

# Archeo

2010

Správa slovenských jaskýň

15/2



# Integrated Cave Environmental Monitoring System (ICEMS)

## Data Logger AMS111

- small size and compact design – water tight
- low consumption
- easy data access, real time data
- data backup on high capacity SD card
- communication via GSM/GPRS, WiFi, RS485, ...

## Unified Data Collection System (UDCS)

- collects data from data logger network
- on the fly connection
- saves data to central database

## Climatological Database (CLDB)

- data management and processing
- reports, statistics
- data presentation – web, intranet

## Modes of Operation:

- Climatic mode – 10/60 minutes measurement interval
- Micro mode – 10/60 seconds measurement interval
- Measurement of climatic conditions outside the cave
- Meteorological stations near cave entrance
- Effective lightning protection
- Lightning and mini weather radar are ready to connect to ICEMS

## Installed Cave Systems:

### Slovakia

- Domica Cave
- Gombasecka Cave
- Dobsinska Ice Cave
- Demanovska Cave of Liberty
- Demanovska Ice Cave

**5 permanent cave systems and 6 mobile systems**  
**– more than 200 sensors and cca 50 data loggers**

### Czech Republic

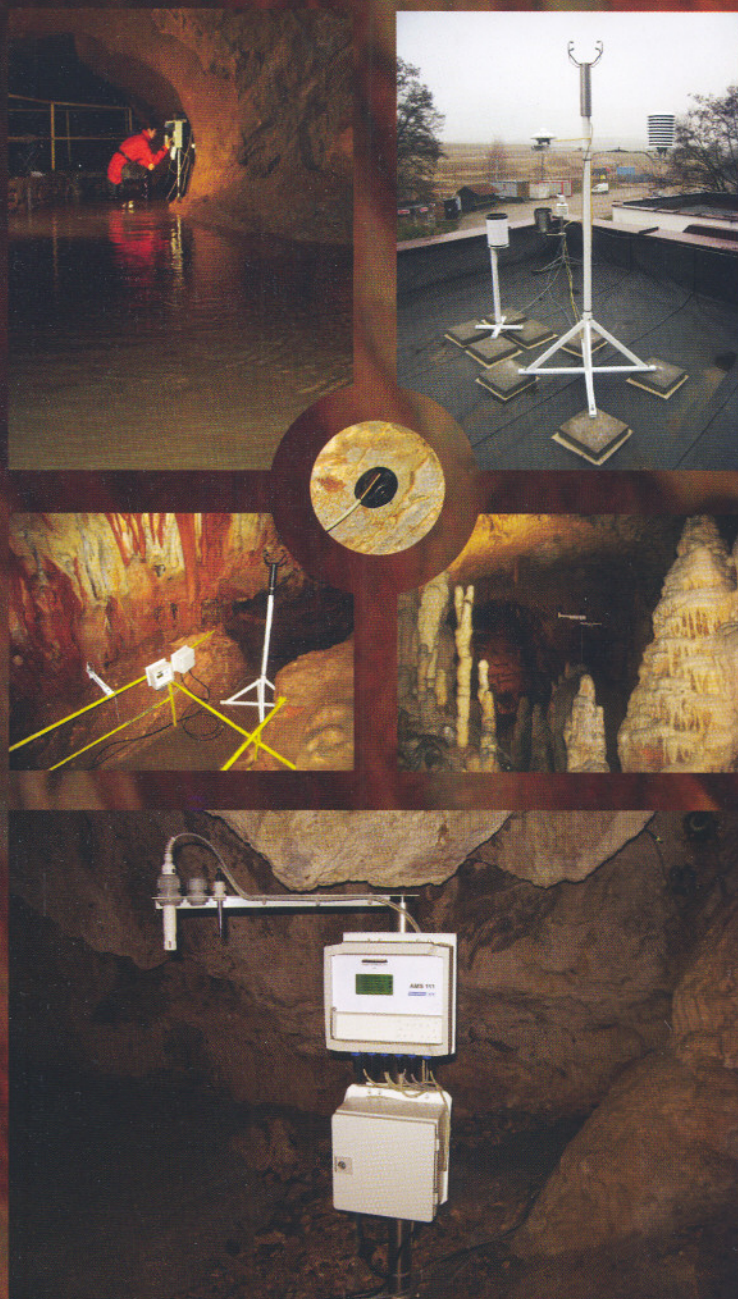
- Katerinska Cave

**Permanent cave system and mobile cave system – more than 70 sensors and 10 data loggers**

### Slovenia

- Postojna Cave

**Permanent cave system**  
**– 10 sensors and 2 data loggers**





# ARAGONIT

**vedecký a odborný časopis Správy slovenských jaskýň**

**Časopis uverejňuje:**

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

**Vydavateľ:** Štátna ochrana prírody SR, Správa slovenských jaskýň

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

**Zodpovedný redaktor:** Ing. Jozef Hlaváč

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

**Výkonný redaktor:** Mgr. Lukáš Vlček

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

Časopis vychádza dvakrát ročne

Evidenčné číslo: EV 3569/06

**ISSN 1335-213X**

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

# ARAGONIT

**ročník 15, číslo 2 / december 2010**

**Recenzenti vedeckých príspevkov z výskumu krasu a jaskýň:** prof. RNDr. Pavel Bosák, DrSc., Dr. hab. Michal Gradziński, RNDr. Peter Malík, CSc., doc. RNDr. Rudolf Novodomec, CSc., doc. Ing. Ladislav Tometz, CSc., prof. Ing. Michal Zacharov, CSc.

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

**Redaktor:** Mgr. Bohuslav Kortman

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

**Tlač:** Uniprint Považská Bystrica

**Obrázky na obálke:**

(1) Demänovská jaskyňa slobody, podzemné prepádanie Demänovky. Foto: P. Staník

(4) Demänovská jaskyňa mieru. Foto: P. Staník

## OBSAH / CONTENTS

### VÝSKUM KRASU A JASKÝŇ / RESEARCH OF KARST AND CAVES

|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |    |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| P. Bella – Ľ. Gaál – V. Papáč: Jelenecká jaskyňa v travertínovej terase konštruktívneho vodopádu, Starohorská dolina /<br>Jelenecká Cave in the travertine terrace of constructive waterfall, Starohorská Valley, Central Slovakia .....                                                                                                                          | 59 |
| P. Bella: Vytváranie jaskýň vodami vystupujúcimi pozdĺž okrajového zlomu Malých Karpát pri Plaveckom Podhradí – hydrogeologické podmienky<br>a morfológické znaky / Formation of caves by waters ascending along a marginal fault of Malé Karpaty Mts. near Plavecké Podhradie,<br>Western Slovakia – hydrogeological conditions and morphological features ..... | 65 |
| P. Malík – M. Gregor – J. Švasta – D. Haviarová: Rezistivimetrické a termometrické merania podzemného vodného toku v Drienovskej jaskyni /<br>Resistivimetric and thermometric measurements of underground stream in the Drienovská Cave, Slovak Karst .....                                                                                                      | 71 |
| D. Haviarová – P. Pristaš: Výsledky nových stopovacích skúšok ponorových jaskýň v Demänovskej doline vo vzťahu k Demänovskej jaskyni slobody /<br>Results of new tracing tests of ponor caves in Demänovská Valley in relation to the Demänovská Cave of Liberty .....                                                                                            | 76 |
| P. Nôta: Využitie náučných chodníkov v edukačnom procese na príklade Drienčanského krasu /<br>Utilisation of educational paths in educational process – case study in Drienčany Karst .....                                                                                                                                                                       | 82 |

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

|                                                                                                                                                    |     |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| J. Marikovičová – J. Omelka: Integrovaný environmentálny monitorovací systém jaskýň / Integrated cave environmental monitoring system .....        | 87  |
| F. Mihál: Medzibalvanové jaskyne v karbonátoch Spiša / Boulder caves in carbonates of the Spiš Region, Slovakia .....                              | 90  |
| V. Papáč: Záchrana Priepasti v Kavečanoch (Priepasť pod cestou) / Saving the Shaft in Kavečany (Shaft Under the Road) .....                        | 94  |
| J. Peška: Dobudovanie vstupného areálu Dobšinskej ľadovej jaskyne / Completing the premises of Dobšinská Ice Cave .....                            | 95  |
| P. Holúbek: Malá Stanišovská jaskyňa v Nízkych Tatrách je rok sprístupnená / Malá Stanišovská Cave in Low Tatras one year open to the public ..... | 96  |
| Ľ. Gaál: Morské oko – netradične sprístupnená jaskyňa na Slovensku / Morské Oko Cave – a non-conventional kind of cave opening to the public ..... | 99  |
| I. Balciar – P. Staník: Starostlivosť o jaskyne v roku 2010 / Cave care in 2010 .....                                                              | 100 |

### SPRÁVY A AKTUALITY / REPORTS AND NEWS

|                                                                                                                                                                                                                                                    |     |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| P. Gažík: 6. kongres Medzinárodnej asociácie sprístupnených jaskýň (ISCA), 18. – 23. október 2010, Demänovská Dolina /<br>6 <sup>th</sup> ISCA Congress, October, 18 – 23, 2010 .....                                                              | 101 |
| L. Vlček: Dinársky kras – 18. ročník Medzinárodnej karsologickej školy (Postojna, Slovinsko) /<br>Dinaric Karst – 18 <sup>th</sup> International Karstological School (Postojna, Slovenia) .....                                                   | 106 |
| J. Zelinka: 4. medzinárodný workshop o ľadových jaskyniach / 4 <sup>th</sup> International Workshop on Ice Caves .....                                                                                                                             | 107 |
| V. Papáč – Z. Višňovská: 20. medzinárodná konferencia o subteránnej biológii v Slovinsku /<br>20 <sup>th</sup> International Conference on Subterranean Biology in Slovenia .....                                                                  | 108 |
| L. Vlček: Medzinárodný workshop o hypogénných jaskyniach (Postojna, Slovinsko) /<br>Hypocave – postgraduate training on hypogene caves (Postojna, Slovenia) .....                                                                                  | 110 |
| Ľ. Gaál: Vedecká konferencia o Petianovi v Lučenci / International conference on J. S. Petian, Lučenec .....                                                                                                                                       | 111 |
| L. Vlček: Odborný seminár o živote a diele Jána Brodňanského / Vocational seminar on the life and work of Ján Brodňanský .....                                                                                                                     | 112 |
| P. Bella: Prezentácie krasu a jaskýň na 6. vedeckej konferencii Asociácie slovenských geomorfológov pri SAV /<br>Presentations of karst and caves at the 6 <sup>th</sup> scientific conference of the Association of Slovak Geomorphologists ..... | 112 |
| L. Vlček: Speleofórum 2010 / Speleoforum 2010 .....                                                                                                                                                                                                | 112 |

### KARSOLOGICKÁ A SPELEOLOGICKÁ LITERATÚRA / KARSTOLOGICAL AND SPELEOLOGICAL LITERATURE

|                                                                                                                             |     |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| P. Bella: K. W. Stafford – L. Land – G. Veni (Eds.): Advances in Hypogene Karst Studies .....                               | 113 |
| Ľ. Gaál: J. Stankovič – V. Cílek – R. Schmelzová a kol.: Plešivecká planina / Plešivecká Plateau .....                      | 114 |
| L. Vlček: A. Mihevc – M. Prelovšek – N. Zupan Hajna (Eds.): Introduction to the Dinaric Karst .....                         | 115 |
| Ľ. Gaál: A. Ciszewski – Z. J. Ryn – M. Szelerewicz (Eds.): The caves of Easter Island – Underground world of Rapa Nui ..... | 115 |

### SPOLOČENSKÉ SPRÁVY / SOCIAL REPORTS

|                                                                                             |     |
|---------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| Z. Jablonická – I. Mudroň: Milan Orfánus 50-ročný / Milan Orfánus 50 years old .....        | 116 |
| Ľ. Nudziková: Životné jubileum Jarmily Zvonárovej / Life jubilee of Jarmila Zvonárová ..... | 116 |
| Redakcia: Blahoželáme... / Congratulations .....                                            | 116 |



# JELENECKÁ JASKYŇA V TRAVERTÍNOVEJ TERASE KONŠTRUKTÍVNEHO VODOPÁDU, STAROHORSKÁ DOLINA

**Pavel Bella<sup>1,2</sup> – Ľudovít Gaál<sup>1</sup> – Vladimír Papáč<sup>1</sup>**

<sup>1</sup> Štátna ochrana prírody SR, Správa slovenských jaskýň,

Hodžova 11, 031 01 Liptovský Mikuláš; bella@ssj.sk, gaal@ssj.sk, papac@ssj.sk

<sup>2</sup> Katedra geografie, Pedagogická fakulta KU, Hrabovská cesta 1, 034 01 Ružomberok

**P. Bella, Ľ. Gaál, V. Papáč: Jelenecská Cave in the travertine terrace of constructive waterfall, Starohorská Valley, Central Slovakia**

**Abstract:** Jelenecská Cave (Starohorská Valley, Central Slovakia), which is 60 m long, presents one of the most significant syngenetic caves in travertine constructive waterfall in Slovakia. First more complex knowledge on the cave related to geological settings, morphology, genesis, cave sediments and fauna is given in the paper. Tree moulds in travertine are observed in the upper part of the cave. In several places travertine walls are covered by carbonate speleothems of various shapes. The passage in the lower part of the cave with an underground stream is partially featured by fluvial sculpturing. Fauna of travertine caves is still unknown in Slovakia. For the first time we found out true troglotic species in this type of cave – paligrade *Eukoeneria spelaea* and springtails *Pseudosinella pacti* and *Deuteraphorura kratochvili*. These species represent rare endemic forms, which occur only in caves of Western Carpathians. Moreover the occurrence of *E. spelaea* in Jelenecská Cave represents the westernmost finding in the Western Carpathians. The cave is protected as a natural monument with various natural abiotic and biotic values. The possible threat to the cave induced by its location near the frequented road between Banská Bystrica and Ružomberok (through the mountain pass Donovaly between the Nízke Tatry Mts. and Veľká Fatra Mts.) is the main reason for a preparation of the project establishing its buffer zone with appropriate measures of nature protection.

**Key words:** speleology, syngenetic cave, travertine, constructive waterfall, tree mould, speleothems, cave fauna, nature protection

## ÚVOD

Medzi pozoruhodné a menej často vyskytujúce sa jaskyne, ktoré vznikli za osobitných podmienok a procesov genézy, patria aj syngeneticke travertínové jaskyne. Vyskytujú sa v podobe vnútrokráterových komínov či zvonovitých studní alebo dutín pozdĺž previsnutých a nadol narastajúcich záclonovitých útvarov travertínu na prednom okraji vodopá-

dov. Sčasti môžu byť dotvorené, resp. remodelované koróznou a eróznou činnosťou vôd vytekajúcich z travertínových kôp alebo pretekajúcich popod travertínové kaskády.

V príspevku podávame súbornejšie poznatky o Jeleneckej jaskyni, ktorá je jednou z najvýznamnejších syngenetickeých jaskýň travertínových konštruktívnych vodopádov na Slovensku. Objavil ju M. Balig s V. Strmeňom a B. Lieskovským v roku 1953 (Blaha, 1954).

Jej predbežný geologicko-geomorfologický výskum vykonal Seneš (1954). Speleopotápačský prieskum spodnej časti jaskyne s podzemným vodným tokom vykonal členovia Slovenskej speleologickej spoločnosti z oblasti skupiny Aquaspael v rokoch 1975 a 1976 (Sasvári, 1999). Zmienky o tejto pozoruhodnej jaskyni nájdeme aj v prácach Mittera (1979, 1981, 1983), ktorý spracovával krasové javy v travertínoch Slovenska.

Výsledky našich pozorovaní, ktoré sme vykonalí v rokoch 2003 (za účasti japonského geomorfológa K. Uratu) a v rámci spracovávania projektu ochranného pásma v roku 2010, dopĺňujú poznatky o prírodných pomeroch a hodnotách tejto vzácnej jaskyne a dôležité sú aj z hľadiska zabezpečenia jej primeranej ochrany.

## POLOHA

Jelenecská jaskyňa sa nachádza v Starohorskej doline pri Dolnom Jeleni (časť obce Staré Hory, okres Banská Bystrica). Vchod vo výške 565 m n. m. leží na pravom okraji Starohorského

potoka, vedľa štátnej cesty Banská Bystrica – Donovaly – Ružomberok, poniže odbočky do Horného Jelenca a osady Rybie (obr. 1). Jaskynné priestory sú pod úrovňou povrchového riečiska, v tesnej blízkosti jeho pravého okraja. Spodná časť jaskyne sa ťahne SSV smerom a zasahuje takmer pod Starohorský potok (obr. 2). Poniže vchodu do Jeleneckej jaskyne vybudovali v riečisku priepust spomaľujúci tok vody.

V rámci regionálneho geomorfologického členenia Slovenska (Mazúr a Lukniš, 1978) príslušnou časťou Starohorskej doliny vedie hranica medzi Starohorskými vrchmi (ľavý svah doliny) a Veľkou Fatrou (pravý svah doliny). Keďže väčšia časť jaskyne sa nachádza na území Veľkej Fatry (jej horná časť je na pravej strane Starohorského potoka; jej spodnou časťou preteká podzemný vodný tok, približne pod povrchovým riečiskom), v zozname jaskýň Jelenecskú jaskyňu začlenili do geomorfologického celku Veľká Fatra a podcelku Hôľna Fatra (Bella a Holúbek, 1999; Bella et al., 2007).

## GEOLOGICKÉ POMERY

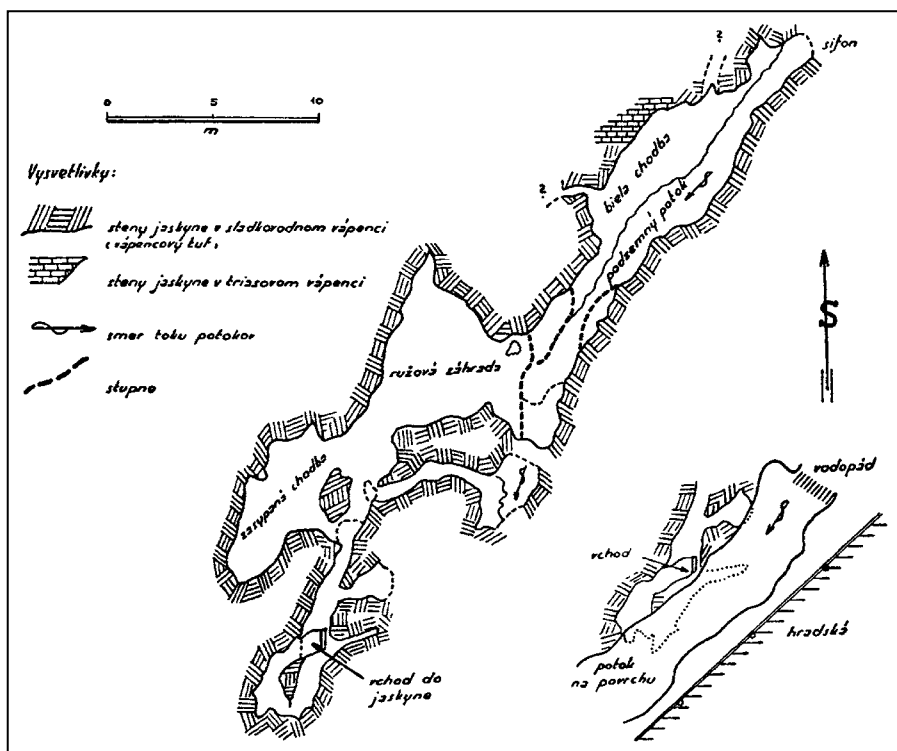
Širšie okolie jaskyne budujú gutenstein-ské vápence a ramsauské dolomity, vyššie, v oblasti Šturca (1075 m), aj hlavné dolomity hronika. Triasové karbonátové horniny hronika ležia vo forme príkrovu na spodnokriedových ílovitých vápencoch a slienitých bridliciach mráznického súvrstvia krížňanského príkrovu (Polák et al., 1997). Násunová plocha karbonátov hronika prebieha asi 250 m južne od Jeleneckej jaskyne v smere V – Z, od Motyčiek smerom na západ k vrchu Havrania (868 m). Blízkosť tejto výraznej násunovej plochy spôsobila aj vysokú tektonickú porušenosť



Obr. 1. Vchod do Jeleneckej jaskyne na pravom brehu Starohorského potoka. Foto: P. Bella

Fig. 1. The entrance of Jelenecská Cave on the right bank of Starohorský Stream. Photo: P. Bella





Obr. 2. Plán Jeleneckej jaskyne (podľa Seneša, 1954)  
Fig. 2. The plan of Jelenecká Cave (after Seneš, 1954)

gutensteinských vápencov a dolomitov v blízkosti jaskyne, dôkazom čoho sú aj časté brekciovitité polohy. Gutensteinské vápence hronika na povrch vychádzajú v cca 200 m hrubom pásme na oboch stranách Starohorského potoka; v podloží travertínov sa na malých plochách vyskytujú aj priamo v jaskyni, najmä v okolí vchodu. Sú tmavosivé, miestami s kalcitovým žilkovaním a stylolitmi. Stylolity, nepravidelne prebiehajúce švy v hornine, prezrádzajú podmorské čiastočné rozpúšťanie bituminózneho vápneného sedimentu, kým kalcitové žilky kalcitom vyhojené drobné pukliny, ktoré sa vytvorili následkom tektonického namáhania horniny v spodnej časti príkrovovej dosky. Ramsauské dolomity sú tmavosivé a lavicovité, často brekciovité. Vrstevnatosť je premenlivá, pohybuje sa od niekoľkých centimetrov až po 80 cm hrubé lavice. Na základe postavenia vo vrs-

tevnom slede sú zaradené do vyššieho anisu (Polák et al., 1997).

Vo vyššej časti vodozbernej oblasti Starohorského potoka, vyššie od Motyčiek, sú rozšírené horniny križňanského príkrovu, najmä kriedové slienité vápence mráznického súvrstvia a triasové pestré ílovité bridlice karpatského keupru. Vytvorili sa jednak následkom úniku oxidu uhličitého z nasýtených podzemných vôd z krasových masívov, keď nadbytočné množstvo rozpusteného vápnika sa vyzrážalo v podobe penovcových vrstiev, a jednak následkom odčerpania oxidu



Obr. 3. Spodný okraj Ružovej záhrady pod bývalým travertínovým konštruktívnym vodopádom, stredná časť Jeleneckej jaskyne (A – pohľad z hornej časti Ružovej záhrady, B – pohľad zdola od Bielej chodby). Foto: P. Bella

Fig. 3. The lower edge of Rose Garden below a past travertine constructive waterfall, the middle part of Jelenecká Cave (A – view from the upper part of Rose Garden, B – view from below White Passage). Photo: P. Bella

uhličitého riasami a inými rastlinami. Takéto rastliny sa spravidla inkrustovali uhličitanom vápnika a dodnes sa zachovali aj v jaskyni. V jaskyni dokonca vidieť aj dutiny po bývalých stromoch inkrustovaných a obrastaných penovcovými vrstvami (pozri ďalej).

Travertíny v jaskyni a v jej blízkosti pochádzajú z vyvieracej, ktorá na povrch vyviera cca 300 m severovýchodne od otvoru jaskyne, za odbočkou na Rybie. Odvodňuje južné svahy masívu Šturca. Podobné penovce sa vyskytujú aj na Motyčkách, kde sa vytvárajú z podobných vyvieraciek na juhovýchodnom úpätí Šturca. Tieto penovce sú svetlosivej, žltosivej alebo až žltohnedej farby a vytvárajú vrstvičky alebo ľadvinovité vyžrážaniny kopírujúce nerovnaký povrch podlažia. Obsahujú aj polohy penovcovej drvin. Za vyvieracami sa často vytvárali travertínové terasy alebo





Obr. 4. Záclonovité a stalaktitové útvary v Ružovej záhrade, Jelenecská jaskyňa. Foto: P. Bella  
Fig. 4. Curtain-like and stalactite formations in the Rose Garden, Jelenecská Cave. Photo: P. Bella

kaskády. Na čelnom ohybe takýchto kaskád voda prepadáva a vytvára najtenšiu vrstvu vody v toku, ktorá sa dostane do styku so vzduchom relatívne na najväčšej ploche. Preto je tu najväčší únik oxidu uhličitého, následkom ktorého je aj najväčšia miera vyzrážania uhličitanu vápenatého. Prirastajúce vrstvičky penovca pritom môžu uzatvárať dutiny, príkladom ktorých je aj predmetná jaskyňa.

Vzhľadom na málo stvrdnutú, často pórovitú konzistenciu je tamojší penovec holocénny. Holocénny vek týchto travertínov a penovcov udávajú Ložek a Prošek (1957), ako aj Pristaš (in Polák et al., 1997). Svojou konzistenciou sa líšia od spevnených doskovitých travertínov, ktoré sa vyskytujú v severovýchodnej časti Veľkej Fatry na ľavom brehu potoka Revúca a v oblasti Jaziercov a na základe bohatej flóry boli zaradené do stredného a mladého pleistocénu (Matějka, 1931). V strednej Európe a ďalších oblastiach mierného klimatického pásma sa v štvrtohorách meteogénne travertíny tvorili najmä počas interglaciálov a v holocéne (Henning et al., 1983; Goudie et al., 1993; Pentecost, 1996, 2005 a iní).

## JASKYNNÉ SEDIMENTY

Na viacerých miestach podzemné priestory Jeleneckej jaskyne, najmä Ružovú záhradu v jej hornej časti, dekoruje bohatá sintrová výplň, prevažne ružovej farby (obr. 3 a 4). Vytvorila sa v podobe rozličných kvapľových, záclonovitých a nástenných povlakových foriem, najmä s hrudkovitým povrchom. Najväčšie stalaktitové a stalagnátové útvary dosahujú dĺžku, resp. výšku 2 až 3 m, prípadne i viac. Niektoré stalaktity sa vytvorili z okraja previsnutých závesov bývalého konštruktívneho vodopádu. Prevládajú hrubšie stalaktity, zväčša menej zahrotené alebo s tupými koncami. Vzácné sú i kostrovité výrastlice kryštálov (Mitter, 1979). Na mnohých miestach sa pozorujú korienky rastlín a stromov pokryté kalcitovým povlakom. Spodnú časť jaskyne s podzemným riečiskom zdobia kvaple ružovej, žltej

a bielej farby (Seneš, 1954); v úrovni kolísajúcej hladiny podzemného vodného toku majú hladký povrch korodovaný tečúcou vodou a sú sfarbené do čiernej (Mitter, 1979; obr. 5).

V Bielej chodbe na pravej strane podzemného riečiska sa pri výstupe do Ružovej záhrady gravitačným praskaním narušili mohutné sintrové náteky uložené na strmej stene (obr. 6). Gravitačné praskliny hrubých stalaktitových a stalagnátových útvarov vidieť aj v šikmom sieňovitom výbežku nad Ružovou záhradou (v pláne jaskyne od Seneša z roku 1954 je označený ako „zasypaná chodba“; obr. 2).

Na mnohých miestach vidieť na stenách v travertíne odtlačky po rastlinných zvyškoch a konároch (Seneš, 1954). Na dolnom okraji sieňovitej Ružovej záhrady sa zachovali aj pozoruhodné obručovitě inkrustácie kalcitu okolo splavených kmeňov stromov, ktoré sa neskôr rozložili a rozpadli. Tieto trubicovité dutiny typu *tree mould* majú priemer 8 až 10 cm a dĺžku okolo 1 m. Hrúbka ich obvodovej sintrovej inkrustácie dosahuje 2 až 3 cm, miestami je hrubšia následkom usadenia sintrového povlaku zo stropu kvapkajúcich kalcimorfných roztokov (obr. 7). V súčasnosti Jelenecská jaskyňa spolu s neďaleko situovanou Jaskyňou pod cestou (pozri Vlček, 2007) predstavujú jedinú známu jaskynnú lokalitu na Slovensku s výskytom takýchto kalcitom inkrustovaných kmeňov stromov. Jaskynné prostredie ich chráni pred deštrukciou vplyvom niektorých exogénnych geomorfologických činiteľov pôsobiach na zemskom povrchu.

Seneš (1954) uvádza, že v podzemnom riečisku v spodnej časti jaskyne sa ukladali štrky z travertínu i triasových vápencov. Na zistenie petrologického zloženia a charakteru štrku sme odobrali vzorku z podzemného riečiska v strednej časti jaskyne (obr. 8). Priemer obliakov štrkového materiálu sa pohyboval od 1 cm do 5 cm. Podľa analýzy 50 ks obliakov ich prevažnú časť (66 %) tvoria gutensteinské vápence. Sú sivé a tmavosivé, obliaky sú prevažne dobre opracované, sú guľaté a stĺpcovité, podradne plochostĺpcovité alebo ploché. Asi tretina obliakov mala subangulárny charakter. Niektoré obliaky boli mierne dolomitizované. Ďalšie obliaky (20 %) tvorili dolomity, pravdepodobne ramsauské, ktoré sa vyskytujú v nadloží gutensteinských vápencov v okolí jaskyne. Sú sivé, tiež dobre opracované, podradne aj subangulárne, guľaté alebo stĺpcovité. Zaujímavý je výskyt dvoch dobre opracovaných plochých



Obr. 5. Podzemný vodný tok v spodnej časti Jeleneckej jaskyne, Biela chodba. Foto: P. Bella  
Fig. 5. Underground stream in the lower part of Jelenecská Cave, White Passage. Photo: P. Bella



Obr. 6. Gravitačné praskliny narušujúce sintrové náteky nad podzemným riečiskom v Bielej chodbe. Foto: P. Bella

Fig. 6. Gravity cracks disrupting flowstone above the underground riverbed in the White Passage. Photo: P. Bella

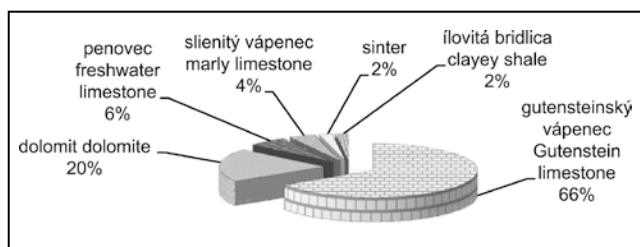


Obr. 7. Kalcitová kôra pokrývajúca splavený kmeň stromu, ktorý sa neskôr rozložil a rozpadol. Foto: P. Bella  
Fig. 7. Calcite crust coating a floated tree trunk that decayed later (tree mould). Photo: P. Bella

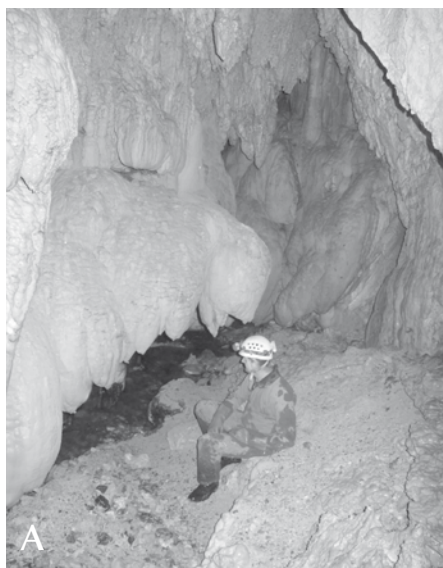


obliakov žltohnedých slienitých vápencov, ktoré s veľkou pravdepodobnosťou prináležia mráznickému súvrstviu. Horniny spodnokriedového mráznického súvrstvia na povrch vystupujú v okolí Motyčiek a odtiaľto sa ťahajú v úzkom pásme smerom na severovýchod, na Motyčskú hoľu. V štrkovej vzorke sa vyskytol aj jediný obliak fialovej ílovej bridlice. Je dobre opracovaný, plochý s priemerom 1,2 cm. Zdrojová oblasť tejto bridlice môže byť jedine z pásma karpatského keupera, ktoré sa ťahá od Motyčiek smerom na severovýchod (ľemuje mráznické súvrstvie). V horninách karpatského keupera norického veku sú veľmi časté červené, fialové, zelené a tmavosivé ílovej bridlice, ktoré prevládajú nad dolomitmi a pieskvcami tohto súvrstvia. Autochtónny materiál obliakov štrkovej vzorky tvoria neopracované úlomky penovca a jediný kus neopracovaného sintra.

Na základe vykonanej štrkovej analýzy možno konštatovať, že prevažná časť materiálu (gutensteinské vápence, dolomity) potoka pochádza z bezprostredného okolia jaskyne. Predpokladáme, že prekonal relatívne krátky transport, pretože málo rezistentné karbonáty sa opracovávajú pomerne rýchlo. Na základe výskytu slienitých vápencov a ílovej bridlice môžeme predpokladať, že časť podzemných vôd pochádza zo Starohorského potoka, ktorý uňšal so sebou aj úlomky z povrchu, zo vzdialenosti najmenej 2 km od jaskyne. Časť vôd podzemného toku je určite alochtónneho pôvodu.



Obr. 8. Petrologické zloženie klastických sedimentov v riečisku Jeleneckej jaskyne. Spracoval L. Gaál  
Fig. 8. Petrologic composition of clastic sediments in the riverbed of Jelenec Cave. Compiled by L. Gaál



Obr. 9. Morfológia a sintrová výplň Bielej chodby v spodnej časti Jeleneckej jaskyne (A – spodná časť chodby, B – horná časť chodby). Foto: P. Bella

Fig. 9. Morphology and carbonate chemogenic fill of White Passage in the lower part of Jelenec Cave (A – the lower part of passage, B – the upper part of passage). Photo: P. Bella

## MORFOLOGIA A GENÉZA

Jelenecská jaskyňa, ktorá dosahuje dĺžku 60 m (Mitter, 1979), sa skladá z dvoch morfológicky odlišných častí. Okrem vstupného komína jej hornú časť tvorí sieňovitá Ružová záhrada (obr. 3) s príslušnými priestormi. Horná časť jaskyne má nevyrovnaný pozdĺžny rez, na strope sú početné nahor sa zužujúce slepé výbežky. Za vstupným komínom je krátka, mierne klesajúca chodba, z ktorej sa vystupuje do šikmého sieňovitého priestoru (v pláne Seneša z roku 1954 označený ako zasypaná chodba) klesajúceho do Ružovej záhrady. V dolnej časti jaskyne je takmer horizontálna Biela chodba, ktorou preteká podzemný vodný tok (obr. 9). Jej západný okraj sa vytvoril na rozhraní triasových vápencov (alebo zrútených, resp. poklesnutých vápencových blokov) a travertínu. Jaskyňa sa smerom na severovýchod tiahne popod dolinu. Výškový rozdiel medzi vchodom vo vrchnej časti jaskyne a podzemným tokom v jej spodnej časti je 6,8 m (Seneš, 1954).

Genézou jaskyne sa začal zaoberať Seneš (1954), podľa ktorého časť vody povrchového potoka po vytvorení travertínových kaskád vnikla do travertínovej výplne doliny a vytvorila podzemné riečisko i širšie podzemné priestory. Pritom podotýka, že vznik väčších dutín mohol nastať súčasne s tvorbou travertínu. Vzhľadom na výskyt dohora smerujúcich slepých stropných výbežkov Mitter (1979, 1981, 1983) za-

radil Jelenecskú jaskyňu medzi syngenetické jaskyne travertínových konštruktívnych vodopádov. Poukazuje aj na subroznu modeláciu niektorých častí jaskyne podzemným vodným tokom, čo v súčasnosti vidieť v spodnej časti jaskyne.

Vytváranie jaskýň travertínových konštruktívnych vodopádov súvisí s tvorbou travertíno-

vých kaskád, ktoré patria medzi morfológické útvary travertínov formované na vodnom toku (Chafetz a Folk, 1984; Pentecost a Viles, 1994; Pentecost, 2005 a iní). Terminologicky je tento genetický typ jaskýň odvodený od „konštruktívnych vodopádov“ s vytváraním kaskád z akumulujúceho sa penovca alebo travertínu (pozri Daneš, 1911; Gregory, 1911; Pilous, 1972), resp. od „akumulatívnych vodopádov“ (pozri Dinič, 1964). Narastaním travertínových kaskád vznikajú pod vodopádom polouzavreté až uzavreté dutiny, ktorých pozdĺžna os je rovnobežná s čelom travertínovej hrádze. Takto vytvorené dutiny miestami od vonkajšieho prostredia oddeľujú nadol prevísnuté travertínové závesy. Charakteristickým znakom jaskýň travertínových konštruktívnych vodopádov sú dohora smerujúce slepé výbežky. Dĺžka týchto jaskýň je zväčša iba niekoľko metrov, výnimočne sú aj dlhšie ako 100 m (Daneš, 1911; Trimmel, 1968; Pilous, 1972; Bögli, 1978; Bella, 1994, 2005 a iní).

Zaradenie Jeleneckej jaskyne, resp. jej hornej časti medzi syngenetické typy jaskýň travertínových konštruktívnych vodopádov potvrdzujú aj viaceré odtlačky a rúrovité dutiny po vyvetraných kmeňoch stromov (angl. *tree moulds*), ktoré boli splavené a zakomponované do tvoriacich sa travertínových útvarov (Bella, 2005). V strope horného sieňovitého výbežku Ružovej záhrady je rúrovitá dutina po vyvetranom kmeni stromu s priemerom 25 cm a dĺžkou 3,5 m. Niektoré kmene, ktoré prepadli cez okraj vodopádu, zostali opreté v šikmej strmej polohe odspodu nahor. Na dolnom okraji Ružovej siene takto opreté *tree mould* dosahuje priemer 15 cm a dĺžku 2,4 m (obr. 10).

V niektorých, najmä dolných častiach jaskyne, sa na vytváraní podzemných priestorov sčasti uplatnila aj činnosť podzemného vodného toku, čím sa pôvodné dutiny zväčšili (pozri Seneš, 1954). Najmä širšia spodná časť Bielej chodby s riečiskom poukazuje na korózne-erózne modeláciu vodným tokom (obr. 9A). V holocených travertínoch, ktoré majú dobre zachovaný tvar kaskád alebo kôp, s miestami vyskytujú prietokové jaskyne (Ložek a Prošek, 1957). Avšak na vyšších častiach stien Bielej chodby, ani na jej strope nie sú výraznejšie morfológické tvary svedčiace o riečnej modelácii. Nahor klinovito sa zužujúca Biela chodba dosahuje výšku 4 až 5 m, jej strmé steny pokrýva sintrová výplň (obr. 9B). V spodnej časti je miestami široká 2 až 3 m. Keďže po stranách väčšej časti podzemného riečiska sintrové náteky, tvoriace sa stekajúcim vodným povlakom, siahajú pod terajšiu vodnú hladinu (obr. 5), podzemný vodný tok netiekol touto časťou jaskyne v čase ich vytvárania. Podobne ako v ostatných častiach jaskyne ani pozdĺž podzemného riečiska nie sú až také výrazné oválne tvary riečnej modelácie, ako vidieť pod vodopádom v povrchovom riečisku nad jaskyňou. Nad podzemným riečiskom miestami vo výške okolo 1 m zo steny vyčnievajú alebo úplne ho premošujú pomerne hrubé sintrové náteky spájajúce sa z oboch strán chodby; sú však bez druhotných znakov riečnej modelácie.

Z čiastočne rozdielnej morfológie podzemných priestorov vyplýva, že Jelenecská jaskyňa pozostáva z dvoch genetických častí – vrchnú časť tvoria prevažne syngenetické dutiny konštruktívnych travertínových vodopádov; v dolnej časti sa syngenetické dutiny





Obr. 10. Strmá rúrovitá dutina po vyvetranom kmeni stromu na okraji bývalého travertínového vodopádu, Jelenecká jaskyňa. Foto: P. Bella

Fig. 10. Steep tree mould on the edge of past travertine waterfall, Jelenecká Cave. Photo: P. Bella

častočne remodelovali a zväčšili podzemným vodným tokom.

Podobné travertínové jaskyne sú známe aj z blízkosti Jeleneckej jaskyne. Menšiu syngenetickú travertínovú jaskyňu, povýše odbočky do Horného Jelenca a osady Rybie, odkryli pri poslednej úprave a rozširovaní spomenutej cestnej komunikácie medzi Banskou Bystricou a Ružomberkom v roku 2007. Táto priepastovitá jaskyňa dosahuje dĺžku 16 m a hĺbku 10 m. Jej otvor prekryli železobetónovou platňou, na ktorú položili novú vozovku (Vlček, 2007).

V roku 1976 pri úprave terénu na stavbu cestu v Dolnom Jelenci pri kaplnke našli a po základnom speleologickom prieskume zasypali ďalšiu travertínovú jaskyňu, dlhú 9 m, údajne v tvare korózne rozšírenej trhliny s bohatou sintrovou výplňou. Na základe výskytu opracovaných štrkov triasových vápencov možno predpokladať, že jaskyňou dávnejšie tiekol podzemný vodný tok (Mitter, 1979); nedostatočne spracovaná dokumentácia však neumožňuje presnejšie určiť jej ge-

netický typ. Táto jaskyňa sa zaraďuje medzi zaniknuté, resp. zasypané jaskyne na Slovensku (pozri Bella a Gaál, 1994).

## HYDROLOGICKÉ A KLIMATICKÉ POMERY

Najnižšou časťou Jeleneckej jaskyne preteká podzemný vodný tok, v ktorom zastúpenie alochtónnych vôd potvrdzuje petrologické zloženie sedimentov v riečiisku (obr. 5 a 8). Dňa 11. 11. 2010 teplota vody v podzemnom riečiisku bola 7,7 °C, v povrchovom riečiisku 7,3 °C. V Bielej chodbe na viacerých miestach zo stropu intenzívne presakovala voda, ktorá mala teplotu 7,3 °C. Keďže Biela chodba sa nachádza takmer pod Starohorským potokom, pravdepodobne ide o priesaky z povrchového riečiiska. Na súvislosť priesakových vôd s vodami povrchového riečiiska poukazuje nielen ich rovnaká teplota, ale aj približne rovnaké hodnoty ich pH a konduktivity (tab. 1). Vyššia teplota vody v podzemnom riečiisku o 0,4 °C (podľa merania Seneša v septembri 1954 iba o 0,2 °C) súvisí so stykom s horninami počas jej plytkej podpovrchovej cirkulácie, prípadne

s podzemným prítokom iných vôd. Podzemný vodný tok sa do Bielej chodby dostáva prítokovým sifónom, v ktorom speleopotápači prenikli do hĺbky 3 m a vzdialenosti 15 m (Sasvári, 1999). Teplota pôrovitých sypkých penovcových sedimentov nad pravým brehom podzemného riečiiska v Bielej chodbe bola takisto 7,7 °C (merané v hĺbke 10 cm od ich povrchu).

Jednorazové merania teploty vzduchu v jaskyni sú uvedené v tabuľke 2. Dňa 11. 11. 2010 teplota vzduchu v Ružovej záhrade bola 8,9 °C, kým v Bielej chodbe v spodnej časti jaskyne iba 8,0 °C. Teplotu vzduchu v Bielej chodbe nižšiu o 0,7 °C v porovnaní s teplotou vzduchu v Ružovej záhrade nameral aj Seneš v septembri 1954. Teplota vzduchu v spodnej časti jaskyne sa znižuje v dôsledku intenzívneho priesaku chladnejších vôd z povrchového riečiiska, ako aj vplyvom prúdenia vôd v podzemnom riečiisku. Na stabilizáciu mikroklimy v hornej časti jaskyne vplyva uzáver jej vchodu kovovými dverami bez otvorov, ktorými by sa vzduch

dostával do jaskyne alebo naopak z jaskyne na povrch. Priemerná ročná teplota vzduchu v Starých Horách a na Motyčkách je okolo 6 °C (Šťastný et al., 2002).

## JASKYNNÁ FAUNA

Fauna travertínových jaskýň na našom území je minimálne preskúmaná. Takisto územie Veľkej Fatry, na ktorom sa Jelenecká jaskyňa nachádza, je biospeleologicky málo preskúmané. Poznatky z Harmaneckej jaskyne zhrnul Kováč a kol. (2003); ide o výsledky prvého ucelenejšieho výskumu terestrických a vodných bezstavovcov v jaskyni Veľkej Fatry. Mlejnek a Ducháč (2001, 2003) informujú o výskyte rovnakonôžky *Mesoniscus graniger* v piatich jaskyniach Veľkej Fatry. Pavúky v krasových a pseudokrasových jaskyniach Veľkej Fatry sledoval Svatoň (2000), ktorý uvádza výskyt 9 bežných druhov. Košel (2000, 2009) v rámci regionalizácie jaskynnej a krasovej fauny Západných Karpát zaradil región Veľkej Fatry do centrálnokarpatského nadregiónu s absenciou endemických kavernikolných druhov viazaných len na územie Veľkej Fatry.

Pri monitorovaní fauny Jeleneckej jaskyne v máji 2010 sme zachytili živočíchy zo skupiny štúroviok (*Palpigrada*) a chvostoskokov (*Collembola*). Jelenecká jaskyňa predstavuje dosiaľ najzápadnejšiu lokalitu s výskytom štúroviok v Západných Karpatoch. Jeden jedinec štúrovky *Eukoeneria spelaea* (Peyerimhoff, 1902) spolu s početnejšou populáciou chvostoskokov *Deuteraphorura kratochvili* (Nosek, 1963) sa vyskytoval na hladine jazierka v strednej časti jaskyne. Pri ďalšej prehliadke jaskyne v novembri 2010 sa potvrdil výskyt štúroviok *E. spelaea* na hladine jazierka v strednej časti jaskyne. V spoločenstve chvostoskokov sa zistili ďalšie dva druhy – troglobiontný druh *Pseudosinella pacti*, ktorý patrí medzi endemity Západných Karpát, a eutroglofilný, široko rozšírený druh *Pygmarrhopalites pygmaeus*. Väčšiu časť potravy pre tieto jaskynné druhy splavujú do podzemia intenzívne priesaky zrážkových vôd, ktoré sa vyskytujú v celej jaskyni. Spodnou časťou jaskyne preteká podzemný vodný tok, ktorý do jaskyne splavuje organickú hmotu a živočíchy. V podzemnom toku preto môžeme očakávať aj povrchové formy akvatickej fauny. Prítomnosť troglobiontov v spoločenstve terestrickej fauny indikuje zachovanosť jaskynného prostredia lokality. Osobitný význam majú jazierka v jaskyni, ktoré slúžia ako významný mikrohabitat pre viaceré jaskynné druhy.

Tab. 1. Teplota, pH a konduktivita vody v povrchovom riečiisku Starohorského potoka a v Jeleneckej jaskyni dňa 11. 11. 2010 (meranie pH a konduktivity vzoriek vody vykonala D. Haviarová)

Tab. 1. Temperature, pH and conductivity of waters in the riverbed of Starohorský Stream and Jelenecká Cave; November 11, 2010 (pH and conductivity of water samples were measured by D. Haviarová)

| Miesto merania                                                  | Teplota [°C] | pH   | Konduktivita (EC) [µS/cm] |
|-----------------------------------------------------------------|--------------|------|---------------------------|
| povrchový vodný tok<br>– riečiisko Starohorského potoka         | 7,3          | 6,2  | 209                       |
| voda presakujúca zo stropu<br>– Jelenecká jaskyňa, Biela chodba | 7,3          | 6,44 | 200                       |
| podzemný vodný tok<br>– Jelenecká jaskyňa, Biela chodba         | 7,7          | 7,14 | 433                       |

Tab. 2. Merania teploty vzduchu v Jeleneckej jaskyni

Tab. 2. Measurements of air temperature in the Jelenecká Cave

| Miesto merania          | Teplota vzduchu [°C]         |              |
|-------------------------|------------------------------|--------------|
|                         | 30. 9. 1954<br>(Seneš, 1954) | 11. 11. 2010 |
| pred vchodom do jaskyne | 6,1                          | 6,9          |
| vstupný komín           | 7,6                          | *            |
| Ružová záhrada          | 9,2                          | 8,9          |
| Biela chodba            | 8,5                          | 8,0          |

\* otvorením platňových kovových dverí vo vchode jaskyne sa teplota vzduchu vo vstupnom komíne menila vplyvom chladnejšieho vzduchu prúdajúceho z vonkajšieho prostredia do jaskyne



## OCHRANA JASKYNE

Jelenecká jaskyňa je prírodnou pamiatkou na juhovýchodnom okraji národného parku Veľká Fatra. Keďže na slovenské pomery ide o viac-menej výnimočnú a vzácnu jaskyňu (Mitter, 1979), významné geologické a geomorfologické hodnoty sú dôvodom na zabezpečenie jej primeranej ochrany. S cieľom prezentácie genetickej rôznorodosti jaskýň na Slovensku treba zvážiť jej prípadné vyhlásenie za národnú prírodnú pamiatku. Na mimoriadny prírodovedný význam tejto jaskyne už dávnejšie poukázali Blaha (1954) a Senes (1954), ako aj Mitter (1979).

V 70. rokoch minulého storočia sa vzhľadom na vhodnú polohu Jeleneckej jaskyne blízko frekventovaného cestného ťahu Banská Bystrica – Ružomberok (vedúceho cez horské sedlo Donovaly medzi Nízkymi Tatrami a Veľkou Fatrou) uvažovalo s jej sprístupnením turistickým spôsobom (Homza a Jakál, 1972). Vzhľadom na nevelké rozmery podzemných priestorov by sa sprístupňovacími prácami i samotnou prevádzkou jaskyne poškodila a narušila jej bohatá a vzácna sintrová výplň. Tento zámer sa bližšie nešpecifikoval a doteraz nerealizoval, pretože nemal a ani nemá podporu v radoch jaskyniarov i ochrancov prírody.

Jaskyňa nie je pre verejnosť prístupná – má uzavretý vchod, ktorý zabráňuje vstu-

vaniu nepovolaných osôb a poškodzovaniu sintrovej výplne jaskyne. Na základe poverenia od Správy slovenských jaskýň praktickú starostlivosť o jaskyňu vykonáva oblastná skupina SSS Banská Bystrica.

Vzhľadom na možnosť ohrozenia jaskyne antropogénnymi aktivitami, najmä zásahmi do terénu pri rekonštrukcii alebo rozširovaní cestnej komunikácie alebo úprave povrchového riečiska, sa v roku 2010 pripravil projekt jej ochranného pásma. Navrhovanou rozlohou 2,68 ha bude druhým najmenším ochranným pásmom jaskyne na Slovensku (projekt spracoval RNDr. V. Papáč a kol., mapu ochranného pásma jaskyne Ing. P. Gažík). Zahŕňa iba bezprostredné okolie Jeleneckej jaskyne pozdĺž riečiska Starohorského potoka v úseku medzi Dolným a Horným Jelencom (priemet jaskynných priestorov na povrch a povrchové riečisko nad jaskyňou s príľahlou časťou travertínov) a časť vápencovo-dolomitického svahu na pravej strane doliny, z ktorého sa voda dostáva do priestoru jaskyne.

## ZÁVER

Syngenetické jaskyne travertínových konštruktívnych vodopádov, vrátane Jeleneckej jaskyne, dotvárajú značnú genetickú variabilitu jaskýň na území Slovenska, resp. Západných Karpát. Hoci rozsahom zväčša ide o menšie jaskyne (dlhé niekoľko metrov, prí-

padne až niekoľko desiatok metrov), spôsobom vzniku patria medzi pozoruhodné a vzácne prírodné javy dokladajúce rôznorodý geologicko-geomorfologický vývoj nášho územia. Keďže syngenetické jaskyne travertínových konštruktívnych vodopádov sú na Slovensku ojedinelé a z celoštátneho hľadiska majú viac-menej jedinečné prírodovedné hodnoty, vyžadujú si primeranú ochranu, aby sa nepoškodzovali a zachovali v pôvodnom, resp. čo najmenej narušenom stave.

Z doteraz známych syngenetických jaskýň travertínových konštruktívnych vodopádov na Slovensku Jelenecká jaskyňa má mimoriadne bohatú a rôznorodú kalcitovú výplň a navyše sa v nej vyskytujú viaceré trubicovité až rúrovité dutiny typu *tree mould*. Tie vytvárajú nielen rúrovité dutiny v materskej hornine, ale aj trubicovité dutiny po vyvetraných kmeňoch stromov, ktoré sa splavili do podzemných dutín jaskyne a po obvode sa inkrustovali kalcitom.

Za cenné rady a pripomienky, ktoré prispeli k skvalitneniu tohto príspevku, ďakujeme recenzentovi Dr. hab. Michalovi Gradzińskému z Geologického ústavu Jagellonskej univerzity v Krakove.

Výskum Jeleneckej jaskyne sa sčasti riešil v rámci vedeckého grantového projektu Ministerstva školstva SR VEGA č. 1/0468/09 „Diverzita, variabilita a geoeologická stabilita jaskynných geosystémov“.

## LITERATÚRA

- BELLA, P. 1994. Genetické typy jaskynných priestorov Západných Karpát. *Slovenský kras*, 32, 3–22.
- BELLA, P. 2005. Syngenetické travertínové jaskyne na Slovensku. *Geomorphologia Slovaca*, 5, 2, 23–29.
- BELLA, P. – GAÁL, Ľ. 1994. Úplne a čiastočne zaniknuté jaskyne na Slovensku. *Slovenský kras*, 32, 177–192.
- BELLA, P. – HLAVÁČOVÁ, I. – HOLUBEK, P. 2007. Zoznam jaskýň Slovenskej republiky (stav k 30. 6. 2007). *SMOPaJ – SSJ – SSS, Liptovský Mikuláš*, 364 s.
- BELLA, P. – HOLUBEK, P. 1999. Zoznam jaskýň na Slovensku (stav k 31. 12. 1998). *Dokumenty, MŽP SR, Bratislava*, 268 s.
- BLAHA, L. 1954. Jaskyňa v Dolnom Jelenci. Nový vzácny jaskynný objav. *Krásy Slovenska*, 31, 11, 324.
- BÖGLI, A. 1978. Karsthydrographie und physische Speläologie. Springer-Verlag, Berlin – Heidelberg – New York, 292 s.
- DANEŠ, J. V. 1911. Plitvička jezera a Západní Bosna. *Sborník československé společnosti zeměpisné*, 17, 294–295.
- DINIĆ, J. B. 1964. Prirodne retkosti u slivu Belog Timoka. *Zaštita prirode*, 27–28, 285–291.
- GOUDIE, A. S. – VILES, H. A. – PENTECOST, A. 1992. The late-Holocene tufa decline in Europe. *The Holocene*, 3, 2, 181–186.
- GREGORY, J. W. 1911. Constructive waterfall. *Scottish Geographical Magazine*, 27, 537–546.
- HENNIG, G. J. – GRUN, R. – BRUNNACKER, K. 1983. Speleothems, travertines and paleoclimates. *Quaternary Research*, 20, 1, 1–29.
- HOMZA, Š. – JAKÁL, J. 1972. Perspektívy rozvoja speleológie na Slovensku. *Slovenský kras*, 10, 145–154.
- CHAFETZ, H. S. – FOLK, R. L. 1984. Travertines: Depositional morphology and the bacterially constructed constituents. *Journal of Sedimentary Petrology*, 54, 1, 289–316.
- KOŠEL, V. 2000. Regionalizácia jaskynnej a krasovej fauny Západných Karpát. In Mock, A. – Kováč, Ľ. – Fulín, M. (Eds.): *Fauna jaskýň. Zborník referátov, Východoslovenské múzeum, Košice*, 67–84.
- KOŠEL, V. 2009. Subteránna fauna Západných Karpát. *Biologické centrum Akademie věd České republiky, České Budějovice*, 203 s.
- KOVÁČ, Ľ. – MOCK, A. – ĽUPTÁČIK, P. – HUDEC, I. – VIŠŇOVSKÁ, Z. – SVATOŇ, J. – KOŠEL, V. 2003. Bezstavovce Harmaneckej jaskyne (Veľká Fatra). *Aragonit*, 8, 31–34.
- LOŽEK, V. – PROŠEK, F. 1957. Krasové zjevy v travertínoch a jejich strategický význam. *Československý kras*, 10, 4, 145–158.
- MATEJKA, A. 1931. Geologická mapa údolí Revúce. Meřítko 1 : 50 000. *Knihovna Státního geologického ústavu Československé republiky*, 13A, Praha.
- MAZÚR, E. – LUKNIŠ, M. 1978. Regionálne geomorfologické členenie Slovenskej socialistickej republiky. *Geografický časopis*, 30, 2, 101–125.
- MITTER, P. 1979. Reliéf na travertínoch Slovenska. *Záverečná správa, MSK Liptovský Mikuláš*, 176 s.
- MITTER, P. 1981. Karst Phenomena on Some Travertine Localities of Czechoslovakia. *Actes du Colloque de l' A.G.F., Formations carbonatées externes, tufs et travertins, Paris*, 113–118.
- MITTER, P. 1983. Karst Phenomena on Some Travertine Localities of Czechoslovakia. *European Regional Conference on Speleology, Proceedings*, 2, Sofia, 320–324.
- MLEJNEK, R. – DUCHÁČ, V. 2001. Mesoniscus graniger (Crustacea: Isopoda: Oniscoidea) v Západných Karpatech. *Natura Carpatica*, Košice, 42, 75–88.
- MLEJNEK, R. – DUCHÁČ, V. 2003. Troglobiontná a endogenný výskyt druhu Mesoniscus graniger (Crustacea: Isopoda: Oniscoidea) na území Západných Karpát. *Acta Musei Reginaehradecensis, serie A*, 29, 71–79.
- PENTECOST, A. 1996. The Quaternary travertine deposits of Europe and Asia Minor. *Quaternary Science Reviews*, 14, 10, 1005–1028.
- PENTECOST, A. 2005. Travertine. Springer-Verlag, Berlin – Heidelberg, 446 s.
- PENTECOST, A. – VILES, H. 1994. A review and reassessment of travertine classification. *Géographie physique et Quaternaire*, 48, 3, 305–314.
- PILOUS, V. 1972. Pěnovcové konstruktivní vodopády. *Sborník československé společnosti zeměpisné*, 77, 311–321.
- POLÁK, M. – BUJNOVSKÝ, A. – KOHÚT, M. – PRISTAŠ, J. – FILO, I. – HAVRILA, M. – VOZÁROVÁ, A. – VOZÁR, J. – KOVÁČ, P. – LEXA, J. – RAKÚS, M. – MALÍK, P. – LIŠČÁK, P. – HOJSTRICHOVÁ, V. – ŽÁKOVÁ, E. – SIRAŇOVÁ, Z. – BOOROVÁ, D. – FEJDOVÁ, O. 1997. Vysvetlivky ku geologickej mape Veľkej Fatry 1 : 50 000. *Geologická služba SR, Bratislava*, 204 s.
- SASVÁRI, T. 1999. Historický prehľad činnosti a dosiahnuté výsledky oblastnej skupiny č. 33 Aquaspael. *Spravodaj SSS*, 30, 1, 50–54.
- SENEŠ, J. 1954. Predbežný výskum vzniku a vývoja Jeleneckej jaskyne. *Krásy Slovenska*, 31, 11, 324–330.
- SVATOŇ, J. 2000. Fauna pavúkov (Araneae) slovenských jaskýň. In Mock, A. – Kováč, Ľ. – Fulín, M. (Eds.): *Fauna jaskýň. Zborník referátov, Východoslovenské múzeum, Košice*, 157–170.
- ŠŤASTNÝ, P. – NIEPLOVÁ, E. – MELO, M. 2002. Priemerná ročná teplota vzduchu. In *Atlas krajiny Slovenskej republiky. Bratislava – Ministerstvo životného prostredia SR, Banská Bystrica – Slovenská agentúra životného prostredia (mapa č. 49, s. 98)*.
- TRIMMEL, H. 1968. Höhlenkunde. Friedr. Vieweg und Sohn, Braunschweig, 268 s.
- VLČEK, L. 2007. Jaskyňa pod cestou pri Dolnom Jelenci – ďalšia syngenetická travertínová jaskyňa na Slovensku. *Aragonit*, 12, 69–70.

# VYTVÁRANIE JASKÝŇ VODAMI VYSTUPUJÚCIMI POZDĹŽ OKRAJOVÉHO ZLOMU MALÝCH KARPÁT PRI PLAVECKOM PODHRADÍ – HYDROGEOLOGICKÉ PODMIENKY A MORFOLOGICKÉ ZNAKY

*Pavel Bella<sup>1, 2</sup>*

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

<sup>2</sup> Katedra geografie, Pedagogická fakulta KU, Hrabovská cesta 1, 034 01 Ružomberok

**P. Bella: Formation of caves by waters ascending along a marginal fault of Malé Karpaty Mts. near Plavecké Podhradie, Western Slovakia – hydrogeological conditions and morphological features**

**Abstract:** Plavecká Cave and Plavecká Abyss, located on the western fault edge of Malé Karpaty Mts. near Plavecké Podhradie Village, are characterized by warmer microclimate, lake with slightly warmer water, also specific phreatic and epiphreatic morphology (ceiling cupolas and chimneys, large scallops showed a vertical direction of past water circulation, feeders, discharge slots, irregular spongework cavities, water-table notches, etc.). The development of the caves is controlled by active faults related to the horst-graben structure in this tectonically dissected territory of Western Slovakia. There are not any allochthonous sediments in the caves. Based on hydrogeological conditions and morphological features of cave passages and halls these caves originated by solution of Triassic limestones by ascending waters along a marginal fault of the Malé Karpaty Mts. Two horizontal passages in the Plavecká Cave correspond with phases of vertical tectonic movements between the Malé Karpaty Mts. and the Záhorská Lowland as a part of the Vienna Basin.

**Key words:** karst geomorphology, speleogenesis, karst hydrogeology, marginal fault, ascending water, phreatic and epiphreatic cave morphology, Plavecká Cave, Plavecká Abyss, Western Carpathians

## ÚVOD

Na Slovensku sa v rámci regionálneho geologicko-geomorfologického výskumu doteraz nevenovala dostatočná pozornosť problematike genézy jaskýň, ktoré vznikajú vodami vystupujúcimi pozdĺž zlomov. Čiastočne na túto problematiku vo vzťahu k predpokladom a indiciám hypogénnych jaskýň poukázal Bella et al. (2009). Následné pozorovania a výskum niektorých jaskýň v Štiavnických vrchoch i Malých Karpatoch postupne prinášajú nové poznatky týkajúce sa tejto dôležitej a málo rozpracovanej problematiky výskumu našich jaskýň.

Viacere hydrogeologické podmienky i morfológické znaky Plaveckej jaskyne a Plaveckej priepasti na západnom okraji Malých Karpát poukazujú, že sa pravdepodobne vytvorili mierne ohriatymi vodami vystupujúcimi pozdĺž okrajovej zlomovej zóny Malých Karpát na rozhraní so Záhorskou nížinou, resp. severovýchodnou časťou Viedenskej panvy (Bella, 2010). Predložený príspevok podáva detailnejšie poznatky o ich genéze a načrtáva zámery ich ďalšieho výskumu. Hypogénne jaskyne vytvorené vystupujúcimi a mierne ohriatymi vodami sú známe aj na južnom a východnom okraji Viedenskej panvy v Rakúsku (Plan et al., 2006, 2009; Pavuza a Plan, 2008).

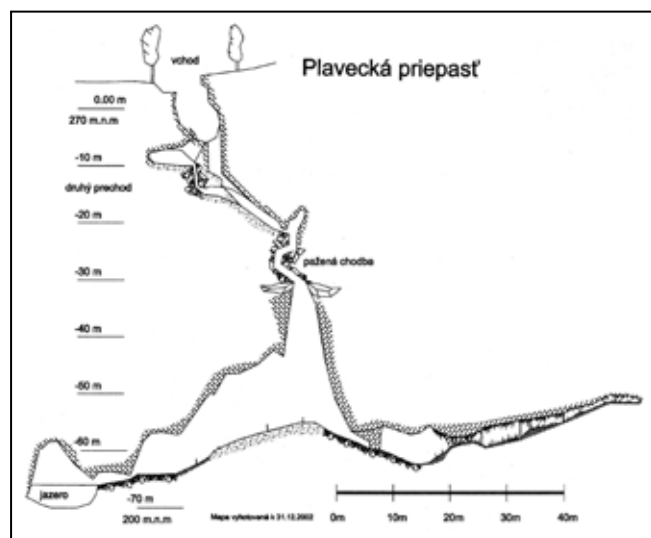
## POLOHA A ZÁKLADNÉ ÚDAJE

Plavecká jaskyňa a Plavecká priepasť patria medzi najvýznamnejšie podzemné krasové javy Plaveckého krasu. Nachádzajú sa na západnom svahu Malých Karpát pod Plaveckým hradom, severne od Plaveckého Podhradia (obr. 1). Vytvorili sa v triasových veternických vápencoch chočského príkrovu pozdĺž výraznej okrajovej zlomovej zóny Malých Karpát na rozhraní so Záhorskou nížinou, ktorá predstavuje severovýchodnú časť Viedenskej panvy.

Pôvodný úzky vchod do Plaveckej jaskyne, ktorá dosahuje dĺžku 837 m, je vo výške 236 m



Obr. 1. Západný svah Plaveckého hradného vrchu, Malé Karpaty. Foto: P. Bella  
Fig. 1. The western slope of Plavecký Castle Hill, Malé Karpaty Mts.  
Photo: P. Bella



Obr. 2. Pozdĺžny rez Plaveckou priepasťou. Spracoval T. Ďurka a kol. (2002)  
Fig. 2. Longitudinal section of Plavecká Abyss. Compiled by T. Ďurka et al. (2002)



n. m. Jej priestory sú v nižších polohách; do jaskyne vedie vstupná štôlna vo výške 221 m n. m. (Tencer, 1991; Hubek a Magdolen, 2008; obr. 3). Vertikálne prevýšenie jaskyne je 33 m (Šmída, 2010). Plavecká jaskyňa sa vytvorila v strmom, tektonicky podmienenom svahu (Liška, 1976), ktorý vymedzuje Malé Karpaty vzhľadom na prilahlú časť Záhorskej nížiny (súčasť Viedenskej panvy). Jej vznik predurčili výrazné tektonické poruchy ssv. – jž. a ssz. – jžv. smeru (Briestenský a Stemberk, 2008). V staršej literatúre sa Plavecká jaskyňa považuje za puklinovo-rútivú jaskyňu vytvorenú pôsobením atmosférickej vody pozdĺž tektonických porúch i medzivrstvových plôch (Droppa, 1958, 1973; Tencer, 1991), resp. za vrstevnato-rútivú jaskyňu (Mitter, 1983). Hochmuth (2008) vo vzťahu k Plaveckej jaskyni usudzuje, že asi zahrnuje paleokravové dutiny vzniknuté v prostredí stagnujúcej vody dosiaľ neznámeho recipientu. Podľa Šmídu (2010) ide o freatickú jaskyňu v rámci zložitej výverovej zóny so staršími subhorizontálnymi chodbami a mladšími komínmi, ktorých vznik dáva do súvisu s opakovaným dvíhaním hladiny podzemnej vody.

Plavecká priepasť, ktorej vchod je vo výške 270 m n. m., je hlboká 70 m (obr. 2). Hlavný sieňovitý až dómovitý priestor priepasti s dolnými prilahlými chodbami je dlhý okolo 130 m, pretiahnutý pozdĺž svahu hradného vrchu (Butaš, 2003). Keďže tvary koróznej freatickej modelácie sa pozorujú aj na horných častiach stien centrálneho zvonovitého priestoru, podľa Šmídu (2010) Plavecká priepasť je freatického pôvodu a asi predstavuje mohutný sífón, z ktorého vody prúdili severným, resp. severozápadným smerom k Plaveckej jaskyni.

V Plaveckej jaskyni ani v Plaveckej priepasti sa doteraz nezistili žiadne alochtónne sedimenty (Šmída, 2010). Z mikroklimatického hľadiska patria medzi najteplejšie jaskyne na Slovensku (s teplotou vzduchu 11 až 12,8 °C); na dne Plaveckej priepasti je podzemné jazero s vodou teplou približne 13 °C (Košel, 2005; obr. 3).

## PROBLEMATIKA SPELEOGENÉZY A METODICKÉ PRÍSTUPY

Plavecká jaskyňa a Plavecká priepasť sa od mnohých našich jaskýň s freatickou a epifreatickou modeláciou líšia najmä mierne

zvýšenou teplotou vzduchu, ktorá je vyššia ako priemerná teplota vzduchu v tejto klimatickej oblasti. V ich blízkosti na povrchu, ako aj v samotných jaskynných priestoroch sa dokonca vyskytuje mierne ohriata voda. Vznik a vývoj Plaveckej jaskyne i Plaveckej priepasti tektonicky dominantne podmienili zlomy, resp. zlomové pásmo na rozhraní hrastového pohoria a nížiny. Tieto skutočnosti poukazujú na hydrogeologické osobitosti vývoja týchto najvýznamnejších jaskýň Plaveckého krasu. Doteraz však ich genéza nie je uspokojivo vyriešená a vyžaduje si komplexnejší prístup.

S cieľom objektívnejšie posúdiť a objasniť podmienky a procesy genézy týchto pozoruhodných jaskýň treba analyzovať hydrogeologické pomery v závislosti od geologickej stavby, štruktúrno-tektonických pomerov a geologicko-geomorfologického vývoja územia. Morfogenetická analýza tvarov jaskynných priestorov umožňuje z vývojového hľadiska určiť ich príslušnosť k hydrografickým zónam, prípadne aj určiť smer prúdenia podzemných vôd v čase koróznej modelácie jaskynných priestorov. Skúmanie morfostratigrafických vzťahov jednotlivých tvarov koróznej modelácie umožňuje rekonštruovať postupnosť ich vývoja, v niektorých prípadoch aj ich závislosť od polohy eróznej bázy na povrchu. Analýzy jaskynných sedimentov a minerálov neraz umožňujú poukázať na zdrojovú oblasť podzemných vôd, prípadne aj na ich fyzikálne i chemické vlastnosti v čase vytvárania jaskyne. Na základe datovania sedimentov sa určujú jednotlivé fázy vývoja jaskyne, čo je dôležité najmä v územiach, kde vývoj podzemných priestorov súvisel s geomorfologickým vývojom okolitého terénu.

Predložený príspevok podáva základný syntetizujúci pohľad na genézu Plaveckej jaskyne a Plaveckej priepasti, ktorý sa spracoval na základe komplexného posúdenia hydrogeologických podmienok ich vývoja a analýzy morfogenetických znakov freatickej a epifreatickej modelácie podzemných priestorov. Aby sa exaktnejšie potvrdili predložené poznatky a predpoklady, treba vykonať detailný sedimentologický a mineralogický výskum jaskyne. Do úvahy pripadá aj datovanie jaskynných sedimentov, čím by sa získal ucelený obraz o speleogenéze na tektonicky podmienenom okraji Malých Karpát.

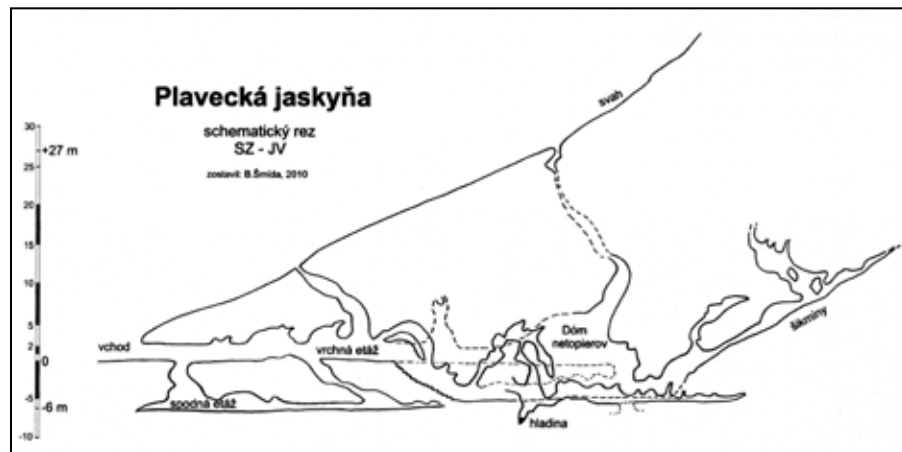
## HYDROGEOLOGICKÉ POMERY

Plavecký kras je súčasťou Pezinských Karpát, ktoré sú geomorfologickým podcelkom Malých Karpát. Pezinské Karpaty sú najzápadnejším jadrovým pohorím tatransko-fatranského pásma Centrálnych Západných Karpát. Vystupujú v podobe hrasti smeru JZ – SV, ktorá oddeľuje neogénnu Viedenskú a Dunajskú panvu. Základom geologickej stavby Pezinských Karpát je tatrický kryštallický fundament s jeho mladopaleozoicko-mezozoickým sedimentárnym obalom, na ktorom sú pripovrchové príkrovové systémy fatrika (krížňanský príkrov) a hronika (chočský príkrov), miestami aj pokryv popříkrovových sedimentov (Maheľ a Cambel, 1972; Maheľ, 1986, 1987; Plašienka et al., 1991; Kováč, Plašienka a kol., 2003 a iní). Malé Karpaty ako hrastové pohorie oddeľuje od Záhorskej nížiny výrazná zlomová tektonika (Marko a Jureň, 1999; Marko, 2002 a iní). Viedenská panva vrátane Záhorskej nížiny, ktorá je z hľadiska geologického vývoja jej integrálnou časťou, predstavuje subsidenčnú miocénnu panvu typu *pull-apart* (Royden, 1985; Fodor, 1995 a iní) s plytkou tektonikou v severnej časti a hlbšími zlomami, resp. celokôrovou extenziou v centrálnej a južnej časti panvy (Lankreijer et al., 1995; Kováč et al., 1997; Kováč, 2000).

Najvýchodnejšou okrajovou pozdĺžnou tektonickou jednotkou Záhorskej nížiny na styku s Malými Karpatmi je zohorsko-plavecká priekopová depresia (obr. 4); začala vznikať v miocéne a aktívna bola v pliocéne i kvartéri (Baňacký a Sabol, 1973). Jej sološnická čiastková depresia, ktorej juhovýchodný okraj tvorí tektonické rozhranie s Plaveckým krasom, poklesla asi 100 m (Halouzka et al., 1999). Vývery mierne ohriatych vôd, ako aj výskyt penovcov pri vyvieracke pred Plaveckou jaskyňou poukazujú na aktívny zlom (Briestenský a Stemberk, 2008). V tejto oblasti sa v hĺbke 500 m predpokladá teplota 22,5 až 25 °C (Franko et al., 1995).

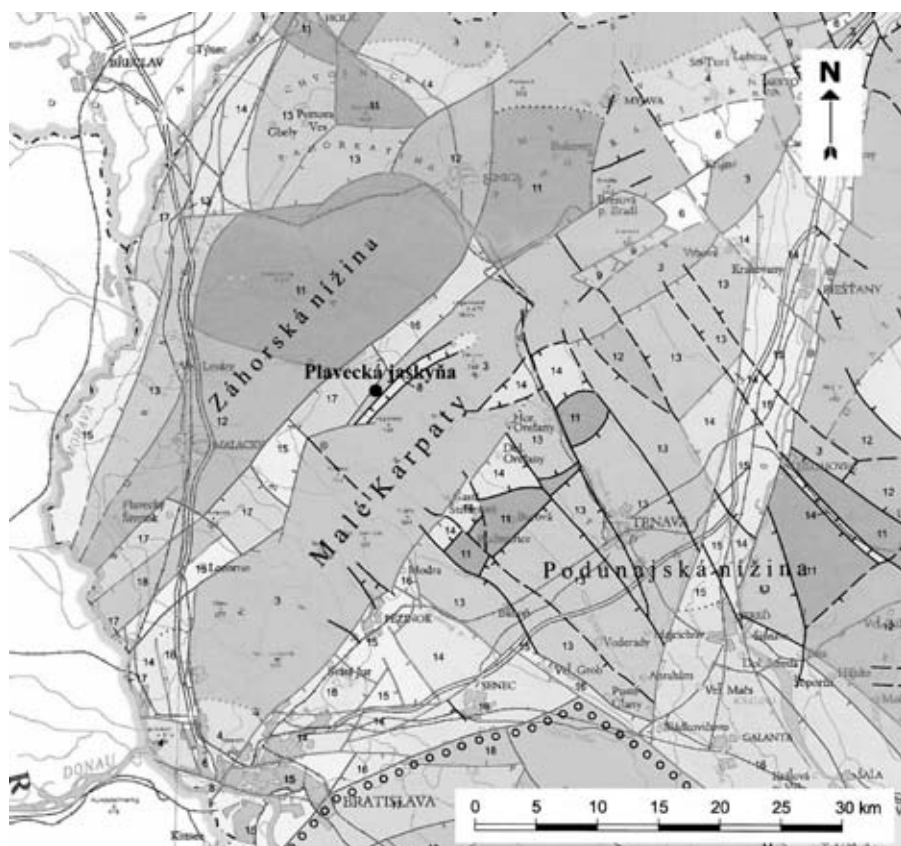
Úložné pomery karbonátových súvrství a početné tektonické poruchy umožňujú hlbšiu cirkuláciu a prestupovanie podzemných vôd z hydrogeologických štruktúr Pezinských Karpát do kvartérnych a neogénnych sedimentov Záhorskej nížiny (Kullman a Gazda, 1966; Kullman, 1990). Vrt K-9 (199,8 m n. m.) na okraji Záhorskej nížiny, situovaný severozápadne od Plaveckého Podhradia a asi 1 km západne od úpätia Pohanskej (495 m), v celej svojej hĺbke 73 m prechádza cez súvrstvie hlin, piesku a štrkov (Kullman a Gazda, 1966). V kvartéri sa pozdĺž poklesávajúceho východného okraja Viedenskej panvy vrátane zohorsko-plaveckej priekopovej depresie usadili riečne a jazerné štrky, piesky a íly v hrúbke 50 až 100 m, miestami až 150 m (Kováč, 2000). Časť mierne ohriatych vôd vystupuje na povrch pozdĺž zlomov narušajúcich okraj karbonátových komplexov Malých Karpát, čo dokladajú viaceré pramene a studne s vodou teplejšou, ako je priemerná ročná teplota vzduchu v tejto oblasti (Hanzel et al., 1999, 2001 a iní).

Pod Plaveckou jaskyňou vo výške 210 m n. m. sa nachádza vyvieracka, ktorá má vyššiu teplotu vody ako vyvieracký ležiaci juhovýchodne od Plaveckého Podhradia. V Hydrologických ročenkách z rokov 2007



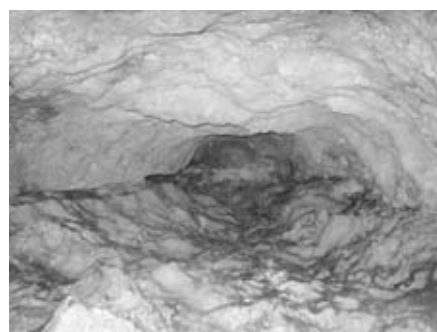
Obr. 3. Pozdĺžny rez Plaveckou jaskyňou. Spracoval B. Šmída (2010)

Fig. 3. Longitudinal section of Plavecká Cave. Compiled by B. Šmída (2010)



Obr. 4. Poloha Plaveckej jaskyne a Plaveckej priepaťi vo vzťahu k neotektonickým štruktúram Malých Karpát a Záhorskej nížiny (výrez neotektonickej mapy Maglaya et al., 1999). Relatívne vertikálne pohybové tendencie tektonických blokov: I. Pod sústava Západných Karpát – I. a) pozitívne jednotky (pohoria): 1 – zdvih veľmi veľký, 2 – zdvih veľký, 3 – zdvih stredný, 4 – zdvih malý, 5 – zdvih veľmi malý; I. b) negatívne jednotky (medzihořské kotliny): 6 – pokles veľmi malý, 7 – pokles malý, 8 – pokles stredný, 9 – pokles veľký, 10 – pokles veľmi veľký. II. Pod sústava Panónskej panvy – II. a) pozitívne jednotky (nižinné pahorkatiny): 11 – zdvih veľmi veľký, 12 – zdvih veľký, 13 – zdvih stredný, 14 – zdvih malý, 15 – zdvih veľmi malý; II. b) negatívne jednotky (roviny nížin a nižinných kotlín, neotektonické panvové depresie): 16 – pokles veľmi malý, 17 – pokles malý, 18 – pokles stredný, 19 – pokles veľký, 20 – pokles veľmi veľký

Fig. 4. The location of Plavecká Cave and Plavecká Abyss in relation to the neotectonic structures of Malé Karpaty Mts. and Záhorská Lowland (sector of the neotectonic map of Maglay et al., 1999). Relative vertical movement trends of tectonic blocks: I. Western Carpathian subsystem – I. a) elevated units (mountains): 1 – very large-scale uplift, 2 – large-scale uplift, 3 – medium-scale uplift, 4 – small-scale uplift, 5 – very small-scale uplift; I. b) depressional units (intramountain basins): 6 – very small-scale downthrow, 7 – small-scale downthrow, 8 – medium-scale downthrow, 9 – large-scale downthrow, 10 – very large-scale downthrow. II. Pannonian Basin subsystem – II. a) elevated units (plain uplands): 11 – very large-scale uplift, 12 – large-scale uplift, 13 – medium-scale uplift, 14 – small-scale uplift, 15 – very small-scale uplift; II. b) depressional units (plains and their partial neotectonic depressions): 16 – very small-scale downthrow, 17 – small-scale downthrow, 18 – medium-scale downthrow, 19 – large-scale downthrow, 20 – very large-scale downthrow



Obr. 5. Slepý komín predisponovaný tektonickou poruchou. Foto: P. Bella

Fig. 5. Blind chimney controlled by tectonic fracture. Photo: P. Bella



Obr. 6. Stropná kupola v Kvapľovej sieni, Plavecká jaskyňa. Foto: P. Bella

Fig. 6. Ceiling cupola in the Dripstone Hall, Plavecká Cave. Photo: P. Bella

## MORFOLÓGIA JASKYNNÝCH PRIESTOROV

Plaveckú jaskyňu tvoria tri morfológicky odlišné časti – horizontálne úrovňové chodby vytvorené pozdĺž stabilizovanej hladiny podzemnej vody (tieto chodby na viacerých miestach prechádzajú do priestrannejších siení, spodná vývojová úroveň je 6 m pod hornou úrovňou), strmé až vertikálne komíny predisponované výraznými tektonickými poruchami (zväčša z vertikálneho hľadiska rozčleňujú sektor horizontálnych úrovňových chodieb a siení) a šikmé dutiny vytvorené pozdĺž medzivrstvových plôch vápencov (zaberajú východnú časť jaskyne, vystupujú zo spodnej vývojovej úrovne).

Najmä v centrálnej časti jaskyne sú výrazné vysoké komíny predisponované strmými tektonickými poruchami, ako aj oválne stropné kupoly (obr. 5 a 6), ktoré sa vytvorili vo freatických podmienkach vodou prúdiacou odspodu nahor (Bella, 2010). Počas prehliadky jaskyne v rámci exkurzie 7. vedeckej konferencie „Výskum, využívanie a ochrana jaskýň“ sa v novembri 2009 na skalných stenách Dómu netopierov identifikovali asymetrické vyhlbeniny pripomínajúce *large scallops*, ktoré poukazujú, že v čase ich vytvárania prúdila

a 2008 sa uvádza, že teplota vody vo vyvieracke pod Plaveckým hradom dosahuje 11,6 až 13,6 °C (priemerná teplota 12,8 °C) pri výdatnosti 1,59 až 3,65 l.s<sup>-1</sup> (priemerná výdatnosť tejto vyvieracky v rokoch 1971 až 1995 bola 2,28 l.s<sup>-1</sup>, teplota vody 12 °C (Hanzel et al., 1999, 2001). Trvalejšia hladina podzemnej vody v Plaveckej jaskyni je asi 7 m pod vstupnou chodbou (Šmída, 2010). Zvýšená teplota vyvierajúcich vôd vplýva aj na teplotu vzduchu v Plaveckej jaskyni, ktorá dosahuje 11 °C (Briestenský a Stemberk, 2008). Pritom priemerná ročná teplota vzduchu na nižšom úpätí Malých Karpát pri Plaveckom Podhradí je 9 až 10 °C (Šťastný et al., 2002).

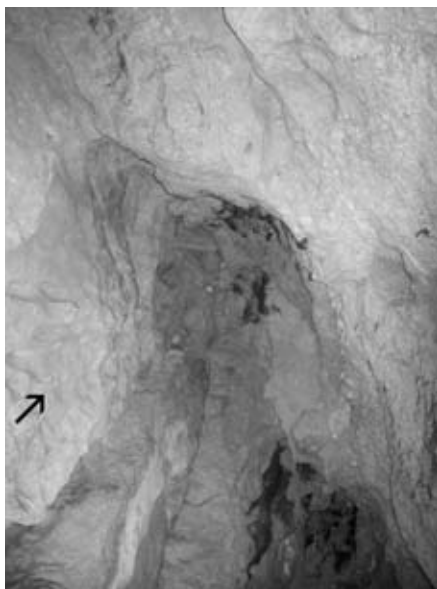
Zreteľnejší prípad otepľovania podzemných priestorov vystupujúcimi teplejšími vodami je v neďalekej Plaveckej priepaťi. Na dne jej dómovitého priestoru vo výške 200 m n. m. je podzemné jazero s vodou teplou 13,0 až 13,1 °C; preto je najnižšia časť priepaťi pri jazere najteplejšia s teplotou vzduchu

12,7 až 12,8 °C (Košel, 2005). Plocha tohto jazera je asi 80 m<sup>2</sup>, hĺbka 4 m (priemerne iba 1 až 1,5 m); na jeho juhovýchodnom okraji sú dve úzke diery, takmer kolmo vedúce nadol. Hladina jazera je vo výškovej úrovni výverov podzemných vôd na povrch na úpätí Plaveckého hradného vrchu (Šmída, 2010).

Vody infiltrované na krasovom území prenikajú pozdĺž štruktúro-tektonických diskontinuit do väčších hĺbok, pričom sa otepľujú a na okraji hrastového pohoria mierne ohriate vystupujú pozdĺž zlomu nahor. Vyvieracky juhovýchodne od Plaveckého Podhradia majú plytšiu cirkuláciu v podzemí, čo sa prejavuje nižšou teplotou ich vody v rozsahu 8 až 9 °C (Hanzel et al., 1999, 2001).

Na úpätí Plaveckého hradného vrchu sa z vyvierajúcich, mierne ohriatych vôd s mineralizáciou 488,39 mg.l<sup>-1</sup> (Hanzel et al., 2001) vytvorila rozsiahla akumulácia penovcov široká asi 550 m, čo takisto poukazuje na prítomnosť zlomových porúch (Briestenský a Stemberk, 2008).





Obr. 7. Skalné steny Dómu netopierov rozčlenené plytkými nepravidelnými vyhlbeninami indikujúcimi výstupné prúdenie vody, Plavecká jaskyňa. Foto: P. Bella

Fig. 7. The rock walls of Bat Dome sculptured by large scallops that indicate an ascending water circulation, Plavecká Cave. Photo: P. Bella



Obr. 8. Poltrubicovité vyústenie vôd vystupujúcich pozdĺž strmého zlomu, Plavecká jaskyňa. Foto: P. Bella

Fig. 8. Half-tube feeder of waters ascending along a steep fault, Plavecká Cave. Photo: P. Bella

voda odspodu nahor (obr. 7). Smerom nahor ku komínu sa tieto pomerne plytké vyhlbeniny zväčšujú na 20 až 25 cm (Šmída, 2010). Na okrajoch siení a chodieb, kde vyznievajú strmé tektonické poruchy, sa miestami pozorujú oválne polrúrovňité vyhlbeniny, ktorými vo freatických podmienkach prúdila voda (obr. 8). V týchto miestach zväčša podlahou prechádzajú výrazné tektonické poruchy, ktoré privádzali vodu z hlbších polôh skrasovateného akviféru (Bella, 2010; obr. 9), niekoľko desiatok metrov od styku s menej priepustnou sedimentárnou výplňou Záhorskej nížiny. Na viacerých miestach skalných stien vidieť nepravidelné drobné korózne dutinky (angl. *spongework*), ktoré vznikli rozpúšťaním vá-

penca v pomerne pokojnom freatickom prostredí bez výraznejšieho prúdenia vody (obr. 10A). Veľkosťou sa odlišujú od morfológicky výraznejších vrecovitých vyhlbenín (angl. *wall pockets*), ktoré vznikli v miestach intenzívnejšej turbulencie vody (obr. 10B).

Dve horizontálne úrovňové úseky vo výškach okolo 220 m a 210 m n. m. sa vyznačujú postrannou epifreatickou remodeláciou podzemných priestorov pozdĺž hladiny podzemných vôd v závislosti od polohy ich výveru na povrch v rámci určitých fáz vývoja terénu na úpätí Plaveckého hradného vrchu voči príľahlej časti Záhorskej nížiny (obr. 11). Najvýraznejší laterálny hladinový zárez je v Kvapľovej sieni na spodnej vývojovej úrovni.

Horné časti Plaveckej priepasti v hĺbke asi 30 m od povrchu ústia do mohutnej zvonovitej priepasti – Bratislavskej siene. Na jej skalných stenách sú početné nepravidelné freatické plytké korózne vyhlbeniny. Naspodku v strede Bratislavskej siene sa pod priepastou vytvoril sutinový kužeľ (obr. 2). Po jeho stranách severným i južným smerom vedú chodbovité, resp. sieňovité výbežky. Vytvárajú priestranú chodbu, ktorá v spodnej časti Plaveckej priepasti klesá smerom k spomenutému podzemnému jazeru. Nad jazerom sú korózne hladinové čiary, ktoré poukazujú na poklesávanie vodnej hladiny. Výrazný korózný zárez asi 13 m nad terajšou hladinou jazera sa výškovou pozíciou zhoduje so stropom v opačnej časti chodby (Šmída, 2010).

## DISKUSIA

Uvedené tektonické a hydrogeologické predpoklady, ako aj morfológia podzemných priestorov poukazujú na vytváranie Plaveckej jaskyne a Plaveckej priepasti mierne ohriatymi vodami, ktoré vystupovali pozdĺž výrazného zlomového pásma na rozhraní Malých Karpát a Záhorskej nížiny. Vzduch v Plaveckej jaskyni i Plaveckej priepasti sa ohrieva od teplejších vôd vystupujúcich pozdĺž zlomov. Morfogenetické znaky Plaveckej jaskyne i Plaveckej priepasti do značnej miery zodpovedajú hypogénnym jaskyniam, ktoré vznikajú výstupnými hlbinnými, spravidla termálnymi vodami obohatenými o  $\text{CO}_2$ , resp.  $\text{H}_2\text{S}$  (Ford a Williams, 1989; Palmer, 1991; Dublyansky, 2000; Klimchouk, 2007 a iní). Za hypogénne jaskyne nemožno považovať všetky jaskyne vytvorené vystupujúcimi podzemnými vodami; dôležitý je hlbinný pôvod vôd, resp. výrazne odlišné fyzikálno-chemické vlastnosti vôd nadobudnuté počas ich hlbšej cirkulácie a zvyšujúce ich chemickú agresivitu (Palmer, 2007).

Indikačnými morfológickými tvarmi freatických hypogénnych jaskýň sú najmä

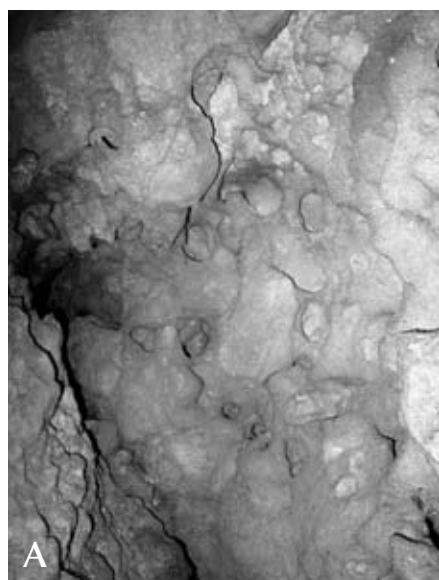


Obr. 9. Podlahová výtoková štrbina rozšírená koróziou pozdĺž strmého zlomu, Plavecká jaskyňa. Foto: P. Bella

Fig. 9. Floor discharge slot enlarged by corrosion along a steep fault, Plavecká Cave. Photo: P. Bella

korózne oválne vyhlbeniny vytvorené vystupujúcim prúdom vody – reťazec kupolovitých vyhlbenín alebo kanál vedúci nahor od miesta prívodu vody (angl. *feeder*), stropné kupoly a slepé komíny (Klimchouk, 2007; Audra et al., 2009b a iní). Najmä freaticky modelované komíny patria medzi dominantné tvary morfológie Plaveckej jaskyne (obr. 5). Spomenuté oválne polrúrovňité vyhlbeniny vytvorené pozdĺž strmých tektonických porúch viac-menej pripomínajú *feeders* (obr. 8). Súčasťou hypogénnych jaskýň vytvorených, resp. remodelovaných pozdĺž hladiny podzemnej vody sú epifreatické tvary laterálnej korózne modelácie – úrovňové bočné zárezy, zväčša s mierne až úplne zarovnaným stropom (Audra et al., 2009b). Tieto sa zasa pozorujú v úrovňových častiach Plaveckej jaskyne.

V rámci klasifikácie genetických typov hypogénnych jaskýň (pozri Audra et al., 2009a) hlavnú časť Plaveckej jaskyne predstavujú epifreatické chodby a siene vytvorené pozdĺž hladiny podzemnej vody v dvoch vývojových úrovniach (obr. 3). Ich vznik a vývoj usmernili strmé tektonické poruchy, pozdĺž ktorých vystupovali vody hlbšej cirkulácie. Tieto spôsobili freatickú koróznú modeláciu vertikálnych komínov a stropných kupol. Rozpúšťaním vápencov vo freatických podmienkach vznikli aj drobné nepravidelné korózne vyhlbeniny (obr. 10). Najvýraznejšie tektonické poruchy strmo prechádzajú naprieč Dómom netopierov, ako aj nižšie ležiacou Kvapľovou sieňou, ktoré sú súčasťami epifreatických úrovňových úsekov. Na základe morfostratigrafických vzťahov epifreatickej a freatickej morfológie (pravidlo pretínania) možno usúdiť, že epifreatické úrovňové



Obr. 10. Korózne nepravidelné dierovité vyhlbeniny (A) a väčšie vrecovité vyhlbeniny (B) v skalných stenách, Plavecká jaskyňa. Foto: P. Bella  
Fig. 10. Corrosion irregular spongework-like cavities (A) and bigger pocket-like cavities (B) deepened into rock walls, Plavecká Cave. Photo: P. Bella



Obr. 11. Epifreatická morfológia Kvapľovej siene s pokračujúcim laterálnym hladinovým zárezom (vľavo), Plavecká jaskyňa. Foto: P. Bella  
Fig. 11. Epiphreatic morphology of Dripstone Hall with a continuing lateral water table notch (on the left), Plavecká Cave. Photo: P. Bella

úseky jaskyne s laterálnymi zárezmi sú mladšie ako strmé freatické komíny.

Podľa výskytu koróznych „hladinových čiar“ Šmída (2010) predpokladá v Plaveckej jaskyni i Plaveckej priepasti výkyvy hladiny podzemnej vody. Keďže táto jaskyňa i priepasť sa vytvorili na okraji hrastového pohoria, zníženie vodnej hladiny mohlo nastať v dôsledku tektonického poklesu výverovej oblasti podzemných vôd. Horizontálne úrovňové časti Plaveckej jaskyne (obr. 3) sa pravdepodobne vytvárali v nadväznosti na ustálenú výškovú polohu vyvieracky pred jaskyňou, ktorej pozícia sa menila podľa fáz vertikálnych tektonických pohybov medzi okrajom Malých Karpát a príľahlej časti Záhorskej nížiny. Horný otvor, resp. otvory Plaveckej jaskyne asi predstavujú najstaršie vývery podzemných vôd na povrch. Na výškovú polohu výveru podzemných vôd na povrch sa pravdepodobne viaže aj vývoj spodnej subhorizontálnej časti Plaveckej priepasti, ktorá presekáva šikmé vrstvy vápencov (obr. 2), t. j. nie je podmienená úložnými pomermi hornín.

Na viacerých miestach Plaveckej jaskyne vidieť na podlahe korózne rozšírené trhliny, resp. zlomy, ktorými sa voda dostávala do vyšších častí jaskyne (Bella, 2010; obr. 8). Takisto Šmída (2010) poukazuje na tektonické poruchy v skalnej báze Plaveckej jaskyne. Píše, že sú prejavom odsadania svahu a čiastočne ich remodelovala voda, keď sa dvíhala až takmer po ich okraj alebo sa cez okraj prelievala a laterálne vytvárala chodbičku. Tieto tektonické poruchy pravdepodobne súvisia s okrajovým zlomami Malých Karpát na rozhraní so Záhorskou nížinou a usmerňujú hlbšiu cirkuláciu podzemných vôd. Čiastočne sa mohli aktivizovať aj vplyvom gravitačných svahových pohybov. Možno predpokladať, že ide o tzv. výtokové štrbiny pozdĺž zlomov (angl. *discharge slots*); považujú sa za indikačné znaky hypogénnych epifreatických jaskýň vytvorených pozdĺž hladiny podzemnej vody (pozri Audra et al., 2009b).

Mierne ohriate vody vo vyvieracke pod Plaveckým hradom (11,6 až 13,6 °C, v priemere 12 °C) a v jazere na dne Plaveckej priepasti (13,0 až 13,1 °C) podľa väčšiny definícií nepredstavujú termálne vody. Zvyčajne sa za spodný limit termálneho prostredia považuje teplota 20 °C (Hölting a Coldewey, 2005). Dublyansky (2000) za termálnu považuje vodu, ktorá dosahuje teplotu 20 °C a viac a pritom je o 5 °C a viac teplejšia, ako je teplota okolitého prostredia. Na základe metódy klimatickej gradácie sa v európskej hydrogeologickej škole voda považuje za termálnu, ak jej teplota prevyšuje priemer ročnú teplotu

vzduchu v danom území o 4 °C (Schoeller, 1962; ďalej pozri Andrejchouk et al., 2009). Prijatá relatívna hranica na určenie teploty termálnej vody sa zaužívala aj u nás. Franko et al. (1975) za termálnu považujú prírodnú vodu s teplotou nad 15 °C (prijatá relatívna hranica), t. j. s teplotou vyššou o 5 °C, ako je priemerná ročná teplota vzduchu na Slovensku. Existujú aj názory, podľa ktorých sa za termálnu považuje akákoľvek voda ohriata prírodnými geologickými procesmi nad teplotu okolitého zemského povrchu (Bodnar, 1999). Na základe prevládajúcich názorov, podľa ktorých sa termálna voda definuje podľa prijatej relatívnej hranice jej teploty, nemožno Plaveckú jaskyňu ani Plaveckú priepasť považovať za hydrotermálne jaskyne. Jaskyniam vytvoreným mierne ohriatymi vodami viac prislúcha teplicový kras, resp. krasovatenie, o ktorom píše E. Michal v príspevkoch o Zbrašovských aragonitových jaskyniach z rokov 1929–1930 a 1941 (pozri Bosák, 2001), následne Kunský (1957) a ďalší. Za teplice sa považujú vody s teplotou 15 až 20 °C, ktoré v zime nezamrzajú (Franko et al., 1975). Ani takúto teplotu však vody vo vyvieracke pod Plaveckým hradom či v jazere na dne Plaveckej priepasti nedosahujú.

## ZÁVER

V rámci skúmania rôznorodosti podmienok a procesov speleogenézy v krasových územiach Západných Karpát Plaveckú jaskyňu a Plaveckú priepasť možno zaradiť do skupiny koróznych jaskýň s predpokladmi a indiciami hypogénneho vývoja (pozri Bella et al., 2009). Potvrdzujú to stropné kupoly a komíny vytvorené nahor prúdiacou vodou, výrazné zlomy v jaskynných priestoroch, výtokové štrbiny a poltrubicovité, resp. rúrovité vyústenia vôd vystupujúcich pozdĺž strmých zlomov, výskyt jazera s mierne ohriatou vodou, teplejšia mikroklima následkom ohrievania jaskynného prostredia nahor vystupujúcou mierne ohriatou vodou, dlhodobá zaznamenaná vyššia teplota vody vo vyvieracke pod Plaveckým hradom, výskyt penovcov pri výveroch podzemných vôd na povrch, ako aj teplejšia mikroklima oboch skúmaných jaskýň či absencia alochtónnych sedimentov.

Veľké idiomorfné kryštály kalcitu a kremeňa, ktoré sa spravidla vyskytujú v hydrotermálnych jaskyniach (Dublyansky, 1997, 2000 a iní), sa v Plaveckej jaskyni ani v Plaveckej priepasti nezistili. Následný mineralogický a sedimentologický výskum jaskynných výplní však môže podstatne doplniť terajšie poznatky o genéze týchto jaskýň – z hľadiska detailnejšieho objasnenia podmienok a procesov vzniku a vývoja podzemných priestorov, ako aj z hľadiska rekonštrukcie a datovania vývojových fáz podzemných priestorov.

Za cenné rady a pripomienky, ktoré prispeli k skvalitneniu tohto príspevku, ďakujeme recenzentovi prof. RNDr. P. Bosákovi, DrSc., z Geologického ústavu AV ČR v Prahe.

Geomorfologický výskum uvedených jaskýň pri Plaveckom Podhradí sa riešil v rámci vedeckého grantového projektu Ministerstva školstva SR VEGA č. 1/0468/09 „Diverzita, variabilita a geoekologická stabilita jaskynných geosystémov“.



## LITERATÚRA

- ANDREYCHOUK, V. – DUBLYANSKY, Y. – EZHOV, Y. – LYSININ, G. 2009. Karst in the Earth's Crust: its distribution and principal types. University of Silesia, Sosnowiec – Ukrainian Institute of Speleology and Karstology, Simferopol, 72 s.
- AUDRA, Ph. – MOCOCHAIN, L. – BIGOT, J.-Y. – NOBÉCOURT, J.-C. 2009a. Hypogene cave patterns. In Klimchouk, A. B. – Ford, D. C. (Eds.): Hypogene Speleogenesis and Karst Hydrogeology of Artesian Basins. Ukrainian Institute of Speleology and Karstology, Special Paper, 1, Simferopol, 17–22.
- AUDRA, Ph. – MOCOCHAIN, L. – BIGOT, J.-Y. – NOBÉCOURT, J.-C. 2009b. Morphological indicators of speleogenesis: hypogenic speleogens. In Klimchouk, A. B. – Ford, D. C. (Eds.): Hypogene Speleogenesis and Karst Hydrogeology of Artesian Basins. Ukrainian Institute of Speleology and Karstology, Special Paper, 1, Simferopol, 23–32.
- BAŇACKÝ, V. – SABOL, A. 1973. Geologická mapa Záhorskej nížiny 1:50 000. GÚDŠ, Bratislava.
- BELLA, P. 2010. Plavecká jaskyňa a priepasť: speleogenéza spôsobená vodami vystupujúcimi pozdĺž okrajovej zlomovej zóny Malých Karpát. In Hochmuth, Z. – Kulla, M. – Csachová, S. (Eds.): Zborník abstraktov z 15. kongresu Slovenskej geografickej spoločnosti a 6. konferencie Asociácie slovenských geomorfológov. Ústav geografie, Prírodovedecká fakulta UPJŠ, Košice 8. – 11. 9. 2010, 77–79.
- BELLA, P. – GAÁL, Ľ. – BOSÁK, P. 2009. Predpoklady a indicie vývoja hypogénnych jaskýň na Slovensku. Abstrakty, 7. vedecká konferencia „Výskum, využívanie a ochrana jaskýň“, Smolenice 10. – 13. 11. 2009. Aragonit, 14, 2, 159–161.
- BODNAR, R. J. 1999. Hydrothermal Solutions. In Marshall, C. P. – Fairbridge, R. W. (Eds.): Encyclopedia of Geochemistry. Kluwer Academic Publishers, Lancaster, 333–337.
- BOSÁK, P. 2001. Príspevek k histórii použitia termínů hydrotermálný kras, gejzírový krápník a vadózná zóna. Slovenský kras, 39, 115–120.
- BRIESTENSKÝ, M. – STEMBERK, J. 2008. Monitoring mikropohybov v jaskyniach Západného Slovenska. Slovenský kras, 46, 2, 333–339.
- BUTAŠ, J. 2003. Plavecká priepasť PP-2. Spravodaj SSS, 34, 1, 35–38.
- DROPPA, A. 1958. Plavecká jaskyňa. Československý kras, 8–9, 120–123.
- DROPPA, A. 1973. Prehľad preskúmaných jaskýň na Slovensku. Slovenský kras, 11, 111–157.
- DUBLYANSKY, V. N. 1997. Hydrothermal Cave Minerals. In Hill, C. – Forti, P.: Cave Minerals of the World. NSS, Huntsville, Alabama, USA, 252–255.
- DUBLYANSKY, V. N. 2000. Hydrothermal Speleogenesis – Its Settings and Peculiar Features. In Klimchouk, A. B. – Ford, D. C. – Palmer, A. N. – Dreybrodt, W. (Eds.): Speleogenesis. Evolution of Karst Aquifers. Huntsville, Alabama, U. S. A., 292–297.
- FODOR, L. 1995. From transpression to transtension: Oligocene-Miocene structural evolution of Vienna basin and the East Alpine-Western Carpathian junction. Tectonophysics, 242, 151–182.
- FORD, D. C. – WILLIAMS, P. W. 1989. Karst Geomorphology and Hydrology. Unwin Hyman, London – Boston – Sydney – Wellington, 601 s.
- FRANKO, O. – GAZDA, S. – MICHALÍČEK, M. 1975. Tvorba a klasifikácia minerálnych vôd Západných Karpát. GÚDŠ, Bratislava, 230 s.
- FRANKO, O. – REMŠÍK, A. – FENDEK, M. (Eds.) 1995. Atlas geotermálnej energie Slovenska. GÚDŠ, Bratislava, mapy III-19 a III-20.
- HANZEL, V. – VRANA, K. – KUŠIKOVÁ, S. 2001. Hydrogeologická mapa Pezinských Karpát v mierke 1:50 000. In Malík, P. (Ed.): Hydrogeologické a hydrogeochemické mapy v mierke 1:50 000, regióny: južná časť Záhorskej (Borskej) nížiny, Pezinské Karpaty, SV časť Podunajskej nížiny, východná časť Veľkej Fatry, severná časť Spišsko-geberského rudohoria, Ľubovnianska vrchovina a Pieniny, Čierna hora. MŽP SR Bratislava, ŠGÚDŠ Bratislava, CD-ROM.
- HANZEL, V. – VRANA, K. – ŠVASTA, J. – KOHÚT, M. – NAGY, A. – MAGLAY, J. – BUJNOVSKÝ, A. – MALÍK, P. 1999. Hydrogeologická a hydrogeochemická mapa Pezinských Karpát v mierke 1:50 000. Manuskript, GS SR Bratislava, 179 s.
- HALOUZKA, R. – MAGLAY, J. – BAŇACKÝ, V. – PRISTAŠ, J. – JANOČKO, J. – HÓK, J. 1999. Vysvetlivky k neotektonickej mape Slovenska 1:500 000. GS SR, Bratislava, 48 s.
- HOCHMUTH, Z. 2008. Krasové územia a jaskyne Slovenska. Geographia Cassoviensis, 2, 2, Košice, 210 s.
- HÖLTING, B. – COLDEWEY, W. G. 2005. Hydrogeologie. Einführung in die Allgemeine und Angewandte Hydrogeologie, 6<sup>th</sup> edn. Spektrum, Munich, 326 s.
- HUBEK, M. – MAGDOLEN, P. 2008. Plavecká jaskyňa – nové objavy a nová mapa. Spravodaj SSS, 39, 1, 58–61.
- Hydrologická ročenka – podzemné vody, 2007. Slovenský hydrometeorologický ústav, Bratislava 2008, 166 s.
- Hydrologická ročenka – podzemné vody, 2008. Slovenský hydrometeorologický ústav, Bratislava 2009, 166 s.
- KLIMCHOUK, A. 2007. Hypogene Speleogenesis: Hydrological and Morphogenetic Perspective. National Cave and Karst Research Institute, Special Paper, 1, Carlsbad, NM, 106 s.
- KOŠEL, V. 2005. Ktorá je najteplejšia? Spravodaj SSS, 36, 4, 29–30.
- KOVÁČ, M. 2000. Geodynamický, paleogeografický a štruktúrny vývoj karpatsko-panónskeho regiónu v miocéne: Nový pohľad na neogénne panvy Slovenska. Veda, Bratislava, 204 s.
- KOVÁČ, M. – BARÁTH, I. – NAGYMAROSY, A. 1997. The Miocene collapse of the Alpine-Carpathian-Pannonian junction: an overview. Acta Geologica Hungarica, 40, 3, 241–264.
- KOVÁČ, M. – PLAŠIENKA, D. (Eds.) 2003. Geologická stavba oblasti na styku Alpsko-Karpatsko-Pannonskej sústavy a prilahlých svahov Českého masívu. Univerzita Komenského, Bratislava, 85 s.
- KULLMAN, E. 1990. Krasovo-puklinové vody. GÚDŠ, Bratislava, 184 s.
- KULLMAN, E. – GAZDA, S. 1966. Základný hydrogeologický výskum kvartéru Záhorskej nížiny. Záverečná správa, GÚDŠ, Bratislava, 169 s., 91 príl.
- KUNSKÝ, J. 1957. Zbrašovský teplicový kras a jaskyne na severní Moravě. Sborník Československé společnosti zeměpisné, 62, 4, 306–351.
- LANKREIJER, A. – KOVÁČ, M. – CLOETINGH, S. – PITOŇÁK, P. – HLÓŠKA, M. – BIERMANN, C. 1995. Quantitative subsidence analysis and forward modelling of the Vienna and Danube basins: thin-skinned versus thick-skinned extension. Tectonophysics, 252, 433–451.
- LIŠKA, M. 1976. Geomorfologické pomery Plaveckého krasu. Slovenský kras, 14, 31–59.
- MAGLAY, J. – HALOUZKA, R. – BAŇACKÝ, V. – PRISTAŠ, J. – JANOČKO, J. – HÓK, J. 1999. Neotektonická mapa Slovenska 1:500 000. GS SR, Bratislava.
- MAHEI, M. 1986. Geologická stavba československých Karpát, 1. Palealpínske jednotky. Veda, Bratislava, 509 s.
- MAHEI, M. 1987. The Malé Karpaty Mts. – constituent of the transitional segment between the Carpathians and Alps; important tectonic window of the Alpides. Mineralia Slovaca, 19, 1, 1–27.
- MAHEI, M. – CAMBEL, B. 1972. Geologická mapa Malých Karpát, 1:50 000. GÚDŠ, Bratislava.
- MARKO, F. 2002. Fault controlled evolution of the Vienna Basin. Geologica Carpathica, 53, Special Issue on CD, 6 s.
- MARKO, F. – JUREŇA, V. 1999. Zlomová tektonika okraja Viedenskej panvy a hrasty Malých Karpát. Mineralia Slovaca, 31, 513–524.
- MITTER, P. 1983. Geomorfologická rajonizácia krasu Malých Karpát. Slovenský kras, 21, 3–34.
- PALMER, A. N. 1991. Origin and morphology of limestone caves. Geological Society of America Bulletin, 103, 1, 1–21.
- PALMER, A. N. 2007. Cave Geology. Cave Books, Dayton, Ohio, 454 s.
- PAVUZA, R. – PLAN, L. 2008. Hydrothermalkarst im Bereich des Südlichen Wiener Beckens. In Schaudy, R. – Withalm, G. (Eds.): Höhle und Mensch – Beiträge zur Karst- und Höhlenkunde mit Schwerpunkt Baden bei Wien. Speldok, 18, Wien, 1–17.
- PLAN, L. – PAVUZA, R. – SEEMANN, R. 2006. Der Nasse Achacht bei Mannersdorf am Leithagebirge, NÖ (2911/21) – eine thermal beeinflusste Höhle am Ostrand des Wiener Beckens. Die Höhle, 57, 1–4, 30–46.
- PLAN, L. – SPÖTL, Ch. – PAVUZA, R. – DUBLYANSKY, Y. 2009. Hypogene caves in Austria. In Klimchouk, A. B. – Ford, D. C. (Eds.): Hypogene Speleogenesis and Karst Hydrogeology of Artesian Basins. Ukrainian Institute of Speleology and Karstology, Special Paper, 1, Simferopol, 121–127.
- PLAŠIENKA, D. – MICHALÍK, J. – KOVÁČ, M. – GROSS, P. – PUTIŠ, M. 1991. Paleotectonic evolution of the Malé Karpaty Mts – An overview. Geologica Carpathica, 42, 4, 195–208.
- ROYDEN, L. H. 1985. The Vienna Basin: A thin skinned pull-apart basin. In Biddle, K. T. – Christie-Blick, N. (Eds.): Strike-slip deformation, basin formation and sedimentation. The Society of Economic Paleontologists and Mineralogists, Special Publication, 37, Tulsa, 319–339.
- SCHOELLER, H. 1962. Les eaux souterraines. Masson et Cie, Paris, 642 s.
- ŠMÍDA, B. 2010. Geomorfológia a genéza Plaveckého krasu ako modelového územia tzv. kontaktného krasu Západných Karpát s nižšou energiou reliéfortvorby. Dizertačná práca, Prírodovedecká fakulta UK, Bratislava, 221 s.
- ŠTAŠTNÝ, P. – NIEPLOVÁ, E. – MELO, M. 2002. Priemerná ročná teplota vzduchu. In Atlas krajiny Slovenskej republiky. Bratislava – Ministerstvo životného prostredia SR, Banská Bystrica – Slovenská agentúra životného prostredia (mapa č. 49, s. 98).
- TENCER, J. 1991. Nové poznatky o Plaveckom krase. Jaskyniar, 3–9.

# REZISTIVIMETRICKÉ A TERMOMETRICKÉ MERANIA PODZEMNÉHO VODNÉHO TOKU V DRIENOVskej JASKYNI

**Peter Malík<sup>1</sup> – Miloš Gregor<sup>1,2</sup> – Jaromír Švasta<sup>1</sup> – Dagmar Haviarová<sup>3</sup>**

<sup>1</sup> Štátny geologický ústav Dionýza Štúra; oddelenie hydrogeológie a geotermálnej energie, Mlynská dolina 1, 817 04 Bratislava 11; peter.malik@geology.sk; jaromir.svasta@geology.sk; milos.gregor@geology.sk

<sup>2</sup> Katedra hydrogeológie, Prírodovedecká fakulta, Univerzita Komenského, Mlynská dolina, pavilón G, 842 15 Bratislava 4

<sup>3</sup> Štátna ochrana prírody SR, Správa slovenských jaskýň, Hodžova 11, 031 01 Liptovský Mikuláš; haviarova@ssj.sk

**P. Malík, M. Gregor, J. Švasta, D. Haviarová: Resistivimetric and thermometric measurements of underground stream in the Drienovská Cave**

**Abstract:** Longitudinal profile measurements of specific electric conductivity (resistivity) and water temperature (thermometry) along karstic underground stream were performed in the Drienovská Cave (Slovak Karst). Measurements were performed on October 16, 2009, with the step of 1.0 meter in the streamline of active flow or (if wider than 1.0 meter), along its left and right side, 20 cm aside the stream-bank. Application and interpretation of acquired results can be used especially for identification of hydraulic relationship between the main opened karst channel and surrounding rock environment i.e. for detection of hidden tributaries into the main stream. In the case of Drienovská Cave, three points of unknown tributaries were identified, but measured data also can help us to decide on the water communication with the surface. This simple, but very sensitive method had proven to be very helpful in understanding of stream hydrodynamics of the underground karstic hydrological system.

**Key words:** resistivity, thermometry, longitudinal profile measurements, underground stream, Drienovská Cave, Slovak Karst

## ÚVOD

Predložený článok prezentuje časť výsledkov hydrogeologického výskumu podzemného vodného toku v Drienovskej jaskyni, ktorý vykonali 16. 10. 2009 pracovníci Štátneho geologického ústavu Dionýza Štúra, Katedry hydrogeológie Prírodovedeckej fakulty Univerzity Komenského a Správy slovenských jaskýň. V rámci týchto prác sa realizovali kontinuálne merania mernej elektrickej vodivosti (t. j. veličiny niekedy uvádzanej aj ako elektrolytická vodivosť) a teploty vôd pozdĺž prúdnice podzemného vodného toku, pretekajúceho Drienovskou jaskyňou.

Merania sa uskutočnili štandardnými konduktormi, používanými pri hydrogeologických terénnych prácach, s krokom meraní 1,0 m pozdĺž prúdnice. V prípade, že šírka toku presahovala 1 meter, meralo sa popri oboch brehoch vodného toku. Výhodou týchto meraní je, že umožňujú identifikovať a v optimálnych prípadoch aj kvantifikovať hydrodynamickú variabilitu v prúde vôd krasovými kanálmi skúmaného jaskynného systému. Výsledky identifikácie skrytých prítokov vôd umožňujú analyzovať hydrogeologické pomery obehu a režimu vôd priamo v horninovom prostredí. Použitelnosť týchto metód je vo svojej podstate obmedzovaná iba prístupnosťou úsekov vodných tokov pre merania. Okrem toho

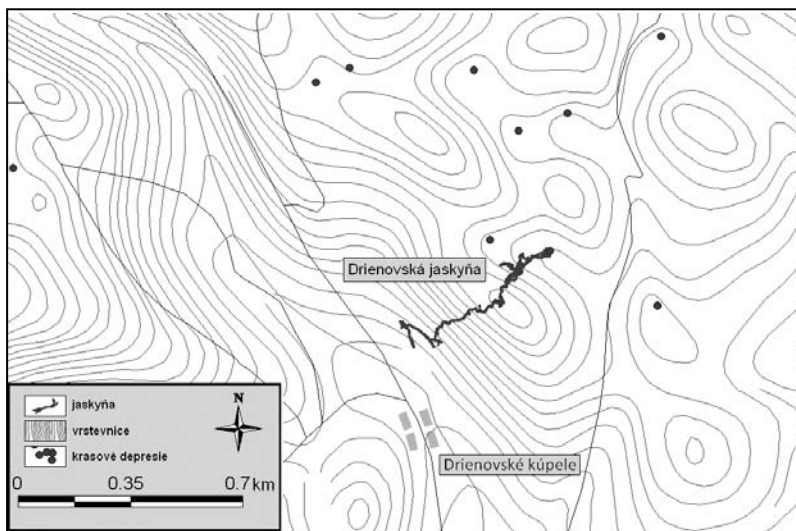
môžu byť výsledky využité aj pri priamom speleologickom prieskume jaskýň, vďaka možnosti lokalizácie hydraulicky aktívnych bočných vetiev krasových systémov.

## LOKALIZÁCIA A STRUČNÁ CHARAKTERISTIKA OKOLIA DRIENOVskej JASKYNE

Drienovská jaskyňa (Šomodská jaskyňa; Somogyi Pityko barlang) sa nachádza asi 1,5 km severne od obce Drienovec (obr. 1). Je situovaná na juhovýchodnom okraji Jasovskej planiny pri vyústení krasovej doliny Miglinc do Košickej kotliny. Ide o výverovú fluviokrasovú jaskyňu s aktívnym vodným tokom (Bella et al., 2007; Zacharov, Terray, 1987). Jaskyňa je vytvorená v troch hlavných výškových vývojových úrovniach, značne premodelovaných procesmi rútenia. Vodný

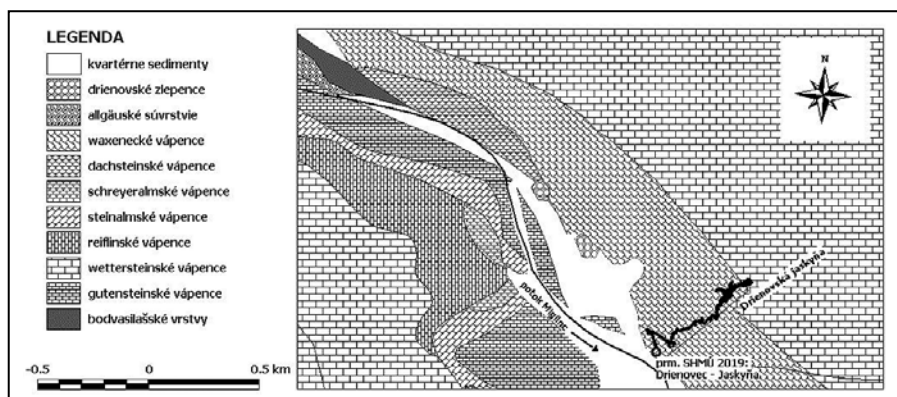
tok preteká jej spodnou časťou – 1. výškovou vývojovou úrovňou. Jaskyňa v súčasnosti dosahuje dĺžku 1348 m a deniveláciu 60 m. Priestory jaskyne sú vyvinuté v masíve kóty Palanta (366 m n. m.) vo svetlých waxenecových (karn) lagunárneho typu a čiastočne aj v drienovských zlepencoch (Zacharov, 2008a; obr. 2). Pôvodne masívne vápence sú výrazne tektonicky porušené. Vývoj a orientácia priestorov jaskyne, generálne SV-JZ smeru, je výrazne spätá s tektonickými štruktúrami. Zásadný význam majú dislokačné štruktúry poklesového, posunového (SV-JZ, V-Z a S-J smeru) a prešmykového (SZ-JV smeru) charakteru, sprevádzané rozsiahlymi zónami tektonických brekcií a prizlomovej klivážovej puklinovitosti. Je to dôsledok rozsiahleho postihnúť horninového masívu v zóne styku významných, vyššie charakterizovaných regionálnych tektonických štruktúr, rožňavského zlomu a zlomovej zóny Darnó (Zacharov, Košuth, 2005; Zacharov, 2008b).

Podľa Gaála (2008) prvý podrobný opis jaskyne priniesol Seněš (1950). Horniny, v ktorých je Drienovská jaskyňa vyvinutá, opísal tento autor ako wettersteinské vápence (tiež Zacharov, 1985), keďže v tom čase sa ešte waxenecové vápence neodlišovali od wettersteinských. Vo vývoji jaskyne rozlíšil dve etapy, pričom ku každej sa viaže niekoľko akumuláčných a erózných fáz. Medzi nimi je klesanie hladiny takmer 12 m, pričom začiatok druhej etapy kládol



Obr. 1. Lokalizácia Drienovskej jaskyne v Slovenskom krase  
Fig. 1. Position of the Drienovská Cave in the Slovak Karst Mts.





Obr. 2. Geologické pomery okolia Drienovskej jaskyne (podľa Mello et al., 1996)  
Fig. 2. Geological settings of the Drienovská Cave surroundings (after Mello et al., 1996)

do konca pleistocénu. Za zdrojovú oblasť vôd jaskyne považoval okolie prameňa sv. Ladislava východne od Debrade, kde sa skrytými pomermi strácajú vody. Vznikom jaskyne sa zaoberal aj Homola (1951), ktorý uskutočnil hydrogeologický výskum „Drienovskej vyvieracky“, správnejšie (sensu Hanzel et al., 1998) krasového prameňa odvodňujúceho Drienovskú jaskyňu. Jaskyňa podľa neho pravdepodobne súvisí s Moldavskou jaskyňou.

Mapa Drienovskej jaskyne pre zobrazenie výsledkov meraní na obr. 5, 6, 7 a 9 a názvy častí jaskyne na obr. 5 boli prevzaté z podkladu, ktorý zamerali členovia SSS OS Košice-Jasov v rokoch 1984 – 1985 (kreslil Ing. Jozef Thuróczy) a bol publikovaný v práci Terray (2003).

## REŽIM PODZEMNÉHO VODNÉHO TOKU DRIENOVskej JASKYNE

Známe priestory Drienovskej jaskyne sú lokalizované vo výverovej oblasti krasového hydrologického systému. Objavný vchod

do jaskyne je výverovou oblasťou krasového prameňa, ktorý dlhodobo (od r. 1968) v týždennom časovom kroku pozorovaní sleduje Slovenský hydrometeorologický ústav pod katalógovým číslom 2019 a názvom Drienovec – Jaskyňa.

Dynamika odtokových pomerov a variabilita výdatností je v prípade tohto krasového prameňa veľmi vysoká. V období rokov 1970 – 2005 tu bola najnižšia nameraná hodnota výdatnosti  $0,08 \text{ l.s}^{-1}$  a najvyššia zistená výdatnosť  $816 \text{ l.s}^{-1}$ . Priemerná výdatnosť krasového prameňa (Drienovec) Jaskyňa je  $24,5 \text{ l.s}^{-1}$ . Hodnoty výdatností kolíšu značne aj v rámci roka (obr. 3). Rovnako je charakteristická vysoká variabilita teploty vyvierajúcich vôd prameňa. Teplota vôd sa tu v sledovanom období pohybovala od  $5,7$  do  $11,5^\circ\text{C}$ , s priemernou hodnotou  $9,2^\circ\text{C}$ .

Najvyššie hodnoty výdatností dosahuje prameň v priemere v apríli ( $58,4 \text{ l.s}^{-1}$ ) a naopak najnižšie stavy nastávajú zvyčajne v septembri ( $6,81 \text{ l.s}^{-1}$ ). Ročný priebeh teploty vôd má odlišný charakter. Najvyššie dlhodobé priemerné mesačné hodnoty teploty sa vyskytujú v au-

Tab. 1. Výsledky analýzy skladanej výtokovej čiary prameňa 2019 Drienovec – Jaskyňa  
Tab. 1. Results of master recession curve analysis of spring 2019 Drienovec – Jaskyňa

| Subrežim | Počiatočná výdatnosť $Q_0 (\text{l.s}^{-1})$ | Výtokový koeficient $\beta$ |
|----------|----------------------------------------------|-----------------------------|
| 1        | 15                                           | $4,2 \cdot 10^{-3}$         |
| 2        | 25                                           | $1,4 \cdot 10^{-2}$         |
| 3        | 100                                          | $2,6 \cdot 10^{-2}$         |
| 4        | 675                                          | $9,0 \cdot 10^{-2}$         |

guste, najnižšie v zimných mesiacoch, pričom z ročného priebehu je zrejмый výrazný vplyv topenia snehu na teplotu vôd vo februári ( $8,9^\circ\text{C}$ ; obr. 3).

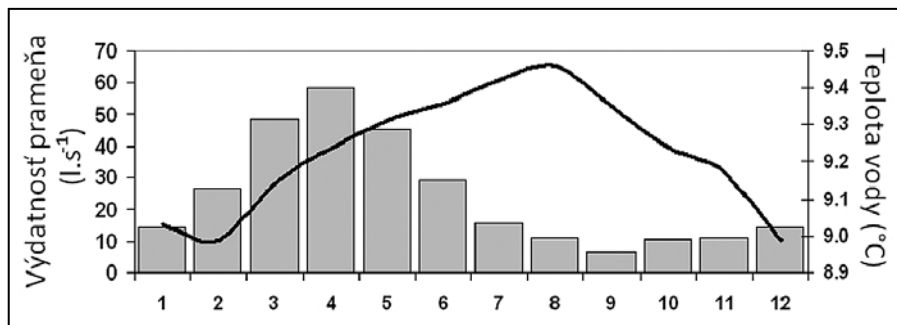
Z časového radu prietokov prameňa sa zostrojila skladaná výtoková čiara (obr. 4). Skladaná výtoková čiara bola vytvorená pomocou hybridného genetického algoritmu z vybraných neovplyvnených poklesových úsekov výdatností. Následne sa analýzou odtoku vo výtokovej čiare identifikovali štyri turbulentné subrežimy odtoku (tab. 1).

Vzhľadom na identifikované štyri subrežimy odtoku môžeme podľa Kullmanovej klasifikácie (1990) povedať, že prameň odvodňuje intenzívne skrasovatené horninové prostredie, s výskytom významných krasových kanálov, ktoré nie sú vo významnej miere hydraulicky späté so saturovanými puklinovými systémami okolitých horninových blokov. Hlavné krasové kanály v danom území umožňujú rýchlo evakuovať prívalové zrážkové vody, čo naznačuje, že ide o rozsiahly systém otvorených kanálov pomerne veľkého dosahu. Ostatné subrežimy indikujú podľa výsledkov skladanej výtokovej čiary rozsahovo menší subsystém krasových kanálov, avšak s vyššou akumulácnou a retardačnou schopnosťou a nižším stupňom skrasovania horninového prostredia.

V čase meraní (16. 10. 2009) otekalo (podľa výšky prepádového lúča na Thomsonovom mernom priepade na objekte 2019 Drienovec – Jaskyňa) zo systému iba  $6,81 \text{ l.s}^{-1}$ , čo svedčí o stavoch veľmi nízkej vodnosti v tomto období. Podľa parametrov výtokovej čiary bol v danom čase aktívny iba prvý (základný) turbulentný subrežim odtoku.

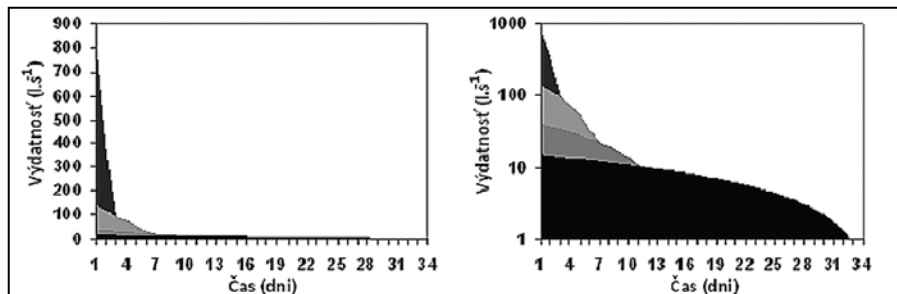
## METODIKA REALIZOVANÝCH PRÁC

Úlohou rezistivimetrického a termometrického prieskumu zo dňa 16. 10. 2009 bolo identifikovať skryté bočné prítoky vôd do hlavného krasového kanálu v Drienovskej jaskyni pomocou meraní mernej elektrickej vodivosti (elektrolytickej vodivosti) a teploty vôd pozdĺ priebehu prúdnic podzemného vodného toku. V jaskyni sme postupovali proti prúdu vodného toku od vyvieracky, v smere od vodopádu pri Suchom vchode do jaskyne k prvému závalu v Koralovej chodbe, pričom tu sme merania ukončili (obr. 5). Pri tomto prieskume bolo spolu zdokumentovaných 404 metrov z dĺžky vodného toku. Merania mernej elektrickej vodivosti (EC – electric conductivity) a teploty vôd ( $t_w$ ) sa uskutočňovali v prúdnicu toku vo frekvencii 1 meranie na 1 meter vodného toku, pričom

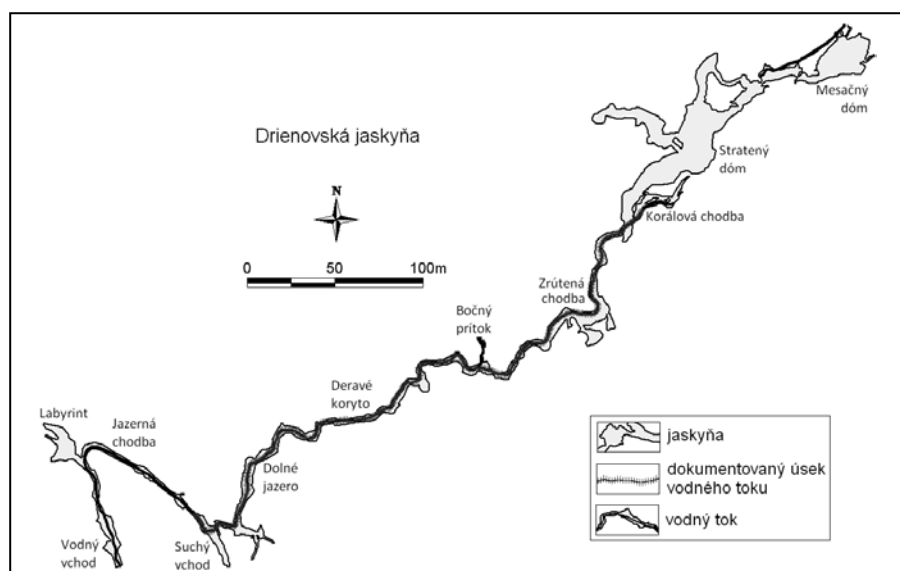


Obr. 3. Priebeh priemerných mesačných teplôt a výdatností vôd v roku vo vyvieracke 2019 Drienovec – Jaskyňa (ľavá os – výdatnosť prameňa v  $\text{l.s}^{-1}$ ; pravá os – teplota vôd prameňa v  $^\circ\text{C}$ )

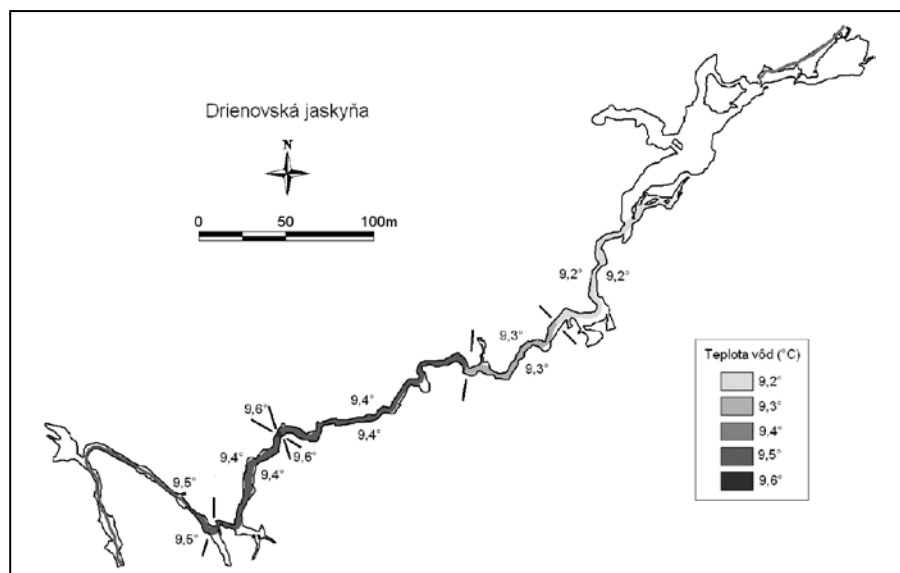
Fig. 3. The annual course of the average monthly temperature and yield of the spring Drienovec – Jaskyňa (SHMI no. 2019; left axis – spring yields in  $\text{l.s}^{-1}$ ; right axis – water temperature in  $^\circ\text{C}$ )



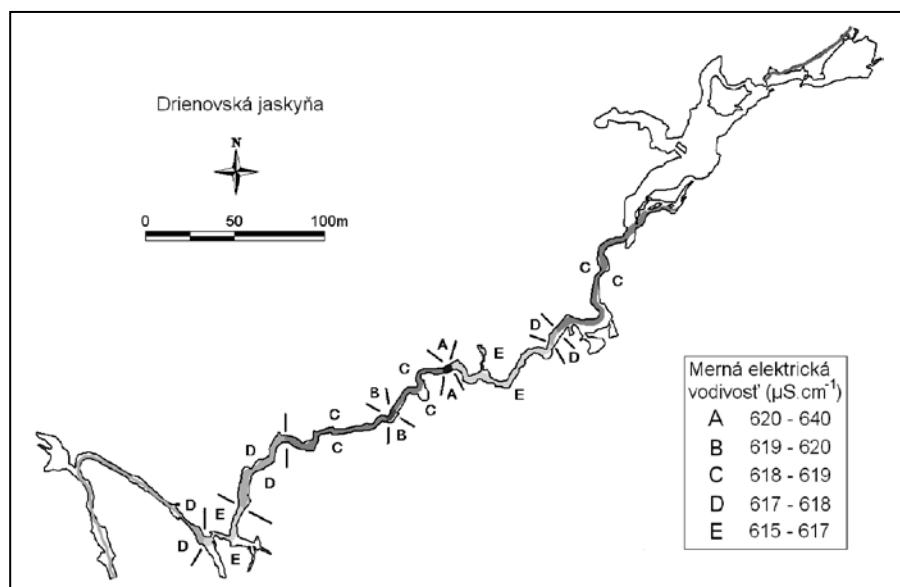
Obr. 4. Tvar skladanej výtokovej čiary prameňa Drienovec – Jaskyňa (SHMÚ č. 2019)  
Fig. 4. Shape of the master recession curve of spring Drienovec – Jaskyňa (SHMI no. 2019)



Obr. 5. Dokumentovaný úsek podzemného vodného toku v Drienovskej jaskyni  
Fig. 5. Documented part of groundwater river in the Drienovská Cave



Obr. 6. Pozdĺžny profil výsledkov meraní teploty vody vo vodnom toku Drienovskej jaskyne  
Fig. 6. Longitudinal results profile of stream water temperature measurements in the Drienovská Cave



Obr. 7. Pozdĺžny profil výsledkov meraní mernej elektrickej vodivosti vody v Drienovskej jaskyni  
Fig. 7. Longitudinal results profile of stream water conductivity measurements in the Drienovská Cave

v prípade šírky toku presahujúcej 1 meter sa merania vykonávali po oboch stranách toku vo vzdialenosti cca 20 cm od brehovej línie. Na merania sa použili konduktometry typu LF 325-A a Cond 340i výrobcu WTW, umožňujúce merať teplotu s presnosťou na 0,1 °C a elektrolytickú vodivosť s presnosťou 0,1  $\mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}$ . Ukázalo sa ako praktické disponovať počas meraní so záložnými prístrojmi, keďže funkčnosť týchto prenosných modelov v záťažovom prostredí so zvýšenou vlhkosťou býva časovo obmedzená. Aj v našom prípade bola potrebná ich výmena v priebehu meraní, pričom treba mať na zreteli mierne posunutú škálu meraní jednotlivých prístrojov. Tú treba zistiť spoločnými meraniami rovnakých roztokov už pred ich terénnou aplikáciou a zohľadniť pri vyhodnocovaní výsledkov (napr. obr. 8).

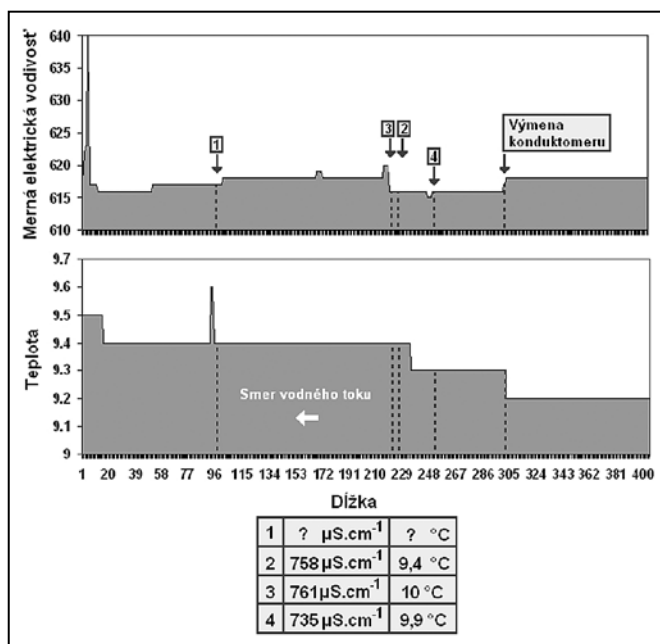
Ako sa už konštatovalo, v čase meraní bola zaznamenaná výdatnosť krasového prameňa 2019 Drienovec – Jaskyňa 6,81 l.s<sup>-1</sup>. Teplota vzduchu pred Drienovskou jaskyňou bola 6,1 °C a teplota vzduchu vnútri jaskyne, v oblasti Suchého vchodu 10,6 °C.

## VÝSLEDKY

Výsledky meraní teploty vody sú znázornené na obr. 6, hodnotíme ich v smere proti prúdu podzemného toku od vodopádu pod Suchým vchodom („nulová metráž“ – bm 0) až po úroveň 1. závalu v Koráľovej chodbe. Na začiatku meraní pri vodopáde bola zaznamenaná teplota toku 9,5 °C a EC – merná elektrická vodivosť – 620  $\mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}$ . Hneď nasledujúce prvé 3 bežné metre profilovania však priniesli výraznú zmenu: teplota vody síce ostala na pôvodných 9,5 °C, ale hodnota EC výrazne stúpla cez 623  $\mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}$  na 640  $\mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}$  (bm 4), na bm 5 klesla na 617  $\mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}$  a na bm 11 sa ustálila na 616  $\mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}$ , čo trvalo až po bm 50. Teplota vody podzemného toku sa potom udržala na 9,5 °C až po bm 16, keď klesla na 9,4 °C (v tejto hodnote vytrvala prakticky až po bm 235). Na uvedenom úseku 3 – 5 m nad vodopádom by podľa hodnôt EC mohlo dochádzať k možnému skrytému prestupu vód do toku jaskyne. Hoci prudké zvýšenie vodivosti vód sa môže spájať aj s nánosmi guána v chodbe nad vodným tokom v oblasti Suchého vchodu jaskyne, v úseku tejto zmeny nebol vizuálne identifikovaný žiaden priamy prítok do toku, ktorý by tento kvalitatívny jav sprostredkoval. Vzhľadom na súčasné zmeny teploty vody v týchto miestach tu preto predpokladáme reálny skrytý prestup vód z okolitého horninového prostredia do hlavného toku (obr. 6).

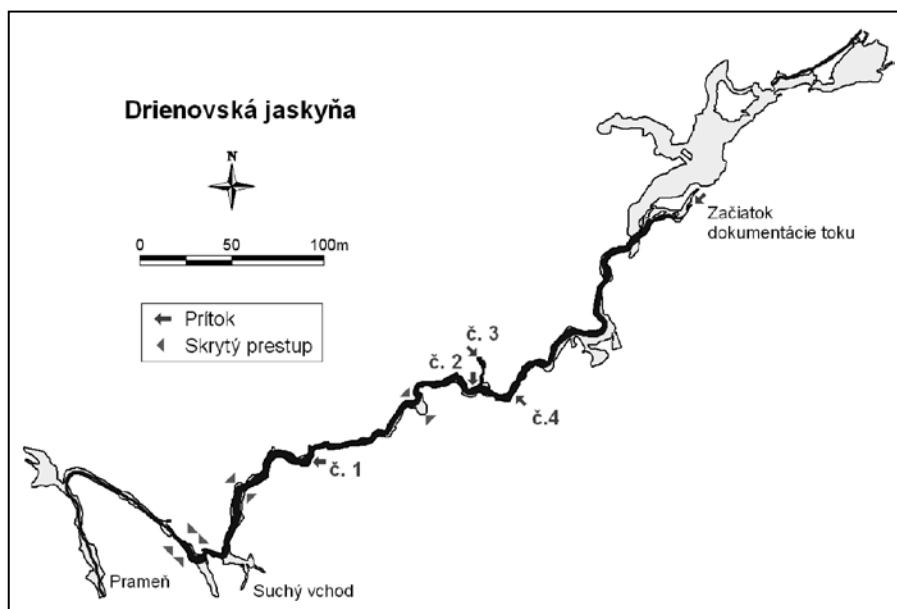
Treba poznamenať, že vo vyvieračke o 120 metrov nižšie bola zmeraná hodnota vodivosti vód 615  $\mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}$  pri teplote vód 9,2 °C. Táto hodnota sa však odmerala iným, tretím (vzájomne nezoškálovaným/nezosúladeným) konduktometrom počas odberu vzorky, a preto nie je možné povedať, či sa teplota vód medzi koncom dokumentovaného úseku podzemného toku a vyvieračkou na dĺžke približne 120 metrov zmenila, napríklad nedokumentovanými prítokmi v Labyrinte, alebo to spôsobila rôzna kalibrácia konduktometrov.

V častiach dokumentovaného podzemného toku Drienovskej jaskyne medzi Sieňou ne-



Obr. 8. Pozdĺžny profil výsledkov meraní teploty a mernej elektrickej vodivosti vody v podzemnom toku Drienovskej jaskyne

Fig. 8. Longitudinal results profile of underground stream water temperature and conductivity measurements in the Drienovská Cave



Obr. 9. Mapa lokalizácie predpokladaných a dokumentovaných prítokov do hlavného podzemného toku Drienovskej jaskyne

Fig. 9. The map of expected and documented inflows localization into the main underground stream of the Drienovská Cave

topierov, Dolným jazerom a Horným jazerom však ostáva merná elektrická vodivosť vôd nezmenená v rozpätí hodnôt 616 – 617  $\mu\text{S.cm}^{-1}$  (pravdepodobne mierny pomalý nárast) počas ďalších 78 metrov od bm 12 do bm 90. Teplota vody zostala takisto nezmenená – 9,4  $^{\circ}\text{C}$ . V tejto časti zjavne nenastáva skrytý prestup vôd do podzemného toku.

Na metrži 93 m v oblasti nad Horným jazerom sa najskôr vizuálne zaznamenal síntrujúci pravý prítok (1. prítok na obr. 8 a 9) s minimálnou výdatnosťou (< 0,005 l.s<sup>-1</sup>), vytvárajúci biely síntr s pizolitmi. Veľkosť jeho teploty a EC nebolo možné priamo zmerať (preto je aj na obr. 8 uvedená s otáznikom), podarilo sa len čiastočne zmerať EC zmesi pritékajúcej

V tejto časti (Deravé koryto) považujeme tok za hydraulicky pasívny, resp. krasový kanál za izolovaný – nekomunikujúci s okolím, bez skrytých dotácií vôd z okolitého horninového prostredia.

Na bm 168 sa na úseku dĺžky cca 4 m (po bm 172) hodnota EC zvýši o 1  $\mu\text{S.cm}^{-1}$  na 619  $\mu\text{S.cm}^{-1}$  (teplota ostáva stále 9,4  $^{\circ}\text{C}$ ), potom však opäť klesne na pôvodnú hodnotu. V tejto oblasti (cca 20 m pod Veľkou galériou) by sme mohli predpokladať slabú skrytú dotáciu vôd z okolia. Parametre podzemného toku však ostávajú vyrovnané až po bm 216 (9,4  $^{\circ}\text{C}$  / 618  $\mu\text{S.cm}^{-1}$ ).

Na bm 216, s charakteristickým názvom Bočný prítok, sa zaznamenal Prítok č. 2 – z pra-

vody a vody hlavného toku (746  $\mu\text{S.cm}^{-1}$ ). Táto anomália sa prejavila aj v jednom mieste zámeru teploty hlavného toku (9,6  $^{\circ}\text{C}$  na bm 93; obr. 8), avšak hodnota EC hlavného toku sa tu nezmenila. Z toho usudzujeme na skutočne minimálne množstvo vody, ktoré v tomto mieste do hlavného toku pritéká.

Nad miestom 1. prítoku je ešte ďalších 7 m hodnota EC 617  $\mu\text{S.cm}^{-1}$ , na úrovni bm 100 vystúpi o 1  $\mu\text{S.cm}^{-1}$  na hodnotu 618  $\mu\text{S.cm}^{-1}$  a až po bm 168 ostáva na tejto úrovni, pričom teplota vody je na celom úseku bm 93 – bm 168 konštantná: 9,4  $^{\circ}\text{C}$ .

vostrannej chodby, po cca 10 m zakončenej malým sifónom (Bočný prítok pod Vysokou chodbou; obr. 6). Teplota vody vlastného prítoku č. 2 bola 9,4  $^{\circ}\text{C}$ ; hodnota EC pritékajúcej vody 758  $\mu\text{S.cm}^{-1}$  a jej odhadovaná výdatnosť 0,02 l.s<sup>-1</sup>. Ďalší prítok, už o 3 m vyššie, predstavoval výtok z malej pukliny na pravom brehu, s teplotou vody 10,0  $^{\circ}\text{C}$  a hodnotou EC 761  $\mu\text{S.cm}^{-1}$ , pričom výdatnosť sa vzhľadom na polohu výveru nedala odhadnúť. Veľkosť oboch prítokov však pravdepodobne nebola príliš významná, keďže sa neprejavila na teplote hlavného toku, ktorá ostala na veľkosti 9,4  $^{\circ}\text{C}$  (Prítok č. 3 mal 10,0  $^{\circ}\text{C}$ ), pričom EC na bm 216 len mierne stúpla na 620  $\mu\text{S.cm}^{-1}$  (Prítok č. 2 mal 758  $\mu\text{S.cm}^{-1}$ , Prítok č. 3 o čosi viac – 761  $\mu\text{S.cm}^{-1}$ ) a jej hodnota nad Prítokom č. 3 (bm 220) bola 616  $\mu\text{S.cm}^{-1}$ . Výpočtom z jednoduchšej trojčlenky môžeme pri uvažovaní s veľkosťou prítoku hlavného toku cca 5 l.s<sup>-1</sup>, jeho vodivosťou 616  $\mu\text{S.cm}^{-1}$  a vodivosťou oboch prítokov cca 760  $\mu\text{S.cm}^{-1}$  dospieť k veľkosti celkového prítoku vody cca 0,07 l.s<sup>-1</sup> (0,02 l.s<sup>-1</sup> viditeľne + 0,05 l.s<sup>-1</sup> skryte).

Teplota hlavného toku sa potom na bm 235 (15 m nad Prítokom č. 3) znížila na 9,3  $^{\circ}\text{C}$ , pričom jeho vodivosť ostala rovnaká – 616  $\mu\text{S.cm}^{-1}$ . V týchto miestach však nebol zaznamenaný nijaký viditeľný prítok a nazdávame sa, že šlo len o prejav postupného trendu znižovania teploty vody, aký sa zaznamenal smerom dovnútra podzemných priestorov (!).

27 metrov vyššie nad Prítokom č. 3 sa potom vizuálne identifikoval pravostranný bočný prítok zo štrbiny nad malými kaskádami (Prítok č. 4). Teplota vody tohto prítoku bola 9,9  $^{\circ}\text{C}$  a hodnota EC 735  $\mu\text{S.cm}^{-1}$ , množstvo pritékajúcej vody však vzhľadom na členitosť terénu nebolo možné zmerať – pritékajúce množstvo sa odhadlo len na úrovni 0,01 l.s<sup>-1</sup>. Voda Prítoku č. 4 bola teda teplejšia o 0,6  $^{\circ}\text{C}$  a EC až o 120  $\mu\text{S.cm}^{-1}$  vyššia v porovnaní s vodou hlavného toku. Na základe toho následne predpokladáme, že celková výdatnosť skrytého prítoku nebude oveľa vyššia než odhadovaná, keďže sa neprejavila ani na teplote, ani na hodnotách EC hlavného toku pod Prítokom č. 4.

Prietok hlavného jaskynného toku bol v týchto miestach počas meraní odhadom zhruba 5 l.s<sup>-1</sup> a teplota 9,3  $^{\circ}\text{C}$  (od bm 235, 12 m pod Prítokom č. 4) a EC 616  $\mu\text{S.cm}^{-1}$  (od bm 220, teda 31 m pod Prítokom č. 4) si hlavný tok „podržal“ až do bm 303. Tu, na metrži bm 303 – v oblasti Zrútennej chodby – sa zmenila aj hodnota EC, ktorá vzrástla z hodnoty 616 na 617  $\mu\text{S.cm}^{-1}$ . Ešte predtým sa však musel na metrži bm 294 vymeniť nefunkčný konduktometer. Nový prístroj bol pomerne zhodne nakalibrovaný, hodnota meranej teploty vody ostala nezmenená a hodnota EC v dôsledku tejto výmeny sa o 1  $\mu\text{S.cm}^{-1}$  zvýšila (616 → 617  $\mu\text{S.cm}^{-1}$ ; obr. 8).

Na spomínanej metrži bm 303 sa zaznamenal súčasný pokles teploty o 0,1  $^{\circ}\text{C}$  a nárast EC o 1  $\mu\text{S.cm}^{-1}$  (nové hodnoty: 9,2  $^{\circ}\text{C}$  / 617  $\mu\text{S.cm}^{-1}$ ). Táto teplota i vodivosť bola konštantná nasledujúcich 102 metrov až po 1. zával. O 158 metrov dlhom úseku vodného toku od 1. závalu cez Koralovú chodbu, Kvapľovú galériu, okolo Zrútennej chodby, cez Vysokú chodbu až po Bočný prítok teda



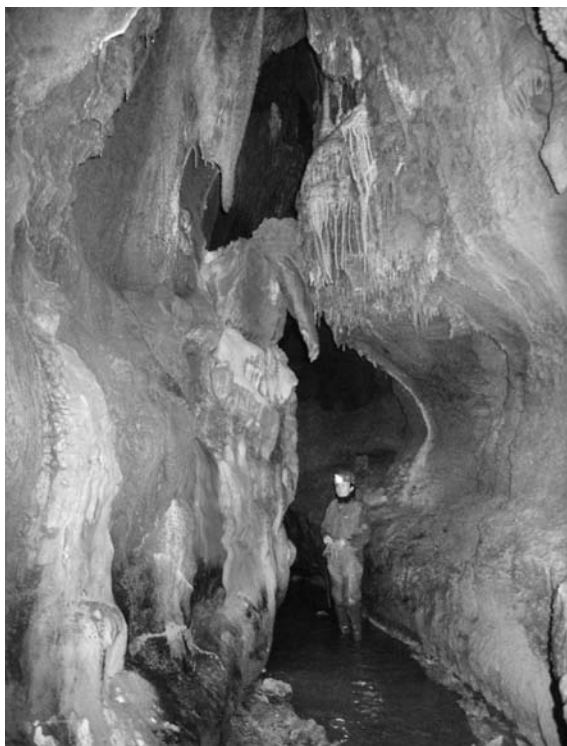
možno konštatovať, že vzhľadom na konštantné, resp. konštantne klesajúce hodnoty teploty vody a ustálené hodnoty EC neboli dokumentovaný žiadny výraznejší skrytý prítok do hlavného vodného toku.

Podzemný prameň – výtok od 1. závalu v Koralovej chodbe na metržiach 405 potom takisto charakterizovala teplota pritekajúcej vody 9,2 °C a hodnota EC 617  $\mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}$ . V tomto mieste sa rezistivimetrická a termometrická dokumentácia vodného toku skončila, vo vyšších etážach jaskyne sa už s meraniami nepokračovalo. Na základe opisovaných výsledkov bola zostavená mapa dokumentujúca jednotlivé prítoky vôd do hlavného toku (obr. 9).

## ZÁVER

Na podzemnom vodnom toku Drienovskej jaskyne sa dňa 16. 10. 2009 realizoval hydrogeologický prieskum, okrem iného pozostávajúci aj z kontinuálnych meraní mernej elektrickej vodivosti (EC) a teploty vôd v hlavnom toku jaskyne a v jeho prítokoch. Tieto rezistivimetrické a termometrické merania sa vykonávali v prúdnicu, s krokom 1 meranie na 1 meter vodného toku, v prípade väčšej šírky profilu popri oboch jeho brehoch. Merania prebiehali počas veľmi nízkej vodnosti – z jaskynnej vyvieracky (evidovanou SHMÚ pod č. 2019 ako Drienovec – Jaskyňa) v deň merania celkovo otekalo iba 6,81  $\text{l}\cdot\text{s}^{-1}$ , podľa parametrov výtokovej čiar bol v danom čase aktívny iba prvý (základný) turbulentný subbrežim odtoku spomedzi štyroch subbrežimov identifikovaných na jeho typickej výtokovej čiare.

Hodnoty teploty vody toku sa pohybovali od 9,2 do 9,6 °C v prípade hlavného toku a od 9,4 do 10,0 °C v prípade známych prítokov. Merná elektrická vodivosť vôd dosahovala hodnoty od 615 do 640  $\mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}$  v hlavnom toku a 735 až 758  $\mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}$  v merateľných prítokoch (obr. 8). V Drienovskej jaskyni sa dokumentovali štyri viditeľné prítoky, na základe rezistivimetrických a termometrických meraní a ich interpretácie sa však lokalizovali aj tri skryté prestupy vôd do hlavného toku (obr. 9).



Obr. 10. D. Haviarová počas rezistivimetrických a termometrických meraní podzemného vodného toku medzi Zrútenou a Koralovou chodbou Drienovskej jaskyne. Foto: P. Malík

Fig. 10. D. Haviarová during resistivimetric and thermometric measurements of underground stream between the Zrútená and Koralová corridors of the Drienovská Cave. Photo: P. Malík

Okrem skrytého prítoku pri Suchom vchode do jaskyne išlo vždy o malé množstvá skryte pritekajúcich vôd. Skrytý prítok pri Suchom vchode sa pomerne výrazne prejavil tak pri meraniach teploty vôd, ako aj na hodnotách ich mernej elektrickej vodivosti, čo by vylučovalo kvalitatívny vplyv nánosov guánu v tejto oblasti na vytvorenie „falošnej“ vodivostnej anomálie.

Je potrebné uviesť, že na základe výsledkov rezistivimetrických a termometrických meraní sa nedá kvantifikovať množstvo skryte prestupujúcich vôd z okolitého horninového masívu do hlavného jaskynného toku. Overiť takto pritekajúce množstvo by sa dalo iba priamym hydrometrovaním vodného toku (nad a pod zisteným miestom prestupu), pretože pri skrytých prítokoch nie je možné priamo

zistiť ich prítok, teplotu vôd a ani mernú elektrickú vodivosť. Napriek tomu však táto metóda predstavuje veľmi citlivý prostriedok práve na presnú lokalizáciu hydraulických prepojení aj v tomto prostredí.

Pri znalosti veľkosti aspoň jedného prítokového množstva sa pri miešaní kvalitatívne aspoň mierne kontrastujúcich vôd môže stanoviť ich pomer jednoduchou zmiešavacou rovnicou – v prípade prítokov č. 2 a 3 v oblasti Bočného prítoku pod Vysokou chodbou (obr. 6) sme pri uvažovaní s veľkosťou prítoku hlavného toku cca 5  $\text{l}\cdot\text{s}^{-1}$ , poznání jeho vodivosti pred zmiešaním 616 a po zmiešaní 618  $\mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}$ , pri vodivosti oboch prítokov cca 760  $\mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}$  dospeli k stanoveniu veľkosti celkového prítoku vody cca 0,07  $\text{l}\cdot\text{s}^{-1}$  (0,02  $\text{l}\cdot\text{s}^{-1}$  viditeľne + 0,05  $\text{l}\cdot\text{s}^{-1}$  skryté). Aj v tomto prípade sú však veľmi vhodné doplnkové hydro-metrické merania prítoku.

Celkovo je možné povedať, že Drienovská jaskyňa tvorí v okolitom horninovom prostredí významný drenážny prvok a nejde teda o krasový kanál hydraulicky izolovaný od okolitého prostredia. Zaujímavé je však i zistenie postupného zvyšovania teploty vodného toku od 9,2 °C pri výtoku spod 1. závalu v Koralovej chodbe po 9,5 °C v oblasti Suchého vchodu, pri jeho v podstate stálej hodnote EC (~617  $\mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}$ ). Keďže v deň meraní bola teplota vzduchu v oblasti pred Drienovskou jaskyňou okolo 6,1 °C a teplota vzduchu vnútri jaskyne cca 10,6 °C, mohlo by to napovedať o postupnom ohrievaní koncentrovane pritekajúcej vody z chladnejšieho miesta (bližšieho k povrchu?). Teplota a merná elektrická vodivosť viditeľných malých prítokov „vznútra“ horninového masívu bola totiž vždy vyššia (9,4 – 10,0 °C, resp. 735 – 758  $\mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}$ ).

**Podakovanie.** Chceli by sme sa týmto poďakovať všetkým, ktorí – okrem autorov – svojou osobnou účasťou na meraniach prispeli k úspešnému priebehu rezistivimetrických a termometrických meraní v Drienovskej jaskyni: Eliške Cvekovej, Anne Tlučáčkovej a Kataríne Peťkovej.

## LITERATÚRA

- BELLA, P. – HLAVÁČOVÁ, I. – HOLÚBEK, P. 2007. Zoznam jaskýň Slovenskej republiky (stav k 30. 6. 2007). Slovenské múzeum ochrany prírody a jaskyniarstva – Správa slovenských jaskýň – Slovenská speleologická spoločnosť, Liptovský Mikuláš, 364 s.
- GAÁL, Ľ. 2008. Geodynamika a vývoj jaskýň Slovenského krasu. *Speleologia Slovaca*, 1, Liptovský Mikuláš, 168 s.
- HANZEL, V. (ed.) – BODÍŠ, D. – BÖHM, V. – BUJALKO, P. – FIDES, J. – FRANKO, O. – HYÁNKOVÁ, K. – JETEL, J. 1998. Geologický slovník. *Hydrogeológia*. MŽP SR – GS SR, Vydavateľstvo Dionýza Štúra, Bratislava, 301 s.
- HOMOLA, V. 1951. Hydrogeologická studie Drienovecké vyvieracky v Jihoslovenském krasu. *Československý kras*, Praha, 4, 3–8.
- KULLMAN, E. 1990. Krasovo-puklinové vody. *Karst fissure waters*. Geologický ústav Dionýza Štúra, Bratislava, 184 s.
- MELLO, J. – ELEČKO, M. – PRISTAŠ, J. – REICHWALDER, P. – ŠNOPKO, L. – VASS, D. – VOZÁROVÁ, A. 1996. Geologická mapa Slovenského krasu 1 : 50 000. *Mapový list v mierke 1 : 50 000*. Ministerstvo životného prostredia, Geologická služba Slovenskej republiky, Bratislava.
- SENEŠ, J. 1956. Výsledky speleologického výskumu Drienovskej (Šomody) jaskyne v Slovenskom krase. *Geografický časopis*, Bratislava, 8, 1, 42–61.
- TERRAY, M. 2003. Drienovská jaskyňa – výsledky posledných prieskumov. *Spravodaj Slovenskej speleologickej spoločnosti*, Liptovský Mikuláš, 34, 4, 34–35.
- ZACHAROV, M. 1985. Geomorfologické a geologické pomery nových priestorov Drienovskej jaskyne. *Spravodaj Slovenskej speleologickej spoločnosti*, Liptovský Mikuláš, 16, 3–7.
- ZACHAROV, M. 2008a. Geologické a tektonické pomery Drienovskej jaskyne v Slovenskom krase. *Slovenský kras*, Liptovský Mikuláš, 46, 1, 41–52.
- ZACHAROV, M. 2008b. Výskum disjunktívnej tektoniky Drienovskej jaskyne v Slovenskom krase. *Slovenský kras*, Liptovský Mikuláš, 46, 2, 287–300.
- ZACHAROV, M. – TERRAY, M. 1987. Objav nových priestorov v Drienovskej jaskyni v Slovenskom krase. *Slovenský kras*, Martin, 25, 189–200.
- ZACHAROV, M. – KOŠUTH, M. 2005. Výskyt sadrovca v Drienovskej jaskyni – Slovenský kras. *Slovenský kras*, Liptovský Mikuláš, 43, 145–153.

## RESISTIVIMETRIC AND THERMOMETRIC MEASUREMENTS OF UNDERGROUND STREAM IN THE DRIENOVSKÁ CAVE

## Summary

Longitudinal profile measurements of specific electric conductivity (resistivity) and water temperature (thermometry) along karstic underground stream were performed in the Drienovská Cave (Slovak Karst). Measurements were performed on Oct. 16, 2009, with the step of 1.0 meter in the streamline of active flow or (if wider than 1.0 meter), along its left and right side, 20 cm aside the stream-bank. Position of the measuring cell was kept approximately 5 cm from the stream bed. The measured route was set in advance by measuring-tape, individual measurements were projected perpendicularly to the stream banks from the route, marked by the tape. WTW conductivity meters LF 325-A and Cond 340i were applied. Despite the simplicity of the method, it can be effectively applied especially for identification of hydraulic relationship between the main opened karst channel and surrounding rock environment i.e. for detection of hidden tributaries into the main stream.

During the measurements of water temperature and specific electric conductivity (EC) in the underground stream of the Drienovská Cave, which were performed on Oct. 16, 2009, 404 meters of accessible cave stream between the Suchý Entrance and the first callus in the cave's Korálová corridor were documented (Fig. 5). The discharge of the stream outlet to the ground surface, the spring Drienovec – Jaskyňa (no. 2019 by Slovak Hydrometeorological Institute), was only  $6.81 \text{ l.s}^{-1}$  in the time of measurements, although its average is  $24.5 \text{ l.s}^{-1}$ , with extreme values of  $0.08 \text{ l.s}^{-1}$  for minimum and  $816.0 \text{ l.s}^{-1}$  for maximum (results of monitoring by the Slovak Hydrometeorological Institute since 1968).

The measured water temperature was ranging from  $9.2$  to  $9.6^\circ\text{C}$  in the main stream and from  $9.4$  to  $10.0^\circ\text{C}$  in the case of known, visually documented tributaries (Figs. 5 & 7). The documented specific electric conductivity of water was in the range of  $615 - 640 \mu\text{S.cm}^{-1}$  in the main stream, and  $735$  to  $758 \mu\text{S.cm}^{-1}$  in the visible tributaries (Figs. 6 & 7).

Four known, visually identified tributaries (Prítok č. 1 – Prítok č. 4 on Figs. 8 ad 9) were documented in measured part of the Drienovská Cave, but – what should be stressed; also three hidden tributaries were localized by measurements and their interpretation. Apart from the hidden tributary near the Suchý Entrance to the cave, the other two hidden tributaries were very small. The hidden tributary at the Suchý Entrance to the cave was manifested by significant raise of the EC values ( $620 \rightarrow 640 \mu\text{S.cm}^{-1}$ ; Fig. 8). This could be also connected to a layer of guano sediments in these parts of the cave, but no visible water flow was identified there, and the raise of the water temperature ( $9.4^\circ\text{C} \rightarrow 9.5^\circ\text{C}$ ; Fig. 8) had confirmed this anomaly. Therefore we assume this hidden inflow to be more important in quantity than the other two. Proper quantification of these hidden tributaries can be performed only by current meter measurements.

It was shown by resistivimetric and thermometric measurements, that the Drienovská Cave represents a significant drainage element in the surrounding rock environment and is not only an isolated karst channel. An interesting result is also the detected raise of water temperature from  $9.2^\circ\text{C}$  on the outflow from its first appearance under the first callus in the cave's Korálová Corridor up to  $9.5^\circ\text{C}$  in the area of the Suchý vchod (Dry entrance), while the EC values were approximately the same ( $\sim 617 \mu\text{S.cm}^{-1}$ ). Because in the day of measurements, the air temperature outside the Drienovská Cave was around  $6.1^\circ\text{C}$ , and the air temperature inside the cave was around  $10.6^\circ\text{C}$ , this could be a proof of a gradual warming of the stream water, which flows in a concentrated manner from a colder place (nearer to ground surface?). Water temperature and specific electric conductivity of the visible small inflows from the cave's rock mass was found higher in all documented cases ( $9.4 - 10.0^\circ\text{C}$ , resp.  $735 - 758 \mu\text{S.cm}^{-1}$ ).

## VÝSLEDKY NOVÝCH STOPOVACÍCH SKÚŠOK PONOROVÝCH JASKÝŇ V DEMÄNOVSKEJ DOLINE VO VZŤAHU K DEMÄNOVSKEJ JASKYNI SLOBODY

Dagmar Haviarová<sup>1</sup> – Peter Pristaš<sup>2</sup>

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

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

**D. Haviarová – P. Pristaš: Results of new tracing tests of ponor caves in the Demänovská Valley in relation to the Demänovská Cave of Liberty**

**Abstract:** The paper presents the course and results of two tracing tests in the Demänovská Valley (Low Tatra Mts.), which were planned and realized with employees of the Slovak Caves Administration in cooperation with speleologists. The bacteriophages were used as a special biological tracer. The first tracing test was realised in the Demänovská medvedia Cave (Demänovská Bear Cave) in 2007. The second tracing test was realised in the Údolná Cave in 2010. The results of both tests confirmed underground hydrological connection between these caves and the Demänovská Cave of Liberty. Waters from cave streams of both caves are connected with waters of underground Demänovka Stream which flows in the lower part of the Demänovská Cave of Liberty.

**Key words:** Demänovská Cave of Liberty, Údolná Cave, Demänovská medvedia Cave, Demänovka Stream, tracing test, bacteriophages, karst underground stream

### ÚVOD

Demänovská jaskyňa slobody predstavuje súčasť najdlhšieho jaskynného systému na Slovensku, v ktorom sa priebežne už niekoľko desaťročí realizuje veľa rôznorodých geovedných výskumov. Ich súčasťou sú aj výskumné

úlohy zamerané na interpretáciu miestnych hydrologických a hydrogeologických pomero-rov, v rámci ktorých sa úspešne využívajú stopovacie skúšky. Prínos stopovacích skúšok spočíva predovšetkým v identifikácii smerov prúdenia podzemných vôd, stanovení prie-

merných rýchlostí ich pohybu, ale aj v získaní cenných informácií využiteľných pri speleologických výskumoch.

Medzi najvýznamnejšie stopovacie skúšky, ktoré sa v Demänovskej doline vykonali, patrí komplex 14 skúšok zrealizovaných v roku

1988 pod vedením M. Sluku pracovními Ústavu pre výskum, výrobu a využitie rádioizotopov z Prahy. Uvedené stopovacíe skúšky boli orientované na identifikáciu prieniku Zadnej vody do podzemnej Demänovky a preukázanie komunikácie povrchovej Demänovky s podzemnými vodami v jaskynnom systéme, vyvieracou Vyvieranie a prameňom Štola (Sluka, 2000). Jedna z týchto stopovacích skúšok dokázala podzemné hydrologické prepojenie Demänovskej jaskyne slobody s Pustou jaskyňou. Hydrologické prepojenie Demänovskej jaskyne slobody s jaskyňou Štefanová č. 1 sa dokázalo v roku 2007 (Haviarová, 2008). Pribeh a výsledky dvoch ďalších stopovacích skúšok, ktoré potvrdili hydrologickú komunikáciu Údolnej a Demänovskej medvedej jaskyne s Demänovskou jaskyňou slobody, približuje nasledujúci príspevok.

## LOKALIZÁCIA A STRUČNÁ CHARAKTERISTIKA PREDMETNÉHO ÚZEMIA

Podľa regionálneho geomorfologického členenia (Mazúr et al., 1986) je územie Demänovskej doliny, v ktorej sa nachádza Demänovská jaskyňa slobody, Demänovská medvedia jaskyňa aj Údolná jaskyňa, súčasťou provincie Západných Karpát, subprovincie Vnútrotných Západných Karpát, Fatransko-tatranskej oblasti, celku Nízke Tatry, podcelku Ďumbierske Tatry, oddielu Demänovské vrchy. Podľa administratívneho členenia je územie súčasťou Žilinského samosprávneho kraja, okresu Liptovský Mikuláš, katastrálneho územia Demänovská Dolina. Klíma územia patrí do chladnej a vlhkej oblasti, mierne chladného a chladného horského okrsku (Atlas krajiny, 2002). Teplotné pomery sú nepriamo úmerné nadmorskej výške. Závisia aj od expozície svahu a konfigurácie terénu. Nadmorská výška ovplyvňuje aj množstvo zrážok, ktoré sa pohybuje v širšom rozpätí 800 – 1500 mm za rok. Pedologické pomery charakterizuje prítomnosť skupiny hnedých a podzolových pôd, ilimerickej pôdnej skupiny a v prostredí karbonátov prítomnosť hlavne melanické skupiny pôd zastúpenej rendzinami a pararendzinami.

Z geologickej stránky územie doliny budujú horniny tektonických jednotiek tatrika, fatrika a hronika, na ktorých je v severnej časti transgresívne uložený paleogén Liptovskej kotliny. V južnej časti doliny prevládajú granitoidné horniny kryštalickeho jadra pokračujúce nevýrazným pásmom spodnotriasovej obalovej série. Pre tvorbu krasu majú v Demänovskej doline najväčší význam plošne najrozšírenejšie stredotriasové mezozoické komplexy krížňanského príkrovu. Geologickú stavbu dotvárajú kvartérne, hlavne fluválne, glaci-fluválne a glaciénne sedimenty. V rámci tektonických pomerov dominujú poruchy smeru JV-SZ, JZ-SV. Geologicko-tektonická stavba územia ovplyvňuje aj jeho hydrogeologické pomery, ktoré sú skomplikované výrazným skrasovatením prítomných karbonátov.

Podľa Hydrogeologickej rajonizácie Slovenska (Šuba et al., 1984) je územie Demänovskej doliny súčasťou hydrogeologického rajónu MG 017 – Mezozoikum a kryštalinikum severozápadných svahov Nízkych Tatier. Najvýznamnejšie zvodnenie sa viaže na tria-

sovo-jurské karbonáty krížňanského príkrovu. Podrobnejšiu charakteristiku hydrologických a hydrogeologických pomerov územia obsahujú viaceré práce (napr. Droppa, 1976; Hanzel a Kullman, 1976; Šavrnich, 1978; Droppa a Klaučo, 1984; Tereková, 1984; Dovina et al., 1985; Méryová et al., 1990; Hanzel et al., 1990).

Demänovský jaskynný systém je súčasťou čiastkového povodia Demänovky, ktoré okrem povrchovej Demänovky a jej bočných prítokov charakterizuje aj podzemný tok Demänovky tečúci paralelne s povrchovým tokom. Podzemná Demänovka preteká okrem Pustej jaskyne a jaskyne Vyvieranie spodnou úrovňou Demänovskej jaskyne slobody. Vádóznú zónu v jaskynnom systéme sprevádza okrem podzemnej Demänovky prítomnosť ďalších menších tokov, ktorých pôvod a vzájomná komunikácia nie sú zatiaľ dostatočne objasnené.

## DEMÄNOVSKÁ JASKYŇA SLOBODY

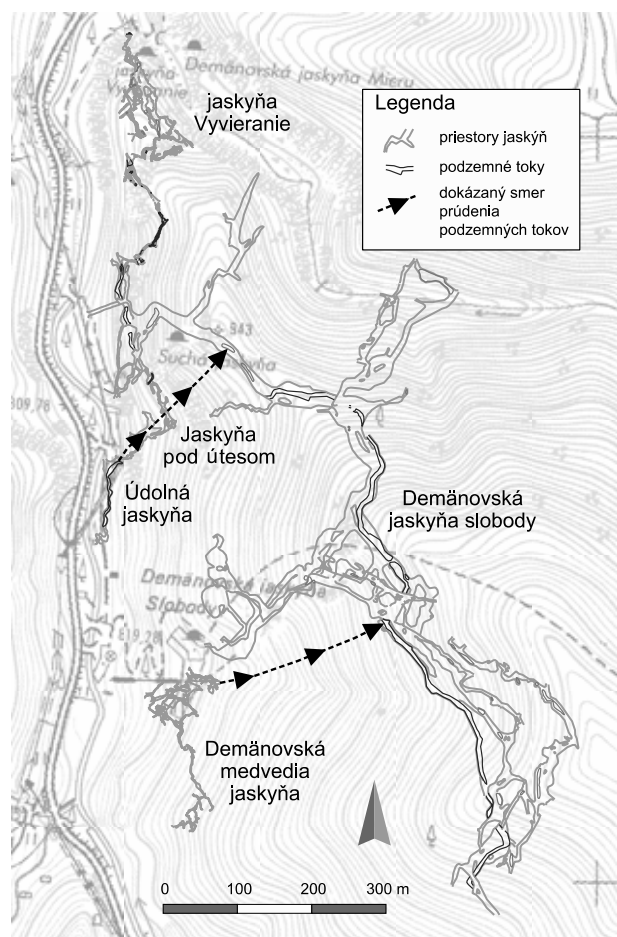
Demänovská jaskyňa slobody je typická fluviokrasová jaskyňa so zameranou dĺžkou 8126 m a deniveláciou 120 m. Jaskyňa je jednou z dvoch sprístupnených jaskýň Demänovského jaskynného systému. Vytvorená je v stredotriasových tmavosivých gutensteinských vápencoch krížňanského príkrovu. Riečne modelované chodby v jaskyni predstavujú štyri horizontálne vývojové úrovne (Bella, 2003). Jaskyňou preteká podzemný tok Demänovky, ktorý tečie ďalej do jaskyne Vyvieranie. Na povrch vystupuje v mohutnej vyvieracke. Jaskyňa vyniká unikátnou, veľmi bohatou a rôznorodou sintrovou výzdobou. S jaskyňou je od jej objavenia v roku 1921 spojená bohatá, predovšetkým speleologická história.

## DEMÄNOVSKÁ MEDVEDIA JASKYŇA

Demänovská medvedia jaskyňa je 1567 m dlhá fluviokrasová jaskyňa s deniveláciou 70 m. Svoj názov dostala na základe dvoch lebiek medveďa nájdených počas objavných prác, ktoré v krátkom príspevku Spravodaja SSS opisuje jeden z jej objaviteľov J. Šmoll (2004). Demänovská medvedia jaskyňa leží vo východných svahoch Demänovskej doliny, v tesnej blízkosti Demänovskej jaskyne slobody (obr. 1). Jej vchod sa nachádza v nadmorskej výške 900 m, na mieste známom pod názvom Vyhliadka. Vchod tvorí vydrevená šachta v sutine, s pevnou stenou masívu na severnej strane (Holúbek et al., 2006).

Podrobný speleologický opis jaskyne vrátane jej stručnej geologickej stavby, sedimentárnej výplne, morfológických znakov, hydrologie, klimatických pomerov a genézy priniesla trojica autorov P. Holúbek, J. Psotka a J. Šmoll in Holúbek et al. (2006), ktorí sa výskumu a prieskumu tejto lokality aktívne venovali v rokoch 2004 až 2006. Ďalšie väčšie výskumy z jaskyne nie sú známe.

Z geologickej stránky jaskyňu budujú čierne vápence a dolomity gutensteinských vrstiev aniského veku (Holúbek et al., 2006) s prevahou čiernych lavicovitých vápencov a s výraznými polohami organodetrických vápencov. Morfológicky v jaskyni dominuje meandrujúca chodba, ktorú na niekoľkých miestach prerušujú vertikálne stupne. Protipólom meandra sú väčšie sieňovité priestory, z ktorých najväčším je priestor Lutonského domu. Typické pre jaskyňu sú aj labyrintové časti pozostávajúce z úzkych oválnych chodbičiek a kanálov. V jaskyni sa stretávajú s viacerými typmi sedimentov. Okrem klasických autochtónnych sedimentov zastúpených hlavne sintrovými nátekmi, kôrami, stalaktitmi a stalagmitmi sa v jaskyni objavuje aj alochtónny materiál s prevahou fluvialných štrkov a pieskov. Z hydrologickej stránky majú v jaskyni veľký význam priesakové vody, ktoré dotujú jej menšie autochtónne toky. Ich prietoky sú veľmi nízke, len ojedinele dosahujú, respektíve prekračujú hranicu 1 l·s<sup>-1</sup>. K takýmto stavom dochádza hlavne na jar, v čase topenia snehu. V práci Holúbek et al. (2006) sa opisujú tri jaskynné vodné toky, z toho dva



Obr. 1. Situačná mapa záujmového územia. Spracoval P. Gažík  
Fig. 1. Map of area of interest. Compiled by P. Gažík



ako občasné. Nie je známe, či sa tieto toky v neznámych častiach jaskyne spájajú. Je však veľký predpoklad existencie ich generálneho smeru prúdenia, ktorý sa zistil počas nižšie opisovanej stopovacej skúšky.

## ÚDOLNÁ JASKYŇA

Národná prírodná pamiatka Údolná jaskyňa je známa ako klasická fluviokrasová jaskyňa so zameranou dĺžkou 210 m (Bella et al., 2007). Jaskyňa na rozdiel od Demänovskej medvedej jaskyne tvorí súčasť Demänovského jaskynného systému. Jej vchod sa nachádza v nadmorskej výške 812 m, tesne nad riečiskom Demänovky pod spodným parkoviskom pri Demänovskej jaskyni slobody (obr. 1). Jaskyňou preteká stály vodný tok, ktorý sa končí odtokovým sífonom. Jaskyňa neopľýva bohatou sintrovou výzdobou. Na druhej strane v nej možno vidieť pozoruhodné stopy po korózne-eróznej činnosti vody. Jaskyňa v minulosti okrem speleologického prieskumu nebola v centre záujmu širšej odbornej verejnosti. Aj preto sa v porovnaní s ostatnými jaskyňami systému v literatúre spomína len sporadicky. V októbri 1989 sa dosiahlo jej fyzické prepojenie s Jaskyňou pod útesom a následne v novembri 1989 prepojenie Jaskyne pod útesom s Demänovskou jaskyňou slobody (Voclon, 1990).

## METODIKA PRÁČ

V rámci prípravných prác a voľby vhodného stopovača sme museli v záujmovom území pri obidvoch stopovacích skúškach akceptovať existenciu blízkeho vodného zdroja Vyvieranie, ktorá vzhľadom na potrebný súhlas Liptovskej vodárenskej spoločnosti a Regionálneho úradu verejného zdravotníctva v Liptovskom Mikuláši vo veľkej miere limitovala výber stopovacej látky. Nakoniec sa v obidvoch prípadoch za stopovaciu látku zvolil biologický stopovač – fág H40/1, ktoré sme v Demänovskom jaskynnom systéme úspešne použili už roku 2007 pri stopovacích skúškach v jaskyni Štefanová (Haviarová, 2008).

Každá stopovacia skúška spočívala v prvotnej príprave stopovacej látky – fágovej suspenzie v objeme 8 litrov. Išlo o inokuláciu 4 litrov SWB (Sea Water Broth) média so 4 ml nočnej kultúry *Pseudoalteromonas gracilis* (hostiteľská baktéria fágov) a 4 ml fágovej suspenzie bakteriofága H40/1. Takto pripravená zmes sa inkubovala pri izbovej teplote 24 hodín za výdatnej aerácie, po ktorej bola schopná vlastnej aplikácie v jaskynných podmienkach.

Po aplikácii stopovača v jaskyniach nasledovali odbery vzoriek vody, ktorých harmonogram sme naplánovali v dostatočnom predstihu. Pri výbere odberných miest a návrhu odberných intervalov sa okrem rekognoskácie terénu využili mapové podklady jaskýň, speleologické informácie a vlastné merania mernej elektrickej vodivosti vôd (EC) v Demänovskej jaskyni slobody na miestach, kde sa mohol stopovač pri vlastnej realizácii stopovacích skúšok potenciálne objaviť. Pri meraní sme použili merací prístroj konduktometer fy. WTW typu LF 323. Výber odberných miest prihliadal aj na reálne možnosti odberov, kto-

ré limitovala dostupnosť odberných miest, maximálny počet odberných vzoriek stanovený pre jednotlivé stopovacie skúšky a personálne kapacity speleológov, ktorí sa mohli na odberoch podieľať.

Na vlastné odbery sa použili odberné nádoby z PVC s objemom 15 ml. Každá jedna vzorka sa ihneď po odbere patrične popísala a uložila do samostatného uzatvárateľného vrecúška, ktoré zabezpečovalo jej izoláciu a vylučovalo prípadnú kontamináciu ostatnými vzorkami. Spracovanie vzoriek aj príprava fágovej suspenzie sa realizovali v laboratóriu Ústavu fyziológie hospodárskych zvierat SAV v Košiciach, kde sme všetky vzorky po ukončení každej skúšky osobne doručili. Pri laboratórnych analýzach vzoriek sa uplatnili postupy, ktoré umožnili nielen identifikovať prítomnosť fágov vo vode, ale zároveň dali možnosť kvantifikovať ich počty, a tak sa mohol podrobnejšie interpretovať aj priebeh stopovacích skúšok.

## STOPOVACIA SKÚŠKA V DEMÄNOVSKEJ MEDVEDEJ JASKYNI

S myšlienkou existencie hydrologického prepojenia Demänovskej medvedej jaskyne s Demänovskou jaskyňou slobody prišli ako prví sami objavitelia jaskyne (Holúbek et al., 2006). Ich teória bola veľmi pravdepodobná. Vyžadovala však reálny dôkaz, ktorý mal zároveň identifikovať miesta hydrologického prepojenia obidvoch jaskýň. Potvrdenie hypotézy mala priniesť stopovacia skúška, ktorú sme v rámci plánu hlavných úloh Správy slovenských jaskýň zrealizovali v roku 2009.

Stopovaciu skúšku sme vzhľadom na charakter hydrologických pomerov v jaskyni a potrebu čo najvyšších prietokov jaskynných tokov naplánovali na jar, obdobie spojené s topením snehu. 11. 3. 2009 D. Haviarová a P. Staník vykonali predbežnú obhliadku Demänovskej medvedej jaskyne, počas ktorej vybudovali v mieste pod Čiernou priepasťou malú hrádzku. Jej cieľom bolo zachytiť čo najväčšie množstvo priesakových vôd, ktoré sa neskôr použili pri aplikácii stopovača. 21. 3. 2009 sme s cieľom optimálneho výberu odberných miest v Demänovskej jaskyni slobody vykonali podrobnú rekognoskáciu jej spodných jaskynných úrovní s dôrazom na priestory v bezprostrednej blízkosti podzemného toku Demänovky.

Tab. 1. Výsledky expedičných meraní elektrickej vodivosti (EC) a teploty vody v Demänovskej jaskyni slobody počas stopovacej skúšky v Demänovskej medvedej jaskyni

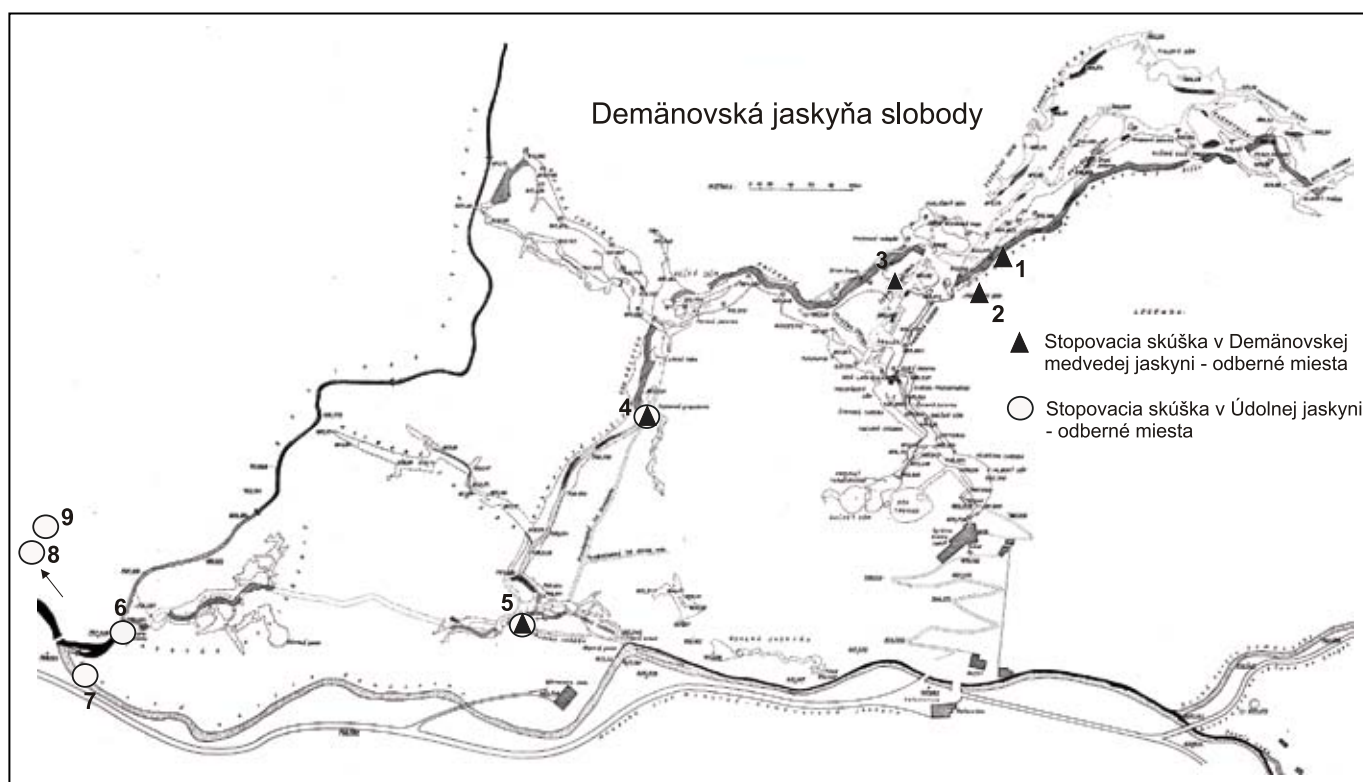
Tab. 1. Results of field measurements of electric conductivity (EC) and water temperature in the Demänovská Cave of Liberty during tracing test in the Demänovská medvedia Cave

|                                       | 6. 11. 2010                                  | 8. 11. 2010                                  |           |
|---------------------------------------|----------------------------------------------|----------------------------------------------|-----------|
|                                       | EC<br>( $\mu\text{S} \cdot \text{cm}^{-1}$ ) | EC<br>( $\mu\text{S} \cdot \text{cm}^{-1}$ ) | t<br>(°C) |
| Údolná jaskyňa – vodný tok            | 69                                           |                                              |           |
| Vyvieranie                            | 180                                          | 205                                          | 6,1       |
| Povrchová Demänovka nad Vyvieraním    |                                              | 55,5                                         | 6,5       |
| Demänovka – Podzemné prepadanie       | 293                                          | 290                                          | 6,1       |
| Demänovka – Mramorové riečisko        | 182                                          | 208                                          | 6,1       |
| Prameň pri ústí dolinky Okno          |                                              | 258                                          | 6,2       |
| Povrchová Demänovka nad dolinkou Okno |                                              | 155                                          | 6,2       |

Počas obhliadky sme robili merania EC vody, ktoré sa na vybraných miestach zopakovali ešte 7. 4. 2009 (tabuľka 1). 26. 3. 2009 sme po dohode s biologickým laboratóriom, ktoré zabezpečovalo celý laboratórny priebeh skúšky, prevzali pripravenú stopovaciu látku. Stopovač ostal až do jeho aplikácie v jaskyni uložený v chlade a tme v priestoroch Mramorového riečiska v Demänovskej jaskyni slobody.

Vlastná stopovacia skúška prebehla 15. 4. 2009. Fágovú suspenziu v priestoroch Demänovskej medvedej jaskyne aplikoval o 5:04 P. Holúbek. Merná elektrická vodivosť vody jaskynného toku v mieste aplikácie bola  $322 \mu\text{S} \cdot \text{cm}^{-1}$ . Odbery vody v Demänovskej jaskyni slobody na piatich odberných miestach zabezpečovali pracovníci Správy slovenských jaskýň. Konkrétne išlo o bočný ľavostranný prítok Demänovky pod Pekelným dómom, Demänovku nad týmto bočným prítokom, bočný ľavostranný prítok Demänovky pod Karfiolovým vodopádom, Podzemné prepadanie a Demänovku v Mramorovom riečisku pri 7. sífóne (obr. 2). Vo všetkých prípadoch sa odbery robili v pravidelných 60-minútových intervaloch počas 17 hodín. Celkovo sme počas skúšky odobrali 90 vzoriek vody, z toho 25 vzoriek bolo pozitívnych.

Výsledky stopovacej skúšky jednoznačne preukázali prítok podzemných vôd z Demänovskej medvedej jaskyne do podzemného toku Demänovky v Demänovskej jaskyni slobody. Výsledky zároveň lokalizovali miesto samotného prítoku, ktorým je pomerne nenápadný, vizuálne identifikovateľný bočný ľavostranný prítok Demänovky medzi Pekelným dómom a Karfiolovým vodopádom (obr. 3). Tento prítok vyzerá na prvý pohľad ako meandrujúca bočná vetva Demänovky s nevelkým prietokom, ktorý sme za pomoci hydrometrovacieho krídla firmy OTT – typ C2 po ukončení skúšky dvakrát premerali. 25. 2. 2010 sme namerali prietok  $2,1 \text{ l} \cdot \text{s}^{-1}$ . 11. 5. 2010 bol prietok v tom istom profile niekoľkonásobne vyšší –  $9,5 \text{ l} \cdot \text{s}^{-1}$ . Podľa hladinových čiar a sedimentov v koryte prítoku môžeme predpokladať, že jeho prietoky kolíšu najčastejšie práve v týchto intervaloch. Častejšie prítom pretrvávajú nižšie prietoky. Vyššie prietoky nastávajú pravdepodobne len v čase extrémnejších hydrologických situácií na povrchu (topenie snehu, dlhodobé intenzívne zrážky). Aj v čase stopovacej skúšky bol prietok bočného prítoku zvýšený, odhadované množstvo zodpovedalo cca  $7 - 8 \text{ l} \cdot \text{s}^{-1}$ . V Demänovskej medve-



Obr. 2. Lokalizácia odberných miest počas stopovacích skúšok. Topografický podklad: Droppa (1957)  
Fig. 2. Localization of sampling places during tracing tests. Topography: Droppa (1957)

dej jaskyni sa prítok jaskynného toku v mieste a čase aplikácie pohyboval okolo 1 – 2 l.s<sup>-1</sup>.

Prvú pozitívnu vzorku sme z bočného prítoku Demänovky v Demänovskej jas-

kyni slobody odobrali o 14.00 hodine, čo predstavovalo 9-hodinový interval od aplikácie stopovača v Demänovskej medveď jaskyni. Počty fágov v 1 ml odobratej vzorky po 2 hodinách od prvého pozitívneho odberu boli prítom také vysoké, že ich bez ďalšieho podrobnejšieho spracovania nebolo možné presne kvantifikovať. Aj preto sa v konečnom sumári počty fágov z tohto odberného miesta zjednodušene uvádzajú vo všetkých ďalších vzorkách ako „> 1000“ (viac ako 1000 fágov v 1 ml vzorky vody).

Podzemné prepadanie preukázali laboratórne výsledky aj ďalšie evidentné zriadenie stopovača prebiehajúce na jeho trase medzi odberným miestom Podzemné prepadanie a odberným miestom v Mramorovom riečisku pri 7. sifóne (obr. 4).

#### STOPOVACIA SKÚŠKA V ÚDOLNEJ JASKYNI

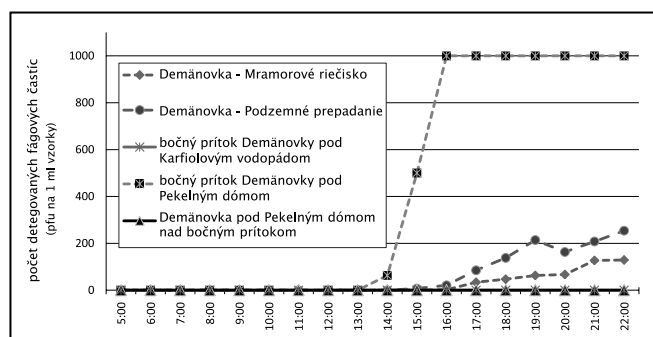
Stopovaciu skúšku v Údolnej jaskyni sme zrealizovali v roku 2010. Išlo o prvú z dvanástich stopovacích skúšok, ktoré boli naplánované v rámci realizácie širšieho výskumného projektu zameraného na problematiku hydrologických a hydrogeologických pomerov v Demänovskej doline (projekt financovaný zo štrukturálnych fondov EÚ pod názvom Zlepšenie starostlivosti o ramsarskú lokalitu – Jaskyne Demänovskej doliny).

Rovnako ako v prípade Demänovskej medveď jaskyne predchádzala vlastnej realizácii stopovacej skúšky podrobná príprava. Jej súčasťou bol primárny výber odberných miest, návrh harmonogramu prác, zosynchronizovanie časových a kapacitných možností biologického laboratória a dobrovoľných speleológov Jaskyniarskeho klubu Demänovská Dolina, ktorí počas skúšky zabezpečovali odbery vzoriek. Vlastná stopovacia skúška sa začala 6. 11. 2010 o 20:45, kedy sme pripravenú stopovaciu látku aplikovali do podzemného toku v Údolnej jaskyni (obr. 5). Stopovacej skúške predchádzalo pomerne stále počasie bez výraznejších zrážok, odhadovaný prítok v Údolnej jaskyni bol okolo 15 až 20 l.s<sup>-1</sup>.

Výber odberných miest v Demänovskej jaskyni slobody vychádzal z dokázaného vyššie opisovaného prepojenia Údolnej jaskyne s Jaskyňou pod útesom a následného pripo-



Obr. 3. Lavostranný prítok podzemnej Demänovky v Demänovskej jaskyni slobody medzi Peklňm dómom a Karfiolovým vodopádom. Foto: P. Staník  
Fig. 3. Sinistral inflow of underground Demänovka Stream in the Demänovská Cave of Liberty between the Peklň Dome and the Karfiolový Waterfall. Photo: P. Staník



Obr. 4. Priebeh výskytu fágov na jednotlivých odberných miestach počas stopovacej skúšky v Demänovskej medveď jaskyni  
Fig. 4. Course of phages occurrence in sampling localities during tracing test in the Demänovská medveď jaskyňa



Obr. 5. Aplikácia stopovacej látky v Údolnej jaskyni. Foto: J. Dzúr  
Fig. 5. Application of tracer in the Údolná Cave. Photo: J. Dzúr

jenia týchto jaskýň k Demänovskej jaskyni slobody. Očakávaným miestom objavenia sa stopovača v Demänovskej jaskyni slobody bol priestor medzi 7. a 8. sífonom. Otázne bolo, či vody z podzemného toku v Údolnej jaskyni nebifurkujú a či tak nedochádza k ich prestupom do povrchovej Demänovky v častiach nad vyvieracou Vyvieranie, prípadne či sa nenapájajú na podzemnú Demänovku aj v priestoroch pod Mramorovým riečiskom. Z uvedených dôvodov sme v rámci stopovacej skúšky zvolili štyri odberné stanovišťa (obr. 2) – v Demänovskej jaskyni slobody to bola podzemná Demänovka v mieste Podzemného prepádania a Demänovka v Mramorovom riečisku medzi 7. a 8. sífonom. Na povrchu sa vzorky odoberali z vyvieracky Vyvieranie a z povrchovej Demänovky nad Vyvieraním. 8. 11. 2010 sme vykonali kontrolné odbery okrem opísaných odberných miest aj z prameňa ležiaceho v ústí dolinky Okno a z povrchovej Demänovky nad touto vyvieracou. Pôvodne plánovaný odber z prameňa pod Kamennou chatou sme neuskutočnili pre jeho nulovú výdatnosť. Vzhľadom na očakávaný rýchly priebeh pohybu podzemných vôd

z Údolnej jaskyne do Demänovskej jaskyne slobody sa vzorky počas prvých štyroch hodín odoberali v intervale 15 minút, neskôr nasledoval polhodinový a hodinový interval. Celkove sa odbery po aplikácii stopovača realizovali kontinuálne 20 hodín.

Prvé fágy sa v podzemnej Demänovke na stanovišti v Mramorovom riečisku objavili už pri treťom odbere o 21:15. Maximálna koncentrácia fágov vo vode sa pritom detegovala až v nasledujúcej vzorke. Od tohto odberu počet fágov vo vode v tomto odbernom mieste postupne klesal. Vo Vyvieraní sa prvá pozitívna vzorka odobrala o 22:45, čo zodpovedalo dvojhodinovému intervalu od aplikácie stopovača v Údolnej jaskyni. Negatívny výsledok sa zistil vo všetkých vzorkách odobraných z Podzemného prepádania (obr. 6) a z povrchovej Demänovky nad Vyvieraním (obr. 7). Fágové častice sa neobjavili ani vo vzorke vody z neznámeho toku, na ktorý narazili jaskyniari počas odberov a pri súčasnom zameriavaní jaskynných priestorov medzi 7. a 8. sífonom. Rovnako negatívny výsledok sa zistil aj pri vzorke vody odobranej z prameňa v ústí dolinky Okno.

## DISKUSIA A ZÁVER

V okolí Demänovskej jaskyne slobody sa nachádza niekoľko jaskýň, ktoré nie sú súčasťou Demänovského jaskynného systému, ale ich poloha, geomorfologické znaky, prípadne ďalšie črty naznačujú ich genetické súvislosti a možné prepojenie s touto jaskyňou.

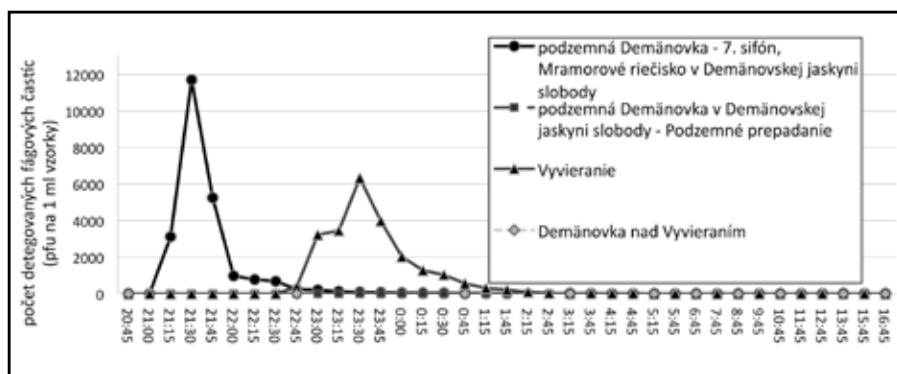
Jednou z najspôhlivejších možností overenia takéhoto predpokladu je realizácia stopovacích skúšok, ktoré je vhodné vykonať hlavne v jaskyniach s trvalým alebo občasným vodným tokom.

Príspevok podrobne opisuje a hodnotí dve nové stopovacie skúšky v Demänovskej doline, ktoré potvrdili hydrologické prepojenie Demänovskej medvedej jaskyne a Údolnej jaskyne s Demänovskou jaskyňou slobody. V prípade Demänovskej medvedej jaskyne sa stopovač objavil v jednom z bočných prítokov Demänovky, ktorý leží v časti medzi Karfiolovým vodopádom a Pekelným dómom. Prítok v mieste jeho vyústenia do Demänovky vytvára malý meander, ktorého dno aj bočné časti vyplňa jemný sediment. Vzdušnú vzdialenosť medzi miestom aplikácie stopovača v Demänovskej medvedej jaskyni a prítokom v Demänovskej jaskyni slobody, ktorá predstavuje okolo 240 m a zodpovedá výškovému prevýšeniu cca 26 m, prekonal stopovacia látka v čase skúšky za necelých 9 hodín. Tento údaj zodpovedal priemernej rýchlosti pohybu vody cca 0,44 m·min<sup>-1</sup>. Získané výsledky naznačujú zložitejší priebeh komunikačných ciest medzi obidvoma jaskyňami. Porovnanie prietokov na vstupe a výstupe zároveň poukazuje na miešanie odtekajúcich vôd z Demänovskej medvedej jaskyne s ďalšími vodami, ktoré sú podľa meraní hodnôt EC nižšie mineralizované. Vzhľadom na častú podobnosť hodnôt EC prítoku s hodnotami EC podzemnej Demänovky pri rozdielnych teplotách (tabuľka 1) nie je vylúčené ani ich miešanie s vodami podzemnej Demänovky.

V prípade stopovacej skúšky v Údolnej jaskyni bola situácia podstatne jednoduch-



Obr. 6. Odber vzoriek vody – odberné miesto Podzemné prepádanie, stopovacia skúška v Údolnej jaskyni. Foto: J. Dzúr  
Fig. 6. Water sampling – site „Podzemné prepádanie“, tracing test in the Údolná Cave. Photo: J. Dzúr



Obr. 7. Priebeh výskytu fágov na jednotlivých odberných miestach počas stopovacej skúšky v Údolnej jaskyni  
Fig. 7. Course of phages occurrence in sampling localities during tracing test in the Údolná Cave



Tab. 2. Výsledky expedičných meraní elektrickej vodivosti (EC) a teploty vody počas stopovacej skúšky v Údolnej jaskyni  
 Tab. 2. Results of field measurements of electric conductivity (EC) and water temperature during tracing test in the Údolná Cave

|                                                        | 21. 3. 2009                                | 7. 4. 2009                                 |                             | 15. 4. 2009                                |                             | 25. 2. 2010                                |                             | 11. 5. 2010                                |                             |
|--------------------------------------------------------|--------------------------------------------|--------------------------------------------|-----------------------------|--------------------------------------------|-----------------------------|--------------------------------------------|-----------------------------|--------------------------------------------|-----------------------------|
|                                                        | EC<br>( $\mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}$ ) | EC<br>( $\mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}$ ) | t<br>( $^{\circ}\text{C}$ ) | EC<br>( $\mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}$ ) | t<br>( $^{\circ}\text{C}$ ) | EC<br>( $\mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}$ ) | t<br>( $^{\circ}\text{C}$ ) | EC<br>( $\mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}$ ) | t<br>( $^{\circ}\text{C}$ ) |
| Demänovka v Pekelnom dóme                              | 222                                        | 223                                        | 4,9                         | 196                                        | 4,8                         | 318                                        | 5,8                         | 201                                        | 5,6                         |
| Bočný prítok pod Pekelným dómom                        | 227                                        | 251                                        | 5,9                         | 195                                        | 5,9                         | 202                                        | 5,8                         | 200                                        | 5,8                         |
| Bočný prítok pod Karfiolovým vodopádom                 | 377                                        | 360                                        | 6,2                         | 366                                        | 6,1                         |                                            |                             |                                            |                             |
| Priesak nad Karfiolovým vodopádom                      | 378                                        |                                            |                             |                                            |                             |                                            |                             |                                            |                             |
| Priesak v Mramorovom riečisku nad Podzemným prepadaním | 366                                        |                                            |                             |                                            |                             |                                            |                             |                                            |                             |
| Demänovka – Mramorové riečisko                         | 180                                        | 145                                        | 4,4                         | 127                                        | 4,8                         | 235                                        | 4,9                         | 151                                        | 5,6                         |
| Demänovka – Podzemné prepadanie                        |                                            |                                            |                             | 198                                        | 4,9                         |                                            |                             |                                            |                             |

šia, keďže sa pri výbere odberných miest vychádzalo z poznatkov o jej „suchom“ prepojení s Jaskyňou pod útesom a následnom prepojení s Demänovskou jaskyňou slobody. Stopovacia skúška mala zistiť predovšetkým čas zdržania vody v podzemných priestoroch medzi Údolnou jaskyňou a Demänovskou jaskyňou slobody, ktorý je dôležitý na posúdenie zraniteľnosti a ochrany jaskynného systému s dôrazom na ochranu vodného zdroja Vyvieranie. Výsledky skúšky potvrdili veľmi rýchlu komunikáciu vôd medzi obidvoma jaskyňami. Stopovacia látka, ktorej rýchlosť zodpovedá približne rýchlosti prúdenia vody, prekonala vzdialenosť cca 250 m (priama vzdušná vzdialenosť medzi miestom aplikácie a odberným miestom) s prevýšením okolo 15 m za necelú polhodinu. Tento

údaj indikuje priemernú rýchlosť prúdenia vody  $0,14\text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$ . Na druhej strane stopovacia skúška počas jej trvania na základe kvantifikovaných množstiev fágov neprekázala zložitejší obeh v tejto časti ponorovej zóny Demänovskej jaskyne slobody. Vody z Údolnej jaskyne sa napájajú na podzemnú Demänovku niekde medzi Podzemným prepadaním a výtokom z 8. sifónu [číslovanie sifónov proti prúdu Demänovky nadväzuje na „Vodnú cestu“ z jaskyne Vyvieranie, nultý sifón zodpovedá povrchovému výveru Demänovky vo Vyvieraní (Hochmuth, 2000)]. Táto skutočnosť sa odráža aj na znížení EC podzemnej Demänovky v priestoroch medzi Podzemným prepadaním a 7. sifónom (tabuľka 2), aj keď uvedené zníženie je spôsobené predovšetkým nariedením vodami povrchovej De-

mänovky pritekajúcimi do tejto časti jaskyne cez objavný ponor. Vody z Údolnej jaskyne neprestupujú do povrchovej Demänovky nad vyvieracťou Vyvieranie ani sa dodatočne nenapájajú na podzemnú Demänovku pod Mramorovým riečiskom.

**Podakovanie.** Záverom chceme poďakovať všetkým, ktorí sa svojimi cennými radami, prípadne osobnou účasťou na odberoch a meraniach zaslúžili o úspešný priebeh obidvoch stopovacích skúšok.

Účastníci prípravy a vlastnej realizácie stopovacej skúšky v Demänovskej medvedej jaskyni: D. Haviarová, P. Holúbek, L. Vlček, M. Peško, P. Staník. Účastníci stopovacej skúšky v Údolnej jaskyni: D. Haviarová, členovia Jaskyniarskeho klubu Demänovská Dolina.

## LITERATÚRA

- BELLA, P. 2003. Slovensko. Sprístupnené jaskyne. Grafič, Liptovský Mikuláš, 1–64.
- BELLA, P. – HLAVÁČOVÁ, I. – HOLÚBEK, P. 2007. Zoznam jaskýň Slovenskej republiky (stav k 30. 6. 2007). Slovenské múzeum ochrany prírody a jaskyniarstva – Správa slovenských jaskýň – Slovenská speleologická spoločnosť, Liptovský Mikuláš, 1–364.
- DOVINA, V. – RAPANT, S. – MIKO, O. – GOREK, J. – BUJNOVSKÝ, A. – PULEC, M. 1985. Zhodnotenie hydrogeologických pomerov kryštalinika Nízkych Tatier. Čiastková záverečná správa 1981 – 1985, manuskript, Geologický ústav Dionýza Štúra, Bratislava, 1–209.
- DROPPA, A. 1957. Demänovské jaskyne. Šport, Bratislava, 1–289.
- DROPPA, A. 1976. Intenzita korózie krasových tokov v Demänovskej doline. Slovenský kras, Martin, 14, 3–30.
- DROPPA, V. – KLAUČO, S. 1984. Mezozoikum SZ svahov Nízkych Tatier – hgp. Etapová správa čiastkovej úlohy, manuskript, SGÚ Bratislava a IGHP Žilina – závod Bratislava, 1–73 + 5 príloh.
- HANZEL, V. – DOVINA, V. – KULLMAN, E. – MALÍK, P. – VRANA, K. 1990. Vysvetlivky k hydrogeologickej mape Nízkych Tatier v mierke 1:50 000. Čiastková záverečná správa, manuskript, Geologický ústav Dionýza Štúra, Bratislava, 1–180.
- HAVIAROVÁ, D. 2008. Nové poznatky k hydrografii jaskyne Štefanová (Nízke Tatry, Demänovská dolina). Aragonit, Liptovský Mikuláš, 13, 2, 20–23.
- HOCHMUTH, Z. 2000. Problémy speleologického prieskumu podzemných tokov na Slovensku. Slovenská speleologická spoločnosť a Katedra geografie PF UPJŠ, Košice, 1–164.
- HOLÚBEK, P. – PSOTKA, J. – ŠMOLL, J. 2006. Poznatky z prieskumu Demänovskej medvedej jaskyne. Slovenský kras, 44, 143–152.
- Kolektív autorov, 2002. Atlas krajiny Slovenskej republiky. Ministerstvo životného prostredia SR a Slovenská agentúra životného prostredia, Bratislava, 1–342.
- HANZEL, V. – KULLMAN, E. 1976. Hydrogeologický výskum mezozoika severozápadných svahov Nízkych Tatier. Čiastková záverečná správa za roky 1972 – 1976, manuskript, Geologický ústav Dionýza Štúra, Bratislava, 1–116.
- MAZÚR, E. – LUKNÍŠ, M. – BALATKA, B. – LOUČKOVÁ, J. – SLÁDEK, J. 1986. Geomorfologické členenie SSR a ČSSR. Slovenská kartografia, Bratislava.
- MÉRYOVÁ, E. a kol. 1990. Mezozoikum severozápadných svahov Nízkych Tatier. Záverečná správa z vyhládavacieho hydrogeologického prieskumu s ocenením zásob ku dňu 31. 10. 1987, manuskript, IGHP, Žilina.
- SUKA, M. 2000. Interpretácia stopovacích skúšok v povodí Demänovky z hľadiska speleologického prieskumu. In Bella, P. (Ed.): Výskum, využívanie a ochrana jaskýň, zborník referátov, Liptovský Mikuláš, 2, 112–119.
- ŠAVRNOCH, J. 1978. Hydrologické pomery povodia Demänovky. Slovenský kras, Martin, 16, 103–120.
- ŠMOLL, J. 2004. Demänovská medvedia jaskyňa. Spravodaj Slovenskej speleologickej spoločnosti, Liptovský Mikuláš, 35, 3, 18–19.
- ŠUBA, J. – BUJALKA, P. – CIBULKA, L. – HANZEL, V. – PORUBSKÝ, A. – POSPÍŠIL, P. – ŠKVARKA, L. – ŠUBOVÁ, A. – TKÁČIK, P. – ZAKOVIČ, M. 1984. Hydrogeologická rajonizácia Slovenska. SHMÚ, Bratislava, 1–100.
- TEREKOVÁ, V. 1984. Výskum Demänovskej doliny so zameraním na Demänovskú jaskyňu mieru (hydrogeologické a hydrogeochemické pomery). Záverečná správa, manuskript, MSKaOP, Liptovský Mikuláš, 1–46.
- VOCLON, V. 1990. Spojení jaskyně Slobody s jaskyněmi Údolnou a Pod útesom. Spravodajca SSS, Liptovský Mikuláš, 21, 1, 11–12.

## SUMMARY

The paper presents and evaluates in detail two tracing tests in the Demänovská Valley that confirmed hydrological connection of the Demänovská medvedia Cave and the Údolná Cave with the Demänovská Cave of Liberty.

The Demänovská medvedia Cave is 1,567 m long fluviokarstic cave. The cave lies in the immediate vicinity of the Demänovská Cave of Liberty (Fig. 1). The cave isn't a part of the Demänovský Cave system. Three underground flows with very small discharges are described from the cave (Holúbek et al., 2006). The tracing test was realised in the cave by employees of the Slovak Caves Administration in 2009. The bacteriophages

were used as a biological tracer. The tracer was applied in the Demänovská medvedia Cave on April 15, 2009. The water samplings were realised from five places in the Demänovská Cave of Liberty (Fig. 2) during time period of 17 hours in 1 hour interval. Overall 90 samples were taken, 25 of which were positive (Fig. 4). Water from the Demänovská medvedia Cave was detected in sinistral inflow of underground Demänovka Stream (Fig. 3) that lies between the Pekelný Dome and Karfiolový Waterfall (air distance between the place of tracer application and sampling place is about 200 m with elevation difference of 26 m). Tracer was first detected here about 9 hours after its application in the Demänovská medvedia Cave. Difference between discharge and EC of flow in the Demänovská medvedia Cave and discharge and EC of flow in the output of the Demänovská Cave of Liberty (Tab. 1) indicates the mix of these waters with other waters from unknown parts of cave system.

The national nature monument Údolná Cave is 210 m long fluviokarstic cave with the active stream. The cave is a part of the Demänovský Cave system. The tracing test was realised in the cave in 2010 by the Slovak Caves Administration in cooperation with Speleoclub Demänovská Dolina. The bacteriophages were used as tracer, too. The tracer was applied in the Údolná Cave on November 06, 2010 (Fig. 5). The discharge in the cave was around 15 – 20 l·s<sup>-1</sup>.

The samples were taken from the Demänovská Cave of Liberty (2 sampling places – underground Demänovka Stream in the part “Podzemné prepadanie” and “Mramorové riečisko” between 7<sup>th</sup> and 8<sup>th</sup> siphon). Other samples were taken from the Vyvieranie Resurgence and surface Demänovka Stream above the Vyvieranie Resurgence (Fig. 2). The samples were taken continuously for 20 hours. First samples were taken every 15 minutes then followed by 30 minutes’ and 60 minutes’ intervals of sampling. The phages were detected in the “Mramorové riečisko” of the Demänovská Cave of Liberty within incomplete 30 minutes after their application. Tracing test has shown very fast hydrological communication between the Údolná Cave and the Demänovská Cave of Liberty. The test didn’t confirm bifurcation of flow path, the tracer wasn’t confirmed in the surface Demänovka Stream above the Vyvieranie Resurgence (Fig. 7). The phages weren’t also confirmed in water from the spring in the mouth of the Okno Valley, from samples taken during additional control sampling on November 07, 2010.

## VYUŽITIE NÁUČNÝCH CHODNÍKOV V EDUKAČNOM PROCESE NA PRÍKLADE DRIENČANSKÉHO KRASU

Peter Nôta

Základná škola Pavla Dobšinského, P. Dobšinského 1744, 979 01 Rimavská Sobota, riaditel@zspdobskinskeho.eu.sk

### P. Nôta: Utilisation of educational paths in educational process – case study in Drienčany Karst

**Abstract:** This paper deals with problems of using the educational path of Drienčany Karst in educational process of elementary school. The introduction part gives the basic information about Drienčany Karst territory and the educational path. Principal analysis of educational curriculum is defining the educational aims of environmental education and the thematic spheres of using the educational path are shown as well. The experimental part of the work presents the results of effective verification of using the instructive path in education.

**Key words:** environmental education, educational path, educational process, karst, cave

### ÚVOD A CIELE PRÁCE

Poznávanie prírodného prostredia v priamom kontakte žiak – príroda vedie k uvedomeniu a citovému vzťahu k nemu a k jeho ochrane. Využívanie náučného chodníka predstavuje netradičnú, doplnkovú formu vyučovania. Môže sa využiť v rámci vyučovacieho procesu aj počas mimoškolskej činnosti. Náučný chodník umožňuje využívať rôzne metódy výučby – pozorovanie, výklad a demonštrácia problému, zážitkové aktivity. Veľký dôraz sa kladie na zážitkové formy učenia priamo v teréne – v prírode, pričom je žiak nútený vnímať a získané skúsenosti spracovať a pomocou nich interpretovať prezentované prírodné javy a súvislosti (Bizubová a kol., 1998). Systematicky sa tak rozvíja poznanie a kritické myslenie žiakov. Žiaci si vytvárajú svoj vlastný názor na pozorované javy a súvislosti, na pozorovanú krajinu a v konečnom dôsledku aj na environmentálne problémy (Kminiak, 1997).

Edukačný potenciál náučného chodníka Drienčanský kras umožňuje multidisciplinárny prístup k poznávaniu prírody, prezentáciu da-

ných problémov v kontexte širších súvislostí javov a ovplyvnenie komplexnej osobnej štruktúry žiaka. Umožňuje využívať odborné poznatky v rámci prírodovedných predmetov (biológia, prírodopis, geografia), ale aj v rámci spoločenskovedných predmetov (slovenský jazyk, história) a výchovných predmetov (environmentálna, etická, občianska a výtvarná výchova).

Náučný chodník Drienčanský kras sa didakticky môže využiť nielen vo výchovno-vzdelávacom procese základnej školy, ale aj v mimoškolskej činnosti detí s cieľom vedeckého poznania, rozvoja kritického myslenia a vytvárania vzťahu k regiónu. Učiteľ biológie by mal využívať prírodu ako učebnicu, ktorá sa neustále mení a rok čo rok obnovuje. Efektívnosť využívania náučného chodníka v edukačnom procese som experimentálne overoval v rámci výchovno-vzdelávacej práce v Základnej škole Pavla Dobšinského v Rimavskej Sobote.

Výskumný problém som sformuloval takto: Môže dlhodobé využívanie náučného chodníka na vyučovaní prírodopisu 8. ročníka základnej školy zlepšiť vedomosti žiakov o regióne a naučiť ich myslieť v kontexte šir-

ších súvislostí? Na základe stanoveného problému som si vytýčil nasledujúce ciele výskumu: 1. zistiť, do akej miery je učivo v predmete prírodopis pre 8. ročník základnej školy kompatibilné s možnosťami využitia informácií z náučného chodníka, 2. vypracovať závery pre pedagogickú prax o možnostiach využívania náučných chodníkov vo vyučovaní prírodopisu v základnej škole.

Na základe štúdia odbornej literatúry, analýzy učebných osnov predmetu prírodopis v základnej škole, ako aj mojich doterajších pedagogických skúseností som predpokladal, že:

1. využívanie náučného chodníka v experimentálnej vzorke zlepšiť schopnosť žiakov zaraďovať vedomosti získané v rámci učebných osnov predmetu prírodopis v ôsmom ročníku do kontextu viažuceho sa na konkrétny región, v ktorom žijú,
2. v experimentálnej vzorke žiakov sa podstatne zvýši kvalita osvojenia učiva oproti kvalite vedomostí v kontrolnej vzorke, ktorá nevyužívala vo vyučovacom procese náučný chodník.

Pri realizácii výskumu som použil metódu prirodzeného pedagogického experimentu, s čiastkovými metódami: metóda testovania, rozhovoru a priameho krátkodobého pozorovania. V experimentálnom pláne som pracoval so štyrmi skupinami, porovnával som údaje získané pred a po zavedení experimentálnych metód a prostriedkov. V práci sme použili didaktický test na pedagogické diagnostikovanie vedomostí žiakov z preberaného učiva a pojmovú mapu ako grafickú schému vedomostnej štruktúry žiaka z experimentálneho učiva.

## NÁUČNÝ CHODNÍK DRIENČANSKÝ KRAS

Náučný chodník Drienčanský kras bol vybudovaný z iniciatívy pracovníkov štátnej ochrany prírody v roku 1989 – 1992 a obnovený v roku 2002 na podnet Slovenskej agentúry životného prostredia (Hochmuth, 1975; Gaál, 1993; Gaál a Kliment, 2000). Trasa náučného chodníka prezentuje jednotlivé povrchové a podzemné krasové formy podľa logickej postupnosti ich vzniku, teda vznikom škrap a pokračuje deštrukciou v povrchovej zóne, čo vyúsťuje do vzniku závrty. V ďalšom pokračovaní krasového procesu sa vytvárajú jaskyne, prípadne vznikajú prepádové závrty (obr. 1). Náučný chodník prezentuje okrem spomenutých aj ďalšie krasové formy, ako polosuchá dolina a krasové jazierka, a oboznamuje nás s územím Malej obory pri Teplom Vrchu s hikóriami a s hniezdiskom mnohých vzácnych druhov vtákov.

Náučný chodník je lineárny, samoobslužný, peší, využiteľný v letnom i v zimnom období. Začína sa v obci Teplý Vrch v blízkosti Vodnej nádrže Teplý Vrch a končí sa v Drienčanoch pri pamätníku Pavla Dobšinského, pod kostolom. Celková dĺžka trasy je 7540 m s prevýšením 55 m. Počet zastávok náučného chodníka je 15. Zastávky sú číslované, na každej sa nachádza informačný panel s názvom zastávky a krátkym výstižným textom, ktorý je vyhotovený aj v anglickej mutácii (obr. 2). Panely obsahujú grafické znázornenie pozo-

rovaného prírodného javu, obrázky jednotlivých druhov rastlín a živočíchov vyskytujúcich sa na danom území a kultúrohistorické údaje o obci Drienčany.

### Názvy informačných panelov:

1. Drienčanský kras a okolie
2. Hikóriový porast
3. Vodné vtáctvo
4. Drienčany
5. Geológia Drienčanského krasu
6. Drienčanská pevnosť
- 7a. Škrapy
- 7b. Zraniteľnosť krasu
8. Polosuchá dolina
9. Lesný ekosystém
10. Krasové jamy (závrty)
11. Studňovitá (prepádová) krasová jama
12. Veľká drienčanská jaskyňa
13. Dolina Blhu
14. Malá drienčanská jaskyňa
15. Krasové jazierka

K náučnému chodníku bola vydaná aj sprievodcovská brožúra s farebnými fotografiami.

### VÝSKUMNÁ VZORKA A EXPERIMENTÁLNY VÝSKUM

Výskumnú vzorku tvorili žiaci ôsmeho ročníka (VIII.A, VIII.B, VIII.C, VIII.D, VIII.E) Základnej školy Pavla Dobšinského v Rimavskej Sobote. Výskum prebiehal na hodinách prírodopisu. Výskumnú vzorku tvorilo celkovo 132 respondentov, ktorí boli vytypovaní do štyroch skupín náhodným výberom, pričom prvá skupina (34 žiakov) a tretia skupina (32 žiakov) predstavovali experimentálne vzorky.

Na zistenie vedomostí som vytvoril didaktický test reproduktívno-teoretického charakteru. Test pre žiakov 8. ročníka pozostával z 19 otázok, z ktorých bolo jedenásť s voľbou odpovede a 8

otázok bolo s tvorbou odpovede. Otázky sa týkali témy *Krasové procesy*. Na vyriešenie didaktického testu mali žiaci 20 minút. Experiment bol rozvrhnutý do dvoch etáp, ktoré sa realizovali v priebehu školského roka.

Prvá etapa experimentu prebehla počas mesiaca máj. Výskumnú vzorku tvorilo 132 žiakov. V rámci tejto etapy žiaci v 1. skupine (experimentálna vzorka) a v 2. skupine (kontrolná vzorka) vypracovali vstupný didaktický test na tému *Krasové procesy* a žiaci v 3. skupine (experimentálna vzorka) a v 4. skupine (kontrolná vzorka) spracovali „vstupné“ pojmové mapy na tému *Kras*. Táto etapa bola zameraná na zistenie aktuálnej vedomostnej úrovne žiakov ôsmeho ročníka na danú tému – *Krasové procesy*.

Druhá etapa sa uskutočnila v mesiaci október. V rámci tejto etapy som žiakom 2. a 4. skupiny (kontrolné vzorky) sprístupnil danú tému výkladovo-ilustratívnou metódou pri klasickej výučbe – na hodinách základného typu.

Pri sprístupňovaní novej učebnej látky žiakom 1. a 3. skupiny (experimentálne vzorky) som chcel získať skúsenosti a zistiť možnosti využitia náučného chodníka Drienčanský kras vo vyučovaní procese. Žiakom 1. a 2. skupiny som na konci II. etapy výskumu zadal výstupný didaktický test reproduktívno-teoretického charakteru, ktorý sa zhodoval so vstupným didaktickým testom. Žiaci 3. a 4. skupiny vypracovali „výstupné“ pojmové mapy. Cieľom výstupného didaktického testu a „výstupných“ pojmových máp bolo zistiť prínos využitia náučného chodníka vo vyučovaní procese prírodopisu.

Kvantitatívnu a kvalitatívnu analýzou všetkých didaktických testov som získal výsledky o vedomostnej úrovni žiakov z učiva



Obr. 1. Prepádový závrť – jeden zo zaujímavých krasových javov náučného chodníka Drienčanský kras. Foto: P. Bella

Fig. 1. Collapse doline – one of the interesting karst phenomena of Drienčany Karst educational path. Photo: P. Bella



Obr. 2. Náučný panel pred Malou drienčanskou jaskyňou. Foto: Ľ. Gaál  
Fig. 2. Educational board in front of the Malá drienčanská Cave. Photo: Ľ. Gaál



prírodopisu preberaného v 8. ročníku základnej školy. Kvantitatívna analýza predstavovala štatistické vyhodnotenie výsledkov testov, kde som sa zamerala na výpočet základných štatistických veličín (aritmetický priemer, smerodajná odchýlka, variačný koeficient), ako aj výpočet indexu úspešnosti jednotlivých testových položiek i experimentálnych súborov.

Na podklade výsledkov kvantitatívnej analýzy som uskutočnil kvalitatívnu analýzu, ktorá slúžila na interpretáciu zistených faktov s ohľadom na využívanie náučného chodníka vo vyučovaní prírodopisu v 8. ročníku základnej školy a zlepšenie vedomostí žiakov o regióne a ich schopnosti myslieť v kontexte širších súvislostí.

Kvantitatívnu analýzu získané základné štatistické charakteristiky vstupných (I. etapa) a výstupných (II. etapa) didaktických testov uvádzam v tabuľke. Hodnoty variačného koeficientu (index citlivosti) v didaktických testoch realizovaných v jednotlivých experimentálnych súboroch sú väčšie ako 20 %, teda možno povedať, že testy boli dostatočne citlivé (transparentné vzhľadom na rozdielnosť výkonov žiakov).

Vzhľadom na výsledky experimentu možno konštatovať, že chyby v odpovediach žiakov spočívali v nepochopení obsahu niektorých pojmov týkajúcich sa problematiky krasového procesu. Žiaci kontrolnej skupiny mali nedostatočne, vo veľkej miere iba formálne osvojenú danú problematiku.

Niektoré pojmy sú pre žiakov abstraktné, náročné, a teda aj ťažko pochopiteľné. Preto pri ich sprístupňovaní je nevyhnutné venovať pozornosť dostatočnej spätnej väzbe, nemenej dôležité je i upevnenie základných pojmov. Vyučovacie procesy riadiť tak, aby sa žiaci pojmy nielen naučili, ale ich aj pochopili, aby vedeli získané poznatky uplatniť pri riešení rôznych problémových úloh.

Po analýze môžem konštatovať nárast indexu úspešnosti jednotlivých testových položiek didaktického testu, čo možno vidieť aj z hodnot relatívne možného efektu učenia, ktorého priemerná hodnota v experimentálnej skupine ( $E = 69,07\%$ ) je vyššia ako priemerná hodnota v kontrolnej skupine ( $E = 56,38\%$ ). Z týchto hodnôt vyplýva nárast vedomostí u žiakov, ktorí pri sprístupnení učiva využívali náučný chodník (experimentálna skupina žiakov).

Nárast vedomostí u žiakov v experimentálnej skupine vyplýva aj z hodnôt relatívne možného efektu učenia pre jednotlivé testové položky, pričom sa hodnoty v experimentálnej skupine pohybujú v rozpätí 44,19 – 100,00 % a v kontrolnej skupine v rozpätí 34,78 – 87,50 %.

Zo štatistického vyhodnotenia riešenia jednotlivých úloh výstupného didaktického testu v experimentálnej a kontrolnej skupine, na čo poukazuje aj index úspešnosti testov, vyplýva, že žiaci, ktorí mali možnosť sprístupniť učivo, tematický celok Krasové procesy, formou využitia náučného chodníka, priamo v prírode, majú lepšie vedomosti o danej problematike, získané poznatky sú schopní lepšie využívať ako žiaci, ktorým daná téma bola sprístupnená klasickou formou vyučovacím procesom v učebni (obr. 3).

V 3. skupine (kontrolná vzorka) a 4. skupine (experimentálna vzorka) som využil ako diagnostický nástroj pojmovú mapu – grafickú schému vedomostnej štruktúry žiaka. Pri zadávaní vypracovania pojmových máp s tematickým zameraním – Kras – žiaci mali napísať na papier všetky pojmy, ktoré o danej téme poznajú, čím sme zabezpečili diagnostikovanie toho, čo žiak považuje v učive, tematickom celku za základné. Potom žiaci napísané pojmy pospájali čiarami, pričom každá čiara vyjadrovala vzťah medzi pojmi. Žiaci vyjadrovali:

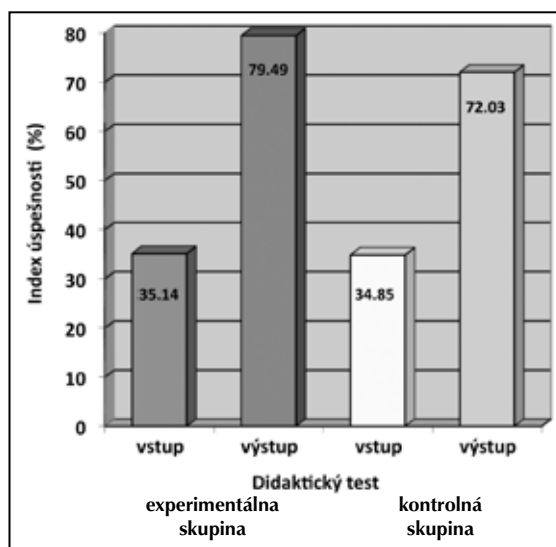
- lineárne vzťahy – vzťahy na rovnakej úrovni,
- hierarchické vzťahy – vzťahy nadradenosti a podradenosti,
- sieť vzťahov – celkovú štruktúru vzťahov medzi pojmi.

Žiaci vypracovávali pojmové mapy, bolo to pre nich niečo nové, pričom boli zvýhodnení žiaci, ktorí majú horšie verbálne vyjadrovacie schopnosti.

V prvej etape som použil pojmovú mapu na vstupné diagnostikovanie, zistenie úrovne aktuálnych vedomostí žiakov, v druhej etape na sumatívne diagnostikovanie, zistenie vedomostí žiakov po využití náučného chodníka vo výchovno-vzdelávacom procese.

Pri vyhodnocovaní pojmových máp sa hodnotí počet pojmov, ktoré žiak znázornil, vyjadrenie nadradenosti a podradenosti jednotlivých pojmov a následnosť dejov a procesov. Využil som číselné hodnotenie vypracovaných pojmových máp, pričom boli použité prvky:

- spojenie pojmov – spojnice dvoch pojmov (1 bod),
- hierarchia – úrovne pojmov (1 bod),
- vetvenie – od jedného pojmu vedie spojnice k dvom alebo viacerým pojmom alebo naopak (prvé vetvenie 1 bod, ďalšie 3 body).



Obr. 3. Grafické vyhodnotenie a porovnanie úspešnosti didaktických testov  
Fig. 3. Graphical evaluation and comparison of the successfulness of didactical tests

Pri vyhodnotení výsledkov 1. etapy som si zvolil pre možnosť porovnania výsledkov v kontrolnej a experimentálnej skupine žiakov hodnotenie pojmových máp takto:

- dobrá pojmová mapa – žiak získa 28 a viac bodov,
- priemerná pojmová mapa – žiak získa 27 až 19 bodov,
- slabá pojmová mapa – žiak získa 18 a menej bodov (obr. 4 a 5).

Porovnaním hodnotených prvkov pojmových máp v jednotlivých skupinách som získal takéto údaje:

Počet napísaných pojmov v prvej etape v kontrolnej skupine sa pohyboval v rozmedzí 6 – 24 pojmov u žiaka, v experimentálnej skupine v rozmedzí 10 – 19 pojmov.

Porovnaním úrovní pojmov som zistil, že v oboch skupinách sa hierarchia pojmov pohybovala medzi 2 – 5 úrovňami, pričom v experimentálnej skupine dosiahli úroveň 5 traja žiaci, v kontrolnej skupine dvaja žiaci, úroveň 4 sedem žiakov v experimentálnej skupine, deväť žiakov v kontrolnej skupine, úroveň 3 deväť žiakov v experimentálnej vzorke a jeden v kontrolnej vzorke.

Z hľadiska vetvenia dosiahli žiaci v oboch skupinách 2 – 20 bodov.

Celkový počet získaných bodov sa pohyboval v experimentálnej skupine od 12 do 39 bodov, v kontrolnej skupine od 12 do 48 bodov.

Porovnaním výsledkov kontrolnej a experimentálnej skupiny možno konštatovať, že žiaci boli pred experimentom (prvá etapa) v oboch skupinách približne na rovnakej vedomostnej úrovni v danej téme.

V druhej etape výskumu žiaci vypracovávali opäť pojmové mapy, pričom v kontrolnej skupine bola žiakom daná téma sprístupnená klasickou formou výučby v triede a v experimentálnej skupine výučba v triede spojená s výučbou na náučnom chodníku.

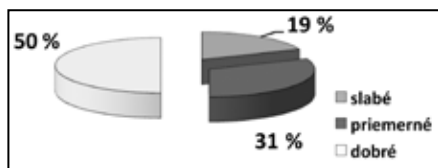
Pri vyhodnotení výsledkov II. etapy sme zvolili takéto bodové hodnotenie pojmových máp:

- dobrá pojmová mapa – ak žiak získa 105 a viac bodov,
- priemerná pojmová mapa – ak žiak získa 104 až 80 bodov,

Tab. 1. Porovnanie základných štatistických charakteristík vstupných a výstupných didaktických testov v experimentálnej a kontrolnej skupine. Vysvetlivky: n – celkový počet žiakov, x – aritmetický priemer získaného počtu bodov, s – smerodajná odchýlka, V – variačný koeficient, I – index úspešnosti

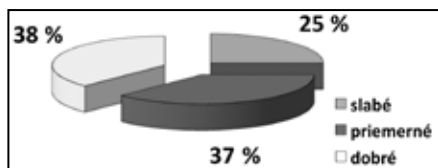
Tab. 1. Comparison of basic statistic data of input and output didactic tests in experimental and control group. Explanations: n – total number of students, x – arithmetic average of obtained points, s – standard deviation, V – coefficient of variation, I – index of successfulness

| Didaktický test | 1. skupina – experimentálna |       |      |       |       | 2. skupina – kontrolná |       |      |       |       |
|-----------------|-----------------------------|-------|------|-------|-------|------------------------|-------|------|-------|-------|
|                 | n                           | x     | s    | V (%) | I (%) | n                      | x     | s    | V (%) | I (%) |
| vstupný         | 34                          | 20,74 | 5,84 | 28,18 | 35,14 | 34                     | 20,56 | 4,53 | 22,05 | 34,85 |
| výstupný        | 34                          | 46,88 | 9,51 | 20,29 | 79,46 | 34                     | 42,50 | 8,53 | 20,07 | 72,03 |



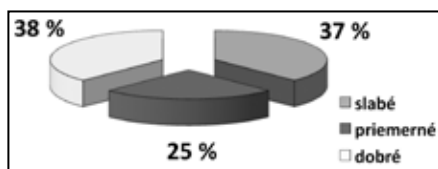
Obr. 4. Štatistické vyhodnotenie pojmových máp – kontrolná skupina, I. etapa

Fig. 4. Statistical evaluation of conceptual maps – control group, 1<sup>st</sup> stage



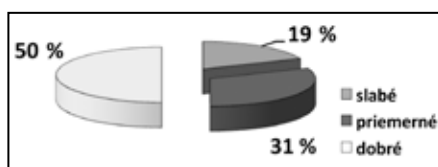
Obr. 5. Štatistické vyhodnotenie pojmových máp – experimentálna skupina, I. etapa

Fig. 5. Statistical evaluation of conceptual maps – experimental group, 1<sup>st</sup> stage



Obr. 6. Štatistické vyhodnotenie pojmových máp – kontrolná skupina, II. etapa

Fig. 6. Statistical evaluation of conceptual maps – control group, 2<sup>nd</sup> stage



Obr. 7. Štatistické vyhodnotenie pojmových máp – experimentálna skupina, II. etapa

Fig. 7. Statistical evaluation of conceptual maps – experimental group, 2<sup>nd</sup> stage

- slabá pojmová mapa – žiak získa len 79 a menej bodov (obr. 6 a 7).

V kontrolnej skupine v druhej etape vypracovalo dobré pojmové mapy 12 žiakov (38,00 %), v experimentálnej skupine 16 žiakov, čo predstavovalo 50,00 % žiakov. Priemerné pojmové mapy vypracovalo v kontrolnej skupine 8 žiakov (25,00 %) a v experimentálnej skupine 10 žiakov (31,25 %). Slabé pojmové mapy v kontrolnej skupine vypracovalo 12 žiakov (37,50 %) a v experimentálnej skupine 6 žiakov (18,75 %).

Porovnaním percentuálneho zastúpenia pojmových máp (dobrá, priemerná, slabá) v grafoch zistíme, že v druhej etape experimentu nastal nárast vedomostí žiakov oproti prvej etape v oboch skupinách. Zatiaľ čo výsledky v prvej etape medzi kontrolnou a experimentálnou skupinou boli porovnateľné, v druhej etape pozorujeme nárast vedomostí u žiakov, ktorým daná téma bola sprístupnená okrem výučby v triede aj formou vyučovania v teréne – na náučnom chodníku (experimentálna vzorka). Na tieto výsledky poukazuje aj porovnanie hodnotených prvkov pojmových máp v jednotlivých skupinách.

Počet napísaných pojmov v druhej etape v kontrolnej skupine sa pohyboval v rozmedzí

19 – 72 pojmov u žiaka, experimentálnej skupine v rozmedzí 32 – 76 pojmov.

Porovnaním úrovni pojmov sme zistili, že v oboch skupinách sa hierarchia pojmov pohybovala medzi 3 – 6 úrovňami, pričom však v experimentálnej skupine dosiahlo úroveň 6 až 24 žiakov, v kontrolnej skupine iba 19 žiakov. Ostatné úrovne pojmov boli výsledkami porovnateľné.

Z hľadiska vetvenia v experimentálnej skupine žiaci dosiahli 21 – 64 bodov, v kontrolnej skupine sa hodnoty získaných bodov pohybovali v rozmedzí 7 – 62 bodov.

Celkový počet získaných bodov sa pohyboval v experimentálnej skupine od 57 do 164 bodov, v kontrolnej skupine od 30 do 134 bodov.

Zo štatistického vyhodnotenia vypracovaných pojmových máp v experimentálnej a kontrolnej skupine, na čo poukazuje aj percentuálne vyhodnotenie pojmových máp, vyplýva, že žiaci, ktorí mali možnosť sprístupniť učivo, tematický celok Krasové procesy, aj formou využitia náučného chodníka, priamo v prírode, majú lepšie vedomosti o danej problematike, získané poznatky sú schopní lepšie využívať ako žiaci, ktorým bola daná téma sprístupnená klasickou formou vyučovacím procesom v učebni.

## DISKUSIA A ODPORÚČANIA PRE PEDAGOGICKÚ PRAX

Výsledky výskumu, ich kvalitatívna a kvantitatívna analýza nám potvrdili naše predpoklady. Využitím náučného chodníka Drienčanský kras vo výchovno-vzdelávacom procese sa žiakov 8. ročníka základnej školy zlepšila schopnosť žiakov zaraďovať získané vedomosti do kontextu viažuceho sa na región, v ktorom žiaci žijú (predpoklad 1) a zvýšila sa aj kvalita osvojeného učiva (predpoklad 2).

Náučné chodníky tvoria jedno z mnohých prepojení nad priepasťou, ktorá sa rozprestiera medzi učivom a žiakom. Ich využitie vo výchovno-vzdelávacom procese sa javí výhodné nielen pre žiaka, ale aj pre učiteľa. Využívanie náučných chodníkov v rámci vyučovania podporuje nielen lepšie spracovanie učiva pomocou priamej percepcie (vnímanie) prírody, ale aj samostatné rozpoznávanie súvislostí, rozvoj a tvorbu vlastných názorov na riešenie daných problémov.

Využívaním a začlenením náučných chodníkov do výchovno-vzdelávacieho procesu sa spĺňajú základné predpoklady pre kvalitnú environmentálnu výchovu najmä z týchto hľadísk:

- **holistický prístup** – to, čo sa deje v časti, ovplyvní celok a naopak, zákony celku riadia fungovanie jeho časti, pritom je celok viac ako suma všetkých častí,
- **globálnosť** – žiaci si môžu poznatky naučené v škole (v globálnych súvislostiach) overiť a prepojiť s poznatkami získanými priamo v teréne (lokálne),
- **dodržanie didaktických zásad** – zásada uvedomelosti a aktivity, zásada názornosti, zásada trvácnosti a zásada systematickosti,
- **multidisciplinárnosť** – využitie poznatkov z viacerých predmetov pri riešení problémových úloh,

- **integrovanosť** – včlenenie náučných chodníkov do osnov environmentálnej výchovy s prihliadnutím na vedomostnú úroveň žiakov.

Ďalšou výhodou, pozitívnu stránkou využívania náučných chodníkov vo výchovno-vzdelávacom procese je budovanie základu pre pozitívny vzťah žiaka k životnému prostrediu, ktorý žiak nemôže nadobudnúť sledovaním televíznych programov, monitorov počítačov (s čo akým kvalitným multimediálnym prírodovedne zameraným softvérom), obdivujúc obrázky „živej“ prírody. Dôležitý je kontakt s prírodou a vnímanie jej sily a krásy všetkými zmyslami.

Ak si má žiak vybudovať trvalú základňu poznatkov, potrebuje viac ako „iba“ výklad vyučujúceho. Pre trvalé si osvojenie poznatkov nie je nič lepšie ako priamy kontakt žiaka s predmetom „výuky“. Napríklad ak predmetom vyučovacieho procesu sú krasové procesy, mal by učiteľ využiť nielen schémy vzniku jednotlivých krasových javov, ale mal by využiť prírodu – každoročne obnovujúcu a meniacu sa učebnicu, kde by žiaci mohli priamo pozorovať jednotlivé krasové javy a mali možnosť lepšie pochopiť postupnosť ich vzniku. Mohli by sme sa viac držať paradigmy – naučíme sa 10 % z toho, čo čítame, 15 % z toho, čo počujeme, ale 75 % z toho, čo zažijeme.

Náučné chodníky umožňujú žiakom sprístupniť a názorne vysvetliť učivo preberané na hodine priamo v teréne a na mieste, kde sa daný jav (súvisiaci s učivom) vyskytuje. Dôležitou súčasťou takejto formy vyučovania je nielen poukázanie na súvislosti v rámci jedného predmetu, ale najmä pokúsiť sa u žiakov a študentov dosiahnuť interdisciplinárne pochopenie procesov. Ďalšou výhodou využívania náučných chodníkov vo vyučovacom procese je možnosť získavania a dopĺňovania kabinetu rozličnými pomôckami priamo z terénu.

Náučný chodník Drienčanský kras je využiteľný pre všetky typy škôl, od základných škôl cez stredné školy až po vysoké školy, pričom sa obťažnosť obsahovej náplne zníži, prípadne zvýši v závislosti od typu školy, a zároveň sa budú rešpektovať didaktické a organizačné aspekty. Nami predložený návrh sa týka žiakov základných škôl, žiakov v ôsmom ročníku, u ktorých sa predpokladajú určité základy z tematického zamerania náučného chodníka – geológia, geologické procesy v krasovom území.

Treba pripomenúť, že nevyhnutným predpokladom využívania náučného chodníka vo výchovno-vzdelávacom procese je predchádzajúca teoretická príprava. Žiaci musia disponovať základnými vedomosťami, poznatkami o danej téme, konkrétnom regióne a lokalite. Prípadná absencia teoretickej prípravy môže znížiť kvalitu edukácie a význam pôsobenia v teréne.

Školská environmentálna výchova na náučnom chodníku môže byť koncipovaná systémom integrácie viacerých odborných predmetov, ale aj formou monotematických blokových prác – botanika, zoológia, geológia, ekológia a pod. Pri takomto využití treba štruktúru trasy náučného chodníka modifikovať, prispôbiť hlavné a vedľajšie

témy, ako aj aktivity a úlohy na jednotlivých zastávkach.

Cieľom práce bolo poukázať na možnosti využitia prírodovedecky a krajinársky hodnotného územia Drienčanského krasu vo výchovno-vzdelávacom procese v základnej škole. Na základe osobných skúseností si myslím, že sprístupňovanie poznatkov a výchova k ochrane prírody využívaním náučného chodníka je podnetný a zaujímavý spôsob nielen pre študenta, ale aj pre učiteľa. Zameral som sa na využitie vybraných častí krasového územia, na ich sprístupnenie formou náučného chodníka Drienčanský kras v záujme usmerneného výchovno-vzdelávacieho využitia pre žiakov základnej školy. Považujem za efektívne využívať v procese edukácie zážitkové formy učenia, keď žiaci prostredníctvom priameho kontaktu s prírodou objavujú jej zákonitosti a poznávajú jej tajomstvá. Zároveň si žiaci uvedomujú prepojenie jednotlivých zložiek životného prostredia, vzájomnú interakciu medzi nimi a možné dôsledky neuvážaných činov človeka na životné prostredie. Považujem za dôležité viesť žiakov k zodpovednosti za vlastnú budúcnosť i za budúcnosť ďalších generácií.

Priamym pobytom v prírode si každý žiak vytvára lepší vzťah k prírode, jej ochrane. Myslím si, že spoznávaním kultúry, ľudových zvykov, tradícií získava žiak vzťah k svojmu rodnému kraju, pretože náučné chodníky využijú najmä školy v ich bezprostrednom okolí, že žiaci budú hrdí na svoj pôvod a históriu a svoje kultúrne cítenie budú odovzdávať ďalším generáciám. Hodnotová orientácia žiakov preferuje ekologické hodnoty, čo tvorí dobrý základ na rozvoj plnohodnotnej osobnosti. Z hľadiska environmentálnej uvedomelosti považujem za správne ich v tomto smere podporovať.

Dúfam, že náučný chodník bude prispievať k hlbšiemu poznaniu prírodných hodnôt Drienčanského krasu, k ich ochrane, že ho budú využívať žiaci, učitelia, rekreanti, ako aj všetci milovníci prírody. Dúfam, že sa na tento vápencový „ostrov“ budú môcť stále vracáť s nádejou, že ho nájdu v dobrom stave, zachovaný aj pre ďalšie generácie.

Slovensko sa nemôže pochváliť bohatými ložiskami drahých kovov, ropy alebo uhlia. Môže sa však popýšiť veľmi pestrou škálou lokalít s rôznymi horninami a nerastmi, na ktorých sa nachádza veľké množstvo rozličných druhov rastlín a živočíchov. Kto navštívi Drienčanský kras, určite potvrdí, že patrí medzi cenné klenoty našej prírody.

V posledných rokoch sa ukazuje, že územie Drienčanského krasu disponuje prírodnými hodnotami, ktoré sú významné z nadregionálneho hľadiska. Ide najmä o geomorfologické hodnoty (úplný vývoj povrchových a podzemných krasových javov), významné spoločenstvá vzácnych a ohrozených druhov rastlín, chránených živočíchov, archeologických nálezov, ako aj kultúrom historických pamiatok. Z prírodovedeckého a krajinnoekologického hľadiska je celé územie zaradené do siete nadregionálnych biocentier Slovenska. Krasové územie tvorí významný spojovací článok medzi územím Slovenského krasu a Muránskej planiny, jeho izolovanosť na druhej strane podmienila vznik biotopov niektorých významných endemických druhov.

Vzhľadom na blízkosť rekreačnej oblasti vodnej nádrže Teplý Vrch i na všeobecne vzrastajúci trend turistiky a cykloturistiky sa ukazujú možnosti väčšieho využitia prírodných hodnôt aj s náučným cieľom. Na jednej strane pre širokú verejnosť, na druhej strane pre školskú mládež. Turistické a náučné využitie Drienčanského krasu však musí byť spojené s komplexnou ochranou krasového geosystému, ktorý mimoriadne citlivo reaguje na hospodárske a rekreačné aktivity človeka, aby sa zabránilo degradácii jeho prírodných hodnôt.

Krajina je otvorenou učebnicou pre tých, ktorí z nej vedia čítať. Učiť prírodopis a nepoznať prírodu okolia školy, rodného kraja je nemožné. Jednak si to vyžadujú učebné osnovy a jednak je morálnou povinnosťou učiteľa vstúpiť žiakom lásku k prírode ich rodného kraja, pomôcť im pri jej spoznávaní, a tým ich viesť k ochrane prírody.

Environmentálna výchova sa v súčasnosti stáva dôležitou súčasťou výchovno-vzdelávacieho procesu na všetkých stupňoch a typoch škôl. Má multi- a interdisciplinárny charakter. Najúčinnější formou výchovy k ochrane prírodného a životného prostredia v škole je ekologické a environmentálne vzdelávanie žiakov.

Environmentálna výchova by mala vytvárať optimálny vzťah k prostrediu, a to vo výchovnom prostredí rodiny (základy morálno-etického vzťahu k prírode), školy (výchovné a vzdelávacie pôsobenie) a pri ďalšom dopĺňujúcim vzdelávaní (kurzy, projekty, ekologické minimá, mimoškolské programy a pod.). Cieľom ekologickej a environmentálnej výchovy na školách je dosiahnuť, aby sa žiaci začali viac zaujímať o svoje životné prostredie, aby sa zvýšila ich angažovanosť pri jeho ochrane a tvorbe, aby sa naučili múdro žiť a šetrne hospodáriť so zverenými prírodnými zdrojmi. Environmentálna výchova sa realizuje v škole v dvoch smeroch. Prvý smer predstavuje priame začlenenie otázok ekológie a ochrany do obsahu vyučovania v jednotlivých predmetoch (vlastiveda, prírodoveda, prírodopis, biológia, zemepis, geografia). Druhý smer je výchovné pôsobenie v rámci nepovinných predmetov a mimoškolských aktivít (mimoškolská výchova), napr. formou súťaže Poznaj a chráň, zapojením sa do riešenia biologickej a geografickej olympiády.

Environmentálnu výchovu treba vnímať v širokom kontexte vzťahov a súvislostí mnohých vedných odborov; ide o zložitú výchovnú problematiku, ktorá by sa mala dotknúť každého učiteľa a vychovávateľa. Môžeme ju zaradiť do kontextov: ekologického, ekonomického, pedagogicko-psychologického a filozoficko-sociálneho. V každom kontexte je možné efektívne využívať vedecké poznatky a implementovať ich do školskej praxe. Keďže predmetom nášho záujmu je využívanie náučného chodníka v edukačnej praxi, sústredil som pozornosť na ekologický kontext environmentálnej výchovy.

Realizácia každého princípu si vyžaduje dostatočne odborné i ľudsky pripravených ľudí, ktorí budú schopní efektívne konať z úrovne, na ktorej sa práve nachádzajú. Zodpovednosť, múdrosť a primeraná informovanosť v každom okamihu nášho života, to je tá najlepšia cesta prevencie negatívnych do-

sahov ľudských činov na životné prostredie. Zodpovednosť sa dá naučiť tým, že deťom budeme dôverovať a poveríme ich konkrétnymi úlohami. Ich plnenie a pozitívny vplyv na životné prostredie sa môžu stať motivujúcim činiteľom na zvýšenú angažovanosť a ochotu brať na seba zodpovednosť aj v budúcnosti. Uvedomelý občan je produktom systematickej a cieľavedomej výchovy od raného veku až po dospelosť. Nemôžeme očakávať občiansku zodpovednosť tam, kde zlyhal niektorý výchovný činiteľ. Ak dieťa – budúci občan nemá vysokú hodnotu sám osebe, pretože mu nikto nedal dôveru, nikto ho nepochválil a nevyzdvihol za dobré činy, ktoré mohli prerásť do ľudskej obetavosti a múdrosti, nebude si vedieť uvedomiť ani hodnotu prírody a iných ľudí. Primeraná informovanosť znamená, že budeme poskytovať deťom toľko informácií, koľko dokážu spracovať a uniesť ich dosah na seba a životné prostredie. Príliš veľa negatívnych javov nás môže ochromiť v našom snažení a motivácii. Zľahčovanie dopadu ľudskej činnosti na prírodu zase vedie k bezohľadnosti a ľahostajnosti. Všetko je len otázkou miery, ktorá určuje úroveň nášho snaženia a váhu našich činov. Poznatky z ekológie nám umožňujú vnímať skutočnosť v kontexte širších súvislostí, učia nás, že synergie môže zmeniť kvalitu nielen v prírode, ale aj v medziľudských vzťahoch. Ekologický kontext environmentálnej výchovy naznačuje, že sme súčasťou prírody, že sme od nej závislí a že len ona nám môže dať potrebnú silu na náš rozvoj a rast. Medzi efektívne organizačné formy vyučovania v rámci ekologického kontextu environmentálnej výchovy môžeme zaradiť exkurzie a náučné chodníky, ktorých využívanie v environmentálnej výchove má významný vplyv na formovanie vzťahu detí a mládeže k svojmu regiónu, jeho prírodným i kultúrnym zvláštnostiam.

Jednou z možností, ako realizovať netradičné formy vyučovania environmentálnej výchovy, je aj využívanie existujúcich náučných chodníkov. Cieľom náučných chodníkov je usmerniť pohyb návštevníkov chráneného územia a zároveň ich poučiť o hodnotách územia istou formou odborného výkladu.

## ZÁVER

Na základe predkladanej práce sa dá konštatovať, že využitím náučného chodníka Drienčanský kras vo výchovno-vzdelávacom procese sa zlepšila schopnosť žiakov zaraďovať získané vedomosti do kontextu viažuceho sa na región, v ktorom žiaci žijú (predpoklad 1) a zvýšila sa aj kvalita osvojeného učiva (predpoklad 2). Využitie náučných chodníkov vo výchovno-vzdelávacom procese sa javí výhodné tak pre žiaka, ako aj pre učiteľa. Podporuje nielen lepšie spracovanie učiva pomocou priamej percepcie (vnímania) prírody, ale aj samostatné rozpoznávanie súvislostí, rozvoj a tvorbu vlastných názorov na riešenie daných problémov.

Ďalšou výhodou využívania náučných chodníkov vo výchovno-vzdelávacom procese je budovanie základu pozitívneho vzťahu žiaka k životnému prostrediu, ktorý žiak nemôže nadobudnúť inými, technickými zariadeniami.



## LITERATÚRA

- BIZUBOVÁ, M. – RUŽEK, I. – MAKÝŠ, O. 1998. *Náučné chodníky Slovenska, 1. Strom života*, Bratislava, 1–136.
- GAÁL, Ľ. 1993. Prvý náučný chodník v okrese Rimavská Sobota. *Obzor Gemera, Rimavská Sobota*, 24, 1, 42–45.
- GAÁL, Ľ. 2000. Kras a jaskyne Drienčanského krasu. In J. Kliment (Ed.): *Príroda Drienčanského krasu*, Banská Bystrica, 29–86.
- GAÁL, Ľ. – KLIMENT, J. 2000. Návrhy na environmentálne prijateľné využívanie územia navrhovanej CHKO Drienčanský kras. In J. Kliment (Ed.): *Príroda Drienčanského krasu*, Banská Bystrica, 267–277.
- GAVORA, P. 1999. Akí sú moji žiaci? *Pedagogická diagnostika žiaka*. Práca, Bratislava, 1–238.
- HOCHMUTH, Z. 1975. Drienčanský kras v Slovenskom rudohorí. *Geografický časopis* 27, Bratislava, 282–289.
- KMINIAK, M. 1997. *Environmentálna výchova*. Vysokoškolské skriptá, Prírodovedecká fakulta Univerzity Komenského, Bratislava, 1–94.

# INTEGROVANÝ ENVIRONMENTÁLNY MONITOROVACÍ SYSTÉM JASKÝŇ

*Jana Marikovičová, Jozef Omelka*

MicroStep-MIS, spol. s r. o., Čavojského 1, 841 04 Bratislava; omelka@microstep-mis.com, jana.marikovicova@microstep-mis.com

J. Marikovičová, J. Omelka: Integrated cave environmental monitoring system

**Abstract:** A specialized cave microclimate and hydrologic monitoring system was established in 5 show caves managed by Slovak Caves Administration in 2007. The basic goal was to set up a system which will be able to monitor selected parameters in caves continuously, with automatic data transfer to central database, remote access to data loggers in caves and with a possibility to use it also in caves without electric power supply. Integrated cave environmental monitoring system (ICEMS) is a result of a joint research and development of two partners: Slovak Caves Administration and MicroStep-MIS. ICEMS belongs to key products of MicroStep-MIS. Cave monitoring system is a unique integrated system consisting of permanent and mobile data loggers, communication network, data collection and central database management system. This system consists of sensors measuring different environmental parameters. At the same time the climatic conditions outside the cave are measured. Meteorological stations near cave entrances are included into monitoring system. All the sensors are connected to the data logger which is specially designed for cave environment (high humidity, small size, watertight...). Measured values are stored locally on each logger CF card. The system has two modes of measurement: Standard mode, Micro mode. Standard mode allows measurement every 10 or 60 minutes. Micro mode allows measurement every minute or every 10 seconds. The system further consists of sophisticated data collection, database, data processing and data presentation software. Data Collection application is designed for data collecting from datalogger network. Cave monitoring system is an open one, it can be extended or modified according to customers' requirements. The number of connected sensors can be modified too. One of the main system advantages is the ability of remote control and maintenance.

**Key words:** cave microclimate, cave environment, datalogger, monitoring system, cave hydrochemistry and hydrogeology

## CIELE MONITOROVANIA

V roku 2006 a 2007 bol v piatich turisticky sprístupnených slovenských jaskyniach nainštalovaný špecializovaný mikroklimatický a hydrologický monitorovací systém. Hlavným cieľom bolo sprevádzkovať systém, ktorý by kontinuálne monitoroval vybrané parametre jaskynného prostredia a namerané dáta posielal automaticky do centrálnej databázy. Ďalšou požiadavkou bola možnosť diaľkovej správy systému, t. j. diaľkového prístupu k datalogrom v jaskyniach a možnosť použiť tento systém aj v jaskyniach bez prívodu elektrickej energie.

Z vedeckého hľadiska je monitorovanie mikroklimy v jaskyniach veľmi dôležité pre lepšie poznanie jaskynných geosystémov, určenie antropogénnych vplyvov na zmeny klimatických pomerov v jaskyni, ich stabilitu a možnosť rýchlej regenerácie, a to najmä v sprístupnených jaskyniach.

Hlavnými požiadavkami na funkčnosť systému sú najmä dostatočná kapacita batérií na prevádzku minimálne počas 2 – 3 mesiacov, prepäťová ochrana systému (v prípade

elektrického zdroja napájania), ochrana pred poškodením systému vplyvom bleskov, spoľahlivá funkčnosť snímačov v jaskynnom prostredí s vysokou relatívnou vlhkosťou vzduchu a nízkymi teplotami (v prípade zaľadnených jaskýň) a rozsah merania významný pre prostredie jaskýň.

## SYSTÉM

Integrovaný environmentálny monitorovací systém jaskýň (ICEMS) je výsledkom spolupráce pri výskume a vývoji systému dvoch partnerov, a to Správy slovenských jaskýň a spoločnosti MicroStep-MIS. ICEMS patrí ku kľúčovým produktom spoločnosti MicroStep-MIS. Monitorovací systém jaskýň je špecifický integrovaný systém pozostávajúci zo snímačov na meranie parametrov prostredia, siete stálych a mobilných datalogrov, komunikačnej siete, systému na zber dát, centrálnej databázy a správy systému.

## ŠTRUKTÚRA SYSTÉMU:

- snímače
- datalogre

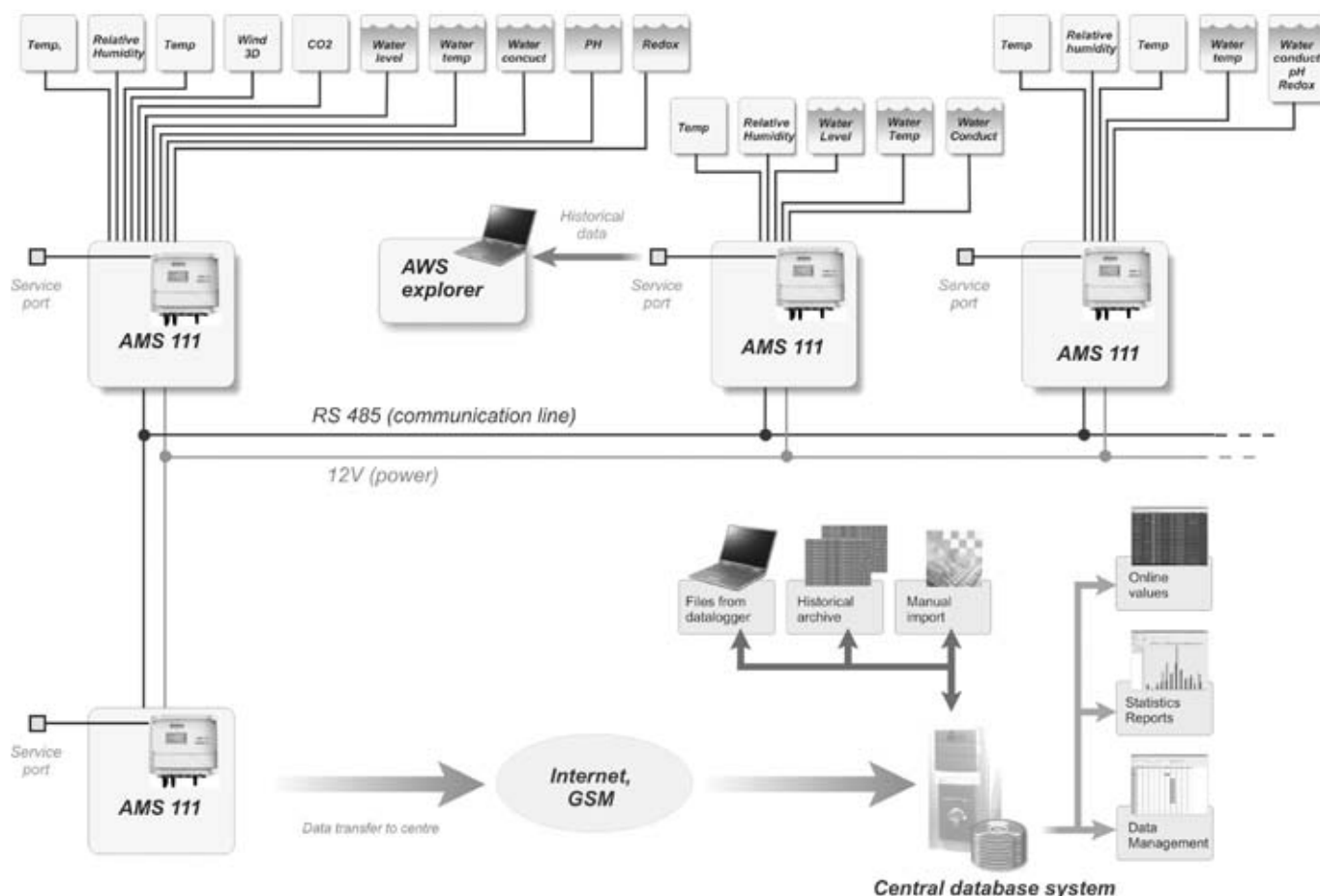
- komunikačná sieť
- zber dát a správa systému
- centrálna databáza

Systém vyvinuli, inštalovali a spravujú MicroStep-MIS a Správa slovenských jaskýň. Vývoj softvéru a hardvéru, ako aj celkové riešenie monitorovacieho systému a jeho integráciu do jednotnej monitorovacej siete zabezpečil MicroStep-MIS.

## Snímače

Do systému sú zahrnuté snímače na monitorovanie týchto parametrov v jaskyniach a ich blízkom okolí:

- teplota vzduchu
- relatívna vlhkosť vzduchu – snímač špeciálne navrhnutý s ohľadom na vysokú vlhkosť v jaskyniach
- teplota horninového plášťa
- rýchlosť a smer prúdenia vzduchu (2D, 3D)
- zrážky
- priesak (drip/drop inlet)
- výpar
- slnečné žiarenie
- atmosférický tlak
- CO<sub>2</sub>



Obr. 1. Schéma zapojenia a fungovania ICEMS  
Fig. 1. Connection and functional scheme of ICEMS

- radón  $^{222}\text{Rn}$  – snímač navrhnutý na jeho kontinuálne meranie
- teplota vody
- kvalita vody – vodivosť, pH,  $\text{NO}_x$ , Cl
- kvalita vody – spektrometrické meranie
- hladina vody

Súčasne s meraním parametrov v jaskyniach prebieha meranie vonkajších klimatických podmienok v blízkosti jaskyne. Do monitorovacieho systému sú zahrnuté aj meteorologické stanice nainštalované v blízkosti vstupov do jaskýň.

#### Dataloger

Dataloger, ku ktorému sú pripojené všetky snímače, je špeciálne navrhnutý pre prostredie v jaskyniach hlavne s ohľadom na vysokú vlhkosť a výhodou sú i pomerne malé rozmery.

Loger má jednoduchú údržbu, malú spotrebu energie, je variabilný a jednoducho nastaviteľný pre rôzne sady snímačov. Všetky namerané hodnoty sa ukladajú lokálne na pamäťovú (CF) kartu. Ukladanie dát nie je limitované vzhľadom na široký výber veľkokapacitných kariet. Priamy prenos dát je možný rôznymi spôsobmi (RS485, WiFi, GSM / GPRS atď.) a zabezpečuje ho centrálny systém.

Monitorovací systém jaskýň je vybavený účinnou prepäťovou ochranou. Systém je škálovateľný – od jednej mobilnej stanice napájanej batériou až po typ národnej monitorovacej siete zahŕňajúcej všetky jaskyne v krajine s výkonným centrálnym systémom.



Obr. 2. Monitorovacia stanica so senzormi teploty a relatívnej vlhkosti vzduchu, kontaktnej teploty vzduch/hornina a teploty horniny v hĺbke 0,20 a 1,20 m (Demänovská ľadová jaskyňa, Veľký dóm). Foto: J. Zelinka  
Fig. 2. Monitoring station with sensors for temperature and relative humidity, contact temperature of air/rock and bedrock temperature in the depth of 0.20 and 1.20 m (Demänovská Ice Cave, Great Dome). Photo: J. Zelinka

Dataloger má štandardné vybavenie, ako napríklad dotykový displej, batéria, externá a interná pamäť, komunikačné rozhranie (RS232, RS485, Bluetooth).



Obr. 3. Meranie pomalých prúdení vzduchu ultrasonickým 3D anemometrom (Dobšinská ľadová jaskyňa, Ľadopád). Foto: J. Zelinka  
Fig. 3. Measuring of slow air movements by ultrasonic 3D anemometer (Dobšinská Ice Cave, Ice-fall). Photo: J. Zelinka

Ďalšie technické parametre datalogra používaného v jaskyniach sú:

- 22 presných diferenciálnych vstupov s rozlíšením 24 bit,
- 12 digitálnych vstupov (0 – 20 V),
- presnosť vyššia ako 1  $\mu\text{V}$ ,
- 5 prídavných analógových vstupov.

Dataloger má možnosť napájania zo siete, hlavnú batériu a záložnú batériu. Má zabudovanú komunikačnú linku RS485 a servisnú linku RS232. Môže byť doplnený GSM modémom. K logru sa môže pripojiť PDA pomocou RS232 servisného kábla alebo cez Bluetooth. Služí na prezeranie a kontrolu aktuálnych dát, konfiguráciu logru, na sťahovanie dát alebo na načítanie konfiguračných súborov logru.

V prístupných jaskyniach sú logre napájané zo siete 230 V. Pre prípad výpadku elektrického prúdu je logger vybavený záložnou batériou, zároveň sa v takomto prípade automaticky vypnú snímače s veľkou spotrebou energie.

Logger má zabudovanú CF pamäťovú kartu s veľkou kapacitou (niekoľko GB – podobne ako USB kľúče). Na kartu sa teda môžu ukladať namerané dáta niekoľko mesiacov. RS232 servisný port slúži na sťahovanie dát a na zmenu konfigurácie logra použitím PDA alebo laptopu.

### Režimy merania

Meranie v jaskyniach je rozdelené na dva základné režimy, a to štandardný a mikrореžim.

Štandardný režim umožňuje meranie každých 10 minút alebo každých 60 minút. V stabilných monitorovacích systémoch využívame štandardný režim v 10-minútových intervaloch. Štandardný režim v 60-minútových intervaloch je určený pre mobilný monitorovací systém.

Mikrореžim umožňuje merať každú minútu alebo každých 10 sekúnd. Tak ako v štandardnom režime je meranie každých 10 sekúnd určené pre stabilné monitorovacie systémy a meranie v 60-sekundovom intervale využívame pre mobilné systémy.

Oba tieto režimy môžu bežať v logri paralelne a nastavenie môže byť zabezpečené zo vzdialeného servera – diaľková správa systému z centra použitím prenosu cez GSM sieť (servisný prístup). Takisto je možné prestaviť intervaly merania.

### Prenos dát a komunikácia

Datalogre nainštalované v jaskyni sú medzi sebou prepojené komunikačným káblom RS 485. Mimo jaskyne, zvyčajne pri vstupe do jaskyne, je osadená meteorologická stanica s datalogrom a GSM modulom. Tento externý dataloger má pripojenie do GSM siete a umožňuje spojenie s centrom (centrálne serverom). To znamená, že slúži na spojenie medzi logrami vo vnútri jaskyne a datacentrom. Spojenie VPN je zabezpečené telekomunikačným operátorom.

### Prevádzka systému a zber dát

Systém pozostáva z premysleného zberu dát, centrálnej databázy a softvéru na spracovanie a prezentáciu dát.

Aplikácia určená na zber dát je navrhnutá s ohľadom na to, že dáta sú zberané zo siete datalogrov. Hlavnou úlohou softvéru (EnvIDB) je:

- automatické spracovanie dát a ich správa,
- integrovanie dát zo zberného systému,
- zabezpečenie kontroly kvality dát,
- správa metadát,
- ďalej spracovávať, distribuovať a publikovať (prezentovať) namerané údaje.

Do centrálnej databázy je možné nainštalovať historické dáta zo starších zariadení alebo dáta z iných monitorovacích systémov, napr. z meteorologickej siete. Tento softvér tiež zabezpečuje vytváranie a správu metadát a spracovanie zozbieraných dát.

Monitorovací systém jaskýň je otvorený typ systému, dá sa modifikovať alebo rozšíriť podľa požiadaviek zákazníka. Je možné tiež meniť počet pripojených snímačov. Ďalšou výhodou systému je možnosť správy celého systému a kontroly na diaľku.

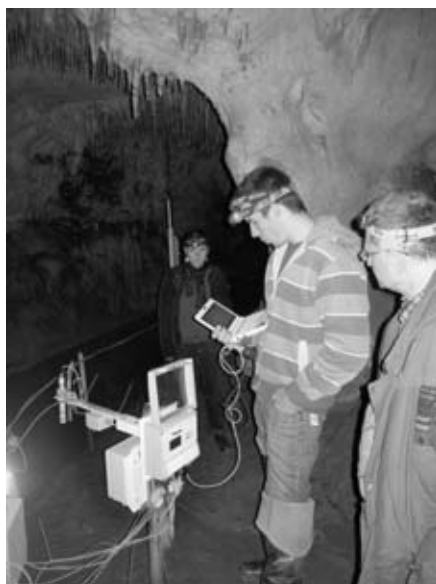


Obr. 4. Zrážkomerná stanica pred vchodom do Dobšinskej ľadovej jaskyne. Foto: J. Zelinka

Fig. 4. Rainfall weather station in front of the Dobšinská Ice Cave. Photo: J. Zelinka



Obr. 5. Dataloger, typ AMS 111  
Fig. 5. Datalogger, AMS 111 type



Obr. 6. Servisné nastavovanie datalogra a kalibrácia senzorov (Jaskyňa Domica, Panenská chodba – meranie teploty a relatívnej vlhkosti vzduchu, CO<sub>2</sub>, smeru a rýchlosti prúdenia vzduchu 2D, výšky hladiny vodného toku a jeho vodivosti). Foto: J. Zelinka

Fig. 6. Service setting of datalogger and sensor calibration (Domica Cave, Panenská Passage – measurement of temperature and relative air humidity, CO<sub>2</sub>, 2D direction and speed of airflow, depth and conductivity of watercourse). Photo: J. Zelinka

Namerané údaje sa automaticky zberajú použitím siete GPRS VPN. Softvér zabezpečujúci zber údajov býva zvyčajne nainštalovaný na serveri v centre Správy slovenských jaskýň. Údaje sa zbierajú automaticky a on-line každých 10 minút, potom sa ukládajú do databázy.

Softvér umožňuje pripojiť sa, resp. vidieť všetky logre nainštalované v jaskyniach. Užívateľ môže vidieť aktuálny stav komunikácie. Najaktuálnejšie správy s dátami, ktoré boli stiahnuté z logra, a dekódované hodnoty je možné sledovať pomocou prehľadovej časti softvéru.

Užívateľ môže meniť a nastavovať mikrореžim a naplánovať automatický štart a koniec mikrореžimu.

### Kontrola kvality

Predtým, ako sa dáta uložia, je nevyhnutné ich predspracovanie, čo znamená dekódovať správy stiahnuté z logra a upraviť ich do požadovanej jednotnej štruktúry. Významnou časťou procesu spracovania nameraných údajov je kontrola kvality dát, pretože je dôležité overiť ich jedinečnosť. Len kvalitné údaje z pozorovaní sú vhodné na ďalšie spracovanie v databáze.

Vyvinutých bolo niekoľko typov kontroly údajov:

- eliminácia duplicitných údajov
- vnútorná kontrola zhody
- porovnanie v rámci intervalov
- porovnanie časových radov s ďalšími pozorovaniami
- manuálne vkladanie údajov a opravy

### SYSTÉMY V PREVÁDZKE

Integrovaný environmentálny monitorovací systém jaskýň je v súčasnosti nainštalovaný v jaskyniach Slovenska, v Čechách a v Slovinsku. Päť stálych a šesť mobilných monitorovacích systémov sa prevádzkuje v týchto slovenských jaskyniach: Demänovská ľadová jaskyňa, Demänovská jaskyňa slobody, Dobšinská ľadová jaskyňa, Gombasecká jaskyňa, jaskyňa Domica.

Jeden stály a jeden mobilný monitorovací systém je v prevádzke v Českej republike v Kateřinské jaskyni.

Jeden stály monitorovací systém je v prevádzke v Slovinsku v Postojnskej jaskyni.

### KONTINUÁLNE MERANIE RADÓNU <sup>222</sup>Rn V JASKYNI DOMICA

V júni 2010 sa začalo kontinuálne meranie radónu <sup>222</sup>Rn v jaskyni Domica. Na meraní radónu v jaskyni sa dohodli a spolupracujú štyria partneri:

- Štátna ochrana prírody SR – Správa slovenských jaskýň, Liptovský Mikuláš,
- Katedra jadrovej fyziky a biofyziky FMFI UK, Bratislava,
- Geofyzikálny ústav SAV, Bratislava,
- MicroStep-MIS, spol. s r. o., Bratislava.

Na kontinuálne meranie radónu sa použil snímač, ktorý zaznamenáva alfa rozpad <sup>222</sup>Rn



v meracej komore. Je nainštalovaný v Panenskej chodbe jaskyne Domica.

Sledovanie objemovej aktivity  $^{222}\text{Rn}$  v ovzduší jaskýň sa vykonáva najmä na zisťovanie zdravotného rizika, ktorému sú vystavení návštevníci, no hlavne zamestnanci jaskýň. Objemová aktivita  $^{222}\text{Rn}$  v ovzduší krasového systému nie je stabilná, mení sa jednak v priebehu roka, počas dňa, jednak vplyvom zmien meteorologických parametrov.

Návštevníci sa zdržujú v jaskyniach krátko, teda ich ožiarenie je len nepatrné. Ročná efektívna dávka turistických sprievodcov a ostatných pracovníkov jaskýň však môže dosahovať vysoké hodnoty, a preto je potrebné a užitočné ju sledovať. Napriek tomu, že horniny v krasových oblastiach obvyčajne obsahujú len nepatrné množstvá rádioaktívnych prvkov, objemová aktivita radónu v ovzduší jaskýň môže nadobúdať vysoké hodnoty, ktoré niekoľkonásobne prekročujú stanovenú maximálnu zásahovú úroveň, a to hlavne v priestoroch s nízkou prirodzenou ventiláciou.

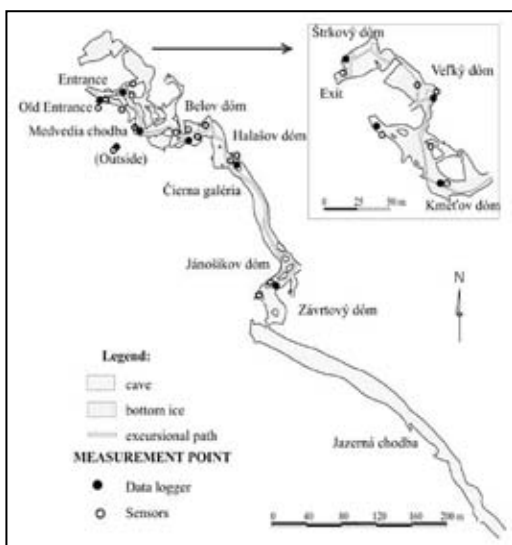
Dlhodobý kontinuálny monitoring poskytuje aktuálnu, nepretržitú a najpresnejšiu informáciu o hodnotách objemovej aktivity  $^{222}\text{Rn}$  v prostredí.

#### MERANIE KVALITY VODY SPEKTROMETRICKY

V septembri 2010 sa začala ďalšia časť výskumu prostredia v jaskyniach – kontinuálne monitorovanie podzemnej rieky Demänovka v Demänovskej jaskyni slobody testovaním nového typu snímača. Testovacie obdobie trvalo od 17. 9. 2010 do 1. 10. 2010.

Počas testovania sa preukázala vhodnosť použitia snímača v jaskynnom prostredí. Snímače pracovali bez potreby úpravy alebo údržby.

V tomto období neboli zaznamenané významné zmeny kvality vody. Povrchová Demänovka vzhľadom na svoju vodozbernú oblasť



Obr. 7. Rozmiestnenie datalogrov a senzorov v Demänovskej ľadovej jaskyni  
Fig. 7. Distribution of dataloggers and sensors in the Demänovská Ice Cave

pomerne rýchlo reaguje na zrážky zvýšením prietoku a zákalu, čo sa následne prejavuje aj v jej podzemnom toku. Preto bolo možné aj napriek krátkej skúšobnej prevádzke identifikovať v podzemí zákalové stavy vodného toku.

#### ĎALŠÍ VÝVOJ SYSTÉMU

Integrovaný monitorovací systém jaskýň sa vyvíja kontinuálne a dopĺňa sa o nové prvky. Napríklad sa aktuálne testuje nový snímač relatívnej vlhkosti vzduchu, vyvinutý špeciálne pre merania v prostredí, kde sa vlhkosť blíži 100 %. Začalo sa testovanie snímača priesaku (drip inlet). Je pripravená integrácia miniradaru a subsystému na sledovanie búrok (bleskov) do jaskynného systému. Prebieha fáza optimalizácie spektrografického merania kva-

lity vody. Pri ďalších inštaláciách systému sa už použijú datalogre novej generácie s mnohými vylepšeniami.

Prenosný meteorologický miniradar je už pripravený na plnú integráciu do systému. Je vhodné ho použiť na:

- detekciu významných búrok, prudkých lejakov (dažd'ov), krupobitia, prietří a pod.,
- krátkodobé predpovede – prognózy na 30 až 120 minút,
- monitorovanie a výstrahy pred lokálnymi extrémami (povodňami),
- regionálne krátkodobé predpovede s ohľadom na bezpečnosť návštevníkov jaskýň, resp. turistov a obyvateľov okolia.

Subsystém na sledovanie búrok a bleskov sa využíva na zisťovanie výbojov za použitia snímača bleskov. Namerané hodnoty sú integrované do databázy ako nebezpečné javy.

#### MICROSTEP-MIS

MicroStep-MIS sa špecializuje na vývoj, výrobu a realizáciu monitorovacích a informačných systémov. Kľúčovými oblasťami aktivít spoločnosti sú: meteorológia, seizmológia, radiačný monitoring, čistota ovzdušia a emisný monitoring, oceánografia, jaskynný monitorovací systém, krízové informačné systémy.

MicroStep-MIS pôsobí v rôznych častiach sveta. Medzi najväčších zákazníkov patria letiská, meteorologické a seizmologické inštitúcie, organizácie životného prostredia, priemysel. Detailné informácie o firme sú uvedené na internetovej stránke [www.microstep-mis.com](http://www.microstep-mis.com).

## MEDZIBALVANOVÉ JASKYNE V KARBONÁTOCH SPIŠA

František Mihál

V časopise Aragonit č. 15/1 z roku 2010 sú podrobne opísané jaskyne označené ako medzibalvanové (Bella a Gaál, 2010). Opisuje sa ich genéza, prostredie i druhy hornín, v akých najčastejšie vznikajú. K celej škále hornín, v ktorých sa spomínané jaskyne vyskytujú, treba doplniť travertíny. Rozhodol som sa preto uviesť niekoľko príkladov takýchto jaskýň.

V regióne Spiša je niekoľko lokalít s výskytom travertínov. Najznámejšie a plošne asi najrozsiahlejšie sú travertíny pri Spišskom Podhradí. Menšie výskyt sú ešte pri Gánovciach, Vyšných Ružbachoch a pri Hranovnici. Z uvedených lokalít v dvoch prípadoch pri Spišskom Podhradí a pri Hranovnickom plese poznáme jaskyne, ktoré môžeme zaradiť k medzibalvanovým typom. Z genetic-

kého hľadiska ich všetky môžeme v zmysle členenia uvedených autorov zaradiť k medzibalvanovým jaskyniam zrútených skalnatých svahov.

V travertínoch poznáme v prevažnej miere iba rozsadlinové jaskyne, vznikajúce rozpadom súvislých travertínových krych a následným kĺzaním oddelených častí na plastickom podloží. Typickou lokalitou s bohatým výskytom takýchto jaskýň je travertínová kopa Dreveník a Spišský hradný vrch. Pri vyššom štádiu rozpadu skalných stien tu vznikajú tzv. skalné mestá. V niektorých prípadoch pri rozpade oddelených blokov a veží vznikajú v nakopených skalných akumuláciách dutiny. Z hľadísk opísaných v spomínanom článku spĺňajú tieto kritériá na travertínovej kope Dreveník tri jaskyne

(Šikmá jaskyňa, Jaskyňa nad lesom a Jaskyňa v závale). Prvé dve sa nachádzajú na južnom okraji Dreveníka, tretia je na jeho východnej strane v akomsi južnom závere skalného mesta Raj. Aj v iných rozsadlinových jaskyniach sa nájdu časti podobného charakteru. V Temnej jaskyni pod Spišským hradom má takýto charakter jej juhovýchodné pokračovanie. V jaskyniach uvádzaných v tomto príspevku však jednoznačne prevládajú medzibalvanové podzemné priestory.

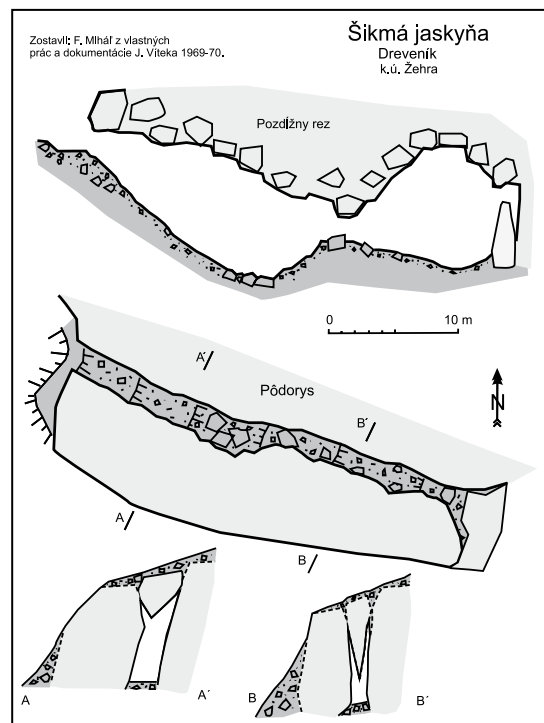
**Šikmá jaskyňa** sa nachádza vo svahu v balvanitej sutine, tesne pod zvislými stenami južného okraja travertínovej kopy Dreveník. V zosunutých travertínových blokoch sa tu vytvorila viac ako 20 m dlhá podzemná dutina (obr. 1 a 2). Od vchodu klesá prudko dole, pričom výška priestoru na dne je asi

5 m a šírka 2 – 2,5 m. Nasleduje krátky výstup a priechod do priestoru medzi zaklínacími balvanmi. Dno je kamenité až hlinito-kamenité. Jaskyňa je známa aj ako archeologická lokalita (Soják, 2007).

Druhou lokalitou je **Jaskyňa nad lesom**. Je na tom istom svahu asi 100 m západne

a asi 50 m nižšie od predchádzajúcej jaskyne. V podstatne miernejšom svahu sa zo zaklínacích a nakopných blokov vytvorila menšia skalná stienka. Úzkou S-J puklinou medzi blokmi (obr. 3) sa dá dostať do širokého medziblokového priestoru s dĺžkou do 40 m a šírkou až 5 m. Výška je 1,5 – 3,0 m. Jaskyňu obja-

vili členovia speleologického klubu Cassovia Pavol Šuster a Peter Šuster. Dno je v prevažne kamenité, menej hlinito-kamenité (obr. 4). Pri prieskume sa tu našlo množstvo kostrových zvyškov zvierat. Väčšinou išlo o lebky kôz. Podzemné dutiny slúžia ako úkryt pre menších predátorov.



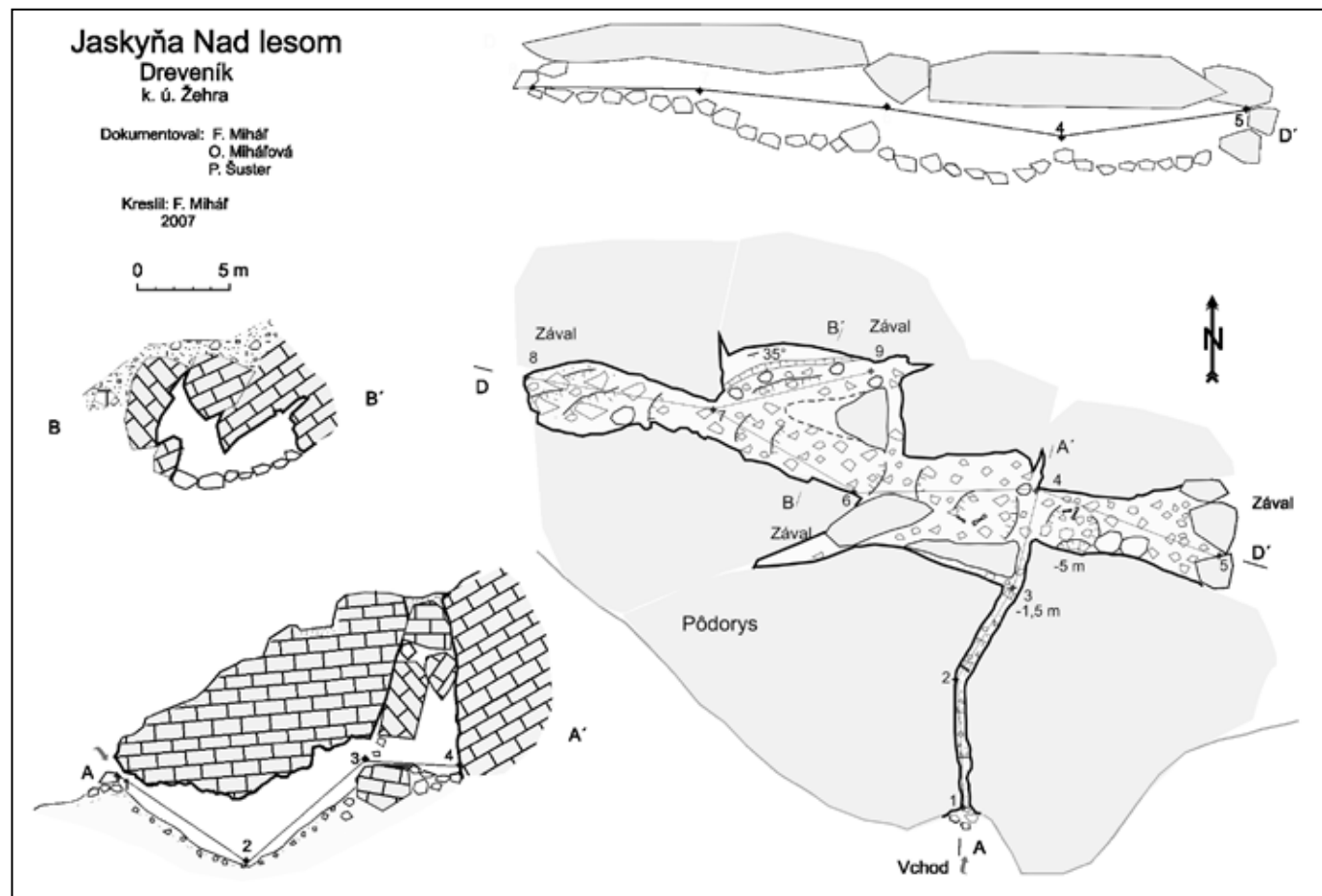
Obr. 1. Plán Šikmej jaskyne



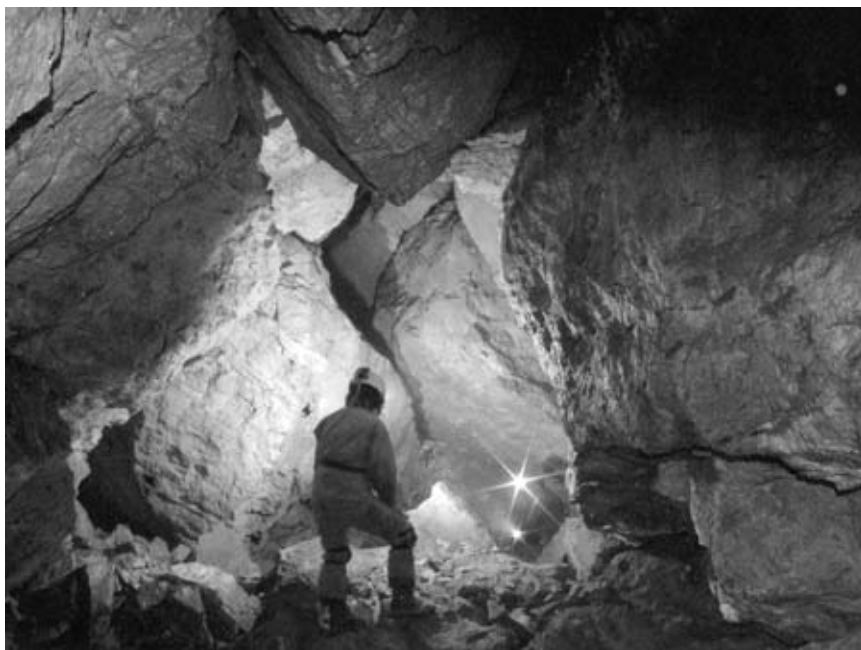
Obr. 2. Morfológia chodby Šikmej jaskyne. Foto: F. Mihál

Poslednou lokalitou pravdepodobne je **Jaskyňa v závale**. Nachádza sa na východnom okraji Dreveníka. V tejto časti vyznievajú súvislé steny a veže skalného mesta Raj a svah tvoria nakopné bloky a balvany. Bohatý machový porast a námraza v zimných mesiacoch svedčia o prítomnosti podzemných dutín medzi nimi. Z priloženého plánu a fotografie (obr. 5 a 6) vidieť, že ide o nevelké dutiny v nakopných balvanoch s dvoma vchodmi.

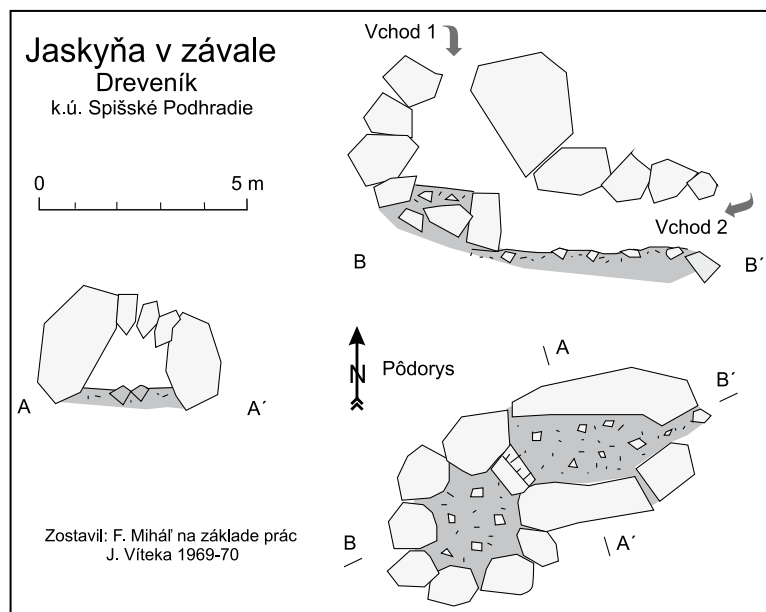
V priestore Dreveníka existujú na viacerých miestach výskyty dutín v nakopných blokoch a balvanoch. K takým by sa dali priradiť aj niektoré bezmenné dutiny, ale aj jaskyne v skalnom meste Peklo, hlavne na jeho západnom okraji.



Obr. 3. Plán Jaskyne nad lesom



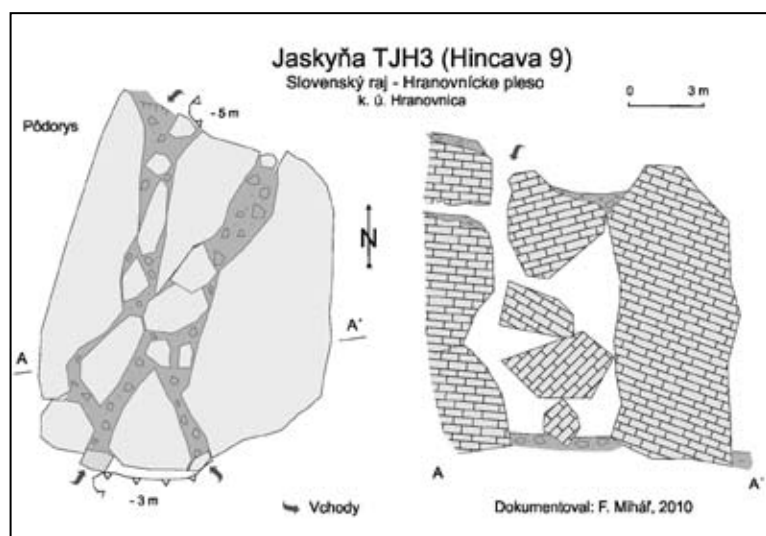
Obr. 4. Medzibalvanová morfológia Jaskyne nad lesom. Foto: F. Mihál'



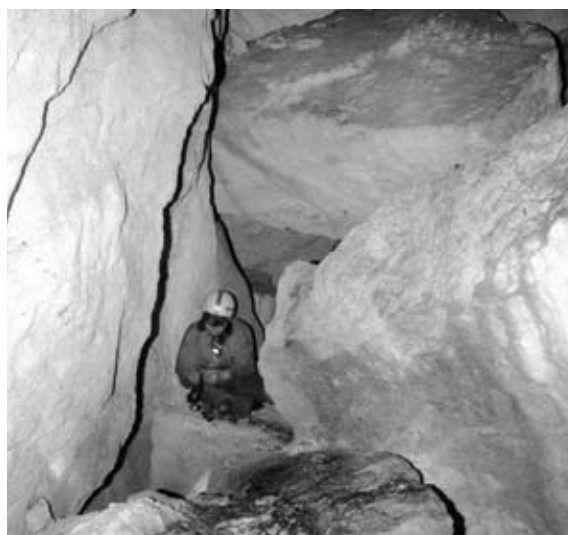
Obr. 5. Mapa Jaskyne v závale



Obr. 6. Medzibalvanová morfológia Jaskyne v závale. Foto: F. Mihál'



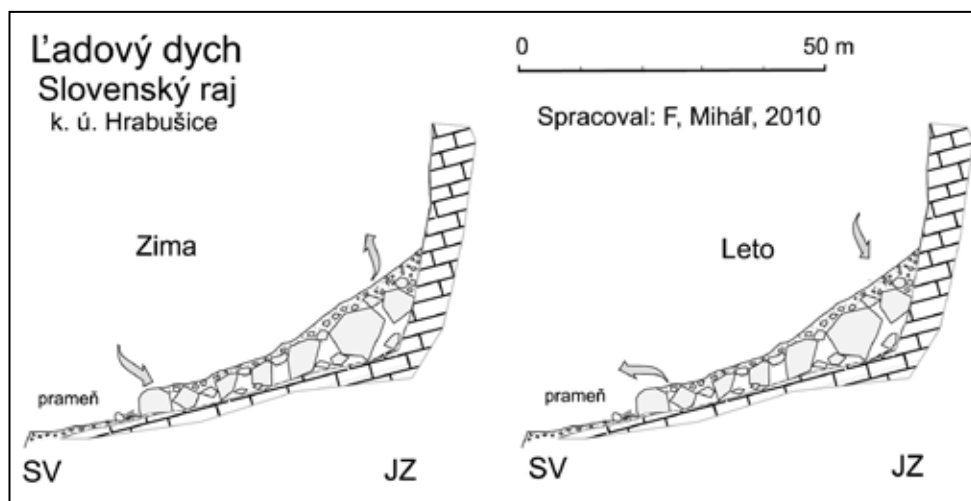
Obr. 7. Plán jaskyne TJH3 (Hincava 9)



Obr. 8. Morfológia jaskyne TJH3 (Hincava 9). Foto: F. Mihál'



Obr. 9. Miesto s ľadovým prievanom v závere bezmennej doliny v Slovenskom raji, ktorá ústi do hrdla Hornádu pri Hrabušiciach. Foto: F. Mihál



Obr. 10. Predpokladaný výskyt medzibalvanových priestorov a charakter prúdenia vzduchu v zimnom a letnom období

Podzemné dutiny pod balvanmi sú známe aj v travertínoch pri Hranovnickom plese. Z viacerých travertínových terás, známych na lokalite, sa jaskyne vyskytujú na najvyššej s názvom Hincava (Mitter, 1979). V prevažnej miere ide aj tu o rozsadlinové jaskyne vznikajúce rozpadom travertínovej kryhy na permskom, resp. karbónskom podklade (Novotný, 1989). Vo východnej časti tejto travertínovej kopy sa vytvorilo oddeľovaním blokov menšie skalné mesto. Práve tu sa nachádza pod nakopenými blokmi podzemná dutina spĺňajúca kritériá medzibalvanovej jaskyne (obr. 7 a 8). Ide o veľmi členitú, nepravidelnú S-J dutinu s dĺžkou asi 15 m a šírkou až 5 m. Jej výška je 1 – 5 m.

Dno je tiež nerovné, tvorené balvanmi. Jaskyňa má niekoľko vchodov. Na južnom okraji sú dva nízke a úzke vchody s charakterom krátkej plazivky medzi balvanmi. Severný otvor je väčší a dá sa ním voľne vstúpiť do podzemia. Do jaskyne sa dá zostúpiť aj zhora priepasťovitým otvorom v balvanoch s hĺbkou asi 5 m. Jaskyňa už pravdepodobne bola predmetom výskumu. Mitter (1979) v týchto miestach travertínovej kopy opisuje tri jaskyne. Z jeho opisu a dokumentácie sa však nedá presne identifikovať, ktoré podzemné dutiny vlastne dokumentoval. Mohla by to byť jaskyňa TJH3 (Hincava 9).

V Národnom parku Slovenský raj je ešte jedna lokalita, ktorá by mohla spĺňať kritériá

tohto typu jaskýň. V závere bezmennej doliny, ktorá ústi do hrdla Hornádu pri Hrabušiciach, je mohutný skalný amfiteáter. Pod vápencovými stenami sú úsypy s výskytom izolovaných balvanov až blokov. Z nich vyteká stály prameň. V jednom mieste nad prameňom vanie v letných mesiacoch spod balvanov ľadový prievan. Preto sa toto miesto nazýva **Ľadový dych** (obr. 9). Zaujímavosťou je, že prievan sa sústreďuje do jedného miesta. Pokus o prienik v smere prievanu bol neúspešný. Nie je tu stabilné prostredie, iba kamenitá sutina a bloky bez pevnej skaly. V zime sa prievan otáča a nasáva naopak vzduch dnu (obr. 10). Ťah je jasný, ale nie taký silný, ako výdych v lete. Jednou z možných vysvetlení takéhoto javu by bolo vyústenie horizontálnej jaskyne so slabým vodným tokom, ktoré môže byť prekryté balvanitou sutinou. Ak má jaskyňa vyššie druhý otvor, mohlo by ísť o klasický pohyb vzduchu s otočením prúdenia v zimných mesiacoch. Sú tu však aj fakty proti. Výdatnosť prameňa nemá veľké výkyvy, čo nehovorí v prospech väčšieho jaskynného systému a pravdepodobne ide o klasický puklinový prameň. Vzduch prúdiaci von spod skaly je veľmi studený (iba okolo 3 °C), čo tiež nepotvrďuje prúdenie vzduchu z jaskyne. Priemerné teploty v jaskyniach Slovenského raja sú okolo 6 °C, a preto podľa zistenej teploty vzduchu môžeme predpokladať skôr ľadový jaskyňu.

Druhou možnosťou by mohla byť existencia medzibalvanových podzemných priestorov (obr. 10). V spodnej časti svahu sú bloky s veľkosťou zhruba 5 × 7 m. Tie tvoria akúsi bariéru, za ktorou je nakopený balvanitý až blokový materiál zo skalných stien nad nimi. Medzi veľkými balvanmi sa tak mohli vytvoriť podzemné dutiny. V skalnej stene je viditeľná poruchová zóna, ktorá je pravdepodobne zdrojom vody. Tá presakuje sutinou a vyvierá až na jej úpäť. V zime dochádza k premrzaniu do veľkej hĺbky a vytvorený ľad sa aj vďaka tomu, že ide o severný svah, uchováva v podzemí po celý rok. Tým možno vysvetliť silný ľadový prievan v letných mesiacoch. Výskyt jemnejšej hlinito-kamenitej vrstvy na povrchu, ktorá vytvára málo priepustný až nepriepustný „koberec“, vysvetľuje koncentráciu prúdenia vzduchu do jedného miesta, do rozsadliny medzi veľkými balvanmi.

## LITERATÚRA

- BELLA, P. – GAÁL, Ľ. 2010. Medzibalvanové jaskyne – terminológia a genetické typy. *Aragonit, Liptovský Mikuláš*, 15, 1, 3–10.
- BELLA, P. – HLAVÁČOVÁ, I. – HOLUBEK, P. 2007. Zoznam jaskýň Slovenskej republiky (stav k 30. 6. 2007). *Liptovský Mikuláš*, 1–360.
- MIHÁL, F. 2004. Významné rozsadlinové jaskyne Dreveníka. *Spravodaj Slovenskej speleologickej spoločnosti, Liptovský Mikuláš*, 2, 23–29.
- MIHÁL, F. 2006. Geologický a geomorfologický výskum NPP Spišský hradný vrch, PP Ostrá hora, PP Sobotisko, Pažice a NPR Sívá Brada. *Záverečná správa, manuskript, Archív Správy NP Slovenský raj, Spišská Nová Ves*, 1–50.
- MIHÁL, F. 2008. Nové objavy v travertínoch pri Spišskom Podhradí. *Spravodaj Slovenskej speleologickej spoločnosti, Liptovský Mikuláš*, 2, 38–40.
- MITTER, P. 1979. Reliéf na travertínoch Slovenska. *Záverečná správa, manuskript, Múzeum slovenského krasu, Liptovský Mikuláš*, 1–170.
- NOVOTNÝ, L. 1989. Krasové javy v travertínoch pri Hranovnickom plese. *Slovenský kras, Martin*, 27, 123–139.
- SOJÁK, M. 2007. Osídlenie spišských jaskýň od praveku po novovek. *Nitra*, 1–177.
- TULIS, J. – NOVOTNÝ, L. 2004. Geologický a geomorfologický výskum NPR Dreveník. *Záverečná správa, manuskript, Archív Správy NP Slovenský raj, Spišská Nová Ves*, 1–47.
- VÍTEK, J. 1972. Formy krasu v travertínoch na Dreveníku u Spišského Podhradí. *Československý kras, Praha*, 23, 99–114.



## ZÁCHRANA PRIEPASTI V KAVEČANOCH (PRIEPASŤ POD CESTOU)

Vladimír Papáč

Priepasť v Kavečanoch bola odkrytá v júli 1992, po predchádzajúcich terénnych úpravách rigolu (odvodňovací žľab) v tesnej blízkosti ľavej krajnice štátnej cesty v smere Košice – Kavečany. Eróznou činnosťou povrchových vôd došlo k rýchlejšiemu rozrušeniu málo stabilných jurských vápencov s vložkami bridlic a nakoniec k prepadnutiu stropu podzemného priestoru. Jaskyňa sa nachádza v k. ú. Košice-Kavečany, okr. Košice I a predstavuje typ priepastovitej jaskyne fluviokrasovo-korózneho pôvodu. Hĺbka celej podzemnej dutiny dosahuje 19 m (Thuróczy, 1993). V tesnej blízkosti otvoru Priepasti v Kavečanoch sa nachádza ešte Kavečanská jaskyňa (iné názvy Smetisko, Jaskyňa pri ceste), ktorej vchod bol objavený zrejme už v 19. storočí pri stavbe cesty. Pôvodný vchod do tejto jaskyne na začiatku 80-tych rokov 20. storočia zasykali, avšak po nejakom čase sa na súkromnom pozemku prevalil jeden z jej komínov a otvoril sa nový vertikálny vstup do podzemných priestorov. Tento vertikálny vstup sa však po dlhotrvajúcich dažďoch začiatkom júna 2010 zavalil.

Odkrytím Priepasti v Kavečanoch, ktorá je na verejnom priestranstve, vzniklo bezprostredné ohrozenie stability cesty a bezpečnosti ľudí. Napriek tomu sa v predmetnej oblasti realizovali len čiastkové riešenia, ktoré iba odďalili problém prepádavania cesty a dočasne zvýšili bezpečnosť cestnej premávky (zúženie vozovky, zníženie povolenej rýchlosti). Priepasť v Kavečanoch neskôr spomína Hochmuth (2002), ktorý uvádza, že lokalita je zasypaná a že mohla pravdepodobne súvisieť s Kavečanskou jaskyňou. Zmena nastala až po ďalšej úprave odvodňovacích žľabov vedľa cesty v roku 2006, kedy sa zväčšil otvor do priepasti. V tom čase bola nad priepasťou kvôli bezpečnosti osadená železná platňa a odvodňovacia rúra. Na ohrozený stav priepasti v Kavečanoch upozornil Správu slovenských jaskýň (SSJ) člen stráže prírody v novembri 2006. Následne dňa 13. 11. 2006 vykonala SSJ spolu so starostom Kavečian Ing. Kupcom terénnu obhliadku lokality. Na základe tejto obhliadky SSJ upozornila listom zo dňa 14. 11. 2006 Obvodný úrad pre cestnú dopravu a pozemné komunikácie Košice na ohrozený stav Priepasti v Kavečanoch. Následne naše upozornenie postúpili Správe komunikácií mesta Košice (ďalej len „SKMK“) ako príslušnému orgánu v predmetnej veci konať. Dňa 28. 11. 2006 bolo na základe upozornenia SSJ zvolané stretnutie a vykonaná ďalšia terénna obhliadka za účasti SKMK, SSJ, spoločnosti Eurovia – Cesty a Piemont stavu. Zo stretnutia sa napísal záznam, v ktorom boli dohodnuté nevyhnutné úpravy (odklonenie zvodidlami a zakrytie otvoru priepasti betónovým poklopom). V zázname je aj uvedené, že je nevyhnutné vypracovať odborný projekt na úpravu cesty. Prípravné práce na projekte sa začali až v júni 2008, kedy mesto Košice požiadalo SSJ o súčinnosť pri vypracovaní projektu. Následne sa 11. 8. 2008 zvolalo pracovné rokovanie na Magistráte mesta Košice. Výsledkom rokovania bol záznam z 15. 9. 2008, v ktorom všetky zúčastnené strany zaujali k uvedenej problematike stanoviská. SSJ konštatovala, že existuje potenciálne riziko prepadnutia komunikácie, a vyslovila zámer zachovať jaskyňu a hľadať vhodné technické

riešenie na jej záchranu. Zároveň odporučila vykonať geofyzikálny prieskum a injektáž predmetného územia. Situáciu v tomto čase zhoršuje nárast individuálnej bytovej výstavby v Kavečanoch a s tým spojený prejazd ťažkých mechanizmov kritickým miestom komunikácie. Pri vypracovávaní projektu bolo potrebné prihliadať na špecifiká jaskyne, pričom statickým prieskumom sa zistilo, že idea riešenia betónovým premostením má vážne chyby, a preto bola táto možnosť vylúčená. Po týchto zisteniach vypracoval statik vo februári 2009 alternatívny projekt stabilizovania podložia a čiastočného vyplnenia vstupnej priepasti syntetickou živinou zn. URETEK. K uvedenému projektu bolo dňa 5. 3. 2009 zvolané pracovné rokovanie na Magistráte mesta Košice, kde sa za prítomnosti zástupcov mesta Košice, firmy URETEK, SSJ a projektanta (dodávateľ syntetickej živice) dohodla sprievodná a technická správa k projektu. Táto správa (zo dňa 12. 3. 2009) obsahovala podrobne špecifikované požiadavky jednotlivých strán, grafické prílohy a etapovito rozdelený postup prác pre jednotlivých dodávateľov. Postup prác bol v tomto prípade veľmi dôležitý, pretože na začiatku prác sa muselo veľmi opatrne otvoriť ústie priepasti, aby nedošlo k jej zavaleniu. Dňa 22. 4. 2009 poslalo mesto Košice žiadosť o vyjadrenie k projektu na Krajský úrad životného prostredia v Košiciach. K uvedenému projektu sa SSJ kladne vyjadrila listom zo dňa 7. 5. 2009. Následne niekoľko mesiacov trvali úkony na vydanie územného rozhodnutia a stavebného povolenia. Práce na záchrane Priepasti v Kavečanoch sa začali začiatkom júna 2010, kedy po dlhotrvajúcich dažďoch bolo možné spustiť samotnú realizáciu, ktorú v plnej výške hradil Magistrát mesta Košice. Vo vstupnej priepasti sa tak osadili plastové rúry s priemerom 1100 mm v celkovej dĺžke 8 m a priepasť vyplnili syntetickou živinou zn. URETEK. V tomto čase vrcholili práce v okolí vchodu, kde postavili betónový oporný múr a vybudovali nové odvodňovacie žľaby.

Uvedené riešenie vzniklo po početných rokovaníach a kompromisoch medzi Magistrátom mesta Košice, projektantom a speleológmi a javí sa ako najvýhodnejšie, pretože namiesto ťažkej betónovej výplne sa zvolila metóda spevnenia pomocou ľahkej hmoty, ktorou je syntetická živica. Toto špecifické riešenie sa medializovalo aj v tlači a televízii. Po týchto úpravách bude možné túto poslednú prístupnú podzemnú lokalitu v meste Košice bezpečne navštíviť a odborne aj speleologicky skúmať.

### LITERATÚRA

- HOCHMUTH, Z. 2002. Kavečanská jaskyňa. *Spravodaj Slovenskej speleologickej spoločnosti*, 33, 4, 15–16.  
 THURÓCZY, J. 1993. Priepasť v Kavečanoch. *Spravodaj Slovenskej speleologickej spoločnosti*, 24, 1, 23–25.



Obr. 1. Prepádnutý otvor Priepasti v Kavečanoch, začiatok júna 2010. Foto: V. Papáč



Obr. 2. Inštalovanie plastových rúr v Priepasti v Kavečanoch, začiatok júla 2010. Foto: V. Papáč



Obr. 3. Stav okolia Priepasti v Kavečanoch pred dokončením, 13. 8. 2010. Foto: V. Papáč

## DOBUDOVANIE VSTUPNÉHO AREÁLU DOBŠINSKEJ ĽADOVEJ JASKYNE

Jozef Peška

Do budovaním vstupného areálu Dobšinskej ľadovej jaskyne s cieľom skultúrnenia prostredia pre návštevníkov a umocnenia dojmov z návštevy tejto národnej prírodnej pamiatky a svetového prírodného dedičstva UNESCO sa vedenie Správy slovenských jaskýň začalo zaoberať ešte v roku 2006.

Prípravná predrealizačná fáza, t. j. projektová dokumentácia na územné a stavebné konanie i stavebné povolenie, mohla čerpať zo skúseností z už zrealizovaných areálov, ich technologických súborov, technických postupov i plánov organizácie výstavby Harmaneckej a Belianskej jaskyne. Projektovú dokumentáciu vypracovala Projekta, v. d., Liptovský Mikuláš.

Samotná dokladová časť predstavovala 47 vyjadrení, stanovísk, rozhodnutí a výnimiek od právnických a fyzických osôb, orgánov a organizácií dotknutých budúcou výstavbou. Samostatnú kapitolu tvorilo majetkovoprávne vysporiadanie výstavbou dotknutého územia, ktoré je zaradené do najvyššieho stupňa ochrany prírody. Územným rozhodnutím z 12. 3. 2007, vodoprávnym povolením z 8. 4. 2008 a stavebným povolením z 10. 4. 2008 bola zavŕšená prípravná fáza výstavby. Uvažovaná budúca výstavba – líniová stavba prechádza cez dve katastrálne územia – Stratená a Dobšiná v dĺžke 1025 m s prevýšením 137,5 m.

Stavbu „Dobudovanie areálu Dobšinskej ľadovej jaskyne“ tvoria tieto stavebné objekty:

- objekt hygienických zariadení a čistiarne odpadových vôd,
- prístrešok na oddych,
- prístupový chodník a úprava spevnených plôch,
- búranie pôvodných suchých WC,
- úprava vstupu do jaskyne,
- čerpacia stanica, vodovod, vodojem,
- odpad z čistiarne odpadových vôd – potrubné rozvody,
- úprava elektrickej prípojky nízkeho napätia.

Najdôležitejšie v tom období bolo doriešenie a legalizácia napojenia na vodný zdroj „Sedem prameňov“, ktorý bol z hľadiska technického i ochranných pásiem v značne devastovanom stave, a zabezpečenie financií na stavbu. Ministerstvo životného prostredia Slovenskej republiky schválilo žiadosť o nenávratný finančný príspevok zo štrukturálnych fondov Európskej únie na projekt „Zlepšenie infraštruktúry ochrany prírody a krajiny v areáli Dobšinskej ľadovej jaskyne“ dňa 14. 8. 2008.

Proces verejného obstarávania stavby sa zavŕšil komisionálnym výberom zhotoviteľa – firmy Akord, a. s., Námestovo, ktorá najlepšie z uchádzačov splnila zadanie podmienky a jej ponuka bola cenovo najvýhodnejšia. So zhotoviteľom bola uzatvorená zmluva o dielo na necelých 803 tis. € vrátane DPH s dobou výstavby od 15. 8. 2008 do 30. 11. 2010.

Technologický súbor – zabezpečenie areálu pitnou vodou z pôvodnej akumulácie nádrže „Sedem prameňov“ Dobšinská ľadová

jaskyňa“ vytvára prvú najdôležitejšiu podmienku funkčnosti vstupného areálu – zdroj pitnej vody. Prepojením tohto zdroja s trojkubikovou vyrovnávacou nádržou v novovybudovanej čerpacej stanici, kde je umiestnená podstatná časť technológie, sa voda vytlačá výkonným horizontálnym čerpadlom Vogel cez predizolované potrubie HD PE do vodojemu s kapacitou 3 m<sup>3</sup>, ktorý je umiestnený v objekte nad prevádzkovou budovou vstupného areálu. Odtiaľ sú samospádom zásobované všetky spotrebne miesta sociálnych zariadení a prevádzkovej budovy. Pri naplnení vodojemu sa cez oznamovacie vedenie automaticky vypne čerpadlo. Na tento systém je napojená aj požiarňa voda, vyústená v nadzemnom hydrante na ploche areálu. Pre zimnú prestávku, keď Dobšinská ľadová jaskyňa je pre návštevníkov zatvorená, slúži na zabezpečenie nevyhnutnej hygieny príručná nádrž na úžitkovú vodu.

Druhou najdôležitejšou podmienkou funkčnosti vstupného areálu je čistiareň produkovaných odpadových vôd s kanalizačnou prípojkou. Prítok odpadových vôd zo sociálnych zariadení a prevádzkovej budovy je vnútorným kanalizačným potrubím sústredený do čerpacej šachty, odkiaľ sa splašky dostanú výtlakom do samotnej biologickej čistiarne odpadových vôd typu BCTS 5A. Ide o kompaktnú plastovú

čerpaciu šachtu späť do čistiarne. Zahustený kal sa po naplnení kalojemu odváža fekálnym vozidlom na likvidáciu.

Objekt hygienických zariadení a ČOV slúži samostatne pre návštevníkov, zvlášť pre mužov a pre ženy, a samostatne pre zamestnancov. V objekte sa nachádza aj miestnosť pre čistiareň odpadových vôd. Miestnosti s vyšším štandardom spĺňajú všetky technické a hygienické normy. Vykurované sú podlahovým kúrením, je zabezpečené nútené vetranie miestností.

Stavba hygienických zariadení je založená v nestabilnom násypovom svahu, pod ktorým sa nachádza súvislý skalný masív. Terénny zárez pre tento objekt a jeho stabilizácia zo statickej stránky sa zrealizovali netradičným spôsobom, keďže uvedený násyp zafažovala ešte pôvodná prevádzková budova. Hrozilo, že pri odtrhnutí násypovej časti a jej posune po klznej časti skalného masívu nastane deštrukcia celého pôvodného vstupného areálu.

Bolo zrealizované zachytávanie svahu smerom zhora nadol v troch etážach. Navŕtané zvislé oceľové pilóty s ukotvením až do skalného podlažia tvoria základ statickej stability. Vykonal sa odkop prvej etáže s privarením valcovaných profilov, ktoré spájali jednotlivé zainjektované pilóty. Na valcovaných profiloch boli prichytené zavŕtané šikmé klinec,



Budovanie oporného múra a hygienických zariadení. Foto: J. Peška

obdĺžnikovú nádrž, v ktorej je priehradkami vytvorený stupeň denitrifikácie, nitrifikácie a separácie. Vyčistená odpadová voda odtiek gravitačne kanalizačným predizolovaným potrubím v spoločnej ryhe pre všetky inžinierske siete cez pretlak popod štátnou cestou do vodohospodársky významného recipientu Hnilec. Prebytočný kal z biologickej jednotky sa dostáva do kalojemu umiestneného v teréne pred miestnosťou čistiarne odpadových vôd. Kalová voda odtiaľ ide cez



Objekt prečerpávacej stanice. Foto: J. Peška



Prevádzková budova s dobudovaným prístreškom a terasou pred vchodom do jaskyne. Foto: J. Peška

ktoré sa tiež zainjektovali. Na takto vytvorenú etáž sa privarila kari-rohož a vykonala betónáž prvej časti oporného múru. Potom sa odkopala druhá etáž s podkopaním oporného múru z prvej etáže a obnovením zvislých pilót. Proces sa opakoval až do dosiahnutia základovej škáry objektu. Týmto spôsobom sa v nestabilnom svahu vytvoril zemný zárez a súvislý oporný múr, odvodnený v troch vrstvách. Následne sa pristúpilo vo výkopovej jame – záreze k pilotáži vlastných základov stavby: výkopu a zabetónovaniu základových pásov. Táto časť stavby bola technicky najnáročnejšia a vyžadovala úzku a koordinovanú spoluprácu všetkých zainteresovaných – zhotoviteľa, jeho subdodávateľa, projektanta i stavebného dozoru.

Vybudovaním objektu sa vytvoril oveľa väčší priestor terasy pre rozptýl návštevníkov, keďže strecha sociálnych zariadení zároveň dotvára pochôdznu terasu s možnosťou odpočinku. Prístup do sociálnych zariadení a čistiarne odpadových vôd zabezpečuje chodník v obchvate, ktorý je prepojený na pôvodný prístupový chodník cez rampu a pôvodnú prístupovú cestu cez spevnenú plochu.

Druhá, nižšie položená úroveň terasy napravo od vstupu do jaskyne plynulo nadväzuje na spevnený chodník a graduje k najvyššiemu miestu, kde na kamennom výčnelku boli pô-

vodne suché WC a žumpa; tie sa odstránili. Na tomto mieste v tvare poloblúka sú umiestnené drevené stĺpy a vejárovite uložené krokvy – vytvárajúce strechu prístrešku pre návštevníkov na oddych. Základnými materiálmi sú drevo a prírodný kameň, ktoré zapadajú do prírodného prostredia.

Ďalším vybudovaným objektom je úprava vstupu do jaskyne. Je tu vytvorený zastrešený priestor chrániaci návštevníkov pred nepriazňou počasia. Vytvára koridor pre pohyb sprievodcov, návštevníkov, ktorí vychádzajú z jaskyne alebo čakajú na vstup do nej. Súčasťou prebudovaného vstupu je aj zvýraznenie vstupu formou jednoduchej klopáčky, kde z konštrukcie veže visia dva opracované trámy ako symbol vstupu do podzemia. Všetky konštrukcie vstupu sú tiež realizované tak, aby v maximálne možnej miere bol zachovaný prírodný charakter stavby, a tomu je prispôbená aj voľba materiálov – prírodný kameň a drevo. Prírodným kameňom sú obložené všetky oporné múry, prístupové chodníky i terasy.

Súčasťou projektu boli aj revitalizačné práce ochrany prírody a krajiny, určenie ochranného pásma I. a II. stupňa a dodatočná kolaudácia vodného zdroja v spolupráci s mestom Dobšiná. Postavila sa nová prístupová cesta k jaskyni s odvodnením a opravil prístupový chodník.

Preberacie konanie stavby sa skončilo dňa 28. 1. 2010 – 10 mesiacov pred zmluvne dohodnutým termínom ukončenia 30. 11. 2010. Umožnili to zvýšené úsilie zhotoviteľa, dobrá spolupráca s nižšími dodávateľmi, projektantmi a stavebným dozorom; pritom sa odsúhlasilo a zrealizovalo 27 dôvodových správ na zmeny, ktoré vyvolali rôzne príčiny, a rozpočet sa pre práce navyše zvýšil o 117 tis. € s DPH. K skráteniu výstavby významne prispela zmena trasy dopravy zásobovania stavby materiálmi a technológiami v rámci plánu organizácie výstavby, ktorá odstránila križovanie technológií výstavby inžinierskych sietí, prísunu komponentov na stavbu a pohybu návštevníkov. Rozhodnutím o dočasnom užívaní zo dňa 6. 5. 2010 sa na jednu sezónu uskutočnila skúšobná prevádzka vodných stavieb. V súčasnom období sa vyhodnocuje s cieľom návrhu na trvalú prevádzku od sezóny roku 2011.

Kolaudačné rozhodnutie vydal Spoločný stavebný úrad mesta Dobšiná dňa 12. 5. 2010. Stavba bola financovaná zo štrukturálnych fondov Európskej únie. Spríjemňuje oddych milovníkov prírodných krás a pamiatok svetového významu a je dôkazom umne spojeného fenoménu techniky a ochrany prírody. Preto patrí poďakovanie všetkým, ktorí sa o toto dielo pričínili skutkami, profesionalitou a obetavosťou.

## MALÁ STANIŠOVSKÁ JASKYŇA V NÍZKYCH TATRÁCH JE ROK SPRÍSTUPNENÁ

*Peter Holúbek*

Stanišovské jaskyne patrili od nepamäti k najväčším, ale aj najľahšie dostupným jaskyniam v Liptove. Nachádzajú sa na začiatku Jánskej doliny v pravostrannej Stanišovskej dolinke. Väčšia, známejšia a dnes viac ako 3 kilometre dlhá Stanišovská jaskyňa sa nachádza 20 metrov západne od menšej lokality, s ktorou nie je speleologicky prepojená a zaužíval sa pre ňu názov Malá Stanišovská jaskyňa. Má podobný charakter, jej hlavná

chodba s profilom 3 × 6 metrov má však dĺžku iba 200 metrov. Obe jaskyne sa nachádzajú v ľahko prístupnom teréne 5 kilometrov od hlavnej cesty spájajúcej Liptovský Hrádok s Liptovským Mikulášom. Z Liptovského Jána trvá cesta k nim iba necelú hodinu chôdze a navyše rozmerné vchody sú situované výškovo iba okolo 30 metrov nad riekou Štiavnica, ktorá odvodňuje Jánsku dolinu. Časté návštevy v minulosti dokazujú značne

zdevastované pozemné priestory a početné nápisy na ich stenách, ale aj zmienky v literatúre; doteraz najstarší známy pochádza zo 17. storočia.

**Z histórie stanišovských jaskýň.** Na prelome 19. a 20. storočia sa začína záujem o Stanišovskú jaskyňu zvyšovať, vzniká jej prvá známa mapa a vedecký opis. Po vzniku Československa v roku 1918 a objave Jaskyne slobody v roku 1921 sa dostáva do väčšej pozornosti



Prevádzková chata Malej Stanišovskej jaskyne. Foto P. Holúbek

nielen zo strany turistov, ale aj ziskuchtivcov, ktorí tu hľadali zdroj obohatenia napríklad ťažením sintrovej výzdoby. V roku 1923 sa jaskyňa kvôli ochrane uzatvorila vybudovaním kamenného múru a uzamykatelnými oceľovými mrežami. Z tohto obdobia sú známe prípady prekonania uzáveru a vniknutia do podzemia. Uvedomujúc si význam stanišovských jaskýň už v roku 1926 Klub československých turistov zastúpený Aloisom Lutonským uzavrel s komposesorátom v Smrečanoch na 20 rokov *prenájomnú zmluvu* na pozemky, na ktorých sa jaskyne nachádzali. Jaskyne však vtedy neboli sprístupnené pre verejnosť a z tohto obdobia nám nie sú známe ani žiadne snahy, ktoré by mali viesť k prácam na ich sprístupnení; azda v tom bolo aj trochu špekulácie. Roku 1949 uzavrela Slovenská speleologická spoločnosť zastúpená F. Klimáčkom ako podpredsedom a V. Benickým ako tajomníkom spoločnosti novú zmluvu s majiteľmi pôdy v Smrečanoch, a to na ďalších 20 rokov. Ani vtedy sa však nezačalo s prácami na sprístupnení. Na začiatku 70. rokov minulého storočia vznikol na pôde Správy slovenských jaskýň v Liptovskom Mikuláši projekt na turistické sprístupnenie Stanišovskej jaskyne, ktorý sa však tiež ne realizoval. Z ústneho podania návštevníkov jaskyne, majiteľov nehnuteľností v blízkosti sa tak stalo preto, lebo významný funkcionár z Liptovského Mikuláša, ktorý mal na starosti výstavbu v okrese, vlastnil neďaleko chatu a neželal si, aby mu okolo nej chodili návštevníci. Prostredníctvom známostí zabezpečil negatívne stanovisko od Severoslovenských vodárň a kanalizácií, čím sa realizácia projektu zastavila. Jaskyne v tomto období spravovali členovia Slovenskej speleologickej spoločnosti z OS Liptovský Mikuláš, ktorí sa starali aj o údržbu dverí vo vchode do Stanišovskej jaskyne, ktoré občas neznámi návštevníci násilne otvorili. Okrem exkurzných návštev sa tu významnejšie speleologické práce nevykonávali. Iba v Malej Stanišovskej jaskyni sa v roku 1985 z iniciatívy F. Bernadoviča, predsedu OS L. Mikuláš, uskutočnil čerpací pokus v koncovom jazere (Bernadovič, 1996).

**Súvislosti a okolnosti vedúce k sprístupneniu Malej Stanišovskej jaskyne.** Po spoločenských zmenách v roku 1989 sa začali viacerí uvedomovať turistický potenciál Stanišovskej

Mikuláš sa začali na začiatku 90. rokov minulého storočia o uzáver Stanišovskej jaskyne starať postupne členovia Speleoklubu Nicolaus. V tomto období sa totiž zaznamenali časté prípady vylomenia uzáveru a vyburania múru v okolí dverí alebo steny jaskyne a stávalo sa, že bola aj niekoľko týždňov voľne prístupná pre každého, kto sa v tejto oblasti pohyboval. Okrem toho sa jaskyniari starali aj o čistotu podzemia neuzatvorenej Malej Stanišovskej jaskyne.

Niekedy v roku 1993 sa začali v Jánskej doline dlhodobé aktivity jaskyniarov z klubu Speleopotápači-východ z Prešova. Venovali sa najmä dokumentácii jaskyne zlomísk, dokumentácii a sprístupňovaniu neprístupných častí v Novej Stanišovskej jaskyni a nakoniec aj komplexnému zameraniu Stanišovskej jaskyne, ktoré bolo spojené s rozsiahlymi výkopovými prácami v závele na jej severnom ukončení. V októbri roku 1994 sa uskutočnil v Jánskej doline meračský kurz. Jeho výsledkom bola aj mapa Malej Stanišovskej jaskyne, ktorú publikoval F. Bernadovič v príspevku o čerpacom pokuse. Počas častých pobytov na chate pri Stanišovskej jaskyni sa získal obraz o tom, kto a prečo chodí k tamjším jaskyniam. Časť návštevníkov tvorili hostia z hotelov a penziónov, ktorým na recepciách odporučili návštevu neuzavretej jaskyne v Stanišovskej dolinke. Väčšina z nich sa pri zamurovanom otvore Stanišovskej jaskyne otočila a išla ďalej, nevediac o existencii neuzavretej Malej Stanišovskej jaskyne. Inú skupinu návštevníkov tvorili miestni obyvatelia, ktorí poznali situáciu a vedeli, že ak nenájdu vylomený vchod do Stanišovskej jaskyne, môžu si prezrieť aspoň Malú Stanišovskú jaskyňu. Ďalší boli náhodní návštevníci, ktorí sa k jaskyniam dostali po vyšliapanom chodníku, keď zišli z turistického chodníka, časť návštevníkov tam išla cielene podľa turistického mapy, v ktorej bola zaznačená poloha jaskyne. Pre zníženie počtu návštevníkov, a teda aj lepšiu ochranu Stanišovskej jaskyne sme z iniciatívy Z. Hochmutha premiestnili turistický smerovník z blízkosti mosta cez Štiavnicu k ceste vedúcej Stanišovskou dolinkou. Z. Hochmuth ako syn známeho ružomberského turistu a značkára turistických chodníkov pomôckami svojho otca premaršoval žltú turistickú značku vedúcu tadiaľto

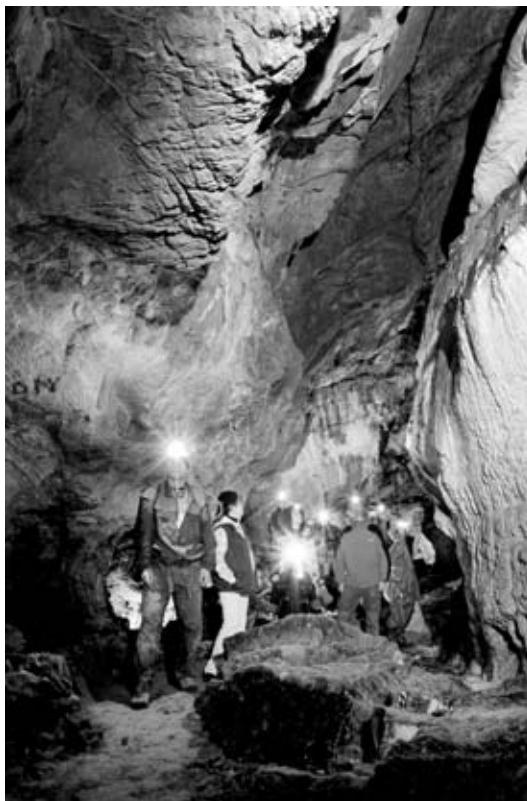
jaskyne ako lokality v blízkosti hotelov a turistických chat v Jánskej doline. Podľa vzoru horskej vodcovskej služby sa aj tu začalo s vodcovskou činnosťou v jaskyniach, ktorá však nemala oporu v zákone. Správa slovenských jaskýň roku 1993 v spolupráci s políciou pristihli pri tejto nelegálnej činnosti jaskyniara neorganizovaného v Slovenskej speleologickej spoločnosti. Pre slabnúcu aktivitu jaskyniarov z OS Liptovský tak, aby návštevník prechádzal čím ďalej od chodníka smerujúceho k jaskyni. Priviezol aj zvärača z Prešova, ktorý opravil značne poškodený uzáver jaskyne, a jaskyniari z SK Nicolaus zabetónovali a zamurovali diery v múre. Po týchto úpravách a častých pobytach na chatke, najmä R. Jastrabíka, vtedajšieho člena SK Nicolaus, ktorý s priateľmi sondaľoval po roku 2000 na viacerých miestach v Stanišovskej a Malej Stanišovskej jaskyni, sa značne obmedzili násilné vniknutia do podzemia a stávalo sa, že aj niekoľko mesiacov sa do jaskyne nik násilne nedostal. Ani tieto opatrenia však nezabránili ubytovaným návštevníkom pohybovať sa v okolí jaskyne a mnohí z nich sa od nás dožadovali vstupu do podzemia. Niekedy v roku 2001 sa pokúsil člen SK Nicolaus I. Kráľ neúspešne získať na Správu slovenských jaskýň ústny súhlas na aktivity, ktoré by viedli k sprístupneniu jaskyne. Medzi jaskyniarmi z SK Nicolaus sa o tom rozprúdila živá diskusia, z ktorej vyplynulo, že väčšina aktívnych jaskyniarov bola v tomto období proti sprístupneniu.

V nasledujúcom období sa začal zvyšovať tlak hotelierov a ľudí, ktorí poskytovali ubytovanie v Liptovskom Jáne a okolí, na návštevu jaskyne. Členovi SK Nicolaus bývajúcemu v L. Jáne dokonca niekoľkokrát priamo ponúkli možnosť vodiť svojich klientov za poplatok do jaskyne. Bolo čoraz jasnejšie, že je len otázku času, keď niekto Stanišovskú jaskyňu ako atrakciu jaskyne doliny sprístupní. Pomaly dozrievala v hlavách jaskyniarov z SK Nicolaus myšlienka pokúsiť sa sprístupniť Malú Stanišovskú jaskyňu. Roku 2007 poslal na Správu slovenských jaskýň žiadosť o sprístupnenie Stanišovskej jaskyne nezaradený člen Slovenskej speleologickej spoločnosti D. Haršaník, ktorý sa s jaskyniarmi z Prešova podieľal na výkopových prácach na severnom konci jaskyne. Pretože Stanišovskú jaskyňu v zmysle platnej legislatívy nebolo možné prenajať, dostal zamietavé stanovisko. Po návštevách u R. Košča a J. Stankoviča, ktorí už prevádzkujú iné jaskyne, a po zvážení všetkých pre a proti sme sa po diskusii rozhodli v októbri roku 2007 podať ako SK Nicolaus *Žiadosť o legalizáciu návštev Malej Stanišovskej jaskyne verejnosťou*. V tomto období sme tu začali vykonávať prieskumné aktivity, ktoré viedli k objavom menších chodieb v dĺžke viac ako 100 metrov. Po nezamietavej odpovedi zo Správy slovenských jaskýň z 8. 11. 2007 sme začali pracovať na Zámere sprístupnenia Malej Stanišovskej jaskyne. Zámer sme vypracovali a podali po opravách spolu s podporným stanoviskom obce Liptovský Ján a súhlasom majiteľov pozemkov zo Smrečian, na ktorých sa nachádza vchod do Malej Stanišovskej jaskyne. Pod zámerom bol podpísaný Peter Holúbek, pretože po negatívnych skúsenostiach z iných klubov sme sa rozhodli, že o vydanie povolenia na prevádzkovanie jaskyne nepožiadala SK Nicolaus, ale fyzická osoba s podporou speleoklubu. Po zvážení všetkých skutočností sme sa rozhodli, že nakoniec celú agendu prevezme P. Vaněk, aby sme predišli prípadnému konfliktu záujmov. Po odovzdaní zámeru s prílohami 8. 4. 2008 dostal P. Vaněk 28. 4. 2008 od Správy slovenských jaskýň *Stanovisko k zámeru sprístupnenia a ku sprí-*



stupneniu Malej stanišovskej jaskyne. V stanovisku sa uvádzalo, že SSJ súhlasí so sprístupnením za dodržania 17 podmienok. Od tohto okamihu sme verili, že naše úsilie nebolo vynaložené nadarmo. V zmysle pravidiel pre verejné obstarávanie vyšiel roku 2008 v Hospodárskych novinách inzerát, v ktorom sa uvádzalo, že štát ponúka do prenájmu Malú Stanišovskú jaskyňu. Do termínu stanoveného v inzeráte sa nik neprihlásil, a tak po dlhšom čase, pod ktorý sa azda podpísali výmeny na poste ministra, sa dňa 25. 5. 2009 uzavrela Zmluva o nájme jaskyne. Zmluvu podpísali za Štátnu ochranu prírody jej vtedajší riaditeľ A. Vidra, V. Turský ako minister životného prostredia a P. Vaněk ako nájomca a začala platiť od 1. júna 2009. Dňa 6. 8. 2009 sme na Obvodný bankský úrad v Banskej Bystrici doručili žiadosť o vydanie stanoviska k sprístupneniu Malej Stanišovskej jaskyne. Bola to pomerne náročná úloha, pretože išlo o materiál, pod ktorý sa musel podpísať certifikovaný bankský projektant a súčasťou musela byť mapa spracovaná hlavným bankským meračom. Našťastie sme našli v Prahe a Košiciach ľudí, ktorí splňali tieto podmienky a boli ochotní venovať svoj čas ich spracovaniu. Po splnení všetkých náležitostí sme sa dňa 15. 12. 2009 dočkali Vyhlášky Krajského úradu životného prostredia v Žiline o Návštevnom poriadku prírodnej pamiatky Malá Stanišovská jaskyňa, ktorá nadobudla účinnosť 15. januára 2010, čo je aj deň oficiálneho otvorenia jaskyne pre verejnosť. Dňa 23. marca 2010 sme za účasti starostu obce Liptovský Ján, majiteľov pozemkov zo Smrečian, vedenia a členov Slovenskej speleologickej spoločnosti, zástupcov Správy slovenských jaskýň, Slovenského múzea ochrany prírody a jaskyniarstva, zástupcov Štátnej ochrany prírody, zástupcov štátnej správy a širokej verejnosti v obchodnom centre Jasná v Liptovskom Mikuláši pripravili prezentáciu jaskyne ako jej uvítanie do života.

**Sprístupnenie jaskyne.** Je zrejme, že jaskyňa sa len veľmi ťažko dá prevádzkovať bez zázemia. Pri Stanišovskej jaskyni je síce menšia chatka, ktorú vlastní Speleoklub Nicolaus, ale tá nespĺňa nároky na prevádzkový objekt. V ústí Stanišovskej dolinky do Jánskej doliny stojí chata, ktorú v roku 1954 postavili Štátne lesy a pri navracaní pôdy prešla do rúk majiteľov pozemkov v Smrečanoch. V súvislosti s nízkou hospodárskou činnosťou v okolitých lesoch zahrnutých do chránených území sa využívala iba sporadicky. Po rokovaníach s jej vlastníkom, Majiteľmi pôdy pozemkové spoločenstvo Smrečany, sme si ju prenajali v lete roku 2009 a začali pracovať na jej rekonštrukcii. Po podpísaní zmluvy o nájme jaskyne sme poslali na Obvodný bankský úrad v Banskej Bystrici oznámenie o začatí sprístupňovacích prác a hneď sme ich aj začali vykonávať v spolupráci so Speleoklubom Nicolaus. Najskôr sme zrekonštruovali existujúci prístupový chodník k jaskyniam. Potom nasledovalo uzavretie oboch východov do Malej Stanišovskej jaskyne mrežami a vlastné sprístupňovanie jaskyne v zmysle schváleného zámeru. Na strmých úsekoch sme vybudovali zo skál schody. V horizontálnych častiach jaskyne sme vyznačili chodník a upravili ho pre potreby návštevníkov. Časť z neho sme vysypali jem-



Sprievodca s turistami v jaskyni. Foto: P. Vaněk

ným žulovým pieskom, pochádzajúcim z kryštallického jadra Nízkych Tatier a vykopaným zo sífónov z horných poschodí jaskyne. Dva kolmé úseky sme zabezpečili drevenými schodmi s oceľovým zábradlím. Pri sprístupnení sme sa snažili robiť čo najmenej zásahy do jaskynného prostredia a okrem nevyhnutných uchytení potrebných pri kotvení rebríka a stabilizovaní niektorých schodov sme takmer nepoužívali betón. Po prípadnom ukončení prevádzky jaskyne je bez väčších problémov možné dostať jaskyňu do blízkeho stavu ako pred sprístupnením. Počas sprístupňovacích prác sme boli prakticky niekoľko mesiacov každý deň pri jaskyni. Pritom sme zaznamenali dve od seba nezávislé skupiny, ktoré sem vodili turistov za účelom sprevádzania v jaskyni. Jedna pochádzala z Bánoviec nad Bebravou a druhá z okresu Liptovský Mikuláš.

**Stručná charakteristika jaskynných priestorov.** Malá Stanišovská jaskyňa predstavuje fragment riečnych chodieb s aktuálnou dĺžkou 871 metrov pri denivelácii medzi najvyšším a najnižším miestom 24 metrov. Hlavná chodba jaskyne, v ktorej sa nachádza trasa sprístupnená pre verejnosť, sa tiahne paralelne so Stanišovskou dolinkou. Má priemerný profil (š × v) 3 × 6 metrov a končí sa závalom a jazerom. Práve táto časť v dĺžke 177 metrov je prístupná verejnosti. Najnižšie priestory tvorí 9 metrov hlboká priepasť, ktorú vykopal jaskyniari združení okolo R. Jastrabíka. Na hlavnú riečnu chodbu sa pripája viac tesných rúrovitých odbočiek s priemernou šírkou okolo 1 metra. V týchto chodbách, vyskytujúcich sa pri dne, je hlavnou výplňou blato. Jaskyniari z OS Ružomberok, L. Mikuláš a Malá Fatra sa tu pokúšali sondovať, no očakávané nové rozsiahle priestory sa tu nenašli, postúpilo sa iba do menších dutín. Ani výkop popod Stanišovskú dolinku smerom k Novej Stanišovskej jaskyni na juh nič zaujímavé nepriniesol.

Oproti tomu v chodbách, ktoré sa vyvinuli pri stope hlavnej chodby, sú rúrovité priestory vyplnené najmä pieskom pochádzajúcim zo žulového jadra Nízkych Tatier. Členovia SK Nicolaus tu výkopovými prácami prekonal 6 pieskových sífónov a objavili asi 150 metrov chodieb, avšak nové chodby zatiaľ nevedú ďalej, iba vyústili do starých, známych priestorov.

**Prevádzka jaskyne.** Jaskyňa je osvetľovaná individuálnymi elektrickými čelovými lampami, ktoré každý návštevník dostane vo vchode do jaskyne po preukázaní sa platnou vstupenkou; vstupenky sa vydávajú v objekte prevádzkovej budovy vzdalenej 120 metrov. Sprístupnenú trasu s dĺžkou 177 metrov návštevníci absolvujú pri ceste tam a späť, čiže celkovo v jaskyni prejdú 354 metrov a trvá to okolo 55 minút. Po ceste je 5 zastávok, kde dostanú informácie o vzniku jaskyne, jej histórii, možnostiach jej pokračovania a prieskumoch i o ďalších zaujímavostiach, ako sú zoológia, klíma, paleontológia a využitie jaskýň v histórii, ale aj v súčasnej lekárskej

praxi. Vstupné je pre dospelú osobu 6 eur, dieťa 3 eurá, pre občanov obcí Liptovský Ján, Uhorská Ves a Smrečany je jednotné vstupné 1 euro. Zľavu vo výške 50 % si môžu uplatniť návštevníci, ktorí sa preukážu pobytovým preukazom v ubytovacích zariadeniach v Liptovskom Jáne. Jaskyniari majú bezplatný vstup.

Počas prvého roku prevádzky (15. január – 31. december 2010) jaskyňu navštívilo 7142 platiacich návštevníkov. Sprevádzalo ich 18 sprievodcov, z ktorých každý má praktické skúsenosti so speleológiou; ide zväčša o členov Slovenskej speleologickej spoločnosti. Zaznamenali sme rôzne, väčšinou pozitívne reakcie na túto formu sprístupnenia. Niektorí návštevníci nám vyčítali nedostatočný svetelný komfort oproti klasickým sprístupneným jaskyniam, iní to zase vyzdvihovali. Isté problémy pri prevádzke sú s fotografujúcimi návštevníkmi, ktorí pri tvorbe snímky zaostávajú, prípadne vybočujú z trasy. Vstupy do jaskyne sú pravidelne každú hodinu a každý deň od 10. do 16. hodiny. Na vstup sa ide aj s jedným návštevníkom, snažíme sa neprekračovať počet 15 osôb na vstup. Výklad podávame v slovenčine, angličtine a ruštine, sprievodné slovo je preložené pre záujemcov aj do maďarského jazyka. Návštevníci čakajúci na vstup si môžu v prevádzkovej miestnosti listovať v jaskyniarskych časopisoch a knihách, prípadne si prečítať zaujímavosti o jaskyni v priložených materiáloch. Najväčšia denná návštevnosť (106 osôb) bola 8. augusta, nik neprišiel počas viacerých dní v zimných mesiacoch.

**Záver.** Malá Stanišovská jaskyňa je fenomén, ktorý určite ovplyvnil turistický ruch v Liptovskom Jáne. Z mnohých individuálnych dobrodružných výletov náhodných návštevníkov do podzemia v minulosti už ostali iba

spomienky, dnes sú totiž všetky jaskyne v tejto oblasti uzavreté. Je veľa prípadov, keď sa turisti nezastavia na chate a idú rovno do jaskyne s pripravenými svietidlami. Sú sklamaní, keď zistia, že do podzemia sa už takto nedostanú. Keď si však vypočujú náš výklad v podzemí, mnohí ďakujú za informácie, ktoré sa tu dozvedeli. O niektorých nemali ani len tušenia, hoci jaskyňu predtým už niekoľkokrát navštívili.

Určite bude ešte istý čas trvať, kým sa Malá Stanišovská jaskyňa dostane v širšom okolí do povedomia a zapadne do siete existujúcich sprístupnených jaskýň. Jednu vec však možno skonštatovať už teraz. Jej sprístupnením a každodenným pobytom jaskyniarov v tejto oblasti sa na minimum obmedzili nelegálne vstupy do najviac atakovaných jaskýň Jánskej doliny a možno tvrdiť, že v roku



Historické nápisy v Malej Stanišovskej jaskyni. Foto: P. Holúbek

2010 nám nebol známy jediný prípad násilného vniknutia do týchto prírodných pamiatok. Podľa nášho názoru sa sprístupnením Malej Stanišovskej jaskyne do veľkej miery chráni jej prírodné hodnoty, pretože sa dôkladne vyčistila od všetkých odpadkov, vylúčila sa

nekontrolovaná návštevnosť, najmä návštevy s faklami, zabránilo sa devastácii sintrovej výplne a pribúdaniu nových, nevkusných čarbaníc, ako aj ničeniu hodnotných historických nápisov. Zamedzili sa aktivity mládeže, napríklad kladenie ohníka vo vchode s cieľom vydymiť netopierov alebo iné poškodzovanie živej i neživej prírody. Po roku prevádzky možno tvrdiť, že počet netopierov, ktoré tu každoročne zimujú, sa nezmenil. Zdá sa teda, že sprístupnenie ich neohrozilo, no presnejšiu odpoveď na túto otázku dá až ich počítanie v budúcnosti. Sprístupnená jaskyňa je azda prínosom aj pre praktický speleologický výskum, pretože jej prevádzková budova je istou stabilnou bázou Jánskej doliny a častým objektom návštev jaskyniarov. Zdá sa, že priniesla i oživenie činnosti mladých jaskyniarov z SK Nicolaus.

Na samý záver chceme poďakovať všetkým našim podporovateľom a priaznivcom, ktorých nebolo málo a bez ktorých by sa na začiatku roku 2010 asi nebola uskutočnila naša myšlienka sprístupniť túto jaskyňu.

#### LITERATÚRA

- BERNARDOVIČ, F. 1996. Čerpací pokus v Malej Stanišovskej jaskyni. *Spravodaj Slovenskej speleologickej spoločnosti, Liptovský Mikuláš*, 27, 1, 32–33.
- DROPPA, A. 1961. Stanišovská jaskyňa na severnej strane Nízkych Tatier. *Geografický časopis, Bratislava*, 13, 296–307.
- HOCHMUTH, Z. 2003. Stanišovská jaskyňa, výsledky podrobného mapovania a revízného geomorfologického výskumu. *Slovenský kras, Liptovský Mikuláš*, 41, 69–81.
- JANOŠKA, J. 1923. Stanišovská jaskyňa. *Krásky Slovenska, Turčiansky sv. Martin*, 3, 3, 98–104.
- KORMOS, T. 2005. Stanišovská kvapľová jaskyňa v Liptovskej župe. *Sinter, Liptovský Mikuláš*, 13, 27–29.
- LALKOVIČ, M. 2010. Z histórie Stanišovskej jaskyne. *Slovenský kras, Liptovský Mikuláš*, 48, 105–138.
- LUTONSKÝ, A. 1928. Stanišovská jaskyňa. *Krásky Slovenska, Bratislava*, 7, 5–6, 155–160.
- TEŠNOHLÍDEK, R. 1926. Demänová. *Kniha věků a vteřin*. Vydavatelstvo Družstevní práce, Praha, 1–194.
- VANĚK, P. 2008. Zámer sprístupnenia Malej Stanišovskej jaskyne. *Manuskript, Liptovský Mikuláš*, 1–10.
- Dokumentačný materiál SK Nicolaus

## MORSKÉ OKO – NETRADIČNE SPRÍSTUPNENÁ JASKYŇA NA SLOVENSKU

Ludovít Gaál

O Morskom oku pri Tornali v Rimavskej kotline sme informovali čitateľov Aragonitu v čísle 12 z roku 2007. Táto zaujímavá lokalita predstavuje artézsky výver vôd z územia Slovenského krasu, ktoré sa hĺbkovým obehom dostávajú do karbonátových kryh v podloží nepriepustnej prachovcovej výplne Rimavskej kotliny. Hydrostatický tlak vody prerazil tektonickými zlomami oslabenú vrstvu trefohorných prachovcov a vyvierá na povrch, pričom vystupujúce vody v prachovcoch vytvorili priepasť so súčasne známou hĺbkou 38 m. Priepasť sa smerom do hĺbky zvonovito rozširuje a pri dne dosahuje šírku aj 65 m s bočnými zlomovými výbežkami.

Keďže priepasť spĺňa podmienky jaskyne ako prírodnej pamiatky v zmysle zákona č. 543/2002 Z. z. o ochrane prírody a krajiny, revízia Obvodného úradu životného

prostredia v Revúcej dňa 9. 8. 2005 uložila Správe slovenských jaskýň priepasť dôklad-

ne preskúmať a podľa výsledkov prieskumu zabezpečiť jej adekvátnu ochranu a starostlivosť o ňu. Pracovníci Správy slovenských jaskýň spolu s potápačmi vykonali prieskum zatopenej priepasti v rokoch 2006 a 2007 (Gaál et al., 2007). V týchto rokoch sa tu zároveň vybudovala aj náučná lokalita s oplotením výverového jazierka, postavením vstupnej brány a dreveného móla uprostred jazera, ako aj s umiestnením náučných panelov (Gaál a Gažík, 2007). Návštevníci, najmä rekreatanti blízkeho kúpaliska, môžu tak navštíviť lokalitu v pravidelných intervaloch počas sezóny pod kontrolou pracovníka kúpaliska. Do zatopenej priepasti sa však potápači okrem úradne povolenej výnimky na prieskum nemohli dostať, hoci pred rokom 2005 ju pravidelne využívali na cvičné ponory a záujem o lokalitu sa stále zvyšoval.



Náučná lokalita Morské oko. Foto: L. Gaál

V snahe preklenúť tento neudržateľný stav sa rozhodlo vedenie mesta Tornaľa zatopenú priepasť sprístupniť v zmysle zákona o ochrane prírody a krajiny. Začiatkom roka 2009 vypracovali zámer sprístupnenia jaskyne a podali žiadosť o stanovisko k sprístupneniu na Správu slovenských jaskýň, na obvodný banský úrad, obvodný úrad životného prostredia a na Slovenskú speleologickú spoločnosť. Zaujímavá bola reakcia Obvodného banského úradu v Spišskej Novej Vsi – spočiatku zatopenú priepasť nepovažovali za jaskyňu, po predložení potrebných dokumentov však vyžadovali projekt sprístupnenia vypracovaný odborne spôsobilým projektantom (hoci zákon o ochrane prírody a krajiny to nevyžaduje). Po spracovaní projektu nakoniec dňa 26. 5. 2010 vydali kladné stanovisko.

Správa slovenských jaskýň dostala žiadosť o sprístupnenie jaskyne dňa 21. 5. 2009 a následne vydala posúdenie zámeru a stanovisko v zmysle zákona o ochrane prírody a krajiny, ako aj vyhlášky Ministerstva životného pro-

stredia SR č. 24/2003 Z. z., ktorou sa vykonáva tento zákon. Po kladnom posúdení žiadosti Správa slovenských jaskýň vyhlásila ponukové konanie na prenájom zatopenej priepasti v zmysle zákona o správe majetku štátu a po písomne prejavenej záujme mesta Tornaľa zo dňa 30. 6. 2009 spracovala návrh zmluvy o nájme jaskyne. A tu sa začal dlhý proces, ktorý nikto nečakal. Nájomnú zmluvu totiž musí odsúhlasiť minister životného prostredia, a keďže po dlhotrvajúcom formálnom posúdení zmluvy na ministerstve došlo niekoľkokrát k odvolaniu ministra, po každom odvolaní museli zmluvu znovu podpisovať riaditeľ Štátnej ochrany prírody a primátor mesta Tornaľa. Kuriozitou bolo, že tesne pred podpísaním zmluvy najnovším ministrom (v poradí už štvrtým vo vtedajšej vláde) odvolali aj riaditeľa Štátnej ochrany prírody a potom pre rôzne kauzy odstúpil z funkcie aj primátor mesta Tornaľa. Proces podpisovania sa teda musel začať odznovu. Celý podpisovací proces trval 7 mesiacov, kým konečne zaslalo ministerstvo 18. 2. 2010 právoplatnú zmluvu o nájme jas-

kyne obom zmluvným stranám, a tak mohlo mesto Tornaľa podať žiadosť o sprístupnenie jaskyne na krajský úrad životného prostredia. Súhlas na sprístupnenie jaskyne vydal Krajský úrad životného prostredia v Banskej Bystrici formou rozhodnutia dňa 10. 9. 2010. Dňa 4. novembra 2010 sa v Banskej Bystrici prerokoval aj návštevný poriadok a zatopená priepasť Morské oko sa tak stala 18. sprístupnou jaskyňou na Slovensku.

Po odsúhlasení návštevného poriadku na ministerstve životného prostredia sa začiatok prevádzky jaskyne očakáva začiatkom roka 2011. Zatopená priepasť bude sprístupnená po celý rok, ale len pre potápačov. Návštevníci sa budú prihlasovať vopred na adrese prevádzkovateľa. Maximálny počet vstupov (ponorov) v sezóne kúpaliska (od 1. júla do 31. augusta kalendárneho roka) bude raz za tri týždne, mimo sezóny bude dvakrát do týždňa. Maximálny počet potápačov na jeden vstup sa stanovil na 10. Pre návštevníkov-potápačov bude platiť vstupný poriadok, ktorý vydá mesto Tornaľa.

#### LITERATÚRA

- GAÁL, L. – BALCIAR, I. – BELANOVÁ, E. – MEGELA, M. – PAPÁČ, V. – VANĚKOVÁ, H. 2007. Zatopená priepasť Morské oko v Rimavskej kotline. *Aragonit*, 12, 4–9.  
GAŽÍK, P. – GAÁL, L. 2007. Prepoštská jaskyňa a Morské oko – nové náučné lokality. *Aragonit*, 12, 81–82.

## STAROSTLIVOSŤ O JASKYNE V ROKU 2010

*Igor Balciar – Pavol Staník*

Rok 2010, podobne ako ten predošlý, sa v ochrane prírody (ochranu jaskýň nevynímajúc) niesol naďalej v znamení krízy. Postihnuté boli samozrejme aj všetky aktivity úseku ochrany jaskýň. Nedostatok financií sa prejavil na uzatváraní a čistení jaskýň. Stojí za zamyslenie, prečo je tomu tak. Dobrovoľní jaskyniari predsa stále neprestávajú objavovať nové jaskyne, vandali stále neprestávajú ničiť uzávery jaskýň, znehodnocovať sintrové výplne, plieniť archeologické nálezy, neuvedomelí ľudia stále neprestávajú znečisťovať krasové javy, zub času sa naďalej podpisuje na uzáveroch, ktoré si vyžadujú údržbu. Nič z týchto činností neprestáva, negatívne javy teda krízu nepoznajú. Desivá je predstava bezmocnosti, pri ktorej nedostatok finančných prostriedkov zväzuje ruky, zabraňuje tak riešiť zhoršujúcu sa situáciu a núti takmer nečinne sa prizerať na ničenie hodnôt, ktoré príroda tvorila mnohokrát tisíce rokov.

Nejde však už len o krízu finančnú či ekonomickú. S postupujúcim časom totiž začína pôsobiť aj ďalšia kríza – morálna. Tá sa pomaly začína prejavovať aj v činnosti členov stráže prírody. Ich aktivity sú našťastie stále dobrovoľné, ich činnosť vychádza z ich vnútorného presvedčenia a z lásky k prírode. Stráž prírody zameraná na ochranu jaskýň a iných krasových javov (speleologická strážna služba) zaznamenala od jej vzniku v roku 2002 vzostup z kvantitatívnej, ale aj kvalitatívnej stránky. Počas niekoľkých rokov sme tento rast podporovali pravidelným organizovaním seminárov speleologickej strážnej

služby, ktorých sa zatiaľ zorganizovalo 8, posledný v Krásnohorskej Dlhej Lúke roku 2008. V roku 2009 sa už žiadny seminár nekonal a vyhliadky na ďalší sú zatiaľ v nedohľadne. Takisto boli v minulom roku pozastavené už i tak nevelké finančné odmeny pre strážcov, ktoré pokrývali aspoň časť nákladov priamo súvisiacich s výkonom strážnej služby.

Uzatváranie jaskýň sme v roku 2010 výrazne obmedzili. Na jar sme vymenili niekoľkokrát poškodený uzáver jaskyne Burda v Železníckom predhorí Revúckej vrchoviny. Bol v takom zlom stave, že jeho opätovná oprava už nebola možná. Jaskyňa je často atakovaná, leží totiž v opustenom vápencomom lome vedľa štátnej cesty Hnúšťa – Ratková. Od roku 2007 je v okolí jaskyne zriadené ochranné pásmo, ktoré tiež často poškodzované.

Na jeseň sme osadili nový uzáver na Špaňopolskú jaskyňu, a to z dôvodu ochrany jej archeologických nálezov. V jaskyni sa v lete našli artefakty potvrdzujúce prítomnosť peňazokazcov, je to teda v Drienčanskom kráse už v pora-

dí druhá lokalita (na Slovensku siedma) s výskytom falošných mincí. Do popredia ju dostáva nález falošných mincí rôznej hodnoty, čo zatiaľ z jaskýň na Slovensku nebolo známe.

Opravu si vyžiadalo aj poškodenie uzáveru jaskyne Veľké Prepadlé v blízkosti Bratislavy. Táto jaskyňa je druhá najväčšia v Malých Karpatoch a jej priestory často atakujú nielen vandali, ale aj návštevníci hľadajúci adrenalínové zážitky v podzemí, čo viedlo už aj k záchranným akciám v jej priestoroch. Nový uzáver sa osadil i vo vchode Jaskyne vo vrškoch, ktorá sa nachádza v tesnej blízkosti obce Valaská. Jej priestory, bohaté na sintrovú výzdobu



Vchod do Špaňopolskej jaskyne. Foto: L. Gaál

a krasové jazierka so subakvatickou výzdobou, objavili breznianski jaskyniari na konci roku 2008.

Človek sa niekedy nestačí čudovať, čo všetko dokážu ľudia vyhodíť do prírodného prostredia, navyše v národnom parku. V marci 2010 nám hlásil strážca Správy národného parku Slovenský kras, že v tesnej blízkosti národnej prírodnej pamiatky Zvonivá jama na Silickej planine sa nachádzajú veľké zasklené okná, pravdepodobne z bytovky. Pretože sme mali obavy, že okná nakoniec skončia v priepasti, museli sme ich neodkladne odstrániť. Šťastím bolo, že Správa národného parku v Brzotíne disponuje Ladou Niva s príviesom. Dňa 26. 3. 2010 sme sa preto vybrali spolu s riaditeľom Správy NP Slovenský kras Ing. J. Kilíkom a strážcom M. Hlivákom na planinu. Pri známej



Kto a prečo vynesol okná k Zvonivej jame? Foto: Ľ. Gaál

priepasti Zvonivá jama nás skutočne privítal nezvyčajný pohľad – na krásnej, mierne zvlnenej

a miestami borievkami zarostenej planine už zďaleka „svietili“ 4 veľké okná, z ktorých 3 boli aj zasklené. Opatrne sme ich naložili na prívies a odviezli na skládku technických služieb v Plešivci. Ostane asi naveky záhadou, kto a s akým cieľom na planinu vynesol štyri veľké okná.

Po jarných záplavách Správa slovenských jaskýň zabezpečila vyčistenie prívodového kanála jaskyne Domica s dvomi sedimentačnými nádržami.

Koncom roka strážcovia prírody Národného parku Slovenský kras hlásili narušenie uzáveru Silickej ľadnice. Samotný uzáver porušený a preknaný nebol, odstránený bol len kryt uzáveru, pôvodne zložený zo skál, vrieč piesku a gumolitu. Uzáver sme uviedli do pôvodného stavu.

## 6. KONGRES MEDZINÁRODNEJ ASOCIÁCIE SPRÍSTUPNENÝCH JASKÝŇ (ISCA), 18. – 23. OKTÓBER 2010, DEMÄNOVSKÁ DOLINA

*Peter Gažík*

Medzinárodná asociácia sprístupnených jaskýň (International Show Caves Association) bola založená v novembri 1990 v talianskom meste Genga za silnej podpory blízkej jaskyne Frasassi. Asociácia je medzinárodnou organizáciou združujúcou osoby, národné asociácie, štátne organizácie, ktoré vlastnia, spravujú alebo manažujú významné sprístupnené jaskyne na celom svete.

Oficiálny život organizácie prebieha v štvorročných cykloch prostredníctvom kongresov. Najvyšším orgánom je valné zhromaždenie, ktoré počas kongresu volí nové obsadenie kľúčových pozícií, prijíma zmeny v stanovách a rieši aktuálne veci organizácie. V čase medzi kongresmi sa obyčajne podarí nejakej jaskyni alebo viacerým jaskyniam zorganizovať menej oficiálne stretnutie (míting) vo svojej krajine, pri ktorom využije domáce výročie alebo inú príležitosť, aby členom ISCA ukázali kúsok zo svojej prevádzky a okolia.

Za organizátora šiesteho kongresu ISCA bola na piatom kongrese v roku 2006 valným zhromaždením zvolená Správa slovenských jaskýň. Slovensko tak dostalo dôveru stať sa na chvíľu vrcholným centrom diania vo svete sprístupnených jaskýň. 6. kongres ISCA sa konal v dňoch 18. – 23. októbra 2010 v Demänovskej Doline v hoteli Družba.

**Predkongresová exkurzia** v réžii kolegov zo Správy jaskýní České republiky sa začala tri



Otvorenie kongresu s príhovorom ministra životného prostredia Józsefa Nagya. Foto: P. Bella

dni pred vlastným kongresom už 15. októbra. Účastníci exkurzie väčšinou prileteli do Prahy a prvý deň bola na programe prehliadka tohto veľkomesta. Potom v časovo a presunmi náročnom programe absolvovali návštevy viacerých jaskýň – Koněpruské jeskyně v Českom krase, Na Turoldu na južnej Morave, Sloupsko-šošůvské jeskyně, Balcarka, Výpustek a Punkevní jeskyně v Moravskom krase. Po ceste na Slovensko sa ešte stáli v Zbrašovských aragonitových jaskyniach a autobusom ich českí kolegovia dovezli priamo do hotelu Družba v Demänovskej Doline.

Príchod účastníkov a registrácia sa začali už 17. októbra v popoludňajších hodinách.

Vlastný program kongresu začal v pondelok ráno o 8:30 oficiálnym otvorením za účasti budúceho ministra životného prostredia Slovenskej republiky Józsefa Nagya, prezidenta ISCA Davida Summersa, dlhoročného sekretára UIS Pavla Bosáka, zástupcu ŠOP SR Ľuboslava Miku a riaditeľa sekcie Správy slovenských jaskýň Jozefa Hlaváča. Zvolením predsedajúcich valného zhromaždenia – André Davida a Heinza Vonderthanna – nasledoval oficiálny program kongresu. Bola schválená agenda, predložil záznam zo stretnutia, prečítali sa správy prezidenta, sekretariátu, pokladníčky. Predstavené boli návrhy zmien stanov organizácie a zvolil sa nominálny výbor pre voľby do orgánov asociácie.

Arrigo Cigna predniesol v stručnosti navrhovanú Smernicu pre manažment, ktorá bola aj súčasťou tlačeného exkurzného sprievodcu. Nasledoval návrh na úpravu kategórií pre typy členského v organizácii prednesený prezidentom ISCA. Podľa návrhu sa rozdelili typy členov na štyri kategórie oproti predchádzajúcim trom, čím došlo k relatívnemu zníženiu dovtedy najnižšieho poplatku za členstvo. Zohľadnil sa štatút asociovaných členov a upravila sa sadzba pre národné a viacnárrodné jaskyniarske asociácie.

Pred obedňajšou prestávkou stihlo ešte prebehnúť prvé kolo krátkych prezentácií „Okolo sveta“, v ktorom zástupcovia členov ISCA mali asi päť minút na to, aby oboznámili ostatných





Účastníci pred hotelom Družba, miestom konania kongresu: Foto: P. Bella



Odborný program v kongresovej miestnosti hotela Družba. Foto: P. Bella

účastníkov s tým, čo majú nové, resp. noví členovia mohli tento čas využiť na predstavenie ich jaskyne alebo organizácie.

Prvá sekcia referátov sa začala poobede a odzneli dva príspevky ekonomického charakteru a jeden o speleoterapii. Úvodný príspevok od zástupkyne hostiteľa *Ľubice Nudzikovej* o základoch marketingovej stratégie Správy slovenských jaskýň oboznámil účastníkov stručne s našou organizáciou, cieľmi manažmentu a marketingu, charakterom sprievodcovských služieb, vplyvmi na zisk a návštevnosť, porovnaním návštevnosti, príjmov a výsledkov do roku 2008 a v roku celosvetovej krízy. Pokles návštevnosti podľa krajín sa porovnal v rámci jaskýň a Slovenska. Druhý referát autorov *Peter Štefín* a *Svenija Dvorščak* predniesol prvý z nich a venoval sa kľúčovým faktorom úspechu Postojnskej jaskyne v Slovinsku v rámci jej 192-ročnej histórie turizmu. Historický začiatok referátu vystriedali analýzy vplyvov významného zvýšenia návštevnosti až po kulminácii v 80. rokoch. Náhlý pokles po osamostatnení koncom osemdesiatych rokov minulého storočia postupne kompenzovali nové prístupy a myšlienky s cieľom zvýšiť návštevnosť. Výsledkom je opäť stúpajúca tendencia. Nasledoval ďalší pozvaný prednášajúci *Svetozár Dluholucký* s referátom o posledných poznatkoch a využití krasových jaskýň na speleoterapiu. Príspevok bol veľmi názorne graficky spracovaný a autor v ňom vykreslil pravdepodobný mechanizmus pôsobenia faktorov jaskynného prostredia na ľudský organizmus. Výsledky pôsobenia podložené grafmi z vlastného výskumu svedčia o vysokej účinnosti speleoterapeutických pobytov na zlepšenie zdravia pacientov.

Po tomto príspevku bol na programe prenesen do Demänovskej jaskyne slobody, kde účastníkov čakalo slávnostné otvorenie kongresu. Starosta obce Demänovská Dolina sa ospravedlnil, a tak sa začalo priamo operným a operetným vystúpením troch súrodencov Babjakovcov – Terézie, Martina a Jána v sprievode Daniela Buranovského, ktorí jednotlivo a v kombináciách privodili v priestore Hlbokého domu účastníkom naozaj výnimočné chvíle, viacnásobne odmeňované spontánnym potleskom. Nasledovala voľná prehliadka jaskyne so sprievodom a priebežným výkladom

zamestnancov Správy slovenských jaskýň. Autobusy po prehliadke odviezli účastníkov späť do hotela.

Utorok prebiehal podľa scenára – poobede prednášky a poobede krátka exkurzia. Prednášky začal *Alain Mangin* z Francúzska precíznym referátom o manažmente jaskýň, limitoch pre návštevníkov a environmentálnej ochrane. Ťažiskom príspevku bolo meranie a vyhodnotenie environmentálnych parametrov v jaskyniach a následné stanovenie limitov návštevnosti najmä pre jaskyne so vzácnymi nástennými maľbami. Na zostavenie základného fyzikálneho a energetického modelu jaskyne sa merali tieto parametre: teplota ovzdušia a horniny s presnosťou  $10^{-3}$  °C, atmosférický tlak s presnosťou 0,1 mb, vlhkosť ovzdušia s presnosťou 0,2 %, množstvo  $\text{CO}_2$  s presnosťou 0,01 % a koncentrácia radónu v ovzduší s presnosťou 10 Bq/m<sup>3</sup>. Pre energetické výpočty k tomu pribudol vplyv osvetlenia jaskyne aj vplyv návštevníkov na zvýšenie teploty. Ako praktický výstup bola demonštrovaná tabuľka jaskýň s limitovanou návštevnosťou od 100 až po 640 ľudí za deň. *Heros Augusto Santos Lobo* z Brazílie predniesol výborný referát o prístupoch k stanoveniu turistickú únosnosti jaskýň vo svete a aplikáciách v Brazílii. Poukázal na súčasné trendy vychádzajúce z návrhu kapacity návštevnosti na základe požadovaného (ekonomického) obratu, prístupy založené na zhodnotení environmentálnych parametrov a prezentoval aj Cífuntesovu metódu stanovenia únosnosti. Táto metóda spočíva v postupnej redukcii fyzickej kapacity návštevníkov korekčnými a limitujúcimi faktormi. V Brazílii uvádza autor ďalšie dva scenáre stanovenia únosnosti – scenár založený na stanovení limitov na základe environmentálnej krehkosti a stanovenie únosnosti na základe času povoleného na návštevu. Prvý scenár sa najprv pýta, čo potrebujeme, a potom odpovedá, čo môžeme. Druhý scenár sa pýta, koľko ľudí chceme mať denne v jaskyni vzhľadom na všetky okolnosti ich návštevy z organizačno-manažérskeho hľadiska. Do toho potom vnáša mapy krehkosti jaskyne s odstupňovaním do 3 až 4 stupňov. Praktické príklady z dvoch jaskýň ukazujú, ako sa pôvodný zámer a odhad počtu návštevníkov redukoval uplatnením odhadovanej únosnosti aj so zdôraznením najdôležitejšieho environ-

mentálneho parametra, ktorý je potrebné v jaskyni kontinuálne sledovať. Z opatrení navrhuje aj vyhnúť sa kulmináciám návštevnosti, pričom zdôrazňuje, že únosnosť jaskyne je flexibilná a nie je vhodné ju stanoviť jedným číslom, čo predpokladá neustále sledovanie vybraných parametrov. *Pavel Bosák* z Českej republiky mal vysoko odborný referát o datovaní procesov v krase a jaskyniach. Zaoberal sa procesom vzniku a vývoja jaskýň z pohľadu vývoja krajiny, podrobne rozoberal problematiku sedimentov a overovania ich datovania rôznymi metódami, spomenul rekonštrukciu reliéfu na základe datovania a pripomenul aj ako výsledky paleomagnetického datovania zmenili odhady veku Belianskej jaskyne z dvoch až na sedem miliónov rokov. Na záver referát úspešne premostil do použitia vedeckých poznatkov pre sprístupnené jaskyne, a to najmä formou publikácií a zlepšenia interpretačných možností pre návštevníkov. *Kyung Sik Woo* z Južnej Kórey si pripravil prehľadový referát o vedeckých výskumoch v jaskyniach a manažmente turistických jaskýň v rodnej krajine. Referát bol naozaj komplexný a uviedol nás do situácie ohľadne jaskýň v Južnej Kórey, ich statusu, skúmania a publikovania. Spomenul asi všetky oblasti výskumu a monitoringu s podrobnejším prehľadom z oblasti geológie, resp. mineralógie. Zmienil sa o výhodách a nevýhodách sprístupnených jaskýň a viacerých aspektoch ich prevádzky. *Arrigo Cigna* z Talianska mal zhrnujúci referát o problematike lampenflóry v sprístupnených jaskyniach. Príspevok zmapoval a koncentrovanou formou podal prehľad o vlnových dĺžkach optimálnych pre jednotlivé druhy lampenflóry, zaoberal sa problematikou vhodného osvetlenia, jeho striedania s UV lampami. Ako vhodné chemické odstraňovanie uviedol len chlórnan sodný (5 %) a peroxid vodíka (15 % – s potrebou ponorenia úlomkov vápenca 10 hodín pred použitím do tohto roztoku), varoval však pred použitím herbicídov. Na redukcii lampenflóry navrhuje maximálne zníženie času osvetlenia, zvýšenie vzdialenosti svetla od výzdoby na min. cca 1 m, použitie UV osvetlenia v neprítomnosti návštevníkov, obmedzenie vlnovej dĺžky svetla do rozsahu 500 – 630 nm aj prípadné zaradenie napr. 1-mesačnej prestávky do prevádzky jaskyne. *Stanislav Glažar* predniesol spoločný referát

s Janezom Mulecom o predbežných výsledkoch pri odstraňovaní lampenflóry 15 % roztokom peroxidu vodíka v Postojnskej jaskyni. Príspevok bol komplexnejší a uviedol nás aj do prehľadu o jaskyniach v Slovinsku a výskytu druhov lampenflóry v nich. Okrem praktických aplikácií v Postojnskej jaskyni sa zaoberal aj návrhmi na manažmentové opatrenia, z ktorých najpozoruhodnejšie bolo vytypovanie miest nevhodných na osvetlenie. Andy Spate si takisto spolu s Kentom Hendersonom pripravili prezentáciu Austrálazjskej asociácie pre manažment krasu a jaskýň (ACKMA), ktorá zrejme asi ako jediná svojho druhu na svete združuje organizácie, jednotlivcov, profesionálov aj amatérov, ktorí majú niečo spoločné s krasom a jaskyňami. Asociácia vydáva štyrikrát ročne časopis a každé dva roky majú odbornú konferenciu na vysokej úrovni. Organizácia vznikla na základe zvýšeného záujmu o kras a jaskyne zo strany mimomokreačných jaskyniarov, z čoho vznikla potreba profesionalizácie. Róbert Gal – Slovák žijúci v Nemecku – predstavil svetovo rozšírený environmentálny informačný monitorovací systém WISKI 7. Systém je naozaj rozsiahly a dokáže spravovať, záznamovať a hodnotiť nielen environmentálne, ale aj manažmentové dáta. V jaskyniach však zatiaľ nasadený nebol a jeho použitie by si zrejme vyžadovalo nemalé finančné prostriedky. Utorkové prednášky ukončila prezentácia Jozefa Omelku o monitorovacom systéme v jaskyniach Slovenska realizovanom firmou Microstep-MIS v rámci projektu štrukturálnych fondov EÚ. Autor do príspevku zahrnul už používané prístroje a sondy, naznačil však aj perspektívy ďalšieho rozvoja použitím nových sond napr. na kontinuálne meranie radónu, zlepšenie merania vlhkosti, spektrofotometrické meranie chemických a fyzikálnych parametrov vody. Zariadenia na počítanie bleskov, prípadne zapojenie meteorologického radaru by dopĺňovali informácie vo vzťahu k účinnosti protibleskových ochrán a opatrení, ktoré sú asi najdôležitejším rizikovým faktorom pre dlhodobú prevádzku podzemných monitorovacích systémov založených na jemnej elektronike. Poobede si účastníci kongresu prezreli Demänovskú ľadovú jaskyňu, už aj s odbornými a zástupcami technického úseku SSJ operatívne ozvučeným výkladom na viacerých stanovištiach; pre rekonštrukciu prehliadkového chodníka sa však museli vrátiť tou istou trasou. Výklad

bol prispôsobený účastníkom a odlišoval sa od štandardného pre bežných návštevníkov. Večer po prehliadke bolo z časového hľadiska potrebné ukončiť nominácie do orgánov asociácie, čo sa na krátkom zasadnutí aj podarilo. Po večeri ako bonusový program nasledovala prezentácia Alaina Mangina o nezvyčajne variabilnej výzdobe ťažko prístupnej jaskyne na juhu Francúzska.

Streda bola prvým celodenným exkurzným dňom. Dva autobusy odviezli účastníkov najprv k Dobšinskej ľadovej jaskyni. Pripravení zamestnanci Správy slovenských jaskýň im počas cesty poskytli výklad o zaujímavostiach krajiny, ktorou cestovali. Početná juhokórejská delegácia cestovala vlastnou dopravou, pretože na kongrese v ten deň končila a pokračovala cestou do Maďarska. Ešte ráno sa nám podarilo presvedčiť sprievodkyňu, že bude škoda, ak nenavštívia aj Dobšinskú ľadovú jaskyňu, keďže idú okolo nej. Na druhýkrát ju naši kórejskí kolegovia našli, a tak sa im podarilo ešte pred oficiálnou delegáciou kongresu prejsť ľadovou jaskyňou. Hlavná exkurzia kongresu potom prebehla formou tematického ozvučeného výkladu poskytnutého zamestnancami Správy slovenských jaskýň. Výklad bol podobne „šitý na mieru“ ako v predchádzajúcom prípade, tu však dostali účastníci naozaj komplexnú informáciu – od histórie a prírodných pomerov, cez monitoring, technické vybavenie chodníka a zábradlí až po využitie bezdrôtovej technológie s ručnými počítačmi vo viacerých jaskyňach na štandardný výklad v jaskyni. Exkurzia pokračovala po obede v Spišskej Novej Vsi návštevou monumentálneho Spišského hradu, ktorú ocenili viacerí účastníci. Prehliadku sme riešili rozdáním štandardného tlačenej výkladového textu. Cestou späť sme sa vďaka časovej disciplinovanosti účastníkov mohli nakrátko zastaviť v nákupnom centre, kde si viacerí doplnili chýbajúce základné osobné veci, keďže v mieste konania kongresu takúto možnosť nemali a program bol naplnený do poslednej minúty.

Štvrtok sa začal dôležitou činnosťou – voľbami predstaviteľov do orgánov asociácie. Odsúhlasená zmena stanov na prvom zasadnutí valného zhromaždenia počas kongresu rozšírila počet členov správnej rady (board of directors) na 10. Počty nominácií na všetky posty okrem pozícií členov správnej rady sa rovnali počtu postov, z čoho vyplývalo podľa stanov organizácie, že voľby na uvedené pozície nie je potrebné vykonať. Takže zostávala len voľba správnej rady, kde na 10 pozícií bolo 13 kandidátov. Voľby prebiehajú tak, že volíť môžu tzv. plní členovia prítomní na zasadnutí, pričom môžu mať až 3 hlasy navyše za členov, ktorých formou poverenia zastupujú. Z volebného zasadnutia vzišli nasledujúce výsledky: prezident ISCA – David Summers, Bermudy; prvý vi-

ceprezident – Heinz Vonderthann, Nemecko; druhý viceprezident – Brad Wuest, USA; sekretárka a pokladníčka ISCA – Renata Marinelli, Taliansko. Novozvolená správna rada ISCA pozostáva z týchto členov: Filiperto Cecchi, Taliansko; Dan Cove, Austrália; Hein Gerstner, Juhoafrická republika; Guilhem de Grully, Francúzsko; Hanne Ödin, Švédsko; Rafael Pagés Rodrigues, Španielsko; Nick Powe, Veľká Británia; Zhang Shouyue, Čína; Zsuzsa Tolnay, Maďarsko; Peter Gažík, Slovensko. Po krátkej prestávke pokračovalo doobedňajšie zasadnutie prezentáciou uchádzačov o konanie budúceho mítingu ISCA; diplomatickou cestou sa dohodlo usporiadať ho v roku 2012 v oboch kandidujúcich krajinách – Grécku a Turecku, po troch dňoch v každej z nich. Na konanie v poradí ďalšieho, teda siedmeho kongresu ISCA bol jediný kandidát – jaskyňa Jenolan z Austrálie. Kandidatúru odprezentovali jej dvaja zástupcovia – Dan Cove a Barry Richard. Po prezentácii rozdávali propagačné materiály, ako časopis ACKMA, CD z konferencií, čiapku ap. Obe kandidatúry na najbližšie stretnutie členov ISCA valné zhromaždenie schválilo. Pred obedom ešte odznela prezentácia novej internetovej stránky ISCA. Hlavné myšlienky predstavil Brad Wuest a vlastnú prezentáciu viedli zástupcovia firmy Creative Solutions z Liptovského Hrádku – Tomáš Pekár ako hlavný autor počítačového spracovania stránky a jeho anglicky zdatnejší kolega. Dopĺňujúce informácie k stránke uvádzal Peter Gažík ako jej koordinátor zo strany ISCA. Poobede boli na programe prednášky o syndróme bielych nosov netopierov – najprv o stave epidémie v Severnej Amerike, kde zahynulo už viac ako jeden milión jedincov, referoval Brad Wuest. Prehľadné zhrnutie poznatkov o príčinách a mechanizme šírenia choroby autor vystriedal návrhmi na manažmentové opatrenia a spoluprácu všetkých zainteresovaných v typickom „americkom“ štýle. Upozorňoval najmä, že prenášateľom choroby môže byť aj človek, preto sa nemá prenášať výstroj z kontaminovaných oblastí a pred vstupom do jaskyne sa treba podrobiť lokálnej dezinfekcii. Toto opatrenie je možné uplatniť aj v sprístupnených jaskyniach pre návštevníkov, aby nebolo nutné jaskyňu uzavrieť. Autor uvádza aj ekonomické aspekty jaskyniarskeho biznisu v USA, kde 142 sprístupnených jaskýň navštívi ročne až 9 miliónov ľudí. Potom nasledovala prednáška Natálie Martínkovej, Slovenky pracujúcej v Českej akadémii vied v Brne, o tom, či je syndróm bielych nosov netopierov (WNS) hrozbou aj pre netopiere v Európe. Z jej podania viac-menej vyplývalo, že tento fenomén je v Európe známy už viacero rokov, avšak nevyskytoval sa v takom hromadnom množstve ako v Severnej Amerike. Jednou z možných príčin epidemického výskytu syndrómu v USA môže byť fakt, že sa tam netopiere zvyknú zdržiavať v omnoho väčších kolóniách, ako je to v Európe, pričom tu jedince nezimujú navzájom tak blízko. Autorka uviedla príklady výskytu z Európy vrátane Česka a Slovenska. Na záver pridala odporúčenia proti šíreniu tejto nákazy u nás. Prednáška Pavla Adámka a Alžbety Ďurecovej sa týkala radiačnej ochrany proti radónu v ovzduší sprístupnených jaskýň na Slovensku. Príspevok mal viac legislatívny charakter – od smerníc Rady Európy až



Členovia správnej rady ISCA. Foto: K. Henderson

po naše zákony a citácie z nich. Predvečerný program pokračoval návštevou skanzenu v Pribyline, kde účastníkov čakali prekvapenia v podobe aktívnych ukážok ľudových umení v historických objektoch dreveníc, ukážok ľudovej hudby, spevu a predstavení viacerých tradičných hudobných nástrojov aj s ochutnávkou produktov domácej kuchyne.

V piatok ráno program pokračoval prvým stretnutím novozvolenej správnej rady, ktoré bolo otvorené pre všetkých členov. Na krátkom zasadnutí sa potvrdili odborné komisie, výbory a študijné skupiny ISCA v pôvodných zloženiach, podali a odsúhlasili sa aj návrhy na doplnenie. Existujúce štruktúry: výbor pre vedu a techniku (s našim zástupcom P. Bellom), študijná skupina pre stanovy, komisia pre prehistóriu, komisia pre trvalo udržateľný rozvoj tak boli neskôr rozšírené o nové komisie – pre informačné technológie a pre interpretáciu.

Nasledoval blok štyroch prednášok. Prvou z nich bola prezentácia o ochrane jaskynného dna a jeho dôležitosti pre výklad návštevníkom od *Mateja Kržiža* zo Slovenska, prednesená dvojicou kolegov z Križnej jamy *Alojzom Trohom* a jeho dcérou *Tinou*. Príspevok zdôrazňoval fakt, že pri sprístupňovaní jaskýň je práve dno jaskyne obvyčajne najviac postihnutou časťou a treba mu venovať zvýšenú pozornosť v záujme jeho ochrany. Vlastnú jaskyňu uviedli ako pozitívny príklad, ako sa to dá v praxi spraviť. Druhú prednášku, o problémoch umelých jaskýň prevádzkovaných ako sprístupnené jaskyne od štyroch autorov z Turecka, predniesol posledný z nich – *Volkan Guner*. Hoci príspevok nebol priamo vhodný pre toto podujatie, ukázal zaujímavé podzemné priestory v Turecku, niektoré až rozprávkovo vybudované, ktoré v minulosti ľudia aktívne využívali na rôzne účely. Dnes sa z mnohých z nich stávajú chránené lokality aj s potenciálom na sprístupnenie formou jaskyne. *Lukasz Lewkowicz* z Poľska predstavil zaujímavý historicko-turisticko-ekonomický pohľad na jaskynný turizmus v poľsko-slovenskom cezhraničnom území. Autor po podrobnom historickom úvode reagoval na súčasný pokles poľských návštevníkov návrhom na zlepšenie situácie aplikáciou rôznych systémov zliav a zníženia vstupného. Navrhol takisto vydanie spoločného dvojязыčného sprievodcu jaskyňami na tomto cezhraničnom území. Na zlepšenie environmentálneho stavu jaskýň najmä na poľskej strane navrhol systém permanentného čistenia, budovanie infraštruktúry, tvorbu kontrolného systému znečisťovania jaskýň a podporu výskumu vplyvu turizmu na jaskyne. *Vassilis Giannopoulos* spolu s kolegyňou *Chrisanti Kontaxi* predniesli spoločný referát s E. Kambouroglou o propagácii a ochrane jaskýň na Kréte s archeologickými a paleontologickými hodnotami. Predstavili takisto ambiciózný projekt na sprístupnenie jaskyne pri pobreží mora, do ktorej by sa vchádzalo cez sklený „tunel“ vedený po morskom dne.

Poobede sa začal blok troch výborných prednášok o interpretácii (výklade pre návštevníkov) v jaskyniach. V prvej z nich *Dan Cove* z austrálskej jaskyne Jenolan predniesol naozaj výnimočným spôsobom, ako chápe zásadnú úlohu výkladu v jaskyni na dosiahnutie porozumenia a ochrany jaskynných a krasových systémov. Upozornil, že výklad

v jaskyni nemá byť len komentárom, ale aj poučením. Výklad sa nerovná envirovýchove, ale môže povzbudiť záujem o vedecké poznatky. Kľúčom je prezentovať tému, a nie objekty. Treba pracovať na tom, aby si ľudia domov odniesli nejakú myšlienku, na ktorú nezabudnú. Sprievodca má byť emocionálne spojený s miestom a zmeniť návštevníkov na obhajcov prírody. Upozorňuje aj na fakt, že všeobecne je známejší pojem biodiverzity ako geodiverzity, dobrá interpretácia však môže pomôcť tento názor zmeniť. Na dosiahnutie cieľa navrhuje mať miesta kľúčových bodov, používať emocionálne motívy, momenty prekvapenia a byť pripravený na experiment. Takýmto spôsobom interpretácie vidí možnosť prepojenia aj na podporu výskumu a politickú podporu jaskyniam. *Zsuzsa Tolnay* z Aggteleškého národného parku v Maďarsku pripravila odborný a štatisticky podložený referát o interpretácii ako manažmentom nástroja a prostriedku na zlepšenie zážitku návštevníkov. Začala vysvetlením, prečo je interpretácia manažmentový nástroj a ako sa dá používať tak, aby sa dosiahla obojstranná spokojnosť návštevníka aj poskytovateľa služby. Prípadovou štúdiou demonštrovala stav vedomostí pred návštevou jaskyne a po nej, ktorý sa ukázal ako štatisticky nevýznamný. Podobný test na emocionálny postoj k jaskyni sa však ukázal ako významný. *Ksenija Dvorščak* zo slovenskej Postojnskej jaskyne predstavila ich vlastný model rozvoja kompetencií pre sprievodcov v jaskyni a systém trvalého dohľadu a školení sprievodcov. V ich prepracovanom systéme majú päť úrovní sprievodcov s nadriadeným sprievodcom pre daný deň a nad ním ešte hlavným sprievodcom. Každá úroveň má definované požiadavky a kompetencie. Majú vypracovaný podrobný systém budovania kompetencií – cez všeobecné, manažérske až po sprievodcovské. V rámci všeobecných kompetencií sa hodnotí vzťah k návštevníkom, podnikavosť, vzťah k práci, komunikačné schopnosti, etické hodnoty a rešpekt k prírodným hodnotám, funkčné schopnosti. Pri sprievodcovských sa hodnotí schopnosť riešenia konfliktov, otázky bezpečnosti, cudzie jazyky, prezentačné schopnosti, poznatky o jaskyni, vodcovské a usmerňovacie schopnosti a všeobecná orientácia. Tieto ukazovatele sa overujú dotazníkmi, ale aj formou „mystery shoppingu“. Zaujímavý je aj proces výberu budúcich sprievodcov, ktorí musia podstúpiť verejný tender, interview, test na cudzie jazyky, seminár na vlastnú prezentáciu na verejnosti. Po prijatí absolvujú kandidáti oboznámenie sa s organizáciou, návštevu jaskyne, dostanú informácie o základných prírodných danostiach jaskyne, absolvujú školenie ako pristupovať k návštevníkom, poučia sa o kulinárskom a sociálnom aspekte Krasu (lokality), absolvujú prehliadku jeho zaujímavostí, zúčastnia sa na školeniach o bezpečnosti pri práci a voči rádiácii, absolvujú lekársku prehliadku a každý kandidát dostane osobného mentora. Ten pripraví kandidátovi správu o mentorstve a kandidáti zas vyplnia dotazník o mentorovi. Na konci sezóny sa koná hodnotiaci seminár. Systém sa neustále zlepšuje a jeho výhody sú aj v tom, že dáva ľuďom motiváciu a perspektívu v práci.

Blok referátov vystriedala malá sekcia k prehistórii. Začala ju *Joëlle Daricau* z bas-

kickej jaskyne d'Isturitz a Oxocelhaya z juhu Francúzska predstavením komisie ISCA pre prehistóriu v sprístupnených jaskyniach. Slovensko potom predstavilo prostredníctvom *Mariána Sojáka* a *Petra Fecka* prehľad prístupných archeologických jaskynných lokalít na našom území. V krátkom vstupe pred obedom predstavil *Zdeněk Motyčka*, predseda Českej speleologickej spoločnosti, miesto konania 16. medzinárodného speleologického kongresu, ktorý sa v roku 2013 uskutoční v Brne a Moravskom krase.

Poobede nasledovala technická sekcia o jaskynnom osvetlení. Začal ju *Ján Novomeský* z vlastnej firmy Comlux s.r.o. so svojím nerozlučným štvornohým spoločníkom, ktorý sa mu však pri prezentácii začal pliesť pod nohy, a tak skončil pod ochranou jedného z poslucháčov. Prednáška bola klasicky technická o tom, či LED svietidlá znamenajú ten vytúžený zázračný zdroj svetla pre jaskyne. Autor porovnával výhody a nevýhody LED technológie s inými dostupnými. K výhodám patrí ekonomická efektívnosť vlastného svietenia (zatiaľ nie obstarania), dlhá životnosť, vernosť farebného podania, nastaviteľná farebná teplota, bezpečnosť vďaka nízkej voltáži, minimalizácia výmen a údržby, možnosť stmavovania a podobných efektov. K nevýhodám zaradil produkciu tepla z transformátorov a podporu lampenflóry podobne ako pri iných typoch osvetlenia. Navrhol aj opatrenia na zníženie tvorby lampenflóry, ktoré boli najmä časového charakteru. Možnosť redukcie určitých vlnových dĺžok z farebného spektra bieleho svetla sa mu zdala problematická, pretože biele svetlo by sme podľa neho pritom nedosiahli. V ekonomickom zhodnotení vyjadril názor, že pre malé jaskyne a s malým počtom návštevníkov je LED technológia momentálne pridrahá, pretože sa tu príliš neušetrí ani na prevádzke. Autor takisto predstavil rozličné dostupné riešenia typov osvetlenia a zo svojej dielne ukázal modely LED svietidiel montovaných do štandardne v jaskyniach používaných lúčových krytí voči vlhkosti. Rôzne uhly a farebné teploty boli tiež súčasťou jeho ponuky. Na základnú otázku z názvu prednášky odpovedal, že LED zatiaľ nie sú ten zázračný zdroj svetla, ale v budúcnosti sa ním môžu stať. *Alexander Chrapko*, Ukrajinec pracujúci vo vlastnej firme Germtech v Nemecku, prezentoval ich komplexný systém osvetlenia jaskýň na báze LED technológie skĺbenej s možnosťou programovania zón a vytvárania ľubovoľných svetelných scén a efektov. Vysoké krytie proti vlhkosti, viac širok uhlav osvetlenia, rôzna intenzita svetla aj možnosti voľby farebnej teploty bieleho osvetlenia boli samozrejmosťou. Autor uviedol najmenej 15 vlastných inštalácií LED osvetlenia v jaskyniach v rámci Európy. Ako možnosť inštalácie uvádza využitie pôvodnej alebo celkom novú elektroinštaláciu so všetkými výhodami modernej technológie, kde okrem osvetlenia môže nastúpiť aj monitorovací a bezpečnostný systém pre jaskyňu. Ako príklad sprístupnenia novej jaskyne s dodaním celkovej inštalácie osvetlenia spolu s novým modulárnym prehliadkovým chodníkom z plastov zosilnených skleneným vláknom mu poslúžila jaskyňa Herbstlabyrinth v Nemecku. Schémami názorne demonštroval vlastné zapojenie osvetlenia



Účastníci kongresu pred Demänovskou ľadovou jaskyňou: Foto: P. Bella



Exkurzia v Demänovskej ľadovej jaskyni. Foto: P. Bella



Plavba počas exkurzie v jaskyni Domica. Foto: P. Bella

do zón a opísal možnosti ich individuálneho ovládania a programovania.

Vzhľadom na pokročilý poobedňajší čas a celkovú konferenčnú únavu poslucháčov sme plynulo prešli do posterových prezentácií. V prevažnej miere sa zvolila trochu netradičná forma prezentácie – elektronická verzia posterov sa premietala dátovými projektormi ako pri prednáškach, ale čas na prezentáciu bol obmedzený na 5 minút. Sekciu začala pani *Donatella Fabbriatore* z talianskej Grotte Gigante posterom svojho manžela *Alesia* o výmene elektroinštalácie, environmentálnych a bezpečnostných opatreniach, rádiovkej komunikácii a digitálnom zosilňovačom systéme v jaskyni. Druhým ich posterom bola informácia o talianskej asociácii prístupných jaskýň AGTI. Kungurskú ľadovú jaskyňu odprezentovala dcérka *Olga Ljuby Kadebskej*. Nasledovala prezentácia posterov od *Jiřího Hebelku* zo Správy jeskyní České republiky z prebiehajúceho výskumu o určovaní závislosti jaskynnej mikroklimy od vonkajších podmienok v prístupných jaskyniach Moravského krasu. *Iveta Smetanová* z Geofyzikálneho ústavu SAV predniesla informáciu o predbežných výsledkoch z kontinuálneho sledovania koncentrácie radónu v ovzduší v jaskyni Domica. Pani *Yvonne Lenz Habermann* mala pripravený poster o svojej jaskyni Feengrotten in Saalfelde v Nemecku. Informáciu o vzácnom nálezisku

pozostatkov človeka neandertálskeho typu v náučnej lokalite Prepoštská jaskyňa v Bojniciach predniesol *Peter Gažík* zo spoločného posteru s *Emilom Mederom* z Múzea pravekého človeka v Bojniciach. Postery *Zuzany Višňovskej* o bezstavovcoch v jaskyniach Slovenska, štvorice autorov *Magdaleny Korzystka*, *Jacek Piasecki*, *Tymoteusz Sawiński*, *Ján Zelinka* o klimatickom systéme Dobšinskej ľadovej jaskyne a *Dagmar*

*Haviarovej* o hydrologickom a hydrogeochemickom monitoringu jaskyne Domica boli len vystavené na paneloch v prednáškovej miestnosti. V stručnosti sa informovalo o poster anglického fotografa prírody a jaskýň *Robbieho Shona*. Vystavené boli ešte postery o LED osvetlení *Jána Novomeského* aj *Alexandra Chrapka*, *Roberta Gala* o monitorovacom systéme WISKI, firmy Microstep o systéme hydrologického a klimatického monitoringu jaskýň a viacero posterov, ktoré spontánne doniesli účastníci kongresu.

Keďže posterové prezentácie prebehli svižným tempom, zostal čas aj na trochu skrátenú prezentáciu *Andyho Spata* – úvod do austrálskych jaskýň a krasu. Formálne ukončenie zasadania a konferenčnej časti prebehlo po tejto poslednej prezentácii spolu s pozvaním účastníkov na slávnostnú recepciu a ukončenie programu vo večerných hodinách.

Večerný program sa začal krátkymi oficiálnymi záverečnými prejavmi prezidenta ISCA *Davidu Summersa* a zástupcu organizátorov *Petra Gažíka*, ktorý predstavil aj všetkých prítomných organizátorov za spontánneho potlesku účastníkov. Riaditeľ Správy slovenských jaskýň *Jozef Hlaváč* potom slávnostne odovzdal štafetu kongresov ISCA v podobe zvončeka, ktorý prevzal organizátor budúceho kongresu v Austrálii – *Dan Cove* z Jenolan Caves.

Nasledoval kombinovaný – organizovaný aj voľný program. V rámci organizovaného programu bol zaujímavý zbojnícky prepados „odslúžením“ si ukradnutých vecí formou vykonania nejakej tradičnej ľudovej činnosti. Dobrý, ale trochu dlhý bol výstup kúželníka so zapojením účastníkov kongresu. Pantomíma v podaní *Miroslava Kasprzyka* mala tri vstupy, pričom jaskyniarske číslo bolo vytvorené práve na podnet konania kongresu. Ľudové tance a spev s aktívnou účasťou záujemcov ukončili organizovanú rozlúčkovú zábavu, po ktorej nasledoval len štandardný hudobný sprievod v štýle „oldies“, vhodný najmä na tanec.

**Pokongresová exkurzia** bola zas záležitosťou maďarských kolegov z Aggtelekského národného parku. Hlavnou organizátorkou bola *Zsuzsa Tolnay*, keďže dlhoročného riaditeľa *Gábora Salomona* náhle po parlamentných voľbách odvolali. Odchod na pokongresovú exkurziu plynulo nadväzoval na návštevu jaskyne Domica, ktorá bola poslednou zastávkou druhého celodenného exkurzného programu kongresu. Účastníci prešli večer do Maďarska a na druhý deň absolvovali prehliadku jaskyne Baradla aj s večerným koncertom. Potom mali na výber vždy ľahšiu a kratšiu trasu a navštívili jaskyne *Rákoczi*, *Vass Imre*, *Béke*, *Kossuth*. Táto exkurzia sa skončila odvozom do Budapešti 26. októbra 2010.

**Sumárne fakty.** Šiesteho kongresu Medzinárodnej asociácie prístupných jaskýň sa zúčastnili zástupcovia zo všetkých kontinentov (okrem Antarktídy), vrátane Južnej Ameriky. Zastúpených bolo 22 štátov. Kongres mal 116 účastníkov, z toho 72 plných a 44 sprevádzajúcich. Odznelo 27 prednášok a prezentovalo sa 16 posterov. Zo 17 pozvaných prednášajúcich prišlo 13. V téme „Okolo sveta“ sa prezentovalo 28 účastníkov. Na predkongresovej exkurzii bolo 26 účastníkov, na pokongresovej exkurzii 22 účastníkov.

Na záver si pokladám za česť poďakovať všetkým kolegom, ktorí sa podieľali na spoluorganizácii tohto pre nás vrcholného svetového podujatia. Zapojené boli naozaj všetky úseky organizácie a na všetkých ľuďoch bolo vidno snahu prezentovať našu organizáciu aj krajinu v tom najlepšom svetle. Prítomnej vzorke zástupcov svetového spoločenstva prístupných jaskýň sme dúfam ukázali, že sme krajinou, do ktorej majú dôvod sa vrátiť.



## DINÁRSKY KRAS – 18. ROČNÍK MEDZINÁRODNEJ KARSOLOGICKEJ ŠKOLY (POSTOJNA, SLOVINSKO)

Lukáš Vlček

Tohtoročný, v poradí už 18. ročník Medzinárodnej karsologickej školy konanej v slovinskom meste Postojna pod patronátom Karso-logickeho výskumného inštitútu pri Slovinskej akadémii vied ZRC SAZU a spoluorganizovanej Slovinskou speleologickou spoločnosťou, Slovinskou národnou komisiou pre UNESCO, Krasovou komisiou IGU, Medzinárodnou speleologickou úniou UIS a organizáciami Región Istra a Natura Histrica sa venoval Dinárskemu krasu. Bol spolufinancovaný slovinsko-chorvátskym grantovým projektom medzivládnej spolupráce „IPA Slovenia – Croatia 2007 – 2013“. Karsologickej školy sa zúčastnilo 208 z 240 registrovaných účastníkov, pochádzajúcich z 36-tich krajín sveta. Program podujatia bol rozdelený na prednáškovú, posterovú a exkurznú časť. Celkovo sa odprezentovalo 22 prednášok a 62 posterov, venovaných najmä tematike Dinárskeho krasu.

Prvý deň v priestoroch budovy Mestského kultúrneho domu otvoril prednáškovú sekciu venovanú Dinárskemu krasu Andrej Mihevc zo slovinského Karso-logickeho výskumného inštitútu generálnym prehľadom Dinárskeho krasu, po ňom pokračoval Pavel Bosák z Geologického ústavu Akadémie vied Českej republiky s údajmi z datovania vzniku krasu a jaskýň tohto územia. Andrej Krajnc z Karso-logickeho výskumného inštitútu predstavil históriu výskumu krasu a jaskýň a Tvrtko Korbar z Chorvátskeho geologického inštitútu geologickú históriu Dinaríd a vzniku Dinárskeho krasu. Hydrologickú charakteristiku územia predstavil Chorvát Ognjen Bonacci z Univerzity vo Spliti. Boris Sket z Ľubľanskej univerzity sa venoval podzemnej biodiverzite a paleogeografickému rozšíreniu druhov na základe nálezov subteránnej fauny. Praktickú speleológiu v Dinárskom krase odprezentoval Chorvát Darko Bakšić z PDS Velebit. V poobedňajších hodinách v priestoroch budovy Karso-logickeho výskumného inštitútu prebiehala posterová sekcia a podvečer sa organizovala terénna exkurzia do Postojnskeho krasu so speleolo-

gickým prechodom Postojnským jaskynným systémom od Pivky jamy cez Črnu jamu až do Postojnskej jaskyne s prehliadkou novovytvoreného vivária s niekoľkými exemplármi jaskyniara vodného (*Proteus anguinus*) a odborným, najmä geologicko-geomorfologickým výkladom. Postojnska jama je jednou z najznámejších sprístupnených jaskýň sveta. Od roku 1818, kedy v nej objavili najkrajšie vyzdobené pasáže, ju navštívilo viac než 33 miliónov návštevníkov a je najnavštevovanejšou sprístupnenou jaskyňou Európy. V roku 1872 do podzemia umiestnili železničku, po ktorej turistov rozváža motorový vláčik. V roku 1884 bola jaskyňa elektricky osvetlená.

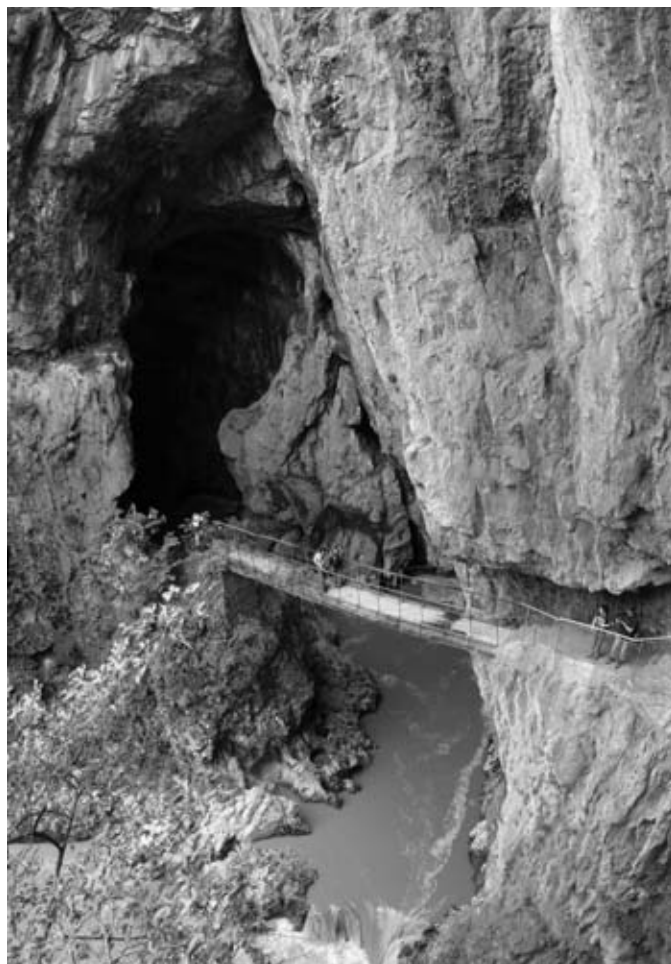
Druhý deň bola prednášková sekcia venovaná krasu vo svete. Xiong Kangning z Inštitútu pre juhočínsky kras pri Guiyangskej univerzite predstavil juhočínsky kras ako prírodné dedičstvo, Amos Frumkin z Hebrejskej univerzity v Jeruzaleme prezentoval kras v aridných podmienkach, Phillipe Audra z Univerzity v Nice vývoj vysokohorského krasu, Lukas Plan z Viedenskej univerzity krasovú morfológiu Severných vápencových Álp a Aleksander Klimčuk z Ukrajinského karso-logickeho inštitútu sa zaoberal krasom v sadrovcach. O krase na horninách s obmedzenou priepustnosťou, napr. na pieskovo- alebo kremencoch, referoval Augusto Euler z Brazílskeho karso-logickeho inštitútu, Jo De Waele z Bolonskej univerzity predniesol poznatky o alpskom krase na pobrežnom krase na Sardínii a pobreží Talianska, Ugo Sauro z Univerzity v Pado-

ve o morfológických a genetických rozdieloch medzi poljami, závrťmi a kolapsovými závrťmi, Paul Williams z Aucklandskej univerzity prednášal o krasovej planícii reliéfu a planárnych povrchoch v krase a Stein Erik Lauritzen z Geovedného inštitútu Univerzity v Bergene sa zaoberal časovým aspektom v krasových procesoch. V poobedňajších hodinách sa uskutočnila terénna exkurzia do oblasti vyššie položených krasových planín a zarovnaných povrchov v slovinskej časti Dinárskeho krasu. Navštívili sme dolomitické územie pri dedine Hotedršica so závrťmi a fluvio-krasovými suchými alebo slepými dolinami, prešli sme cez dolomitické plateau Ravnik do ponorovej oblasti slepej doliny Žejna dolina. Exkurziu sme zakončili v Postojnskom krase pri Predjame. Vo večerných hodinách sa konalo stretnutie Krasovej komisie IGU.

Tretí deň sa začal takisto prednáškami. Úvodnú prednášku o vízii multilaterálneho Parku svetového prírodného dedičstva v Dinárskom krase mal Novozélandčan Paul Williams. O chorvátskej sieti geoparkov Progeo referovala zástupkyňa Progeo Ljerka Mar-



Andrej Mihevc počas terénnej exkurzie k lokalite Ulica pečina vysvetľuje vznik tzv. bezstropných jaskýň v Dinárskom krase. Foto: L. Vlček



Účastníci školy mali možnosť navštíviť aj novospripravené časti Škocjanských jaskýň. Foto: L. Vlček

janac. Poslednou prednáškou sa predstavili krasové územia v talianskom pohraničnom regióne Friuli Venezia Giulia. Poobedňajšia exkurzia smerovala na územie kontaktného krasu medzi flyšom pohoria Brkini a karbonátmi Krasu. Navštívili sme slepé údolia Brezovica, Odolina, Jezerina a Račiška dana s odlišnými geologicko-tektonickými podmienkami vzniku a vývoja. Na exkurzii sme sa zastavili aj v bezstropných jaskyniach Ulica a Ulica pečina, ktoré sú najdlhšími spomedzi „unroofed / roofless caves“ sveta. Vo večerných hodinách sa v priestoroch inštitútu uskutočnil seminár s tematikou nevyriešených problémov v krase, ktorý viedol Švajčiar Philipp Häuselmann, a míting komisie UNESCO.

Štvrtý, piaty a šiesty deň boli venované celodenným exkurziám. Mali sme možnosť navštíviť pobrežné krasové územia medzi Terstom a Monfalcone v Taliansku a transversálu slovinským pohorím Kras, pričom sme spoznávali ich geologickú stavbu a jej odraz v morfológii reliéfu. Zastavili sme sa v jaskyni

Škocjanske jame, kde sme prešli cez ponorovú depresiu rieky Reka pod dedinou Škocjan do Malej a Velikej doliny až na turistickú trasu v časti jaskyne s názvom Šumeča jama. Cez Cirkvenikov most sme prešli do chodieb v Tihej jame, ktorou sme vyšli opäť na povrch. Rieku Reka, ktorá sa v Škocjanských jaskyniach ponára do podzemia, sme sledovali po povrchu až k jej výverom pri talianskej Sistiane, kde sa dostávajú na povrch na úrovni hladiny mora ako Vyvieranie Timavy. Exkurzia na sever od Postojnej nás zaviedla do povodia rieky Ljubljanice, kde sme navštívili vysoko položené Loško polje, kde sme mali možnosť vidieť vyvieracky Obrh pri Vrhniku, ako aj ponory pri dedine Dane. Navštívili sme aj nižšie položené Cerkniško polje, jeho vyvieracky aj ponory. V tomto ročnom období je veľká časť polja zaplavená vodou a na jeho dne sa vytvára periodické najväčšie slovinské jazero s jediným slovinským „ostrovom“ – dedinkou Otok. V krasovej doline Rakov Škocjan sme obdivovali vyvieracky

a ponory rieky Rak, prírodné mosty a fragmentálne pozostatky niekoľkých rozľahlých jaskýň pozdĺž jej toku. V oblasti Planinského polja sme sa zastavili pri jeho vyvierackách a ponoroch, ako aj v jaskyni Planinska jama, ktorá je genetickou súčasťou Postojnskeho jaskynného systému. Posledný deň karsologickej školy a exkurzií po krasových územiach Slovinska mali záujemcovia možnosť navštíviť biospeleologickú stanicu pri Postojnskej jaskyni, jaskyne Otoška jama, Jama pod Predjamskim gradom a Križna jama. V tento deň vybraný kolektív vyštartoval na dvojtyždňovú exkurziu po Dinárskom krase, ktorú organizoval Karsologický výskumný inštitút a zahŕňala exkurzie po krase Slovinska, Chorvátska, Bosny a Hercegoviny a Čiernej Hory. Pri príležitosti Karsologickej školy venovanej výskumu Dinárskeho krasu vydali v anglickom jazyku editori Andrej Mihevc, Mitja Prelovšek a Nadja Zupan Hajna zaujímavú prierezovú publikáciu Úvod do Dinárskeho krasu.

## 4. MEDZINÁRODNÝ WORKSHOP O ĽADOVÝCH JASKYNIACH (IWIC-IV), OBERTRAUN, RAKÚSKO, 5. – 11. JÚNA 2010

*Ján Zelinka*

Po mesiac trvajúcich výdatných zrážkach nás cestou do dedinky Obertraun, nachádzajúcej sa na úpätí Severných vápencových Álp, vítali hrejivé lúče slnka, sprevádzajúce nás počas celého programu, ktorý pre účastníkov pripravili organizátori v poradí už 4. medzinárodného workshopu o ľadových jaskyniach.

História pravidelných stretnutí odborníkov zaoberajúcich sa výskumom, monitoringom, dokumentáciou a turistickým využívaním zaľadnených jaskýň nemá v rámci UIS dlhé trvanie. Prvá myšlienka usporiadať takéto pracovné stretnutie odborníkov, participujúcich na výskume najvýznamnejších permanentne zaľadnených jaskýň formou medzinárodného workshopu (IWIC-I) prišla zo strany vedeckých a univerzitných inštitúcií, zastrešujúcich tieto aktivity v Rumunsku. Správa o podujatí bola uverejnená v Aragonite č. 9, 2004, s. 82 – 83. Hlavným organizátorom nasledujúceho workshopu, konaného roku 2006 v Demänovskej Doline (IWIC-II), bola Správa slovenských jaskýň (Aragónit, 11, 2006, s. 83 – 85). V poradí tretí workshop (IWIC-III) sa uskutočnil v ruskom Kungure v roku 2008 (Aragónit, 13/2, 2008, s. 50 – 53). Aktuálny „IWIC-IV“ za organizačný výbor zastrešovali hlavne M. Behm a H. Hausmann z Inštitútu geodézie a geofyziky Viedenskej technickej univerzity, ďalej spoluorganizovali C. Spötl a M. Luetscher za Inštitút geológie a paleontológie Innsbruckej univerzity, L. Plan z Krasového a jaskyniarskeho ústavu Prírodno-

historického múzea z Viedne a zastupujúci aj Rakúsku speleologickú asociáciu. Navštívené sprístupnené zaľadnené jaskyne reprezentovali S. Höll (Dachsteinhöhlen AG, Obertraun) a F. Oedl (Eisriesenwelt GmbH, Werfen). Členmi organizačného výboru už tradične boli aj V. Maggi a S. Turri z oboch univerzít v Miláne.

Odborná časť programu, ako aj ubytovanie a stravovanie pre 50 registrovaných účastníkov z Rakúska, Španielska, Chorvátska, Talianska, USA, Nemecka, Ruska, Maďarska, Nórska, Švajčiarska, Rumunska, Česka a Slovenska boli pripravené v Národnom športovom a rekreačnom centre, nachádzajúcom sa neďaleko kabínkovej lanovky k Dachsteinským jaskyniam. Tu sa odprezentovalo v sekciách meteorológia, glaciológia, paleoklimatológia, spoločensko-ekonomické a historické aspekty a otvorená

sekcia spolu 23 odborných referátov a 8 posterov, ku ktorým bol vydaný zborník abstraktov. Organizátori plánujú publikovať najhodnotnejšie a včas dodané príspevky v špeciálnom čísle The Cryosphere ([www.the-cryosphere.net](http://www.the-cryosphere.net)). Slovensko bolo zastúpené tromi prezentáciami. J. Zelinka predstavil výsledky mikroklimatického monitoringu realizovaného v Jaskyni studeného vetra, v ktorej dochádza do jej objavenia v roku 1998 k postupnému zaľadňovaniu priestorov jej dolného vchodu. Zároveň bohatý výskyt kryogénnych jaskynných karbonátov v nej dokladá zaľadnenie aj počas dvoch ľadových dôb. Druhý referát od česko-slovensko-rumunského tímu autorov (K. Žák, M. Orvošová, L. Vlček, M. Filipi, J. Rohovec, B. P. Onac a A. Perşoiu) opísal nálež, určenie a vznik karbonátových jaskynných perál v periglaciálnych zónach Demänovskej ľadovej jaskyne a jaskyne Scărișoara. Nakoniec J. Novomeský predstavil skúsenosti s využitím LED svietidiel v sprístupnených zaľadnených jaskyniach, ktoré by mali prispievať k ich ochrane (sú relatívne chladné a vďaka nepodporujú rast nežiaducej vegetácie).

Veľa nových poznatkov, ako aj živé diskusie a výmeny skúseností počas odborného programu vhodne doplnili naozaj príťažlivé exkurzie, ktorých je v tejto lokalite možno naplánovať azda neobmedzene. Ved' len v najsevernejšej časti Východných Álp je známych okolo 14-tisíc jaskýň, z ktorých približne v 900 sa vyskytujú permanentné ľadové výplne! Postupne sme navštívili



Účastníci workshopu pred novou prevádzkovou budovou jaskyne Eisriesenwelt. Foto: F. Oedl



Pohľad z vchodu Rieseneishöhle na Obertraun s Hallstattským jazerom. Foto: J. Zelinka



Západná časť Dachsteinskej planiny v pozadí s časťou Hallstattského ľadovca. Foto: J. Zelinka

viacero povrchových a podzemných krasových javov. Sám Dachstein predstavuje krasový masív s rozmermi približne  $30 \times 15$  km. Nachádzajú sa v ňom jedny z najdlhších alpských jaskynných systémov. Dvoma úsekmi kabínkovej lanovky sme sa dostali na severný okraj Dachsteinskej krasovej planiny – vrchol Krippenstein (2108 m n. m.). Planina predstavuje zarovnaný treťohorný paleopovrch s vysoko-horskými alpskými krasovými formami. Charakteristické je preň množstvo rôznych typov škrap a závrto. Najvyššie polohy planiny nesú znaky glaciálnej erózie. Nachádza sa tu približne 120 jaskýň. Jednu z nich, Krippenstein-eishöhle, ako turisticky voľne prístupnú jaskyňu s trvalým zaľadnením, sme aj navštívili.

V masíve sa nachádzajú tri sprístupnené jaskyne. Azda najznámejšou z nich je Obrovská ľadová jaskyňa – Dachstein-Rieseneishöhle. Objavená bola v roku 1910. V súčasnosti má dĺžku 2700 m pri prevýšení 90 m. Je dvojvchodová s intenzívnym prúdením vzduchu počas mrazivých dní. Na základe najnovších meraní sa v nej nachádza približne  $13\,000\text{ m}^3$  ľadu s povrchom zaberajúcím plochu asi  $5000\text{ m}^2$ . Priemerne tu dosahuje ľad hrúbku od 2 do 6 m, no existuje priestor, kde je jeho hrúbka 15 až 20 m. Peľovými analýzami a metódou datovania  $^{14}\text{C}$  sa stanovil vek ľadu zhruba na 500 rokov.

Druhou sprístupnenou je Mamutia jaskyňa – Dachstein-Mammuthöhle. Objavili ju tiež v roku 1910. Jej aktuálna dĺžka 65 240 m pri vertikálnom rozpätí 1207 m ju zaraďuje na tretie miesto najdlhších rakúskych jaskýň. Predstavuje zložitý labyrint epifreaticky modelovaných galérií, ako aj vadóznych kaňonov. V súčasnosti má 19 známych vchodov, z ktorých niekoľko sa podieľa na zložitom prirodzenom ventilačnom

systéme. Z pohľadu výskytu trvalých ľadových foriem v niektorých častiach jaskyne má najvýznamnejšie postavenie tzv. Východný vchod. Z ľadových výplní tu dominujú vertikálne útvary, hlavne stalagmity a stenové náteky, no v jednom priestore sa tu nachádza aj podlahový ľad so zarovnaným povrchom  $40 \times 15$  m, miestami s mocnosťou do 7 m. V blízkosti viacerých vchodov sa objavuje bohaté sezónne zaľadnenie.

Poslednou sprístupnenou dachsteinskou jaskyňou je aktívna riečna výverová jaskyňa Koppenbrüllerhöhle. Dĺžka jaskyne pri vertikálnom rozpätí 146 m je 4655 m. Jej aktívne podzemné toky takmer okamžite reagujú na topenie snehu na planine, ako aj intenzívne zrážky, čo spôsobuje značné rozdiely vo výdatnosti vyvieracky. Odvodňuje východnú časť krasového masívu do rieky Traun ako hlavného prítoku, ktorý napája Hallstattské jazero. Na jeho úrovni po obvode celého masívu sa nachádza viacero významných vyvieraciek. Dokonca sú známe aj niektoré vyskytujúce sa pod úrovňou hladiny jazera. Jazero dosahuje maximálnu hĺbku až 145 m.

V rámci programu sa uskutočnil aj výlet loďou po jazere, spojený s prehliadkou malebnej dedinky Hallstatt. Tá je spolu s Dachsteinskými jaskyňami zapísaná do Zoznamu svetového dedičstva v rámci UNESCO. Má bohatú históriu – už pred 7000 rokmi sa tu začala ťažiť soľ, z ktorej predaja a exportu zbohatli napríklad aj Habsburgovci. Pôvodná soľná baňa je veľmi príťažlivou formou sprístupnená verejnosti.

Poslednou navštívenou, no nemenej významnou bola jaskyňa Obrovský ľadový svet – Eisriesenwelt. Vchod do jaskyne sa nachádza na východnom okraji krasového masívu Tennengebirge, 1000 m nad dedinou Werfen a riekou Salzach (asi 40 km južne od Salzburgu). Tennenge-

birge je  $60\text{ km}^2$  veľká krasová planina. Jaskyňa je známa od roku 1879. Sprístupnili ju v roku 1920. Už v roku 1929 bola vyhlásená za národnú prírodnú pamiatku. Po výstavbe kabínkovej lanovky roku 1955 prudko vzrástla jej návštevnosť. V súčasnosti ju navštívi do 120-tisíc turistov za rok. Jaskyňa je 42 km dlhá pri prevýšení 407 m. Zaľadnená je len jej asi 800 m dlhá vstupná časť. Povrch ľadu zaberá plochu okolo  $10\,000\text{ m}^2$ . Ľad miestami dosahuje hrúbku až 20 m.

No nielen IWIC pritiahol do Obertraunu v tomto termíne rôzne kruhy jaskyniarov. Okrem „ľadových mužov a žien“ sem zavítalo v rámci jaskyniarskych dní, obdoby nášho jaskyniarskeho týždňa, organizovaných Rakúskou speleologickou asociáciou, asi 270 účastníkov, medzi ktorými boli okrem európskych jaskyniarskych klubov speleológovia aj z Brazílie a Portorika. Atraktivitu podujatia podčiarkli aj oslavy 100 rokov od sprístupnenia Rieseneishöhle, ktorých sa zúčastnilo okrem nich aj skoro celé predsedníctvo Medzinárodnej speleologickej únie (UIS). Pre nás to už bol posledný večer; spolu s nimi sme ho strávili na klavírnom koncerte usporiadanom v ľadovej jaskyni a v družných debatách pri spoločnom posedení a večeri v reštaurácii Schönbörgalm, ktoré otvoril terajší prezident UIS Andy Eavis.

Zhrnutie na záver môže byť jediné – perfektná organizácia, perfektný program a odborná úroveň, veľa zanietených a milých ľudí. Veľa nových kontaktov, skúseností a zážitkov. A k tomu nakoniec aj perfektné počasie, ktoré sa nemalou mierou podpísalo pod vydarený priebeh podujatia. Nuž veru budú sa mať čo obracať naši kolegovia z talianskeho Milána, ktorí sa podujali zorganizovať roku 2012 v poradí už 5. IWIC!

## 20. MEDZINÁRODNÁ KONFERENCIA O SUBTERÁNEJ BIOLÓGII V SLOVINSKU

Vladimír Papáč – Zuzana Višňovská

Pod záštitou Medzinárodnej spoločnosti pre subteránnu biológiu (SIBIOS-ISSB), ako najvýznamnejšej svetovej spoločnosti odborne

zastrešujúcej problematiku jaskynnej biológie, sa od roku 1979 konajú veľké biospeleologické sympóziá v rôznych kútoch sveta. Ich hlavným

cieľom je prezentácia najnovších výsledkov, výmena skúseností, riešenie aktuálnych problémov i naznačenie smerovania podzemnej



Okolie vstupného areálu jaskyne Postojna. Foto: Z. Višňovská

biológii v ďalšom období. Po Austrálii, ktorá hostila vedeckú obec v roku 2008, sa tentoraz miesto konania jubilejného 20. sympózia presunulo do „kolísky biospeleológie“ – slovinskej Postojnej. Vedecké podujatie zorganizoval v dňoch 29. 8. – 3. 9. 2010 Inštitút pre výskum krasu v Postojnej v spolupráci s Notranjským múzeom v Postojnej a Biotechnologickou fakultou Univerzity v Lubláne.

Sympóziu slávnostne otvorili svojimi príhovormi riaditeľ Turizem Krasu Matjaž Berčon, prezident SIBIOS-ISSB Giuseppe Messina a slovinský minister životného prostredia Roko Žarnić. Úvodná prednáška patrila B. Sketovi, ktorý predstavil subteránnu faunu Dinárskej oblasti. V prvom bloku odborných referátov D. Culver a T. Pipan poukázali na význam podpoверхových habitatov (tzv. epikrasu), ktoré predstavujú vstupnú bránu do podzemného sveta, a H. Hahn a kolektív predstavili nové poznatky o podzemných vodách a vzťahu fauny k tomuto typu habitatu. Po prestávke početnejší kolektív autorov pod vedením P. Paolettiho referoval o pozoruhodnom potravnom reťazci troglobiontného chrobáka z rodu *Cansiliella*, žijúceho v jaskyniach severovýchodného Talianska. Ďalej odznali prednášky E. Martíneza-Ansemilu a B. Sambugarovej o dážďovkách v podzemných ekosystémoch a S. Eberharda o vplyve klimatických zmien na stygofaunu v Austrálii. Prvý prednáškový deň uzavreli referáty o prehistorickú distribúciu stygobiontov (M. L. Porter a D. C. Culver), o zoogeografickom rozšírení troglobiontov na severozápadnom Balkáne (M. Zagmajster a B. Sket) a dve prednášky o diverzite jaskynných chrobákov (A. Schuldt a kol., A. Casale a kol.).

Počas druhého dňa konferencie boli referáty rozdelené do dvoch súbežných sekcií (časť prednášok sa konala v miestnosti Nanos a druhá v miestnosti Pivka) z dôvodu veľkého množstva prihlásených referátov. V prvej sekcii „Epikrasové subteránne habitáty“ odznali zaujímavé prednášky venované najmä potravným reťazcom, ekologickým nárokom a distribúcií vodnej fauny v tejto prechodnej zóne od jednotlivých autorských kolektívov pod vedením P. Marmoniera, T. Pipanovej, S. Gottsteinovej, D. W. Fonga, I. N. Melegovej a F. Papiho. Po prestávke sa pokračovalo prednáškami C. Juberthieho, ktorý zhrnul základné znaky epikrasového habitatu, a P. Oromiho o diverzite a distribúcií jaskynných živočíchov na Kanárskych ostrovoch. Sekciu ukončil V. Růžička, ktorý predstavil pavúky adaptované na podzemné prostredie strednej Európy. Súbežne pokračovala sekcia „Fylogeografia a fylogénéza“, počas ktorej odznali najmä prednášky o podzemných



Účastníci konferencie pred kongresovou halou v Postojnej. Foto: organizátori

kôrovcov a ich fylogenetických vzťahoch k povrchovým formám od R. Leijsa a autorských kolektívov K. Abramsa, M. Barattiovej a R. Verovníka. Svoje poznatky o druhej rozmanitosti jaskynných cvrčkov prezentovali G. Allegrucci a kol. a o molekulárnom a fylogeografickom výskume jaskynných rakov z rodu *Troglocaris* autorské kolektívy J. Jugovica a V. Zakšekovej. Poobedňajšia časť druhého prednáškového dňa bola vyhradená ďalším dvom sekciami. Prvú sekciu „Zákonitosti a procesy v subteránnej biodiverzite“ otvorila prednáška S. E. Berkhoffa o rozšírení stygofauny v spolkovej krajine Sasko-Anhaltsko v Nemecku, po ňom vystúpili ďalší nemeckí autori, J. Bork a kol. a H. Stein a kol., ktorí prezentovali výsledky dlhodobého výskumu podzemnej vodnej fauny Nemecka. V tejto sekcii ďalej odznali prednášky O. T. Moldovanovej a kol. o fragmentácii habitatov a jej vplyve na hypogeickú faunu, F. Stocha a F. Gaspara o regionálnej druhej diverzite jaskynných živočíchov v Taliansku, R. Lopesa Ferreiru o skrytej biodiverzite a perspektívach výskumu jaskynnej fauny v Brazílii a napokon dve prednášky o priestorovej distribúcií, prvá od J. Bedekovej zameraná na jaskynnú rovnakoňozku (Isopoda) v Chorvátsku a druhá od L. Maurica a kol. týkajúca sa výskytu stygobiontov v Anglicku. V druhej poobedňajšej sekcii „Systematika a faunistika“ boli na programe referáty o rozšírení a diverzite jaskynných bezstavovcov vo vzdialenejších častiach sveta, ako napr. o vodných roztočoch na ruskom Ďalekom východe (K. A. Semenchenková), o bezstavovcoch žijúcich v jaskyniach Guangxi v južnej Číne (L. Deharveng a kol.) alebo o jaskynnej faune z regiónu Kerala v Indii (B. N. Sivasankaran a kol.). Po prestávke sa dostali k slovu slovenskí biospeleológovia, a to kolektív pod vedením L. Kováča, ktorý informoval o morfológii a distribúcií štúrovky *Eukoenenia spelaea* (Palpigrada) v Západných Karpatoch, a A. Mock, ktorý prezentoval výsledky dlhodobého výskumu terestrických rovnakoňozok (Isopoda) v slovenských jaskyniach. Podvečerný program speštril krátky videodokument o živote vodnej fauny v Postojnskej jaskyni od C. Mlinara. Následne sa začala prvá posterová sekcia, kde prítomní autori prezentovali celkovo 68 posterov. Správa slovenských jaskýň bola zastúpená dvoma posterami.

V prvom Z. Višňovská poskytla súhrnný prehľad o diverzite a distribúcií akvatických kôrovcov (Crustacea) v jaskyniach Slovenska. V druhom V. Papáč informoval o výsledkoch päťročného výskumu chvostoskokov (Collembola) v krasových a nekrasových jaskyniach stredného Slovenska. Slovensko bolo prezentované aj posterami I. Hudca o nových poznatkoch v rode *Niphargus* zo slovenských jaskýň, P. Luptáčka o distribúcií, ekológii, morfológii a potravných preferenciách panciernika *Pantelozetes cavaticus* a M. Rendoša a kolektívu, ktorý poskytol výsledky prvých pozorovaní vertikálnej distribúcie a sezónnej dynamiky terestrických článkonožcov v epikrasovom prostredí Ružinského krasu.

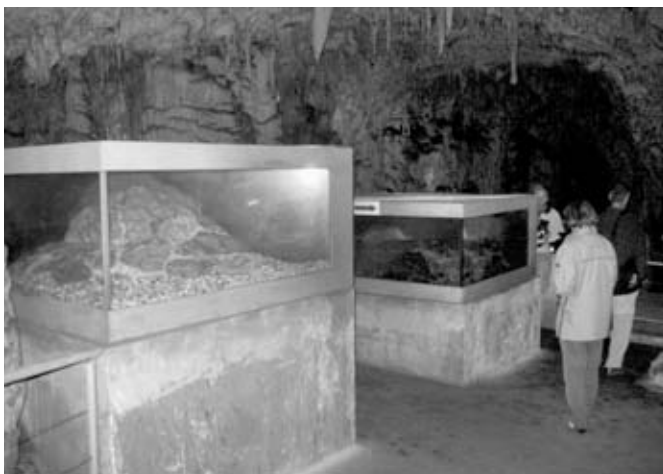
Dňa 1. septembra bola na programe celodenná exkurzia do okolia Postojnej, ktorou nás sprevádzal geograf A. Mihevc z Inštitútu pre výskum krasu. Prvou zastávkou bolo Cerkniško polje, ktoré predstavuje jedno z mnohých polí v tejto oblasti. Počas našej návštevy sme prechádzali popri ponoroch na dne veľkého občasného jazera Cerknica, ktoré boli v tejto časti roka úplne suché. Ponory vedú do vyše 8-kilometrového systému podzemných chodieb Karlovických jaskýň. Ďalšou zastávkou boli jaskyne Rakov Škocjan, kde sme obdivovali skalné mosty a okná v stropě zrútených jaskynných chodieb. Následne sme sa presunuli ďalej na juhozápad, do kameňolomu Črnotiče, kde sme mohli zhladiť v odťažených stenách lomu skameneliny jaskynných živočíchov (obručkavce *Marifugia cavatica*). Poslednou lokalitou boli imponantné Škocjanske jaskyne, ktoré predstavujú 5,8 km dlhý systém s najväčšími podzemnými priestormi v Slovinsku, dosahujúcimi výšku v niektorých miestach až viac ako 140 m.

V dopoludňajších hodinách 4. dňa konferencie bol na programe ďalší blok prednášok rozdelený na dve sekcie. V prvej sekcii „Ochrana podzemného života“ odznali zaujímavé prednášky o vplyve ľudskej činnosti na jaskynnú faunu a jej ochrane v Brazílii od autorov M. Souza Silva a kolektív a J. Muriel-Cunha a kolektív. Nasledovali referáty L. Draveca a R. Ozimeca o ochrane fauny na Istrii v Chorvátsku. Po prestávke sa dostala k slovu K. Dvorščáková, ktorá informovala o histórii propagácie jaskynného mloka *Proteus anguinus* v jaskyni





Suché ponory na dne občasného jazera Cerknica v Cerkniškem polji.  
Foto: Z. Višňovská



Podzemné laboratórium na chov a výskum jaskynných živočíchov v jaskyni Postojna. Foto: Z. Višňovská

Postojna. Nasledovali prednášky o ochrane stygobiontnej fauny v Austrálii od S. Goaterovej a veľmi podnetný referát B. Fajdigeovej, ktorá upozornila na skutočnosť, že ochrana podzemnej fauny sa začína na povrchu. Druhú sekciu „Adaptácia, vývoj a fyziológia“ otvoril referát V. Šustra a kolektívu o potravovej biológii rovnakoňky *Mesoniscus graniger*. Nasledovali referáty o činnosti žliaz rovnakoňky *Titanethes albus* (M. Vittori a kol.) a o úlohe tuku v telách jaskynných cvrčkov (S. Lipovšek). Po prestávke v tejto sekcii vystúpil M. Zacharda s poznatkami o morfológických adaptáciách roztočov z čeľade Rhagidiidae na jaskynné prostredie. V ďalších štyroch prednáškach sa pozornosť upriamila na subteránne vodné obrúčkavce; bola medzi nimi aj prednáška od E. Dumnickej o máloštetinavcoch poľských jaskýň. V poobedňajšej sekcii „Mikrobiológia a geomikrobiológia“ vystúpila česká mykologička A. Nováková, ktorá prezentovala svoje poznatky o mikroskopických hubách ako potravovom zdroji pre chvostoskoky v jaskyniach. Okrem nej odznelo ďalších sedem mikrobiologických referátov, prevažne od slovinských autorov, ktoré sa týkali napr. entomopatogénnych húb (R. Tkavc a kol.) a mikroorganizmov kolonizujúcich rôzne mikrohabitaty jaskynného prostredia (J. Mulec a J. Walochnik, L. Pašičová a kol., T. Zakotnik a kol.). Druhá poobedňajšia sekcia

„Evolúcia a systematika podzemných chrobákov“ obsahovala sedem referátov venovaných najmä adaptácii, geografickému rozšíreniu a molekulárnemu výskumu tejto najbohatšej suchozemskej skupiny bezstavovcov v jaskyniach. Po odznení poslednej prednášky sa premietol dokumentárny film M. Lukiča a J. Bedekovej, ktorý prezentoval detaily zo života jaskynnej fauny Chorvátska. Film mal veľký ohlas a autori ho dali k dispozícii na náučné účely viacerým účastníkom. Po filme nasledovala druhá časť posterovej sekcie a hneď po nej návšteva vivária a podzemného laboratória PROTEUS lokalizovaného priamo v útrobach jaskyne Postojna. Vo vstupnom areáli jaskyne sa účastníkom premietol náučný film o vývoji jaskynnej fauny v Dinaridoch a následne si zúčastnení prezreli priestory chovu jaskynných živočíchov. Je to sústava akvárií a vivárií, pri každom z nich je tabuľka s názvom a stručným opisom daného druhu. Každý návštevník má tak jedinečnú možnosť pozrieť si zblízka pestrú paletu jaskynných bezstavovcov, ako aj najväčšiu atrakciu a endemita jaskýň Dinárskeho krasu, slepého jaskynného mloka *Proteus anguinus*, ktorý je dosiaľ jediným pravým jaskynným druhom zo skupiny stavovcov (Vertebrata) v Európe.

Posledný deň konferencie bol venovaný opäť prednáškam. V jedinej sekcii „Nové modely, metódy a koncepcie v subteránnej bio-

lógii“ odzneli napr. referáty o mikrosatelitoch ako nových nástrojoch výskumu podzemného života od M. Konecovej a P. Trontelja alebo od E. Trajanovej, ktorá predostrela spôsoby klasifikácie podzemných živočíchov. Po obede M. Turjak a J. Flot a kolektív prezentovali nové fylogenetické charakteristiky kôrovcov rodu *Niphargus*. Súčasťou programu bolo aj stručné obhliadnutie sa za celoživotným dielom dvoch významných biospeleológov, Janine Gibertovej (1945 – 2009) a Sandra Ruffa (1915 – 2010), in memoriam. Po krátkej prestávke nasledovalo oficiálne ukončenie konferencie.

Na tomto vedeckom podujatí sa celkovo zúčastnilo takmer 200 účastníkov z 25 krajín. Odznelo 108 referátov, prezentovaných bolo 68 posterov a 2 videodokumenty. Zo Slovenska sa podujatia zúčastnili Z. Višňovská a V. Papáč zo Správy slovenských jaskýň, ďalej Ľ. Kováč, P. Luptáčik, A. Mock a I. Hudec z Prírodovedeckej fakulty UPJŠ v Košiciach a jeden študent tejto fakulty, M. Rendoš. Abstrakty referátov a posterov sú publikované v zborníku abstraktov ICSB 2010.

A na záver potešujúca informácia pre slovenských biológov. Na zasadnutí Medzinárodnej spoločnosti pre podzemnú biológiu sa rozhodlo, že nasledujúca, v poradí už 21. konferencia o podzemnej biológii sa bude konať roku 2012 v Košiciach na Slovensku!

## MEDZINÁRODNÝ WORKSHOP O HYPOGÉNNYCH JASKYNIACH (POSTOJNA, SLOVINSKO)

**Lukáš Vlček**

Podujatie organizované 12. – 13. júna 2010 Karsologickým výskumným inštitútom pri Slovinskej akadémii vied ZRC SAZU, Sliezskou univerzitou v Katoviciach a Univerzitou v Sydney v rámci projektu HYPOCAVE – EU FP7-PEOPLE-2009-IRSES sa uskutočnilo v mekke dinárskej speleológie – mestečku Postojna v regióne Vnútorné Kranjsko v Slovinsku. Cieľom workshopu bolo oboznámenie najmä mladých vedcov –

doktorandov s problematikou hypogénneho krasu a jaskýň a výmena skúseností súvisiac s porovnaním hypogénnych jaskýň v Európe a Austrálii. Lektori Andrzej Tyc (Poľsko) a Armstrong Osborne (Austrália) pripravili prednášky uvádzajúce do medzinárodného projektu HYPOCAVE a opisujúce hypogénnu morfogénu a sedimenty hypogénnych jaskýň. Bojan Otoničar (Slovinsko) detailne predniesol program terénnej časti worksho-

pu. Účastníci mali možnosť diskutovať o danej problematike so svetovými odborníkmi. Program workshopu kombinoval sobotňajúšu teoretickú časť zloženú z prednášok v budove inštitútu s nedeľnou celodennou terénnou exkurziou, ktorá smerovala do jaskyne Jama pod Babjim zobom. Jaskyňa sa nachádza v pohorí Jelovica, pri dedinke Bohinjka Bela, blízko svetoznámeho jazera Bled v tzv. Julských Prealpách. Podľa od-

borníkov ide o typickú hypogénnu jaskyňu vytvorenú vystupujúcimi, pravdepodobne aj termálnymi vodami pozdĺž výrazných juhovýchod-severozápadne orientovaných zlomov, paralelných s najvýznamnejšími zlomami, ako rašský, predjamský, idrijský, knežský, ravnský alebo sávsky zlomový systém oligocénného veku. To znamená, že začiatky krasovania na tomto území spadajú do obdobia pred 23 miliónmi rokov. Táto 359 m dlhá a 50 m hlboká jaskyňa v nadmorskej výške 1008 m je známa vďaka výskytu veľkých kalcitových kryštálov už dlhý čas a história



Bojan Otoničar víta frekventantov workshopu pred vchodom do hypogénnej jaskyne Jama pod Babjim zobom. Foto: L. Vlček

jej pravidelných návštev, siahajúca do 19. storočia, vyúsťila do turistického sprístupnenia jaskyne verejnosti v roku 1978. V súčasnosti ju prevádzkuje Društvo za raziskovanie jam Bled, ktoré ju aj elektricky osvetlilo. Účastníci exkurzie mali možnosť prehliadnúť si priestory jaskyne a pozorovať zmeny morfológie, sedimentárnu a kryštalickú výplň podzemných priestorov a svoje pozorovania konzultovať s poprednými svetovými odborníkmi. Armstrong Osborne ich tiež uviedol do problematiky detailného morfológického mapovania jaskýň.

## VEDECKÁ KONFERENCIA O PETIANOVI V LUČENCI

*Ludovít Gaál*

Pri príležitosti Medzinárodného roka biodiverzity usporiadalo Novohradské múzeum a galéria v Lučenci spolu s Katedrou biológie a ekológie Fakulty prírodných vied Univerzity Mateja Bela v Banskej Bystrici v dňoch 7. a 8. októbra 2010 medzinárodnú vedeckú konferenciu o živote, diele a odkaze Jána Šalamúna Petiana-Petényiho. Ako spoluorganizátori sa do podujatia zapojili aj občianske združenie Región Neogradensis, Správa CHKO Cerová vrchovina, Správa národného parku Bükk z Maďarska, Obvodný úrad životného prostredia v Lučenci, Mesto Lučenec, Múzeum Pásztó v Maďarsku, Obec Ábelová a Správa slovenských jaskýň. Podujatie sa konalo na mestskom úrade v Lučenci a exkurzie smerovali do Petianovho rodiska Ábelovej, do pohoria Ostrôžky a na paleontologickú lokalitu Ipolytarnóc v Maďarsku.

Ján Šalamún Petian-Petényi (1799 – 1855), rodák z Ábelovej v Ostrôžkach, pôvodne evanjelický kňaz, bol zakladateľom vedeckej ornitológie v Uhorsku, ale zaoberal sa aj inými živočíšnymi skupinami, medzi ktorými nechýbali ani netopiere. Jeho práca o netopieroch vyšla po jeho smrti v edícii Ota Hermana *Reliquia Petenyiana* v roku 1879. Netopiere študoval najmä v jaskyni Baradla. Petian bol popredným zoológom svojej doby, ktorý výsledkami svojej práce, ekologicky a ochranársky zameranými myšlienkami dosiahol európsku úroveň.

Konferenciu otvorila Mgr. Iveta Kaczarová, riaditeľka Novohradského múzea a galérie v Lučenci. S osobnosťou Petiana a jeho dielom sa zaoberali referáty J. Klindu z Bratislavy, J. Drenka z Lučenca, F. Mészároša z Budapešti, V. Sedlákovej z Martina, A. Stollmanna z Hurbanova, V. Stockmanna z Malinova, M. Bohuša z Bratislavy a P. Urbana z Banskej Bystrice. Ostatné referáty boli

venované rôznym zoológickým, floristickým a ochranárskym témam Novohradu. Na konferencii odznelo 18 referátov a bolo vystavených 10 posterov. Večer sa konalo slávnostné otvorenie výstavy *J. Š. Petian-Petényi a príroda Ostrôžok*. Na výstave sa panelom *Jaskyne Ostrôžok* prezentovala aj Správa slovenských jaskýň. Jeho obsahovú náplň pripravili pracovníci oddelenia praktickej starostlivosti o jasky-

ne Správy slovenských jaskýň, technickú úpravu zabezpečilo Slovenské múzeum ochrany prírody a jaskyniarstva v Liptovskom Mikuláši.

V druhý deň konferencie sa uskutočnili exkurzie. Prvá cesta viedla do Ábelovej, rodnej obce Petiana, kde účastníci položili veniec na pamätnú tabuľu na priečelí jeho rodného domu. Je zarážajúce, že jeho rodný dom sa nachádza v rovnakom dezolátnom stave, v akom ho našli účastníci predchádzajúcej konferencie v roku 1999. Exkurzia pokračovala prehliadkou Budinského pamätného lesa, v ktorom počas Slovenského národného povstania popravili miestnych partizánov. Po návšteve tohto pamätného miesta účastníci navštívili jaskyňu Jánošíkova skrýša v tzv. Budinskej skale. Budinská skala predstavuje bývalý andezitový lávový prúd, teda aj jaskyňa sa vytvorila v kompaktných andezitoch. Pôvod tejto jaskyne doteraz nie je spoľahlivo vyriešený. Doskovitá odlučnosť andezitu v jaskyni nesvedčí o oválnom tvare pôvodného telesa, teda kmeňa stromu ako v prípade Brankovej skrýše na Poľane. V tomto prípade išlo pravdepodobne o vyvetranie lávou vytrhnutého bloku inej, rýchlejšie zvetrávajúcej horniny z podložia. Účastníci konferencie sa na krátky čas zastavili aj na zaujímavých skalných útvaroch lokality Budinské vráta a odchádzali do Ipolytarnócu na prehliadku známej paleontologickej lokality.

Dvojdnňová konferencia bola dôkazom, že aj na „vidieku“ sa dá zorganizovať vydarené a všeobecne osočné podujatie, treba na to len vhodných organizátorov. Nesporne k takým patrí Mgr. Iveta Kaczarová, riaditeľka Novohradského múzea a galérie v Lučenci, doc. Ing. Peter Urban, PhD., a prof. RNDr. Peter Bitušik, CSC., z Katedry biológie a ekológie Fakulty prírodných vied Univerzity Mateja Bela v Banskej Bystrici.



Účastníci konferencie pred priečelím Petianovho rodného domu. Foto: V. Stockmann



Exkurzia do jaskyne Jánošíkova skrýša v Ostrôžkach. Foto: V. Stockmann

## Odborný seminár o živote a diele Jána Brodňanského

Dňa 2. 11. 2010 sa v priestoroch kina Choč v Dolnom Kubíne pod záštitou mesta Dolný Kubín, Oravského múzea Pavla Országha Hviezdoslava a Žilinského samosprávneho kraja uskutočnil odborný seminár o živote a diele Jána Brodňanského (1910 – 1997), konaný pri príležitosti 100. výročia narodenia tejto významnej osobnosti slovenskej speleológie. Brodňanský bol nielen speleológom, ale ako sám vravel, počas svojho života sa venoval viacerým záľubám, pričom v rôznych obdobiach sa viac venoval jednej, inokedy inej. Okrem jaskyniar-

stva bol nadšeným archeológom, ochotníkom, záhradkárom a včelárom, priekopníkom turistiky a horolezectva na Orave. Väčšinu svojho života sa živil hodinárskym remeslom. Ako speleológ stál pri vzniku Slovenskej speleologickej spoločnosti v roku 1949 i pri jej obnovení v roku 1970. Venoval sa najmä prieskumu a odbornej dokumentácii jaskýň Oravy, spod jeho pera vzišlo množstvo krásnych a precíznych máp, ako aj odborných a dokumentačných článkov, publikovaných najmä v Slovenskom krase a Krásach Slovenska. Všetku túto činnosť počas seminára priblížili jeho priatelia, ako aj pokračovatelia v ním začatom diele. J. Kocian predniesol príspevok o medzníkoch v živote Brodňanského, M. Čajka priblížil jeho archeo-

logickú činnosť, P. Holúbek zhrnul históriu a výsledky jeho jaskyniarskeho pôsobenia, D. Kubištová sa zamerala na Brodňanského kultúrne aktivity a V. Mikula ako nositeľ Brodňanského žezla v súčasnom speleologickom prieskume Oravy priniesol zhrnutie prínosov jeho aktivít pre horolezectvo, turistiku a jaskyniarstvo na Orave. V poobedňajších hodinách sa uskutočnila pietna spomienka na mestskom cintoríne v Dolnom Kubíne a po nej v priestoroch Florinového domu slávnostná vernisáž výstavy s názvom Ján Brodňanský. Seminár o živote a diele Jána Brodňanského bol úctovou spomienkou na nestora oravských jaskyniarov.

Lukáš Vlček

## Prezentácie krasu a jaskýň na 6. vedeckej konferencii Asociácie slovenských geomorfológov pri SAV

Počas 15. kongresu Slovenskej geografickej spoločnosti, ktorý sa uskutočnil v dňoch 8. – 11. 9. 2010 v Košiciach, sa ako sprievodné podujatie konala 6. vedecká konferencia Asociácie slovenských geomorfológov pri SAV. Kongres i konferenciu z organizačnej stránky úspešne pripravil Ústav geografie Prírodovedeckej fakulty UPJŠ v Košiciach pod vedením doc. RNDr. Z. Hochmutha, CSc. Geomorfologická konferencia sa uskutočnila v dňoch 9. – 10. 9. 2010; súčasťou jej programu boli viaceré referáty zaoberajúce sa problematikou krasu a jaskýň. Prezentovali sa najnovšie poznatky, ktoré sa v posledných rokoch získali z rôznych krasových oblastí Slovenska.

Na základe poznatkov o morfológii a veku sedimentov Belianskej jaskyne sa rekonštruoval geomorfologický vývoj doliny Bielej vo východnej časti Belianskych Tatier (P. Bella, P. Bosák, P. Pruner, J. Glázek†). Podľa rozdielnosti morfológie dolín v krase sa analyzoval ich vplyv na vývoj riečnych geosystémov (J. Jakál). Viaceré sedimentologické a mineralogické nálezy z jaskýň umožnili predložiť úvahu o vývoji paleokrasu a predkvartérneho krasu na východnom okraji Slovenského krasu (Z. Hochmuth). Z hľadiska hydrologických a morfológických kritérií sa posudzovali polja Pôľč a Brezie v krasovom území Drienockej vrchoviny (P. Michal). Ďalej sa analyzovali hydrogeologické podmienky a morfológické tvary v Plaveckej jaskyni a Plaveckej priepasti, ktoré poukazujú na ich vytváranie vodami vystupujúcimi pozdĺž okrajovej zlomovej zóny Malých Karpát (P. Bella). K ucelenejšiemu poznaniu vývoja zarovnaných povrchov v južnej časti Slovenského krasu a Rimavskej kotliny prispievajú novšie poznatky

o tektonickom vývoji územia, geochemii kaolinických kôr zvetrávania a výskyte pôd typu *terra rossa* (J. Košťálik).

Podobne ako na predchádzajúcich konferenciách tohto zamerania, prezentované karsologické a speleologické referáty dotvárajú celkový obraz o geomorfologických výskumoch na Slovensku. S cieľom získať súborné geologicko-geomorfologické poznatky o vývoji krasu a jaskýň sa zdôraznila potreba integrálneho prístupu pri ich geovednom výskume. Abstrakty referátov sú uverejnené v spoločnom kongresovom a konferenčnom zborníku (ISBN 978-80-7097-824-5). Nad rámec prednesených referátov je v zborníku zaradený abstrakt o geomorfológii Hájskej doliny v Slovenskom krase (A. Petrvalská). Príspevky spracované z uvedených referátov sa budú publikovať v našich geografických a speleologických časopisoch.

Pavel Bella

## Speleofórum 2010

Tohto roku privítala obec Sloup v Moravskom krase už 29. ročník Speleofóra, centrálného podujatia Českej speleologickej spoločnosti. Zúčastnilo sa ho vyše 150 účastníkov z Česka, Slovenska a Poľska. Počas víkendu sa prezentovali výsledky domácej speleologickej činnosti i zahraničných expedícií.

Pre záujemcov sa konali exkurzie do viacerých jaskýň Moravského krasu. Z prezentácií domácej speleologickej scény treba spomenúť P. Kalendu, ktorý uviedol výsledky gravimetrických meraní v Moravskom krase, V. Káně sa ujal prezentácie o netopieroch a probléme

s White Nose Syndrome, P. Barák predstavil objavy v jaskyni Okrouhlík pod Vavříneckou plošinou, J. Dragoun zas Jaskyňu na Javorce, ktorá dosiahla dĺžku 1520 m, čo ju tak, ako správne poznamenal F. Musil, v Českom krase stavia do pozície podobnej, akú má „Amatérka“ medzi jaskyňami v Moravskom krase. Odprezentovala sa i nová webová stránka ČSS, ktorá sa stáva pýchou spoločnosti. Z diania na Slovensku prispel vydarenou prednáškou o jaskyni Mesačný tieň B. Šmída, ktorý za ňu aj získal cenu. Udalosti zo zahraničia sa každoročne opakujú lokáciami i podobnými výsledkami: M. Audy predstavil nové objavy na venezuelskej stolovej hore Chimantá, Z. Motýčka ďalšie zamerané kilometre v zatopených jaskyniach me-

xického Yucatánu a objav kostry trefohorného mastodonta, Z. Dvořák referoval o postupoch v jaskyniach v Čiernej Hore, T. Roth o prieskume v slovinskej Kačnej jame. Speleofórum sa nieslo v priateľskom duchu a večernú atmosféru dokresľovala živá hudba. Na záver treba dodať, že za organizáciu toho vydaného jaskyniarskeho podujatia s medzinárodnou účasťou treba poďakovať predovšetkým usporiadateľom zo ZO 6-16 Tartaros a ich spolupracovníkom zo Žďáru a Kladna. Zájemcovia si zo Speleofóra odniesli rovnomenný zborník príspevkov a už teraz sa tešia na budúci, jubilejný tridsiaty ročník podujatia.

Lukáš Vlček



Vchod do jaskyne Kůlna, dnešný východ zo sprístupneného okruhu Sloupsko-šošuvských jeskyní. Foto: L. Vlček

K. W. Stafford – L. Land  
– G. Veni (Eds.):

## Advances in Hypogene Karst Studies

NCKRI Symposium 1

National Cave and Karst Research  
Institute, Carlsbad,  
NM 2009, 182 strán,  
ISBN-13 978-0-9795422-4-4



Súčasťou mítingu Americkej geologickej spoločnosti, ktorý sa konal roku 2008 v texaskom Houstone, bola tematická sekcia zameraná na aktuálnu problematiku hypogénneho krasu. Uskutočnila sa pod garanciou Národného inštitútu pre výskum jaskýň a krasu (NCKRI) v Carlsbade v Novom Mexiku, ktorý zriadili v roku 1998 na základe mandátu kongresu USA. Problematika vzniku a vývoja hypogénnych jaskýň sa v posledných desaťročiach stala jednou z hlavných oblastí speleologického a karsologického výskumu. Prezentované progresívne referáty poukázali na výrazný pokrok pri najnovšom výskume hypogénnych jaskýň a riešení tejto dôležitej problematiky z interdisciplinárneho hľadiska. Predložený zborník, zostavený z referátov prezentovaných na uvedenej sekcii geologickeho mítingu, je začiatkom vydávania novej série publikácií Národného inštitútu pre výskum jaskýň a krasu (NCKRI Symposium). Obsahuje 14 recenzovaných príspevkov, prevažne od amerických autorov. Z hľadiska obsahovej štruktúry je rozdelený do štyroch tematických blokov.

Referáty prvého bloku sa týkajú všeobecnej teórie hypogénneho krasu. Najskôr sa podáva základná charakteristika hypogénnej speleogenézy s dôrazom na odlišnosti jej prírodných podmienok a procesov v porovnaní s tzv. epigénnou, resp. hypergénnou speleogenézou (A. B. Klimchouk). Hypogénne jaskyne sa vytvárajú výstupnými, spravidla termálnymi vodami, ktoré majú zväčša vyšší obsah  $\text{CO}_2$  alebo  $\text{H}_2\text{S}$  z hlbinných zdrojov, a tým vzrastá intenzita rozpúšťania hornín. Hypogénnu speleogenézu treba posudzovať na základe geologickeho vývoja a hydrogeologických pomerov daného územia, mor-

fogenetickej analýzy priestorovej štruktúry a tvarov jaskynných priestorov, analýzy jaskynných sedimentov a minerálov, ako aj zmien chemického zloženia materských hornín počas hypogénnej speleogenézy. Z hľadiska celkovej morfológie a morfofenetických znakov jaskýň sú pre hypogénnu speleogenézu typické zóny kavernózneho pórovitosti, sieťové puklinové labyrinty, nepravidelné špongióvité labyrinty, izolované chodby alebo zhluky chodieb, nepravidelné izolované domy, stúpajúce stupňovito-šikmé chodby alebo šachty a kolapsové šachty nad rozsiahlymi hypogénnymi telesami. Špecifickými mezomorfológickými tvarmi hypogénnych jaskýň sú stúpajúce prírodné kanály a otvory (označované „feeders“ alebo „risers“), stúpajúce stenové kanály a stropné poltrubice, ktoré vedú do reťazovito zoradených kupolovitých vyhlbení, väčších stropných kupol až domovitých vyhlbení. Kombinácia týchto tvarov sa terminologicky označuje „morphologic suite of rising flow“ (MSRF).

Nastoľuje sa však diskusia, že uvedené korózne tvary vytvorené pomalým tokom vody nie sú jedinečnými diagnostickými morfológickými znakmi jaskýň hypogénneho pôvodu, zväčša v krasových akviféroch obmedzených nadložnými nekrasovými horninami, ale viac-menej sa pozorujú aj v koróznych pobrežných jaskyniach (angl. *flank margin caves*) či v riečnych jaskyniach remodelovaných záplavovými vodami. Poukazujúc na terminologickú nejednotnosť sa diskutuje o nezosúladenom používaní ekvivalentných pojmov *epigénne jaskyne* (prednostne v severoamerickej literatúre) vs. *hypergénnne jaskyne* (najmä vo východoeurópskej literatúre), ktoré sú z hľadiska genézy protikladom hypogénnych jaskýň (J. E. Mylroie, J. R. Mylroie). Hypergénnne jaskyne sa vytvárajú v krasových horninách normálnymi atmosférickými vodami, najmä v podmienkach ich neobmedzenej cirkulácie. Navyše epigénne jaskyne nemožno stotožňovať s pojmom *epigenetické jaskyne*, ktoré predstavujú druhotné jaskyne, mladšie ako materská hornina, vytvorené akýmkoľvek procesom v hypogénnom alebo hypergénnom prostredí.

Ďalej sa charakterizujú podmienky a procesy hypogénneho krasovatenia v oblastiach, kde zvýšenie koncentrácie  $\text{CO}_2$  a  $\text{H}_2\text{S}$  v termálnej vode spôsobuje vulkanická činnosť; príkladmi sú hlboká freatická šachta Zacatón a horizontálna jaskyňa Cueva de Villa Luz v severovýchodnej časti Mexika, hlboká zaplavená priepasť Pozzo del Merro v strednom Taliansku, zaplavené kolapsové závrtovité depresie zv. *obruks* v centrálnom Turecku či Mammoth Hot Springs v národnom parku Yellowstone vo Wyomingu, USA (M. O. Gary, J. M. Sharp). Ako indikátory hypogénnej degazácie pod vodnou hladinou sa detailne opisujú kalcitové uloženiny pripomínajúce prevrátené sintrové kaskádovité hrádzky (angl. *folia speleothems*), ktoré vznikajú v nasýtených jazerách, patria medzi ojedinelé formy sintrovej výplne a vyskytujú sa asociovane s koróznymi kanálkami vyhlbenými účinkom vystupujúcich bublín  $\text{CO}_2$  (Ph. Audra, L. Mocochain, J.-Y. Bigot, J.-C. Nobécourt).

Druhý blok zahŕňa detailné štúdie hypogénneho krasu vytvoreného v špecifických

podmienkach. Objašňujú sa príčiny kolapsových štruktúr (najmladšie z rokov 1989 a 2005) v metropolitnej oblasti dvojmiest Minneapolis a Saint Paul v juhovýchodnej Minnesote, ktoré môžu byť dôsledkom hypogénnych krasových procesov. Podzemné odvodňovanie oblasti inklinuje do hlboko zahĺbenej súčasnej doliny rieky Mississippi a dvoch ďalších dolín pochovaných glaciálnymi sedimentmi (K. D. Barr, E. C. Alexander). Analyzuje sa vplyv štruktúrno-tektonických diskontinuit (najmä zlomových zón a zlomov permskej a trefohornej tektoniky) a faciálnych zmien karbonátov na vývoj hypogénneho krasu v pohorí Guadalupe Mountains v Novom Mexiku, kde jaskyne vytvorili hlbokocirkulujúce meteorické vody miešajúce sa so sírovodíkovými roztokmi pochádzajúcimi z okolitých nálezísk ropy a zemného plynu (P. Burger). Na západnom okraji Delawarskej panvy (Eddy County, juh Nového Mexika a Culberson County, západný Texas) sa v podložnom súvrství Castile vytvorili zhluky hypogénnych jaskýň, ktoré sa viažu na permské kalcifikované evapority so zónami brekcií a selenitové masy. Na základe asociovaného výskytu hypogénnych jaskýň, brekcií, prirodzenej síry, selenitových mäs a kalcifikácie možno predpokladať, že v rámci sulfátovej diagenézy tohto súvrstvia dominovali hypogénne procesy (R. G. Nance, K. W. Stafford). Poznatky o hypogénnej genéze sieťovej labyrintovej jaskyne Robber Baron, vytvorenej vo vrchnokriedovej kriede, sa využívajú na objasnenie vývoja a praktický manažment akviféru artézskych podzemných vôd v okolí Edwards Plateau v centrálnom Texase (G. Veni, L. Heizler).

Tretí blok tvoria regionálne štúdie o hypogénnom krase. Jaskyňa Chilly Bowl Cave je príkladom hypogénnej speleogenézy pozdĺž reaktivovaných starých zlomov v južnej časti Ozark Plateaus v severnom Arkansase (J. V. Brahana, R. Tennyson, J. Terry, Ph. D. Hays, E. Pollock). Z hydrogeologického a geochemického hľadiska sa objašňuje vplyv  $\text{H}_2\text{S}$ , pochádzajúceho z ropných polí permského artézského, prevažne karbonátového súvrstvia, na sulfúrickú acidnú speleogenézu v pohorí Guadalupe Mountains v juhovýchodnej časti Nového Mexika a priľahlej časti Texasu (H. R. DuChene). Hypogénna speleogenéza pozdĺž rieky Pecos s vývojom viacposchodových artézskych jaskynných systémov, ktorá sa od stredných trefohôr viazala na laterálnu migráciu a zahľbovanie riečiska podmieňujúce výstupné prúdenie podzemných vôd, je typickým príkladom vývoja krasu v povodiach východnej časti Nového Mexika a západnej časti Texasu (K. W. Stafford, L. Land, A. B. Klimchouk, M. O. Gary).

Posledný, štvrtý blok referátov sa zaoberá prírodnými zdrojmi a náleziskami nerastných surovín vzťahujúcimi sa na hypogénny kras. Na príklade zinkovo-olovnatej bane Nanisivik v zruďovaných a krasovatených proterozoických karbonátoch na kanadskom Baffinovom ostrove sa zdôrazňuje súvislosť vytvárania sulfidových ložísk s hypogénnou speleogenézou (D. Ford). Ďalej sa poukazuje na vplyv hypogénnych krasových procesov na vznik rezervoárov artézskych podzemných vôd v aridnej juhozápadnej časti USA, na príkladoch z regiónu Lower Pecos v juhovýchodnej časti



Nového Mexika (L. Land). Nakoniec sa opisujú novoobjavené početné náleziská zemného plynu v hydrotermálnych vrchnoordovických dolomitoch v oblastiach Trenton a Black River v štáte New York, najmä z hľadiska prírodných podmienok a procesov ich vytvárania (L. B. Smith).

Zborník sa radí medzi dôležité tituly najnovšej speleologickej a karsologickej literatúry. Po vedeckej monografii o hypogénnej speleogenéze od A. B. Klimchouka z roku 2007 je ďalšou významnou publikáciou Národného inštitútu pre výskum jaskýň a krasu USA. Zo všeobecného i regionálneho hľadiska, avšak takmer výlučne z oblasti Severnej Ameriky, zborník podáva množstvo dôležitých poznatkov o zákonitostiach vývoja hypogénnych jaskýň a poukazuje aj na ich praktické aplikácie. Preto zaujme najmä odborníkov na kras a speleológiu, z niektorých hľadísk azda posluží aj špecialistom z príbuzných geovedných a environmentálnych disciplín. Textová časť jednotlivých príspevkov názorne ilustrujú početné fotografie i kreslené obrázky, čo výrazne prispieva k celkovej kvalite publikácie.

Treba dúfať, že predložené poznatky a metodologické prístupy sa v určitej modifikovanej podobe viac-menej využijú alebo budú stimulovať výskum hypogénnych jaskýň na Slovensku, ktorým sa doteraz nevenovala dostatočná pozornosť. Vzhľadom na zložitú geologickú stavbu a vývoj nášho územia predpoklady formovania hypogénnych jaskýň, vrátane hydrotermálnych jaskýň, sú najmä v karbonátových komplexoch v podloží miocénnych stratovulkánov alebo v ich tesnej blízkosti, na okrajoch hrasťových pohorí susediáciach s okrajovými neogénnymi panvami alebo medzihoľskými kotlinami, v skrasovatenom mezozoickom podloží medzihoľských kotlín či na tektonicky rozlamaných a poklesnutých okrajoch niektorých krasových planín. Poznatky o hypogénnych jaskyniach a krasovatení sú dôležité nielen z geovedného a náučného hľadiska, ale v niektorých prípadoch aj z praktického environmentálneho alebo geotechnického hľadiska.

Pavel Bella

**J. Stankovič – V. Cílek  
– R. Schmelzová a kol.:  
Plešivecká planina  
Jaskyne Plešiveckej planiny  
– svetové prírodné dedičstvo  
Speleoklub Minotaurus 2010,  
191 strán,  
ISBN 978-80-966963-7-6**

RNDr. Jaroslav Stankovič nás opäť potešil plnofarebnou publikáciou s nádhernými fotografiami na kriedovom papieri a s farebnou obálkou a pevnou väzbou formátu A4, podobnou, aká bola monografia o Krásnohorskej jaskyni v roku 2005. Plešivecká planina a jej podzemie si naozaj zaslúži takúto publikáciu, navyše s príspevom vynikajúcich odborníkov, ktorí zanechali kus práce na tejto najzaujímavejšej planine Slovenského krasu. Dlhšími-kratšími príspevkami do publikácie prispelo až 18



autorov, okrem vyššie uvedených zostavovateľov aj P. Horváth, J. Kilík, E. Karasová, V. Ložek, L. Kováč, A. Mock, P. Luptáček, I. Hudec, A. Nováková, V. Papáček, Z. Višňovská, J. Grego, J. Šteffek, E. Mušínský a J. Maté. Fotografie pochádzajú od ešte väčšieho počtu autorov (26). Veľký počet autorov iste prispieje k vyššej kvalite práce, na druhej strane však hrozí rôznorodosť štýlu písania. A to je už na zostavovateľoch, aby jednotlivé príspevky urovnali do akej-takej jednotnej formy. V prípade publikácie Plešivecká planina sa to veľmi nepodarilo, ba rôzne štýly sa zvyrazňujú tým, že niektoré kapitoly sú písané v češtine, niektoré v slovenčine a rôzni autori oslovili rôzne skupiny čitateľov. Úvodné kapitoly sú venované napríklad širokej verejnosti s časťami filozofickými úvahami nad osudom planiny, v niektorých ďalších príspevkoch autori už operujú s vysoko odbornými výrazmi a vedeckými výsledkami a ďalšie príspevky zas podrobne rozoberajú problémy prieskumu jaskýň v štýle Spravodaja Slovenskej speleologickej spoločnosti. Mnohým čitateľom to však nemusí prekážať, nakoľko si každý z knihy vyberie jemu najbližšiu tému. Nie je však na škodu, keď si pred písaním knihy rozmyslíme, komu píšeme danú publikáciu (túto myšlienku vyslovil už doc. J. Jakál pred niekoľkými rokmi v rámci rozhovoru medzi priateľmi a kolegami).

Základný tón publikácie udáva veľmi správne vyjadrená myšlienka v úvode: „Na jednej strane se zde nazhromaždilo velké množství nových poznatků o jeskyních a vývoji krasu, ale na druhé straně se nám prakticky před očima a v rámci jediného života ztrácí Slovenský kras, tak jak jsme jej – a generace před námi – znali a měli rádi“. Autori sa teda snažili čitateľom predstaviť základné poznatky, ktoré sa v uplynulých desaťročiach získali výskumom geológie, mineralógie, hydrológie, karsológie, speleológie, botaniky a zoológie Plešiveckej planiny, na druhej strane však trochu nostalgicky poukázali aj na miznúci svet: na bývalé spôsoby hospodárskeho využívania planiny, na miznúce remeslá, na chátrajúce technické i pietne pamiatky. Čitateľ si môže vytvoriť obraz o tom, koľko energie investovali naši predkovia do poznania a využívania tohto prírodovedecky a kultúrohistoricky mimoriadne zaujímavého

prostredia. Trochu je na škodu, že niektoré vedecké myšlienky publikácie nekorešpondujú so súčasne akceptovanými poznatkami o území, iné sú aj prekonané. Napríklad v súčasnosti je už vrtmi dokázané, že výzdvih územia nenastal v panóne (vtedy práve prebiehalo zarovnanie), ale medzi panónom a pontom, alebo v oblasti Rožňavskej kotliny nikdy nemohla byť krasová planina („Rožňavská planina“), pretože je tvorená rýchlejšie zvetrávajúcimi nekrasovými horninami. Rovnako sa dokázalo, že sedimenty fosílny dutiny v opustenom kameňolome Cseppek petrograficky nie sú totožné s usadeninami poltárskeho súvrstvia, ale do pliocénnej dutiny boli splavené z panónskeho krytu planiny. Podobný charakter majú aj štrky v jaskyni Zúgó, preto ťažko predpokladať predpanónsky vek priestorov tejto jaskyne. Nie je reálna ani existencia veľkého podzemného systému v smere sever – juh pod Plešiveckou planinou (a toľko nie jeho napojenie na systém Domica-Baradla, ktorý sa začal vytvárať len vo vrchnom pliocéne), pretože planina už aj v pliocéne bola odvodnená riečnymi jaskyňami orientovanými približne kolmo na priebeh hlavných erózných báz Štútnika a Slanej, teda v smere východ – západ (dokazuje to aj pliocénna fosilná jaskyňa v kameňolome Cseppek). Zostavovatelia by mohli v publikácii zjednotiť aj spôsob citovania: v niektorých častiach sa citujú menej významné práce, iné dôležité zdroje sa však nespomínajú (v geologicky orientovaných kapitolách by sa žiadala citovať napr. práca J. Mella a P. Snopkovej z roku 1973 o prvom dôkaze sedimentov vrchnokriedového veku v Gombaseckom kameňolome a v jaskyniarskej časti práce T. Máteho a Z. Jerga z rokov 1999, 2000 a 2002 a ďalšie). Medzi významnými jaskyňami chýba Leontína (v publikácii je len krátka zmienka o nej), ktorá bola znovu odkrytá vďaka snahám T. Máteho v roku 2006 a azda najvýraznejšie prispieje k poznaniu vývoja Plešiveckej planiny a vďaka bohatým archeologickým nálezom aj k histórii okolitého obyvateľstva. V kapitole o geológii Plešiveckej planiny by čitateľ iste privítal schematický geologický profil, ktorý by ujasnil aj príčinu pohybu krasových vôd od severu k juhu v severnej časti planiny.

Niektoré kapitoly však treba vysoko zvýzdvihnúť, napr. „Späť k prameňom“, v ktorej autor J. Stankovič v štýle bohatom na fakty i emócie (ako sme si na to zvykli v knihe Jaskyne Slovenského krasu v živote Viliama Rozložníka) nás oboznamuje aj s históriou krasových prameňov v úpätiach planiny. Opisy významných jaskýň zase prinášajú doteraz najbohatší písaný materiál o niektorých jaskyniach Plešiveckej planiny, zameraný tak na vedecké a speleologické, ako aj na historické poznatky. Cenné sú aj vedecky zamerané kapitoly, ktorých kvalitu zaručili takí autori, ako V. Ložek, E. Karasová, J. Grego, J. Šteffek alebo biospeleológovia pod vedením L. Kováča. Čitateľa trochu zarazí autor-nebiológ podkapitoly „Živočíchy na povrchu a v podzemí“ J. Stankovič, ktorý však jednoduchým, každému čitateľovi zrozumiteľným štýlom približuje problémy zachovania niektorých živočíšnych druhov Plešiveckej planiny. Popri podrobnej odbornej charakteristike jaskynných živočíchov však tu iste chýba podkapitola o povrchových živočíchoch, spracovaná na rovnakej odbornej úrovni ako podzemie.

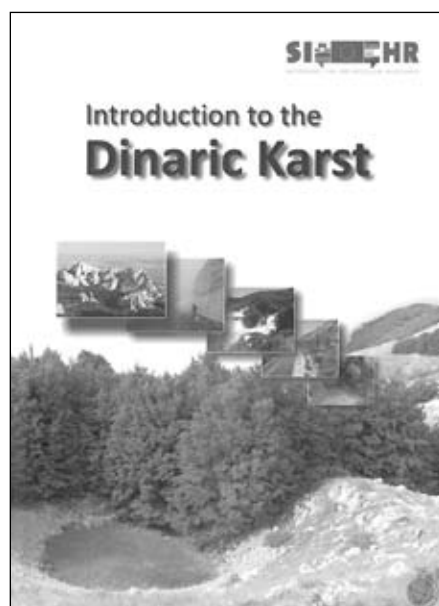
Knihu uzatvára zaujímavá kapitola o ľudských aktivitách na planine a v okolí s bohatým ilustračným materiálom, historickými údajmi a autentickými rozhovormi. Ku kvalite kapitoly značne prispeli odborníci, ako historička umenia E. Kušnierová alebo muzeológ banského múzea P. Horváth. Tu však opäť chýba profesionálny opis zabezpečenia ochrany Plešiveckej planiny. Niektoré základné údaje o chránených územiach sa nachádzajú len v krátkych praktických informáciách na konci publikácie. Knihu uzatvára výber z použitej literatúry (žiaľ, neúplný).

Bohato ilustrovaná kniha s množstvom dokumentačného a faktografického materiálu je dovŕšením jednej etapy všestranného výskumu Plešiveckej planiny. Užitočná je rovnako pre širokú verejnosť i pre bádateľov Slovenského krasu, najmä však pre jaskyniarov.

Ludovít Gaál

**A. Mihevc – M. Prelovšek  
– N. Z. Hajna (Eds.):  
Introduction to the  
Dinaric Karst**

**Karst Research Institute at ZRC SAZU,  
Postojna 2010, 71 strán,  
ISBN 978-961-254-198-9**



Dinársky kras sa považuje za kolísku svetovej karsológie. Pri príležitosti 18. ročníka Medzinárodnej karsologickej školy konanej v Postojnej pod záštitou Karsologickeho výskumného inštitútu pri Slovinskej akadémii vied ZRC SAZU, ktorý bol tematicky zameraný na výskum Dinárskeho krasu, vydal inštitút cennú prierezovú knižnú publikáciu charakterizujúcu toto zrejme svetovo najznámejšie krasové územie. Celofarebná monografická publikácia formátu A4 obsahuje 71 strán textu rozdelených do ôsmich samostatných kapitol. V úvode predostierajú Andrej Mihevc a Mitja Prelovšek všeobecnú geografickú charakteristiku územia. V kapitole venovanej

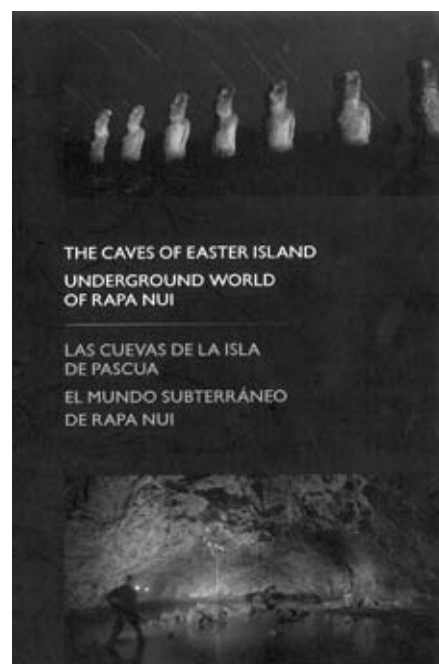
histórii prináša Andrej Kranjc prierez históriou výskumu Dinárskeho krasu od najstarších zmienok o výveroch Timavy zo 4. storočia pred naším letopočtom, cez diela filozofov a cestovateľov, ako N. Gučetić alebo B. Haquet či A. Fortis, až po prvé klasické diela speleológov a karsológov, ako E.-A. Martel, A. Schmid či J. Cvijić. Kapitolu o geológii napísala Nadja Zupan Hajna a charakterizuje v nej tak všeobecnú geologickú, ako aj štruktúrno-geologickú a regionálno-geologickú situáciu Dinárskeho krasu. Kapitolu o klíme napísal Mitja Prelovšek a prináša v nej okrem všeobecnej klimatologickej charakteristiky územia aj viaceré klimatické anomálie, ako napr. vegetačnú inverziu v uzavretých depresiách typu Smrekova draga na Trnovskom gozde v Slovinsku. Hydrológiou sa zaoberá takisto Mitja Prelovšek. Dáva ju do súvisu s geológiou a geomorfológiou územia, spomína najvýznamnejšie vyvieracky, povrchové toky, jazerá, ponory a podzemné toky Dinárskeho krasu. Geomorfológii sa venuje Andrej Mihevc. Spomína reliéf na skalných povrchoch rôznych krasových hornín, zarovnané korózne povrchy, uzavreté depresie, polja, uvaly, závrty, kolapsové závrty, špecifické krasové formy na dolomitoch, formy kontaktného krasu a samozrejme jaskyne. Na záver kapitol sa venuje veku Dinárskeho krasu. Proces vzniku krasu sa na základe paleomagnetických datovaní a paleontologických nálezov rozdelil do niekoľkých fáz krasovatenia, pričom najstarší vek sedimentov bol stanovený na 3,2 milióna rokov. Trojica autorov, ktorí sú zároveň editormi monografie, predstavuje kapitolu o využívaní krasovej krajiny človekom. Hodnotí pozitívne o negatívne aspekty antropogénnych zásahov do krajiny, regulácií vodných tokov, kanalizácií, budovania vodozberných nádrží, vodných elektrární, plánacie reliéfu, odlesňovania i zalesňovania. V ďalšej kapitole prinášajú príkladové štúdie z niekoľkých exemplárnych lokalít Dinárskeho krasu v Slovinsku, keďže tu tvorí toto horstvo veľkú časť celkového územia štátu. Štúdie opisujú pohorie Kras, riečny systém Ljubljanice s poljami Logaško, Planinsko a Cerkljansko polje a kolapsovou dolinou Rakov Škocjan, kras Dolenjska a Kolpa, kontaktný kras Matarskeho podolia a jaskyne Postojnska jama, Škocjanske jame a Križna jama. Kapitola sa venuje aj beztropným jaskyniam a ďalším formám krasovej denudácie reliéfu na lokalitách Lipove doline, Ulica a Ulica pečina, ohľaduplnému a šetrnému využívaniu krasovej krajiny a jej ochrane. V zozname použitej literatúry je uvedených takmer 200 titulov. Monografiu vhodne dopĺňa 46 farebných obrázkov – fotografií, mápiet a ilustračných schém. Zvlášť prínosné sú prehľadné digitálne mapy reliéfu s vyznačením konkrétnych geografických jednotiek a krasových javov, mapy jaskýň a rezy reliéfom.

Autori publikácie odvodili skvelú prácu; má však aj niekoľko nedostatkov, ktoré by sa dali prípadne riešiť v rozsahu niekoľkých pridaných strán. Kniha totiž neobsahuje zmienky o vegetácii Dinárskeho krasu, ktorá je z hľadiska prírodovedného, ale i historického a speleogenetického veľmi dôležitým faktorom, a s ňou súvisiacich témach, ako je napr. pedológia na povrchu krasovej kra-

jiny. Biospeleológia je v knihe zastúpená len niekoľkými vetami a jedným obrázkom v úvodnej kapitole. Všetky tieto témy tvoria mozaiku krasovej krajiny a nepochybne patria k „úvodu do Dinárskeho krasu“. Aj napriek spomenutým nedostatkom však treba knihu hodnotiť mimoriadne pozitívne ako komplexné súhrnné dielo, prinášajúce cenné informácie o Dinárskom krase a poskytujúce všeobecný geologicko-geografický, no najmä karsologicko-speleologický prehľad o tomto krasovom území, známom v širokom svete.

Lukáš Vlček

**A. Ciszewski – Z. J. Ryn  
– M. Szelerewicz (Eds.):  
The caves of Easter Island  
– Underground world  
of Rapa Nui  
Kraków – Poland 2002, 368 strán,  
ISBN 978-83-930259-0-9**



Veľkonočné ostrovy poznáme najmä vďaka tajomným sochám z knihy T. Heyerdahla. Vulkanické jaskyne tohto zaujímavého miesta v Pacifiku sú už menej známe. Zmienky o nich pochádzajú len od cestovateľov, niektoré z nich však už podrobnejšie preskúmali v rokoch 1975 až 2008 novšie, najmä španielske a americké speleologické expedície. Dosiaľ najpodrobnejší súpis jaskýň Veľkého ostrova zvaného Rapa Nui podáva predstavná publikácia. Na bohatý výskyt jaskýň tohto relatívne malého ostrova upozornil poľských jaskyniarov Zdzisław Jan Ryn, veľvyslanec Poľska v Chile, ktorý bol aj účastníkom expedície a spoluzostavovateľom publikácie. Poľské expedície sa uskutočnili v rokoch 2001, 2004 a 2008, zúčastnilo sa ich celkovo 20 členov pod vedením Andrzeja Ciszewského a zdokumentovali súhrnne 315 vulkanických jaskýň.

Recenzovaná publikácia obsahuje výsledky týchto expedícií. Má formát A4 s mäkkým obalom, je napísaná v angličtine a paralelne aj v španielčine. Obsahuje 125 farebných fotografií na samostatných stranách, ktoré zachytávajú prevažne momenty výskumu a dokumentácie jaskýň. Publikácia je rozdelená do šiestich kapitol.

Prvá kapitola obsahuje základné fyzicko-geografické údaje ostrova (polohu, klimatické a pôdne pomery, rastlinstvo, živočíšstvo). Približuje čitateľom aj život miestneho obyvateľstva, ich kultúru spätú so známymi sochami, ako aj legendy vzťahujúce sa k tunajším jaskyniam. Charakterizuje jednotlivé zmienky cestovateľov o jaskyniach ostrova od roku 1722, nevynímajúc ani opisy jaskýň od Thora Heyerdahla v rokoch 1955 – 1956. Predstavuje aj najznámejšie jaskyne, ktorými sú 50 m hlboká Ana Kai Tangata (Jaskyňa kanibalov), Ana Hue Neru spolu s Ana i Keke (tzv. Jaskyne panien) s dĺžkou 380 m a lávový tunel Ana te Pahu s dĺžkou okolo 1500 m. Mnohé jaskyne sú bohaté aj na archeologické nálezy, resp. rôzne rytiny, reprezentujúce tzv. kultúru Rapanui. Jaskyne na ostrove využívali ako pohrebisko, miesto pre malomocných (lepru na ostrov

donesli z Tahiti v roku 1888), pôrodné miesta, zdroj sladkej vody alebo na kultové účely. Kapitola sa zaoberá aj možnosťami záchrany jaskýň a nakoniec predstavuje výsledky jednotlivých speleologických expedícií, vrátane poľských.

Druhá kapitola je venovaná geológii Veľkonočných ostrovov. Ležia v blízkosti mohutného východopacifického riftového pásma na rozhraní pacifikkej platne a platne Nazca, kde sa oceánske dno neustále rozširuje produkciou bazickej hmoty vrchného zemského plášťa. Celý ostrov sa preto skladá z bazaltoidných vulkanitov s početnými vulkánmi, krátermi, kalderami, lávovými prúdmi a lávovými domami.

Tretia kapitola obsahuje v krátkosti metódy prieskumu a spracovania jaskýň na ostrove, ako aj spôsob ich číslovania. Každá jaskyňa okrem svojho čísla má aj číslo čiastkovej oblasti (sektie). Štvrtá kapitola je tiež kratšia, venuje sa archeologickým pamiatkam na povrchu i v jaskyniach.

Piata kapitola zaberá viac ako polovicu celej publikácie. Územie ostrova bolo rozdelené na 35 sekcií, z ktorých v 16 sa nachádzajú preskúmané jaskyne. Jaskyne sú zakreslené

na prehľadných mapkách sekcií a sú vyobrazené aj ich speleologické mapy. Slovný opis obsahuje údaje o dĺžke jaskyne, lokalizáciu, speleologickú charakteristiku, ako aj autorov prieskumu a speleologickej mapy. Za jaskyňu považovali prirodzene vzniknuté podzemné priestory od dĺžky 3 m. Takýmto spôsobom je v publikácii opísaných 315 jaskýň. Posledná, šiesta kapitola obsahuje bibliografiu jaskýň ostrova.

Je na škodu, že v publikácii chýba genetická klasifikácia jaskýň. Z opisov sa v niektorých prípadoch síce dá vyčítať genetický typ (najmä lávové tunely), v prevažnej časti však chýba akékoľvek genetické zaradenie jaskýň. Na rôzne genetické typy jaskýň môžeme usudzovať len z fotografií. Podľa toho v prevažnej časti pochádzajú fotografie z lávových tunelov, môžeme však medzi nimi rozoznať aj abrázne jaskyne, lávovú bublinu, ale aj dutinu po vyvetraní stromu typu *tree-mould*. Napriek tomuto nedostatku však môžeme konštatovať, že poľskí jaskyniari odvieďli veľký kus mravčej práce, ktorá značne obohacuje poznatky o jaskyniach tohto zaujímavého ostrova.

Ludovít Gaál

## Milan Orfánus 50-ročný

Tok času neustále plynie a my sme medzi sebou privítali čerstvého päťdesiatnika. Náš kolega Milan Orfánus dovŕšil päťdesiatku 17. septembra 2010. Zamestnancom Správy slovenských jaskýň je od 1. júna 1986, keď nastúpil na funkciu správcu Važeckej jaskyne a vykonáva ju dodnes.

Počas jeho pôsobenia nastali na prevádzke viaceré pozitívne zmeny. Zaviedol sa nový komunikačný a ozvučovací systém, nanovo sa oplotil vstupný areál jaskyne, vydláždili sa chodníky, vybudoval sa nový prístrešok a sociálne zariadenia pre návštevníkov. Splnila sa i Milanova dlhoročná túžba – v jaskyni sa umiestnila pozoruhodná maketa jaskynného medveda v životnej veľkosti, ako aj jeho zrekonštruovaná kostra.

Jubilanta poznáme ako priateľského kolegu, ktorý je vždy ochotný pomôcť a pripravený zodpovedne riešiť prípadné problémy pri riadení prevádzky jaskyne. Nezabudnuteľný-



mi zážitkami pre nás sú práce na odstraňovaní následkov pravidelne sa opakujúcich jarných záplav jaskyne.

Počas dlhoročného pôsobenia na Správe slovenských jaskýň získala množstvo užitočných skúseností, ktoré využíva pri zabezpečovaní starostlivosti o jaskyňu, a najmä pri udržiavaní a zvyšovaní kvality poskytovaných služieb a spokojnosti návštevníkov. Tieto ďalej odovzdáva každoročne sezónnym zamestnancom. Svojím estetickým cítením dokáže zútulniť pracovné prostredie a veselou povahou navodiť príjemnú atmosféru.

Do ďalších rokov života jej želáme pevné zdravie, veľa šťastia, osobnú a pracovnú pohodu.

Ľubica Nudzíková

Od roku 1982 je členom Slovenskej speleologickej spoločnosti, kde v minulosti aktívne pôsobil v krasovom území Jánskej doliny ako člen oblastnej skupiny Liptovský Mikuláš a svojou činnosťou prispel k viacerým jaskyniarskym objavom. Podieľal sa hlavne na objave nových priestorov Novej Stanišovskej jaskyne v roku 1988, ako aj na objavoch v jaskyniach Medvedia, Zlomiská, Škopovo, Malá Stanišovská a Pod Brtkovicou. V súčasnosti sa podľa možnosti venuje výskumu jaskýň Krieslo a Priepadlá vo Važeckom krase.

Milý jubilant a kolega, do ďalších rokov Ti želáme pevné zdravie a pohodu pri riadení prevádzky našej jaskyne, veľa dobrých návštevníkov, ako aj šťastie a spokojnosť v osobnom a rodinnom živote.

Zuzana Jablonická a Ivan Mudroň

## Životné jubileum Jarmily Zvonárovej

12. 2. 2010 oslávila svoje životné jubileum 50 rokov naša kolegyňa Jarmila Zvonárová, ktorá od 1. 4. 1991 pracuje na prevádzke jaskyne Driny vo funkciách zástupcu správcu a sprievodcu. Pochádza z malokarpatskej dediny Horné Orešany. Ekonomickú strednú školu absolvovala v Trnave. Jej prvým zamestnávateľom boli Domáce potreby v Trnave, kde pracovala ako sekretárka riaditeľa a neskôr zastávala funkciu kvalifikárky.

## Blahoželáme...

Redakcia časopisu Aragonit a kolektív Správy slovenských jaskýň k životnému jubileu 50 rokov ďalej blahoželajú

**Márii Veselovskej** (nar. 3. 5. 1960)

– sprievodkyni v Demänovskej jaskyni slobody

**Márii Lukáčovej** (nar. 17. 9. 1960)

– zamestnankyni odboru finančného marketingu jaskýň.

Do ďalších rokov života Vám prajeme veľa zdravia, spokojnosti a pohody v rodinnom kruhu.

Redakcia



# Meracia a analytická technika pre laboratória a do terénu:

rozpustený kyslík - BSK<sub>5</sub> - pH - redox - konduktivita - ISE - chlór Cl<sub>2</sub>/ClO<sub>2</sub> fotometria - zákal - titrátory -  
dávkovanie - elektronické záznamníky pH/ cond/ teplota



WTW, s.r.o., ul. ČSA 25, SK-974 00 Banská Bystrica - E-mail: [info@wtw.sk](mailto:info@wtw.sk) - Internet: <http://www.wtw.sk> - E-shop: <http://eshop.wtw.sk>

WTW, s.r.o., Dopraváků 749/3, CZ-184 00 Praha 8 - Dolní Chabry - E-mail: [info@wtwcz.com](mailto:info@wtwcz.com) - Internet: <http://www.wtwcz.com> - E-shop: <http://eshop.wtwcz.com>



## HES-COMGEO spol. s r. o.

Kostiviarska cesta 4, 974 01 Banská Bystrica

tel.: (+421)-48-428 51 53, fax: (+421)-48-428 51 54

e-mail: [hes-comgeo@hes-comgeo.sk](mailto:hes-comgeo@hes-comgeo.sk)



**HYDROGEOLOGICKÝ  
PRIESKUM**

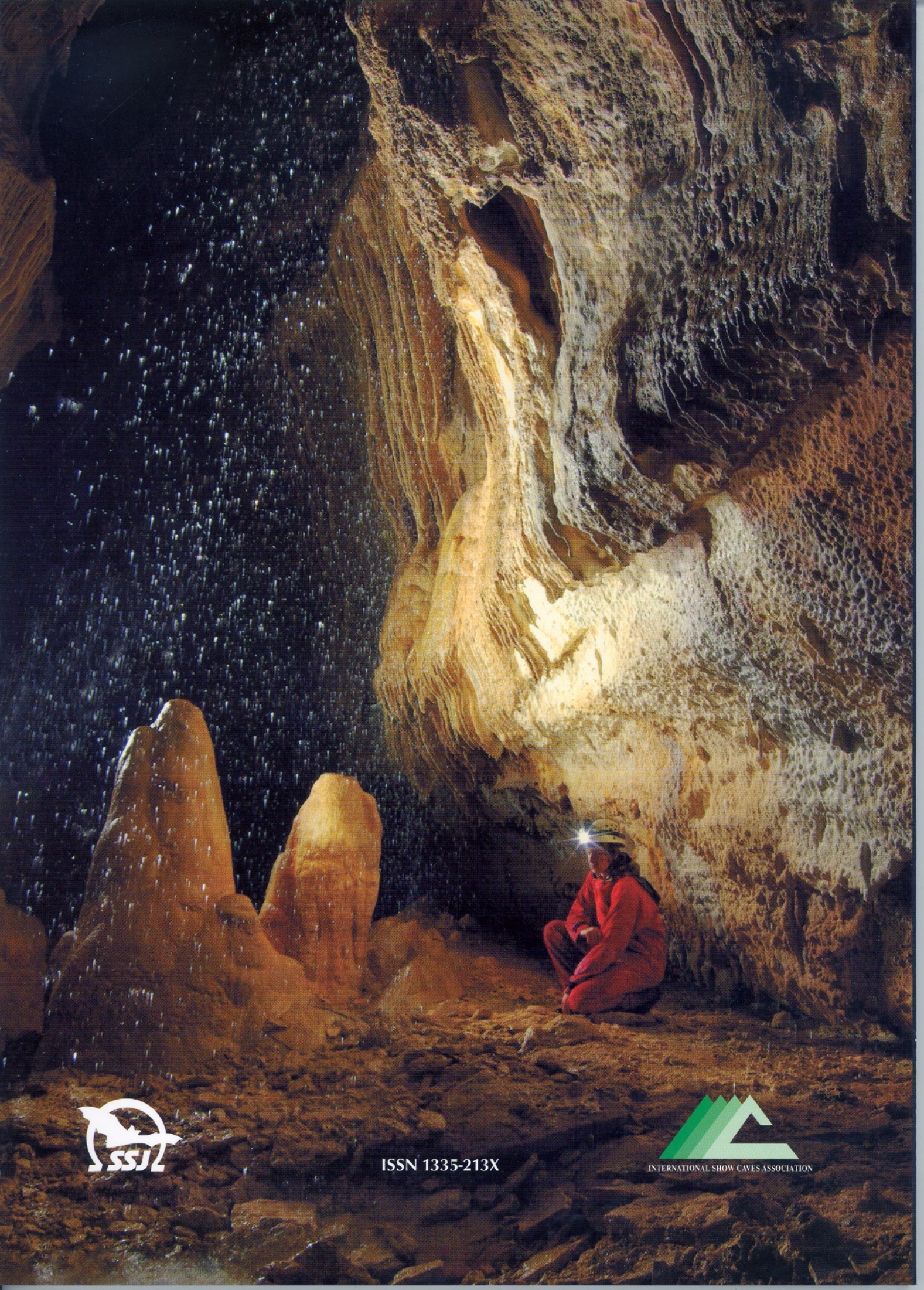
**GEOLOGICKÝ PRIESKUM  
ŽIVOTNÉHO PROSTREDIA**

**SANÁCIE  
ENVIRONMENTÁLNYCH ZÁŤAŽÍ**

**POSUDZOVANIE VPLYVOV  
STAVIEB A ČINNOSTÍ  
NA ŽIVOTNÉ PROSTREDIE**







ISSN 1335-213X



INTERNATIONAL SHOW CAVES ASSOCIATION