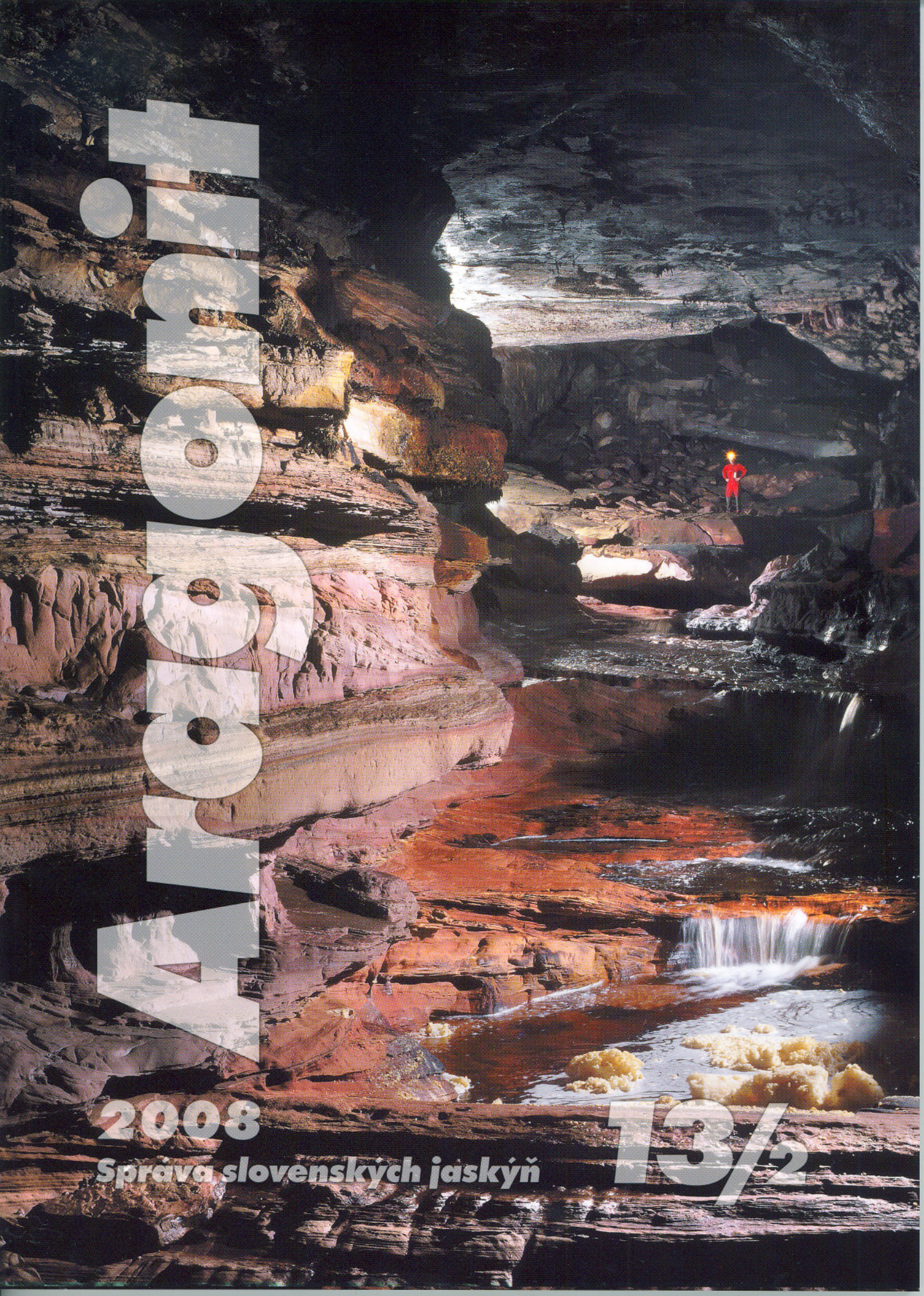


Aragonit

2008

Správa slovenských jaskýň

13/2

ARAGONIT

vedecký a odborný časopis Správy slovenských jaskýň

Časopis uverejňuje:

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

Vydavateľ: *Štátna ochrana prírody SR, Správa slovenských jaskýň*
Adresa redakcie: *Správa slovenských jaskýň, Hodžova 11, 031 01 Liptovský Mikuláš; e-mail: bella@ssj.sk, vlcek@ssj.sk*

Zodpovedný redaktor: *Ing. Jozef Hlaváč*
Hlavný editor: *RNDr. Pavel Bella, PhD.*
Výkonný redaktor: *Mgr. Lukáš Vlček*
Redakčná rada: *prof. RNDr. Pavel Bosák, DrSc., RNDr. Ľudovít Gaál, PhD., Ing. Peter Gažík, doc. RNDr. Jozef Jakál, DrSc., RNDr. Stanislav Klaučo, doc. RNDr. Ľubomír Kováč, CSc., Ing. Ľubica Nudzíková, RNDr. Ján Zelinka*

Časopis vychádza dvakrát ročne
Registračné číslo 1523/96
ISSN 1335-213X
http://www.ssj.sk/edicna-cinnost/aragonit/

ARAGONIT

ročník 13, číslo 2 / október 2008

Recenzenti vedeckých príspevkov z výskumu krasu a jaskýň: *doc. RNDr. Jozef Jakál, DrSc., RNDr. Peter Malík, CSc., PhDr. Marián Soják, PhD., doc. RNDr. Milan Sýkora, CSc., prof. Ing. Michal Zacharov, CSc.*

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

Časopis vydaný v Knižnom centre, Predmestská 51, 010 01 Žilina
Redaktor vydavateľstva: *Mgr. Bohuslav Kortman*
Grafická úprava a sadzba: *Ing. Ján Kasák, M&P®, spol. s r. o., Žilina*
Tlač: *Uniprint Považská Bystrica*

Obrázky na obálke:

(1) Chodba v jaskyni Cueva Charles Brewer v masíve Chimantá. Foto M. Audy
(2) Stolové hory Guayanskej vysočiny, Venezuela. Foto: B. Šmída
(3) Mapa Belianskej jaskyne – pôdorys
(4) Pekelný dóm, Demänovská jaskyňa slobody. Foto: P. Staník

OBSAH / CONTENTS

VÝSKUM KRASU A JASKÝŇ / RESEARCH OF KARST AND CAVES

P. Bella: Skalné výčnelky, piliere a priečky v jaskyniach – základné morfologické a genetické znaky / Rock protrusions, pillars and transverse forms in caves – basic morphological and genetic features 3

L. Vlček: Geologická charakteristika jaskyne Dielik na Muránskej planine / Geological characteristics of the Dielik Cave, Muránska Plateau 10

Ľ. Gaál: Spodnojurská výplň paleokrasovej dutiny v Rimavskej kotline / Lower Jurassic fill in the paleokarst cavity in the Rimavská Basin 17

D. Haviarová: Nové poznatky k hydrografii jaskyne Štefanová (Nízke Tatry, Demänovská dolina) / The new knowledge to the hydrography of Štefanová Cave (Low Tatras Mts., Demänovská Valley) 20

M. Lalkovič: Jaskyne v zornom poli záujmu Júliusa Kürtiho / Caves within the scope of interest of Július Kürti 23

DOKUMENTÁCIA A OCHRANA JASKÝŇ / DOCUMENTATION AND PROTECTION OF CAVES

M. Bachňák: Sadrovcová jaskyňa v Rimavskej kotline / Gypsum cave in the Rimavská Basin 27

V. Fudaly: Speleologický prieskum a dokumentácia Belianskej jaskyne / Speleological survey and documentation of the Belianska Cave 29

M. Peško – Ľ. Gaál: Ochranné pásma jaskyne Driny a Krásnohorskej jaskyne / Protection zones of the Driny and Krásnohorská caves 32

KRAS A JASKYNE V ZAHRANIČÍ / KARST AND CAVES ABROAD

L. Vlček – B. Šmída – Ch. Brewer-Carías – M. Audy – F. Mayoral – R. Aubrecht – T. Lánczos: História prieskumu a názory na kvarcitový kras, speleologické výskumy stolových hôr La Gran Sabany (Estado Bolívar, Venezuela) prírodovedeckou expedíciou Chimantá – Roraima 2007 / History of research and opinions on quartzite karst, speleological research of table mountains of La Gran Sabana (Estado Bolívar, Venezuela) by scientific expedition Chimantá – Roraima 2007 34

P. Bella – K. Urata: Pozoruhodné geomorfologické znaky viacfázového vývoja jaskyne Senbutsu v Japonsku / Remarkable gemorphological features of the multiphase evolution of Senbutsu Cave in Japan 47

SPELEOLOGICKÉ PODUJATIA / SPELEOLOGICAL EVENTS

J. Zelinka – O. Kadebskaja: 3. medzinárodný workshop o ľadových jaskyniach (IWIC-III)/ 3rd International Workshop on Ice Caves (IWIC-III) 50

L. Vlček: 16. medzinárodná karsologická škola – Krasové sedimenty (Postojna, Slovinsko) / 16th International Karstological School – Karst Sediments (Postojna, Slovenia) 53

Ľ. Gaál – I. Balciar: 10. medzinárodné sympózium o pseudokrase / 10th International Symposium on Pseudokarst 54

KRÁTKE SPRÁVY A AKTUALITY / SHORT REPORTS AND NEWS

Regulačné lesohospodárske zásahy nad Silickou ľadnicou / Regulative forest management measures above the Silická ľadnica Cave (Ľ. Gaál – J. Zelinka) 56

Zasadnutie komisie Medzinárodnej speleologickej únie pre pseudokras / Session of the UIS Commission for Pseudokarst (Ľ. Gaál) 56

13. odborný seminár pre zamestnancov sprístupnených jaskýň / The 13th vocational seminar for show caves employees (P. Bella) ... 56

KARSOLOGICKÁ A SPELEOLOGICKÁ LITERATÚRA / KARSTOLOGICAL AND SPELEOLOGICAL LITERATURE

P. Bella: V. Andrejčuk: Karst kak geoekologičeskij faktor / Karst as geoecological factor 57

I. Balciar: M. Soják: Osídlenie spišských jaskýň od praveku po novovek / The settlement of caves in the Spiš Region from the prehistory up to the modern times 58

L. Vlček: Nature Conservation, vol. 63 (6), 2007 58

P. Bella: J. B. Tržcinskij – E. A. Kozyreva – O. A. Mazaeva – V. A. Chak: Sovremennaja ekzogeodinamika juga Sibirskogo regiona / The modern exodynamics in the south of Siberian Region 59

SKALNÉ VÝČNELKY, PILIERE A PRIEČKY V JASKYNIACH – ZÁKLADNÉ MORFOLOGICKÉ A GENETICKÉ ZNAKY

Pavel Bella

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

P. Bella: Rock protrusions, pillars and transverse forms in caves – basic morphological and genetic features

Abstract: From the morphologic and genetic viewpoint various projecting rock forms (rock pendants, curved juts, blades, projecting corners, echinoliths and other), rock pillars and partitions, also transverse rock forms (rock bridges, inclined or curved struts) belong to remarkable forms of cave georelief. Basic morphological and genetic features of these geomorphological forms are analysed and summarized in this paper. There are known downward projecting ceiling rock forms (rock pendants), side projecting wall rock forms (horizontal, upward and downward inclined), upward projecting floor rock forms. They are featured by various morphology according to shapes of their bodies including longitudinal and cross sections (dominant shapes are approximated to some geometrical bodies). Several manifest relationships between morphological and genetic types of the concave cave rock forms are evident. These distinctive forms originated by (1) corrosion of turbulent also slowly moving or almost stagnant water in the phreatic zone, (2) corrosion along a water table in the epiphreatic zone or (3) corrosion and erosion of underground streams in the epiphreatic or vadose zone. The formation of various projecting forms is more or less conditioned by structural and tectonic settings, paragenetic sculpturing of ceiling or overhanging wall rock surfaces as a result of upward filling of cave passages by fluvial sediments, selective denudation of bedrock compared with lithologically more resistant projecting rock forms, unequal intensity of bedrock denudation or slab breakdown of underlying beds of karstified rocks below bedding-plane anastomoses. The similar or partially modified approaches are also relevant to the morphological and genetic categorization of rock pillars, rock bridges and various inclined or curved rock struts. Knowledge on projecting and transverse rock forms is important for a complex research and evaluation of the diversity of geomorphological forms in caves from the morphological and genetic viewpoint.

Key words: karst geomorphology, speleology, cave morphology, rock pendant, curved jut, rock blade, projecting corner, echinolith, rock pillar, rock bridge

ÚVOD

Morfológiu podzemných priestorov jaskýň tvoria rôznorodé vyhĺbené a vyčnievajúce skalné tvary rozličných rozmerov. Často určujú alebo dotvárajú bizarný obraz tajuplného podzemia jaskýň a pre výskumníkov poskytujú dôležité poznatky o vývoji a modelácii podzemných priestorov.

V doterajšej speleologickej a inej odbornej literatúre sa väčšia pozornosť upriamuje na vyhĺbené skalné tvary (stropné a bočné korytá, stropné kupoly a kapsy, hladinové zárezy, podlahové kanály, krútňavové hrnce a pod.). S cieľom venovať primeranú pozornosť aj vyčnievajúcim tvarom sa predložený príspevok zaoberá morfológiou a genézou skalných výčnelkov, z ktorých najčastejšie opisované sú pendanty (skalné visiaky) a výstupy skalného podložia vypreparované v podzemných riečiskách. V rámci systematického triedenia geomorfologických tvarov v jaskyniach sa vyčnievajúce skalné tvary spomínajú aj v našej literatúre, avšak viac-menej iba sporadicky. Medzi menej skúmané geomorfologické formy patria aj skalné piliere medzi podlahou a stropom jaskynných priestorov či skalné mosty a im podobné priečkovité útvary.

Príspevok podáva ucelenejšiu charakteristiku skalných výčnelkov a útvarov vystupujúcich naprieč jaskynných priestorov (piliere, mosty či trámy), ako aj základný prehľad ich morfologických a genetických znakov vo vzťahu rekonštrukcii geomorfologického vývoja jaskýň, čím prispieva k detailnejšiemu rozpracovaniu a kompletizácii typológie geomorfologických tvarov v jaskyniach.

TERMINOLÓGIA A PREHĽAD NÁZOROV

Vyčnievajúce, resp. vyduté skalné útvary v jakyniach patria medzi konvexné geomormofologické tvary. Najčastejšie sa z nich opisujú skalné pendanty – visiaky. Pendanty sú pozitívne skalné formy (výčnelky materskej horniny) visiace zo stropu alebo previsnutého skalného povrchu šikmých stien (obr. 1). Predstavujú korózne zahrotené zvyšky skalného stropu, resp. previsnutej skalnej steny alebo viac-menej plocho končiace sa skalné výčnelky medzi anastomóznymi stropnými kanálikmi (Bretz, 1942, 1956; Bögli, 1978; Jennings, 1985; White, 1988; Slabe, 1994, 1995; Lauritzen a Lundberg, 2000; Lundberg, 2005; Ford a Williams, 2007 a iní). Zväčša sú dlhé 10 až 100 cm. Niektoré skalné pendanty však dosahujú dĺžku aj niekoľko metrov. Termín *pendant* pochádza zo starej francúzštiny; používal sa na označenie visiacieho predmetu, pripojeného k náhrdelníku alebo náušnici. V ruskej speleologickej terminológii sa skalný pendant označuje ako *podveska*, resp. *pseudostalaktit* či *korózny stalaktit* (Dubljanskij a Andrejčuk, 1991).

Keďže medzi vyhĺbeninami tvrdšie a odolnejšie časti horniny vyčnievajú (doskovité, špicaté i oblé tvary) a mávajú podobu kulisovitých výbežkov, v českej literatúre sa označujú ako jaskynné kulisy (Kunský, 1950; Bosák, 1988; Panoš, 2001). V našej literatúre sa používajú termíny skalné visiaky, pendanty, ako aj skalné kulisy (napr. Bella, 1998a,b, 2000; Hochmuth, 2000, 2007; Tulis, 2006). Hochmuth (2000) považuje za jaskynné kulisy (pendanty) mohutnejšie skalné výbežky, kým drobnejšie výčnelky s ostrými hranami nazýva *brity*.

Poukazujúc na slovinskú speleologickú terminológiu z roku 1973 Slabe (1995) uvádza, že za pendanty sa považujú podlhovasté skalné stropné, stenové, ako aj podlahové výbežky, ktoré sa smerom do voľného priestoru, t. j. ku

Obr. 1. Jaskynný strop rozčlenený pendantmi, Demänovská jaskyňa slobody. Foto: P. Bella
Fig. 1. Cave ceiling dissected by pendants, Demänovská Cave of Liberty, Slovakia. Photo: P. Bella

koncu skalného výbežku zužujú. Vzhľadom na pôvodný význam termínu *pendant* by sa ním mali označovať iba skalné visiaky, a nie aj skalné tvary vyčnievajúce z podlahy alebo zo stien smerom nahor. Lundberg (2005) podtýka, že pozitívne skalné formy, ktoré nevisia smerom nadol, sa neoznačujú za pendanty. Skalný pendant predstavuje pseudostalaktitovú formu vytvorenú selektívnou koróziou v podobe ostrých alebo zaoblených, zväčša zubatých výstupov materskej horniny, vyčnievajúcich zo skalných stropov a stien (Gams et al., 1973; Dubljanskij a Andrejčuk, 1991; Onac, 2000 a iní). Ostré alebo ostnaté či tŕňovité skalné formy vyčnievajúce z podlahy jaskynných riečisk, ktoré často nadobúdajú rozličné kombinované a značne členité tvary, Aley (1964) nazýva *echinolity*. Slabe (1994, 1995) skalný výčnelok vystupujúci z podlahy označuje *čer* (obr. 2).

Obr. 2. Podlahový skalný výčnelok s lastúrovitými jamkami, Drienovská jaskyňa. Foto: P. Bella
Fig. 2. Scalloped floor rock protrusion, Drienovská Cave, Slovakia. Photo: P. Bella

Skalné výčnelky na stropoch, stenách alebo podlahách jaskýň vytvárajú rozličné morfologické tvary, avšak ich terminologické označenie nie je zatiaľ jednotné a jednoznačné. Pozorujú sa zaoblené valcovité i kužeľovité pendanty, ako aj podlhovasté klinovité i čepeľovité skalné výčnelky (Slabe, 1995; Lauritzen a Lundberg, 2000 a iní). Podľa tvaru koncovej časti sa rozlišujú špicaté pendanty, zaoblené, korózne zrezané pendanty a pendanty končiace sa odrytými medzivrstvovými plochami, resp. medzipuklinovými plochami (Lundberg, 2005 a iní). Tulis (2006) opisuje pozdĺžne usporiadané rebrovité a hrotovité visiaky (kulisy) oddelené polvalcovitými a klinovitými žľabmi. Skalné výčnelky sa líšia aj tvarom priečnych rezov. Slabe (1994, 1995) skalný výbežok s oválnym priečnym rezom nazýva *jag* (v slovinčine *rogelj*). Skalné nože, resp. čepele (angl. *rock blades*) predstavujú podlhovasté úzke skalné výčnelky na stenách, stropoch alebo podlahách (Gams Ed., 1973; Slabe, 1994, 1995 a iní; obr. 3). Bella (1998a) píše o mohutnejších pozdĺžnych skalných ostrohách, ktoré sú zväčša štruktúrno-tektonicky predisponované a výrazne korózne vypreparované. Bretz (1956) medzi pendanty zaraďuje aj pozdĺžne stropné skalné výčlenky. Osborne (2007) upozorňuje na úzke výbežky materskej horniny medzi stropnými kupolami, ktoré nazýva vyčnievajúce rohy (angl. *projecting corners*). Hoci morfológia skalných výčnelkov do značnej miery poukazuje na podmienky a procesy genézy jaskynných priestorov, ich úplnejšia morfologická klasifikácia zatiaľ chýba.

Okrem morfoskulptúrnych a štruktúrne podmienených skalných výčnelkov tvorených materskou horninou sa v niektorých jaskyniach pozorujú vyčnievajúce skalné útvary, ktoré litologicky podmieňuje výskyt tvrdších a odolnejších hornín (rohovcov, menej rozpustných dolomitov a pod.) ako skrasovatené rozpustné horniny. V niektorých krasových územiach sú viac-menej izolované telesá, resp. štruktúry rozpustných hornín (angl. *compartments*) oddelené prevažne úzkymi pruhmi nerozpustných hornín (angl. *insoluble partitions*) – magmatickými i paleokrasovými vulkanoklastickými dajkami, vrstvami nepriepustných sedimentárnych hornín alebo dolomitovými paleokrasovými výplňami (Urata et al., 1997; Osborne, 2005). V sadrovcových jaskyniach Andrejčuk (2007) opisuje vyčnievajúce kulisy, ktoré predstavujú zvyšky litifikovanej výplne tektonických porúch, odolnejšej ako okolitá materská hornina.

Niektorí autori skalné výčnelky vrátane pendantov (visiakov) zaraďujú medzi jaskynné škrapy (Lehmann, 1954; Trimmel et al., 1965; Bögli, 1978; Kuffner, 1986; Tulis a Novotný, 1989; Panoš, 2001; Lundberg, 2005 a iní). V nemeckej terminológii sa stropné skalné visiaky označujú *Deckenkarren*. Opisujúc miesta súvislého výskytu jaskynných škráp Tulis a Novotný (1989) spomínajú škrapové steny a škrapové stropy. Za jaskynné škrapy sa zväčša považujú anastomózy, pendanty, špongiovité dutiny, žliabky a iné podobné vyhĺbené i vyčnievajúce geomorfologické formy na strope, stenách a podlahe jaskynných priestorov (Jakál, 1971; Bögli, 1978; Panoš, 2001; Lundberg, 2005 a iní). Lauritzen a Lundberg (2000) však za jaskynné škrapy považujú iba drobné vyhĺbeniny (žliabky, mištičky, hrotovité výčnelky a pod.) vytvorené rozpúšťaním horniny vo vadóznych podmienkach ako ekvivalenty škrapových foriem na povrchu krasu. Podobne aj Kunský (1950) poukázal, že jaskynné kulisy sa chybne nazývajú škrapy.

Obr. 3. Skalné čepele, Gombasecká jaskyňa. Foto: P. Bella
Fig. 3. Rock blades, Gombasecká Cave, Slovakia. Photo: P. Bella

V rámci morfológie jaskynných priestorov sú pozoruhodné aj mohutné i menšie skalné piliere (obr. 4), ktoré z podlahy siahajú až na strop jaskynného priestoru a predstavujú nezdenudované zvyšky materskej horniny alebo polohy hornín iných fyzikálnych či chemických vlastností. Vytvorili sa selektívnou koróziou či eróziou, v mnohých prípadoch sú však štruktúrno-tektonicky, prípadne i litologicky podmienené (Lange, 1959, 1960; Štelc, 1976; Slabe, 1995; Onac, 2000; Mihevc et al., 2004; Aubrecht, 2008 a iní). Okrem skalných pilierov sa v niektorých jaskyniach vytvorili útvary pripomínajúce skalné mosty (Mitter, 1982; Osborne, 2008 a iní; obr. 5). Detailnejšie morfologické a genetické členenie skalných útvarov, ktoré majú charakter podpier a rozpier či priečok predeľujúcich jaskynné priestory, zatiaľ absentuje.

Obr. 4. Skalný pilier, jaskyňa Milada. Foto: P. Bella
Fig. 4. Rock pillar, Milada Cave, Slovakia. Photo: P. Bella

Obr. 5. Skalný most, jaskyňa Bobačka. Foto: P. Bella
Fig. 5. Rock bridge, Bobačka Cave, Slovakia. Photo: P. Bella

METODOLOGICKÉ PRÍSTUPY

Podobne ako ostatné geomorfologické tvary v jaskyniach, aj skalné výčnelky, piliere či mosty poukazujú na podmienky a procesy genézy podzemných priestorov. Viaceré ich morfologické a genetické znaky sú dôležité pri rekonštrukcii vývoja jaskýň alebo ich častí. Preto aj výskumu skalných výčnelkov, pilierov a mostov treba venovať primeranú pozornosť.

Lauritzen a Lundberg (2000) skalné pendanty zaraďujú medzi mikroformy morfológie jaskynných priestorov. Podobne v rámci hierarchického členenia geomorfologických foriem v jaskyniach podľa Malkova et al. (2001) výraznejšie skalné výčnelky podľa veľkosti patria medzi formy jaskynného mikroreliéfu, ktorý tvoria menšie formy na mezoformách, t. j. v chodbách, sieňach či dómoch. V rámci väčších skalných výčnelkov sa zväčša vyskytujú aj menšie formy, ktoré zodpovedajú nanoúrovni (napr. morfologicky rozdielne čiastkové skalné povrchy väčších skalných výčnelkov), prípadne až najnižšej pikoúrovni jaskyného georeliéfu (drobné skulptúrne formy odrážajúce podmienky cirkulácie alebo krátkodobej stagnácie či oscilácie hladiny podzemných vôd). Malé až miniatúrne skalné výčnelky prislúchajú nanoúrovni jaskynného georeliéfu. Identický prístup k hierarchii morfologických elementov v jaskyniach využíva Andrejčuk (2007).

Skalné výčnelky i rozličné priečne skalné útvary v jaskyniach majú rôzne rozmery a tvar, čím sa navzájom odlišujú. Detailnejší a ucelenejší výskum je založený na morfometrickom, morfologickom a morfogenetickom prístupe ich skúmania. Jednotlivým morfologických tvarom zodpovedajú určité podmienky a procesy ich genézy.

Morfometrický prístup. Z hľadiska morfometrie skalné výčnelky, ako aj priečne skalné útvary možno deliť podľa dĺžky, sklonu, objemu alebo merného objemu (prepočet objemu výčnelku na jeho dĺžku), prípadne podľa ďalších ukazovateľov. Skalné výčnelky v jaskyniach sa pozorujú v rôznych priestorových pozíciách – vyčnievajú zo stropu, steny alebo podlahy podzemných priestorov. Zo skalného stropu zvisle alebo šikmo visia nadol, z podlahy vystupujú zvisle alebo šikmo nahor, zo steny vyčnievajú vodorovne do boku, šikmo nahor alebo šikmo nadol. Sklon stenových výčnelkov určuje uhol tvorený spojnicou medzi pätou a koncovou časťou skalného výčnelku a vertikálnou rovinou. Problematiku morfometrickej kategorizácie skalných výčnelkov, pilierov a mostov treba detailnejšie rozpracovať na základe početných terénnych pozorovaní a meraní.

Výskyt skalných výčnelkov, v komplikovaných labyrintových jaskyniach aj pilierov, možno hodnotiť na základe relatívnych ukazovateľov, zvyčajne podľa hustoty danej prepočtom ich množstva na určitú plošnú jednotku. Počet skalných pilierov sa zadáva aj pri určovaní zložitosti priestorovej konfigurácie jaskynných priestorov, resp. miery vzájomnej prepojenosti chodieb na základe závislostí elementov grafovej štruktúry (Howard, 1971).

Morfologický prístup. Z hľadiska morfológie sa skalné výčnelky členia podľa celkového tvaru, tvaru ich pozdĺžnej osi, ako aj podľa tvaru ich koncovej časti. Tvar pozdĺžnej osi skalných výčnelkov je lineárny, lomený, zakrivený, prípadne špirálovitý. Základný, resp. generalizovaný tvar priečneho rezu býva oválny (kruhovitý alebo elipsovitý), širší hranatý (štvorcovitý, obdĺžnikovitý alebo iný viacuholníkovitý) alebo tenký až veľmi tenký hranatý, zväčša na koncoch zahrotený. Keďže skalné výčnelky v jaskyniach majú značnú rozmanitosť i rozdielnu veľkosť tvarov, ich označovanie, ktoré do značnej miery zohľadňuje základné geometrické tvary telies (ihlan a kužeľ s ich zrezanými ekvivalentmi, rotačný alebo elipsovitý valec, hranol), sa však analogicky modifikuje s cieľom primeranejšieho označenia tvarov vyskytujúcich sa v teréne. Preto sa častejšie požívajú názvy ako miniatúrne hrotovité, kužeľovité, valcovité, kyjakovité, palicovité, ihlicovité, čepeľovité, ježovkovité alebo iné viac-menej pravidelné i nepravidelné tvary. Podľa tvaru koncovej časti sa rozlišujú špicaté, zaoblené (najmä parageneticke) a ploché pendanty zrezané laterálnou eróziou či koróziou alebo končiace sa medzivrstvovými plochami, resp. medzipuklinovými plochami (Lauritzen a Lundberg, 2000; Lundberg, 2005).

Z morfologického hľadiska skalné piliere, mosty a iné priečne skalné útvary možno členiť podľa tvaru pozdĺžnej osi (priame zvislé alebo šikmé, ohnuté alebo dokonca viackrát ohnuté) a celkového tvaru (valcovitý, hranolovitý, kužeľovitý alebo ihlanovitý – nadol alebo nahor zúžený, hyperboloidný tvaru presýpacích hodín a pod.). Niektoré piliere majú pozdĺžny tvar pripomínajúci predeľovacie priečky.

Podľa jednotvárnosti, resp. mnohotvárnosti morfológie sa skalné výčnelky, piliere a mosty delia na uniformné (dominuje základný tvar bez výraznejších modifikácií) a polyformné (základný tvar viac alebo menej zmenený menšími tvarmi, napr. bočnými korytami, hladinovými zárezmi, korózne vypreparovanými medzivrstvovými plochami a pod.). Podľa zložitosti tvaru sa skalné výčnelky delia na jednoduché (napr. uniformný výčnelok bez bočných výčnelkov) a zložené tvary (skalný výčnelok sa skladá z viacerých jednoduchých tvarov, resp. je výrazne rozčlenený do viacerých čiastkových tvarov). Niektoré skalné výčnelky vytvárajú pomerne pravidelné (napr. viacnásobné paralelné skalné čepele vytvorené pozdĺž obkorodovaných vrstiev hornín), menej pravidelné (napr. sústava zaoblených parageneticke pendantov medzi anastomóznymi kanálikmi) i nepravidelné priestorové zoskupenia (napr. nerovnomerne usporiadané zvyšky podlahových skalných výčnelkov v podzemnom riečisku).

Morfogenetický prístup. Skalné výčnelky, pilere, mosty a iné priečkovité skalné útvary vznikajú v jaskyniach vytvorených koróznym pôsobením pomaly prúdiacej vody, ako aj korózno-eróznou činnosťou podzemných vodných tokov. Medzi určitými morfologickými a genetickými typmi skalných výčnelkov, pilierov a mostov existujú vzájomné podmienenosti a súvislosti, na základe ktorých možno formulovať zákonitosti ich vzniku a vývoja v závislosti od prírodných podmienok a procesov, najmä vo vzťahu k štruktúrno-tektonickej predisponovanosti, charakteru morfogenetických procesov a hydrografickej zonálnosti. Tým sa získa komplexnejší pohľad na morfológiu a genézu týchto geomorfologických tvarov v jaskyniach.

ZÁKLADNÉ MORFOMETRICKÉ A MORFOLOGICKÉ ČLENENIE

Na stropoch, stenách alebo podlahách jaskýň sa rozlišujú tieto základné morfologické typy skalných výčnelkov:

Visiace skalné výčnelky. Podľa sklonu sa delia na zvislé a šikmé stropné skalné pendanty. Pomerne jednoduchý tvar majú drobné hrotovité, ihlicovité, šabľovité, kužeľovité, kyjakovité, valcovité alebo homoľovité skalné pendanty (obr. 6). Vyskytujú sa aj skalné pendanty so zložitejšou morfológiou – ich prvotný jednoduchý tvar sa rozčlenil do viacerých čiastkových útvarov alebo sú zložené z viacerých jednoduchých tvarov (obr. 7). Vo viacerých jaskyniach sa pozorujú súbory menších skalných pendantov, ktoré sa končia rovnými povrchmi viažucimi sa na určitú výškovú

Obr. 6. Ihlicovitý a kyjakovitý pendant, Brestovská Cave. Foto: P. Bella
Fig. 6. Needle-shaped and bludgeon-shaped pendant, Brestovská Cave, Slovakia. Photo: P. Bella

Obr. 7. Rozčlenený zaoblený pendant, jaskyňa Domica. Foto: P. Bella
Fig. 7. Dissected rounded pendant, Domica Cave, Slovakia. Photo: P. Bella

úroveň (Jennings, 1985; Tulis a Novotný, 1989 a iní). Na základe tohto morfologického znaku takisto možno rekonštruovať ich genézu koróznym zarovnaním.

Vzhľadom na pendanty kužeľovitých či valcovitých tvarov stropné skalné čepele, resp. nože či iné pozdĺžne stropné skalné ostrohy sa okrem vyčnievania dovnútra jaskynného priestoru prejavujú aj pozdĺžnou dimenziou, čím nadobúdajú platňovitý charakter (obr. 3). Podľa zoskupenia vytvárajú jednonásobné alebo viacnásobné (paralelné) útvary. Z hľadiska priečneho rezu pozdĺžne skalné ostrohy majú zväčša klinovitý tvar.

Postranné skalné výčnelky. Predstavujú bočné vodorovné, šikmé nahor vystupujúce (obr. 8) alebo šikmé nadol klesajúce výčnelky, ktoré vystupujú do jaskynného priestoru zo strmších až zvislých skalných stien. Šikmé nahor vystupujúce skalné výčnelky pod uhlom viac ako +45° možno považovať za stojace výčnelky (skalné stojaky), šikmé nadol klesajúce skalné výčnelky pod uhlom viac ako -45° za visiace výčnelky (skalné visiaky – pendanty). Postranné skalné výčnelky majú tvar skalných zubov, zakrivených rohovitých výstupov dlhých aj viac ako 1 až 2 m, čepelí alebo iných pozdĺžnych ostrôh, zväčša vypreparovaných pozdĺž vodorovných alebo šikmých vrstiev hornín. Slabe (1995) rozlišuje hadovité, šabľovité a ihlovité tvary skalných útvarov vyčnievajúcich zo stien.

Podobne ako visiace pozdĺžne skalné útvary, aj postranné skalné čepele alebo dlhšie ostrohy bývajú jednonásobné a viacnásobné (paralelné).

Obr. 8. Nahor vystupujúci stenový skalný výčnelok, Brestovská jaskyňa. Foto: P. Bella
Fig. 8. Upward projecting wall rock protrusion, Brestovská Cave, Slovakia. Photo: P. Bella

Obr. 9. Stojace podlahové skalné výčnelky, jaskyňa Bobačka. Foto: P. Bella
Fig. 9. Perpendicular projecting floor rock protrusions, Bobačka Cave, Slovakia. Photo: P. Bella

Obr. 10. Nahor vystupujúci šikmý podlahový skalný výčnelok, Brestovská jaskyňa. Foto: P. Bella
Fig. 10. Upward projecting inclined floor rock protrusion, Brestovská Cave, Slovakia. Photo: P. Bella

Obr. 11. Hyperboloidný skalný pilier, jaskyňa Okno. Foto: P. Bella
Fig. 11. Hyperboloid-shaped rock pillar, Okno Cave, Slovakia. Photo: P. Bella

Obr. 12. Skalný pilier rozčlenený hladinovým zárezom v nadväznosti na zarovnaný strop, jaskyňa Fig Tree Cave, Austrália. Foto: P. Bella
Fig. 12. Rock pillar dissected by a water table notch associated with a flat ceiling, Fig Tree Cave, Australia. Photo: P. Bella

Stojace skalné výčnelky. Podľa sklonu sa delia na zvislé a šikmé podlahové skalné výčnelky (obr. 9 a 10). Jednoduché skalné stojaky majú hrotovitý, kyjakovitý, kužeľovitý, palicovitý alebo šabľovitý tvar. Nižšie a širšie podlahové skalné výčnelky nadobúdajú homoľovitý tvar. Rozčlenené stojaky zväčša pripomínajú ježovkovité, resp. rozčlenené ostnaté či tŕňovité útvary, často aj s drobnými kavernóznymi vyhĺbeninami.

V riečnych jaskyniach sa miestami vyskytujú skalné hrádze, ktoré vodný prúd postupne nadol prerezáva a rozrušuje. Okrem priečnych skalných hrádzí v riečiskách vyčnievajú aj pozdĺžne výstupy skalného podložia. Zväčša ide o štruktúrne podmienené tvary, ktoré často majú asymetrický tvar usmernený úložnými pomermi vrstiev hornín alebo predstavujú vypreparované čelá vrstiev hornín.

V jaskyniach sa rozlišujú tieto základné morfologické typy priečne súvislých skalných tvarov, ktoré rozličnými spôsobmi vnútorne viac či menej rozčleňujú priečne profily podzemných priestorov:

Skalné piliere. Predstavujú jednoduché alebo rozčlenené zvislé, resp. takmer zvislé skalné stĺpy medzi podlahou a stropom jaskynných priestorov. Ich jednoduchý stĺpovitý tvar býva zväčša oválny alebo hranolovitý. Vyskytujú sa však aj piliere kužeľovitého a ihlanovitého tvaru (zužujúce sa odspodu nahor alebo odvrchu nadol). Hyperboloidný tvar majú skalné piliere, ktorých horná časť sa kužeľovito zužuje do stredu a od stredu nadol sa kužeľovito rozširuje (obr. 11). Mnohé, najmä stĺpovité piliere sú remodelované bočnými hladinovými obručovitými alebo korytovitými zárezmi (obr. 12), prípadne aj selektívnymi koróznymi medzivrstvovými vyhĺbeninami.

Skalné deliace steny. Zväčša pomerne úzke skalné steny charakteru pozdĺžnych platňovitých či doskovitých pilierov (pilierovité steny), ktoré predeľujú husto vytvorené paralelné chodby a siene v jaskynných labyrintoch (obr. 13). Úzke skalné priečky miestami prerušujú korózne diery. V labyrintových sadrovcových jaskyniach, ako aj v niektorých

Obr. 13. Pilierovitá skalná deliaca stena, Jaskyňa na Špičáku, Česká republika. Foto: P. Bella
Fig. 13. Pillar-like rock partition, Na Špičáku Cave, Czech Republic. Photo: P. Bella

jaskyniach v značne skrasovatených štruktúrach vápencov (napr. v Ochtinskej aragonitovej jaskyni a Jaskyni na Špičáku) podstropné časti deliacich stien bývajú obojstranne zúžené koróznymi hladinovými zárezmi (pod nimi sú korózne šikmé facety). V týchto jaskyniach vidieť aj obojstranne korózne zúžené stredné časti hrubších deliacich stien (priečny rez tvaru „X“), zvyčajne ako dôsledok epifreatickej modelácie v pomienkach pomaly prúdiacej až takmer stagnujúcej vody.

Okrem pilierových stien sú známe aj postranné (rázsochovité) deliace steny, ktoré z okraja pôdorysnej štruktúry jaskynných priestorov morfologicky výrazne vybiehajú smerom dovnútra a oddeľujú susedné chodby (napr. medzi chodbou Srdca Hrádku a jjz. výbežkom Hviezdnej siene v Ochtinskej aragonitovej jaskyni).

Skalné mosty. Vodorovné, resp. takmer vodorovné priečne skalné premostenia medzi protiľahlými stenami jaskynných priestorov (obr. 5). Okraje premosťujúcich priečok bývajú viac alebo menej zaoblené, ako aj ostrohranné. Po obvode zaoblené premostenia, ktoré oddeľujú horný a spodný rúrovitý kanál, sa od okrajov stien smerom do centrálnej časti spravidla zužujú. Platňovité skalné mosty majú zväčša rovnakú hrúbku, niektoré ďalšie skalné premostenia sú svojou hrúbkou nepravidelné.

Šikmé, lomené alebo zakrivené skalné rozpery. Tvarom viac-menej nepravidelné skalné priečkovité útvary, ktoré predstavujú nezdenudované trámovité zvyšky hornín medzi podlahou a stropom, podlahou a stenou, stenou a stropom alebo medzi protiľahlými stenami.

MORFOLOGICKÉ A GENETICKÉ SÚVISLOSTI

Skalné výčnelky sa vytvárajú koróznou alebo eróznou činnosťou vody vo freatických, epifreatických i vadóznych podmienkach v závislosti od štruktúrno-tektonických pomerov, paragenetického pritláčania vodného toku k skalnému stropu alebo previsnutej skalnej stene následkom usadzovania fluviálnych sedimentov, nerovnomernej denudácie materských hornín vzhľadom na ich litologické zloženie alebo nerovnakú intenzitu ich denudácie morfogenetickým procesom (zmena prúdnic podzemného vodného toku a pod.).

Z tohto hľadiska treba modifikovať a rozšíriť klasický pohľad na vývoj skalných pendantov, ktoré sa podľa Bretza (1956) vytvárajú najmä počas opakujúcich sa záplav, keď prúdiaca voda rozčleňuje skalné stropy. Novšie geomorfologické výskumy v jaskyniach potvrdzujú, že skalné pendanty sa vytvárajú nielen v epifreatickej, ale aj vo freatickej zóne. Podlahové výčnelky sú typické najmä pre vadóznu zónu, čiastočne aj epifreatickú zónu. Simuláciou vzniku skalných pendantov sa zaoberá Lauritzen (1981).

Z hľadiska podmienok a procesov genézy sa rozlišujú: (1) skalné výčnelky vytvorené vodným tokom – piliere, pendanty, ako aj tzv. *jagy* a *čery* (Slabe, 1994, 1995); (2) skalné výčnelky vytvorené na kontakte s jemnými sedimentmi – stropné pendanty medzi nadsedimentovými anastomóznymi kanálikmi (Bretz, 1956; Renault, 1968; Slabe, 1994, 1995) a drobné stropné pendanty vytvorené nerovnomernou koróziou vzťahujúcou sa na pôsobenie vody obsiahnutej v priepustných sedimentoch (Slabe, 1994, 1995); (3) skalné výčnelky vytvorené stekajúcou vodou na nehomogénnych previsnutých skalných povrchoch – zväčša krátke stropné pendanty (Slabe, 1994, 1995).

Freatická modelácia. Viaže sa na podzemné priestory úplne vyplnené vodou. Pomalým vodným tokom bez transportu fluviálnych sedimentov sa vytvárajú ostrohranné skalné výčnelky (Bosák, 1988). Skalné pendanty sa častejšie vyskytujú v sifónoch s pomaly prúdiacou až takmer stagnujúcou vodou. V sifónoch s rýchlejšie prúdiacou vodou a transportom fluviálnych sedimentov je morfológia chodieb zväčša jednoduchšia, menej členená skalnými výčnelkami (Hochmuth, 2000).

Oválnejšie, zväčša kužeľovité, zrezané kužeľovité alebo širšie valcovité tvary skalných pendantov sa vytvárajú medzi paragenetickými kanálikmi anastomóz, keď usadzovaním fluviálnych sedimentov sa podzemný vodný tok pritláča k skalnému stropu a nahor vyhlbuje sieť vetviacich a spájajúcich sa prúdnicových kanálikov (Bögli, 1978; White, 1988; Slabe, 1995; Lundberg, 2005; Ford a Williams, 2007 a iní; obr. 14 a 15). Zašpicatené oválne skalné výčnelky na previsnutej šikmej skalnej stene morfologicky poukazujú na smer a podmienky prúdenia vody v čase ich vytvárania. Ak sa začínajú širšou, zväčša takmer plochou časťou od povrchu fluviálnych sedimentov v riečisku a smerom nadol sa zužujú, tvarom zodpovedajú „šípovým“, resp. „kométovým prúdovým stopám“ (pozri Potter a Pettijohn, 1963; Kukal, 1986; Bella, 2007a), ktoré indikujú smer prúdenia vody nadol pozdĺž kontaktu sedimentov so skalnou stenou (obr. 16). Keďže takéto pendanty bývajú vytvorené po stranách chodieb súvisle v dĺžke až niekoľko desiatok metrov, dokonca aj v meandrovitých chodbách, viac-menej nemožno predpokladať rovnomerný prítok vody odspodu nahor pozdĺž skalných stien na kontakte so sedimentmi na pomerne dlhom úseku jaskynnej chodby. Ak sa zoskupené špicaté oválne pendanty vyskytujú v rozličných výškových pozíciách, tvarom

Obr. 14. Paragenetické pendanty vyhĺbené medzi nadsedimentovými anastomóznymi kanálikmi, Demänovská jaskyňa slobody. Foto: P. Bella
Fig. 14. Paragenetic pendants deepened among above-sediment anastomosis channels, Demänovská Cave of Liberty, Slovakia. Photo: P. Bella

Obr. 15. Mohutné paragenetické pendanty, Jasovská jaskyňa. Foto: P. Bella
Fig. 15. Robust paragenetic pendants, Jasovská Cave, Slovakia. Photo: P. Bella

Obr. 16. Kónické paragenetické pendanty na strmej previsnutej skalnej stene, jaskyňa Mejiro, Japonsko. Foto: P. Bella
Fig. 16. Conical paragenetic pendants on the steep overhanging rock wall, Mejiro Cave, Japan. Photo: P. Bella

Obr. 17. Ploché pendanty ohraničené medzivrstvovými anastomóznymi kanálikmi, jaskyňa Junction Cave, Wombeyan Caves, Australia. Foto: P. Bella
Fig. 17. Flat pendants separated by bedding-plane anastomosis channels, Junction Cave, Wombeyan Caves, Australia. Photo: P. Bella

Obr. 18. Zvyšky korodovaných skalných pendantov na zarovnanom strope, Stratenská jaskyňa. Foto: P. Bella
Fig. 18. Remains of corroded rock pendants on the flat ceiling, Stratenská Cave, Slovakia. Foto: P. Bella

pripomínajú „jazykové prúdové stopy" rozširujúce sa v smere prúdenia vody odspodu nahor pozdĺž skalných stien.

Vyskytujú sa aj valcovité alebo čiastočne kužeľovité pendaty končiace sa rovnou, nekorodovanou skalnou medzivrstvovou plochou po zrútení podložnej horninovej vrstvy (Jennings, 1985; Ford a Williams, 2007 a iní; obr. 17). Predstavujú skalné výčnelky medzi embryonálnymi anastomóznymi kanálikmi, ktoré sa vytvorili pozdĺž medzivrstvových plôch alebo tektonických porúch (Ewers, 1966; Lauritzen a Lundberg, 2000).

Skalné nože, resp. čepele bývajú predisponované vrstvami hornín alebo hustou sieťou tektonických porúch. Paralelné klinovité pozdĺžne skalné ostrohy vytvorené pozdĺž vrstiev vápencov často predeľujú klinovité vyhĺbeniny, ktoré predstavujú korózne zošikmenia (angl. *solution bevels*) usmernené medzivrstvovými plochami (Lange, 1964; Bella, 2007b).

V niektorých jaskyniach sa na podlahe alebo stenách pozorujú nahor týčiace sa ostrohranné skalné výčnelky vytvorené vo freatickej zóne, bez výraznejšej „zaobľujúcej" epifreatickej remodelácie spôsobenej rýchlejším prúdom vody a transportom fluviálnych sedimentov.

Skalné piliere sa pomerne bežne vyskytujú vo freatických, najmä labyrintových anastomóznych alebo sieťových jaskyniach, kde ich vytvoril vetviaci sa podzemný vodný tok alebo iné viac či menej pravidelné prúdnice vody (Palmer, 1975, 2000; Onac, 2000). Oválne piliere sa vytvárajú najmä v anastomóznych labyrintoch, hranaté piliere v sieťovitých labyrintoch. Anastomózne labyrinty sú predurčené najmä medzivrstvovými plochami rozpustných hornín, kým sieťovité labyrinty sieťou strmých až zvislých tektonických porúch (Palmer, 2000). Zvyškové skalné piliere so zachovanými pravouhlými tvarmi vznikajú rozpúšťaním hornín pozdĺž iniciálnej pravouhlej štruktúry tektonických porúch. Vplyv geometricky pravidelných i nepravidelných štruktúr tektonických porúch na vývoj sieťových labyrintov s hranatými piliermi je typický najmä pre labyrintové sadrovcové jaskyne. Lange (1959, 1960) na takúto morfológiu s hranatými piliermi poukazuje aj na príklade riečnej vápencovej jaskyne Murray´s Cave (Renfrew County, Ontario) v Kanade.

V pieskovcových jaskyniach na stolových horách Venezuely sa vyskytujú pozoruhodné hyperboloidné piliere, ktoré predstavujú litologicky odolnejšie časti stmeleného pieskovca následkom litifikácie roztokom presakujúcim nadol z nadložnej kompaktnej vrstvy pieskovca. Piliere sa obnažili po fluviálnom odnose nespevnených častíc menej kompaktnej vrstvy pieskovca medzi litifikovanou nadložnou a podložnou vrstvou (Aubrecht et al., 2008).

Korózne modelované skalné mosty, ktoré priečne predeľujú a členia podzemné priestory, sú typické najmä pre freatické jaskyne, morfológiou odlišné od riečne modelovaných jaskýň. Tzv. korózne rohy oddeľujú mohutnejšie freatické stropné kupoly (Osborne, 2007). Menšie skalné priečky často oddeľujú susedné stropné alebo stenové hrnce, okná či početné špongiovité vyhĺbeniny.

Epifreatická modelácia. V niektorých jaskyniach sú stropné skalné pendanty zrezané (zarovnané) eróziou vodného toku v určitej výškovej úrovni (Jennings, 1985; Tulis a Novotný, 1989; Tulis, 2006 a iní). Počas opakujúcich sa záplav sa obkorodovali, resp. oberodovali pôvodné freatické skalné pendanty na zarovnaných stropoch (obr. 18).

Niektoré skalné piliere bývajú remodelované koróziou pozdĺž hladiny podzemnej vody alebo v zóne jej oscilácie. Hladinové zárezy po obvode skalných pilierov zodpovedajú korózne zarovnanému stropu (obr. 12) alebo fázam etapovitého poklesávania vodnej hladiny. Ak pozdĺž piezometrického povrchu podzemnej vody tečie podzemný vodný tok, ktorý navyše transportuje fluviálne sedimenty, skalné piliere bývajú remodelované bočnými korytami. Na skalných stenách nad bočnými korytami alebo hladinovými zárezmi, najmä ak sa opakujú viackrát nad sebou, bývajú pozdĺžne stenové skalné ostrohy.

Ostnaté podlahové výčnelky – echinolity sa vyskytujú v jaskynných riečiskách a po ich okrajoch. Aley (1964) uvádza, že sa vývojom viažu na časté záplavy vznikajúce z rozvodnených podzemných vodných tokov, ktoré unášajú iba jemné klastické sedimenty. Opisujúc ich výskyt v jaskyni Coffee River Cave na Jamajke zdôrazňuje, že sa vytvárajú najmä v menších jazerách so stagnujúcou vodou, ktoré určitý čas zostávajú po záplavách. V niektorých jaskyniach ostnaté podlahové skalné tvary vyčnievajú z riečisk „vystlaných" štrkom a pieskom. Ich povrch rozčleňujú menšie korózne jamky, ktoré sa vytvorili pod priepustnými fluviálnymi sedimentmi (napr. na Prízemí Demänovskej jaskyne slobody). Takto modelované ostnaté skalné podlahové výčnelky Slabe (1995) nazýva *čery* s podsedimentovými podlahovými jamkami (uvádza príklad z jaskyne Križna jama). Podobnými dutinkami nepravidelne rozčlenené skalné povrchy sú aj na častiach skalných stien po okrajoch riečiska, ktoré boli pokryté týmito sedimentmi. Niektoré ďalšie podlahové skalné výčnelky majú kyjakovitý, resp. pseudostalagmitový tvar, zväčša iba s menšími postrannými ostnatými výstupmi. Slabe (1995) uvádza ich príklad z jaskyne Predjama v Slovinsku.

Výrazne odlišnou morfológiou sú charakteristické skalné výčnelky na dne podzemných jazier, ktoré sa pokryli jemnými, avšak vodu obsahujúcimi sedimentmi. Tie aj v čase úplného poklesu vody medzi jej opätovnými kulmináciami umožňovali pôsobenie podsedimentovej

Obr. 19. Ostrohranný stropný a zaoblený podlahový skalný výčnelok, Ochtinská aragonitová jaskyňa. Foto: P. Bella
Fig. 19. Sharp-edged ceiling and roudend floor rock protrusion, Ochtinská Aragonite Cave, Slovakia. Foto: P. Bella

korózie, ktorá výrazne zaoblila skalné výčnelky. Takto remodelované podlahové skalné výčnelky vidieť napríklad v Ochtinskej aragonitovej jaskyni (Bella a Urata, 2002; obr. 19).

V rámci viacfázového vývoja, resp. zahlbovania riečne modelovaných chodieb vyšší starší a nižší mladší rúrovitý kanál bývajú miestami oddelené priečnymi skalnými premosteniami. Vo freatickej zóne vyššie i nižšie freatické kanály oddelené skalným premostením vznikajú súčasne.

Vadózna modelácia. Vodné toky s voľnou hladinou a nevyrovnaným spádom riečiska korózne a mechanicky (transportovanými fluviálnymi sedimentmi) obrusujú hrany podlahových skalných výčnelkov. Menšie skalné výčnelky, resp. ostrohy vznikajú aj medzi jamkami vyhĺbenými kvapkajúcou alebo cícerkom dopadajúcou vodou. Vyčnievajúce skalné tvary sa vytvárajú aj stekajúcou vodou na nehomogénnych previsnutých skalných povrchoch – stropné pendanty, dlhé 1 až 2 cm (Slabe, 1994, 1995). Vplyv vertikálneho mikroronu na vytváranie jaskynných škráp, resp. skalných nerovností, ktorých pozdĺžne osi sú blízke spádnici, konštatujú aj Tulis a Novotný (1989). Vzhľadom na poukázané terminologické problémy by sa pojmom *vadózne pendanty* (Lauritzen a Lundberg, 2000) mali označovať iba visiace skalné útvary vytvorené vo vadóznej zóne.

V pokročilom štádiu vadózneho vývoja podzemných priestorov vznikajú skalné mosty predstavujúce zvyšky pôvodných podláh, ktoré sa z oboch strán zrútili do nižších voľných priestorov. Od takýchto skalných mostov treba odlišovať premostenia, ktororé vznikajú zaseknutím mohutného zrúteného skalného bloku alebo viacerých blokov v zúženej časti jaskynného priestoru, čo sa vyskytuje aj v jaskyniach vytvorených v nerozpustných horninách.

Vyskytujú sa aj premostenia horizontálnymi podlahovými sintrovými platňami, spod ktorých vodný tok v mladšej fáze vývoja jaskyne vyplavil podložné fluviálne sedimenty (napr. v Riečisku Demänovskej jaskyni slobody za Brkovou chodbou smerom k Pustej jaskyni). Na takýchto visutých „mostových“ zvyškoch podlahových sintrových kôr sa miestami zachovali aj nadložné, superpozične mladšie fluviálne sedimenty (napr. v Drienovskej jaskyni v Slovenskom krase).

ZÁVER

Poznatky o skalných výčnelkoch a pilieroch v jaskyniach dotvárajú celkový obraz o morfologickej a genetickej rôznorodosti geomorfologických tvarov v jaskyniach. Predložený príspevok podáva prvotný ucelenejší prehľad a základnú charakteristiku týchto viac či menej výrazných konkávnych foriem jaskynného georeliéfu v slovenskej speleologickej literatúre. Základné morfometrické a morfologické členenie skalných výčnelkov a pilierov s pridruženými genetickými znakmi možno využiť najmä pri geomorfologickom výskume a mapovaní koróznych a koróznoeróznych jaskýň. Morfologicky výrazné skalné výčnelky, najmä paragenetické pendanty, sú dôležitými indikačnými znakmi speleogenézy jaskýň alebo ich častí. Preto v skúmaní skalných výčnelkov v jaskyniach treba pokračovať a v rámci rozvíjajúcich sa moderných speleogeomorfologických výskumov im treba venovať väčšiu pozornosť.

LITERATÚRA

Andrejčuk, V. 2007. Peščera Zoluška. Uniwersytet Śląski – Ukrainskij institut speleologii i karstologii, Sosnowiec – Simferopol, 406 s.
Aley, T. 1964. Echinoliths – an important solution feature in the stream caves of Jamaica. Cave Notes, 6, 1, 3–5.
Aubrecht, R. – Lánczos, T. – Šmída, B. – Brewer-Carías, Ch. – Mayoral, F. – Schlögl, J. – Audy, M. – Vlček, L. – Kováčik, Ľ. – Gregor, M. 2008. Venezuelan sandstone caves: a new view on their genesis, hydrogeology and speleothems. Geologia Croatica, 61 (v tlači).
Bella, P. 1998a. Morfologické a genetické znaky Ochtinskej aragonitovej jaskyne. Aragonit, 3, 3–7.
Bella, P. 1998b. Fluviálna modelácia Bystrianskej jaskyne. In Bella, P. (ed.): Výskum využívanie a ochrana jaskýň. Zborník referátov z vedeckej konferencie (Mlynky 8. – 10. 10. 1997), Liptovský Mikuláš, 36–43.
Bella, P. 2000. Základné morfologické a genetické znaky Jasovskej jaskyne. In Bella, P. (ed.): Výskum, využívanie a ochrana jaskýň. Zborník referátov z 2. vedeckej konferencie (Demänovská Dolina 16. – 19. 11. 1999), Liptovský Mikuláš, 42–51.
Bella, P. 2002. Základná morfogenetická klasifikácia jaskynného georeliéfu. Geomorphologia Slovaca, 2, 1, 19–27.
Bella, P. 2003. Morfológia a genéza Gombaseckej jaskyne. Slovenský kras, 41, 47–68.
Bella, P. 2007a. Zvislé a šikmé žľaby v jaskyniach – základné morfogenetické znaky a typológia. Aragonit, 12, 10–18.
Bella, P. 2007b. Scallops, transverse flutes, Laugfacetten a solution bevels v slovenskej speleogeomorfologickej terminológii. Aragonit, 12, 33–37.
Bella, P. – Urata, K. 2002. Podsedimentovité korózne tvary skalného georeliéfu v Ochtinskej aragonitovej jaskyni. Aragonit, 7, 8–11.
Bögli, A. 1978. Karsthydrographie und physische Speläologie. Springer-Verlag, Berlin – Heidelberg – New York, 292 s.
Bosák, P. 1988. Slovník pojmů a termínů. In Bosák, P. a kol.: Jeskyňářství v teorii a praxi. SZN, Praha, 67–83.
Bretz, J. H. 1942. Vadose and phreatic features of limestone caverns. Journal of Geology, 50, 675–811.
Bretz, J. H. 1956. Caves of Missouri. Rolla, Missouri, 490 p.
Dubljanskij, V. N. – Andrejčuk, V. N. 1991. Terminologija speleologii. UrO AN SSSR, Jekaterinburg, 202 s.
Ewers, R. O. 1966. Bedding-plane anastomoses and their relation to cavern passages. Bulletin of the National Speleological Society, 28, 3, 133–140.
Ford, D. C. – Williams, P. W. 2007. Karst Hydrogeology and Geomorphology. Wiley, Chichester, 562 p.
Gams, I. Ed. 1973. Slovenska kraška terminologija. Zveza geografskih institucij Jugoslavije, Ljubljana, 76 s.
Hochmuth, Z. 2000. Problémy speleologického prieskumu podzemných tokov na Slovensku. SSS, Prešov – Košice, 164 s.
Hochmuth, Z. 2007. Opis jaskynných priestorov. In Soják, M. – Terray, M. (eds.): Moldavská jaskyňa v zrkadle dejín. MÚ, Moldava nad Bodvou, 15–24.
Howard, A. D. 1971. Quantitative Measures of Cave Patterns. Caves and Karst, 13, 1, 1–7.
Jakál, J. 1971. Morfológia a genéza Dobšinskej ľadovej jaskyne. Slovenský kras, 9, 27–33.
Jennings, J. N. 1985. Karst Geomorphology. Oxford, Basil Blackwell, 293 s.
Kuffner, D. 1986. Deckenkarren – Ein Beitrag zur Speläogenese. Die Höhle, 37, 3, 157–167.
Kukal, Z. 1986. Základy sedimentologie. Academia, Praha, 468 s.
Kunský, J. 1950. Kras a jeskyně. Přírodovědecké nakladatelství, Praha, 163 s.
Lange, A. 1959. Introductory notes on the changing geometry of cave structures. Cave studies, 11, San Francisco, 69–90.
Lange, A. 1960. Geometrical Basis for Cave Interpretation. Bulletin of the National Speleological Society, 22, 1, 77–84.
Lange, A. L. 1964. Solution bevels in limestone caves. Cave Notes, 6, 5, 34–38.
Lauritzen, S. E. 1981. Simulation of rock pendants – small scale experiment. Proceedings of the 8th International Congress of Speleology, vol. 1–2, Bowling Green, 407–409.
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.
Lehmann, H. 1954. Der tropische Kegelkarst auf den grossen Antillen. Erdkunde, 8, 130–139.

Lundberg, J. 2005. Karren. In Culvier, D. C. – White, W. B. (eds.): Encyclopedia of Caves. Elsevier Academic Press, Burlington – San Diego – London, 315–321.
Malkov, V. N. – Gurlako, I. – Monachova, L. B. – Šavrina, E. V. – Gurlako, V. A. – Franc, N. A. 2001. Karst i peščery Pinežja. Associacija EKOST, Moskva, 208 s.
Mihevc, A. – Slabe, T. – Šebela, S. 2004. Morphology of caves. In Gunn, J. (ed.): Encyclopedia of Caves and Karst Science. Fitzroy Dearborn, New York – London, 521–524.
Mitter, P. 1982. Krasové vody. In Jakál, J. a kol.: Praktická speleológia. Osveta, Martin, 113–135.
Onac, B. P. 2000. Geologia regiunilor carstice. Editura Didactica si Pedagogica, R. A., Bucuresti, 399 s.
Osborne, R. A. L. 2005 Partitions, compartments and portals: cave development in internally impounded karst masses. International Journal of Speleology, 34, 1–2, 71–81.
Osborne, R. A. L. 2007. Cathedral Cave, Wellington Cave, New South Wales, Australia. A multiphase, non-fluvial cave. Earth Surface Processes and Landforms, 32, 14, 2075–2103.
Palmer, A. N. 1975. The origin of maze caves. National Speleological Society Bulletin, 37, 3, 56 – 76.
Palmer, A. N. 2000. Hydrogeologic Control of Cave Patterns. In Klimchouk, A. B. – Ford, D. C. – Palmer, A. N. – Dreybrodt, W. (eds.): Speleogenesis. Evolution of Karst Aquifers. NSS, Huntsville, Alabama, U. S. A., 77 – 90.
Panoš, V. 2001. Karsologická a speleologická terminologie. Knižné centrum, Žilina, 352 s.
Potter, P. E. – Pettijohn, F. J. 1963. Paleocurrent and basin analysis. Springer, Berlin – Göttingen – Heidelberg, 296 s.
Renault, Ph. 1968. Contribution à l´étude des actions mécaniques et sédimentologiques dans la spéléogenèse. Les facteurs sédimentologiques. Annales de Spéléologie, 23, 3, 529–593.
Slabe, T. 1994. Klasifikacija in poimenovanje jamkih skalnih oblik. Naše jame, 36, 43–57.
Slabe, T. 1995. Cave rocky relief and its speleogenetical significance. Zbirka ZRC, 10, ZRC SAZU, Ljubljana, 128 p.
Slabe, T. 1996. Jamski skalni relief, ki ga dolbe vodni tok. Acta Carsologica, 25, 391–434.
Štelcl, J. 1976. Česká krasová terminologie. Československý kras, 27, 7–19.
Trimmel, H. et al. 1965. Speläologisches Fachwörterbuch (Fachwörterbuch der Karst- und Höhlenkunde). Wien, 109 s.
Tulis, J. 2006. Najvýznamnejšie tvary skalného georeliéfu IV. vývojovej úrovne Stratenskej jaskyne vytvorené činnosťou vody. In Bella, P. (ed.): Výskum, využívanie a ochrana jaskýň. Zborník referátov z 5. vedeckej konferencie (Demänovská Dolina 26. – 29. 9. 2005), Liptovský Mikuláš, 80–86.
Tulis, J. – Novotný, L. 1989. Jaskynný systém Stratenskej jaskyne. Osveta, Martin, 464 s.
Urata, K. – Fujii, A. – Yoshimura, K. – Inoura, Y. 1997. Karst Hydrogeology of Hirao-dai Plateau, Fukuoka Prefecture, Southwestern Japan. Excursion Guidebook, 104th Annual Meeting of the Geological Society of Japan, 189–215.
White, W. B. 1988. Geomorphology and Hydrology of Karst Terrains. Oxford Univ. Press, Oxford – New York, 464 p.

GEOLOGICKÁ CHARAKTERISTIKA JASKYNE DIELIK NA MURÁNSKEJ PLANINE

Lukáš Vlček

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

L. Vlček: Geological characteristics of the Dielik Cave, Muránska Plateau

Abstract: The focus of this paper was a solution of geological structure of the rock environment in which Dielik Cave was created, making use of maps and profiles produced by geological mapping and structural research in this cave. The work describes mainly the lithology and structure-geological situation in cave space. We ascertained, the morphology and genesis of underground passages is in significant rate underlined by structure factors of rock environment, in which they were created. The most important structures are subvertical tectonic faults, mostly SW – NE and NW – SE oriented. In the cave space it is possible to study the important outcrops, which documents the lithology changes and tectonic fissuring. The passages originated in Mesozoic rocks of Muráň Nappe (Silica Unit), Central West Carpathians. The Dielik Cave is situated in contact zone of Steinalm (Pelsonian – Illyrian) and Dachstein limestones (Norian – Early Rhaetian). It is possible to see here that a tectonic dislocation divorced two tectonic blocks of rock – the first, formed by Steinalm limestones and the second, formed by limestones of Dachstein Formation. Both lithotypes have the origin in very similar environmental conditions, therefore the macroscopic and microscopic difference of these limestones is very difficult to see. Someplace the Dachstein limestones contain abundantly the macrofossils of Lamellibranchiats, Megalodontaceae classes, typical for the Upper Triassic in Alps and West Carpathians.

Key words: geological investigation of karst landscapes, geology of caves, Dachstein limestones, Dielik Cave, Muránska Plateau

ÚVOD

Karbonátová Muránska planina, nachádzajúca sa v severozápadnej časti Slovenského rudohoria, je od územia budovaného kryštalinickými horninami kohútskej zóny veporika oddelená morfologicky najvýraznejšou zlomovou líniou v Západných Karpatoch – muránskym zlomom. V teréne sa prejavuje strmými svahmi medzi údolím a vrcholovou plošinou, generálne uklonenou na severozápad. V nich bolo dosiaľ preskúmaných niekoľko jaskýň; jednou z najvýznamnejších z nich je jaskyňa Dielik (Prandlovo), nachádzajúca sa v blízkosti sedla Dielik, asi 5 km severovýchodne od mesta Tisovec. Základným geologickým prieskumom, zahŕňajúcim vyhodnotenie litológie a merania štruktúrno-geologických prvkov v priestoroch jaskyne, sme chceli identifikovať základné podmienky vzniku a genézy podzemných priestorov jaskyne a potvrdiť či vyvrátiť spätosť jej vzniku so zmenami litológie a tektonickými štruktúrami viažucimi sa na blízky muránsky zlom.

METODIKA PRÁCE

Príspevok sa spracoval na základe terénneho geologického prieskumu a mapovania v jaskyni Dielik, ktoré boli čiastočne realizované v rámci diplomovej úlohy s názvom *Geologické mapovanie a výskum podzemných krasových javov a ich význam pri riešení geologickej stavby vybraných lokalít Západných Karpát (Muránska planina, Nízke Tatry)* (Vlček, 2006) a čiastočne počas neskoršieho prieskumu a mapovania na ostatných podzemných lokalitách na opisovanom území. Počiatočným predpokladom jej úspešného vypracovania bola kompilácia a porovnávanie doteraz uverejnených publikácií a máp, ako aj archívnych dokumentov týkajúcich sa študovaného územia a citovaných v zozname literatúry.

Povrchové geologické mapovanie sa realizovalo formou systematických orientačných a detailných terénnych pochôdzok. Mapované štruktúry sa priamo v teréne zakresľovali do xerokópií topografických máp v mierke M 1:10 000 alebo M 1:25 000. Keďže dosiaľ neexistovala dostatočne presná topografická mapa priestorov jaskyne, pre potreby diplomovej práce sme ju zamerali polygónovým ťahom v dĺžke 223 m pri denivelácii 32 m. Pri geologickom mapovaní v jaskyniach sa vychádzalo z modifikácie metód banského geologického mapovania. Geologické štruktúry (vrstevnatosť, puklinovitosť, zlomy, lineácie) sa v teréne merali pomocou geologického kompasu, nadmorské výšky sa zameriavali barometrickým výškomerom. Zo vzoriek odobratých v teréne boli vyhotovené výbrusy, ktoré sa ďalej laboratórne analyzovali za pomoci polarizačného mikroskopu. Mikrofosílie vo výbrusoch, ako aj makrofosílie krinoidov, lastúrnikov, ulitníkov, ježoviek a pod. sa determinovali vizuálne podľa dostupnej literatúry a za pomoci odborníkov.

Na skúmaných lokalitách sa študovala hlavne litológia a tektonika horninového prostredia, v ktorom boli jaskyne vyvinuté. Výsledky meraní sme zahrnuli do pôdorysných máp (priemet priestorov na horizontálnu priemetňu), a v prípade potreby aj pozdĺžnych rezov (priemet priestorov na vertikálnu priemetňu), doplnených o priečne rezy chodbami. Vyhotovené štruktúrne mapy znázorňujú sklon vrstiev a orientáciu puklín a zlomov. Súmár meraní je znázornený v ružicových štruktúrnych diagramoch zobrazených na publikovanej mape vedľa priestorov jaskyne.

Ďakujem svojmu vedúcemu diplomovej práce doc. RNDr. Milanovi Sýkorovi, CSc., z Katedry geológie a paleontológie Prírodovedeckej fakulty Univerzity Komenského v Bratislave za pomoc pri mikroskopickej analýze výbrusov a pedagogické usmerňovanie pri „dolaďovaní“ tejto práce.

VŠEOBECNÁ CHARAKTERISTIKA A PREHĽAD DOTERAJŠÍCH VÝSKUMOV V JASKYNI DIELIK

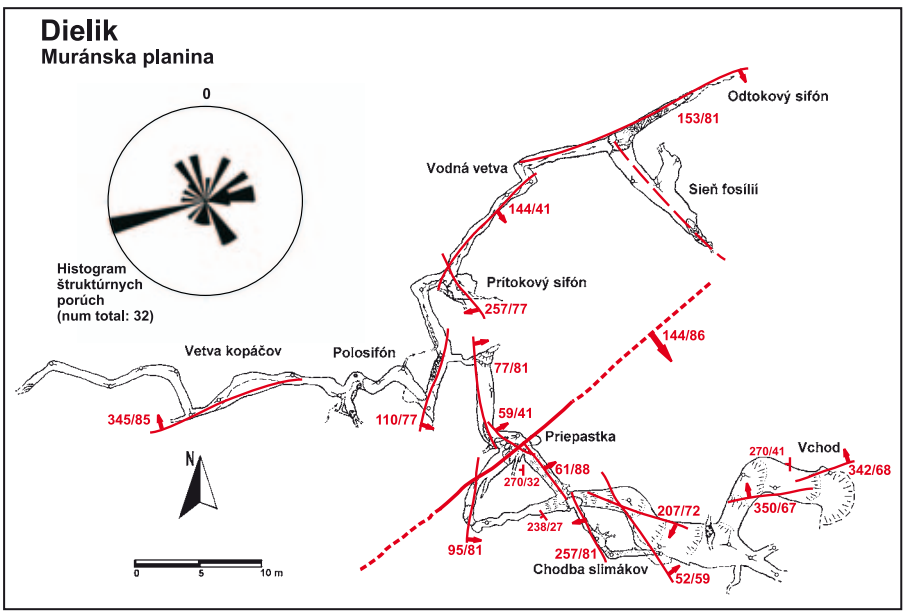
Jaskyňa Dielik sa nachádza v juhovýchodnej časti Spišsko-gemerského krasu, na území Muránskej planiny, v katastrálnom území obce Muráň. Je vytvorená v masíve Šajby (niekde nazývanom aj Strelnica; 1048,2 m n. m.) v horninách muránskeho príkrovu. Nadmorská výška vchodu do jaskyne je 580 m. Na účely práce bolo vykonané povrchové geologické mapovanie na území ohraničenom lúkou Paseky (462,2 m n. m.), centrálnym hrebeňom Šajby, sedlom Dielik (578,5 m n. m.) a štátnou cestou č. 53 Tisovec – Muráň. Ide o východo-juhovýchodne exponované svahy v bezprostrednej blízkosti geomorfologicky extrémne výrazného muránskeho zlomu.

Vchod do jaskyne Dielik (obr. 1) bol známy už pred druhou svetovou vojnou; vzhľadom na jeho polohu blízko pri osi doliny spájajúcej dve významné doliny Gemera a neprehliadnuteľnú veľkosť možno predpokladať sporadické návštevy jaskyne už v predchádzajúcom období. Jaskyne v juhovýchodných svahoch masívu Šajby (resp. Strelnice) sa opisujú už v geografickej práci *Topographia oppidi privilegiati Tiszóltz cum adnexa eidem officina ferraria caesareo – regia*... (Šulek, 1803), neskôr v jej prepise (Maliak, 1912; reed. 1998) a o podobnosti s jaskyňou Dielik možno hovoriť v prípade vety: „Iná jaskyňa, ktorej otvor nachodí sa v muráňskej doline, siaha ďaleko do vnútra tohto vrchu.“ Prvou jednoznačnou písomnou zmienkou o jaskyni Dielik je článok S. Kámena (1959) o významných jaskyniach Muránskej planiny. Neskôr túto jaskyňu autor spomenul v obsiahlej sumarizačnej správe pre potreby Múzea slovenského krasu v Liptovskom Mikuláši (Kámen, 1971). V roku 2004 boli na niektorých miestach v jaskyni objavené korózne vypreparované kontúry fosílií lastúrnikov z triedy *Megalodontaceae* (Vlček, 2004). Pri tejto príležitosti bola s malými úpravami publikovaná aj dosiaľ neuverejnená mapa jaskyne (Kámen, 1954). Takisto v článku o náleze bohatej akumulácie schránok ulitníkov *Helix pomatia* Linné v holocénnych jaskynných sedimentoch (Hutka a Vlček, 2005) sa publikovala ďalšia upravená verzia pôdorysnej mapy (Kámen, 1954).

Obr. 1. Vchod do jaskyne Dielik. Foto: L. Vlček
Fig. 1. The entrance to the Dielik Cave. Photo: L. Vlček

Nové merania topografie jaskynných chodieb vykonali v rokoch 2001 až 2005 L. Vlček, B. Šmída, E. Kapucian, M. Griflík a D. Hutka, najmä na spresnenie orientácie v jaskyni a zistenie dovtedy neexistujúceho údaja o presnej denivelácii podzemného systému. Z týchto meraní však vznikli iba čiastkové mapy. Najnovšia mapa celej jaskyne, pochádzajúca z kompletného topografického zamerania dvojicou meračov L. Vlček a P. Vlček z novembra 2005, bola publikovaná v speleologickom článku zahŕňajúcom komplexnú charakteristiku jaskyne (Vlček et al., 2006). Táto mapa je použitá aj ako podklad pre náčrt štruktúrno-geologických pomerov v predkladanej práci (obr. 2).

Geomorfológiou tejto oblasti sa zaoberal Mitter (1975) v rámci komplexnejšej štúdie z územia Muránskej planiny. Hydrologickú situáciu opísal Kámen (1963). Prvé geologické mapérske práce v oblasti budovanej muránskym príkrovom vykonával E. Fötterle (1903 ex Bystrický, 1959), ktorý tu zistil triasové karbonáty. Až V. Uhlig (1906 ex Bystrický, 1959) doplňuje vrstevný sled zistený Fötterlem o dachsteinské vápence s megalodontami, ktoré koreluje s jednotkami z Východných Álp. Komplexnú geológiu na tomto území riešil J. Biely v rokoch 1956 – 1962, jeho výsledky boli zosumarizované v geologickej mape mierky 1:50 000 (Klinec, 1976). Prvú systematickú prácu z oblasti Muránskej planiny podal Bystrický (1959), opiera sa v nej o stratigrafiu na základe dasykladálnych rias. Iné práce z tejto oblasti (napr. Pouba, 1951; Kovařík et al., 1955; Zoubek, 1955) riešia len určité špecifické problémy alebo konkrétne územie mimo nami študovanej oblasti. Výsledky štruktúrno-geologických výskumov v oblasti muránskeho zlomu publikoval Marko (1993). Podrobným geologickým mapovaním Muránskej planiny sa v poslednom období zaoberal aj R. Vojtko (1999), avšak územie v blízkom okolí jaskyne Dielik zatiaľ nebolo dôkladne spracované.



Obr. 2. Pôdorysná mapa jaskyne Dielik s vyznačením štruktúrno-geologických pomerov v priestoroch jaskyne
Fig. 2. The plan of Dielik Cave with the marks of tectonics

SPELEOLOGICKÁ CHARAKTERISTIKA JASKYNE

Zameraná dĺžka: 223 m (Vlček et al., 2006)
Zameraná hĺbka: 35 m (l. c.)
I. č. v Zozname jaskýň na Slovensku: 2298 (Bella a Holúbek, 1999), resp. 3119 (Bella et al., 2007)
Charakteristické priestory: prevažne horizontálne alebo mierne sklonené chodby, väčšinou charakteru plaziviek alebo vysokých úzkych chodieb, sezónne pretekané vodou (porovnaj obr. 2)

Jaskyňa Delik sa skladá z niekoľko desiatok metrov dlhej rozmernej chodby (2 – 4 m šírka, 1 – 6 m výška), ktorú dopĺňa takmer 200 m dlhý labyrint nízkych a úzkych plaziviek, občasne prerušený vysokými úzkymi puklinovitými chodbami. Asi po 70 metroch sa jaskyňa vetví na dve sezónne zaplavované chodby. Celkovo ide o fyzicky stredne náročnú lokalitu, výhodou je pohodlný a nenáročný prístup ku vchodu, ako aj celoročne stála klíma. V jaskyni nie je potrebná lanová technika. Nevýhodou je, že geologicky zaujímavé profily sa v jaskyni nachádzajú až na najodľahlejších miestach.

Vchod do jaskyne Dielik s rozmermi 3 × 2 m je orientovaný na SV. Za ním jaskyňa pokračuje v smere na západ priestrannou meandrujúcou, strmo klesajúcou chodbou do hĺbky 15 m. Tu sa nachádza prvá výrazná križovatka chodieb v rámci jaskynného traktu. Z juhovýchodu sem ústi krátka úzka prítoková vetva Chodby slimákov, ktorá križuje hlavný smer chodby (zhruba Z – V) a po miernom odskoku západným smerom (asi 1 m) pokračuje tesnou klesajúcou chodbou do priestoru Priepastky.

Hlavná chodba pokračuje v smere na Z, po 10 metroch sa lomí na S až SV a pokračuje po výraznej tektonickej poruche 144/86°. Pokračujúca úzka plazivkovitá chodba sa miestami rozširuje a práve v týchto miestach badať kontakt fosiliferných dachsteinských vápencov s masívnymi, na fosílie chudobnými steinalmskými vápencami. Chodba ústi do priestoru Priepastky.

Z Priepastky pokračuje jaskyňa S – SZ smerom 4 až 5 m vysokou šikmou a len maximálne 1 m širokou puklinovou chodbou na križovatku Vodnej vetvy a Vetvy kopáčov. Odtiaľto je jaskyňa periodicky zaplavovaná vodou v závislosti od sezónnych lokálnych hydrologických podmienok.

Vetva kopáčov býva za nepriaznivého hydrologického stavu úplne uzavretá vodnou hladinou. Za suchého stavu sa dá blatistou plazivkou preniknúť do 3 m vysokej úzkej puklinovitej chodby smerujúcej priamo na západ. Chodba sa po 30 m lomí na SZ a pokračuje meandrovitými plazivkami ešte 25 m. Vetva sa končí čiastočne zasintrovanou neprieleznou úžinou.

Vodná vetva (obr. 3) pokračuje z križovatky vetiev SSZ smerom nízkou a úzkou plazivkou asi 35 m. V jej prvej tretine sa nachádza 4 m hlboká priepastička s neprielezným pokračovaním na dne. Plní občas funkciu prítoku vody do Vodnej vetvy, niekedy naopak, funkciu odtokového sifónu alebo býva úplne suchá. Vodná vetva sa končí neprielezným zúžením v občasne aktívnom odtokovom sifóne. Tesne pred jej záverom na ňu nadväzuje krátka prítoková chodba zo Siene fosílií, kde sú najkrajšie odkryté a zachované vypreparované kontúry fosílií lastúrnikov. V čase vodného stavu v jaskyni sa dá k stene s fosíliami dostať len traverzovaním ponad hladinu zatopeného sifónu.

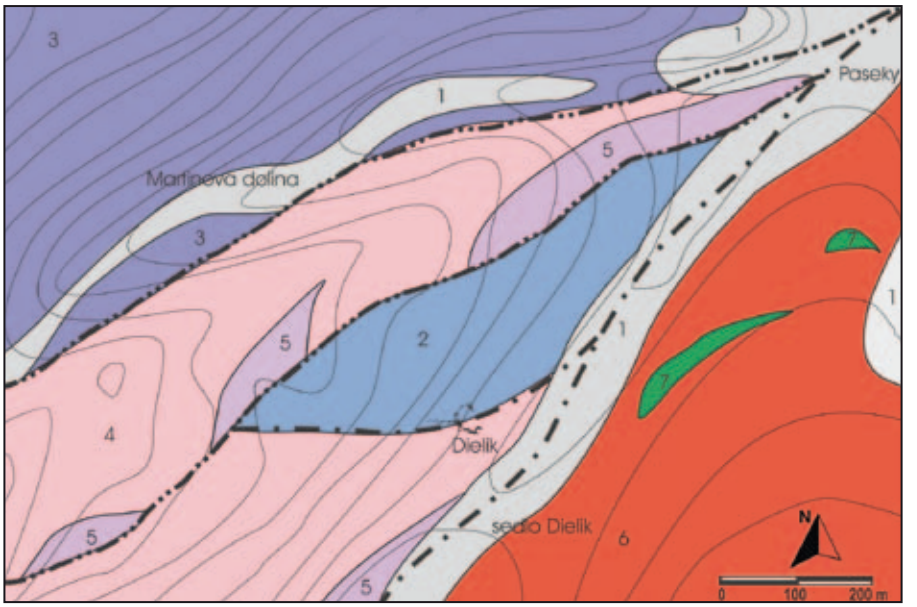
Obr. 3. Profil chodby vo Vodnej vetve vzniknutej na subvertikálne uklonenej poruche. Foto: L. Vlček
Fig. 3. The corridor profile in Vodná vetva branch – they was created along subvertical fault. Photo: L. Vlček

LITOLÓGIA

Študované územie sa nachádza v kráľovohoľskej zóne veporského pásma Centrálnych Západných Karpát. Jaskyňa je vyvinutá v horninách muránskeho príkrovu v blízkosti muránskeho zlomu, oddeľujúceho karbonátový komplex silicika od kryštalinických hornín kohútskej zóny veporickej superjednotky. V blízkosti jaskyne Dielik sa v minulosti povrchovým mapovaním zistil len výskyt svetlosivých steinalmských vápencov (Bystrický in Klinec, 1976). Zvnútra jaskyne bol však opísaný nález časti súvrstvia mladšieho dachsteinského vápenca, zrejme vo forme tektonicky zaklesnutého horninového bloku (Vlček, 2005). Podrobným povrchovým geologickým mapovaním sa zistilo, že na povrchu sú východy dachsteinských vápencov prekryté sutinou zo steinalmských vápencov, budujúcich východné svahy masívu Šajby. Nálezmi norickej makrofauny na odkryvoch v ďalších jaskyniach nachádzajúcich sa na tomto území sa však potvrdil výskyt a doložil rozsah bloku dachsteinských vápencov, ktorý je znázornený na mape (obr. 4). Iné horniny nachádzajúce sa v sedimentárnom slede muránskeho príkrovu medzi uvádzanými mapovanými členmi sa nezistili ani na povrchu ani v jaskyni.

Veporikum

Veporikum buduje protiľahlé svahy masívu Šajby a od krasového územia je oddelené muránskym zlomom. Tvorí ho výlučne kryštalinikum krakľovského príkrovu (hronský komplex sensu Klinec, 1976). Jeho horninovú náplň



Obr. 4. Geologická mapa okolia jaskyne Dielik. Legenda: *Kvartér*: 1 – fluviálne štrkovo-blokové sedimenty dna dolín; *Silicikum*: 2 – dachsteinské vápence (norik – spodný rét), 3 – wettersteinské vápence (fasan – longobard), 4 – steinalamské vápence (pelsón – ilýr), 5 – gutensteinské vápence (egej – bityn); *Veporikum*: 6 – ortoruly, tzv. „muránske žuloruly" s vložkami Mus-Cl-Gar sľudnatých bridlíc (staršie paleozoikum), 7 – sivozelené páskované amfibolity a metamorfované bridlice (staršie paleozoikum). Jednoduchá bodkočiarkovaná línia označuje zistené všeobecné zlomy a dvojitá bodkočiarkovaná línia prešmyk
Fig. 4. Geological map of surroundings of Dielik Cave. Legend: *Quaternary*: 1 – fluviatile loam – blocks sediments of valley flats; *Silica Unit*: 2 – Dachstein limestones (*Norian – Lower Rhaetian*), 3 – Wetterstein limestones (*Fasanian – Longobardian*), 4 – Steinalam limestones (*Pelsonian – Illyrian*), 5 – Gutenstein limestones (*Eghenian – Bitynian*); *Veporic Unit*: 6 – Muráň granite gneiss with intercalations of muscovite–chlorite–garnet mica schists (*Lower Palaeozoic*), 7 – grey-green, locally light-coloured bedded amphibolite and amphibolite schists (*Lower Palaeozoic*). Simple dot-lined line represents the fault, double dot-lined line an overthrust

tvoria staropaleozoické tzv. „muránske žulo-ruly“ s vložkami kryštalických bridlíc, šošovky sivozelených amfibolitov, miestami svetlo sfarbené páskované amfibolity a metamorfované bridlice. Tieto horniny sa nachádzajú vo forme šrkov a pieskov vo fluviálnych sedimentárnych výplniach jaskýň v masíve Šajby. V jaskyni Dielik sú súčasťou fosilizovaných sintrových kôr, nachádzajúcich sa často ako erózne zvyšky vo visutej polohe v jaskynných chodbách a komínoch.

Silicikum

Termín „silicikum“ použil Mello (1979) pre silický príkrov, obsahovo a postavením je s ním analogický muránsky a stratenský príkrov, ktoré sa dovtedy považovali za severogemerické elementy. Názov je odvodený od Silickej planiny v Slovenskom krase, kde bol vyčlenený silický príkrov. Vápence strednotriasovej karbonátovej platformy sú najčastejšími krasovými horninami v celej Alpsko-karpatskej sústave a viaže sa na ne najväčší výskyt podzemných krasových javov. Silicikum na Muránskej planine reprezentuje muránsky príkrov, ktorý na skúmanom území pozostáva z týchto členov:

Gutensteinské súvrstvie (egej – bityn). Vystupuje v úzkych pruhoch na hrebeni a severozápadnom svahu Šajby (1048,2 m n. m.). Na hrebeni masívu je toto súvrstvie pozdĺž prešmyku vztýčené až do vertikálnej polohy. Tvoria ho tmavé hrubolavicovité vápence s charakteristickým kalcitovým žilkovaním. Miestami laterálne prechádzajú do tmavých dolomitov s charakteristickým ostrohranným rozpadom. Vápence súvrstvia sú charakteristické povrchovým krasovatením, avšak s výnimkou niekoľkých malých jaskýň na opačnej strane masívu sa na tejto lokalite výraznejšie podzemné priestory nenachádzajú.

Steinalmské vápence (pelsón – ilýr). Budujú prevažnú časť skúmaného územia západne od muránskeho zlomu. Sú to svetlé masívne, často škvrnité krinoidové vápence, alebo svetlé hrubolavicovité až masívne vápence (vzorka *D-3*). Vyznačujú sa zväčša drobnobrekciovitou textúrou a obsahom dasykladálnych rias *Physoporella* sp. Vápence sú výrazne náchylné na krasovatenie. Na Muránskej planine je v nich vytvorená veľká časť jaskynných priestorov. Budujú aj vstupnú časť jaskyne Dielik a predstavujú horninové prostredie, v ktorom sú vyvinuté jaskyne blízko súčasnej eróznej bázy Lehotského potoka. V jaskyni Dielik sú tieto vápence masívne a skláňajú sa pod miernym úklonom smerom na V – JV.

Súbor wettersteinských vápencov a dolomitov ani sivých tisovských vápencov sa na skúmanom území nezistil, ale analogicky k sedimentárnemu sledu muránskeho príkrovu by sa mal nachádzať v podloží dachsteinských vápencov, zistených v jaskyni Dielik. Preto je v nasledujúcom texte v krátkosti uvedený stručný opis týchto jednotiek:

a) *Wettersteinské vápence (fasan – longobard).* Makroskopicky sú svetlé až sivé, masívne, ojedinele aj hrubolavicovité, často s diploporovou flórou a ojedinelými lastúrnikmi. Sú bohaté na dolomitovú zložku.

b) *Wettersteinské dolomity (vrchný longobard – kordevol).* Dolomity sú svetlosivé až sivé, miestami biele, veľmi ojedinelo aj tmavé. Textúra je cukrovitá alebo celistvá. Vrstevnatosť je viditeľná hlavne na čerstvých odkryvoch ako striedanie svetlejších a tmavších pásikov. Majú veľmi dobre vyvinutú typickú dolomitovú odlučnosť, ktorá vplýva na ich zvetrávanie.

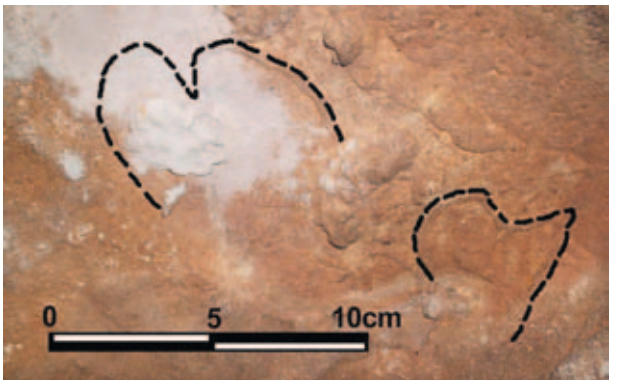
c) *Tisovské vápence (synonymum waxenecké vápence) (jul – tuval).* Vystupujú v bezprostrednom nadloží wettersteinských dolomitov a v podloží lavicovitých dachsteinských vápencov. Sú opísané v práci Kollárová-Andrusovová (1961) z neďalekého kameňolomu Čremošná pri Tisovci, neskôr boli na typovej lokalite spochybnené (Krystin et al., 1990) a iným autorom potvrdené (Soták, 1990). Ich charakteristickým znakom je brekciovitosť, výrazná najmä v spodnejších častiach súvrstvia, a kalcitové pseudomorfózy po aragonite medzi jednotlivými klastmi.

Dachsteinské vápence (norik – spodný rét). V nadloží svetlých tisovských vápencov sa vyskytujú svetlé až sivé vápence, reprezentujúce lagunárnu fáciu a laterálne prechádzajúce do rífovej fácie dachsteinských vápencov, ktoré Bystrický (1972) koreluje s furmaneckými vápencami.

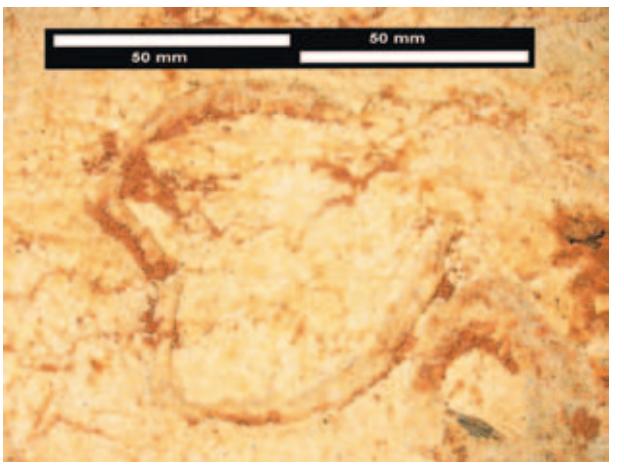
Na Muránskej planine sa toto súvrstvie dlho považovalo za wettersteinské vápence a na základe tohto omylu tu boli v minulosti dokonca vyčlenené dva nad sebou ležiace čiastkové príkrovy – spodný „príkrov Muránskej planiny“ a „príkrov Hradovej“ ako vyššia tektonická jednotka (Kodym et al., 1956). Prítomnosť dachsteinských vápencov na Muránskej planine potvrdil Bystrický (1959).

Dachsteinské vápence majú cyklickú sedimentáciu so znakmi vynorenia, ktorou sa v minulosti podrobne zaoberal napr. Fischer (1964) v oblasti Severných Vápencových Álp, ale aj Borza (1977) v oblasti Muránskej planiny. Borza (l.c.) tu vyčlenil 3 členy sedimentárneho cyklu. Cyklus sa začína skrytou diskordanciou na vápencoch, ktoré predstavujú konečný člen predchádzajúcej cyklotémy. Nasledujúci člen, označovaný ako „člen A“, tvorí výplne vertikálnych, ojedinele aj vrstevných puklín alebo dutín vzniknutých krasovým rozpúšťaním, čo indikuje vynorenie sedimentačného priestoru nad hladinu a jeho následnú subsidenciu. „Člen A“ tvoria najmä červené slienité vápence, vápencové brekcie a konglomeráty a tmavosivé mikritické vápence. „Člen B“ reprezentujú intertidálne až supralitorálne sedimenty, kde sú zaraďované vápencové rytmity (stromatolity, resp. loferity), klastické dolomity (resedimentované loferity), sivé dolomity a červené vápence. Hlavným členom cyklickej sedimentácie je posledný člen – „člen C“, zastúpený sivými až tmavosivými vápencami, miestami s obsahom megalodontov (obr. 5 a 6). Vápence člena C sú tenkolavicovité až hrubolavicovité (25 – 150 cm), ale predovšetkým často masívne. Vápence sú veľmi silne náchylné na krasovatenie a viaže sa na ne veľká časť podzemných priestorov v priestore Muránskej planiny. V masíve Šajby sú to evidentne jaskyne Dielik, Jaskyňa č. 110 – Za Dielikom a jaskyne na Pasekách – Husleho, Husleho 2, 3, 4, 5, 6 a Prepad v ceste.

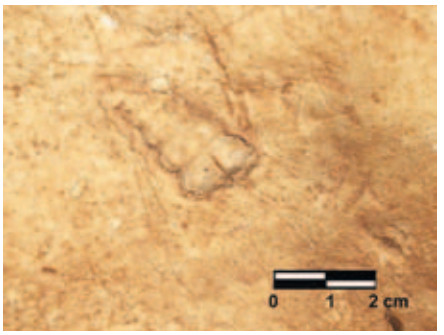
Dachsteinské vápence zistené v jaskyni Dielik sú mikroskopicky prevažne mikritické, s fenestrálnymi štruktúrami, vyplnenými hrubším čírym sparitom. V najvrchnejšom člene dachsteinských vápencov v oblasti Priepastky, križovatky vetiev a Siene fosílií v jaskyni Dielik je možné na niektorých miestach pozorovať aj bohaté akumulácie makrofosílií megalodontov veľkosti 5 – 15 cm (obr. 5 a 6). Megalodonty v dachsteinských vápencoch boli určené ako *Neomegalodon complanatus* (GÜMB.) (Kochanová 1962 ex Andrusov a Samuel eds., 1985) alebo priamo z jaskyne ako *Neomegalodon triqueter dolomiticus* Frech, resp. *Neomegalodon* cf. *triqeter dolomiticus* Frech z jaskyne Dielik (Vlček, 2004). Ojedinelý je výskyt



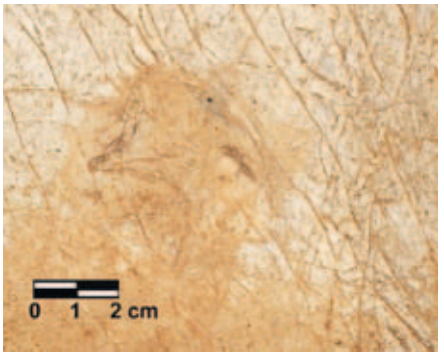
Obr. 5. Kontúry lastúrnikov Megalodontaceae na stene jaskyne v blízkosti križovatky Vodnej vetvy a Vetvy kopáčov. Foto: L. Vlček
Fig. 5. Contour of lamellibranchiatas Megalodontaceae on the wall in the cave, near the intersection of branches Vodná vetva and Vetva kopáčov. Photo: L. Vlček



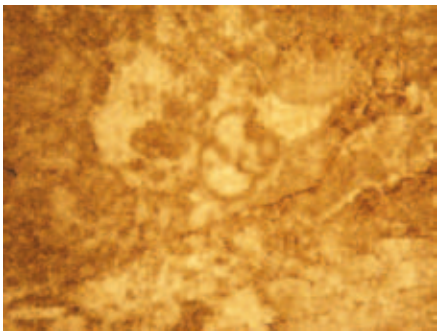
Obr. 6. Vypreparovaná kontúra schránky megalodonta v Sieni fosílií. Foto: J. Pavlík
Fig. 6. The contour of Megalodont´s shell in the Sieň fosílií Hall. Photo: J. Pavlík



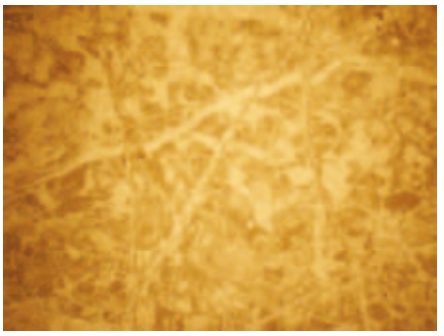
Obr. 7. Kontúra trochošpirálne vinutej schránky ulitníka na stene chodby nad Priepastkou. Foto: L. Vlček
Fig. 7. Contour of trochospiral winded conch of gastropod on the wall in the roof part of Priepastka. Photo: L. Vlček



Obr. 8. Kontúra neidentifikovaného lastúrnika na stene chodby nad Priepastkou. Foto: L. Vlček
Fig. 8. Contour of unidentificated lamellibranchiat on the wall in the roof part of Priepastka. Photo: L. Vlček



Obr. 9. Vzorka *D-1*, dachsteinský vápenec s foraminiferou *Agathamina* sp., zv. 100 ×. Foto: L. Vlček
Fig. 9. Sample *D-1*, Dachstein limestone with foraminifera *Agathamina* sp., 100 × enlarged. Photo: L. Vlček



Obr. 10. Vzorka *D-3*, grainstone štruktúra dachsteinského vápenca, zv. 32 ×. Foto: L. Vlček
Fig. 10. Sample *D-3*, Dachstein limestone – grainstone structure, 32 × enlarged. Photo: L: Vlček

ulitníka s trochošpirálne vinutou schránkou pretiahnuto kónického tvaru (obr. 7) v strope vrchnej prítokovej vetvy do Priepastky a fragmentov schránok veľkých neidentifikovaných ulitníkov (obr. 8).

Kvartérne sedimenty

Kvartérne sedimenty v okolí jaskyne tvoria svahové sutiny zložené z úlomkov steinalmských vápencov a údolné sedimenty doliny Lehotského potoka. Povrchové tvary sú poznačené antropogénnym presunom svahovín počas budovania železničnej trate Tisovec – Revúca v rokoch 1940 – 1944, ako aj vojenskej obrannej pozície v roku 1944.

V jaskyni sú kvartérne sedimenty reprezentované alochtónnymi ílmi a hlinami s mikroskopickými zrnami kremeňa a šupinkami sľúd, nekrasovými štrkmi derivovanými z veporického kryštalinika budujúceho protiľahlý svah doliny a autochtónnou sutinou. Sedimentárna výplň jaskyne podrobne dokumentuje polycyklický vývoj vypĺňania priestorov fluviálnymi sedimentmi. Touto situáciou sa na príklade Chodby slimákov podrobne zaoberali Hutka a Vlček (2005), ktorí tu objavili a opísali nezvyčajne bohatú akumuláciu schránok ulitníkov *Helix pomatia* Linné holocéneho veku.

Zvláštnu kapitolu medzi kvartérnou výplňou jaskyne tvoria chemogénne sedimenty. Miestami pomerne bohatá sintrová výzdoba tu často zastiera dôležité geologické prvky. Najčastejšou formou sintrových speleotém sú pevné sintrové kôry a gravitačné sintre, vhodné na rádioizotopové datovanie, ktoré však boli miestami antropogénne deštruované. Menej častý je hrudkovitý alebo pórovitý málo spevnený sinter svetlej farby, pokrývajúci steny alebo tvoriaci medzivrstvičky v piesočnato-hlinitej sedimentárnej výplni dna chodieb.

ZOZNAM A OPIS ŠTUDOVANÝCH VZORIEK

Pri štúdiu litológie v jaskyni Dielik sa analyzovanlo 12 odobratých vzoriek skalných hornín. Z výbrusov štyroch z nich sa vyhotovili digitálne fotografie pod 32-násobným a 100-násobným zväčšením.

*Vzorka **D-1**:* dachsteinský vápenec: Sieň fosílií, päta pravej steny; odber: L. Vlček 6. 3. 2005
*Výbrus **D-1**:* svetlosivý packstone až grainstone s jemným kalcitovým žilkovaním, obsahuje foraminifery a zriedkavé úlomky lastúrnikov. Na obr. 9 vidieť celkovú štruktúru horniny, v strede výbrusu aglutinovanú foraminiferu *Agathamina* sp.

*Vzorka **D-2**:* dachsteinský vápenec: križovatka vetiev, pravá stena Vodnej vetvy oproti ústiu Vetvy kopáčov; odber: L. Vlček, J. Pavlík 6. 3. 2005
*Výbrus **D-2**:* svetlosivý packstone až grainstone s jemným kalcitovým žilkovaním, obsahuje foraminifery, zriedkavé litoklasty a úlomky lastúrnikov

*Vzorka **D-3**:* steinalmský vápenec: vchod do jaskyne, päta pravej steny; odber: L. Vlček 6. 3. 2005
*Výbrus **D-3**:* svetlosivý diageneticky rekryštalizovaný packstone až grainstone, s obsahom peloidov a bioklastov (echinodermové články), mikroskopicky bez jednoznačného rozdielu v porovnaní s výbrusmi ***D-1***, ***D-2***. Na obr. č. 10 vidieť celkovú štruktúru horniny pri 32-násobnom zväčšení.

*Vzorka **D-4**:* bioklastický organogénny dachsteinský vápenec: Priepastka, ľavá stena blízko tektonického kontaktu so steinalmskými vápencami; odber: L. Vlček 6. 8. 2005. *Výbrus:* nemá

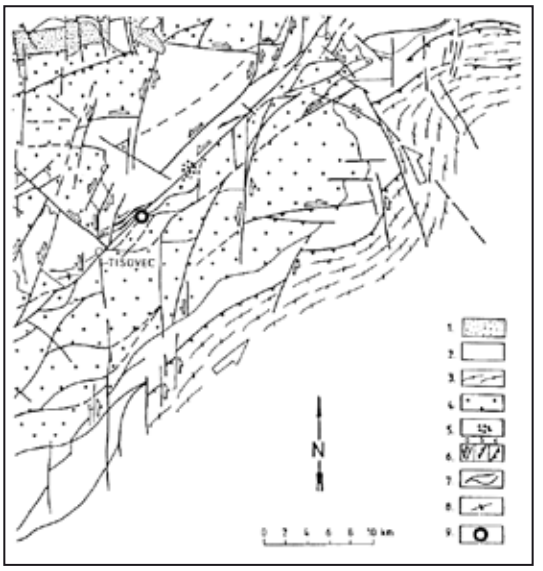
TEKTONICKÉ POMERY

Podľa Kováča a Plašienku (eds., 2003) bola počas strednej kriedy vo veporskom pásme Centrálnych Západných Karpát aktívna sinistrálna transpresná tektonika, ktorá generovala vznik významných pozdĺžnych zlomových zón JZ – SV až ZJZ – VSV smeru (osrblianska zlomová zóna, pohorelská zlomová zóna s paralelným muránsko-divínskym a zdychavským zlomovým systémom), členiacich veporikum na ľubietovské, krakľovské, kráľovohoľské a kohútske pásmo (zónu). Všetky tieto systémy sú paleoalpínske, so sinistrálnou zložkou pohybu. Nejavia indície neogénnej reaktivizácie. Muránsky zlom, prebiehajúci len niekoľko desiatok metrov východne od vchodu do jaskyne Dielik, je jedným z najvýraznejších pozdĺžnych zlomových systémov v Západných Karpatoch. Zlom bol aktívny predovšetkým počas vrchnej kriedy a spodného paleogénu (Marko, 1993).

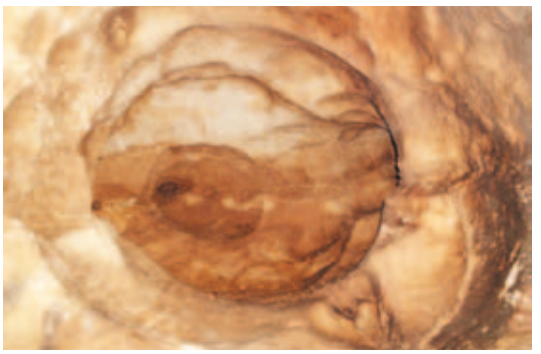
Marko (l. c.) uvádza tri kompresné fázy, teda aj hlavné štádiá generovania zlomových štruktúr na skúmanom území (zóne muránskeho zlomu). Za najstaršiu fázu zaznamenanú na tektonických zrkadlách je považovaná S – Z (SSZ – JJV) kompresia. Transpresná strižná zóna SV – JZ smeru bola umiestnená v kryštalinickom fundamente (muránsky zlom ako taký vtedy ešte neexistoval) a kompresné napätia sa relaxovali prevažne pohybmi pozdĺž S – J syntetických sinistrálnych strihov.

Druhú, mladšiu kompresnú fázu charakterizovali SV – JZ kompresné podmienky, ktoré vyvolali transtenziu na muránskej zlomovej zóne. Napätia sa uvoľňovali sinistrálnymi smernými posunmi a šikmými posunmi pozdĺž syntetických strihov paralelne so strižnou zónou SV – JZ smeru. Počas tejto fázy (asi medzi vrchnou kriedou a eocénom) sa z muránskej tektonickej zóny vyvinul samostatný zlom (muránsky zlom s. s.) ako povrchový prejav dynamiky už dlhšie fungujúcej duktílnej strižnej zóny. Napätia sa tiež uvoľňovali pozdĺž S – J antitetických dextrálnych strihov. V dôsledku sinistrálneho smerného posunu na zlome boli pozdĺž neho prerušené, posunuté a vlečené staršie priečne štruktúry V – Z smeru.

Posledná, tretia kompresná fáza mala V – Z smer kompresie a sprevádzala ju S – J extenzia. Na odkryvoch sa produkty tejto fázy zaznamenali len menej často, čo svedčí o jej nižšej intenzite. Rotácia napäťového poľa počas tejto fázy spôsobila kinematickú inverziu a muránsky zlom sa stal dextrálnym smerným posunom. Marko (l. c.) predpokladá, že



Obr. 11. Dnešná tektonická situácia okolia jaskyne Dielik. Podľa Marka (1999), upravené. Legenda: 1 – neogénne sedimenty, 2 – mezozoické a vrchnopaleozoické jednotky, 3 – spodnopaleozoické jednotky gemerika, 4 – kryštalinické komplexy, 5 – dolomitická brekcia s terigénnou matrix, 6a – smerný posun, 6b – spätný násun, 6c – prešmyk, 7 – disjunktívne kontakty, 8 – osi vrás, 9 – poloha jaskyne Dielik
Fig. 11. Today fault pattern in the surroundings of Dielik Cave. After Marko (1999), modiffied. Legend: 1 – Neogene sediments, 2 – Mesozoic and Upper Palaeozoic units, 3 – Lower Palaeozoic complexes of Gemeric Unit, 4 – crystalline complexes, 5 – dolomitic breccia with terigeneous matrix, 6a – strike slip, 6b – reverse fault, 6c – overthrust, 7 – disjunctive contacts, 8 – mesoscale fold axis, 9 – Dielik Cave



Obr. 12. Stropná kupola vzniknutá zmiešanou koróziou na výraznej subvertikálnej poruche kontaktu dvoch litotypov (144/86°). Foto: L. Vlček
Fig. 12. The roof cupole, originated by mixed corosion on the dominant subvertical failure of litotype contact (144/86°). Photo: L. Vlček

Obr. 13. Korózne komíny a stropné kupoly vzniknuté na subvertikálnej poruche (110/77°) v Priepastke. Foto: L. Vlček
Fig. 13. Corosion chimneys and roof cupolas created on subvertical fault (110/77°) in Priepastka. Photo: L. Vlček

v týchto napäťových podmienkach boli zlomy V – Z smeru reaktivizované ako poklesy. Súčasná štruktúrno-geologická situácia územia je zachytená na priloženej mape (obr. 11).

Podľa situácie zistenej v jaskyni Dielik možno predpokladať, že pozdĺž muránskeho zlomu došlo k zaklesnutiu a vyzdvihnutiu viacerých horninových megablokov. Kontakt dachsteinských a steinalmských vápencov na lokalite je sprostredkovaný zlomom smeru 234 – 56° (obr. 12). Takýto smer (JZ – SV) má väčšina z najvýznamnejších porúch v jaskyni, smerovo ekvivalentných s priebehom muránskeho zlomu. Priamo pozdĺž týchto porúch sú vyvinuté jaskynné chodby, hlavne v hlbšej časti jaskyne, v zaklesnutom bloku dachsteinských vápencov. Významný je systém porúch SZ – JV smeru (obr. 13), napr. Chodba slimákov, Vstupná chodba, prítokový sifón, Sieň fosílií; ale zaznamenalo sa aj niekoľko chodieb vyvinutých pozdĺž S – J alebo V – Z štruktúr. V – Z poruchu v závere Vstupnej chodby možno považovať za sinistrálny strih, pozdĺž ktorého došlo k odhodeniu staršej pukliny 61/88°, na ktorej je vyvinutá chodba oproti Chodbe slimákov. Iné prejavy dynamiky tektonických štruktúr sa v jaskyni nepozorovali. Smery a orientácie štruktúrno-geologických porúch sú znázornené v histogramoch na obr. 14.

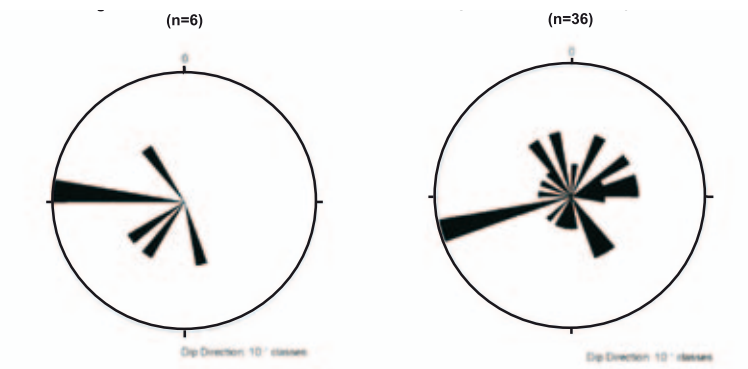
Kým v horninovom bloku budovanom dachsteinskými vápencami je smer priebehu chodieb paralelný s orientáciou štruktúrnych porúch, zaujímavé je, že v bloku steinalmských vápencov zväčša nie sú jaskynné chodby vytvorené pozdĺž tektonických štruktúr, ale kolmo alebo šikmo pretínajú ich osi. Takúto situáciu možno sledovať vo viacerých jaskyniach, hlavne v ponorovej zóne pomerne silných povrchových vodných tokov. V hlbšom bloku dachsteinských vápencov ide takmer vždy o osovú korešpondenciu chodieb s tektonickými štruktúrami.

POZNÁMKY KU GENÉZE JASKYNE NA ZÁKLADE DOTERAJŠÍCH GEOLOGICKÝCH POZNATKOV

Podľa geologickej situácie zistenej v jaskyni možno konštatovať, že tektonické porušenie horninového masívu v bezprostrednej blízkosti muránskeho zlomu dalo základný predpoklad na infiltráciu povrchových vôd do masívu Šajby. V dvoch megablokoch odlišnej horninovej náplne, v ktorých sa vyvinula jaskyňa Dielik, možno pozorovať aj odlišnú intenzitu tektonického porušenia. V bloku steinalmských vápencov je porušenie omnoho intenzívnejšie, preto tu vznikli aj priestory väčších rozmerov, ktorých vývoj sa viaže na systém niekoľkých porúch sledovateľných na ich stenách (Vstupná chodba). V bloku dachsteinských vápencov sa jaskynné chodby vyvinuli v smere identickom so smerom štruktúrnych porúch. Vyznačujú sa menšími rozmermi a zákonitou viazanosťou na poruchy subvertikálneho priebehu. Relatívne väčšie priestory vznikli na miestach križovania dvoch alebo vzácne viacerých takýchto porúch. Zvláštnym prípadom je Sieň fosílií v závere vodnej vetvy, ktorá z JV nadväzuje na prítokovú chodbu vytvorenú pozdĺž tektonickej štruktúry 135/81°. V tejto sieni nie je viditeľná žiadna tektonická predispozícia jej vzniku, no je pravdepodobné, že šlo o subvertikálnu poruchu SZ – JV smeru, vyznievajúcu smerom do nadložia.

Zo štruktúrno-geologického hľadiska sa v jaskyni najzložitejšie javí priestor Priepastky, vyvinutý priamo v zóne kontaktu spomínaných dvoch horninových megablokov. Tento priestor je prestúpený množstvom tektonických porúch subvertikálneho priebehu, rôzneho smeru. Horninový kontakt má charakter zlomu 144/86°. Na túto poruchu nadväzujú ďalšie, hlavne SZ – JV a SSV – JJZ smeru. Na nich sú vytvorené malé prítokové kanály, vyznievajúce neprielezne po niekoľkých metroch.

V blízkosti muránskej zlomovej línie sa nachádza viacero jaskýň, spomínaných v tejto súvislosti aj v práci Vlček a Hutka (2005), napr. Priepasť Javorina (Mitter, 1972), Husleho jaskyňa s menšími jaskyňami v jej okolí (Vlček et al., 2006), ale aj najdlhšia jaskyňa Muránskej planiny Bobačka (napr. Kováč a Merta, 1993). Zaujímavé by bolo urobiť geologický prieskum aj na týchto lokalitách a porovnať zistené štruktúrno-geologické pomery navzájom medzi jednotlivými lokalitami. V blízkom okolí jaskyne Dielik sa nachádza



Obr. 14. Štruktúrne diagramy – histogramy vrstevnatosti a tektonických porúch v jaskyni
Fig. 14. Structure diagrams – histograms of bedding planes and tectonic failures in the cave

24 m hlboká Priepasť Šajba (Kámen, 1972), vyššie vo svahu položená Jaskyňa č. 110 – Za Dielikom a plytko nad bázou doliny južne od vyvieračky Paseky 200 m dlhá Husleho jaskyňa s jaskyňami Husleho 2, 3, 4, 5, 6 a Prepad v ceste, ako aj prejavmi povrchového skrasovatenia (závrty, prepadliská, iniciálne depresie). Z veľkej časti ide pravdepodobne o bývalé ponorové jaskyne, vytvárané vodným tokom pritekajúcim z oblasti muránskej zlomovej zóny a protiľahlého kryštalinického masívu (Vlček a Hutka, 2005). Týmto lokalitám by bolo vhodné v budúcnosti venovať všestrannú odbornú pozornosť.

ZÁVER

Počas riešenia práce sme dospeli k niekoľkým zisteniam, ktoré komplikujú doterajšiu predstavu o geologickom zložení skúmaného horského masívu. Z výsledkov výskumu vyplynulo, že jaskyňa vznikla v prostredí značne nehomogénneho horninového masívu. Hlavným faktorom jej vzniku bolo tektonické porušenie masívu zlomami a systémom puklín. Menej dôležitým geologickým prvkom podmieňujúcim vznik priestorov, ale výrazne ovplyvňujúcim ich morfológiu boli inhomogenity plôch vrstevnatosti. Dôležitými diskontinuitami, na ktorých sa vytvárali jaskynné priestory, sú aj plochy kontaktu litologicky odlišných hornín, avšak na kontakte dvoch typov krasových hornín na takáto speleogenéza prejavuje len menej výrazne. V jaskyni Dielik sa na území budovanom strednotriasovými steinalmskými vápencami zistila prítomnosť tektonicky zaklesnutého bloku vrchnotriasových dachsteinských vápencov. Túto eventualitu sa nám podarilo evidentne lokalizovať v podzemí, kde je jasne viditeľný tektonický prechod medzi dvomi druhmi vápencov. Ide tu o tektonický kontakt steinalmských a dachsteinských vápencov. V tomto prípade sa priamo na ploche ich styku vytvorila jaskynná chodba. Medzi jednotlivými litotypmi je pozorovateľná len jediná kontaktná plocha (144/86°), priamo na ktorej sa vytvorila jaskynná chodba. Priestory jaskyne sa viažu na subvertikálne poruchy najmä JZ – SV, smerovo zodpovedajúce blízkemu muránskemu zlomu, a SZ – JV smeru. Menej významné priestory sa vyvinuli aj na priečnych poruchách S – J a V – Z smeru. Kým v bloku steinalmských vápencov sú chodby vytvorené na komplikovanej sieti tektonických štruktúr, v bloku budovanom dachsteinskými vápencami sú smery chodieb determinované smerovaním výrazných subvertikálnych porúch. Prítomnosť prúdiacej (menej aj infiltračnej) vody pozdĺž preexistujúcich porúch dala základ vzniku a vývoju jaskynných priestorov a ich neskoršiemu vyplňaniu sedimentmi. Opisovaná podzemná lokalita je dnes semiaktívnou fluviokrasovou jaskyňou v štádiu opakovaného zapĺňania priestorov sedimentmi a ich následnou evakuáciou. Prieskum niektorých ďalších jaskýň v masíve Šajby potvrdil ich existenciu v dachsteinských vápencoch, čo obmedzilo ich výskyt v oblasti medzi sedlom Dielik a Pasekami.

LITERATÚRA

Andrusov, D. – Samuel, J. (eds.) 1983. Stratigrafický slovník Západných Karpát (1). GÚDŠ, Bratislava, 1–440.

Bella, P. – Holúbek, P. 1999. Zoznam jaskýň na Slovensku (stav k 31. 12. 1998). Dokumenty Ministerstva životného prostredia Slovenskej republiky, Ekopress, Bratislava, 1–268.

Bella, P. – Hlaváčová, I. – Holúbek P. 2007. Zoznam jaskýň Slovenskej republiky (stav k 30. 6. 2007). SMOPaJ – SSJ – SSS, Liptovský Mikuláš, 1–364.

Borza, K. 1977. Cyklická sedimentácia dachsteinských vápencov Muránskej planiny. Geologické Práce – Správy, Geologický Ústav Dionýza Štúra, Bratislava, 67, 23–52.

Bystrický, J. 1959. Príspevok ku stratigrafii muránskeho mezeozoika. Geologické práce, Zošit, ŠGÚDŠ, Bratislava, 56, 1–53.

Bystrický, J. 1972. Faziesverteilung der mittleren und oberen Trias in den Westkarpaten. Mitt. Ges. Geol. Bergbaustud. Österr., Innsbruck, 21, 1–2, 289–310.

Fischer, A., G. 1964. The Lofer Cyclothems of the Alpine Triassic. In Merriam, D. F. (ed.): Symposium on Cyclic Sedimentation, Kansas Geological Survey, Topeka, Kansas, 107–149.

Hutka, D. – Vlček, L. 2005. Zaujímavá akumulácia schránok ulitníkov Helix pomatia Linné, 1758 v sedimentoch jaskyne Dielik na Muránskej planine. In Kochjarová, J. – Uhrin, M. (eds.): Reussia, Časopis Správy Národného parku Muránska planina, ŠOP SR, Revúca, 2, 2, 197–202.

Kámen, S. 1958. Muránsky a Tisovský kras. Slovenský kras, Martin, 1, 99–105.

Kámen, S. 1971. Tisovský a Muráňsky kras. Opis povrchových a podzemných krasových javov a prírodných geologických zaujímavostí. Manuskript, Archív Slovenského múzea ochrany prírody a jaskyniarstva, Liptovský Mikuláš, 1–60.

Kámen, S. 1954. Jaskyňa Dielik. Pôdorysná mapa jaskyne, Archív Slovenského múzea ochrany prírody a jaskyniarstva, Liptovský Mikuláš.

Klinec, A. 1976. Geologická mapa Slovenského rudohoria a Nízkych Tatier 1:50 000, Slovenské rudohorie – stred, Nízke Tatry – východ. Geologický ústav Dionýza Štúra, Bratislava.

Kodym, O. – Dvořák, J. – Bukovanská, M. 1956. Zpráva o geologickém výzkumu v okolí Tisovce na Slovensku (List spec. mapy Revúca – 4564/1). Geologické práce, Zprávy, Bratislava, 7, 154–158.

Kollárová–Andrusovová, V. 1961. Amonoidné hlavonožce z triasu Slovenska. Geologický zborník Slovenskej akadémie vied, Vydavateľstvo Slovenskej akadémie vied, Bratislava, 12, 2, 203–260.

Kovařík, J. – Kužvart, M. – Pouba, Z. 1955. Zpráva o geologickém mapování v okolí Tisovce a Muráně. Zprávy o geologických výzkumech v r. 1954, ÚÚG, Praha, 56–57.

Kováč, L. – Merta, K. 1993. Najnovšie objavy v jaskyni Bobačka. Slovenský kras, Martin, 29, 179–183.

Kováč, M. – Plašienka, D. (eds.) 2003. Geologická stavba oblasti na styku Alpsko-Karpatsko- Pannónskej sústavy a priľahlých svahov Českého masívu. Univerzita Komenského v Bratislave, Bratislava, 1–85.

Krystin, L. – Lein, R. – Mello, J. – Riedel, P. – Piller, W. 1990. „Tisovec Limestone" – an example of the problems of litostratigraphic coreletion between the Northern Calcareous Alps and the Central West Carpathians. In Minaříková, D. – Lobitzer, H. (eds.): Thirty years of geological cooperation between Austria and Czechoslovakia. Federal Geological Survey & Geological Survey, Vienna – Prague, 125–136.

Maliak, J. 1912. Tisovské vrchy, doliny a potoky. Domácnosť a škola – časopis rodinný a učiteľský, Ilok, 2, 12, 303–308.

Maliak, J. 1998. Tisovec v minulosti. Reedícia. Mestské kultúrne stredisko, Tisovec, 1–103.

Marko, F. 1993. Kinematics of Muráň fault between Hrabušice and Tuhár village. In Rakús, M. – Vozár, J. (eds.): Geodynamický model a hlbinná stavba Západných Karpát. GÚDŠ, Bratislava, 253–261.

Mello, J. 1979. Sú tzv. vyššie subtatranské príkrovy a silický príkrov súčasťou gemerika? Mineralia slovaca, Bratislava, 11, 3, 279–281.

Mitter, P. 1972. Priepasť Javorina. Slovenský kras, Martin, 10, 125–128.

Mitter, P. 1975. Geomorfológia Muránskej planiny a Švermovského hrdla. Slovenský kras, Martin, 12, 131–165.

Pouba, Z. 1951. Geologie střední části Muráňské plošiny. Sborník ÚÚG, Praha, 28, 273–300.

Soták, J. 1990. Stratigrafia a litológia vápencového komplexu ložiska Tisovec. Manuskript, Geoprieskum, Spišská Nová Ves, 1–15.

Šulek, M. 1803. Topographia oppidi privilegiati Tiszóltz cum adnexa eidem officina ferraria caesareo – regia ... Pars III § 1–4. [Topografia výsadného mestečka Tisovca s k nemu pripojenou cisársko–kráľovskou železiarňou.] — Prepis dokumentu, archív Správy Národného parku Muránska planina, Revúca, 1–46.

Vlček, L. 2004. Predbežná správa o nálezе fosílnej fauny Megalodontaceae v jaskyni Dielik na Muránskej planine. Aragonit, Liptovský Mikuláš, 9, 21–23.

Vlček, L. 2006. Geologické mapovanie a výskum podzemných krasových javov a ich význam pri riešení geologickej stavby vybraných lokalít Západných Karpát (Muránska planina, Nízke Tatry). Diplomová práca, Katredra geológie a paleontológie, Prírodovedecká fakulta Univerzity Komenskáho, Bratislava, 1–149.

Vlček, L. – Hutka, D. 2005. Zaujímavý nález fluviálne abradovaného zubu mamuta (Mamuthus sp.) v riečnych sedimentoch jaskyne Bobačka. In Uhrin, M. (ed.): Reussia, ŠOP SR, Revúca, 2, 4, 1–10.

Vlček, L. – Hutka, D. – Pavlík, J. 2006. Zhodnotenie pol storočia speleologického prieskumu lokality Dielik (Muránska planina). Spravodaj Slovenskej speleologickej spoločnosti, Liptovský Mikuláš, 37, 2, 18–23.

Vojtko, R. 2000. Are the tectonic units derived from the Meliata-Hallstatt through incorporated into the tectonic structure of the Tisovec Karst? (Muráň karstic plateau, Slovakia). Slovak Geological Magazine, Bratislava, 6, 4, 335–346.

Zoubek, V. 1955. Předběžná zpráva o výzkumu oblasti západního ukončení muráňského příkrovu. Zprávy o geologických výzkumech v roku 1954, ÚÚG, Praha, 204–207.

SPODNOJURSKÁ VÝPLŇ PALEOKRASOVEJ DUTINY V RIMAVSKEJ KOTLINE

Ľudovít Gaál

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

Ľ. Gaál: Lower Jurassic fill in the paleokarst cavity in the Rimavská Basin

Abstract: The Lower Jurassic fill of paleokarst cavity was documented in the Upper Triassic Dachstein limestone in the Rimavská Basin in the west of the Slovak Karst. The cavity in the karstified limestone slope has an elliptic shape with the axis length of 44 m and 35 m. The fill consists of light grey and red Hierlatz limestone with Crinoidea and with limestone breccias on its northern end. Some fallen blocks of Dachstein limestone occur in the cavity fill. Also some fissure fillings (neptunian dykes) are found near the filled cavity described by Bystrický (1960, 1964) and Rakús & Sýkora (2001). Both fills originated probably by abrasional processes of the Jurassic sea after emergence of territory in the Triassic-Jurassic boundary. Hiatus and some breccias are known in several parts of the Slovak Karst and neighbouring tectonic areas (Hronicum, Tatricum, Veporicum) from this time. The abrasional karst with caves and crevices was covered by transgression of sea in the Middle Toarcian. The age of cave fill may be about 180 Ma. This Jurassic abrasional sea karst can be classified (according to Bosák, Ford & Głazek 1989) as later exhumed buried karst, but without rejuvenization.

Key words: paleokarst cavity, Hierlatz limestone, Dachstein limestone, Jurassic sea, abrasional karst

ÚVOD

Jaskyne, tak ako všetky živé i neživé zložky prírody, vznikajú, dozrejú, starnú a nakoniec zaniknú. Jaskyne môžu zanikať rôznymi prírodnými procesmi, ako napr. úplnou chemickou denudáciou krasovej horniny počas dlhých geologických dôb, odrezaním podzemného priestoru eróziou doliny, zrútením stropu alebo vyplnením podzemných priestorov sedimentmi. Táto posledná forma zániku jaskyne je relatívne najhodnotnejšia, pretože umožňuje získať obraz o veľkosti pôvodnej dutiny, ale aj o charaktere vypĺňajúcich usadenín, ktoré nám prezrádzajú okolnosti sedimentácie, napríklad spôsob uloženia, vtedajšiu klímu, zdroj sedimentov a pod.

Takýto prípad sa podarilo zdokumentovať na území Rimavskej kotliny, v tesnom susedstve Slovenského krasu. Na brehoch riečky Muráň sa v dachsteinských vápencoch južne od Meliaty nachádza niekoľko teliesok červených vápencov jury, v literatúre označovaných ako výplne trhlín (Bystrický, 1960, 1964) alebo neptunické dajky (Rakús a Sýkora, 2001). Stredno- a vrchnotriasové vápence silicika v tejto oblasti vychádzajú na povrch medzi obcami Meliata a Bretka v podobe tzv. šupiny Bretky (Gaál a Mello, 1983).

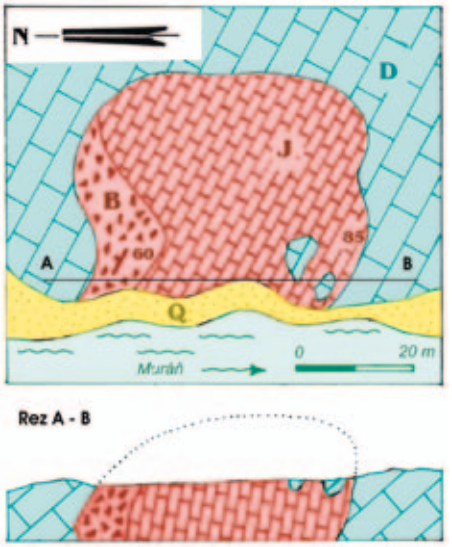
OPIS PALEODUTINY PRI MELIATE

Podrobnejším prieskumom lokality sa zistilo, že na pravom brehu riečky skutočne ide o výplne trhlín v podobe neptunických dajok (prejavuje sa vo vertikálnom bralnatom výstupe vápencov), ale na ľavom brehu jurské vápence s najväčšou pravdepodobnosťou vytvárajú výplň mohutnej krasovej dutiny, ktorá je takmer zo všetkých strán uzatvorená dachsteinskými vápencami. Z tohto dôvodu sme výplň dutiny zdokumentovali dňa 23. 6. 2006 spolu s Igorom Balciarom.

Teleso jurského vápenca vystupuje na povrch v škrapovitom svahu v lesnom poraste nad úzkym lesným chodníkom na ľavom brehu Muráňa, 1,1 km na JJV od južného okraja obce Meliata (obr. 1). V zmysle geomorfologického členenia Slovenska (Mazúr a Lukniš, 1978) lokalita leží v geomorfologickej oblasti Lučensko-košická zníženina, celku Juhoslovenská kotlina, podcelku Rimavská kotlina a v časti Licinská pahorkatina.

Západný okraj telesa je pokrytý kvartérnymi riečnymi nánosmi. Keďže však neptunická dajka na pravom brehu riečky je z oboch strán zreteľne ohraničená dachsteinskými vápencami, môžeme konštatovať, že predmetná výplň dutiny na ľavom brehu priamo nesúvisí s dajkou, teda je s najväčšou pravdepodobnosťou uzavretá aj zo západnej strany, pod kvartérnym pokryvom. Výplň dutiny má elipsoidný tvar s dĺžkou severnej osi 44 m a východnej 35 m (obr. 2). Tvoria ju červené a svetlosivé jurské krinoidové vápence hierlatzského typu, ktoré sú na severnom okraji uložené v smere 120° so sklonom 65° k SV a na južnom konci v smere 115° so sklonom 85° k SSV. Úložné pomery okolitých dachsteinských vápencov sú mierne odlišné, ich smer je približne V – Z a generálny sklon celej šupiny Bretky je okolo 43° k severu (podobné úložné pomery sú merateľné na ľavom brehu riečky Muráň oproti Meliatskej jaskyni, kde sa prejavuje hrubolavicovitá vrstevnatosť dachsteinských vápencov). Na severnom konci paleodutiny sa vyskytujú aj brekcie v hrúbke okolo 10 m (obr. 3). Ich ostrohranné úlomky pozostávajú spravidla zo svetlosivých jurských vápencov, tmel je tiež jurský, karbonátový, červenkastej alebo fialovej farby. Brekcie smerom dovnútra dutiny cez polohu svetlosivých krinoidových

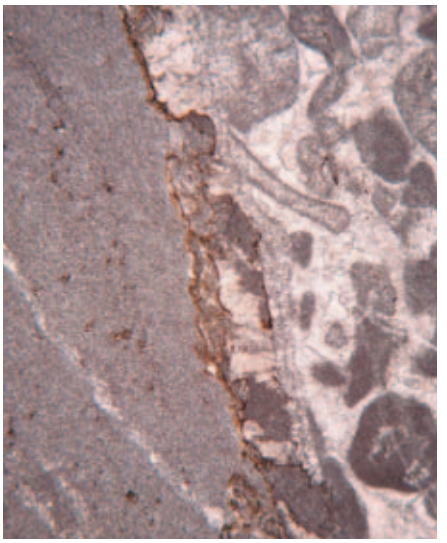
Obr. 1. Geografická poloha jurskej paleokrasovej dutiny (označená hviezdičkou)
Fig. 1. Geographic position of the Jurassic paleokarstic fill (marked by star)



Obr. 2. Náčrt paleokrasovej dutiny pri Meliate. Zostavil Ľ. Gaál. Vysvetlivky: D – dachsteinské vápence (vrchný trias), J – hierlatzské vápence (výplň paleokrasovej dutiny, spodná jura), B – vápencové brekcie (spodná jura), Q – riečne sedimenty (kvartér)
Fig. 2. Sketch of paleokarst cavity near Meliata. Compiled by Ľ. Gaál. Explanations: D – Dachstein limestone (Upper Triassic), J – Hierlatz limestone (paleokarst cavity fill, Lower Jurassic), B – limestone breccia (Lower Jurassic), Q – river sediments (Quaternary)

vápencov prechádzajú do prevažne červených krinoidových vápencov hierlatzského typu, ktoré tvoria prevažnú časť výplne paleodutiny. Miestami sa v nich nachádzajú aj väčšie bloky dachsteinských vápencov, ktoré v dutine zrejme reprezentujú zrútené balvany zo stropu alebo z bokov. Na južnom konci je styk jurských vápencov s dachsteinskými vápencami ostrý. Tento styk sa podarilo zachytiť aj vo výbruse pod mikroskopom (obr. 4). Styčná línia medzi hierlatzskými a dachsteinskými vápencami odzrkadľuje pôvodnú korodovanú stenu dachsteinských vápencov, na ktorej sa vyzrážala tenká limonitová kôra. Neskôr následkom tlakového namáhania došlo k stylolitizácii (tlakovému rozpúšťaniu) styčnej línie. Usmernená textúra mikritu jurského vápenca je orientovaná na styčnú plochu s dachsteinskými vápencami v uhle 37°. Mikrofáciou svetlých a fialovočervených krinoidových vápencov je mikrit až biomikrit s bioklastmi echinodermát, najmä ľalioviek, sporadicky aj schránok lastúrnikov, ulitníkov, foraminifer a juvenilných amonitov (obr. 5). Vo výplne dajky na druhej strane riečky sa vyskytujú aj schránky belemnitov. Hornina miestami obsahuje aj drobné kremenné zrnká, čo svedčí o určitom vplyve kontinentu. Brekcie na severnom okraji výplne pozostávajú z mierne rekryštalizovaného, zle triedeného biointrasparitu, miestami s mikritovými až pelmikritovými šmuhami a sporadicky s drobnými, zle opracovanými úlomkami kremeňa.

Mikrofáciou okolitej horniny, čiže dachsteinského vápenca, je biointrasparit s dobre opracovanými bioklastmi a intraklastmi. Ide o dobre triedený a premývaný materiál prirífového prostredia. M. Rakús a M. Sýkora (2001) z jurskej výplne udávajú aj výskyt amonitov *Phylloceras* sp., *Hildoceras* gr. *sublevisoni* FUC., *H.* cf. *lusitanicum* MEISTER, *Harpoceratinae* ex gr. a *Dactylioceras* sp., ktoré poukazujú na strednotoarkský vek. Nie je však jasná presná lokalizácia výskytu, autori uvádzajú ich odber z „menšej dajky na ľavom brehu".



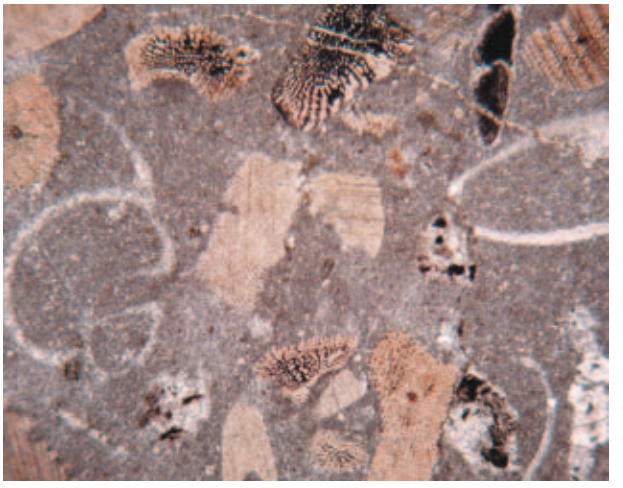
Obr. 4. Mikroskopický obraz styku jurských mikritových vápencov (vľavo) s biointrasparitom dachsteinských vápencov (vpravo). Zväčšené 40 x. Foto: Ľ. Gaál
Fig. 4. Mikrophoto of the contact of Jurassic micritic limestone (left) with biointrasparite of Dachstein limestone (right). Magn. 40 x. Photo: Ľ. Gaál

Menšia výplň jurských hierlatzských vápencov uprostred súboru dachsteinských vápencov sa nachádza aj južne od Liciniec (Gaál a Mello, 1983). Vzhľadom na škrapovitý výstup jurských vápencov na tejto lokalite na takmer horizontálne položenej rovine sa nedá jednoznačne určiť, či ide o výplň uzavretej dutiny alebo vertikálnej trhliny (neptunickej dajky).

KONZEKVENCIE PRE OKOLITÚ GEOLOGICKÚ STAVBU

Podľa sklonu vrstiev jurských vápencov v paleodutine pri Meliate môžeme zrekonštruovať aj sklon okolitých dachsteinských vápencov v dobe opätovného zanorenia do mora. Rozdiel medzi úklonom jurských vápencov vo výplni a okolitými dachsteinskými vápencami predstavuje 22° až 42° (v severnej a južnej strane dutiny), podľa výbrusu v južnej časti 37°, priemerne teda 34°. Približne pod takým uhlom boli naklonené dachsteinské vápence počas vyplnenia jaskyne jurskými vápencami (pochopiteľne za predpokladu, že sa jurské vápence v dutine usadili vodorovne). Znamená to, že vynorenie dachsteinských vápencov bolo s najväčšou pravdepodobnosťou spôsobené miernym rotačným naklonením mohutného bloku na okraji karbonátovej plošiny. Takéto naklonenie, tzv. tilting, nastáva spravidla na zakrivených, tzv. listrických zlomoch, na vytvorenie ktorých poskytli vhodné prostredie plastické spodnotriasové (verfénske) bridlice v podloží hrubej rigidnej stredno- a vrchnotriasovej karbonátovej dosky. V prospech takého naklonenia karbonátového bloku svedčí aj skutočnosť, že kým severná časť bloku, t. j. oblasť pri Drnave (Bleskového prameňa), Lúčke, Miglinca a Meliaty, bola v spodnom liase vynorená, neďaleko ležiace južnejšie partie (oblasť Bohúňova) zostali pod morskou hladinou. Dokazuje to plynulý prechod rétskych zlambašských vrstiev do liasových allgäuských vrstiev pri Bohúňove. Na dvíhanie morského dna, vynáranie časti biohermných vápencov a čiastočnú eróziu, ktorá spôsobila nerovnosti na ich povrchu, poukazuje aj J. Mello (in Mello a kol., 1997). Podľa neho jurské vápence medzi Drnavou a Lúčkou po prerušení sedimentácie evidentne nasadajú na rozoklaný povrch útesových vápencov, často do hlbokých rozsadlín vo forme neptunických dajok. Známe sú odtiaľto aj okolo 4 m hrubé polohy brekcií, ktorých vek podľa M. Rakúsa a M. Sýkoru (2001) je sinemur. Dôkazy o vynorení karbonátových masívov najvyššieho triasu a spodnej

Obr. 3. Vápencové brekcie na severnom okraji paleokrasovej dutiny. Foto: Ľ. Gaál
Fig. 3. Limestone breccia on the northern end of paleokarst cavity. Photo: Ľ. Gaál



Obr. 5. Mikrofotografia echinodermovo-molluskového biomikritu hierlatzských vápencov v paleokrasovej výplni. Zväčšené 40 x. Foto: Ľ. Gaál
Fig. 5. Mikrophoto of biomicrite with Echinodermata of Hierlatz limestones on the paleokarstic fill. Magn. 40 x. Photo: Ľ. Gaál

jury sa vyskytujú aj v iných častiach Západných Karpát, najmä v hroniku, tatriku, veporiku (v jednotke Veľkého Boku), ale zdvihy sú opísané aj zo Severných Vápencových Álp.

Tieto tektonické nepokoje sa zaraďujú do starokimerskej tektonickej fázy. Ich predzvesťou boli zrejme aj oscilačné pohyby s následným vznikom endostratických brekcií v dachsteinských vápencoch na Muránskej planine.

DISKUSIA O GENÉZE PALEODUTINY

Podľa tvaru a charakteru výstupu izolovanej, pomerne veľkej, jurskými vápencami vyplnenej elipsoidnej dutiny s brekciami na ľavom brehu riečky Muráň sa dá predpokladať, že dutina pôvodne predstavovala abráznu jaskyňu, vytvorenú abráznou činnosťou mora v pobrežných dachsteinských vápencoch. Na druhej strane pomerne úzka vertikálna výplň dajky na pravom brehu riečky pritom mohla pôvodne predstavovať otvorenú trhlinu čiže rozsadlinu. Takéto rozsadliny na okrajoch strmých svahov a skalných stien vznikajú gravitačným odklonom okrajových blokov s výškou steny niekoľko desiatok metrov. Najpravdepodobnejšie sa teda javí predpoklad, že lokalita pri Meliate je pozostatkom abrázneho pobrežia s dutinami a rozsadlinami. Koncom triasu, pred 203 mil. rokov, sa územie na určitý čas vynorilo z mora a začalo sa vytvárať abrázne pobrežie s niekoľko desiatok metrov vysokými klifmi. V strmých bralnatých stenách vápencových klifov v počiatočnom štádiu vznikli gravitačné rozsadliny, následne v nich však vlnobitie vytvorilo abrázne dutiny a jaskyne. Steny jaskýň a dutín mohli byť korodované krasovou cestou za podmienok subtropickej klímy, ale tvoriaca sa sintrová výplň v nich bola pravdepodobne zničená abráziou mora, pretože ani v teréne, ani pod mikroskopom sa žiadne stopy po sintroch nenašli. Podobné rozsadliny a abrázne jaskyne na karbonátových pobrežiach morských oblastí sa bežne nachádzajú aj v súčasnosti (obr. 6).

Menej pravdepodobná je alternatíva, že ide o ďalšie typy pobrežných jaskýň. Fluviokrasové jaskyne vznikajú spravidla v neskoršom štádiu predovšetkým na miestach vyústenia podzemných tokov do mora, kde sa následkom miešania sladkej a slanej vody zvyšuje jej korózna schopnosť. V podmienkach subtropickej klímy obsahujú spravidla bohatšiu sintrovú výplň, stopy po nej sa však v oblasti Meliaty nezaznamenali. Je tiež málo pravdepodobné, že opísaná paleokrasová dutina pôvodne predstavovala zvyšok jaskyne typu *„flank margin“*, opísaného napr. z Bahám (Roth et al., 2006), Nového Zélandu alebo z Mikronézie (Mylroie et al., 2005). Jaskyne tohto typu vznikajú vo freatických podmienkach prúdenia sladkej vody v prímorských karbonátových horninách, pri vyústení do mora sa priestory rozširujú zmiešanou koróziou morskej a sladkej vody a pri následnom výstupe sa stávajú inaktívnymi, vytvárajú pospájané úrovne a ich predné časti sú odrezané abráznou činnosťou a ústupom okrajovej steny.

Obr. 6. Súčasná abrázna perforácia pobrežného klifu na ostrove Okinawa (Japonsko). Foto: Ľ. Gaál
Fig. 6. Present abrasional perforation of coastal cliff in Okinawa Island (Japan). Photo: Ľ. Gaál

Predmetná abrázna jaskyňa pri Meliate aj s okolitými rozsadlinami zanikla koncom liasu, keď po opätovnom poklese pod morskú hladinu bol príbrežný krasový reliéf čiastočne rozrušený. Rozsadliny, krasové dutiny a nerovnosti skrasovateného povrchu pobrežia sa vyplnili jemným vápnitým kalom neritického morského pásma (do hĺbky okolo 200 m), čiastočne aj brekciami po abráznej činnosti mora.

Opísaný paleokrasový fenomén pri Meliate môžeme v zmysle P. Bosáka, D. C. Forda a J. Głazeka (1989) klasifikovať ako pochovaný kras (*„buried karst“*), ktorý bol neskoršie exhumovaný, avšak k jeho rejuvenizácii už nedošlo. Pretože celý krasový cyklus zanikol transgresiou liasového mora, reprezentuje úplnú krasovú periódu, ktorá je podľa doterajších poznatkov najstaršia na území Slovenského krasu, ale aj na Slovensku. Môžeme približne zistiť aj dĺžku trvania tejto krasovej periódy. Jej spodnú hranicu reprezentuje rét, ktorý je podľa foraminifer a konodontov najmladším doloženým členom vrchnotriasových vápencov silicika (Kozur, 1973; Gażdzicki, Kozur a Mock, 1979), a vrchným časovým ohraničením je podľa amonitov z výplne trhlín severovýchodne od opísanej dutiny stredný toark (Rakús a Sýkora, 2001). Chýba teda jedna amonitová zóna z najvyššej časti rétu a zo spodnej jury celý hetanž, sinemur, pliensbach a spodná časť toarku. Reprezentuje to dobu približne 24 mil. rokov. Opísaná jaskyňa pochádza z konca tejto krasovej periódy, jej vek teda môžeme datovať na stredný toark, čo znamená okolo 180 mil. rokov.

ZÁVER

Opísaná výplň abráznej paleodutiny reprezentuje dosiaľ najstaršie obdobie vzniku jaskýň nielen v Slovenskom krase, ale aj na Slovensku. Pochádza z obdobia konca spodnej jury (stupeň toark), čo znamená, že sa vytvorila pred cca 180 mil. rokov. Lokalita má preto mimoriadny vedecký význam a poskytuje informácie aj o tektonických pohyboch v spodnej jure. Ochrana lokality je dostatočne zabezpečená, pretože leží na území prírodnej rezervácie Prielom Muráňa v okrese Rožňava.

LITERATÚRA

Bosák, P. – Ford, D. C. – Głazek, J. 1989. Paleokarst as a problem. In Bosák, P. – Ford, D. C. – Głazek, J. – Horáček, I. (eds.): Paleokarst. A systematic and regional review. Prague, 23–32.

Bystrický, J. 1960. Niekoľko poznámok o jure Slovenského krasu. Geologické práce, Zprávy 18, Bratislava, 39–47.

Bystrický, J. 1964. Slovenský kras. Stratigrafia a Dasycladaceae mezozoika Slovenského krasu. Bratislava, 1–204.

Gaál, Ľ. – Mello, J. 1983. Nové údaje o stratigrafii triasových vápencov západnej časti silického príkrovu a ich odraz v tektonickej stavbe. Mineralia slovaca, Bratislava, 15, 4, 303–330.

Gażdzicki, A. – Kozur, H. – Mock, R. 1979. The Norian-Rhaetian boundary in the light of micropaleontological data. Geologija – Rozpr. in Poročila 22, 1, Ljubljana, 71–112.

Kozur, H. 1973. Beiträge zur Stratigraphie von Perm und Trias. Geol. Paläont. Mitt., 3, 3, Innsbruck, 1–31.

Mazúr, E. – Lukniš, M. 1978. Regionálne geomorfologické členenie SSR. Geografický časopis, 30, Bratislava, 101–125.

Mello, J. – Elečko, M. – Pristaš, J. – Reichwalder, P. – Snopko, L. – Vass, D. – Vozárová, A. – Gaál, Ľ. – Hanzel, V. – Hók, J. – Kováč, P. – Slavkay, M. – Steiner, A. 1997. Vysvetlivky ku geologickej mape Slovenského krasu 1 : 50 000. Bratislava, 1–255.

Mylroie, J. R. – Mylroie, J. E. – Jenson, J. W. – Maccracken, R. S. 2005. Fresh-water lens anisotropy and flank margin cave development, Fais Island, FSM. GSA Denver Annual Meeting, Paper 27-3.

Rakús, M. – Sýkora, M. 2001. Jurassic of Silicicum. Slovak Geological Magazine, 7, 1, Bratislava, 53–84.

Roth, M. J. – Mylroie, J. E. – Mylroie, J. R. – Ersek, V. – Ersek, C. C. – Carew, J. L. 2006. Flank margin cave inventory of the Bahamas. In Davis, R. L. – Gamble, D. W. (eds.): Proceedings of the 12th Symposium on the Geology of the Bahamas and other carbonate regions. San Salvador, Bahamas, 153–161.

NOVÉ POZNATKY O HYDROGRAFII JASKYNE ŠTEFANOVÁ (NÍZKE TATRY, DEMÄNOVSKÁ DOLINA)

Dagmar Haviarová

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

D. Haviarová: The new knowledge to the hydrography of Štefanová Cave (Low Tatra Mts., DemänovskáValley)

Abstract: Štefanová Cave represents very important fluviokarstic cave in the Demänovská Valley. The cave was discovered in 1953, further great discoveries were realized in 2007. New underground spaces discoveries allowed realization of further researches. The results of tracing tests and conductivity measurements brought new information about hydrography of the Štefanová Cave. The tracing tests were realized during 2007, in two independent periods. The bacteriophages were used as a special biological tracer. The aim of the first tracing test was to prove underground hydrological connection between Štefanová Cave and Demänovská Cave of Liberty. The bacteriophages were applied to the siphon of the Jazerný Dome in the Štefanová Cave. Water samples were taken from the underground Demänovka Stream in the Demänovská Cave of Liberty (4 sampling places) and from the surface Demänovka Stream (2 sampling places). The bacteriophages were first detected in water samples from the Pekelný Dome, about 100 – 130 minutes after their application. The positive results were detected consecutively on all sampling places of underground Demänovka Stream. The bacteriophages weren't detected only in the water samples from the surface Demänovka Stream. The aim of the second tracing test was to prove hydrological connection between Zadná voda Stream and Štefanová Cave. The results of tracing test confirmed this connection.

Key words: Štefanová Cave, Demänovka Stream, Zadná voda Stream, tracing test, bacteriophages

ÚVOD

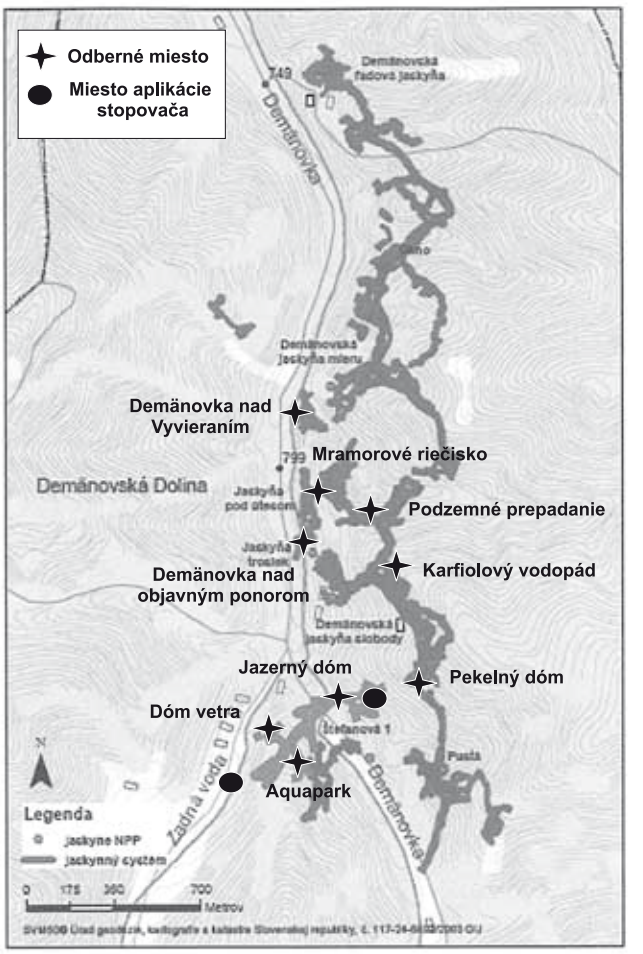
Demänovská dolina rozprestierajúca sa na severných svahoch Nízkych Tatier patrí k najvýznamnejším krasovým územiam Slovenska. V doline sa v súčasnosti nachádza najdlhší jaskynný systém na Slovensku (Demänovský jaskynný systém s dĺžkou presahujúcou 35 km), ale aj veľa ďalších speleologicky významných lokalít. Jednou z nich je jaskyňa Štefanová Nové priestory v tejto jaskyni zdokumentované po jednom z najväčších súčasných objavov v Demänovskej doline zo dňa 20. 1. 2007 (Herich, 2007) ju zaradili medzi najvýznamnejšie speleologické lokality Demänovskej doliny. Novoobjavené priestory ponúkli možnosť realizácie viacerých výskumných aktivít, ktorých výsledky pomôžu dotvoriť komplexný obraz o vzniku, vývoji a charaktere jaskyne, ale aj spresniť genézu ponorovej časti Demänovského jaskynného systému. Jednou z prvých výskumných činností v novoobjavených priestoroch boli dve stopovacie skúšky, ktoré v roku 2007 zrealizovala Správa slovenských jaskýň v spolupráci s miestnymi jaskyniarmi (jaskyniarsky klub Demänovská Dolina), podieľajúcimi sa na speleologickom prieskume jaskyne.

Príspevok v stručnosti prezentuje charakter, rozsah a základné výsledky obidvoch stopovacích skúšok, ktoré pomohli bližšie objasniť hydrografiu ponorovej zóny Zadnej vody v prepojení na jaskyňu Štefanová.

ZÁKLADNÁ CHARAKTERISTIKA LOKALITY

Jaskyňa Štefanová sa nachádza na pravej strane Demänovskej doliny, južne od vyústenia Štefanovej dolinky. Vchod jaskyne leží v nadmorskej výške 857 m, 9 m nad občasným povrchovým tokom Demänovky. Jaskynné priestory pokračujú popod dno doliny smerom do masívu Stodôlky. Jaskyňa bola objavená už v roku 1953 (Droppa, 1972). Ďalšie väčšie objavy prišli v rokoch 1991 a 1992 (Holík, 1993), keď jej dĺžka vzrástla z 205 m na 1552 m. Najväčšie objavy v jaskyni čakali na jaskyniarov až do januára 2007 (Herich, 2007), keď sa v masíve Stodôlky začali odkrývať rozsiahle podzemné priestory. Súčasná dĺžka jaskyne presahuje 4400 m. Presná metráž sa stále priebežne upravuje podľa aktuálnych výsledkov meračských prác.

Národná prírodná pamiatka jaskyňa Štefanová je vytvorená v gutensteinských vápencoch krížňanského príkrovu. Podrobný opis morfológie, sedimentárnej výplne a hydrológie podzemných priestorov jaskyne, ktoré boli známe do roku 1996, podávajú P. Bella a P. Holúbek (1996). V príspevku sa venujú aj problematike genézy jaskyne. Jaskyňa Štefanová reprezentuje fluviokrasovú jaskyňu s niekoľkými menšími vodnými tokmi. Jaskyňa sa formovala vo viacerých vývojových štádiách. Jej podzemné priestory vy-



Obr. 1. Situačná mapka – poloha jaskyne Štefanová voči Demänovskému jaskynnému systému s lokalizáciou odberných miest a miest aplikácie stopovača. Spracoval P. Gažík, D. Haviarová
Fig. 1. Situation map – location of the Štefanová Cave towards the Demänová Cave System with localization of sampling places and places of tracer application. Complited by P. Gažík, D. Haviarová

tvorili ponorné alochtónne vodné toky Demänovky a Zadnej vody tečúce vo vadóznej polohe (Bella a Holúbek, 1996), ktoré na svoje zahlbovanie využívali existujúce štruktúrno-tektonické diskontinuity. Smer prúdenia podzemných vôd vo veľkej miere podmieňuje sklon medzivrstevných plôch karbonátových hornín na SV.

S genézou jaskynných priestorov sa spája aj existencia miestnych autochtónnych tokov. Aj v súčasnosti jaskyňou preteká niekoľko menších vodných tokov. Najväčší z nich s prietokom niekoľko desiatok l/s preteká novoobjavenými priestormi jaskyne. Dominantou staršie objavených priestorov je unikátne jazero Jaskyniarsky sen, ktoré púta pozornosť predovšetkým množstvom a rôznorodosťou akvatických sintrových foriem. V jaskyni sa nachádza aj niekoľko ďalších jazier a zatiaľ neprekonaných vodných sifónov.

Hydrologickú situáciu na povrchu lokality dotvára alochtónny tok Zadnej vody, ktorá priteká z nekrasového územia a tvorí hlavný ľavostranný prítok povrchovej Demänovky. V krasovej časti povodia Zadnej vody sa priamo v jej koryte nachádzajú ponory, ktoré môžu časť povrchových vôd odvádzať do podzemia. Prepojenie Zadnej vody s podzemnou Demänovkou v Demänovskej jaskyni slobody (DJS) bolo zatiaľ overované formou dvoch stopovacích skúšok. Prvá stopovacia skúška z roku 1984 za použitia indikátora ***Licopodium olavatum*** (Droppa a Klaučo, 1984) bola neúspešná, druhá stopovacia skúška s pozitívnym výsledkom na základe rádioindikačných meraní sa realizovala v roku 1988 (Sluka a kol., 1988; Sluka, 2000).

STOPOVACIE SKÚŠKY V JASKYNI

Stopovacie skúšky v jaskyni v roku 2007 sa vykonali s cieľom potvrdiť teóriu o komunikácii Zadnej vody s jaskyňou Štefanová a dokázať jej podzemné hydrologické prepojenie s Demänovskou jaskyňou slobody. Vzhľadom na prítomnosť vodného zdroja Vyvieranie v Demänovskej doline (zdroj pitnej vody pre mesto Liptovský Mikuláš, zachytávajúci časť vôd podzemnej Demänovky z jaskyne Vyvieranie) sa ako stopovač použili morské bakteriofágy H40/1, ktorých hostiteľským kmeňom je morská baktéria ***Pseudoalteromonas gracilis***. Spomínané fágy nie sú schopné interagovať s baktériami žijúcimi v sladkých vodách, a tak nepredstavujú žiadne riziko pre človeka a životné prostredie (Gillmann, 2007). Nevýhodou stopovacej skúšky s takto použitým stopovačom je potreba laboratórneho spracovania vzoriek. V čase odberov tak nie je možné priamo v jaskyni identifikovať prítomnosť fágov v odoberaných vzorkách.

Stopovacie skúšky na lokalite prebehli v dvoch samostatných etapách. Prvá etapa bola zameraná na dokázanie podzemného hydrologického prepojenia jaskyne Štefanová s Demänovskou jaskyňou slobody. Cieľom druhej etapy bolo overiť komunikáciu Zadnej vody s jaskyňou Štefanová. Každej skúške predchádzala príprava fágovej suspenzie, ktorú zabezpečil spolu s následnou analýzou odobratých vzoriek Ústav fyziológie hospodárskych zvierat SAV v Košiciach pod odborným vedením doc. P. Pristaša. Rovnako dôležitý bol výber odberných miest a zvolenie intervalu odberov. Odbery zabezpečili pracovníci Správy slovenských jaskýň za výdatnej pomoci členov jaskyniarskeho klubu Demänovská Dolina.

1. etapa stopovacej skúšky

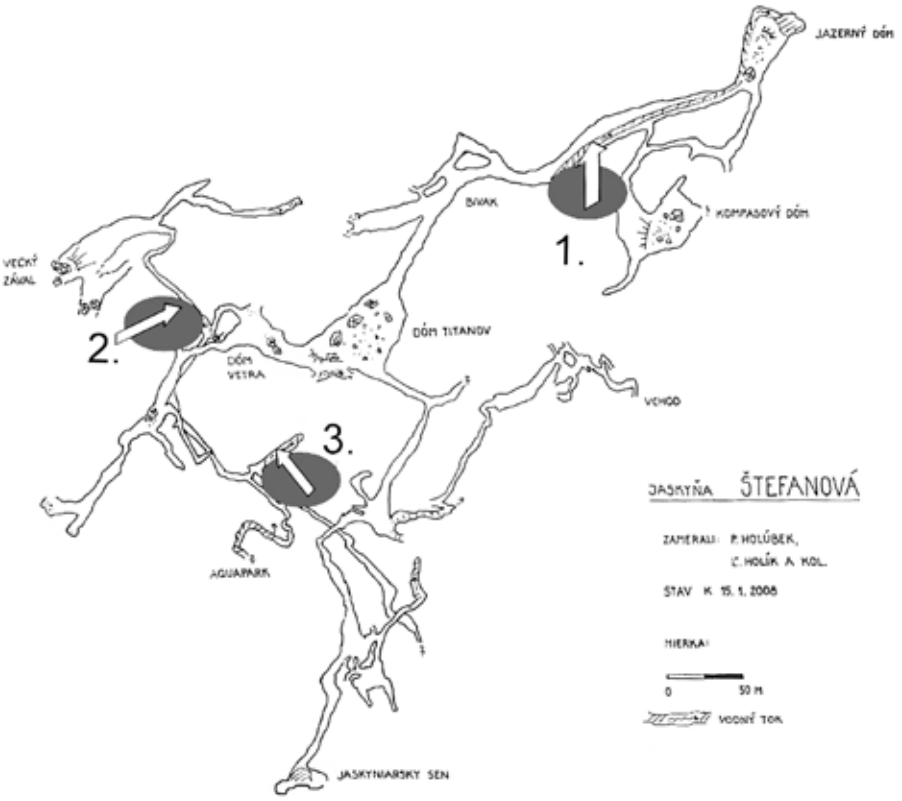
S realizáciou prvej etapy stopovacej skúšky sa začalo 24. 10. 2007 o 18.30. Fágová suspenzia sa jednorazovo aplikovala v odtokovom sifóne Jazerného dómu v jaskyni Štefanová. Za odberné miesta sa zvolili 4 lokality v Demänovskej jaskyni slobody (podzemná Demänovka v Pekelnom dóme, pod Karfiolovým vodopádom, v Podzemnom prepadaní a v Mramorovom riečisku). Vzhľadom na výsledok staršej stopovacej skúšky (Sluka, 2000), keď sa pri stopovaní Zadnej vody identifikoval prienik podzemnej Demänovky nad Pekelným dómom do povrchového toku Demänovky nad jej sútokom s vodami z Vyvierania, sa odbery počas skúšky robili aj na povrchu. Odberné miesta na povrchovej Demänovke boli lokalizované nad Objavným ponorom a nad jej sútokom s vodami z Vyvierania. Odbery vzoriek sa realizovali podľa vopred naplánovaného harmonogramu, ktorý počítal s kontinuálnymi odbermi v polhodinových a neskôr hodinových intervaloch počas 24 hodín na všetkých odberných miestach. 26., 27. a 28. 10. 2007 sa vykonali ešte jednorazové kontrolné odbery. Celkovo bolo počas skúšky odobratých a zanalyzovaných 214 vzoriek vody. V prípade pozitívnej detekcie fágov vo vzorke sa stanovila aj ich kvantita.

2. etapa stopovacej skúšky

Druhá etapa stopovacej skúšky prebehla 5. 12. 2007. Za odberné miesta boli vybraté tri lokality v novoobjavených častiach jaskyne Štefanová s aktívnym vodným tokom a s rozdielnym stupňom ich mineralizácie, na čo poukázali výsledky merania mernej elektrickej vodivosti EC (tab. 1). Išlo o priestor Aquaparku, Dómu vetra a Jazerného dómu (obr. 2). Stopovač sa aplikoval do toku Zadnej vody v časti, kde vstupuje na krasové územie. Odbery podľa vopred stanoveného harmonogramu zabezpečovali v jaskyni tri samostatné tímy. Zvolený 15-, 30- a neskôr 60-minútový interval počas 15 hodín mal byť dostatočnou zárukou zachytenia stopovacích fágov vo vode. Z jaskyne sa počas skúšky odobralo 105 vzoriek vody určených na ďalšie laboratórne spracovanie.

Tab. 1. Namerané hodnoty elektrickej vodivosti vody (µS/cm) na vybraných lokalitách
Tab. 1. Measured values of electrical conductivity (µS/cm) in selected localities

Jaskyňa	Lokalita	25. 10. 2007	5. 12. 2007
Štefanová	1. Jazerný dóm	153	150
	2. Dóm vetra		61,5
	3. Aquapark		222
DJS – Demänovka	Pekelný dóm	271	270



Obr. 2. Lokalizácia odberných miest v jaskyni Štefanová. Topografický podklad: P. Holúbek, Ľ. Holík a kol., stav k 15. 1. 2008
Fig. 2. Localization of sampling places in the Štefanová Cave. Topography: P. Holúbek, Ľ. Holík and team, state to 15. 1. 2008

METODIKA STOPOVACÍCH SKÚŠOK

Na stopovanie sa v obidvoch prípadoch použila fágová suspenzia bakteriofágu H40/1 v objeme 8 litrov. Hostiteľské baktérie ***Pseudoalteromonas gracilis*** sa kultivovali v médiu SWB (Sea Water Broth). Ako tuhé kultivačné médium sa používalo to isté médium s prídavkom 15 g agaru na liter média. Príprava fágovej suspenzie spočívala v inokulácii 4 litrov SWB 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 takejto suspenzii bola 10^{10} na mililiter suspenzie (Pristaš, 2008a, 2008b). Početnosť fágov v odoberaných vzorkách sa zisťovala podľa postupu, v rámci ktorého sa k 1 ml vzorky vody pridalo 100 mikrolitrov čerstvo pripravenej kultúry ***Pseudoalteromonas gracilis*** a táto zmes sa inkubovala 15 minút pri izbovej teplote. Po tomto čase sa zmes naniesla na povrch kultivačnej platne s SWA médiom a prekryla sa 4 ml „soft" SWA agaru. Po stuhnutí média sa platne inkubovali pri izbovej teplote 24 hodín. Titer fágov sa vyrátal ako priemer z dvoch meraní pri najvyššom riedení fágov s počítateľnými počtami (Pristaš, 2008a, 2008b).

Vzorky vody sa odoberali do plastových odberných nádob s objemom 15 ml. Každá vzorka sa opísala a uložila do samostatného uzatvárateľného vrecúška. Všetky vzorky až do ich laboratórneho spracovania boli uložené v tme a v chlade. Prvotné laboratórne výsledky mali v obidvoch prípadoch skôr charakter informácie o tom, či sa stopovač vo vzorkách objavil alebo bol výsledok negatívny. Až ďalšie spracovania priniesli podrobnejšie výsledky týkajúce sa kvantifikácie fágov v jednotlivých vzorkách. Hustota odberov vzoriek v podstatnej miere ovplyvnila stanovenie časového intervalu prvej detekcie fágov vo vode a času ich maximálnej koncentrácie. V prípade väčšej hustoty odberov mohli byť získané výsledky ešte presnejšie. Bohužiaľ, realizácia odberov v kratšom intervale hlavne počas prvej etapy skúšky bola fyzicky nereálna, rovnako neúmerné zvýšenie počtu vzoriek by mohlo byť problémom v procese ich laboratórneho spracovania.

VÝSLEDKY STOPOVACÍCH SKÚŠOK

V rámci prvej etapy stopovacej skúšky sa pozitívny výsledok zistil na všetkých štyroch odberných miestach z podzemnej Demänovky. Negatívne boli len vzorky odoberané z Demänovky na povrchu. Nepotvrdil sa tak výsledok staršej stopovacej skúšky na Zadnej vode (Sluka, 2000), podľa ktorej došlo k prieniku vody z podzemnej do povrchovej Demänovky nad Pekelným sifónom. Príčinou odlišného výsledku však môže byť rozdielna hydrologická situácia v čase vykonania obidvoch stopovacích skúšok. Súčasné stopovacie skúšky na rozdiel od skúšok z roku 1988 sa robili za pomerne nízkych vodných stavov, napr. prietok podzemnej Demänovky v čase skúšok bol na základe hydrometrických prác stanovený len na 300 l/s.

Prvý pozitívny výsledok v odoberaných vzorkách sa získal z odberného stanovišťa v Pekelnom dóme. Kým vo vzorke odobratej po 100 minútach od aplikácie stopovača sa fágy vo vode ešte nenachádzali, nasledujúca vzorka odobratá po polhodinovom intervale bola už na fágy pozitívna. Teda fágy sa objavili v podzemnej Demänovke v priestoroch Pekelného dómu medzi 100 až 130 minútou od aplikácie stopovača. Časy objavenia sa stopovača na zvyšných troch lokalitách približuje tabuľka č. 2. Tabuľka zároveň udáva aj čas odberu vzorky, v ktorej sa stanovili maximálne počty fágov. Podľa získaných výsledkov bola na všetkých odberných miestach zachytená aj druhá vlna zvýšených koncentrácií fágov vo vode, ktorá mohla byť dôsledkom zrážkovej činnosti na povrchu a s ňou spojeného vytlačenia stopovacej vody z bočných krasových kanálov.

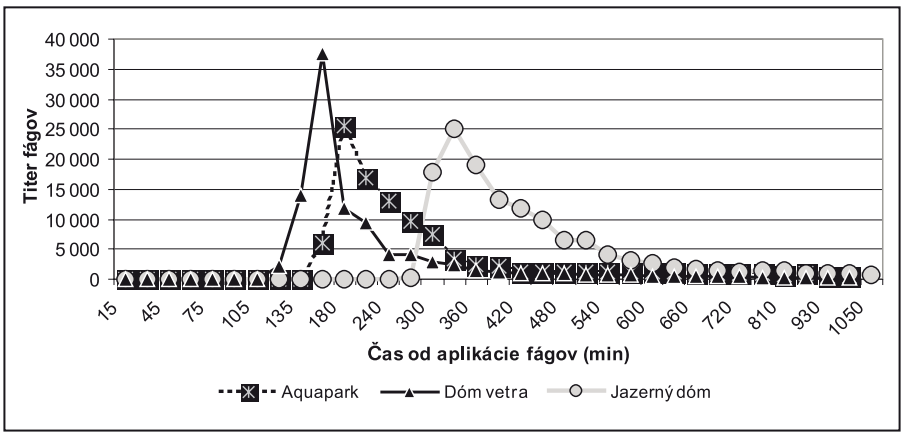
V prípade druhej etapy stopovacej skúšky sa pozitívny výsledok dosiahol na všetkých troch odberných miestach (tab. 3, obr. 3). Ako prvé sa fágy objavili v bezmennom vodnom toku Dómu vetra. Čas detekcie zodpovedal intervalu 105 až 120 minút od aplikácie fágovej suspenzie v Zadnej vode. Maximálna koncentrácia bola vo vzorke odobratej po 150 minútach od aplikácie suspenzie. Hydrologické prepojenie tejto lokality so Zadnou vodou sa dalo očakávať aj vzhľadom na nameranú hodnotu EC vody, ktorá poukazovala na jej alochtónny pôvod a zároveň bola najbližšie k hodnote EC Zadnej vody. Ako druhé v poradí sa fágy v podstatne nižších koncentráciách objavili na lokalite Aquapark medzi 135 až 150 minútou od ich aplikácie. Maximálna koncentrácia fágov na tomto mieste sa zachytila vo vzorke odobratej po 180 minútach od aplikácie suspenzie. Nameraná hodnota EC v tomto prípade nasvedčovala na autochtónny pôvod vôd, ktoré sú so zreteľom na pozitívny výsledok skúšky aj na tomto mieste sčasti nariedené Zadnou vodou. Ako posledný sa stopovač objavil v mieste odtokového sifónu Jazerného dómu, v čase medzi 240 a 270 minútou od aplikácie stopovača. Vzorka s maximálnou koncentráciou fágov bola odobratá po 330 minútach od ich aplikácie. Podľa hodnôt EC sa na tomto mieste pravdepodobne objavujú zmiešané vody z predchádzajúcich dvoch odberných miest. Stopovacia skúška v tejto etape tak nielenže potvrdila komunikáciu Zadnej vody s jaskyňou, ale zároveň bližšie vyšpecifikovala základné vzťahy medzi sledovanými bezmennými tokmi v novoobjavených priestoroch jaskyne.

Tab. 2. I. etapa stopovacej skúšky – časový priebeh výskytu fágov na jednotlivých odberných miestach
Tab. 2. Ist phase of tracing test – time course of phages occurrence in sampling localities

Odberné miesto (DJS – Demänovka)	Čas prvej detekcie fágov (od aplikácie) v odobratých vzorkách	Čas odberu vzorky (od aplikácie) s maximálnym obsahom fágov
Pekelný dóm	medzi 100 – 130 min	220 min
Karfiolový vodopád	medzi 140 – 170 min	290 min
Podzemné prepadanie	medzi 150 – 180 min	330 min
Mramorové riečisko	medzi 220 – 250 min	370 min

Tab. 3. II. etapa stopovacej skúšky – časový priebeh výskytu fágov na jednotlivých odberných miestach
Tab. 3. IInd phase of tracing test - time course of phages occurrence in sampling localities

Odberné miesto (Štefanová)	Čas prvej detekcie fágov (od aplikácie) v odobratých vzorkách	Čas odberu vzorky (od aplikácie) s maximálnym obsahom fágov
Aquapark	medzi 135 – 150 min	180 min
Dóm vetra	medzi 105 – 120 min	150 min
odtokový sifón Jazerného dómu	medzi 240 – 270 min	330 min



Obr. 3. II. etapa stopovacej skúšky – priebeh výskytu fágov na jednotlivých odberných miestach
Fig. 3. IInd phase of tracing test – course of phages occurrence in sampling localities

ZÁVER

Výsledky prezentovaných stopovacích skúšok doplnili informácie o hydrografii jaskyne Štefanová a komplikovaných pomeroch podzemného hydrologického systému Demänovskej doliny. Výsledky meraní EC potvrdili prítomnosť autochtónnych aj alochtónnych vodných tokov v jaskyni. V prípade alochtónnych vôd v novoobjavených priestoroch jaskyne sa dokázalo ich prepojenie s ponornými vodami Zadnej vody. Rovnako bola dokázaná existencia podzemného hydrologického prepojenia tejto jaskyne s Demänovskou jaskyňou slobody, a tým aj s celým Demänovským jaskynným systémom. Počas stopovacej skúšky čas medzi aplikáciou stopovača v Zadnej vode a jeho objavením sa v Pekelnom dóme Demänovskej jaskyne slobody zodpovedal približne 6 hodinám. Tento výsledok korešpondoval s výsledkom stopovacej skúšky z roku 1988 (Sluka, 2000), kedy rádioaktívny stopovač prešiel rovnakú trasu za necelých 5 hodín. Údaje o hydraulických gradientoch v rámci ponorovej zóny Zadnej vody a jaskyne, ktoré naznačujú spádové pomery vodných tokov, sa doplnia až po presnom zameraní jaskyne.

Poďakovanie: Touto cestou chcem poďakovať všetkým, ktorí sa za náročných podmienok aktívne podieľali na úspešnom priebehu obidvoch etáp stopovacích skúšok. Osobitne patrí vďaka Ľ. Holíkovi za cennú diskusiu v procese prípravných prác a výbere odberných miest v jaskyni Štefanová a doc. RNDr. P. Pristašovi, CSc., ktorý zabezpečil prípravu fágovej suspenzie a analýzu odobratých vzoriek. Účastníci I. etapy stopovacej skúšky: D. Haviarová, Ľ. Holík, P. Staník, L. Vlček, P. Osadský, M. Korček. Účastníci II. etapy stopovacej skúšky: D. Haviarová, Ľ. Holík, P. Staník, V. Papáč, I. Balciar, M. Rybanský, J. Matejíčka.

LITERATÚRA

Bella, P. – Holúbek, P. 1996. Jaskyňa Štefanová č. 1 v Demänovskej doline. Slovenský kras, 34, 91–99.
Droppa, A. 1972. Historiografia Demänovských jaskýň. Slovenský kras, 10, 94–101.
Droppa,V. – Klaučo, S. 1984. Mezozoikum SZ svahov Nízkych Tatier – hgp. Etapová správa čiastkovej úlohy, SGÚ Bratislava, IGHP Žilina – závod Bratislava.
Gillmann, A. 2007. Etude du comportement des substances particulaires et solubles dans le systeme karstique de la source de la Noiraigue. Travail de diplôme, Centre d'hydrogéologie, Université de Neuchâtel, 89 s.
Herich, P. 2007. Veľký objav v Štefanovke. Spravodaj SSS, 38, 1, 50.
Holík, Ľ. 1993. Štefanová 1. Spravodaj SSS, 24, 1, 19–22.
Pristaš, P. 2008a. Správa o výsledku stopovacej skúšky v povodí Demänovskej jaskyne. I. etapa, Manuskript, Archív SSJ, 9 s.
Pristaš, P. 2008b. Správa o výsledku stopovacej skúšky v povodí Demänovskej jaskyne. II. etapa, Manuskript, Archív SSJ, 7 s.
Sluka, M. a kol. 1988. Technická zpráva ze stopovacích zkoušek v Demänovské dolině, měření pomocí radioaktivních indikátorů, ÚVVVR, Praha, 13 s.
Sluka, M. 2000. Interpretácia stopovacích skúšok v povodí Demänovky z hľadiska speleologického prieskumu. In Bella, P. (ed.): Výskum, využívanie a ochrana jaskýň, 2. Zborník referátov, Liptovský Mikuláš, 112–119.

JASKYNE V ZORNOM POLI ZÁUJMU JÚLIUSA KÜRTIHO

Marcel Lalkovič

M. R. Štefánika 4/47, 043 01 Ružomberok; mlalkovic@zoznam.sk

M. Lalkovič: Caves in field of vision of Július Kürti

Abstract: Activities of J. Kürti, later keeper of the Liptov Museum in Ružomberok, who made effort to cognition of Liptov's caves, belong to those less known. Along with the Liskovská Cave, in which he was interested under the knowledge he obtained in 1874 from publication of B. Majláth, he paid attention also to other caves in Liptov. Except for the Demänovská Ice Cave, also other caves nearby came to his field of vision, including some caves near Malužiná. J. Kürti's activities are also connected with collecting activities, which he developed together with his brother and a part of which consisted of the material from caves. He continued in these activities also after museum establishment in 1912. Along with direct participation in several events, from the position of museum keeper he created a space for all that was obtained from local caves to be deposited in museum collections. It is his merit that caving thematic appeared in collections of the Liptov Museum much earlier than it became an essential matter of the Museum of Slovak Karst in Liptovský Mikuláš.

Key words: history of speleology, cave survey, excavations, cave collections, Liptov Museum

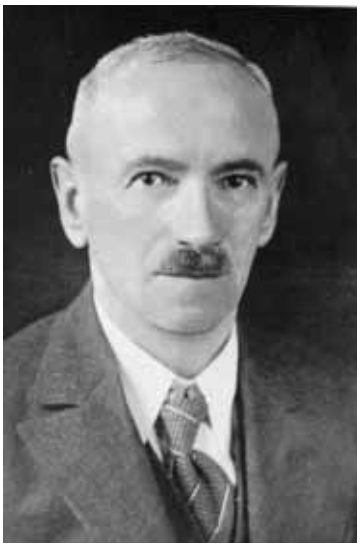
ÚVOD

Záujem o poznanie niektorých liptovských jaskýň v prípade Júliusa Kürtiho, jedného zo zakladateľov Liptovského múzea v Ružomberku, súvisí s koncom 19. a začiatkom 20. storočia. Patrí medzi málo známe jaskyniarske aktivity. Charakterom záujmu Kürti nepatril do kategórie tých, čo sa im venovali dlhodobo či pod vplyvom rôznych okolností usilovali sa inak poodhaliť tajomstvá jaskynného podzemia. V intenciách jeho zberateľského záberu mu išlo predovšetkým o poznanie blízkej Liskovskej jaskyne. Kürtiho záujem o iné liptovské jaskyne determinovala v značnej miere ich poloha voči miestu jeho bydliska, a preto nenadobudol taký charakter ako v prípade Liskovskej jaskyne.

Július Kürti sa narodil 29. decembra 1879 v Ružomberku, kde roku 1898 maturoval na gymnáziu. Krátko študoval právo na univerzite v Budapešti a v rokoch 1911 – 1912 zubotechniku vo Vroclave a Viedni. Po štúdiách pôsobil v Ružomberku ako zubný technik a zároveň sa venoval obchodu. S bratom Artúrom už od študentských čias zbieral známky, mince, hmyz, knihy i noviny. Pod názvom Alžbetínske múzeum ich v rokoch 1894 – 1898 sprístupňovali verejnosti. Roku 1912 založili Liptovskú muzeálnu spoločnosť – Liptovské múzeum v Ružomberku a ich zbierky sa stali základom múzea. Až do svojej smrti v júni 1938 účinkoval v múzeu ako kustód a neskôr jeho správca.

ROZSAH KÜRTIHO ZÁUJMU

Ako celok môžeme škálu záujmu J. Kürtiho o jaskyne vnímať v niekoľkých polohách. Pokiaľ sa usiloval poznať Liskovskú jaskyňu detailnejšie a v tejto súvislosti ju niekoľkokrát navštívil, bolo to azda preto, že sa stala známou vďaka výskumu a nálezom, o ktorých písal v roku 1874 B. Majláth. Neostal však iba pri



Július Kürti *1879 †1938

tom. Pravdepodobne pod dojmom, aký nadobudol prehliadkou jaskyne, usiloval sa neskôr rozšíriť svoje dovtedy neveľké vedomosti o tomto odbore. Poukazuje na to charakter jeho poznámok v archíve Liptovského múzea v Ružomberku. Popri staršej literatúre, ktorá sa týkala Liskovskej jaskyne či iných liptovských jaskýň, v jeho poznámkach nachádzame i zmienky o existencii ďalších a dovtedy neveľmi preskúmaných tunajších jaskýň. Z toho by sme mohli usudzovať, že sa v určitom období o problematiku jaskýň asi zaujímal detailnejšie, pričom okrem literatúry tu uvádzané informácie pravdepodobne pochádzali z miestnych zdrojov.

Napriek tomu, že Liskovská jaskyňa asi predstavovala objekt jeho dlhodobejšieho záujmu, v rozsahu svojich možností usiloval sa poznať aj niektoré ďalšie liptovské jaskyne. Okrem už vtedy verejnosti prístupnej Demänovskej ľadovej jaskyne, líšiacej sa od iných navyše svojou ľadovou výzdobou, do zorného poľa Kürtiho záujmu sa dostali aj niektoré jaskyne v jej okolí i jaskyne pri Malužinej. Dôvody, ktoré ho k tomu viedli, vyplynuli predovšetkým z jeho zberateľského záujmu; ten úspešne rozvíjal už dávno predtým a neskôr vyústil do vzniku múzea v Ružomberku.

Svoje poznatky o jaskyniach publikoval J. Kürti vo vtedajšej regionálnej a miestnej tlači. Jej prostredníctvom, ale aj v kontexte iných prameňov vieme si dnes vytvoriť predstavu o tom, v akých dimenziách sa na prelome 19. a 20. storočia práve Kürtiho pričinením vnímala otázka jaskýň v Ružomberku. Po zriadení tunajšieho Liptovského múzea našla táto problematika v značnej miere odraz aj v jeho múzejných zbierkach, a to oveľa skôr, než sa stala bytostnou záležitosťou Múzea slovenského krasu v Liptovskom Mikuláši.

LISKOVSKÁ JASKYŇA

V roku 1894 našli robotníci v pieskovej jame na Mníchu niekoľko lebiek a ľudských kostier. Nález, údajne súvisiaci s tunajšími bojmi v rokoch 1848 – 1849, pravdepodobne inšpiroval J. Kürtiho k tomu, že sa s Maxom Kufflerom a bratom Artúrom rozhodol v roku 1896 preskúmať priestory Liskovskej jaskyne. V tomto prípade mu nešlo ani tak o poznanie jej charakteru, ale zaujímali ho prípadné nálezy z vykopávok, do ktorých sa tu pustili, ako sa o tom neskôr zmienil v rukopise z roku 1936. Práve tu v súvislosti s vtedajším prieskumom jaskyne uviedol: *našli sme toľko kostí, iné sme nehľadali, že sme tie sebou odniesť nemohli a zahrabali na jednom mieste, aby sme poných neskor prišli*. Kosti z jaskyne J. Kürti po nejakom čase skutočne odniesol a zaradil do zbierky kostrového materiálu ich Alžbetínskeho múzea. Po roku 1912 sa aj táto zbierka stala súčasťou zbierok Liptovského múzea v Ružomberku.[1]

Vchod do Liskovskej jaskyne na rytine podľa G. Morreliho z roku 1896

Záujem J. Kürtiho o Liskovskú jaskyňu sa tým neskončil. Dokumentujú to zmienky v spomenutom rukopise a vo výročných správach Liptovského múzea v Ružomberku, čo sa týkajú nálezov z Liskovskej jaskyne. Dozvedáme sa z nich, že do zbierok Kürtiovcov sa dostali aj črepy predhistorických hlinených nádob a ľudské a zvieracie kosti, ktoré sa v jaskyni našli roku 1910. V jeseni roku 1910 zavítal do Ružomberka Teodor Kormos, maďarský geológ a paleontológ, aby navštívil B. Dornyaya, geológa, ktorý pôsobil na tunajšom piaristickom gymnáziu. Svoju prítomnosť v Ružomberku však využil aj na to, aby si v sprievode J. Kürtiho prezrel priestory Liskovskej jaskyne. S ohľadom na charakter Kormosovho záujmu o jaskyne nemožno preto vylúčiť, že sa v tejto súvislosti obaja pokúšali v jaskyni kopať. Za takéhoto predpokladu by sa potom zmienka o črepoch a kostiach mohla vzťahovať na túto ich spoločnú akciu. Svojím spôsobom to napokon potvrdzuje aj zmienka J. Kürtiho, že pri tejto príležitosti v jaskyni našiel a T. Kormosovi odovzdal zub jaskynného medveďa.

Záujem o jaskyňu pretrvával u J. Kürtiho aj po vzniku Liptovského múzea v roku 1912. Vnímal ju ako vďačný objekt vykopávok, pretože ich prostredníctvom sa do zbierok múzea získaval rôzny materiál. Svedčia o tom niektoré zmienky vo výročných správach múzea. Netýkali sa len činnosti Vojtecha Budaváryho[2] (Budinského-Kričku) v roku 1927, ale aj nálezov, ktoré sa dostali do múzea v roku 1928 zásluhou J. Kapuša či v roku 1929 ako výsledok činnosti J. Kapuša, L. Weinera a G. Grünvalda. V auguste 1931 si v Liskovskej jaskyni dokonca sám prehliadol miesta nálezov, odkiaľ pochádzali črepy, ktoré sa v minulom období dostali do múzea, a pri tejto príležitosti sa tu tiež podieľal na ďalších vykopávkach.

Ani to však nebolo všetko, pokiaľ ide o Kürtiho záujem o Liskovskú jaskyňu. Nielenže sa nálezy z tunajších vykopávok usiloval získať do svojich zbierok a neskôr do Liptovského múzea, ale už v súvislosti s tendenciami okolo zriadenia múzea v Ružomberku publikoval o nej aj niektoré svoje poznatky. O jaskyni sa obšírnejšie zmienil v roku 1905 na stránkach Ružomberských novín (*Rózsahegyi hírlap*). Opísal tu jej charakter a archeologické nálezy. Zmienil sa aj o výskume B. Majlátha a Ľ. Lóczyho. Zamýšľal sa aj nad príčinami osídlenia jaskyne či opodstatnenosťou ďalšieho výskumu. Nepredpokladal však, že finančne nákladný výskum by mohol priniesť nové poznatky. Skôr sa domnieval, že by sa ním dalo zistiť miesto pohrebiska obyvateľov jaskyne. Za užitočné preto považoval osloviť múzeá a iných odborníkov, aby výsledkami svojej činnosti rozšírili dovtedajšie poznatky.

V roku 1909 publikoval J. Kürti článok o jaskyni vo vrchu Mních v regionálnych novinách *Rózsahegy és vidéke*. Uviedol v ňom, že najznámejšou časťou Mnícha je východná stráň s vchodom do Liskovskej jaskyne. Mal ju objaviť ružomberský sudca K. Krčméry a pozornosť odborníkov na ňu upriamil B. Majláth, keď v roku 1874 publikoval výsledky svojho výskumu. Podrobne ju preskúmal Ľ. Lóczy a jeho nálezy sa dostali do Národného múzea v Budapešti. V článku sa Kürti zmienil aj o dvoch vchodoch do jaskyne, pričom dolný mal byť opatrený dvomi dverami. Jeho opis jaskynných priestorov je zaujímavý tým, že obsahuje názvy jednotlivých častí a existujúcich kvapľových útvarov (*Malá sieň, Veľká sieň, Vodopád, Paradajka, Kaplnka, Malá a veľká dúha, Brána*). Podlaha jaskyne, ktorej dĺžku odhadol na 2600 m, bola klzká, pokrývali ju úlomky, pieskové nánosy a miestami aj kvapľové útvary. Žili tu netopiere a tunajšia teplota 5 °C sa mala zhodovať s priemernou teplotou Váhu. Podľa nálezov sa domnieval, že osídlenie jaskyne súvisí s obdobím staršieho kvartéru, paleolitu II. doby ľadovej a koncom mladšieho kvartéru. Jej neolitické osídlenie nepovažoval za pravdepodobné.

JASKYNE DEMÄNOVSKEJ DOLINY

Ďalšiu oblasť Kürtiho záujmu predstavovali jaskyne Demänovskej doliny. Demänovskú ľadovú jaskyňu navštívil niekedy okolo roku 1908, resp. 1909. Aj tieto svoje dojmy z návštevy jaskyne publikoval v *Rózsahegy és vidéke* roku 1909. Počas prehliadky si všímal charakter tunajšej ľadovej výzdoby, ktorá sa nachádzala v tzv. *Ľadovej komore* (Kmeťov dóm). Jeho dno tvorila hrubá priesvitná vrstva ľadu a steny zdobila *námraza a ľadové cencúle*. Zo stropu visiace ľadopády tu vytvárali drapérie a v spojení s podlahovým ľadom

predstavovali skutočné brány. Najväčší ľadový útvar vysoký asi 15 m – zamrznutý vodopád – sa nachádzal vo vedľajšej sieni. Jeho zdolanie v rámci prehliadky umožňovali schodíky vysekané do ľadu.

Kvapľovú výzdobu v tzv. *Veľkej sieni* podľa Kürtiho zase charakterizovali rozmanité kvapľové útvary. Jej steny boli inkrustované kalcitovými kryštálmi a zo stropu viseli obrovské stalaktity. Podlahu siene tvorila udupaná sintrová vrstva a po stenách sa tu dali identifikovať tzv. ikrovité a hráškovité útvary. Súhrnne sa tunajšia kvapľová výzdoba jaskyne Kürtimu javila ako zvonka i zvnútra žltá, pričom jej *kryštálová sústava je viditeľná iba pri lome svetla. Ikrovité a hráškovité útvary sú svetlo- a tmavožlté a v rôznych odtieňoch čiernej.*[3]

Prehliadku jaskyne v jej zadných partiách sťažovala čoraz hrubšia vrstva blata a vody. Napriek tomu, že už v prvej polovici 18. storočia sa o jaskyni zmieňoval M. Bel a v druhej polovici 19. storočia o nej písal Gy. Lovcsányi, F. Kubinyi, B. Schwalbe či J. Mihalik, nepovažoval Kürti jej výskum za skončený. Skôr sa prikláňal k názoru, že po doriešení spôsobu odstránenia blata a vody v zadných partiách jaskyne treba v ňom pokračovať ďalej.

Za zaujímavé možno označiť aj iné postrehy J. Kürtiho. Jaskyňu, ktorá patrila do majetku rodiny Kubinyiovcov a spravovala ju Liptovská sekcia Uhorského karpatského spolku, navštívil so sprievodcom, ktorý býval na začiatku doliny. Tu sa platil aj symbolický poplatok za prehliadku jej priestorov. Odtiaľ sa spolu pobrali ku vchodu do jaskyne, kde mu sprievodca poskytol sviečku a poučil ho o zákaze poškodzovať výzdobu jaskyne. V čase Kürtiho návštevy vchod do jaskyne už zabezpečovali drevené mreže. Jeho zmienka, že *ešte v nedávnej minulosti viedla cestička do jaskyne cez úzky a nízky južný vchod,* by zase mohla naznačovať, že do jaskyne nezavítal prvý raz. Úprava ním opisovaného vchodu do jaskyne sa totiž realizovala niekedy okolo roku 1903. Konštatoval tiež, že jaskyňa je medzi ľudom známa ako Čertova, pričom Gy. Lovcsányi ju uvádzal pod názvom *Dračia jaskyňa*.[4]

V tento deň Kürti so sprievodcom navštívil ešte aj jaskyňu Vyvieranie. Do jaskyne, ktorú J. Mihalik mal označiť ako *Vodi viviranja*, sa dalo dostať iba v skrčenej polohe. Po prekročení potoka s krištáľovočistou vodou pokračovali ešte 50 krokov. Už pri vstupe ich však ohúril obrovský rachot, *akoby bola v útrobách skaliska akási kováčska vyhňa*. Ich trasa viedla do siene, kde sa len malá časť dala osvetliť svetlom sviečok. Odtiaľ už pokračoval *čierny potok*, pričom jeho šírku Kürti nedokázal odhadnúť. Voda v potoku sa tu krútila, vírila a jej prúd bol veľmi rýchly. Predpokladal, že sa v tunajších skalnatých útrobách nachádza 8 – 10 m vysoký vodopád.

Neskôr J. Kürti, už ako správca Liptovského múzea v Ružomberku, prejavil záujem o bližšie poznanie jaskyne Okno. Jeho motivácia mala prozaický charakter. Mal záujem na tom, aby sa z jaskyne, ktorú v júli 1925 verejnosti sprístupnila rodina Povolnovcov a ktorú ešte v rokoch 1919 a 1923 preskúmal Ján Volko Starohorský, prípadné nálezy dostali aj do zbierok Liptovského múzea. Po predchádzajúcej korešpondencii s Jurajom Povolným a po jeho súhlasnom stanovisku začiatkom októbra 1928 zavítal do jaskyne, aby sa tu pustil do vykopávok. V činnosti pokračoval aj 14. – 15. novembra 1928. Počas uvedených dní prekopal v jaskyni so svojimi spoločníkmi väčšiu plochu, kde premiestnili asi 10 kubíkov zeminy. Túto ich činnosť napokon korunoval rozsiahly nález 110 ks rôznych medvedích kostí, pričom k najkrajším a najzaujímavejším patrili zuby jaskynného medveďa.

INÉ LIPTOVSKÉ JASKYNE

Na základe bližšie nešpecifikovaných informácií podujal sa v jeseni 1908 J. Kürti spolu so svojím bratom Artúrom na prieskum niektorých jaskýň pri Malužinej. Ako prvú preskúmali tzv. *Malužinskú mokrú jaskyňu.* Mala sa nachádzať neďaleko odbočky na Bocu smerom napravo, k ceste vedúcej k tamojšej píle. Vchod do jaskyne mala tvoriť puklina vysoká asi 2 m, po prekročení potoka Teich (rybník) na jeho pravej strane, iba niekoľko metrov nad hlavnou cestou na západnej strane kopca *Glean*.

Charakter jaskyne, lokality, aká by si dnes azda vyžadovala presnejšiu lokalizáciu, J. Kürti opísal v roku 1909 v *Rózsahegy és vidéke* takto: *Cesta je miestami rovná, miestami kľukatá. Spočiatku je vodorovná, neskôr sa mierne asi o 1 – 2 m mierne dvíha. Od vchodu do jaskyne po cca 300 krokoch je opäť menšia dutina, v ktorej sa nachádza asi 2 m široké jazierko. Lemujú ho tmavohnedé a červeno sfarbené usadeniny vápenca. Strop je na niektorých miestach zabezpečený na spôsob štôlne, keďže sa cca 600 krokov od vchodu zavalil. Cesta vedie ďalej cez veľmi úzky otvor do výšky asi 2 m, odkiaľ môžeme postúpiť ešte asi 50 krokov, nakoľko nám ďalšie napredovanie znemožňuje zhluk skál. Steny jaskyne sú pokryté tenkou vrstvou špinavobieleho povlaku. Zo stropu husto kvapká voda, ktorá po vyschnutí zanecháva na odeve žlté škvrny. Terén pokrýva takmer 20 cm hrubá vrstva žltej ílovitej hliny, ktorá nám veľmi sťažuje pohyb. Okolité obyvateľstvo jaskyňu pozná pod názvom „Giess Höhle“ alebo „Giessova jama“*[5].

Druhú lokalitu, na ktorú sa tu sústredila pozornosť J. Kürtiho, predstavovala dovtedy málo preskúmaná *Malužinská jaskyňa*. Podľa niektorých informácií o jej charaktere mal vedieť iba veľmi malý okruh ľudí. Po príchode do Malužinej mu však nikto z tunajších obyvateľov nevedel poskytnúť o nej príslušné informácie s odôvodnením, že tí, čo ju v minulosti navštívili, neboli v tom čase doma. Do jaskyne, ktorá sa nachádzala na pravej strane potoka Boca, v brale Sribnová, čo sa týčilo nad obcou, sa s bratovou pomocou spustil preto iba sám. Keď však zistil, že jeho lano nedosahuje potrebnú dĺžku a keď hlavou odlomil niekoľko kvapľov, nechal sa vytiahnuť von.

Zaujatý inými povinnosťami dostal sa do Malužinej až v polovici augusta 1909. Neprišiel sám, ale opäť s bratom Artúrom a J. Spirom, pričom obaja menovaní mali za úlohu zamerať priestory jaskyne a uskutočniť výber materiálu do ich zbierok. Vchod do jaskyne sa podľa Kürtiho nachádzal vo výške cca 100 m. Stráň na tomto mieste bola pomerne strmá, väčšinou trávnatá, vyplnená sem-tam trsmi a skupinami krovín. V krovinatom poraste sa pred verejnosťou skrýval aj samotný vchod do jaskyne.

Aj tieto poznatky z prieskumu jaskyne publikoval J. Kürti v roku 1909 v regionálnych novinách *Rózsahegy és vidéke*. Tu uverejnenú charakteristiku jaskynných priestorov možno preto považovať za prvý známy opis Malužinskej jaskyne. Z neho vyplýva, že *hneď po vstupe do jaskyne sa tu chodba v dĺžke 5 m zvažuje pod uhlom 60°. Na jej konci je oválny otvor rozmerov 60 × 120 cm, ktorý vo vzdialenosti 1 m klesá ďalej a rozširuje sa do ďalšieho otvoru širokého asi 1 m s výškou 60 – 80 cm. Obracia sa smerom na J a v podobe hladkej a od vody klzkej chodby sa v dĺžke 4 m zvažuje pod uhlom 70°. Ďalej pokračuje veľmi strmá chodba s orientáciou Z – V, ktorá je plná úlomkov skál. Po vyšplhaní sa strmou chodbou na Z chodba sa zvažuje, stáva sa nepriechodnou. Pri pokračovaní východným smerom chodba klesá 10 m a otvorom veľkým 1 m sa dá dostať do jedinej siene jaskyne so šírkou 10 m a dĺžkou 15 m. Západná stena siene je bohato zdobená kvapľami, zo stropu tu visia väčšie-menšie stalaktity. Terén je posiaty kvapľami a kde je strop príliš nízky, kvaple vytvárajú stalagmity. Najkrajší z nich je 1 m vysoký stalagmit s dolným priemerom 40 cm a horným 20 cm.*

Najkrajšie kvapľové útvary sú na západnej stene severnej časti siene, kde rôznofarebné náteky vytvárajú zo stropu visiace drapérie. Obrovské čierne skalné dosky východnej steny sú oproti tomu bez akejkoľvek výzdoby. Sieň sa v SZ smere končí veľmi strmou chodbou, kde je zhluk skál. Chodba sa od vstupu do siene vpravo rozdvojuje. Jedna vetva vedie východným a druhá juhovýchodným smerom. Táto sa po niekoľkých krokoch končí. Východná vetva bola zavalená a zasypaná. Po prekročení zhluku skál dostaneme sa úzkym otvorom, zdobeným kvapľami, a po zablatenom teréne k miestu, ktoré je ďalej neprístupné. Chodba ďalej vytvára odbočku južným smerom a po 10 krokoch sa opäť rozdvojuje. Ľavá vetva sa končí priepasťou s ústím tvaru gotického oblúka, ku ktorému sa dá dostať chodbou pokrytou kvapľami a bielym vápenným sintrom. Pravá vetva sa končí pred cca 3 – 4 m hlbokou priepasťou. Z priepasti vedie chodba cca 5 krokov k jazierku so žltou vodou, ktoré je hlboké asi 50 cm. Nedá sa pritom presne určiť, či ide o jazierko, alebo povrchovú vodu.

Kürti so spoločníkmi strávil v jaskyni celú hodinu. Dĺžku jaskyne aj s jej bočnými vetvami odhadol na 1000 – 1200 krokov. V jej vnútri nameral teplotu 10 °C, kým vonkajšia teplota sa v tom čase pohybovala okolo 26 °C. Ako ďalej uviedol, v jaskyni neobjavil žiadnych predstaviteľov fauny. Kvapľové útvary boli takmer všetky bez výnimky vnútri snehobiele, viacvrstvové a zvonka pokryté mimoriadne jemnou kryštalickou vrstvou. Jednotlivé kvaple boli väčšinou duté, pričom sa tu často vyskytovali i rúrkovité typy kvapľov.[6] Svetložlté kvaple a kvaple hráškovitého tvaru sa v jaskyni nachádzali iba na jedinom mieste. Neveľká kvapľová jaskyňa bola podľa Kürtiho mimoriadne zaujímavá najmä preto, že sa v nej vyskytovali veľmi zriedkavé snehobiele kvaple.

Za dôležitú treba považovať aj Kürtiho zmienku, ktorá sa týkala poškodzovania kvapľovej výzdoby jaskyne. Podľa neho boli na vine nemeckí robotníci, ktorí pracovali v tamojšej drevárskej fabrike. Svedčili o tom odlomené kvaple, ktoré sa povaľovali po podlahe,

a pováľané najkrajšie stalagmity. Považoval to za čosi nepochopiteľné, keďže údajne kvapľové útvary jaskyne ničili iba z rozmaru a nie preto, žeby si ich chceli odniesť domov. Preto sa prihováral za to, aby sa jaskyňa dostala pod správu Liptovskej sekcie Uhorského karpatského spolku.

JASKYNIARSKE ZBIERKY LIPTOVSKÉHO MÚZEA

O istom zaujatí pre vec jaskýň hovorí aj činnosť J. Kürtiho, ktorú realizoval, prípadne na ktorej sa podieľal ako správca Liptovského múzea. Ak sa základom múzejných zbierok stal materiál, ktorý do roku 1912 nadobudli zberateľskou činnosťou bratia Kürtiovci a istým percentom tu bol zastúpený i materiál z jaskýň, Július v takomto trende pokračoval aj po zriadení múzea. V tejto súvislosti nemožno vylúčiť jeho priamu účasť na niektorých podnikoch, ale na druhej strane azda aj sám vytváral priestor na to, aby nálezy z tunajších jaskýň skončili v zbierkach múzea.

Popri činnosti, na ktorú sa podujal v prípade Liskovskej jaskyne, jaskyne Okno, jaskýň pri Malužinej a pravdepodobne aj Demänovskej ľadovej jaskyne, jeho záujem sa pravdepodobne s rôznou intenzitou spájal s inými tunajšími jaskyňami. Naznačuje to totiž charakter zbierok, ktoré sa inštalovali v nových miestnostiach Liptovského múzea v objekte rímskokatolíckej dievčenskej ľudovej školy na námestí v Ružomberku v roku 1928. Popri zbierkach z Liskovskej jaskyne (črepy hlinených nádob, ľudské a zvieracie kosti), jaskyne Okno (kosti jaskynného medveďa) a Malužinskej jaskyne (vzorky kvapľov) nachádzal sa tu aj materiál z iných jaskýň. Vzorkami kvapľovej výzdoby tu mala svoje zastúpenie Stanišovská jaskyňa, Demänovská ľadová jaskyňa, jaskyňa na Čebrati, už zaniknutá jaskyňa na Bielom Potoku a zbierkou kostí aj jaskyňa pri Liptovskej Lúžnej.

Inú kategóriu zbierok z prostredia jaskýň tvorili tie, o získanie ktorých sa J. Kürti usiloval prostredníctvom ich vtedajších spravovateľov. Do zbierok múzea sa takto dostali ako dar Družstva Demänovských jaskýň kolekcie sintrov z Demänovskej jaskyne slobody a tiež ako dar aj kolekcia sintrov od konzervátora Aloisa Krála. Značne rozsiahlu kolekciu sintrov, ako aj kostí (357 ks) z jaskyne Okno v júli 1928 do zbierok múzea ako trvalý depozit zase poskytol Juraj Povolný. Podobným spôsobom sa do zbierok dostal aj plán *Bludišťa Demänovských jaskýň dľa zamerania vodohospodárskeho odboru Vládneho referátu verejných prác v Bratislave* z roku 1923.[7] Kürtiho zmienka o pôdorysoch, aké sa v súvislosti s jaskyňami nachádzali v nových miestnostiach múzea, pravdepodobne zase naznačuje, že sa do tunajších zbierok podarilo získať aj ďalšie plány niektorých liptovských jaskýň.[8]

V zbierkach múzea sa však nachádzal aj iný materiál. Jeho súvislosť s jaskyňami bola zrejmá. Išlo o 36 fotografií z Demänovskej jaskyne slobody a múzeu ich darovalo Družstvo Demänovských jaskýň. Niekoľko fotografií z jaskyne Okno J. Kürti zase získal od J. Elischera. Boli tu aj fotografie z Demänovskej ľadovej jaskyne a iných jaskýň Demänovskej doliny, ďalej fotografie Stanišovskej a Liskovskej jaskyne či iný materiál, ako pohľadnice z jaskýň, literatúra a pod.

INÁ ČINNOSŤ J. KÜRTIHO

Za zaujímavé možno označiť aj zmienky o jaskyniach, ktoré sa vyskytujú v rukopisných poznámkach J. Kürtiho. Zmieňoval sa tu napríklad o existencii jaskyne *Pivničná* v Hybiach; jej veľkosť odhadoval asi na 4 štvorcové siahy. V Kamennej doline pri Hrboltovej mala zase existovať jaskyňa *Djera*. Ďalšiu jaskyňu lokalizoval do Nemeckej Ľupče (dnes Partizánska Ľupča), konkrétne do časti, čo sa nazývala Brindšovie lúka (?). Jedna jaskyňa mala existovať v Liptovskej Osade v lokalite Nad Prašivou a ďalšia v Liptovských Revúcach. Tu bola známa pod názvom *Chladná*. Zmienil sa aj o dvoch jaskyniach v Komjatnej, pričom jednu z nich uvádzal pod názvom *Kvapkajúca skala*. Posledná jaskyňa, ktorú možno ako-tak identifikovať z jeho značne stručných poznámok, sa mala nachádzať v okolí Svidova.

Nie je bližšie známe, odkiaľ pochádzajú tieto Kürtiho údaje. Nemožno vylúčiť, že sa k nim mohol dopracovať z pozície správcu múzea, prípade na základe vlastných terénnych pochôdzok. Rovnako nie je známy ani zámer, aký sledoval tým, že si zhromažďoval takéto údaje. Existenciu tu uvádzaných jaskýň mohol tiež chápať ako potenciálne lokality v súvislosti s ďalším rozširovaním zbierok múzea. O hĺbke jeho záujmu o jaskyne do istej miery svedčí aj to, že pri neveľkom počte prác, ktoré v súvislosti s jaskyňami publikoval v miestnej tlači, nachádzame aj časť, kde sa usiloval existenciu jaskýň objasniť všeobecne.

Pokúsil sa v nej na jednej strane charakterizovať jaskyne ako také a genézu ich vzniku. Všímal si tu aj konfiguráciu jaskynných priestorov, zamýšľal sa nad vznikom sintrovej výplne a opísal jej základné formy (stalaktit, stalagmit a stalagnát). Pokúšal sa objasniť aj sfarbenie kvapľov a naznačiť niektoré ďalšie formy kvapľovej výzdoby. Z hľadiska klímy sa zaoberal teplotnými rozdielmi medzi ľadovými a kvapľovými jaskyňami. Charakterizoval tiež v jaskyniach sa vyskytujúce živočíšne druhy a rozdelil ich na tie, ktoré jaskyne obývajú, a druhy, ktoré v jaskyniach nachádzajú iba útočisko. V prípade rastlinstva zase konštatoval, že v jaskyniach sa vyskytujú iba machy a huby. Záver tejto časti venoval osídleniu jaskýň človekom. Podľa neho nálezy z jaskýň súčasníkom dokumentujú život, smrť, spoločenské vzťahy a umenie prehistorických ľudí.

ZÁVER

Dnes s odstupom času môžeme už len konštatovať, že je na škodu veci, ak J. Kürti vo väčšom rozsahu nepublikoval svoje poznatky týkajúce sa poznávania jaskýň z územia Liptova. S bratom Artúrom, miestnym lekárom, J. Kürti prechodil značnú časť tohto kraja a teda to, čo stihol zachytiť vo svojich poznámkach, by azda mohlo vypovedať aj o jeho prípadných budúcich zámeroch. K ich naplneniu sa však už z rôznych dôvodov nedostal. Takto pravdepodobne i na problematiku jaskýň sa vzťahuje názor V. Považanovej z roku 1972, že väčšina Kürtiho prác ostala nedokončená. Napriek okolnostiam by sme Júliusa Kürtiho mali posudzovať ako jedného zo zanietených pracovníkov so vzťahom k prírode a tunajším jaskyniam, ktoré sa aj ich zásluhou napokon stali trvalou súčasťou histórie jedného regionálneho múzea.

LITERATÚRA

Kürti, Gy. 1905. A Baráthegyi barlang. Rózsahegy hírlap, 2, szám 17, 3–5.
Kürti, Gy. 1909. Liptóvármegye barlangjai. Rózsahegy és vidéke, IV, augusztus hó 1., 1–3.
Kürti, Gy. 1909. Liptóvármegye barlangjai. (A Baráthegyi barlang). Rózsahegy és vidéke, IV, augusztus hó 8., 2–3.
Kürti, Gy. 1909. Liptóvármegye barlangjai. (A Deménfalvi barlang). Rózsahegy és vidéke, IV, augusztus hó 22., 1–2.
Kürti, Gy. 1909. Liptóvármegye barlangjai. (A földalatti zugó, A maluzsinai nedves barlang, A maluzsinai barlang). Rózsahegy és vidéke, IV, augusztus hó 29., 2–3.
Kürti, J. 1928. Zpráva o účinkovaní liptov. Múzea v Ružomberku v roku 1927. Republikán, roč. 10, č. 2, V Liptovskom Sv. Mikuláši 14. januára 1928, 6–7.
Kürti, J. 1928. Zpráva o činnosti ružomberského múzea za november 1928. Republikán, roč. 10, č. 49, V Liptovskom Sv. Mikuláši 8. decembra 1928, 4.
Kürti, J. 1929. Ročná zpráva Liptovského Muzea v Ružomberku za rok 1928. Ružomberok, 4 s.
Považanová, V. 1972. K problematike múzeí v Liptove. Diplomová práca z muzeológie, Brno, 1–58.

[1] Kürti, J. 1936. Moja sbierateľská činnosť. Manuskript, archív Liptovského múzea v Ružomberku.
[2] Ide o pôvodné priezvisko V. Budinského-Kričku. Pod priezviskom Krička je známy od roku 1943.
[3] Kürti, Gy. 1909. Liptóvármegye barlangja. A Deménfalvi barlang. Rózsahegy és vidéke IV, augusztus hó 22., s. 1–2.
[4] Kürti, Gy.: c. d., s. 2.
[5] V intenciách slovenského jazyka sa uvedený názov jaskyne dá vnímať aj ako *Vodná jaskyňa.*
[6] Pod rúrkovitými kvapľami J. Kürti mal pravdepodobne na mysli ich základnú formu – brčko.
[7] Dar Vládneho referátu verejných prác v Bratislave.
[8] Opis sbierok v nových miestnostiach liptovského muzea. (Námestie, v budove v dvore rim. kat. dievč. ľud. školy.) Sdeľuje: Julius Kürti, správca muzea, Ružomberok, 2 s.

SADROVCOVÁ JASKYŇA V RIMAVSKEJ KOTLINE

Marián Bachňák

Napriek tomu, že sadrovce ľahko podliehajú krasovateniu, jaskyne sú v nich na území Slovenska raritou. Evapority sú u nás rozšírené oveľa zriedkavejšie ako vápence a navyše vystupujú len ojedinele na povrch, takže krasové javy z nich boli opísané len sporadicky (v permských sedimentoch severného gemerika v okolí Spišskej Novej Vsi – Kukla, 1952; Novotný, 1985). Preto je hodnotný nález jaskyne, ktorá bola nafáraná štôlňou Fortuna v sadrovci pri obci Gemerská Hôrka v severovýchodnej časti Rimavskej kotliny, v tesnom susedstve Slovenského krasu.

Ložisko sadrovca a anhydritu sa nachádza v katastrálnom území obce Gemerská Hôrka v okrese Rožňava. Na overených zásobách Slovenskej republiky sa podieľa 69 % sadrovca a 89 % anhydritu, preto sa toto ložisko stalo predmetom záujmu spoločnosti Rima Muráň, s. r. o., Rožňava, ktorá ho v roku 2002 začala otvárať otvárkovým dielom Fortuna. Geologickú dokumentáciu ložiska zabezpečoval autor príspevku v rámci činnosti firmy ENVEX, Rožňava.

GEOLÓGIA VLASTNÉHO LOŽISKA

Sadrovcovo-anhydritové ložisko je súčasťou piesčito-bridličnatého verfénskeho súvrstvia spodného triasu silického príkrovu. Hrúbka tohto súvrstvia sa predpokladá 400 – 600 m.

V ložiskovom území bolo uvedené súvrstvie prevŕtané vrtom SA-6 v nepravej hrúbke 480 m s častými tektonickými poruchami (Dianiška a kol., 1984). Litologicky je budované klastickými sedimentmi (pelity, aleurity, psamity), ktoré sú vo výraznej prevahe nad karbonátovými (bunkovité vápence, rauvaky, kalové vápence a dolomity) a inými horninami. Významná je poloha anhydritu v hornej časti so zvetranou zónou sadrovca.

V podloží spodného triasu silického príkrovu sa v priestore ložiska vrtom SA-6 navŕtali horniny meliatskej skupiny. V hĺbke 323,7 – 346,6 m to boli biele kryštalické vápence, v hĺbke 537,9 – 600,0 m bridličnato-vápencové súvrstvie. V tektonickom podloží ložiska boli vrtmi SA-15 (253,9 – 265,0 m) a SA-8 (277,0 – 289,0 m) navŕtané vápencové horniny dosiaľ neznámej stratigrafickej príslušnosti.

Posledná interpretácia geologickej stavby ložiska (Dianiška a kol., 1984) predpokladá existenciu troch štruktúrno-tektonických samostatných segmentov: vrchný (nadložný), ložiskový a spodný (podložný).

Podľa citovaných autorov jednotlivé segmenty vymedzuje nielen odlišný litologický vývoj, ale i vnútorná stavba. Vzťah ložiskového segmentu k nadložiu a podložiu pritom považujú za tektonický. Predpokladajú monoklinálne uloženie sedimentov ložiska smerom k SSZ, s generálnym sklonom vrstiev 45°. Vrt SA-6 poskytol orientačné údaje aj o stavbe hlbšej časti ložiska, overil ďalší mohutný komplex evaporitov (tektonické zdvojenie?), cca 190 m hrubý (348,2 – 537,9 m), v nadloží i podloží ohraničený horninami meliatskej skupiny.

Sadrovcovo-anhydritový komplex (ložiskový segment) je mohutné doskovité teleso hrúbky 27 – 187 m (priemer 97 m). Smerné ohraničenie ložiska je tektonické zo severu i z juhu. Na východ bolo preskúmané po ochranné pásmo železnice, západné pokračovanie nie je doriešené. Vertikálne ohraničenie ložiska v nadloží i podloží je tektonické. Evaporitový komplex je tvorený takmer výlučne anhydritom. Sadrovec ako produkt hydratácie anhydritu sa viaže na styk ložiska s nadložím. Tvorí tu lem hrúbky do 22,3 m (vrt SA-7). Vznik sadrovca možno pozorovať aj v nadloží polôh bridlíc vo vrchnej časti ložiska, ktoré vzhľadom na svoje porušenie umožňujú cirkuláciu podzemných vôd v ložisku.

V ložiskovom území boli vyčlenené tri skupiny tektonických porúch:

1. horizontálne posuny: pravdepodobne s niekoľkými stupňovitými úklonmi k juhu a juhovýchodu, s intenzívne drvenými zónami hornín v ich okolí za vzniku tektonických brekcií a tektonického ílu,
2. prešmyky: ohraničujú ložiskové územie z južnej strany, ich úklon je 65 – 70° k severu,
3. poklesy: smeru SSZ – JJV a ZSZ – VJV, rozdeľujúce ložisko na štyri základné bloky.

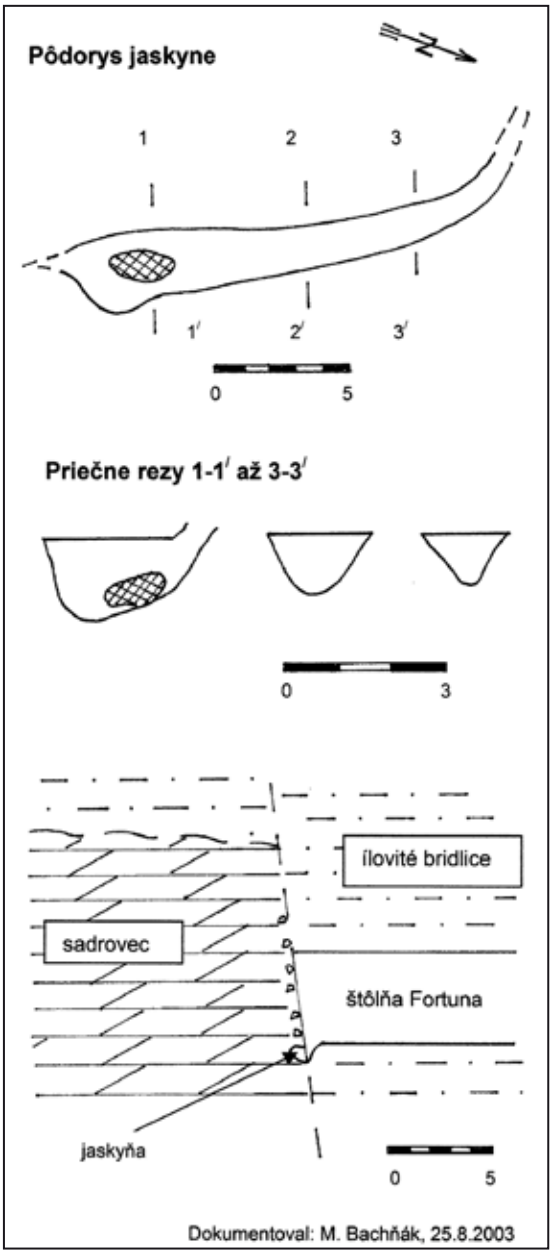
Celé ložiskové územie je pokryté pokryvnými útvarmi. Tvoria ich sedimenty kvartéru (sutina, pôdny skelet, humus), pliocénu (sedimenty poltárskeho súvrstvia, najmä štrky, piesky, íly) a predpliocénne fosílne sutiny. Ich súhrnné mocnosti dosahujú maximálne 100 m, väčšinou však 20 – 60 m.

JASKYŇA V ŠTÔLNI FORTUNA

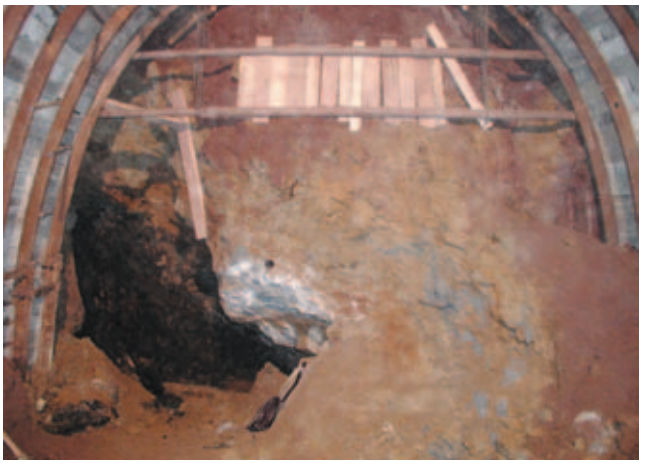
Banské dielo Fortuna, zaústené v nadmorskej výške 216,51 m, pod azimutom 253° a so stúpaním 4 ‰, sa razilo do ložiska, presnejšie do jeho najvrchnejšej časti, do bloku 6-Z-2. Jeho profil bol 4,2 x 4,5 m (šírka x výška) tak, aby umožňoval dopravu nákladnými autami.

Vo vzdialenosti 306,5 m od ústia a cca 70 m pod povrchom banské dielo overilo okraj sadrovcového telesa, ktorý reprezentovala tektonická porucha poklesového charakteru. Táto porucha smerovala nad banské dielo (v ľavom boku) a predstavovala otvorenú puklinu o šírke od 10 do 50 cm. Jej výplň tvorili brekciovité úlomky ílovito-piesčitých bridlíc vo veľkosti do 20 cm, ktoré boli tmelené hlinito-sadrovcovým tmelom. Okrem toho vo výplni pukliny boli zastúpené aj drobné, priehľadné kryštáliky sadrovca s veľkosťou cca 0,5 cm.

Pod úrovňou banského diela puklina prešla do jaskynnej dutiny (obr. 1 a 2). Prierez dutiny je prevažne trojuholníkový (obr. 3), generálny azimut 335° a overená (dostupná) dĺžka 15 m. Strop a západný okraj jaskyne tvorí doskovité sadrovcové teleso, reprezentované jemnozrnným, mliečne bielym sadrovcom. Jej východné ohraničenie tvoria ílovité verfénske bridlice červenkastej farby.



Obr. 1. Mapa sadrovcovej jaskyne. Vyhotovil M. Bachňák



Obr. 2. Vstup do jaskyne v metráži 306,5 m. Foto: M. Bachňák

Obr. 5. Sadrovcové záclonky na strope jaskyne. Foto: M. Bachňák

Obr. 3. Trojuholníkový prierez jaskyne, rez 2-2. Foto: M. Bachňák

Obr. 6. Vstup do dutiny v metráži 314 m. Foto: O. Rozložník

Obr. 4. Korodovaný sadrovcový strop s vírovými jamkami na západnom okraji jaskyne. Foto: M. Bachňák

Po zdokumentovaní tejto jaskyne bolo z dôvodu zabezpečenia stability banského diela (doprava ťažkými nákladnými autami) a bezpečnosti práce rozhodnuté o zasypaní a zabetónovaní jej dostupných častí.

Vznik opísanej jaskynnej dutiny podmienilo tektonické ohraničenie ložiskového telesa a jeho blízkosť pod povrchom terénu. Tektonická porucha umožnila vertikálnu migráciu zrážkových vôd do hlbších častí, kde na hranici ložiska nastalo horizontálne prúdenie podzemných vôd smerom na SSZ (azimut 335°), o čom svedčia vírové jamky na strope jaskyne (obr. 4).

Podzemná voda rozpúšťala okraj sadrovcového telesa, čím vytvárala lastúrnatý povrch a zároveň vyplavovala porušené častice ílovitých bridlíc, ktoré tvoria aj dno jaskyne.

Na strope sadrovcového telesa v jaskyni sú prítomné aj krátke „záclony" dĺžky do 15 cm, ktoré sú tvorené ílovito-sadrovcovou hmotou, pričom povrch týchto „záclon" pokrýva „srieň" drobných sadrovcových kryštálikov (obr. 5).

V čase prieskumu bola jaskyňa suchá a na prítomnosť podzemnej vody v nej nenasvedčovali žiadne skutočnosti. Je možné, že jej komunikácia s povrchom je sezónna, resp. možno bola ukončená utesnením komunikačných ciest ílovitými časticami.

ZÁVER

Počas geologicko-dokumentačných prác v štôlni Fortuna sa zistila malá, ale významná sadrovcová jaskyňa s dĺžkou 15 m, ktorú z genetického hľadiska môžeme zaradiť medzi zlomovo-korózne jaskyne. Môžeme však vysloviť predpoklad, že takéto dutiny a jaskyne existujú aj v iných, okrajových častiach ložiskového telesa, čo potvrdzuje aj ďalšia dutina overená štôlňou Fortuna v metráži 314 m (obr. 6). Jej dĺžka bola okolo 4 m, mala zrútený strop (vplyv trhacích prác) a jej pozícia v pravom boku banského diela naznačuje na možnosť prepojenia s opisovanou jaskyňou v metráži 306,5 m.

LITERATÚRA

Bachňák, M. 2000. Gemerská Hôrka – anhydrit, sadrovec, PP. Záverečná správa so stavom k 09/2000. ENVEX, Rožňava.
Bajtoš, P. et al. 1996. Bohúňovo – prieskum ložiska sadrovca, VP HG. ZS so stavom k 10. 7. 1996. MS ŠGÚ, Bratislava.
Dianiška, I. a kol. 1984. Gemerská Hôrka – Bohúňovo, anhydrit a sadrovec, VP. ZS a VZ so stavom k 1. 1. 1984. MS ŠGÚ, Bratislava.
Kukla, J. 1952. O našich sádrovcových jeskyních. Československý kras, 5, 118–119.
Novotný, L. 1985. Krasové javy v síranoch a kavernóznych karbonátoch na južnom okraji Slovenského raja. Slovenský kras, 23, 15–43.

SPELEOLOGICKÝ PRIESKUM A DOKUMENTÁCIA BELIANSKEJ JASKYNE

Vladimír Fudaly

ÚVOD

Belianska jaskyňa mala zaujímavý chronologický sled historických udalostí od prvých poznatkov o jaskyni po zverejnenie objavu, neskôr prieskum novoobjavených priestorov, ich opis a vyhotovenie plánov jaskyne. Poznatky o jaskynných priestoroch sa prezentovali až po zverejnení objavu 5. augusta 1881 a prvé plány opísaných častí jaskyne boli vyhotovené po rozsiahlom prieskume jaskyne a odzrkadľovali dobu ich vzniku a účel použitia. Môžeme konštatovať, že prvé tri až štyri roky po zverejnení objavu boli najdôležitejšie, pokiaľ ide o objavovanie nových priestorov, ich podrobný prieskum a následné sprístupnenie jaskyne. Aj keď sa speleológovia dosiaľ snažia o preniknutie do nových priestorov a získať nové poznatky, s odstupom času je vhodné dokumentáciu jaskyne doplniť a zosumarizovať.

PRVÍ BÁDATELIA

Belianska jaskyňa skrýva ešte veľa nevypovedaných skutočností o prieskume jej priestorov a dokumentácii z minulosti až po súčasnosť.

Po pokusoch dať do súvisu vchod jaskyne s údajne nájdenou hladenou kamennou sekerkou, neskôr vyhlásenou ako podvrh, nachádzame zmienku o prírodovedeckých výskumoch Juraja Bohuša (1687 – 1722) na území Vysokých a Belianskych Tatier v rokoch 1711 až 1722, kde sa spomína jaskyňa nad Spišskou Belou (pozri Houdek a Bohuš, 1976). Nie je isté, či naozaj išlo o Beliansku jaskyňu. Keďže bližšia lokalizácia sa tu neuvádza, mohlo ísť aj o iné jaskyne v okolí, hoci z tohto obdobia pochádzajú aj prvé známe nápisy v Belianskej jaskyni z Dómu objaviteľov.

V kontexte historických skutočností je vhodné pripomenúť, že prví objavitelia dosiahli pozoruhodné výsledky. To, že v roku 1713 Michael Scholtz prenikol až pod stenu Parnasu, bolo na toto obdobie obdivuhodné. Dnes môžeme len predpokladať, že v roku 1731 sa ďalej nedostali ani bádatelia Tomas Mayer, Jacob Haaz a Jacob Herzogh. Záujem o jaskyňu však neochabol, čo dokumentuje poznatok, že zlatokopovia a hľadači pokladov, ako Lang a Lorenz Gulden z Belej a Fabry z Kežmarku, v prvej polovici 19. storočia pravdepodobne vedeli o jej vchode.

Až roku 1881, 168 rokov po Scholtzovi, sa jaskyňa zásluhou J. Husza a J. Britza stala verejne známou. Po zverejnení objavu sa po čase zjavili informácie prezentované Samuelom Weberom, ktoré nekorešpondovali s prvými zverejneniami o ňom. S názormi, že jaskyňu objavili 5. augusta 1881 Johan Britz a Július Husz, môžeme súhlasiť. Či však objav a všetko, čo s ním súviselo, sa týka jedného dňa alebo prebehlo v nejakom časovom horizonte, to je otázka, ktorá si vyžaduje hlbšie štúdium. Oblasť, kde sa nachádza Belianska jaskyňa, nebola v tej dobe obývaná. Najbližšou obcou bol 3 km vzdialený Lendak a objavitelia boli z 10 km vzdialeného mesta Spišská Belá. Na poľných cestách sa ako dopravný prostriedok využíval kôň. Súhrn udalostí, ktoré viedli k objavu, sa dá len ťažko vtesnať do jedného dňa. Môžeme teda predpokladať, že o jaskyni vedeli skôr a sám akt objavu jeho aktéri aj so zverejnením pripravili na uvedený deň.

Po prvých návštevách jaskyne za účasti predstaviteľov mesta Spišská Belá a vtedajších vedeckých osobností mesto vymenovalo v septembri 1881 komisiu na sprístupnenie jaskyne, čo dalo podnet na podrobnejší prieskum jej priestorov. Po prieskume bočných chodieb Vstupnej priepasti a Dómu objaviteľov prví bádatelia správne odhadli smerovanie ďalšieho prieskumu za stenou Parnas, aj keď nepoznali existujúce prepojenie cez Langov dóm okolo Hladovej priepasti do Dómu trosiek. Stenu Parnas A. Kaltstein, I. Verbovszky, J. Britz a J. Ludwigh zdolali 5. marca 1882. Po objave a preskúmaní priestorov Kaltsteinovho dómu, Dlhej chodby a Palmovej siene jaskyňu sprístupnili 6. júla 1882. Do konca roku 1882 sa objavili a preskúmali priestory Zrúteného dómu, Verbovszkého siene, Dómu vodopádov, Hudobnej siene, Bieleho dómu a Priepasťovej chodby, čiže základná časť jaskyne. Mimoriadny význam mal povrchový prieskum otvorov cca 80 m nižšie od Objavného vchodu, ktorými sa podarilo preniknúť do priestorov pod Objavným vchodom. Ich následným umelým prerazením vznikol do konca roku 1882 terajší vchod do jaskyne.

Súbežne s uvedenou činnosťou sa objavujú aj prvé pokusy zdokumentovať priestory jaskyne. S týmto obdobím súvisí prvý plán Belianskej jaskyne, vyhotovený revírnikom princa Hohenloheho Emilom Schlommom. Situáciu po prepojení Dómu trosiek s Rázcestím zachytáva plán jaskyne, ktorý na podklade merania Ferencza Dénesa nakreslil Camillo Gabrovitz.

Po roku 1918 sa prieskum jaskyne sústreďoval do koncových, najvyššie položených častí jaskyne v okolí Zrúteného dómu a Hudobnej siene. V roku 1926 K. Piovarcsy a G. Gabriel objavili za Zrúteným dómom Balvanitú chodbu. V tom istom roku objavil K. Piovarcsy spolu s A. Grossom a J. A. Heftym ďalšie priestory v okolí Hudobnej siene, Verbovszkého siene a Kaltsteinovho dómu. V roku 1934 zameral jaskyňu E. Paloncy. V nasledujúcich rokoch sa prieskum sústreďoval hlavne na priestory za Zrúteným dómom a priepasť Peklo.

V tomto období sporadicky spolupracovala a vykonávala čiastkové prieskumy v Belianskej jaskyni skupina v zložení Jozef Rapavý, Richard Kovalčík a František Semančík, ktorí 9. júla 1951 a s Viktorom Plevom 26. augusta 1951 skúmali priestory za Pisanskou vežou (stĺp Vendôme) až k priepasti Peklo.

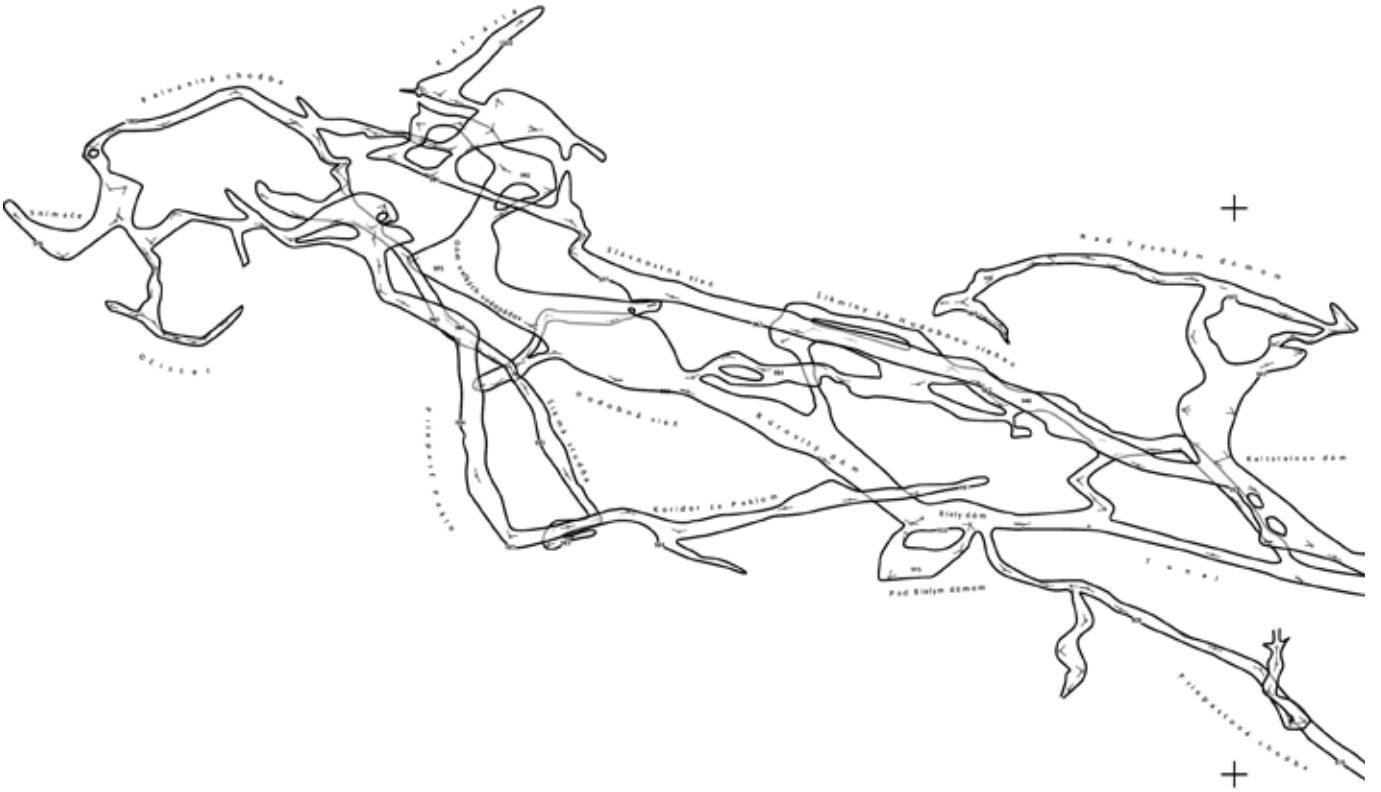
PRIESKUM A DOKUMENTÁCIA JASKYNE OD ROKU 1955

V roku 1955 vznikla v Spišskej Belej jaskyniarska skupina so zakladajúcimi členmi Jozefom Jiráskom, Otom Kňazovickým, Stanislavom Rexom, Karolom Jiráskom, Štefanom Slodičákom a Karolom Čekovským. Táto skupina potom pokračovala v neukončenom prieskume Bieleho dómu. Novovytvorená skupina nadviazala kontakty s poľskými speleológmi, ktorí pod vedením K. Kowalského v dňoch 7. – 24. marca 1955 uskutočnili rozsiahly prieskum Zrúteného dómu a priepasti Peklo za spolupráce J. Jiráska, V. Plevu a R. Kovalčíka, čím nadviazali na práce v roku 1951 (V. Pleva, Pavol Revaj). V dobrej spolupráci pokračovali manželia Chodorowskí z Varšavy, Denbinski z Torune, Grotowski z Krakova; v dňoch 12. – 14. augusta 1955 skontrolovali pôsobenie vonkajších vplyvov na statické pomery Objavného vchodu a priestorov za Pisanskou vežou a na ich popud sa začali spevňovacie práce a bolo vyvolané rokovanie o zastavení ťažby v kameňolome v Tatranskej Kotline.

V júli 1956, keď A. Droppa zameriaval Beliansku jaskyňu, vychádzal z potreby vyhotovenia plánu jaskyne, ktorý by vyhovoval vtedajším podmienkam a potrebám.

V marci 1959 sa skupine podarilo vysekať otvor pod Veľkým vodopádom a objavili nové priestory s veľkým množstvom naplavených kostí netopierov, ktoré nazvali „Sieň netopierov“. V dňoch 12. februára 1959 a 8. augusta 1959 pri nočnom prieskume Jozef Strela a J. Jirásek objavili nové priestory v Dóme trosiek nad Hladovou priepasťou. Tesnou vyerodovanou chodbou sa dostali do labyrintu chodieb tiahnucich sa v dĺžke cca 150 m, neskoršie známych ako Gazdovské chodby. Priestory klesajú až pod terajší vchod. Pre zúžený priechod sa ďalej nedostali.

Prichádza prechodné obdobie, aktivita niektorých členov ochabuje, ale prichádzajú noví a dopĺňajú jaskyniarske rady – R. Kovalčík, Ján Kasický, Ján Adamjak, Michal Čížik, František Šperka, Slavomil Rusiňák, Jozef Porubovič, Ivan Gorny, František Božek, Dezider Plučinský, Martin Pitoňák starší a mladší a Tibor Krigovský. Prvé akcie 16. novembra 1960 a 30. novembra 1960 smerujú k priestorom za Pisanskou vežou (stĺp Vendôme) a do Dómu trosiek, kde v labyrinte chodieb za Hladovou priepasťou objavovali objavené a pri troške šťastia sa zatúlali aj do nových priestorov. Nasledujúca akcia 17. decembra 1960 smeruje k Veľkému vodopádu a Sieni netopierov. 11. – 12. februára 1961 sa znova vracajú nájsť nové priestory v okolí Hladovej priepasti a 22. – 23. apríla 1961 sa pokúšajú dôkladnejšie preskú-



mať priepasť Peklo. Významným činom bolo zdolanie Veľkého vodopádu, ktorý už dávnejšie zaujímal členov skupiny, hlavne mladších. Skupine J. Adamjak, I. Gorny, J. Porubovič a F. Šperka sa podaril bočný traverz na Veľkom vodopáde. Stenu vodopádu prekonal traverzom F. Šperka za istenia J. Adamjaka a ostatných členov.

Rokom 1968 sa začína nové omladzovanie skupiny. Jej členovia J. Jirásek, O. Kňazovický, J. Krigovský, Stanislav Pavlarčík, Vincent a Vladimír Vadovský, J. Strela, S. Rusiňák a Vladimír Fudaly sa dňa 29. decembra 1969 stretli v Belianskej jaskyni a uskutočnili prieskum Hladovej priepasti.

V rokoch 1976 – 1978 vykonali mapovanie Belianskej jaskyne Juraj Sýkora a Jozef Knapp, ktorí vyhotovili plán prevádzkového okruhu jaskyne v mierke 1:500. V nasledujúcom období významnejšou akciou bolo farbenie vôd v Hladovej priepasti fluoresceínom a bralénovými granulami. Zúčastnili sa na ňom členovia skupiny S. Pavlarčík, Ľubomír Pavlarčík, Ján Ferenčík, František Tomala, V. Vadovský, Andrej Siska, V. Fudaly, Ján Pavlák, Jozef Pichnár za spolupráce V. Hanzela z Geologického ústavu Dionýza Štúra v Bratislave v rámci hydrogeologického výskumu Belianskych Tatier. Dňa 24. apríla 1982 sme použili 2 kg fluoresceínu a 10 kg bralénového granulátu, odberom vzoriek a sledovaním vyvieračiek v doline riečky Bielej ani počas niekoľkodňového pozorovania sa nepreukázalo spojenie podzemných vôd jaskyne s vyvieračkami. Prietoky vôd v Hladovej priepasti zrejme nedosahujú väčšie hodnoty, čomu nasvedčoval rozsypaný granulát pri potôčiku (0,5 dl/s) aj po dlhšom období (4. januára 1986). Pri prieskume v Zrútenom dóme 5. januára 1985 sme našli pôvodné duté sviečky z konca 19. storočia, čím sme obohatili zbierkový fond vtedajšieho Múzea slovenského krasu a ochrany prírody v Liptovskom Mikuláši.

V roku 1987 sa prieskumom komína nad jazierkom v Hudobnej sieni potvrdil predošlý prieskum Poliakov z 50. rokov. V rámci prieskumu Hladovej priepasti 12. januára 1991 sme sa pokúsili preniknúť v smere podzemného toku za pomoci nepremokavého obleku; pokus sa skončil konštatovaním o nepriechodnosti v tomto smere.

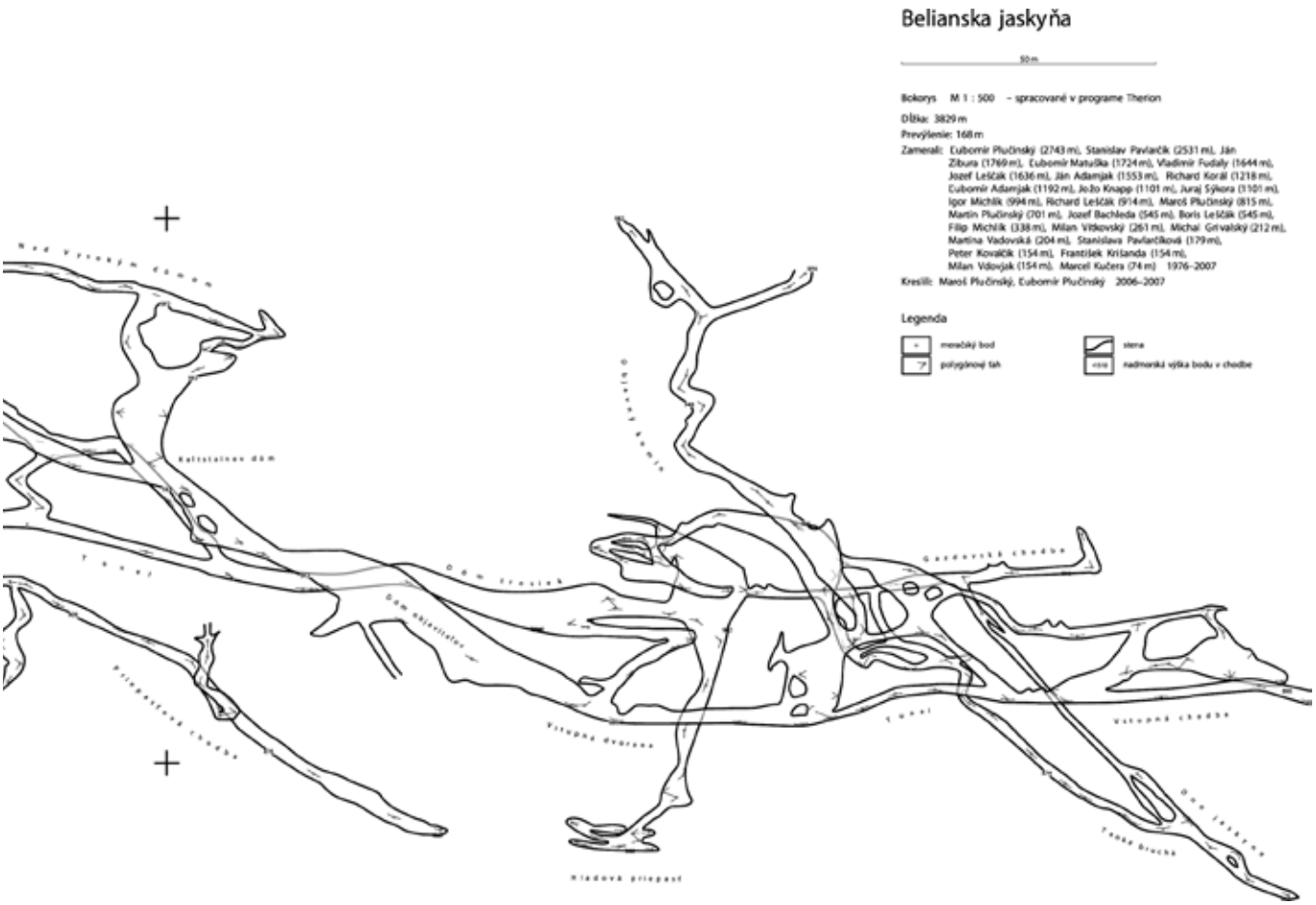
Po rokoch, keď sa skupina venovala iným lokalitám, v Belianskej jaskyni uskutočnila počas akcií prieskum priestorov nad Vysokým dómom (Kaltsteinov dóm) a chodieb pod Objavným vchodom.

Priestory nad Vstupnou chodbou sú znázornené v základnom pláne jaskyne v mierke 1:500 od Andreja Villima v rámci diplomovej práce z merania jaskyne prostredníctvom fy. Geoplán, s. r. o., z Popradu 7. septembra 1995. V novembri 2000 Vladimír Klein, Richard Korál, Jozef Leščák, Ľubomír Matuška, S. Pavlarčík, Ľubomír Plučinský, Milan Vitkovský a Ján Zibura zamerali časti nad Vysokým dómom (Kaltsteinov dóm) na základe požiadavky Správy slovenských jaskýň v Liptovskom Mikuláši. Výsledkom bolo zameraných 259,89 m, s prevýšením 58,31 m a napojením na meračský bod č. 120, čím vznikol pôdorysný plán v mierke 1:500. Počas zameriavania časti jaskyne sa zhodnotili geologické pomery a morfologická charakteristika priestorov.

Hneď v nasledujúcom roku, v októbri 2001, sa uskutočnila II. etapa zameriavania priestorov nad Vstupnou chodbou. Skupina v zložení J. Adamjak, R. Korál, J. Leščák, Ľ. Matuška, S. Pavlarčík, Ľ. Plučinský, J. Zibura a Igor Michlík zamerali kompasom pomocou 49 meračských bodov dĺžku priestorov 440,41 m s prevýšením 35,08 m. Zameraný kompasový ťah je napojený na meračské body č. 104 a 154 v pláne J. Sýkoru a J. Knappa v mierke 1:500 z roku 1978. Za meračským bodom č. 17 sa nachádzajú podpisy Karola Piovarcsyho a ešte jedného účastníka z roku 1926 a 1928, čo potvrdzuje prieskumnú činnosť K. Piovarcsyho v tomto období. Pri meračskom bode č. 20 sa nachádza podpis Alberta Langa z roku 1882, v chodbe nad Hladovou priepasťou sú vo výklenku podpisy J. Jiráska a J. Strelu zo dňa 12. februára 1959.

Pokračovaním dokumentácie priestorov Belianskej jaskyne bola III. etapa v roku 2002, ktorá zahŕňala priestory nachádzajúce sa nad Vstupnou chodbou v úseku pod Šikmým dómom a Gazdovskou chodbou a priestory od Hlbokého dómu po Hudobnú sieň. Ľubomír Adamjak, J. Leščák, I. Michlík, S. Pavlarčík, Ľ. Plučinský, Martina Vadovská, J. Adamjak, Martin Plučinský, Richard Leščák, Ľ. Matuška a J. Zibura ich postupne zamerali 2. a 9. júna, 15. a 29. septembra a 27. októbra 2002.

Malý dóm sa nachádza pred Nánosovou chodbou (meračský bod č. 24), spojený je aj so Šikmým dómom (meračský bod 23) s dĺžkou zameraného úseku 50,61 m. Pod Šikmým dómom sú priestory spojené s priestormi pod Objavným komínom a so Vstupnou chodbou jaskyne. Kompasové ťahy (20–605–611–105, 608–612–615–109 a 18–616–610) sa napojili na body predošlého merania a celková dĺžka zameranej kompasovej siete meria 153,34 m. Na okraji plošinky pod Objavným komínom sú zachované nápisy – štýlové označenie „N 2“ a dátum „28/10/813 (?)“ so slabo čitateľnou poslednou číslicou.



Z Gazdovskej chodby pokračujú tri odbočky, ktoré sa v spodných priestoroch spájajú. Tieto odbočky sú zamerané kompasovými ťahmi 37–634–636, 36–633, 633–637 – 640–1–4 v celkovej dĺžke meraného ťahu 210,27 m. V prednej časti Gazdovskej chodby sa nachádza nápis z roku 1959 s menami Strela, Kňazovický a Jirásek. Priestory sa zužujú pri meračskom bode č. 633. V pokračovaní chodby k meračskému bodu 3 (pri znaku 0 s hore smerujúcou šípkou, je tu znak v podobe kríža) sa nameralo prevýšenie od vchodu jaskyne -38 m, čo je najnižšie zameraný bod jaskyne (852 m n. m.).

Úsek Hlboký dóm – Hudobná sieň je napojený na meračský bod 147, umiestnený na chodníku nad Hlbokým dómom, a priestory prechádzajú stúpajúco do Hudobnej siene; tu sa napája na meračský bod 138 umiestnený na chodníku. Zameraná dĺžka kompasového ťahu 147–1–14–138 meria 150,17 m.

V roku 2003 pokračovala dokumentácia Belianskej jaskyne IV. etapou; v rámci nej sa zamerali priestory za Balvanitou chodbou: koniec Balvanitej chodby – Dóm so snímačmi – dómik s priepastkou, časť Spojovacia chodba – Stĺpový dóm, priestory Druhého dómu a časť Stĺpový dóm – priepasť Peklo. Meracie práce vykonali J. Adamjak, Ľ. Adamjak, Jozef Bachleda, V. Fudaly, Vladimír Klein ml., Ľ. Matuška, Ľ. Plučinský, J. Zibura, S. Pavlarčík, R. Koral, Martin Plučinský, J. Leščák, R. Leščák 7., 14. a 28. septembra, 4. októbra a 9. novembra 2003. Zameraných bolo 58 meračských ťahov bez uzavretých okruhov. Merania sa napojili na meračský bod č. 17 a meračský bod č. 13 A. Droppu z rokov 1956 – 1957. Dĺžka zameraných kompasových ťahov dosiahla 486,97 m jaskynných priestorov. Prevýšenie medzi najnižším a najvyšším meračským bodom – č. 13 (A. Droppa) a č. 60 (merania Jaskyniarskej skupiny Spišská Belá) – je 83,05 m.

V Dóme so snímačmi je silne popraskaný a labilný strop a na dne dómu sú opadané vrstvy. Táto časť bola známa už skôr podľa nápisov nad malým vstupným otvorom „OKSI“ a „R.O.“ (vypálený plameňom), pod meračským bodom č. 19 vľavo sú pod stropom nápisy „TK 2“ a vedľa „MMI“.

V priestore Druhého dómu pod vstupnou časťou na jej ľavej strane je vyškrabané meno „Zavacky Jakub“ a pri stupni v spodnej časti v stene vyrýpaný nápis „V. Pleva 26. VIII. 1951“. V blízkosti prepojenia s Balvanitou chodbou (meračský bod č. 13 A. Droppu) sú nápisy „20/V. 39 Majerčák, Kaleta“ a vpravo ďalej „J. Kováč 22. VI. 43“.

Priepasť Peklo s exponovaným prístupom cez šikmé zúžené plazivky s blatom a mäkkým sintrom sa skúmala niekoľkokrát; okrem písomných zmienok o tom svedčia aj nápisy nad ústím do priepasti „Müller“ a „Lajoš“.

V. etapou skupina doplnila nezamerané časti jaskyne v úseku Druhý dóm – Priepasť s úžinou a bočnú sieň v Bielom dóme. Ľ. Adamjak, V. Fudaly, J. Leščák, Boris Leščák, R. Leščák, S. Pavlarčík, Ľ. Plučinský, Martin Plučinský a Maroš Plučinský priestory zamerali 3. a 17. októbra 2004.

V priepasti s úžinou sa zameralo 8 kompasových ťahov (meračské body č. 9, 67 – 74) s dĺžkou 70,76 m a prevýšením 32,56 m. Kompasový ťah sa napojil na meranie Jaskyniarskej skupiny Spišská Belá z roku 2003. V mäkkom sintri je oproti meračskému bodu 70 vyrytý nápis „V. Pleva 26. VIII. 1951“.

V Bielom dóme sa zameralo 6 kompasových ťahov s dĺžkou 65,74 m (meračské body 141, 77 – 79, 141) s uzavretým okruhom s prevýšením 10,03 m (meračské body č. 141 – 77). Meranie sa napojilo na meračský bod č. 141 z merania jaskyne J. Sýkorom a J. Knapom z rokov 1976 – 1978.

V roku 2007 skupina uskutočnila záverečnú VI. etapu, počas ktorej sa zamerali časti, ktoré boli známe a zamerané už skôr, ale údaje chýbali alebo boli nedostatočné pre vyhodnotenie jaskyne ako celku.

Časť Zbojnícka komora – Zrútený dóm – Balvanitá chodba zamerali 24. februára 2007 V. Fudaly, Ľ. Matuška, I. Michlík, Filip Michlík, S. Pavlarčík, Ľ. Plučinský a M. Plučinský kompasovým ťahom 129–1–11–53–13–17 v dĺžke 159,06 m. Známe priestory boli v minulosti sprístupnené drevenými schodíkmi, dominuje tu stalagmit „Pisanská veža“ (stĺp Vendôme).

Prepojenie s najvyšším bodom jaskyne zamerali I. Michlík, F. Michlík a Ľ. Plučinský 3. marca 2007 kompasovým ťahom 2–18–22, s dĺžkou 58,72 m. Najvyšší meračský bod jaskyne č. 22 vo výške 1018,96 m n. m. je umiestnený cca 5 m nižšie, ako je vrchol zasintrovaného komína. Zároveň I. Michlík, F. Michlík, S. Pavlarčík a Ľ. Plučinský zamerali prerážku Nový tunel za Bielym dómom s dĺžkou 105,21 m.

Dňa 18. augusta 2007 V. Fudaly, Michal Grivalský, R. Koral, M. Plučinský a Ľ. Plučinský premerali Priepasťovú chodbu kompasovým ťahom 79–551–600, s dĺžkou 212,30 m. V spodnej časti sú zachované historické podpisy J. Britza a A. Kaltsteina so synom z roku 1882 a I. Verbovszkého z roku 1883.

Poslednou premeranou časťou jaskyne bol úsek rampa nad chodníkom – Objavný komín. V. Fudaly, R. Leščák, I. Michlík, S. Pavlarčík, Ľ. Plučinský, M. Plučinský a J. Zibura ho premerali 26. augusta 2007 kompasovým ťahom 608–567–582, s dĺžkou 158,36 m. Objavný komín ako pôvodný vchod do jaskyne z roku 1881 až do roku 1882 sa nachádza vo výške 972 m n. m.

ZÁVER

Merania vo všetkých etapách sa uskutočnili pomocou banského závesného kompasu, závesného sklonomeru a pásma. Jednotlivé meračské body (medené nity s priebežným číselným označením, čísla vyrazené na hliníkovom pliešku) sa pevne osadili. Údaje sa spracovali na počítači pomocou programu T.J.I.K.P.R. verzia 4.10. Celková dĺžka zameranej siete je 3826 m s celkovým prevýšením 168 m.

Plány jaskyne v mierke 1:500 spracoval Ľ. Plučinský a geologické pomery, morfologickú charakteristiku zameraných priestorov, ich genézu a sedimentárnu výplň zhodnotil S. Pavlarčík. Podklady plánov jaskyne v programe THERION spracoval M. Plučinský.

LITERATÚRA

Archív Jaskyniarskej skupiny Spišská Belá 1951 – 2007.

Denník Belianskej jaskyne 1954 – 2000.

Denník Belianskej jaskyne 1982 – 1992.

Droppa, A. 1959. Belanská jaskyňa a jej kras. Šport, Bratislava, 136 s.

Houdek, I. – Bohuš, I. 1976. Osudy Tatier. Šport, Bratislava, 27–28.

Fudaly, V. 2002. Speleologický prieskum a dokumentácia Belianskej jaskyne jaskyniarskou skupinou Spišská Belá. In Bella, P. (ed.): Výskum, využívanie a ochrana jaskýň, zborník referátov. Liptovský Mikuláš, 196–199.

Lalkovič, M. 1987. Meranie a mapovanie jaskýň na Slovensku v rokoch 1919 – 1944. Slovenský kras, 25, 109–134.

Lalkovič, M. 1994. Karpatský spolok a jaskyne na Slovensku. Slovenský kras, 32, 91–118.

Lalkovič, M. 2002. Z histórie Belianskej jaskyne. In Bella, P. (ed.): Výskum, využívanie a ochrana jaskýň, zborník referátov. Liptovský Mikuláš, 188–195.

Lalkovič, M. 2005. Paradoxy a úskalia jaskyniarskej histórie. Aragonit, 10, 42–45.

Jirásek, J. 1976. 65 rokov športu v Spišskej Belej 1911 – 1976. Duklianske tlačiarne, Kežmarok, 25–32.

Kňazovický, O. 1959. Z činnosti speleologickej skupiny v Spišskej Belej. Slovenský kras, 2, 163–164.

Pavlarčík, S. a kol. 2000. Dokumentácia jaskynných priestorov nad Vysokým dómom v Belianskej jaskyni. Manuskript, Jaskyniarska skupina SSS Spišská Belá, 8 s.

Pavlarčík, S. – Plučinský, Ľ. 2001. Speleologická dokumentácia jaskynných priestorov nad Vstupnou chodbou v Belianskej jaskyni. Správa z ukončenej II. etapy. Manuskript, Jaskyniarska skupina SSS Spišská Belá, 8 s.

Pavlarčík, S. – Plučinský, Ľ. 2002. Speleologická dokumentácia jaskynných priestorov pod Šikmým dómom, pod Gazdovskou chodbou a medzi Hlbokým dómom a Hudobnou sieňou v Belianskej jaskyni. Správa o ukončení III. etapy. Manuskript, Jaskyniarska skupina SSS Spišská Belá, 8 s.

Pavlarčík, S. – Plučinský, Ľ. 2003. Speleologická dokumentácia jaskynných priestorov v úseku Balvanitá chdba – Stĺpový dóm – priepasť Peklo v Belianskej jaskyni. Správa z ukončenej IV. etapy. Manuskript, Jaskyniarska skupina SSS Spišská Belá, 8 s.

Pavlarčík, S. – Plučinský, Ľ. 2004. Speleologická dokumentácia Priepasti s úžinou pod Druhým dómom a bočnej siene v Bielom dóme v Belianskej jaskyni. Správa z ukončenej V. etapy. Manuskript, Jaskyniarska skupina SSS Spišská Belá, 7 s.

Pavlarčík, S. – Plučinský, Ľ. 2007. Speleologická dokumentácia Balvanitej chodby, Zrúteného dómu s najvyšším bodom jaskyne, Tunela (prerážky za Bielym dómom), Priepasťovej chodby a Objavného komína v Belianskej jaskyni. Správa z ukončenej VI. etapy. Manuskript, Jaskyniarska skupina SSS Spišská Belá, 6 s.

Prikryl, Ľ. V. 1985. Dejiny speleológie na Slovensku. Veda, Bratislava, 204 s.

OCHRANNÉ PÁSMA JASKYNE DRINY A KRÁSNOHORSKEJ JASKYNE

Matúš Peško – Ľudovít Gaál

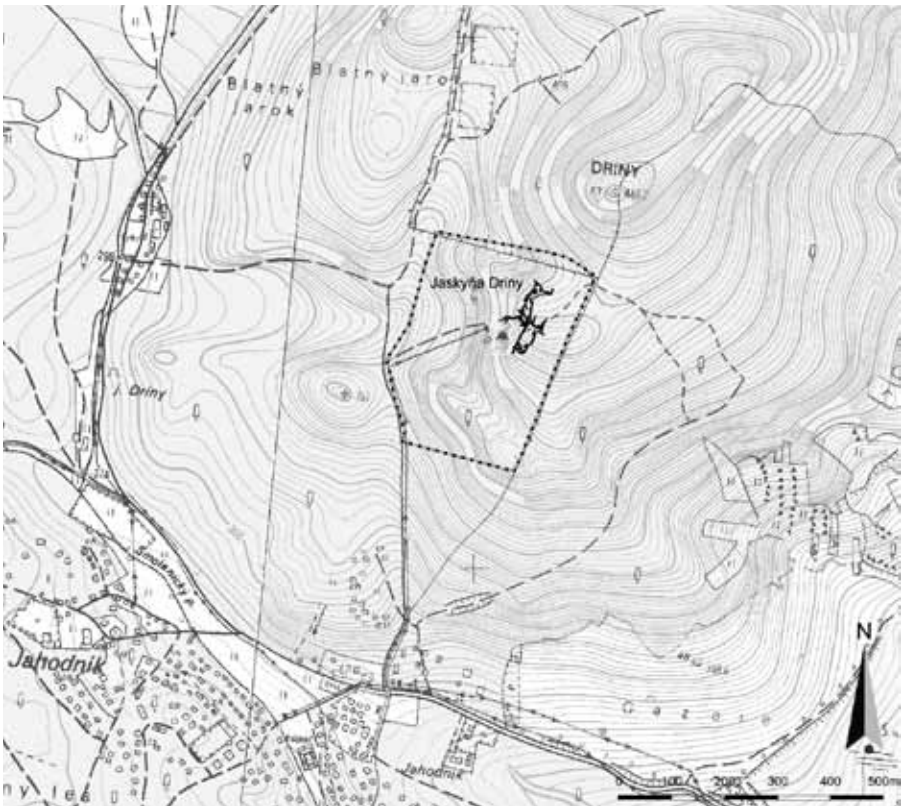
Od 1. apríla 2008 nadobudla platnosť všeobecne záväzná vyhláška Krajského úradu životného prostredia v Trnave č. 1/2008 z 25. februára 2008, ktorou sa vyhlasuje ochranné pásmo národnej prírodnej pamiatky jaskyne Driny.

Jaskyňa Driny je najvýznamnejšou a jedinou sprístupnenou jaskyňou Malých Karpát. Je situovaná v území Smolenického krasu, ktorý sa zaraďuje k horskému rozčlenenému krasu masívnych chrbtov, hrastí a kombinovaných vrásovo-zlomových štruktúr. Vchod do jaskyne sa nachádza na západnom svahu vrchu Driny (434 m). Jaskyňa má puklinovo-korózny charakter, pozostáva z úzkych puklinových chodieb. Dosahuje dĺžku 680 m s vertikálnym rozpätím 40 m. Jej sprístupnené časti merajú 410 m. Podzemné priestory sú vyzdobené bohatou sintrovou výplňou. Pre jaskyňu Driny sú typické sintrové záclony so zúbkovaným lemovaním. Ďalej sú zastúpené sintrové vodopády a náteky, pagodovité stalagmity a rôzne formy stalaktitov.

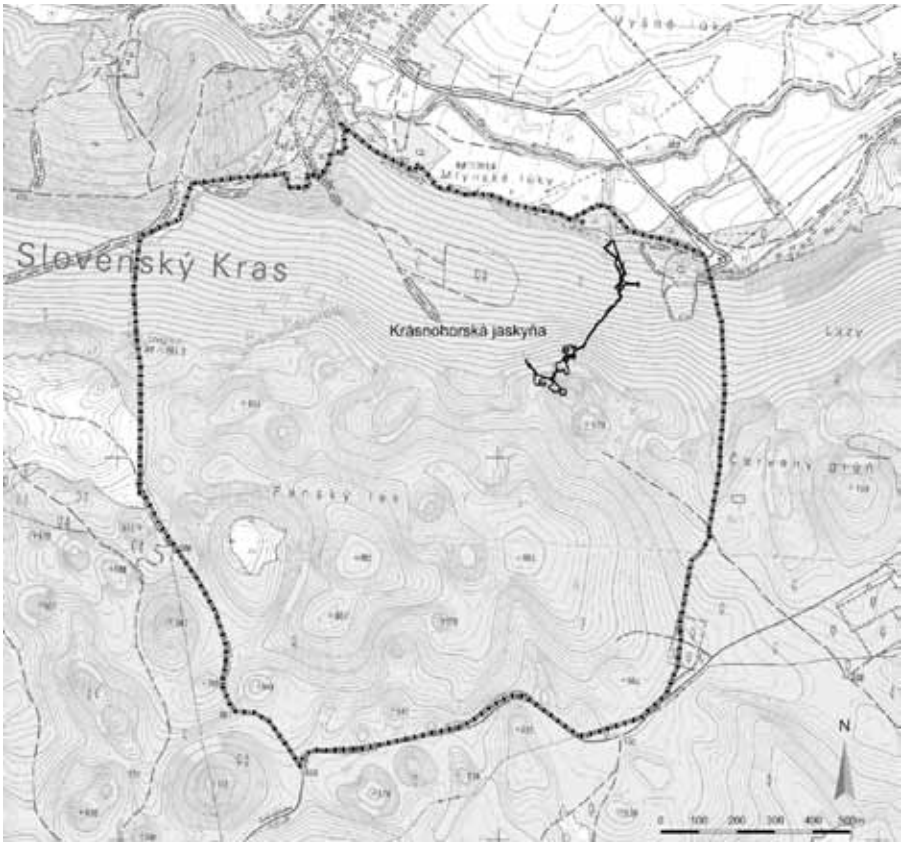
Ochranné pásmo jaskyne Driny zaberá oblasť skalného brala nad vchodom a svahy nad jaskyňou. Jeho celková výmera podľa katastrálnych podkladov dosahuje 11,7 ha. Severné ohraničenie je totožné s hranicou prírodnej rezervácie Hlboča.

Cieľom vytýčenia plochy ochranného pásma a stanovenia zákonných ochranných podmienok v zmysle § 24 ods. 9 zákona č. 543/2002 Z. z. o ochrane prírody a krajiny je najmä zamedzenie negatívneho pôsobenia antropogénnych aktivít na jaskynný ekosystém. Ide predovšetkým o ochranu jaskyne pred rozličnými formami znečistenia a splavovaním pôdy do podzemných priestorov jaskyne pri prípadnom odlesnení. Z lesohospodárskeho hľadiska však v predmetnom území nehrozia tieto negatívne vplyvy, pretože lesný hospodársky plán o holoruboch neuvažuje a pripúšťa len najjemnejšie spôsoby obhospodarovania, ako účelový výber skupinový a jednotlivý, prípadne stav bez zásahu do lesných porastov. Nevhodne vytýčené lesné cesty a zvážnice však v tomto území pre plytkosť pôdy môžu spôsobovať eróziu. Ich výstavba je však málo pravdepodobná z dôvodu ochranného charakteru lesov.

Ochranné pásmo jaskyne Driny je len minimálne ovplyvnené antropogénnou činnosťou. Jeho východným okrajom vedie prístupová cesta k jaskyni. Popri nej sú v zemi uložené inžinierske siete slúžiace infraštruktúre jaskyne. Pri vlastnej jaskyni sa nachádza administratívna budova, ku ktorej vedie serpentínový chodník na terasu s vchodom do jaskyne. Z terasy sa dá vojsť do Speleobaru, ktorý je malou jaskynkou upravenou na občerstvenie návštevníkov a predaj suvenírov. Hlavným faktorom negatívnej antropogénnej činnosti je devastácia porastov ako následok vysokej turistickej návštevnosti najmä v hrebeňovej časti kóty Driny. Vápencové prostredie krasovej krajiny charakterizuje vysoká zraniteľnosť. Puklinovo-krasová priepustnosť v karbonátoch umožňuje rýchly pohyb podzemných vôd, a tým aj prenos znečistenia za krátky interval na veľkú vzdialenosť. Redukcia znečistenia formou sorpcie, prípadne iných samočistiacich procesov prebiehajúcich vo vodách je za daných podmienok minimálna. V prípade možnej kontaminácie by bola ohrozená nielen kvalita priesakových podzemných vôd, ale mohla by sa nezvratne poškodiť sintrová výplň jaskyne. Nemenej dôležitá je aj ochrana mikrobiologickej zložky a vzácnej podzemnej fauny jaskyne. Z prítomných foriem ide zväčša o troglofilné druhy. Jaskyňa predstavuje



Vymedzenie ochranného pásma jaskyne Driny. Zostavil: P. Gažík



Vymedzenie ochranného pásma Krásnohorskej jaskyne. Zostavil: P. Gažík

významné zimovisko netopierov; zistilo sa ich tu spolu 10 druhov.

Územie ochranného pásma jaskyne Driny je hodnotné aj z hľadiska výskytu vzácnych rastlín. Nachádza sa tu jediná doteraz známa lokalita na Slovensku s výskytom chráneného rastlinného druhu nadutec nafúknutý (*Myrrhoides nodosa*), ďalším chráneným druhom v tomto území je jasenec biely (*Dictamnus albus).*

Projektovú dokumentáciu spracovali v roku 2006 pracovníci vtedajšieho úseku ochrany jaskýň Ing. P. Gažík, Ing. J. Psotka a Mgr. M. Peško. Konanie prebehlo bez väčších komplikácií, jeho účastníci nemali vážnejšie námietky proti vyhláseniu ochranného pásma. Označenie ochranného pásma uskutočnili pracovníci oddelenia praktickej starostlivosti o jaskyne normalizovanými tabuľami v roku 2007.

Od 1. augusta 2007 platí všeobecne záväzná vyhláška Krajského úradu životného prostredia v Košiciach č. 2/2007 z 11. júla 2007, ktorou sa vyhlasuje ochranné pásmo národnej prírodnej pamiatky **Krásnohorská jaskyňa** s výmerou 195,6266 ha. Jaskyňa sa nachádza na severnom úpätí Silickej planiny a patrí k najvýznamnejším jaskyniam Národného parku Slovenský kras. Bola objavená v roku 1964, keď po výkopových prácach rožňavskí jaskyniari znížili hladinu vody vo vyvieračke Buzgó. Následne sa do jaskyne vyrazila štôlňa, ktorá slúži ako vstup do jaskyne. Krásnohorská jaskyňa je v súčasnosti sprístupnená turistickým spôsobom. Jedinečné prírodné hodnoty jaskyne boli dôvodom, že je zaradená do reprezentatívneho zoznamu svetového kultúrneho a prírodného dedičstva UNESCO v rámci jaskýň Slovenského a Aggtelekského krasu. Ochranné pásmo jaskyne má slúžiť na bezprostrednú ochranu jaskyne i okolitého krasového územia, najmä pôdy, reliéfu a vegetácie, ktoré ovplyvňujú ekosystémy podzemných priestorov. Cieľom vytýčenia ochranného pásma Krásnohorskej jaskyne je najmä eliminovanie negatívneho vplyvu hospodárskych aktivít vo vodozbernej oblasti jaskyne. Dôležité je najmä nenarušiť lesný porast, pretože jaskynné chodby sú vyvinuté na výrazných poruchách s intenzívnym horizontálnym prúdením krasových vôd, ale otvorené trhliny hrajú kľúčovú úlohu aj v odvádzaní atmosférických zrážok do podzemia, ktorých presakovanie reguluje práve lesný porast nad jaskyňou. Miestami silnejšie, miestami slabšie presakovanie zrážkových vôd spôsobilo vznik 32 m vysokého Stĺpa rožňavských jaskyniarov, ale aj vznik krehkých heliktitov v jaskyni.

Pôvodný projekt ochranného pásma Krásnohorskej jaskyne vypracovali pracovníci bývalej Správy CHKO Slovenský kras pod vedením Ing. M. Rozložníka v roku 1998. Ministerstvo životného prostredia SR v roku 2000 plánovalo vyhlásiť ochranné pásma 26 jaskýň spoločnou vyhláškou – medzi nimi aj OP Krásnohorskej jaskyne. Pre zamietavý postoj Ministerstva pôdohospodárstva SR však ochranné pásma neboli vyhlásené. Nový projekt vypracovali pracovníci Správy slovenských jaskýň RNDr. Ľ. Gaál, Ing. P. Gažík a L. Iždinský v roku 2004. Oznámenie zámeru o vyhlásení ochranného pásma Krásnohorskej jaskyne rozosielal Krajský úrad životného prostredia v Košiciach už v apríli 2005, avšak Lesy SR, Odštepný závod v Rožňave, mali k vyhláseniu zamietavé stanovisko. Zástupca tejto organizácie trval na svojom stanovisku i na prerokovaní pripomienok v Krásnohorskej Dlhej Lúke 5. decembra 2005, aj napriek tomu, že nenašiel žiadne závažnejšie argumenty proti jeho vyhláseniu; celá plocha totiž predstavuje ochranný les. Krajský úrad životného prostredia preto nebral do úvahy protiargumenty zástupcu Lesov SR a návrh vyhlášky poslal na Ministerstvo SR na odsúhlasenie. Vyhláška o ochrannom pásme Krásnohorskej jaskyne vyšla v júli 2007.

HISTÓRIA PRIESKUMU A NÁZORY NA KVARCITOVÝ KRAS, SPELEOLOGICKÉ VÝSKUMY STOLOVÝCH HÔR LA GRAN SABANY (ESTADO BOLÍVAR, VENEZUELA) PRÍRODOVEDECKOU EXPEDÍCIOU CHIMANTÁ – RORAIMA 2007

Lukáš Vlček – Branislav Šmída – Charles Brewer-Carías – Marek Audy – Federico Mayoral – Roman Aubrecht – Tomáš Lánczos

PREDHOVOR

Tak ako ľudské telo, aj krajina má svoje póly. Negatívny, záporne nabitý pól sa v prírode nachádza na tých najhlbších miestach – v hlbokých údoliach, roklinách a priepastiach, kde len zriedka prenikne lúč svetla. S bezútešným pocitom, aký tieto miesta vyvolávajú, sa nevie vyrovnať každý – aj preto sa jaskyniarom nemôže stať hocikto. Naopak, pozitívny – kladne nabitý pól nachádzame na vrcholoch hôr, najvyšších končiaroch, v krajine za inverzie obklopenej oblakmi. Aj preto všetky kultúry sveta umiestňujú nebo (či jeho analógie) k výšinám oblohy a peklo do najhlbšieho podzemia. Aj preto sú ľudia žijúci na vrchoch zdravší, plnší elánu, vitality a životnej rovnováhy. Pobyt na horách uzdravuje, vlieva človeku do žíl akúsi nedefinovateľnú tajomnú mystickosť a zároveň mu dáva pocit úľavy, uvoľnenosti a slobody. Mesačný pobyt v horách človeku dokonale vyvetrá hlavu a zotaví unaveného ducha lepšie než čokoľvek iné. My jaskyniari, napriek tomu, že sme vlastným rozhodnutím odsúdení stráviť veľkú časť života pod zemou, zvolili sme úžasný kompromis v rovnováhe medzi nebom a podzemím. Za jaskyňami totiž treba zájsť vysoko, niekedy vskutku poriadne vysoko... Na expedíciách do Venezuely sme sa dali na objavovanie nových, dosiaľ nepreskúmaných jaskýň na najvyšších horách celej Guayanskej vysočiny – na stolových horách *tepuy*, kde podľa mýtov a legiend v bielych chuchvalcoch oblakov vysoko nad okolitou krajinou, odpútaní od bežného – osídleného ľudského sveta, sídlia mocní bohovia a rodí sa všetka voda Zeme...

HISTÓRIA OBJAVOV JASKÝŇ STOLOVÝCH HÔR

Stolové hory Guayanskej vysočiny predstavujú nevyčerpateľnú pokladnicu objavov. Od roku 1838, keď ich predstavil svetu anglický kráľovský zememerač Robert Schomburgk, a neskôr, roku 1884, keď na ne prvýkrát vystúpila expedícia vedená Sirom Everardom Im Thurn a Harry Perkinsom, sa sem zorganizovali stovky výprav, z ktorých každá jedna priniesla svetu niečo nové, dosiaľ neobjavené. Biológovia tu našli dovtedy nepoznané unikátne rastliny a živočíchy, geológovia zo skamenených záznamov hornín a reliéfu vyčítali nové poznatky o vývoji územia v minulosti a speleológovia v tejto magickej krajine objavili dokonca jaskyne. Pre extrémnu izolovanosť boli stolové hory *tepuy* dlho prirovnávané k ostrovom stagnujúcim v plynúcom čase („Venezuela's Islands in Time" George Uwe: National Geographic, May 1989). Vývoj rastlín i živočíchov sa tu vplyvom nízkeho predačného i konkurenčného tlaku na dlhé roky akoby úplne zastavil. Svet, aký tu nachádzame, má mnohé spoločné črty s prírodou, akej existenciu predpokladáme až kedysi na konci druhohôr. V raji endemických rastlín a živočíchov na vysokými stenami izolovaných stolových horách, pravidelne bičovaných daždivým počasím a vetrami divokých monzúnov, sa v minulosti podarilo nájsť viacero ***jaskýň***, ktoré sú svojou morfológiou, genézou a prostredím vzniku úplne unikátne.

A prečo sú na území Guayanskej vysočiny práve jaskyne až takým neobvyklým a dôležitým nálezom? Všetky stolové hory sú budované nekrasovými sedimentárnymi horninami – najmä kremencami a kremennými pieskovcami, ktoré patria medzi najodolnejšie horniny na Zemi. Voči chemickému rozpúšťaniu (krasovateniu *sensu lato*) sú tak málo náchylné, že ešte prednedávnom by tu nik žiadne jaskyne ani nehľadal. To by však bola veľká škoda, pretože podľa súčasných poznatkov práve kremencové jaskyne stolových hôr patria medzi najpestrejšie, ba i najväčšie podzemné priestory sveta!

Speleológia v kvarcitových masívoch Guayanskej vysočiny začala na stolových horách Autana – skalnej ihle až 1300 metrov vysoko čnejúcej nad venezuelskou Amazóniou (Colveé, 1972, 1973; Urbani a Szczerban, 1974; Szczerban a Urbani, 1975; Szczerban a Gamba, 1973; Brewer-Carías, 1972, 1973a, 1976a; Galán, 1982; Pérez La Riva, 1976; Pérez La Riva a Reyes, 1976) a Juaua-Sarisariñama – rozsiahlej horskej plošine ukrytej v hlbokej džungli povodia Río Caura (Urbani a Szczerban, 1974; Szczerban a Urbani, 1975; Szczerban a Gamba, 1973; Brewer-Carías 1973b, 1976b; Nott, 1975). Na Autane (1400 m n. m.) bola už zo starého spisu z roku 1782 známa už z veľkej diaľky viditeľná jaskyňa, ktorej portál ako obrovské skalné oko vystupoval na mohutnej, 800 m vysokej južnej stene stĺpovej hory, a ktorej horizontálne chodby, ako sa

Obr. 1. Stolové hory skupiny Roraima patria medzi najvyššie body Guayanskej vysočiny, na fotografii Kukenán tepuy. Foto: J. Schlögl
Fig. 1. The table mountains of Roraima group are the highest points in Guyana Highlands, the picture shows Kukenán tepuy. Photo by J. Schlögl

Obr. 2. Stupňovité plató Chimanty vyzerá na prvý pohľad kompaktne, v skutočnosti je komplikovane rozčlenené stovky metrov hlbokými grietami. Foto: J. Schlögl
Fig. 2. Terraced plateau of Chimantá massif looks compact, but in detail view it is very complicate segmented by hundrets of meters deep schafts – grietas. Photo by J. Schlögl

Obr. 3. Povrch stolových hôr je rôznorodý – stovky metrov hlboké tektonické údolia striedajú zoskupenia skalných veží až močaristé platá na zarovnanom skalnom povrchu. Macizó Chimantá, v blízkosti jaskyne Cueva Charles Brewer. Foto: L. Vlček, R. Aubrecht a E. Kapucian
Fig. 3. The surface of table mountains is variable – hundrets of meters deep tectonic valleys change the stony towers and fingers or swampy plateaus on the leveled rocky surface. Macizó Chimantá, in the surroundings of Cueva Charles Brewer. Photo by L. Vlček, R. Aubrecht and E. Kapucian

neskôr zistilo, ústia do stien viacerými otvormi, prechádzajúcimi z jednej strany hory na druhú. V roku 1971 ju prvýkrát preskúmala a zmapovala v dĺžke 395 m výprava vedená Ch. Brewerom-Caríasom a neskôr bola detailne opísaná (napr. Urbani a Szczerban, 1974; Brewer-Carías, 1976b). Venezuelskí vedci tu dosiahli niekoľko významných úspechov, odtiaľto dokonca v roku 1980 prvýkrát priniesli svetu minerál sveit $KAl_7[Cl|(OH)_8|(NO_3)_2]_2 \cdot 8H_2O$ (napr. Martini, 1980; Martini a Urbani, 1984). Cueva del Cerro Autana sa stala prvou detailne preskúmanou jaskyňou v kvarcitových horninách na svete. Jej existencia však podnietila niekoľko otázok. Ak jaskyňa vznikla prúdením ponornej rieky, o čom svedčia erózne vyhĺbeniny na jej stenách, ako to bolo dávno, keď medzitým nastala erózia okolitého terénu o celé stovky metrov? Kam rieka tiekla a predovšetkým – existujú aj iné jaskyne na ostatných stolových horách, ktoré táto prastará rieka vytvárala? Odpoveď na tieto otázky mohol priniesť len ďalší prieskum okolitých hôr. Od začiatku bolo zrejmé, že cesta týmto smerom nebude ľahká.

Na prekonanie 900 m vysokých kolmých stien hory Autana a prieskum jaskyne Cueva del Cerro Autana neostávalo nič iné, ako komplikovane pristáť vrtuľníkom na vrcholovej plošine a za pomoci lanových rebríkov zliezť k jej otvorom v skalnej stene 150 m pod zarovnaným vrcholom tejto obrovskej kamennej ihly. Naproti nej džungľou zarastená obrovsky rozľahlá hora Sarisariñama (2300 m n. m.) je na prvý pohľad úplne plochá. Zaujímavá je z vtáčej perspektívy už z diaľky viditeľnými vertikálnymi depresiami s priemerom až 350 m(!), ktorých kolmé steny spadajú do zhruba tej istej hĺbky. Z nich dovnútra masívu pokračujú obrovské tunelovité chodby.

Obr. 4. Speleologické expedície na stolové hory sú nepredstaviteľné bez vrtuľníkovej podpory. Foto: J. Schlögl
Fig. 4. Speleological expeditions to the table mountains are realized by helicopters. Photo by J. Schlögl

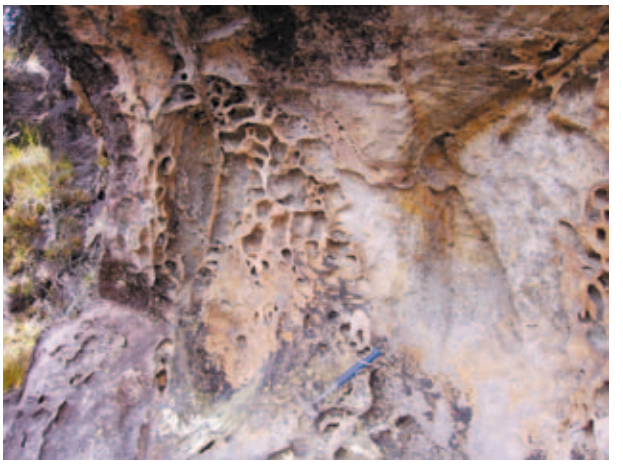
Objavenie jaskýň i prístup k nim boli možné, ako inak, opäť len zo vzduchu – za pomoci ľahkých, zručne manévrovateľných vrtuľníkov. Jaskynné depresie Sima Mayor, hlboká 314 m, a Sima Menor, s hĺbkou 248 m, ktoré preskúmala v roku 1974 vedecká expedícia vedená opäť prírodovedcom Ch. Brewerom-Caríasom, sú odvodňované do vyvieračiek kilometre vzdialených (napr. Brewer-Carías, 1973; 1976b; Urbani a Szczerban, 1974; Szczerban a Urbani, 1975; Szczerban a Gamba, 1973). Vedci v rámci expedície priepasti podrobne zmapovali. Objem 18 mil. m^3 zaradil Simu Mayor (Sima Humboldt sensu De Bellard, 1974a, b, 1975; resp. Sima Brewer-Carías sensu Brewer-Carías, 1974) na popredné miesto vo svetovom rebríčku – stala sa 5. najväčšou krasovou dutinou sveta. Za zmienku stojí, že na túto lokalitu krátko po sebe smerovali dokonca dve expedície. Prvá, vedená Charlesom Brewerom-Caríasom, je zachytená v článkoch Ch. Brewera-Caríasa (napr. 1973, 1976b) či v nádhernej vedecko-populárnej monografii Brewer-Carías (1983) a druhá – poľsko-venezuelská výprava vedená F. Urbanim, sa opisuje vo viacerých speleologických periodikách (napr. Zawidzki, Urbani a Koisar, 1976; Dyga, Székely a Zawidzki, 1977; CEDV, 1976) alebo populárno-náučných publikáciách či v krátkych informatívnych správach (Kuczynski, 1976a, b; Koisar a Solicki, 1977a, b). Z dnovej časti menšej priepasti zvanej Sima Menor (alebo Sima Martel sensu De Bellard, 1974a, b, 1975, resp. Sima Gibson sensu Brewer-Carías, 1974) vybiehajú dve protistojne smerujúce vetvy do jaskynných segmentov zvaných Cueva de la Cascada a Cueva de los Guácharos. V blízkosti týchto lokalít sa nachádza ďalší obrovský krasový kolaps, nazvaný Sima de la Lluvia s dĺžkou až 1352 m, zahŕňajúcou z neho vybiehajúcu vetvu Cueva de los Cristales.

Jaskyne sa našli aj na ďalších stolových horách Venezuely. Z mesety Guaiquinima opisujú kvarcitové jaskyne s dĺžkou do 130 m Szerban, Urbani a Colveé (1977) alebo Urbani (1977). Jaskyne na planinách Sierra de Pacairima (Pacaraima) sú predmetom príspevkov autorov Urbani (1977) alebo Pérez La Riva (1977) (Bo. 4 – Bo. 7). Národný speleologický kataster – Carastro Espeleologico Nacional (sprvu Catastro Espeleologico de Venezuela), ktorý opisuje všetky známe jaskyne vo Venezuele, uvádza jaskyne z hôr Yuruaní tepuy (Galán, 1982), Sierra Marutani (Bo. 9 – Bo. 19), Kukenán tepuy (Bo. 22 – Bo. 25), Acopán a Amurí (Bo. 40 – Bo. 53), Cerro Chirikayén (Bo. 90 – Bo. 91), krátke jaskynky z povodia Río Aponguao (Bo. 20 – Bo. 21). Galán (1988) vyrátava jaskyne na horách a čiastkových masívoch Jaua-Sarisariñama (3), Guaiquinima (9), Eutobarima (1), Aonda (8), Urutany (2), Auyantepuy Norte (1), Tramén (1), Aguapira (15), Kukenán (5), Roraima (1) a Yuruani (2), v predpolí stolových hôr pri Santa Elene de Uairén – El Paují (4), na hore Aponguao (2), Serrania Pereña (2), Chimantá (1) a Autana (3). V roku 1988 bolo vo Venezuele známych 60 kvarcitových jaskýň v celkovej dĺžke 14 504 m zo štátov Estado Bolívar (57) a Territorio Federal Amazonas (3). Neskôr sa objavila i mohutná, ale bezvýznamná jaskyňa aj na hore Ilú tepuy (Bo. 33) a celý rad kratučkých abri a pseudokrasových jaskýň napr. v Districto Cedeño (Bo. 56 – Bo. 82). Jaskyne sa objavili aj na hore Chimantá (Meaztu et al., 1995; SVE, 1994). Ghneim (1999) uvádza v bibliografii venezuelských jaskýň všetky dovtedy známe lokality z Catastro Espeleológico Nacional, pričom všetky jaskyne s označením „Bo." (skratka podľa štátu Bolívar) sú vytvorené v kremencoch (91 lokalít) a keďže niektoré jaskyne stolových hôr ležia aj v teritóriu Amazonas, po pripočítaní niektorých lokalít „Am." (napr. Cueva del Cerro Autana) nám vychádza okolo 100 známych kvarcitových

jaskýň. Dnes ich poznáme asi 140. Prevažnú časť z nich tvoria vertikálne trhliny alebo len krátke podzemné chodby. Výnimku predstavuje niekoľko zaujímavých jaskýň.

V osemdesiatych rokoch spopularizovala kvarcitovú speleológiu vo svete priepasť Sima Aonda ležiaca na mesete Auyán-tepuy (2560 m n. m.), stolovej hore známej aj na Slovensku vďaka dobrodružnému filmu Pavla Barabáša Amazonia Vertical (K2 Studio, Bratislava, 2004). Medzinárodné výpravy vedené venezuelskými, talianskymi a poľskými lídrami tu narazili na hlboké tektonické údolia a trhliny siahajúce do hĺbky až niekoľkých stovák metrov, navzájom poprepájané podzemnými chodbami, odvádzajúce povrchové zrážkové vody pozdĺž nepriepustnej bázy von zo stolovej hory. Tu preskúmané a v prácach od autorov Galán (1983a, b, 1984), Inglese a Tognini (1993), Pezzolato (1993, 1996), Piccini (1994), Gori et al. (1993), Barnabei et al. (1993), Carreño (1996) alebo Piccini – Mechia a Preziosi (1994), Mecchia et al. (1994), Pezzolato et al. (1994) v monografickom čísle časopisu Progressione (Bernabei, ed., 1994) a iných detailne opísané jaskyne sa na dlhý čas stali najhlbšími kremencovými jaskyňami sveta a najhlbšími jaskyňami Južnej Ameriky vôbec. Sima Aonda Superior, dlhá 2,1 km a hlboká najprv 320 m, neskôr až 362 m (Martínez, 1989; Urbani a Bordón, 1997), bola čoskoro prekonaná Talianmi objavenou jaskyňou Sima Aonda 2, hlbokou 325 m, a neskôr jaskyňou Sima Auyan-tepuy Noroeste, dlhou až 2950 m a hlbokou až 370 m (Barnabei et al., 1993; Bellomo et al., 1994; Bernabei, ed., 1994; Piccini, 1995; Mecchia a Piccini, 1999). Urbani (1993) vypočítava z kvarcitových masívov vo Venezuele 6 jaskýň s dĺžkou nad 1 km, 13 jaskýň nad 2 km, 13 hlbších ako 200 m a 14 hlbších ako 250 m, čo sú však údaje veľmi sporné. Z kvalitných a pôsobivých publikácií talianskej speleogrupy La Venta, aktívne distribuovaných do celého sveta, však jednoznačne vyplývalo, že v prípade jaskýň na Auyán tepuy ide o rozsiahly systém obrovských tektonických porúch, domorodcami miestne nazývaných *grieta,* navzájom poprepájaných subhorizontálnymi kanálmi rádovo menších rozmerov. Drenážna funkcia týchto jaskýň bola síce očividná a jednoznačná, bolo však na pochybách, či ide skutočne o „kras" a o „jaskyne" v pravom zmysle slova. Krasovými jaskyňami podľa súčasných poznatkov možno nazvať prepájacie kanály medzi jednotlivými grietami, ale keďže sa nachádzajú v značnej hĺbke pod povrchom, k ich dĺžke sa samozrejme pripočítali aj vertikálne úseky griet.

Medzičasom sa vo svete výskyt kremencových jaskýň rozšíril na všeobecne akceptovaný fenomén, avšak väčšinou šlo o pomerne krátke jaskyne. V Brazílii (množstvo prác z území náhornej plošiny Mato Grosso a štátu Minas Gerais, napr. Wernick, Pastore a Pires Neto, 1977; Auler, 2002), v Čade, Nigeri, Alžírsku (napr. Busche a Erbe, 1987), Juhoafrickej republike (množstvo prác, najmä Martini, napr. 1981, 1982, 1984, 1985). V Juhoafrickej republike sa v posledných rokoch objavili jaskyne, ktoré sa zaradili do prvej dvadsiatky najdlhších jaskýň v kvarcitoch na svete – Bat´s (Giant´s) Climber´s Cave System (1632 m; Truluck, 1996). Kremencové



Obr. 5. Voštiny na skalnom povrchu pieskovcových lavíc. Foto: R. Aubrecht
Fig. 5. Honeycomb structures on the rocky-surface of sandstone beds. Photo by R. Aubrecht

platá Guayanskej vysočiny siahajú až do Brazílie, kde nachádzame aj ich analógie, ďaleko od hraníc s Venezuelou. Na brazílskej plošine Mato Grosso bola v roku 1999 opísaná jaskyňa Caverna Aroe Jari, dlhá 1,4 km (Borghi a Moreira, 2000, 2002). Koncom deväťdesiatych rokov domáci speleológovia preskúmali trhlinové jaskyne Grutta do Centenario (dĺžka 3,8 km a hĺbka 481 m), Grutta da Bocaina (dĺžka 3,2 km a hĺbka 404 m) a Gruta Alaouf (dĺžka 1,2 km a hĺbka 294 m) v masíve Pico do Inficionado v štáte Minas Gerais (Faverjon, 2003; Auler, 2002; Rubbioli, 1996, 1998, 2001, 2003; Dutra 1996b, 1997; Hirashima, 1997; Perret, 2001; Sausse, 2001; Chaimovicz, 2001; Rodríguez a Silverio, 2002; Dutra, Rubbioli a Horta, 2005) i iné kremencové jaskyne na juhu oblasti (napr. Dutra, 1996a). V príspevku autora Rubbioli (1996) sa dozvedáme, že zrejme prvá mapa kvarcitovej jaskyne bola vyhotovená už v roku 1952 a šlo o jaskyňu dnes známu ako Grutta do Centenario. Jej charakteristiky však svedčia viac o tektonickom pôvode jaskyne; rozpúšťanie sa v nej prejavilo len podradne ako faktor dotvárajúci morfológiu jej priestorov. Kremencový kras (či v Európe v minulosti často polemicky nazývaný ako „pseudokras") sa začal v posledných rokoch opisovať z viacerých ďalších lokalít z celého sveta. V oblasti Meghalaya na hraničnom území medzi Indiou a Bangladéšom sa nachádza dnes 1297 m dlhá pieskovcová ponorová jaskyňa Krem Dam, ktorá je dokonca sprístupnená pre verejnosť (Oldham, 2003). V Českej republike v súčasnosti dokumentujú viac než 20 km dlhý systém skalných trhlín v kremenných pieskovcoch, nazvaný Systém Poseidon (Mlejnek a Ouhrabka, 2008). Ak sa však detailne zaoberáme kvarcitovými terénmi, vynorí sa pred nami dôležitá otázka: Čo teda považovať za kras a čo za pseudokras? Kedy ide skutočne o krasovú kremencovú jaskyňu? Diskusia v tomto zmysle pokračovala niekoľko rokov (napr. Jennings, 1983; Wray, 1997, 2003). Krasový fenomén bol klasicky definovaný na základe rozpúšťania materskej horniny vodnými roztokmi (napr. Cigna, 1978), a tak krasové jaskyne by mali byť vytvorené prednostne koróziou a eróziou vody. Preto je v histórii jaskyniarstva v kvarcitových masívoch dôležitým medzníkom rok 2002, keď sa vo Venezuele objavila unikátna jaskyňa, zdokumentovaná o rok neskôr česko-slovenskými jaskyniarmi (Šmída, Audy a Vlček, 2003).

Skutočný boom v objavovaní kremencových jaskýň nastal až po česko-slovenskej výprave z roku 2003 (Audy, 2003; Šmída, Audy a Vlček, 2003; Audy a Šmída, 2003; Vlček, 2004; Šmída, 2004), keď sa objavili rozsiahle pokračovania tejto jaskyne, ako aj ďalšie horizontálne podzemné chodby na stolovej hore Roraima (2810 m n. m.), v hraničnom teritóriu medzi Venezuelou, Brazíliou a Guayanou (Zona en Reclamación). Tento objav bol historickým zlomovým okamihom v chápaní kremencového krasu Guayanskej vysočiny a dal podnet na skutočne rozsiahly a detailný prieskum kvarcitových masívov v tomto regióne. Taká rozsiahla a morfologicky pestrá ponorovo-výverová jaskyňa, akú česko-slovenský tím speleológov opísal z Roraimy, zatiaľ **nemá na svete obdoby**. Niekoľko kilometrov dlhý vodou vytvorený a fluviálne aktívny systém horizontálnych chodieb, aký sa nachádza v Jaskyni Kryštálových očí (po španielsky Cueva Ojos de Cristal, anglicky Crystal Eyes Cave), sa zatiaľ neobjavil v žiadnom inom masíve. Zameriavanie a dokumentácia tejto lokality prebiehala viacfázovo v rokoch 2003 až 2007. Jaskyňa bola chvíľu najdlhšou jaskyňou Venezuely (prekonala ju známa krasová jaskyňa Cueva El Samán s dĺžkou 18 200 m), krátko od jej objavenia až dodnes figuruje ako najdlhšia jaskyňa v kvarcitoch na svete. Po roku 2006 sa Jaskyňa kryštálových očí pýšila dĺžkou 15 280 m a hĺbkou 73 m (Vlček a Šmída, 2007). Čoskoro po jej objave pribudli ďalšie nové jaskyne na venezuelskej hore Chimantá (2698 m n. m.), ktoré spolu s venezuelskými jaskyniarmi združenými okolo prírodovedca Ch. Brewera-Caríasa preskúmali a zdokumentovali opäť česko-slovenskí speleológovia v rokoch 2004 až 2007. Jaskyňa Charlesa Brewera (po španielsky Cueva Charles Brewer, anglicky Charles Brewer Cave) s dĺžkou 4800 m je veľkosťou svojich dvoch gigantických vetiev bezkonkurenčne najväčšou kvarcitovou jaskyňou sveta (Brewer-Carías, 2005a). Jej dómy s obdĺžnikovým profilom charakteristickým pre kvarcitové jaskyne dosahujú šírku miestami až 100 m (!) a ich plochý strop siaha do výšok až 40 m (!). Objem týchto priestorov je porovnateľný s dosiaľ najväčšími opísanými jaskynnými dómami (tzv. *chambers*) vo vápencových systémoch Bornea či Novej Guiney. Opisu jaskyne sa venovalo množstvo článkov, hlavne v prestížnych zahraničných žurnáloch (Šmída, Audy a Mayoral, 2005a, b, c, d, e), ale i v populárno-náučnej literatúre (Šmída et al., 2004a, b; Audy a Šmída, 2005a, b; Šmída, 2005). Na Slovensku vyšlo monografické číslo Spravodaja Slovenskej speleologickej spoločnosti venované tejto lokalite (Šmída, Brewer-Carías a Audy, eds., 2005). Na hore

sa okrem Jaskyne Charlesa Brewera objavilo a zdokumentovalo viacero pomerne rozsiahlych jaskýň, naposledy počas expedície v roku 2007 (Šmída et al., 2007; Audy, Tásler a Brewer-Carías, 2008; Šmída et al., 2008a, b), ktorej sa v podstatnej miere venuje aj tento príspevok. Po prezentácii výsledkov z Jaskyne kryštálových očí sa na horu Roraima vydal venzuelsko-španielsko-anglický speleologický tím, ktorý túto istú jaskyňu premapoval v dĺžke 10 580 m a vedome premenoval na Cueva Roraima sur. Svoje výsledky publikovali členovia tímu najmä v monografickom čísle bulletinu SVE (Galán a Herrera, 2005; Galán – Herrera a Carreño, 2004; Galán – Herrera a Astort, 2004; Carreño a Urbani, 2004; Carreño a Blanco, 2004; Galán et al., 2004) a v niekoľkých krátkych správach v periodiku Juhoamerickej speleologickej federácie – Fealc (napr. Pérez a Carreño, 2004; Carreño et al., 2005; Galán a Herrera, 2005), i keď v literatúre bol už od roku 2003 kodifikovaný názov Cueva Ojos de Cristal a ďalej sa používal aj v anglofónnej literatúre (Šmída et al., 2005 a, b). Medzičasom na Wei-Assipu – menšej „sestre“ Roraimy (nazývanej aj Roraimita, 2400 m n. m.) objavili venezuelskí jaskyniari menšie trhlinové jaskyne (Carreño, Nolla a Astort, 2002) a na hore Kukenán zas slovenská výprava našla krátke horizontálne prietokové jaskyne (Vlček a Šmída, 2007). Masív Cerro Aracaima v brazílskej časti Guayanskej vysočiny v roku 2006 odhalil nečakaný objav – jaskyňa Abismo Guy Collet (Epis, 2006) má síce veľmi jednoduchý priebeh, no siaha do hĺbky až 670,6 m, čím sa stala najhlbšou kremencovou jaskyňou sveta a pri známom potenciáli kvarcitových masívov sveta predpokladáme, že ňou určite ešte dlhší čas ostane. Takisto Jaskyni kryštálových očí pravdepodobne ešte dlho nebude dĺžkou konkurovať žiadna iná kremencová jaskyňa. Na expedícii Chimantá – Roraima 2007, ktorej sa venuje tento príspevok, boli jej priestory domerané na 16 140 m! (Šmída et al., 2008 a, b). Dosiaľ na stolové hory Venezuely smerovalo s cieľom speleologického prieskumu okolo 40 expedícií, preskúmalo a zdokumentovalo sa 18 krasových území a viac než 140 kvarcitových jaskýň so sumárnou dĺžkou okolo 50 km.

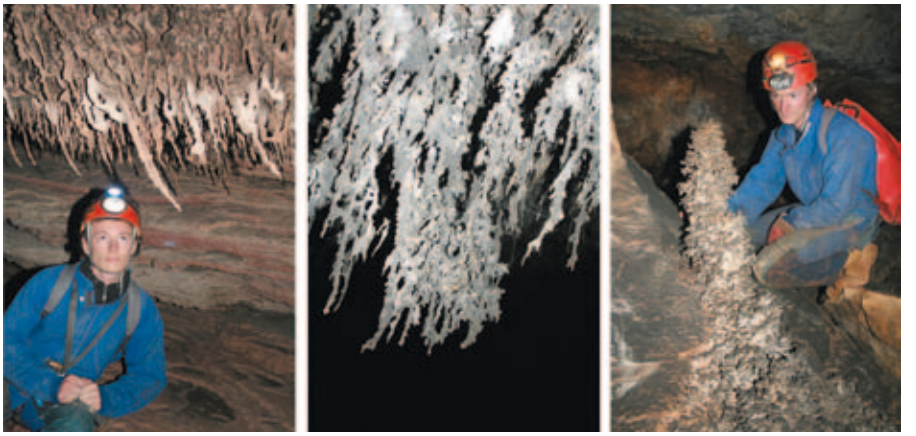
PREHĽAD DOTERAJŠÍCH NÁZOROV NA VZNIK KRASOVÝCH JAVOV V KVARCITOCH

Vzhľadom na všeobecne známu nízku rozpustnosť rôznych foriem výskytu SiO_2 by sme výskyt krasových javov, ako ich poznáme z oblastí budovanými vápencami, mohli v nich oprávnene považovať za veľmi málo pravdepodobný. Napriek tomu, ako sme už opisovali v predošlom texte, pozorovali sa plne vyvinuté **krasové javy** v kvarcitoch na rozličných miestach sveta.

White et al. (1966) boli prví, ktorí študovali rozpúšťanie kvarcitov v La Gran Sabane a opisovali ich škrapám podobné povrchové formy. Autori sa v citovanej práci vyjadrili, že ak existujú geomorfologické javy typické pre kras na povrchu týchto silikátových hornín, potom tu zákonite môžu existovať podzemné priestory vzniknuté ich rozpúšťaním. Po krátkej diskusii o mechanizme zvetrávania kvarcitov sa vyjadrili, že petrografické a chemické zloženie kremenných hornín na tomto území vznik podzemných foriem vzniknutých rozpúšťaním umožňuje.

Názvoslovie označujúce geomorfologické javy analogické krasu v klasickom ponímaní (horniny obsahujúce $CaCO_3$, resp. $MgCO_3$) je dlhodobo diskutovanou problematikou. Pôvodné označenie *pseudokras* sa pre rôznorodosť genézy i prostredia vzniku kvarcitových jaskýň veľmi neujalo. Cigna (1978) zadefinoval pseudokras sensu stricto, kam partia jaskyne vzniknuté výlučne (resp. predominantne) mechanickým spôsobom, bez rozhodujúcej účasti chemicko-fyzikálnych procesov obdobných rozpúšťaniu uhličitanov. Táto definícia zdôrazňuje, že na vzniku pseudokrasových foriem sa nepodieľa chemický ani fyzikálny rozpustný proces. Kvarcitové jaskyne vo Venezuele však vznikli primárne rozpúšťaním, preto sa paralelne zaviedla terminológia krasu v nekarbonátových horninách – parakrase. V rámci parakrasu je dobre vyvinutý krasový fenomén známy v evaporitoch (tachykras) a kvarcitoch

Obr. 6. Niektoré opálové stalaktity sa vyznačujú formou podobnou klasickým sintrovým kvapľom, charakteristickým pre jaskyne karbonátových oblastí. Ich vznik zatiaľ nie je detailne rozlúštený. Foto: B. Šmída
Fig. 6. Some opal stalactites has typical form, similar to classical dripstone stalactites from carbonate-karst regions. Their origin is not detail resolved yet. Photo by B. Šmída



Obr. 7. Speleotémy typu Teleraña a koraloidov vznikajú na kostre tvorenej sieťami pavúkov, stromčekovité stalagmity sú jedinečné a aj v jaskyni Cueva Charles Brewer sa ich nachádza len niekoľko kusov. Foto: B. Šmída
Fig. 7. Teleraña-type of speleothems and corraloids are created on the spiders webs, dendritic stalagmites are unique, just few of them occured in Cueva Charles Brewer Cave. Photo by B. Šmída

Obr. 8. Speleotémy typu Muñecos, rastúce z dna jaskyne smerom nahor. Foto: B. Šmída a J. Schlögl
Fig. 8. Muñeco-type of speleothems, growing upwards from the cave bottom. Photo by B. Šmída and J. Schlögl

či iných kremenných horninách (**bradykras**). Mikuláš (2003) na základe porozity ako kľúčového faktora hydrografie stolových hôr nazval krasový fenomén kvarcitových stolových hôr **porokrasom**, tento termín sa však zatiaľ neujal. Popri členení na základe genetických procesov sa v speleologickej literatúre vyskytuje aj niekoľko nomenklatúr založených na typológii hornín. Field (2002) zaviedol termín klastokras pre krasové javy v karbonátových klastických sedimentoch – pieskovcoch a zlepencoch, kde jaskyne vznikajú rozpúšťaním tmelu a uvoľňovaním klastickej zložky. Tento termín však podľa nášho názoru do istej miery možno použiť aj pre kvarcity, kremenné pieskovce a zlepence stolových hôr, a pretože ich kremenný tmel za určitých okolností takisto podlieha rozpúšťaniu, môžeme krasové javy a jaskyne v nich nazvať **kvarcitovým klastokrasom**. Rozpúšťaním atakované zóny v kremenných sedimentoch sa stávajú zvodnencami a kolektormi atmosférickej vody, aj keď horninové prostredie musí mať isté predispozície na vznik týchto krasových javov, ako to vysvetlíme v ďalšom texte.

Prvýkrát sa o odvodňovaní stolových hôr vyjadril Ch. Brewer-Carías už v roku 1974. Prvý tiež predniesol teóriu o obrovskom podzemnom kolektore odvodňujúcom Sarisariňamu. Po preskúmaní jaskýň na tejto mesete sa o ich genéze v krátkosti vyjadrili Zawidski, Urbani a Koisar (1976), Urbani (1976 b, c) a ako pravdepodobný vznik šácht na Sarisariňame uvádzajú prepadnutie stropu horizontálnych jaskýň, ktorých zvyšky tu existujú doteraz. Kvarcitové jaskyne podľa nich vznikli v dvoch zásadných fázach: a) vo fáze hydrotermálnej alterácie sa hydrotermálnym rozpúšťaním a disolúciou kremitého cementu zmenil i extrémne tvrdý kremenec na drobivý pieskovec; rozpúšťanie prebiehalo vo vertikálnom smere pozdĺž zlomov a v laterálnom pozdĺž plôch vrstevnatosti. Potom, čo erózia odkryla hydrotermálne alterované horniny, v druhom kroku – fáze tvorby samotných jaskýň, začala pozdĺž zlomov prúdiť do masívu meteorická voda, ktorá odnášala oddrobené kremenné zrná a formovala podzemné kanály. Väčšie priestory týchto jaskýň sa vytvárali kolabovaním stropov preexistujúcich podzemných dutín. Asi najkomplexnejšie a najhodnotnejšie príspevky ohľadne genézy kvarcitových jaskýň stolových hôr z pera venezuelských vedcov predstavujú štúdie Galán (1988), Galán a Lagarde (1988), Briceño a Schubert (1992), Pollyau a Seurin (1985) a Urbani (1986). Galán neskôr pokračoval v skúmaní genézy kvarcitového krasu (Galán, 1991; Galán a Herrera, 2005).

O chemizme rozpúšťania kvarcitov existuje stále len minimum poznatkov. Vie sa, že proces je dlhodobý a rozpúšťaniu podlieha najmä kremitý tmel spájajúci zrná. Odpoveď na otázku, ako je to možné, sa snažili získať hydrogeológovia. Zrejme prvý hydrogeochemický rozbor z mesiet Sarisariňama a Jaua realizoval Herrera (1976). Geochémiou vôd na tepuy Chimantá sa v monografii o tejto hore zaoberali Briceño a Paolini (1992). Na horách Acopán, Amurí a Chimantá študoval vplyv vôd na koróziu kvarcitového masívu Ipiña (1994), ktorý konštatoval, že aj keď je korózia minimálna, za 40 mil. rokov expozície povrchu hôr atmosférickým vodám tu prebehlo výrazné krasovatenie. Rozpúšťaciu schopnosť vody na hore Auyan tepuy analyzovali aj Mecchia a Piccini (1999), ktorí zostavili dosiaľ asi najprehľadnejšiu publikovanú hydrogeochemickú správu o kvarcitovom krase. Uvádzajú, že voda tečúca po povrchu Auyán tepuy je výrazne kyslá, s pH 3,6 – 4,5. Čistá dažďová voda je prakticky bez obsahu kremíka a tečúc po povrchu tepuy sa obohacuje o tento prvok len veľmi nepatrne. Voda vo vyvieračkách po prechode krasovým systémom je však už o kremík výrazne obohatená. Do procesu teda vstupuje iný faktor ovplyvňujúci rozpúšťanie. Povrchová voda pred vstupom do podzemia je výrazne obohatená o organické humínové kyseliny, pochádzajúce z rastlinného pokryvu mesiet. V súčasnosti na základe najnovších poznatkov predpokladáme, že veľký vplyv na vznik a formovanie kvarcitového exo- i endokrasu majú sinice a baktérie. Tieto extrémofily, schopné žiť v nehostinných podmienkach na povrchu tepuy i v úplnej tme v útrobách kremencových jaskýň, patria medzi aktuálne najštudovanejšie problémy výskumu kvarcitového parakrasu. Pri rozpúšťaní kremenných hornín sa ich cesta ani zďaleka nekončí, pretože sinicové zhluky vytvárajú v podzemných priestoroch organické opálové speleotémy(!).

Už prvé články o mineralogických výplniach v jaskyniach Venezuely (Urbani, 1975, 1976a) dokladajú opálové speleotémy v podzemí kvarcitového krasu. Vzorky z Cueva del Cerro Autana analyzuje Urbani (1976a, 1977), dokladá ich mikroskopickými zábermi, avšak vysvetleniu ich štruktúry sa bližšie nevenuje. Urbani (1977) opisuje aj vzorky z jaskýň Cueva El Abismo (Sarisariňama) a Cuevas de Urutany (Sierra de Pacaraima), analyzuje ich chemické zloženie, no nevysvetľuje dostatočne ich genézu. Na neskorších expedíciách sa vedci podrobne venovali petrológii, sedimentológii a mineralógii v jaskyniach, ale obmedzovali sa len na krátke opisné zhrnutia. Množstvo zmienok venovali hlavne nálezu nového minerálu z jaskyne Cueva del Cerro Autana, ktorý pomenovali na počesť venezuelskej speleologickej spoločnosti (Sociedad Venezolana de Espeleología so skratkou SVE) ako **sveit** (Martini, 1980; Martini a Urbani, 1984; Urbani, 1981). Študovali morfológiu opálových speleotém, nevysvetlili však dostačujúco ich vznik. V jaskyni Sima de la Lluvia na mesete Sarisariňama dokonca objavili viac než 2 m vysoký stalagmit vytvorený z dovtedy neznámeho železitého materiálu, o ktorom sa nazdávali, že ide o goethit (Zawidski, Urbani a Koisar, 1976;

Obr. 9. Speleotémy typu Champignones (šampiňóny) pokrývajú miestami veľké plochy povrchu stien. V jaskyni Cueva Juliana, na obrázku, sa pod váhou speleotém tenká pieskovcová vrstva na strope prehýba a postupne odpadáva. Foto: B. Šmída
Fig. 9. Champignones-type of biospeleothems covered someplaces large areas of cave walls surface. In Cueva Juliana Cave, on the Picture, the thin lamina of sandstone bear down by the weight of speleothems. Photo by B. Šmída

Obr. 10. Biospeleotémy typu Champignones (šampiňóny) sú charakteristické všesmerným rastom. Ich veľkosť dosahuje často i viac než 50 cm. Foto: B. Šmída
Fig. 10. Champignones-type of biospeleothems are characteristic by omnidirectional growth. The size reaches often more than 50 cm. Photo by B. Šmída

Obr. 11. Zárodky opálových speleotém tvoria inkrustované dendritické zhluky siníc z radu Nostocales. Foto: B. Šmída
Fig. 11. The inicial forms of opal biospeleothems forms incrusted dendritic clusters of Nostoc-type of Cyanobacterias. Photo by B. Šmída

Dyga, Székely a Zawidski, 1976). Goethit sa pravdepodobne nepotvrdil, pretože ho Urbani (1996) neuvádza v prehľade jaskynných minerálov zistených vo Venezuele. V tejto práci sa však vyskytujú zmienky o ozajstných skvostoch – opálových kvapľoch z jaskyne Sima de la Lluvia, dlhých miestami až 35 cm a širokých v hornej časti až 2,5 cm(!). Forti (1994) opisuje výskyt opálu, nitrammitu a sadrovcových kryštálov z jaskyne Sima Aonda Superior, nájdeme tu prvú fotografiu sadrovcov (*jeso*) z kvarcitových jaskýň. Nové, rozsiahle a komplexné poznatky z pozorovaní minerálnych výplní a opálových speleotém z jaskyne Cueva Charles Brewer priniesli až Aubrecht, Brewer-Carías a Šmída (2005), Brewer-Carías (2005). Kým v dovtedajšej literatúre sa zjavovali zmienky o speleotémach milimetrových, maximálne niekoľkocentimetrových rozmerov, tieto práce sa zakladajú na štúdiu novonájdených a skúmaných speleotém rádovo vyššej veľkosti(!). Ich detailnejším opisom sa ďalej venuje aj táto práca.

Viacerí z horeuvedených autorov vysvetľujú vznik a vývoj kvarcitového krasu rozpúšťacími procesmi materiálu kvarcitov vplyvom vhodných poveternostných podmienok v kombinácii s extrémne dlhým časovým obdobím, keď sú vystavené chemickému zvetrávaniu, t. j. rozpúšťaniu zrážkovými vodami. Na vysvetlenie vlastného mechanizmu rozpúšťania kremeňa vzniklo viacero hypotéz, napr. zvyšovanie rozpustnosti hydratáciou kremeňa na opál (White, Jefferson a Haman, 1966) alebo hydrotemálnou alteráciou pozdĺž puklín (Szczerban, Urbani a Colvée, 1977). Niektorí autori (napr. Briceño a Schubert, 1990) sa prikláňajú skôr k vysvetleniu skrasovatenia prvotným rozpúšťaním cementu medzi zrnami a následným mechanickým uvoľňovaním zŕn kremeňa. Podľa pozorovaní je zvetrávanie penetratívne pozdĺž plôch styku medzi jednotlivými zrnami a plôch medzi vrstvami (Chalcraft a Pye, 1984; Wray, 1997). Dôležitý je poznatok Gorbushiny et al. (2001), podľa pozorovaní ktorých je zvetrávanie kvarcitov na povrchu stolových hôr Venezuely silne ovplyvnené biogénnymi procesmi; autori podtrhávajú vplyv siníc, húb a lišajníkov.

Niektorí z predchádzajúcich autorov vysvetľovali vznik kvarcitových jaskýň Guayanskej vysočiny hydrotermálnou alteráciou, rozrušením masívu tektonickými procesmi a rozpúšťaním intergranulárnej výplne horniny (cementu) pozdĺž vrstevných plôch (napr. Zawidski, Urbani a Koisar, 1976; Urbani 1976b, c). Odnos sprostredkovala meteorická voda prúdiaca v kanáloch novotvorených oddrobovaním kremenných zŕn a následná tvorba jaskynných speleotém podľa nich prebiehala precipitáciou opálu za nejasných genetických podmienok. Až Urbani, Compère a Willems (2005) načrtli čiastočne biogénny pôvod opálových speleotém na príklade Sima de los Guácharos na Wei-Assipu tepuy a súčasne Aubrecht, Brewer-Carías a Šmída (2005), Brewer-Carías (2005) objavili a opísali nové formy biospeleotém z jaskyne Cueva Charles Brewer. Každú teóriu však treba dokázať, a to bolo jedným z dôvodov realizácie Expedície Chimantá – Roraima 2007, na ktorej sa podarilo získať prevratné výsledky (Aubrecht et al., 2007; Lánczos et al., 2007).

EXPEDÍCIA CHIMANTÁ – RORAIMA 2007

Expedícia Chimantá – Roraima 2007 bola prírodovedeckou expedíciou zameranou takmer výlučne na riešenie geologických otázok týkajúcich sa vzniku a vývoja krasových javov a jaskýň na stolových horách Venezuely. Popri speleologických prácach – objavovaní, mapovaní a dokumentácii jaskýň, začatých na predošlých expedíciách v rokoch 2003 – 2006, sa riešila aj hydrogeochémia, litológia a genéza jaskýň a ich speleotém, odoberali sa vzorky sekundárnych jaskynných výplní na štúdium siníc a ich vplyvu na vznik a formovanie krasových javov v kvarcitoch.

Lokalizácia územia a geologické pomery

Skúmané územie sa nachádza vo venezuelskej časti Guayanského pohoria (juhovýchodná Venezuela, štát Bolívar), v rohu tvorenom z východu štátnou hranicou s Guayanou a z juhu s Brazíliou. Širšie okolie stolových hôr tvorí odlesnená savana nazvaná La Gran Sabana (4°30´ – 6°45´ N a 60°34´ – 62°50´ W) v hornej časti povodia rieky Caroní, jedného z hlavných prítokov rieky Orinoco. Toto územie sa niekedy zvykne nazývať aj Guayana čiže „Zem vôd". Stolové hory sú súčasťou národného parku **Canaima** s výmerou 3 mil. ha. V celej Venezuele sa nachádza okolo 100 stolových hôr, v národnom parku z nich leží asi polovica. Najrozľahlejšie z nich majú rozlohu až 700 km^2 (Auyán tepuy), naopak najmenšie veľkosť vrcholového plató iba niekoľko hektárov (Autana). Canaima patrí vďaka svojim svojrázny prírodným krásam medzi najznámejšie a turisticky často vyhľadávané regióny sveta. Nachádza sa tu niekoľko najvyšších vodopádov sveta, vrátane toho najvyššieho, Salto Angel s výškou 979 m. Explorovaná hora Roraima je hraničným bodom medzi Venezuelou, Brazíliou a Guayanou, horská skupina Macizó Chimantá sa nachádza asi 150 km západnejšie.

Širšie okolie oblasti Gran Sabana budujú horniny **Guayanského štítu**, ktorý predstavuje severný segment Amazónskeho kratónu. Guayanský štít sa rozprestiera na ploche asi 900 000 km^2 v oblasti medzi riekami Amazonka a Orinoko na území piatich krajín (Venezuela, Guayana, Surinam, Francúzska Guayana a Brazília). Patrí medzi najrozsiahlejšie a zároveň z geologického i speleologického hľadiska najmenej preskúmané paleoproterozoické entity. Stolové hory sú tvorené horninami **skupiny Roraima,** pozostávajúcimi z pieskovcov so zdrojovou oblasťou v „Transamazónskom pohorí" ktoré boli deponované v predoblúkovej panve v prostredí divočiacich riek, delt a plytkého mora, ale prevažujú v nich piesočnaté kontinentálne depozity (Reis et al., 1990 ex Santos et al., 2003). Sedimentácia dobre vytriedených kremenných pieskov v deltách veľkých riek, v epikontinentálnych moriach a kontinentálnych panvách je väčšinou rýchla a pomerne stála, jej výsledkom teda môžu byť súvrstvia masívnych alebo hrubolavicovitých pieskovcov desiatky až stovky metrov hrubých. Uvedené sedimentačné prostredia sa viažu na nadložie kontinentálnej kôry, t. j. tektonicky veľmi stabilné regióny, čoho výsledkom sú subhorizontálne uložené pakety hornín bez výrazných vrásových alebo zlomových porušení, typických pre aktívne oblasti. Horniny skupiny Roraima, vytvárajúce tabulárne plateau, kvesty a kozie chrbty čnejúce ponad paleoproterozoické podložie, majú hrúbku od 200 m do vyše 3000 m. Maximum dosahujú v náhornej plošine Pacaraima, odkiaľ je skupina najlepšie opísaná. Pozostáva z nasledujúcich jednotiek v postupnosti od najspodnejšej k najvrchnejšej: Arai, Suapi (Uiramutã, Verde, Pauré, Cuquenán, Quinô), Uaimapué a Matauí (Reis a Yánez, 2001). Stolové hory sa vytvárali najmä v rámci jednotky **Matauí**. Pozdĺž severnej hranice náhornej plošiny Paracaima prekrýva 2,25 – 2 Ga staré transamazónske kryštalinikum (skupiny Pastora a Carichapo), kým pozdĺž južného okraja sa v jej podloží nachádzajú vulkanické jednotky Uraicaá, Surumu a Pacaraima (1,96 Ga; Schobbenhaus et al., 1994 ex Santos et al., 2003). Vek hornín najvrchnejšej časti skupiny Roraima stanovený na základe U-Pb metódy v zirkónoch v zelených tufoch formácie Uaimapué je 1873±3 Ma (Santos et al., 2003). Výprava Chimantá – Roraima 2007, zameraná na masívy Chimantá a Roraima, skúmala jaskyne v najvrchnejšej zóne týchto mesiet, budovanej výlučne kvarcitmi, pieskovcami a zlepencami jednotky Matauí.

Účastníci výpravy a topografická schéma prieskumu

Expedície Chimantá – Roraima 2007 sa zúčastnili speleológovia zo 4 krajín. Organizátorskou krajinou bola pozývajúca Venezuela, ktorej tím sformovaný okolo Charlesa Brewera-Caríasa tvorili dobrodruh Federico Mayoral a herpetológ César Barrio. Najpočetnejšou skupinou bolo slovenské jaskyniarske jadro, zložené zo speleológov/geológov Branislava Šmídu, Lukáša Vlčeka, speleológov Zoltána Ágha, Erika Kapuciana, geológov Romana Aubrechta, Jána Schlögla a geochemika Tomáša Lánczosa. Český tím tvorila jaskyniarsko-fotografická trojica Marek Audy, Radko Tásler a Richard Bouda. Zostavu jaskyniarov uzatvárala chorvátska dvojica Mladen Kuhta a Robert Dado. Na výprave sa zúčastnili aj členovia tímu materiálnej podpory a prepravy (Ben Williams, Igor Elorza), televízny filmársky štáb BBC a žurnalista Ian James za Associated Press zo Spojených štátov.

V rámci výpravy sa realizovali 3 tábory na stolovej hore Chimantá. Prvý venezuelsko-chorvátsko-slovenský tábor bol umiestnený v marginálnej časti kompaktného stupňovitého plató východne od centrálnej časti s. – j. orientovanej zlomovej zóny Chimanty, ktorý sa využíval počas prvej polovice pobytu na hore. Odtiaľto podnikali jednodenné výpravy do vnútra tektonickej zóny, kde objavovali a mapovali niekoľko nových veľkých jaskýň paralelných s traktom Cueva Charles Brewer a mapovali v minulosti objavenú jaskyňu Cueva Cañon Verde. Výnimkou bol dvojdenný pochod s bivakom, ktorý zrealizovala trojčlenná slovenská skupina na sever hory k jaskyni Sima Noroeste. Severne od základného tábora si umiestnili kemp českí jaskyniari, bádajúci v blízkej novoobjavenej jaskyni Cueva de la Araña. Ich pobyt v blízkosti tábora sa viazal na celý čas výpravy. V druhej polovici pobytu na Chimante, po prílete Ch. Brewera-Caríasa a filmárského tímu, sa premiestnil base camp do vstupného portálu Cueva Charles Brewer, odkiaľ sa podnikali vý-

pravy dovnútra jaskyne a do jej blízkeho okolia v tektonicky porušenej zóne západne od tábora. Interné presuny v rámci hory boli hlavne pešie; na horu a z nej či na niektoré vzdialenejšie miesta hory (presun prvý tábor – Cueva Charles Brewer, Cueva Charles Brewer – Cueva Juliana) sa presúvalo viacfázovo vrtuľníkom.

Časť výpravy prebiehajúca na hore Roraima sa realizovala peším výstupom na mesetu, presunmi v rámci nej i zostupom do indiánskej dedinky Parai-tepui. Základný tábor sa vybudoval v jaskyni blízko južnej hrany Roraimy a v rámci pobytu na hore sa uskutočnila jedna dvojdenná prieskumná výprava do Gyauanskej časti Roraimy k jazeru Lago Gladys. Na prieskume v masíve Roraima sa podieľala slovenská časť výpravy a dva dni tu pôsobili i dvaja chorvátski a jeden venezuelský jaskyniar.

Výsledky speleologického prieskumu

V rámci expedície sa v masívoch Chimantá a Roraima objavilo, preskúmalo a zdokumentovalo niekoľko významných jaskýň, čiastočne prezentovaných v krátkych článkoch (Audy – Tásler a Brewer-Carías, 2008; Šmída et al., 2007; Šmída et al., 2008a, b).

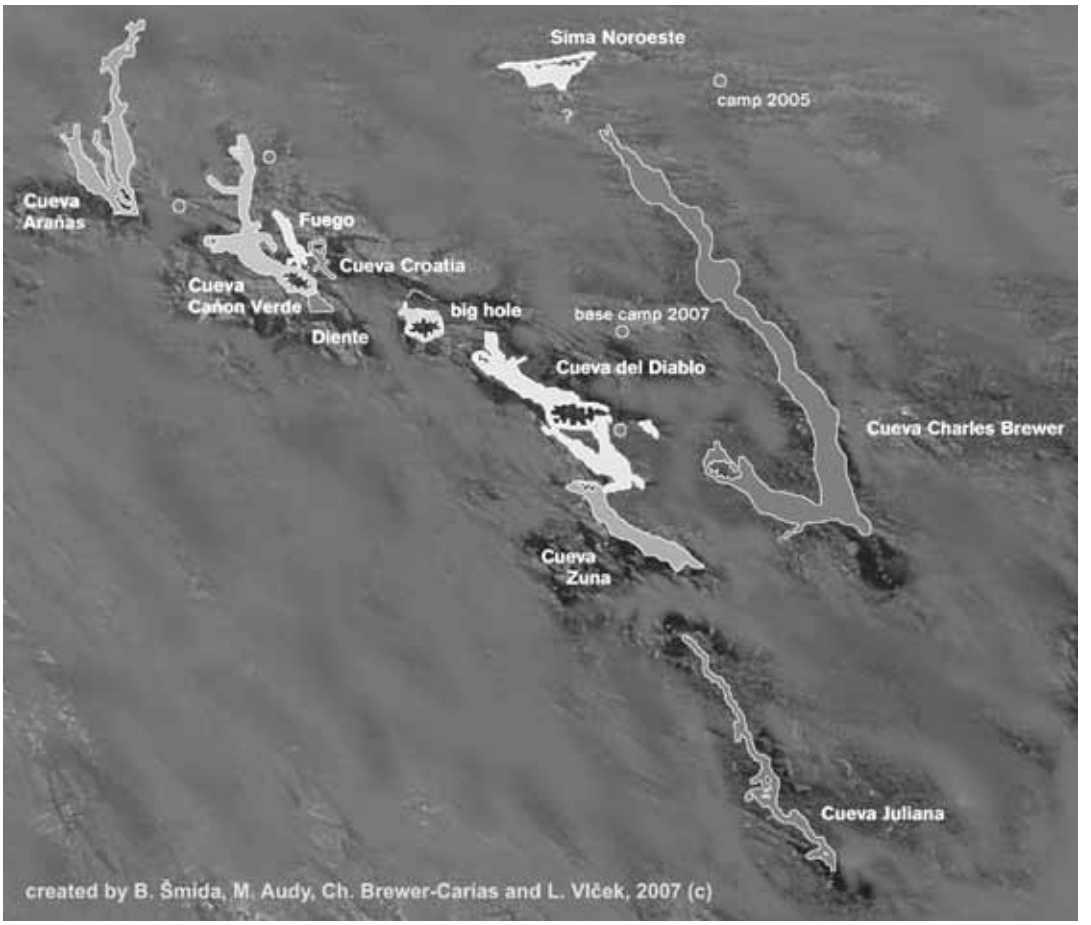
Sistema de la Araña (Pavúčia jaskyňa). Jeden z vchodov do druhej najdlhšej jaskyne mesety po Cueva Charles Brewer lokalizoval Ch. Brewer-Carías počas prieskumného helikoptérového letu v roku 2005. Územiu sa počas výpravy 2007 venovala autonómna česká trojica speleológov, ktorá zlanila z najvyššieho plató hory do rozoklanej polootvorenej megadepresie a jaskyňu preskúmala v zameranej dĺžke zatiaľ 2,5 km. Jaskyňu tvoria dve subparalelné vetvy. Mohutnejšia Galería la Cortina je asi 350 m dlhá, 30 – 40 m široká a vychádza na opačnej strane do otvoreného kolapsu Sima Occidental. Galería la Araña je 20 – 30 m širokou chodbou, ktorú po asi 400 m úseku presekáva asi 100 m dlhá *grieta*. Druhá polovica vetvy je kompaktnejšia, preteká ňou slabší aktívny tok, formujúci početné jazerá. V chodbe sa nachádzajú vadózne zárezy, kaňony a unikátne sformované stĺpoviská so stovkami(!) pieskovcových stĺpov. Jaskyňa sa tu končí mohutnými závalmi. Medzi oboma vetvami je vytvorená menšia chodba (Galería Cocotal), morfológiou veľmi podobná chodbám v Cueva Ojos de Cristal na Roraime. Podrobná mapa, opis a fotografie tejto jaskyne sa nachádzajú v článku autorov Audy – Tásler a Brewer-Carías (2008).

Cueva del Diablo (Pekelná diera). Vchody do tretej najdlhšej jaskyne nami skúmaného čiastkového plató Chimanty sa nachádzajú v dne 80 m hlbokej členitej prepadliny s rozmermi asi 80 × 200 m. Z jej dna vybieha na sever mohutná, 400 m dlhá priamočiara fosílna chodba s priemernými profilmi 30 – 40 × 10 – 15 m. Končí sa dómom s priemerom 80 m a výškou 60 m (Gran Caverna de Barabáš), ktorý je presvetlený otvorenou trhlinou zvrchu. Za ním jaskyňa pokračuje už len asi 100 m dlhým výbežkom so závalom. Pod protiľahlou perifériou vstupného kolapsu pokračuje jaskyňa tzv. Južnou vetvou, mohutnou aktívnou riečnou chodbou rozmerov 15 – 20 × 30 – 50 m, v časti Gran Galería de Ben Williams rozšírenou na takmer 80 m. Chodba sa vetví a pokračuje dvomi priestrannými galériami, dlhými niekoľko sto metrov. Pre lokalitu sú typické korodované formy speleotém typu „Champignones" a až 3 m dlhé(!) robustné speleotémové formácie typu „Teleraña", visiace najmä na hranách stropov chodieb blízko osvetlených vstupov. Jaskyňa je charakteristická speleotémami v senilnom štádiu vývoja. V jej vchodoch sú pozostatky vegetácie špecificky zvetrané do až 1 m hrubého prachového pokryvu. Lokalitu sme objavili, preskúmali a zamerali na expedícii v roku 2005. Značná časť scén filmu Tepuy (Barabáš, 2007) bola nakrútená práve v tejto lokalite a jej okolí. Jej vstupný kolaps sme pôvodne pokladali za možné pokračovanie chodby Guácharos v jaskyni Cueva Charles Brewer, ktorá je ukončená závalom. Ukazuje sa však, že línie ich chodieb na seba nenadväzujú, ide teda zrejme o samostatné, paralelne vyvinuté systémy. Zameraná dĺžka jaskyne Cueva del Diablo je 2,3 km.

Cueva Cañon Verde (Zelený kaňon). Jaskyňu našla v roku 2005 slovensko-venezuelská trojica. Preskúmali ju z tzv. 2. plató, zlanením do cca -100 m hlbokého uzavretého kolapsu s priemerom asi 80 m. Na jeho dne prenikli skalnou trhlinou do 300 m dlhej a 20 – 40 m širokej galérie s vodným tokom. Vetva pokračuje cez závaly smerom nahor do 250 m dlhej chodby s výškou 10 – 20 m a šírkou 30 – 50 m, z oboch strán vyúsťujúcej na povrch v skalných depresiách zarastených džungľou. V jaskyni sme počas expedície našli pokračovania a zmapovali sme ju v dĺžke 1,2 km. Genetickou súčasťou jaskyne je oválne prepadlisko 50 × 80 m (zrútené pôvodné pokračovanie jaskyne), ktoré priamo nadväzuje na skalnú bránu Puente de Diana.

Puente de Diana (Dianin most). Počas prieskumného helikoptérového letu v roku 2005 sa zo vzduchu lokalizoval 150 m široký jaskynný portál. Pri fyzickom prieskume na expedícii 2007 sme však zistili, že ide len o skalnú bránu, širokú asi 50 m, a s ňou súvisiace vnútromasívové praskliny a odtrhy.

Cueva de Bautismo del Fuego (Krst ohňom). Jaskyňa sa lokalizovala na výprave 2007. Jej 400 m dlhý trakt tvorí systém 8 – 30 m hlbokých, vzájomne poprepájaných trhlín, labyrintov a menších prepadlísk, ktoré spadajú až na menej priepustnú bázu kvarcitov, kde sa nachádza rozľahlejšia horizontálna chodba s aktívnym vodným tokom. Je možné, že táto riečka je zhodná s tokom známym v Cueva Cañon Verde. Obe jaskyne zrejme spolu geneticky súvisia.



Schematická lokalizácia novoobjavených jaskýň na hore Macizó Chimantá. Mapka: B. Šmída, M. Audy, CH. Brewer-Carías, L. Vlček
Schematic location of the new-discovered caves on Chimantá table mountain. Created by B. Šmída, M. Audy, Ch. Brewer-Carías & L. Vlček

Cueva Croatia. Jaskyňu lokalizovala chorvátska dvojica na výprave 2007. Podľa ich informácií ide o mikrosystém podobne korozívne premodelovaných šácht a ich spojok, aké sú známe v spodných partiách jaskýň na Auyán tepuy. Dĺžka cca 150 – 200 m, hĺbka niekoľko desiatok m. Lokalita má zrejme genetickú afinitu k jaskyni Cueva de Bautismo del Fuego a možno aj ku Cueva Cañon Verde.

Cueva Juliana. Rieka, ktorá vyteká z jaskyne Cueva Charles Brewer, tečie ďalej po povrchu údolím tvaru širokého U, o ktorom sa domnievame, že ide o prepadnutú jaskyňu vzniknutú spätnou eróziou. Po asi 1 km toku sa v ňom nachádza 30 m vysoký skalný prah, z ktorého padá vodopád. Pralesná depresia pod ním je zavalená blokmi, bez evidentného povrchového odtoku. Smerom späť do vnútrozemia spod prahu vybieha odhadom 1 km dlhá jaskyňa. Za vstupným portálom širokým 15 m pokračuje nízka, najviac do 5 m, prevažne však len 1 – 2,5 m vysoká chodba. Niektoré úseky však tvoria i široké ploché plazivky sotva 50 cm vysoké, veľmi podobné chodbám v Cueva Ojos de Cristal na Roraime. Jaskyňu na niekoľkých miestach predeľujú malé griety, spájajúce horizontálne chodby s povrchom. Zaujímavé je, že „šampiňónové" speleotémy sú v jaskyni vyvinuté ešte vo fotickej, pomerne dobre presvetlenej zóne.

Cueva Tetris. Na obrázku s lokalizáciou jaskýň sa nachádza v mieste tzv. big hole. Ide o obrovskú, dnes už polootvorenú depresiu na križovatke niekoľkých griet, zrejme priestor po zrútení plafónov významnejšej staršej jaskyne. Má hĺbku cca -100 m. V tejto pozícii sa dajú očakávať pokračovania galérií Cueva del Diablo alebo aj chodby Guácharos. Preskúmali sme tu však len krátku blokoviskovú jaskyňu pod východnou stenou prepadliny, dlhú 150 m a hlbokú 40 m. Nevylučujeme však úplne, že niekde pod obrovskými blokmi, v trhlinách vybiehajúcich z nej existuje spojnica na nejaký priestranný horizontálny jaskynný ťah.

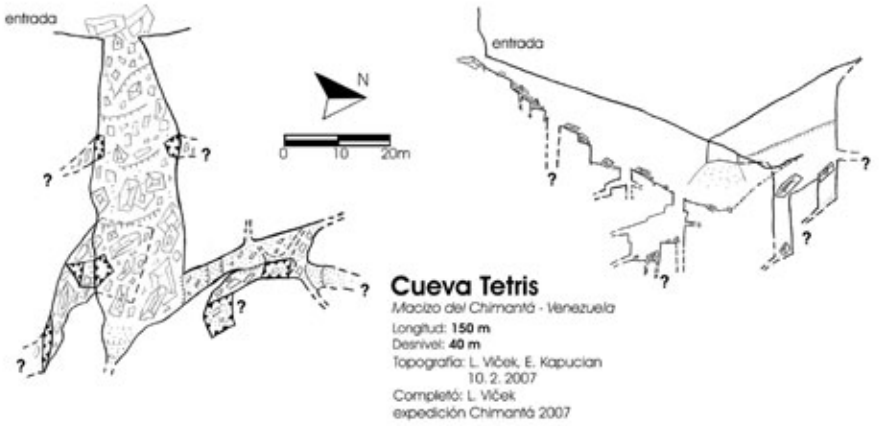
Cueva Zuna. Jaskyňa sa nachádza v 40 m hlbokom jaskynnom kolapse juhozápadne od vchodu do Cueva Charles Brewer. Tvorí ju jedna plochá priestranná chodba rozmerov až 20 × 6 m, prerušená z oboch strán otvorenými závalmi. Zo severu na ňu za vstupným kolapsom nadväzuje Cueva del Diablo, z juhu jaskyňa vyráža do skalného vežoviska, kde v minulosti pokračovala v smere na Cueva Juliana. V jaskyni sa nachádza aktívny vodný tok s niekoľkými prítokmi, ktorý sa tratí v blokovisku. Pokračovanie na juh je dnes zrútené. Jaskyňa má zameranú dĺžku 313 m.

Sima Noroeste. Túto lokalitu sme preskúmali v očakávaní možného pokračovania Cueva Charles Brewer počas expedície 2005. Ide o obrovskú tiahlu, no zo všetkých strán uzavretú *grietu*, s vonkajším ústím prinajmenej 400 × 60 m, preskúmanú do hĺbky -130 m. Dno lokality je však ťažko priechodné, zatarasené balvanmi. V dnových partiách pod zaklinenými balvanmi predpokladáme pokračovanie do horizontálnych chodieb. Vodopád spadajúci po východnej stene priepasti z by mohol byť čiastkovou zdrojnicou vôd severovýchodnej vetvy Cueva Charles Brewer.

Cueva con Columnas. Ide o iniciálny „stĺpovitý" jaskynný systém, podobný jaskyniam na Roraime alebo na Kukenáne. Výška chodieb dosahuje 1,5 – 2 m, sú labyrintovité. Jaskyňu sme nezameriavali ani bližšie neskúmali, odhadovaná dĺžka je niekoľko 100 m.

Obr. 13. Jazero Lago Gladys – príprava na zostup k jaskyni Cueva de Lago Gladys (Cueva del Vencejos). Foto: L. Vlček
Fig. 13. Lago Gladys Lake – descent to Cueva Lago Gladys Cave (Cueva del Vencejos). Photo by L. Vlček

Obr. 12. Vchod do jaskyne Cueva Tetris na dne 100 m hlbokého, džungľou porasteného krasového kolapsu. Foto: E. Kapucian
Fig. 12. The entrance to Cueva Tetris Cave situated on the bottom of 100 m deep collapse, covered by jungle. Photo by E. Kapucian



Cueva Ojos de Cristal (Jaskyňa kryštálových očí). Na expedícii sme pripojili k známym častiam horizontálneho riečneho systému Jaskyne kryštálových očí na Roraime aj dve jaskyne najvyššej známej vývojovej úrovne systému – Cueva de Gilberto a Fragmento Marginal, objavené v roku 2003. Tieto jaskyne sú navzájom prielezne prepojené a od jaskyne Cueva Ojos de Cristal ich oddeľoval len neveľký kolaps, zakončený bývalou jaskyňou Cueva Asfixiadora, ktorá sa po roku 2006 stala súčasťou Jaskyne kryštálových očí. Prepojením týchto jaskýň do jedného polygónového ťahu vznikol jaskynný systém dlhý 16 140 m, čím si Jaskyňa kryštálových očí potvrdila svoje prvenstvo najdlhšej kvarcitovej jaskyne sveta.

Cueva de los Vencejos (Cueva Lago Gladys). Jaskyňu prebádal už roku 1997 Ch. Brewer-Carías. Je ponorovou jaskyňou zbierajúcou vodu z jazera Lago Gladys v Guayanskej časti Roraimy. Jaskyňu predstavuje jedna rozmerná plochá chodba, v smere do odtoku končiaca sifónom. Jaskynná chodba pravdepodobne vyráža do steny Roraimy niekde v oblasti Provy, kde sa nachádza množstvo nepreskúmaných vertikálnych trhlín, desiatky až stovky metrov hlbokých.

Výsledky speleologických výskumov

Počas expedície sa nám podarilo uskutočniť detailný a komplexný prírodovedecký výskum krasu v podzemí i na povrchu mesiet Chimantá a Roraima. Odobraté vzorky sa úspešne previezli na laboratórnu analýzu do Európy. V Cueva Charles Brewer sa realizovali podrobné geoprofilovania, spojené s odbermi vzoriek hornín zo stien na mikroskopickú analýzu výbrusov. Vzorky sa odoberali aj z opálových speleotém, minerálnych výplní, vody i živých kultúr mikroorganizmov budujúcich biogénne opálové speleotémy.

Na vytypovaných miestach podzemnej rieky v Cueva Charles Brewer, v Cueva Ojos de Cristal, ale aj na iných lokalitách v podzemí i na povrchu planín (riečky, močariská) sa odoberala a analyzovala voda. Merala sa konduktivita, teplota, prietoky, spektromet-

ricky stanovené obsahy Fe, Al, SiO_4^{4-}, PO_4^{3-}, NO_3^-, Cl^- a kyselinová kapacita; na laboratórnu analýzu sa odobrali vzorky na stanovenie izotopov O a H. Aj venezuelskí špecialisti na biológiu odobrali bohatý materiál na analýzu. Zaujímavý je výskyt veľmi zriedkavého fosfátového minerálu **sanjuanitu**.

Expedícia priniesla aj iný pohľad na genézu kvarcitových jaskýň. Na základe našich výskumov jaskýň a povrchu stolových hôr sme dospeli k presvedčeniu, že jednou z podmienok vývoja krasu v kremencoch je predispozícia samotných kvarcitov vo forme striedania vrstiev pieskovcov s rôznou zrnitosťou. Zrnitosť a z nej vyplývajúca hydraulická vodivosť hornín má zásadný vplyv na prestup diagenetických roztokov gravitačne presakujúcich cez súvrstvie smerom dole. V jemnozrnných vrstvách, kde roztoky rovnomerne vyplňovali voľný priestor medzi zrnami pôvodne nespevneného piesku, vznikali rovnomerne kremenným tmelom diageneticky spevnené lavice, pomerne odolné voči zvetrávaniu. Pokiaľ sa pod jemnozrnnou vrstvou nachádza hrubozrnnejšia s vyššou hydraulickou vodivosťou, dochádza pod vplyvom gravitácie k zrýchlenému prúdeniu v niekoľkých samostatných prstovitých prúdoch (*finger flows*). Tento jav podrobne opísali viacerí autori zaoberajúci sa transportnými procesmi v nenasýtenej zóne zvodneného horninového prostredia a v pôdach. V hrubozrnných polohách kvarcitov masívov Chimantá a Roraima sú prstové prúdy veľmi dobre zachované v podobe akýchsi stĺpov tvaru presýpacích hodín, spevnených kremenným tmelom, okolo ktorých sa vyskytuje menej prekremenený, až takmer nespevnený piesok odnášaný vodou alebo vetrom. Takýmto spôsobom vznikajú iniciálne jaskynné priestory v podobe nižších chodieb so stropom podopretým spevnenými stĺpmi – teda fosilizovanými prstovými prúdmi. Postupne nastáva k stenčovanie stĺpov v dôsledku rozpúšťania tmelu, ako aj abráznych procesov, ktoré vedie k zrúteniu stropov, a tým k zväčšeniu jaskynných priestorov. Týmto spôsobom vznikli aj gigantické podzemné priestory Cueva Charles Brewer na masíve Chimantá. Vo finálnej fáze senilného štádia tvorby jaskyne dochádza ku kolapsu jaskynných priestorov, čím sa otvoria až na povrch vrcholovej plošiny, ako je to napr. v prípade známych jaskýň na Sarisariňame alebo Chimante.

Popri týchto procesoch sa v kvarcitoch prejavuje aj rozpúšťanie. Analýzou vzoriek vôd odobratých v jaskynných priestoroch sme identifikovali korozívne rozpúšťanie kremeňa a/alebo kremenného tmelu vplyvom nenasýtených vôd zrážaných na stene jaskýň zo vzdušnej vlhkosti v Cueva Charles Brewer a Cueva Ojos de Cristal na hore Roraima. Tiež sme zistili zvyšujúcu sa koncentráciu rozpusteného SiO_2 a mernej elektrickej vodivosti vzoriek v smere prúdenia vody v jaskynnom systéme na Roraime, čo poukazuje na kineticky kontrolované rozpúšťanie materiálu kremencov. Procesy rozpúšťania majú za následok aj vznik opálových speleotém.

Často opisované zvláštne opálové speleotémy, ktoré sa vyskytujú v kvarcitových jaskyniach skúmaných masívov, sú svojou podstatou mikrobiality. Biogénny a mikrobiálny pôvod speleotém načrtli už Aubrecht, Brewer-Carías a Šmída (2005), Brewer-Carías (2005), no najnovšie na základe výsledkov nadobudnutých počas tejto expedície sa tejto problematike detailne venujú Aubrecht et al. (2007, 2008), Lánczos et al. (2007). Speleotémy predstavujú rôzne nátekové formy anorganického pôvodu, pomerne častejšie sú vztýčené formy, ktoré vznikli mikrobiálnou akumuláciou. Pri speleologickom prieskume sa rozlíšilo vyše 10 rôznych tvarových foriem (Brewer-Carías, 2005), najčastejšie sú „šampiňóny“ (Champignones), „panáčiky“ (Muñecos), „čierne koraly“ (Corales negros) a zvláštne formy – „pavučinové stalaktity“ (Teleraña), vzniknuté inkrustáciou pavučín visiacich zo stropu. Napriek rôznym tvarom ide všeobecne o mikrobiality, ktoré majú pomerne jednotnú základnú stavbu. Keďže majú laminovanú štruktúru, možno ich nazvať stromatolitmi. Najčastejšie pozostávajú z centrálneho tmavého kompaktného stromatolitu a vonkajšej bielej vrstvy pripomínajúcej kriedu. Výskum pomocou optickej a elektrónovej mikroskopie ukázal, že centrálny kompaktný stromatolit je jemne laminovaný a na jeho stavbe sa podieľajú pravdepodobne cyanobaktérie radu *Oscillatoriales*, ktoré pripomínajú rod *Phormidium* a *Cyanostylon* (alebo *Entophysalis*) z radu *Chroococcales*. Vonkajšiu kriedovitú vrstvu tvoria biele peloidy, usporiadané v laminách. Ich mikrobiálne komponenty sú z väčšej časti zotreté; zachované sú len v najvrchnejších, najmenej inkrustovaných vrstvičkách. Výskum ukázal, že ide s najväčšou pravdepodobnosťou o sinice z radu *Nostocales*. Kým sinice formujúce speleotémy vo vstupných častiach jaskýň opisované napr. z Japonska alebo Oregonu, USA (Kashima – Teruo a Kinoshita, 1987; Kashima a Takanori, 1995) sa viažu na vstupné časti jaskýň, a teda fotickú zónu, sinice v nami opisovaných jaskyniach sa zrejme prispôsobili heterotrofnému spôsobu života (nostoky dokonca zvyčajne žijú heterotrofne aj v iných podmienkach, napr. v lišajníkoch a vyšších rastlinách, a ich hlavným zdrojom výživy je fixácia dusíka). Mikroskopickou analýzou sa zistilo, že aj tmavočervené lepkavé bahno – tzv. *barro rojo*, má štruktúru tvorenú zatiaľ neurčenými špirálovitými mikroorganizmami. Na druhovú determináciu týchto extrémofilných organizmov je potrebná DNA-analýza živého materiálu z odobraných vzoriek. Vybrané vzorky speleotém sa podrobili

Obr. 14. Stĺpovitá štruktúra vypreparovaných sedimentárnych prstových paleoprúdov. Foto M. Audy, R. Tásler a R. Bouda
Fig. 14. Columns of paleosedimentary finger flows structures. Photo by M. Audy, R. Tásler and R. Bouda

Obr. 15. Aké biochemické procesy spôsobujú koróziu extrémne odolného kremeňa – to je otázka, na ktorú sa pokúšame nájsť odpoveď. Kremenný obliak z Roraimy. Foto: T. Lánczos
Fig. 15. What for biochemical process caused the corrosion of extremly resistant quartz? This is the question, for which we try to find the answer. Quartz boulder from Roaraima surface. Photo by T. Lánczos

Obr. 16. Priemerná chodba v Cueva Charles Brewer, Chimantá. Foto: M. Audy
Fig. 16. The common passage in Cueva Charles Brewer Cave in Chimantá massif. Photo by M. Audy

rtg. difrakčnej práškovej analýze a identifikoval sa v nich opál-A. Podrobnejšou mineralogickou identifikáciou zatiaľ prešli šampiňónovité krasové útvary s výrazne kolomorfnou a vrstevnatou textúrou, dobre pozorovateľnou na ich prierezoch. Pomocou ramanovej spektroskopie sa v opálovej hmote identifikovali dobre zaoblené zrná kremeňa, okolo ktorých boli dobre pozorovateľné kolomorfné textúry, charakteristické pre vznik opálu-A polymerizáciou kyseliny kremičitej (H_4SiO_4).

Potenciály budúceho prieskumu a výskumu

Podzemná drenáž masívov stolových hôr Chimantá a Roraima je stále preskúmaná len do malej miery. Až ďalšia speleologická expedícia ukáže, či sa podarí objaviť začiatok – ponorovú zónu jaskyne Cueva Charles Brewer. Odvodňovanie do centra Roraimy, ktoré sme v minulosti predpokladali, sa takisto dosiaľ nepodarilo objaviť. Predpokladáme, že neprebádané podzemie stolových hôr je rozsiahle a zatiaľ poznáme len jeho nepatrný zlomok. Len v masíve Chimanty by sa teoreticky malo nachádzať niekoľko paralelných, navzájom geneticky súvisiacich systémov akejsi deltovitej anastomóznej pôdorysnej textúry, ako je to v menšej mierke na Roraime v prípade Cueva Ojos de Cristal. Jedným z najvýznamnejších krokov v našom výskume je štúdium opálových speleotém biogénneho pôvodu, aké sa vyskytujú v skúmaných jaskyniach. Naše doteraz prezentované a publikované výsledky sú ešte iba začiatkom výskumného procesu týkajúceho sa biospeleotém. Štúdiom extrémofilov sa v súčasnosti zaoberá mnoho výskumných tímov tých najprestížnejších pracovísk po celom svete. Spolupráca s vedcami v tomto mainstreamovom smere je základom nášho úspechu. V tomto duchu sa nesie aj nasledujúca pripravovaná expedícia na stolové hory Venezuely, plánovaná slovenskými, venezuelskými a českými speleológmi v spolupráci s vedcami Univerzity Komenského v Bratislave na rok 2009.

Poďakovanie

Ďakujeme agentúre APVV za poskytnutie grantu č. 0251-07, agentúre VEGA za grant č. 1/0246/08 a Ministerstvu školstva SR za podporu a pomoc pri vedeckej časti projektu. Naša vďaka patrí aj mnohým našim dobrým venezuelským a slovenským priateľom, ktorí nám poskytli materiálnu pomoc alebo fyzickú či psychologickú podporu.

LITERATÚRA

Aubrecht, R. – Brewer-Carías, Ch. – Kováčik, Ľ. – Mayoral, F. – Schlögl, J. – Šmída, B. – Vlček, L. – Lánczos, T. 2007. Microbial composition of opal stromatolites in Venezuelan sandstone caves. 9th International Symposium on Fosil Algae, Croatia, 204–205.

Aubrecht, R. – Brewer-Carías, Ch. – Šmída, B. – Audy, M. – Kováčik, Ľ. 2008. Anatomy of biologically mediated opal speleothems in the world's largest sandstone cave Cueva Charles Brewer, Chimantá Plateau, Venezuela. Sedimentary Geology, Elsevier, Amsterdam, 203, 181–195.

Aubrecht, R. – Brewer-Carías, Ch. – Šmída, B. 2005. Opálové biospeleotémy jaskyne – petrografická analýza. In: Šmída, B. – Brewer-Carías, Ch. – Audy, M. (eds.): Cueva Charles Brewer – najväčšia kvarcitová jaskyňa sveta. Spravodaj Slovenskej speleologickej spoločnosti (mimoriadne číslo), Liptovský Mikuláš, 36, 3, 84–96.

Audy, M. – Šmída, B. 2003. Kryštálové oči (Československá výprava do křemencového krasu venezuelské Guyany). In Bosák, P. – Novotná, J. (eds.): Speleofórum 2003, Česká speleologická společnost, Praha, 22, 60–63.

Audy, M. – Šmída, B. 2005a. Jeskyně Charles Brewer. Mamutí jeskyně v kvarcitech Guyanské vysočiny. Vesmír, Praha, 84 (135), 1, 20–29.

Audy, M. – Šmída, B. 2005b. Největší kvarcitová jeskyně světa Cueva Charles Brewer. In Bosák, P. – Novotná, J. (Eds.): Speleofórum 2005, Česká speleologická společnost, Praha, 24, 58–62.

Audy, M. – Tásler, R. 2008. Tepui 2007 – Sistema de la Araña. In Bosák, P. – Novotná, J. (eds.): Speleofórum 2008, Česká speleologická společnost, Praha, 27, 44–49.

Audy, M. 2003. Křemencový kras venezuelské Guayány. Vesmír, Praha, 82 (133), 5, 256–265.

Auler, A. S. 2002. Karst areas in Brazil and the potential for major caves – an overview. Boletín de la Sociedad Venezolana de Espeleología, Caracas, 36, 29–36.

Barabáš, P. 2004. Amazonia Vertical. K2 Studio, Bratislava, DVD video, 63 min.

Barabáš, P. 2006. Tepuy – cesta do hlbín Zeme. Dobrodružný film z objavovania najmohutnejšej kremencovej jaskyne sveta. K2 Studio, Bratislava, DVD video, 61+30 min.

Bellomo, R. – Gori, S. – Rigamonti, I. – Tognini, P. – Trezzi, G. – Forti, P. 1994. Il Sistema "Aonda Superior" dell´Auayantepui. Resconto della spedizione speleologova italiana "Venezuela 92". El Guácharo, Caracas, 33, 1–93.

Bernabei, T. – Mecchia, M. – Pezzolato, P. – Piccini, L. – Preziosi, E. 1993. Tepuy´93: ancora Venezuela! Speleologia (Soc. Italiana Speleologia), 29, 8–21.

Bernabei, T., ed. 1994. Tepuy 93. Progressione, Comm. Grotte Eugenio Boegan, Trieste, 30, 1–120.

Bernabei, T. et al. 1994. La spedizione Tepuy 93 (Auyantepuy, Bolivar, Venezuela). Progressione, 30, Trieste, 1–120.

Borghi, L. – Moreira, M. I. C. 2000. The Aroe Jari cave region, chapada Dos Guimaraes, Mato Grosso state, Brazil. Bolletín informativo de la comisión de geospeleología, Federación Espeleológica de América Latina y el Caribe – FEALC, 36, 1–7.

Borghi, L. – Moreira, M. I. C. 2002. Caverna Aroe Jari, Chapada dos Guimarães, MT: Raro exemplo de caverna em arenito. In Schobbenhaus, C. – Campos, D., A. – Queiroz, E. T. – Winge, M. – Berbert-Born, M. L. C. (eds.): Sítios Geológicos e Paleontológicos do Brasil. DNPM/CPRM – Comissão Brasileira de Sítios Geológicos e Paleobiológicos (SIGEP) – Brasília, 481–489.

Brewer-Carías, Ch. 1972. Cerro Autana, Elite descubre otra maravilla del Mundo. Revista Elite #2457, Caracas, 27. 10. 1972, 36–43.

Brewer-Carías, Ch. 1973. Las Cuevas del Cerro Autana. Diario El Nacional. Suplemento Séptimo Día, 25. 2. 1973, Caracas, 5.

Brewer-Carías, Ch. 1973. Proyecto de Exploración de las Mesetas de Jaua, Guanacoco y Sarisariñama. Suplemento del Boletín de la Sociedad Venezolana de Ciencias Naturales. Caracas, 30, 127, 1–32.

Brewer-Carías, Ch. 1974. En busca de los orígenes. El Farol, Caracas, 18–23.

Brewer-Carías, Ch. 1976a. Las Cuevas del Cerro Autana. Revista Natura, Sociedad de Ciencias Naturales La Salle, Caracas, 58, 33–48

Brewer-Carías, Ch. 1976b. Las Simas de Sarisariñama. Boletín de la Sociedad Venezolana de Ciencias Naturales, Caracas, 22, 132–133, 549–625.

Brewer-Carías, Ch. 1983. Sarisariñama. Editorial Arte, Caracas, 1–228.

Brewer-Carías, Ch. 1988. Roraima. Caracas, 1–153.

Brewer-Carías, Ch. 2005b. Las Espeleotemas de la Cueva Charles Brewer. (Speleotémy). In Šmída, B. – Brewer-Carías, Ch. – Audy, M. (eds.): Cueva Charles Brewer – najväčšia kvarcitová jaskyňa sveta. Spravodaj Slovenskej speleologickej spoločnosti (mimoriadne číslo), 36, 3, 65–83.

Brewer-Carías, Ch. 2005a. El descubrimiento y la exploración de la Cueva Charles Brewer. (Ako bola objavená jaskyňa Charles Brewer). In Šmída, B. – Brewer-Carías, Ch. – Audy, M. (eds.): Cueva Charles Brewer – najväčšia kvarcitová jaskyňa sveta. Spravodaj Slovenskej speleologickej spoločnosti (mimoriadne číslo), 36, 3, 8–11.

Briceño, H. – Paolini, J. 1992. Aspectos Geoquímicos del Macizo del Chimantá. In Huber O. (ed.): Chimantá. Escudo de Guayana, Venezuela. Un Ensayo Ecológico Tepuyano, Caracas, 75–88.

Briceño, H. – Schubert, C. 1992. Geomorfología. In Huber, O. (ed.): El Macizo de Chimantá. Escudo de Guayana, Venezuela. Un Ensayo Ecológico Tepuyano, Caracas, 61–74.

Busche, D. – Erbe, W. 1987. Silicate karst landforms of the southern Sahara (northeastern Niger and southern Libya). Zeitschrift für Geomorphologie, Supplementband, 64, 55–72.

Carreño, R. – Blanco, F. 2004. Notas sobre la exploración del Sistema kársico de Roraima Sur, Estado Bolívar. Boletín de la Sociedad Venezolana de Espeleología, Caracas, 38, 45–52.

Carreño, R. – Nolla, L. – Astort, J. 2002. Cavidades del Wei-Assipu-tepui, macizo del Roraima, Brazil. Boletín de la Sociedad Venezolana de Espeleología, Caracas, 35, 36–45.

Carreño, R. – Pérez, W. – Galán, C. – Herrera, F. – Astort, J. – Blanco, F. – Villareal, O. – Cura, I. del – Pérez, M. A. – García, G. 2005. Los 6,1 km de la Cueva Roraima sur, Estado Bolívar: La cueva de mayor desarrollo en rocas cuarcítitas. Bolletín informativo de la comisión de geospeleología, Federación Espeleológica de América Latina y el Caribe – Fealc, 55, 27–28.

Carreño, R. – Urbani, F. 2004. Observaciones sobre las espeleotemas del Sistema Roraima Sur. Boletín de la Sociedad Venezolana de Espeleología, Caracas, 38, 28–33.

Carreño, R. 1996: Actividades espeleologicas Venezolanas desce 1990 hasta 1995. Boletín de la Sociedad Venezolana de Espeleología, Caracas, 30, 1996.

CEDV, 1976. Expedicion espeleologica Polaco-Venezolana 1976, a la meseta de Sarisarinama, Estado Bolivar. Boletín de la Sociedad Venezolana de Espeleología, Caracas, 7 (13): 101–119.

Cigna, A. A. 1978. A Classification of Karstic Phenomena. International Journal of Speleology, 10, 1, 3–9.

Colvée, P. 1972. Consideraciones Geológicas sobre el Cerro Autana. Informe D.I.A. i-1 de la División de Investigación aplicada, MOP-CODESUR. Enero 1972, 1–12.

Colvée, P. 1973. Cueva en Cuarcitas en el Cerro Autana. Boletín de la Sociedad Venezolana de Espeleología, Caracas, 4, 1, 5–13.
De Bellard 1974a. Exploration preliminaire du plateau de Sarisariñama (Venezuela). Spelunca, Paris, 4, 99–101.
De Bellard 1974b. Los grandes abismos del tepui de Sarisariñama. Sociedad Venezolana de Geología, Circular, 63, 35–36.
De Bellard 1975. Descubrimiento en Venezuela del mayor abismo del mundo. Bolletín de Sociedad Venezolana Ciencias Naturales, 31, 130–131, 624–632.
Dutra, G. 1996a. Cavernas em Quartzito na Região de Luminária – MG. O Carste, Grupo Bambuí de Pesquisas Espeleológicas, 8, 2, 26–31.
Dutra, G. 1996b. Geologia Informal da Região do Pico do Inficionado. O Carste, Grupo Bambuí de Pesquisas Espeleológicas, 8, 3, 56–59.
Dutra, G. 1997. O Maior Desnivel do Mundo em Quartzito. O Carste, Grupo Bambuí de Pesquisas Espeleológicas (ediçao. Espec.), 9, 62–69.
Dutra, G. M. – Rubbioli, E. L. – Horta, L. S. 2005. Gruta do Centenário, Pico do Inficionado (Serra da Caraça), MG. A maior e mais profunda caverna quartzítica do mundo. (SIGEP 20). In Schobbenhaus, C. – Campos, D., A. – Queiroz, E., T. – Winge, M. – Berbert-Born, M. (eds.): Sítios geológicos e paleontológicos do Brasil, 1, 431–441.
Dyga, R., T. – Székely, K. – Zawidski, P. 1976. A venezuelai Sarisariñama-fennsík homokkőaknái. Karszt és Barlang, Budapest, 1–2, 43–46.
Epis, L. 2006. Recorde Mundial de Profundidade. Expedição Amazona 2006 – Terra misteriosa. InformAtivo SBE, Sociedade Brasileira de Espeleologia, 92, 30–36.
Faverjon, M. 2003. Alaouf! O Carste, Grupo Bambuí de Pesquisas Espeleológicas, 15, 2, 70–77.
Forti, P. 1994. Los Depósitos Químicos de la Sima Aonda Superior y de Otras Cavidades del Auyan-tepui, Venezuela. Boletín de la Sociedad Venezolana de Espeleología, Caracas, 28, 1–4.
Galán, C. – Herrera, F. – Astort, J. 2004. Génesis del Sistema Roraima Sur, Venezuela, con notas sobre el desarrollo del karst en cuarcitas. Boletín de la Sociedad Venezolana de Espeleología, Caracas, 38, 17–27.
Galán, C. – Herrera, F. – Carreño, R. 2004. Geomorfología e hidrología del Sistema Roraima Sur, Venezuela, La mayor cavidad del mundo en cuarcitas: 10,8 km. Boletín de la Sociedad Venezolana de Espeleología, Caracas, 38, 2–16.
Galán, C. – Herrera, F. 2005. Génesis de la Cueva Roraima sur, Venezuela: La cavidad de mayor desarrollo del mundo en cuarcitas. Bolletín informativo de la comisión de geospeleología, Federación Espeleológica de América Latina y el Caribe – Fealc, 55, 21–22.
Galán, C. – Herrera, F. F. – Carreño, R. – Pérez, M. A. 2004. Roraima Sur System, Venezuela: 10.8 km, world´s longest quartzite cave. Boletín de la Sociedad Venezolana de Espeleología, Caracas, 38, 53–60.
Galán, C. – Lagarde, J. 1988. Morphologie et èvolution des cavernes et formes superficielles dans les quartzites du Roraima (Venezuele). Karstologia, 11–12, 49–59.
Galán, C. 1988. Cavernas y formas de superficie en rocas silíceas precámbricas del Grupo Roraima, Guayana, Venezuela. Boletín de la Sociedad Venezolana de Espeleología, Caracas, 23: 1–12.
Galán, C. 1991. Disolución y génesis del karst en rocas carbonáticas y silíceas: un estudio comparativo. Munibe, San Sebastián, España, 43, 43–72. Reprinted in El Guácharo, Caracas, 40, 21–50, 1997.
Galán, C. 1982. Notas sobre la Morfología de la Cueva del Autana y comentarios sobre las formas Pseudoaarsicas desarrolladas en Cuarcitas del Grupo Roraima, Guayana Venezolana. Boletín de la Sociedad Venezolana de Espeleología, Caracas, 10, 19, 115–128.
Galán, C. 1983a. Expedición a la Sima Aonda. Boletín de la Sociedad Venezolana de Espeleología, Caracas, 20, 99–103.
Galán, C. 1983b. La sima Aonda, -362m. Venezuela. Spelunca, Paris, 14, 2, 14–17.
Galán, C. 1984. Las mayores cavidades del mundo para 1984. Boletín de la Sociedad Venezolana de Espeleología, Caracas, 21, 96.
Galán, C. 1986. Informe general de la expedición efectuada al tepuy Yuruaní. Boletín de la Sociedad Venezolana de Espeleología, Caracas, 22, 84–85.
Ghneim, K. 1999. Índice general del Bolestín de la Sociedad Venezolana de Espeleología, Nos. 1 al 32, 1967–1998. Boletín Informativo de la Comisión de Geospeleología, Federación Espeleológica de América Latina y el Karibe – Fealc, 9, 1–14.
Gorbushina, A. – Boettcher, M. – Brumsack, H., J. et al. 2001. Biogenic forsterite and opal as a product of biodeterioration and Lichen Stromatolite Formation in Table Mountain Systems (Tepuis) of Venezuela. Geomicrobiology Journal, 18, 117–132.
Gori, S. – Inglese, M. – Tognini, P. – Trezzi, G. – Rigamonti, I. 1993. Auyantepuy, speleologia tropikale nelle quarziti. Speleologia, 28, 23–33.
Herrera, R. 1976. Analisis fisico-quimicos de aguas carsicas. El Guácharo, Caracas, 1/2, 8/9.
Hirashima, H. 1997. A Corda Hayato!!! O Carste. 9, 3, 67–69.
Chaimovicz, F. 2001. A Quebrada da Gruta da Bocaina e Outras Historias emocionantes do Inficionado. O Carste, Grupo Bambuí de Pesquisas Espeleológicas, 13, 2, 108–111.
Chalcraft, D. – Pye, K. 1984. Humid tropical weathering of quartzite in southeastern Venezuela. Zeitschrift für Geomorphologie, 28, 321–332.
Inglese, M. – Tognini, P. 1993. Auyantepuy. The devil´s Mountain. The international Caver Magazine, 6, 3–10.
Ipiña, J. M. Lz. de 1994. Aspectos Físico-Químicos de los Tepuyes Acopan y Amuri. Macizo de Chimantá, Gran Sabana, Venezuela. Boletín de la Sociedad Venezolana de Espeleología, Caracas, 28, 5–9.
Jennings, J. N. 1983. Sandstone Pseudokarst or Karst? In Young, R. W. – Nanson, G. C. (eds): Aspects of Australian Sandstone Landscapes. Australian and New Zealand Geomorphology Group Special Publication No. 1, Wollongong: University of Wollongong, 21–30.
Kashima, N. – Takanori, O. 1995. A note on Biogenic Effect of Coralloid Speleothems in Round Mountain Lava Cave, Oregon, U.S.A. Journal of Speolological Society of Japan, 19, 8–12.
Kashima, N. – Teruo, I. – Kinoshita, H. 1987. Diatom, Contribuitors of Coralloid speleothems, From Togawa-Sakaidani-do Cave in Miyasaaki Prefucture, Central Kyushu, Japan. International Journal of Speleology, 16, 95–100.
Koisar, B. – Solicki, T. 1977a. Wyprawa na mesete (1). Kamienne sciany. Poznaj şwiat – Magazyn geograficzny, 25, 8, 18–25.
Koisar, B. – Solicki, T. 1977b. Wyprawa na mesete (2). Wiezniowie Sarisariñama. Poznaj şwiat – Magazyn geograficzny, 25, 9, 21–28.
Kuczynski, M. 1976a. Expedicion espeleologica polaco-venezolana 1976 a la meseta de Sarisarinama, Alto Acura, Estado Bolivar. UIS Buletin, 1, 3.
Kuczynski, M., 1976b: Sarisariñama 1976. Taternik, Warsawa, 3/76, 123–127.
Lánczos, T. – Aubrecht, R. – Schlögl, J. – Šmída, B. – Brewer-Carías, Ch. 2007. Preliminary results of the Tepuy 2007 expedition to the venezuelan table mountains – water geochemistry and its relation to genesis of the quartzite karst. In Fľaková, R. – Ženišová, Z. (eds.): Proceedings of the Hydrogeochémia 2007 conference, Slovak Assocation of Hydrogeologists, Bratislava, 136–141.
Maeztu, J. – Ipiña, J. de – Alangua, F. – Laktasa, I. 1995. Catálogo de cavidades exploradas en el macizo de Chimantá. Karaitza, España, 4, 33–44.
Martínez, J. 1989. Venezuela, Sima Aonda (-362 m). Desnivel – revista de montaña, España, 49, 52-55.
Martini, J. E. J. – Urbani, F. 1984. Sveita, un nuevo mineral de la Cueva del Cerro Autana (Am. 11), Territorio Federal Amazonas, Venezuela. Boletín de la Sociedad Venezolana de Espeleología, Caracas, 21, 13–16.
Martini, J. E. J. 1980. Sveite, a new mineral from Autana Cave, Territorio Federal Amazonas, Venezuela. Transactions Geological Society South Africa, 83, 239–241.
Martini, J. E. J. 1981. The control of karst development with reference to the formations of caves in poorly soluble rocks in the eastern Transvaal, South Africa. Proceedings of 8th International Congress of Speleology, Bowling Green, Kentucky, 1, 4–5.
Martini, J. E. J. 1982. Karst in Black Reef and Wolkberg Group quartzite of eastern Transvaal escarpment, South Africa. Boletín de la Sociedad Venezolana de Espeleología, Caracas, 10, 19, 99–114.
Martini, J. E. J. 1984. Rate of quartz dissolution and weathering of quarzite. Bulletin of South African Speleological Association, 25, 7–10.
Martini, J. E. J. 1985. Caves of South Africa. Karstologia, 5, 1, 39–44.
Mechia, M. – Piccini, L. 1999. Hydrogeology and SiO_2 geochemistry of the Aonda Cave System, Auyan-Tepui, Bolivar, Venezuela. Boletín de la Sociedad Venezolana de Espeleología, Caracas, 33, 1–11.
Mikuláš, R. 2003. Tepuis – geomorfologie pískovcového fenoménu vlhkých tropů. Vesmír, Praha, 82 (133), 5, 256–259.
Mlejnek, R. – Ouhrabka, V. 2008. Poseidon – unikátní pseudokrasový systém v kvádrových pískovcích Teplických skal. In Bosák, P. – Novotná, J. (eds.): Speleofórum, Česká speleologická společnost, Praha, 27, 32–43.
Nott, D. 1975. Into the Lost World. Prentice Hall, Englewood Clifts, New Jersey, 1–186.
Oldham, T. 2003. The Caves of Meghalaya. http://www.showcaves.com/english/in/region/ MeghalayaOldham.html. (date: 1. 1. 2006)
Pérez La Riva, W. – Reyes, C. 1976. Cueva del Cerro Autana. Boletín de la Sociedad Venezolana de Espeleología, Caracas, 7, 13, 81–85.
Pérez La Riva, W. 1976. Ascenso al Cerro Autana, Territorio Amazonas. Boletín de la Sociedad Venezolana de Espeleología, Caracas, 7, 13, 114–116.
Pérez La Riva, W. 1977. Nuevas exploraciones espeleologicas en la Sierra de Pacairima, Guyana Venezolana. Boletín de la Sociedad Venezolana de Espeleología, Caracas, 8, 16, 235–241.
Pérez, M. A. – Carreño, R. 2004. Exploration of the Roraima Sur Cave, Bolívar State, Venezuela, the longest quartzite cave in the world. NSS Convention Abstracts, Journal of Cave and Karst Studies, 116.
Perret, J.-F. 2001. Caraça. Um Ponto Alto de 99. O Carste, Grupo Bambuí de Pesquisas Espeleológicas, 13, 2, 100–105.
Pezzolato, P. 1993. Tepuy 93. Progressione, Comm. Grotte Eugenio Boegan, Trieste, 29, 46–48.
Pezzolato, P. 1996. Venezuela. Tepuy "Terra senzo tempo". Progressione, Comm. Grotte Eugenio Boegan, Trieste, 34, 27–33.

Piccini, L. 1994. Aspetti geologici e geomorfologici del settore nordoccidentale dell'Auyan-tepuy (Est. Bolivar, Venezuela). Progressione, Comm. Grotte Eugenio Boegan, Trieste, 30, 14–26.
Piccini, L. 1995. Karst in Siliceous Rock: Karst landfoms and Caves in the Auyan-tepuy (Est. Bolivar, Venezuela). International Journal of Speleology, 24, 41–54.
Pollyau, M. – Seurin, M. 1985. Pseudo-karst dans des roches gréso-quartzitiques de la formation Roraima. Karstologia, 5, 1, 45–52.
Reis, N. J. – Yanez, G. 2001. O Supergrupo Roraima ao Longo da faixa fronteirica entre Brasil – Venezuela (Santa Elena del Uairen – Roraima Mountain). In Reis, N. J. – Monteiro, M. A. S. (eds.): Contribuicao a geologia da Amazonia. Sociedade Brasileira de Geologia, Manaus, 2, 113–145.
Rodríguez, R. – Silverio, M. O. 2002. CNC – Cadastro Nacional de Cavernas do Brazil. InformAtivo SBE, São Paulo, 79, 8–12.
Rubbioli, E. L. 1998. Into the „Devil's Throat". Gruta do Centenário – The world's deepest quartzite cave. International Caver, 22, 19–24.
Rubbioli, E. L. 1999. O Pico do Inficionado. A exploração da gruta mais profunda do Brasil. O Carste, Grupo Bambuí de Pesquisas Espeleológicas, 8, 3, 46–49.
Rubbioli, E. L. 2001. Gruta da Bocaina o Desafio Continua. O Carste, Grupo Bambuí de Pesquisas Espeleológicas, 13, 2, 98–99.
Rubbioli, E. L. 2003. A Nova Entrada da Gruta da Bocaina co Encontro com o et no Pico do Inficionado. O Carste, Grupo Bambuí de Pesquisas Espeleológicas, 15, 2, 57–65.
Santos, J. O. S. – Potter, P. E. – Reis, N. J. – Hartmann, L. A. – Fletcher, I. R. – McNaughton, N. J. 2003. Age, Source and Regional Stratigraphy of the Roraima Supergroup and Roraima-like Outliers in Northern South America Based on U-Pb geochronology. GSA Bulletin, 115, 3, 331–348.
Sausse, O. 2001. O Ultimo Ponto da Expedição de 99. O Carste, Grupo Bambuí de Pesquisas Espeleológicas, 13, 2, 106–107.
SVE, 1994. Cavidades Estudiadas en la Expedición al Macizó de Chimantá, 1993. Boletín de la Sociedad Venezolana de Espeleología, Caracas, 28, 34–51.
Szczerban, E. – Gamba, J. 1973. Cuevas y simas en areniscas Precámbrias de la Formación Roraima, Territorio Federal Amazonas y Estado Bolívar, Venezuela. Boletín de la Sociedad Venezolana de Espeleología, Caracas, 4, 2, 226.
Szczerban, E. – Urbani, F. – Colvée, P. 1977. Cuevas y simas en cuarcitas y metalimolitas del grupo Roraima, meseta de Guaiquinim, Estado Bolívar. Boletín de la Sociedad Venezolana de Espeleología, Caracas, 8, 16, 127–154.
Szczerban, E. – Urbani, F. 1974. Carsos de Venezuela. Parte 4: Formas Cársicas en areniscas Précambricas del Territorio Federal Amazonas y Estado Bolívar. Boletín de la Sociedad Venezolana de Espeleología, Caracas, 5, 1, 27–54.
Šmída, B. – Audy, M. – Biord, H. – Mayoral, F. 2005a. Cueva Charles Brewer (Chimantá) and Cueva Ojos de Cristal: the greatest quartzite caves of the world (table-mountains, Venezuela). Bulletin of the SSS (special edition, for the 14th Speleological Congress UIS in Greece), Liptovský Mikuláš, 3–10.
Šmída, B. – Audy, M. – Biord, H. – Mayoral, F. 2005b. Cueva Charles Brewer (Chimantá) and Cueva Ojos de Cristal: the greatest quartzite caves of the world (table-mountains, Venezuela). Proceedings of the 14th International Congress of Speleology (electronic version), Athena.
Šmída, B. – Audy, M. – Mayoral, F. – Carnicero, L. A. 2004a. Expedícia Chimantá 2004, alebo objavovanie Cueva Charles Brewer – najväčšej kvarcitovej jaskyne sveta. Spravodaj Slovenskej spleologickej spoločnosti, Liptovský Mikuláš, 35, 2, 3–14.
Šmída, B. – Audy, M. – Mayoral, F. – Carnicero, L. A. 2004b. Expedition Chimantá 2004 or discovering of Cueva Charles Brewer – the largest quarzit cave in the world. Bulletin of the Slovak Speleological Society, Liptovský Mikuláš, 35, 2, 3–14.
Šmída, B. – Audy, M. – Mayoral, F. 2005d. Cueva Charles Brewer. Regards, 58, 9–12.
Šmída, B. – Audy, M. – Mayoral, F. 2005e. Cueva Charles Brewer. The largest quartzite cave in the world (Chimantá massif, Venezuela). Journal of the SSS, Sydney Speleological Society, Sydney, 49, 1, 3–12.
Šmída, B. – Audy, M. – Mayoral, F. 2005a. Cueva Charles Brewer – la plus importante grotte du monde creusée dans les quartzites (massif du Chimantá, Venezuela). Spelunca, Paris, 97, 27–35.
Šmída, B. – Audy, M. – Mayoral, F. 2005b. Cueva Charles Brewer: Largest quartzite cave in the world. NSS News, National Speleological Society, 63, 1, 13–14, 31.
Šmída, B. – Audy, M. – Mayoral, F. 2005c. Into the Lost World. Descent, Abergavenny, 183, 36–38.
Šmída, B. – Audy, M. – Vlček, L. 2003. Expedícia Roraima, Venezuela, január 2003 – Cueva Ojos de Cristal (Kryštálové oči). Spravodaj Slovenskej speleologickej spoločnosti, Liptovský Mikuláš, 34, 2 (special issue), 1–192.
Šmída, B. – Brewer-Carías, Ch. 2005. Descripción, morfología, génesis, hidrología y perspectivas de la Cueva Charles Brewer. Náčrt genézy jaskyne a perspektívy jej pokračovania. In Šmída, B. – Brewer-Carías, Ch. – Audy, M. (eds.): Cueva Charles Brewer – najväčšia kvarcitová jaskyňa sveta. Spravodaj Slovenskej speleologickej spoločnosti (mimoriadne číslo), 36, 3, 26–31, 97–101.
Šmída, B. – Brewer-Carías, Ch. – Audy, M., eds. 2005. Cueva Charles Brewer – najväčšia kvarcitová jaskyňa sveta. Speleoexpedície do masívu Chimantá 2004, Venezuela. Spravodaj Slovenskej speleologickej spoločnosti, Liptovský Mikuláš, 36, 5 (special issue), 1–178.
Šmída, B. – Brewer-Carías, Ch. – Audy, M. – Mayoral, F. 2007. Expedícia TEPUY 2007, stolové hory Chimantá a Roraima, Venezuela: oficiálna správa o výsledkoch. Spravodaj SSS, Liptovský Mikuláš, 38, 1, 78–80.
Šmída, B. – Brewer-Carías, Ch. – Audy, M. – Vlček, L. – Mayoral, F. – Aubrecht, R. – Lánczos, T. – Schlögl, J. 2008. Exploračné sumárum o kvarcitových jaskyniach objavených v rokoch 2004 – 2007 v masíve Chimantá, Venezuela (Ľudia, objavy, lokality, literatúra). Spravodaj Slovenskej speleologickej spoločnosti, Liptovský Mikuláš, 39, 1, 90–102.
Šmída, B. – Brewer-Carías, Ch. – Mayoral, F. – Vlček, L. – Aubrecht, R. – Lánczos, T. a kol. 2008. Speleoexpedícia TEPUY 2007 (stolové hory Chimantá a Roraima, Venezuela). In Bosák, P. – Novotná, J. (eds.): Speleofórum, 27, Česká speleologická společnost, Praha, 49–57.
Truluck, T. F. 1996. The Survey of Bat´s (Giant´s) Climber´s Cave System. www.darklife.co.za/caves/wcape/Table_Mountain/Bats_Giants_survey_and_exploration.htm (date: 9. 12. 2000)
Urbani, F. – Bordón, C. 1997. Spedizione "Auyán-tepui 1992" – Venezuela, riposta a Mauro Inglese. El Guácharo, Caracas, 40, 8–11, 1997.
Urbani, F. – Compère, P. – Willems, L. 2005. Opal-A Speleothems of Wei-Assipu-tepui. Roraima Province, Brazil. Boletín de la Sociedad Venezolana de Espeleología, Caracas, 39, 21–26.
Urbani, F. – Szczerban, E. 1974. Venezuelan Caves in Non-carbonate Rocks: A New Field in Karst Research. NSS News, National Speleological Society, 12, 32, 233–235.
Urbani, F. 1975. Mineralogia de Espeleotemas Venezolanas. Boletín de la Sociedad Venezolana de Espeleología, Caracas, 6, 12, 131–132.
Urbani, F. 1976a. Ópalo, Caledonia y Calcita en la Cueva del Cerro Autana. Territorio Federal Amazonas, Venezuela. Boletín de la Sociedad Venezolana de Espeleología, Caracas, 7, 14, 129–145.
Urbani, F. 1976b. Comentarios generales y estado actual de los studios de las formas carsicas de las cuarcitas del Grupo Roraima. Boletín de la Sociedad Venezolana de Espeleología, Caracas, 7, 14, 289–293.
Urbani, F. 1976c. Polish-Venezuelan Expedition Studies Sarisarinama Caves. NSS News, National Speleological Society, 34, 11, 194–195.
Urbani, F. 1977. Novedades sobre Estudios Realizados en las Formas Carsicas y Pseudocársicas del Escudo de Guayana. Octubre 1977. Boletín de la Sociedad Venezolana de Espeleología, Caracas, 8, 16, 175–197.
Urbani, F. 1977. Noverdades sobre estudios realizados en las formas carsicas y pseudocarsicas del escudo de Guayana. Boletín de la Sociedad Venezolana de Espeleología, Caracas, 8, 16, 175–196.
Urbani, F. 1981. Sveita, nuevo mineral de la cueva del Cerro Autana (Am. 11), territoria Federal Amazonas. Natura, Sociedad de Ciencias Naturales La Salle, Caracas, 70–71, 59–61. Reprinted in: El Guácharo, Caracas, 22, 30–31, 1981.
Urbani, F. 1986. Notas sobre el origen de las cavidades en rocas cuarcíferas precámbricas del Grupo Roraima, Venezuela. Interciencia, Caracas, 11, 6, 298–300.
Urbani, F. 1993. Quartzite Caves in Venezuela. Caves & Caving, 61, 32–33.
Urbani, F. 1996. Venezuelan Cave Minerals: a Review. Boletín de la Sociedad Venezolana de Espeleología, Caracas, 30, 1–13.
Uwe, G. 1989. Venezuela's Islands in Time. National Geographic Magazine, May 1989, 526–561.
Vlček, L. 2004: Horizontal quartzite-karst caves in Venezuela – one of the newest geomorphological discoveries. Proceedings of the 8th International Symposium on Pseudokarst, Teplý vrch, Slovakia, 57–61.
Vlček, L. – Šmída, B. 2007. Objavy členov Slovenskej speleologickej expedície Roraima – Kukenán 2006 na stolovej hore Roraima v Guayanskej vysočine (Venezuela). Aragonit, Liptovský Mikuláš, 12, 89–93.
Wernick, E. – Pastore, E. R. B. – Pires Neto, A. 1977. Cuevas en Areniscas, Rio Claro, Brasil. Boletín de la Sociedad Venezolana de Espeleología, Caracas, 8, 16, 99–107.
White, W. B. – Jefferson, G. L. – Haman, J. F. 1966. Quartzite Karst in Southeastern Venezuela. International Journal of Speleology, 2, 309–314. Reprinted in El Guácharo, Caracas, 6, 35–39, 1973.
Wray, R. A. L. 1997. A Global Review of Solutional Weathering Forms on Quartz Sandstones. Earth Science Reviews 42, 3, 137–160.
Wray, R. A. L. 2003. Quartzite Dissolution: Karst or Pseudokarst? Cave and Karst Science, 24, 2, 1997, 81–86.
Zawidski, P. – Urbani, F. – Koisar, B. 1976. Preliminary Notes on the Geology of the Sarisariñama Plateau, Venezuela, and the Origin of its Caves. Boletín de la Sociedad Venezolana de Espeleología, Caracas, 7, 13, 29–37.

HISTORY OF RESEARCH AND OPINIONS ON QUARTZITE KARST, SPELEOLOGICAL RESEARCH OF TABLE MOUNTAINS OF LA GRAN SABANA (ESTADO BOLÍVAR, VENEZUELA) BY SCIENTIFIC EXPEDITION CHIMANTÁ – RORAIMA 2007

Summary

In February 2007, an international expedition to the two Venezuelan famous table mountains, the Macizó del Chimantá and Roraima tepuy was organized and led by Charles Brewer-Carías with the assistance of Federico Mayoral from the Sociedad Venezolana de Ciencias Naturales. The participants were from Slovakia, Czech Republic, Croatia and Venezuela. The scientific tasks of the expedition were performing geological, geochemical and biological field research.

The area, where the table mountains occur, is located in the Venezuelan Guayana of northern South America (southeastern Venezuela, State Bolivar), in the corner formed by the borderlines of Guayana from the east, and Brazil from the south. The wider area of the tepuis is formed by the treeless savanna locality of the La Gran Sabana (4°30´ – 6°45´N and 60°34´ – 62°50´W), at the headwaters of the Caroní river, one of the major tributaries of the Orinoco river. The wider area of the Gran Sabana is built up by the rock of Guiana Shield which represents the northern segment of the Amazonian Craton in the South America. It covers an area of nearly 900,000 km^2 between the Amazon and Orinoco rivers and underlies the territory of five countries (Venezuela, Guyana, Suriname, French Guiana and Brazil). The Guiana Shield is among the least documented Precambrian terrains, although it represents one of the world's most extensive entities of Paleoproterozoic crust. The tepuis itselves are formed by the rocks of the Roraima Supergroup consisting principally of sandstones derived from the Trans-Amazonian Mountains to the north and deposited in braided, deltaic, and shallow-marine environments in a foreland basin.

In the paper the history of speleological surveying in quartzite caves of Venezuelan table mountains as well as all over the world is briefly presented. The history of quartzite karst surveying began just in South America. The first reference related to quartzite cave was related to the Grutta do Centenário cave located in state Minas Gerais, Brasil, in the 1950's. As this cave space is manifested as the more or less opened fissure net in quartzite massif, not too much interest was given to it. Much more attention was paid in numerous articles to the cave Cueva del Cerro Autana, explored by Ch. Brewer-Carías in 1971. Cueva del Cerro Autana is located on Cerro Autana table mountain, in southern part of venezuelan state Territorio Federal Amazonas. This 395 m long cave formed in quartzites is characterized by typical forms normally occuring in the classical karst caves. The cave consists of large fossil horizontal corridors. At the beginning of 70´s also huge quartzite-karst collapsed depressions were explored on the Sarisariñama table mountain (300 m in diameter and about 300 m deep). Systematic speleological survey began later also on others of more than 100 table mountains located in the Guyana Highlands. Since the 80´s, when the exploration of the meseta on the top of Auyán-tepui began, the Venezuelan and Italian cavers gathered considerable result during the exploration of the caves Sima Aonda Superior (2.1 km long and 362 m deep), the Sima Aonda 2 (325 m deep) and the Sima Auyan-tepuy Noroeste (2,950 m long and 370 m deep). These caves became to known as the deepest quartzite caves of the world and together the deepest caves in South America for the long time. However, following their origin they are hardly be genetically classified as „karstic caves".

Parallel with caves discoveries in non carbonate rocks (like gypsum, halite, quartzites and also crystalline rocks – granites), it changed also the consideration regarding the genesis of karst phenomena and those caves in non-carbonate rocks. For this phenomenon earlier the name pseudokarst was frequently used. But pseudokarst means karstic-like phenomena as the result of mechanical processes and not chemical dissolution of the rock materia in wate. Newer findings suggested that also quartzites and/or other non-carbonate rocks are corroded by chemical dissolution processes and simultaneously extensively eroded by water; consequently using the pseudokarst term only beacause the non-carbonate rock material appears often inadequate. For these phenomena in non-carbonatic karst a new term – parakarst was introduced, for endo- and exokarstic forms in quartzites the term bradykarst was proposed to use. Instead of the term parakarst we propose to use quartzite klastokarst which seems to be more adequate following the physical and chemical aspects of the karst genesis of the studied area. One of the main processes of the quartzite karst cave formation are dissolution of quartz cement of the quartzites, quartzitic sandstones and conglometares on tepuis in Venezuela, less common are pseudokarstic parts formed by mechanical processes, so the caves could be considered as real karstic phenomenon.

This idea is supported by the results from the latest geological and geomorphological researches in the newest-discovered caves on the table mountains Roraima tepuy and Macizó del Chimantá. In 2003, the members of Czech-Slovak expedition discovered and for the first time explored the sensational cave Cueva Ojos de Cristal on Roraima tepuy. Today length of the cave reaches up to 16,140 m. This discovery was the turning point in the history of quartzite karst research in Guyana Highlands and it gave the impulse for extensive and wide-ranged, but also very detailed survey of the quartzite massifs in this region. The Czech-Slovak team explored the most extensive and morphologically most varied cave also including ponors and karst-springs located on the Roraima – the Cueva Ojos de Cristal (Crystal Eyes Cave). No comparable quartzite cave system with several kilometers long fluvial-active system of horizontal corridors is known all over the world yet. After the results were published also caver from Venezuela, Spain and Great Britain started their explorations there. They renamed the cave to Cueva Roraima Sur in their publication, however, the name Cueva Ojos de Cristal is still predominantly in use up today. Within the group of tepuis Macizó del Chimantá is the Cueva Charles Brewer located. This cave was discovered in 2004 by Venezuelan cavers. Following its length 4,800 m and the size of its two giant branches is unrivalledly the biggest quartzite cave in the world. The domes bearing typical and characteristic rectangular profile, width more than 100 m and their flat ceilings come up to the height of 40 m. The volume of this space is comparable with the cave chambers in limestone systems of Borneo or Papua-New Guinea, the biggest underground chambers in the world, e.g. the Gran Galería Karren y Fanny has the volume of about 400,000 m^3. In present time the investigation of these caves and the localities in their surroundings is ongoing. The goal is to find explanation of the cave origin and the peculiar opal biospeleothems occurred in their deep as well as to find out the role of microorganisms in the processes of the cave and speleothems genesis.

During the expedition 11 mostly horizontal caves on Chimantá massif and 2 caves on Roraima tepuy were explored. On the Chimantá massif the following caves were explored: Sistema de la Araňa (2.5 km), Cueva del Diablo (2.3 km), Cueva Caňon Verde (1.2 km), Puente de Diana (150 m), Cueva de Bautismo de Fuego (400 m), Cueva Croatia (200 m), Cueva Juliana (1 km), Cueva Tetris (150 m), Cueva Zuna (313 m). During the stay on the Roraima the Cueva Ojos de Cristal and Cueva de los Vencejos (Cueva Lago Gladys) were further explored. The lenght of Cueve Ojos de Cristal (Crystal Eyes Cave) arised to 16,140 m and actually, it is the longest cave in silicate rocks in the world.

Within the scientific program also water samples were taken. Colorimetric water sample analyses were performed aside in situ routine field measurements. In the history of exploration of the tepuis only one comparable research was performed in 1996 during exploration of the Aonda cave system on the Auyán Tepui in Venezuela, as it was published by Mecchia and Piccini in 1999. The water samples were taken from surface water bodies (creeks, swamps, ponds) and underground water bodies (streams, lakes and cave dripping water). The first hypotheses regarding the genesis of the quartzite karst on the table mountains were formulated based on water properties and geological findings.

Following the geological and geomorphological research the cave genesis could most feasibly explained as winnowing and erosion of unlithified or poorly lithified arenites. Dissolution is also present but it probably plays neither the trigger role, nor volumetrically important role in the cave-forming processes. The strongest dissolution/reprecipitation agent is the condensed air moisture which is most likely the main agent contributing to growth of siliceous speleothems. As such, it can be active only after, not before the cave is created. Siliceous speleothems are mostly microbialites except of some normal stalactites, cobweb stalactites and flowstones which are formed inorganically. They consist of two main types: 1. fine-laminated columnar stromatolite formed by silicified filamentous microbes (either heterotrophic filamentous bacteria or cyanobacteria) and 2. a porous peloidal stromatolite formed by *Nostoc*-type cyanobacteria. The initial stages of encrusted shrubs and mats of microbes were observed, too, but the surrounding arenitic substrate was intact. This is a strong evidence for the microbial mediation of the silica precipitation.

POZORUHODNÉ GEOMORFOLOGICKÉ ZNAKY VIACFÁZOVÉHO VÝVOJA JASKYNE SENBUTSU V JAPONSKU

Pavel Bella – Kensaku Urata

V rokoch 2002 a 2003 vybraní zamestnanci Správy slovenských jaskýň absolvovali dve študijné cesty po niektorých krasových územiach a oblastiach výskytu vulkanických jaskýň v Japonsku, ktoré sa uskutočnili v rámci podporného projektu Japonskej agentúry pre medzinárodnú spoluprácu (JICA), zameraného na environmentálnu ochranu jaskýň (Bella a Gažík, 2002; Bella, Gaál a Zelinka, 2004).

Súčasťou odborného programu bol aj geologický a geomorfologický výskum niektorých jaskýň (Bella a Urata, 2004; Bella, Gaál a Inokura, 2005). V tomto príspevku podávame základnú charakteristiku ďalšej geomorfologicky veľmi zaujímavej jaskyne Senbutsu na krasovej planine Hirao-dai. Viaceré geomorfologické tvary tejto jaskyne poskytujú možnosti detailného výskumu viacfázového freatického, epifreatického i vadózneho vývoja riečnej jaskyne v nadväznosti na kontrastnú geologickú stavbu územia podmieňujúcu povrchovú i podzemnú hydrologickú sieť.

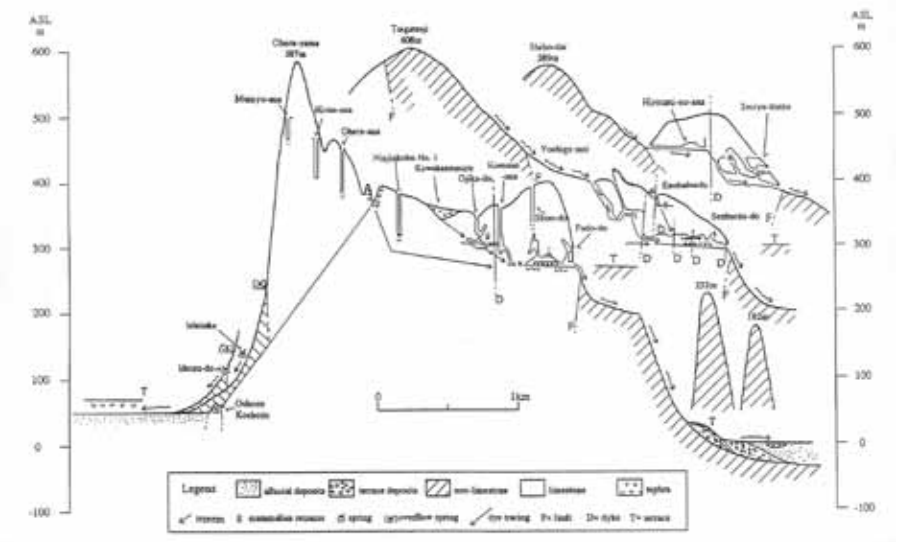
Krasová planina Hirao-dai sa nachádza JJV od mesta Kitakjúšú v severnej časti ostrova Kjúšú v prefektúre Fukuoka. Z geologického a geomorfologického hľadiska patrí medzi najzaujímavejšie krasové územia v Japonsku. Hoci dosahuje neveľké rozmery 6,8 x 2,7 km a rozlohu iba okolo 8 km^2, známa je výskytom škrapových polí, množstvom závrtov, slepých dolín a vyše 150 jaskýň. Viaceré okrajové časti planiny majú znaky kontaktného krasu. Budujú ju paleozoické vápence, ktoré sú vplyvom magmatizmu intenzívne metamorfované a rozčlenené množstvom dajok. Bázické lamprofýrové a granitové aplitické dajky predstavujú nepriepustné vložky medzi vápencami a usmerňujú prúdenie podzemných vôd. V závislosti od priestorového rozloženia dajok a kontaktu vápencov s okolitými nekarbonátovými horninami v rámci krasovej planiny sa vytvorili viaceré viac-menej samostatné alebo stupňovito poprepájané hydrogeologické štruktúry. Vzhľadom na prahovité výstupy dajok na povrchu či v jaskynných priestoroch sa hladiny podzemných vôd pozorujú v rôznych výškových pozíciách. Tieto osobitné hydrogeologické podmienky vplývajú aj na vytváranie jaskýň s určitými morfologickými a genetickými znakmi. Jaskyne Mejiro-do a Hirotani-no-ana sú významnými lokalitami s koróznymi zarovnanými stropmi v nadväznosti na dlhodobo stabilizovanú hladinu podzemných vôd. Jaskyňa Seiryu-kutsu je známa výraznými meandrami a inými laterálnymi zárezmi podzemného vodného toku, ktorého migráciou sa vytvára aj zarovnaný strop (Urata et al., 1997; Urata, 1998, 2001; Bella a Urata, 2004).

Jednou z troch sprístupnených jaskýň na planine Hirao-dai je jaskyňa Senbutsu (celý názov Senbutsu-shonyudo), ktorú už v roku 1925 vyhlásili aj za prírodnú pamiatku. Ide o výverovú viacfázovú fluviokrasovú subhorizontálnu jaskyňu s aktívnym vodným tokom medzi ponorom na kontakte nekarbonátových a karbonátových hornín na planine (asi 395 až 400 m n. m.) a vyvieračkou (293 m n. m.) na juhovýchodnom svahu planiny. Povodie jaskyne sa začína vo vrcholovej časti kóty Toigatsuji (608 m), odkiaľ sa povrchové vody koncentrujú do ponorného potoka Yoshiga. V ponorovej časti jaskynného systému je svahová slepá dolinka končiaca sa okrajovými ponorovými závrtmi (obr. 1 a 2), za ktorými podľa hydraulického gradientu nasledujú depresné vadózne podzemné priestory (v zmysle Forda, 1977, 2000, resp. Forda a Ewersa, 1978). Tieto neznámym vertikálnym alebo kaskádovitým úsekom klesajúcim asi 65 až 70 m ústia do subhorizontálnej hlavnej odvodňovacej chodby jaskyne Senbutsu, v ktorej počas predchádzajúceho vývoja prevládala freatická a epifreatická modelácia (obr. 2). Na prechodnom mieste medzi vadóznymi a freatickými podmienkami prúdenia vody, ktoré Palmer (1987) označuje ako „piezometrický limit“, sa menil gravitačný vodný tok na tok podmienený hydrostatickým tlakom. V zmysle klasifikácie kontaktného krasu (Gams, 1994) krasová časť povodia jaskyne Senbutsu predstavuje alogénny kras s horizontálnym kontaktom, hlbokým piezometrickým povrchom a vysokou priepustnosťou.

Jaskyňa dosahuje dĺžku 716 m a prevýšenie 34 m. Na povrch ústi otvorom s vyvieračkou vo visutej polohe vo svahu planiny (obr. 2), podobne ako neďaleko ležiaca jaskyňa Fudo-do, viac ako 10 m nad horným okrajom nekarbonátových hornín budujúcich spodnú časť svahu planiny. Vertikálnu visutú pozíciu vyvieračky z jaskyne Senbutsu podmieňuje poloha lamprofýrových dajok v jej výverovej časti, ktoré priečne pretínajú odvodňovaciu chodbu. Na vertikálnu prahovitú pozíciu dajok, ktoré predstavujú visutú eróznu bázu, sa viaže lokálna hydrografická zonálnosť a speleogenéza pozdĺž hlavných odvodňovacích ciest krasového akviféru (pozri Audra, 1997; Palmer a Audra, 2004).

V pôdorysnej štruktúre jaskyňa predstavuje krivoľakú, resp. sínusoidnú chodbu (pozri White, 1988) s mnohými meandrovitými ohybmi, ktorých niektoré úseky sa smerom viažu na pozdĺžne tektonické poruchy či dajky. Hlavná os jaskyne má sv. – jz. smer. Iba koncová časť jaskyne, odkiaľ priteká ponorný alochtónny vodný tok, má líniový charakter predurčený výraznou tektonickou poruchou jv. – sz. smeru.

Obr. 1. Juhovýchodný svah a priľahlá časť planiny Hirao-dai, vpredu svahová slepá dolinka ústiaca do ponoru odvádzajúceho alochtónne vody do jaskyne Senbutsu. Foto: P. Bella



Obr. 2. Schematický profil krasovou planinou Hirao-dai (Urata, 1998).

Podobne ako v dvoch ďalších, neďaleko situovaných sprístupnených jaskyniach (Ojika-do, Mejiro-do), aj v podzemí jaskyne Senbutsu nie je vizuálne dominantná sintrová výplň, ale morfologicky výrazné až bizarné korózne a korózno-erózne skalné tvary podzemných priestorov. Preto je veľmi zaujímavá aj pre geomorfológov či geológov zaoberajúcich sa morfológiou a genézou jaskýň.

Do jaskyne sa vchádza otvorom s vyvieračkou, pod ktorou sa usadzuje travertín. Takmer celou chodbou jaskyne sa tiahne výrazné stropné koryto (obr. 3), miestami meandrovaním rozšírené až na niekoľko metrov, ktoré poukazuje na výraznú parageneticku fázu vývoja jaskyne, keď následkom usadzovania splavovaných sedimentov sa podzemný vodný tok pritláčal, a tým zahlboval do skalného stropu. Freatickej fáze vývoja jaskyne zodpovedajú aj stropné hrnce vyhĺbené vírivým prúdom vody. Miesta ich vzniku sú zväčša predurčené tektonickými poruchami, ktoré vidieť na skalných stropných povrchoch (obr. 4). Ak pozdĺž týchto porúch prenikala nadol voda iného chemického zloženia, na genéze stropných kotlov sa uplatnila aj zmiešaná korózia. Vo freatických podmienkach prúdenia vody sa vytvorili aj oválne skalné visiaky (angl. *pendants*).

Najmä vo výverovej, prednej časti jaskyne sa na skalných policiach zachovali alochtónne fluviálne sedimenty, vrátane množstva okruhliakov. Nad nimi sa na previsnutých skalných povrchoch pozorujú parageneticke žliabky, ktoré miestami nadobúdajú tvar anastomóznej mreže – siete krivoľakých, spájajúcich a vetviacich sa kanálikov. Tieto kanáliky bývajú oddelené menšími i väčšími zaoblenými pendantmi (obr. 5) a vytvárajú sa na styku fluviálnych sedimentov a skalného povrchu, keď akumulované sedimenty vetvia a pritláčajú vodný prúd k stene. Takéto parageneticke žliabky (tzv. nadsedimentové anastomózy) treba odlišovať od medzivrstvových a pozdĺžpuklinových embryonálnych anastomóznych kanálikov (Ewers, 1966; Lauritzen a Lundberg, 2000), ktoré miestami vidieť aj v opisovanej jaskyni medzi vrstvami vápencov.

Obr. 3. Meandrujúce stropné koryto v jaskyni Senbutsu. Foto: P. Bella

Obr. 4. Stropné hrnce v jaskyni Senbutsu. Foto: P. Bella

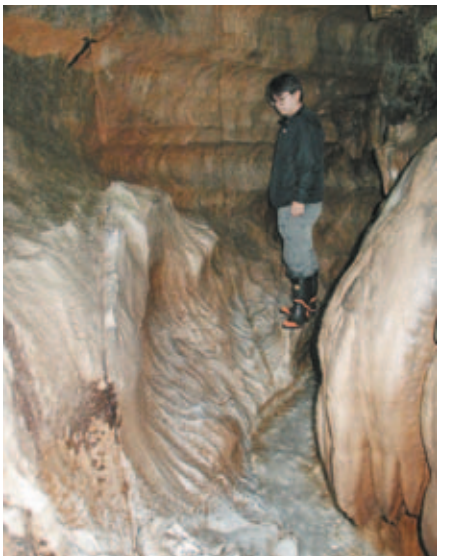
Obr. 5. Anastomózne kanáliky a vyčnievajúce pendanty v jaskyni Senbutsu. Foto: P. Bella

V čase zasedimentovania jaskynnej chodby sa na kontakte skalných stien a alochtónnych sedimentov vytvorili aj strmé paralelné parageneticke žliabky (tzv. nadsedimentové kontaktné polrúrovité žľaby). Tie predstavujú hlbšie a oválnejšie polrúrovité žľaby modelované prúdiacou vodou medzi sedimentmi a nadložným skalným povrchom rozpustnej horniny. Paralelne a pomerne rovnomerne sú vyhĺbené do zvislých alebo mierne previsnutých skalných stien, ako aj do skalných terasových stupňov po okrajoch riečisk vyplnených fluviálnymi sedimentmi. Oddeľujú ich kužeľovité, nadol zašpicatené skalné výčnelky (obr. 6). Zvislý líniový tvar týchto žľabov sa dosť zreteľne líši od už spomenutých krivoľakých, takisto parageneticky kanálikov vyhĺbených vodným prúdom v šikmých a plochých skalných stropoch na styku so sedimentmi (Bella, 2007).

V mladšej vývojovej fáze sa jaskynné riečisko prehĺbilo a rozšírilo do strán bočnými korytami. Následne ho opäť do značnej miery vyplnili fluviálne sedimenty, pravdepodobne až nad staršiu jaskynnú podlahu, resp. bývalé riečisko. Takéto zahlbovanie odtokovej chodby i jej zaplňovanie sedimentmi sa opakovalo, až sa postupne vytvorila kaňonovitá meandrujúca chodba s bočnými korytami, na ktorých previsnutých častiach skalných stien sú zahĺbené parageneticke žliabky. Medzi fluviálnymi sedimentmi sa vyskytuje aj vulkanický popol splavený z povrchu. Datovanie vulkanoklastických sedimentov uložených v jaskyni prispeje ku geochronologickej rekonštrukcii jej vývoja.

Na šikmých až zvislých skalných stenách meandrovitých úsekov podzemného vodného toku sú pozoruhodné strmé oválne žľaby (tzv. postranné strmé riečiskové žľaby), ktoré vedú nadol od kulminačnej čiary najvyšších vodných stavov počas záplav, resp. od horného okraja riečiska „vyznačeného“ bývalými sedimentmi (obr. 7). Vzhľadom na podlahový ka-

Obr. 6. Strmé paralelné parageneticke žliabky v jaskyni Senbutsu. Foto: P. Bella



Obr. 7. Strmé postranné riečiskové žľaby na okraji podlahového kanála, vzadu vidieť bočné korytovité zárezy, jaskyňa Senbutsu. Foto: P. Bella

Obr. 8. Rúrovitá chodba s podlahovým riečiskom v zadnej časti jaskyne Senbutsu. Foto: P. Bella

nál s aktívnym vodným tokom na dne riečiska majú prevažne kolmý smer. Z hrebeňovitých výčnelkov v spodnej časti šikmej skalnej steny riečiska vybiehajú kratšie žľaby, ktoré ústia do hlavných vertikálnych žľabov. V čase rozplavovania fluviálnych sedimentov, ktorými bolo zaplnené riečisko, sa na jeho skalných stenách zachovali tenké pokryvy sedimentov. Tieto počas povodňových stavov intenzívne nasakovali vodu alebo mohli byť pokryté ďalšou tenkou vrstvou povodňových sedimentov, ktoré v čase poklesávania povodňových vôd stekali nadol. Po poklese vodnej hladiny pod tenkou vrstvou vlhkých sedimentov pravdepodobne pôsobila aj podsedimentová kontaktná korózia (Bella, 2007). Niektoré strmé žliabky sa vytvorili, resp. skôr vytvorené žliabky sa remodelujú agresívnejšou vodou, ktorá steká z kôpok guána nahromadeného na vyšších skalných stupienkoch alebo šikmých plochách.

Aj v strednej časti jaskynnú chodbu priečne pretínajú lamprofýrové dajky, ktoré vplývali na vývoj jej prítokovej časti. V zadnej časti jaskyne prevláda rúrovitý freatický tvar chodby, ktorá sa sčasti vytvorila pozdĺž zvislého, dobre viditeľného zlomu (obr. 8). Na viacerých miestach sa po bokoch chodby vytvorili bočné korytá (obr. 7). V ohyboch chodby na nárazových stranách riečiska sú meandrovité zárezy (obr. 9). V strednej a výverovej časti jaskyne po skalných stenách však vidieť aj plytšie epifreatické vodorovné, resp. hladinové stenové zárezy vytvorené pozdĺž zahradenej a pomaly prúdiacej až takmer stagnujúcej vody v nadväznosti na obmedzený odtok vody cez prahovité výstupy dajok vo výverovej časti jaskyne.

Obr. 9. Meandrovité riečisko v zadnej časti jaskyne Senbutsu. Foto: P. Bella

V zadnej, strednej i prednej časti jaskyne je v riečisku zahĺbený úzky vadózny podlahový kanál (obr. 7), ktorým súčasný podzemný vodný tok miestami prekonáva aj menšie kaskádovité úseky. Pod nimi sa vytvárajú podlahové hrnce (angl. *potholes*) alebo vaňovité vyhĺbeniny svedčiace o hĺbkovej erózii vodného toku (pozri Ford, 1965). Podlahový kanál sa vytvoril v najmladšej vadóznej fáze vývoja jaskyne po znížení miesta odtoku vody z jaskyne na povrch. Kým sa nezníži poloha eróznej bázy vo výverovej časti jaskyne, pozdĺžny profil podlahového kanála sa bude vyrovnávať spätnou eróziou.

V rúrovitej časti jaskynnej chodby, ako aj po okrajoch podlahového riečiska v strednej a výverovej časti jaskyne sú skalné steny rozčlenené lastúrovitými jamkami (angl. *scallops*) i čerinovitými brázdami (angl. *flutes*, obr. 10). Miestami zo skalnej podlahy, sčasti prehĺbenej terajším kanálom, vystupujú zaoblené skalné zuby a iné výčnelky. Zväčša sú dokonale obrúsené sedimentmi splavovanými pomerne silným vodným prúdom.

Z drobných tvarov vytvorených vo vadóznych podmienkach sa vyskytujú egutačné jamky vyhĺbené do skalného podložia. Vo vstupnej časti jaskyne sú na skalnom strope a stenách aj drobné tvary kondenzačnej korózie, ako aj zvetrané stalaktity.

Na celkovú atraktivitu jaskyne pre návštevníkov do značnej miery vplýva aj spôsob jej prevádzkovania. Návštevníci sa v jaskyni pohybujú bez sprievodcu. Vo vstupnej budove jaskyne si odložia svoju obuv a vymenia ju za gumené šľapky, pretože počas prehliadky zadnej časti jaskyne kráčajú priamo po podzemnom riečisku (obr. 11). Od miesta, kde sa elektrické osvetlenie končí, sa návštevníci vracajú späť tou istou trasou; pritom sa musia vyhýbať návštevníkom idúcim v opačnom smere pomerne úzkym riečiskom. Ročne si jaskyňu prezrie okolo 40-tisíc osôb.

Jaskyňa Senbutsu je významnou lokalitou viacfázového vývoja riečnej jaskyne s parageneticky stropným korytom, anastomózami i pendantmi, laterálnymi stenovými zárezmi charakteru bočných korýt, ako aj stenovými a podlahovými žľabmi vyhĺbenými v riečisku podzemného vodného toku či inými drobnými tvarmi koróznej a korózno-eróznej modelácie skalných stien (stropné hrnce, lastúrovité jamky, čerinovité brázdy, podlahové hrnce a iné). Tieto i ďalšie geomorfologické formy sú základnými indikátormi morfogenetických procesov vývoja jaskýň (Ford, 1965; Slabe, 1995; Lauritzen a Lundberg, 2000 a iní). Morfostratigrafia foriem jaskynného georeliéfu poskytuje údaje o relatívnom veku, ktoré sú dôležité pre geochronologickú rekonštrukciu speleogenézy.

Obr. 10. Korózne čerinovité brázdy (angl. *flutes*) na okraji riečiska v jaskyni Senbutsu. Foto: P. Bella

Obr. 11. Pohyb návštevníka riečiskom v zadnej časti jaskyne Senbutsu. Foto: P. Bella

LITERATÚRA

Audra, Ph. 1997. Le rôle de la zone épinoyées dans le spéléogenèse. In Jeannin, P.-Y. (ed.): Proceedings of the 12th International Congress of Speleology, La-Chaux-de--Fond, vol. 1. Speleo Projects, Basel, 165–167.

Bella, P. 2007. Zvislé a šikmé žľaby v jaskyniach – základné morfogenetické znaky a typológia. Aragonit, 12, 10–18.

Bella, P. 2007. Scallops, transverse flutes, Laugfacetten a solution bevels v slovenskej speleogeomorfologickej terminológii. Aragonit, 12, 33–37.

Bella, P. – Gažík, P. 2002. Študijná cesta po krase a sprístupnených jaskyniach južných oblastí Japonska. Aragonit, 7, 47–52.

Bella, P. – Gaál, Ľ. – Inokura, Y. 2005. Sufózne jaskyne vo vulkanoklastických horninách v doline Nagatani pri Kagošime. Slovenský kras, 43, 67–80.

Bella, P. – Gaál, Ľ. – Zelinka, J. 2004. Druhá študijná cesta slovenských jaskyniarov v Japonsku. Aragonit, 9, 63–66.

Bella, P. – Urata, K. 2004. Zarovnané stropy v jaskyniach na planine Hirao-dai a v jaskyni Kagekiyo-do v Japonsku. Aragonit, 9, 66–71.

Ewers, R. O. 1966. Bedding-plane anastomoses and their relation to cavern passages. Bulletin of the National Speleological Society, 28, 3, 133–140.

Ford, D. C. 1965. Stream potholes as indicators of erosion phases in limestone caves. Bulletin of the National Speleological Society, 27, 1, 27–32.

Ford, D. C. 1977. Genetic Classification of Solution Cave System. Proceeding of the 7th International Congress of Speleology, Sheffield, 189–192.

Ford, D. C. 2000. Speleogenesis Under Unconfined Settings. In Klimchouk, A. B. – Ford, D. C. – Palmer, A. N. – Dreybrodt, W. (eds.): Speleogenesis. Evolution of Karst Aquifers. National Speleological Society, Huntsville, Alabama, U. S. A., 319–324.

Ford, D. C. – 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.

Gams, I. 1994. Types of contact karst. Geografia Fisica e Dinamica Quaternaria, 17, 37–46.

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. Huntsville, Alabama, U. S. A., 408–426.

Palmer, A. N. 1987. Cave levels and their interpretation. National Speleological Society Bulletin, 49, 2, 50–66.

Palmer, A. N. – Audra, Ph. 2004. Patterns of caves. In Gunn, J. (ed.): Encyclopedia of Caves and Karst Sciences. Fitzroy Dearbon, New York – London, 573–575.

Slabe, T. 1995. Cave rocky relief and its speleogenetical significance. Zbirka ZRC, 10, ZRC SAZU, Ljubljana, 128 p.

Urata, K. 1998. Formation of the Hirao-dai karst system, northern Kyushu, Japan. Unpublished doctoral thesis. Department of Geography, Faculty of Science, Tokyo Metropolitan University.

Urata, K. 2001. Karst Hydrogeological and Morphological Importance of Dykes in a Pure and Massive Limestone Terrain. Transactions, Japanese Geomorphological Union, 22, 4, 252 (Abstracts of Conference Papers, Fifth International Conference on Geomorphology, Tokyo, August 23 – 28, 2001).

Urata, K. – Fujii, A. – Yoshimura, K. – Inokura, Y. 1997. Karst Hydrogeology of Hirao-dai Plateau, Fukuoka Prefecture, Southwestern Japan. Excursion Guidebook, 104th Annual Meeting of the Geological Society of Japan, 189–215.

White, W. B. 1988. Geomorphology and Hydrology of Karst Terrains. Oxford – New York, 464 s.

3. MEDZINÁRODNÝ WORKSHOP O ĽADOVÝCH JASKYNIACH (IWIC-III), KUNGURSKÁ ĽADOVÁ JASKYŇA, PERMSKÝ REGIÓN, RUSKO, 12. – 17. MÁJA 2008

Ján Zelinka – Oľga Kadebskaja

Jaskyniam s trvalými, ale aj sezónnymi ľadovými výplňami sa s nástupom nového tisícročia venuje pozornosť, akú si nielen ako unikátne, ale aj veľmi citlivé prírodné výtvory zaslúžia. Najvýznamnejším aktom je zapísanie Dobšinskej ľadovej jaskyne a dachsteinskej Rieseneishöhle do zoznamu svetového dedičstva UNESCO. Síce je to ešte krátke obdobie, no začiatkom roku 2007 prezident medzinárodnej komisie UIS pre ľadovcové jaskyne a kryokras v polárnych a vysokohorských oblastiach (GLACKIPR) prof. Adolfo Eraso zriadil pracovnú skupinu nielen pre „jaskyne v ľade", ale aj pre „ľad v jaskyniach". Väčšina jej terajších členov už dávnejšie cítila potrebu výmeny skúseností a medzinárodnej spolupráce pri výskume a ochrane zaľadnených jaskýň. Takto vznikla v roku 2004 aj myšlienka pripraviť 1. medzinárodný workshop o ľadových jaskyniach (IWIC-I), ktorého organizácie sa ujali rumunskí odborníci zo Speleologického inštitútu Emila Racoviţu RAV a Univerzity Babeş-Bolyai z Cluje (správa uverejnená v Aragonite č. 9, 2004, s. 82 – 83). Prípravy a realizácie následného workshopu (IWIC-II) sa ako hlavný organizátor ujala Správa slovenských jaskýň. Uskutočnil sa v dňoch 8. – 12. mája 2006 v Demänovskej Doline (Aragonit č. 11, 2006, s. 83 – 85). V rámci IWIC-II členovia organizačného výboru oslovili účastníkov z Ruska, ktorí sa podujali záujemcov o najbližšie stretnutie privítať v Permskom regióne, meste Kungur a jeho svetoznámej Kungurskej ľadovej jaskyni.

Permský región sa nachádza v povodí rieky Kama, ktorá je významným prítokom Volgy. Prakticky jeho východná hranica v dĺžke asi 640 km je zároveň hranicou oddeľujúcou Európu od Ázie v priestore centrálneho Uralu. Pozostáva z dvoch geomorfologických regiónov: pohoria Ural, zaberajúceho 20 % plochy, a Východoeurópskej roviny – 80 %. Klímu má kontinentálnu. Dlhodobá januárová priemerná teplota vzduchu sa tu pohybuje v rozsahu od -15 do -18 °C, júlová naopak od +15 do +18 °C. Priemerne spadne 450 – 600 mm zrážok, vo vyšších polohách od 600 do 1000 mm, väčšina v chladnom polroku. Až 60 % územia je zalesnených a tvorí ho typická tundra. Preduralie je bohaté na zdroje nerastných surovín. Ťaží a následne sa tu aj spracováva najmä kamenná soľ, ropa, železná ruda a hnedé uhlie. Krasové horniny – vápence, dolomity, sadrovce, anhydrity a soľ – sa rozprestierajú na ploche vyše 30 000 km^2. Z okolo 10 000 registrovaných jaskýň v Rusku sa tu nachádza vyše 700.

Približne sto km juhovýchodne od Permu, ktorý je centrom celého regiónu, sa nachádza mesto **Kungur**. V súčasnosti v ňom žije asi 58--tis. obyvateľov. Mesto bolo založené v polovici 17. storočia na rieke Sylva a jej prítokoch Iren a Šakva. Za jeho rolu v dejinách Ruska mu roku 1970 udelili status „historického mesta". Spomínané rieky mali veľký význam pre tunajších obyvateľov. Černozeme rozprestierajúce sa v ich okolí predurčili ich využívanie aj na komerčné poľnohospodárstvo. Výskyt železných rúd v bezprostrednom okolí mesta zas z neho spravil dôležité metalurgické centrum. Rieky zároveň ako prepravné trasy napomáhali čulé obchodovanie s okolitými mestami. Aj v súčasnosti je Kungur významnou dopravnou križovatkou. Prechádza ním „diaľnica" a železnica federálneho významu. Prakticky tu sa začína Transsibírska magistrála. Možnosť dobrého prístupu a mimoriadne prírodné a historické hodnoty, ktoré predstavuje mesto a Ľadová hora s jej sprístupnenou ľadovou jaskyňou, pomáha v regióne čulo rozvíjať aj turistický ruch.

Dňa 12. mája ráno sa stretlo 39 registrovaných účastníkov z 10 štátov Európy a Ázie na recepcii hotela Stalagmit, aby absolvovali úvodný program **3. medzinárodného workshopu o ľadových jaskyniach (IWIC-III)**. V hoteli, ktorý sa nachádza neďaleko od vchodu do Kungurskej ľadovej jaskyne, prebiehala aj odborná časť programu. Množstvo aktívne zapojených spoluorganizátorov sa odrazilo nielen na jeho vysokej odbornej i spoločenskej úrovni, ale aj pri riešení krízových situácií, ktoré napriek tomu, že si ich neželáme, sa vyskytnú. No ťarcha a nevďačná úloha dotiahnutia detailov je na pleciach vždy len jedného. Preto na prvom mieste uvádzame hlavného organizátora: pracovníkov Kungurského stacionára – laboratória Baníckeho inštitútu Uralského oddelenia Ruskej akadémie vied (RAS). Spoluorganizátormi boli: Permská štátna univerzita, Geografický inštitút RAS, Výskumný inštitút krasu a speleológie a Ministerstvá prírodných zdrojov, ako aj rozvoja urbanizmu a in-

Otvorenie workshopu v konferenčnej sále hotela Stalagmit. Foto: J. Zelinka

fraštruktúry Permského kraja. Už tradične sa na organizácii podujatia podieľali zástupcovia talianskej Milánskej univerzity a Univerzity Milano-Bicocca. Záštitu nad IWIC-III prevzala Komisia UIS pre ľadovcové jaskyne a kryokras v polárnych a vysokohorských oblastiach (GLACKIPR).

Organizačný výbor workshopu viedol Prof. Arkady Krasnoštejn. Jeho členmi boli: Dr. Oľga Kadebskaja, Prof. Viktor Dubljanskij, Prof. Valerij Katajev, Dr. Bulat Mavljudov a Prof. Valter Maggi. Jeho sekretariát pracoval v zložení: Dr. Stefano Turri a Dr. Jurij Stepanov. Zabezpečovali prípravu a distribúciu troch cirkulárov, pozvaní potrebných na udelenie víz, korešpondenciu prostredníctvom zriadenej e-mailovej adresy, prípravu zborníka abstraktov (ktorý dostal každý účastník pri registrácii), ako aj priebežnú aktualizáciu webovej stránky http://users.unimi.it/icecaves/IWIC-III. Zo Slovenska sa workshopu zúčastnili: Pavel Bella a Ján Zelinka (ŠOP SR, Správa slovenských jaskýň, Liptovský Mikuláš), Peter Malík (Štátny geologický ústav Dionýza Štúra, Bratislava), Ján a Mária Novomeskí (COMLUX, s. r. o., Bratislava).

Náročný a bohatý oficiálny program workshopu sa začínal každý deň o 9.00 h a končil sa o 21.30 h. No neoficiálne takmer vždy pokračoval bohatými diskusiami do prvých hodín nasledujúcich dní. Program bol rozdelený na pred- a poworkshopové terénne exkurzie a vlastnú odbornú časť s jej exkurziami. Celý program IWIC-III trval od 12. do 17. mája 2008.

Celodenná predworkshopová exkurzia mala dve časti. V rámci dopoludňajšieho programu sme absolvovali prehliadku mesta Orda s prijatím u jej primátora V. A. Burykina, miestnych pamiatok a mineralogického múzea. Ťažiskovým bodom programu bolo zoznámenie sa s povrchovým a podzemným sadrovcovým a anhydritovým krasom na okraji mesta, reprezentovaným početnými závrtmi, jazerami, no hlavne Ordinskou jaskyňou.

Ordinská jaskyňa nie je dlho známa. Prvá zmienka v literatúre o nej aj s jej plánom (vtedajšia dĺžka suchej časti, sezónne zaľadňovanej, bola 300 m) je z roku 1969. Až do roku 1994, kedy v nej známy ruský speleopotápač Viktor Komarov preplával prvých 100 m, sa jej nevenovala zvláštna pozornosť. Odvtedy výskum a dokumentácia jej podvodnej časti intenzívne pokračujú. Systematicky na nich od roku 2002 pracujú členovia Permskej federácie podvodnej speleológie pod vedením Andreja Gorbunova. Do roku 2008 v nej zamerali rovných 5000 m vodnej cesty, čím sa stala nielen najdlhšou podvodnou jaskyňou Ruska, ale aj najdlhšou sadrovcovou podvodnou jaskyňou sveta! Štyria účastníci workshopu, medzi nimi aj J. Zelinka, dostali možnosť zanoriť sa aspoň v jej úvodných partiách.

Náplňou poobedňajšieho programu bola návšteva známeho pútnického miesta Biela Hora, spojená s prehliadkou gréckokatolíckeho kostola a kláštora. Večerný program vyplnili „potápači z Ordy" premietaním filmov z jaskyne, mimochodom viackrát ocenených aj na zahraničných súťažných prehliadkach.

Vlastný IWIC sa začal 13. mája registráciou účastníkov a slávnostným otvorením, v rámci ktorého za hojnej účasti médií odznelo 9 (deväť!) príhovorov. Následný trojdňový maratón 38 odborných referátov bol podľa ich zamerania rozdelený do siedmich sekcií. Hneď prvý patril J. Novomeskému, nášmu dlhoročnému spolupracovníkovi, autorovi viacerých svetlotechnických štúdií, projektov a dodávateľovi svietidiel do našich sprístupnených jaskýň. V rámci neho predstavil novú generáciu leddiódových svietidiel, otestovaných v našich podmienkach, ktorých dva typy prakticky predviedol aj počas prehliadky ľadovej jaskyne. P. Bella informoval o výskyte a geografickej distribúcii jaskýň s ľadovými výplňami na Slovensku. Nový integrovaný monitorovací systém, ktorý je inštalovaný v našich ľadových sprístupnených jaskyniach, aj za neprítomného spoluautora J. Omelku predstavil J. Zelinka. Výsledky medzinárodnej spolupráce pri výskume a monitoringu našich ľadových jaskýň sa prezentovali v ďalších 4 referátoch. Prvý priniesol výsledky z merania teploty ľadových monolitov Dobšinskej ľadovej jaskyne a rumunskej jaskyne Scărişoara na rôznych horizontoch a v rôznych hĺbkach (K. Strug, A. Perşoiu a J. Zelinka). Následný rozoberal zmeny teploty vzduchu a ľadu v zaľadnenej časti Demänovskej ľadovej jaskyne počas rokov 2005 – 2007 (K. Strug, M. Sobik a J. Zelinka). K. Strug a J. Zelinka sa ďalej zaoberali vplyvom extrémnych výkyvov vonkajšej klímy na zmeny veľkosti a distribúcie ľadových výplní za to isté obdobie v oboch našich zaľadnených sprístupnených jaskyniach. V poslednom našom príspevku J. Piasecki, A. Pflitsch, T. Sawiski a J. Zelinka zhrnuli výsledky svojich viacročných výskumov a štúdia tepelno-cirkulačného systému Dobšinskej ľadovej jaskyne.

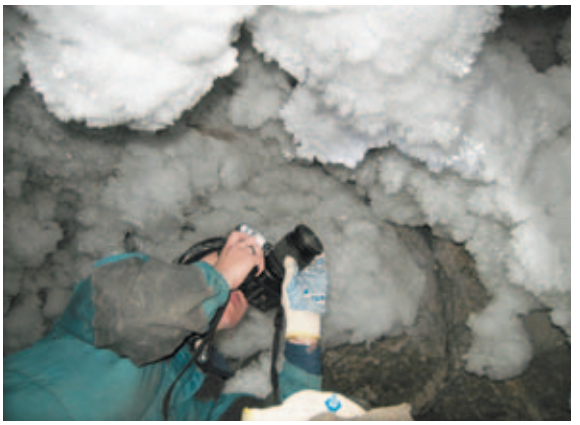
Najväčšia pozornosť v prezentáciách sa venovala tunajšej Kungurskej ľadovej jaskyni. I. L. Volkin pred prehliadkou jaskyne zhodnotil jej význam a postavenie v rámci cestovného ruchu Ruska, N. V. Lavrova sa zaoberala zmenami foriem a textúry ľadu v kontaktnej zóne medzi jej premŕzajúcimi a nezaľadnenými časťami. Dva samostatné referáty sa týkali problematiky radónu: výsledkov monitoringu radiácie v jaskyni a jeho vplyvu na zdravie sprievodcov v nej. Téma, ktorej sa venovali A. Krasnoštejn a O. Kadebskaja – nominácia Kungurskej ľadovej jaskyne a Ľadovej hory na zápis do zoznamu svetového dedičstva UNESCO, odznela na podujatí aj v rámci diskusií viackrát. Na záver spísanú rezolúciu na podporu tohto nominačného projektu svojimi podpismi potvrdili všetci účastníci workshopu. Stanoveniu mocnosti podlahového ľadu v jaskyni pomocou georadaru sa venoval J. Stepanov a N. Podsuchin. O siniciach a riasach z jaskyne informoval za autorov Š. Abdullin, o výsledkoch štúdia endemitu *Crangonyx chlebnikovi* v podzemných vodách Kungurského dištriktu N. Pankov. Dva príspevky venované mineralógii jaskyne priniesol kolektív autorov pod vedením S. a I. Potapova – celkovo o mineralógii a prvom náleze minerálu blödit.

Antropogénnym vplyvom a ochrane ľadových jaskýň sa vo svojom teoretickom referáte venovali kórejskí výskumníci združení okolo Prof. H-R. Byuna. Mikroklímou sprístupnenej ľadovej jaskyne Schellenberger (Berchtesgadenské vápencové Alpy, Nemecko) sa najnovšie zaoberá kolektív klimatológov z Rúrskej univerzity v Bochume (C. Grebe a kol.). O analýzu dlhodobých sledovaní mocnosti podlahového ľadu a jeho zmien tiež v tejto jaskyni sa pokúsil ten istý kolektív, tentoraz pod vedením J. Ringeisovej. Na svoje predchádzajúce výskumy v rumunskej ľadovej jaskyni Borţig a štúdium vyvŕtaných ľadových jadier ako indikátora klimatických zmien nadviazal maďarsko-rumunský kolektív, za ktorý výsledky predstavil Z. Kern. K 2000-ročnej histórii ďalšej rumunskej ľadovej jaskyne – známej Focul Viu, sa po dvoch rokoch vrátil S. Turri a kol. Viac referátov sa venovalo opisom zaľadňovaných jaskýň z regionálnych pohľadov. O. Kadebskaja predstavila 9 takýchto jaskýň v permskom regióne, J. Sokolov v Baškirsku, S. Baranov a L. Volkov zas v regióne Čeľjabinsk. Ľadové jaskyne Irkutského amfiteátra ako objekt prírodného dedičstva predstavila E. Trofimova. Zaujímavá bola informácia od A. Gunka o výskyte ľadu v jaskyniach a banských dielach Tatarstanu. B. Mavljudov sa zaoberal podmienkami zaľadňovania jaskýň z geografického pohľadu. Ďalej S. Iglovskij skúmal vzťah medzi geokryologickými podmienkami a ľadovými jaskyňami, nachádzajúcimi sa v severnej časti regiónu Archangeľsk. K. Chudenkich a D. Naumkin nám pred exkurziou detailne predstavili jaskyňu Boľšaja Mečkinskaja a jej ľadové formy. A na záver nám z tohto pohľadu A. Mihevc predstavil rozšírenie a charakteristiku ľadových jaskýň v Slovinsku.

V dvoch rôznych referátoch sa študenti Viedenskej technologickej univerzity H. Hausmann a M. Behm venovali problematike morfológie, meraniam teploty a objemovým zmenám jaskynných ľadových výplní v troch alpských ľadových jaskyniach a dachsteinskej Mamutej jaskyni. Svoju prednášku doplnili aj postermi vystavenými v priestoroch Kungurského stacionára. Tu sme mali možnosť uvidieť aj populárny a informačný dokument o jaskyni Eisriesenwelt, ktorý osobne sprevádzal komentárom jej terajší prevádzkovateľ a majiteľ F. Oedl.

Chemickým rozborom a izotopickým štúdiám jaskynného ľadu venovali pozornosť O. Šumilova s N. Maximovičom (Ordinská jaskyňa), ako aj kolektív autorov okolo I. Fórizsa (ľadová jaskyňa Borţig, Rumunsko). Záverečnú prezentáciu na tému Mikrobiálne komunity stredosibírskych chladných jaskýň pripravil S. Chižnjak a kol.

Už z uvedeného vidieť, že aj keď boli prezentácie zaujímavé a hodnotné, nepretržite ich sledovať a vnímať by človek ani pri najlepšej vôli nevydržal. Našťastie organizátori odborný



Kryštály v blízkosti starého vchodu Kungurskej ľadovej jaskyne. Foto: J. Zelinka

program vhodne predeľovali exkurziami. Hneď prvý deň poobede sme absolvovali dve blízke a pre všetkých najpríťažlivejšie exkurzie. Začali sme výstupom a nenáročnou prechádzkou na **Ľadovú horu**. Ľadová hora je planina s plochou asi 10 km^2. Z väčšej časti je ohraničená riekou Sylvou a jej prítokom Šakva. Na severe je relatívne zarovnaná, no v jej južnej časti vystupujú početné ostrovčeky materskej horniny a skalné stupne, tvorené sadrovcami a anhydritmi vyššej permsko-kungurskej úrovne. Juhovýchodná časť pohoria je od 26. júna 2001 v súlade s Vyhláškou gubernátora permskej oblasti č. 163 chránená ako historicko-prírodný komplex „Ľadová hora a Kungurská ľadová jaskyňa". Ľadová hora nie je známa len nádhernými výhľadmi na Sylvu a Kungur či bohatými archeologickými nálezmi z jedného z prvých osídlení stredného Uralu – tzv. Jermakovho sídla. Na rozdiel od väčšiny územia Permského regiónu, kde sa nachádza tajga, len tu vystriedali jej typické porasty breza a borovicový les sibírskeho typu a v rámci Preduralia iba na tomto malom ostrove vznikla lesostep. Viacero rastlinných druhov, ktoré sa tu vyskytujú, je zapísaných v Červenej knihe permskej oblasti, dva druhy dokonca v Červenej knihe Ruska. No z nášho pohľadu je najzaujímavejšia ako krasová krajina s dominujúcou hustotou prepadlísk, slúžiacich v súčasnosti ako ponorové závrty autochtónnych vôd. Na planine Ľadovej hory je ich evidovaných vyše 3000(!), väčšinou malých rozmerov. No najväčšie majú v priemere 50 – 60 m s hĺbkou 10 – 15 m. Vznikali obyčajne pred tisícmi až desať tisícmi rokov, no mali sme možnosť vidieť aj jeden, ktorý sa prepadol v roku 1997 a komunikuje s časťou jaskyne nazvanou Krížová. Tieto súčasné krasové procesy sú vážnym problémom vo vlastnom Kungure. Okrem toho, že mesto sa nachádza v seizmickej zóne, s častým prepadaním povrchu musia rátať projektanti i stavitelia, čo sa odráža na špecifickej architektúre a konštrukcii budov. Na štúdium aj týchto špecifických krasových procesov zriadil v roku 1948 Banský inštitút pri vchode do ľadovej jaskyne Kungurské laboratórium – stacionár, ktorého vyčlenení pracovníci pred projektovaním stavieb vykonajú expertízny prieskum a až na základe ich posudku sa môže, resp. nemôže začať budovať. Aj napriek tomu v extréme museli posudzovať až 500 takýchto prepadnutí v jednom roku!

Po zoznámení sa s povrchom Ľadovej hory sme zostúpili aj do jej útrob – **Kungurskej ľadovej jaskyne**. Jaskyňa je známa vyše 300 rokov, z toho asi 100 regulárne chodia do nej exkurzie (Aragonit č. 11, 2006, s. 97 – 98). Vchod do jaskyne sa nachádza na pravom brehu rieky Sylva na úpätí Ľadovej hory v nadmorskej výške 120 m. Vytvorená je v sadrovcoch a anhydritoch, miestami sa vyskytujú aj dolomity a dolomitizované vápence. Priemerná mocnosť nadložia je 65 m. V súčasnosti má známu dĺžku 5,7 km pri amplitúde 32 m (+27/-5 m). Rozprestiera sa na ploche 65 000 m^2 a objem jej priestorov je 206 000 m^3. Jej jednotlivé časti označujú ako jaskyne. Takto vyčlenili 48 jaskýň, z ktorých najväčšia je Jaskyňa geografov (50 000 m^3). Na prehliadkovej trase je najväčšou jaskyňa Velikán s objemom okolo 45 000 m^3. Okrem zaľadnenia je v jaskyni významný výskyt jazier. Zo 70 evidovaných vyniká s plochou 1460 m^2 Veľké jazero. Charakteristické pre jaskyňu sú komíny vedúce k závrtom na povrchu. Tu sú nazývané „organové trúby". Najvyššia zo 146 známych má 22 m. V jaskyni je vyčlenených viacero teplotných zón. V centrálnej časti – Jaskyni priateľstva národov, ktorá je najteplejšia, je priemerná ročná teplota vzduchu +5 °C pri relatívnej vlhkosti vzduchu až 100 %. Teplota vody vo Veľkom jazere je +5,2 °C. Najnižšia teplota vzduchu bola zaznamenaná v Briliantovej jaskyni: -32 °C, v jaskyni Výška to bolo -17,7 °C. V jaskyni Sôch, ktorú môžeme považovať za prechodnú zónu, je teplota vzduchu okolo 0 °C.

Jaskyňa je otvorená denne od 10. do 16. h. Má dva prehliadkové okruhy: malý má dĺžku 1250 m, veľký 1300 m a návštevníci ich prejdú asi za 1.20 h. V jednej skupine môže ísť max. 20 ľudí. Je možnosť individuálnej špeciálnej prehliadky v trvaní do 2 h, na ktorú môže ísť 3 až 10 ľudí. Vstupné pre dospelých je 300 rubľov, pre deti (5 až 14 rokov) 150 rubľov. Pre individuálne vstupy je jednotné vstupné 800 rubľov vrátane fotografovania a videofilmovania. Za fotografovanie sa platí 150 rubľov a za použitie videokamery 250 rubľov. Za 100 rubľov si záujemcovia môžu požičať vetrovku.

Za roky 1924 až 2000 jaskyňu navštívilo ročne priemerne 80-tis. ľudí. Absolútne najvyššiu návštevnosť 201,5 tis. osôb dosiahla jaskyňa v roku 1980.

Jedna z oficiálnych exkurzií viedla do starého sídla z názvom Perm-Serga. Nachádza sa pri ústí rieky Sylva do priehrady na rieke Kama, asi 75 km severne od Kunguru. Počas cesty sme pri dedinke Zarubino navštívili dolinu rieky Mečka s výskytom viacerých krasových javov. Najvýznamnejším je 400 m dlhá **Boľšaja Mečkinskaja** jaskyňa, ktorá je vyhlásená za prírodnú pamiatku. Sezónne – počas zimy, sa v jaskyni vytvárajú mohutné vertikálne ľadové výplne, ktoré sme ešte mali možnosť zastihnúť. No jej otepľovanie a činnosť pretekajúcej podzemnej riečky už stihli spôsobiť rozmrazenie hlinitých sedimentov, ktoré sme na kombinézach a obuvi v hojnom množstve vyniesli na povrch.

V blízkosti priehrady na rieke Kama, neďaleko dedinky Zakurija, sme mali možnosť vidieť ešte jednu sezónne zaľadňovanú jaskyňu s názvom **Zakurijinskaja**. Tiež je prírodnou pamiatkou. Jej malý vchod (5 x 2 m) sa nachádza na dne krasového amfiteátra s priemerom až 40 m. Voľne prístupná časť nie je veľká. Dominuje v nej jazierko s udávanou hĺbkou 9 m, v čase našej návštevy ešte zamrznuté. Jaskyňa má celkovú dĺžku 300 m, z ktorých 100 m je v súčasnosti zatopených kvôli vybudovanej priehrade.

Prakticky všetci účastníci využili možnosť absolvovať na záver podujatia dvojdňovú poworkshopovú exkurziu. Jej prvým cieľom bola prehliadka **Marijinskej ľadovej jaskyne**. Nachádza sa v pohorí Ural neďaleko mesta Čusovoj v katastri vysídlenej obce Verchnaja Gubacha. Vytvorená je v karbonátových horninách stredného devónu až do vrchného permu (vápence, dolomity, dolomitizované vápence). Je jednou z 216 jaskýň zdokumentovaných v tejto oblasti. Objavili ju v roku 1932. Má známu dĺžku 1000 m a hĺbku 47 m. Dva vchody sú vzdialené od seba len 20 m. Ľavým sa dostanete na začiatok „Veľkého ľadovca", ktorý má dĺžku 60 m. Zaľadnenie tejto časti jaskyne je trvalé. Podlahový ľad dosahuje miestami hĺbku do 2 m. Na prehliadku zvyšných častí jaskyne sa využíva druhý vchod, lebo spojenie so zaľadnenou

Recentné prepadlisko nad soľným ložiskom neďaleko Bereznikov. Foto: J. Zelinka

Nový rútivý závrt na Ľadovej hore; v pozadí časť Kunguru a rieka Sylva. Foto: J. Zelinka

časťou bolo pre narušenie pôvodnej mikroklímy a roztápanie ľadových výplní zavalené.

Druhým a posledným cieľom, vlastne aj celkovým ukončením IWIC-III, boli Berezniky. Spolu z neďalekým Solykamskom ležia na významnom obrovskom ložisku soli. Nasledovalo sfáranie na horizont -400 m, 1,5 h trvajúca exkurzia na jednu z čelieb, na podzemnú skládku soli a odborný výklad od vrchného geológa prosperujúcej firmy Uralkalij. Stretli sme sa s pracovníkmi laboratória – stacionára Baníckeho inštitútu Uralského oddelenia Ruskej akadémie vied, ktorí zabezpečujú monitoring rôznych prírodných prvkov v okolí, no hlavne seizmiky a veľmi aktívnych procesov spojených s výronmi plynov zo soľného ložiska. Čo taký výron dokáže, sme sa aj presvedčili. Porušili sme viaceré zákazy (ale v sprievode domácich odborníkov), no vidieť na vlastné oči obrovské prepadlisko po takejto explózii plynov uprostred tajgy je silný zážitok. Elipsa s odhadovanými rozmermi cca 300 x 100 m a skoro kolmou hĺbkou 50 m (+ ďalších 100 m hĺbka vzniknutého jazera) hovorí sama za seba.

Z uvedeného vidieť, že program 3. medzinárodného workshopu o ľadových jaskyniach, konaného pri preduralskej Kungurskej ľadovej jaskyni, bol bohatý, náročný, no hlavne prínosný, a to z každej stránky. Domáci organizátori zvládnutím každého detailu nielen prípravy, ale aj vlastného priebehu podujatia, no hlavne vrúcnosťou a pohostinnosťou nasadili takú vysokú latku, že ľahko sa ju niekomu z nasledujúcich potenciálnych organizátorov IWIC nepodarí prekonať. Dnes zatiaľ nevieme povedať, kde sa o dva roky stretneme.

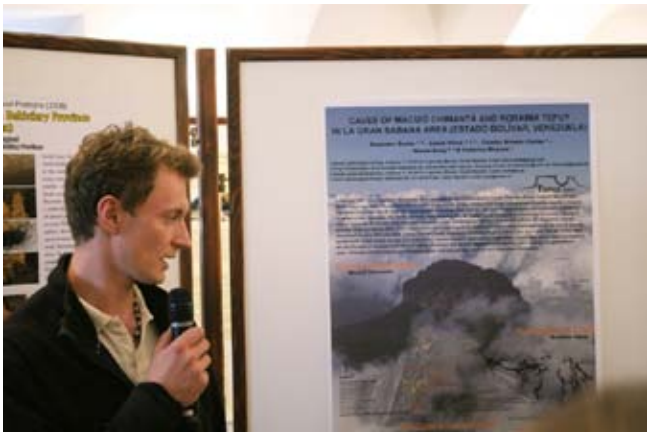
16. MEDZINÁRODNÁ KARSOLOGICKÁ ŠKOLA – KRASOVÉ SEDIMENTY (POSTOJNA, SLOVINSKO)

Lukáš Vlček

Medzinárodné karsologické školy organizované Inštitútom pre výskum krasu ZRC SAZU v Postojnej každoročne už od roku 1993 patria k významným vedeckým podujatiam, združujúcim odborníkov i nadšencov v oblasti krasu a jaskýň z celého sveta. Každý ročník školy je tematicky zameraný na niektoré z krasových fenoménov či aktivít spojených s krasom a jaskyňami. 16. ročník karsologickej školy, ktorý sa uskutočnil v dňoch 16. – 21. júna 2008, jeho organizátori venovali tematike krasových sedimentov. Bohatý program školy bol tradične rozdelený na prednáškovú, posterovú a exkurznú časť.

Prvý deň podujatia sa začal v dopoludňajších hodinách registráciou účastníkov, pri ktorej každý dostal tlačeného sprievodcu, obsahujúceho okrem programu podujatia aj detailné charakteristiky exkurzných lokalít, kompletné abstrakty príspevkov, prezentovaných na karsologickej škole vo forme prednášok alebo posterov, ako aj CD nosič s rozšírenými abstraktmi vybraných prezentácií. Po oficiálnom začatí školy T. Slabeom prišli na rad prvé dve prednáškové sekcie. S úvodnou prednáškou prvej sekcie vystúpil Ira D. Sasowsky z Akronskej univerzity v Spojených štátoch amerických, ktorý sumárne priblížil tému krasových sedimentov, históriu ich poznávania a ich všeobecný význam. Po krátkej prestávke nasledovala v sekcii venovanej zväčša anorganickým speleotémam typu „flowstones" prednáška anglického karsológa Charlesa Selfa, rozoberajúca rast speleotém. Procesom kryštalizácie a priestorovou distribúciou speleotém sa zaoberal Bogdan P. Onac z Floridskej univerzity. Teoretické matematicko-fyzikálne modely rastu kvapľov predniesol Wolfgang Dreybrodt z výskumnej skupiny zameranej na krasové procesy pri Inštitúte experimentálnej fyziky Brémskej univerzity. Andrea Martín-Pérez z Fakulty geologických vied Madridskej univerzity predstavila nálezy huntitu, dolomitu, magnezitu a sepiolitu v akumuláciách mäkkého sintra na lokalite Cueva de Castañar de Ibor v Španielsku. Americká geologička A. Summer Engel z Louisianskej univerzity predstavila diverzitu baktérií a ich aktivitu pri formovaní karbonátových speleotém na príklade jaskyne Bus de la Foos v Taliansku. Sekciu ukončila prednáška Lukáša Vlčeka zo Správy slovenských jaskýň, približujúca a objasňujúca bakteriálny vznik opálových speleotém v kvarcitových jaskyniach Guayanskej vysočiny na príklade venezuelských jaskýň Cueva Charles Brewer a Cueva Ojos de Cristal.

Druhú sekciu dňa, venovanú jaskynným sedimentom, otvorila kľúčová prednáška Laury Rosales Lagarde z Novomexického inštitútu baníctva a banských technológií, opisujúca jaskynné výplne na vybraných lokalitách v juhomexickom Tabascu. Aurel Perşoiu z klužského Speleologického inštitútu Emila Racoviţău načrtol problematiku ľadovej výplne v jaskyniach. Revolučnú 3D vizualizáciu pohybov jaskynnej výplne za pomoci kamerového systému, laserových zameriavačov a počítačového vyhodnocovania meraní na príklade jaskyne Aven d´Orgnac predstavil Benjamin Sadjer zo Savojskej univerzity vo Francúzsku.



Posterová prezentácia na karsologickej škole. Foto: D. Poulová

V popoludňajších hodinách nasledovala posterová sekcia, umiestnená v priestoroch Inštitútu ZRC SAZU, v ktorej autori prezentovali viac než 70 posterov s rôznorodou tematikou počnúc novými speleologickými objavmi, cez biospeleológiu, hydrogeológiu, speleoklimatológiu, ochranu jaskýň až po modelovanie a GIS. Najviac posterov bolo samozrejme venovaných geológii, geomorfológii a jaskynným výplniam. V porovnaní s minulým ročníkom karsologickej školy vzrástol počet posterových prezentácií na viac než dvojnásobok. Podľa rozsahu a charakteru diskusií, ktoré sprevádzali posterovú sekciu, patrila táto časť k najvydarenejším a najviac podnetným častiam karsologickej školy. Vo večerných až nočných hodinách prebiehala terénna speleologická exkurzia do 20,5 km dlhej jaskyne Postojnska jama, venovaná návšteve chodby Pisani rov v strednej časti jaskyne, charakteristickej rôznorodou sintrovou výzdobou.

Úvod ďalšieho dňa, otvárajúci sekciu venovanú klastickým sedimentom, patril Petrovi Bullovi z Oxfordskej geografickej školy, ktorý predstavil klastické jaskynné výplne. Pavel Bosák z Geologického inštitútu AVČR pokračoval opisom vstupných fácií a austrálsky karsológ Armstrong Osborne predstavením jaskynných turbiditov, pričom použil príklady i zo slovenskej jaskyne Okno. V ďalšej časti sekcie opisoval Bernard Sigé z Lyonskej univerzity paleogénne výplne z južného Francúzska, ukrajinský prednášajúci Bogdan Ridush z Červnivtskej univerzity sa venoval jaskynnej tafonómii a Phillipe Häuselmann zo Švajčiarskeho inštitútu speleológie a krasových štúdií predniesol model vzájomných vzťahov a súvislostí medzi sedimentmi, morfológiou a datovaním na viacerých zdanlivo nesúvisiacich lokalitách. Joaquín Ginés z Baleárskej univerzity v Palme (Baleárske ostrovy) upútal prednáškou o súčasných podvodných jaskynných fáciách v pobrežných jaskyniach na Mallorke. Vinod Kumar Jena z univerzity Pt Ravishankar Shukla predstavil geochemický výskum vo vybraných jaskyniach v Indii. G. L. Harley z Floridskej univerzity analyzoval sedimenty v Jennings Cave na Floride, slovinský karsológ Andrej Mihevc opisoval pohyby sedimentov vo vstupných častiach jaskýň na príklade

slovinských lokalít a Elodie Maitre z Lyonskej univerzity Claudé Bernarda načrtla význam netopierov pri chronológii paleogénnych krasových výplní v Západnej Európe.

V popoludňajších hodinách prebiehala poldenná terénna exkurzia do Matarského podolia, kde sme mali možnosť vidieť charakteristický krasový reliéf s množstvom povrchových krasových javov na kontakte krasu s územím budovaným flyšom. Vytvorilo sa tu množstvo ponorov pohlcujúcich všetky vody Matarského podolia, pritekajúce z nekrasového pohoria Brkini do podzemia krasovej planiny. Večer sme navštívili viac než 6 km dlhú a 134 m hlbokú jaskyňu Dimnice, charakteristickú veľkopriemerovými horizontálnymi chodbami prepojenými s povrchom obrovskými kolapsovými priepasťami a typickou mohutnou a rôznorodou kvapľovou výzdobou.

Štvrtú a zároveň poslednú sekciu školy v priebehu nasledujúceho dňa otvoril zaujímavou prednáškou o súvislostiach medzi povrchovými krasovými sedimentmi a klímou Jean-Noel Salomon z Univerzity v Bordeaux. Japonská pedologička Kazuko Urushibara-Yosino z Hoseiskej univerzity v Tokiu porovnávala červené pôdy vznikajúce z vápnitých hornín v rôznych klimatických podmienkach. Tihomir Marjanac zo Záhrebskej univerzity sa venoval otázke glaciálnych sedimentov v Dinárskom krase a Nadja Horvatinčić zo záhrebského Inštitútu Rudera Boškovića opisovala krasový fenomén na travertínoch z balkánskych lokalít. Excelentná prednáška mineralóga Paola Fortiho z Talianskeho speleologického inštitútu venovaná chemickým výplniam jaskýň priniesla prehľad a typológiu jaskynných minerálov a pohľady na ich vznik a paragenézu. Phillipe Audra z Univerzity v Nice sa venoval sedimentom asociovaným s hypogénnymi jaskyňami, Cynthia M. Fadem z Washingtonskej univerzity predstavila pôdy v poljach ako unikátne krasové sedimenty a taliansky speleológ Ugo Sauro z Padovskej univerzity sa venoval multidisciplinárnemu štúdiu sedimentárnych výplní závrtov na Favergherskej planine v talianskych Alpách. Prednáškovú časť podujatia uzavrela Nadja Zupan-Hajna, ktorá zároveň pozvala účastníkov na pripravovanú nasledujúcu karsologickú školu, ktorá bude venovaná speleoklimatológii.

Popoludní prebiehala terénna exkurzia, na ktorej sme navštívili Divaški kras, 5800 m dlhú a 250 m hlbokú jaskyňu Škocjanske jame, ktorá je zaradená medzi lokality svetového prírodného dedičstva UNESCO, známu gigantickými podzemnými galériami (Hankejev kanal, Šumeča jama), ako aj krasovú krajinu v jej okolí – Velika a Mala dolina v ponorovej zóne rieky Reka či Dolina Globočak pri vstupných partiách jaskyne. Reka, ktorá sa na dne Velikej doliny ponára do podzemia, preteká Škocjanskou jaskyňou, Kačnou jamou a ďalšími dvomi známymi podzemnými lokalitami, vyteká v podmorských prameňoch Terstského zálivu. Na lokalite Lipove doline nad systémom Škocjanskej jaskyne sme pozorovali priebeh niekoľko kilometrov dlhej bezstropnej jaskyne (v karsologickej terminológii tzv. *unroofed* alebo *roofless cave*), vymapovanej pomocou geologického mapovania krasových povrchových sedimentov a nálezov sintrov v pozícii in situ.

Škrapové pole pod vrcholom Grmada, neďaleko vchodu do jaskyne Grofova jama. Foto: L. Vlček

Postojnska jama – na chodníku v turisticky sprístupnenej časti jaskyne. Foto: L. Vlček

Nasledujúci deň organizátori pripravili celodennú exkurziu zameranú na krasové sedimenty planín pohoria Kras. Navštívili sme antropogénne povrchové jamy, vyhĺbené ťažbou červenej pôdy v planovaných paleozávrtoch (Dutovlje), 300 m dlhú jaskyňu Grofova jama – známu lokalitu výskytu ílového minerálu montmorillonitu, vulkanického popola a produktov zvetrávania vulkanického materiálu. Popoludnie sme venovali návšteve bezstropnej jaskyne na lokalite Pliskovica, 700 m dlhej jaskyne Divaška jama, s chodbami v priemere viac než 20 m vysokými a okolo 15 m širokými. Jaskyňa bola jednou z prvých skúmaných lokalít, na ktorých bolo použité paleomagnetické datovanie jaskynných sedimentov na zistenie veku vzniku jaskyne a jej výplní. Vo večerných hodinách prebehla záverečná recepcia v budove inštitútu ZRC SAZU.

Ďalšia celodenná odborná terénna exkurzia bola zameraná na krasové javy v povodí rieky Ljubljanica a klasické krasové polja Cerknica a Planina južne od Ľubľany. Preštudovali sme sedimentárne výplne jednej z najväčších jaskýň Postojnského krasu – 6656 m dlhej jaskyne Planinska jama. Na záver exkurzie sme navštívili atraktívne krasové územie Rakov Škocjan, známe skalnými mostmi vzniknutými prepadnutím stropov jaskyne v ponorovej zóne riečky Rak, ponormi, vyvieračkami, závrtmi, uvalami, kolapsovými depresiami a jaskyňami. Posledný deň podujatia sme mali možnosť prehliadnuť si prehliadkový okruh sprístupnenej jaskyne Postojnska jama v Postojnej.

Ani počas 15. ročníka karsologickej školy v ničom nezaostávala už tradične vysoká úroveň podujatia odzrkadľujúca zanietenosť a vysoké pracovné nasadenie organizátorov. Vysokú kvalitu ocenili všetci účastníci karsologickej školy, ktorí si z Postojnej popri dobrom pocite z vydareného podujatia odnášali aj množstvo nových zážitkov, poznatkov, kontaktov a inšpirácie na ďalšie pracovné aktivity.

10. MEDZINÁRODNÉ SYMPÓZIUM O PSEUDOKRASE

Ľudovít Gaál – Igor Balciar

V dňoch 29. apríla až 2. mája 2008 talianski speleológovia z Gorizie hostili pseudokrasových odborníkov z rôznych kútov sveta. V poradí už 10. sympózium o pseudokrase usporiadalo Centrum krasového výskumu C. Seppenhofera v Gorizii a Regionálna speleologická federácia Friuli-Venezia-Giulia pod záštitou Medzinárodnej speleologickej únie a Talianskej speleologickej federácie. Na otvorení sympózia v rytierskej sále romantického zámku v Gorizii nechýbali ani zástupcovia štátnych a speleologických organizácií, okrem iných primátor Gorizie, funkcionári univerzity z Terstu, ako aj Gianpiedro Marchesi, predseda talianskej speleologickej federácie.

Hlavným organizátorom, „motorom“ celého podujatia, bol Maurizio Tavagnutti, odborník známy z predchádzajúcich sympózií v Poľsku a na Slovensku.

Prvé dva dni patrili referátom. Prvý z nich, o genetických typoch jaskýň v pieskovcoch Svätokrížskych hôr, predniesli J. Urban a A. Kasza (Poľsko). I. Eszterhás (Maďarsko) referoval o stredovekých kláštoroch v pseudokrasových jaskyniach Maďarska. Pre nás bola osobitne zaujímavá prednáška P. Gadányiho z Univerzity v Szombathely (Maďarsko). Tento mladý geograf skúmal rôzne typy podzemných dutín v lávových prúdoch Islandu, ktoré sa však nevytvorili výtokom vnútornej časti lávy, ale vznikli pod spevnenou lávovou kôrou následkom plynových akumulácií alebo tlakových výzdvihov. Jeho poznatky boli užitočné najmä pre určenie genetického typu a charakteru dutiny v lávovom pokrove pri obci Tekovská Breznica v Štiavnických vrchoch. Našli ju v roku 2003 pracovníci Štátneho geologického ústavu D. Štúra v Bratislave, následne však bola v rámci rekultivácie pozemku zasypaná. Zaujímavá bola aj prednáška R. Pavuzu (Rakúsko) o jaskyniach v nespevnených a málo spevnených horninách Rakúska. F. Cucchi (Taliansko) referoval o genéze kameníc v nekrasových horninách, I. Eszterhás a G. Szentes (Maďarsko – Nemecko) o jaskyniach v andezitoch a ich pyroklastikách Matry, M. Comar (Taliansko) o dutinách vytvorených eolickou činnosťou v Jordánsku a G. Calandri s D. Gobisom (Taliansko) o pseudokrasových a krasových procesoch v slienitých flyšových horninách Ligúrie v Taliansku. Archeológ V. Peša (Česká republika) referoval o využití pieskovcových jaskýň Českého Švajčiarska v rôznych archeologických dobách. Nasledujúci referát o jaskyniach v najmladších vulkanických horninách na Slovensku, v bazaltoch v okolí Putikovho vrchu v Štiavnických vrchoch, predniesli autori tohto príspevku.

Večer sa konala prehliadka zámockého múzea a zasadnutie komisie UIS pre pseudokras.

Druhý deň sa pokračovalo v referátoch v budove hotela Internazionale v Gorizii. Prvý, veľmi zaujímavý referát o jaskynnom systéme Poseidon, ktorý sa v poslednom období stal najdiskutovanejším „objavom“ v odborných kruhoch, predniesli R. Mlejnek, V. Ouhrabka a V. Růžička (Česká republika). Ide o puklinový labyrint v pieskovcoch Teplických skál v Čechách so zameranou dĺžkou 19 655 m; dĺžka systému sa však odhaduje až na 27 km. Tento zázračný labyrint nesporne skrýva v sebe aj uzatvorené podzemné priestory – jaskyne, jeho značná časť je však otvorená, ide teda o otvorené, eróziou, zvetrávaním alebo gravitáciou rozšírené pukliny. Vďaka entuziazmu úzkej skupiny českých jaskyniarov bola prezentácia ukážkovo spracovaná a ilustrovaná.

Program sympózia pokračoval referátom od autorov S. Furlani – F. Cucchi (Taliansko) a týkal sa mikromorfologických zmien na povrchu pieskovcov v oblasti Terstu v Taliansku. Nasledujúca prednáška J. Ľachnického a M. Vdovecovej (Rusko) o pseudokrasových javoch v paleozoických pieskovcoch v okolí St. Petersburgu v Rusku právom zaujala poslucháčov, ale aj členov komisie pre pseudokras. Dobre vybudované geologické pieskovcové lokality by boli totiž vhodným prostredím na usporiadanie 12. pseudokrasového sympózia v roku 2012. Dovtedy je však ešte ďaleko, a tak sme si vypočuli ďalší referát od autorov J. De Waele, L. Sanna a A. Rossi (Taliansko) o pseudokrasových dutinách v oligo-miocénnych ryodacitových tufoch a ignimbritoch v severnej časti Sardínie.

Poobede referáty predniesli autori G. Calandri a D. Gobis o pseudokrase na Sahare a v Malawi a F. Cucchi, S. Furlani, L. Zini a M. Tretiach (Taliansko) o vplyve lišajníkov na zvetrávanie vápencov. Predstavili sa aj zástupcovia z Iránu a Brazílie. Ahmad Afrasibian, zakladateľ Centra krasového výskumu v Teheráne, premietal film o pohorí Zagros a Soraya Ayub a referoval o najnovších výsledkoch výskumu v kvarcitových jaskyniach brazílskych tepuí. Na záver Hartmut Simmert (Nemecko) pôsobivými snímkami pozval účastníkov do saského Königsteinu na 11. pseudokrasové sympózium v roku 2010.

Dňa 2. mája sa konala celodenná exkurzia do predhorskej oblasti Julských Álp. Navštívili sme jaskyňu Grotta Nuova di Villanova, ktorá upúta pozornosť odborníkov predovšetkým genézou. Horné časti jaskyne sa vytvorili krasovou cestou vo vápnitých zlepencoch a brekciách, dolná časť je však odlišného charakteru, vytvorila sa vo flyši. Podzemný tok jaskyne sa postupne zarezával do flyšoidného súboru vápnitých pieskovcov a slieňov, ktoré v podzemných priestoroch vytvárajú mohutné odkryvy, miestami aj s mierne zvrásnenými vrstvami. Jej horný vchod sa otvára priamo pod domami obce Villanova, pozdĺžny profil jaskyne je stále klesajúci a priestory okolo dolného vchodu sú upravené a sprístupnené pre verejnosť. V rámci speleologickej túry však môžu návštevníci prejsť celou jaskyňou.

Obed bol pre účastníkov pripravený v pekne vybudovanej výskumnej stanici Centra krasového výskumu v osade Taipana. Poobede sme si prehliadli ďalšiu jaskyňu Campo di Bonis. Niektorí účastníci navštívili aj známu jaskyňu pri Terste Grotta Gigante, známu mohutným dómom, v ktorom je umiestnený seizmograf.

Vďaka organizátorom mohli účastníci absolvovať dobre zorganizované a užitočné podujatie v príjemnej atmosfére. Sympózia sa zúčastnilo 63 osôb z 11-tich štátov (Brazília, Česká republika, Holandsko, Irán, Maďarsko, Nemecko, Poľsko, Rakúsko, Rusko, Slovensko a Taliansko). Celkove odznelo 20 referátov. Na sympóziu bol pripravený bulletin s programom a s abstraktmi referátov a organizátori sľúbili vydanie zborníka do konca roka.

Jaskyňa Grotta Nuova di Villanova; horná časť chodby je vo vápnitých zlepencoch, v ich podloží sú flyšové vrstvy. Foto: I. Balciar

Maurizio Tavagnutti, hlavný organizátor sympózia, pri otváracom prejave. Foto: Ľ. Gaál

Účastníci 10. sympózia o pseudokrase v Gorizii. Foto: M. Tavagnutti

Regulačné lesohospodárske zásahy nad Silickou ľadnicou

Národná prírodná pamiatka Silická ľadnica je zo speleoklimatického hľadiska unikátnym javom, ktorý reprezentuje najnižšie položenú ľadovú jaskyňu v Európe. V zmysle „Programu starostlivosti o svetové prírodné dedičstvo – jaskyne Slovenského krasu" Správa slovenských jaskýň v nej zabezpečuje pravidelné sledovanie termodynamických zmien, zmien ľadovej výplne a nepriaznivých antropogénnych vplyvov. Jedným z takýchto vplyvov bolo v minulosti vysadenie nepôvodného porastu borovice čiernej nad otvorom jaskyne. Následkom vyššej evapotranspirácie tohto porastu sa množstvo presakujúcej vody do podzemných priestorov jaskyne postupne znižovalo, čo bolo jednou z príčin postupného úbytku ľadu v jaskyni. Keďže aktívna fáza tvorby ľadu v jaskyni je značne závislá od prítomnosti vody, bolo potrebné redukovať porast borovice čiernej nad jaskyňou. Potreba redukcie porastu vychádzala aj zo záverov výskumnej úlohy „Výskum príčin zmien sekundárnej výplne ľadových jaskýň", realizovanej L. Rajmanom, Š. Rodom st., Š. Rodom ml. a J. Ščukom v rokoch 1981 – 1985, ako aj monitorovacej úlohy Správy slovenských jaskýň „Sledovanie sezónnych zmien teploty vzduchu a stavu ľadovej výzdoby v NPP Silická ľadnica".

V záujme úspešnej realizácie redukcie porastu borovice čiernej sa zvolalo dňa 22. 8. 2002 rokovanie na Správe NP Slovenský kras v Brzotíne za účasti zástupcov národného parku, Lesného závodu Rožňava, Správy slovenských jaskýň a odborníka RNDr. Š. Rodu, na ktorom sa zdôvodnila potreba redukcie a dohodlo sa na postupe prác. Redukcia borovice čiernej sa požadovala vo východnej časti porastu č. 129, v severozápadnej časti porastu č. 47 a v severnej časti porastu č. 48 lesného hospodárskeho celku Plešivec do 50 % cieľového zápoja všetkých drevín. Plošný rozsah uvedenej redukcie sa viaže na bezprostredný priemet plochy jaskyne na povrch. Výrub mali vykonať pracovníci Lesnej správy Rožňava. Požiadavku redukcie borovice čiernej nad jaskyňou uplatnil aj vtedajší Krajský úrad, odbor životného prostredia v Košiciach vo svojom vyjadrení k záverečnému protokolu obnovy lesného hospodárskeho plánu v rámci lesných hospodárskych celkov Brzotín a Plešivec v roku 2002. Pre reorganizáciu a zmeny pracovníkov Lesného závodu a Lesnej správy v Rožňave sa však redukcia porastu dlho neuskutočnila. Udalosti sa zrýchlili po okresnej revízii NPP Silická ľadnica dňa 13. 8. 2007, keď bola opätovne zdôraznená potreba redukcie. Výrub borovice čiernej nad Silickou ľadnicou nakoniec uskutočnili pracovníci Lesnej správy v Rožňave v septembri 2007 podľa dohodnutých požiadaviek.

Redukcia porastu nad jaskyňou je len jedným z opatrení na zastavenie postupného úbytku ľadu. Logicky nadväzuje na hermetické uzatvorenie spodných (teplejších) priestorov jaskyne, ktoré realizovala Správa slovenských jaskýň v roku 1998. Značný podiel na úbytku ľadu však majú aj suchšie a teplejšie klimatické podmienky v posledných rokoch.

Ľudovít Gaál – Ján Zelinka

Zasadnutie komisie Medzinárodnej speleologickej únie pre pseudokras

V rámci 10. pseudokrasového sympózia v talianskej Gorizii 30. apríla 2008 zasadala komisia Medzinárodnej speleologickej únie (UIS) pre pseudokras. Zaoberala sa hodnotením 9. sympózia v Poľsku a ďalších pseudokrasových podujatí (Medzinárodná konferencia o granitových jaskyniach v španielskej La Coruña v septembri 2007, Medzinárodné pracovné stretnutie o koreňových štruktúrach v českých Tepliciach nad Metují konané takisto v septembri 2007), občasníkom komisie „Newsletter", prípravou nasledujúceho sympózia v nemeckom Königsteine v roku 2010, webovou stránkou komisie, ako aj voľbou nového vedenia komisie. Keďže doterajší predseda komisie I. Eszterhás (Maďarsko) odstúpil z funkcie a zástupca predsedu R. Pavuza (Rakúsko) funkciu predsedu neprijal, zasadnutie sa odročilo na ďalší deň.

Dňa 1. mája, keď funkciu predsedu nakoniec prijal Jan Urban, členovia zvolili nový výbor v zložení: Jiří Kopecký (Česká republika) a István Eszterhás (Maďarsko) čestní predsedovia, Jan Urban (Poľsko) predseda, Rudolf Pavuza (Rakúsko) zástupca predsedu, Ľudovít Gaál (Slovensko), tajomník, Maurizio Tavagnutti (Taliansko) člen a Marcos Vaqueiro (Španielsko) člen. Do výboru sa pribrali aj ďalší členovia: Hartmut Simmert (Nemecko), Ahmad Afrasibian (Irán), Marina Vdovets (Rusko) a Soraya Ayub (Brazília). Zvolením nového predsedu sa očakáva zvýšenie komunikačného potenciálu i odbornej úrovne komisie. Jankovi Urbanovi gratulujeme a prajeme veľa úspechov!

Členovia komisie v Julských Alpách. Foto: I. Balciar

Ľudovít Gaál

13. odborný seminár pre zamestnancov sprístupnených jaskýň

Konal sa v dňoch 10. – 12. marca 2008 v Liptovskej Sielnici v hoteli Bobrovník v rámci Plánu hlavných úloh Štátnej ochrany prírody SR – Správy slovenských jaskýň na rok 2008. Podobne ako v predchádzajúcich rokoch program seminára sa zameral na problematiku bezpečnosti prevádzkovania sprístupnených jaskýň i na zvyšovanie odborných vedomostí zamestnancov potrebných pri výkone sprievodcovskej činnosti v sprístupnených jaskyniach.

Program prvého dňa tvorili školenia o prírodnom ionizujúcom žiarení v jaskyniach, bezpečnosti a ochrane zdravia pri práci, Bezpečnostnom predpise č. 3000/1975 SBÚ pre jaskyne, ako aj o ochrane pred požiarmi. Dopoludnia druhého dňa sa uskutočnila prehliadka Slovenského múzea ochrany prírody a jaskyniarstva v Liptovskom Mikuláši, zameraná na prezentáciu typov krasu a jaskýň na Slovensku a ich ochranu. Popoludní nasledovala exkurzia po vybraných travertínových lokalitách v Liptovskej kotline (Bešeňová, Lúčky) a do Liskovskej jaskyne. Posledný deň sa vykonalo overenie odbornej spôsobilosti jednotlivých zamestnancov organizácie vo vzťahu k príslušným bezpečnostným predpisom. Nakoniec sa uskutočnilo pravidelné školenie referentských vodičov organizácie.

Exkurzia na Bešeňovských travertínoch. Foto: P. Bella

Odborného seminára sa zúčastnilo 57 zamestnancov Správy slovenských jaskýň z odboru prevádzky jaskýň a obchodnej činnosti, odboru výskumu a ochrany jaskýň a odboru bezpečnosti a technického rozvoja jaskýň.

Pavel Bella

Vjačeslav Andrejčuk: Karst kak geoekologičeskij faktor

Wyższa Szkoła Ekologii w Sosnowcu – Nacionaľnaja Akademija nauk Ukrainy, Ministerstvo obrazovanija i nauki Ukrainy, Tavričeskij nacionaľnyj universitet im. Bernadskogo, Ukrainskij Institut speleologii i karstologii, Sosnowiec – Simferopoľ 2007, 137 strán, ISBN 978-83-95240-1-6

S intenzívnym rozvojom ľudskej spoločnosti vzrastá antropogénny vplyv na krajinné systémy a ich geoekologickú stabilitu. Na riešenie environmentálnych problémov prírodného a životného prostredia, ktoré sú dôsledkom neracionálneho využívania krajiny a jej prírodných zdrojov, je nevyhnutný komplexný geografický, resp. geoekologický prístup základného i aplikovaného výskumu krajiny. Takýto prístup sa osobitne zdôrazňuje aj pri výskume krasovej krajiny, ktorá patrí medzi najlabilnejšie typy krajín s nízkou až nemožnou regeneračnou schopnosťou.

V roku 2007 vyšla monografická geoekologická štúdia o krasovej krajine od V. Andrejčuka, ktorý je autorom alebo spoluautorom viacerých podobných environmentálnych karsologických publikácií. V tejto monografii prezentuje kras ako faktor transformácie krajiny a vytvárania špecifických environmentálnych podmienok pre život a rozvoj ľudskej spoločnosti. Pritom zdôrazňuje funkčnú autonómnosť krasovej krajiny ako špecifického geokomplexu, geosystému či ekosystému. Krasové procesy v závislosti od konkrétnych podmienok vplývajú na všetky komponenty krasovej krajiny, ktorej pretváraním vytvárajú špecifické prostredie pre život a hospodársku činnosť ľudskej spoločnosti.

Krasová krajina sa zaraďuje k tzv. litogénnym „landšaftom" – krajinám, v ktorých geologický podklad (skalný substrát) má kľúčovú úlohu pri fungovaní, dynamike a vývoji krajiny a vytváraní jej prírodných špecifických vlastností a zákonitostí. Geosystémy krasovej krajiny rozličných geografických dimenzií sú charakteristické špecifickými geochemickými vlastnosťami. Autor definuje krasovú krajinu ako areál rozšírenia krasu, na ktorom sa krasovými procesmi vytvára špecifický prírodný systém (geosystém) vzájomne zviazaných i ovplyvňujúcich sa elementov (geokomponentov) – skrasovatených hornín, na ich povrchu i vnútri cirkulujúcich vôd, georeliéfu, klímy, pôd, rastlinstva a živočíšstva, v celkovom kontexte aj človeka. V zrelom štádiu vývoja krasovú krajinu nazýva krasogénnou krajinou.

Vzájomným pôsobením geokomponentov (fungovanie krajiny) nastáva ich zmena (dynamika), ktorá vedie k pretvoreniu krajiny (evolúcia). Hlavným znakom územnej a funkčno-genetickej celistvosti geosystému krasovej krajiny je určitý typ fyziognomickej podoby. V závislosti od stupňa vývoja krasu krajina nadobúda väčší počet geoindikačných znakov geologického, hydrologického, geomorfologického, geobotanického a iného charakteru. Charakter a množstvo indikačných znakov určuje typ krasu, ako aj etapa evolúcie krasovej krajiny.

Keďže krasová krajina sa viaže na azonálne ohraničené polohy rozpustných krasových hornín, jej výskyt má so zreteľom na ostatné zonálne typy krajín prevažne prerušovaný, resp. mozaikovitý charakter. Napriek tomu aj geosystémy krasovej krajiny majú vzhľadom na osobitosti vzájomných vzťahov medzi komponentmi krasových geosystémov a nimi predurčenú funkčnú autonómnosť svojské fyziognomické znaky, ktoré sa dajú rozlíšiť v celkovom špecifickom obraze krasových území.

V monografii sa hlavný dôraz kladie na zákonitosti vplyvu krasu na krajinné geokomponenty. Detailne sa analyzuje a charakterizuje geokomponentný aspekt vplyvu krasu na krajinu, laterálno-štruktúrny aspekt tohto vplyvu objasňujúci morfologickú geokomplexnú štruktúru nie je však predmetom tejto monografie. Autor odkazuje na niektoré predchádzajúce publikácie tohto zamerania, ktorých je spoluautorom (Voropaj a Andrejčuk, 1985; Andrejčuk a Proskurnjak, 1993; Proskurnjak a Andrejčuk, 1998, 1999).

Z hľadiska obsahovej štruktúry sa monografia člení na deväť kapitol. Prvých osem kapitol sa zaoberá analyzovaním vplyvu krasu na (1) geologický podklad krajiny (hydrotermálna premena skrasovatených hornín, zmena hydrodynamického a hydrochemického režimu podzemných vôd, krasové „oželeznenie" karbonátových hornín, deformácie a rútenie hornín následkom krasovatenia, krasové brekcie, transport alochtónnych sedimentov a iné), (2) podzemné vody (priepustnosť hornín, hydrodynamické podmienky prúdenia a chemizmus vody), (3) povrchové vody (transformácia povrchového na podzemný odtok vody, zmenšenie hustoty povrchovej hydrologickej siete, regulácia hydrologického režimu), (4) georeliéf (morfogenetické špecifické znaky krasového georeliéfu, podzemné formy, uzavretý charakter povrchových krasových foriem, silný vzťah morfológie krasovej krajiny najmä s geologickými a klimatickými faktormi, morfologická diferenciácia a kontrastnosť geomorfologických foriem, paradynamické vzťahy geomorfologických procesov, parageneticke rady geomorfologických foriem), (5) klímu (osobitná mikroklíma v depresných geomofologických formách a jaskyniach, mezoklimatické osobitosti krasovej krajiny, termoregulačný aspekt výmeny vzduchu medzi povrchom a jaskyňami v miernom klimatickom pásme, kondenzácia vodnej pary vo vstupných častiach jaskýň, vplyv kyslých dažďov na prírodné procesy v krasovej krajine), (6) pôdy (pedogenetický proces na skrasovatených horninách v podmienkach holého, zalesneného a pokrytého krasu), (7) vegetáciu (geobotanické zvláštnosti krasovej krajiny vo vzťahu k chemizmu hornín, endemity, svojrázność a diferenciácia ekologických podmienok, azonálny faktor krasu, osobitné geobiocenózy pri krasových prameňoch), (8) živočíšstvo (ekosystémové zvláštnosti podmienené depresnými povrchovými geomorfologickými formami, jaskynné ekosystémy, mikroorganizmy v krase a jaskyniach).

Posledná, deviata kapitola si všíma a analyzuje prírodné podmienky rozvoja ľudskej spoločnosti v krasových územiach vo vzťahu k urbanizácii a využívaniu prírodných zdrojov v krasovej krajine, ako aj z hľadiska udržiavania priaznivých podmienok voči zdraviu ľudskej populácie. Na život človeka v krasovej krajine podľa autora najviac vplýva dostupnosť a dostatok vody, stupeň pokrytosti alebo obnaženia skrasovatených hornín (morfogenetický typ krasu) určujúci spôsob využívania krajiny a chemické zloženie krasových hornín (litologický typ krasu), vplývajúce na mineralizáciu vôd.

Pri spracovávaní monografie autor využil poznatky získané počas mnohoročných vlastných pozorovaní a výskumov krasu a jaskýň, ako aj z pomerne početnej ruskej a bývalej sovietskej odbornej literatúry. Okrem niektorých titulov anglo-americkej karsologickej literatúry čiastočne siahol aj po poľskej literatúre, pretože už dlhší čas pôsobí na Sliezskej univerzite v Sosnovci. K problematike geosystémového prístupu ku krasu ako krasovej krajine však existuje množstvo ďalších štúdií, vrátane našej geografickej a karsologickej literatúry, ktoré takisto nastoľujú a objasňujú túto problematiku na teoretickej úrovni a následne ju vzhľadom na environmentálne potreby rozpracovávajú účelovými aplikačnými smermi geoekologického výskumu s cieľom racionálneho využívania a ochrany krasovej krajiny. Podmienenosť a vhodnosť antropogénneho využívania krasovej krajiny v závislosti od jej prírodných podmienok sa v týchto štúdiách zvyčajne hodnotí v širšom kontexte vo vzťahu k prírodnému potenciálu, geoekologickej stabilite, únosnosti, prípadne iným účelovým vlastnostiam krajiny.

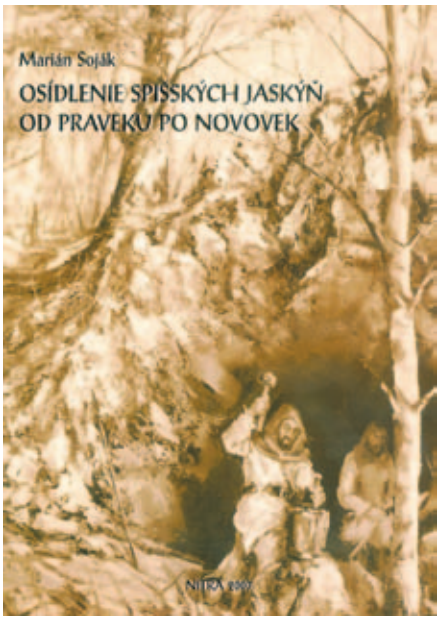
Publikácia s brožovanou väzbou vyšla v ruskom jazyku. Sumarizuje, zdôvodňuje a sprehľadňuje množstvo environmentálnych poznatkov o krasovej krajine, ktoré sú dôležité pre karsológov, speleológov i ochrancov prírody. Z náučného i metodologického hľadiska uceleným súborom poznatkov a ich praktickými aplikáciami, veľakrát podanými na konkrétnych príkladoch, zdôrazňuje komplexný geografický prístup pri výskume a riešení environmentálnych problémov v krasovej krajine.

Pavel Bella

Marián Soják: Osídlenie spišských jaskýň od praveku po novovek

Archeologický ústav SAV, Nitra – Správa slovenských jaskýň, Liptovský Mikuláš – Terra archeologica, o. z., Poprad, Nitra 2007, 184 strán, ISBN 978-80-89315-01-7

Cieľom tejto publikácie bolo zosumarizovať doterajšie poznatky o osídlení spišských jaskýň z rôznych časových období. Autor vychádzal z doterajších známych poznatkov, z výsledkov vlastného výskumu, zo spolupráce so speleológmi a odborníkmi z viacerých vedných disciplín.



V prvej kapitole autor v krátkosti oboznamuje čitateľa s geologickou stavbou Spiša, jeho geomorfologickým členením a podáva stručnú charakteristiku jednotlivých celkov.

Ďalšia kapitola sa zaoberá prvými písomnými zmienkami o jaskyniach od polovice 13. storočia. V jej druhej časti sa autor venuje prierezu histórie výskumov spišských jaskýň a približuje aj činnosť významných osobností, ktoré sa zaslúžili o rozvoj speleoarcheológie. Súčasťou kapitoly sú historické fotografie osobností, ktoré sa zaslúžili o rozvoj tohto vedného odboru, kópie historických listín a dobových máp.

V tretej, obsahovo rozsiahlejšej kapitole sú jaskynné archeologické lokality podľa štruktúry nálezov rozdelené do 8 časových období od paleolitu až po novovek. Podkapitoly, s výnimkou ôsmej, sú rozdelené do dvoch celkov. V prvom z nich autor podáva prehľad o osídlení Spiša v danom časovom období a o najvýznamnejších archeologických nálezoch. Druhý celok je venovaný osídleniu jaskýň a rozboru získaných pamiatok hmotnej kultúry. Autor porovnáva jaskynné sídliská so sídliskami otvorenými (vo voľnom teréne), pričom kladie dôraz na ich vzájomnú prepojenosť. V tejto časti publikácie sa možno dozvedieť, že najvýraznejšie využívanie jaskýň Spiša potvrdzujú rozmanité nálezy z 13. – 15. storočia a z novoveku, avšak bohaté nálezy pochádzajú aj z neskorej doby kamennej – eneolitu (badenská kultúra) a z doby bronzovej.

Vo štvrtej kapitole M. Soják porovnáva charakter osídlenia 119 jaskýň na Spiši s osídlením jaskýň v iných regiónoch Slovenska, ale aj strednej Európy.

Piatu, azda najbohatšiu kapitolu tvorí katalóg, v ktorom sú skúmané speleoarcheologické lokality zoradené v abecednom poradí podľa geomorfologických celkov a katastrálnych území. Autor jednotlivé jaskyne stručne lokalizuje, charakterizuje históriu bádania a na základe opisu najdôležitejších nálezov podáva ich chronologicko-kultúrnu klasifikáciu. Katalóg vhodne dopĺňajú odkazy na ďalšiu početnú literatúru, fotografie jaskynných vchodov, vnútorných priestorov a archeologických sond, mapy jaskýň a výseky máp s ich lokalizáciou. Súčasťou kapitoly je aj zoznam jaskýň s výskytom paleontologického materiálu a zvieracích kostí.

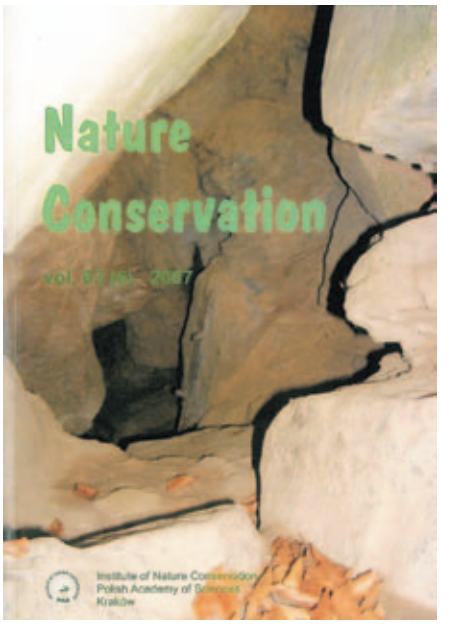
V monografii nechýba bohatý zoznam literatúry a súhrn v nemeckom a anglickom jazyku. Za ním nasleduje obrazová príloha s fotografiami signifikantných nálezov, jaskynných chodieb a mapových zobrazení (182 čiernobielych obrázkov a fotografií, 29 fotografií vo farebnej prílohe, 9 máp). V závere knihy je priložený zoznam skratiek použitých v literatúre a edície vydávané Archeologickým ústavom SAV v Nitre.

Kniha vytlačená na kriedovom papieri má lepenú väzbu. Vhodne je zvolený formát A4, na ktorom prehľadne vyniknú najmä fotografie s obrazovou prílohou. Recenzovaná kniha, vydarená z grafickej i obsahovej stránky, je dobrým podnetom na archeologický výskum v menej preskúmaných regiónoch Slovenska, ale pomôže aj bežným jaskyniarom zorientovať sa v archeologickom odbore. Posudzovaná publikácia vypĺňa dlhodobo prázdny priestor slovenskej literatúry venovanej speleoarcheológii.

Igor Balciar

Nature Conservation, vol. 63 (6), 2007

Tradičné pseudokrasové sympóziá, konajúce sa v dvoj- až trojročných intervaloch od roku 1982 a prinášajúce množstvo informácií o problematike pseudokrasu a jaskýň v nekrasových územiach, mávajú finálny výstup v podobe tlačeného zborníka referátov. V poradí už 9. medzinárodné sympózium o pseudokrase sa konalo v dňoch 24. – 26. mája 2006 v Poľsku. Pod záštitou Medzinárodnej speleologickej únie ho usporiadal Inštitút ochrany prírody Poľskej akadémie vied v Krakove v spolupráci s jaskyniarskymi klubmi Beskidy a Bielsko-Biała v rekreačnej oblasti Bartkowa v Ciężkowicko-rożnowskom krajinnom parku. Referáty z podujatia boli publikované v značnom oneskorení, čo však neuberá na ich aktuálnosti. Organizátori sympózia sa rozhodli



príspevky uverejniť v odbornom časopise Nature Conservation.

Obsah časopisu otvára článok P. Bellu a Ľ. Gaála zo Správy slovenských jaskýň, týkajúci sa genetickej klasifikácie „tree mould caves" – kmeňmi stromov tvarovaných jaskynných dutín vo vulkanických i niektorých sedimentárnych horninách. V nasledujúcom príspevku I. Eszterhás uvádza príklady niekoľkých genetických typov pieskovcových jaskýň z územia Maďarska. P. Migoń a R. Szmytkie z Katedry geografie a regionálneho rozvoja Vroclavskej univerzity informujú o výskyte a pravdepodobných príčinách vzniku tektonických jaskýň v oblasti krkonošského granitového masívu na česko-poľskej hranici. Ukážkové príklady pseudokrasových foriem pobrežných oblastí Fínska prináša A. Kejonen z Fínskej geologickej služby. J. R. Vidal Romaní z Geologického inštitútu pri Univerzite v La Coruña a M. V. Rodriguez zo Speleologickej asociácie Mauxo prinášajú pohľad na genézu a vývoj jaskýň v granitoch a ich špecifických opálových a sadrovcových speleotém, spolu s príkladmi z lokalít v Španielsku, Portugalsku a Argentíne. Kolektív autorov zo Speleoklubu Šariš a Štátneho geologického ústavu Dionýza Štúra na čele s P. Imrichom referuje o geologickej podmienenosti tvorby jaskýň vzniknutých gravitačnými procesmi v Levočských vrchoch na Slovensku. W. Margielewski, J. Urban z Inštitútu ochrany prírody Poľskej akadémie vied a C. Szura zo Speleoklubu Bielsko-Biała podrobne opisujú najdlhšiu pseudokrasovú jaskyňu Karpát, ktorou je 1800 m dlhá a 55 m hlboká Jaskinia Miecharska v poľskom pohorí Beskid Śląski. Novozélandským reliktným abráznym jaskyniam sa venuje príspevok G. Szentesa. Ukážkové príklady rozpúšťacích procesov v silikátovom krase uvádza M. Thiry z fontainebleauských pieskovcov vo Francúzsku. Široký kolektív autorov okolo J. Urbana z Inštitútu ochrany prírody Poľskej akadémie vied sa v ďalšom príspevku venuje genetickým typom jaskýň v Poľskej nížine. J. Demek, O. Jenka a J. Kopecký prezentujú osobitne chránené pseudokrasové územia v Českej republike, pričom rozlišujú makro-, mezo- a mikroformy povrchového reliéfu a pseudokrasové

jaskyne. E. Kejonen z Univerzity Åbo Akademi a A. Kejonen z Fínskej geologickej služby predstavujú fínske skalné formácie ako zdroj inšpirácie v ľudovom folklóre. Kolektív autorov okolo J. Urbana opisuje kalcitové a sadrovcové speleotémy z vybraných jaskýň v poľských Beskydách a v nasledujúcom článku prináša analýzu a rádiometrické datovanie karbonátových speleotém (sintrov) z pseudokrasovej jaskyne Słowiańska-Drwali z poľských Nízkych Beskýd. Problematike termokrasu v ruských chránených prírodných územiach sa na záver v krátkosti venuje O. Mironenková z Ruského geologického výskumného inštitútu.

Časopis vydaný v anglickom jazyku obsahuje na 131 stranách sa nachádza celkovo 15 odborných správ a štúdií, doplnených o 16 strán farebných grafických príloh. Formát A4, výborné grafické vyhotovenie a pomerne vysoká odborná úroveň príspevkov zaručujú jeho dobrý ohlas.

Lukáš Vlček

Jurij B. Tržcinskij – Elena A. Kozyreva – Oksana A. Mazaeva – Viktorija A. Chak: Sovremennaja ekzogeodinamika juga Sibirskogo regiona

Sibirskoe otdelenie Rossijskoj akademii nauk, Institut zemnoj kory, Irkutsk 2007, 155 strán, ISBN 978-5-902754-28-2

Monografia sa zaoberá problematikou geodynamiky súčasných exogénnych geologických a geomorfologických procesov južnej časti Sibírskeho regiónu, vrátane prírodných procesov iniciovaných alebo zrýchlených zásahmi človeka do krajiny. S nárastom antropogénnych zásahov do prírodného prostredia sa mení charakter a intenzita nielen klimatických či hydrologických procesov, ale aj ďalších geodynamických procesov podieľajúcich sa na zmenách tvárnosti zemského povrchu.

Obsahovú štruktúru monografie tvoria tri základné kapitoly. Najskôr sa predkladá inžinierskogeologická charakteristika juhosibírskeho regiónu, ktorý sa vyznačuje pomerne variabilnými štruktúrno-geologickými a geografickými pomermi, pretože zahŕňa časť Sibírskej platformy, Bajkalskú riftovú zónu, Sajano-bajkalské pohoria a Transbajkalsko. Zo súčasných geodynamických procesov sa zdôrazňujú gravitačné svahové deformácie v Pribajkalsku (najmä zosúvanie hrubých súvrství kenozoických sedimentov po kryštalickom podloží) a technogénne spôsobená seizmicita v oblasti Sibírskej platformy vplyvom viacerých rozsiahlych hydroelektrárenských vodných nádrží vybudovaných na riekach Angara a Jenisej. Na označenie svahových gravitačných deformácií autori používajú termín „gravitacionnyj tektogenez“, hoci v štruktúrnej geológii sa gravitačné pohyby horninových blokov považujú za netektonické deformačné štruktúry (napr. Marko a Jacko, 1999).

Najrozsiahlejšia kapitola opisuje exodynamické procesy a javy, najmä reliéfotvorné procesy. Na základe terénnych pozorovaní a výskumov sa charakterizujú odtrhy a trhliny v horninových štruktúrach, zvetrávanie, zosuny, skalné rútenia, krasové procesy, bahenné toky, fluviálna erózia, abrázno-akumulačné procesy i snežné lavíny. Jednotlivé procesy a nimi vytvorené geologické alebo geomorfologické tvary sa skúmajú a hodnotia v priestorových súvislostiach, resp. parageneticky asociáciách.

V rámci opisu krasu a krasových procesov (str. 73 až 89) sa podáva množstvo poznatkov a údajov o prírodných pomeroch najvýznamnejších krasových území, ich antropogénnom využívaní, negatívnych technogénnych zásahoch a ich následkoch. Roz-

pustné horniny (karbonáty, sulfáty, kamenná soľ) zaberajú viac ako 25 % skúmaného územia. Na Sibírskej platforme sa kras viaže na normálne usadené prvohorné kambrické, ordovické, silúrske a devónske horniny, v Sajano-bajkalskej horskej oblasti na hlbokometamorfované karbonáty. Najdynamickejšie procesy sú v sadrovcovom a soľnom krase, ktorý však plošne nezaberá väčšie územia. V oblasti Horného Prilenia sa nachádza Botovská jaskyňa – najdlhšia ruská jaskyňa vytvorená vo vápencoch. Autori poukazujú aj na ďalšiu osobitosť sibírskeho krasu, ktorou je vývoj krasu v sezónne i trvalo zamrznutých horninách. V tomto prípade sa krasovatenie viaže prevažne na cirkuláciu podzemných vôd v zónach nad, medzi alebo pod zmrznutými rozpustnými horninami.

Na viacerých krasových územiach sa pozorujú priame i nepriame negatívne antropogénne zásahy narušujúce pôvodnú dynamiku vývoja krasu. Výstavbou vodnej nádrže Bratskej hydroelektrárne sa zmenili hydrogeologické pomery, čím sa na jej brehoch budovaných krasovými horninami výrazne zmenili podmienky vývoja krasu a rýchlo sa zintenzívnili krasové procesy spôsobujúce rútenia, poklesy, trhliny a pod. Naplnením nádrže vodou až do výšky 100 m sa v priľahlých krasových akviferoch podstatne zmenila hydrografická zonálnosť. Niektoré jaskyne, napr. Balaganská, boli zaplavené. Tým sa technogénne aktivizovala ich freatická, resp. epifreatická speleogenéza v závislosti od kolísania vodnej hladiny. Najrýchlejšie na zmenu hydrogeologických pomerov reagujú sulfátové horniny, v ktorých sa pôvodný sufózny charakter deformácií nahradil typickým krasovým procesom s vytváraním závrtov i veľkých kolapsových depresií hlbokých do 30 m, s objemom do 7000 m^3. Tým sa mení priestorová štruktúra geosystémov krasovej krajiny. Zóna aktivizácie sulfátového krasu je 4 až 6 km, karbonátového krasu 0,5 až 1 km od brehu vodnej nádrže. Priamo na jej brehu sa vytvárajú abrázne, resp. príbojové výklenky a zárezy, ako aj efemérne, zväčša tektonicky podmienené jaskyne. Táto oblasť patrí medzi krasové územia s najrýchlejšie sa vytvárajúcimi závrtmi a kolapsovými depresiami na svete v nadväznosti na technogénnu zmenu hydrografických podmienok krasovatenia po výstavbe vodných nádrží.

Ako sme už naznačili, značná pozornosť autorov sa upriamuje na opis technogénnych analógií geologických a geomorfologických procesov, ktoré sa vytvárajú v rozličných prírodno-technických systémoch, napr. na pobreží sibírskych priehradných nádrží, v priemyselných aglomeráciách alebo v oblastiach lineárnych stavieb. Všetky technogénne iniciované javy sa mechanizmom vývoja podobajú analogicky zodpovedajúcim prírodným procesom, vytvárajú sa však vyššou rýchlosťou a vo väčšom rozsahu. Ich vývoj a prejavy v teréne sa simulujú pomocou počítačových topografických modelov, najmä vzhľadom na prognózu zmien geodynamických pomerov v územiach lokálneho i regionálneho rozsahu.

V závere monografie sa z inžinierskogeologického hľadiska predkladá a zdôvodňuje metodika prognózovania geodynamických rizík, rozracovaná a aplikovaná na príklade uvedeného sibírskeho regiónu. Stupnice prognózovaných prírodných rizík v závislosti od skúmaných exo- a endodynamických faktorov sa porovnávajú s magnitúdovou Richterovou stupnicou, ako aj so stupnicou MSK-40, ktoré sa používajú pri určovaní intenzity zemetrasení. Textovú časť publikácie s mnohými ilustráciami v závere doplňuje farebná príloha fotografií, máp a digitálnych topografických modelov terénu. Nechýba ani pomerne rozsiahly súhrn základných výsledkov a poznatkov v anglickom jazyku.

Publikácia s brožovanou väzbou vyšla v ruskom jazyku v náklade 250 ks. Určená je najmä pre špecialistov zaoberajúcich sa problematikou inžinierskej geológie a súčasnej exogénnej geodynamiky. Do značnej miery ju určite využijú aj odborníci riešiaci geoekologické, environmentálne či ochranárske problémy v krajine vrátane krasovej krajiny (časť monografie sa zaoberá aj problematikou technogénne ovplyvneného krasu). Z hľadiska ucelenosti a prehľadnosti podania tejto geovedne i environmentálne aktuálnej problematiky je vhodná aj na edukačné účely.

Pavel Bella

Vstupný poriadok platný od 1. 1. 2008 - 31. 12. 2008 (zmena vyhradená)

ŠTÁTNA OCHRANA PRÍRODY SR
SPRÁVA SLOVENSKÝCH JASKÝŇ
Hodžova 11, 031 01 Liptovský Mikuláš
044/553 61 01, 553 62 21
FAX 044/553 63 11
e-mail: caves@ssj.sk http://www.ssj.sk

Prevádzková doba - pondelok zatvorené

		I.	II.	III.	IV.	V.	VI.	VII.	VIII.	IX.	X.	XI.	XII.
Belianska jaskyňa 059 54 Tatranská Kotlina 052/446 73 75 e-mail: belianj@ssj.sk		9,30 11,00 12,30 14,00					9,00 10,00 11,00 12,00 13,00 14,00 15,00 16,00			9,30 11,00 12,30 14,00		Z 16.XI.-26.XII.	9,30 11,00 12,30 14,00
Demänovská jaskyňa slobody 032 51 Demänovská Dolina FAX 044/559 16 73 e-mail: djslob@ssj.sk	tradičný okruh	9,30 11,00 12,30 14,00					9,00 10,00 11,00 12,00 13,00 14,00 15,00 16,00			9,30 11,00 12,30 14,00		Z 16.XI.-26.XII.	
	veľký okruh	13,00 min. 10 Pers.					15,00 min. 10 Pers.			13,00 min. 10 Pers.			13,00 min. 10 Pers.
Domica 049 55 Dlhá Ves 058/788 20 10 e-mail: domica@ssj.sk	* okruh bez plavby	Z	9,30 11,00 12,30 14,00				9,00 10,00 11,00 12,00 13,00 14,00 15,00 16,00			9,30 11,00 12,30 14,00			
	okruh s plavbou												
Domica + Gombasecká jaskyňa		Pri návšteve obidvoch jaskýň zľava na vstupnom, ostatné podmienky sú nezmenené.											
Bystrianska jaskyňa 977 01 Brezno 048/619 51 33 e-mail: bystrj@ssj.sk		9,30 11,00 12,30 14,00					9,00 10,00 11,00 12,00 13,00 14,00 15,00 16,00			9,30 11,00 12,30 14,00		Z	
Važecká jaskyňa 032 61 Važec 044/529 41 71 e-mail: vazecj@ssj.sk		Z	9,30 11,00 12,30 14,00				9,00 10,00 11,00 12,00 13,00 14,00 15,00 16,00			9,30 11,00 12,30 14,00			Z
Jasovská jaskyňa 044 23 Jasov 055/466 41 65 e-mail: jasovj@ssj.sk		Z			10,00 11,30 13,00 14,30		9,00 10,00 11,00 12,00 13,00 14,00 15,00 16,00			10,00 11,30 13,00 14,30		Z	
Driny 919 04 Smolenice 033/558 62 00 e-mail: driny@ssj.sk		Z			10,00 11,30 13,00 14,30		9,00 10,00 11,00 12,00 13,00 14,00 15,00 16,00	10,00 11,00 12,00 13,00 14,00 15,00 16,00 17,00		10,00 11,30 13,00 14,30		Z	
Gombasecká jaskyňa 049 11 Plešivec 058/788 20 20 e-mail: gombj@ssj.sk		Z			10,00 11,30 13,00 14,30			10,00 11,00 12,00 13,00 14,00 15,00 16,00 17,00		10,00 11,30 13,00 14,30		Z	
Ochtinská aragonitová jaskyňa 049 35 Ochtiná 058/488 10 51-52 e-mail:oaj@ssj.sk		Z			9,30 11,00 12,30 14,00		9,00 10,00 11,00 12,00 13,00 14,00 15,00 16,00			9,30 11,00 12,30 14,00		Z	
Harmanecká jaskyňa 976 03 Dolný Harmanec 048/419 81 22 e-mail: harmanj@ssj.sk		Z 1.I. – 14.V.				10,00 11,30 13,00 14,30	10,00 11,00 12,00 13,00 14,00 15,00 16,00	10,00 11,00 12,00 13,00 14,00 15,00 16,00 17,00		10,00 11,30 13,00 14,30		Z	
Dobšinská ľadová jaskyňa 049 71 Dobšinská Ľadová Jaskyňa FAX 058/788 14 70 e-mail: dobslj@ssj.sk		Z 1.I. – 14.V.				9,30 11,00	9,00 10,00 11,00 12,00 13,00 14,00 15,00 16,00			Z			
Demänovská ľadová jaskyňa 031 01 Liptovský Mikuláš 044/554 81 70 e-mail: demladj@ssj.sk		Z 1.I. – 14.V.				12,30 14,00	9,00 10,00 11,00 12,00 13,00 14,00 15,00 16,00			9,30 11,00 12,30 14,00	Z		

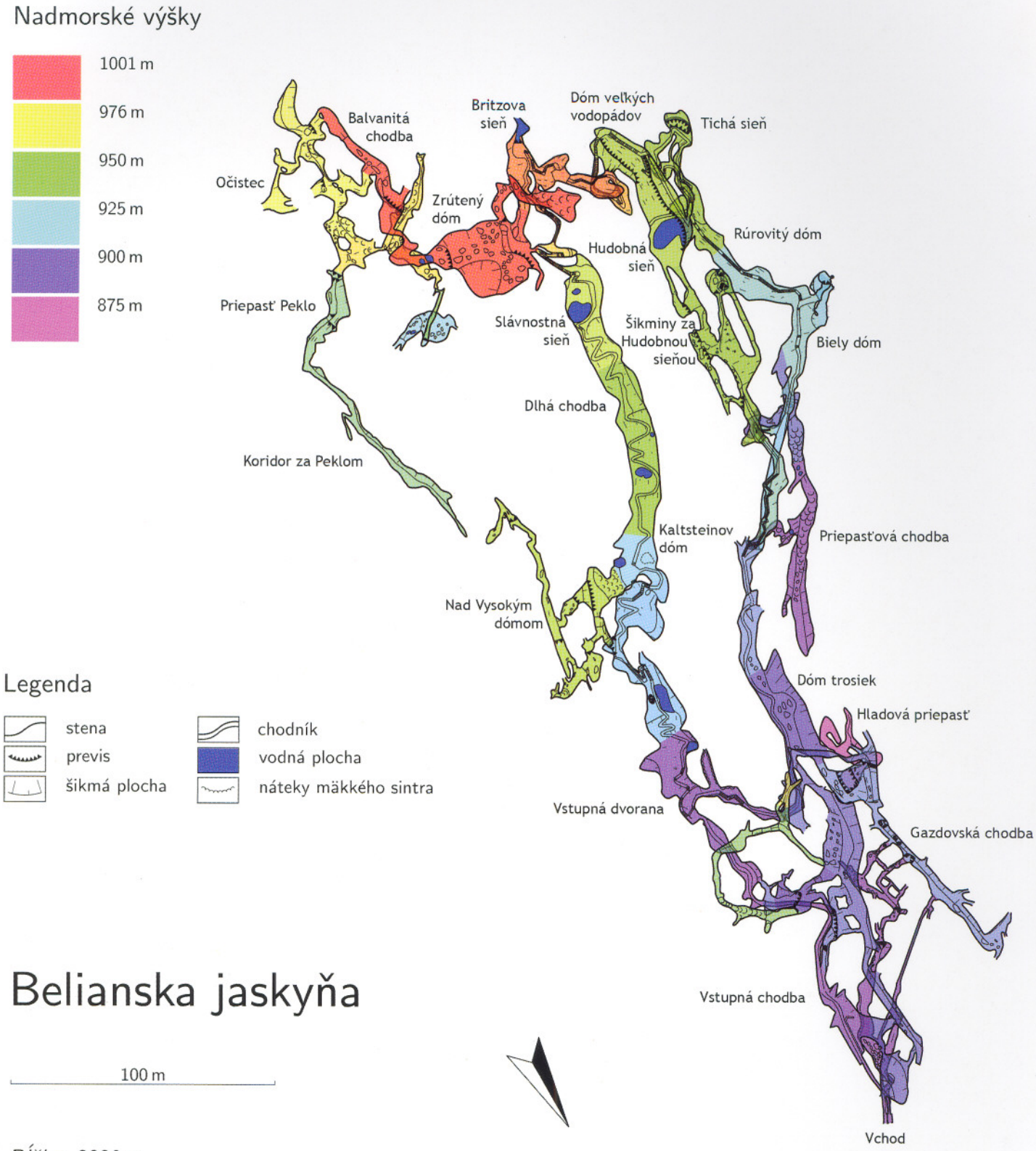
Z Jaskyňa je zatvorená, vrátane 24.XII., 25.XII., 26.XII., 1.I.

Pravidelný vstup sa uskutoční pri minimálnom počte 4 osôb.

Vstupy sa môžu z prevádzkových dôvodov uskutočniť na základe rozhodnutia správcu jaskyne aj medzi hodinami pravidelných vstupov.

Mimoriadny vstup sa môže uskutočniť na požiadanie návštevníkov po dohode so správcom jaskyne aj medzi hodinami pravidelných vstupov. Nesmie sa tým narušiť plynulosť prevádzky jaskyne a treba zaplatiť poplatok.

* Pri prevádzkovaní okruhu s plavbou sa okruh bez plavby realizuje len po dohode so správcom jaskyne. Nesmie sa tým narušiť plynulosť prevádzky jaskyne.



Belianska jaskyňa

Dĺžka: 3829 m

Prevýšenie: 168 m

Zamerali: Ľubomír Plučinský, Stanislav Pavlarčík, Ján Zibura, Ľubomír Matuška, Vladimír Fudaly, Jozef Leščák, Ján Adamjak, Richard Korál, Ľubomír Adamjak, Jožo Knapp, Juraj Sýkora, Igor Michlík, Richard Leščák, Maroš Plučinský, Martin Plučinský, Jozef Bachleda, Boris Leščák, Filip Michlík, Milan Vítkovský, Michal Grivalský, Martina Vadovská, Stanislava Pavlarčíková, Peter Kovalčík, František Krišanda, Milan Vdovjak, Marcel Kučera *1976 – 2007*

Kreslili: Maroš Plučinský, Ľubomír Plučinský *2006 – 2007*

Spracovanie: Therion digital cave maps

SSJ
INTERNATIONAL SHOW CAVES ASSOCIATION