. apríla) zapojili do čistenia turistickej trasy Gombasek – Silica v ochrannom pásme Gombaseckej jaskyne, ktoré zorganizoval Mikrорегион Domica pod záštitou Obvodného úradu životného prostredia v Rožňave. V rámci tohto podujatia sa uskutočnili aj prednášky s prezentáciou o ochrane krasu a jaskýň v základnej škole v Rožňave a v gymnáziu v Tornaľi.

Dňa 19. mája 2012 sa v areáli Filákovského hradu uskutočnilo najväčšie environmentálne podujatie roka – Deň biodiverzity. Podujatie bolo starostlivo pripravené na niekoľkých prípravných rokoch a nakoniec na Filákovskom hrade sa zišlo niekoľko stoviek záujemcov, aby sa oboznámili s princípmi ochrany prírody, so zásadami správania sa v prírode a s každodennou prácou ochranárov. V krásnom slnečnom počasí mal príhovor RNDr. Jozef Klinda, zástupca Ministerstva životného prostredia SR, RNDr. Ján Zuskin, vtedajší riaditeľ Štátnej ochrany prírody SR, JUDr. Jaromír Kaličiak, primátor mesta Filákov a RNDr. Katarína Gaálová, riaditeľka CHKO Cerová vrchovina, ktorá podujatie oficiálne otvorila. Počas celého podujatia vystupovali folklórne súbory a žiaci miestnych škôl,



Deň biodiverzity vo Filákovke, I. Balciar pri demonštrácii lezenia po lane. Foto: L. Gaál

podával sa guláš a miestne špeciality. Návštevníci sa s metodikou ochrany prírody oboznamovali v jednotlivých stánkoch. Samostatné stánky mali pracovníci Obvodného úradu životného prostredia, Správy NP Muránska planina, Správy CHKO Cerová vrchovina, Správy CHKO Štiavnické vrchy, Slovenskej agentúry životného prostredia, Hvezdárne Rimavská Sobota, Novohradského geoparku, miestnej skautskej organizácie a Správy slovenských jaskýň (SSJ). Oddelenie starostlivosti o jaskyne SSJ predstavilo na tomto podujatí sprístupnené jaskyne, nekrasové jaskyne v okolí Filákov, ako aj ukážku lezenia po lane, ktorému sa tešila najmä mládež.

K Medzinárodnému dňu životného prostredia (5. júna) sme na požiadanie miestnych samospráv a škôl usporiadali prednášku

s prezentáciou o ochrane krasu a jaskýň vo Vyšných Valiciach a pre školskú mládež v rekreačnom areáli Kurinec pri Rimavskej Sobote.

Dňa 15. júna 2012 sa v maďarskom Bódvaszilasi uskutočnila konferencia o národných parkoch Maďarska, kde sme spolu s P. Gruberom zo Správy NP Aggtelek predniesli prednášku o spoločnej starostlivosti o jaskyne svetového dedičstva na území Slovenského a Aggteleckého krasu.

Významným podujatím bol aj ekologický deň, usporiadaný dňa 26. októbra 2012 na základnej škole v Rožňave. Organizátori pripravili stanovišťa, na ktorých sa žiaci striedali v skupinkách a pracovníci Správy NP Slovenský kras a SSJ ich oboznamovali s prírodnými hodnotami tohto národného parku a spôsobmi ich ochrany. Igor Balciar im okrem filmov o jaskyniach a o práci členov speleologickej strážnej služby pripravil aj ukážku techniky na zdolávanie vertikálnych jaskýň.

Podobný charakter mal aj regionálny deň, usporiadaný v Gymnáziu v Rimavskej Sobote dňa 13. novembra 2012. Študentov gymnázia sme v rámci prírodných hodnôt Gemera oboznamovali s najvýznamnejšími jaskyňami regiónu a so spôsobom ich ochrany.

Ľudovít Gaál

ABSTRAKTY / ABSTRACTS

9. VEDECKÁ KONFERENCIA „VÝSKUM, VYUŽÍVANIE A OCHRANA JASKÝŇ“ 9th SCIENTIFIC CONFERENCE “RESEARCH, USE AND PROTECTION OF CAVES” Liptovská Sielnica 23. – 26. 9. 2013

GEOLÓGIA A PALEONTOLOGIA

HYDROTERMÁLNA SPELEOGENÉZA V ZÁPADNÝCH KARPATOCH A ICH PREDPOLÍ – – V ROZDIELNYCH PODMIENKACH A EPOCHÁCH GEOLOGICKÉHO VÝVOJA

Pavel Bella^{1,2} – Ľudovít Gaál¹

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

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

V Západných Karpatoch a ich predpolí sa vzhľadom zložitý geologický vývoj hydrotermálne jaskyne vytvárali vo viacerých geologických dobách a odlišných geologických podmienkach. Z geologického a hydrogeologického hľadiska vhodné podmienky na vytváranie hydrotermálnych jaskýň sa vzťahujú na: (1) hlboké okrajové zlomy na okraji Západných Karpát, (2) okraje hrastových, resp. klenbohrastových pohorí ohraničených neotektonickými zlomami, (3) výrazné zlomy v tektonicky rozlamaných štruktúrach mezozoických karbonátov zdvíhajúcich sa pohorí, (4) zlomové a intrastratálne štruktúry mezozoických karbonátov vo vnútrohorských kotlinách a medzihoľských panvách pokrytých paleogénnymi alebo neogénnymi sedimentárnymi horninami (pokryté kolektory geotermálnych vôd), (5) mezozoické karbonáty v podloží alebo blízkom okolí miocénnych stratovulkánov, (6) ložiská niektorých nerastov hydrotermálneho, resp. metasomatického pôvodu (magnezity, sekundárne kvarcity), (7) tektonicky predisponované presunové plochy pri povrchových príkrovoch.

Najstaršie hydrotermálne krasovatenie sa dáva do súvisu s počiatkovými fázami alpskeho vrásnenia, ktoré sa začalo v spodnej kriede. Hydrotermálny kras pripovrchových príkrovoch v centrálnych Západných Karpatoch sa vytváral najmä pozdĺž tektonicky predisponovaných presunových plôch so vznikom rauvakov a rauvakových brekcií (Činčura a Milovský, 2000). Ťažbou magnezitu v Revúckej vrchovine sa odkryli geodovitě i štrbinovitě jaskyne (Gaál a Ženíš, 1984; Ženíš a Gaál, 1986 a in.). Podľa Huraia et al. (2011) karpatské magnezity pravdepodobne vznikli vplyvom hydrotermálnych roztokov, ktoré spôsobili metasomatické zatlačenie karbonátov magnezitových a sideritových ložísk počas alpínskej metamorfozy pozdĺž strižných zlomov vytvorených v strednej až vrchnej kriede (v oblasti gemerika pri teplote 180 až 310 °C). Nielen neskorším účinkom vôd atmosférického pôvodu (Ženíš a Gaál, 1986), ale aj pôsobením hydrotermálnych roztokov v magnezitoch obsahujúcich FeO nastala oxidácia minerálov železa so vznikom hydroxidov železa (limonitu, geothitu), pravdepodobne s vytváraním prvotných kavern a jaskýň (Bella a Gaál, 2012).

Vznik hydrotermálnych jaskýň v Štiavnických vrchoch súvisí so zložitým vývojom a metalogenezou tamojšieho stratovulkánu, ktorý sa vo viacerých fázach vytváral od bádenu po sarmat (pozri Lexa et al., 1999; Konečný a Lexa, 2001). Jaskyne v lome Šobov pri Banskej Štiavnici predstavujú kavernózne dutiny vylúhované pri metamorfe petrogenéze sekundárnych kvarcitov (Bella et al., 2011), ktorých vznik súvisí so subvulkanickou intrúziou kremiteho dioritu v predkalderovom štádiu vývoja stratovulkánu. Kremence a argility sú alteračné prejavy vysokosulfidačného hydrotermálneho systému v súvislosti s umiestnením telesa dioritu (Lexa et al., 1999). Krasová jaskyňa prvá, južne od Sklených Teplíc, vznikla viacnásobným rozpúšťaním strednotriasových karbonátov roztokmi s teplotou 200 až 300 °C a 100 až 150 °C, pravdepodobne v pokalderovom štádiu vývoja štiavnického stratovulkánu pri vzniku žilných typov mineralizácií. Magmatické fluidá subvulkanických intrúzií vnikli do karbonátov alebo ich tesnej blízkosti, kde sa miešali s presakujúcimi vodami atmosférického pôvodu. Gaál (2008) uvažuje o hydrotermálnom vývoji jaskyne Drienka na Silickej planine v súvislosti s postvulkanickou činnosťou v sarmate alebo panóne v okolí Slovenského krasu.

Hydrotermálne kaverne integrované do jaskýň multiprocesovej genézy sa zistili v niektorých vyzdvihnutých pohoriach zahrnujúcich tektonicky rozlamané štruktúry mezozoických karbonátov. Zlomy narušujúce štruktúry karbonátov usmernili výstupné prúdenie termálnych alebo mierne ohriatych vôd. Na severnej strane Nízkych Tatier sa v koróznych geodovitých dutinách prerezaných mladšími jaskynnými chodbami (Silvošova diera, Nová stanišovská jaskyňa, Kalcitové jaskyne, Starý hrad) našli kryštály kalcitu hydrotermálne-

ho pôvodu. Tieto hydrotermálne kaverne sú pravdepodobne predpliocénne; vznikli asi v miocéne alebo dokonca počas orogénnej fázy v paleogéne (Orvošová et al., 2004; Orvošová, 2005 a in.).

Hydrotermálny kras v Budinských vrchoch (severovýchodná časť transdunajského pásma pohorí v Maďarsku, Budapešť a jej okolie), vytvorený v triasových vápencoch a dolomitoch (zrezaných paleokrasovým povrchom vrchnokriedového až stredneokriedového veku) a najmä v nadložných plytkomorských vápencoch stredno- až vrchnoekocénneho veku, je výsledkom viacerých fáz krasovatenia. Tieto krasové horniny boli v oligocéne pokryté hlbokomorskými ílmi v hrúbke do 600 m. V spodnom miocéne boli rozlamané do blokov, ktoré sa v centrálnej časti Budinských vrchov tektonicky vyzdvihli, najmä v pliocéne. Pritom sa oligocénne íly čiastočne alebo úplne oderodovali. Pozdĺž úpätia vyzdvihnutých blokov vedľajšie bloky karbonátov na strmých zlomoch poklesli do hĺbky 1000 až 3000 m a vytvorili bázu mladším sedimentárnym bazénom. Staršie malé kaverne sú výsledkom rozpúšťania karbonátov v hlbokopoloženej nízkogradientovej zóne s teplotami viac ako 90 °C. Mladšie, zväčša dvojdimenzionálne labyrintové jaskyne vznikli počas pliocénu a kvartéru v plytkých nízkoteplotných hydrotermálnych podmienkach (okolo 50 až 30 °C a menej). Infiltrované atmosférické vody prenikali do značných hĺbok a ohriate vystupovali na povrch na kontakte krasovatených karbonátov a nepriepustných hornín priliehajúcich sedimentárnym bazénom (Kovács a Müller, 1984; Müller, 1989; Takács-Bolner a Kraus, 1989; Leél-Össy a Surányi, 2003 a in.). Teplota hydrotermálneho systému sa v spojitosti s jeho vývojom postupne znižovala (Dublyanský, 1995, 2000). Hydrotermálne krasovatenie prebieha aj v súčasnosti (na úrovni a pod úrovňou hladiny Dunaja). Z hľadiska smeru cirkulácie vôd, ktorých účinkom sa vytvárajú jaskyne, Ford (1995) zaraďuje hydrotermálne jaskyne v Budinských vrchoch do skupiny *per ascensum caves*. Typickým príkladom hydrotermálnej speleogenézy vystupujúcimi vodami po zlomoch je József-hegyi-barlang. Niektoré jaskyne sa vytvorili koróziou vystupujúcich termálnych vôd miešajúcich sa so studenými presakujúcimi vodami, napr. jaskynný systém Pálvölgyi-Mátyáshegyi. Analogické podmienky na hydrotermálnu speleogenézu v dôsledku tektonického vyzdvihnutia kryh karbonátov, ich odkrytia spod nepriepustných hornín a následného vytvárania hlbokých (geotermálnych) obehov infiltrovaných atmosférických vôd boli nielen v niektorých ďalších oblastiach Maďarska, ale pravdepodobne aj v iných častiach západokarpatskej oblasti s podobným geologickým vývojom (napr. na rozhraní vyzdvihnutých klenbohrastí a poklesnutých okrajov vnútrohorských kotlin).

Jaskyňa Sátorkő-pusztai v pohorí Pilis v severnom Maďarsku sa radí medzi termálno-sulfurické jaskyne, ktoré vznikajú najmä nad výstupmi vôd s vyššou koncentráciou H₂S. Tvorí ju početne rozvetvené sférické, nahor stúpajúce komínovité výbežky končiacie sa slepými kupolami, ktoré vznikli geotermálne podmienenou kondenzačnou koróziou. Spodné, zväčša sieňovité časti jaskyne sa vytvorili pozdĺž hladiny termálnej vody. Sférické kupoly sa vyhlbovali odspodu nahor a pretvorili sa do podoby stúpajúcej dendritickej jaskyne (Müller a Sárvári, 1977; Szunyogh, 1984, 1989 a in.). Podľa Sárdiho (2006) sa v prvom štádiu následkom oligocénneho až strednomiocénneho dacitového a andezitového vulkanizmu v tektonicky postihnutých zónach vytvorili minerálne štruktúry typu *boxwork* a neskôr nepravidelne rozvetvené podzemné priestory (sférické kupoly vznikli kondenzačnou koróziou údajne až v pleistocéne).

Hydrotermálne krasovatenie Hranického krasu na rozhraní Českého masívu a Západných Karpát predstavuje kvartérnu fázu jeho polyfázového vývoja. Okrem Zbrašovských aragonitových jaskýň je tu známa Hranická priepasť (freatického pôvodu), speleopotápačsky preskúmaná do hĺbky 225 m, spustenou sondou zameraná do hĺbky 373 m (horná nezaplavená časť priepasti siaha do hĺbky 69,5 m). Hranický kras budujú devónske a karbónske vápence, ktoré sú narušené alpínskou tektonikou umožňujúcou výstup vôd hlbšej cirkulácie a CO₂ juvenilného pôvodu (Kunský, 1957; Otava, 2006; Otava et al., 2009 a in.).

V Rimavskej kotline sa v steinalských vápencoch silicika vrtmi zistili v hĺbke 1930 až 2515 m voľné kaverne, veľké niekoľko metrov, s výronmi vôd teplými 38 až 49 °C (Orvan, 1973; Straka 1986; Gaál 1987). Vznikli koróziou hydrotermálnych vôd cirkulujúcich po hlbokých tektonických poruchách v podmienkach intrastratálneho krasu (Bella et al., 2009).

Zatopená priepasť Morské oko pri Tornali v Rimavskej kotline, vytvorená v oligocénno-miocénnom súvrství vápnitých prachovcov, predstavuje výver mierne ohriatych artézskych vôd (16,2 °C) z podložných mezozoických karbonátov dotovaných atmosférickými vodami z juhozápadného okraja Silickej planiny pozdĺž štítnického zlomu (Gaál et al., 2007; Gaál, 2008). U nás sa podľa Franka et al. (1975) za termálnu považuje prírodná voda s teplotou nad 15 °C (prijatá relatívna hranica s teplotou vyššou o 5 °C, ako je priemerná ročná teplota vzduchu na Slovensku). Vody s teplotou 15 až 20 °C, ktoré v zime nezamrzajú, sa označujú ako teplice. Spötl et al. (2009) zaraďujú jaskyne,

ktoré vytvorila voda ohriata na menej ako 50 °C, medzi nízkoteplotný hydrotermálny kras.

Uloha sa riešila v rámci vedeckého grantového projektu VEGA č. 1/0030/12 „Hypogénne jaskyne na Slovensku: speleogenéza a morfogenetické typy“.

LITERATÚRA

- BELLA, P. – BOSÁK, P. 2012. Speleogenesis along deep regional faults by ascending waters: case studies from Slovakia and Czech Republic. *Acta Carologica*, 41, 2–3, 169–192.
- BELLA, P. – GAÁL, L. 2012. Hypogénne jaskyne na Slovensku: súčasné poznatky a zameranie výskumu. *Geomorphologia Slovaca et Bohemica*, 12, 1, 38–50.
- BELLA, P. – GAÁL, L. – BOSÁK, P. 2009. Predpoklady a indície vývoja hypogénnych jaskýň na Slovensku. *Aragónit*, 14, 2, 159–161.
- BELLA, P. – GAÁL, L. – ŠUCHA, V. – KODÉRA, P. – GREGO, J. 2011. Hydrotermálne jaskyne v Štiavnických vrchoch. *Aragónit*, 16, 1–2, 59–60.
- ČINČURA, J. – MILOVSKÝ, R. 2000. Hydrotermálny kras pripovrchových príkrovov centrálnych Západných Karpát. *Slovenský kras*, 38, 33–38.
- DUBLYANSKY, Y. V. 1995. Speleogenetic History of the Hungarian Hydrothermal Karst. *Environmental Geology*, 25, 1, 24–35.
- DUBLYANSKY, Y. V. 2000. Hydrothermal Speleogenesis in the Hungarian Karst. In Klimchouk, A. B. – Ford, D. C. – Palmer, A. N. – Dreybrodt, W. Eds. *Speleogenesis. Evolution of Karst Aquifers*. Huntsville, Alabama, USA, 298–303.
- FORD, D. C. 1995. Paleokarst as a target for modern karstification. *Carbonates and Evaporites*, 10, 2, 138–147.
- FRANKO, O. – GAZDA, S. – MICHALÍČEK, M. 1975. Tvorba a klasifikácia minerálnych vód Západných Karpát. *GÚDŠ*, Bratislava, 230 s.
- GAÁL, L. 1987. Kras Rimavskej kotliny. *Slovenský kras*, 25, 5–27.
- GAÁL, L. 2008. Geodynamika a vývoj jaskýň Slovenského krasu. *Speleologia Slovaca*, 1, ŠOP SR, SSJ, Liptovský Mikuláš – Knižné centrum, Žilina, 168 s.
- GAÁL, L. – BALCIAR, I. – BELANOVÁ, E. – MEGELA, M. – PAPÁČ, V. – VANĚKOVÁ, H. 2007. Zatopená priepasť Morské oko v Rimavskej kotline. *Aragónit*, 12, 4–9.
- GAÁL, L. – ŽENIŠ, P. 1984. Jaskyne v magnezitoch Dúbravského masívu. *Spravidaj SSS*, 15, 4, 3–11.
- HURAI, V. – HURAIOVÁ, M. – KODÉRA, P. – PROCHASKA, W. – VOZÁROVÁ, A. – DIANIŠKA, I. 2011. Fluid inclusion and stable C-O isotope constraints on the origin of metasomatic magnesite deposits of the Western Carpathians, Slovakia. *Russian Geology and Geophysics*, 52, 11, 1474–1490.
- KONEČNÝ, V. – LEXA, J. 2001. Stavba a vývoj štiavnického stratovulkánu. *Mineralia Slovaca*, 33, 3, 179–196.
- KOVACS, L. – MÜLLER, P. 1984. Origin of the hydrothermal karstic phenomena in the Buda Hills, Hungary. *Kras i Speleologia*, 5 (14), 77–84.
- KUNŠKY, J. 1957. Zbrašovský teplicový kras a jaskyne na severní Moravě. *Společnost Československé společnosti zeměpisné*, 62, 4, 306–351.
- LEÉLŐSSY, S. – SURÁNYI, G. 2003. Peculiar hydrothermal caves in Budapest, Hungary. *Acta Geologica Hungarica*, 46, 4, 407–436.
- LEXA, J. – ŠTOHL, J. – KONEČNÝ, V. 1999. The Banská Štiavnica ore district: relationship between metallogenic processes and the geological evolution of a stratovolcano. *Mineralium Deposita*, 34, 5–6, 639–654.
- MÜLLER, P. 1989. Hydrothermal paleokarst of Hungary. In Bosák, P. – Glazek, J. – Ford, D. – Horáček, I. (Eds.): *Paleokarst: A systematic and regional review*. Elsevier – Academia, Amsterdam – Praha, 155–163.
- MÜLLER, P. – SÁRVÁRY, I. 1977. Some aspects of the developments in Hungarian speleology theories during the last 10 years. *Karszt és Barlang, special issue*, 53–60.
- ORVAN, J. 1973. Hydrogeologické pomery Rimavskej kotliny. *Mineralia Slovaca*, 5, 3, 271–278.
- ORVOŠOVÁ, M. 2005. Kalcitové kryštály v reliktach fosílného hydrotermálneho krasu v Nízkych Tatrách. *Slovenský kras*, 43, 53–66.
- ORVOŠOVÁ, M. – HURAI, V. – SIMON, K. – WIEGEROVÁ, V. 2004. Fluid inclusion and stable isotopic evidence for early hydrothermal karstification in vado-se caves of the Nízke Tatry Mountains (Western Carpathians). *Geologica Carpathica*, 55, 5, 421–429.
- OTAVA, J. 2006. Současný stav znalostí polyfázového krasování hranického paleozoika. *Speleoforum*, 25, 84–86.
- OTAVA, J. – GERŠL, M. – HAVÍŘ, J. – BÁBEK, O. – KOSINA, M. 2009. Hranická propast očima geologů. *Ochrana přírody*, 64, 1, 18–21.
- SÁSDI, L. 2006. Az esztergomi Sztrázsa-hegyek és a Sátorkő-pusztai-barlang fejlődéstörténete. *Karsztfejlődés*, 11, 253–274.
- SPÖTL, C. – DUBLYANSKY, Y. – MEYER, M. – MANGINI, A. 2009. Identifying low-temperature hydrothermal karst and palaeowaters using stable isotopes: a case study from an alpine cave, Entrische Kirche, Austria. *International Journal of Earth Sciences (Geologische Rundschau)*, 98, 3, 665–676.
- STRAKA, P. 1986. Hlboký štruktúrny vrt MEL-1 Meliata. *Regionálna geológia Západných Karpát*, 21, Bratislava, 89–92.
- SZUNYOGH, G. 1984. A gömbfűlkék kondenzvíz-korróziós kialakulásának eleméi fizikai leírása. *Karszt és Barlang*, 1, 19–24.
- SZUNYOGH, G. 1989. Theoretical investigation of the development of spheroidal niches of thermal water origin – Second approximation. *Proceedings of the 10th International Congress of Speleology*, 3, Budapest, 766–768.
- TAKÁCS-BOLNER, K. – KRAUS, S. 1989. The results of research into caves of thermal water origin. *Karszt és Barlang, special issue*, 31–38.
- ŽENIŠ, P. – GAÁL, L. 1986. Magnesite karst in the Slovenské rudohorie Mts. (Czechoslovakia). *Communications, 9th International Congress of Speleology*, 2, Barcelona, 36–39.

JASKYNE V MAGNEZITOCH – ĎALŠÍ PŘÍKLAD HYDROTHERMÁLNEJ SPELEOGENÉZY NA SLOVENSKU

Pavel Bella^{1,2} – Ľudovít Gaál¹ – Stanislava Milovská³
– Rastislav Milovský³ – Peter Kodéra⁴

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

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

³ Geologický ústav Slovenskej akadémie vied, Ďumbierska 1, 947 01 Banská Bystrica; milovska@savbb.sk, milovsky@savbb.sk

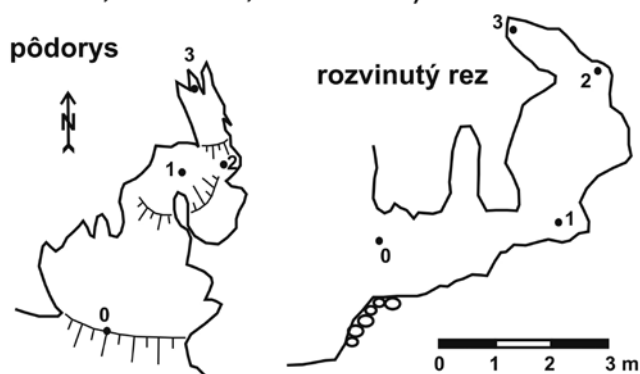
⁴ Katedra ložiskovej geológie, Prírodovedecká fakulta UK, Mlynská dolina, 842 15 Bratislava 4; kodera@fns.uniba.sk

Hydrotermálna speleogenéza zostala donedávna mimo centra pozornosti jaskyniarov na Slovensku. Novšie výskumy však dokázali vytváranie jaskýň hydrotermálnymi vodami alebo sa takéto účinky predpokladajú na základe morfológických tvarov jaskýň. Predpoklady speleogenézy účinkom nízkoteplotných vôd sa vyslovili v prípade zatopenej priepasti Morské oko v Rimavskej kotline (Gaál et al., 2007; Bella et al., 2009), Belianskej jaskyne (Bella et al., 2007) a niektorých jaskýň pri Plaveckom Podhradí na okraji Malých Karpát (Bella, 2010). Na základe fluidných inklúzií v kryštáloch sa predpokladajú účinky vysokoteplotných vôd v niektorých jaskyniach v Nízkych Tatrách (Orvošová et al., 2004; Orvošová, 2005; Orvošová a Hurai, 2008). Vznik jaskýň vysokoteplotnými vodami sa dokázal v kvarcitových jaskyniach v Šobove a v Krasovej jaskyni prvej v Štiavnických vrchoch (Bella et al., 2010, 2011a,b). Jaskyne v magnezitoch Slovenska sa prvýkrát opísali z Dúbravského masívu pri Jelšave (Gaál a Ženiš, 1984), neskôr aj z ložísk Podrečany, Burda pri obci Rovné a Bankov pri Košiciach (Ženiš a Gaál, 1986a,b). Autori vznik magnezitových jaskýň pripísali oxidácii Fe²⁺ na Fe³⁺ v zavodnených zlomových líniiach, čo spôsobuje postupnú limonitizáciu magnezitu a vznik okra (hydratovaného hydroxidu železitého s ílovými minerálmi), ktorý sa neskôr vyplavil a zostal po ňom voľné priestory. Magnezity karbónskeho pásma gemerika totiž obsahujú zvýšené percento izomorfného prímiesi železa (FeO miestami nad 3 %), ktoré v oxidačnej zóne vplyvom kyslíka a vody oxiduje. Ulohu limonitizácie a vzniku okrov na vytváraní jaskýň v magnezitoch na ložisku Miková zdôrazňujú aj Mitter a Pavlarčík (1996), novšie Radvanec et al. (2010). Vznik podzemných priestorov oxidáciou železa nepriamo potvrdzuje aj absencia jaskýň v magnezitoch veporického pásma na ložisku Mútnik a Samo pri Hnúšti, ktoré sú bez prímiesi železa.

O zvýšenej agresivite hydrotermálnych vôd sa vo vyššie citovaných prácach neuvažovalo, hoci odvodňujúci prameň Dúbravského masívu Teplá voda aj v súčasnosti dosahuje teplotu 14,5 °C (Halečka, 1983). Súčasnú metódu na zisťovanie teploty fluidu pri kryštalizácii niektorých minerálov pomocou inklúzií v kryštáloch umožňujú určiť teplotné pomery bývalých hydrotermálnych roztokov. Z tohto dôvodu sme dňa 30. mája 2012 znovu preskúmali niektoré magnezitové jaskyne Dúbravského masívu. Na horizonte 365 m v sektore A-3 sme zamerali **Ostrohovitú jaskyňu** vytvorenú v magnezitoch a dolomitických magnezitoch v dĺžke 7,6 m (obr. 1). Jaskyňa sa otvára vo výške 1,3 m od počvy, smeruje na sever až severovýchod a končí sa v úzkej pukline smeru SZ-JV. Zložená je z dvoch priestorov – prvý je za vchodom s rozmermi 2 m (šírka) × 1,5 m (výška), druhý prudko stúpa nahor. Z oboch priestorov vybiehajú nepravidelné bočné a kominové výbežky, charakteristické pre hydrotermálne jaskyne. Na stenách jaskyne pozorovať nepravidelné dutinky s mriežkovitou štruktúrou (angl. *boxwork*), ako aj väčšie čepelovité výčnelky, ktoré takisto poukazujú na pôsobenie horúcich roztokov. Dutinky sú spravidla vyplnené

Ostrohovitá jaskyňa

(Dúbrava, sektor A3, 365 m n. m.)

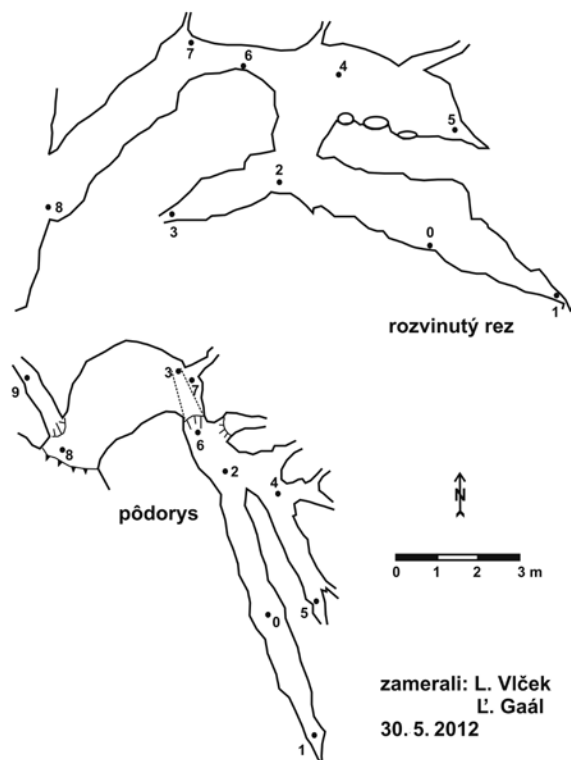


zamerali: P. Bella, Ľ. Gaál, L. Vlček

30. 5. 2012

Obr. 1. Plán Ostrohovite jaskyne

Kryštalová puklina (Miková, sektor C, 350 m n. m.)



Obr. 2. Plán jaskyne Kryštalová puklina

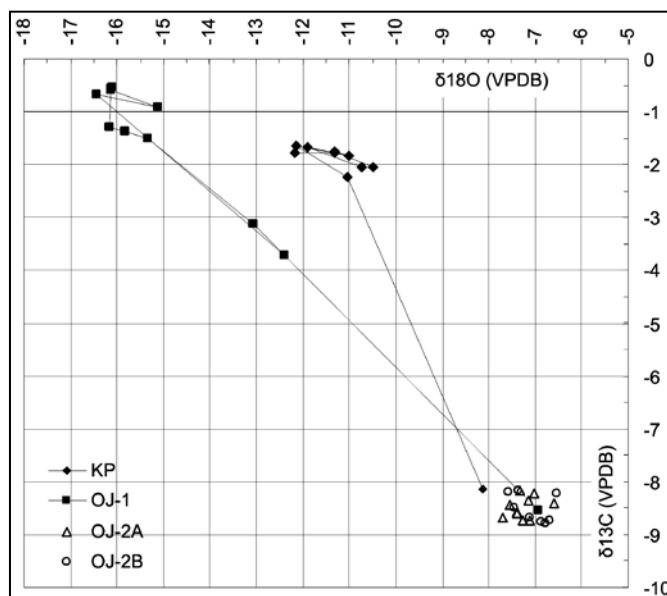
dolomitovými a kalcitovými kryštálmi, ktoré často drúzovito obrastajú hubovitú limonitizovanú hmotu rezídua po rozpustení železonosného magnetitu.

Druhú jaskyňu, nazvanú **Kryštalová puklina**, sme preskúmali a zamerali v dĺžke 28,2 m na horizonte 350 v sektore C na 9. etáži ložiska (obr. 2). Má výrazne zlomový charakter s dvomi paralelnými hlavnými chodbami na dvoch poschodiach. Krátka vstupná chodba vo výške 2,5 m od počvy bane smeruje na SV a križujú ju výrazné otvorené trhliny smeru SSZ-JJV. Priechodné sú najmä dve paralelné trhliny so šírkou okolo 50 až 80 cm a s výškou do 2 m, na miestach komínových výbežkov aj viac. Dno jaskyne tvoria napadane balvany. Dno i steny sú husto pokryté drobnými dolomitovými klencami s povlakom kalcitu.

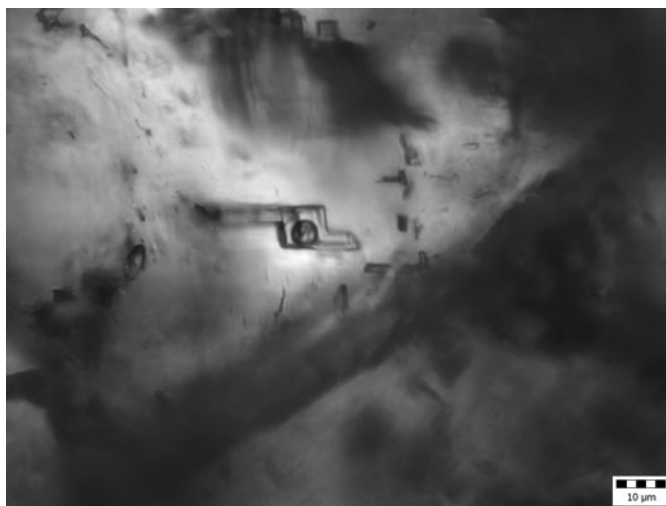
Na prieskume oboch jaskýň sa zúčastnili P. Bella, L. Gaál, S. Milovská, R. Milovský, J. Šurka a L. Vičák spolu s pracovníkmi Inštitútu pre výskum krasu v Postojnej T. Slabem, B. Otoničiarom a M. Knezom (v sprievode pracovníkov Slovenských magnetitových závodov, a. s., v Jelšave J. Bombu, V. Liptáka a J. Pásztor). Z oboch jaskýň sme odobrali vzorky dolomitových kryštálov na štúdium fluidných inklúzií a stabilných izotopov. Zároveň sa skúmali fluidné inklúzie aj zo vzorky dolomitu odobranej L. Gaálom a P. Ženišom z Kryštalovej jaskyne (DM-7) na horizonte 350 v roku 1984.

Ramanovská spektroskopia preukázala, že minerálnu výplň Ostrohovej jaskyne a Kryštalovej pukliny tvorí kalcit a dolomit, pričom najmladšie zóny výplne sú kalcitové. Styk dolomitu s kalcitom je väčšinou lemovaný jemným náletom goethitu s hematitom. V Kryštalovej pukline karbonátové drúzy narastajú na hnedočiernej hubovitej hmoty tvorenej oxidmi mangánu (hollandit) a železa (goethit, magnetit, hematit), ktoré sú pravdepodobne reziduom po rozpustení magnetitu počas tvorby dutiny. Stabilné izotopy C a O v karbonátových výplniach ukazujú výrazný trend od ťažkého uhlíka a ľahkého kyslíka vo vnútorných dolomitových zónach k ľahkému uhlíku a ťažkému kyslíku v neskorších kalcitových prerastoch. Hodnoty $\delta^{18}\text{O}/\delta^{13}\text{C}$ (VPDB) v dolomitovej zóne sú -10,5 až -12,2 ‰ / -1,7 až -2,2 ‰ v Kryštalovej pukline a -16,4 až -15,1 ‰ / -0,5 až -1,5 ‰ v Ostrohovej jaskyni, kým zloženie mladšej kalcitovej kôry sa posúva k -8,1 / -8,1 ‰ v Kryštalovej pukline a -13,1 až -6,9 ‰ / -3,1 až -8,5 ‰ v Ostrohovej jaskyni (obr. 3). Záverečné štádiá kryštalizácie sú mineralogicky aj izotopovo blízke bežným speleotémam precipitujúcim z meteorických vôd. Počas vývoja výplne zrejme došlo k zmene hydrologického režimu dutín. Veľmi blízke izotopové trendy naznačujú rovnaký mechanizmus kryštalizácie, azda aj genetický súvis oboch jaskýň. Podmienky vytvárania výplne spresňujú mikrottermometrické údaje. Vo vzorke kalcitu z Kryštalovej jaskyne sa zistili primárne plynno-kvapalnú fluidné inklúzie (obr. 4). Vzhľadom na veľkosť kontrakčnej bubliny mali homogenizačnú teplotu okolo 200 až 300 °C. Zistené fluidné inklúzie s prevahou plynnej fázy indikujú var fluid.

Keďže dolomitové, resp. kalcitové klence pokrývajú steny i podlahu jaskýň, možno konštatovať, že hydrotermálne roztoky vnikli už do existujúcich podzemných priestorov, ktoré sa primárne vytvorili oxidáciou železa podľa vyššie opísaného procesu (Gaál a Ženiš, 1984; Radvanec et al., 2010 a in.). Hydrotermálne vody sa však s veľkou pravdepodobnosťou podieľali aj na oxidácii železa, resp. urýchlili tento proces. Goethit ako produkt oxidácie minerálov železa vzniká aj v hydrotermálnom prostredí (Anthony et al., 1997 a in.).



Obr. 3. Stabilné izotopy C a O v karbonátových výplniach (OJ – Ostrohojitá jaskyňa, KP – jaskyňa Kryštalová puklina)



Obr. 4. Fluidné inklúzie v dolomite, Kryštalová jaskyňa (DM-7). Foto: P. Koděra

O rozširovaní priestorov agresívnymi hydrotermálnymi roztokmi svedčia nepravidelne rozvetvené priestory, časté korózne výčnelky, kupolovité výbežky a štruktúry typu boxwork, najmä v prípade Ostrohovej a Kryštalovej jaskyne. V štádiu vychladzovania termálnych vôd sa vytvárali dolomitové a kalcitové kryštály.

Vytváranie jaskýňných priestorov v magnetite a dolomitickom magnetite hydrotermálnou činnosťou sa pravdepodobne viaže na alpskú deformačnú štádiu po finálnej variskej kolízii. Podľa Németha et al. (2004) v strednej a vrchnej kriede (deformačné štádium AD₂) došlo k postkolíznemu odstrešovaniu a extenznej tektonike. V tzv. ochtinskej tektonickej zóne (v blízkosti margeciansko-lubenickej línie, teda v oblasti násunu gemerika na veporikum) extenzný režim umožnil vznik otvorených trhlín a v podmienkach alpskej termickej metamorfozy aj prúdenie termálnych fluidů, ktoré potom mohli krasovou cestou rozširovať tieto zlomy aj v hlbších podmienkach (pod oxidáčnou zónou). Podľa Huraia et al. (2011) hydrotermálne roztoky, ktoré spôsobili aj metasomatické zatlačenie karbonátov magnetitových a sideritových ložísk počas alpskej metamorfozy pozdĺž strižných zlomov vytvorených v strednej až vrchnej kriede, v oblasti gemerika mali teplotu 180 až 310 °C. Radvanec et al. (2010, str. 137) považujú krasovatenie za mladšie, ktoré sa geneticky viaže na najstarší tektonický systém smeru V-Z a je výsledkom zmien eróznej bázy územia pod vplyvom tektonických pohybov v neogéne a v kvartéri. Dominantné smery zlomov v nami preskúmaných jaskyniach v rokoch 1984 a 2012 sa však pohybovali okolo SZ-JV (napr. Kryštalová puklina) a SV-JZ (napr. jaskyňa DM-3), čo sa zhoduje s hlavnými tektonickými smermi Dúbravského masívu dokumentovanými Sasvárom a Kondelom (2010).

Úloha sa riešila v rámci vedeckého grantového projektu VEGA č. 1/0030/12 „Hypogénne jaskyne na Slovensku: speleogenéza a morfogenetické typy“. Autori ďakujú Ing. Jaroslavovi Švejkovskému, generálnemu riaditeľovi Slovenských magnetitových závodov, a. s., v Jelšave a ďalším zamestnancom za umožnenie a pomoc pri zabezpečovaní prieskumu jaskýň v banských priestoroch Dúbravského masívu.

LITERATÚRA

- ANTHONY, J. W. – BIDEAUX, R. A. – BLADH, K. W. – NICHOLS, M. C. 1997. Handbook of Mineralogy – Vol. III (Halides, Hydroxides, Oxides). Mineral Data Publishing, Tucson, Arizona, 628 s.
- BELLA, P. 2010. Vytváranie jaskýň vodami vystupujúcimi pozdĺž okrajového zlomu Malých Karpát pri Plaveckom Podhradí – hydrogeologické podmienky a morfológické znaky. Aragonit, 15, 2, 65–70.
- BELLA, P. – BOSÁK, P. – GLAZEK, J. – HERCMAN, H. – KADLEC, J. – KICIŇSKÁ, D. – KOMAR, M. – KUČERA, M. – PRUNER, P. 2007. Datovanie výplní Belianskej jaskyne: geochronologické záznamy jej genézy. Aragonit, 12, 127–128.
- BELLA, P. – GAÁL, L. 2012. Hypogénne jaskyne na Slovensku: súčasné poznatky a zameranie výskumu. Geomorphologia Slovaca et Bohemica, 12, 1, 38–50.
- BELLA, P. – GAÁL, L. – BOSÁK, P. 2009. Predpoklady a indície vývoja hypogénnych jaskýň na Slovensku. Aragonit, 14, 2, 159–161.
- BELLA, P. – GAÁL, L. – GREGO, J. 2010. Hydrotermálne kvarcitové jaskyne v lome Šobov pri Banskej Štiavnici. Slovenský kras, 48, 1, 19–30.
- BELLA, P. – GAÁL, L. – ŠUCHA, V. – KODÉRA, P. – GREGO, J. 2011a. Hydrotermálne jaskyne v Štiavnických vrchoch. Aragonit, 16, 1–2, 59–60.
- BELLA, P. – ŠUCHA, V. – GAÁL, L. – KODÉRA, P. 2011b. Krasová jaskyňa prvá v Štiavnických vrchoch – hydrotermálna speleogenéza v karbonátovom podloží miocénneho stratovulkánu. Slovenský kras, 49, 1, 5–21.
- GAÁL, L. – ŽENIŠ, P. 1984. Jaskyne v magnezitoch Dúbravského masívu. Spravodaj SSS, 15, 4, 3–11.
- GAÁL, L. – BALCIAR, I. – BELANOVÁ, E. – MEGELA, M. – PAPÁČ, V. – VANĚKOVÁ, H. 2007. Zatopená priepasť Morské oko v Rimavskej kotline. Aragonit, 12, 4–9.
- HALEČKA, J. 1983. Závěrečná správa Dúbravský masív – PP, hydrogeologické zhodnotenie ložiska magnezitu. Manuskript, Geofond, Bratislava, 128 s.
- HURAI, V. – HURAIOVÁ, M. – KODÉRA, P. – PROCHASKA, W. – VOZÁROVÁ, A. – DIANIŠKA, I. 2011. Fluid inclusion and stable C-O isotope constraints on the origin of metasomatic magnesite deposits of the Western Carpathians, Slovakia. Russian Geology and Geophysics, 52, 11, 1474–1490.
- MITTER, P. – PAVLARČÍK, S. 1996. Niektoré poznatky o krasovatení magnezitov v okolí Jelšavy. In Lalkovič, M. (Ed.): Kras a jaskyne, výskum, využívanie a ochrana. Zborník referátov z vedeckej konferencie (Liptovský Mikuláš, 10. – 11. 10. 1995). Liptovský Mikuláš, 39–44.
- NÉMETH, Z. – PROCHASKA, W. – RADVANEČ, M. – KOVÁČIK, M. – MADARAS, J. – KODÉRA, P. – HRAŠKO, L. 2004. Magnesite and talc origin in the sequence of geodynamic events in Veporicum, Inner Western Carpathians, Slovakia. Acta Petrologica Sinica, 30, 837–854.
- ORVOŠOVÁ, M. 2005. Kalcitové kryštály v reliktach fosílného hydrotermálneho krasu v Nízkych Tatrách. Slovenský kras, 43, 53–66.
- ORVOŠOVÁ, M. – HURAI, V. 2008. Kryštály kalcitu v Kalcitovej jaskyni 1 a 2 na Poludnici, Nízke Tatry. Slovenský kras, 46, 1, 87–97.
- ORVOŠOVÁ, M. – HURAI, V. – SIMON, K. – WIEGEROVÁ, V. 2004. Fluid inclusion and stable isotopic evidence for early hydrothermal karstification in vadose caves of the Nízke Tatry Mountains (Western Carpathians). Geologica Carpathica, 55, 5, 421–429.
- RADVANEČ, M. – BAIJOŠ, P. – NÉMETH, Z. – KODÉRA, P. – PROCHASKA, W. – RODA, Š. – TRÉGER, M. – BALÁŽ, P. – CICMANOVÁ, S. – KRÁL, J. – ŽÁK, K. 2010. Magnesite and talc in Slovakia – genetic and geo-environmental model. ŠGÚDŠ, Bratislava, 189 s.
- SASVÁRI, T. – KONDELA, J. 2010. Structural and tectonic composition and origins of the magnesite deposit within Dúbravský Massif near Jelšava, based on studies at the 220 m elev. level (Western Carpathians). Acta Montanistica Slovaca, 15, 3, 256–260.
- ŽENIŠ, P. – GAÁL, L. 1986a. Nové jaskyne v magnezitoch Slovenského rudohoria. Spravodaj SSS, 17, 1–2, 41–47.
- ŽENIŠ, P. – GAÁL, L. 1986b. Magnesite karst in the Slovenské rudohorie Mts. (Czechoslovakia). Communications, 9th International Congress of Speleology, 2, Barcelona, 36–39.

PRIMARY CAVES IN TUFA AND TRAVERTINE: SELECTED EXAMPLES FROM SLOVAKIA

Pavel Bella^{1,2} – Michał Gradziński³ – Peter Holúbek⁴

¹ State Nature Conservancy of the Slovak Republic, Slovak Caves Administration, Hodžova 11, 031 01 Liptovský Mikuláš; bella@ssj.sk, gaal@ssj.sk

² Department of Geography, Pedagogical Faculty, Catholic University, Hrabovská cesta 1, 034 01 Ružomberok

³ Institute of Geological Sciences, Jagiellonian University, Oleandry 2a, 30-063 Kraków, Poland; gradzinm@ing.uj.edu.pl

⁴ Slovak Museum of Nature Protection and Speleology, Ulica 1. mája 38, 031 01 Liptovský Mikuláš; holubek@smopaj.sk

Tufa and travertine are freshwater carbonates formed near springs and fed with mineralized water. They differ in textures and sedimentary environment. The term tufa is used to denote porous, usually not well cemented deposits comprising macro- or microphyte moulds or imprints. Conversely, in traver-

tine macrophyte moulds and imprints are extremely scarce. These deposits are commonly well cemented and distinctly laminated.

Tufa and travertine can encompass several primary voids. Some of them are traversable and thus can be categorized as caves. They are formed coevally with host rock, that is tufa or travertine, and thus they can be classified as primary caves, similarly to caves originating in flowing lavas. Three main types of such caves have been recognized in Slovakia and neighbouring countries: (i) waterfall caves, (ii) tree-mould caves, and (iii) crater caves.

Waterfall caves are connected to water falling down from waterfall head. In such a situation a tufa (or uncommonly travertine) curtain is formed. It grows down and finally occludes a void existing between it and waterfall face. Two such caves occur at Lúčky (Liptov region). Some parts of Jeľnecká Cave in Starohorská valley and Prepoštská Cave at Bojnice have the same way of origin. Examples of growing tufa curtains are known from Hájska valley; they represent an intermediate stage before creation of an isolated cave.

Tufas are commonly rich in moulds of twigs, branches and trunks. Exceptionally large moulds may be regarded as caves. They are naturally or artificially – during exploitation – opened. The best examples of such caves are known from an inactive quarry of Pleistocene tufa at Lúčky. Other tree-mould void of diameter enabling human access occurs in Hrhov. However, the mould was damaged during quarrying and presently is too short to be a cave.

Crater caves are connected with artesian conditions of outflow. Hence, this type of caves is typical of travertine which is fed with deeply circulating water, commonly of artesian type. Water flowing out from the spring precipitates travertine in a form of a rim. The rim has a tendency to grow upward and its inside channel is a kind of a cave. Such caves are widely represented in Slovakia. They are known from Liptov region (Bešeňová, Liptovské Sliače), Bojnice and from the vicinity of Dudince.

It must be stressed, however, that not all the voids which develop in the above described way are caves. Majority of them are too small to be accessible for man, for instance many tree branch moulds, voids behind curtains or narrow craters. Conversely, some forms are too spacious to be caves. The wide, dry craters in Vyšné Ružbachy can serve as an example.

VPLYV GLACIFLUVIÁLNYCH AGRADÁCIÍ NA SPELEOGENÉZU STREDOHORSKÉHO ALOGÉNNEHO KRASU: PRÍKLADOVÁ ŠTÚDIA Z TATRANSKEJ OBLASTI, ZÁPADNÉ KARPATY

Pavel Bella^{1,2} – Helena Hercman³ – Michał Gradziński⁴
– Michał Gąsiorowski³

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

³ Institute of Geological Sciences, Polish Academy of Sciences, Twarda 51/55, 00-818 Warszawa, Poland;

hhercman@twarda.pan.pl, mgasior@twarda.pan.pl

⁴ Institute of Geological Sciences, Jagiellonian University, Oleandry 2a, 30-063 Kraków, Poland; gradzinm@ing.uj.edu.pl

Glacifluviálne agradácie z rozplavených morén pleistocénneho zaľadnenia vplyvali v stredohorskom alogénnom krase v tatranskej oblasti na vývoj jaskýň v ich ponorových i výverových častiach. Do ponorov a príľahlých častí jaskýň sa dostali injektáže netriedených glacifluviálnych sedimentov, upchaním ponorov glacifluviálnymi sedimentmi sa v nižších častiach povrchových riečisk vytvárali invázne ponory, navýšením povrchových riečisk agradáciami glacifluviálnych sedimentov sa opätovne aktivovali bývalé ponory v spodných častiach svahov alebo na okraji agradovaných riečisk vznikli ďalšie ponory s pokračujúcimi jaskynnými chodbami. V dôsledku prehradenia vyvieračiek glacifluviálnymi nánosmi sa zaplavili výverové časti jaskýň, čím nastala zvýšená akumulácia fluviálnych sedimentov, prípadne aj remodelácia podzemných priestorov.

Vplyv glacifluviálnych agradácií na vývoj jaskýň v ponorovej zóne možno sledovať v Demänovskej doline na severnej strane Nízkych Tatier. V Demänovskej jaskyni slobody, Pustej jaskyni i v jaskyni Štefanová sa v bočných šikmých chodbách, klesajúcich od bývalých ponorov (v parafreatických chodbách klesajúcich pozdĺž vrstiev vápencov alebo v šikmých až kaskádovitých vadóznych chodbách, miestami ústiacich na jaskynnú úroveň) zachovali uložneniny nevytriedených alochtónnych žulových okruhlakov, štrku a opracovaného hrubozrnného piesku. Do jaskýň sa dostali náhle cez dostatočne priepustné a veľké ponorové klesajúce chodby, najmä príválovými vodami (Bella, 2012). V súčasnosti sú niektoré úseky týchto chodieb úplne vyplnené alochtónnymi sedimentmi, ich otvory na povrch nie sú viditeľné (sú zavalené a zasypané svahovou modeláciou). V závislosti od hrúbky glacifluviálnych sedimentov agradácie povrchových riečisk spôsobili viacnásobné krasovatenie s remodeláciou pôvodných tvarov i dotváranie vtokových i prietokových kanálov. Pri ústí Machnatej dolinky glacifluviálne sedimenty, uložené na vápencoch, sú hrubé 18,7 m (vrt HNT-9; Méryová a kol., 1990). Riečisko Zadnej vody v oblasti ponorov

na Repiskách je zahĺbené 15 až 20 m do glaciáluviálnej akumulácie, ktorá vyplňa dno doliny.

Glaciáluviálne sedimenty v krase Demänovskej doliny pochádzajú z rozplavených ľadovcových morén uložených v doline Demänovky nad Lúčkami i v doline Zadnej vody nad Repiskami v glaciáli Würm (Vitásek, 1923; Louček et al., 1960), pravdepodobne aj počas glaciálov Riss 1 a 2 (Droppa, 1972a). Vek glaciáluviálnych sedimentov v Demänovskej jaskyni slobody, určený na základe U-Th datovania podložných a nadložných sintrových kôr (Hercman et al., 2000, 2006), poukazuje nielen na würmské, ale aj na skoršie zaľadnenie dolín na severnej strane Nízkych Tatier. Nevytriedené alochtónne sedimenty sa do Hlinenej chodby Demänovskej jaskyne slobody (III. vývojová úroveň podľa Droppu, 1972a; vývojová úroveň IVa podľa Bellu et al., 2011) dostali v interglaciáli Pre-Riss/Riss alebo glaciáli Riss 1, prípadne v skoršom období. Rozplavované a redeponované boli najmä proglačiálnymi vodami pritekajúcimi od Veľkého dómu, pravdepodobne koncom glaciálu Riss 2 až začiatkom interglaciálu Riss/Würm. Okruhlíky (veľké 20 až 25 cm, glaciáluviálneho pôvodu?) boli do spodnej časti Žulovej chodby (medzi IV. a V. vývojovou úrovňou podľa Droppu, 1972a) splavené pred viac ako 350-tisíc a menej ako 780-tisíc rokmi (Hercman, 2000, 2006; Pruner et al., 2000; Kadlec et al., 2004).

Glaciáluviálne aggradácie na povrchu v oblasti výverových častí jaskýň sa prejavili ako bariéry blokujúce odtok vody. Spodnú chodbu Brestovskej jaskyne v ústí doliny Studenej potoka v Západných Tatrách zaplavili asi pred 50-tisíc rokmi invázne vody z topiaceho sa würmského ľadovca (určené na základe U-Th datovania sintrových kôr remodelovanej prúdiacou vodou). Pritom sa deštruovali sintrové náteky a usadzovali sa jemné sedimenty. Datované sintrové kóry, remodelované prúdiacou vodou, poukazujú aj na staršie zaplavovania vyšších častí jaskyne (Hercman et al., 2008). Droppa (1972b) dáva vývoj spodnej chodby do súvisu s vytváraním skalného podkladu riečnej terasy pred jaskyňou, neskôr pokrytej glaciáluviálnou akumuláciou. V dôsledku upchávania vyvieracky glaciáluviálnymi sedimentmi sa v jaskyni zdvihla hladina podzemných vôd, jej podzemné priestory sa sčasti remodelovali. Mazúr (1955) považuje akumuláciu glaciáluviálneho kužela pri jaskyni za mladopleistocénnu (Würm 1), Halouzka (1993) ju stratigraficky zaraďuje do vrchného pleistocénu (Würm nečlenený). Podľa Wójcika (1968) sa spodná chodba jaskyne vytvorila v hlavnom štádiu glaciálu Würm, horné chodby sa remodelovali v glaciáli Würm.

Táto práca bola podporovaná Agentúrou na podporu výskumu a vývoja na základe zmluvy č. APVV-0625-11.

LITERATÚRA

- BELLA, P. 2008. Geomorfologické pomery Brestovskej jaskyne. Slovenský kras, 46, suppl. 1, 25–54.
- BELLA, P. 2012. Pleistocénne alochtónne nevytriedené fluvialne uloženiny v Demänovskej jaskyni slobody a ich vzťah k vývoju Demänovskej doliny (Nízke Tatry). Geographia Cassoviensis, 6, 1, 97–98.
- BELLA, P. – HERCMAN, H. – GRADZIŃSKI, M. – PRUNER, P. – KADLEC, J. – BOSÁK, P. – GLAZEK, J. – GĄSIOROWSKI, M. – NOWICKI, T. 2011. Geochronológia jaskynných úrovní v Demänovskej doline, Nízke Tatry. Aragonit, 16, 1–2, 64–68.
- DROPPA, A. 1972a. Geomorfologické pomery Demänovskej doliny. Slovenský kras, 10, 9–46.
- DROPPA, A. 1972b. Kras skupiny Sivého vrchu v Západných Tatrách. Československý kras, 23, 77–98.
- HALOUZKA, R. 1993. Kvartér Oravskej kotliny a dolín horského povodia Oravy. In: Gros, P. – Köhler, E. – Haško, J. – Halouzka, R. – Mello, J. – Nagy, A. a kol.: Geológia južnej a východnej Oravy. GÚDŠ, Bratislava, 122–144.
- HERCMAN, H. – BELLA, P. – GLAZEK, J. – GRADZIŃSKI, M. – NOWICKI, T. 2000. Rádioizotopové datovanie sintrov z Demänovskej jaskyne slobody. In: Bella, P. (Ed.): Výskum, využívanie a ochrana jaskýň, 2, zborník referátov z vedeckej konferencie (Demänovská Dolina, 16. – 19. 11. 1999). Liptovský Mikuláš, 26–35.
- HERCMAN, H. – BELLA, P. – GRADZIŃSKI, M. – GLAZEK, J. – NOWICKI, T. – SUJKA, G. 2006. Prehľad výsledkov rádioizotopového datovania sintrov z Demänovského jaskynného systému v rokoch 1995 – 2005. In: Bella, P. (Ed.): Výskum, využívanie a ochrana jaskýň, 5, zborník referátov z vedeckej konferencie (Demänovská Dolina, 26. – 29. 9. 2005). Liptovský Mikuláš, 21–36.
- HERCMAN, H. – GRADZIŃSKI, M. – BELLA, P. 2008. Evolution of Brestovská Cave based on U-series dating of speleothems. Geochronometria, 32, 1–12.
- KADLEC, J. – PRUNER, P. – HERCMAN, H. – SCHNABL, P. – ŠLECHTA, S. 2004. Magnetostratigrafie sedimentů zachovaných v jaskyních Nízkých Tater. In: Bella, P. (Ed.): Výskum, využívanie a ochrana jaskýň, 4, zborník referátov z vedeckej konferencie (Tále, 5. – 8. 10. 2003). Liptovský Mikuláš, 15–19.
- LOUČEK, D. – MICHOVSKÁ, J. – TREŇNÁ, E. 1960. Zalednění Nízkých Tater. Sborník Československé společnosti zeměpisné, 65, 326–352.
- MAZÚR, E. 1955. Príspevok k morfológii povodia Studenej potoka v Liptovských Tatrách. Geografický časopis, 7, 1–2, 15–45.
- MÉRYOVÁ, E. a kol. 1990. Mezozoikum severozápadných svahov Nízkych Tatier. Záverečná správa z vyhladávacieho hydrogeologického prieskumu s ocenením zásob ku dňu 31. 10. 1987. IGHP, š. p., Žilina.
- Regional chronostratigraphic correlation table for the last 270,000 years. Europe north of the Mediterranean. XVIII INQUA, Bern 2011.
- VITÁSEK, F. 1923. Studie pleistocenu v údolí Demänovky. Sborník Státního geologického ústavu Československé republiky, 2, Praha, 157–171.
- WÓJCIK, Z. 1968. Rozwój geomorfologiczny wapiennych obszarów Tatr i innych maszywów krasowych Karpat Zachodnich. Prace Muzeum Ziemi, 13, 3–169.

PALEOMAGNETIZMUS TRAVERTÍNŮV PRI BEŠEŇOVEJ, LIPTOVSKÝCH SLIAČOCH A LUDROVEJ (LIPTOVSKÁ KOTLINA) – PREDBEŽNÉ VÝSLEDKY

Pavel Bosák^{1,2} – Petr Pruner^{1,2} – Stanislav Šlechta¹
– Kristýna Čížková¹ – Pavel Bella^{3,4}

¹ Geologický ústav AV ČR, v. v. i., Rozvojová 135, 165 00 Praha 6,
Česká republika; bosak@gli.cas.cz, pruner@gli.cas.cz, slechta@gli.cas.cz

² Inštitút za raziskovanje krasa, ZRC SAZU,
Titov trg 2, 6230 Postojna, Slovenija

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

⁴ Katedra geografie, Pedagogická fakulta KU,
Hrabovská cesta 1, 034 01 Ružomberok

Údaje o veku travertínov v Liptovskej kotline, ktoré sú uložené na riečnych terasách alebo im prislúchajúcich náplavových kužloch, možno využiť na geochronologickú rekonštrukciu vývoja reliéfu tejto vnútrohorskej kotliny Západných Karpát. Z tohto hľadiska sú zaujímavé najmä travertíny v Liptovskom Jáne, na Drienku pri Bešeňovej a na Čerení pri Ludrovej. Na spresnenie poznatkov o fázach postupného zahľbovania riečisk možno využiť aj geochronologické údaje z ďalších lokalít travertínov pri Bešeňovej a Vyšnom Sliachi. Doterajšie údaje o veku travertínov sa určili na základe ich pozície a výskytu malakofauny (Vaškovský a Ložek, 1972), hodnotí stálych izotopov uhlíka a kyslíka (Franko a Šivo, 1999; Franko, 2001). Čiastočne aj podľa superpozícií polôh na riečnych terasách zaradených do systému podľa relatívnej výšky nad terajším tokom Váhu a stupňa zvetrania riečnych okruhlíkov a štrkov (Droppa, 1964, 1968, 1972), U/Th datovania i paleomagnetizmu (Gradziński et al., 2008, 2009). V októbri 2012 sa odobrali vzorky travertínov na detailný paleomagnetický a magnetostratigrafický výskum z lokalít Baňa (Kaplanka) a Drienok pri Bešeňovej, Skalica pri Vyšnom Sliachi a Čerená pri Ludrovej.

Travertíny na lokalite Drienok sú na plochom terasovitom povrchu (40 až 45 m nad terajším tokom Váhu), ktorý Droppa (1964, 1970) do sústavy terás Váhu nezaračil. Franko a Šivo (1999), resp. Franko (2001) udávajú vek týchto travertínov 130– až 100-tisíc rokov (Riss-Würm). Travertíny na lokalite Baňa sú mladšie ako šikmo zrezaný úsek stráne vo výške 50 až 60 m nad terajším tokom Váhu. Vytvorili sa v strednom pleistocéne a predstavujú najstaršiu generáciu travertínov pri Bešeňovej (Vaškovský, 1980). Sú staršie ako 350-tisíc rokov a pravdepodobne mladšie ako 1,2 mil. rokov; majú normálnu magnetickú polaritu (Gradziński et al., 2008, 2009). Franko a Šivo (1999), resp. Franko (2001) udávajú ich vek 450– až 350-tisíc rokov (Mindel-Riss). Travertínová kopa Skalica východne od Vyšného Sliacha sa pravdepodobne vytvorila počas interglaciálu Mindel/Riss (Vaškovský, 1980). Podľa Franka a Šiva (1999), resp. Franka (2001) vek travertínov na tejto lokalite je 450– až 350-tisíc rokov (Mindel-Riss).

Široký a plošinový pokrov travertínov na lokalite Čerená východne od Ludrovej je na zlepených náplavových kužloch vytvorených z angulárnych až oválnych klastov mezozoických karbonátov i paleogénnych pieskovcov (uloženiny z prúdu typu *debris-flow*). Hrubka tohto kužela sa zväčšuje smerom do kotliny. Podľa Droppu (1972) jeho flyšový podklad prislúcha terase T-VI (Günz 2), ktorej erózná báza je okolo 95 m nad terajším tokom Váhu. Franko a Šivo (1999), resp. Franko (2001) uvádzajú vek tamojších travertínov 750– až 600-tisíc rokov (Günz-Mindel).

Zo všetkých štyroch lokalít travertínových sedimentov sa odobrali orientované vzorky na paleomagnetickú analýzu (Laboratórium paleomagnetizmu GLÚ AV ČR, v. v. i., Praha-Průhonice). Orientované vrtné jadrá boli použité na paleomagnetické analýzy i na numerické datovanie. Vrtý sa vykonali elektrickou vŕtačkou zn. Bosch, špeciálne upravenou na vrtnutie paleomagnetických vzoriek, čo umožňuje získať jadrá dlhšie ako 30 cm. V laboratóriu boli vrtý s priemerom 2 cm segmentované na diamantovej pile na laboratórne vzorky 2 cm dlhé.

Prírodná remanentná magnetizácia (NRM, I_n) sa merala s použitím Superconducting Rock Magnetometru (755 4K SRM) alebo na rotačnom magnetometri JR-6A (Jelínek, 1966). Magnetická susceptibilita (k_n) bola meraná na striedavom mostíku KLY-4 (Jelínek, 1973) alebo na prístroji Magnetic Susceptibility Meter KLF-4 (AGICO, s. r. o.). Laboratórne vzorky sa demagnetizovali striedavým poľom 5, 10, 15, 20, 25, 30, 40, 50, 60, 70, 80, 90 a 100 mT s použitím prístroja LDA 3A (AGICO, s. r. o.) alebo Superconducting Rock Magnetometru (755 4K SRM). Časť vzoriek bola podrobená postupnej tepelnej demagnetizácii s použitím aparatury MAVACS (Příhoda et al., 1989) pri teplotách 50, 100, 150, 200, 250, 300, 350, 400, 450, 500 a 550 °C. Pre každú meranú vzorku sa zostavil graf normalizovaných hodnôt remanentnej magnetizácie v závislosti od teploty alebo striedavého poľa $M/M_0 = f(t)$, zodpovedajúci Zijderveldov diagram a zároveň stereografická projekcia smerov NRM pri striedavej alebo tepelnej demagnetizácii z prírodného stavu. Smery zložiek remanentnej magnetizácie boli odvodené s použitím multikomponentnej analýzy (Kirschvink, 1980) v programe Remasoft 3 (Chadima a Hrouda, 2006). Veľkosť prirodzenej remanentnej magnetizácie (NRM) a interpretácia záznamu magnetickej polarizácie závisia od koncentrácie a typu magnetických minerálov prítomných v sedimente. Hoci ide o vzorky hornín magneticky mákké, počas postupného demagnetizácie tepelným (TD) a striedavým poľom (AF) možno odvodiť spoľahlivé dáta týkajúce sa paleomagnetických smerov a určenia polarizácie magnetickej poľa pôsobiaceho v období sedimentácie. Paleomagnetické polarizácie (N-normal,

R-reverse) sú uvedené na obrázkoch pre vybrané vzorky jednotlivých lokalít. Súborný vzorok normálne a inverzne polarizovaných vytvárajú normálne (N) a inverzné (R) magnetozóny, ktoré možno teoreticky korelovať s kalibrovanou geomagnetickou časovou škálou (Cande a Kent, 1995).

Základné magnetické parametre z profilu odobraných spevnených sedimentov z lokality Bešeňová – Drienok majú veľký rozptyl hodnôt. Prírodná remanentná magnetizácia J_n je v rozmedzí 0,030 až 5,327 mA/m a hodnoty objemovej magnetickej susceptibilit k_n v rozsahu -1,4 až $-10,9 \times 10^{-6}$ SI.

Vzorky z lokality Bešeňová – Záskalie sa vyznačujú takisto pomerne veľkým rozptylom hodnôt. Prírodná remanentná magnetizácia J_n je v rozmedzí 0,029 až 1,20 mA/m a hodnoty objemovej magnetickej susceptibilit k_n v rozsahu -4,10 až $6,50 \times 10^{-6}$ SI.

Merané vzorky z lokality Čerená majú veľký rozptyl hodnôt. Prírodná remanentná magnetizácia J_n je v rozmedzí 0,088 až 3,930 mA/m a hodnoty objemovej magnetickej susceptibilit k_n v rozsahu -10,80 až $16,0 \times 10^{-6}$ SI.

Podobne výrazný rozptyl hodnôt môžeme konštatovať z lokality Liptovské Sliače – Skalica. Prírodná remanentná magnetizácia J_n je v rozmedzí 0,017 až 2,918 mA/m a hodnoty objemovej magnetickej susceptibilit k_n v rozsahu -8,10 až $14,20 \times 10^{-6}$ SI.

Hodnoty stredných paleomagnetických smerov s normálnou polaritou sú uvedené v tabuľke 1, väčší rozptyl (vyššie hodnoty α_{95}) je ovplyvnený malým počtom interpretovaných vzoriek hornín s jednoznačne definovanou polaritou.

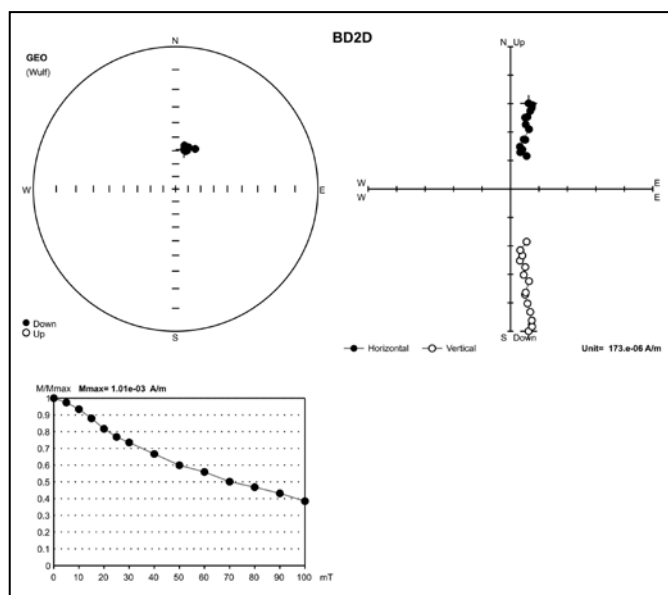
Tab. 1. Stredné hodnoty paleomagnetických smerov zo skúmaných lokalít

Lokalita	Polarita	Stredné paleomagnetické smery		α_{95} [°]	k	N
		D [°]	I [°]			
Bešeňová – Drienok	N	14,4	57,3	–	–	1
Bešeňová – Záskalie	N	4,2	58,9	9,2	38,5	6
Čerená	N	5,8	68,6	2,8	65,3	39
Liptovské Sliače – Skalica	N	8,8	67,5	11,9	46,4	3

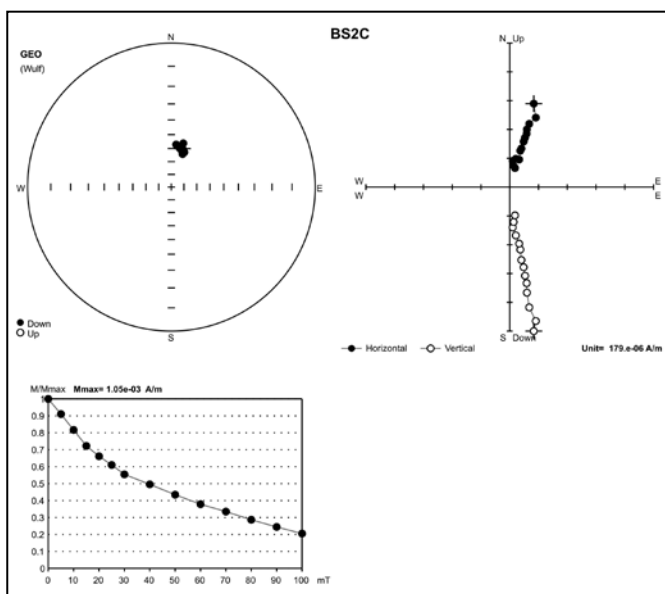
Vysvetlivky: D – paleomagnetická deklinácia, I – paleomagnetická inklinácia, α_{95} – polomer kružnice spoľahlivosti pre 95 % hladinu spoľahlivosti, k – parameter tesnosti určenia stredných smerov podľa Fischera (1953), N – počet vzoriek

Skúmané vzorky travertínov z lokality Bešeňová – Drienok mali normálnu (N) polaritu se značným rozptylom paleomagnetické deklinácie (D). Iba jedna vzorka (uvedené v tab. 1) mala interpretovanú hodnotu paleomagnetického smeru blízku súčasnému smeru geomagnetického dipólu pre skúmané lokality (D = 4,4°; I = 64,5°). Anomálna hodnota paleomagnetické deklinácie (D) sa zistila pri ďalších 5 vzorkách s normálnou (N) polaritou. Na obr. 1 je uvedený príklad demagnetizácie v AF poli.

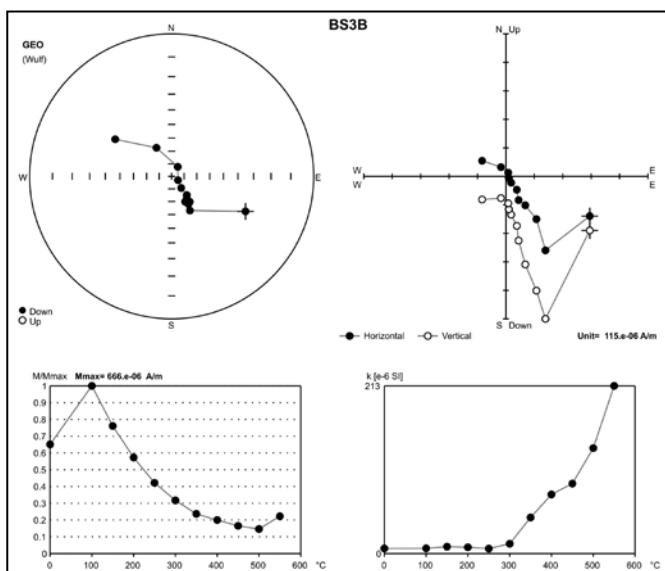
Celkove pri 10 vzorkách travertínov z lokality Bešeňová – Záskalie bola takisto interpretovaná normálna polarita geomagnetického poľa, 6 vzoriek (tab. 1) sa zahrnulo do štatistického vyhodnotenia, 4 vzorky mali anomálne hodnoty paleomagnetické deklinácie (D). Vybrané typické príklady AF a TD demagnetizácie sú uvedené na obr. 2 a 3. Obe zobrazené vzorky sú interpretované ako normálne polarizované (N).



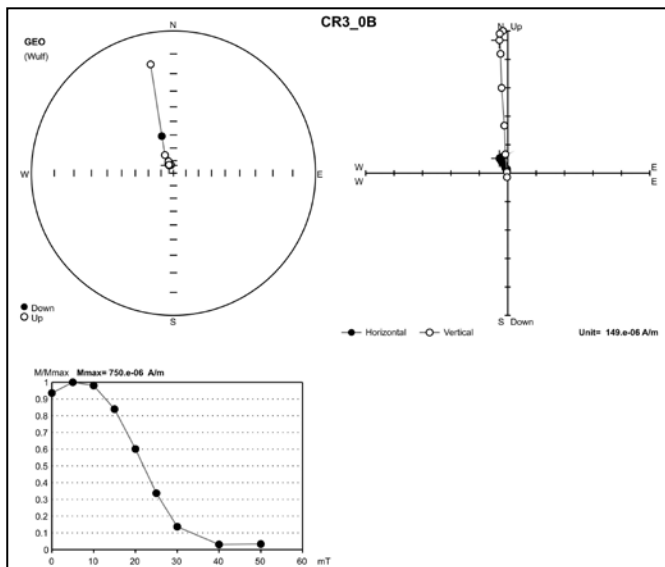
Obr. 1. Demagnetizácia striedavým poľom vzorky z lokality Bešeňová – Drienok. Vľavo hore: smery vektora NRM počas AF demagnetizácie, čierny (biely) krúžok – projekcia smerov vektora na spodnej (hornej) pologuli; vpravo hore: Zjždervel-dov diagram, čierny krúžok – projekcia smerov vektora NRM do horizontálnej roviny, biely krúžok – projekcia smerov vektora NRM do vertikálnej roviny; vľavo dole: normalizované hodnoty intenzity NRM počas demagnetizácie



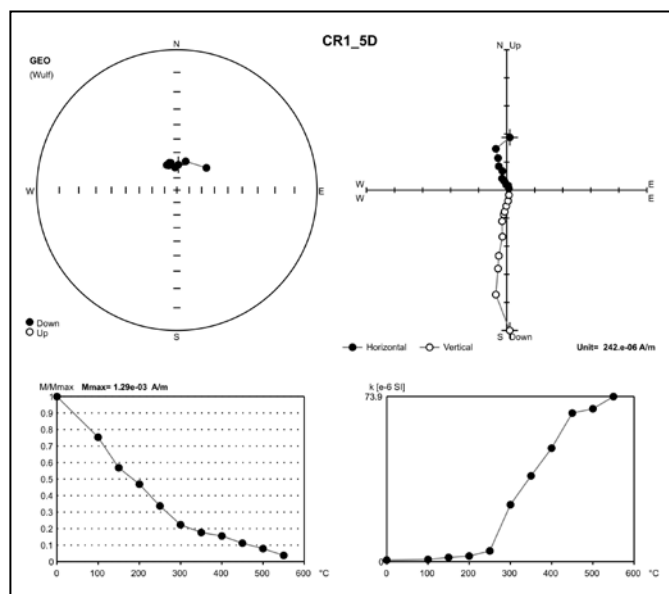
Obr. 2. Demagnetizácia striedavým poľom vzorky z lokality Bešeňová – Záskalie. Vysvetlivky pozri obr. 1.



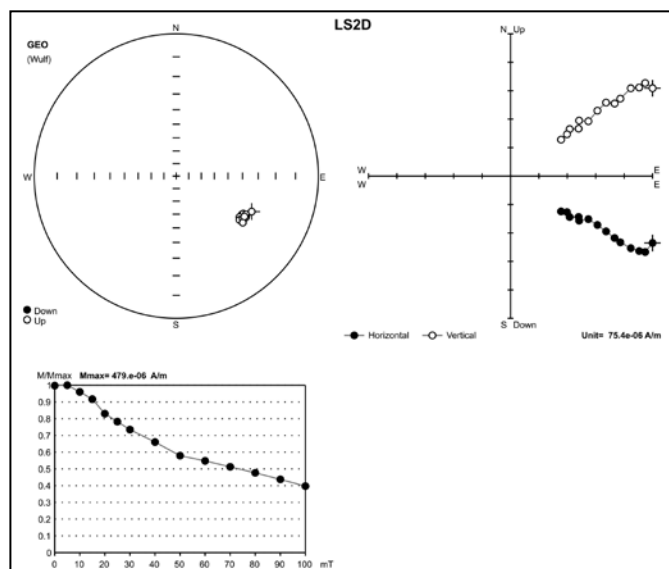
Obr. 3. Demagnetizácia tepelným poľom vzorky z lokality Bešeňová – Záskalie. Vysvetlivky pozri obr. 1.



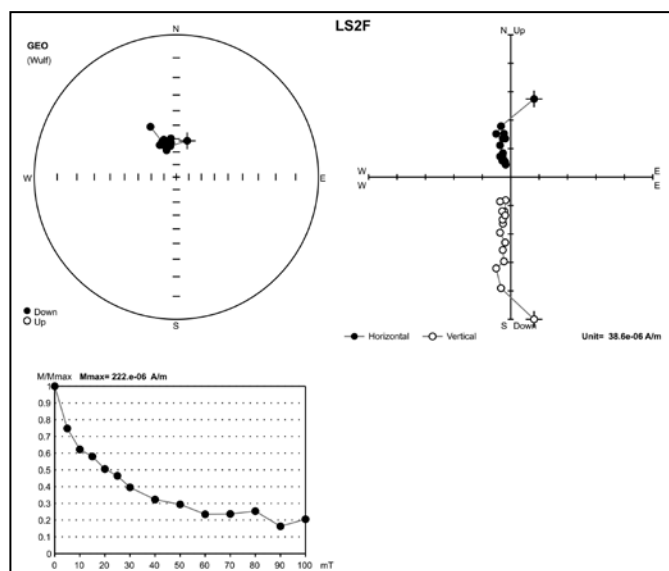
Obr. 4. Demagnetizácia striedavým poľom vzorky z lokality Čerená. Vysvetlivky pozri obr. 1.



Obr. 5. Demagnetizácia tepelným poľom vzorky z lokality Čerená. Vysvetlivky pozri obr. 1.



Obr. 6. Demagnetizácia striedavým poľom vzorky z lokality Liptovské Sliače – Skalica. Vysvetlivky pozri obr. 1.



Obr. 7. Demagnetizácia tepelným poľom vzorky z lokality Liptovské Sliače – Skalica. Vysvetlivky pozri obr. 1.

Normálna magnetická polarita bola interpretovaná celkovo z 50 vzoriek travertínov z profilu Čerená a 39 vzoriek je zahrnutých do štatistického spracovania (tab. 1) s veľmi malým rozptylom strednej hodnoty paleomagnetického smeru, ktorý je blízky súčasnému smeru geomagnetického dipólu pre skúmané lokality ($D = 4,4^\circ$; $I = 64,5^\circ$). Jedna vzorka (obr. 4, príklad TD demagnetizácie) bola interpretovaná s inverznou (R) polaritou a ďalšie dve vzorky s prechodnou normálnou až inverznou (N-R) polaritou. Na obr. 5 je uvedená AF demagnetizácia vzorky s normálnou (N) polaritou.

Skúmané vzorky travertínov z lokality Liptovské Sliače – Skalica mali jednak normálnu (N) polaritu, celkovo 11 vzoriek, z toho pri troch vzorkách (tab. 1) bola interpretovaná hodnota paleomagnetického smeru blízka súčasnému smeru geomagnetického dipólu. Ostatných osem vzoriek malo výrazný rozptyl paleomagnetického deklinácie (D). Jedna vzorka bola interpretovaná s inverznou (R) polaritou a ďalšia vzorka s prechodnou normálnou až inverznou (N-R) polaritou. Na obr. 6 a 7 je uvedená AF demagnetizácia vzoriek s inverznou (R) a normálnou (N) polaritou.

Vykonaný paleomagnetický výskum priniesol predbežné, avšak dôležité výsledky, ktoré potvrdili, že vek skúmaných vzoriek z uvedených lokalít travertínov je mladší ako 780 ka. Súčasne sa na dvoch lokalitách, a to Čerená a Liptovské Sliače – Skalica, zistili úzke zóny s inverznou (R) polaritou a prechodnou normálnou až inverznou (N-R) polaritou. Pravdepodobne ide o exkurzie geomagnetického poľa. Na jednoznačnú interpretáciu a koreláciu týchto úzkych inverzných zón treba v ďalšej etape výskumu vykonať detailné vzorkovanie s vysokým rozlíšením.

Táto práca bola podporovaná Agentúrou na podporu výskumu a vývoja na základe zmluvy č. APVV-0625-11 a výskumného zámeru GLÚ AV ČR, v. v. i., CEZ AVOZ30130516. Paleomagnetické analýzy vykonali Jiří Petráček; na spracovaní údajov sa podieľala RNDr. Daniela Venhodová (obaja z Paleomagnetického laboratória GLÚ AV ČR, v. v. i., Praha-Průhonice).

LITERATÚRA

- BOSÁK, P. – PRUNER, P. – KADLEC, J. 2003. Magnetostratigraphy of cave sediments: application and limits. *Studia Geophysica et Geodaetica*, 47, 2, 301–330.
- CANDE, S. C. – KENT, D. V. 1995. Revised calibration of the geomagnetic polarity timescale for the Late Cretaceous and Cenozoic. *Journal of Geophysical Research*, 100, B4, 6093–6095.
- DROPPA, A. 1964. Výskum terás Váhu v strednej časti Liptovskej kotliny. *Geografický časopis*, 16, 4, 313–325.
- DROPPA, A. 1968. Prírodné pomery Liptovského Mikuláša a okolia. In Kufčák, E. (Ed.): *Liptovský Mikuláš. Monografický zborník. Stredoslovenské vydavateľstvo, Banská Bystrica*, 10–38.
- DROPPA, A. 1970. Výskum riečnych terás v zátopovej oblasti Liptovská Mara. *Liptov*, 1, 7–34.
- DROPPA, A. 1972. Výskum riečnych terás v okolí Ružomberka. *Liptov*, 2, 11–25.
- FISHER, R. 1953. Dispersion on a sphere. *Proceedings of the Royal Society, A*, 217, 1130, London, 295–305.
- FRANKO, O. 2001. Pôvod a vývoj minerálnych a termálnych vôd Slovenska v priestore a čase z pohľadu veku travertínov a izotopov O, H a ^{14}C . *Podzemná voda*, 7, 2, 26–44.
- FRANKO, O. – ŠIVO, A. 1999. Relative, geological and absolute age of the geothermal waters in north Slovakia. *Proceedings of XXIX Congress of IAH „Hydrogeology and land use management“*. Publ. Slovak IAH, Bratislava, 681–684.
- GRADZIŇSKI, M. – DULIŇSKI, M. – HERCMAN, H. – STORZEWICZ, E. – HOLÚBEK, P. – RAINOGA, P. – WRÓBLEWSKI, W. – KOVÁČOVÁ, M. 2008. Facies and age of travertines from Spiš and Liptov regions (Slovakia) – preliminary results. *Slovenský kras*, 46, 1, 31–40.
- GRADZIŇSKI, M. – CZOP, M. – DULIŇSKI, M. – GĄSIOROWSKI, M. – GRABOWSKI, J. – HERCMAN, H. – HOLÚBEK, P. – KOVÁČOVÁ, M. – MOTYKA, J. – MROZIŇSKA, T. – PAWLAK, J. – SMOSNA, P. – SOBIEN, K. – STORZEWICZ, E. 2009. Trawertyny wokół Tatr. In Uchman, A. – Chowaniec, J. (Eds.): *Budowa geologiczna Tatr i Podhala ze szczególnym uwzględnieniem zjawisk geotermalnych na Podhalu*. LXXIX Zjazd Naukowy Polskiego Towarzystwa Geologicznego (Bukowinka Tatrzńska, 27–30 września 2009 r.), Materiały konferencyjne, Warszawa, 133–144.
- CHADIMA, M. – HROUDA, F. 2006. Remasoft 3.0 – A user-friendly paleomagnetic data browser and analyser. *Travaux Géophysiques*, XXVII, 20–21.
- JELÍNEK, V. 1966. A high sensitivity spinner magnetometer. *Studia Geophysica et Geodaetica*, 10, 1, 58–78.
- JELÍNEK, V. 1973. Precision A.C. bridge set for measuring magnetic susceptibility and its anisotropy. *Studia Geophysica et Geodaetica*, 17, 1, 36–48.
- KIRSCHVINK, J. L. 1980. The least-squares line and plane and the analysis of palaeomagnetic data. *Geophysical Journal International*, 62, 3, Oxford, 699–718.
- PRÍHODA, K. – KRS, M. – PEŠINA, B. – BLÁHA, J. 1989. MAVACS – a new system of creating a non-magnetic environment for palaeomagnetic studies. *Cuadernos de Geología Ibérica*, 12, 223–250.
- VÁŠKOVSKÝ, J. 1980. Geológia kvartérnych sedimentov. In Gross, P. – Köhler, E. a kol.: *Geológia Liptovskej kotliny*. GÚDŠ, Bratislava, 96–115.
- VÁŠKOVSKÝ, J. – LOŽEK, V. 1972. To the Quaternary Stratigraphy in western part of the basin Liptovská kotlina. *Geologické práce, Správy* 59, GÚDŠ, Bratislava.

THE USE OF CAVES FOR DETECTING THE RECENT STRESS FIELD IN SLOVAKIA AND THE CZECH REPUBLIC

Miloš Briestenský

Institute of Rock Structure and Mechanics, Academy of Sciences of the Czech Republic, V Holešovičkách 41, 182 09 Prague 8, Czech Republic; briestensky@irm.cas.cz

The EU-TecNet fault displacement monitoring network was established to record three-dimensional displacements across significant tectonic structures within the crystalline basement of central Europe. During recent years, the network has spread to also include many sites over the World. The sites have been selected to monitor active structures, with documented neotectonic activity, using TM71 extensometric gauges. Moreover, many have been installed in caves, which helps to minimize climatic effects on monitoring results. It was discovered that the influence of climate decreases markedly with depth (Briestenský et al., 2010). The yearly peak-to-peak amplitude of climatic variations in Western Slovakia may be as high as 1 mm at the surface but only 0.1 mm underground (Briestenský et al., 2010). There is another advantage to selecting faults that cross caves. Commonly, the caves represent the only sites within a karstic area in which to study fault plane and slickensides due to significant erosion of the fault structure on surface. Moreover, sinter decoration damage usually reflects fault activity.

The dense EU-TecNet network observes not only regional but global changes in tectonic activity as recorded during recent earthquake events (Briestenský et al., 2007; Košťák et al., 2007, 2011; Stemberk et al., 2010). However, the most interesting results are the observed long-term trends between significant seismic events and, when the gauge density is sufficiently high, we can discover and study the local stress field orientation. This has, for example, been done using data from the following caves:

1. Driny Cave: sinistral strike-slips along the NNE-SSW striking faults; dextral strike-slips along the NW-SE striking fault; NNW-SSE compression in period 2005 – 2009 (Briestenský et al., 2011).
2. Plavecká Cave: sinistral strike-slips along the NW-SE striking faults; dextral strike-slips along NE-SW striking faults; W-E compression in period 2005 – 2009.
3. Západní Cave: dextral strike-slips along the WSW-ENE striking fault; the NNW-SSE striking fault presents evidence for uplift of the eastern block; NW-SE compression in period 2008 – 2012 (Briestenský et al., 2014).

It is suggested that the type of stress-field monitoring used in the caves, as conducted by EU-TecNet, may also be applied in other cave systems where there are active tectonic structures and the cave systems enables us to monitor a greater number of transversal fault structures.

REFERENCES

- BRIESTENSKÝ, M. – KOŠTÁK, B. – STEMBERK, J. – PETRO, L. – VOZÁR, J. – FOJTÍKOVÁ, L. 2010. Active tectonic fault microdisplacement analyses: a comparison of results from surface and underground monitoring in western Slovakia. *Acta Geodynamica et Geomaterialia*, 7, 4, 387–397.
- BRIESTENSKÝ, M. – STEMBERK, J. – ROWBERRY, M. D. 2013. The use of speleothem damage and *in situ* fault displacement monitoring to characterise active tectonic structures: an example from Západní Cave, Czech Republic. *Acta carsologica*, in print.
- BRIESTENSKÝ, M. – STEMBERK, J. – MICHALÍK, J. – BELLA, P. – ROWBERRY, M. D. 2011. The use of a karstic cave system in a study of active tectonics: fault movements recorded at Driny Cave, Malé Karpaty Mts (Slovakia). *Journal of Cave and Karst Studies*, 73, 2, 114–123.
- BRIESTENSKÝ, M. – STEMBERK, J. – PETRO, L. 2007. Displacements registered around the March 13th 2006 Vrbové earthquake $M=3.2$ (Western Carpathians). *Geologica Carpathica*, 58, 5, 487–493.
- KOŠTÁK, B. – CACÓN, S. – DOBREV, N. D. – AVRAMOVA-TACHEVA, E. – FECKER, E. – KOPECKÝ, J. – PETRO, L. – SCHWEIZER, R. – NIKONOV, A. A. 2007. Observations of tectonic microdisplacements in Europe in relation to the Iran 1997 and Turkey 1999 earthquakes. *Izvestiya Physics of the Solid Earth*, 43, 6, 503–516.
- KOŠTÁK, B. – MRLINA, J. – STEMBERK, J. – CHÁN, B. 2011. Tectonic movements monitored in the Bohemian Massif. *Journal of Geodynamics*, 52, 1: 34–44.
- STEMBERK, J. – KOŠTÁK, B. – CACÓN, S. 2010. A tectonic pressure pulse and increased geodynamic activity recorded from the long-term monitoring of faults in Europe. *Tectonophysics*, 487, 1–12.

NÁLEZY PLEISTOCÉNNÝCH KONÍ (*EQUUS SP.*) Z NEANDERTÁLSKEJ LOKALITY BOJNICE I – PREPOŠŤSKÁ JASKYŇA

Tomáš Čeklovský

Katedra geológie a paleontológie, Prírodovedecká fakulta, Univerzita Komenského v Bratislave, Mlynská dolina, 842 15 Bratislava; ceklovsky@fns.uniba.sk

Prepošťská jaskyňa (Bojnice I) reprezentuje jedno z dvoch zachytených paleolitických osídlení Bojníc pri Prievdzi (48° 46' S, 18° 34' V) na území Hornej

Nitry. Lokalitu tvorí v podstate mohutný jaskynný previs (abri), v nadmorskej výške 242 m n. m., s 8 m dlhým jaskynným priestorom v rámci travertínovej kopy, na ktorej stojí Bojnický zámok. Nálezisko je známe od roku 1926 (Medvecký, 1927). Vykopávky Proška (1952) a Bártu (1966) tu preukázali jedno z najvýznamnejších neandertálskych osídlení s moustérienskou kultúrou na území Slovenska. Posledné datovanie pomocou metódy ¹⁴C umiestnilo osídlenie Prepošťskej jaskyne do obdobia pred 40 000 uncal. BP, zodpovedajúc tak moravským lokalitám Kůlna (vrstva 7a) a Šípka z micoquieny (Kaminská a Neruda, 2010).

Revíznym výskumom bolo k júlu 2013 preštudovaných 1001 fosilných zvyškov z moustérienskej vrstvy z Bártovej sondy III, zozbieraných v roku 1967. Analýzou sa preukázala pomerne veľká diverzita zisteného faunistického spoločenstva interstadiálneho charakteru z obdobia posledného zafadenia, ktoré žilo pravdepodobne v otvorenom až lesostepnom prostredí s prítomnosťou vodného zdroja (travertínového jazierka, resp. travertínový prameň, napájadlo) v blízkom okolí. Predbežné výsledky poukazujú na koňa ako hlavnú lovnú zver neandertálcov (NISP 32, MNI 4). Na základe morfometrických analýz je tento koň zaraďovaný predbežne do taxónu *Equus ferus cf. germanicus* (Nehring, 1884). Z tafonomického hľadiska boli na kostiach koní zistené tak perimortálne, ako aj postmortálne zásahy. Ľudská aktivita je dokumentovaná stopami po nástrojoch (pozdĺžne lomy, zárezy), ako aj spálenými polámanými kosťami, ktoré boli spaľované pri teplote 300 až 400 °C. Stopy po predátoroch (resp. zdochlinožravcoch) sú dokumentované v podobe stôp po ohryzoch a odhryznutí. Hlavným pôvodcom týchto stôp sú pravdepodobne hyeny, hoci nie je vylúčená ani aktivita iných mäsožravcov (napr. vlkov). Dve kosti sú tiež postihnuté patologicky v podobe atypických drsnatín.

Autor ďakuje vedeckej agentúre VEGA (grant č. 1/0396/12) a Univerzite Komenského (grant č. UK/9/2013) za finančnú podporu pri výskume.

LITERATÚRA

- BÁRTA, J. 1966. Mittelpaläolithische Besiedlung des Burgberges und der Höhle Prepošťská jaskyňa in Bojnice. Einige beachtenswerte paläolithische Fundstellen in der Westslowakei. VII. Congrès international des sciences préhistoriques et protohistoriques Tchécoslovaquie 1966, excursion en Slovaquie, Nitra, 10–22.
- KAMINSKÁ, L. – NERUDA, P. 2010. Revízne spracovanie paleolitkej industrie z výskumov Prepošťskej jaskyne v Bojniciach I. 16. Kvartér 2010 – Sborník abstraktů, Brno, s. 13.
- MEDVECKÝ, K. A. 1927. Paleolitická jaskyňa v Bojniciach. Sborník Muzeálnej slovenskej spoločnosti, XXI, Martin, 109–111.
- PROŠEK, F. 1952. Výskum Prepošťské jeskyně v Bojniciach r. 1950. Archeologické rozhledy, IV, SAÚ Praha, 3–9.

ESTIMATION OF AN UPPER LIMIT ON PREHISTORIC PEAK GROUND ACCELERATION USING THE PARAMETERS OF INTACT STALAGMITES AND THE MECHANICAL PROPERTIES OF BROKEN STALAGMITES IN DOMICA CAVE, SLOVAKIA

Katalin Gribovszki¹ – Károly Kovács¹ – Péter Mónus¹ – Chuan-Chou Shen² – Ákos Török³ – Ladislav Brimich⁴ – Péter Varga¹ – Attila Novák¹ – Sándor Kele⁵

¹ Geodetic and Geophysical Institute, Research Centre for Astronomy and Earth Science, Hungarian Academy of Sciences, Csatskai Endre u. 6-8, H-9400 Sopron, Hungary; kgribovsz@ggki.hu

² Department of Geosciences, National Taiwan University

³ Engineering Geology Division, Department of Construction Materials and Engineering Geology, Budapest University of Technology and Economics

⁴ Geophysical Institute, Slovak Academy of Sciences

⁵ Institute for Geological and Geochemical Research, Research Centre for Astronomy and Earth Science, Hungarian Academy of Sciences

The examination of special shaped, vulnerable, intact stalagmites (STM) in Domic cave (southeastern Slovakia) is the continuation of our previous examination of STMs in Baradla cave (northeastern Hungary) (Szeidovitz et al., 2008). The aim of our investigation is to estimate the upper limit for horizontal peak ground acceleration generated by paleoearthquake.

There are many vulnerable, special shaped (high, slim, H/D > 20) and more or less cylindrical STMs in Domic cave. The most vulnerable of STMs is 5 m high and the diameter, at the profile of cylinder at different heights, is 5 or less than 5 cm. This STM (5 m) is situated in Ördög-lik (Čertova diera) Hall of Domic cave.

The method of our investigation is the same as before: the density, the Young's modulus and the tensile failure stress of broken STM samples have been measured in mechanical laboratory, whereas the natural frequency of intact STMs was determined by *in situ* observation. The value of horizontal

ground acceleration resulting in failure and the theoretical natural frequency of STM were assessed by theoretical calculations.

The age of the samples taken from a STM (2.26 m) standing in Domica cave have been determined by Multi Collector – Inductively Coupled Plasma Mass Spectrometry analysis (MC-ICPMS). Our measurements show, that STM (2.26 m) is still growing and the oldest and bottommost part of it is not older than 116 kyears. The age of the oldest part of STM (2.26 m) is nearly the same as 5.1 m high STM (5.1 m) situated in Olimposz Hall of Baradla cave (130 kyears).

The a_g value (upper limit for horizontal peak ground acceleration needs to break STM (5 m) in Ördög-lík Hall) coming from theoretical calculation is almost the same (~ 0.059 g) as it is in case of STM (5.1 m) in Olimposz Hall (~ 0.055 g).

On the grounds of our measurements and theoretical calculations, we can state that the geological structures close to Baradla and Domica caves did not excite such paleoearthquakes in the last 2 – 5 kyears, which would have produced horizontal ground acceleration larger than 0.061 g. (About 2 – 5 kyears ago the STM (5 m) could be 4.9 m high by the results of age determination. 4.9 m high STM (5 m) could have broken by the effect of 0.061 g horizontal ground acceleration as we assume its movement as a rigid body.) This value can arise even in case of moderate size earthquakes.

The natural frequency of STM (5 m) – situated in Ördög-lík Hall – is low, about 1 Hz, since this low value is in the frequency range of nearby earthquakes, therefore resonance effect can occur. Because of the resonance the horizontal ground acceleration resulting in failure can be even smaller than our determined 0.059 g value.

REFERENCES

- SZEIDOVITZ, GY. – SURÁNYI, G. – GRIBOVSKI, K. – BUS, Z. – LEÉL-ÖSSY, SZ. – VARGA, Z. 2008. Estimation of an upper limit on prehistoric peak ground acceleration using the parameters of intact speleothems in Hungarian caves. *Journal of Seismology*, 2, 1, 21–33.

DEMĀNOVSKÁ JASKYŇA SLOBODY – 12 ROKOV MONITOROVANIA RECENTNÝCH TEKTONICKÝCH POHYBOV

Lubomír Petro¹ – Ján Bóna² – Pavel Bella^{3,4}
– Blahoslav Košťák⁵

¹ Štátny geologický ústav Dionýza Štúra, Jesenského 8, 040 01 Košice, Slovenská republika; lubomir.petro@geology.sk

² Kpt. Jaroša 13, 040 22 Košice, Slovenská republika; janobona@hotmail.com

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

⁴ Katedra geografie, Pedagogická fakulta, Katolícka univerzita, Hrabovská cesta 1, 034 01 Ružomberok, Slovenská republika; Pavel.Bella@ku.sk

⁵ Ústav štruktúry a mechaniky hornín Akademie věd ČR, v. v. i.,

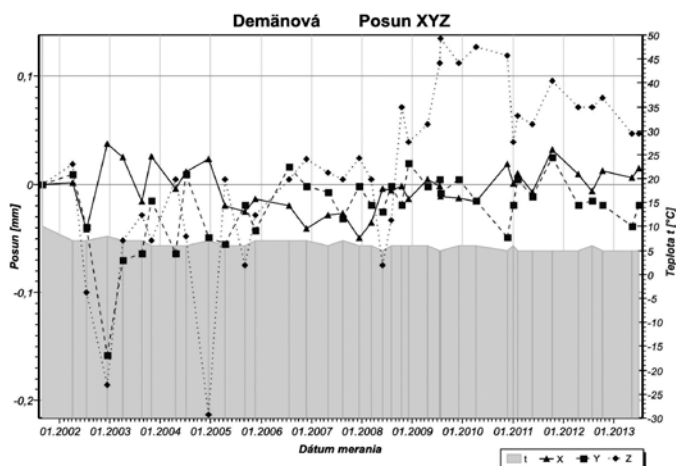
V Holešovičkách 41, 182 09 Praha, Česká republika; kostak@irmsm.cas.cz

Demänovská jaskyňa slobody je jednou z lokalít na území SR monitorovaných v rámci subsystému 02 Tektonická a seizmická aktivita územia, ktorý je súčasťou Čiastkového monitorovacieho systému geologických faktorov životného prostredia. Geologická úloha je financovaná z prostriedkov štátneho rozpočtu a garantuje ju Sekcia geológie a prírodných zdrojov MŽP SR.

Jaskyňa je súčasťou viacúrovňového jaskynného systému nachádzajúceho sa v doline riečky Demänovka na severnej strane Nízkych Tatier. Pohorie je budované tromi tektonickými jednotkami v príkrovovej pozícii (Biely et al., 1992). Bázu tvorí subautochtónna tektonická jednotka tatrikum, ktorá zahŕňa kryštallický fundament a mezozoické obalové sedimenty. V jej nadloží vystupujú vápence a dolomity príkrovu fatrika a hronika a paleogénne sedimenty posttektonickej molasy. Jaskyňa vznikla v strednotriasových vápencoch fatrika (krížňanského príkrovu) podzemnou eróznou činnosťou Demänovky. Podpovrchové priestory a chodby sledujú väčšinou SZ-JV a SV-JZ orientované zlomy (Droppa, 1957, 1972). Prvý z nich je kváziparalelný s hlavným Jaloveckým zlomom (Hók et al., 2000), prechádzajúcim dnom Demänovskej doliny.

Na monitorovanie recentnej tektonickej aktivity zlomovej poruchy SZ-JV smeru bol v Čarovnej chodbe jaskyne inštalovaný jeden mechanicko-optický dilatometer typu TM-71, ktorý pracuje na princípe moiré (Košťák, 1969). Pri výbere miesta boli zohľadnené technické parametre prístroja, charakter zlomu a prítomnosť otvorených puklín v sintroch indikujúcich recentný pohyb (Pokorný, 1952). Na spojitost puklín v sintrovej výzdobe jaskyne s neotektonikou upozornili viacerí autori (Bella, 1996; Holúbek a Bella, 2000; Holúbek, 2001).

Výsledky takmer 12-ročného monitoringu preukazujú progresívny vývoj poruchy. Veľkosť priestorového posunu, t. j. posunu pozdĺž všetkých troch osí X, Y a Z v dvoch navzájom kolmých rovinách, je minimálna (do 0,2 mm), ale zreteľná (obr. 1). Posun pozdĺž osi Z je interpretovaný ako pokles nadložného tektonického bloku, posun pozdĺž osi X ako mierne otváranie trhliny a posun pozdĺž osi Y ako pravostranný šmykový pohyb pozdĺž trhliny. V priestore je



Obr. 1. Posun tektonických blokov zaznamenaný dilatometrom TM-71 inštalovaným na zlomovej poruche v Demänovskej jaskyni slobody (Čarovná chodba) v auguste 2001

pohyb na zlome interpretovaný ako pravý šikmý posun. Trend pohybov indikuje, že os maximálnej recentnej extenzie σ_3 (S_{hmin}) je orientovaná na SV-JZ (VSV-ZJZ). Meranie rotácií vo vodorovnej (XY) a zvislej (XZ) rovine preukázalo minimálne otáčanie nadložného tektonického bloku v smere pohybu hodinových ručičiek. Rovnaký smer recentnej extenzie preukázali výsledky štruktúrneho výskumu puklín v doline Demänovky vo vzťahu k orientácii hlavných chodieb v jaskyni (Hlavňová et al., 2008; Pešková et al., 2011), ako aj puklín v travertínoch Liptovskej kotliny (Pešková a Hók, 2008). Aj geodeticky zistený smer osi extenzie v oblasti Demänovskej (Hefty et al., 2010) korešponduje s výsledkami získanými dilatometrom.

V Demänovskej jaskyni slobody, podobne ako aj na iných lokalitách na Slovensku (Ipeľ, Vyhne, Banská Hodruša), sa geodynamická aktivita neprejavuje plynule. Z grafu na obr. 1 je zjavné, že sa striedajú obdobia so vzrastajúcou intenzitou pohybu (2003 – 2005, 2009 – 2010) a klesajúcou intenzitou pohybu (2006 – 2008, 2010 – 2012). Výsledky monitorovania pohybov na tejto i ďalších lokalitách sa aktualizujú raz za rok a sú dostupné na <http://dionysos.gssr.sk/cmsgf/drupal/index.php>.

LITERATÚRA

- BELLA, P. 1996. Geomorfologický význam a problémy genézy Demänovskej jaskyne slobody. In Bella, P. (Ed.): Sprístupnené jaskyne – výskum, ochrana a využívanie. Zborník referátov, Liptovský Mikuláš, 46–52.
- BIELY, A. (Ed.) – BEŇUŠKA, P. – BEZÁK, V. – BUJNOVSKÝ, A. – HALOUZKA, R. – IVANIČKA, J. – KOHÚT, M. – KLINEC, A. – LUKÁČIK, E. – MAGLAY, J. – MIKO, O. – PULEC, M. – PUTIS, M. – VOZÁR, J. 1992. Geologická mapa Nízkych Tatier 1:50 000. Vydavateľstvo GÚDŠ, Bratislava.
- DROPPA, A. 1957. Demänovské jaskyne. Krasové javy Demänovskej doliny. Vydavateľstvo SAV, Bratislava, 289 s.
- DROPPA, A. 1972. Geomorfologické pomery Demänovskej doliny. Slovenský kras, 10, 9–46.
- HEFTY, J. – HOPMANOVÁ, L. – GERHÁTOVÁ, Ľ. – IGONDOVÁ, M. – DROŠČÁK, B. 2010. Recent Geokinematics of Slovakia based on homogenized solutions of permanent and epoch GPS networks. *Acta Geodynamica et Geomaterialia*, 7 (159), 303–315.
- HLAVŇOVÁ, A. – HÓK, J. – PEŠKOVÁ, I. 2008. The Quaternary stress orientation changes related to the origin of the Demänov cave system. In Nemeth, Z. (Ed.): 7th Annual Seminary of Slovak Geological Society – New knowledge about geological setting and evolution of Western Carpathians. *Mineralia Slovaca*, 40, Geovestník, 220.
- HÓK, J. – BIELIK, M. – KOVÁČ, P. – ŠUJAN, M. 2000. Neotektonický charakter územia Slovenska. *Mineralia Slovaca*, 32, 459–470.
- HOLÚBEK, P. 2001. Neotektonické pohyby v Demänovskej jaskyni mieru a deštrukcia sintrovej výzdoby. *Slovenský kras*, 39, 55–57.
- HOLÚBEK, P. – BELLA, P. 2000. Bočné chodby pri Pekelnom dóme v Demänovskej jaskyni slobody. *Aragónit*, 5, 12–14.
- KOŠTÁK, B. 1969. A new device for in-situ movement detection and measurement. *Experimental Mechanics*. SESA (American Society for Experimental Stress Analysis) Journal, 9, 374–379.
- PEŠKOVÁ, I. – HÓK, J. 2008. Quaternary dynamics of the Liptovská kotlina Basin inferred from the travertine deposits disruption and Váh River terraces asymmetry. In Nemeth, Z. (Ed.): 7th Annual Seminary of Slovak Geological Society – New knowledge about geological setting and evolution of Western Carpathians. *Mineralia Slovaca*, 40 – Geovestník, 220.
- PEŠKOVÁ, I. – HÓK, J. – SKLENKOVÁ-HLAVŇOVÁ, A. 2011. The integration of the brittle structures analysis, river terraces asymmetry and travertines – an approach to detect the Quaternary tectonics (Liptov region, Western Carpathians). *Travaux Géophysiques*, XL (2011), 60.
- POKORNÝ, M. 1952. Vznik a vývoj starších priestorov jaskýň Demänovských. Časopis Moravského musea v Brně (Acta Musei Moraviae), Vědy přírodní (Scientiae Naturales), 37, 13–51.

SOUČASNÝ VÝVOJ VYBRANÝCH KRASOVÝCH JESKYNÍ V ČESKÉM MASÍVU A ZÁPADNÍCH KARPATECH NA ZÁKLADĚ DLOUHODOBÉHO MONITORINGU POSUNŮ NA ZLOMECH

Josef Stemberk – Miloš Briestenský

Ústav struktury a mechaniky hornin AV ČR, v. v. i., V Holešovičkách 41, 182 09 Praha 8, Česká republika; stemberk@irm.cas.cz; briestensky@irm.cas.cz

Od počátku 21. století je v řadě jeskyní v Českém masívu a Západních Karpatech prováděn monitoring posunů na zlomech viditelných ve vnitřních prostorách jeskyní. Tento monitoring je uskutečňován dilatometry TM71 umožňujícími měřit relativní posun mezi dvěma skalními bloky podél vybrané diskontinuity za pomoci interferenčních jevů registrovatelných na přístroji. Jeho konstrukce poskytuje možnost sledovat prostorový vektor relativního pohybu mezi oběma bloky, a to s přesností až v setinách mm. Navíc měřidlo registruje i vzájemnou rotaci bloků jak ve vertikální, tak i v horizontální rovině. Dlouhodobě a pravidelně sledované lokality v jeskyních jsou součástí rozsáhlé sítě 3-D monitoringu posunů na zlomech, který pracovníci Ústavu struktury a mechaniky hornin AV ČR, v. v. i., provádějí v různých částech světa (viz www.tecnet.cz). V současné době je monitoring v evropské části sítě TecNet uskutečňován v rámci infrastrukturního projektu CzechGeo/EPOS (European Plate Observatory System). Výsledky přináší mimo jiné zcela nové poznatky o projevech recentní tektonické aktivity (Stemberk et al., 2010; Košťák et al., 2011). Analýzy posunů zaznamenaných v jeskyních např. ukazují, že současné pohyby mezi jednotlivými bloky horninových masívů mohou mít mnohem větší vliv na vývoj jeskynních systémů, než se doposud předpokládalo. Na příkladu jeskyně Pod Šeptouchovem (Ledec nad Sázavou) lze např. demonstrovat propadání vnitřní části podzemního prostoru, které postupně postihuje celý jeskynní systém. Podobné postupné posuny mezi bloky byly zaznamenány i v Koněpruských jeskyních (Český kras). Na příkladu jeskyně Driny (Smolenický kras) lze zase poukázat na gravitačně-tektonické posuny v rámci rozsáhlého, hluboce založeného sesuvu, který svou odlučnou část zasahuje až do prostoru jeskyně. K posunům na zlomech v jeskyních přitom dochází většinou v obdobích tzv. zvýšené geodynamické aktivity, tzn. v obdobích, kdy jsou posuny zaznamenávány na mnoha lokalitách v rámci celé sítě TecNet. Proto lze konstatovat, že posuny měřené v řadě jeskyní mají původ v napjatostních změnách postihujících horninové masívy, které jsou s největší pravděpodobností projevem současných tektonických procesů postihujících zemskou kůru. Velikost a charakter měřených posunů přitom, v geologickém měřítku, může mít významný vliv i na vývoj jeskynních systémů.

LITERATURA

- KOŠTÁK, B. – MRLINA, J. – STEMBERK, J. – CHÁN, B. 2011. Tectonic movements monitored in the Bohemian Massif. *Journal of Geodynamics*, 52, 1, 34–44.
STEMBERK, J. – KOŠTÁK, B. – CACOŇ, S. 2010. A tectonic pressure pulse and increased geodynamic activity recorded from the long-term monitoring of faults in Europe. *Tectonophysics*, 487, 1–12.

DRIENOVSKÁ JASKYŇA A PROBLÉMY JEJ GENÉZY

Michal Zacharov

Technická univerzita v Košiciach, Fakulta baníctva, ekológie, riadenia a geotechnológií, Ústav geovied, Park Komenského 15, 040 01 Košice; michal.zacharov@tuke.sk

K významným jaskyniam východnej časti Slovenského krasu patrí aj Drienovská jaskyňa. Aj keď je jaskyňa známa od roku 1889 (Sóbányi, 1896), výskumy sa v nej vykonávali sporadicky a poznatky o jej genéze doteraz nie sú úplné. Výsledky súvislých výskumných prác (geomorfologických, mineralogických, petrografických a hlavne tektonických) začatých v roku 2004 postupne prinášajú fakty a údaje, ktoré umožnili podstatne spresniť predstavy o genéze jaskyne. Drienovská jaskyňa (ev. číslo 2370, IČO JP–44, dĺžka 1348 m, hĺbka 60 m) je považovaná za výverový fluviokrasový jaskynný s aktívnym tokom (Bella et al., 2007). Uvedená základná charakteristika jaskyne vyplýva z výskumov, ktoré vykonali Homola (1951), Senéš (1956), Zacharov (1985), Zacharov a Terray (1987), Zacharov a Košuth (2005), a dokumentačných prác (Terray, 2003). V súčasnosti na základe reambulovaných mapovacií a meračských prác (Thuróczy et al., 2012) jaskyňa dosahuje dĺžku 1588 m a prevýšenie 84 m. Z výskumov a štúdií vykonaných od roku 2004 (Zacharov, 2008a,b, 2009, 2012) a nepublikovaných údajov považujeme Drienovskú jaskyňu za polygenetickú. Jej priestory vznikli počas dvoch výrazne odlišných vývojových etáp. V prvej, najstaršej etape vznikli uzavreté niekoľkometrové izometrické až elipsoidálne dutiny a takisto šikmé a subvertikálne hore vystupujúce komínové dutiny. Dĺžka komínovitých dutín bola zrejme od niekoľkých metrov až po desiatky metrov. Podstatná časť týchto dutín je oderodovaná a v súčasnosti dosahuje dĺžku do 10 m. Ich vznik sa dá vysvetliť disolučne hypergennými procesmi v epifreatickej a freatickej zóne so stagnujúcou, prípad-

ne veľmi pomaly prúdiacou vodou. Nie je vylúčená ani možnosť vzniku podzemnou vodou meteogénneho pôvodu vystupujúcou pozdĺž zlomov s uplatnením tzv. zmiešanej korózie vplyvom zostupujúcich infiltrovaných zrážok. Vznik opisovaných dutín je viazaný na miesta tektonického prepracovania horninového masívu, najmä dislokačné zóny, ktoré predstavujú preferované cesty pre migráciu vôd. Z uvedeného vyplýva, že v tejto etape formovali priestory disolučne hypergénne procesy. Problémom tohto vysvetlenia je však rozsiahla kalcitová mineralizácia viazaná na uvedenú priestory. Veľkosť jej kryštálov (vysoké až 30 cm), ich habitus, geodovité usporiadanie prakticky skoro po celom povrchu dutín vrátane stropu indikuje hypogénny vznik kalcitovej mineralizácie. Nasvedčuje tomu aj elipsoidálny tvar, uzavretosť niektorých dutín a morfológia ich stropov (kupoly, refazce kupolovitých vyhlbení). Treba však podotknúť, že táto morfológia môže vzniknúť aj hypergennými procesmi. Potvrdenie etapy hypogénneho vývoja treba jednoznačne preukázať analýzami dokumentujúcimi teplotu roztokov. Je tu teda možnosť vzniku opisovaných dutín disolučne hypogennými alebo disolučne hypogénno-hypergennými procesmi v zmysle klasifikácie Bellu (2011). Opisované dutiny s kalcitovou mineralizáciou, resp. ich torzá sa vyskytujú výlučne len v najvyšších častiach tzv. horného poschodia. Tvorba kalcitovej mineralizácie ukončila prvú vývojovú etapu Drienovskej jaskyne. Predbežne podľa rozmiestnenia doteraz zistených dutín – priestorov a ich vzájomných vzťahov boli to samostatné objekty bez vzájomného prepojenia. Doteraz známe dutiny sa vyskytujú vo vertikálnom rozpätí asi 30 m. Doba ich vzniku je diskutabilná (záver panouzu, pont?).

Druhá etapa, ktorá vytvorila dnešnú morfológiu priestorov jaskyne, bola fluvialne disolučno-erózna (fluviokrasová). Táto mladšia freaticko-vadózna speleogenéza je rozhodujúca na vznik jaskyne v súčasnej podobe. Jaskyňa vznikala kumuláciou infiltračných zrážkových vôd v tektonických zónach a následným postupným vytvorením podzemného autochtónneho toku. Úvahy o alogénnom toku (Homola, 1951; Senéš, 1956) nedisponujú preukázateľnými faktami o pôvode vôd podzemného toku. Prúdenie podzemných vôd v širšej oblasti Drienovskej jaskyne významne ovplyvňuje rožňavská zlomová zóna. Podstatnú časť infiltračných vôd prúdiacich zo severných častí Jasovskej planiny táto zóna usmerňuje na juhovýchod k okrajom planiny, kde je drénovaná skupinou zlomov stotožňovaných so zlomovou zónou Damó (Zacharov, 2012). V páse jedného z týchto zlomov, zlomu rieky Bodva, je vytvorená aj Drienovská jaskyňa, ktorej podzemný tok odvádza časť vôd infiltrovaných v severnejších častiach planiny. Počas tejto etapy boli sformované predbežne 4 horizontálne vývojové úrovne v rámci denivelizácie 84 m. Úroveň I predstavujú najstaršie a najvyššie priestory tzv. horného poschodia a za úrovne IV predbežne pokladáme priestory s aktívnym tokom. Počas formovania I. vývojovej úrovne bola zničená podstatná časť priestorov vytvorených hypogénno speleogenézou. Počiatok tvorby horizontálnych úrovní je podľa Gaála (2008) v strednom pleistocéne. Domnievam sa podľa relatívnej výšky I. úrovne asi 55 m nad hladinou výveru podzemného toku, že tvorba jaskynných priestorov v druhej etape sa začala v spodnom pleistocéne, prípadne koncom pliocénu. Úloha sa riešila v rámci vedeckého grantového projektu Ministerstva školstva SR a Slovenskej akadémie vied VEGA č. 1/0030/12 „Hypogénne jaskyne na Slovensku: speleogenéza a morfogenetické typy“.

LITERATÚRA

- BELLA, P. 2011. Genetické typy jaskýň. *Speleologia Slovaca*, 3, Verbum, Ružomberok, 220 s.
BELLA, P. – HLAVÁČOVÁ, I. – HOLUBEK, P. 2007. Zoznam jaskýň Slovenskej republiky (stav k 30. 6. 2007). *SMOPaj*, SSJ, SSS, Liptovský Mikuláš, 364 s.
GAÁL, I. 2008. Geodynamika a vývoj jaskýň Slovenského krasu. *Speleologia Slovaca*, 1, ŠOP SR, SSJ, Liptovský Mikuláš – Knižné centrum, Žilina, 168 s.
HOMOLA, V. 1951. Hydrogeologické studie Drienovecké vyvěračky v Jihoslovenském krasu. *Československý kras*, 4, 3–8.
SENÉŠ, J. 1956. Výsledky speleologického výskumu Drienovskej (Šomody) jaskyne v Slovenskom krase. *Geografický časopis*, 81, 1, 18–26.
SOBÁNYI, G. 1896. Die Entwicklungsgeschichte der Umgebung des Kanyaptales. *Földtani Közlöny XXVI*, Budapest, 193–207.
TERRAY, M. 2003. Drienovská jaskyňa – výsledky posledných prieskumov. *Spravidaj SSS*, 34, 4, SSS Liptovský Mikuláš, 34–35.
THURÓCZY, J. – GAGYI, L. – HURTUK, T. – KLEMA, R. – KOMARA, F. – SEMAN, Š. – ZACHAROV, M. 2012. Dokumentácia Drienovskej jaskyne, projekt Monitoring a manažment vybraných jaskýň – mapovanie jaskýň. Mapová dokumentácia (graficky spracoval M. Danko) a meračská dokumentácia, *Speleologický klub Cassovia*, Košice a Slovenská speleologická spoločnosť, Liptovský Mikuláš.
ZACHAROV, M. 1985. Geomorfologické a geologické pomery nových priestorov Drienovskej jaskyne. *Spravidaj SSS*, 16, 1–2, 3–7.
ZACHAROV, M. – TERRAY, M. 1987. Objav nových priestorov v Drienovskej jaskyni v Slovenskom krase. *Slovenský kras*, 25, 189–194.
ZACHAROV, M. – KOŠUTH, M. 2005. Výskyt sadrovca v Drienovskej jaskyni – Slovenský kras. *Slovenský kras*, 43, 145–153.
ZACHAROV, M. 2008a. Geologické a tektonické pomery Drienovskej jaskyne v Slovenskom krase. *Slovenský kras*, 46, 1, 41–52.
ZACHAROV, M. 2008b. Výskum disjunktívnej tektoniky Drienovskej jaskyne v Slovenskom krase. *Slovenský kras*, 46, 2, 287–300.
ZACHAROV, M. 2009. Disjunktívne štruktúry južného okraja Jasovskej planiny a ich vplyv na vznik a vývoj endokrasu. *Slovenský kras*, 47, 1, 41–56.
ZACHAROV, M. 2012. Význam regionálnych tektonických štruktúr vo východnej časti Slovenského krasu pre vznik a vývoj jaskýň. *Slovenský kras*, 50, 1, 11–30.

DRIENOVSKÁ JASKYŇA A MOŽNÉ INDÍCIE OBDOBIA JEJ HYPOGÉNNEHO VÝVOJA

Michal Zacharov

Technická univerzita v Košiciach, Fakulta baníctva, ekológie, riadenia
a geotechnológií, Ústav geovied, Park Komenského 15,
040 01 Košice; michal.zacharov@tuke.sk

Hypogénny vývoj krasu, resp. jaskýň v Západných Karpatoch na Slovensku bol v literatúre diskutovaný len sporadicky (Seneš, 1945 – 1946; Janáčík, 1959; Orvan, 1973, 1999; Straka, 1986; Činčura a Milovský, 2000). Približne po roku 2000 záujem o túto problematiku značne vzrástol. Pri výskume a prieskume jaskýň sa čoraz častejšie zisťovali indicie hypogénnej speleogenézy (morfológia a mineralizácia priestorov, vhodné geologické a hydrogeologické podmienky (Orvošová et al., 2004; Orvošová, 2005; Orvošová a Hurai, 2008; Bella et al., 2007; Gaál, 2008)). Podrobnejší prehľad literatúry k hypogénnym jaskyniam alebo faktorom, ktoré podporujú prítomnosť týchto jaskýň na Slovensku, je uvedený v práci Bellu et al. (2009). Uvedená práca predstavuje prelom v pohľade na problematiku hypogénnych jaskýň na Slovensku. Sumarizuje predpoklady a indicie vývoja hypogénnych jaskýň a v podstate konštatuje ich prítomnosť na Slovensku. V ďalšom období už prebieha systematický výskum zameraný na hypogénne jaskyne (Bella et al., 2010, 2011a,b; Bella a Gaál, 2012).

Do okruhu jaskýň s možným hypogénnym vývojom bola začlenená aj Drienovská jaskyňa (pozri Bella a Bosák, 2012). Podľa doterajších poznatkov z výskumov je Drienovská jaskyňa považovaná za výverovú fluviokrasovú jaskyňu so spodným a vrchným poschodím a aktívnym vodným tokom. Jej vývoj prebiehal čiastočne v plytkom freatickom a hlavne vadóznom režime. Výsledky výskumných prác súvisle začatých v roku 2004 zistili okrem iného indicie o podstatne zložitejšej genéze jaskyne. V tzv. vrchnom poschodí boli už v rokoch 1984 – 1986 zistené priestory s výraznou kalcitovou mineralizáciou (Zacharov, 1985). Štúdium mineralizácie sa však začalo až v roku 2011. Vyskytuje sa v dvoch typoch priestorov vytvorených v zbrekciatých waxeneckých vápencoch. Prvý typ predstavujú izometrické až elipsoidálne dutiny niekoľkok metrových rozmerov. Dutiny boli pôvodne uzavreté a v súčasnosti sú otvorené malými koróznymi otvormi. Stropy dutín sú kupolovité, lokálne s reťazcami kupulovitých vyhlbení. Kalcitová mineralizácia má charakter geódy s kryštálmi dosahujúcimi dĺžku až 30 cm. Kryštály cm veľkosti sú prevažne skalenoedrického vývoja a kryštály dm veľkosti sú romboedrické. Usporiadanie kryštálov vo viacerých úrovniach naznačuje fázovitú kryštalizáciu podmienenú rôznou hladinou roztokov vyplňajúcich pôvodne uzavretú dutinu. Na uzavretosť predmetných dutín v období tvorby kalcitovej mineralizácie poukazujú kryštály vyvinuté v ich stropných častiach. Druhý typ priestorov sú šikmé a subvertikálne hore vystupujúce komínovité dutiny v stropných častiach jaskyne dĺžky do 10 m. Aj tu sa vyskytujú drobné kupulovité vyhlbeniny v stenách dutín v miestach odpadnutej mineralizácie. Morfológia týchto dutín sa opisuje obťažne, pretože podstatná časť stien a stropov je súvisle pokrytá kalcitovou mineralizáciou. Podstatná časť mineralizácie je tvorená hrubokryštalickými agregátmi kalcitu hrubými až niekoľko dm. Agregáty sú na povrchu často ukončené akumuláciami terminálnych častí kryštálov. Lokálne sa vyskytujú samostatné akumulácie kryštálov zoskupené do geódotového usporiadania. Opisované komínovité dutiny predstavujú podľa vykonaných štúdií zvyšky podstatne väčších komínovitých priestorov.

Možnosť, ako vznikali opisované dutiny s kalcitovou mineralizáciou, je niekoľko. Klasickou možnosťou je vznik dutín disolučne hypergénnymi procesmi v epifreatickej a freatickej zóne so stagnujúcou, prípadne veľmi pomaly prúdiacou vodou. Takisto sa dá uvažovať o tvorbe dutín podzemnou vodou (voda prakticky „bežného chemizmu a teploty“) vystupujúcou pozdĺž zlomu. Svoju úlohu tu určite zohrávala aj tzv. zmiešaná korózia (Bögli, 1971), odohrávajúca sa v zóne zmiešavania vôd vystupujúcich po zlomoch a zostupujúcich infiltrovaných zrážok. Problémom je tu však uspokojivo vysvetliť vznik mohutných kryštálov kalcitovej mineralizácie.

Morfológia dutín a charakter mineralizácie naznačujú možnosť hypogénnej genézy. Je tu možnosť vzniku opisovaných dutín disolučne hypogénnymi alebo disolučne hypogénno-hypergénnymi procesmi v zmysle klasifikácie Bellu (2011). Tvorba opisovanej kalcitovej mineralizácie v prípade uvažovaných hypogénnych procesov je typickým sprievodným znakom. Možnosť hypogénnej genézy však musí byť preukázaná príslušnými vyššími teplotami vzniku kalcitovej mineralizácie na základe fluidných inklúzií (vzorkový materiál je v štádiu analýz). K potvrdeniu tejto možnosti by prispelo aj preukázanie alterácie bezprostredného podlažia kalcitovej mineralizácie.

Možno predpokladať, že priestory Drienovskej jaskyne vznikli počas dvoch výrazne odlišných vývojových etáp. Prvá etapa predstavuje vznik jaskynných priestorov disolučne hypogénnymi alebo disolučne hypogénno-hypergénnymi procesmi. Táto etapa vyvrcholila tvorbou kalcitovej mineralizácie. Druhá etapa bola fluválne disolučno-erózna (fluviokrasová) a sformovala prakticky väčšinu dnešnej morfológie priestorov jaskyne. Táto mladšia freaticko-vadózna speleogenéza zničila, remodelovala podstatnú časť priestorov vytvorených hypogénnou speleogenézou.

Úloha sa riešila v rámci vedeckého grantového projektu Ministerstva školstva SR a Slovenskej akadémie vied VEGA č. 1/0030/12 „Hypogénne jaskyne na Slovensku: speleogenéza a morfogenetické typy“.

LITERATÚRA

- BELLA, P. 2011. Genetické typy jaskýň. *Speleologia Slovaca*, 3, Verbum, Ružomberok, 220 s.
- BELLA, P. – BOSÁK, P. 2012. Speleogenesis along deep regional faults by ascending waters: case studies from Slovakia and Czech Republic. *Acta Carsologica*, 41, 2–3, 169–192.
- BELLA, P. – BOSÁK, P. – GLÁZEK, J. – HERCMAN, H. – KADLEC, J. – KICIŇSKÁ, D. – KOMAR, M. – KUČERA, M. – PRUNER, P. 2007. Datovanie výplní Belianskej jaskyne: geochronologické záznamy jej genézy. *Aragonit*, 12, 127–128.
- BELLA, P. – GAÁL, Ľ. 2012. Hypogénne jaskyne na Slovensku: súčasné poznatky a zameranie výskumu. *Geomorphologia Slovaca et Bohemica*, 12, 1, 38–50.
- BELLA, P. – GAÁL, Ľ. – BOSÁK, P. 2009. Predpoklady a indicie vývoja hypogénnych jaskýň na Slovensku. *Aragonit*, 14, 2, 159–161.
- BELLA, P. – GAÁL, Ľ. – GREGO, J. 2010. Hydrotermálne kvarcitové jaskyne v lome Šobov pri Banskej Štiavnici. *Slovenský kras*, 48, 1, 19–30.
- BELLA, P. – GAÁL, Ľ. – ŠUCHA, V. – KODÉRA, P. – GREGO, J. 2011a. Hydrotermálne jaskyne v Štiavnických vrchoch. *Aragonit*, 16, 1–2, 159–161.
- BELLA, P. – ŠUCHA, V. – GAÁL, Ľ. – KODÉRA, P. 2011b. Krasová jaskyňa prvá v Štiavnických vrchoch – hydrotermálna speleogenéza v karbonátovom podlaží miocénneho stratovulkánu. *Slovenský kras*, 49, 1, 5–21.
- BÖGLI, A. 1971. Corrosion by mixing of karst waters. *The Transactions of the Cave Research Group of the Great Britain*, 13, 2, 109–114.
- ČINČURA, J. – MILOVSKÝ, R. 2000. Hydrotermálne kras pripovrchových príkrovov centrálnych Západných Karpát. *Slovenský kras*, 38, 33–38.
- GAÁL, Ľ. 2008. Geodynamika a vývoj jaskýň Slovenského krasu. *Speleologia Slovaca*, 1, ŠOP SR, SSJ, Liptovský Mikuláš – Knižné centrum, Žilina, 168 s.
- JANÁČIK, P. 1959. Príspevok ku krasovým javom Malej Fatry. *Slovenský kras*, MSK Liptovský Mikuláš, 55–67.
- ORVAN, J. 1973. Hydrogeologické pomery Rimavskej kotliny. *Mineralia Slovaca*, 5, 3, 271–278.
- ORVAN, J. 1999. Podzemné vody Slovenského krasu. In Šmidt, J. (Ed.): Výskum a ochrana prírody Slovenského krasu. Zborník referátov, Brzotín, 51–59.
- ORVOŠOVÁ, M. 2005. Kalcitové kryštály v reliktoch fosílného hydrotermálneho krasu v Nízkych Tatrách. *Slovenský kras*, 43, 53–66.
- ORVOŠOVÁ, M. – HURAI, V. – SIMON, K. – WIEGEROVÁ, V. 2004. Fluid inclusion and stable isotopic evidence for early hydrothermal karstification in vadose caves of the Nízke Tatry Mountains (Western Carpathians). *Geologica Carpathica*, 55, 5, 421–429.
- ORVOŠOVÁ, M. – HURAI, V. 2008. Kryštály kalcitu v Kalcitovej jaskyni 1 a 2 na Poludnici, Nízke Tatry. *Slovenský kras*, 46, 1, 87–97.
- SENEŠ, J. 1945–1946. Výskumné práce v Juhoslovenskom krase. *Krásky Slovenska*, 23, 6, 128–132.
- STRAKA, P. 1986. Hlboký štruktúrny vrt Mel-1 Meliata. *Regionálna geológia Západných Karpát*, 21, Bratislava, 89–92.
- ZACHAROV, M. 1985. Geomorfologické a geologické pomery nových priestorov Drienovskej jaskyne. *Spravodaj SSS*, 16, 1–2, 3–7.

VZŤAH PRIEPASTI NA PALANTE A PRIEPASTI „IP“ K DRIENOVSEJ JASKYNI

Michal Zacharov

Technická univerzita v Košiciach, Fakulta baníctva, ekológie, riadenia
a geotechnológií, Ústav geovied, Park Komenského 15,
040 01 Košice; michal.zacharov@tuke.sk

Drienovská jaskyňa patrí k významným jaskyniam Jasovskej planiny (Slovenský kras). Nachádza sa na jej juhovýchodnom okraji asi 1,5 km severne od obce Drienovec v ústí doliny Miglinc. V súčasnosti dosahuje dĺžku 1588 m a prevýšenie 84 m (Thuróczy et al., 2012). Je to fluviokrasová (fluválne disolučno-erózna) jaskyňa s aktívnym vodným tokom, vylúčené nie je ani obdobie hypogénnej speleogenézy. Prieskumné a výskumné práce okrem iného sledujú cieľ preniknúť do ďalších častí jaskyne, ktorých existencia je vysoko pravdepodobná. Preniknutie do nových priestorov znemožňujú najmä rozsiahle závaly, siahajúce z vrchných úrovní až po riečisko podzemného toku. Celkovo sú závaly tri: prvý dva sa podarilo prekonať cez vrchné horizontálne úrovne, tretí zával sa dosiaľ prekonať nepodarilo. Najmä z tohto dôvodu sa dlhodobo vykonáva prieskum povrchu terénu v širšej oblasti nad jaskyňou. Snahou je preniknúť do nových vrchných úrovní jaskyne a cez ne prekonať tento zával. Počas tohto prieskumu sa našli dve priepasti (Priepasť na Palante a Priepasť „IP“), ktoré sa nachádzajú relatívne blízko Drienovskej jaskyne. Zaujímavá je ich pozícia a charakter vzhľadom na hlavný sv.-jz. smer priebehu pôdorysu doteraz známych priestorov.

Priepasť na Palante (dĺžka 65 m, hĺbka 13 m, objavená v roku 2008) sa nachádza v masíve kóty Palanta (366 m n. m.), v ktorom sú vytvorené doteraz známe priestory Drienovskej jaskyne. Priestory priepasti sú len asi 70 m vzdialené od priemety pôdorysu vrchných úrovní jaskyne. Ústie priepasti sa nachádza v depresii vytvorenej prepadnutím časti stropu. Morfológia priestorov (rútený materiál, odtrhové plochy, modelácia stien) dokazuje, že vznikli disolučno-rúťivými procesmi. Sú to relikty pôvodne väčších priestorov. Vrchná časť priestorov, výrazne skrasovatená, predstavuje epikrasovú zónu v pokročilom štádiu

vývoja. Podstatná časť priepasti je vyplnená rúteným materiálom. V hlbších bočných častiach sa vyskytujú zvyšky sintrovej výzdoby a hrubokryštalických agregátov kalcitu. Na vývoji priepasti vo waxeneckých vápencoch sa významne podieľali dislokácie sv.-jz. a sz.-jv. smeru, jedinele aj v.-z. smeru.

Priepasť „IP“ (dĺžka 122 m, hĺbka 43 m, objavená v roku 2008 – Liška a Gagyí, 2012) sa nachádza na kóte Košiar (370 m n. m.). Vzdialenosť priestorov od Drienovskej jaskyne je už podstatne väčšia, asi 580 m od konca jaskyne na úrovni podzemného toku. Priepasť sa však nachádza v priamej línii predpokladaného severovýchodného pokračovania jaskyne. Aj tu morfológia ústia a priestorov dokazuje disolučno-rútivý pôvod a vývoj vrchných častí v epikrasovej zóne. Okrem bežných foriem speleotém sa tu vyskytujú akumulácie kalcitových kryštálov do veľkosti 2 cm (drúzy) a hrubokryštalické agregáty kalcitu. Dnové časti sú vyplnené sláchnutými ílovitými sedimentmi. Priepasť je vytvorená vo wettersteinských vápencoch prestúpených dislokáciami v.-z. a s.-j. smeru, v menšej miere aj sv.-jz. smeru.

Obidve opisované priepasti v spojitosti s kolapsovými depresiami a zistenými disolučno-rútivými procesmi možno zaradiť k priepastiam typu „light hole“. Sú vytvorené v tektonických brekciách viazaných na zónu zlomu rieky Bodva, analogicky ako Drienovská jaskyňa. Pozícia priepastí, ich tektonický vývoj i typ štruktúr poskytuje možnosť hľadať spoločné črty vývoja, ako aj prípadnú prepojenosť s jaskyňou. Možno predpokladať, že priepasti vznikli rútením stropov vrchných vývojových úrovní vytvorených podzemným tokom v neznámych častiach Drienovskej jaskyne. Opisované priepasti sú ideálnymi cestami pre infiltráciu zrážkových vôd do masívu, ktorý odvodňuje podzemný tok. Sondovanie v opisovaných priepastiach je jednou z možností, ako by sa mohlo preniknúť do ďalších nových častí Drienovskej jaskyne.

LITERATÚRA

- LIŠKA, B. – GAGYÍ, L. 2012. Priepasť IP na Jasovskej planine. *Spravodaj SSS*, 43, 4, 7–9.
- THURÓCZY, J. – GAGYÍ, L. – HURTUK, T. – KLEMA, R. – KOMARA, F. – SEMAN, Š. – ZACHAROV, M. 2012. Dokumentácia Drienovskej jaskyne, projekt Monitoring a manažment vybraných jaskýň – mapovanie jaskýň. Mapová dokumentácia (graficky spracoval M. Danko) a meračská dokumentácia. Speleologický klub Cassovia, Košice a Slovenská speleologická spoločnosť, Liptovský Mikuláš.

GEOMORFOLÓGIA

K MORFOGENETICKEJ TYPOLÓGII JASKYNNÝCH ÚROVNÍ

Pavel Bella^{1,2} – Michal Veselský³

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

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

³ Katedra fyzickej geografie a geoekológie, Prírodovedecká fakulta, Univerzita Komenského, Mlynská dolina, 842 15 Bratislava 4; veselskym@fns.uniba.sk

Jaskynnými úrovňami sa označujú horizontálne, resp. takmer horizontálne chodby vytvorené v nadväznosti na relatívne statickú eróznú bázu, najmä vo výverových jaskyniach, resp. vo výverových častiach jaskýň počas dlhodobého tektonického pokoja (Sweeting, 1950; Davies, 1960 a iní). V rámci rekonštrukcie vývoja georeliéfu sa jaskynné úrovne korelujú s riečnymi terasami a zarovnanými povrchmi (Maximovič, 1957; Ek, 1961; Štelcl, 1963; Bögli, 1966; Droppa, 1966; Miotke a Palmer, 1972; Webb et al., 1992; Anthony, 2005; Wagner et al., 2011 a iní) alebo morskými terasami (Florea et al., 2007; Bruthans et al., 2010 a iní). Jaskynné úrovne sa vytvárajú spätnou eróziou od vyvieraciek po tzv. piezometrický limit (Palmer, 1987) vzťahujúci sa na miesto prechodu medzi vadóznymi a freatickými podmienkami prúdenia vody (gravitačný vodný tok sa mení na tok podmienený hydrostatickým tlakom). V dôsledku znižovania eróznej bázy vznikajú zmeny v gradiente pozdĺžneho profilu vodného toku (angl. *nick-points*) vodopády a kaskády, ktoré spätnou eróziou ustupujú v smere proti prúdu vody (Warwick, 1960; Fabel et al., 1996). Po vyplnení spodných kolenovitých častí sifónov naplavenými sedimentmi sa pozdĺžny profil podzemného riečiska vyrovnáva vytváraním prebájakých chodieb medzi hornými ohybmi freatických slučiek (tzv. *bypassing*). V miestach veľkej početnosti puklín sa pozdĺž vodnej hladiny tvoria chodby s málopočetnými freatickými slučkami až úplne horizontálne jaskyne (angl. *ideal water-table caves*) (Ford a Ewers, 1978; Ford, 2000).

Z hľadiska vývoja Bögli (1978) rozlišuje dva typy jaskynných úrovní: (1) jaskynné úrovne vytvorené pozdĺž piezometrického povrchu podzemných vôd, ktorý sa hydrograficky viaže na hlavný vodný tok (nem. Vorfluter) odvodňujúci príslušné krasové územie – podľa Sawického (1909) evolučné niveau (napr. úrovne v jaskyni Hölloch vo Švajčiarsku); (2) jaskynné úrovne vytvorené podzemnými časťami dolinových vodných tokov v súvislosti s vytváraním systému riečnych terás na povrchu (napr. jaskynné úrovne v Demänovskej doline). Pre chodby jaskynných úrovní sú typické bočné korytá a meandre, zarovnané stropy a iné tvary zodpovedajúce laterálnej erózii (Cocean,

1979; Serban a Domsa, 1985; Tulis a Novotný, 1989; Bruthans et al., 2000; Bella, 2004 a iní).

Z hľadiska celkovej morfológie, odrážajúcej fázoitosť a závislosť speleogenézy od stagnácie a zmien eróznej bázy, sa rozlišujú jednoúrovňové a viacúrovňové jaskyne. V pozdĺžnom profile typické úrovňové chodby sú horizontálne, resp. mierne sklonené v smere odtoku vody. Niektoré jaskynné úrovne sa vzťahujú na horizontálne úseky chodieb v rovnej, resp. približne rovnej výškovej polohe, oddelené sifónmi. Za jaskynné úrovne sa takisto považujú klesajúco-stúpajúce chodby zoskupené v úzkom vertikálnom rozpätí (Bögli, 1978; Palmer, 1987 a iní). Nielen jaskyne, ale aj jaskynné chodby sa podľa fázoitosti vývoja delia na jednoúrovňové a viacúrovňové. Jednoúrovňové chodby sa líšia podľa tvaru priečneho rezu: (1) úrovňové chodby so širokým zarovnaným stropom (Stratenská jaskyňa, horné nezaľadené časti Dobšinskej ľadovej jaskyne) formujúce sa počas dlhodobej stagnácie eróznej bázy; (2) úrovňové chodby s výraznými bočnými zárezmi – korytami, meandrami alebo zárezmi so zarovnanou stropnou časťou (Demänovská ľadová jaskyňa, úsek Demänovskej jaskyne mieru pred sifónom vedúcim do Demänovskej ľadovej jaskyne); (3) úrovňové tunelové chodby, miestami s bočnými korytami (jaskyňa Okno). Viacúrovňové chodby sa pozorujú v dvoch základných podobách: (1) úrovňové široké chodby s inverznými terasovitými stupňami a zarovnaným stropom (dôsledok paragenetického vývoja) – postranné inverzné terasové stupne zahľbené do skálneho stropu sú mladšie (hlavná úroveň Stratenskej jaskyne); (2) úrovňové chodby s terasovými stupňami (Mramorové riečisko v Demänovskej jaskyni slobody) alebo výraznými stupňovitými bočnými zárezmi (bočnými korytami – Demänovská ľadová jaskyňa, bočnými zárezmi so zarovnanou stropnou časťou – Jasovská jaskyňa). S cieľom presnejšie identifikovať jednotlivé typy jaskynných úrovní treba detailnejšie analyzovať morfofenetické a sedimentologické znaky, ktoré im prislúchajú.

Okrem jaskynných úrovní tvorených horizontálnymi, resp. subhorizontálnymi chodbami vymodelovanými chemickou eróziou, v prípade vodných tokov (najmä alochtónnych) aj mechanickou eróziou, sú známe aj jaskynné úrovne viažuce sa na horizontálne agraďované riečiská podzemných vodných tokov (napr. v jaskynnom systéme Domica-Baradla; Droppa, 1972). Ich pôvodné skálne podlahy sú pokryté naplavenými fluvialnými sedimentmi (konstruktívne alúvium), ktorých povrch je mierne sklonený v smere odtoku vody v riečisku. Miestami po stranách agraďovaného riečiska meandrujúci vodný tok vytvára bočné korytové zárezy (v jaskyni Domica na terajšom riečisku Styxu pred štátnou hranicou). Úrovňové agraďované riečiská v jaskyniach sa vytvárajú v nadväznosti na eróznú bázu na povrchu navýšenú v dôsledku usadzovania sedimentov v dolinách, cez ktoré nastáva odtok podzemných vôd z krasu.

Od jaskynných úrovní treba odlišovať litologicky alebo štruktúrne podmienené jaskynné poschodia, ktoré predstavujú horizontálne chodby nad eróznou bázou, resp. spodnými úrovňovými úsekmi jaskyne a ich visutá poloha závisí od výškovej pozície nerozpustných hornín alebo iných výrazných štruktúrno-tektonických rozhraní (Štelcl, 1963). Niektoré horizontálne úseky jaskýň sa vytvárajú v nadväznosti na vnútorné erózne bázy lokálneho charakteru spôsobené prírodnou bariérou tvorenou nahromadenými sedimentmi alebo litologickými prahmi (Cocean, 1979).

Táto práca bola podporovaná Agentúrou na podporu výskumu a vývoja na základe zmluvy č. APVV-0625-11.

LITERATÚRA

- ANTHONY, D. M. 2005. Multilevel caves and landscape evolution. In Culvier, D. C. – White, W. B. (Eds.): *Encyclopedia of Caves*. Elsevier Academic Press, Burlington – San Diego – London, 397–400.
- BELLA, P. 2004. Morfoskulptúrne planačné formy jaskynného georeliéfu. In Bella, P. (Ed.): *Výskum využívanie a ochrana jaskýň, zborník referátov zo 4. vedeckej konferencie, Táto 5. – 8. 10. 2003. Liptovský Mikuláš*, 20–34.
- BÖGLI, A. 1966. Karstwasserfläche und unterirdische Karstniveaus. *Erdkunde*, 20, 1, 11–19.
- BÖGLI, A. 1980. *Karst Hydrology and Physical Speleology*. Springer-Verlag, Berlin – Heidelberg – New York, 284 s.
- BRUTHANS, J. – FILIPPI, M. – ZARE, M. – CHURÁČKOVÁ, Z. – ASADI, N. – FUSCH, M. – ADAMOVIČ, J. 2010. Evolution of salt diapir and karst morphology during the last glacial cycle: Effects of sea-level oscillation, diapir and regional uplift, and erosion (Persian Gulf, Iran). *Geomorphology*, 121, 3–4, 291–304.
- BRUTHANS, J. – ŠMID, J. – FILIPPI, M. – ZEMAN, O. 2000. Thickness of caprock and other important factors affecting morphogenesis of salt karst. *Acta Carsologica*, 29, 2, 51–64.
- COCEAN, P. 1979. Les voutes planes-horizontales et le niveau de base karstique. *Travaux de l'Institut de Spéologie „Émile Racovitza“*, 18, 219–224.
- DROPPA, A. 1966. The correlation of some horizontal caves with river terraces. *Studies in Speleology*, 1, 186–192.
- DROPPA, A. 1972. Príspevok k vývoju jaskyne Domica. *Československý kras*, 22, 65–72.
- Ek, C. 1961. Conduits souterrains en relation avec les terraces fluviales. *Annales de la Société Géologique de Belgique*, 84, 313–340.
- FABEL, D. – HENRICKSEN, D. – FINLAYSON, B. L. – WEBB, J. A. 1996. Nickpoint recession in karst terrains: an example from the Buchan Karst, Southeastern Australia. *Earth Surface Processes and Landforms*, 21, 5, 453–466.
- FLOREA, L. J. – VACHER, H. L. – DONAHUE, B. – NAAR, D. 2007. Quaternary cave levels in peninsular Florida. *Quaternary Science Reviews*, 26, 9–10, 1344–1361.
- FORD, D. 2000. Speleogenesis Under Unconfined Settings. In Klimchouk, A. B. – Ford, D. C. – Palmer, A. N. – Dreybrodt, W. (Eds.): *Speleogenesis. Evolution of Karst Aquifers*. Huntsville, Alabama, USA, 319–324.

- FORD, D. C. – EWERS, R. O. 1978. The development of limestone cave systems in the dimensions of length and depth. *Canadian Journal of Earth Sciences*, 15, 1783–1798.
- MAXIMOVIČ, G. A. 1957. Korrelácia rečných terras i horizontálnych karstových pešcer. *Trudy kom. po izučennju četver. perioda*, 13, Moskva, 243–252.
- MIOTKE, F.-D. – PALMER, A. N. 1972. Genetic relationship between caves and landforms in the Mammoth Cave National Park area. *Böhler, Würzburg*, 69 s.
- PALMER, A. N. 1987. Cave levels and their interpretation. *Bulletin of the National Speleological Society*, 49, 2, 50–66.
- SAWICKI, L. S. 1909. Ein Beitrag zum geographischen Zyklus im Karst. *Geographische Zeitschrift*, 15, 185–204, 259–281.
- SERBAN, M. – DOMSA, M. 1985. Sur le microrelief de corrosion de le Pester Vintului (Monts Padurea, Craiului, Roumaine) et la morphogenèse de la voute plane dans les conduites forcées. *Theoretical and Applied Karstology*, 2, 97–121.
- ŠTELCL, O. 1963. Jeskynný úroveň v severní části Moravského krasu. *Československý kras*, 14, 17–27.
- TULIS, J. – NOVOTNÝ, L. 1989. Jaskynný systém Stratskej jaskyne. *Osveta, Martin*, 464 s.
- WAGNER, T. – FRITZ, H. – STÜWE, K. – NESTROY, O. – RODNIGHT, H. – HELSTROM, J. – BENISCHKE, R. 2011. Correlations of cave levels, stream terraces and planation surfaces along the River Mur – Timing of landscape evolution along the eastern margin of the Alps. *Geomorphology*, 134, 1–2, 62–78.
- WARWICK, G. T. 1960. The effect of knick-point recession on the water-table and associated features in limestone regions, with special reference to England and Wales. *Zeitschrift für Geomorphologie*, NF, Suppl. 2, 92–99.
- WEBB, J. A. – FABEL, D. – FINLAYSON, B. L. – ELLAWAY, M. – SHU, L. – SPIERTZ, H.-P. 1992. Denudation chronology from cave and river terrace levels: the case of the Buchan Karst, southeastern Australia. *Geological Magazine*, 129, 3, 307–317.

RELIKTY STRÁŇOVÝCH JASKÝŇ V SLOVENSKOM KRASE – ICH PRIESKUM A VÝZNAM

Gabriel Lešínský

Slovenské múzeum ochrany prírody a jaskyniarstva, Liptovský Mikuláš – pracovisko Košice, Ďumbierska 26, 040 01 Košice; gabishark@gmail.com

V Slovenskom krase od počiatkov praktického jaskyniarstva až do dnešných dní stále prebieha vyhľadanie a systematický prieskum jaskýň rôzneho veku, genézy a morfológie. Vzhľadom na vysokú početnosť, genetickú i typovú diverzitu jestvujúcich krasových jaskýň, ktorých je tu už viac ako 1200, sa ich reliktom venovala len veľmi malá pozornosť. Hľadať a správne identifikovať zvyšky jaskýň na plošine či v stránach planín je veľmi obťažné. Vídavame ich počas rekognoskačných akcií na území celého Slovenského krasu. Ich význam pri utváraní predstáv o morfofenéze stráni krasových planín, speleogénne jaskýň, dokonca i v praktickom jaskyniarstve je evidentný. Za ostatných takmer 25 rokov systematickej práce v Slovenskom krase sme našli, preskúmali a zdokumentovali okolo 20 niekdajších vertikálnych i horizontálnych jaskýň, ktorých význam spravidla vzrastá s poznaním ich okolia a pri utváraní predstavy o vzájomných súvislostiach medzi geomorfologickými formami (na povrchu i v podzemí) a hydrologickými javmi. Prepracovanejšia metodika ich prieskumu a výskum ich výplní je výzvou do budúcnosti.

VÝVOJ JASKYNE STARÝ HRAD A JEHO EKVIVALENTOV V KRASE POHORIA MONTI APUSENI, RUMUNSKO

Peter Orvoš

Katedra fyzickej geografie a geoekológie, Prírodovedecká fakulta, Univerzita Komenského v Bratislave, Mlynská dolina, 842 15 Bratislava 4; orvos@nic.fns.uniba.sk

Jaskyňa Starý hrad ako súčasť nášho najhlbšieho jaskynného systému sa nachádza na severnej strane Nízkych Tatier v masíve Krakovej hole. Blízkosť Ďumbierskeho hrebeňa jednoznačne naznačovala úzku súvislosť vývoja týchto priepastí jaskýň s jeho výzdviham. Avšak neprítomnosť granitického sedimentu, vypínajúceho jaskyne Demänovskej a Jánskej doliny, ukazovala na podstatne odlišnú konfiguráciu reliéfu a hydrologickej siete v čase ich vzniku. Kryštalinikum ešte nebolo odkryté, a preto sedimentárnu výplň tvorí obal jadra v podobe bridlic a kremencov, vo vetve Starého hradu len karbonatický materiál s rohovcami. Blížišie pochopenie mohlo priniesť nájdenie v súčasnosti aktívneho príkladu vývoja podobného ponorného systému. V oblasti Bihor, súčasť rumunského pohoria Munti Apuseni, sa nachádza krasová plošina Padis, známa portálom Cetatile Ponorului. Toky, ktoré sa do vápencov plošiny ponárajú, pramenia na hrebeni Magura Vanata, tvorenom spodnotriasovými horninami, prevažne farebnými bridlicami. Po ponorení sa znovu vynárajú v blízkosti rozsiahlej uvaly Poiana Ponor, tečú po nej istý čas v priamom smere, potom sa točia až do praveho uhla a po istom čase opäť ponárajú. Táto situácia by mohla byť analogická vytváraniu jaskyne Starý hrad, kde sa toky tečúce od masívu

Ďumbiera točili pozdĺž čela odhalených vápencov (a na výraznom zlome) k severozápadu. Svedčí o tom priebeh chodieb od obidvoch vchodov v avenovitých kuloároch, aj priebeh ďalšej klesajúcej vetvy. Podobný charakter terénu sme našli aj na okraji spomínanej uvaly v Rumunsku. Úzkym prielomom sa dá dostať do širokej kruhovej depresie, ktorá má znaky zrútenej priepasti, a z nej bokom cez malé skalné okno do ďalšej kruhovitej kaverny. Tento útvar veľmi pripomína morfológiu vstupných častí Starého hradu pred vlastným vchodom. Celá geomorfologická situácia naznačuje, že vývoj ponorových úsekov týchto jaskýň mohol byť podobný. Depresia Poiana Ponor je tiež vyplnená hrubým nánosom hlin a ílov povodňovej fácie, keď pri vysokých prietokoch býva uvala zaplavená rozsiahlym jazerom. Množstvo povodňových sedimentov vyplňa chodby Starého hradu (napríklad úplne chodbu Pivnica) a môže svedčiť práve o takýchto epizodických záplavách ponorného územia. Predstavovaná štúdia sa okrem priamej podobnosti vývoja jaskyne Starý hrad s analógom v krase Munti Apuseni snaží dotknúť i problému, ako mohli vyzerať povrchy, po ktorých toky z Nízkych Tatier tiekli predtým, ako sa vápence oddelili od kryštalickeho masívu. Stále fungujúce spojenie, ktoré vidíme na plošine Padis, je určite unikátnym príkladom takéhoto živého systému, aký niekedy existoval v krase Krakovej hole.

JASKYNNÉ ÚROVNE AKO INDIKÁTOR TEKTONICKÉHO VÝVOJA KRASOVÝCH ÚZEMÍ NA SLOVENSKU

Michal Veselský¹ – Pavel Bella^{2,3}

¹ *Katedra fyzickej geografie a geoekológie, Prírodovedecká fakulta, Univerzita Komenského v Bratislave, Mlynská dolina, 842 15 Bratislava 4; veselskym@fns.uniba.sk*

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

³ *Katedra geografie, Pedagogická fakulta, Katolícka univerzita, Hrabovská cesta 1, 034 01 Ružomberok*

Sledovanie vertikálnej disekcie medzi jednotlivými generáciami jaskynných úrovní a ich datovanie predstavuje dôležitú indikáciu tektonického vývoja územia. Úroveň sa vo všeobecnosti definuje ako myšlienka rovina vedená v určitej výške, teda ide o akúsi výškovú hladinu. Aplikujúc tento pojem do speleológie ide o formu jaskynného reliéfu, ktorá je z pohľadu vertikálnej členitosti považovaná za horizontálny úsek, resp. súbor jaskynných úsekov v úzkom vertikálnom intervale. Keďže horizontálne jaskynné úseky môžu vzniknúť rôznym spôsobom, pri identifikácii jaskynných úrovní treba rozlišovať nielen genézu horizontálneho úseku, ale aj podmienky, v akých sa vytvoril. Vznik jaskynných úrovní sa viaže na stagnujúcu eróznú bazu, pričom dôležitá je dĺžka stagnácie, ktorá ovplyvňuje rozsah úrovně. Jaskynnú úroveň možno definovať ako zoskupenie jaskynných úsekov v rovnakej nadmorskej výške, vznikajúcich v rovnakom čase, v období stagnujúcej erózne bazy. Viacúrovňový jaskynný systém zaznamenáva históriu epizodických zmien lokálnej erózne bazy a konzervuje záznam o genéze jaskynného systému (Bögli, 1978; Palmer, 1987 a iní). Na základe úrovní možno určiť genézu jaskynného systému vo vzťahu k chronológii a intenzite zahľabovania povrchových tokov, resp. mieru denudácie a vývoj krajiny (Sasowsky et al., 1995; Granger et al., 2001; Jacoby et al., 2011 a iní). Z hľadiska rekonštrukcie geomorfologického vývoja území sa jaskynné úrovně považujú za významný indikátor regionálnych rozdielov tektonického výzdvihu a zmien erózne bazy. Súborná databáza jaskynných úrovní na Slovensku (spracoval M. Veselský), zahrnujúca údaje od Droppu, 1971a,b, 1972a,b; Gaála, 1987, 2000, 2008; Tulisa a Novotného, 1989; Novotného, 1993; Orvoša a Orvošovej, 1996; Hochmutha, 1997, 1998a,b; Bellu, 2001; Novotného a Tulisa, 2005; Orvoša, 2005; Bellu et al., 2011 a ďalších, umožňuje poukazať na odlišnosti tektonického vývoja morfoštruktúrnych regiónov Západných Karpát (pozri Minár et al., 2011) vrátane ich tektonicky odlišných častí. Rozdielne nadmorské i relatívne výšky predpliocénnych jaskynných úrovní, ktoré sa korelujú s miocénymi i staršími? zarovnanými povrchmi, poukazujú na intenzívnejší výzdvih nízkotatranskej oblasti (tatranský subregión centrálneho regiónu) vzhľadom na územie Slovenského raja (severná časť subregiónu Slovenské rudohorie v rámci prechodného regiónu). Vrchnopliocénne jaskynné úrovně sú vyššie v tatranskom subregióne centrálneho regiónu, nižšie v subregióne Slovenské rudohorie v rámci prechodného regiónu. Vyššia poloha vrchnopliocénnych jaskynných úrovní v Slovenskom raji v porovnaní so Slovenským krasom a príslušnými krasovými územiami svedčí o odlišnom tektonickom vývoji severnej a južnej časti Slovenského rudohoria (vrchnopliocénne jaskynné úrovně sa korelujú s poriečnou rovinou). Podobný trend rozdielov absolútnych i relatívnych výšok jaskynných úrovní v centrálnom a prechodnom regióne, ako aj v rámci uvedených častí prechodného regiónu, vidieť pri porovnávaní jaskynných úrovní vytvorených počas viacerých období pleistocénu (tieto jaskynné úrovně sa korelujú s riečnymi terasami). Na základe vertikálnej polohy jaskynných úrovní nad dnom dolín možno porovnať intenzitu tektonického výzdvihu jednotlivých území. Táto práca bola podporovaná Agentúrou na podporu výskumu a vývoja na základe zmluvy č. APVV-0625-11.

LITERATÚRA

- BELLA, P. 2001. K paleogeomorfologickému vývoju fluviokrasových jaskýň v Demänovských vrchoch. *Geomorphologia Slovaca*, 1, 1, 54–63.

- BELLA, P. – HERCMAN, H. – GRADZIŃSKI, M. – PRUNER, P. – KADLEC, J. – BOŠÁK, P. – GLAZEK, J. – GASIOROWSKI, M. – NOWICKI, T. 2011. Geochronológia vývoja jaskynných úrovní v Demänovskej doline, Nízke Tatry. *Aragoniť*, 16, 1–2, 64–68.
- BÖGLI, A. 1978. *Karsthydrographie und physische Speläologie*. Springer-Verlag, Berlin – Heidelberg – New York, 282 s.
- DROPPA, A. 1971a. Vzťah horizontálnych chodieb Jasovskej jaskyne k terasám Bodvy. In Kvitkovič, J. (Ed.): *Problémy geomorfologického výskumu*. Zborník referátov z X. jubilejného zjazdu československých geografov (1965), Bratislava, 99–106.
- DROPPA, A. 1971b. Geomorfologický výskum Liskovskej jaskyne v Liptovskej kotline. *Československý kras*, 20, 75–84.
- DROPPA, A. 1972a. Geomorfologické pomery Demänovskej doliny. *Slovenský kras*, 10, 9–46.
- DROPPA, A. 1972b. Príspevok k vývoju jaskyne Domica. *Československý kras*, 22, 65–72.
- GAÁL, Ľ. 1987. Kras Rimavskej kotliny. *Slovenský kras*, 25, 5–27.
- GAÁL, Ľ. 2000. Kras a jaskyne Drienčanského krasu. In Kliment, J. (Ed.): *Príroda Drienčanského krasu*. ŠOP SR, Banská Bystrica, 29–96.
- GAÁL, Ľ. 2008. Geodynamika a vývoj jaskýň Slovenského krasu. *Speleologia Slovaca*, 1, ŠOP SR, SSJ, Liptovský Mikuláš – Knižné centrum, Žilina, 168 s.
- GRANGER, D. E. – FABEL, D. – PALMER, A. N. 2001. Pliocene-Pleistocene incision of the Green River, Kentucky, determined from radioactive decay of cosmogenic Al and Be in Mammoth Cave sediments. *GSA Bulletin*, 113, 7, 825–836.
- HOCHMUTH, Z. 1997. Príspevok k problematike genézy jaskynných úrovní v Liskovskej jaskyni. *Slovenský kras*, 35, 89–96.
- HOCHMUTH, Z. 1998a. Predkvartérne jaskynné systémy na Slovensku a ich vzťah k zarovnaným povrchom. *Prírodné vedy*, 29, *Folia geographica*, 1, Prešov, 127–144.
- HOCHMUTH, Z. 1998b. Príspevok k chronológii a genéze jaskynných úrovní v Jánskej doline. In Bella, P. (Ed.): *Výskum, využívanie a ochrana jaskýň*, zborník referátov z vedeckej konferencie (Mlynky, 8. – 10. 10. 1997). Liptovský Mikuláš, 29–35.
- JACOBY, B. S. – PETERSON, E. W. – DOGWILER, T. – KOSTELNICK, J. C. 2011. Estimating The Timing of Cave Level Development with GIS. *Speleogenesis and Evolution of Karst Aquifers*, 11, 52–61.
- MINÁR, J. – BIELIK, M. – KOVÁČ, M. – PLAŠIENKA, D. – BARKA, I. – STANKOVIAŇSKÝ, M. – ZEYEN, H. 2011. New morphostructural subdivision of the Western Carpathians: An approach integrating geodynamics into targeted morphometric analysis. *Tectonophysics*, 502, 1–2, 158–174.
- NOVOTNÝ, L. 1993. Treťohorné jaskynné úrovně a zarovnané povrchy v Slovenskom raji. *Slovenský kras*, 31, 55–59.
- NOVOTNÝ, L. – TULIS, J. 2005. Kras Slovenského raja. SSJ – SSS – Knižné centrum, Žilina, 175 s.
- ORVOŠ, P. 2005. Kras Krakovej hole. *Spravodaj SSS*, 36, 2, 14–20.
- ORVOŠ, P. – ORVOŠOVÁ, M. 1996. Odhad veku horizontálnych jaskynných úrovní Jánskej doliny pomocou ich paralelizácie s terasami rieky Váh. In Lalkovič, M. (Ed.): *Kras a jaskyne – výskum, využívanie a ochrana*, zborník referátov z vedeckej konferencie (Liptovský Mikuláš, 10. – 11. 10. 1995). Liptovský Mikuláš, 95–101.
- PALMER, N. A. 1987. Cave levels and their interpretation. *Bulletin of the National Speleological Society*, 49, 2, 50–66.
- SASOWSKY, I. D. – WHITE, W. B. – SCHMIDT, V. A. 1995. Determination of stream incision rate in the Appalachian plateaus by using cave-sediment magnetostratigraphy. *Geology*, 23, 5, 415–418.
- TULIS, J. – NOVOTNÝ, L. 1989. Jaskynný systém Stratenskej jaskyne. *Osveta*, Martin, 464 s.

HYDROGEOLOGIA A HYDROLÓGIA

CHEMICKÉ ZLOŽENIE VÔD VYBRANÝCH JASKÝŇ DEMÄNOVSKEJ DOLINY – VÝSLEDKY VÝSKUMU ZA OBDOBIE ROKOV 2005 – 2007

Dagmar Haviarová¹ – Michał Gradziński² – Jacek Motyka³
– Mariusz Czop³

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

² Institute of Geological Sciences, Jagiellonian University, Oleandry 2a, 30-063 Kraków, Poland; michal.gradzinski@uj.edu.pl

³ Faculty of Geology, Geophysics and Environmental Protection, AGH University of Science and Technology, Al. Mickiewicza 30, 30-059 Kraków, Poland; motyka@agh.edu.pl, mariusz@agh.edu.pl

Na základe spolupráce medzi Správou slovenských jaskýň a Geologickým inštitútom Jagelovskej univerzity v Krakove a Katedrou Górnictva Odkryvového AGH univerzity vedy a technológie v Krakove sa v Demänovskej doline ako v jednom z najvýznamnejších krasových území Slovenska začal v roku 2005 realizovať komplexnejší výskum chemického zloženia kraso-

vých vôd. V rámci výskumu sa zo 6 jaskýň (Demänovská jaskyňa slobody, Demänovská ľadová jaskyňa, Demänovská jaskyňa mieru, jaskyne Beniková a Okno, Suchá jaskyňa) v desiatich sériách odoberali vzorky priesakových vôd, jazierok a vodných tokov. Odbery podzemných vôd boli doplnené o vzorky povrchovej Demänovky. Celkovo sa do vzorkovania zahrnulo 39 odberných miest (vrátane jedného odberného miesta kondenzačnej vody). Okrem základného chemického zloženia bola pri každej vzorke vody stanovená koncentrácia viac ako 30 stopových prvkov. Všetky chemické analýzy sa podrobne spracovali vrátane aplikácie korelačných a zhlukových analýz. Na základe výsledkov bolo možné sformulovať základnú charakteristiku chemického zloženia vôd v rámci jednotlivých sledovaných jaskýň, ako aj sumárne zhodnotiť základné chemické zloženie vôd jaskýň Demänovskej doliny.

Vody jaskýň Demänovskej doliny predstavujú alkalické až silno alkalické atmosférogénne vody s petrogénnou mineralizáciou, ktoré korelujú s mineralogicko-petrografickým charakterom horninového prostredia, v ktorom sa formujú.

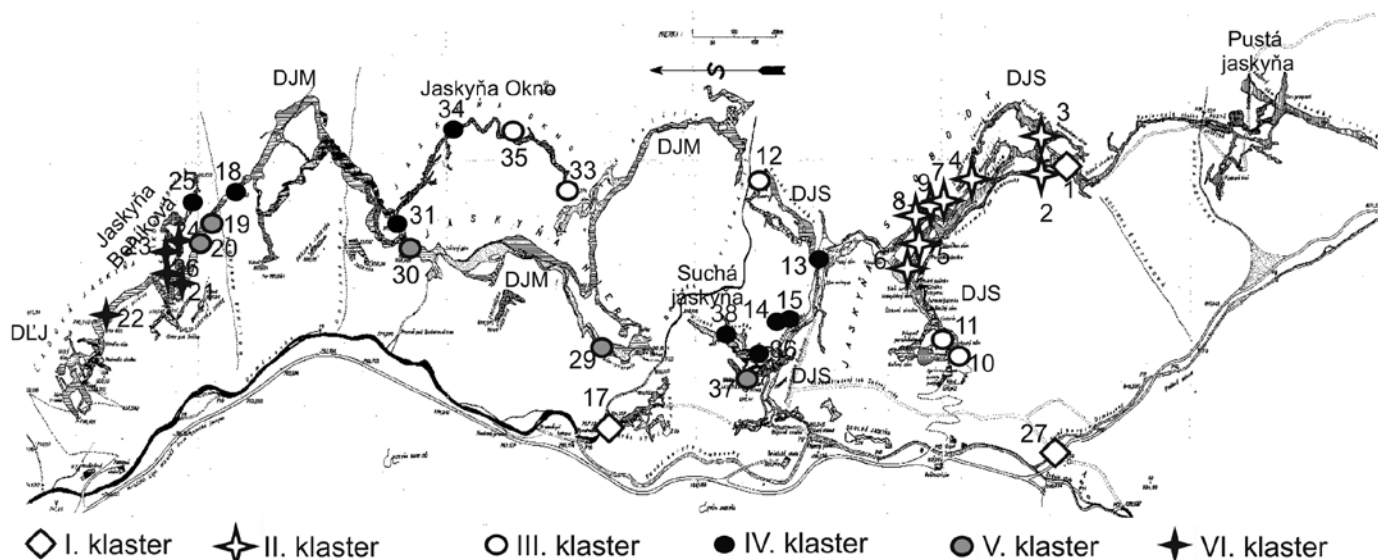
Podľa celkovej mineralizácie a chemického zloženia vôd môžu byť tieto vody rozdelené do troch hlavných skupín. Prvú skupinu tvoria alochtónne vody (podzemné alochtónne toky v jaskyniach) Ca-Mg-HCO₃ alebo Ca-Mg-HCO₃-SO₄ typu s celkovou mineralizáciou do 100 mg·l⁻¹ (napr. podzemné toky z jaskyne Štefanová a Údolnej jaskyne). Tieto vody sa formujú hlavne z prestupujúcich vôd povrchovej Demänovky a Zadnej vody do podzemia, vďaka čomu majú alochtónne vody na povrchu aj v podzemí rovnaké chemické zloženie. Druhou skupinu zastupujú vody (podzemné toky) Ca-Mg-HCO₃ alebo Ca-Mg-HCO₃-SO₄ typu s mineralizáciou v rozpätí 100 až 200 mg·l⁻¹, vznikajúce miešaním nízkomineralizovaných alochtónnych agresívnych vôd s vyššie mineralizovanými autochtónnymi vodami (napr. podzemná Demänovka v Demänovskej jaskyni slobody a v jaskyni Vyvieranie). Tretiu skupinu tvoria autochtónne stredne mineralizované vody Ca-Mg-HCO₃, Mg-Ca-HCO₃, a Ca-HCO₃ typu s mineralizáciou pohybujúcou sa prevažne v rozpätí 200 – 500 mg·l⁻¹. Do tejto skupiny patria všetky priesakové vody, vody podzemných jazierok a menšie jaskynné autochtónne toky. V aniónovom zložení vôd všetkých troch skupín dominujú hydrogenuhlíčitany, v kationovom zložení vôd prevláda vápnik, prípadne horčík (tab. 1). Hlavnými mineralizačnými procesmi sú proces rozpúšťania karbonátov, hydrolytický rozklad silikátov a miešanie vôd.

Z výsledkov chemických analýz jaskynných vôd je zrejme priestorová aj časová variabilita chemického zloženia vôd. Priesakové vody jaskýň Demänovskej doliny majú vyšší rozptyl mineralizácie ako vody podzemných jazierok, aj keď priemerné hodnoty mineralizácie oboch skupín vôd sú pomerne vyrovnané. Priemerná hodnota rMg/rCa (0,18 až 1,5) sa v rámci systému mení podľa podielu dolomitovej zložky v horninovom prostredí. Najvyššia je v Demänovskej jaskyni slobody, najnižšia v Demänovskej jaskyni mieru. Hlavné v Demänovskej jaskyni slobody a jaskyni Okno prekračujú hodnoty charakterizačného koeficienta hranicu 1,0. Z hľadiska teploty sú najvyššie priemerné teploty vody typické pre Demänovskú jaskyň slobody (priemerná teplota vody v jazierkach 6,2 °C, priemerná teplota priesakových vôd 6,3 °C). Nízke teploty vody sú okrem Demänovskej ľadovej jaskyne aj v Suchej jaskyni (priemerná teplota vody v jazierkach 2,8 °C, priemerná teplota priesakových vôd 3,2 °C). Najvyššiu mineralizáciu majú vody z jaskyne Beniková (nad 400 mg·l⁻¹), a to aj napriek pomerne malej hrúbke nadložia. Koncentrácie stopových prvkov sú vo vodách jaskýň Demänovskej doliny nízke, v niektorých prípadoch sa vyskytujú určité anomálie. Napríklad pri vyššej akumulácii drobných kovových mincí v jazierkach môže dochádzať k zvyšovaniu koncentrácie Cu a Ni vo vode. Lokálne sa vyskytujú vyššie koncentrácie Sr – nad 100 µg·l⁻¹ (Demänovská jaskyňa mieru, Demänovská ľadová jaskyňa) a vyššie koncentrácie U – nad 2 µg·l⁻¹ (Demänovská jaskyňa slobody). Priemerná koncentrácia SiO₂ v priesakových vodách a vodách jaskynných jazierok má hodnotu 2,2 mg·l⁻¹. Najvyššie hodnoty sú spojené s Demänovskou jaskyňou slobody, s jej južnejšou časťou. Vyššie hodnoty (do 8 mg·l⁻¹) majú alochtónne vody (napr. vody podzemnej Demänovky), kde sa pri tvorbe chemického zloženia vo väčšej miere uplatňuje proces hydrolytického rozkladu silikátov. S podzemnou Demänovkou sú zároveň spojené najvyššie koncentrácie stroncia (priemerná hodnota 374 µg·l⁻¹), čo rovnako ako v prípade SiO₂ súvisí pravdepodobne s jej alochtónnym pôvodom.

Nasýtenie vôd voči hlavným karbonátovým minerálom sa mení v priestore aj čase. V rámci časových zmien sa nepotvrdil vplyv ročných období na nasýtenie vôd voči karbonátovým minerálom. V priesakových vodách a vodách podzemných jazierok prevláda stav rovnováhy a presýtenia voči kalcitu, aragonitu a dolomitu. Pre vody podzemnej Demänovky je charakteristický rovnovážny stav a stav nenасыtenia voči kalcitu a aragonitu a stav nenасыtenia voči dolomitu. Alochtónne vody povrchových tokov charakterizuje stav nenасыtenia voči všetkým sledovaným karbonátovým minerálom. Voči sadrovcu sú všetky vody nenасыtené.

Na základe dendrogramu zhlukovej analýzy pri použití 280 chemických analýz v rámci posúdenia priestorovej variability chemického zloženia vôd v jaskyniach Demänovskej doliny boli sledované odberné miesta rozdelené do 6 rôznych klastrov (obr. 1). Klastre odrážajú nepatrné rozdiely podmienok formovania chemického zloženia vôd, ktoré sa premieta do ich celkového chemického zloženia.

V rámci korelačných analýz chemického zloženia vôd prevládala štatisticky významná kladná korelácia medzi celkovou mineralizáciou vôd a hydrogenuhlíčitany aniónmi, ale aj ďalšími iónmi, hlavne Ca²⁺, Mg²⁺, SO₄²⁻. Štatisticky významná kladná korelácia sa zistila aj medzi Na⁺, K⁺, Fe



Obr. 1. Priestorové rozloženie klastrov zhukovej analýzy chemického zloženia vôd v jaskyniach Demänovskej doliny

a Mn. Korelácia poukazuje na ich spoločný výskyt v autochtónnych vodách tohto krasového územia. Preukázaná bola aj vysoká štatisticky významná kladná korelácia medzi pH a indexmi nasýtenia I_{kalcitu} a I_{dolomitu} , medzi mineralizáciou vôd a indexmi nasýtenia (I_{kalcitu} a I_{dolomitu}), ako aj medzi samotnými indexmi nasýtenia.

Tab. 1. Základné chemické zloženie vôd v jaskyniach Demänovskej doliny vrátane povrchovej Demänovky

	t [°C]	pH	M [mg·l ⁻¹]	Ca ²⁺ [mg·l ⁻¹]	Mg ²⁺ [mg·l ⁻¹]	HCO ₃ ⁻ [mg·l ⁻¹]	SO ₄ ²⁻ [mg·l ⁻¹]	NO ₃ ⁻ [mg·l ⁻¹]	Cl ⁻ [mg·l ⁻¹]	pCO ₂ [MPa]
povrchová Demänovka (počet analýz 8)										
min.	1,3	8,1	37,5	5,9	2,1	12,6	5,2	1,8	1,2	1,57·10 ⁻⁶
max.	12	8,8	94,7	13,6	5,9	46,2	10,2	3	2,8	2,34·10 ⁻⁵
priemer	6,8	8,3	58,2	8,6	3,2	25,4	7,4	2,3	1,7	1,22·10 ⁻⁵
podzemný tok Demänovky (z Demänovskej jaskyne slobody a Vyvierania) (počet analýz 20)										
min.	4	6,8	115,4	14,4	4,9	62,9	11,4	2,8	0,8	1,40·10 ⁻⁵
max.	7,9	8,8	220,8	48,5	16,1	102,8	50,7	17,5	3,1	1,23·10 ⁻⁵
priemer	5,6	8	176,9	32,2	11,2	84	33	4,4	1,8	2,03·10 ⁻⁴
priesakové vody (počet analýz 198)										
min.	0,1	7,2	190,1	28,5	4,4	125,7	0,1	2,2	0,8	1,53·10 ⁻⁵
max.	8,5	8,8	475,1	104,4	42,8	330,5	31,6	10,6	7	1,08·10 ⁻³
priemer	5,6	8,2	316,7	57,2	22,7	210,8	16,3	5,7	2,3	1,21·10 ⁻⁴
jazierka (počet analýz 140)										
min.	2,2	7,4	217,9	27,4	5,8	125,7	5,6	2,5	0,7	1,56·10 ⁻³
max.	6,9	8,8	370,6	82,8	35,1	253,1	26,7	64,7	5,7	1,88·10 ⁻⁵
priemer	5,5	8,2	298,4	52	23	194,3	15,3	6,2	2,3	1,24·10 ⁻⁴

PREDBEŽNÉ VÝSLEDKY MONITOROVANIA VODNÉHO REŽIMU TOKU V JASKYNI SKALISTÝ POTOK (JASOVSKÁ PLANINA, SLOVENSKÝ KRAS)

Zdenko Hochmuth – Peter Kandričák

Ústav geografie, Prírodovedecká fakulta UPJŠ, Jesenná 5, 040 01 Košice;
hochmuth@upjs.sk, peter.kandricak@gmail.com

V jaskyni Skalstý potok máme ojedinelú možnosť sledovať autochtónny tok takmer v celom jej priebehu. Vody vyvierajúce sú dlhodobo sledované, dávnejšie z jednorazových pozorovaní sme vyhotovili dlhodobější graf režimu hladiny v prvom sífóne, ktorý svedčil skôr o tom, že komunikuje s hladinou podzemnej vody v nive náplavového kužeľa (Hochmuth, 2001).

O režime vodného toku v horných častiach sme vedeli iba málo, z jednorazových pozorovaní pri potápačských akciách za sífónmi. Odhadovali sme, že minimálne prietoky sú okolo 5 l·s⁻¹, maximálne možno aj 200 l·s⁻¹, avšak za takéhoto

stavu nebolo pozorovanie možné. Navyše sme nevedeli nič o rýchlosti reakcie toku na zrážky, čo bol z hľadiska bezpečnosti dosť podstatný moment.

Až vytvorenie nového vchodu do horných častí v svahu planiny v roku 2007 umožnilo aspoň expedičné merania prietoku a odhady maxim podľa hladinových čiar. Napriek značnému množstvu pozorovaní sme smerovali k exaktniejšiemu výskumu. Šlo o vybudovanie profilu s vhodným priepadom, najvhodnejšie kombinovaného trojuholníkového Thompsonovho a obdĺžnikového. Našli sme vhodné miesto, asi 25 m vyššie priepasti P31 s traverzom, kde vodný tok tiekol po skalnom dne úplne bez sedimentov. Tu sme vytvorili zárez do horniny a vlepili oceľovú platňu priepadu. Zvyšné obdĺžnikové časti sú už riešené betónovaním. Práce sa začali už v marci 2011. Vybudovanie vyžadovalo náročnú manipuláciu s vodným tokom počas viacerých speleologických akcií, samozrejme dobrovoľne v rámci pracovnej skupiny SSS Východ s pomocou študentov geografie.

Završenie značného úsilia pri budovaní solídneho diela bolo korunované inštaláciou hĺbkovej sondy a logera s pochopením vedenia Správy slovenských jaskýň a metodickým usmernením D. Haviarovej dňa 2. 2. 2012. Údaje z logera Mars-4 sfahujeme na notebook pri návštevách jaskyne dosiaľ bez akýchkoľvek problémov. Kontinuálne merania prinášajú pozoruhodné údaje o dynamike toku a jeho reakcii na meteorologickú situáciu, ktorú predbežne korelujeme so stanicou v Turni nad Bodvou.

Pri predbežnom sledovaní zmeny prietoku na hornom toku v jaskyni Skalstý potok za obdobie február 2012 – júl 2013 môžeme povedať, že v zimnom období výraznejší nárast prietoku v jaskyni spôsobuje zvýšenie priemernej dennej teploty nad bod mrazu, s čím súvisí nárast množstva vody, ktoré infiltruje z topiaceho sa snehu do podzemných priestorov. Nárast prietoku v bezmrazovom období súvisí s množstvom spadnutých zrážok v podobe dažďa, avšak veľmi záleží na stupni už absorbovanej vody (saturácie) v masíve, ako aj na stave vegetácie (evapotranspirácia) a s tým spojenom výpare.

Našou najbližšou úlohou bude realizovať kontinuálne meranie zrážok a teploty priamo na povrchu, ako aj lepšie sledovanie skvapu, čím získame lepšie informácie o rýchlosti infiltrácie a koncentrácie krasových vôd v masíve. Budujeme ďalší merný profil na prítoku v Kladenskej chodbe.

LITERATÚRA

- HOCHMUTH, Z. 2001. Príspevok k poznaniu vodného režimu prameňa Skalstý potok. Spravodaj Slovenskej speleologickej spoločnosti, 32, 4, 35–37.
HOCHMUTH, Z. – HUTNAN, D. 2012. Sífóny v „Horných častiach“ jaskyne Skalstý potok (Slovenský kras). Speleofórum, 31, 94–98.
KANDRIČÁK, P. 2011. Vodný režim krasových prameňov východnej časti Slovenského krasu. Bakalárska práca. Ústav geografie, Prírodovedecká fakulta UPJŠ, Košice, 70 s.
LABUNOVÁ, A. 2009. Krasová morfológia Jasovskej planiny. Aragonit, 14, 2, 169.

NOVÉ HYDROLOGICKÉ POZNATKY ZO STANIŠOVSKÉJ DOLINKY V NÍZKYCH TATÁCH

Peter Holúbek

Slovenské múzeum ochrany prírody a jaskyniarstva, Ulica 1. mája 38,
031 01 Liptovský Mikuláš; holubek@smopaj.sk

Stanišovská dolinka je poslednou významnejšou pravostrannou dolinou Jánскеj doliny, speleologickej oblasti Nízkych Tatier, kde sa nachádzajú najhlbšie a najdlhšie jaskyne Slovenska. Sú tu vytvorené tri významné jaskyne (Stanišov-

ská, Nová Stanišovská a Malá Stanišovská), ktoré geneticky súvisia a ich dĺžka presahuje 7 km. Po posledných objavoch jaskyniarov združených okolo Speleoklubu Nicolaus v Novej Stanišovskej jaskyni v decembri roku 2011 sa posunul stupeň poznania odvodňovania severozápadného masívu Slemä (1513 m), ktorý z východu ohraničuje Jánsku dolinu a z juhu Stanišovskú dolinu.

Stanišovská dolinka je v hornej časti budovaná nekrasovými pieskovcovými lunzskými vrstvami. Vody, ktoré tu pramenia, sa v strednej časti doliny budovanej vápencom ponárajú do podzemia a dolinka je vo svojej spodnej časti suchá, vody ňou pretekajú len raz za niekoľko rokov v čase extrémnych zrážok. O ponornom toku v Stanišovskej dolinke doteraz nič nevieme, akurát sa domnievame, že tečie v nižšom, doteraz neobjavenom poschodí pod Stanišovskou jaskyňou. Farbenie ponorov v Stanišovskej dolinke v roku 2009 v spolupráci so Z. Hochmuthom neprekázalo ani počas piatich dní pozorovania prienik farby z ponorov do týchto dvoch výverov vody. V ústí Stanišovskej dolinky do Jánskej doliny sa nachádzajú dva krasové vývery vód. Jeden trvalý výver (Nadina studnička) s priemernou ročnou výdatnosťou v roku 2000 $6,13 \text{ l}\cdot\text{s}^{-1}$ (podľa meraní SHMU, minimum $3,08 \text{ l}\cdot\text{s}^{-1}$ dňa 23. 5. 2000, maximum $9,96 \text{ l}\cdot\text{s}^{-1}$ dňa 27. 7. 2000), nachádzajúci sa v nadmorskej výške 728 m, druhý občasný výver v nadmorskej výške 729 m s výdatnosťou od nuly do rádo do desiatok litrov sekundových. Napríklad počas suchého roku 2012 z Občasnej vyvieracky vôbec nešla po jarnom topení snehu voda. Podľa merania sa zistilo, že tieto dva vývery vód majú rôzne vodivosti a rôzne teploty (A. Droppa dňa 4. 9. 1959 nameral v Nadinej studničke teplotu $7,3^\circ\text{C}$ a v Občasnej vyvieracke $6,5^\circ\text{C}$), takže Občasná vyvieracka nepredstavuje jednoduchý prepadový kanál nižšieho výveru. V Novej Stanišovskej jaskyni tečie občasný vodný tok, ktorý jaskyniári združení okolo S. Šrola už v roku 1973 zafarbili a zistili, že po 330 minútach sa objavil v Občasnej vyvieracke a o 30 minút neskôršie aj v Nadinej studničke. Iné výsledky, pravdepodobne pri iných výdatnostiach tokov, sme mali aj my s farbením dňa 10. 2. 2010. Farbu aplikovanú do prepadu potoka pred Vstupným dómom ráno o 6.05 sa objavilo o 9.30 v Občasnej vyvieracke, o 11.00 aj v Nadinej studničke. Zafarbenie Nadinej studničky malo podstatne nižšiu intenzitu ako mal občasný výver vód. Po prekopaní Sifónu s dychom v Novej Stanišovskej jaskyni sa preniklo do priestorov, kde sa v suchom období nachádza vodný tok s odhadovanou výdatnosťou niekoľko litrov za sekundu. Vytieká zo závalu a po pár desiatkach metrov toku sa končí v nepriehľadnej úžine. Jeho výdatnosť je podobná výveru Nadina studnička, avšak farbiaci pokus sa doteraz neuskutočnil. Vody odobraté 23. 9. 2012 mali podľa meraní D. Haviarovej rôznu konduktivitu (v toku v jaskyni bola konduktivita $381 \mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}$ a vo vývere Nadina studnička $342 \mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}$), takže táto otázka je ešte otvorená. V období minimálnych vodných stavov počť v najnižších častiach Novej Stanišovskej jaskyne, kde sa v úžine stráca známy objavený potôčik, hukot vodného toku. Názory na jeho výdatnosť a pôvod sa líšia. V zásade sú názory dva – ide o nám známy vodný tok, ktorý tečie do väčšieho priestoru, kde sa rezonančiou zvuk potôčika zväčšuje na hukot, alebo ide o neznámy vodný tok väčšej intenzity. Speleologický výskum týchto častí jaskyne je limitovaný suchým obdobím, napr. od novembra 2012 sa do týchto častí dostať vôbec nepodarilo. V období zvýšených vodných stavov sa novoobjavené časti s odhadovaným objemom stovky metrov kubických zaplavujú prívalovými vodami, ich hladina stúpne odhadom o 5 m a potom vytekajú prepadovým kanálom cez Diamantové piesky do Chodby utrpenia a cez Vstupný dóm do Občasnej vyvieracky, čo je potvrdené farbením.

VÝSLEDKY MONITOROVANIA IZOTOPOVÉHO ZLOŽENIA VÔD V PODZEMNOM HYDROLOGICKOM SYSTÉME DEMĀNOVSKEJ DOLINY

Peter Malík¹ – Dagmar Haviarová² – Zuzana Grolmusová¹ – Pavel Veis¹ – Juraj Michalko¹

¹Štátny geologický ústav Dionýza Štúra, Mlynská dolina 1, 817 04 Bratislava 11; peter.malik@geology.sk, zuzana.grolmusova@geology.sk, pavel.veis@geology.sk, juraj.michalko@geology.sk

²ŠOP SR, Správa slovenských jaskýň, Hodžova 11, 031 01 Liptovský Mikuláš; haviarova@ssj.sk

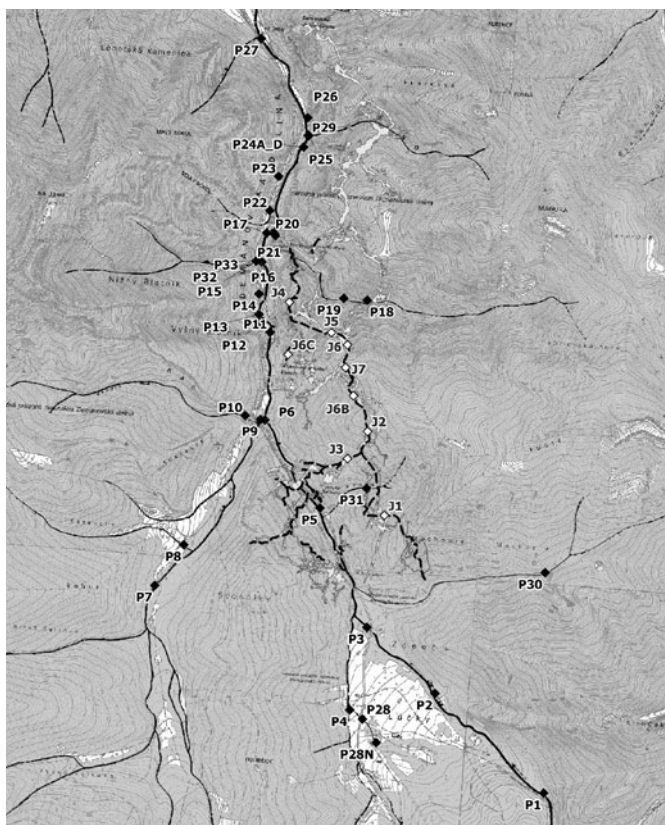
V rámci realizácie prác projektu „Zlepšenie starostlivosti o Ramsarskú lokalitu – Jaskyne Demänovskej doliny“, ktorý bol vypracovaný pracovníkmi Správy slovenských jaskýň na základe výzvy Operačného programu Životné prostredie (číslo výzvy OPZP-PO5-09-1) pre programové obdobie 2007 – 2013, spolufinancovaného z Európskeho fondu regionálneho rozvoja a štátneho rozpočtu, prebiehalo aj monitorovanie izotopového zloženia vôd v Demänovskej doline. Realizácia projektu sa začala v roku 2010. Projekt pozostával z dvoch hlavných aktivít: monitoringu ramsarskej lokality a zabezpečenia a spriechodnenia vchodov do jaskýň na lokalite. Vlastný doplnkový hydrogeologický prieskum vykonávaný v rámci aktivity monitoringu ramsarskej lokality bol ukončený v roku 2012.

Hlavnou myšlienkou projektu bolo riešenie problematiky zlepšenia starostlivosti o túto ramsarskú lokalitu, ktorá si vyžaduje zvýšenú ochranu z hľadiska jej medzinárodného významu ako podzemnej mokrade, z hľadiska ochrany jaskýň v Demänovskej doline ako národných prírodných pamiatok a prírodných pamiatok, ako aj z pohľadu zabezpečenia ochrany krasových vôd vy-

užívaných ako zdroj pitnej vody pre Liptovský Mikuláš. Jedným z hlavných cieľov projektu bolo rozšíriť existujúce poznatky o hydrologických a hydrogeologických pomeroch v území, ktoré sú kľúčovými podkladmi pre ochranu jaskynných priestorov a ktoré mali slúžiť aj ako odborné argumenty k manažmentovým opatreniam zameraným na zachovanie priaznivého stavu lokality a pri odborných stanoviskách Správy slovenských jaskýň v rámci správnych, územných a stavebných konaní spojených s touto lokalitou.

Nosnou časťou projektu bola aktivita „Monitoring ramsarskej lokality“, ktorá pozostávala z viacerých špecifických hydrogeologických prác. Ich súčasťou bola realizácia geofyzikálnych meraní pomocou magnetometrie a geoelektrických metód v modifikáciách symetrického odporového profilovania a tzv. vertikálneho elektrického sondovania v priestore Lúčok, ktoré sú v Demänovskej doline považované za kontaktnú zónu medzi horninami kryštalinika a karbonátového mezozoika. Hydrogeologické pomery v tejto časti doliny zatiaľ neboli podrobne preskúmané. Aj preto sa v tejto časti územia realizovali 3 hydrogeologické vrty spolu s hydrodynamickými skúškami na stanovenie hydraulických parametrov hydrogeologického prostredia. S cieľm dlhodobé sledovanie vodného režimu v povodí Demänovky sa v rámci prvej fázy projektu vybudovalo 5 merných objektov na povrchových tokoch a 1 merný objekt v podzemí, na ktorých v čase od 15. 10. 2010 do 31. 8. 2012 prebiehali kontinuálne merania prietokov. Na tokoch povrchovej a podzemnej Demänovky a ich prítokoch bolo vykonaných 7 sérií úsekových hydrometrovaní počas rozličných vodných stavov. Na identifikáciu smerov prúdenia podzemných vôd a vzájomných vzťahov medzi povrchovými a podzemnými vodami sa na lokalite uskutočnilo 12 stopovacích skúšok za použitia biologického stopovača.

Súčasťou monitorovacích prác bolo aj zisťovanie obsahov tzv. environmentálnych izotopov vo vodách povrchových a podzemných tokov, t. j. stanovenie izotopového zloženia $\delta^{18}\text{O}_{\text{H}_2\text{O}}$ a $\delta\text{D}_{\text{H}_2\text{O}}$, ako aj stanovenie objemovej aktivity rádioaktívneho izotopu trícia ^3H vo vode. Takýto typ analýz – na rozdiel od pomerne veľkého počtu analýz stanovujúcich základné fyzikálno-chemické parametre vôd – v Demänovskej doline zatiaľ nebol realizovaný. Cieľom stanovení zastúpenia tzv. environmentálnych izotopov v povrchových, podzemných a zrážkových vodách bolo najmä určenie pomeru autochtónnych a alochtónnych vôd v podzemnom hydrologickom systéme Demänovskej doliny. Celkovo sa stanovilo 32 odberných miest (obr. 1), na ktorých

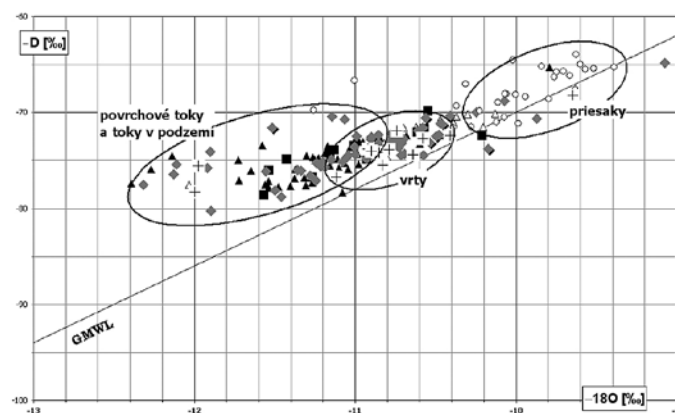


LEGENDA
 - - - - - toky v podzemí
 ————— povrchové toky
 ◆ hydrometrované profily na tokoch v jaskyniach
 ◆ hydrometrované profily na povrchových tokoch

-1 0 1 2 km

Obr. 1. Poloha odberných bodov z povrchových tokov, vôd podzemného hydrologického systému, prameňov a podzemných vôd z hydrogeologických vrtov v oblasti Demänovskej doliny

sa vykonalo 7 sérií odberov. Odoberali sa vody z 11 povrchových tokov, z 2 prameňov a 19 vzorkovaných miest bolo z vód podzemného hydrologického systému. Odborné miesta na povrchu aj v podzemí boli doplnené o odbery zrážkových vód z troch rozdielnych výškových úrovní (Chopok, Luková, Jasná). Vzorky na stanovenie trícia sa odoberali v období od decembra 2010 do júna 2012. Zrážkové vody boli monitorované v rovnakom čase v hustejšej frekvencii z 3 odborných miest zrážkových vód v približne mesačnom cykle (spolu 17 odberových cyklov), vzorky v období medzi 18. 11. 2011 a 15. 5. 2012 sa odoberali iba na najvyššej stanici Chopok a iba záverečná, 17. séria odberov opäť zahrmla aj ďalšie dve nižšie položené odborné miesta (Luková a Jasná). Všetky odoberané vzorky sa spracovávali v špeciálnych laboratóriách, izotopové zloženie kyslíka a vodíka stanovili Laboratória izotopovej geológie oddelenia špeciálnych laboratórií Štátneho geologického ústavu Dionýza Štúra v Bratislave a objemová aktivita trícia sa stanovovala v Národnom referenčnom laboratóriu pre oblasť vód na Slovensku patriacom Výskumnému ústavu vodného hospodárstva v Bratislave. Získané výsledky analýz stabilných izotopov kyslíka a vodíka preukazujú ich meteorický pôvod (zo zrážok) vo všetkých prípadoch. Všetky polohy vnesených dvojíc $\delta^{18}\text{O}$ a $\delta^2\text{H}$ sa nachádzajú na priamke zrážkových vód (GMWL – global meteoric water line) alebo v jej tesnej blízkosti. Pre celý súbor vzoriek ($n = 245$) sa veľkosti $\delta^{18}\text{O}$ pohybovali v rozsahu od $-17,49\text{‰}$ až po $-5,69\text{‰}$; $\delta^2\text{H}$ od $-125,5\text{‰}$ až po $-32,7\text{‰}$. Aritmetický priemer hodnôt $\delta^{18}\text{O}$ celého súboru mal veľkosť $-10,71\text{‰}$, medián $-10,80\text{‰}$ a smerodajná odchýlka $1,39\text{‰}$. Pre $\delta^2\text{H}$ z celého súboru bol stanovený aritmetický priemer hodnôt $-72,3\text{‰}$, medián $-73,2\text{‰}$ a smerodajná odchýlka $10,2\text{‰}$.



Obr. 2. Výsledky izotopových analýz kyslíka a vodíka z vrtov (+), menších (▲) a väčších (▲) povrchových tokov, tokov v podzemí (◆), priesakových vód v podzemí (○) a prameňov (■) v oblasti Demänovskej doliny

V prípade zrážok sa potvrdila vysoká variabilita od izotopicky mimoriadne ľahkých vód až po vody s prevahou ťažších izotopov kyslíka a vodíka oproti hodnotám zisteným v ostatných typoch vzoriek vód, v porovnaní s celým „nezrážkovým“ súborom vzoriek odobratých v Demänovskej doline boli však zrážkové vody v danom období izotopicky priemerne mierne ťažšie.

Pri analýze skupiny vzoriek z veľkých povrchových tokov sa v porovnaní s inými skupinami odborných miest stretávajú v prípade stabilných izotopov kyslíka a vodíka s izotopicky najľahšími vodami. Za touto skupinou nasledovala skupina podzemných vód z prameňov a hydrogeologických vrtov, potom skupina vód podzemného hydrologického systému, skupina vód z menších prítokoch na bočných svahoch Demänovskej doliny, skupina stagnujúcich vód (jazierok) vnútri jaskynného systému a izotopicky najťažšími boli „priesakové“ vody jaskynného systému.

Podľa mediánov hodnôt $\delta^{18}\text{O}$ z jednotlivých odberových miest zodpovedá poradie vód povrchových tokov priemernej nadmorskej výške povodia (polohy na obr. 1): č. 2 < č. 4 < č. 1 < č. 3 < č. 6 < č. 5 < č. 25. Časový priebeh izotopového zloženia v prípade všetkých hodnotených skupín zdrojov vód reflektuje na vplyvy sezónnych zmien v izotopovom zložení zrážok, jednotlivé lokálne minimá a maximá sú v individuálnych tokoch časovo rozdielne a nízka frekvencia odberov vzoriek nepostačuje na vystihnúť vzájomných špecifických rozdielov ich kvantitatívno-kvalitatívneho režimu.

Toky menších prítokov povrchovej Demänovky sú si svojím priemerným izotopickým zložením veľmi podobné a sú oveľa bližšie tokom v podzemnom hydrologickom systéme, podzemným vodám v hydrogeologických vrtov V-1 a V-3 Lučky a podzemným vodám vystupujúcim v prameňoch. Výškové pomery zberných oblastí tokov v podzemnom hydrologickom systéme Demänovskej doliny nevieme presne stanoviť, môžeme však konštatovať, že v priemere budú o niečo vyššie ako povodia menších prítokov a zjavne nižšie ako povodia veľkých tokov. Mediány aj aritmetické priemery hodnôt $\delta^{18}\text{O}$ skupiny vzoriek z podzemného hydrologického systému Demänovskej doliny sú vo vzostupnom zmysle usporiadané v navlas rovnakom poradí, od izotopicky najľahších vód (č. 22 < č. 24 < č. 16 < č. 17 < č. 21 < č. 15 < č. 20 < č. 34 < č. 19 < č. 35 < č. 14; obr. 1). Je teda zrejmé, že individuálne zberné oblasti jednotlivých tokov podzemného hydrologického systému Demänovskej doliny sú značne rozdielne. Relatívne ťažší podzemný tok v Achátovom dome v Pustej jaskyni (č. 15) na svojej ceste medzi týmito miestom a Pekelným domom v Demänovskej jaskyni slobody (č. 16) pravdepodobne priberá vody zo zbernej oblasti s výrazne vyš-

šou nadmorskou výškou. Vyššou nadmorskou výškou sú tiež pravdepodobne charakterizované zberné oblasti podzemných tokov v Údolnej jaskyni (č. 22) a v odtokovom sífne jaskyne Štefanová (č. 24), kým vodný tok v zadnej časti Demänovskej jaskyne mieru (č. 14) a v starých častiach jaskyne Štefanová (č. 19), ako aj tok pri chodníku v Demänovskej jaskyni mieru (č. 35) – sú dotované vodami s podstatne nižšou infiltračnou oblasťou.

Skupiny vzoriek podzemných vód v hydrogeologických vrtov a prameňoch sa povahou stabilných izotopov kyslíka a vodíka najviac ponášajú na vody menších prítokov povrchovej Demänovky a vody tokov v podzemnom hydrologickom systéme. Vyvieracia Vyvieranie však predstavuje terminálny bod výstupu väčšiny vód z podzemného hydrologického systému Demänovskej doliny, jej prírodné hodnoty $\delta^{18}\text{O}$ a $\delta^2\text{H}$ sú skôr v súlade s vodami podzemného hydrologického systému.

Akumulované vody v jazierkach podzemného hydrologického systému Demänovskej doliny sa sledovali na dvoch odborných miestach – v Těsnohlídkovom jazere (Veľké jazero – DJS; č. 23) a tzv. „jame“ v Demänovskej jaskyni mieru (č. 26). Pri priemete hodnôt $\delta^{18}\text{O}$ a $\delta^2\text{H}$ na priamku zrážkových vód však nebadateľné známky intenzívnejších odparovacích procesov, aj keď malé náznaky tu môžeme sledovať. Výrazné je tiež sezónne kolísanie izotopického zloženia a rýchla reakcia na jarné topenie snehu spojené s infiltráciou izotopicky odľahčených vód.

Najväčšiu odlišnosť spomedzi všetkých skupín „nezrážkových“ vód ukazuje skupina priesakových vód v jaskyniach. V porovnaní s každou ďalšou skupinou vód sa v prípade priesakových vód stretávajú s výrazne izotopicky ťažšími vodami s aritmetickým priemerom $\delta^{18}\text{O}$ $-9,96\text{‰}$, mediánom $-9,84\text{‰}$ a smerodajnou odchýlkou $0,39\text{‰}$. Takéto izotopické zloženie však nie celkom zodpovedá súčasným výškovým pomerom v oblasti. Poloha voči priamke zrážkových vód (GMWL) však nenasvedčuje tomu, že by tieto vody prešli procesom odparovania. Rovnako je na časovom priebehu hodnôt v rámci jednotlivých sérií odberov badateľný vplyv sezónneho odľahčenia v súvislosti s jarným topením snehu. Takýto rozdiel môžeme interpretovať buď iným obdobím infiltrácie týchto vód (ale v tom prípade by sa zrejme museli výrazne líšiť aj v obsahu trícia, čo nebadateľné), alebo kondenzačnými procesmi vnútri jaskynných priestorov, ktorými prešla istá časť týchto vód. Iným vysvetlením môže byť vytlačenie „starších vód“, dlhší čas akumulovaných v zóne epikrasu, ktoré sa potom v rôznom pomere miešajú s „čerstvejšou“ priesakovou vodou za vzniku zvláštneho zloženia priesakových vód v jaskyniach.

Pre celý súbor vzoriek ($n = 245+3$) sa veľkosti obsahu trícia ^3H pohybovali v rozsahu od 1,5 TU až po 19,1 TU. Aritmetický priemer obsahu ^3H celého súboru mal veľkosť 8,7 TU, a rovnakú hodnotu mal aj medián (8,7 TU), keď veľkosť smerodajnej odchýlky bola 2,7 TU. V prípade zrážok bol pre objemové aktivity trícia potvrdený najvyšší obsah s priemerom 10,2 TU a mediánom hodnôt 9,9 TU, ale aj vyššia variabilita hodnôt od 4,0 TU po 19,1 TU.

Pre skupinu vzoriek z menších prítokov povrchovej Demänovky boli priemerné obsahy ^3H (9,3 TU) druhých najvyššie hneď za zrážkovými vodami a najvyššie spomedzi všetkých súborov „nezrážkových“ vód. Zaujímavá je pomerne veľká rozdielnosť priemerných obsahov trícia vo vodách tokov podzemného hydrologického systému Demänovskej doliny. Jednotlivé toky podzemného hydrologického systému Demänovky sa podľa mediánov hodnôt obsahov trícia zaraďujú v zostupnom poradí: č. 35 > č. 15 > č. 14 > č. 22 > č. 24 > č. 20 > č. 19 > č. 17 > č. 21 > č. 16 (obr. 1).

Priemerné obsahy trícia v podzemnom toku Demänovky mierne stúpajú v Demänovskej jaskyni slobody od Pekelného domu k Podzemnému prepadaniu (pravdepodobný vplyv prítoku Demänovky z Demänovskej medvedej jaskyne s vyšším obsahom ^3H), v Mramorovom riečiisku zas klesajú (vplyv povrchového toku Demänovky?). Z obsahu trícia vo vodách tiež vyplýva, že medzi tokom v Achátovom dome v Pustej jaskyni a tokom v Pekelnom dome v Demänovskej jaskyni slobody sa musí prímiešavať voda s nízkym obsahom trícia (a zároveň izotopicky ľahšia – pozri časť o stabilných izotopoch). Voda v „starých častiach“ jaskyne Štefanová má nízke obsahy trícia a podobnosť dĺžky zdržania vód s tokom podzemnej Demänovky. Tok v odtokovom sífne jaskyne Štefanová a tok v Údolnej jaskyni majú relatívne vyššie obsahy trícia a pravdepodobne aktívnejší obeh s kratšou dobou zdržania. Najrýchlejší obeh majú však pravdepodobne vodné toky v Demänovskej jaskyni mieru – „pri chodníku“ (č. 35) i „v zadnej časti“ (č. 14), ktoré systematicky majú vysoké stredné hodnoty obsahu trícia.

Pri skupine vzoriek podzemných vód v hydrogeologických vrtov a prameňoch ide o vody, ktoré boli priemerne najdlhšie odrezané od kontaktu s atmosférickými zrážkami, v dôsledku čoho majú najnižšie obsahy trícia spomedzi všetkých skupín vzoriek. Podzemné vody sú charakterizované aritmetickým priemerom obsahov ^3H s veľkosťou 7,4 TU a mediánom obsahov ^3H s veľkosťou 7,8 TU. Naopak, vody akumulované v jazierkach podzemného hydrologického systému Demänovskej doliny sú po zrážkach a vodách menších prítokov relatívne najbohatšie na ^3H . Sú však medzi nimi rozdiely, Těsnohlídkovo jazero (č. 23) má nízke obsahy trícia a je pravdepodobne izolovanejšie, kým jama v Demänovskej jaskyni mieru (č. 26) mala oveľa viac ^3H a javila tak veľkú afinitu k zrážkovým vodám. Najväčšie prekvapenie predstavujú teda „priesakové“ vody v jaskynných priestoroch aj z hľadiska ich objemovej aktivity trícia, keď sú – napriek prítomnosti až neprirodzene ťažších stabilných izotopov – na trícium relatívne bohaté a zo všetkých vyčlenených skupín vzorkovaných vód sa najviac približujú skupine vzoriek z menších prítokov povrchovej Demänovky. Vzájomný pomer obsahov trícia v čase pre individuálne zdroje podzemných vód býva veľmi premenlivý, s rozdielnymi stúpajúcimi a klesajúcimi úsekmi. Hustota odberov vzoriek neumožňuje analýzu časových vzťahov a prípadných posunov lokálnych minim a maxim na zistenie času retardácie/doby zdržania sa vód v podzemí pre individuálne zdroje.

LITERATÚRA

AUXT, A. – MALÍK, P. – KLAČANOVÁ, Z. – PRISTAŠ, P. – FILO, J. – ŠUCHOVÁ, M. – GRETSCH, J. – GREGOR, M. – BOTTLIK, F. – MIKITA, S. – PAŽICKÁ, A. – BUČEK, S. – ČERNÁK, R. – NAGY, A. – MICHALKO, J. – MAGLAY, J. – MÁŠA, B. – ŠVASTA, J. – DANKO, D. 2012. Doplnkový hydrogeologický prieskum a monitoring ramsarskej lokality – jaskyne Demänovskej doliny. Manuskript – archív Geofondu ŠGÚDŠ Bratislava, arch. č. 91991, 181 s.

MIEŠANIE PODZEMNÝCH A POVRCHOVÝCH VÔD V PODZEMNOM HYDROLOGICKOM SYSTÉME DEMÄNOVSKEJ DOLINY

Peter Malík¹ – Dagmar Haviarová² – Jaromír Švasta¹ – Miloš Gregor¹ – Anton Auxt³

¹ Štátny geologický ústav Dionýza Štúra, Mlynská dolina 1, 817 04 Bratislava 11; peter.malik@geology.sk, jaromir.svasta@geology.sk, milos.gregor@geology.sk

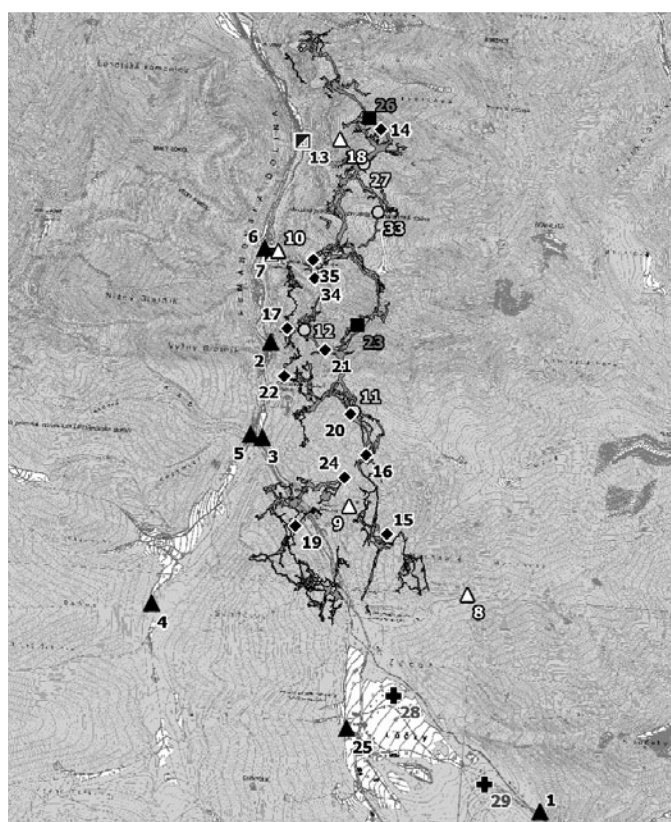
² ŠOP SR, Správa slovenských jaskýň, Hodžova 11, 031 01 Liptovský Mikuláš; haviarova@ssj.sk

³ HES-Comgeo, spol. s r. o., Kostiviarska cesta 4, 974 01 Banská Bystrica; anton.auxt@hes-comgeo.sk

V rámci realizácie prác projektu „Zlepšenie starostlivosti o Ramsarskú lokalitu – Jaskyne Demänovskej doliny“, ktorý bol vypracovaný pracovníkmi Správy slovenských jaskýň na základe výzvy Operačného programu Životné prostredie (číslo výzvy OPZP-PO5-09-1) pre programové obdobie 2007 – 2013, spolufinancovaného z Európskeho fondu regionálneho rozvoja a štátneho rozpočtu, prebiehali na tokoch povrchovej a podzemnej Demänovky a ich

prítokoch aj úsekové hydrometrovanie počas rozličných vodných stavov. Celkovo bolo vykonaných 7 sérií meraní v čase od januára 2011 do mája 2012. Polohy profilov sú znázornené na obr. 1.

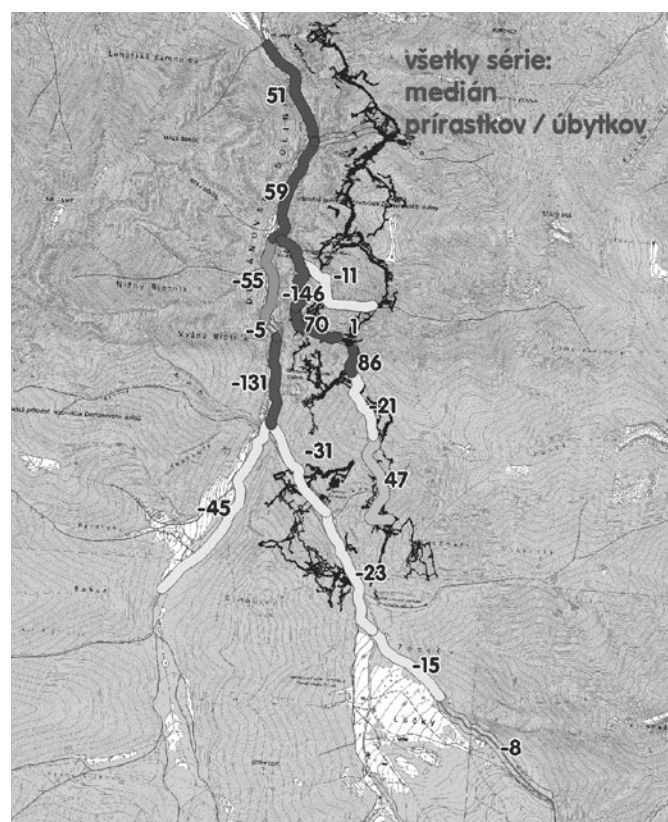
Sumarizácia výsledkov meraní skrytých prestupov vôd v rámci vzájomnej komunikácie povrchového a podzemného hydrologického systému vo forme mediánov hodnôt zistených skrytých zmien prietokových množstiev na jednotlivých úsekoch je znázornená na obr. 2. Vidno tu celkový trend úbytkov prietokových množstiev v hornej časti hodnoteného územia – povrchových tokov Demänovky i Priečného potoka až po profil P17 pod objavným ponorom. Povrchová Demänovka potom skryte naberať prietokové množstvá na dolnom hydrometrovanom úseku, a to medzi profilmi P25 – P17 a aj P27 – P25. V prípade podzemnej Demänovky sa striedavo zisťovali skryté prírastky a úbytky prietokových množstiev. Prírastky boli vždy medzi Achátovým domom jaskyne Pustá a Pekelným domom Demänovskej jaskyne slobody, úbytky sa vždy zaznamenali v nižšom úseku po profil „Pod rázcetím“ (J7), konštantne prírastkový bol zas ďalší úsek medzi „datovačkami“ pri schodisku do Veľkého domu a profilom „Pod rázcetím“, v ďalšom úseku po Podzemnej prepadaní (J5) sa striedavo zaznamenávali skryté úbytky i prírastky prietokového množstva, pričom absolútna veľkosť úbytkov prevažovala. Výrazné skryté prírastky boli zaznamenané aj na úseku medzi 6. a 7. sífonom (pred odtokovým sífonom) v oblasti Mramorového riečiska a Podzemným prepadaním (úsek J4 – J5). Záverečný bod podzemného toku Demänovky tvorí prameň Vyvieranie, kde bol posledný dokumentovaný profil podzemného riečiska (P21). Vo všetkých dvanástich prípadoch, keď sa dali porovnať hydrometrované množstvá, boli medzi profilmi P21 (Vyvieranie) a J4 (Mramorové riečisko, medzi 5. a 6. sífonom; obr. 1) zistené úbytky prietoku. Je neľahké rozhodnúť, aký podiel z tohto množstva je ešte súčasťou odberov a aký môže teoreticky vstupovať do ďalšej, dosiaľ neznámej súčasti podzemného hydrologického systému. Súčet všetkých skrytých prírastkov a úbytkov prietokových množstiev na podzemnej Demänovke po profil J4 však hovorí v prospech skrytých prírastkov – súčet priemerných hodnôt je +167,48 l·s⁻¹ a súčet mediánov +183,73 l·s⁻¹. Okrem hlavného toku Demänovky boli straty prietokových množstiev dokumentované hydrometrickými prácami aj



DEMÄNOVSKÁ DOLINA – ODBERY VZORIEK NA IZOTOPOVÉ ANALÝZY
VZORKOVANÉ TYPY VODY

- ☼ zrážky
- ✦ podzemné vody vo vrtoch
- ◆ podzemné toky v jaskyniach
- △ menšie prítoky povrchovej Demänovky
- ▲ veľké povrchové toky
- priesakové vody v jaskyniach
- ▣ pramene
- stagnujúce vody v podzemí jaskýň

-1 0 1 2 km



LEGENDA

- prírastky / úbytky na jednotlivých hydrometrovaných úsekoch
- < -100 l/s (zistené straty prietoku nad 100 l/s)
 - 100 až -50 l/s (zistené straty prietoku 50 až 100 l/s)
 - 50 až -10 l/s (zistené straty prietoku 10 až 50 l/s)
 - 10 až 10 l/s (zistené zmeny prietokového množstva do 10 l/s)
 - 10 až 50 l/s (zistené skryté prírastky prietoku 10 až 50 l/s)
 - 50 až 100 l/s (zistené skryté prírastky prietoku 50 až 100 l/s)
 - > 100 l/s (zistené skryté prírastky prietoku nad 100 l/s)

-1 0 1 2 km

Obr. 1. Poloha profilov realizovaných úsekových hydrometrovaní v oblasti Demänovskej doliny (nezmenené pre všetky 7 sérií meraní)

Obr. 2. Výsledky úsekových hydrometrovaní realizovaných v oblasti Demänovskej doliny – medián hodnôt zistených skrytých prírastkov (kladné hodnoty) alebo úbytkov (záporné hodnoty) prietokových množstiev povrchovej a podzemnej Demänovky

v spodnej časti povodia Zadnej vody a v menších dolinkách Okno a Vyvieranie. Ak by sme spočítali všetky zistené straty a prírastky v oblasti, dostaneme pre sumu priemerných hodnôt ešte stratu $-250,88 \text{ l s}^{-1}$ a pre sumu mediánov stratu $-177,18 \text{ l s}^{-1}$. V tejto sume sú však započítané aj neznáme straty v oblasti medzi profilmi P21 a J4 s možnou súčasťou neznámej zložky odberov vôd. Ak daný úsek nezohľadníme, dostaneme sumu priemerných hodnôt stále v oblasti skrytých strát ($-107,40 \text{ l s}^{-1}$) a aj pre sumu mediánov bude ich súčet „v strate“ $-30,84 \text{ l s}^{-1}$. To teda pravdepodobne, že časť prietokových množstiev vo veľkosti niekoľko desiatok l s^{-1} , ktoré sa strácajú z povrchovej Demänovky, postupuje v masíve ešte ďalej pod profil P27, prípadne na iné miesto v krasovej hydrogeologickej štruktúre.

Typické vlastnosti dvoch základných druhov vôd v oblasti Demänovskej doliny (alochtonných vôd povrchových tokov a autochtonných vôd infiltrovaných v skrasovatenom masíve) boli využité v rámci diskusie o pôvode neznámych prítokov v systéme (za podmienky poznania ich mernej elektrickej vodivosti – EC, ako aj pri známom prietokovom množstve ako zmesi oboch typov vôd). Pri znalosti veľkosti zmiešavajúcich sa prietokových množstiev jednotlivých zložiek a ich hodnôt EC pomocou zmiešavacieho pravidla sa stanovili hodnoty EC neznámej zložky zriedovacou rovnicou. Typické hodnoty mernej elektrickej vodivosti sa pre alochtonné vody pohybujú medzi 30 až $80 \mu\text{S cm}^{-1}$ (vody pretekajúce korytami Demänovky, Zadnej vody a Priečneho potoka nad úrovňou Lúčok), kým autochtonné vody (napr. menšie prítoky Demänovky z dolínok Machnaté, Pustá, Vyvieranie, Okno alebo vody prameňov z triasových karbonátov fatrika v oblasti) majú rozsah hodnôt mernej elektrickej vodivosti od 270 do $350 \mu\text{S cm}^{-1}$.

Keďže vo vyššej časti povrchového toku Demänovky dochádza prevažne iba k stratám prietokových množstiev, možno týmto skryte prestupujúcim množstvám priradiť vlastnosti zdrojového toku (≈ 30 až $80 \mu\text{S cm}^{-1}$). V úseku P25 – P17 však nastáva intenzívna drenáž, a to autochtonných vôd, resp. vód podzemného hydrologického systému Demänovskej doliny, pretože priemerná hodnota mernej elektrickej vodivosti (EC) skrytého prítoku podľa zmiešavacej rovnice bola vypočítaná na $261 \mu\text{S cm}^{-1}$ a medián EC skrytého prítoku stanovený na hodnotu $234 \mu\text{S cm}^{-1}$ (priemerné skryté prírastky $93,4 \text{ l s}^{-1}$, medián $58,7 \text{ l s}^{-1}$). Podobne je tomu v záverečnom hydrometrovanom úseku povrchovej Demänovky (P27 – P25; skryté prírastky v priemere $47,6 \text{ l s}^{-1}$ s mediánom $50,8 \text{ l s}^{-1}$). Priemerná hodnota EC skrytého prítoku bola podľa zmiešavacej rovnice $274 \mu\text{S cm}^{-1}$ a medián EC mal v prípade siedmich meraní veľkosť $183 \mu\text{S cm}^{-1}$. Podľa všetkého však na tomto nižšom úseku dochádza k prestupom vôd s rozličnou vodivosťou, pravdepodobne aj viac prepojených s alochtonnými vodami – povrchovými tokmi.

V podzemnom hydrologickom systéme Demänovskej doliny bola medzi profilmi J1 (Achátovým domom Pustej jaskyne) a J2 (Pekelným domom Demänovskej jaskyne slobody) priemerná hodnota EC skrytého prítoku podľa zmiešavacej rovnice $465 \mu\text{S cm}^{-1}$ a mediánová hodnota EC $355 \mu\text{S cm}^{-1}$. Podobne vypočítaná priemerná veľkosť predpokladanej teploty skryte prestupujúcej vody bola $7,4^\circ\text{C}$ (medián $6,4^\circ\text{C}$). Znamená to, že v priestore medzi týmito dvoma profilmi prestupuje okrem vôd z Jazerného domu jaskyne Štefanová (meraných na profile J3) aj niekoľko desiatok l s^{-1} autochtonných vôd, t. j. vód obiehajúcich vo vnútri triasových karbonátov fatrika krasovo-puklinovej hydrogeologickej štruktúry Demänovskej doliny ($41,3 \text{ l s}^{-1}$ / $47,3 \text{ l s}^{-1}$).

Výraznejšie skryté prítoky podzemnej Demänovky, overené všetkými siedmi sériami hydrometrovaní medzi profilmi J7 – J6 (od $43,0 \text{ l s}^{-1}$ do $195,3 \text{ l s}^{-1}$, priemer $97,6 \text{ l s}^{-1}$, medián $85,8 \text{ l s}^{-1}$), mali vypočítanú priemernú EC skrytého prítoku okolo $251 \mu\text{S cm}^{-1}$ a medián hodnôt EC cca $259 \mu\text{S cm}^{-1}$. Priemerná veľkosť predpokladanej teploty skryte prestupujúcej vody bola vypočítaná na $5,6^\circ\text{C}$ a medián hodnôt vypočítaných zmiešavacími vzťahmi bol $5,6^\circ\text{C}$, ich rozsah bol $4,6 - 6,8^\circ\text{C}$. Aj v tomto prípade vstupujú do podzemného systému autochtonné vody z mezozoika.

LITERATÚRA

AUXT, A. – MALÍK, P. – KLAČANOVÁ, Z. – PRISTAŠ, P. – FILO, J. – ŠUCHOVÁ, M. – GRETSCH, J. – GREGOR, M. – BOTTLIK, F. – MIKITA, S. – PAŽICKÁ, A. – BUČEK, S. – ČERNÁK, R. – NAGY, A. – MICHÁKO, J. – MAGLAY, J. – MÁŠA, B. – ŠVASTA, J. – DANKO, D. 2012. Doplnkový hydrogeologický prieskum a monitoring ramsarskej lokality – jaskyne Demänovskej doliny. Manuskript – archív Geofondu ŠGÚDŠ Bratislava, arch. č. 91991, 181 s.

ÚVOD DO CHEMIZMU VYBRANÝCH KRASOVÝCH PRAMEŇOV JASOVSKÉJ PLANINY (SLOVENSKÝ KRAS)

Alena Petrvalská¹ – Michaela Pancuráková² –
Martina Kováčová¹ – Veronika Straková¹

¹ Ústav geografie, Prírodovedecká fakulta UPJŠ, Jesenná 5,
040 01 Košice; alena.petrvalska@upjs.sk, martinakovacova@post.sk,
veronika.strakova@student.upjs.sk

² ZŠ Družicová 4, 040 12 Košice; m.pancurakova@gmail.com

Aj napriek úsiliu mnohých vedcov a jaskyniarov patrí Jasovská planina stále medzi najmenej preskúmané oblasti Slovenského krasu, a to nielen z hľadiska reliéfu, jaskynných priestorov, ale aj krasových vôd, ktoré vyvierajú či už

permanentne alebo sporadicky na jej povrchu alebo obvode. Tento príspevok predstavuje úvod do problematiky chemizmu týchto prameňov, ktoré boli v rámci nášho výskumu komplexne zmapované a začali sa ich pravidelné ($1 \times$ mesačne) monitorovacie merania teploty, pH a obsahu Ca^{2+} vo vode in situ, dopĺňajúco prebieha aj meranie výdatnosti prameňov. Blížšej charakteristike prameňov sa v tejto časti krasu dosiaľ venovali iba Himmel (1963), ako aj Hochmuth a Barabas (2001); na Ústave geografie UPJŠ doc. Z. Hochmuth viedol aj diplomovú prácu s podobnou problematikou (Halušková, 2011). Dosiaľ sa vykonalo 5 meraní s mesačným cyklom v 31 prameňoch na tejto planine, na meranie pH a obsahu Ca^{2+} boli použité testy firmy Merck na princípe titrácie. Merania prebiehali v rôznych podmienkach (za maxim po topení snehu v apríli, v máji počas suchého počasia, v júni, júli počas daždivého počasia a v auguste za najvyšších teplôt a absencie zrážok).

Z doteraz vykonaných meraní možno vytvoriť určitú úvodnú charakteristiku jednotlivých prameňov alebo ich zoskupení, ktoré majú podobné vlastnosti. Na úpäti severne orientovaných svahov planiny je lokalizovaných v okolí jaskyne Teplica a tu sa nachádzajúcich vodohospodárskych objektov spolu 9 sústredených výverov krasových vôd. Ich analýza preukázala nižšiu teplotu $9 - 9,4^\circ\text{C}$ (budeme uvádzať iba priemerné hodnoty), $5,8 - 6,4 \text{ pH}$ a $120 - 135 \text{ mg/l Ca}^{2+}$. Vo východnej časti nachádzame pramene v okolí tzv. Hatín a Heleninu vyvieracku, ako aj pramene tesne nad úrovňou súčasnej nivy Bodvy. Tunajšie pramene majú min. pH charakteristické pre nekrasové vody, rovnako obsah vápnika je $82 - 100 \text{ mg/l}$, čo spôsobuje prienik vôd z Bodvy. Voda z prameňa Hatiny vyviera pod tlakom, pričom so sebou strháva bublinky.

Za samostatnú kategóriu možno považovať pramene v okolí obce Debrad (prameň sv. Antona, Čuporka, Mikei a iné), lokalizované na tzv. poriečnej rovni. Tieto pramene dosahujú najvyšší obsah vápnika aj pH v celej sledovanej oblasti, teplotu okolo $9,7 - 10^\circ\text{C}$. Obsah vápnika predstavuje $145 - 158 \text{ mg/l}$ a pH $6,9 - 7,6$. Časť z nich rovnako vyviera pod tlakom.

Na južnom úpäti planiny sú známe pramene v okolí východu jaskyne Skalisty potok, za vysokých stavov vody tu bolo zaznamenaných spolu 5 sústredených a 1 rozptýlený výver vody. Stály prameň je zároveň sledovaný SHMÚ. Priemerná hodnota vápnika tu dosahuje $117 - 135 \text{ mg/l}$ a pH $5,6 - 6,2$.

V Hájskej doline sme sa zaoberali Travertínovou vyvierackou, ktorá je známa výskytom travertínov. Ten je práve vďaka tomuto procesu najmenej mineralizovaný, rovnako pri vývere dosahuje hodnotu $100 - 113 \text{ mg/l Ca}^{2+}$, v dolných častiach tesne pred vyústením iba $93 - 100 \text{ mg/l Ca}^{2+}$. Ďalšie sledovanie jednotlivých prameňov spolu s výskumom ich zberných oblastí by mohlo pomôcť vyriešiť otázku pôvodu vôd týchto prameňov a ich rozdielneho chemizmu. Následné merania budú rozšírené aj o konduktivitu a ďalšie prvky, ktoré by mohli prispieť k vyriešeniu tejto otázky.

LITERATÚRA

HALUŠKOVÁ, Z. 2011. Chemizmus krasových vôd vybraných prameňov Slovenského krasu. Diplomová práca. Ústav geografie, Prírodovedecká fakulta UPJŠ, Košice, 70 s.

HIMMEL, J. 1963. Jeskyně a vyvěračky východní části Javovské planiny v Jiho-slovenském krasu. Kras v Československu, 2, Brno, 10–19.

HOCHMUTH, Z. – BARABAS, D. 2001. Príspevok k problematike krasovej hydrologie východnej časti Slovenského krasu a priľahlých území. Geomorphologia Slovaca, 1, 1, 46–53.

SPELEOKLIMATOLÓGIA

CLIMATIC EFFECT OF ENVIRONMENTAL MODIFICATIONS IN ENTRANCE AREA OF DOBŠÍNSKÁ ICE CAVE (SLOVAK PARADISE, SLOVAKIA) – THE LATEST RESULTS

Magdalena Korzystka¹ – Tymoteusz Sawiński¹ – Ján Zelinka² –
Jacek Piasecki¹

¹ University of Wrocław, Institute of Geography and Regional Development,
Department Of Climatology and Atmosphere Protection, ul. Kosiby 6/8,
51-621 Wrocław, Poland; magdalena.korzystka@uni.wroc.pl,
tymoteusz.sawinski@uni.wroc.pl, jacek.piasecki@uni.wroc.pl

² State Nature Conservancy of the Slovak Republic, Slovak Caves
Administration, Hodžova 11, 031 01 Liptovský Mikuláš, Slovak Republic;
zelinka@ssj.sk

Reconstruction and modernization of touristic infrastructure in the Dobšinská Ice Cave, which were conducted in 2010 resulted in significant changes in the near-entrance area of the cave. The most important modifications included: reconstruction of the fence surrounding the Entrance Collapse of the cave, enlargement of the terrace for tourists in front of the cave entrance and cut out of a part of trees which had shaded the entrance area from the west and

north. As a result we observed disappearance of cryophilic plants which used to grow in the upper part of the Collapse, progressive melting of permafrost in its bottom part and formation of new openings which lead from the hollow into the cave. The changes in the ice conditions in the near-entrance part of the cave were also visible. Such changes indicate, that deep transformation of climatic conditions inside Entrance Collapse occurred as a result of these modifications. To precisely determine the degree of this transformation in June 2012 started the survey focused on recognition of thermal stratification and spatial distribution of air temperature inside the Collapse. Archival data obtained during analogous research carried out by authors in the years 2003 – 2005 allowed to perform the comparison of climatic conditions in the Collapse before and after modifications and to determine the extent of observed changes in the Collapse microclimate. The results of conducted research also allowed to identify mechanisms and feedbacks that are responsible for shaping of microclimatic features of Entrance Collapse.

SPATIAL DISTRIBUTION OF AIR TEMPERATURE INSIDE DOMICA CAVE (SLOVAK KARST, SLOVAKIA) – FIRST APPROACH

Magdalena Korzystka¹ – Tymoteusz Sawiński¹ – Ján Zelinka²
– Jacek Piasecki¹

¹ University of Wrocław, Institute of Geography and Regional Development, Department Of Climatology and Atmosphere Protection, ul. Kosiby 6/8, 51-621 Wrocław, Poland; magdalena.korzystka@uni.wroc.pl, tymoteusz.sawinski@uni.wroc.pl, jacek.piasecki@uni.wroc.pl

² State Nature Conservancy of the Slovak Republic, Slovak Caves Administration, Hodžova 11, 031 01 Liptovský Mikuláš, Slovak Republic; zelinka@ssj.sk

The study presents the results of a preliminary investigation of air temperature spatial diversity inside Domica Cave system. The analyses were conducted on the basis of the results of patrol measurements carried out in February and July 2012, complemented by data from the cave microclimate monitoring system. Obtained results allowed to preliminarily recognize the spatial distribution and variability of air temperature in winter and summer season inside the parts of the cave open to the tourists. In the cave interior zones with different thermal conditions were also distinguished. Their occurrence was dependent on both the distance from the cave entrance and morphological features of the cave passages and halls. Presented investigations and analyses are a part of a wider research program aimed at recognition of mechanisms of functioning of climatic system of Domica Cave, especially in the context of its potential changes caused by human impact.

DYNAMICS OF THERMAL CONDITIONS INSIDE THE WATER PASSAGES OF PUNKVA CAVES (MORAVIAN KARST, CZECH REPUBLIC)

Magdalena Korzystka¹ – Tymoteusz Sawiński¹ – Jiří Hebelka² – Jacek Piasecki¹

¹ University of Wrocław, Institute of Geography and Regional Development, Department Of Climatology and Atmosphere Protection, ul. Kosiby 6/8, 51-621 Wrocław, Poland; magdalena.korzystka@uni.wroc.pl, tymoteusz.sawinski@uni.wroc.pl, jacek.piasecki@uni.wroc.pl

² Caves Administration of the Czech Republic, Svitavská 11-13, 678 01 Blansko, Czech Republic; hebelka@caves.cz

Water Passages of Punkva Caves constitute a unique cave environment formed under the influence of underground Punkva river flow. As a result of exploration led at the beginning of 20th century and later adaptation for tourism, the interior of the Water Passages has been strongly transformed. First of all, there were connections opened between the cave and its interior to enable free touristic boat traffic. As a result of these changes in the cave interior there formed a climatic system different to the original arisen in conditions of greater isolation from the cave surroundings. This study is a contribution to examine current mechanisms of functioning of this system. It shows results of investigations on the dynamics of temperature changes and thermal stratification in the atmosphere in the Water Passages in relation to the course of water temperature, meteorological conditions in the cave surroundings and cave ventilation processes. Based on the results a classification of characteristic meteorological complexes responsible for formation of different types of air temperature course and stratification in the Water Passages have been developed. Besides information about functioning of the current cave climatic system the obtained results may also be considered in terms of analyses of human impact on cave climatic systems. These results illustrate behavior of a system strongly transformed by human activity so they may give reference for planning strategies of adverse environmental effects prevention in cave systems intended for touristic use or intensive exploration.

CONTINUAL MONITORING OF RADON IN VAŽECKÁ CAVE

Iveta Smetanová¹ – Karol Holý² – Ján Zelinka³ – Jozef Omelka⁴

¹ Geophysical Institute, Slovak Academy of Sciences, Dúbravská cesta 9, 845 28 Bratislava, Slovakia; geofivas@savba.sk

² Department of Nuclear Physics and Biophysics, Faculty of Mathematics, Physics and Informatics, Comenius University, Mlynská dolina, 842 48 Bratislava, Slovakia; Karol.Holy@fmph.uniba.sk

³ State Nature Conservancy of the Slovak Republic, Slovak Caves Administration, Hodžova 11, 031 01 Liptovský Mikuláš, Slovakia; zelinka@ssj.sk

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

Radon research in Važecká Cave (Važec Karst, Northern Slovakia) started in June 2012 and it is still carried on. The monitoring of ²²²Rn activity concentration in cave atmosphere is performed using the Barasol probe (Algade, France), based on the detection of alpha particle. The cave is formed in Middle Triassic Guttenstein limestone, the detector is situated in Galeria, the most distant part from the entrance. Besides radon, CO₂ content in cave atmosphere, internal temperature, internal wind speed and wind direction are measured here. Radon activity concentration in the atmosphere of Važecká Cave exhibited seasonal, short-term and daily variations. First results indicate that radon reached its maximum in summer months, from June to September, when radon activity concentration was relatively stable and the daily average values ranged from 3.0 to 5.3 kBq/m³. In the rest of a year the short-term variations lasting 4 – 10 days were observed and the daily average radon concentration varied from 1.0 to 4.3 kBq/m³.

BIOSPELEOLÓGIA

VÝSKYT BETA-LAKTÁMOVEJ REZISTENCIE U BAKTÉRIÍ ENTEROBACTER CLOACEAE ISOLOVANÝCH Z JASKYNE DOMICA

Alena Donauerová¹ – Barbora Gaálová² – Milan Seman² – Dana Papajová¹ – Helena Bujdaková¹

¹ Univerzita Komenského, Prírodovedecká fakulta, Katedra mikrobiológie a virológie, Mlynská dolina, 842 15 Bratislava; donauerova@fns.uniba.sk, papajova@fns.uniba.sk, bujdakova@fns.uniba.sk

² Univerzita Komenského, Prírodovedecká fakulta, Katedra molekulárnej biológie, Mlynská dolina, 842 15 Bratislava; gaalova@fns.uniba.sk, seman@fns.uniba.sk

V období rokov 2007 – 2011 bolo z podzemných vôd jaskyne Domica izolovaných 285 kmeňov enterobaktérií. Najfrekvencovanejší taxón reprezentovala *Escherichia coli*, indikátor fekálneho znečistenia, avšak jej výskyt bol spojený so sezónnymi zrážkami, čo by poukazovalo na jej alochtónny pôvod. Ďalšou z frekvencovaných taxonomických jednotiek boli izoláty rodu *Enterobacter* (53), ktoré sa vo vodách vyskytovali po celý rok bez ohľadu na odberové miesto. Izolované boli druhy: *E. cloaceae* (36), *E. amnigenus* (5), *E. dissolvens* (4), *E. gergoviae* (3), *E. cancerogenus* (1) a kmene patriace do tzv. enteric group 69 (4). V praxi sme sa zamerali na druh *E. cloaceae*, ktorý sa bežne vyskytuje v prírode, ale môže byť aj pôvodcom ochorenia človeka. Ako nozokomiálny patogén má vysokú schopnosť adaptácie a šírenia rezistencie voči mnohým antibiotikám, ktorá je daná produkciou špecifických enzýmov označovaných ako beta-laktamázy, prevažne typu TEM alebo SHV. Na identifikáciu izolovaných enterobaktérií bola použitá biochemická diagnostická súprava (ENTEROtest 24, Erba-Lachema, ČR). Na potvrdenie druhej identifikácie izolátov *E. cloaceae* sa použili molekulárno-biologické metódy: tDNA PCR a restričná analýza génu, kódujúceho 16S rRNA. Následne bola testovaná citlivosť izolátov *E. cloaceae* diskovou difúznou metódou na beta-laktámové antibiotiká, ktoré sa často používajú v klinickej praxi. Produkcia beta-laktamázy sa stanovila metódou kombinovaných diskov a metódou PCR bola detegovaná prítomnosť génov *bla*, ktoré kódujú beta-laktamázy typu TEM, SHV a CTX-M. Pri väčšine testovaných izolátov sa dokázala prítomnosť génov *bla*, v niektorých prípadoch sa zistila prítomnosť viacerých génov *bla*, ktoré kódujú rôzne typy beta-laktamázy.

Predpokladáme, že izolované kmene *E. cloaceae* teda nemajú autochtónny pôvod a ich prítomnosť môže súvisieť s chovom dobytky, oviec a koní na družstvách v okolí jaskyne Domica (v okruhu 2 – 3 km), kde bola potvrdená aplikácia veterinárnych beta-laktámových antibiotík amoxicilínu s kyselinou klavulanovou, najmä v minulosti. To mohlo viesť k šíreniu uvedeného typu rezistencie aj v environmentálnych podmienkach, s následným impaktom na mikrobiotu krasového systému.

Táto práca vznikla s podporou grantových úloh VEGA 1/0117/09 a VEGA 1/0899/12 financovaných MŠVVŠ SR a z výsledkov realizácie úloh II.1/2007,

V.9/2008 a V.14/2009 Plánu hlavných úloh Správy slovenských jaskýň na roky 2007 až 2009.

MONITORING OF CAVE INVERTEBRATES IN SLOVAKIA (2010 – 2012) – COLLEMBOLA (HEXAPODA) AS AN EXAMPLE

Ľubomír Kováč¹ – Andrea Parimuchová¹ – Dana Miklisová²

¹ Department of Zoology, Institute of Biology and Ecology, Faculty of Science, P. J. Šafárik University, Moyzesova 11, 040 01 Košice, Slovakia; lubomir.kovac@upjs.sk

² Institute of Parasitology, Slovak Academy of Sciences, Hlinkova 3, 040 01 Košice, Slovakia; miklis@saske.sk

During the period 2010 – 2012 investigations of cave Collembola in Slovakia were carried out in 28 caves of different types (bedrock, altitude, type of karst) situated in 12 geomorphological units. The material was collected in combination of three basic methods, namely hand collecting, pitfall trapping and extraction of organic material and baits. Of 105 Collembola species registered in total, 17 were eutroglophiles and 13 troglobiotic forms. Impact of environmental factors (altitude, air temperature, cave length, trophic level) on species diversity was evaluated by regression analysis. The diversity was positively affected by presence of organic material, cave length and air temperature inside the cave, however, altitude increase had a negative impact on this parameter. Cluster, NMS ordination and IndVal analyses were used to examine similarity of communities of particular caves. Results showed distinct similarity in community structure among cold alpine caves on one hand, and among warmer caves with lower hypsometry on the other. Caves of the Slovak Karst formed a distinct cluster as well as those of central karst regions (Low Tatras, Veľká Fatra Mts., Strážovské vrchy Mts.). Four undescribed troglobiotic species of Collembola were registered, three of the genus *Pseudosinella* and one of the genus *Deuteraphorura* (*D. cf. kratochvili*). Three recently described *Megalothorax* species were detected, namely troglobiont *M. hipmani*, and eutroglophiles *M. carpaticus* and *M. willemi*. The monitoring was granted from the project OPŽP-PO5-09-1 "Monitoring of the status and developmental trends of invertebrate communities in caves of Slovakia not open to public (2010 – 2012)", State Nature Conservancy SR – Slovak Caves Administration.

HISTORY HIDDEN IN A HEAP OF BAT GUANO (SCIENTIFIC DOCUMENTARY)

Václav Křišťůf¹ – Jaromír Beneš² – Helena Svítavská-Svobodová³ – Michal Andreas⁴ – Marcel Uhrin⁵ – Ivo Světlík⁶ – Ľubomír Kováč⁵ – Jiří Šantrůček² – Vladimír Šustr¹ – Vladimír Papáč⁷ – Karel Žák⁸

¹ Biology Centre ASCR, v. v. i. – Institute of Soil Biology, Na Sádkách 7, 370 05 České Budějovice, Czech Republic; kristuf@upb.cas.cz, sustr@upb.cas.cz

² Faculty of Science, University of South Bohemia, Branišovská 31, 370 05 České Budějovice, Czech Republic; benes.jaromir@gmail.com, jsan@umbr.cas.cz

³ Institute of Botany ASCR, v. v. i., Zámek 1, 252 43 Průhonice, Czech Republic; helena.svitavska@ibot.cas.cz

⁴ Silva Tarouca Research Institute for Landscape and Ornamental Gardening, Květnové náměstí 391, 252 43 Průhonice, Czech Republic; andreas@vukoz.cz

⁵ Faculty of Natural Sciences, University of P. J. Šafárik, Moyzesova 11, 040 01 Košice, Slovak Republic; marcel.uhrin@upjs.sk, lubomir.kovac@upjs.sk

⁶ Nuclear Physics Institute ASCR, v. v. i., Husinec – Řež 130, 250 68 Řež, Czech Republic; svetlik@ujf.cas.cz

⁷ State Nature Conservancy of the Slovak Republic, Slovak Caves Administration, Železničná 31, 979 01 Rimavská Sobota, Slovak Republic; papac@ssj.sk

⁸ Institute of Geology ASCR, v. v. i., Rozvojová 135, 165 00 Prague 6, Czech Republic; zak@gli.cas.cz

The Domica Cave in the Slovak Karst is peculiar with its seven wonders, such as sinter shields, spherical stalactites, sinter neolithic earthen vessels, prehistoric drawings, colonies of bats, sinter dams and underground sailing. On three sites in the cave bat droppings accumulate in heaps more than one meter high and 3 – 4 m wide produced by great colonies of Mediterranean horseshoe bat (*Rhinolophus euryale*) and Schreiber's bat (*Miniopterus schreibersii*). What could the bat guano reveal? The thousand-year old guano heap tells us about the life of bats, insects and plants occurring in the proximity of the cave centuries ago. Moreover, it tells us also about the human activities in the surroundings of the cave. The movie introduces the famous cave, the interconnection of man with above-ground and underground ecosystems, and the work performed by scientists who reveal the hidden secrets of the eighth wonder of the cave. This contribution was created within the project VĚDRO (Science for public a way to sustainable development, reg. no. CZ.1.07/2.3.00/35.0002), project was co-financed by the European Social Fund and by the government budget of the Czech Republic.

VÝSKYT ASPERGILŮ V JESKYNÍCH – PŘEDBĚŽNÉ VÝSLEDKY

Alena Nováková¹ – Vít Hubka^{2,3}

¹ Institute of Soil Biology, Biology Centre AS CR, v. v. i., Na Sádkách 7, České Budějovice, Czech Republic; alena@upb.cas.cz

² Department of Botany, Faculty of Science, Charles University, Benátská 2, 128 01, Praha 2, Czech Republic

³ Laboratory of Fungal Genetics and Metabolism, Institute of Microbiology AS CR, v. v. i., Vídeňská 1083, 142 20 Praha 4, Czech Republic; vit.hubka@seznam.cz

Druhy rodu *Aspergillus* P. Micheli ex Haller 1768 se běžně vyskytují v půdě, kompostu, ovzduší, na potravinách, podílejí se na rozkladu rostlinného materiálu atd. a společně s rodem *Penicillium* patří tento rod mezi druhově nejpočetnější mikroskopické houby s širokým celosvětovým rozšířením, i když jeho zastoupení v teplejších oblastech je vyšší. Výskyt aspergilů byl zaznamenán také v jeskynním prostředí a překvapivě i v chladnějších jeskyních s teplotami pod 10 °C. Mikroskopické houby byly studovány v 77 evropských jeskyních (Česká republika, Slovensko, Maďarsko, Rumunsko, Španělsko, Chorvatsko, Francie a Slovinsko), izolace byla prováděna z ovzduší, jeskynního sedimentu, netopýřího guána, exkrementů bezobratlých, vermikulací, nickamínku, povrchů stěn a speleotém a různého organického materiálu. Determinace probíhala na základě makro- a mikromorfologických charakteristik a pomocí molekulárních analýz. Předběžné výsledky ukazují výskyt okolo 70 druhů rodu *Aspergillus*. Z řady jeskyní byly izolovány potenciálně patogenní druhy *A. fumigatus* a *A. flavus*, a to hlavně z jeskyní s teplotou 7 – 12 °C. Poměrně často byl také izolován *A. spelunceus* a aspergily ze sekce *Versicolor*. Hojný výskyt aspergilů byl zjištěn z jeskyní s vyšší teplotou (18 – 21 °C), hlavně z andaluských jeskyní Cueva del Tesoro a Nerja, ale i z rumunských jeskyní Limanu a Movile. V rámci této studie byly izolovány i dosud nepopsané druhy (již publikované druhy *A. baeticus* a *A. thesauricus*, ale i v současné době připravované popisy nových druhů).

OBJAV NOVÝCH TROGLOBIONTNÝCH DRUHŮV CHVOSTOSKOKOV (HEXAPODA: COLLEMBOLA) V JASKYNIACH SLOVENSKA A RUMUNSKA

Vladimír Papáč¹ – Ľubomír Kováč²

¹ Štátna ochrana prírody SR, Správa slovenských jaskýň, Železničná 31, 979 01 Rimavská Sobota; papac@ssj.sk

² Ústav biologických a ekologických vied, Katedra zoológie, Univerzita P. J. Šafárika, Moyzesova 11, 041 67 Košice; lubomir.kovac@upjs.sk

V poslednej dekáde sa výrazne zintenzívnili výskum bezstavovcov v slovenských jaskyniach. Získané údaje poukazujú na to, že naše jaskyne stále ukrývajú neznáme druhy živočíchov, ktoré ešte len čakajú na svoje objavenie. Rod *Megalothorax* zahŕňa drobné chvostoskoky (Collembola) s guľovitým telom patriace do čeľade Neelidae. Vzhľadom na ich nepatrné rozmery (0,3 – 0,8 mm) sú v jaskyniach často prehliadané a unikajú pozornosti. V súčasnosti je na celom svete známych 24 druhov. Obývajú rôznorodé prostredie, ako je orná pôda, lesná opadanka, machy a ojedinele aj habitáty so špecifickými podmienkami, napr. slané pôdy alebo hľadina vody. Päť druhov môžeme zaradiť medzi troglobionty, teda obligátne jaskynné formy: *M. boneti* z Afganistanu, *M. spinoticosus* a *M. toniois* z Mexika a *M. massoudi* a *M. tuberculatus* zo západnej Európy (Pyreneje). Z ôsmich európskych druhov majú troglomorfné znaky (adaptácie) typické pre jaskynné živočíchy iba posledné dva menované. V slovenských jaskyniach sa podarilo počas ostatných viacerých rokov nazbierať početný materiál chvostoskokov z rodu *Megalothorax*. Po podrobnej taxonomickej analýze sa ukázalo, že 3 druhy sú pre vedu neznáme. Dva druhy *M. tatrensis* a *M. carpaticus* sú podobné kozmopolitnému druhu *M. minimus*, od ktorého sa líšia adaptáciami na jaskynné prostredie. *M. tatrensis* bol nájdený iba v štyroch jaskyniach stredného Slovenska (Nízke Tatry a Horohronské podolie) a pravdepodobne predstavuje endemický druh obmedzený svojím výskytom na toto územie. *M. carpaticus* sa ako jediný troglomorfný druh našiel v krasových aj nekrasových jaskyniach centrálneho a východného Slovenska (Veľká Fatra, Nízke Tatry, Spišsko-gemerský kras, Bachureň, Pieniny, Čierna hora), pričom predpokladáme jeho širší výskyt v podzemí Západných Karpát. Druhy *M. hipmani* a *M. draco* sa vyznačujú výraznými troglomorfnými znakmi, konkrétne predĺženými pazúrikmi na nohách. *M. hipmani* je známy len zo šiestich jaskýň centrálnej časti Západných Karpát (Strážovské vrchy, Veľká Fatra, Nízke Tatry, Muránska planina, Kozie chrbty). *M. draco* je známy len z typovej lokality, rumunskej jaskyne Drăcoia (Apuseni, Bihor). Popri opise nových druhov bol revidovaný aj celý materiál chvostoskokov rodu *Megalothorax* zo Slovenska, pričom sa zaregistroval prvý nález edafického chvostoskoka *M. willemi* Schneider & D'Haese, 2013 na území Slovenska.

NAJVÝZNAMNEJŠIE ZIMOVISKÁ NETOPIEROV
V BELIANSKYCH TATRÁCH

Zuzana Višňovská

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

Belianske Tatry, 14 km dlhý horský masív tvoriaci severovýchodnú časť Tatier, predstavujú najvyššie vápencové pohorie na Slovensku (Sekyra, 1954). V rámci Tatier ide o významnú krasovú oblasť s najvyšším počtom jaskýň. Eviduje sa tu 127 jaskýň, z ktorých najdlhšia (3829 m) a zároveň najznámejšia je Belianska jaskyňa (Bella et al., 2007; Tencer, 2013). Niektoré z nich predstavujú početné zimoviská netopierov (Pjenčák et al., 2003).

Cieľený chiropterologický monitoring na predmetnom území sa dlhodobo vykonáva iba v Belianskej jaskyni (890 m n. m.). Početné údaje z tejto lokality sumarizujú Pjenčák & Danko (2002) a Višňovská (2008). Ďalšie publikované dáta pochádzajú z vyššie položených horských jaskýň – Alabastrovej jaskyne (1390 m n. m.), jaskyne Ľadová pivnica (1433 m n. m.) a Muránskej jaskyne (1559 m n. m.), resp. z nemenovaných malých jaskyniek v okolí Tatranskej Kotliny a pod Bujačím vrchom (Gaisler a Hanák, 1972; Pjenčák et al., 2003). Tento príspevok poskytuje stručný prehľad poznatkov o zimnom výskyte netopierov v Belianskych Tatrách vrátane niektorých výsledkov najnovšieho monitoringu realizovaného autorkou príspevku v Belianskej jaskyni, Alabastrovej jaskyni a jaskyni Ľadová pivnica v rokoch 2008 – 2013.

V jaskyniach predmetného územia sa dosiaľ potvrdila hibernácia 11 druhov netopierov: *Myotis myotis*, *M. blythii*, *M. mystacinus*, *M. brandtii*, *M. nattereri*, *M. daubentonii*, *M. dasycneme*, *Plecotus auritus*, *Eptesicus nilssonii*, *Rhinolophus hipposideros* a *Barbastella barbastellus*. Frekvencovanými a dominantnými druhmi zimujúcimi v oblasti sú netopier veľký (*Myotis myotis*), netopier fúzatý (*M. mystacinus*) a netopier Brandtov (*M. brandtii*). V rokoch 2008 – 2013 sa *M. myotis* pravidelne a početne vyskytoval v Belianskej jaskyni (sezónne maximá 126 – 195 ex.) a Alabastrovej jaskyni (max. 33 – 63 ex.). V jarnom období bolo pozorované zoskupovanie *M. myotis* do väčších agregácií v prednej časti Belianskej jaskyne. Maximálna početnosť populácií *M. mystacinus* a *M. brandtii* predstavovala v Alabastrovej jaskyni 48 – 77 ex. a v Belianskej jaskyni 45 – 70 exemplárov. Pomerne bežne, no v nižšej početnosti (menej ako 10 ex.), tu zimujú chladnomilné lesné netopiere *Eptesicus nilssonii*, *Plecotus auritus* a *Myotis nattereri*. Všetky uvedené druhy netopierov sú charakteristické pre celú tatranskú oblasť (Piksa, 1998; Pjenčák et al., 2003). Z Alabastrovej jaskyne sú známe aj sporadické nálezy *Barbastella barbastellus* a vzácnejších druhov *Myotis daubentonii* a *Myotis dasycneme* (Pjenčák et al., 2003). V Belianskej jaskyni, ktorá je zo sledovaných lokalít najnižšie položenou a najteplejšou jaskyňou (v najteplejších častiach 5,0 – 6,4 °C), príležitostne zimujú niektoré termofilné druhy, predovšetkým podkovár malý (*Rhinolophus hipposideros*) – od roku 2007 tu evidujeme každoročne 1 až 3 exempláre. Jediný doložený nález *Myotis blythii* z tejto lokality pochádza z roku 1964 (Gaisler a Hanák, 1972). V súčasnosti sa jeho výskyt v predmetnej oblasti nepredpokladá. Niektoré individuálne nálezy poukazujú aj na možný výskyt teplomilného druhu *Myotis emarginatus* (Bernadović in Višňovská, 2008; Višňovská, nepubl.). Z poľských Tatier jedno nálezisko uvádza Nowak (2001).

Z hľadiska celkového počtu netopierov sú dôležitými zimoviskami Belianska jaskyňa (max. 266 ex.) a Alabastrová jaskyňa (max. 131 ex.). V jaskyni Ľadová pivnica sa zistilo maximálne 11 exemplárov. Na základe recentných poznatkov možno Beliansku jaskyňu a Alabastrovú jaskyňu považovať za chiropterologicky výnimočné lokality, keďže patria k najpočetnejším zimoviskám druhov *M. mystacinus*, *M. brandtii*, *Myotis myotis*, ako aj *M. nattereri* a *P. auritus* na Slovensku. Alabastrová jaskyňa je zároveň najvyššie položenou podzemnou lokalitou s ich početným výskytom.

LITERATÚRA

- BELLA, P. – HLAVÁČOVÁ, I. – HOLUBEK, P. 2007. Zoznam jaskýň Slovenskej republiky (stav k 30. 6. 2007). SMOPaJ – SSJ – SSS, Liptovský Mikuláš, 364 s.
- GAISLER, J. – HANÁK, V. 1972. Netopýři podzemních prostorů v Československu. Sb. Sborník Západočeského muzea, Plzeň, Příroda, 7, 1–46.
- NOWAK, J. 2001. Nocek orzeshony *Myotis emarginatus* (Geoffroy, 1806), nowy gatunek dla fauny Tatr. Studia Chiropterologica, 2, 97–99.
- PIKSA, K. 1998. The chiroptero fauna of the Polish Tatra Mts. Vespertilio, 3, 93–100.
- PJENČÁK, P. – DANKO, Š. 2002. Zimný výskyt netopierov v Belianskej jaskyni. Vespertilio, 6, 8.
- PJENČÁK, P. – DANKO, Š. – MATIS, Š. 2003. Netopiere Tatranského národného parku a širšieho okolia. Vespertilio, 7, 139–160.
- SEKYRA, J. 1954. Velehorský kras Bělských Tater. Nakladatelství ČSAV, Praha, 141 s.
- TENCER, J. 2013. Tabuľka najdlhších jaskýň na Slovensku, stav k 15. 3. 2013. Spravodaj SSS, 44, 1, 50.
- VIŠŇOVSKÁ, Z. 2008. Netopiere (Chiroptera) Belianskej jaskyne. Slovenský kras, 46, 2, 393–408.

GEOEKOLOGIA

GEOEKOLOGICKÉ MAPOVANIE DRIENOVSKÉJ
JASKYNEŠtefan Ratkovský¹ – Pavel Bella^{1,2} – Peter Gažík¹ – Dagmar
Haviarová¹ – Zuzana Višňovská¹ – Lukáš Vlček¹ – Ján Zelinka¹¹ Štátna ochrana prírody SR, Správa slovenských jaskýň, Hodžova 11,
031 01 Liptovský Mikuláš; ratkovsky@ssj.sk; bella@ssj.sk; gazik@ssj.sk;
haviarova@ssj.sk; visnovska@ssj.sk; vlcek@ssj.sk; zelinka@ssj.sk² Katedra geografie, Pedagogická fakulta KU, Hrabovská cesta 1,
034 01 Ružomberok

Geoeologické mapovanie vychádza z komplexného a integrálneho spôsobu zberu terénnych údajov o prírodných zložkách jaskynného prostredia. Základné postupy geoeologického mapovania jaskýň sú odvodené z teoreticko-metodologickej základne uplatňovanej pri geoeologickom výskume povrchovej krajiny (pozri Minár et al., 2001). Údaje o jednotlivých prírodných zložkách jaskyne, získané terénnym výskumom, sa priestorovo priradzovali geoeologickým jednotkám usporiadaným do hierarchického systému topických a chórických priestorových jednotiek (pozri Bella, 1998, 2008). Terénne údaje sme zadávali do databázy geografického informačného systému, z hľadiska štruktúry a komplexnosti dát koncipovanej na jaskyne ako prírodné geosystémy (Bella, 1991, 1995; Bella a Gažík, 1998). Komplexné údaje o prírodných zložkách v jednotlivých častiach jaskyne sú dôležité z hľadiska navrhovania a realizácie ochranných opatrení.

Drienovská jaskyňa predstavuje výverovú fluviokrasovú jaskyňu (okrem horných, morfológicky odlišných častí). Vytvorená je vo svetlých waxenecových vápencoch (karn) lagunárneho typu a čiastočne aj v drienovských zlepkoch. Vývoj jaskyne usmernili zlomové štruktúry poklesového, posunového (SV-JZ, V-Z, S-J) a prešmykového (SZ-JV) charakteru (Zacharov, 1985, 2008a,b; Zacharov a Košuth, 2005). Jaskyňa sa vytvorila v troch hlavných výškových vývojových úrovniach, značne premodelovaných procesmi rútenia. Vodný tok preteká jej spodnou časťou, ktorú možno považovať za I. výškovú vývojovú úroveň (Seneš, 1956; Gaál, 2008). Jaskyňa dosahuje dĺžku 1588 m a prevýšenie 84 m (Thuróczy et al., 2012). Tvorí významný drenážny krasový kanál na južnom okraji Jasovskej planiny. Kontinuálnym meraním mernej elektrickej vodivosti pozdĺž prúdnice boli zistené hodnoty 615 – 640 $\mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}$ v hlavnom toku a 735 – 758 $\mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}$ v merateľných prítokoch. Teplota vody v hlavnom toku sa pohybovala od 9,2 do 9,6 °C, v jeho prítokoch od 9,4 do 10,0 °C. Okrem štyroch viditeľných prítokov sa meraniami zistili tri skryté prestupy vôd do hlavného toku (Malík et al., 2010). Z mikroklimatického hľadiska Drienovská jaskyňa predstavuje pomerne rovnorodý celok, pričom priemerná teplota vzduchu sa pohybuje od 9,6 do 11,9 °C, relatívna vlhkosť vzduchu od 97,5 do 99 % a obsah CO_2 vyrovnané 0,8 % (merané 29. 9. 2010). Vo vstupnej vodnej chodbe sa namerala teplota vzduchu 13,6 °C, relatívna vlhkosť vzduchu 71,3 % a obsah CO_2 0,3 %. Jaskyňa patrí medzi najvýznamnejšie chiropterologické lokality na Slovensku. V zimnom období sa tu zistilo až 13 druhov. Medzi pravidelne zimujúce a najpočetnejšie netopiere patria podkovár južný (*Rhinolophus euryale*), podkovár veľký (*Rhinolophus ferrumequinum*), netopier obyčajný (*Myotis myotis*) a večernica malá (*Pipistrellus pipistrellus*). V letnom období sa v tejto jaskyni vyskytuje výnimočne zmiešaná reprodukčná kolónia netopiera obyčajného a vzácného lietavca sťahovavého (*Miniopterus schreibersii*) (Gaisler a Hanák, 1962; Matis, 2000, 2002).

Geoeologické mapovanie sme vykonali v spodnej časti jaskyne tvorenej hlavnou chodbou pozdĺž súčasného riečiska, na úseku od vyvíračky a prekopaného vchodu proti prúdu podzemného toku v dĺžke 592 m. Terénny zber údajov sa uskutočnil na výskumných bodoch (v nadväznosti na Minára et al., 2001), ktoré sa v prípade jaskýň priestorovo vzťahujú na speleotopy – základné geoeologické jednotky topickej dimenzie. Hodnoty zistených prírodných parametrov jaskyne sme následne extrapolovali do priestoru vymedzeného speleotopu, pričom zistené parametre tvoria obsahový náplň speleotopov. Jednému vymedzenému speleotopu zodpovedal zväčša jeden výskumný bod. Výskumný bod sme kládli do takých miest jaskyne, aby v čo najväčšej miere vystihoval vnútornú priestorovú jednoduchosť a rovnorodosť prírodných zložiek daného speleotopu a zároveň odrážal čo najvyššie možnú vonkajšiu rôznorodosť medzi susednými speleotopmi. Namerané údaje sme zaznamenávali do inventarizačných listov. Na terénne mapovanie prírodných zložiek a určovanie hraníc speleotopov sme použili geoeologické mapy v mierke 1:200 až 1:500. Hranice speleotopov sme určovali metódou vedúceho faktora – speleoreliéfu. Vedú miestami, kde je najvýraznejšia zmena v morfometrických vlastnostiach speleoreliéfu – zmena výšky a/alebo šírky podzemného priestoru a/alebo výrazná zmena sklonu podlahy. Za vedľajšie hranicovotvorné charakteristiky sme považovali priebeh zlomu, vlastnosti sedimentárnej výplne a hydrologické javy.

Merané parametre prírodných zložiek jaskyne možno z hľadiska ich výpovednej hodnoty, vychádzajúc z práce Minára et al. (2001), rozdeliť do dvoch základných skupín: a) pomerne stále stavové veličiny (litologické, štruktúro-tektonické, morfometrické a morfológické); b) pomerne pre-

menlivé stavové veličiny (hydrologické, mikroklimatické a biospeleologické). Pri získavaní terénnych kvantitatívnych údajov sme použili viaceré technické pomôcky vrátane digitálneho logera na meranie teploty a vlhkosti ovzdušia, konduktometra či hydrometrovej súpravy na meranie rýchlostí vodného toku. V prípade kvalitatívnych údajov sme zaznamenávali druh prírodného javu alebo procesu.

Komplexná priestorová databáza prírodných zložiek obsahom naplnia vyčlenené speleotopy, ktoré tvoria základné jednotky priestorovej štruktúry jaskyne. Následným spájaním príbuzných speleotopov do speleochor, následne speleochor do súboru speleochor dostávame horizontálnu priestorovú štruktúru jaskyne (pozri Bella, 1998, 2008). V predmetnej časti Drienovskej jaskyne sme vyčlenili 33 speleotopov. Na základe piatich kritérií (súčasná hydrografická pozícia speleotopu, morfológia podzemného priestoru, hlavný hydrologický jav/proces, prevládajúci druh jaskynnej výplne a výskyt jaskynnej fauny) sme vyčlenili 14 typov speleotopov. Najvýznamnejších a najviac zastúpených je šesť typov speleotopov, ktoré sa vzťahujú na chodby vo vadóznej zóne s vodným tokom, bez alebo s nevýznamnými jaskynnými výplňami a príležitostným výskytom jaskynnej fauny (19,2 % pôdorysnej plochy; 22,1 % dĺžky); chodby v epifreatickej zóne s prietochným jazerom, fluvialnými sedimentmi a významným výskytom jaskynnej fauny (18,4 % pôdorysnej plochy; 21,4 % dĺžky); chodby vo vadóznej zóne s vodným tokom, chemogénnymi sedimentmi a príležitostným výskytom jaskynnej fauny (17,3 % pôdorysnej plochy; 14,1 % dĺžky); chodby vo vadóznej zóne s vodným tokom, bez alebo s nevýznamnými jaskynnými výplňami a ojedinelým výskytom jaskynnej fauny (10,5 % pôdorysnej plochy; 9,9 % dĺžky); siene v epifreatickej zóne, bez alebo s nevýznamným hydrologickým javom, fluvialnými sedimentmi a ojedinelým výskytom jaskynnej fauny (8,8 % pôdorysnej plochy; 4,1 % dĺžky); chodby vo vadóznej zóne s vodným tokom, gravitačnými sedimentmi a ojedinelým výskytom jaskynnej fauny (5,7 % pôdorysnej plochy; 4,1 % dĺžky); chodby vo vadóznej zóne s prietochným jazerom, chemogénnymi sedimentmi a ojedinelým výskytom jaskynnej fauny (4,6 % pôdorysnej plochy; 4,6 % dĺžky).

Na základe súčasnej hydrografie, morfogénzy a súasných procesov fungovania geosystému (v nadväznosti na Bellu, 2000) sme grupovaním susediacich speleotopov vymedzili dve základné chôrické jednotky – vadóznu aktívnu fluviokrasovú speleochoru (viacfázovú; pôvodne freatická chodba, neskôr remodelovaná v epifreatických i vadóznych podmienkach) a epifreatickú aktívnu fluviokrasovú speleochoru (vývojom jednofázovú). Dve speleochory sme podľa priestorového usporiadania chodieb, morfo-genetických procesov a časového vývoja jaskynných priestorov zlúčili do asynchronného harmonického súboru speleochor. Skúmaná časť Drienovskej jaskyne je z geoeologického hľadiska pomerne rôznorodá. Pri zabezpečovaní jej ochrany treba najväčšiu pozornosť upriamiť na speleotopy, v ktorých je súčasne významný výskyt jaskynnej fauny, prietochné jazerá a sintrové útvary.

LITERATÚRA

- BELLA, P. 1991. Poslanie a návrh základnej koncepcie geoinformačného systému o jaskyniach. Slovenský kras, 29, 83–105.
- BELLA, P. 1995. Budovanie automatizovaného informačného systému o jaskyniach (CAVIS) na Slovensku. Geographia Slovaca, 10, 9–13.
- BELLA, P. 1998. Priestorová a chronologická štruktúra jaskynných geosystémov, základné teoreticko-metodologické aspekty. Slovenský kras, 36, 7–34.
- BELLA, P. 2000. Geoeologický výskum jaskynných geosystémov – príklady priestorovej a chronologickej štruktúry geosystémov vybraných jaskýň na Slovensku. Slovenský kras, 38, 67–92.
- BELLA, P. 2008. Jaskyne ako prírodné geosystémy. Geoeologický výskum a environmentálna ochrana. Speleologia Slovaca, 2, ŠOP SR, SSJ, Liptovský Mikuláš, 168 s.
- BELLA, P. – GAŽÍK, P. 1998. Geografický informačný systém o jaskyniach – teoreticko-metodologické aspekty a koncepcia priestorového modelu jaskynných geosystémov. In Bella, P. (Ed.): Výskum využívanie a ochrana jaskýň, zborník referátov. Liptovský Mikuláš, 151–159.
- GAÁL, Ľ. 2008. Geodynamika a vývoj jaskýň Slovenského krasu. Speleologia Slovaca, 1, ŠOP SR, SSJ, Liptovský Mikuláš – Knižné centrum, Žilina, 168 s.
- GAISLER, J. – HANÁK, V. 1962. Netopýři Drienovecké jeskyně a její výzkum. Krasový sborník, 3, 15–24.
- HOMOLA, V. 1951. Hydrogeologická studie Drienovecké vyvěračky v Jiho-slovenském krasu. Československý kras, 4, 3–8.
- MALÍK, P. – GREGOR, M. – ŠVASTA, J. – HAVIAROVÁ, D. 2010. Rezistivimetrické a termometrické merania podzemného vodného toku v Drienovskej jaskyni. Aragonit, 15, 2, 71–76.
- MATIS, Š. 2000. Súčasný stav poznatkov o netopieroch Drienovskej jaskyne (Slovenský kras). Vespertilio, 4, 117–126.
- MATIS, Š. 2002. Zimovanie netopierov v Drienovskej jaskyni. Vespertilio, 6, 213–215.
- MINÁR, J. (Ed.) a kol. 2001. Geoeologický (komplexný fyzickogeografický) výskum a mapovanie vo veľkých mierkach. Geografické spektrum, 3, Geografika, Bratislava, 209 s.
- SENEŠ, J. 1956. Výsledky speleologického výskumu Drienovskej (Šomody) jaskyne v Slovenskom krase. Geografický časopis, 8, 1, 16–28.
- THURÓCZY, J. – GAGYI, L. – HURTUT, T. – KLEMA, R. – KOMARA, F. – SEMAN, Š. – ZACHAROV, M. 2012. Dokumentácia Drienovskej jaskyne, projekt Monitoring a manažment vybraných jaskýň – mapovanie jaskýň. Mapová dokumen-

tácia (graficky spracoval M. Danko) a meračská dokumentácia, Speleologický klub Cassovia, Košice a Slovenská speleologická spoločnosť, Liptovský Mikuláš.

- ZACHAROV, M. 1985. Geomorfologické a geologické pomery nových priestorov Drienovskej jaskyne. Spravodaj SSS, 16, 1–2, 3–7.
- ZACHAROV, M. 2008a. Geologické a tektonické pomery Drienovskej jaskyne v Slovenskom krase. Slovenský kras, 46, 1, 41–52.
- ZACHAROV, M. 2008b. Výskum disjunktívnej tektoniky Drienovskej jaskyne v Slovenskom krase. Slovenský kras, 46, 2, 287–200.
- ZACHAROV, M. – KOŠUTH, M. 2005. Výskyt sadrovca v Drienovskej jaskyni – Slovenský kras. Slovenský kras, 43, 145–153.
- ZACHAROV, M. – TERRAY, M. 1987. Objav nových priestorov v Drienovskej jaskyni v Slovenskom krase. Slovenský kras, 25, 189–194.

ARCHEOLÓGIA A HISTÓRIA

PÍSANÉ PAMIAHKY V NAŠICH JASKYNIACH

Marcel Lalkovič

M. R. Štefánika 4/47, 043 01 Ružomberok; m.lalkovic@gmail.com

Písaným pamiatkam na stenách jaskýň sa až donedávna nevenovala veľká pozornosť. Na ich existenciu v roku 1802 prvýkrát upozornil S. Bredetzky. Zmienky o nápisoch na stenách jaskýň sa v literatúre sporadicky objavovali aj neskôr. Z doterajších poznatkov vyplýva, že sa u nás tieto pamiatky vyskytujú v 34 jaskyniach. Ide o formy rôznych nápisov, ktoré zanechali tí, čo v období od druhej polovice 15. storočia až po koniec 19. storočia navštívili ich priestory. Skutočný počet jaskýň je pravdepodobne vyšší, ale podmieňuje ho niekoľko faktorov.

Na jednej strane s tým súvisí úroveň vtedajšieho poznania, pretože do konca 19. storočia sa v literatúre publikovali poznatky len o asi 100 jaskyniach. O ďalšiu sice vedelo miestne obyvateľstvo, ale zmienky o nich sa nedostali do literatúry. Súvisela s tým aj značne nízka gramotnosť obyvateľstva, ktorá sa výraznejšie začala meniť až v 19. storočí. Rozvoj turistiky zase spôsobil, že sa práve v tomto období rozšíril okruh jaskýň, o ktoré sa zaujímala verejnosť. Prvé písané pamiatky v jaskyniach súvisia s 15. – 16. storočím. Ich výskyt v rôznych formách pretrvával kontinuálne až po súčasnosť. V prípade starších pamiatok ich existencia nevypovedá len o prítomnosti návštevníkov. Poukazuje aj na niektoré aspekty vtedajšieho života. Najväčší výskyt pamiatok sa zaznamenal v jaskyniach na území Liptova a Spiša, ďalej na území NP Slovenský kras a NP Muránska planina. Existencia pamiatok v jaskyniach západného Slovenska nie je vylúčená, ale tu sa s výnimkou niektorých nedá očakávať ich výraznejší výskyt.

Najstaršie pamiatky sa našli v Jasovskej jaskyni, ale nepotvrdil sa predpoklad, že ďalšou takouto lokalitou je Demänovská ľadová jaskyňa. Tá sa na prvé miesto radí iba ich výskytom. V širšom kontexte až 19. storočie je obdobím, kedy záujem o jaskyne nadobudol širšie dimenzie, čo v plnej miere potvrdzuje aj čoraz širšia škála písaných pamiatok.

Pamiatok, ktoré v jaskyniach súvisia s 15. – 17. storočím, nie je veľa. Našli sa v piatich jaskyniach, ale v prípade Dekrétovej jaskyne a Liskovskej jaskyne sú určité pochybnosti. Najstaršou pamiatkou je nápis z roku 1452 v Jasovskej jaskyni. Pamiatky zo 17. storočia sa okrem Jasovskej jaskyne našli aj v Demänovskej ľadovej jaskyni a Moldavskej jaskyni.

V 18. storočí sa Demänovská ľadová jaskyňa zásluhou M. Bela, ktorý v roku 1723 zverejnil o nej príslušné údaje, dostávala do popredia záujmu verejnosti. Pamiatky v Belianskej jaskyni zase dokazujú, že jej vstupná časť bola dávno známa. Zaujímali sa o ňu hľadači pokladov a tento trend sa dá vysledovať aj v iných jaskyniach. O tendencii poznávania zase svedčia nápisy v Okne, Benikovej a iných jaskyniach.

O niečo menej čitateľné sú pamiatky prvej polovice 19. storočia. Väčšina z nich súvisí s bežnou návštevou. Tu dominuje Demänovská ľadová jaskyňa a Jasovská jaskyňa, v tom čase naše najnavštevovanejšie jaskyne. Nápisy v niektorých jaskyniach sa vymykajú bežnej návšteve (Jaskyňa pri žľabe, Komin, Tunel, Průžnická Důlna jaskyňa). Zaujímavým prvkom je aj nápis s chronogramom v Silickej ľadnici. Nápisy z druhej polovice 19. storočia hovoria o tom, že jaskyne v hojnej miere navštevovalo miestne obyvateľstvo a pribudli turistické návštevy. Niektoré sa stali objektom vedeckého záujmu a ďalšiu skupinu tvorili vtedy sprístupnené jaskyne.

Písané pamiatky prvej polovice 20. storočia nie sú až natoľko zaujímavé. Napriek tomu vypovedná hodnota niektorých je zjavná (Kysacká jaskyňa, Beniková, Jasovská jaskyňa, Zvonica a iné). Nápisy ako pamiatky predstavujú v jaskyniach akúsi formu posolstva, ale jeho obsah a charakter sú významovo rôzne. Na jednej strane súvisia s hľadačmi pokladov, čo dokumentujú ich mená či zašifrované formy svedčiace o ich prítomnosti. Inou kategóriou sú rôzne epigrafy staršieho data. Podobný charakter majú aj niektoré novšie formy týchto nápisov. Na činnosť v jaskyniach či v ich okolí poukazujú ďalšie písané pamiatky. Niektoré súvisia aj s prieskumom ich priestorov. Najrozšírenejšou skupinou sú mená bežných návštevníkov, ktoré dotvárajú obraz o charaktere ich návštevnosti.

JASKYŇA DÚPNICA (ZÁPADNÉ TATRY) A VYUŽÍVANIE JASKÝŇ V DOBE ŽELEZNEJ

Vítazoslav Struhár¹ – Marián Soják² – Zuzana Šimková³

¹ ArcheológiaSK, s. r. o, Mostová 31, 034 01 Ružomberok;
vitazoslav.struhar@gmail.com

² Archeologický ústav SAV Nitra – pracovisko Spišská Nová Ves, Mlynská 6,
052 01 Spišská Nová Ves; sojak@ta3.sk

³ Slovenské múzeum ochrany prírody a jaskyniarstva, Ulica 1. mája 38,
031 01 Liptovský Mikuláš; simkova@smopaj.sk

V katastri Liptovských Matiašoviec, v oblasti Sivého vrchu (časť Západných Tatier), sa nachádza jaskyňa Dúpnica (dĺžka 150 m). Lokalita je v literatúre známa ako archeologická a paleontologická lokalita s osídlením v dobe halštatskej, v období púchovskej kultúry a v stredoveku. Jaskyňu spomína už P. Adaházy ako potenciálnu archeologickú lokalitu. V roku 1969 tu kopal J. Bárta a po ňom V. Hanuliak v roku 1974. Významným datovacím prostriedkom bola neskorolaténska spona a bronzová nezdobená ihlica, ktoré je možné zaradiť do obdobia púchovskej kultúry (Pieta, 1982, taf. III). V roku 1994 sa pri prekopávaní sedimentov v hĺbke cca 4 m našla detská lebka bez čeľuste, ktorú antropológ určil ako ženskú lebku asi 6 – 8 r. jedinca. Ďalšie akcie tu uskutočnili pracovníci Archeologického ústavu SAV v Nitre a Slovenského múzea ochrany prírody a jaskyniarstva v Liptovskom Mikuláši, pričom zdokumentovaný bol črepový materiál a kumulácie ľudských kostí (Šimková, 2006, 132–133). Najnovšie sa autorom tohto príspevku dostalo do rúk niekoľko novších nálezov, spomedzi ktorých sa vyníma bronzová krížová ihlica zdobená vruborezom – typ Orava a drobná strieborná keltská minca – typ Eraviskovia. Na základe starších aj novších nálezov sa dá konštatovať, že hlavné využívanie jaskyne spadá do obdobia prelomu staršej a mladšej doby železnej, ktoré je v severoslovenskom prostredí charakterizované koncom oravskej skupiny lužických popolnicových polí a vznikom púchovskej kultúry. Výnimočná povaha nálezov (ľudské kosti, bronzová ihlica, strieborná minca) naznačuje neutilitárny charakter využívania Dúpnice a potvrdzuje, že v praveku tu jestvovalo kultové miesto. Jaskyňa Dúpnica sa tak zaraďuje k ďalším známym slovenským jaskyniam (Majda-Hrašková jaskyňa, Silická ľadnica, Slaninová a Kamenná tvár v Háji, Jasovská jaskyňa, Liskovská jaskyňa) s doloženým osídlením v závere doby bronzovej a v dobe železnej (Romsauer, 1995; Miroššayová, 2007).

Práve obdobie 1. tisícročia p. n. l. je v Európe charakteristické zvýšeným záujmom o krasové dutiny, pričom doložené je ich profánne, ako aj kultové využívanie (Peša, 2006). Okrem rozvoja lokálnych kultov s koreňmi v lužickej kultúre je potrebné v tejto dobe rátať aj s prienikom stredomorských antických náboženských tradícií, v ktorých sa prejavujú popri rôznych formách nebeských božstiev i chtonické kulty. Práve v nich sa vo veľkej miere vyskytuje symbolika podzemných priestorov, kde prebývajú rozmanité sily podsvetia, a tieto predstavy sa potom transformujú aj do pohrebných obradov, v ktorých nechýba deponovanie (primárne aj sekundárne) ľudských pozostatkov do jaskýň a rôznych podzemných priestorov. Spreádzajú ich pritom ukladanie rozličných prestížnych predmetov, neraz so zrejmyimi dokladmi diaľkových kontaktov severokarpatských populácií s inými vyspelými kultúrami Európy.

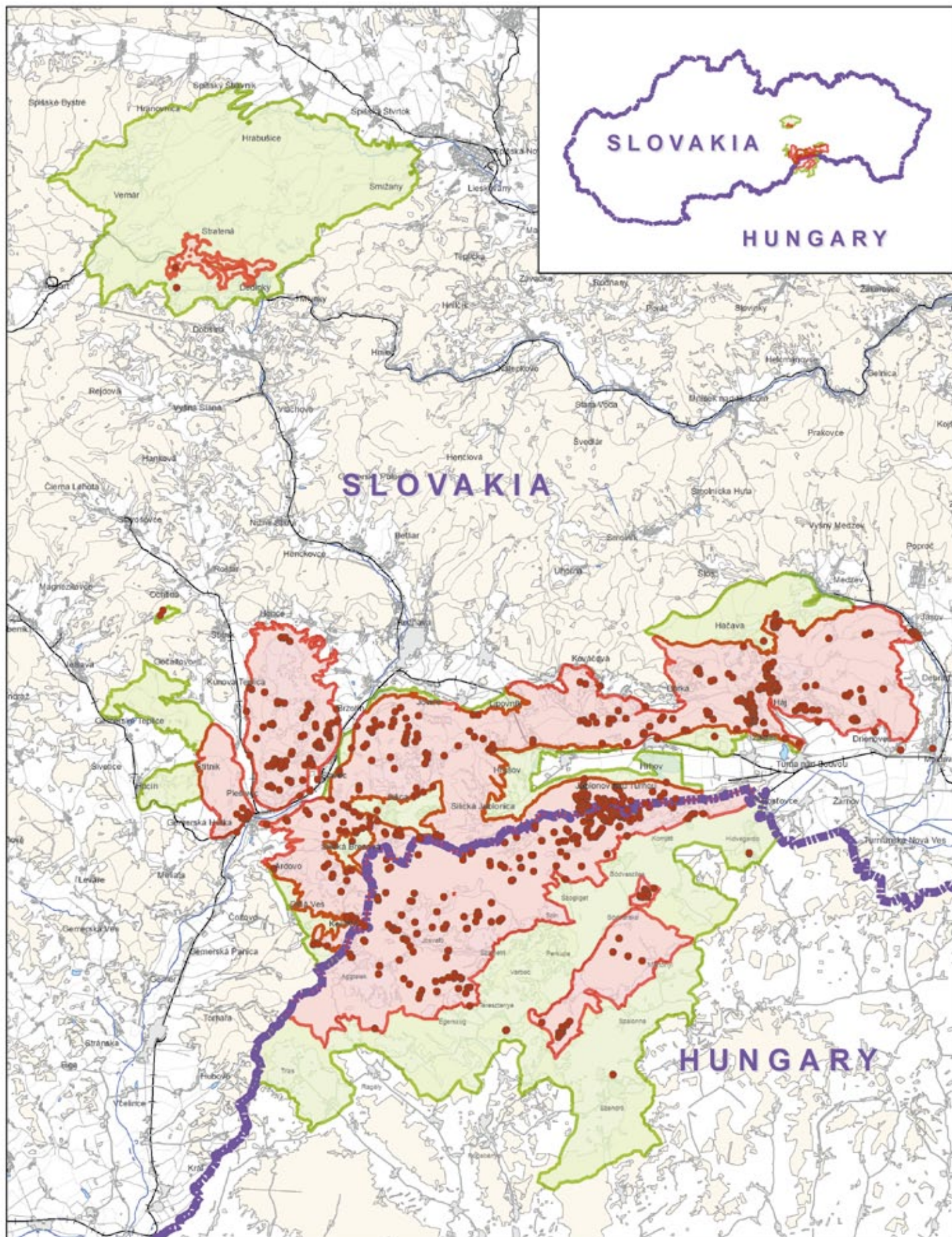
LITERATÚRA

- MIROŠŠAYOVÁ, E. 2007. Príspevok k nálezom z doby halštatskej v jaskyniach Slovenského krasu. In Miroššayová, E. (Ed.): Východoslovenský pravek, 8, 33–57.
- PEŠA, V. 1996. Využívaní jeskyní v mladší době bronzové až halštatské ve vybraných oblastech střední Evropy. Památky archeologické, 97, 47–132.
- PIETA, K. 1982. Die Púchov-Kultur. Archeologický ústav SAV, Nitra, 311 s.
- ROMSAUER, P. 1995. Zu den vorgeschichtlichen Höhlensiedlungen im Nord-karpatischen Raum und ihren kultischen Benutzung in der Urnenfelderzeit. Pravěk (N. Ř.), 127–146.
- ŠIMKOVÁ, Z. 2006. Osídlenie jaskýň Liptova (história speleoarcheologických výskumov a nálezov na Liptove). Slovenský kras, 44, 119–141.



Keltská minca – typ Eraviskovia z jaskyne Dúpnica. Foto: M. Soják

Svetové dedičstvo, lokalita č. 725: „Jaskyne Slovenského a Aggtelekského krasu“
The World Heritage List Property No. 725: “Caves of Slovak and Aggtelek Karst”



LEGENDA / LEGEND



jaskyne / caves of the property



jadrová zóna / WH property core zone



ochranné pásmo / WH property buffer zone



štátna hranica / state boundary



Stav k septembru 2012 / State as of September 2012



ISSN 1335-213X

