

## ABSTRAKTY / ABSTRACTS

### 6. VEDECKÁ KONFERENCIA „VÝSKUM, VYUŽÍVANIE A OCHRANA JASKÝŇ“ 6<sup>TH</sup> SCIENTIFIC CONFERENCE "RESEARCH, USE AND PROTECTION OF CAVES"

#### GEOLÓGIA A PALEONTOLOGIA

#### KARST PHENOMENA IN THE RYCHLEBSKÉ MTS. (CZECH REPUBLIC) AND THEIR TECTONIC SETTING

Viola Altová<sup>1,2</sup> – Petra Štěpánčiková<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Faculty of Science, Charles University, Albertov 6, 128 43 Praha 2, Czech Republic; viola.altova@centrum.cz

<sup>2</sup> Institute of Rock Structure and Mechanics, v. v. i., Academy of Sciences of the Czech Republic, V Holešovičkách 41, 182 09 Praha 8, Czech Republic; stepancikova@irms.cas.cz

The karst phenomena in the Rychlebské Mountains have been developed in isolated stripes of crystalline limestone of the Branná group. Surficial karst phenomena are rather poor; there are some dolines in this area. But underground karst phenomena are more evolved. About sixty caves are known from this area. But the underground karst net is more developed than it is known. This fact is proved by many ponors and karst springs. Also tracer tests were carried out in this area.

A factor of great significance for evolution of karst is a tectonic setting. There are two very important tectonic failures. The first is Ramzová thrust fault in NE – SW direction and the other Sudetic Marginal Fault in NW – SE direction, which is one of the morphologically most prominent neotectonic structures in central Europe, separating the Sudeten Mountains from the Sudetic Foreland. Stripes of carbonates (elongated in NE – SW direction) are interrupted by many transversal fractures in sudetic (NW – SE) direction and divided into some substructures. Due to this fact and lithological characteristics of limestones are all karst phenomena sharply tectonically predisposed, mostly in NE – SW and NW – SE. The transversal failures are very important from hydrogeological point of view. They drain broad surroundings of crystalline rocks and conduct non-saturated groundwater into carbonates and accelerate karst process.

There were installed the deformometers TM71 directly across faults in two caves within the NW – SE striking Sudetic Marginal Fault (SMF) zone. Monitoring of present-day tectonic movements by this deformometers has revealed slow microdisplacements (hundredths to tenths of millimetres per year).

#### DATOVANIE VÝPLNÍ BELIANSKEJ JASKYNE: GEOCHRONOLOGICKÉ ZÁZNAMY JEJ GENÉZY

Pavel Bella<sup>1</sup> – Pavel Bosák<sup>2,7</sup> – Jerzy Głazek<sup>3</sup> –  
Helena Hercman<sup>4</sup> – Jaroslav Kadlec<sup>2</sup> – Ditta Kicińska<sup>3</sup> –  
Maryna Komar<sup>5</sup> – Martin Kučera<sup>6</sup> – Petr Pruner<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Správa slovenských jaskýň, Hodžova 11 031 01 Liptovský Mikuláš, Slovenská republika; bella@ssj.sk

<sup>2</sup> Geologický ústav AV ČR, Rozvojevá 135, 165 00 Praha 6, Česká republika; bosak@gli.cas.cz, kadlec@gli.cas.cz, pruner@gli.cas.cz

<sup>3</sup> Instytut Geologii, Uniwersytet im. A. Mickiewicza, ul. Maków Polnych 16, 61-606 Poznań, Polska; glazekj@amu.edu.pl, kicinska@amu.edu.pl

<sup>4</sup> Instytut Nauk Geologicznych PAV, ul. Twarda 51/55, 00-818 Warszawa, Polska; hhercman@twarda.pan.pl

<sup>5</sup> Institute of Geological Sciences, NASU, Gonchar Str. 55-B, 01054 Kyiv, Ukraine; makom@ukr.net

<sup>6</sup> Štátny geologický ústav Dionýza Štúra, Mlynská dolina 1, 817 04 Bratislava, Slovenská republika; kucera@gleology.sk

<sup>7</sup> Inštitút za raziskovanje krasa, ZRC SAZU, Titov trg 2, 6230 Postojna, Slovenia

Pozoruhodná morfológia podzemných priestorov Belianskej jaskyne, vo viacerých častiach ktorej dominujú mohutné stropné kupoly, koncom 90. rokov minulého storočia nastolila potrebu komplexnejšej rekonštrukcie jej genézy. V súčasnosti s revíziou geologickým a geomorfologickým výskumom (Pavlarčík, 2002; Bella a Pavlarčík, 2002) sa realizoval aj výskum sedimentov zameraný najmä na ich datovanie (Pruner et al., 2000; Pruner a Bosák, 2001) a výskyt ťažkých minerálov (Kicińska a Głazek, 2005). Na základe získaných poznatkov sa prehodnotili staršie názory na vznik jaskyne (Vitásek, 1931; Droppa, 1959; Lukniš, 1973 a iní) a rekonštruovali ďalšie zákonitosti jej viacfázovej a viacprocesovej genézy v kontexte geologicko-geomorfologického

vývoja okolitého územia, t. j. východnej časti Belianskych Tatier s príslušou časťou Spišskej Magury a Popradskej kotliny (Bella a Pavlarčík, 2002; Głazek et al., 2004; Bella et al., 2005). Následným datovaním ďalších sedimentov sa získali dôležité údaje na geochronológiu vývoja Belianskej jaskyne.

Morfológia viacerých častí zodpovedá hlbokofreatickému vývoju, pravdepodobne už pred vytvorením doliny Bielej, počas prvotného rozčleňovania zarovnaného povrchu nad jaskyňou vo výške 1080 m n. m. alebo dokonca aj pred jeho zarovnaním v jaskyni, ktorá dosahuje dĺžku 3641 m a výškový rozdiel 160 m (vo výške 865 – 1025 m n. m.), výrazne prevládajú tvary freatickej modelácie. Najvýraznejšie z nich sú korózne dómy a siene, resp. šikmé priestrané chodby nadobúdajúce rozmery domovitých a sieňovitých priestorov. Ich stropy sú rozčlenené vysoko zahĺbenými kupolami. Vyskytujú sa aj strmé rúrovité chodby vytvorené najmä pozdĺž medzivrstvových plôch. Vertikálnu členitosť jaskyne dotvára niekoľko priepastí. V dolnej i hornej časti jaskyne sú subhorizontálne úseky, ktoré sa vytvárali v nadväznosti na dlhodobejšie fázy stagnácie piezometrického povrchu podzemných vôd.

Na viacerých miestach jaskyne, vrátane šikmých chodieb, domov a siení so stropnými kupolami, sa zachovali jemnozrnné klastické sedimenty, najmä ílovité a menej piesčité. Dominantne, až 90 % sú tvorené dolomitom s 9 % prímiesou muskovitu (Głazek et al., 2004; Hlaváč et al., 2004; Kicińska a Głazek, 2005). Pôvodne tieto sedimenty do značnej miery vyplňovali podzemné priestory. Väčšinou predstavujú nepremiestnené alebo preplavené rezidúá, ktoré sa vytvorili selektívnym rozpúšťaním karbonátových hornín rady vápenc – dolomit a usadili sa v stagnujúcom vodnom prostredí (Hlaváč et al., 2004). Dolomity sa vyskytujú v horných častiach jaskyne nad gutensteinskými vápencami (Pavlarčík, 2002). Ojedinelé alochtónne úlomky slienitých vápencov a slieňov sa do jaskyne splavili v čase, keď tieto horniny vystupovali na povrchu v okolí Kobylieho vrchu (Droppa, 1959), prípadne sa neskôr redponovali z bývalých vyššie situovaných krasových depresií alebo dutín. Sedimenty boli z veľkej sčasti vyplavené počas mladších vývojových etáp jaskyne v epifreatickom, a najmä vo vadnoznom režime.

Paleomagnetická analýza jemnozrnných sedimentov štyroch profilov identifikovala striedanie normálne a inverzne magnetizovaných zón. Usporiadanie zistených magnetozón svedčí o veku vyššom ako 1,77 Ma (horná hranica epochy Olduvai), nie je vylúčená príslušnosť až k epoche Gilbert (cca 4,18 – 6,15 Ma; Pruner a kol., 2000; Pruner a Bosák, 2001). Numerické datovanie sintrových kôr vytvorených na povrchu niektorých profilov ukazuje vek vyšší ako 350 ka a aj vyšší ako 1,25 Ma (Bosák et al., 2004). Palynologická analýza týchto sintrov preukázala spodnopliocénny vek palynosppektier. Subaerické sintrové kóry uložené na výrazne erodovaných jemnozrnných klastických sedimentoch majú vek okolo 4 – 5 Ma. Podložné klastické sedimenty musia byť staršie, pravdepodobne miocénneho veku, čo zodpovedá aj interpretácii paleomagnetických dát.

Morfológia podzemných priestorov i vysoký vek ich výplní indukujú, že Belianska jaskyňa je hypogénnou jaskyňou (*sensu* Klimchouk, 2007), ktorá sa vyvíjala v odlišných geomorfologických a hydrogeologických podmienkach, aké sa pozorujú v súčasnosti. Predpokladáme, že vody hlbinného pôvodu vystupovali pozdĺž podtatransko-ružbaškého zlomu (Głazek et al., 2004; Bella et al., 2005) aktivovaného počas tektonického výzdvihu Tatier, ktorý sa začal pred 10 – 15 mil. rokov (Král, 1977; Kováč et al., 1994). Predtým oblasť Tatier pokrývali hrubé súvrstvia zlepcov, pieskovcov a ílovcov, ktoré sedimentovali v kolapsových panvách za čelom karpatského orogénu počas eocénu, oligocénu i raného miocénu (Soták a Starek, 1999). Ich celková mocnosť sa odhaduje na 1600 m (Janočko a Jacko, 1999).

Horninový komplex východnej časti Belianskych Tatier je poznačený polydeformačným vývojom. Po severovergentnom násune cez tatrikum sa pretvoril transpresno-transtenznou neogénnou tektonikou, ktorá v niektorých procesoch je aktívna aj v súčasnosti (napr. Bezák et al., 1993; Kováč et al., 1994). Severný okraj Tatier, ktorý ešte stále čiastočne prekrývajú paleogénne horniny, má na povrchu charakter flexúry, avšak v hlbších polohách nadobúda pravdepodobne tiež zlomový charakter (Bezák et al., 1993). Podobne výšková diferenciácia svahu medzi Faixovou poľanou a Kobylím vrchom sa vysvetľuje tektonicky popaleogénnou flexúrou (Pavlarčík, 2002).

Významnú úlohu na nožnej tektonickej predispozícii i genéze Belianskej jaskyne zohráva podtatransko-ružbašký zlom a s ním viazané zlomovo-puklinové systémy. Pozdĺž zlomových plôch, najmä v tlakových tienoch mohla migrovať voda, ktorá vplývala na vznik a vývoj podzemných priestorov. Z nameraných štruktúrnych údajov v jaskyni a jej okolí najpočetnejšia je monogenetická skupina diskontinuit smeru SV – JZ s generálnym sklonom 60° na JV, ku ktorej možno pridružiť druhú skupinu diskontinuit rovnakého smeru s plytkejším 30° sklonom taktiež na JV. Obydve skupiny diskontinuit sú geneticky späté s podtatransko-ružbašským zlomom, avšak vznikli v rozdielnych tektonických režimoch. Zdokumentovali sa aj ďalšie monogenetické skupiny diskontinuit extenzného i kompresného režimu.

Geologická stavba štruktúry karbonátov Bujáčieho vrchu vytvára podmienky na prestupovanie častí podzemných vôd pod fľyšové sedimenty paleogénu Spišskej Magury a Popradskej kotliny, pod ktorými sa ponárajú

triasové karbonáty. Karbonáty štruktúry Bujačieho vrchu zrejme predstavujú infiltračnú oblasť pre minerálne vody ružbašskej zriedlovej štruktúry na úpätí Spišskej Magury (Maheľ, 1952; Hanzel, 1992), vo vzdialenosti asi 20 km severovýchodne od Belianskej jaskyne.

Hypogénná fáza vývoja Belianskej jaskyne zodpovedá perióde medzi zaktivovaním podtatransko-ružbašského zlomu v miocéne a usadením uvedených subaerických sintrových kór v spodnom pliocéne. Keďže horné kupolovité časti jaskyne sa končia slepo niekoľko desiatok metrov pod zarovnaným povrchom nad jaskyňou vytvoreným na vápencoch, vystupujúca a pravdepodobne mierne ohriata voda sa nedostávala až na povrch. V spodnom a strednom miocéne povrch nad jaskyňou nebol ešte zarovnaný, dokonca ani odhalený spod nadložných paleogénnych hornín. V najstarších neogénnych sedimentoch Oravsko-novotarskej kotliny (tortón, sarmat) nie sú korelátne sedimenty naplavené z rozrušovaných hornín mezozoika ani kryštalínika Tatier (Birkenmajer, 1952 in Lukniš, 1973). Počas sarmatu a panónu v Tatrách pokračovala denudácia, ktorá odstraňovala pokryv paleogénnych hornín, následne rozčlenila a znížila odhalený povrch (Lukniš, 1973).

V najstaršej vývojovej etape konzekutívnej doliny na svahoch Belianskych Tatier, neskôr prerušené mladšou Podtatranskou brázdou, pôvodne pokračovali dolinami zachovanými v západnej časti Spišskej Magury vyúsťujúcimi na sever (Košťálik, 1999). Zvyšky stredohorskej rovne (považovanej za panónsky zarovnaný povrch) predstavujú terajší centrálny chrbát Spišskej Magury, ktorý v jej západnej časti je vo výške 1100 – 1200 m n. m. (Lukniš, 1973; Košťálik, 1999). Zvyšky zarovňovania (považované za panónske), ktoré sú vo vrcholovej časti Belianskych Tatier, boli tektonicky vyzdvihnuté až do výšok 1850 – 2000 m n. m. (Lukniš, 1973).

Plošina Kobylieho vrchu (tektonicky nevyzdvihnutý a čiastočne zdenuovaný fragment panónskej stredohorskej rovne alebo fragment pontskej podstredohorskej rovne) zrezáva šikmo uložené vrstvy karbonátových hornín, ktoré sa na povrch odhalili po denudácii paleogénneho pokryvu. V čase vytvárania tejto pôvodne rozsiahlejšej plošiny alebo jej rozčleňovania zahlbovaním epigenetickej doliny Bielej na modeláciu jaskyne vplývali aj vody, ktoré do podzemia prenikali z povrchu a miešali sa s hlbšie cirkulujúcimi vodami. Horné, sčasti subhorizontálne časti Belianskej jaskyne (vo výške okolo 1000 – 1015 m n. m., 240 – 255 m nad súčasným dnom doliny), do ktorých zvrchu ústia pomerne úzke komínovité kanály, sú 65 – 80 m pod vrcholovou časťou Kobylieho vrchu. Poukazujú na určitú fázu stagnácie vtedajšieho piezometrického povrchu podzemných vôd v závislosti od pozície odvodňovacích kanálov viažucich sa na priľahlé úpätné zahĺbené formy georeliéfu, pričom intenzita korózie sa mohla zvyšovať následkom miešania atmosférických vôd presakujúcich z povrchu s vodami hlbinného pôvodu, ktoré mali inú teplotu i chemické zloženie.

V súvislosti s ďalším prehľbovaním doliny Bielej poklesávala hladina podzemnej vody, čo v jaskyni miestami dokladajú vodorovné zárezy vyhlbené v skalných stenách (Bella a Pavlarčík, 2002). V niektorých prípadoch však môže ísť o hladinové zárezy po okrajoch lokálnych visutých jazier, ktoré sa vytvorili upchaním odtokových kanálov sedimentmi. Na vývojovej fáze jaskyne, keď jej priestory boli úplne alebo čiastočne vyplnené viac-menej stagnujúcou vodou s akumuláciou jemných sedimentov, poukazujú korózne šikmé faceti, resp. *planes of repose* (pozri Lange, 1963; Kempe et al., 1975). Modeláciu niektorých častí jaskyne prúdiacou vodou dokladajú lastúrovňové jamky (scallops), ktoré však okrem hornej chodby v dolnej časti jaskyne sa vyskytujú viac-menej sporadicky. Priesaky a prítoky vadóznych vôd, zviazané s touto mladšou fázou vývoja okolitého terénu, podstatnou mierou remodelovali staršie jaskynné priestory.

Mierne šikmé až subhorizontálne úseky podzemných priestorov v okolí dolného vchodu do jaskyne sú vo výške 890 – 910 m n. m., t. j. 130 – 150 m nad terajším dnom doliny. Po jej stranách vo výškach 950 – 975 m n. m., miestami až do 1000 m n. m. sú na medzidolinových chrbtoch tzv. svahové odpočinky, ktoré pravdepodobne predstavujú zvyšky vrchnopliocénnej poriečnej rovne (Košťálik, 1999; Bella a Pavlarčík, 2002). Najnižšie známe časti Belianskej jaskyne sú vo vyššej pozícii ako sústava stredných a nízkych riečnych terás v dolnej časti doliny Bielej; vyššie terasy nie sú známe (Droppa, 1959; Lukniš, 1973; Košťálik, 1999).

V rámci rekonštrukcie vývoja georeliéfu poľských Tatier poriečnej rovni zodpovedá tzv. pridolinová úroveň, nad ktorou sa vo vyšších polohách zvyšuje podhorská a stredohorská úroveň, dokonca aj horská a štítová úroveň (Klimaszewski, 1996). Na rozhraní pliocénu a pleistocénu sa v nadväznosti na pridolinovú úroveň planície vytvorili fluviaľne modelované jaskyne, ktoré sú v relatívnych výškach 80 – 120 m nad súčasnými riečiskami dolín (Rudnicki, 1967; Glazek a Grodzicki, 1996). Rozdielne zahlbovanie dolín je dôsledkom nerovnakej intenzity tektonického výzdvihu Tatier na ich južnej a severnej strane (Michalík, 2004 a inš.).

Práce sa vykonali v rámci grantov Grantovej agentúry AV ČR č. IA-A300130701 (2007 – 2010) a IAA3013201 (2002 – 2005) a v rámci výskumného zámeru Geologického ústavu AV ČR, v. v. i., č. AV0Z30130516.

#### LITERATÚRA

- BELLA, P. – BOSÁK, P. – GLAZEK, J. – HERCMAN, H. – KICIŇSKÁ, D. – NOWICKI, T., PAVLARČÍK, S. – PRUNER, P. 2005. *The antiquity of the famous Belianska Cave (Slovakia). 14<sup>th</sup> International Congress of Speleology, Athens-Kalamos. Final Programme & Abstract Book*, 144–145.
- BELLA, P. – PAVLARČÍK, S. 2002. *Morfológia a problémy genézy Belianskej jaskyne. In Bella, P. Ed. Výskum, využívanie a ochrana jaskýň, 3. Zborník referátov z vedeckej konferencie, Liptovský Mikuláš*, 22–35.
- BEZÁK, V., MELLO, J., NEMČOK, J., REICHWALDER, P. 1993. *Tektonika. In Nemčok, J. Ed. Vysvetlivky ku geologickej mape Tatier 1:50 000. ŠGÚDŠ, Bratislava*, 99–146.
- BOSÁK, P. – PRUNER, P. – KADLEC, J. – GLAZEK, J. – HERCMAN, H. – PAVLARČÍK, S. – BELLA, P. 2002. *Belianská Cave: origin and evolution. Annual Report 2001, Institute of Geology AS CR*, 46. Praha.
- BOSÁK, P. – PRUNER, P. – KADLEC, J. – HERCMAN, H. – SCHNABL, P. 2004. *Paleomagnetický výskum sedimentárných výplní vybraných jaskýň na Slovensku. Etapová zpráva č. 4. MS, Geol. úst. AV ČR pro Správu slovenských jaskýň*, 405 s.
- DROPPA, A. 1959. *Belanská jaskyňa a jej kras. Šport, Bratislava*, 136 s.
- GLAZEK, J. – BELLA, P. – BOSÁK, P. – HERCMAN, H. – PRUNER, P. 2004. *Geneza i wiek Jaskini Bielskiej. Materiały 38. Sympozjum Speleologicznego, Sekcja Speleologiczna PTP, Zakopane*, 41–42.
- GLAZEK, J., GRODZICKI, J. 1996. *Kras i jaskinie. In Mirek, Z., Ed. Przyroda Tatrzańskiego parku narodowego. Kraków – Zakopane*, 139–168.
- HANZEL, V. 1992. *Hydrogeológia Belianskych Tatier a severných svahov Vysokých Tatier. Západné Karpaty, séria hydrogeológia a inžinierska geológia*, 10, 7–51.
- HLAVÁČ, J., ZIMÁK, J., ŠTELCL, J. 2004. *„Jaskynní hlíny“ zprístupněných jaskýň Nízkých a Belianských Tater. In Bella, P. Ed. Výskum, využívanie a ochrana jaskýň, 4. Zborník referátov z vedeckej konferencie, Liptovský Mikuláš*, 89–94.
- JANOČKO, J. – JACKO, S. 1999. *Evolution of the Central Carpathian Paleogene Basin in the Spišská Magura region, Slovakia. Geologica Carpathica*, 50, special issue, 36–37.
- KEMPE, S. – BRANDT, A. – SEEGER, M. – VLADI, F. 1975. *“Facetten” and “Laugdecken”, the typical morphology of caves developing in standing water. Annales de Speleology*, 30, 4, 705–708.
- KUMASZEWSKI, M. 1996. *Geomorfologia. In Mirek, Z. Ed. Przyroda Tatrzańskiego parku narodowego. Kraków – Zakopane*, 97–124.
- KUMICHOV, A. 2007. *Hypogene Speleogenesis: Hydrological and Morphogenetic Perspective. Nat. Cave Karst Res. Inst., Spec. Pap.*, 1, 1–106. Carlsbad, NM.
- KOVÁČ, M. – KRÁL, J. – MÁRTON, E. – PLAŠENKA, D. – UHER, P. 1994. *Alpine uplift history of the Central Western Carpathians: geochronological, paleomagnetic, sedimentary and structural data. Geologica Carpathica*, 45, 2, 83–96.
- KRÁL, J. 1977. *Fission track ages of apatites from some granitoid rocks in West Carpathians. Geologica Carpathica*, 28, 2, 267–276.
- KICIŇSKÁ, D. – GLAZEK, J. 2005. *Minerály ciezkie w osadach Jaskini Bielskiej. Materiały 39. Sympozjum Speleologicznego, Sekcja Speleologiczna PTP, Starbienio*, 34.
- KOŠTÁLIK, J. 1999. *Spišská Magura. Geológia, reliéf, geoeológia. Prírodovedecká fakulta UPJŠ, Košice*, 156 s.
- LANGE, A. 1963. *Planes of repose in caves. Cave Notes*, 5, 6, 41–48.
- LUKNIŠ, M., 1973. *Reliéf Vysokých Tatier a ich predpolia. SAV, Bratislava*, 375 s.
- MAHEĽ, M., 1952. *Minerálne pramene Slovenska so zreteľom na geologickú stavbu. Práce ŠGÚ 27, Bratislava*, 84 s.
- MICHALÍK, J. 2004. *Geologická stavba, zloženie a vývoj Tatier – prehľad novších poznatkov. Štúdie o Tatranskom národnom parku*, 7 (40), 125–132.
- PAVLARČÍK, S. 2002. *Geologické pomery východnej časti Belianskych Tatier a ich vplyv na vývoj Belianskej jaskyne. In Bella, P. Ed. Výskum, využívanie a ochrana jaskýň, 3. Zborník referátov z vedeckej konferencie, Liptovský Mikuláš*, 15–21.
- PRUNER, P. – BOSÁK, P. 2001. *Palaeomagnetic and magnetostratigraphic research of cave sediments: theoretical approach, and examples from Slovenia and Slovakia. Proceedings, 13<sup>th</sup> International Congress of Speleology, vol. 1, Brasília*, 94–97.
- PRUNER, P. – BOSÁK, P. – KADLEC, J. – VĚNHODOVÁ, D. – BELLA, P. 2000. *Paleomagnetický výskum sedimentárných výplní vybraných jaskýň na Slovensku. In Bella, P. Ed. Výskum, ochrana a využívanie jaskýň, 2. Zborník referátov, Liptovský Mikuláš*, 13–25.
- RUDNICKI, J. 1967. *Geneza i wiek jaskiń Tatr Zachodnich. Acta Geologica Polonica*, 17, 4, 521–591.
- SEKYRA, J. 1954. *Velehorský kras Bělských Tater. ČSAV, Praha*, 141 s.
- VITÁSEK, F. 1929. *Stopy starých ledovců v Bělských Tatrách. Spisy Tatrské komise odboru Československé společnosti zeměpisné, Řada A/3, 1, Brno*, 3–16.
- VITÁSEK, F. 1931. *Fysický zeměpis Tater. Sbíрка „Naše Taty“*, Praha, 15–215.

## MICROMOVEMENTS MONITORING IN THE WESTERN SLOVAKIA CAVES

Miloš Briestenský

Charles University in Prague, Faculty of Science, Department of Physical Geography and Geoecology, Albertov 6, 128 43 Praha 2, Czech Republic; milos.b@post.sk

During last three years department of Engineering geology of the Rock Structure and Mechanic AS CR, v.v.i. began to monitor a micromovements in six selected caves of the Western Slovakia region. The caves were chosen due to their close location to significant earthquake-prone fault structures affecting in their direction passages development and fresh sinter brakes as well. On purpose to observe the recent displacements, we used TM71 extensometric gauges developed by colleague B. Košťák at our department. Existing results, obtained from nine gauges, discovered sensitivity of the cave systems to recent stress changes. Moreover, displacement trends around 0.1 mm per year were registered as well. Such movements are significant for instance in Driny Cave (Smolenice karst), the most known show cave in the area, where fresh sinter breaks extensively occur. There were observed vertical and horizontal displacements gained by all three gauges installed here. Maximal vertical displacement of 0.4 mm was registered in a northwestern part across

NE-SW trending fault, meanwhile the minimal vertical movements were observed in an eastern cave part. In addition, all NE-SW and NW-SE trending faults show strike-slip displacement trends of 0.1 mm per year max.

Other five studied localities included in the extensometric net are: Cave Sedmička (Borinka karst), Čachtická Cave (Čachtice karst), Plavecká Cave (Plavecký karst), Cave Slopy and Zbojnická Cave (Dobrá Voda karst). They also exhibit recent movements across faults crossing the cave systems and reflect present-day stress changes.

## PALEOKRASOVÉ PERIÓDY A FÁZY V SLOVENSKOM KRASE

Ludovít Gaál

*Správa slovenských jaskýň – pracovisko Rimavská Sobota, Železničná 31,  
979 01 Rimavská Sobota, Slovenská republika; gaal@ssj.sk*

Zložité geodynamický vývoj územia Slovenského krasu poskytol vhodné podmienky na viacetapové krasové zvetrávanie. Najstaršou krasovou periódou je liasová a je reprezentovaná abráznou dutinou s výplňou hierlatzkých vápenčov medzi obcami Bretka a Meliata. Nasledujúca, kriedová perióda je rozdelená na spodnokriedovú a vrchnokriedovú fázu. Počas prvej fázy pravdepodobne nastala krasová denudácia značnej časti vrchnotriasových a jurských vápenčov v priebehu štruktúrneho rozčlenenia karbonátovej platformy, kým v druhej, vrchnokriedovej fáze, sa po násune silického príkrovu vytvorili jaskyne a krasové dutiny, ktoré sa následne vyplnili piesčitými a siltovými sedimentmi. Sú známe z lokalít Gombasek, Hostovce a Včeláre. Celkové trvanie kriedovej periódy predpokladáme na 47 mil. rokov. Posledná, kenozoická perióda sa rozčleňuje na paleogénnu (30 mil. rokov) a spodnomiocénnu (7 mil. rokov) fázu s plytkým krasom, ďalej na pontsko-pliocénnu fázu s trvaním 5 mil. rokov so vznikom vertikálnych jaskýň a následným zaštrkovatím riečnych dolín i niektorých jaskýň a nakoniec na kvartérnu fázu s formovaním súčasného krasu.

## CAVE DEVELOPMENT INFLUENCED BY HYDROCARBON OXIDATION: AN EXAMPLE FROM THE POLISH TATRA MTS.

Michał Gradziński<sup>1</sup> – Marek Duliński<sup>2</sup> – Helena Hercman<sup>3</sup> –  
Michał Żywiecki<sup>4</sup> – Janusz Baryła<sup>5</sup>

<sup>1</sup> *Institute of Geological Sciences, Jagiellonian University, Oleandry 2a,  
30-063 Kraków, Poland; Gradzinm@geos.ing.uj.edu.pl*

<sup>2</sup> *Faculty of Physics and Nuclear Techniques, University of Mining and  
Metallurgy, Al. Mickiewicza 30, 30-059 Krakow, Poland;  
dulinski@novell.ftj.agh.edu.pl*

<sup>3</sup> *Institute of Geological Science, Polish Academy of Sciences, Twarda 51/55,  
00-818 Warszawa, Poland; hhercman@twarda.pan.pl*

<sup>4</sup> *Institute of Geochemistry, Mineralogy and Petrology, Faculty of Geology,  
Warsaw University, Żwirki i Wigury 93, 02-089 Warszawa, Poland;  
m.m.zywiecki@uw.edu.pl*

<sup>5</sup> *Caving Section of Kraków Mountaineering Club, Pędzichów 11/10a,  
31-156 Kraków, Poland*

The development of caves influenced by the deep circulation of water has received increasing interest for last thirty years. Such type of caves is called as deep-seated caves, hypogene caves or artesian caves. Deeply circulating waters are characterized by elevated temperature and different chemical composition from meteoric water, which results in its aggressiveness against carbonate rocks, and thus influences the rate of karstification. Several reasons governing the aggressiveness of deeply circulating waters against carbonate rocks have been postulated up to now, as for example presence of CO<sub>2</sub> derived during decarboxylation of carbonate rocks in the lower mantle or connected with igneous processes and activity of other reagents, mainly H<sub>2</sub>S (Ford and Williams, 1989; Klimchouk, 2000 and references quoted herein). Bearing in mind that active hypogene karst systems are inaccessible for direct examination the only way to study origin of such caves is basing on the research of their inactive counterparts.

Bac-Moszaszwili and Rudnicki (1978) after analyzing geological situation of Dziura cave (Polish Tatra Mts.) and the cupolas in cave ceiling have claimed that the cave originated owing to the ascending circulation of hot water. Dziura Wyżnia cave, located several metres over Dziura in the same rock cliff, is of similar origin. In the latter cave huge crystals of calcite spar have been found (Baryła et al., 2004). Distribution of the crystals shows that they grow during the primary, phreatic stage of cave development. Thus, the crystals can shed new light on the primary condition of the cave origin.

Analyses of the stable isotope composition of the crystals prove that successive growth zones originated in different conditions. The values of δ<sup>13</sup>C increase systematically upwards, that is towards the youngest growth zone, starting from values as low as -28.83 ‰ (vs. V-PDB). Such a low value strongly suggests origin of carbonates due to CO<sub>2</sub> generated by anaerobic or aerobic

oxidation of methane (see Machel et al., 1995; Boles et al., 2004). Hence, one can state that the growing crystals in Dziura Wyżnia cave were fed by carbonate molecules (CO<sub>2</sub> and HCO<sub>3</sub>) genetically connected with methane. It is in line with inclusion analyses, which show the trend in crystallization temperature of subsequent zones of the crystals and chemistry of their parent fluids. At the beginning the temperature grew up to ca. 300 °C, which is associated with the presence of the liquid hydrocarbons in the inclusions. Subsequently the temperature rapidly decreased and oscillated between 162 °C and 174 °C. The lower growth zones are also characterized by the highest concentration of dissolved salts in inclusion water.

The facts listed above suggest that the parent solutions were composed of two components mixing in different ratios: (i) component of deep origin containing the carbonate molecules originated during oxidation of methane and, in some stages, also liquid hydrocarbons, and (ii) component of shallow origin which chemical and isotopic characteristics may have been related to meteoric water. The trend of the stable isotopes coupled with the temperature changes record decreasing influence of the former component during the crystal growth accompanied by the transformation of the chemical and isotopic characteristics of this component. The transformation exhibits domination of methane at the beginning and subsequent increase of temperature and occurrence of the liquid hydrocarbons. Such sequence is comparable with sequence of hydrocarbon migration (see Magoon and Dowe, 1994).

The CO<sub>2</sub> derived from methane oxidation played the crucial role in the origin of Dziura Wyżnia and Dziura caves. The oxidation was driven by mixing of the above defined two components, i.e., the deeply circulating fluids and meteoric waters. The methane oxidation generates isotopically light CO<sub>2</sub>, which governs the aggressiveness of water against carbonate rocks. This in turn led to creation of karst caves in the mixing zones of the both components. Bearing in mind the common occurrence of methane and its capacity to migrate the above conclusion have widespread implication. Similar mechanism may be responsible for creation of other hypogene caves all around the world.

### REFERENCES

- BAC-MOSZASZWILI, M. – RUDNICKI, J. 1978. O możliwości hydrotermalnej genezy jaskini Dziura w Tatrach. *Kras i Speleologia*, 2: 84–89.
- BARYŁA, J. – GRADZIŃSKI, M. – DULIŃSKI, M. – HERCMAN, H. 2004. Geneza i rozwój jaskiń w Dolinie ku Dziurze na podstawie obserwacji z Dziury Wyżniej. In Gradziński, M. – Szelerewicz, M. Eds. *Materiały 38. Sympozjum Speleologicznego, Zakopane*, 7 – 10. 10. 2004. Sekcja Speleologiczna PTP, Kraków, p. 36.
- BOLES, J. R. – EICHHUBEL, P. – GARVEN, G. – CHEN, J. 2004. Evolution of a hydrocarbon migration pathway along basin-bounding faults: Evidence from fault cement. *American Association of Petroleum Geologists Bulletin*, 88: 947–970.
- FORD, D. C. – WILLIAMS, P. W. 1989. *Karst Geomorphology and Hydrology*. Unwin Hyman, Boston, 601 pp.
- KLIMCHOUK, A. 2000. Speleogenesis under deep-seated and confined settings. In Klimchouk, A. – Ford, D. C. – Palmer, A. N. – Dreybrodt, W. Eds. *Speleogenesis. Evolution of Karst Aquifers*. National Speleological Society, Huntsville, pp. 244–260.
- MACHEL, H. G. – KROUSEM H. R. – SASSEN, R. 1995. Products and distinguishing criteria of bacterial and thermochemical sulfate reduction. *Applied Geochemistry*, 10: 373–389.
- MAGOON, L. B. – DOW, W. G. Eds. 1994. *The petroleum system from source to trap*. American Association of Petroleum Geologists, Memoire, 60: 1–655.

## RECENT MOVEMENTS ALONG TECTONIC FAILURES IN ZÁPADNÍ CAVE (JEŠTĚD RIDGE, NORTHERN BOHEMIA)

Nikola Jurková<sup>1,2</sup> – Miloš Briestenský<sup>1,2</sup>

<sup>1</sup> *Institute of Rock Structure and Mechanics, v. v. i., Academy of Sciences of  
the Czech Republic, V Holešovičkách 41, 182 09 Praha 8, Czech Republic;  
jurkova@irms.cas.cz, milos.b@post.sk*

<sup>2</sup> *Charles University in Prague, Faculty of Science, Department of Physical  
Geography and Geoecology, Albertov 6, 128 43 Praha 2,  
Czech Republic; nikola.jurkova@centrum.cz, milos.b@post.sk*

The studied Západní Cave, located 10 kilometers west from Liberec, is developed in slightly metamorphosed limestone and partly in crystalline schist (Upper Devonian) of the Ještěd Crystalline Complex. Development of this cave is connected with the closely located Lusatian Thrust, which began to be active during Tertiary and its activity is supposed until now. Moreover, the cave passages were predisposed by WSW – ENE and NNW – SSE trending fault systems as well as by bedding planes. Within our research, we have studied fresh speleothemes breaks that occur along both of these significant faults. Along the WSW – ENE trending passage measurements showed about 0.3 mm dextral strike-slip displacements and along NNW – SSE trending passage sinistral strike-slip displacements of 0.4 – 0.5 mm. Therefore, computed maximal stress orientation has direction in WNW. Due to these results, our Institute has installed two extensometric gauges TM71 across both fault structures to observe next stress changes in the selected cave.

## ŠTRUKTÚRNO-TEKTONICKÉ POMERY BELIANSKEJ JASKYNE

Martin Kučera

Štátny geologický ústav D. Štúra, Mlynská dolina 1, 817 04 Bratislava,  
Slovenská republika; kucera@geology.sk

Terénnym štruktúrnym mapovaním Belianskej jaskyne sme získali početnú vzorku údajov odrážajúcu tektonický vývoj horninového prostredia, v ktorom sa jaskyňa nachádza. Na základe orientácie smeru sklonu a úklonu porúch sme polygenetickú skupinu diskontinuit rozdelili na jednotlivé monogenetické skupiny. Po odstránení vrstevnatosti bolo možné identifikovať päť monogenetických skupín diskontinuit. Jednoznačne najpočetnejšie zastúpená skupina diskontinuit poklesového charakteru orientácie SV – JZ so sklonom na JV veľmi dobre vyhovuje priebehu podtatransko-ružbašského zlomu. So spomenutým zlomom sa viaže aj druhá skupina diskontinuit rovnakej orientácie, avšak s plytkším úklonom plôch prešmykového charakteru, vzniknutá pri inej napäťovej situácii. Tretia skupina porúch sa vyznačuje väčšou variabilitou smerov sklonu a úklonu vyhovujúca poklesovým štruktúram, vznikajúcim v extenznom tektonickom režime smeru S – J. Štvrtá monogenetická skupina diskontinuit poukazuje na extenzný tektonický režim smeru VJV – ZSZ. Piatu monogenetickú skupinu konjugovaných diskontinuit smeru SV – JZ s veľmi dobrou ortorombickou symetriou možno pokladať za smerne posuvný systém. Stredom párového systému prechádza hlavná kompresná paleonapätová os. V celom priebehu jaskynných priestorov dobre badať vrstevnatosť so smerom sklonu na V. Plochy vrstevnatosti sú nápadne korodované, čo sa morfológicky prejavuje rôznorodými vyhlbeninami a medzivrstevných škárah.

## KLASTICKÉ SEDIMENTY V JASKYNI OKNO, DEMÄNOVSKÁ DOLINA

Jozef Psotka

Slovenské múzeum ochrany prírody a jaskyniarstva – pracovisko Košice,  
Dumberska 26, 040 01 Košice, Slovenská republika; jozef.psotka@post.sk

Jaskyňa Okno na pravej strane Demänovskej doliny dosahuje dĺžku 2570 m pri denivelácii 110,4 m. Vchod leží vo výške 915 m n. m. Jaskyňa pozostáva z dvoch častí s odlišným vývojom. Tzv. „staré Okno“ predstavuje výverová horizontálna chodba s dĺžkou okolo 900 m a s relatívne jednoduchým priebehom. Druhá časť jaskyne tvorí zložitý labyrint klesajúcich chodieb a meandrov vytvorených ponorným paleotokom. Klastické sedimenty v starom Okne sú zastúpené hrubozrnnými štrkmi zloženými prevažne z granitoidných hornín, jemnozrnné frakcie predstavujú piesky a laminované kaly. Najrozšírenejšou sedimentárnou textúrou je imbrikácia klastov, medzi štruktúrami prevláda paralelná laminácia, „cut-and-fill“ štruktúry, hrubé horizontálne zvrstvenie atď. V odkryvoch klastických sedimentov sú uložené aj sintrové kôry. V klastických sedimentoch „nového Okna“ prevládajú piesčité náplavy nad hrubozrnnými štrkovými frakciami. Relikty fluvialných sedimentov tu nachádzame pricementované v bočných výklenkoch a pri stropoch chodieb. Miestami sa vyskytujú relikty visutých sintrových kôr svedčiace o pôvodnom zasedimentovaní niektorých úsekov. Relatívne najmladšími klastikami sú sedimenty rozpadu neopracované tečúcou vodou.

## JASKYNE MURÁNSKEJ PLANINY S NÁLEZMI JASKYNNÝCH MEDVEĎOV

Lukáš Vlček

Správa slovenských jaskýň, Hodžova 11, 031 01 Liptovský Mikuláš,  
Slovenská republika; vlcek@ssj.sk

Na území Muránskej planiny na strednom Slovensku boli pozostatky jaskynných medveďov (*Ursus spelaeus* ROSENMÜLLER, 1794) objavené zatiaľ v štyroch jaskyniach – Maši, Teplici, Čertovej jaskyni a Rysom hniezde. Nález z jaskyne Maša v doline Furmanca z roku 1853 predstavoval presne neurčený počet kostí jaskynného medveďa, spolu s pozostatkami jaskynnej hyeny (*Crocutta spelaea* GOLDFUSS, 1823). V Čertovej jaskyni v Čertovej doline sa v roku 2000 našiel len jeden zub jaskynného medveďa, v jaskyni Rysie hniezdo na Hradovej v roku 2007 niekoľko fragmentov kostí a zubov a dva polámané očné zuby. Najbohatším náleziskom kostí jaskynného medveďa na Muránskej planine je jaskyňa Teplica v doline Furmanca, v ktorej sa v roku 2005 odobralo 211 fosilných zvyškov a paleontologicky analyzovalo 122 náleзов. Všetko nasvedčuje tomu, že kosti z Teplice patrili najmenej trom až piatim jedincom druhu *Ursus spelaeus* ROSENMÜLLER, 1794).

Na Slovensku je dosiaľ známych viac než 50 jaskýň s nálezmi pozostatkov jaskynných medveďov (Sabol, 2000, 2001). V oblasti Spišsko-gemerského krasu sa doteraz uvádzali len nálezy z jaskýň Medvedia a Psie diery a z okolia Hrabušic a Spišských Tomášoviec v Slovenskom raji. Avšak aj južnejšie položené územie Muránskej planiny a jeho jaskyne boli refúgiom pleistocénej fauny, ktorej pozostatky sa našli vo viacerých jaskyniach, napr. mamutí zub v jaskyni

Bobačka (Vlček a Hutka, 2005), kostry údajne ôsmich vlkov v jaskyni Michňová (Kámen, 1952), kosti a zuby jaskynnej hyeny v jaskyni Maša (Anonym., 1858; Primicz, 1890). Vo viacerých jaskyniach sa našli aj pozostatky jaskynných medveďov. Žiadna z týchto lokalít však dlho nebola dodatočne paleontologicky preverená a zmienky o nich sa nachádzali v pomerne nedostupnej literatúre, preto tieto jaskyne neboli zaradené ani do jednej zo sumarizačných prác o výskytoch jaskynných medveďov na Slovensku (Schmidt, 1970; Sabol, 2001).

V minulosti sa opisovali nálezy kostí medveďa jaskynného z jaskyne Maša v ústí doliny Furmanec v bezprostrednej blízkosti mesta Tisovec (Anonym., 1858; Primicz, 1890). Lokalita Maša sa nachádza vo výške 420 m n. m. a predstavuje veľkú kavernu, nafašanú počas výstavby privádzacej vodnej štólne pre chladenie plášťa vysokej pece železiarskej hutvy v Tisovci v rokoch 1855 – 1857 (Čipka a Vojtko, 1998). Podľa Bieneka (1965) fosílie objavil geológ E. Fötterle už v roku 1853. Objav jaskyne sa spomína v roku 1858 v Národných novinách v súvislosti s prednáškou E. Suesza, ktorý skúmal práve paleontologické nálezy z jaskyne (Anonym., 1858). Podľa autora článku sa v jaskyni našla vrchná časť lebky a dve spodné čeľuste medveďa jaskynného. Kostí sa našli v sedimentoch na dne kaverny, spolu s kosťami hyeny jaskynnej (*Crocutta spelaea* GOLDFUSS, 1823) a ďalších zvierat. O náleze neskôr v krátkosti informuje správa G. Primicza (1890). Maša dlho predstavovala jediné nálezisko pozostatkov medveďa jaskynného v tejto oblasti. O podmienkach ich uloženia v jaskyni sa nezachovali žiadne dôkazy.

Jaskyňa Teplica sa nachádza v pravostrannej bočnej dolinke doliny Furmanec v nadmorskej výške 470 m. Jaskyňa tvorí výverovú zónu rozsiahleho podzemného systému Suché doly – Teplica. Po preplávaní prvého sífónu vyvieracky Teplica a objavení rovnomennej jaskyne v roku 1973 v krátkosti informoval o prítomnosti kostí v jednej z chodieb jaskyne T. Sasvári (Sasvári, 1974). Nález v jaskyni Teplica našiel ohlas aj v dobovej tlači, krátka zmienka bola publikovaná napr. v novinách Smena (Bombová, 1974). Sasvári (1974) kosti podmienične priradil druhu *Ursus spelaeus*. V roku 2004 sa v jaskyni Teplica našli ďalšie fosilné zvyšky medveďov jaskynných. Bohaté nálezisko, ktoré sa objavilo pri prieskume jaskyne, je na území Muránskej planiny jedinečné. Paleontologické vyhodnotenie nálezu z „Medvedej chodby“ (Sasvári, 1974), obohateného o vzorky z ďalších miest v jaskyni, bolo predmetom príspevkov (Vlček et al., 2005; Vlček a Sabol, 2006). Z povrchu sedimentov sa odobralo 211 vzoriek a následnou morfometrickou analýzou 122 z nich sa potvrdila príslušnosť k rodu *Ursus spelaeus* ROSENMÜLLER, 1794. Zvyšok tvorili bližšie neurčené nálezy kostí, resp. fragmenty dlhých kostí končatín. Z kraniálnej kostry sa našli fragmenty minimálne troch lebiek a dvoch sánok aj s denticiou. Ako ukázala analýza zachovaných zubov aj kostrových zvyškov, minimálne jedna lebka patrila dospelému jedincovi a minimálne dve lebky patrili juvenilným jedincom starším ako 1 rok. Denticia sánok poukazuje na prítomnosť staršej, možno až senilnej samice. Kostí boli na miesto uloženia transportované vodným tokom, prúdiacim z dnes neznámych a sedimentmi vyplnených chodieb v masíve Suchých dolov.

Čertova jaskyňa sa nachádza v ľavostrannej dolinke doliny Furmanec, v jej severnom ukončení, asi 8 km od jaskyne Teplica. Nadmorská výška vchodu jaskyne je 650 m. Jaskyňa ústí na povrch pomerne veľkým portálom a voľne pokračuje priamou rozmernou chodbou do masívu Kučelachu. Nález jediného medvedieho zuba (prvá pravá spodná stolička), nesúceho speleoidné znaky, sa zaznamenal počas sondovania v Čertovej jaskyni v roku 2000 (Vlček, 2002). Zub bol uložený vo vrstve suchej hliny asi 25 cm pod povrchom dna Vstupnej chodby. Je predpoklad, že po dôkladnejšej sondáži sa tu podarí nájsť aj ďalšie pozostatky kostry.

Jaskyňa Rysie hniezdo leží na južnom svahu masívu Hradovej vo výške 790 m n. m. Na rozdiel od predchádzajúcich jaskýň charakterizovaných horizontálnymi priestormi má Rysie hniezdo výrazne vertikálny charakter a skladá sa z niekoľkých na seba nadväzujúcich priepastí. Pozostatky jaskynného medveďa sa našli pri speleologickom prieskume v roku 2007 v najhlbších častiach jaskyne. Ide o pomerne dobre zachované špiaciaky (jeden vrchný ľavý špiaciak patriaci dospeljej samici a jeden pravý vrchný špiaciak patriaci dospelému samcovi), viaceré fragmenty denticie dospelých jedincov, ako aj mlaďať do 2 rokov, lebiek a karpálnych kostí. Vzhľadom na pozíciu nálezu v preplavených jaskynných sedimentoch možno uvažovať o ich transporte do vnútra jaskyne vodným tokom pritekajúcim cez jaskynné komíny z priestorov v oblasti dnešného vchodu.

Všetky doterajšie nálezy jaskynných medveďov na Muránskej planine pochádzajú z doliny Furmanec a jeho blízkeho okolia (masív Hradovej, Kučelachu). Celkovo evidujeme štyri jaskyne s nálezmi pozostatkov jaskynných medveďov. Nález z jaskyne Teplica je na tomto území jedinečný, čo sa týka kvantitatívnej i kvalitatívnej stránky nájdených kostrových pozostatkov. Keďže vzorky boli odobraté z porušených vrstiev alebo povrchu sedimentov, nemožno ich dôkladne chronostratigraficky zaradiť. Lokality si v budúcnosti žiadajú dôkladnejší paleontologický prieskum a výskum.

### LITERATÚRA

- ANONYMUS 1858. Pozostatky predpotopných zvierat u Tisovce. Slovenské Noviny, Viedeň, No. 152: 608.
- BIENEK, A. 1965. Zo starých tradícií železiarstva v Tisovci. Podbrezovan, Brezno, 24, 2.
- BOMBOVÁ, E. 1974. Nový úspech Aquaspelu. Skrasovatene zvyšky medveďa. Smena, 27 (32): 7. 2. 1974), 1.
- ČIPKA, D. – VOJTKO, R. 1998. Jaskyne v juhozápadnej časti Muránskej planiny. Spravodaj Slovenskej speleologickej spoločnosti, Liptovský Mikuláš, 29, 3, 16–20.
- KÁMEN, S., 1952. Jaskyniarne výskumy v okolí Tisovca. Krásy Slovenska, Bratislava, 29, 4–5, 101–102.

- PRIMICZ, G. 1890. A barlangi medve (*Ursus spelaeus* Blumenb.) nyomai hazkánban. Földtani közlöny, Budapest, 20, 145–173.
- SABOL, M., 2000. Geografické rozšírenie medvedov jaskynných na území Slovenska. In Mock, A. – Kováč, L. – Fulín, M. Eds. Fauna jaskýň (Cave Fauna), 145–150.
- SABOL, M. 2001. Geographical distribution of cave bears (*Ursus spelaeus* Rosenmüller et Heinrich, 1794) in the territory of Slovakia. Beitrag zur Paläontologie, Wien, 26, 133–137.
- SASVÁRI, T. 1975. Prvé výsledky výskumu vyvieracky Teplica v Muránskom krase. Spravodaj Slovenskej speleologickej spoločnosti, Liptovský Mikuláš, 7, 3, 19–23.
- SCHMIDT, Z. 1970. Výskyt a geografické rozšírenie medvedov (*Ursinae*) na území slovenských Karpát. Slovenský kras, Liptovský Mikuláš, 8, 7–20.
- VLČEK, L. 2002. Podzemné krasové javy Čertovej doliny v Tisovskom krase. In Uhrin M. Ed. Výskum a ochrana prírody Muránskej planiny, Revúca, 3, 11–25.
- VLČEK, L. – SABOL, M. – KUČEROVÁ, J. 2005. Správa o náleze osteologických zvyškov medveďa jaskynného (*Ursus spelaeus* Rosenmüller, 1794) z jaskyne Teplica na Muránskej planine. In Uhrin, M. Ed. Reussia, Revúca, 2, 2, 52–54.
- VLČEK, L. – HUTKA, D. 2005. Zaujímavý nález fluviaľne abrazovaného zubu mamuta (*Mamuthus* sp.) v riečnych sedimentoch jaskyne Bobačka. In Uhrin, M. Ed., Reussia, Revúca, 2, 4, 1–10.
- VLČEK, L. – SABOL, M. 2006. Vyhodnotenie nálezu fosílií medveďa jaskynného (*Ursus spelaeus* ROSENMÜLLER, 1794) z jaskyne Teplica na Muránskej planine. Aragonit, Liptovský Mikuláš, 11, 23–25.

## GEOLOGICKÁ STAVBA BRESTOVSKÉJ JASKYNE

Lukáš Vlček<sup>1</sup> – Jozef Psoťka<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Správa slovenských jaskýň, Hodžova 11, 031 01 Liptovský Mikuláš, Slovenská republika; vlcek@ssj.sk

<sup>2</sup>Slovenské múzeum ochrany prírody a jaskyniarstva – pracovisko Košice, Dumbierska 26, 040 01 Košice, Slovenská republika; jozef.psoťka@post.sk

Vody Roháčskeho (Studeného) potoka, pritekajúce z kryštalinického jadra Západných Tatier, pretínajú v priestore lokality Brestová pri Zuberici vápencovo-dolomitické súvrstvia obalovej série tatrika, ako aj nadložné paleogénne karbonáty borovského súvrstvia. Priaznivý chemizmus vôd a ich erózná sila zvýraznená transportovaným nekrasovým materiálom spôsobila silné skrasovanie a erózný vznik výrazných podzemných priestorov aj v nie príliš vhodných, prevažne dolomitických karbonátových horninách. Známe sú výrazné krasové javy: Brestovská jaskyňa, ponory Roháčskeho potoka, potokov Múčnica a Volariská, závrty, Števkovská vyvieracka a fragmenty podzemného toku odkryté v závrtie prechádzajúcom do Jaskyne pod cestou i v samej Brestovskej jaskyni. Tento systém sa pokúšalo priechodne prepojiť už niekoľko generácií jaskyniarov od päťdesiatych rokov minulého storočia dodnes.

Brestovskú jaskyňu vytvorili ponorné toky Roháčskeho potoka, Múčnice a Volariská a predstavuje strednú časť jaskynného systému, z oboch strán po vodnom toku ohraničenú sífónmi. Bola vytvorená na systéme tektonických porúch prevažne smeru V – Z, SV – JZ, SZ – JV a SSZ – JJV v prostredí ramsauských dolomitov s roztrúsenými polohami tmavosivých vápencov gutensteinského typu. Nadložie týchto hornín tvoria karbonatické zlepence borovského súvrstvia, ktoré sú odkryté na viacerých miestach, ukázkovo najmä v strednom úseku jaskyne v stropných častiach chodieb. Anorganickú výplň jaskyne tvoria autochtónne karbonátové klastiká, alochtónne nespevnené fluviaľne sedimenty a autochtónna sedimentárna výplň vo forme sintrovej a aragonitovej výzdoby. Tá však nie je rozsiahla, v minulosti bola vplyvom vysokej návštevnosti značne deštruovaná a z hľadiska jej foriem a výskytu je dnes málo významná.

Rozsiahle podzemné priestory, prítomnosť vodného toku a existencia ukázkových príkladov z hľadiska genézy krasu a jaskýň, akými sú poloha blízko hranice krasu s kryštalinikom, výskyt nekrasových štrkov, sintrová výzdoba a iné, robí z tejto jaskyne významnú národnú lokalitu. V jaskyni je vo veľkom rozsahu odkryté ostré transgresívne rozhranie medzi triasovými dolomitmi a karbonatickými klastickými horninami borovského súvrstvia, kde paleogénne horniny nasadajú na erózne zrezaný povrch. Odkryv kontakt ukázkovo dokumentujú litologickú a tektonickú podmienenosť vzniku jaskyne.

## GEOMORFOLOGIA

### ZÁKLADNÉ MORFOLOGICKÉ A HYDROGRAFICKÉ ZNAKY GENÉZY BRESTOVSKÉJ JASKYNE

Pavel Bella

Správa slovenských jaskýň, Hodžova 11, 031 01 Liptovský Mikuláš, Slovenská republika; bella@ssj.sk

Prietoková fluviokrasová Brestovská jaskyňa je súčasťou podzemného hydrologického systému kontaktného stredohorského krasu vo vrchnotria-

sových dolomitoch a vápencoch s hydraulickými gradientmi medzi ponornými alochtónnymi vôd v doline Studeného potoka (886 m n. m.) i jej bočných dolinkách Volariská (asi 925 m n. m.), pravdepodobne aj Múčnica (976 m n. m.) a výverom ponorných vôd na povrch na severozápadnom úpätí Západných Tatier (851 m n. m.). Jej podzemné priestory preskúmané v celkovej dĺžke 1450 m siahajú juhovýchodným smerom až pod dolnú časť bočnej dolinky Volariská (Hochmuth, 2000).

V ponorovej zóne hydrologického systému sa v zmysle Forda (1977) predpokladajú podzemné vadózne a invázne depresné priestory, najmä v nadväznosti na vyššie položené miesta kontaktu nekrasových a krasových hornín v bočných svahových dolinkách až po nižšie situované úseky subhorizontálneho až horizontálneho odtoku vody v podzemí. Ich fragmenty tvoria doteraz známe časti jaskýň v ponoroch Studeného potoka a Volariská a ich blízkosti. V strednej a výverovej časti systému sú úseky epifreatických subhorizontálnych jaskynných chodieb striedajúce sa so šikmo kolenovito ohnutými chodbami freatických sífónov.

Z hľadiska vývoja Brestovská jaskyňa pozostáva z dvoch základných segmentov, ktoré tvorí mladšia, takmer horizontálna spodná chodba so súčasným riečiskom (v smere prítoku i odtoku prerušená vodnými sífónmi) a niekoľko metrov vyššie položené chodby s nevyrovnaným pozdĺžnym profilom (Droppa, 1972; Hochmuth, 1984, 2000).

Spodné časti jaskyne s podzemným vodným tokom zahŕňajú takmer horizontálne úseky chodieb s voľnou hladinou vody, t. j. epifreaticky remodelované pôvodné freatické chodby a úseky viacerých freatických sífónov. Horizontálne epifreatické úseky tvorí podzemné riečisko s transportovanými alochtónnymi sedimentmi, z ktorého miestami vyčnievajú nezdenudované zvyšky skalných výčnelkov, štruktúrne podmienených vrstvami hornín. Podobne aj prítokový sífón do severozápadného sektoru jaskyne klesá do hĺbky 17 m zväčša pozdĺž horninových vrstiev (Hochmuth, 1984).

Horné časti jaskyne tvoria subhorizontálne chodby s nevyrovnaným pozdĺžnym profilom vo výške 6 až 8 m nad terajším riečiskom. Na viacerých miestach je litologické rozhranie medzi vrchnotriasovými dolomitmi a nadložnými paleogénnymi horninami borovského súvrstvia (Vlček a Psoťka, 2007). Mnohé stropné hrnce a kupoly, špongiovité vyhlbeniny, skalné diery i okná svedčia o freatickej modelácii týchto častí jaskyne bez výraznejšej remodelácie pozdĺž vodnej hladiny. Na niektorých úsekoch sa zachovali naplavené povodňové alochtónne sedimenty. V juhovýchodnom sektore jaskyne, ktorý je prístupný iba speleotápačom, sú „suché“ chodby vo výške iba 2 až 4 m nad súčasným riečiskom. Viaceré chodby v tejto časti jaskyne sú predučené paralelnými tektonickými poruchami S – J smeru, ktoré sa prejavujú aj na povrchu územia v bočnej dolinke Volariská (Hochmuth, 1984).

Podzemný vodný tok sa z jaskyne dostáva na povrch výverovou jaskyňou vyvierackou Števkovského potoka, ktorej podzemné i povrchové riečisko je zahĺbené do podkladu glaciáluviálnej akumulácie. Intenzívne podzemné krasovanie na povrchu v úseku medzi podzemným riečiskom v Brestovskej jaskyni a výverovou jaskyňou indikuje línia závrťov, ktoré sa vytvorili až po uložení glaciáluviálnej akumulácie (Droppa, 1972). Staršie a vyššie časti jaskyne sa vytvorili v nadväznosti na bývalý výver podzemných vôd pravdepodobne viažuci sa na povrch glaciáluviálnej akumulácie, keď úplne alebo čiastočne bola zaplavená aj neďaleko situovaná Zrútená jaskyňa, na čo poukazujú niektoré skalné tvary zachované v jej zadnej časti. Mazúr (1955) považuje uvedenú glaciáluviálnu akumuláciu za mladopleistocénnu (W-1). Halouzka (1993), resp. Halouzka a Raczowski (1993) ju stratigraficky zaraďujú do mladého (vrchného) pleistocénu (W nečlenený). Na presnejšiu rekonštrukciu vývoja Brestovskej jaskyne treba datovať niektoré jaskynné výplne, napr. sintrovú kôru rozčlenenú lastúrovitými jamkami a pokrytú povodňovými sedimentmi, ktorá sa zachovala na západnom okraji visutej chodby ústiacej na riečisko pri Gotickej bráne.

### LITERATÚRA

- BRODŇANSKÝ, J. 1958. Brestovská jaskyňa. Slovenský kras, 1, 114–115.
- BRODŇANSKÝ, J. 1959. Ponory Brestovskej jaskyne. Slovenský kras, 2, 128–130.
- DROPPA, A. 1972. Kras skupiny Sivého vrchu v Západných Tatrách. Československý kras, 23 (1971) 77–98.
- FORD, D. C. 1977. Genetic classification of solutional cave systems. In Ford, T. D. Ed. Proceedings of the 7<sup>th</sup> International Congress of Speleology, Sheffield. International Union of Speleology & British Cave Research Association, 189–192.
- HALOUZKA, R. 1993. Kvartér Oravskej kotliny a dolín horského povodia Oravy. In Gross, P. – Köhler, E. – Haško, J. – Halouzka, R. – Mello, J. – Nagy, A. a kol.: Geológia južnej a východnej Oravy. GÚDŠ, Bratislava, 122–144.
- HALOUZKA, R. – RACZOWSKI, W. 1993. Kvartér. In Nemček, J. Ed. Vysvetlivky ku geologickej mape Tatier 1:50 000. GÚDŠ, Bratislava, 67–98.
- HOCHMUTH, Z. 1984. Výsledky speleopotápačského prieskumu Brestovskej jaskyne. Slovenský kras, 22, 151–156.
- HOCHMUTH, Z. 2000. Problémy speleologického prieskumu podzemných tokov na Slovensku. SSS, Prešov – Košice, 164 s.
- MAZÚR, E. 1955. Príspevok k morfológii povodia Studeného potoka. Geografický časopis, 7, 1–2, 15–45.
- NEMČEK, J. ET AL. 1994. Geologická mapa Tatier 1:50 000. GÚDŠ, Bratislava.
- VLČEK, L. – PŠOTKA, J. 2006. Geologický prieskum NPP Brestovská jaskyňa. Manuskript, SSI, Liptovský Mikuláš, 31 s.

## KORÓZNE ŠIKMÉ FACETY A ICH MORFOGENETICKÉ ZNAKY VO VZŤAHU K SPELEOGENÉZE BELIANSKEJ JASKYNE

Pavel Bella<sup>1</sup> – R. Armstrong L. Osborne<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Správa slovenských jaskýň, Hodžova 11, 031 01 Liptovský Mikuláš, Slovenská republika; bella@ssj.sk

<sup>2</sup> Faculty of Education & Social Work, A35, University of Sydney, NSW 2006, Australia; a.osborne@edfac.usyd.edu.au

Z hľadiska speleogenézy Belianska jaskyňa patrí medzi najpozoruhodnejšie podzemné krasové javy na Slovensku. V posledných rokoch sa v jaskyni uskutočnili viaceré výskumy zamerané na litologické, štruktúrne-tektonické i geomorfologické pomery, ako aj na zloženie a datovanie jaskynných sedimentov (Pruner et al., 2000; Pavlarčík, 2002; Bella a Pavlarčík, 2002; Glazek et al., 2004; Bella et al., 2005; Kicińska a Glazek, 2005). Na ich základe sa dotvára obraz o komplikovanej viacfázovej a viacprocesovej genéze tejto jaskyne, ktorá sa vytvorila v strednotriasových gutensteinských vápencoch krížňanského príkrovu na východnom okraji Belianskych Tatier neďaleko styku s Popradskou kotlinou. Vznik jaskyne, ktorá dosahuje dĺžku 3641 m a výškový rozdiel 160 m, podmienili najmä medzivrstvové plochy vápencov, menej tektonické poruchy.

Prvotné freatické podzemné dutiny sa vytvárali koróziou i tlakovým prúdením vôd, čo na viacerých miestach dokladajú mohutné stropné kupoly (Bella a Pavlarčík, 2002). Hlavné časti jaskyne pravdepodobne vznikli pôsobením vôd, ktoré prenikali z povrchu a miešali sa s hlbšími vodami v čase, keď pôvodne rozsiahlejšia plošina Kobylieho vrchu nad jaskyňou sa rozčleňovala zahlbovaním doliny Bielej (Droppa, 1959; Bella a Pavlarčík, 2002). Na prvotný vývoj jaskyne možno vplyvali aj vody hlbinného pôvodu vystupujúce pozdĺž podtatranského zlomu, ktorý podmienil tektonický výzdvih Tatier (Glazek et al., 2004; Bella et al., 2005). V súvislosti s prehľbovaním doliny Bielej od konca treťohôr poklesávala hladina podzemnej vody, na čo v jaskyni miestami poukazujú horizontálne zárezy v skalných stenách (Bella a Pavlarčík, 2002). Počas vývoja jaskyne sa podzemné priestory do značnej miery vyplnili splavenými jemnými sedimentmi, ktoré boli neskôr takmer úplne vyplavené. Iľovitá a piesčité naplaveniny zachované nad Hudobnou sieňou sú staršie ako 780-tisíc rokov (Pruner et al., 2000). Usadili sa v starších štvrtohorách alebo koncom treťohôr. Neskoršie prítoky vadóznych vôd do jaskyne čiastočne remodelovali skôr vytvorené podzemné priestory. V súčasnosti sa piesakové vody zo zrážok sústreďujú na dne priepastí v najnižších častiach jaskyne, kde vytvárajú občasné potôčky.

Morfologicky jaskyňa pozostáva z dvoch hlavných, na sever klesajúcich vetiev, ktoré sa začínajú vetvením v hornej subhorizontálnej časti jaskyne a čiastočne sa spájajú v jej dolnej časti. Východná vetva je vo vyššej pozícii ako západná vetva. Do dolnej vstupnej časti jaskyne, prístupnej prerazeným tunelom, ústi komín vedúci od pôvodného vchodu situovaného 82 m nad terajším vchodom. Podzemné priestory tvoria najmä šikmé až strmé rúrovité chodby, miestami sa zväčšujúce do oválnych dómov a siení rozčlenených kupolami. Zastúpené sú aj priepasti a komíny, v hornej a spodnej časti jaskyne i menej výrazné subhorizontálne chodby. Najmä dómy a siene sú miestami výrazne remodelované rútením.

Riešenie diskutabilnej genézy dominantných kupolovitých tvarov i celej jaskyne okrem datovania sedimentov závisí aj od skúmania morfológie podzemných priestorov a morfostratigrafie skalných tvarov. K viacerým už opísaným skalným tvarom (Bella a Pavlarčík, 2002) treba doplniť šikmé facety, ktoré predstavujú morfolokultúrne formy vytvorené koróziou rozstupných hornín v stagnujúcom vodnom prostredí (Reinboth, 1971; Kempe et al., 1975 a iní), resp. počas pomalej cirkulácie vôd, keď akumulácia nerozpustných zvyškov prekáža koróznemu rozširovaniu dna a šikmých stien (približne so sklonom 45° a menším) v zaplavenej časti jaskynných priestorov (Lange, 1963, 1968; Goodman, 1964; Lukin, 1967 in Andrejchuk, 1992).

V dolnej časti jaskyne sa šikmé facety vyskytujú vo Vstupnej chodbe a na Rázcestí, ako aj vo vyššej chodbe pri priepasti medzi Dómom trosiek a Šikmým dómom. V hornej východnej chodbe sa pozorujú v Dóme objaviteľov, medzi Dómom objaviteľov a Vysokých dómom, ako aj v šikmej bočnej chodbe pri tuneli medzi Palmovou sieňou a Zbojníckou komorou. V dolnej západnej vetve sú v spodnej časti Vodopádového dómu, v Galérii (aj s viacerými zarovnaným stropom), Hudobnej siení a Rúrovitom dóme. V hornej časti Dómu objaviteľov pri otvore vedúcom do strmej rúrovitej chodby zv. Čertovo hrdlo šikmé facety zrezávajú vrstvy vápencov, ktoré majú opačný smer sklonu. Miniaturne facety sa vytvorili aj v spodných častiach výklenkov po stenách dómov a siení.

Výskyt koróznych šikmých faciet v Belianskej jaskyni poukazuje na vývojové fázy, keď jej uvedené časti boli úplne alebo čiastočne vyplnené viacmenej stagnujúcou vodou s ukladaním jemných sedimentov. Keďže v západnej vetve sa medzi Hudobnou sieňou, resp. Rúrovitým dómom a Hlbokým dómom vyskytovala freatická slučka vplývajúca na prúdenie vody, šikmé facety sa vytvorili najmä v hornom úseku tejto vetvy. Šikmé facety v spodných častiach jaskyne sú v subhorizontálnych chodbách, ktoré sa vytvorili v nadväznosti na etapovité prehľbovanie doliny Bielej.

Šikmé plochy faciet sa zväčša končia ostrou hranou, nad ktorou sú previsnuté skalné steny pokračujúce do horných častí dómov, siení alebo chodieb. Podobne sú ohraničené aj vnútrovýklenkovité facety vzhľadom na klenbovité

strop s menšími oválnymi vyhlbeninami. Morfostratigrafický vzťah vyjadruje ostrá morfológická hranica medzi zahľbeným horným okrajom neskôr vytvorenej facety a skalnou stenou dvíhajúcou sa do stropnej kupoly v hornej časti Dómu objaviteľov. Postupnosť modelácie ukazuje aj morfológia priečneho profilu bočnej šikmej chodby pred prerážkou zo strany Bieleho dómu, v hornej časti ktorého sú nepravidelné korózne tvary s nižšími postrannými šikmými facetami dole prehľbené mladším oválnym zľabom s lastúrovitými jamkami (scallops).

### LITERATÚRA

- ANDREJCHUK, V. 1992. O proischozhenii polygonal'nykh sečenij peščernykh chodov. Izučeniej ural'skikh peščer, doklady 2. i 3. konferencii speleologov Urala. Perm, 103–105.
- BELLA, P. – BOSÁK, P. – GLAZEK, J. – HERCMAN, H. – KICIŇSKA, D. – NOWICKI, T. – PAVLARČÍK, S. – PRUNER, P. 2005. The antiquity of the famous Belianska Cave (Slovakia). In Bosák, P. – Motyčka, Z. Eds. Czech Speleological Society 2001–2004. Praha, 54–55.
- BELLA, P. – PAVLARČÍK, S. 2002. Morfológia a problémy genézy Belianskej jaskyne. In Bella, P. Ed. Výskum, využívanie a ochrana jaskýň, 3. Zborník referátov z vedeckej konferencie, Liptovský Mikuláš, 22–35.
- DROPPA, A. 1959. Belanská jaskyňa a jej kras. Šport, Bratislava, 136 s.
- GLAZEK, J. – BELLA, P. – BOSÁK, P. – HERCMAN, H. – PRUNER, P. 2004. Geneza i wiek Jaskini Bielskiej. Materiały 38. Sympozjum Speleologicznego, Sekcja Speleologiczna PTP, Zakopane, 41–42.
- GOODMAN, L. R. 1964. Planes of repose in Höllern, Germany. Cave Notes, 6, 3, 17–19.
- KEMPE, S. – BRANDT, A. – SEEGER, M. – VLADI, F. 1975. "Facetten" und "Laugdecken", the typical morphology of caves developing in standing water. Annales de Speleology, 30, 4, 705–708.
- KICIŇSKA, D. – GLAZEK, J. 2005. Minerály cieziek v osadach Jaskini Bielskiej. Materiały 39. Sympozjum Speleologicznego, Sekcja Speleologiczna PTP, Starbienio, 34.
- LANGE, A. 1963. Planes of repose in caves. Cave Notes, 5, 6, 41–48.
- LANGE, A. 1968. The changing geometry of cave structures. Part III: Summary of solution processes. Caves and Karst, 10, 3, 29–32.
- PAVLARČÍK, S. 2002. Geologické pomery východnej časti Belianskych Tatier a ich vplyv na vývoj Belianskej jaskyne. In Bella, P. Ed. Výskum, využívanie a ochrana jaskýň, 3. Zborník referátov z vedeckej konferencie, Liptovský Mikuláš, 15–21.
- PRUNER, P. – BOSÁK, P. – KADLEC, J. – VENHODOVÁ, D. – BELLA, P. 2000. Paleomagnetický výskum sedimentárnych výplní vybraných jaskýň na Slovensku. In Bella, P. Ed. Výskum, ochrana a využívanie jaskýň, 2. Zborník referátov, Liptovský Mikuláš, 13–25.
- REINBOTH, F. 1971. Zum Problem der Facetten- und Laugdeckenbildung in Giphshöhlen. Die Höhle, 22, 3, 88–92.

## MORFOLOGIA A GENÉZA FREATICKEJ ČASTI BRESTOVSKÉJ JASKYNE

Zdenko Hochmuth

Ústav geografie, Prírodovedecká fakulta Univerzity P. J. Šafárika, Jesenná 5, 041 00 Košice, Slovenská republika; hochmuth@upjs.sk

Brestovská jaskyňa patrí k jaskyniam, ktoré boli predmetom záujmu v súvisi s možným pokračovaním za vodnými sífónmi už v klasickej dobe speleopotápačských výskumov na Slovensku. Zásluhou potápačskej skupiny z Trenčína bolo v tejto dávno známej tatranskej jaskyni, mapovanej Brodňanským (1957, 1959), objavené rozsiahle horizontálne pokračovanie. Autor príspěvku sa v roku 1981 zúčastnil na jeho prieskume a mapovaní, o čom publikoval príspevok v Slovenskom krase (Hochmuth, 1984) a neskôr v monografii o problémoch speleologického výskumu vodných tokov na Slovensku. Tieto časti majú charakter odlišný od dávnejšie známych častí a dosiaľ sa nepodarilo nájsť povrchový prístup do nich, ani nasledujúcim prieskumníkom nájsť pokračovanie.

S odstupom času a spoznaním iných lokalít a území s podobnou problematikou (Barabas, 1995) dnes možno vysloviť nové názory na formovanie alogénneho krasu územia kontaktu Tatier s okrajovými územiami na jeho úpätí. V súlade s dnešnými názormi na vývoj v epifreatickej zóne možno konštatovať, že sífónne úseky v jaskyni dosahujúce značnú dĺžku a hĺbku (120 m, –17m) vznikli na kombinácii výrazných vertikálnych zlomov a vrstvených plôch. Preto sa nevytvorilo priame spojenie ináč v tektonicky značne porušenom prostredí, možno vysvetliť extrémne rýchlou eróziou a koróziou až v postglaciálnom období, využívajúc sčasti chodby staršej genézy. Možno, že iné časti sú zaštrkované a zanesené pieskom a že tvorba sífónov má značnú dynamiku, o čom by svedčili pohyby pieskových záverov a ich dynamika, napr. v Demänovskom jaskynnem systéme. Pravdepodobne bude potrebné vrátiť sa k problematike rýchlosti korózie v týchto podmienkach a tiež k možnosti vplyvu zmiešanej korózie priemixovaním vôd z ponorov Múčnice a Volariská.

### LITERATÚRA

- BARABAS, D. 1995. Interakcia povrchových a podzemných vôd v povodí Bodvy a jej vplyv na využívanie vodohospodárskeho potenciálu. In Hochmuth, Z. Ed. Reliéf a integrovaný výskum krajiny. Zborník z vedeckej konferencie, PdF UPJŠ, Prešov, 89–94.

- BRODŇANSKÝ, J. 1959. Ponory Brestovskej jaskyne. *Slovenský kras*, 2, 128–130.
- HOCHMUTH, Z. – KUCHAROVIČ, J. 1983. Mapping and Documentation of Speleoculus Spaces Behind Siphons an Example of the Brestova Cave. *Abstracts of Papers, 6th Camp of Cave Diving, Lipovce*.
- HOCHMUTH, Z. 1984. Výsledky speleopotápačského prieskumu Brestovskej jaskyne. *Slovenský kras*, 22, 151–157, 1 mapa.
- HOCHMUTH, Z. 2000. Problémy speleologického výskumu podzemných tokov na Slovensku. *Slovenská speleologická spoločnosť, Prešov – Košice*, 164 s.

## JASKYŇA TOČIŠTE 15 – SÚČASŤ DEMÄNOVSKÉHO JASKYNNÉHO SYSTÉMU

Peter Holúbek<sup>1</sup> – Pavol Staník<sup>2</sup>

- <sup>1</sup> Slovenské múzeum ochrany prírody a jaskyniarstva, Školská 4, 031 01 Liptovský Mikuláš, Slovenská republika; holubek@smopaj.sk
- <sup>2</sup> Správa slovenských jaskýň, Hodžova 11, 031 01 Liptovský Mikuláš, Slovenská republika; stanik@ssj.sk

Po speleologickom prepojení jaskyne Točište 15 s Demänovskou jaskyňou slobody v zimných mesiacoch na prelome rokov 2003 a 2004 sa zväčšila dĺžka Demänovského jaskynného systému o 92 m nameraných v jaskyni Točište a 174 m v Demänovskej jaskyni slobody. Tento objav uskutočnený neznámymi prieskumníkmi sa udial v známej riečnej jaskyni Točište 15, ktorá sa nachádza južne od umelého vchodu do Mramorového riečiska Demänovskej jaskyne slobody. V tesnej blízkosti týchto priestorov sa nachádza aj labyrint chodeb, cez ktoré v roku 1921 objavili Demänovskú jaskyňu slobody. Nové priestory predstavujú zväčša erózne chodby plazivkovitého charakteru, ktorými vane intenzívny prívian. Okrem základného opisu sa prezentuje aj topografia novozdokumentovaných priestorov.

## GEOMORPHOLOGICAL REGIONALISATION OF KARST

Jozef Jakál

Institute of Geography, Slovak Academy of Sciences, Štefánikova 49, 814 73 Bratislava, Slovak Republic; geojak@savba.sk

Geomorphological regionalisation of Slovakia does not yet exist. It means that neither mapped delimitation of individual karstic territories exists. Delimitation of karstic regions will facilitate their exact classification in the system of geomorphological units which in turn is the indispensable part of the database not only for speleologic learning but also phenomena of abiotic or biotic natural landscape elements.

Slovak geography applies the partially elaborated Armand's (1975) theoretical basis of region delimitation. It leans on the principle of uniting territories characterized by relative similarity in some feature, which is essential for a particular level of regionalisation and facilitates its distinguishing from the rest. Soluble carbonate rock and its properties is such distinguishing feature of karst, which facilitates its comparatively sharp delimitation. However, the criterion of karstic phenomenon, representation of surface and underground karst is dominant. Karstic territories in the Slovak Carpathian Mts. formed on silicium are comparatively continuous with extensive representation of carbonate rocks and classic plateau karstic type of forms. Karst is represented in other tectonic units in rather disrupted positions of carbonate rocks or in small islands separated by insoluble rocks. Then there are varied types of karstic relief in already delimited closed regions. This criterion can be used at the lower regionalizing levels. Principally, the karst of Slovakia can be classified as: 1. karstic area; 2. karstic region; 3. karstic subregion.

The principal criteria of karstic region delimitation are: the geological boundary, relief boundary – foothill line, karstic phenomenon, its representation and distribution, surface and underground water divides and valley network.

## VPLYV VEGETÁCIE NA SPELEOGENÉZU V SLOVENSKOM KRASE

Gabriel Lešínský

Slovenské múzeum ochrany prírody a jaskyniarstva – pracovisko Košice, Dumbierska 26, 040 01 Košice, Slovenská republika; gabishark@gmail.com

Korene drevín sú katalyzátormi krasových procesov, a teda urýchľujú vývoj jaskýň tesne pod krasovým povrchom. Dreviny majú pre koreňové invázie do krasového masívu pádny dôvod – vodu. Hoci voľnej vody v pripovrchových partiách týchto jaskýň niet, je viazaná v jaskynnom vzduchu, odkiaľ ju dreviny (kry a stromy) získavajú prostredníctvom spleti tzv. rizín – koreňových vláskov, na ktorých sa voda v optimálnych podmienkach jaskynnej

mikroklimy zráža. Vzostupným smerom vodu v koreňoch poháňa tzv. koreňový vztlak. Sila koreňov penetrujúcich po diskontinuitách do karbonátovej horniny je enormná. Obrovský biomechanický tlak odchlípi od materského masívu často aj niekoľko sto kilogramov vážiace bloky (napr. Panská priepasť, Silická planina). Jednotlivé korene drevín a ich zoskupenia (koreňové sústavy) sa v Slovenskom krase jednoznačne podieľajú na otváraní dosiaľ neotvorených vertikálnych i horizontálnych jaskýň na povrch; jestvujúce už otvorené krasové dutiny rozširujú a podieľajú sa zároveň na deštrukcii ich vstupných partií. Rozvinutá sieť koreňov krov často vytvára vo vrstve pokryvných útvarov dokonalú výstuž (prírodné roxory), schopnú udržať aj viac než 1 m<sup>3</sup> (niekoľko sto kg) nad neotvorenou voľnou jaskynnou dutinou (napr. Kečovská vetva II). Koreňové invázie sledujeme od roku 1996 (Klenova priepasť) a spravádzali nás pri objavných prácach na mnohých, dovtedy neotvorených jaskyniach.

## SPELEOLOGICKÁ EXPEDÍCIA TEPUY 2007 VO VENEZUELE: POKRAČUJÚCE OBJAVY NOVÝCH OBRÍCH JASKÝŇ V KVARCITOCH

Branislav Šmída<sup>1,3</sup> – Lukáš Vlček<sup>2,3</sup>

- <sup>1</sup> Speleoklub Univerzity Komenského, Čajkovského 40, 917 08 Trnava, Slovenská republika; branislav.smida@gmail.com
- <sup>2</sup> Speleoklub Tisovec, Štefánikova 956, 980 01 Tisovec, Slovenská republika; lukasvlcek@yahoo.com
- <sup>3</sup> Grupo Espeleológico de la Sociedad Venezolana de Ciencias Naturales, Caracas, Venezuela

Na hore Chimantá pracovalo slovensko-venezuelsko-chorvátske jadro expedície Tepuy 2007 pod záštitou GE SVCN (Grupo Espeleológico de la Sociedad Venezolana de Ciencias Naturales). Jaskyniari tu objavili 6 nových veľkých jaskýň s dĺžkou niekoľko sto metrov až 1 km (veľké fosílné tunely, priepastovito-kolapsové systémy, ako aj aktívne juvenilné výverové jaskyne) v celkovej dĺžke 2,4 km, podrobne zdokumentovali a predĺžili nami už v roku 2005 objavenú obriu jaskyňu Cueva Canon Verde (Zelený kaňon) na 1,2 km a v záverových partiách predĺžili o niečo aj samotnú Cueva Charles Brewer.

Po prvej polovici projektu Tepuy 2007 na Chimantá pokračovalo slovensko-chorvátsko-venezuelské jadro expedície v druhej, nemenej úspešnej časti – výskume jaskýň na mesete Roraima. Najvýraznejší výsledok na tomto plató je predĺženie najdlhšej kvarcitickej jaskyne sveta, systému Cueva Ojos de Cristal (Kryštálové oči), na 16 140 m. Ďalší zhruba kilometer vznikol prepojením „Ojos“ s dvomi ďalšími jaskyňami, Cueva de Gilberto a Cueva Fragmento Marginal a domapovaním niektorých výbežkov. Získali sa aj podklady pre mimoriadne podrobnú mapu.

Nemenej dôležitým výsledkom je komplexný vedecký výskum systému; boli odobrané početné vzorky z celej škály speleotém ktoré sa tu vyskytujú, ako aj ich primárnych štádií v podobe rôznych foriem biohmôt, vzorky minerálov, vykonalo sa podrobné geoprofilovanie stien a odbery vôd, ako aj ich hodnotenie in situ (pH, konduktivita, obsah chemických prvkov atď.), zbierali sa nové druhy troglobiontnej mikrofauny. Čo má ešte väčší význam, celú kolekciu prírodnín z tepujského podzemia sa podarilo priviezť na Slovensko, kde ju budú ďalej analyzovať a odborne spracovávať vedci z Prírodovedeckej fakulty UK v Bratislave. Navyše rovnaký podrobný výskum sme uskutočnili aj v jaskyniach i povrchu hory Chimantá, a tak vzniklo jedinečné porovnanie najväčších kvarcitových jaskýň sveta, ktoré akiste prispieje k poznaniu, ako vôbec vznikali.

Tretím bodom programu bolo dotáčanie scén pre dobrodružno-dokumentárny speleologický film o Roraima a histórii objavovania jej jaskýň s pracovným názvom „Matawí“, pripravovaný filmárom P. Barabášom. Nakoniec bola ešte preskúmaná dôležitá 100 m dlhá jaskyňa Cueva Lago Gladys, ktorej existencia nasvedčuje, že viaceré jazerné depresie a kotliny na Roraima sú primárne jaskynného pôvodu a našiel sa tak medzičlánok medzi klasickými horizontálnymi kvarcitovými jaskyňami typu Cueva Ojos de Cristal – Cueva Charles Brewer a ponormi typu El Foso.

Na záver treba dodať, že v rámci šiestich expedícií v rozpätí rokov 2002 – 2007 slovensko-český tím objavil, zdokumentoval alebo sa podieľal na sto-och horách Roraima, Chimantá a Kukenan na objavení doteraz už viac ako 30 km kvarcitových jaskýň.

## SÚHRN POZNATKOV Z VÝSKUMOV NÁRODNEJ PRÍRODNEJ REZERVÁCIE DREVENÍK

Ján Tulis<sup>1</sup> – Ladislav Novotný<sup>2</sup>

- <sup>1</sup> Speleologický klub Slovenský raj, Brezová 9, 052 01 Spišská Nová Ves, Slovenská republika; geologia@uranpres.sk
- <sup>2</sup> Speleologický klub Slovenský raj, Šarišská 31, 052 01 Spišská Nová Ves, Slovenská republika

Národná prírodná rezervácia Dreveník sa rozprestiera v Hornádskej kotline. Územie rezervácie predstavuje travertínový masív Dreveníka s plochou 101,82 ha. Atraktivnosť a prízračnosť tohto územia je výsledok

rozšíření travertínových kôp, ako aj na nich vytvorených osobitných foriém reliéfu, geologických, hydrogeologických, botanických a iných pozoruhodností.

Dreveník tvorí súbor travertínových kôp, vzájomne sa prekrývajúcich, ktoré vznikali postupne v závislosti od migrácie centier výverov termálnych minerálnych vôd v smere zlomových línií založených v hlbokom podloží, ale následne aj od puklín – rozsadlín, vznikajúcich vo vlastnom telese travertínov v štádiu jeho tvorby.

Pre vznik travertínových kôp v oblasti Hornádskej kotliny mali najväčší význam hlboko založené tektonické zlomy smeru S – J a SZS – VJV, ktoré slúžili ako prírodné kanály termálnych vôd ako zdroja vzniku travertínov. Travertíny Dreveníka vznikali z termálnych vôd presýtených  $\text{Ca}(\text{HCO}_3)_2$  z rozpúšťaných stredotriasových karbonátov vystupujúcich v podloží paleogénneho flyšu. Prírodnými cestami termálnych vôd boli popaleogénne zlomy. Komplex travertínov Dreveníka vznikol v pliocénne až pleistocénne, časť travertínov vznikla už vo vrchnom miocéne – ponte. Z typologického hľadiska sú travertíny priradené ku kotlinovému krasu.

Dreveník tvorí morfológickú dominantu, ktorá sa oproti okoliu dvíha o 100 – 150 m. Tvorí mierne vyklenutú travertínovú tabuľu v pôdoryse približne trojuholníkového tvaru s plochou okolo 1,5 km<sup>2</sup>, ktorá je pozdĺž väčšiny obvodu lemovaná rôzne strmým bralným reliéfom, ostro kontrastujúcim s mierne a hladko modelovaným pahorkatinovým reliéfom okolitej kotliny, vyvinutej na paleogénnom flyši. Na povrchu Dreveníka a súvisiacom blízkom okolí od začiatku jeho formovania (pliocén) až do recentu prebiehali procesy modelácie a vznikali rôzne geomorfologické formy.

Pretože travertín je krasovou horninou, rozvíjali sa tu aj povrchové a podzemné krasové formy. Vyčleňujú sa morfológické tvary podmienené štruktúrou horná a tektonikou (hrana travertínovej plošiny, skalné rozsadliny), erózo-denudačné formy (travertínová plošina, bralný reliéf, erózo-denudačné stráne), akumulačné formy (skalné sutiny), krasové formy (škrapy, závrty, krasové stupňoviny, krasové znížneniny, krasové dutiny, voštiny a rozličné sintrové akumulácie (náteky, závesy, kvaple), pseudokrasové formy (podzemné priestory ústiace na povrch vchodmi) a antropomorfné formy (kameňolomy na travertín, odvaly z lomov, praveké ochranné valy, cesty, chodníky, horolezecké cesty). V závere sú vyslovené návrhy na zlepšenie stavu ochrany NPR Dreveník.

## MINERALÓGIA

### „JESKYNNÍ PERLY“ JAKO VEDLEJŠÍ PRODUKT STAVEBNÍCH AKTIVIT

Jiří Faimon – Jindřich Štelcl – Monika Schwarzková – Zbyněk Bučival – Václav Vávra

Ústav geologických věd, Přírodovědecká fakulta, Masarykova univerzita, Kotlářská 2, 611 37 Brno, Česká republika; faimon@sci.muni.cz, stelcl@sci.muni.cz, schwarzkova.m@seznam.cz, vavra@sci.muni.cz

Problémy městské hromadné dopravy v Brně (Česká republika) ve druhé polovině sedmdesátých let 20. století měla řešit tzv. tramvajová štolá ražená horninami kopce Špilberk (granodiority, metabazity). V roce 1978 byla zahájena ražba průzkumné štoly, avšak po provedení necelých 500 metrů byl celý projekt zastaven. Stávající štolá je vystrojena ocelovými nosníky a výtuzemi z betonových prefabrikátů. Prosakující vody jsou silně mineralizované a přesycené vzhledem ke kalcitu. Z těchto vod se sráží kalcit ve formě sintrových náteků na stěnách a na podlaze štoly. V místech stálých kapků se tvoří eugatační jamky, ve kterých se hojně nachází tzv. „jeskynní perly“. Řídícími faktory tvorby perel jsou (1) specifické hydrodynamické podmínky (turbulentní proudění), (2) vysoké přesycení vod a (3) přítomnost volných klastů hornin v eugatační jamce (většinou šterk jako pozůstatek stavebního materiálu). Při kontaktu s kapající vodou nukleuje na povrchu klastů kalcit a roste kalcitová kůra. Díky mechanickým rázům vyvolaným opakovaným dopadem kapky vody nejsou jednotlivé klasty sintroem fixovány ke dnu jamky. Základem perel s nepravidelnými tvary jsou větší nepravidelné klasty (Ø 10 – 15 mm). Téměř sférické perly rostou na drobných klastech (Ø 1 – 3 mm).

### PHOSPHATE MINERALS IN SLOVAK CAVES

Daniel Moravský<sup>1</sup> – Monika Orvošová<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Faculty of Natural Sciences UKF, Department of Zoology and Anthropology, Nábřeží mládeže, 949 01 Nitra, Slovak Republic; dmoravan@azet.sk

<sup>2</sup>Slovak Museum of Nature Protection and Speleology, Školská 4, 031 01 Liptovský Mikuláš, Slovak Republic; orvosova@smopaj.sk

Brushite,  $\text{CaHPO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ ; hydroxylapatite,  $\text{Ca}_5(\text{PO}_4)_3\text{OH}$ ; carbonate-hydroxylapatite,  $\text{Ca}_5(\text{PO}_4)_3\text{CO}_3 \cdot \text{OH}$ ; taranakite,  $(\text{K}, \text{NH}_4)_2\text{Al}_3(\text{PO}_4)_3(\text{OH})$

$9\text{H}_2\text{O}$  and leukophosphate,  $\text{K}, \text{Fe}_2(\text{PO}_4)_2(\text{OH}) \cdot 2\text{H}_2\text{O}$  are phosphate minerals which have been identified in various limestone caves of Slovakia. Their origin is connected with guano accumulations in these caves. The major parameters controlling the environments under which these minerals were deposited are: pH, relative humidity, alkali content, and Ca/P molar ratio. We suppose that first is deposited brushite (pH < 6) and later is converted (through precursor's octacalcium phosphate OCP) to hydroxylapatite (pH > 7) or carbonate-hydroxylapatite. Taranakite is deposited during phosphatization of clay sediments. It represents an acid phosphate similar as a brushite. Origin of leukophosphate is also connected with clay sediments, but a source of P is unknown.

### CALCITE CRYSTALS OF KALCITOVÁ CAVE FROM POLUDNICA HILL, NÍZKE TATRY MTS.

Monika Orvošová<sup>1</sup> – Vratislav Hurai<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Slovak Museum of Nature Protection and Speleology, Školská 4, 031 01 Liptovský Mikuláš, Slovak Republic; orvosova@smopaj.sk

<sup>2</sup>Geological Institute, Slovak Academy of Sciences, Dúbravská cesta 9, 840 05 Bratislava 45, Slovak Republic; vratislav.hurai@nic.fns.uniba.sk

In the uppermost headwall cliffs on Poludnica hill (1548 m a. s. l.) situated at the most northern headland of the Nízke Tatry Mountains, a hydrothermal paleocavern with calcite crystals 10 – 20 cm in size (rare up to 30 cm) was found. The fossil cavern belongs to the final portion of the Kalcitová Cave (length 18.5 m) and follows a N – S trending fault fissure parallel to and in close proximity to the headwall cliffs. The cave is developed in Triassic limestones and dolomites of Gutenstein type. Hydrothermal karstification without later phreatic/vadose speleogenesis has resulted in a typical spheroidal cavern with smaller corroded spherical cavities. Giant calcite crystals with spheroidal structure line dissolution cavities of the cavern. The largest structures are detached and their crystal surface are partly corroded or covered senile plastic sinter. The interior of the crystals is oscillatory zoned. Fluid inclusion microthermometry data and stable isotopic evidence demonstrates the hydrothermal origin of calcite crystals. Fluid inclusions can be classified as primary and pseudosecondary. True secondary inclusions were not detected. Mono- and two-phase inclusions were identified, both dominated by aqueous liquid. Two-phase inclusions contain small (1 – 5 vol. %) vapour bubbles. Homogenization temperatures (Th) of two-phase inclusions are clustered mostly between 75 – 85 °C, with the total range between 54 and 90 °C. No significant changes in Th values were recorded between the crystal core and rhythmically banded rim. The  $\sigma^{13}\text{C}$  and  $\sigma^{18}\text{O}$  values did not show any changes along crystal growth zones ( $\sigma^{13}\text{C}$  –6.2 to –4.7 ‰ V-PDB and  $\sigma^{18}\text{O}$  –20.3 to –8.8 ‰ V-PDB, except surficial sinter crust  $\sigma^{13}\text{C}$  –7.6 ‰ a  $\sigma^{18}\text{O}$  –7.2 ‰ V-PDB) too. Deep circulation of meteoric water (hydrothermal fluids) is connected with the regional S – N trending framework of faults, probably reactivated in Paleogene-pre-Pliocene times.

Kalcitová Cave demonstrates another product of hydrothermal karstification in the karst region of the Nízke Tatry Mountains and emphasizes the important but common role of the earlier hydrothermal paleokarst, which is later often overprinted by younger vadose speleogenesis.

Acknowledgments: This study was made possible in part by financial assistance from the Slovak Ministry of Education Vega Grant No. 1/ 3057/06.

### BRČKA JAKO VEDLEJŠÍ PRODUKT STAVEBNÍCH TECHNOLOGIÍ

Václav Vávra – Jindřich Štelcl – Jiří Faimon – Monika Schwarzková

Ústav geologických věd, Přírodovědecká fakulta, Masarykova univerzita, Kotlářská 2, 611 37 Brno, Česká republika; vavra@sci.muni.cz, stelcl@sci.muni.cz, faimon@sci.muni.cz, schwarzkova.m@seznam.cz

V roce 1994 byla v oblasti Hrubého Jeseníku dokončena stavba přečerpávací vodní elektrárny Dlouhé Stráně (PVE DS). Předmětem našeho studia byly krápníkové útvary rostoucí z betonových výtuzí podzemních prostor PVE DS. Jejich výzkum byl zaměřen především na fázové/chemické složení útvarů, morfológii/vnitřní stavbu, mechanismus vzniku, resp. případné ovlivnění stability betonů. Studie poskytla následující závěry: Krápníkové útvary jsou tvořeny velmi čistým kalcitem, prakticky bez příměsí jiných prvků. Morfológicky lze rozlišit tři typy: symetrická silnostenná brčka, nesymetrická tenkostenná brčka a masivnější stalaktity. Stavba brček se vyznačuje kostrovitým růstem kalcitových individuů směrem k centrálnímu kanálku. Překvapivá je rychlost růstu: největší změřená délka krápníku byla 840 mm, což při celkové době růstu 12 let představuje rychlost až 70 mm/rok. Krápníkové útvary se formují z vod silně alkalických nenasyčených  $\text{CO}_2$ . K přesycení vzhledem ke kalcitu dochází během rozpouštění oxidu uhličitého z okolní atmosféry. Tento mechanismus je odlišný od mechanismu v karbonátovém



krasu: zde jsou skapové vody typicky přesycené oxidem uhličitým a přesycení ke kalcitu dosahují odplyněním  $\text{CO}_2$ . Při posuzování vlivu tvorby krápníkových útvarů na stabilitu betonových konstrukcí PVE DS nebyl prokázán žádný negativní vliv.

## HYDROGEOLOGIA, HYDROLÓGIA A GEOCHÉMIA

### VLIV JESKYNNÍHO MIKROKLIMATU NA KRASOVÉ PROCESY: PŘÍKLADOVÁ STUDIE Z CÍSAŘSKÉ JESKYŇE (MORAVSKÝ KRAS, ČESKÁ REPUBLIKA)

Jiří Faimon – Dana Troppová

Ústav geologických věd, Přírodovědecká fakulta, Masarykova univerzita,  
Kotlářská 2, 611 37 Brno, Česká republika; faimon@sci.muni.cz

Mikroklimatologické parametry jeskyně (koncentrace  $\text{CO}_2$ , vlhkost, teplota) řídící recentní krasové procesy (růst/koroze speleotém, produkce speleo-aerosolu) závisí velmi těsně na ventilaci jeskyně. Závěry příkladové studie z roku 2006/2007 ukázaly, že Císařská jeskyně je typická dynamická jeskyně s výrazným prouděním atmosféry jak v zimním, tak letním období. Proudění je řízeno teplotními gradienty mezi venkovní a jeskynní atmosférou. V letním období vytéká relativně chladný vzduch spodním vchodem a okolní teplý vzduch je nasávaný horním vchodem. V zimním období je směr proudění opačný. Maximální objemová rychlost proudění  $v \sim 0,22 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$  byla naměřena v únoru 2007 (venkovní teplota  $T \sim -3^\circ \text{C}$ ). Tato rychlost odpovídá ventilaci jeskyně  $u \sim 0,07 \text{ hod}^{-1}$  a času zdržení  $\tau \sim 14,3 \text{ hod}$ . Za předpokladu ideálního pístového toku by se tedy podstatná část jeskynní atmosféry vyměnila za 14,3 hodiny. Minimální proudění bylo naměřeno při zhruba vyrovnaných teplotách jeskynní/vnější atmosféry. Studie prokázala vliv ventilace na kondenzaci vody v jeskynní atmosféře: směr a intenzita proudění ovlivňuje kondenzaci jak co do místa, tak rozsahu. Kondenzační voda je vysoce nenasyčená vzhledem ke kalcitu a je odpovědná za tzv. kondenzační korozi (extrémním důsledkem může být až destrukce speleotém). Dalším zaregistrovaným jevům bylo oscilace v proudění vzduchu s maximální amplitudou a proměnlivou periodou v rozmezí desítek až stovek sekund. Prohloubené studium tohoto jevu by mohlo přispět k lepšímu pochopení některých základních fyzikálních principů.

### HYDROGEOLOGICKÉ A HYDROGEOCHEMICKÉ POMERY BRESTOVSKÉ JESKYŇE

Dagmar Haviarová

Správa slovenských jaskýň, Hodžova 11, 031 01 Liptovský Mikuláš,  
Slovenská republika; haviarova@ssj.sk

Brestovská jaskyňa predstavuje významnú fluviokrasovú jaskyňu, ktorá je vzhľadom na prítomnosť stáleho aktívneho vodného toku pretekajúceho spodným poschodím jaskyne zaujímavá z hydrogeochemického aj hydrogeologického hľadiska. Článok prináša sumarizáciu hydrologických, hydrogeologických a hydrogeochemických pomerov jaskyne a jej bezprostredného okolia a je zameraný hlavne na najnovšie výsledky výskumu z rokov 2006 a 2007. V tomto období prebehlo v povodí jaskyne sledovanie základných fyzikálno-chemických parametrov vôd, na základe ktorých sa stanovilo ich základné fyzikálno-chemické zloženie, kvalitatívne vlastnosti a stupeň nasýtenia voči vybraným minerálom. Okrem odberov priesakovej vody a podzemného toku v jaskyni sa vykonali aj účelové odbery z potoka Volariská a Studeného potoka, ktoré ležia v blízkosti jaskyne. Vody boli podľa rozdielných hodnôt mineralizácie podmienej odlišnými podmienkami ich formovania rozdelené do troch skupín. Veľmi nízku hodnotu mineralizácie (okolo 50 – 70 mg/l) mali povrchové vody formujúce svoje chemické zloženie v geologických podmienkach kryštalinika. Nízka hodnota mineralizácie (okolo 100 mg/l) bola pri vodách pochádzajúcich z kryštalinika, ktoré vstupujú do podzemia a prestupujú cez skrasovatené karbonátové komplexy (vody horizontálnej cirkulácie v jaskyni). Tretiu skupinu tvoria stredne mineralizované vody karbonátových komplexov a paleogénnych karbonátových zlepenčov a brekcií s hodnotou mineralizácie okolo 300 – 350 mg/l (vody vertikálnej cirkulácie v jaskyni). Spoločným znakom všetkých týchto vôd je dobrá kvalita a prevládajúca nedosýtenosť voči kalcitu, dolomitu a sarkocitu. V roku 2007 sa na doplnenie poznatkov o podzemnom hydrogeologickom systéme jaskyne uskutočnili na lokalite dve etapy stopovacej skúšky zamerané na preukázanie spojitosti vôd dolinky Múčnica a Volariská s jaskynným tokom. Výsledky stopovacej skúšky sú súčasťou tohto príspevku.

### PREDBEŽNÉ VÝSLEDKY VÝSKUMU HYDROGEOLOGICKEJ SPOJITOSTI JASKYŇ MILADA A VASS IMRE

Dagmar Haviarová<sup>1</sup> – Péter Gruber<sup>2</sup> –  
Július Géczy<sup>3</sup> – Ludovít Gaál<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Správa slovenských jaskýň, Hodžova 11, 031 01 Liptovský Mikuláš,  
Slovenská republika; haviarova@ssj.sk, gaal@ssj.sk

<sup>2</sup> Aggteleki Nemzeti Park Igazgatóság, 3758 Jósavafő, Magyarország (Hungary);  
info.anp@mail.mata.hu

<sup>3</sup> Environmental Consulting Services Slovakia, s. r. o., Zimná 72,  
852 01 Spišská Nová Ves, Slovenská republika; ecs@identifly.sk

Sporná otázka podzemného hydrologického prepojenia jaskýň Milada (Slovensko, Slovenský kras) a Vass Imre (Maďarsko, Aggtelejský kras), súvisiaca s nejednoznačnými výsledkami stopovacích skúšok z 50. a 60. rokov minulého storočia, bola predmetom výskumných prác, ktoré prebehli v troch samostatných etapách v priebehu rokov 2005 a 2006. V rámci prvej etapy prác sa na slovenskej strane vykonali základný geofyzikálny prieskum. Pomocou metódy symetrického odporového profilovania sa identifikoval smer pokračovania systému jaskyne Milada. Rozsah doterajších meraní nepotvrdil predpokladanú odbočku zo strany tejto jaskyne smerom k jaskyni Vass Imre. Rovnako negatívny bol výsledok stopovacej skúšky (2. etapa prác), v rámci ktorej sa ako stopovače použili morske bakteriofágy H40/1. Výsledky stopovacej skúšky dokázali len prepojenie podzemného toku jaskyne Milada s Bezodnou ľadnicou a Kečovskou vyvieracťou. Na maďarskej strane bol pozitívny výsledok v rámci štyroch odberných miest dosiahnutý len na prameni Jósva, do ktorého sa bakteriofágy dostali druhotne cez ponory Kečovského potoka. Zatiaľ poslednú etapu výskumných prác tvorili geofyzikálne merania v okolí jaskyne Vass Imre, ktoré sa zamerali na identifikáciu predpokladaného pokračovania jej dosiaľ známych jaskynných priestorov. Tie smerujú na slovenskú stranu, preto sa v budúcnosti plánuje ďalšia stopovacia skúška v ponoroch ležiacich severovýchodne od Milady.

### KONCENTRACE $\text{CO}_2$ V PŮDÁCH A JESKYNÍCH MORAVSKÉHO KRASU (ČESKÁ REPUBLIKA)

Monika Schwarzová – Jiří Faimon

Ústav geologických věd, Přírodovědecká fakulta, Masarykova univerzita,  
Kotlářská 2, 611 37 Brno, Česká republika; schwarzova.m@seznam.cz,  
faimon@sci.muni.cz

Oxid uhličitý produkovaný v krasových pŮdách řídí krasové procesy jak v (1) exokrasu (rozpuštění/degradace vápenců), tak v (2) epikrasu (růst speleotém). Krasové pŮdy se tím stávají nedělitelnou a environmentálně citlivou složkou krasového systému. Cílem studia bylo vyhodnotit vliv produkce pŮdního  $\text{CO}_2$  na koncentraci  $\text{CO}_2$  v jeskynní atmosféře. Na vybraných lokalitách (Sloupsko-šošovské jeskyně, Půlčevské jeskyně, Amatérská jeskyně, Balcarinka a v pŮdních sondách nad jeskyněmi) byl ve 14-denních intervalech po dobu 1 roku monitorován  $\text{CO}_2$ . V pŮdních profilech i v jeskynní atmosféře byly koncentrace  $\text{CO}_2$  výrazně sezónně závislé. V obou prostředích byla maxima dosahována v letním období (koncentrace  $\text{CO}_2$  v pŮdách převyšovaly koncentrace v jeskyni) a minima v zimě (koncentrace  $\text{CO}_2$  se blížily koncentracím ve venkovní atmosféře). V pŮdním profilu hladiny  $\text{CO}_2$  zhruba kopírovaly venkovní teplotu, avšak byly ovlivňovány i dalšími faktory (především vlhkostí). Jarní nárůst koncentrace  $\text{CO}_2$  v jeskynní atmosféře se zpožďoval za nárůstem koncentrací v pŮdním profilu. Podzimní pokles koncentrací  $\text{CO}_2$  byl ve většině sledovaných jeskyní prudší než v pŮdním profilu, pravděpodobně díky intenzivní ventilaci jeskyně. Zatímco vývoj koncentrací  $\text{CO}_2$  v jeskynní atmosféře byl reprezentován poměrně hladkou křivkou, v pŮdním profilu docházelo ke značným výkyvům.

### PODZEMNÉ VODNÉ ZDROJE SEVEROZÁPADNÉHO SLOVENSKA VO VZŤAHU KU KRASOVÝM HORNINÁM

Michal Zaňko

Katedra geografie, Pedagogická fakulta KU, Námestie A. Hlinku 56/1,  
034 01 Ružomberok, Slovenská republika

Uvažované územie severozápadného Slovenska sa administratívne v podstate zhoduje s územím Žilinského kraja, hydrologicky s povodím Váhu po jeho sútoku s Kysucou a Rajčankou. Patrí medzi najvýznamnejšie oblasti Slovenskej republiky z hľadiska povrchových i podzemných vodných zdrojov.

Najvýznamnejšie zdroje obyčajných podzemných vôd sa vyskytujú v mezozoických horninách. Na uvedenom území je vyčlenených 27 hydro-

geologických rájónov, v ktorých využiteľné zásoby podzemných vôd dosahujú približne 10 000 l.s<sup>-1</sup>. Prevažná väčšina z nich sa viaže na rájóny vápencových hornín, resp. kde tieto v príslušnom rájone prevládajú. Z uvedeného množstva využiteľných zásob podzemných vôd je to 6920 l.s<sup>-1</sup> (Kolektív autorov, 1991).

Na území severozápadného Slovenska sa vyskytujú 4 chránené vodohospodárske oblasti. Tri z nich sú prevažne na vápencových horninách a využiteľné zásoby podzemných vôd dosahujú v nich takmer 8000 l.s<sup>-1</sup> (Kollár a Fekete, 2002).

Mezozoické vápencové horniny, tektonika a georeliéf podmieňujú aj bohatý výskyt rôznych typov minerálnych vôd. Medzi významné vodné zdroje patria geotermálne vody. Z 26 perspektívnych oblastí, resp. štruktúr s geotermálnymi vodami na Slovensku boli vyčlenené 4 geotermálne štruktúry na severozápadnom Slovensku. Najvýznamnejšia z nich je Liptovská kotlina. Geotermálne vody sa vyskytujú v triasových vápencových horninách chočského i krížanského príkrovu, ktoré tvoria podložie paleogénnym horninám kotliny. Overili sa štyrmi hydrogeotermálnymi vrtmi v hĺbke 1315 až 2486 m. Výdatnosť vrtov dosahovala 6 až 41 l.s<sup>-1</sup> a teplota vody na povrchu 12 – 62 °C. Významné zdroje geotermálnych vôd sa vrtmi overili aj v Turčianskej kotline, Žilinskej kotline a na Oraviciach v Skorušinskej panve (Remšík, Fendek a Maďar, 2005).

#### LITERATÚRA

- FENDEK, M. – FENDEKOVÁ, M. 2001. Geotermálne vody. *Životné prostredie*, 35, 4, 211–216.
- KOLEKTÍV AUTOROV 1999. Štátna vodohospodárska bilancia SR: Vodohospodárska bilancia za rok 1998. Časť podzemné vody. Slovenský hydrometeorologický ústav, Bratislava.
- KOLEKTÍV AUTOROV 1998. Hydroekologický plán povodia Vahu v úseku od Oravy po Hričov, vrátane Turca, Kysuce a Rajčianky. Slovenský vodohospodársky podnik, Banská Štiavnica – Odštepny závod povodie Váhu, Piešťany.
- KOLLÁR, A. – FEKETE, V. Eds. 2002. General ochrana a racionálneho využívania vôd, 2. vydanie. Ministerstvo pôdohospodárstva SR – Ministerstvo životného prostredia SR, Bratislava.
- REMŠÍK, A. – FENDEK, M. – MAĐAR, D. 2005. Výskyt a rozšírenie geotermálnych vôd v Liptovskej kotline. *Mineralia Slovaca*, 37, 123–130.
- ZAIKO, M. 1998. Vodné zdroje Slovenska, ich využívanie a ochrana. *Acta Facultatis Rerum Naturalium Universitatis Ostraviensis*, 6, Ostrava.

## SPELEOKLIMATOLÓGIA

### AIR EXCHANGE IN THE KATEŘINSKÁ CAVE: FIRST CONTRIBUTION

Jiří Hebelka<sup>1</sup> – Jacek Piasecki<sup>2</sup> – Tymoteusz Sawiński<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Caves Administration of Moravian Karst, Svitavská 11-13, 678 01 Blansko, Czech Republic; hebelka@cavemk.cz

<sup>2</sup> University of Wrocław, Institute of Geography and Regional Development, Department of Meteorology and Climatology, ul Kosiby 6/8, 51-670 Wrocław, Poland; piasecki@biskupin.wroc.pl, t\_sawinski@meteo.uni.wroc.pl

Long term temperature and air movement registration in Kateřinská Cave started in January 2006. Short term investigations conducted in previous years, measuring it's climatic parameters gave the basic information about cave's climatic conditions. The results were used to plan the location of measurement points and measuring range of this research. In this paper we present findings from the research conducted between 17<sup>th</sup> February 2006 to 18<sup>th</sup> January 2007. The results show characteristics in air exchange between cave and it's environment as well as air movements and temperature change.

Actual cave's climatic characteristics are determined by changes in its morphology due to destruction of air blocking sediments between cave's main chamber and other passages (excavation of the passage between Old and New Kateřinská Caves in a year 1909)

The cave is build from many passages and three big halls lying horizontally in SW – NE line. The vertical corridors and clefts spread out from ceiling of main cave's level and it with the second upper one. Some of the clefts probably reach the surface of the platou. As previous and recent measurements proved, freed opening between cave's entrance (10 meters above the Pustý Žleb karst canion bottom) and first corridor and other chambers, activated an air movement in line with cave's axis.

Air exchange in a cave is determined mostly by typical 2 phased chimney effect. Winter phase (winter air exchange type) is connected with cold external air entering the cave through its entrance and being gradually transformed mostly in Old Kateřinská Cave (Hlavní Dóm). Intensity of this inflow (determined by the quantity of the thermic gradient between a cave and a canion) is enough to force air out of the cave through chimneys located in a deeper part of the cave (Northern part of Dóm Zkazy).

During summer phase air moves out from deeper parts of the cave through its entrance. Intensity and character of these movements fluctuate both in winter and summer phase. Obtained results show distinctly oriented (circulatory) air flow through main chambers of the low cave's level (from an en-

trance through Hlavní Dóm, Bambusový Lesík to Dóm Zkazy). It is probable that it's range doesn't cover all the parts of the chambers. We don't have an information of any impact of the mentioned above air flow yet on it's form (flow, slow air movements) outside it's presence zone.

### ŠTRUKTÚRA PRÚDENIA VZDUCHU V DOLNEJ ČASTI DOBŠINSKEJ ĽADOVEJ JASKYNE (PRIESTORY PRÍZEMIA A ĽADOVÉHO KLIFU)

Jacek Piasecki<sup>1</sup> – Tymoteusz Sawiński<sup>1</sup> – Krzysztof Strug<sup>1</sup> – Ján Zelinka<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Uniwersytet Wrocławski, Instytut Geografii i Rozwoju Regionalnego, Zakład Meteorologii i Klimatologii, Kosiby 6/8, 51-670 Wrocław, Polska; piasecki@biskupin.wroc.pl, t\_sawinski@meteo.uni.wroc.pl, k\_strug@meteo.uni.wroc.pl

<sup>2</sup> Správa slovenských jaskýň, Hodžova 11, 031 01 Liptovský Mikuláš, Slovenská republika; zelinka@ssj.sk

V rámci výskumného programu zameraného na štruktúru výmeny vzduchu a teplotno-cirkulačný systém Dobšinskej ľadovej jaskyne sme od júla 2005 do augusta 2007 vykonali v dolnej časti jaskyne (zóna ľadového klífu a Prízemia) výskum pomerov prúdenia vzduchu. Kontinuálna nadviazala na skoršie výskumy realizované v jaskyni od roku 2002. Na zaznamenávanie prúdenia a teploty vzduchu sa použili akustické anemometre umiestnené pozdĺž horizontálnych i vertikálnych profilov priestorov. Získaný dokumentačný materiál poskytol nové informácie o štruktúre priestorovej výmeny vzduchu v dolných častiach jaskyne a zároveň aj o jej sezónnych zmenách. Takisto umožnil sformulovať hypotézy týkajúce sa vplyvu nezaľadnených priestorov (Kvapľová pivnica) na priebeh výmeny vzduchu v priestore celej jaskyne.

Výskumy realizované v jaskyni v rokoch 2002 – 2005 poskytli detailné výsledky o priebehu výmeny vzduchu v hornej časti jaskyne (okolie vchodu – vstupné prepadisko – Malá sieň – Veľká sieň – Zrútený dóm). Na ich základe sa preukázalo prúdenie vzduchu vyvolané komínovým efektom, ktorého fungovanie je zviazané s výmenou vzduchu medzi jaskyňou a krasovým prepadiskom Duča. Tento efekt je hlavným činiteľom formujúcim prúdenie vzduchu v tejto časti jaskyne.

Od júla 2005 výskumné práce kontinuálne nadviazali vo vybraných priestoroch dolnej časti jaskyne, v priestoroch ľadového klífu a Prízemia. Cez priestory Ľadopádu sú tieto časti od západu prepojené s hornou časťou jaskyne i vstupnou zónou. Z juhu susedia s nezaľadnenými chodbami Kvapľovej pivnice, naproti tomu od východu cez umelý tunel s ďalšími priestormi dolnej časti (Ruffínyho koridorom). Počas roku sme tu rozlíšili dva typy výmeny vzduchu. Zimný typ je zviazaný s intenzívnym stekaním vonkajšieho chladného vzduchu od vstupného otvoru cez Ľadopád k ľadovému klíflu a do Prízemia. Zmeny rýchlostí a smeru prúdenia vzduchu nadväzovali na zmeny teploty vzduchu pred jaskyňou. V lete dominovalo prúdenie vzduchu od Kvapľovej pivnice v smere ľadového klíflu. Jeho iniciácia nastúpila v momente, keď teplota vonkajšieho vzduchu dosiahla vyššiu hodnotu ako vnútri jaskyne. V porovnaní so situáciou v zime sa počas celého letného obdobia prúdenie vzduchu vyznačovalo značne menšou intenzitou. Zaznamenané zmeny teploty i rýchlostí prúdenia vzduchu boli v tomto období malé.

Počas celého roku sa na tejto úrovni jaskyne potvrdili aj štruktúrne rozdiely v priebehu výmeny vzduchu vo vertikálnom profile priestorov. Intenzívne prúdenie vzduchu bolo zaznamenané hlavne v prízemnej vrstve. Vo vyššie položených vrstvách sa prúdenie vzduchu vyznačovalo oveľa menšou rýchlosťou a veľkou zmenou smeru prúdenia.

Porovnanie priebehov výmeny vzduchu v dolnej a hornej úrovni jaskyne poukázalo na ich veľkú podobnosť. Stabilitosť letného vytekania vzduchu z Kvapľovej pivnice a jeho úzka väzba so zmenami vonkajšej teploty svedčí o dominujúcej úlohe komínového efektu pri skúmaní priebehu výmeny vzduchu aj v dolných partiách jaskyne. Pravdepodobne poukazuje i na existenciu nerozpoznaného spojenia medzi Kvapľovou pivnicou a povrchom

### THE DEMÄNOVSKÁ ICE CAVE (SLOVAKIA): MASS BALANCE OF ICE MONOLITH IN 2003 – 2007

Krzysztof Strug<sup>1</sup> – Ján Zelinka<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Department of Meteorology & Climatology, Institute of Geography & Regional Development, University of Wrocław, pl. Uniwersytecki 1, 50-137 Wrocław, Poland; k\_strug@meteo.uni.wroc.pl

<sup>2</sup> Slovak Caves Administration, Hodžova 11, 031 01 Liptovský Mikuláš, Slovak Republic; zelinka@ssj.sk

The detailed research into the balance of the ice monolith in the Demänovská Ice Cave started in October 2003. Since then, in the two- or three-month intervals there where the regular measurements of increase and decrease in the mass of the ice monolith conducted and its surface was mapped, too. In May

2005, by drilling the ice monolith there were the measurements of its thickness taken up. The results of the measurements and the drilling were used to describe the course of changes in the volume and area of the ice monolith and to balance its mass in the period between October 2003 and October 2007. Accomplished characteristic of the ice mass ablation and accumulation processes in the cave, proved how meaningful was the influence of thermal conditions on the course of both processes in the period of the research.

## THE DEPENDENCE BETWEEN CHANGES OF RANGE OF ICE FORMS AND THERMAL CONDITIONS IN THE DEMÄNOVSKÁ ICE CAVE (SLOVAKIA)

Krzysztof Strug<sup>1</sup> – Ján Zelinka<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Department of Meteorology & Climatology, Institute of Geography & Regional Development, University of Wrocław, pl. Uniwersytecki 1, 50-137 Wrocław, Poland; k\_strug@meteo.uni.wroc.pl

<sup>2</sup> Slovak Caves Administration, Hodžova 11, 031 01 Liptovský Mikuláš, Slovak Republic; zelinka@ssj.sk

Demänovská Ice Cave is one of the two caves with the greatest ice accumulation in Slovakia. Besides the ice monolith, there are various ice forms whose range of occurrence and duration depend on the heat exchange in the cave system. The specific character of air circulation between the cave and its external surroundings is essential for this exchange. It determines the degree of cooling of the cave in the period of thermal winter and the duration of ice ablation period. Documenting development and degradation of ice forms since March 2003 and monitoring thermics of the cave air since November 2001 made it possible to compare changes in the range of these forms in relation to the parameters characterising thermal conditions in the cave.

## POKROKY VE VÝZKUMECH JESKYNNÍCH AEROSOLŮ

Jindřich Štelcl – Jiří Faimon – Petra Veselá – Miroslav Komberec

Ústav geologických věd, Přírodovědecká fakulta, Masarykova univerzita, Kotlářská 2, 611 37 Brno, Česká republika; stelcl@sci.muni.cz, faimon@sci.muni.cz

Částice aerosolu jeskynní i venkovní atmosféry jsou reprezentovány hroubou (>1 µm) a jemnou (<1 µm) frakcí. Hrubé částice představují ostrohranná až polozaooblená zrna, která zřejmě vznikají dezintegrací minerálních fází (kalcit, křemen, plagioklasy, K-zivce, biotit). Nově byly identifikovány částice se stechiometrií halitu, barytu, apatitu, chloritu a epidotu. Předpokládáme, že tyto částice jsou do jeskyně zavlečené zvenčí. Celková koncentrace hrubých částic v jeskynní atmosféře je nízká v letním období. K nárůstu koncentrace dochází v zimě a na jaře, a to v souvislosti s ventilací jeskyně. Koncentrace hrubých částic ve venkovním aerosolu je vysoká na jaře/v létě, resp. v létě/na podzim. Nízké koncentrace byly zaznamenány v zimě, pravděpodobně jako důsledek sněhové pokrývky omezující dispergaci částic. Jednotlivé částice jemné frakce mají rozměry 10 – 100 nm a sférický tvar. Na filtrech se seskupují do agregátů o velikosti 0,5 – 1 µm. Ve venkovní i jeskynní atmosféře byly jejich koncentrace nízké v létě a vysoké v zimě. Celková koncentrace jemných částic ve venkovním aerosolu typicky převyšuje koncentraci ve speleoaerosolu. Součástí jemné frakce jsou částice nápadně sférického tvaru s bradavčítým povrchem o rozměrech 150 – 300 nm. Dominují ve venkovním aerosolu; ve speleoaerosolu byly prokázány jen sporadicky. Nejvyšší koncentrace pochází z období jaro – podzim. Tyto částice morfologicky připomínají spory některých mikroorganismů (rod *Penicillium* nebo *Aspergillus*). Pokrok byl dosažen při určení složení jednotlivých částic/agregátů jemné frakce: C a O zde byly stanoveny jako dominantní. Toto složení potvrzuje významný podíl organické hmoty. V minoritním/stopovém množství byly prokázány i další prvky: ve sférických částicích to byla Cu a Zn, v agregátech zejména Fe, v nižších koncentracích Zn, Al, Si, Ca a Pb.

## SPELEOKLIMATICKÉ POMERY BRESTOVSKÉJ JASKYNE

Ján Zelinka

Správa slovenských jaskýň, Hodžova 11, 031 01 Liptovský Mikuláš, Slovenská republika; zelinka@ssj.sk

V rámci komplexného výskumu NPP Brestovská jaskyňa bol v období od januára 2006 do júla 2007 vykonaný aj kontinuálny speleoklimatický monitoring. Na jeho realizáciu sa použili datalogery typu R 3120 s vlastným energie-

tickým zdrojom od firmy COMET SYSTEM, s. r. o., Rožnov pod Radhoštěm, ČR. V hodinových intervaloch sa merala a zaznamenávala teplota a relatívna vlhkosť vzduchu v jaskyni a na povrchu. Parametre vonkajšej klímy sa sledovali a registrovali na severnej strane Horárne, vzdalenej od vchodu do jaskyne asi 400 m. Vo vlastnej jaskyni boli umiestnené tri automatické záznamníky: pod vstupným rebríkom, v sienke na križovatke chodieb v hornej úrovni jaskyne a na terase pod rebríkom pri sífóne. Počas sledovaného obdobia sa v jaskyni zaznamenali minimálne zmeny teploty a relatívnej vlhkosti vzduchu, odrážajúce charakteristický ročný priebeh. Iba vo vchode do jaskyne sa hlavne v zimnom období prejavoval malý vplyv vonkajšej klímy na zmeny teploty vzduchu. Vplyv teploty podzemného toku sa na zmenách teploty vzduchu prejavoval minimálne.

Na základe hodnôt získaných a spracovaných počas monitorovacieho obdobia môžeme jaskyňu z termodynamického hľadiska charakterizovať ako relatívne statickú, s vysokou regeneračnou schopnosťou a bez významných vonkajších vplyvov na zmeny jej mikroklimy.

## SPELEOKLIMATICKÉ POMERY HARMANECKEJ JASKYNE

Ján Zelinka

Správa slovenských jaskýň, Hodžova 11, 031 01 Liptovský Mikuláš, Slovenská republika; zelinka@ssj.sk

V Národnej prírodnej pamiatke Harmanecká jaskyňa sa dosiaľ okrem expedičných meraní nere realizoval detailný mikroklimatický výskum. Pritom jej poloha (vchod v nadmorskej výške 821 m, 260 m nad dnom doliny), orientácia vchodu na sever (tvorba vertikálnych ľadových útvarov vo Vstupnom dome počas chladného polroku), jej dĺžka a vertikálne rozpätie (2763 m, 75 m) a charakter priestorov (mohutné rútvé dómy striedané menšími horizontálnymi a šikmými chodbami, priepasťami a pod.) ju predurčujú ako zaujímavú speleoklimatickú lokalitu.

Počas výstavby nového vstupného areálu bola jaskyňa pre verejnosť zatvorená. Po dvoch rokoch sa 1. júla 2005 jej prevádzka obnovila a hneď dosiahla najvyššiu júlovú návštevnosť od roku 1994 (8416 návštevníkov). Jej uzatvorenie a následné sprístupnenie umožnilo počas obdobia, keď sa uskutočnil kontinuálny mikroklimatický výskum: od februára 2004 do októbra 2006, získať údaje nielen o prirodzenom chode teploty a relatívnej vlhkosti vzduchu v jaskyni a na povrchu v čase bez vplyvu návštevníkov, ale aj o kvantite antropogénnych zmien po obnovení jej prevádzky. Okrem umiestnenia záznamníka teploty a relatívnej vlhkosti vzduchu na povrchu boli záznamníky umiestnené aj v šiestich morfologicky odlišných častiach jaskyne. Interval záznamu nameraných hodnôt bol v čase bez návštevníkov 1 hodina, počas návštevných sezón 10 minút.

Najväčšie amplitúdy teploty spôsobené zmenami vonkajšej klímy sa identifikovali vo vstupných a zadných častiach jaskyne, ktoré sú puklinami prepojené s povrchom. Najväčší vplyv návštevníkov na zmeny mikroklimy sa prejavil v objemovo menších častiach jaskyne, v ktorých sa im poskytoval výklad a ktorými prechádzali dvakrát. Zároveň sa potvrdila vysoká regeneračná schopnosť jaskyne, keď za relatívne krátky čas sa sledované hodnoty mikroklimy vrátili na úroveň svojich priemerných hodnôt. Pri súčasnej návštevnosti minimálne zmeny mikroklimy vyvolané návštevníkmi nemajú negatívny dosah na tvorbu a zachovanie sekundárnych sintrových výplní jaskyne.

## BIOSPELEOLÓGIA

### FAUNA OF THE BRESTOVSKÁ CAVE (ZÁPADNÉ TATRY MTS.)

Lubomír Kováč<sup>1</sup> – Andrej Mock<sup>1</sup> – Zuzana Višňovská<sup>2</sup> – Peter Luptáčik<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Institute of Biology and Ecology, Faculty of Sciences, P. J. Šafárik University in Košice, Moyzesova 11, 041 67 Košice, Slovak Republic; lubomir.kovac@upjs.sk, mocka@upjs.sk, luptacik@upjs.sk

<sup>2</sup> Slovak Caves Administration, Hodžova 11, 031 01 Liptovský Mikuláš, Slovak Republic; visnovska@ssj.sk

The fluviokarstic Brestovská Cave with active underground stream is located in the Západné Tatry Mts. with entrance 851 m a. s. l. and total length of 1450 m.

Investigations of invertebrate communities of the Brestovská Cave were carried out in 2000 and 2006 using pitfall trapping, baiting, extraction of organic material and visual searching as collecting methods for terrestrial fauna. Pitfall traps and baits were installed at 5 sites along the cave from its deeper parts to the entrance. Aquatic forms were collected from the stream by planktonic net.

Diversity of investigated terrestrial invertebrate fauna was very low, 29 forms were registered in total. Collembola and Diptera were frequent in the cave. Majority of invertebrates were concentrated in the entrance spaces due to flooded organic material present. In the cave 9 Collembola species occurred, obligate cave form *Protaphorura janosik* being dominant and frequent. Eutroglophile *Arrhopalites pygmaeus* was only a sporadic inhabitant of the deeper cave parts. Occurrence of the troglophilous *Mesoniscus graniger* was confirmed the Brestovská Cave thus representing one of the northernmost localities of its distribution range in Europe. Allochthonous underground stream was inhabited by rather diverse communities of the benthic fauna that were drifted here actively or passively from the above ground. Oligochaeta and Crustacea were the most abundant. Important is a record of stygobitic crustacean *Niphargus tatrensis*. Interesting is also the occurrence of partly depigmented individuals of stygophilous turbellarian *Crenobia alpina* and amphipods of the genus *Gammarus*.

Chiropterofauna of the Brestovská Cave was investigated in 2005 – 2007. Only two species regularly hibernated here. Maximum of 13 individuals of *Myotis myotis/blythii* and 2 individuals of *Myotis mystacinus/brandtii* were recorded.

## PŮDNÍ ŘASY VYBRANÝCH JESKYNÍ ČESKÉ REPUBLIKY A SLOVENSKA

Alena Lukešová

Ústav půdní biologie, Biologické centrum AV ČR, v. v. i.,  
Na Sádkách 7, 370 05 České Budějovice, Česká republika;  
luksa@upb.cas.cz

Druhové složení společenstev řas a sinic bylo sledováno v jeskyních Slovenského krasu (Domica – Dlhá chodba, Čertova diera, Ardovská, Gombasecká, Krásnohorská, Jasovská, Hrušovská, Šingliarova) a Moravského krasu (Amatérská, Sloupsko-šošůvské). Z nich Domica, Gombasecká, Jasovská a Sloupsko-šošůvské jeskyně jsou přístupné pro veřejnost a periodicky osvětlené. Vzorky byly odebírány asepticky z jeskynních substrátů (sedimentu), netopýřího guana, vermikulitu, ekrementů žížal a půdních stejnonožců a jeskynního vzduchu, kontrolní vzorky z půdy a vzduchu v okolí příslušné jeskyně. Druhové spektrum bylo zjišťováno kultivačními metodami.

Celkové nejbohatší společenstva řas a sinic byla nalezena v jeskyních Domica a Amatérská (více jak 45 – 50 druhů), naopak nejchudší společenstva v jeskyních Hrušovská, Šingliarova, Krásnohorská a Sloupsko-šošůvské (0 až 2 ojediněle se vyskytující druhy). Byly zjištěny velké rozdíly mezi jednotlivými stanovišti uvnitř jeskyní i v závislosti na typu substrátu. Nejvyšší počet druhů i abundance řas byly zaznamenány v sedimentu a v ekrementech bezobratlých živočichů, naopak žádné řasy nebyly zpravidla izolovány z čerstvého netopýřího guana. V jeskyních převažovala typicky půdní řasová flora, srovnatelná s okolní půdou. Celkově převažovaly zelené řasy, ze sinic se nejvíce uplatňovaly dusík fixující sinice ř. Nostocales. Přítomnost většího podílu vodních druhů rozsivek a zelených řas byla zjištěna pouze v Amatérské jeskyni.

Z výsledků vyplývá, že přítomnost světla není zdaleka jediným faktorem určujícím a ovlivňujícím společenstva řas v jeskyních. Přisun diaspor řas průsakem vody či občasným naplavením se jeví jako zásadní v obou typech jeskyní. Naopak vliv návštěvnosti a transport diaspor vzdušnou cestou se příliš neprojevil.

## ARE THERE ANY CAVE DWELLING TERRESTRIAL ISOPODS (CRUSTACEA, ONISCIDEA) IN THE SLOVAK CAVES?

Andrej Mock<sup>1</sup> – Vladimír Papáč<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Institute of Biology and Ecology, Faculty of Sciences,  
P. J. Šafárik University in Košice, Moyzesova 11,  
041 67 Košice, Slovak Republic; mocka@upjs.sk

<sup>2</sup> Slovak Caves Administration, Železničná 31, 979 01 Rimavská Sobota,  
Slovak Republic; papac@ssj.sk

Recent intensive biospeleological research in the Slovak caves brought new data about many invertebrate groups. Review of all data on the distribution of terrestrial isopods in the Slovak caves pointed out that majority of are surface dwellers penetrating into caves from the neighbouring habitats. The occurrence is in majority accidental, individuals are usually concentrated at the cave entrances. Several petrophilous species, e.g. *Armadillidium versicolor*, *Cylisticus convexus* and *Hyloniscus riparius*, occur there in higher abundance and constancy indicating their closer relations to the cave conditions. Only *C. convexus* was found frequently in deeper parts of the cave corridors. Distribution of two rare species, *Orthometopon planum* and *Trachelipus difficilis*, is similarly limited to ecotone of the cave entrances. Till now, sole cavernicolous terrestrial isopod species was known from the northern parts of the whole Carpathian

mountain range, *Mesoniscus graniger*. Several new localities were added to its known distribution data. Genetic identity of its local populations and their origin is recently under study. Another two cavernicolous species were found during last year. *Androniscus dentiger*, eutroglophile distributed mainly in the caves of the Mediterranean region, was detected in the Ponická Cave that is the first known locality of its occurrence in Slovakia. The origin of the local populations is questionable because of its known ability to spread along human habitats on the surface. Second is the white, blind specimen of *Trichoniscus* sp. from the Leontína Cave. Sole female was collected up to now, its species identity being still unclear. Based on its morphology we consider it to be obligate cave dweller. No similar species is known from Slovak caves or from the cave or above-ground habitats of the neighbouring karst regions. The study was partly supported by the grants VEGA No. 1/0441/03 and 1/2362/05.

## MIKROSKOPICKÉ HOUBY V JESKYNÍCH ČESKÉ REPUBLIKY A SLOVENSKA

Alena Nováková

Biologické centrum AV ČR, v. v. i., Ústav půdní biologie,  
Na Sádkách 7, 370 05 České Budějovice, Česká republika;  
alena@upb.cas.cz

Mikroskopické houby byly izolovány z ovzduší a řady substrátů včetně jeskynního sedimentu, vermikulitu, netopýřího ekrementů a guana, ekrementů bezobratlých živočichů i obratlovců (převážně kuna a plch) a jiných organických materiálů. Izolace probíhala opakovaně v několika jeskyních NP Slovenského krasu (jeskyně Domica včetně Dlhé chodby a Čertovy diery, Ardovská, Gombasecká, Krásnohorská, Jasovská jeskyně a Šilická řadnica), v Dobšinské ledové jeskyni a v Amatérské jeskyni v Moravském krasu; v některých jeskyních ČR i Slovenska byly mikromycety izolovány jednorázově (Koněpruské, Chýnovské, Sloupsko-šošůvské a Javoříčské jeskyně, jeskyně Na Turoldu, jeskyně Na Špičáku, Králova jeskyně, jeskyně Pod Křížem, Punkevní jeskyně, jeskyně Býčí skála, Šingliarova priepasť a Hrušovská jeskyně). Počty spor v ovzduší jeskyní byly sledovány od roku 2003 (Domica, Ardovská jeskyně), v ostatních jeskyních postupně od roku 2004 a 2005.

Výsledky neukazují přímé ovlivnění kvantitativního zastoupení spor v ovzduší návštěvností jeskyní, ale v jeskynním ovzduší byly zaznamenány specifické druhy mikromycetů, většinou odlišné od druhů ve venkovním ovzduší. Mezi zajímavé nálezy mikroskopických hub patří např. *Chaetomium crispatum* z netopýřího guana (Jasovská j. – Guánová sieň), *Scopulariopsis croci* (ekrementy isopodů, Domica), *Stachybotrys cylindrospora* (ovzduší, Amatérská j.), *Gymnoascus reessii* (ekrementy žížal, Domica – Dlhá chodba), *Emericlepsis terricola* (jeskynní sediment, Domica). Některé druhy byly izolovány opakovaně, např. *Oidiendron cerealis*, *Beauveria bassiana*, *B. brongniartii*, *Talaromyces flavus*, *Myxotrichum deflexum*, *Trichoderma polysporum*, *Penicillium cf. glandicola*, *Echinobotryum*, *Doratomyces stemonitis*, většinou s vazbou na určitý substrát.

## SPRINGTAILS (HEXAPODA, COLLEMBOLA) IN THE CAVES OF MURÁNSKA PLANINA PLATEAU AND DRIENČANSKÝ KARST REGION: PRELIMINARY RESULTS

Vladimír Papáč

Slovak Caves Administration, Železničná 31, 979 01 Rimavská Sobota,  
Slovak Republic; papac@ssj.sk

The Muránska planina Plateau (142 km<sup>2</sup>, almost 400 caves) belongs to orographic regions of the Western Carpathians with plateau type of karst evolved The Drienčanský Karst (16 km<sup>2</sup>, 41 caves) represents the largest isolated karst area located to the west of the Slovak Karst and to the south of the Muránska planina Plateau. The investigations on cave Collembola diversity in both areas started at the end of 2005 and 26 caves have been explored up till now. In 9 caves combination of pitfall trapping (fixation liquids: 4 % formaldehyde or 96 % ethyl-alcohol), direct collecting and extraction of organic material was used. In total 27 species of springtails were detected in caves of the Muránska planina Plateau. *Pseudosinella pacti* Rusek, 1961, *Arrhopalites aggtelekiensis* Stach 1945, *Protaphorura janosik* Weiner 1990, *Deuteraphorura kratochvili* (Nosek, 1963), *Deuteraphorura cf. kratochvili* and *Arrhopalites cf. hungaricus* (two latter species found for the first time in the MPP) represent strictly cave adapted species belonging to the Western Carpathians endemics. *Plutomurus cf. abchasicus* inhabiting entrance part of the Michňová Shaft is the new species for science. In caves of the Drienčanský Karst region 25 species of springtails were determined, of which true cavernicolous species of springtails (trogllobites): *Arrhopalites aggtelekiensis* and *Deuteraphorura cf. kratochvili* were registered for the first time together with eutroglophile species *Mesogastrura ojcoviensis* thus indicating evolutionary connection with collembolan fauna of the Slovak Karst.

## JSOU ŽÍZALY (OLIGOCHAETA, LUMBRICIDAE) PRAVIDELNÝMI ČI NÁHODNÝMI OBYVATELI JESKYNNÍCH SYSTÉMŮ ČR A SR?

Václav Pižl

Ústav půdní biologie, Biologické centrum AV ČR, v. v. i.,  
Na Sádkách 7, 370 05 České Budějovice, Česká republika;  
pizl@upb.cas.cz

Žížaly patří k nejvýznamnějším zástupcům edafonu ve většině suchozemských biotopů, kde hrají roli ekosystémových inženýrů. Řada studií prokázala, že v půdách krasových oblastí jsou jejich společenstva druhově i kvantitativně bohatá, zejména díky příznivému pH, diverzitě mikrohabitátů a bohatým potravním zdrojům. Údajů o žížalách obývajících podzemní systémy je však k dispozici velmi málo.

Příspěvek shrnuje poznatky o výskytu žížalovitých v 59 českých a slovenských jeskyních. V materiálu zahrnujícím 824 jedinců, který byl získán jak ze vstupních, tak hlubinných prostor jeskyní, bylo identifikováno celkem 11 druhů žížal. Počet druhů nalezených v jedné jeskyni kolísá od 0 do 5, přičemž společenstva v distrofních či eutrofních jeskyních byla bohatší než v jeskyních oligotrofních. Žížaly zcela chyběly v kompletně suchých jeskyních. Nejčastěji nalezeným druhem byl *Dendrodrilus rubidus* (zjištěn v 60 % studovaných jeskyní), žížala preferující netopyřící guano, tlející dřevo a další organické zbytky. Ve více než pěti jeskyních byl zaznamenán výskyt dalších čtyř druhů, *Aporrectodea caliginosa*, *A. rosea*, *Dendrobaena octaedra* a *Octolasion lacteum*. Pouze dvě žížaly však lze klasifikovat jako troglofilní, tj. druhy vytvářející dostatečně velké a životaschopné populace v hypogenních prostorách jeskyní: *D. rubidus* v řadě jeskynních systémů a *Aporrectodea rosea* v Amatérské jeskyni (Moravský kras). Ty pak mají potenciál svou aktivitou výrazně ovlivňovat biotické i abiotické složky podzemních prostorů. Ostatní druhy žížal je nutno považovat za trogloxenní.

## DIVERSITA A ROZŠÍŘENÍ PANCÍRNÍKŮ (ACARI: ORIBATIDA) V JESKYNÍCH ČESKÉ REPUBLIKY

Josef Starý

Ústav půdní biologie, Biologické centrum AV ČR, v. v. i.,  
Na Sádkách 7, 370 05 České Budějovice, Česká republika;  
jstary@upb.cas.cz

Byla prozkoumána fauna půdních roztočů ze skupiny pancířníci (Acari: Oribatida) v 18 jeskyních všech významných jeskynních systémů v České republice. Celkem bylo odebráno 80 vzorků, z nichž bylo na Tullgrenových extraktorech získáno 1125 jedinců pancířníků. V tomto materiálu bylo identifikováno celkem 106 druhů pancířníků. Striktními troglobionty obývajícími výhradně jeskyně jsou druhy *Pantelozetes cavaticus* (Kunst, 1962) a *Kunstiodesmaeus lengersdorfi* (Willmann, 1932). U těchto druhů byla provedena detailní analýza jejich autekologie. Byly zjištěny dva druhy nové pro vědu *Montizetes n. sp.* (jeskyně Na Turoudu) a *Suctobelbata n. sp.* (jeskyně Pod Křížem). Nálezy druhů *Adelphacarus sellnicki* Grandjean, 1952, *Bermiella (Hypogeoppia) dungeri* Schwalbe, 1995, *Chamobates birulai* Kulczynski, 1902 a *Oppiella beskidensis* (Niemi, Skubala, 1993) jsou nové pro faunu České republiky. Byla provedena ordinační PCA analýza druhové podobnosti pancířníků jednotlivých zkoumaných jeskyní.

Největší druhová diversita pancířníků byla zjištěna v Amatérské jeskyni. Největší počet druhů pancířníků a nejvyšší druhová bohatost byly zjištěny v rozložených organických zbytcích a naplaveninách, nejvyšší průměrná populační hustota byla zjištěna v trouchnivějícím dřevě. Překvapivě nízká druhová diversita a populační hustota pancířníků byla zjištěna v netopyřím guanu.

## REVIEW OF COPEPODA, SYNCARIDA AND AMPHIPODA KNOWN FROM CAVES IN SLOVAKIA (CENTRAL EUROPE)

Zuzana Višňovská

Správa slovenských jaskýň, Hodžova 11, 031 01 Liptovský Mikuláš,  
Slovak Republic; visnovska@ssj.sk

Up to 2006, 25 Copepoda (belonging to families Cyclopidae, Canthocamptidae, Diaptomidae), 4 Amphipoda (Gammaridae, Niphargidae, Crangonyctidae) and 1 Syncarida (Bathynellidae) species are known from water habitats inside the caves in Slovakia. Among them only *Acanthocyclops venustus* (Norman & Scott, 1906), *Diacyclops languoides* (Lilljeborg, 1901), *Diacyclops languidus* (Sars, 1863), *Microcyclops rubellus* (Lilljeborg, 1901), *Paracyclops timbriatus* (Fischer, 1853), *Elaphoidella pseudophreatica* (Chappuis, 1928), *Elaphoidella proserpina* Chappuis, 1934, *Bryocamptus (Rheo-*

*camptus) typhlops* (Mrázek, 1893), *Bryocamptus (Rheocamptus) zschokkei* (Schmeil, 1893), *Niphargus tatrensis* Wrzesniowski, 1888, *Synurella intermedia* Dobreaanu, Manolache & Puscariu, 1952 and *Bathynella natans* Vejdovský, 1882, could be considered as stygobitic or stygophilous taxa. Other stygobitic crustaceans, such as *Parabathynella stygia*, *Crangonyx subterraneus*, several species of genus *Niphargus*, recorded in wells, springs and hyporheic waters, have not yet been found inside the slovak caves.

## CHIROPTEROFAUNA OF THE BELIANSKA CAVE

Zuzana Višňovská

Správa slovenských jaskýň, Hodžova 11, 031 01 Liptovský Mikuláš,  
Slovak Republic; visnovska@ssj.sk

In the past decades, bat community in the cave had been observed by Vachold (1956, 1960), Gaisler & Hanák (1972) and Pjenčák & Danko (2002). Slovak Caves Administration had started with periodical controls since 2002 (Bernadovič, Višňovská).

Up to now, eight bat species have been confirmed in this cave: *Rhinolophus hipposideros*, *Myotis myotis*, *M. blythii*, *M. mystacinus*, *M. brandtii*, *M. nattereri*, *Eptesicus nilssonii* a *Plecotus auritus*. Since 2004 to 2007, we have recorded four species. *Myotis myotis/blythii* (seasonal maximum of 62 individuals) and *M. mystacinus/brandtii* (max. 43 ind.) predominated in the bat community. Also *Plecotus auritus* and *Eptesicus nilssonii* regularly hibernated here. Maximum of 109 bat individuals in the cave was recorded. More than 50 % of a bat community occurs in the section from Entrance Passage to Dome of Discoverers in front part of the cave. After wind calamity, which hit a forest zone in the Tatra Mts. in November 2004, we observed neither difference in species composition nor remarkable quantitative increase of hibernating bats in the Belianska Cave in comparison with the same period of other seasons.

## ARCHEOLÓGIA

### PREDBEŽNÉ VÝSLEDKY ARCHEOLOGICKÉHO VÝSKUMU JASKYNE JULCSA-BARLANG NA DOLNOM VRCHU

Václav Furmánek<sup>1</sup> – István Szenthe<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Archeologický ústav SAV, Akademická 2, 949 21 Nitra,  
Slovenská republika; nraufurm@savba.sk

<sup>2</sup> Múzeum körút 5, H-1053 Budapest, Magyarország (Hungary)

Od roku 2001 prebieha v jaskyni Julcsa, ktorá sa nachádza v krasovej oblasti Dolný vrch v katastri obce Szögliget, župa Borsod-Abaúj-Zemplén v Maďarsku, systematický archeologický výskum. Výskum sa realizuje v spolupráci Archeologického ústavu SAV Nitra (V. Furmánek) a Maďarského národného múzea Budapešť (G. Rezi-Kato). Jeho aktívnym účastníkom je geológ, speleológ a amatérsky archeológ I. Szenthe z Budapešti.

Za 5 výskumných sezón sa objavilo množstvo pamiatok hmotnej kultúry, ktoré ukazujú, že jaskyňa bola využívaná od mladšej doby kamennej až po stredovek. Dominantu predstavujú nálezy z mladšej a neskorej doby bronzovej, keď jaskyňu osídlilo obyvateľstvo kyjatickej kultúry (1100 – 800 pred n. l.). Okrem keramiky sú pozoruhodné objavy zlatých ozdôb (náramky, prstene, vlasové kruhy). Predpokladá sa, že zlaté šperky mali sakrálné určenie. Podobné zlaté predmety sa našli aj v jaskyni Baradla v Aggteleku.

### JASKYNE SLOVENSKEHO KRASU A OKOLIA VO SVETLE NOVÝCH ARCHEOLOGICKÝCH OBJAVOV

Marián Soják

Archeologický ústav SAV – pracovisko Spišská Nová Ves,  
Mlynská 6, 052 01 Spišská Nová Ves, Slovenská republika;  
sojak@ta3.sk

Nové speleoarcheologické výskumy a nálezy z vytypovaných jaskýň na východnom okraji Slovenského krasu a v západnej časti Košickej kotliny. Analýza pamiatok hmotnej kultúry z týchto jaskýň: Bôrka – Jačmenná jaskyňa; Debraď – jaskyňa Jazvečí hrad; Háj – Kostrová jaskyňa; Hrhov – Oltárna jaskyňa; Tatárska jaskyňa a Veterná diera nad Hrhovom; Jasov – Jasovská jaskyňa a Tomášova jaskyňa; Moldava nad Bodvou – Mníchova diera a Moldavská

jaskyňa; Slavec – Leontína. Doložené osídlenie v paleolite, neolite (bukovohorská kultúra), dobe bronzovej (kyjatická kultúra), mladšej dobe železnej – laténskej, staršej dobe rímskej, v stredoveku a novoveku. V horizonte neskoršej doby bronzovej (kyjatická kultúra) doložený kultový prejav (ľudské kosti) v Kostrovej jaskyni. Ojedinelé sú vzácne doklady osídlenia v dobe laténskej (Jasovská jaskyňa, Moldavská jaskyňa) a rímskej (Veterná diera nad Hrhovom). Intenzívne využitie jaskýň v 13. storočí súvisí s dôsledkom mongolsko-tatárskeho vpádu. Z tohto horizontu nechýbajú numizmatické nálezy (jaskyňa Leontína, Moldavská jaskyňa), šperky (Jasovská a Moldavská jaskyňa) a predpokladaná mongolská lebka (Tatárska jaskyňa). Unikátne svedectvá (úkryt miestneho obyvateľstva pred mongolskými dobyvateľmi) poskytol výskum v Moldavskej jaskyni, v ktorej sa odkrylo niekoľko kostrových hrobov so sprievodnými nálezmi. Revízný výskum v jaskyni Mníchova diera potvrdil jej využitie v novoveku. Potreba systematického speleoarcheologického výskumu, intenzívnej interdisciplinárnej spolupráce a dôslednejšej ochrany jaskýň pred vykrádačmi a neodbornými zásahmi do jaskynných sedimentov.

## HISTÓRIA

### PREHĽAD HISTÓRIE BELIANSKEJ JASKYNE

Marcel Lalkovič

*Katedra ekomuzeológie, Fakulta prírodných vied UMB Banská Bystrica,  
Tajovského 55, 974 01 Banská Bystrica, Slovenská republika;  
lalkovic@fpv.umb.sk*

História Belianskej jaskyne je aj po rokoch poznačená nejasnosťami okolo jej objavu. Udalosť z roku 1881 spočívajú nápis z prvej polovice 18. storočia na stenách jaskyne. Nie je známa ani ich prípadná súvislosť so zlatokopectvom, na existenciu ktorého v týchto končinách poukazujú mnohé okolnosti. Rôznu interpretáciu ponúka aj samotný rok 1881, takže za sporný možno považovať aj dátum objavu.

Už v auguste 1881 sa s cieľom prieskumu jej priestorov podniklo niekoľko výprav. V septembri 1881 mesto Spišská Belá vytvorilo komisiu, ktorá sa zaoberala úpravou a sprístupnením jaskyne verejnosti. To sa zásluhou A. Kaltsteina uskutočnilo 6. júla 1882. Sprístupnený úsek zaberá priestory od Objavného vchodu cez Hlbokú chodbu, časť dnešnej Vstupnej chodby, Dóm objaviteľov, Dlhú chodbu až do Palmovej siene. V rokoch 1882 – 1885 sa predĺžil prehliadkový okruh a spojil Dóm trosiek s Rázcestím, čím odpadla potreba vracieť sa späť po tej istej trase. Roku 1896 inštalovali v jaskyni elektrické osvetlenie. Záujem o ňu spôsobil vznik turistickej a rekreačnej osady na brehu riečky Belá (Tatranská Kotlina). V roku 1892 ju tvorilo 46 objektov. Roku 1883 vyšiel o jaskyni prvý sprievodca od S. Webera. O charaktere odborného záujmu o jaskyň svedčia práce S. Rotha, C. Fruwirtha, M. Greisgera či K. Kolbenheyera. Zmienky o nej sa dostali aj do turistických sprievodcov. Neskôr sa údržba jaskyne zanedbala. Počas suchého leta dokonca nefungovalo ani elektrické osvetlenie.

Po roku 1918 záujem o jaskyň prejavoval Karpatský spolok. Roku 1926 K. Piovarcy a G. Gabriel objavili nové priestory. V apríli 1933 ju mesto Spišská Belá dalo do prenájmu KČST, ktorý rekonštruoval jaskynnú komunikáciu. Povrchové elektrické vedenie vymenil za káblové, doplnil zrkadlovými reflektormi a realizoval ďalšie práce. Roku 1935 J. Klepáč objavil vchod do priepasti Peklo, kam v roku 1939 zostúpila skupina V. Benického. Koncom roku 1938 jaskyňa prešla pod pôsobnosť KSTL a v máji 1942 ju prevzal odbor KSTL v Spišskej Belej. V zime 1942 v jaskyni odstránili posledné zvyšky drevenej úpravy. Roku 1943 zaviedli elektrické osvetlenie do Galérie a sprístupnili ju v júni 1943.

Subvencia SNR v povojnovom období umožnila zahľadiť stopy vojny. Po zániku KSTL roku 1949 jaskyňa prešla pod správu Sokola a v júni 1951 ju prevzala Správa slovenských jaskýň Liptovský Mikuláš. V závere roka sa dostala pod Riaditeľstvo pre cestovný ruch a neskôr Turistu. V tomto období sa tu uskutočnili rozsiahle rekonštrukčné práce. V júli 1958 jaskyňu postihla povodeň a prívál povrchových vôd značne poškodil chodníky. V tom istom

roku miestni jaskyniari prenikli nad Hladovou priepasťou do labyrintu nových priestorov a v marci 1959 objavili pod Veľkým vodopádom Sieň netopierov. Od roku 1966 jaskyňu spravovalo Východoslovenské múzeum v Košiciach a v roku 1970 prešla pod Správu slovenských jaskýň v Liptovskom Mikuláši. Úpravou MK SSR z roku 1979 ju vyhlásili za chránený prírodný výtvor. Od roku 1970 speleologický prieskum jej priestorov zabezpečujú členovia Slovenskej speleologickej spoločnosti v Spišskej Belej.

Názov jaskyne nie je pôvodná a menil sa pomerne často. V nemeckej verzii sa jeho dnešná forma objavila prvýkrát v roku 1882, definitívne sa ustánila až v období po roku 1918.

## Z HISTÓRIE BRESTOVSKÉJ JASKYNE

Marcel Lalkovič

*Katedra ekomuzeológie Fakulty prírodných vied UMB Banská Bystrica,  
Tajovského 55, 974 01 Banská Bystrica, Slovenská republika;  
lalkovic@fpv.umb.sk*

Prvé písomné zmienky o existencii jaskyne spadajú do 2. polovice 19. storočia. Niekedy po roku 1857 sa o prameňoch tzv. Studenej vody ponížie ústia Zubereckej doliny zmieňoval poľský lekár, botanik a tatranský bádateľ Titus Chałubiński, čo by mohla byť prvý zmienka o Brestovskej vyvieracke. Podľa T. Zwolińskiego mal sa T. Chałubiński zmieňovať aj o jaskyni Stefkowka, ktorú údajne i navštívil. V práci *Podziemne Kościeliska* z roku 1887 priestory jaskyne v blízkosti Zuberca opísal Jan G. Pawlikowski.

Ďalší záujem o jaskyňu súvisí s obdobím po roku 1918. Na jej existenciu už v roku 1923 upozornil kapitán Konečný, na základe čoho ju mal z poverenia Štátneho referátu na ochranu pamiatok v Bratislave preskúmať konzervátor A. Král. V rokoch 1926 – 1929 V. Zázvorka o krase Zubereckej doliny uviedol, že Studený potok sa tu delí na dve ramená, z ktorých sa jedno ponára nad hájovňou a ponížie nej opúšťa podzemné priestory. V tomto období si existenciu jaskyne všimli aj niektorí poľskí autori. V roku 1929 ju M. Gotkiewicz v literatúre uvádzal pod menom Zuberecká jaskyňa a v roku 1936 T. Zwoliński vo svojom sprievodcovi po Tatrách a Zakopanom ju spomínal ako zaujímavú vodnú jaskyňu Stefkowka.

Detailnejší výskum a systematický záujem o jaskyňu súvisí až s povojnovým obdobím. V dôsledku mimoriadne nízkeho stavu vody J. Brodnánský spolu s F. Čejkom a P. Čaplovičom prenikol v októbri 1949 do inak zaplavovaných častí jaskyne. V rokoch 1957 – 1958 ju zase podrobnejšie preskúmal a v spolupráci s F. Čejkom zamerail jej priestory. Neskôr sa pokúšal preniknúť ponorom Roháčskeho potoka, ale jeho pokusy sa skončili neúspechom. Prieskum jaskyne pokračoval ďalej a v máji roku 1968 potápači zo Žiliny uskutočnili prieskum tunajšieho sífónu. V júli 1968 počas jaskyniarskeho týždňa potom dosiahli najhlbšie miesto sífónu, ale nevošli do stúpajúcej vetvy. V júli 1969 jaskyňu preskúmal A. Droppa a povrchové meranie v okolí jaskyne realizoval L. Krump.

Začiatkom marca 1974 P. Ošust so Švajčiarom A. Schärerom zaplávali až takmer na koniec výstupnej vetvy. Dosiahli aj vzduchovú bublinu pred jej koncom, ale nevyvorili sa v suchých častiach. V júli 1974 oravskí jaskyniari pri ponore Volariská objavili otvor, ktorým prenikli do 55 m dlhej jaskyne a pretože má spojitost s ponorom, stala sa súčasťou Brestovskej jaskyne. Koncom apríla 1979 J. Kucharovič a V. Sláčík prekonali 120 m dlhý 1. sífón. Počas akcie postupne prenikli cez 4 ďalšie sífóny a objavili nové priestory, rozsahom porovnateľné s dovtedy známymi časťami jaskyne. V máji a júni 1981 Z. Hochmuth, J. Kucharovič, P. Marek a V. Sláčík prenikli cez 1. sífón, aby zameraili a zdokumentovali nové časti jaskyne. V roku 1982 sa skupina potápačov usilovala zamerať 1. sífón, ale jeho zameranie dokončili až na jar roku 1984. V tom istom roku zamestnanci Ústredia štátnej ochrany prírody v Liptovskom Mikuláši zameraili časť jaskynných priestorov. Spojením všetkých meraní vznikol napokon pôdorysný plán celej jaskyne.

V nasledujúcich rokoch sa oravskí jaskyniari neúspešne pokúšali o prerazenie druhého vchodu do jaskyne, ktorý by smeroval do častí za 1. sífónom. Na jaskyni niekoľkokrát vymieňali poškodený mrežový uzáver a koncom 90. rokov ju vyčistili od odpadkov, ktoré tu zanechali turisti a iní nepovolaní návštevníci.