



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, Tajovského ul. 28B, 974 01 Banská Bystrica
IČO 17 058 520

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

Zodpovedný redaktor: RNDr. Ján Zuskin

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

Výkonný redaktor: Mgr. Miroslav Kudla

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

Časopis vychádza dvakrát ročne

Evidenčné číslo: EV 3569/09

ISSN 1335-213X

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

ARAGONIT

ročník 21, číslo 1–2/ december 2016

Recenzenti vedeckých príspevkov z výskumu krasu a jaskýň: RNDr. Ľudovít Gaál, PhD., RNDr. Peter Malík, CSc.

© Štátna ochrana prírody SR, Správa slovenských jaskýň, Liptovský Mikuláš

Redaktor: Mgr. Bohuslav Kortman

Grafická úprava a sadzba: Ing. Ján Kasák

Tlač: SLOVENSK, s. r. o., Bratislava

Obrázky na obálke:

- (1) Brestovská jaskyňa. Foto: P. Staník
- (2) Brestovská jaskyňa. Foto: P. Staník
- (3) Šoldovo. Foto: P. Staník
- (4) Majkova jaskyňa. Foto: P. Staník

OBSAH / CONTENTS**BRESTOVSKÁ JASKYŇA**

P. Bella – D. Haviarová – Z. Višňovská – L. Kunáková – J. Zelinka – M. Kudla – P. Labaška: Brestovská jaskyňa – ďalšia sprístupnená jaskyňa na Slovensku / Brestovská Cave – another show cave in Slovakia	3
---	---

VÝSKUM KRASU A JASKÝŇ / RESEARCH OF KARST AND CAVES

P. Bella: Problematika výskumu jaskynných úrovní na Slovensku / Problematics of the research of cave levels in Slovakia	11
D. Haviarová: Výsledky nových stopovacích skúšok na lokalite Priepadlá (Važec kras) / Results of new tracing test in Priepadlá (Važec Karst)	22

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

P. Herich – Z. Valenta: Nové meračské a prieskumné práce v Majkovej jaskyni a jej okolí / New measuring and exploration work in the Majko's Cave and its surroundings	28
Ľ. Gaál – P. Nociar – I. Balciar: Obručianska rozsadlina – nová jaskyňa v Cerovej vrchovine / Obručianska rozsadlina (Obručianska Crevice) – a new cave in the Cerová Highlands	34
Ľ. Gaál – P. Gažík – F. Ondruš: Realizácia projektu starostlivosti o Morské oko v Tornaľa / Realization of the management project of the Morské oko Abyss in Tornaľa	36
P. Gažík: Nová elektroinštalácia v Belianskej jaskyni / New electrical installation in the Belianska Cave	37
P. Labaška: Rekonštrukcia zábradlia na prehliadkových trasách sprístupnených jaskýň / Reconstruction of handrails along the tourist trails of show caves	39

SPRÁVY A AKTUALITY / REPORTS AND NEWS

P. Gažík – P. Bella: Konferencia Medzinárodnej asociácie sprístupnených jaskýň v Ománe / Conference of the International Show Caves Association in Oman	40
M. Kudla: Environmentálna výchova v roku 2016 / Environmental education in 2016	42
Ľ. Nudzíková – A. Laurincová: Návštevnosť sprístupnených jaskýň v roku 2015 / Show caves attendance in 2015	43
P. Bella: Prezentácie krasu a jaskýň na 9. vedeckej konferencii Asociácie slovenských geomorfológov pri SAV / Presentations of karst and caves at the 9 th scientific conference of the Association of Slovak Geomorphologists	43
P. Gažík: Svetový pohár FIS sa ako pokračovanie Veľkej ceny Demänovských jaskýň vrátil do Jasnej po 32 rokoch / FIS World Cup as a continuation of the Demänová Caves Grand Prix back in Jasná after 32 years	44
M. Rendoš – Z. Višňovská: Stretnutie riaditeľov ochrany prírody a biodiverzity členských štátov Európskej únie / Meeting of the European Union nature and biodiversity directors	44

KARSOLOGICKÁ A SPELEOLOGICKÁ LITERATÚRA / KARSTOLOGICAL AND SPELEOLOGICAL LITERATURE

P. Herich: P. Zajíček: Jeskyně České republiky na historických mapách / Caves of the Czech Republic on historical maps	44
Ľ. Gaál: V. Stockmann: Dejiny ochrany prírody na Slovensku / History of nature protection in Slovakia	45

SPOLOČENSKÉ SPRÁVY / SOCIAL REPORTS

P. Bella – Ľ. Gaál: Spomienka na Ing. Marcela Lalkoviča, CSc. / Memory of Ing. Marcel Lalkovič, CSc.	48
---	----

BRESTOVSKÁ JASKYŇA

ĎALŠIA SPRÍSTUPNENÁ JASKYŇA NA SLOVENSKU

*Pavel Bella – Dagmar Haviarová – Zuzana Višňovská – Lucia Kunáková
– Ján Zelinka – Miroslav Kudla – Peter Labaška*

Národná prírodná pamiatka Brestovská jaskyňa v turistickej oblasti Zuberca a Roháčov je jednou z hlavných prírodných pozoruhodností Západných Tatier. Jej morfológicky členité podzemie, z väčšej časti s bystrinným riečiskom, prietokovými jazerami a hlbokými sifónmi, je názornou ukázkou vytvárania jaskyne ponorným vodným tokom. Jaskyňa patrí medzi najsevernejšie lokality výskytu niektorých podzemných druhov fauny v Európe. Ako náučná lokalita ochrany prírody je pre verejnosť prístupná od 1. 9. 2016.

POLOHA

Brestovská jaskyňa sa nachádza pri obci Zuberec v okrese Tvrdošín, na severozápadnom úpätí Západných Tatier na území Tatranského národného parku, na ľavej strane výustenia doliny Studeného potoka do Podtatranskej brázd. Vchod do jaskyne je v nadmorskej výške 867 m, oproti Múzeu oravskej dediny, vedľa dreveného amfiteátra (obr. 1 a 2).

GEOLOGICKÁ STAVBA JASKYNE

Oblasť, v ktorej sa nachádza Brestovská jaskyňa, patrí do tatransko-fatranského pásma Centrálnych Západných Karpát, celku Tatry (Západné Tatry). Okolie jaskyne budujú tri veľké tektonické jednotky: (1) tatrikum zložené z paleozoického kryštalinického jadra a jeho mezozoického sedimentárneho obalu, (2) tatrikum tvorené mezozoickými horninami krížňanského príkrovu, (3) hronikom, ktoré zastupujú prevažne mezozoické karbonáty chočského príkrovu. Na tieto jednotky transgresívne nasadajú paleogénne bazálne sedimenty podtatranskej skupiny. Hranice mezozoických sekvencií v príkrovej pozícii nad tatrikom prebiehajú na povrchu lineárne so smerom SV – JZ. V smere na SZ sú utátené výraznou zlomovou štruktúrou, ktorá prebieha šikmo cez hrebeň masívu Madajky. Pozdĺž nej došlo počas terciárnych fáz alpínskej orogenézy k zaklesnutiu tatranského predpolia voči Západným Tatrám (Nemček et al., 1993, 1994).

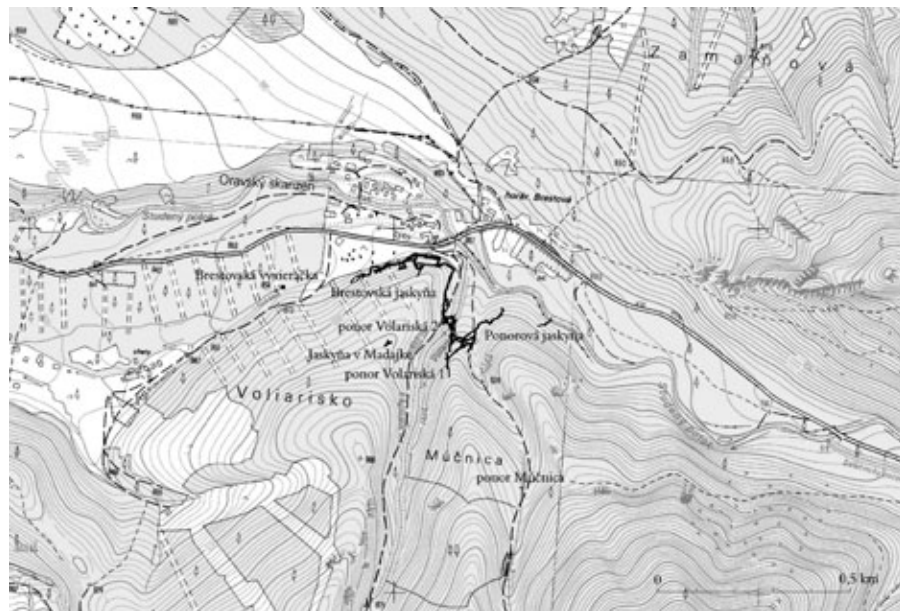
Zóna ponorov sa nachádza na litologickom rozhraní kremenných pieskocov lúžňanského súvrstvia a ramsauských dolomitov (ponor Roháčskeho potoka), čiastočne aj vnútri krasového územia budovaného ramsauskými dolomitmi a karbonátmi borovského súvrstvia (ponory Volariská a Múčnica). Brestovská jaskyňa, ktorou pretekajú ponorné alochtónne vody, je vytvorená vo svetlosivých ramsauských dolomitoch s nepravidelne rozmiestnenými vložkami tmavších vápencov gutensteinského typu. Časť dolomitického súvrstvia je výrazne zbrekčiovatá. Vyskytujú sa tu i tmavosivé reiflinské vápence s nepravidelnými polohami rohovcov. V najvyššej časti jaskyne na strope vystupujú paleogénne horniny bázy borovského súvrstvia pozostávajúce z dolomitových a vápencovo-dolomitových brekcií a zlepcov (Vlček a Psoška, 2008).

Jaskynné chodby sú vyvinuté na výrazných tektonických poruchách, preto majú prevaž-

ne priamočiary priebeh. Ich zalomenia vznikli na križovaní štruktúrnych porúch. Najväčšie jaskynné priestory sa vytvorili pozdĺž porúch v.-z. smeru (východný úsek Brodňanského riečiska, Kopečného chodba, Zuberecká chodba a iné), sz.-jv. smeru (riečisko pri Sieni potápačov) a ssz.-jjv. smeru (pričná odtoková chodba na východnom okraji Zubereckej chodby). Chodby založené na štruktúrach sv.-z. smeru sú síce častejšie, no menej výrazné (Vstupná sieň, západný úsek Brodňanského

MORFOLÓGIA A GENÉZA JASKYNE

Brestovská jaskyňa predstavuje prietokovú fluviokrasovú jaskyňu, ktorá je súčasťou podzemného hydrologického systému medzi Brestovskou vyvieracťou (Vyvieracťou Števkovského potoka) a ponornými alochtónnymi vôd Studeného potoka a jeho prítokov z bočných doliniek. Z geologického hľadiska priestorový rozsah tohto systému limitujú rozmery pruhovitého výstupu karbonátových hornín

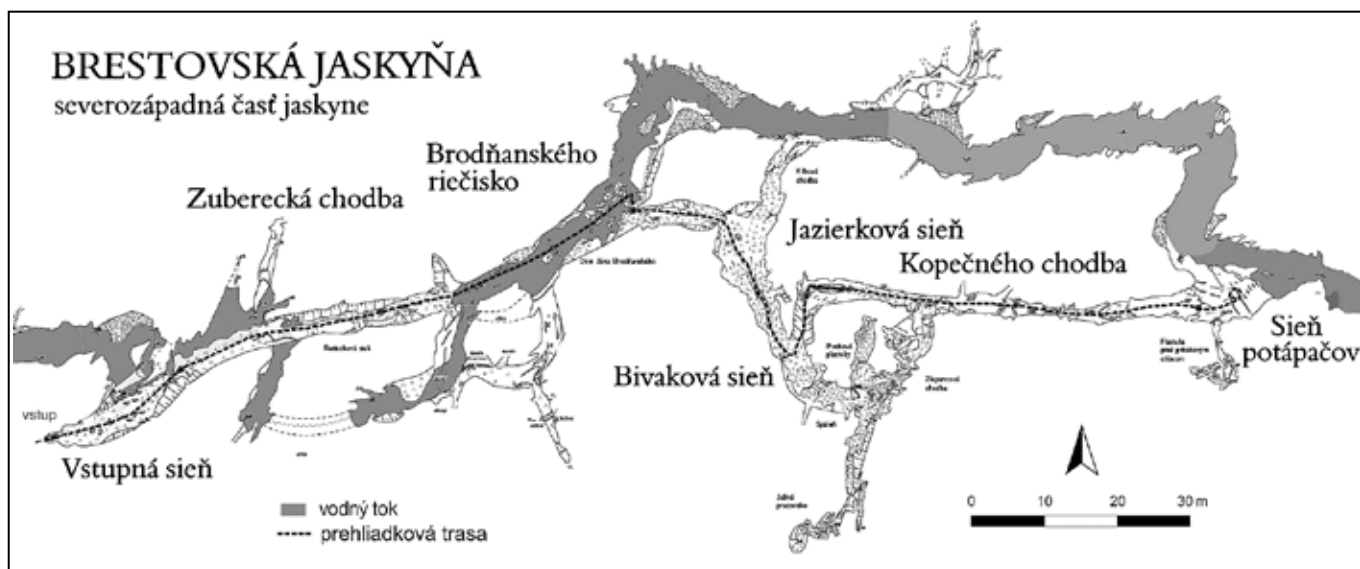


Obr. 1. Poloha Brestovskej jaskyne v ústí doliny Studeného potoka

riečiska, úseky Jazernej chodby atď.). Poruchy s.-j. sa prejavujú najmä v priestoroch 1. sifónu a za ním. Výraznou štruktúrou, ktorá podmienila vytváranie jaskyne, je aj diskontinuita transgresívneho rozhrania medzi triasovými dolomitmi a karbonátovými horninami bazálnej litofácie paleogénu. V podstate menšej miere naň vplývala vrstevnatosť hornín, najviac v chodbe medzi Jazierkovou a Bivakovou sieňou (Vlček a Psoška, 2008).



Obr. 2. Upravený vchod do Brestovskej jaskyne. Foto: P. Bella



Obr. 3. Plán sprístupnenej časti Brestovskej jaskyne. Spracoval: P. Gažík

na povrch, priestorovú štruktúru určuje početnosť a usporiadanie tektonických porúch a iných štruktúrno-tektonických diskontinuit (výrazné pukliny, kontaktné litologické rozhrania hornín, medzivrstvové plochy). Z hydrografického hľadiska formovanie podzemného hydrologického systému podmieňujú hydraulické gradienty medzi ponormi alochtónnych vôd v doline Studeného potoka (886 m n. m.) a bočných dolínkach Volariská (asi 925 m, resp. 910 m n. m.), pravdepodobne aj Múčnica (976 m n. m.) a výverom ponorných vôd na povrch Brestovskou vyvieráčkou (851 m n. m.) na severozápadnom úpätí Západných Tatier.

Podzemné priestory Brestovskej jaskyne sú známe najmä vo výverovej a strednej, prítokovej časti hydrologického systému. Zatiaľ sa preskúmali v celkovej dĺžke 1890 m a siahajú juhovýchodným smerom až pod dolnú časť bočnej dolinky Volariská (Hochmuth, 2000; obr. 1 a 3). Dĺžka tzv. Starjej jaskyne, ktorá od vchodu zahŕňa voľne dostupné podzemné priestory po spomenutý prítokový sifón prekonaný speleopotápačmi, je asi 445 m (bez Jazernej chodby smerujúcej k vyvieráčke). Za týmto sifónom nasledujú rozsiahle, vodou nezaplavené časti jaskyne predelené tromi kratšími sifónmi, ktoré však obchádzajú nezaplavené chodby. Jaskyňa sa v smere proti prítoku vôd končí zatiaľ neprekonaným 5. prítokovým sifónom. Dĺžka týchto častí v juhovýchodnom sektore jaskyne je asi 900 m (Hochmuth, 2000).

V ponorovej zóne hydrologického systému sa predpokladajú podzemné vadózne a invázne klesajúce chodby, v nadväznosti na vyššie položené miesta kontaktu nekrasových a krasových hornín v bočných svahových dolínkach. Ich fragmenty tvoria doteraz známe časti jaskýň v ponoroch Studeného potoka a Volarisk. V strednej a výverovej časti systému sú úseky epifreatických subhorizontálnych jaskynných chodieb striedajúce sa s freatickými sifónmi (Bella, 2008, 2013).

Z hľadiska vertikálnej členitosti sa v jaskyni rozlišujú dve poschodia. Spodné poschodie predstavuje chodba s aktívnym podzemným vodným tokom (Brodňanského riečisko, Jazerná chodba, spodná časť Zubereckej chodby), horné poschodie úseky vyššie ležiacich inaktívnych chodieb s viac-menej nevyrovnaným pozdĺžnym profilom (Kopečného chodba, chodby v okolí Bivakovej a Jazierkovej sieňe, horná časť Zubereckej chodby), ktoré sa vytvorili asi 5 až 10 m nad terajším riečiskom na spodnom poschodí (Droppa, 1972; Hochmuth, 2000). Horné poschodie medzi Kopečného chodbou a hornou časťou Zubereckej chodby v priestore Gotickej brány predeľuje chodba nižšie zahĺbeného spodného poschodia tvorená Brodňanského riečiskom.

Spodné časti jaskyne s podzemným vodným tokom zahŕňajú takmer horizontálne úseky chodieb s voľnou hladinou vody, t. j. epifreaticky remodelované pôvodné freatické

chodby a úseky viacerých freatických sifónov. Horizontálne epifreatické úseky tvorí podzemné riečisko s transportovanými alochtónnymi sedimentmi, z ktorého miestami vyčnievajú skalné výčnelky, štruktúrne podmienené vrstvami hornín (obr. 4). Podobne aj prítokový sifón do severozápadného sektoru jaskyne klesá do hĺbky 17 m zväčša pozdĺž vrstiev (Hochmuth, 1984).

Horné časti jaskyne tvoria subhorizontálne chodby s nevyrovnaným pozdĺžnym profilom vo výške 6 až 8 m nad terajším riečiskom. Na viacerých miestach je litologické rozhranie medzi vrchnotriasovými dolomitmi a nadložnými paleogénnymi horninami borovského súvrstvia (Vlček a Psotka, 2008; obr. 5). Mnohé stropné hrnce a kupoly, špongiovité vyhlbeniny, skalné diery i okná svedčia o freatickej modelácii týchto častí jaskyne bez výraznejšej remodelácie pozdĺž vodnej hladiny. Na niektorých úsekoch sa zachovali



Obr. 4. Chodba Brodňanského riečiska. Foto: P. Staník



Obr. 5. Rozhranie medzi vrchnotriasovými dolomitmi a nadložnými paleogénnymi horninami borovského súvrstvia. Foto: P. Bella



Obr. 6. Sintróv náteky v Bivakovej sieni. Foto: P. Bella



Obr. 7. Podzemný tok v jaskyni s hĺbkovou sondou. Foto: P. Staník

naplavené povodňové alochtónne sedimenty. V juhovýchodnom sektore jaskyne, ktorý je prístupný iba speleotápačom, sú „suché“ chodby vo výške iba 2 až 4 m nad súčasným riečiskom. Viaceré chodby v tejto časti jaskyne sú predurčené paralelnými tektonickými poruchami s.-j. smeru, ktoré sa prejavujú aj na povrchu územia v bočnej dolinke Volariská (Hochmuth, 1984).

Podzemný vodný tok z jaskyne sa dostáva na povrch výverovou jaskyňou Brestovskej vyvieracky, ktorej podzemné i povrchové riečisko je zahĺbené do podkladu glaciáluviálnej akumulácie, ktorá sa uložila pozdĺž Studeného potoka od ústia doliny smerom nadol k Zuberu. Intenzívne podzemné krasovatenie na povrchu v úseku medzi podzemným riečiskom v Brestovskej jaskyni a výverovou jaskyňou indikuje línia závrto, ktoré sa vytvorili až po uložení glaciáluviálnej akumulácie (Droppa, 1972). V Jazernej chodbe sa pod jedným zo závrto vytvoril akumulčný kužel z materiálu zosunutého a splaveného z povrchu, vrátane žulových okruhliakov. Niektoré okruhliaky miestami pokrývajú tenké holocénne sintróv náteky (Hercman et al., 2008).

Mazúr (1955) považuje uvedenú glaciáluviálnu akumuláciu za mladopleistocénu (würm-1). Halouzka (1987, 1993), resp. Halouzka a Raczkowski (1993) ju stratigraficky zaraďujú do mladého (vrchného) pleistocénu (würm – nečlenený). Podľa Wójcika (1968) sa spodná chodba jaskyne vytvorila v hlavnom štádiu glaciálu würm, horné chodby sa remodelovali v glaciáli würm. Koncové moreny z glaciálnych sedimentov sú vo vyšších častiach doliny nad jej alogénnou krasovou časťou. Staršie a vyššie časti Brestovskej jaskyne sa vytvorili v nadväznosti na bývalý výver podzemných vôd pravdepodobne viažuci sa na starší erózo-denudačný povrch pred jaskyňou alebo na povrch staršej, neskôr rozplavenej glaciáluviálnej akumulácie, keď úplne alebo čiastočne bola zaplavená aj neďaleko situovaná Zrútená jaskyňa. V jej zadnej časti sa zachovali skalné tvary modelované prúdiacou i viacmenej stagnujúcou vodou (Bella, 2008). Glaciáluviálne agradácie na povrchu v oblasti výverových častí jaskyň sa prejavovali ako bariéry blokujúce odtok vody. Spodné poschodie Brestovskej jaskyne s podzemným vodným tokom odtekajúcim do vyvieracky existovalo v prvotnej podobe už pred 200-tisíc rokmi,

dolina Studeného potoka bola vtedy zahĺbená do približne rovnej úrovne ako v súčasnosti. Chodbu spodného poschodia zaplavili asi pred 50-tisíc rokmi invázne vody z topiaceho sa würmského ľadovca. Pritom sa deštruovali sintróv náteky a usádzovali sa jemné sedimenty. Datované sintróv kóry (metódou U-series), ktoré boli remodelované prúdiacou vodou, poukazujú aj na staršie zaplavovania vyšších častí jaskyne (Hercman et al., 2008; Bella et al., 2013).

SEDIMENTÁRNE A MINERÁLNE VÝPLNE JASKYNE

Gravitačné sedimenty. Častými sedimentmi v jaskyni sú autochtónne gravitačné sedimenty, ktoré vznikajú opadávaním úlomkov hornín zo stien a stropov. Prevažne ide o nevytriedené ostrohranné úlomky ramsauských dolomitov a karbonatických brekcií, menej gutensteinských vápencov a rohovcov. Na podzemnom riečisku sa miestami nachádzajú balvany až bloky dolomitu.

Fluviálne sedimenty. Zo sedimentov sú v jaskyni najviac zastúpené fluviálne siliciklastické sedimenty alochtónneho pôvodu (štrkové, pieskové a jemnozrnné fácie). Štrkové fácie sú ukladané v aktívnom toku. Štrk pozostáva zo subangulárnych, slabo opracovaných okruhliakov granitoidov, ich úlomkov a úlomkov rohovcov vyvetraných z karbonátov. Najviac sa vyskytuje stredno- až hrubozrnný štrk. Na viacerých miestach sa slabo spevnené hrubozrnné klastické sedimenty zachovali aj na strope chodieb. Pieskové fácie sú uložené najmä po okrajoch aktívneho riečiska. Piesky sedimentovali aj na hornom, v súčasnosti inaktívnom poschodí jaskyne, kde prevažujú nad hrubozrnnými sedimentmi (Vlček a Psotka, 2008). Dno tvrdlo zaplavenej úseku jaskyne (sifónov) pokrýva jemnozrnný piesok (Hochmuth, 1984). Jemnozrnné fácie (jemnozrnný piesok, prach a kal) sú uložené po okrajoch koryta, kde pokrývajú piesčité a štrkové sedimenty zväčša ako tenké povlaky, ale miestami tvoria aj niekoľko metrov hrubé akumulácie (Vlček a Psotka, 2008).

Chemogénne výplne. Z kalcitovej sintróvej výplne sa v jaskyni vytvorili niektoré druhy kvapľov, prevažne tenké brká, menšie stalaktity a stalagmity. Pod výraznejšími tektonickými poruchami, umožňujúcimi priesak zrážkovej

vody cez nadložné horniny, sa vytvorili sintróv náteky, najmä v komínach a vo vyšších častiach chodieb a siení (obr. 6). Miestami sa vytvorili menšie sintróv jazierka (Vlček a Psotka, 2008). Tvorbu bohatej kvapľovej výzdoby obmedzuje tenké horninové nadložie s malým podielom chemicky čistých vápencov. Preto voda presakujúca do jaskyne zo zrážok obsahuje pomerne malé množstvo rozpusteného uhličitanu vápenatého. Časť sintróvej výzdoby bola v minulosti poškodená alebo ulomená vandalmi. Miestami sa v jaskyni zistili krehké excentrické, mikrokryštalické formy aragonitu (Peško, 2004).

HYDROLOGICKÉ POMERY

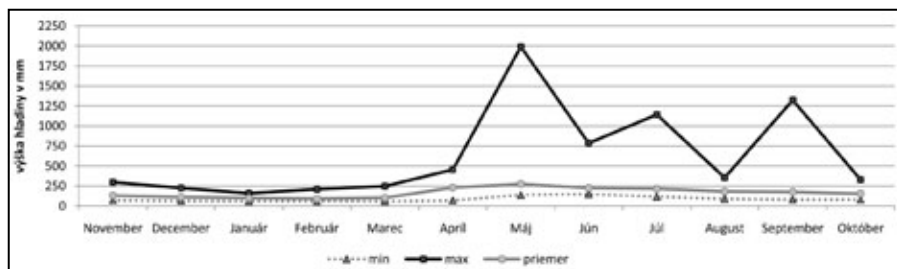
Brestovská jaskyňa je z hydrologického hľadiska považovaná za veľmi významnú lokalitu. Jej dominantou je stály podzemný tok pretekajúci spodným poschodím (obr. 7). Kompletný priebeh podzemného riečiska zatiaľ nie je známy. Aj napriek tomu jeho dĺžka v zameranej časti jaskyne spolu s vodnými sifónmi na tejto trase dosahuje takmer 600 m. Jaskynný tok je podľa doterajších poznatkov dotovaný z viacerých zdrojov. K hlavným patria povrchové vody tečúce v povodí jaskyne, ktoré sa v kontaktnej zóne kras-nekras skryte alebo v ponoroch strácajú do podzemia. Na tvorbe podzemného hydrologického systému v jaskyni sa podieľajú aj podzemné alochtónne vody plytkej cirkulácie vlastnej hydrogeologickej štruktúry. Najväčším povrchovým tokom v okolí jaskyne je Studený potok, prameniaci v kryštaliniku severných svahov Plačlivého a Baníkova. Stopovacie skúšky na lokalite dokázali komunikáciu povrchových vôd Studeného potoka s vodami podzemného toku v jaskyni (Chovan, 1969; Brodňanský, 1975) cez veľký otvorený ponor v Ponorovej jaskyni, ležiaci na ľavom brehu potoka asi 500 m juhovýchodne od vchodu Brestovskej jaskyne (obr. 8). Aktivita ponoru je v súčasnosti počas roka obmedzená, spája sa len s vysokými stavmi Studeného potoka. Studený potok podľa výsledkov stopovacej skúšky z roku 2012 komunikuje obmedzenou mierou s podzemným hydrologickým systémom jaskyne v krasovej časti územia aj formou skrytých prestupov svojich vôd cez dnové sedimenty riečiska (Haviarová a Pristaš, 2013). S podzemným tokom v jaskyni sú spojené aj vody povrchového toku v dolinke Volariská, čo dokázala stopovacia



Obr. 8. Ponor Studeného potoka. Foto: P. Staník

skúška z roku 2007 (Haviarová a Pristaš, 2008). V prípade najmenšieho povrchového toku v povodí jaskyne ležiaceho v dolinke Múčnica sa nepodarilo preukázať jeho hydraulickú komunikáciu s podzemným hydrologickým systémom jaskyne (Hochmuth, 2008; Haviarová a Pristaš, 2008).

Režim podzemného toku v jaskyni výrazne ovplyvňujú vonkajšie klimatické a hydrologické pomery. Podľa monitorovania jeho hladiny sa najnižšie prietoky toku viažu na zimné mesiace (január, február, marec). Najvyššie prietoky sú spájané s obdobím topenia snehu (apríl, máj) (obr. 9), aj keď krátkodobé zvýšenie nastáva aj v priebehu roka po intenzívnych, prípadne dlhodobějších zrážkach. Priemerný prietok v jaskyni sa pohybuje v rozpätí 100 až 150 l/s, dokáže sa pomerne rýchlo zvýšiť na niekoľkonásobok svojho pôvodného objemu.



Obr. 9. Priebeh minimálnych, maximálnych a priemerných mesačných výšok hladín na podzemnom riečisku (západná časť Brodňanského riečiska) za obdobie 2008 – 2015



Obr. 10. Brestovská vyvieraciačka. Foto: P. Staník

Spríevodným javom zvýšenia prietoku je vzostup vodnej hladiny na hlavnom riečisku, ktorý môže na niektorých miestach jaskyne v čase extrémov dosiahnuť aj 2 metre. Takéto situácie sa v jaskyni zaznamenali napríklad v júli 2008, v júli 2010, v septembri 2010 a v máji 2014. Jedným z dôvodov vzdúvania hladiny na podzemnom toku je existencia viacerých sifónov na jeho trase.

Hochmuth (2000) udáva v jaskyni prítomnosť 7 speleopotápačky preskúmaných a zdokumentovaných sifónov v celkovej dĺžke 220 m. Najdlhším a zároveň najhlbším v jaskyni je 1. sifón s dĺžkou 118,25 m (Hochmuth, 2008), ktorý sa nachádza v tesnej blízkosti Siene potápačov. Okrem sifónov sa na podzemnom toku nachádzajú aj prietokové jazerá (napr. v Jazernej chodbe). Podzemný tok končí v jaskyni odtokovým sifónom, ktorý zatiaľ nebol úspešne prekonaný. Jeho vody tečú z jaskyne ďalej smerom k Jaskyni v závrte a následne smerom k Brestovskej vyvieraciačke (vyvieraciačka Števkovského potoka), ktorá predstavuje sústredený výver podzemných vôd na povrch (obr. 10). Režim vyvieraciačky je analogický režimu podzemného toku v jaskyni.

V bežne dostupnej časti jaskyne sa v súčasnosti nevyskytujú žiadne väčšie sintrové jazierka. Výnimkou je malé jazierko v Jazierkovej sieni, predstavujúce niekoľko milimetrov hrubú sintrovú kôru ležiacu na jemných sedimentoch, na ktorú z výšky niekoľkých metrov dopadá priesaková voda.

Spoločným znakom vôd Brestovskej jaskyne je ich atmosferogénny pôvod. Geneticky ide o vody s petrogénnou mineralizáciou, ktoré svoje chemické zloženie formujú v závislosti od mineralogicko-petrografických podmienok svojich obehových ciest. Priamo v jaskyni sa tak z hľadiska chemického zloženia vyskytujú 2 hlavné typy vôd. Prvý typ reprezentujú vody podzemného toku, ktoré sa formujú prevažne v geologických podmienkach kryštalínika s následným prestupom cez skrasovatený karbonátový komplex. Dominantným chemickým typom vôd je Ca-Mg-HCO₃-SO₄ typ s celkovou mineralizáciou len okolo 100 mg/l (Haviarová, 2008). Teplota vody podzemného toku sa na základe kontinuálnych meraní pohybuje od 4,3 do 6,9 °C (obr. 11), s priemernou ročnou teplotou 5,3 až 5,8 °C. Teplota vody indikuje plytký a relatívne krátky podzemný obeh. Vyššou mineralizáciou s hodnotami okolo 300 až 350 mg/l sa vyznačujú priesakové vody, s ktorými sa stretávame v jaskyni na viacerých miestach. Ide o vody formujúce svoje chemické zloženie v nadložnom vápencovo-dolomitickom súvrství chočského príkrovu v kombinácii s paleogénnymi karbonatickými zlepenkami borovského súvrstvia. Pre tieto vody je charakteristický Ca-Mg-HCO₃ chemický typ. Spoločným znakom všetkých jaskynných vôd z hľadiska ich termodynamických vlastností je nedosýtenosť voči kalcitu, dolomitu a sadrovcu. Pri priesakových vodách s pomalším priesakom sa nasýtenie voči kalcitu a dolomitu zvyšuje, čo vytvára vhodnejšie podmienky na vyžrážanie a tvorbu sintrovej výzdoby. Z kvalitatívnej stránky majú jaskynné vody dobrú kvalitu, bez známkov antropogénneho znečistenia (Haviarová, 2008).

JASKYNNÁ MIKROKLÍMA

Brestovská jaskyňa leží v chladnej klimatickej oblasti, okrsku C1 (mierne chladný, veľmi vlhký) s júlovou teplotou 12 až 16 °C (Lapin et al., 2002). Priemerný ročný úhrn zrážok sa pohybuje v intervale od 1000 do 1200 mm, počet dní so snehovou pokrývkou presahuje

120 dní v roku (Faško et al., 2002). Najbližšou meteorologickou stanicou je Liesek v nadmorskej výške 692 m (cca 13 km severne od jaskyne) a zrážkomerná stanica v obci Vitánová-Oravice v nadmorskej výške 853 m (cca 8 km severovýchodne od jaskyne).

Prvý kontinuálny klimatický monitoring v jaskyni prebiehal od 16. 1. 2006 do 3. 7. 2007 (na troch stanovištiach vo Vstupnej sieni, v Bivakovej sieni a Sieni potápačov; vonkajšia klíma sa merala pri neďalekej horárni). Na meranie a uchovávanie údajov sa použil záznamník teploty a relatívnej vlhkosti vzduchu typ R3120 od výrobcu COMET SYSTEM Rožnov pod Radhoštěm, Česká republika (Zelinka, 2008). Dlhodobejší monitoring sa začal v roku 2013, vykonáva sa mobilnými klimatickými stanicami od firmy Microstep (na troch stanovištiach vo Vstupnej sieni, v Sieni potápačov a Jazernej chodbe s cieľom zaznamenať sezónnu dynamiku mikroklimy jaskyne).

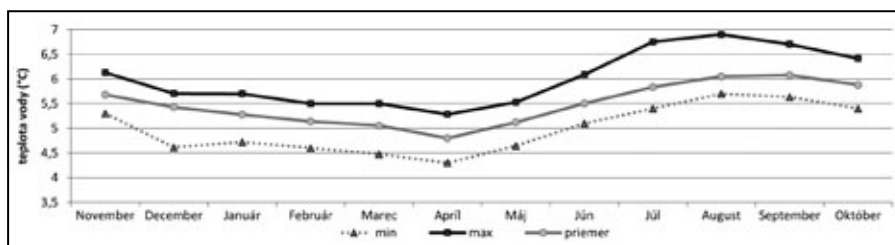
Priemerná ročná teplota vzduchu vo Vstupnej sieni je 6,0 °C (nameraná minimálna teplota 5,4 °C, nameraná maximálna teplota 7,1 °C). Jediným otvorom na výmenu vzdušín medzi povrchovou a jaskynnou klímou sú vletové otvory pre netopiere v uzávere vchodu do jaskyne. Vplyv vonkajšej klímy sa prejavuje len v tejto časti jaskyne. Stanovište v Jazernej chodbe (Pred bránou) dosahuje priemernú ročnú teplotu vzduchu 6,0 °C (nameraná minimálna teplota 5,6 °C, nameraná maximálna teplota 6,2 °C). Najchladnejšou časťou jaskyne sú priestory pozdĺž aktívneho podzemného vodného toku. Priemerná teplota vzduchu v Sieni potápačov s podzemným riečiskom (za prítokovým sífónom) je 5,8 °C (nameraná minimálna teplota je 5,6 °C, namerané maximálne teploty až do 6,4 °C). Teplota vody v riečisku sa pohybovala okolo 5,1 °C.

Priebeh teploty vzduchu v sledovaných častiach jaskyne má nevyrovnaný charakter (obr. 12). Minimálne namerané hodnoty pripadajú vo Vstupnej sieni a v Jazernej chodbe na máj, v Sieni potápačov na apríl. Najvyššie namerané teploty vychádzajú na všetkých troch stanovištiach na september. Maximálne teploty na povrchu pripadajú na júl, posun maximálnych hodnôt v monitorovaných častiach jaskyne o dva mesiace je zrejme spôsobený oneskorenou odozvou podzemných priestorov na zmeny teploty na povrchu.

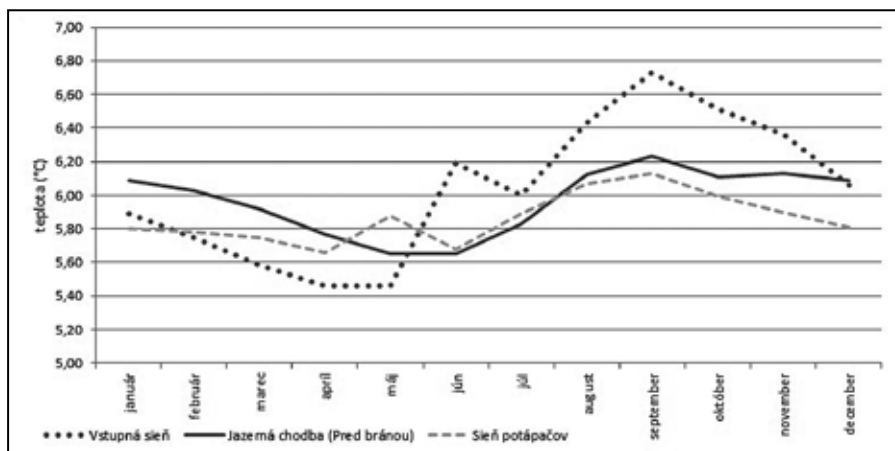
V dňoch 16. 1. a 22. 5. 2006 sa pri vonkajšej úrovni CO₂ 0,4 % v jaskyni namerali výrazne vyššie hodnoty CO₂. Na aktívnom vodnom toku dosahovali hodnoty od 0,9 do 1,0 %, na vyššom poschodí jaskyne a pri sífóne od 0,6 do 0,7 % (Zelinka, 2008).

JASKYNNÁ FAUNA

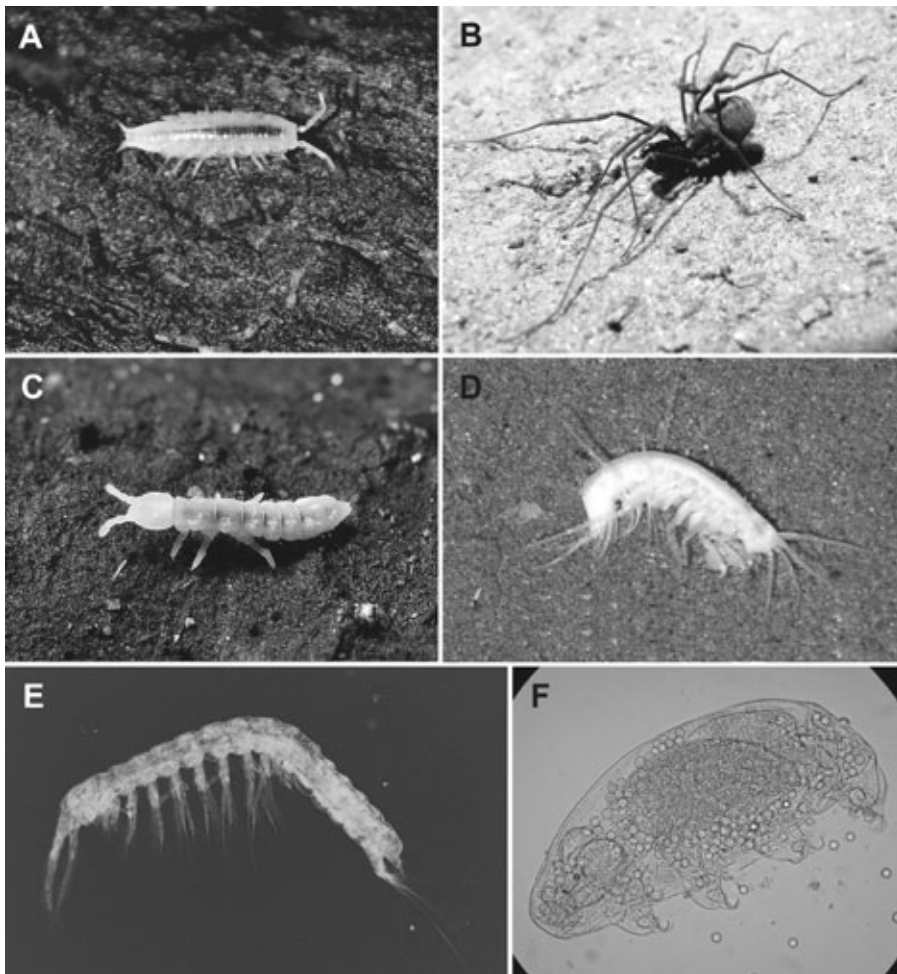
Oblasť Západných Tatier, v ktorej sa Brestovská jaskyňa nachádza, je z hľadiska zoogeografickej regionalizácie jaskynnej a krasovej fauny (Košel, 2009) radená do vysokotatranského krasového regiónu v rámci nadregiónu centrálnokarpatského (Eucarpaticum) v provincii Západných Karpát. Tento krasový región charakterizuje nízka diverzita kavernikolnej fauny, čo je podmienené celkovou genézou tohto územia a paleoklimou od starších trefohôr. Analýza terestrickej biocenózy Brestovskej jaskyne, podobne ako aj iných



Obr. 11. Priebeh minimálnych, maximálnych a priemerných mesačných teplôt vôd na podzemnom riečisku (západná časť Brodňanského riečiska) za obdobie 2008 - 2015



Obr. 12. Priebeh teploty vzduchu v sledovaných častiach Brestovskej jaskyne za obdobie 2013 - 2016

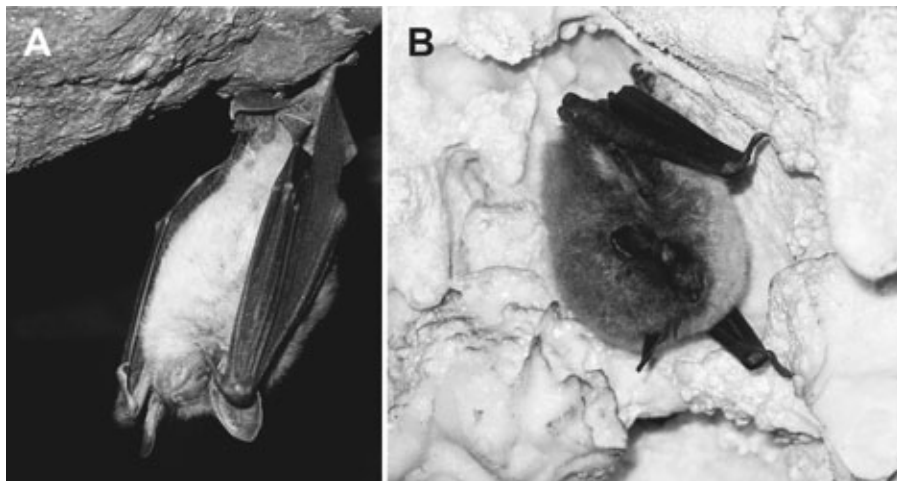


Obr. 13. Zástupcovia terestrických a vodných bezstavovcov obývajúcich Brestovskú jaskyňu: A - žižavka jaskynná (*Mesoniscus graniger*) (Isopoda), B - klepietkar karpatský (*Ischyropsalis manicata*) (Opiliones), C - chvostoskok *Protaphorura janosik* (Collembola), D - nifargus tatranský (*Niphargus tatranský*) (Amphipoda), E - hlbivovka slepá (*Bathynella natans*) (Syncarida), F - pomalka z rodu *Dactylobiotus* (Tardigrada). Foto: L. Papáčová (A), L. Kováč (B, C), P. Luptáčik (C), Z. Višňovská (D, E, F)

tatranských jaskýň, je v súlade s touto charakteristikou (Kováč et al., 2008). Zo zástupcov suchozemských článkonožcov v Brestovskej jaskyni sa medzi zoogeograficky významné zaraďujú troglofilné rovnakonôžky *Mesoniscus graniger* a kosce *Ischyropsalis manicata*, ktoré sú karpatskými endemitmi (obr. 13). Sú charakteristickými indikátormi vlhkých a chladnejších typov biotopov. V prípade žižlavky jaskynnej (*Mesoniscus graniger*) ide o jednu z najsevernejších lokalít výskytu tohto druhu v Európe a zrejme aj suchozemských kaverníkolných rovnakonôžok (Isopoda) vôbec (Mlejnek a Ducháč, 2001; Kováč et al., 2008). Oba druhy sú svojím výskytom limitované na vstupnú časť jaskyne (Vstupná sieň). Tento priestor v blízkosti povrchu s prítomnosťou vody a organického materiálu sa vyznačuje pomerne pestrým zastúpením povrchovej fauny. Ide prevažne o lesné vlhkomilné druhy chvostoskokov (medzi nimi aj náš najväčší druh chvostoskoka *Tetradontophora bielensis*), roztočov (napr. panciernik *Acrocalymna longipluma*), dvojkrídláčkov (početné larválne aj adultné štádiá), prítomní sú zástupcovia chrobákov (napr. vzácny bystruškovitý druh a karpatský endemit *Nebria rufescens*), mnohonôžok, ulitníkov, pavúkov, dážďoviek. Pri vodnom toku boli viackrát pozorované obojživelníky (Lissamphibia), predovšetkým skokan hnedý (*Rana temporaria*).

Vyššie položené suché priestory jaskyne (Jazierková sieň, Bivaková sieň a Kopečného chodba s príľahlými chodbami) obývajú málo diverzifikované spoločenstvá fauny tvorené takmer výlučne zástupcami dvojkrídláčkov (Diptera), chvostoskokov (Collembola) a roztočov (Acarina). Nízka druhová diverzita súvisí zrejme s oligotrofnými pomermi, t. j. nízkou ponukou potravných zdrojov v tejto časti jaskyne, ktorá je všeobecne chudobná na organickú hmotu. Najpočetnejšie zastúpenie v hornom poschodí jaskyne má chvostoskok *Protaphorura janosik*. Považuje sa za glaciálny relikv v kaverníkolnej faune Západných Karpát. Spolu s ním sa tu v relatívne početných populáciách vyskytujú príbuzný druh *Protaphorura armata* a eutroglofil *Pygmarhopalites pygmaeus*, ktoré sú častými obyvateľmi európskych jaskýň.

Na rozdiel od suchozemskej fauny, relatívne pestrá a bohatá je fauna jaskynných vôd (Kováč et al., 2008), čo súvisí s hydrologickými pomermi, relatívne priaznivými trofickými podmienkami a dobrou kvalitou vôd na povrchu i v podzemí bez známk antropogénneho znečistenia (Haviarová, 2008; Haviarová a Pristaš, 2008). Aktívny podzemný tok, ktorý preteká spodnou úrovňou jaskyne, obývajú kvalitatívne pestré spoločenstvá bentickej a hyporeickej fauny so zastúpením pravých subteránnych foriem a početnej skupiny stygofilných bezstavovcov pôvodom z povrchových vodných biotopov. Umožňuje im to vzájomné prepojenie podzemného toku s ponárajúcimi sa alochtónnymi vodami povrchového toku Studeného potoka a niektorých jeho prítokov. Týmto spôsobom sa do jaskyne pasívne transportuje aj organický materiál (detrit, drevná hmotu), ktorý je pre väčšinu vodnej fauny významným zdrojom potravy. Dno aktívneho riečiska na úseku od Vstupnej siene cez Brodňanského riečisko po Sieň potápačov osídľujú prevažne kôrovce (Crustacea), okrúhlovce (Nematoda), málošte-



Obr. 14. Najčastejšie zimujúce netopiere (Chiroptera) v Brestovskej jaskyni: A – netopier veľký (*Myotis myotis*), B – netopier fúzatý (*Myotis mystacinus*). Foto: Z. Višňovská

tinavce (Oligochaeta) a ploskulice (Turbellaria), svoje zastúpenie tu majú aj driftujúce larvy povrchových druhov podeniek (Ephemeroptera), pošvatiiek (Plecoptera) a pakomárov (Chironomidae). Stygobiontné (freatobiontné) kôrovce *Diacyclops languidoides* (Copepoda), *Niphargus tatrensis* (Amphipoda) a *Bathynella natans* (Syncarida) sa považujú za typických predstaviteľov relikvnej akvatickej fauny jaskýň Tatier. Ku stygofilným druhom možno zaradiť rôznokonôžku *Gammarus fossarum* (Amphipoda) a ploskulicu *Crenobia alpina* (Turbellaria). V podzemnom toku vytvárajú početnejšie a zrejme aj trvalejšie populácie, o čom svedčí čiastočná až výrazná depigmentácia týchto jedincov. Zaujímavý je výskyt vzácných chladnomilných vodných máloštetinavcov *Trichodrilus tatrensis* a *Rhynchelminis vagensis*; tie boli dosiaľ známe len z dna tatranských plies a povrchových potokov. V hlbších zavodnených sedimentoch dna a brehov vodného toku (hyporeál) dominujú mikroskopické veslonôžky (Copepoda) a lastúrnice (Ostracoda). Z intersticiálnych vôd podzemného toku tejto jaskyne pochádza nateraz jediný známy nález pomaliek (Tardigrada) v rámci jaskýň Slovenska (obr. 13). Ide o zástupcu sladkovodného rodu *Dactylobiotus* (Višňovská, nepubl. – determinoval P. Degma). Známe sú aj prípady prenikania jedincov pstruha potočného (*Salmo trutta* m. *fario*) do podzemného riečiska z povrchových tokov. Dôvodom môžu byť lepšie podmienky na úkryt pred predátormi a zároveň ešte relatívne dostupná ponuka driftujúceho zoobentosu, ktorým sa tieto ryby živí (Deván, 1985).

Brestovská jaskyňa patrí medzi druho najpestrejšie podzemné úkryty netopierov v oblasti Tatier. V jaskyni a bezprostrednom okolí jej vchodu sa dosiaľ zistilo 9 druhov netopierov (Bobáková et al., 2002; Kováč et al., 2008). Pravidelne a vo väčšom počte tu však hibernuje iba netopier veľký (*Myotis myotis*; obr. 14). Nepravidelne tu zimujú netopier fúzatý (*Myotis mystacinus*) a netopier Brandtov (*Myotis brandtii*), príležitostne aj podkovár malý (*Rhinolophus hipposideros*), večernica severská (*Eptesicus nilssonii*), večernica pozdná (*Eptesicus serotinus*), uchaňa čierna (*Barbastella barbastellus*) alebo teplomilný mediteránny druh – podkovár veľký (*Rhinolophus ferrumequinum*). Brestovská jaskyňa patrí k najsevernejším známym zimoviskám

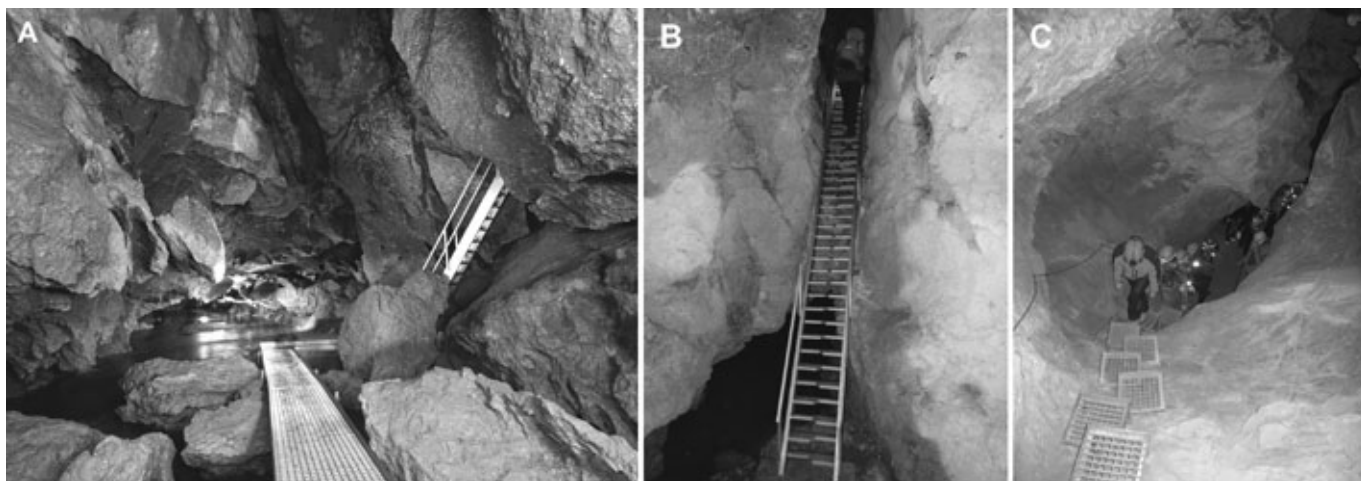
podkovára veľkého na Slovensku i v Európe vôbec (Pjenčák et al., 2003). V jesennom období sa zistila prítomnosť netopiera riasnatého (*Myotis nattereri*). Obdobie zimného spánku (hibernácie) trvá u netopierov spravidla od konca októbra do polovice apríla.

HISTÓRIA A PRIESKUM JASKYNE

V publikácii o machoch tatranskej oblasti z roku 1886 sa o „jaskyni pri prameňoch Studenej vody“ zmienil poľský lekár, botanik a tatranský bádateľ T. Chalubiński (1820 – 1889). V roku 1887 jaskyňu Stefkóvka (dnešná Brestovská jaskyňa) preskúmal a opísal priekopník tatranského jaskyniarstva J. G. Pawlikowski (1860 – 1939). V roku 1922 sa o jaskyňu začal zaujímať odbor Klubu československých turistov v Dolnom Kubíne, jej prieskumu sa ujal kpt. Kopečný so skupinou vojakov z tamojšej posádky. Ďalšieho prieskumu sa v roku 1923 zúčastnil aj A. Král, objaviteľ Chrámu slobody (Demänovskej jaskyne slobody). V roku 1925 sa pokúšali preniknúť do neznámych častí jaskyne cez ponor Studeného potoka. V roku 1929 jaskyňu opísal M. Gotkiewicz pod názvom Zuberecká jaskyňa (Lalkovič, 2008).

Po založení Slovenskej speleologickej spoločnosti v roku 1949 sa do prieskumu jaskyne zapojil J. Brodňanský (1910 – 1997), zakladateľ organizovaného jaskyniarstva na Orave. Spolupracoval s F. Čejkom (1904 – 1970) a ďalšími jaskyniarimi. V roku 1956 na základe pozorovaní ponorov Múcnica a Volariská i ponoru Studeného potoka J. Brodňanský usúdil, že ponorné vody sa v podzemí spájajú, pretekajú rozsiahlym jaskynným systémom a vytekajú na povrch vyvieracťou. Po mnohých prieskumných akciách jaskyňu v rokoch 1957 a 1958 zamerali v dĺžke 445 m. J. Brodňanský ju nazval Brestovskou jaskyňou.

Keďže dovtedy známe časti jaskyne sa končili prítokovým sífonom, Múzeum slovenského krasu v Liptovskom Mikuláši zorganizovalo v dňoch 9. – 11. 5. 1968 jeho potápačský prieskum za účasti členov potápačského klubu zo Žiliny. Potápači prenikli v sífóne do vzdialenosti 55 m (Chovan, 1969). Následne sa 2. 3. 1974 prítokový sífón pokúšali prekonať P. Ošťas a A. Schärer, v rámci prieskumnej akcie organizovanej speleopotápačskou skupinou SSS Aquaspael v spolupráci s potápačmi



Obr. 15. Sprístupnená časť Brestovskej jaskyne: A – premostenie na Brodňanského riečisku a schodisko na výstupe na horné poschodie, B – schodisko vo Vstupnej sieni, C – stúpadlá medzi Bivakovou sieňou a Kopečného chodbou. Foto: P. Gažík (A, B), P. Bella (C)

z klubu Delfín z Brna. Až koncom apríla 1979 tento viac ako 120 m dlhý sifón prekonal potápač J. Kucharovič a V. Sláčík z oblastnej skupiny SSS v Trenčíne. Spolu preplávali štyri sifóny a objavili nové časti jaskyne. V dĺžke asi 900 m ich zamerali Z. Hochmuth, J. Kucharovič, P. Marek a V. Sláčík v roku 1981. Na podzemnom vodnom toku speleopotápači doteraz prekonalí sedem sifónov v celkovej dĺžke 220 m (Hochmuth, 1984, 2000). V posledných rokoch speleologický prieskum jaskyne vykonávajú najmä jaskyniari z oblastnej skupiny SSS Orava. Speleopotápači skúmajú prepojenie vyvieracky s jaskyňou.

Základný geomorfologický výskum jaskyne vykonal A. Droppa v roku 1969. Úsek vodných sifónov a novoobjavené časti jaskyne za prítokovým sifónom z geomorfologického hľadiska preskúmal Z. Hochmuth v roku 1981. Prvotný hydrobiologický výskum v jaskyni vykonal P. Deván v rokoch 1981 – 1982.

OCHRANA JASKYNE

Negatívne antropogénne zásahy v Brestovskej jaskyni sa prejavili najmä poškodením sintrovej, najmä kvapľovej výplne. Aby sa zabránilo ďalšiemu poškodzovaniu jaskyne, v júli 1976 oblastná skupina SSS Orava vybudovala uzáver jej vchodu. Po jeho narušení jaskyňa bola dlhší čas otvorená a voľne prístupná. Hoci sintrová výplň v jaskyni nebola hojne vytvorená, na viacerých miestach bola narušená a poškodená (Peško, 2004). V roku 2002 sa ochrana všetkých jaskýň na Slovensku dostala do pôsobnosti Správy slovenských jaskýň v Liptovskom Mikuláši. V nasledujúcom roku sa uzáver jaskyne urýchlene opravil. Bezpečné uzatvorenie jaskyne si však vyžiadalo výrobu a inštaláciu nového uzáveru v roku 2004 (Lžďinský a Staník, 2004; Staník a Lžďinský, 2005).

Vodné toky pritekajúce z príľahlej nekrasovej časti povodia prenikajú do jaskyne a môžu narušiť vodný režim a kvalitu vody podzemného toku, ktorý sa dostáva na povrch Brestovskou vyvieracťou. V minulosti sa hydrologický režim vodného toku v jaskyni menil odražaním prítoku vody z riečiska Studeného potoka do ponoru na pohon píly v Zuberci alebo zahradzovaním prítoku vody s cieľom speleologického prieskumu ponoru (Brodňanský, 1959).

Odlesnením povrchu nad jaskynnými priestormi sa môže narušiť režim priesaku zrážkových vôd, zrýchliť erózia pôdy a splavovanie pôdnych sedimentov do jaskyne. Takisto nemožno narušiť alebo znečistiť závrty pri jaskyni, ktoré indikujú smer priebehu výverovej jaskyne medzi jej vchodom a vyvieracťou.

Vzhľadom na možnosť ohrozenia jaskyne antropogénnymi činnosťami v jej okolí súčasťou vyhlásenia jaskyne za chránený prírodný útvar v roku 1979 bolo aj ochranné pásmo s rozlohou 63,36 ha (Klinda, 1985). Platnosťou zákona č. 287/1994 Z. z. o ochrane prírody a krajiny sa zrušili všetky dovtedy vyhlásené ochranné pásma chránených prírodných útvarov vrátane jaskýň. Keďže potenciálne riziká ohrozenia Brestovskej jaskyne nevhodnými antropogénnymi zásahmi v jej okolí pretrvávali, Správa slovenských jaskýň v roku 2004 spracovala nový projekt na opätovné vyhlásenie ochranného pásma s rozlohou 59,3073 ha (Gaál et al., 2009). Terajšie ochranné pásmo Brestovskej jaskyne bolo vyhlásené Vyhlasujúcou Krajskou úradu životného prostredia v Žiline č. 2/2008 z 10. novembra 2008.

Speleologickú strážnu službu (stráž prírody zameranú na jaskyne) v tejto oblasti vykonávajú členovia jaskyniarskej skupiny SSS Orava. Okrem speleologického prieskumu Brestovskej jaskyne spolupracujú pri zabezpečovaní jej výskumu a dokumentácii.

SPRÍSTUPNENIE JASKYNE

Zámer turistického spôsobu sprístupnenia Brestovskej jaskyne bol obsiahnutý v koncepcii rozvoja slovenského jaskyniarstva v rokoch 1971 – 1985. Doplnujúci výskum jaskyne, na základe ktorého sa spracoval projekt jej sprístupnenia, ako aj jej domeranie vykonal Správa slovenských jaskýň v rokoch 2006 – 2007. Sprístupnenie bolo podmienené minimálnymi zásahmi do jaskynného prostredia, nenarušením hydrologického režimu podzemného vodného toku a zachovaním prirodzeného sta-

vu riečiska (zachovania vhodných životných podmienok pre vodnú faunu, nenarušenia štruktúry a fungovania vodného ekosystému ako celku). V podzemnom vodnom toku žijú reobiontné (prúdomilné) organizmy, ktoré vyžadujú neznečistené a dobre okysličené vody. Citlivo reagujú aj na pomerne malé zmeny chemických a fyzikálnych vlastností vody (znečistenie vody, zmena rýchlosti jej prúdenia) i obmedzenie prísunu zdrojov potravy. Z hľadiska ochrany invertebrátnej fauny a jej biotopov ďalej nemožno pripustiť zašľapávanie, resp. rozrušovanie fluvialných sedimentov popri vodnom toku. Brehová zóna je vďaka organickým naplaveninám bohatšie osídlená rozličnými skupinami bezstavovcov (najmä dážďovky, kôrovce, ploskulice, ulitníky, roztoče, chvostoskoky), ktoré by boli týmito zásahmi priamo ohrozené. Preto



Obr. 16. Otvorenie Brestovskej jaskyne dňa 31. 8. 2016, minister životného prostredia L. Solyms (vpravo) a starosta obce Zuberec V. Šiška (vľavo). Foto: P. Bella

prehliadkový chodník vedie ponad riečisko po demontovateľnom kovovom premostení, aby návštevníci nevstupovali do riečiska a nenarušovali biotopy akvatickej fauny. Počas zimného spánku sú netopiere citlivé na bezprostredné vyrušovanie. V relatívne malých, miestami až stiesnených horných častiach jaskyne, v ktorých sa počas hibernácie netopiere zdržiavajú najčastejšie, by neprimerane vysoká návštevnosť spôsobovala ich vyrušovanie. Pri akýchkoľvek technických úpravách alebo výmene uzáveru jaskynného vchodu sa musia ponechať vhodné vletové otvory (s minimálnymi rozmermi 15 × 30 cm). Najväčšia diverzita terestrických druhov fauny je vo Vstupnej sieni, kde sa hojnejší organický substrát dostáva do podzemia z povrchu. Preto vo vstupnej časti jaskyne treba zachovať pôvodný charakter prírodného prostredia – nezmeniť mikroklimatické pomery a ponechať organický materiál. Turistický spôsob sprístupnenia bez elektrického osvetlenia si spolu s členitou morfológiou podzemných priestorov vyžiadali regulovanú návštevnosť,

najmä z dôvodu bezpečnosti návštevníkov po strmých schodiskách a kontroly ich pohybu v užších úsekoch prehliadkovej trasy.

Prehliadková trasa je dlhá 434 m. Vedie zo Vstupnej siene cez Zubereckú chodbu, Brodňanského riečisko, Jazierkovú sieň, Bivakovú sieň a Kopečného chodbu do Siene potápačov, odkiaľ sa návštevníci vracajú späť (obr. 3).

Sprístupňovacie práce v jaskyni sa zabezpečili v IV. štvrťroku 2015, hradili sa z Environmentálneho fondu v pôsobnosti Ministerstva životného prostredia SR. Pred ich začatím sa z jaskyne museli demontovať staré rebríky a mostíky. Na prehliadkovej trase je inštalovaných päť schodísk (vo Vstupnej sieni, Zubereckej chodbe, na výstupe na horné poschodie a na zostupe do Siene potápačov), premostenie podzemného riečiska medzi Zubereckou chodbou a výstupom na horné poschodie, stúpadlá na strmom úseku medzi Bivakovou sieňou a Kopečného chodbou, ako aj premostenie priepasti v Kopečného chodbe (obr. 15). Na sprístupnenom úseku jaskyne spolu zaberajú dĺžku 97,3 m, z toho schodiská 47 m. Všetky

kovové konštrukcie sú vyhotovené z matnej nehrdzavejúcej ocele, ktorá si vo vlhkom prostredí nevyžaduje údržbu.

Vchod do jaskyne prestrešuje šikmá samonosná oceľová konštrukcia, ktorá je na hornej strane prichytená svorníkmi o skalný masív a na dolnej strane osadená na betónové pätky. Krytinu tvoria trapézové plechy s izolačnými fóliami. Pokryva ich nasýpaná zemina, ktorá sa postupne prirodzene zatrávni (obr. 2). Nad vstupnými dverami je vletový otvor pre netopiere. Prístupový chodník pred vchodom do jaskyne sa upravil a dobudoval v auguste 2016.

Jaskyňa bola otvorená pre verejnosť 31. 8. 2016 za účasti ministra životného prostredia SR Lászlóa Sólymosa (obr. 16). Návštevníci si ju môžu prezrieť od 2. januára do 31. decembra každý deň okrem pondelka a technicko-prevádzkovej prestávky v medzisezónnom období. Keďže jaskyňa nie je elektricky osvetlená, každý návštevník musí mať počas prehliadky prilbu a čelové svetidlo, ktoré poskytuje prevádzkovateľ – Štátna ochrana prírody SR, Správa slovenských jaskýň.

LITERATÚRA

- BELLA, P. 2008. Geomorfologické pomery Brestovskej jaskyne. *Slovenský kras*, 46, suppl. 1, 25–54.
- BELLA, P. 2013. Brestovská jaskyňa, závrty a vyvieráčka v ústí doliny Studeného potoka. In Rakytová, I. (Ed.): *Geografia a integrovaný výskum krajiny. Zborník abstraktov, Exkurzný sprievodca – vedecká konferencia, Ružomberok 10. – 12. 9. 2013*, 87–90.
- BELLA, P. – HAVIAROVÁ, D. – VIŠŇOVSKÁ, Z. – ZELINKA, J. 2016. Prvá sprístupnená jaskyňa na Orave. *Krásky Slovenska*, 93, 11–12, 60–63.
- BELLA, P. – HERCMAN, H. – GRADZIŇSKI, M. – GAŠJOROWSKI, M. 2013. Vplyv glaciáluviálnych agardácií na speleogenézu stredohorského alogénneho krasu: príkladová štúdia z tatranskej oblasti, Západné Karpaty. *Abstrakty, 9. vedecká konferencia „Výskum, využívanie a ochrana jaskýň“*, Liptovská Sielnica 23. – 26. 9. 2013. *Aragonit*, 18, 1, 44–45.
- BOBÁKOVÁ, L. – HAPL, E. – BRINZÍK, M. – VALACHOVIČ, P. 2002. Zimoviská netopierov Západných Tatier. *Vespertilio*, 6, 343–344.
- BRODŇANSKÝ, J. 1958. Brestovská jaskyňa. *Slovenský kras*, 1, 114–115.
- BRODŇANSKÝ, J. 1959. Ponory Brestovskej jaskyne. *Slovenský kras*, 2, 128–130.
- BRODŇANSKÝ, J. 1975. Správa o Brestovskej jaskyni. *Manuskript, archív SMOPaJ Liptovský Mikuláš*.
- DEVÁN, P. 1985. Príspevok k poznaniu driftnú bezstavovcov v Brestovskej jaskyni (Roháče). *Slovenský kras*, 23, 287–299.
- DROPPA, A. 1972. Kras skupiny Sivého vrchu v Západných Tatrách. *Československý kras*, 23 (1971), 77–98.
- FÁŠKO, P. – HANDŽÁK, Š. – ŠRÁMKOVÁ, N. 2002. Počet dní so snehovou pokrývkou a jej priemerná výška. In *Atlas krajiny Slovenskej republiky, IV. Prvotná krajinná štruktúra, mapa č. 53 (1 : 2 000 000)*, s. 99. Bratislava – Ministerstvo životného prostredia SR, Banská Bystrica – Slovenská agentúra životného prostredia.
- FÁŠKO, P. – ŠTASTNÝ, P. 2002. Priemerné ročné úhmy zrážok. In *Atlas krajiny Slovenskej republiky, IV. Prvotná krajinná štruktúra, mapa č. 54 (1 : 2 000 000)*, s. 99. Bratislava – Ministerstvo životného prostredia SR, Banská Bystrica – Slovenská agentúra životného prostredia.
- GAÁL, L. – GAŽÍK, P. – HAVIAROVÁ, D. – PAPAČ, V. – PEŠKO, M. 2009. Nové ochranné pásma jaskýň. *Aragonit*, 14, 1, 74–76.
- HALOUZKA, R. 1993. Kvartér Oravskej kotliny a dolín horského povodia Oravy. In Gross, P. – Köhler, E. – Haško, J. – Halouzka, R. – Mello, J. – Nagy, A. a kol.: *Geológia južnej a východnej Oravy*. GÚDŠ, Bratislava, 122–144.
- HALOUZKA, R. – RACZKOWSKI, W. 1993. Kvartér. In Nemčok, J. (Ed.): *Vysvetlivky ku geologickej mape Tatier 1 : 50 000*. GÚDŠ, Bratislava, 67–98.
- HAVIAROVÁ, D. 2008. Základné hydrogeochemické pomery a režim vôd v Brestovskej jaskyni. *Slovenský kras*, 46, suppl. 1, 67–80.
- HAVIAROVÁ, D. – PRISTAŠ, P. 2008. Najnovšie výsledky stopovacích skúšok z povodia Brestovskej jaskyne. *Slovenský kras*, 46, suppl. 1, 81–86.
- HAVIAROVÁ, D. – PRISTAŠ, P. 2013. Riešenie otázky komunikácie povrchových vôd Studeného potoka s podzemným tokom v Brestovskej jaskyni. *Aragonit*, 18, 1, 17–21.
- HERCMAN, H. – GRADZIŇSKI, M. – BELLA, P. 2008. Evolution of Brestovská Cave based on U-series dating of speleothems. *Geochronometria*, 32, 1–12.
- HOCHMUTH, Z. 1984. Výsledky speleopotápačského prieskumu Brestovskej jaskyne. *Slovenský kras*, 22, 151–156.
- HOCHMUTH, Z. 2000. Problémy speleologického prieskumu podzemných tokov na Slovensku. SSS a Katedra geografie PF UPJŠ, Prešov – Košice, 164 s.
- HOCHMUTH, Z. 2008. Morfológia a genéza freatickej časti Brestovskej jaskyne. *Slovenský kras*, 46, suppl. 1, 55–60.
- HOMZA, Š. – JAKÁL, J. 1972. Perspektívy rozvoja speleológie na Slovensku. *Slovenský kras*, 10, 145–154.
- CHALUBIŇSKI, T. 1886. Enumeratio Muscorum frondosum Tatrensius. *Pamietnik Fyzjograficzny*, 6, 207 s.
- CHOVAN, A. 1969. Správa z jaskyniarskeho týždňa v Brestovej. *Slovenský kras*, 7, 149–154.
- IŽDINSKÝ, L. – STANIČEK, P. 2004. Praktická starostlivosť o jaskyne v roku 2003. *Aragonit*, 9, 44–45.
- KLINDA, J. 1985. Chránené územia prírody v Slovenskej socialistickej republike. *Obzor*, Bratislava, 320 s.
- KOŠEL, V. 2009. Subteránna fauna Západných Karpát. AV ČR, České Budějovice, 203 s.
- KOVÁČ, Ľ. – MOCK, A. – VIŠŇOVSKÁ, Z. – LUPTÁČIK, P. 2008. Spoločenstvá fauny Brestovskej jaskyne. *Slovenský kras*, 46, suppl. 1, 97–110.
- LALKOVIČ, M. 2008. Z histórie Brestovskej jaskyne. *Slovenský kras*, 46, suppl. 1, 111–124.
- LAPIN, M. – FÁŠKO, P. – MELO, M. – ŠTASTNÝ, P. – TOMLAIN, J. 2002. Klimatické oblasti. In *Atlas krajiny Slovenskej republiky, IV. Prvotná krajinná štruktúra, mapa č. 27 (1 : 1 000 000)*, s. 95. Bratislava – Ministerstvo životného prostredia SR, Banská Bystrica – Slovenská agentúra životného prostredia.
- MAZUR, E. 1955. Príspevok k morfológii povodia Studeného potoka. *Geografický časopis*, 7, 1–2, 15–45.
- MLEJNEK, R. – DUCHÁČ, V. 2001. Rozšíření Mesoniscus graniger (Crustacea: Isopoda: Oniscoidea) v Západných Karpatách. *Natura Carpatica*, 42, 75–88.
- NEMČOK, J. – BEZÁK, V. – JANÁK, M. – KAHAN, Š. – RYKA, W. – KOHÚT, M. – LEHOTSKÝ, I. – WIECZOREK, J. – ZELMAN, J. – MELLO, J. – HALOUZKA, R. – RACZKOWSKI, W. – REICHWALDER, P. 1993. Vysvetlivky ku geologickej mape Tatier. GÚDŠ, Bratislava, 135 s.
- NEMČOK, J. – BEZÁK, V. – BIELY, A. – GOREK, A. – GROSS, P. – HALOUZKA, R. – JANÁK, M. – KAHAN, Š. – KONAŠKI, Z. – LEFFELD, J. – MELLO, J. – REICHWALDER, P. – RACZKOWSKI, W. – RINIIEWICZ, P. – RYKA, W. – WIECZOREK, J. – ZELMAN, J. 1994. Geologická mapa Tatier. 1 : 50 000, GÚDŠ, Bratislava.
- PAWLIKOWSKI, J. G. 1887. Podziemne kościeliska. *Pamiętnik Towarzystwa Tatrzańskiego*, Kraków, 33–48.
- PEŠKO, M. 2004. Nález aragonitu v Brestovskej jaskyni. *Aragonit*, 9, 44.
- PIENČÁK, P. – DANKO, Š. – MATIS, Š. 2003. Netopiere Tatranského národného parku a širšieho okolia. *Vespertilio*, 7, 139–160.
- STANIČEK, P. – IŽDINSKÝ, L. 2005. Praktická starostlivosť o jaskyne na Slovensku v roku 2004. *Aragonit*, 10, 31–33.
- VÍČEK, L. – PŠOTKA, J. 2008. Geológia Brestovskej jaskyne. *Slovenský kras*, 46, suppl. 1, 5–24.
- WÓJCIK, Z. 1968. Rozwój geomorfologiczny wapiennych obszarów Tatr i innych masywów krasowych Karpat Zachodnich. *Prace Muzeum Ziemi*, 13, 3–169.
- ZELINKA, J. 2008. Prvé výsledky mikroklimatického monitoringu v Brestovskej jaskyni. *Slovenský kras*, 46, suppl. 1, 87–96.

PROBLEMATIKA VÝSKUMU JASKYNNÝCH ÚROVNÍ NA SLOVENSKU

Pavel Bella

Štátna ochrana prírody SR, Správa slovenských jaskýň, Hodžova 11, 031 01 Liptovský Mikuláš; pavel.bella@ssj.sk
 Katolícka univerzita v Ružomberku, Pedagogická fakulta, Katedra geografie, Hrabovská cesta 1, 034 01 Ružomberok; Pavel.Bella@ku.sk

P. Bella: Problematics of the research of cave levels in Slovakia

Abstract: An overview of geomorphological researches of caves in Slovakia focusing on their developmental levels is given in the article. Cave levels reflect the formation of caves or their parts in relation to the stabilized erosion base and their development is correlated with the development of flat landforms on the surface (river terraces, pediments or planation surfaces). From this reason cave levels belong to the most significant features of cave morphology. The first mentions and descriptions of cave levels in Slovakia are from 1920s. They related to the Demänovská Ice Cave (Vitásek, 1922, 1923a,b) and the Okno Cave (Volko-Starohorský, 1925) in the Demänovská Valley. Problematics of cave levels have been elaborated in more detail by A. Droppa in 1960s and at the beginning of 1970s, mostly on the example of well-known Demänová Caves. In the Western Carpathians, the large cave levels occur also in the Dobšiná-Straténá cave system and in the cross-border (Slovak-Hungarian) Domica-Baradla cave system. Finally, the following researches of cave levels up to the present are presented. Several problems of the numbering and origin of cave levels are summarized and discussed in the second part of the article: (1) the numbering of cave levels from up to down (according to the time sequence of their development) vs. from down to up (cave levels correlated with river terraces, based on the notion of the united chronostratigraphic system of river terraces in Slovakia), (2) normal (sequentially from up to down) and inverted development of cave levels (from down to up due to the paragenetic cave development), (3) imperfectly originated cave levels (so-called "cave horizons" according to Tulis and Novotný, 1989), (4) changed processes of cave level formation due to climatic changes during Pleistocene glacials and interglacials, (5) morphogenetic consequences arising from the different inclinations of cave levels and adjacent surface river beds (a hydraulic gradient among stream water inputs into the karst aquifer and a lower water table in the levelled cave passages, the formation of drawdown vadose inflow passages behind stream sinks). The more precise reconstruction of cave level geochronology is resulted from the dating of cave sediments preserved in levelled passages. Therefore, the dating of cave sediments has been prioritized in the developmental levels of above mentioned caves.

Key words: karst geomorphology, speleogenesis, cave morphology, levelled cave, historical speleology, Western Carpathians

ÚVOD

Horizontálne úrovňové chodby odrážajú vytváranie jaskýň alebo ich častí vo vzťahu k stabilizovanej eróznej báze na povrchu. Vytváranie úrovňových chodieb sa viaže na obdobie spomalenia, resp. prerušenia tektonického zdvíhu územia (na povrchu sa vytvárajú pedimenty a zarovnané povrchy) alebo na meniacu sa dynamiku vodných tokov v nadväznosti na rytmické klimatické zmeny v tektonicky zdvíhajúcom sa území (na povrchu sa pritom vytvárajú riečne terasy). V rámci rekonštrukcie vývoja georeliéfu sa jaskynné úrovne korelujú s riečnymi terasami, pedimentmi, zarovnanými povrchmi alebo morskými terasami. V územiach, kde sa na povrchu nevytvorili alebo nezachovali riečne terasy, jaskynné úrovne poukazujú na fázy prerušovaného zahľbovania terénu. Keďže jaskynné úrovne sú dôležitým morfológickým indikátorom vývoja georeliéfu aj v západokarpatskej oblasti, ich výskumom sa treba naďalej zaoberať. V nadväznosti na doterajšie poznatky o jaskynných úrovniach je dôležité najmä spresnenie geochronológie ich vývoja.

Tento príspevok podáva základný prehľad o doterajšom výskume jaskynných úrovní na Slovensku. Približuje počiatkové úvahy a prvotné výskumy jaskynných úrovní, sumarizuje nasledujúce ucelenejšie výskumy so zameriavaním a vyčleňovaním vývojových úrovní jaskýň vrátane priradovania predpokladaného veku úrovní na základe ich relatívnej výšky nad terajšími riečkami a korelácie s riečnymi terasami na povrchu. Ďalej poukazuje na prob-

lematiku označovania a vývoja jaskynných úrovní (normálny a obrátený vývoj jaskynných úrovní, nedokonale vytvorené úrovňové chodby, morfogenetické varianty jaskynných úrovní, vývoj jaskynných úrovní počas pleistocénnych glaciálov a interglaciálov, konzekvence z rozdielneho spádu jaskynných úrovní a povrchových riečisk), ako aj na presnejšiu rekonštrukciu geochronológie jaskynných úrovní na základe datovania sedimentov zachovaných v úrovňových chodbách.

ZÁKLADNÁ TERMINOLÓGIA

Jaskynné úrovne predstavujú horizontálne, resp. takmer horizontálne chodby vytvorené v nadväznosti na relatívne stabilnú eróznú bázu na povrchu počas dlhodobého tektonického pokoja, resp. počas dlhodobo stabilizovaného vývoja dna dolín alebo prilahlých rovín (Davis, 1930; Calembert, 1950; Sweeting, 1950, 1960, 1972; Maximovič, 1953, 1957a,b; Trimmel, 1955; Davies, 1960; White, 1960; Ek, 1961; Droppa, 1963, 1966a,b, 1972a; Štelcl, 1963; Panoš, 1964; Bögli, 1966, 1968, 1978; Miotke a Palmer, 1972 a iní). Jaskynné úrovne v riečne modelovaných jaskyniach sa vytvárajú spätnou eróziou od vyvieráčiek po tzv. piezometrický limit (Palmer, 1987) vzťahujúci sa na miesto prechodu medzi vzdôznymi a freatickými podmienkami prúdenia vody. Prahovité, resp. stupňovité nerovnosti na riečisku (náhle zmeny v gradiente pozdĺžneho profilu vodného toku, angl. *knick-points*) ustupujú spätnou eróziou smerom proti prúdu vody (Warwick, 1960). Pal-

mer (1987, 2007), resp. Audra a Palmer (2011, 2013, 2015) definujú jaskynnú úroveň ako zoskupenie jaskynných úsekov v určitej výškovej polohe s malým vertikálnym rozpätím, ktoré možno využiť na interpretáciu genézy jaskyne, resp. jaskynného systému vo vzťahu k regionálnym podmienkam vývoja reliéfu.

Od jaskynných úrovní sa odlišujú jaskynné poschodia (jaskynné etáže), ktoré sú litologicky alebo štruktúrne podmienené a ich vývoj sa neviaže na eróznú bázu v doline. Droppa (1961) píše, že „za jaskynné úrovne treba považovať tie jaskynné poschodia, ktoré boli viazané na hladinu podzemných krasových tokov, majú pomerne vyrovnaný spád a možno ich dávať do súvislosti s riečnymi terasami či vývojovými štádiami povrchových tokov“. V československej literatúre termín „jaskynná úroveň“ zaviedol Ryšavý (1955 – 56), avšak bez jeho presnejšieho definovania (pozri Štelcl, 1963; dovtedy sa písalo iba o jaskynných poschodiach). Takisto Droppa (1955 – 56, str. 100) písal o vývojových úrovniach, rekonštruujúc vývoj Demänovskej ľadovej jaskyne. Jaskynné poschodia predstavujú horizontálne chodby nad eróznou bázou, resp. spodnými úrovňovými úsekmi jaskyne, pričom ich visutá poloha závisí od výškovej pozície nerozpustných (nepriepustných) hornín alebo iných geologických rozhraní (Štelcl, 1963, 1976; Jakál, 1983; Bosák, 1988; Panoš, 2001 a iní). Vytvárajú sa v nadväznosti na tzv. vnútorné erózne bázy, ktoré majú lokálny charakter a sú spôsobené prírodnou bariérou tvorenou nahromadenými sedimentmi alebo litologickými prahmi či rozhraniami (Cocean, 1979).

PRVÉ ÚVAHY A ŠTÚDIE O VYTVÁRANÍ JASKÝŇ V NADVÄZNOSTI NA ERÓZNU BÁZU

Poukazujúc na súvislosti vývoja riečnych terás a speleogenézy Burkhardt (1949) konštatuje, že sa na tento dôležitý morfogenetický vzťah v (dovtedajšej) speleológii dosť zabúda; napr. G. Kyrle v monografii *Grundriss der theoretischen Speläologie* z roku 1923 vysvetľuje pôvod „poschodových“ jaskýň (v terajšom ponímaní úrovňových jaskýň viazucich sa na eróziu bázu) niekoľkými horizontmi vrstevných škár nad sebou. Pritom už Pošepný (1894, 1902) písal, že jaskyňa vo vápenci, cez ktorú netečie vodný tok, predstavuje starý kanál podzemnej vody (súčasný vodný tok je v nižšej pozícii a smeruje k nižšiemu výveru na povrch). Základné poznatky o krasovej hydrografii získal pri výskume baní v soľnom krase na terajšom území Rumunska (pozri Pošepný, 1867, 1871). Vo výpovedi G. A. Maximoviča v jeho biografickej publikácii sa uvádza, že už v roku 1871 bola v nemeckom jazyku publikovaná štúdia F. Pošepného, v ktorej sa prvýkrát na svete píše o vzťahu úrovni krasových jaskýň s riečnymi terasami (Maximovič et al., 2004). Poukazujúc na najstaršie úvahy o súvislostiach vývoja horizontálnych jaskýň a riečnych terás, resp. dolinových riečisk Štelcl (1963) uvádza, že dokonca už v roku 1768 J. P. Falk po prehliadke Kungurskej ľadovej jaskyne vyslovil domnienku o vytváraní jej podlahy v úrovni hladiny rieky Silva, ktorá tečie popri tejto jaskyni.

Vytváranie horizontálnej jaskynnej chodby v soľnom krase vo vzťahu k výveru podzemných vôd na povrch opísal Winklehner (1892). Absolon (1905 – 1911) vyčlenil v Moravskom krase tri jaskynné poschodia. Vývojová úroveň krasu spojenú s piezometrickým povrchom podzemných vôd a orientovanú k eróznej báze definoval Sawicki (1909). Objasňovaním vhodných podmienok vytvárania jaskýň pozdĺž hladiny podzemnej vody alebo tesne pod ňou (intenzívnejšie prúdenie vody ako v nižších častiach krasových akviférov, miešanie vôd odlišného chemizmu) sa začal zaoberať Swinnerton (1932).

POSTUPNOSŤ A ZAMERANIE VÝSKUMU JASKYNNÝCH ÚROVNÍ NA SLOVENSKU

POČIATKY VÝSKUMU ÚROVNŔOVÝCH JASKÝŇ

Vitásek (1922, 1923a,b; obr. 1) opisuje v Demänovskej ľadovej jaskyni tri poschodia (horné časti tejto jaskyne vtedy neboli známe), ktoré sa vytvárali vodnou eróziou, t. j. chemickým i mechanickým účinkom prúdiacej vody. Pritom uvádza, že horné poschodia, resp. jaskyne v Demänovskej doline sú staršie ako nižšie položené jaskynné poschodia či chodby. Poznomenáva, že tak ako povrchové vodné toky prehlbujú svoje korytá, aj podzemné krasové vody sú nútené zaujať nižšiu polohu. V štúdiu z roku 1922 píše, že „výše tých jaskynných pater nad erosní basí dnešní Demänovky odpovídá třem štěrkovým terasám fluvio-glaciálními“. Dávajúc vývoj jaskyne do súvisu s vývojom doliny a príľahlej časti Liptovskej kotliny F. Vitásek usudzuje, že jaskynné poschodia z hľadiska vývoja zodpovedajú

dajú riečnym terasám pozdĺž dolného rohu Demänovky (terasy i poschodia sa vytvárali počas opakovaných období erózie a nanášania, resp. akumulácie). Zdôrazňuje to aj Holeček (1923) pri opise poschodí Demänovskej ľadovej jaskyne, keď píše, že „Dr. Vitásek spatřuje v těchto třech jaskynních horizontech nad erosní základnou Demänovky analogii tří štěrkových teras fluvio-glaciálních“.

Súbornejší pohľad na vývoj riečnych jaskýň v Demänovskej doline následne podal J. Volko-Starohorský (1925, 1939; obr. 2). V štúdiu z roku 1925 vyčlenil podľa relatívnej výšky nad dnom doliny dve pásma jaskýň – „nižšiemu“ pásmu priradil jaskyne s „alluviálnymi“ (holocénnymi) riečnymi sedimentmi, „vyššiemu“ pásmu jaskyne s „diluviálnymi“ (pleistocénnymi) riečnymi sedimentmi. V monografickej štúdiu z roku 1939 zaradil tamojšie jaskyne do troch pásiem – mladšie jaskyne v spodnom pásmo vo výške do 30 m, staršie jaskyne v strednom pásmo vo výške 50 až 80 m, najstaršie jaskyne vo vrchnom pásmo vo výške 100 až 150 m. Horizontálne jaskyne opisuje ako „vnútorné“ jaskynné terasy s pleistocénnymi fluvialnymi sedimentmi, ktoré zodpovedajú terasám Váhu v Liptovskej kotlini. V neskoršom článku Volko-Starohorský (1949) rozpätie spodného pásma jaskýň uvádza 0 až 50 m, stredného pásma 50 až 100 m a vrchného pásma 100 až 150 m nad súčasným riečiskom Demänovky.

V monografii z roku 1935 Volko-Starohorský pri charakterizovaní „druhov“ jaskýň podľa ich vývoja poukazuje aj na „vertikálne rozvetvené jaskynné siete“ pozostávajúce z „jaskynných patier, čiže jaskynných poschodí“. Riečne modelované jaskyne triedi na „naddolinné (jaskyne niekdajšej prúdivej vody, jaskyne zanechaného riečiska), poddolinné a jaskyne vo výške dna doliny sa tiahnuce (jaskyne prítomne prúdivej vody)“. Podobne v štúdiu z roku 1931 písal, že „jaskyne, kde už neprúdi voda a sú vyššej polohy, sú v stave uspávajúcim a jaskyne, kde prúdi voda a sú nižšej polohy, sú v stave oživenom“. Hydrografickú súvislosť vývoja jaskýň s etapovitým zahľbovaním riečnych dolín možno dedukovať aj z opisu Važeckej jaskyne, v ktorom Volko-Starohorský (1930) uvádza, že jej vchod predstavuje nejestvujúce „dolinné vyvieranie“ na okraji „nižnej“ terasy Bieleho Váhu.

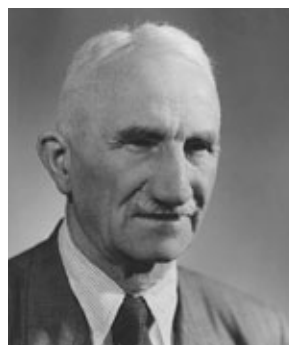
Keďže výskyt „jaskynných terás“ nad súčasným dnom doliny je dôležitým indikátorom vývoja jaskýň, Volko-Starohorský (1929) spomína „poschodia“ aj pri opise morfológie Jasovskej jaskyne, avšak konštatuje, že „pravé podzemné terasové poschodia tak, ako to v Demänovských jaskyniach vidíme, tu nepozorovať“.

Rekonštruujúc vývojové fázy jaskyne Domica Roth (1937) vyčlenil výškové úrovne stropných koryt a náplavových akumulácií (v hlavných chodbách sú podlahy pokryté sedimentmi). Skúmajúc spodné časti Silickej ľadnice s aktívnym riečiskom Čierneho potoka Roth (1940a) uvažoval o vyššom poschodí Silicko-gombaseckého jaskynného systému, ktoré vystupovalo na povrch neznámou vyvieracou vo svahovej dolinke pod hájovňou v Gombaseckom závoze. Z hľadiska celkového vývoja cezhraničného jaskynného systému Domica-Baradla Roth (1940b) porovnal poschodia v týchto navzájom prepojených jaskyniach (keďže ide o horizontálne chodby vytvorené v nadväznosti na lokálnu eróziu bázu, v skutočnosti porovnával jaskynné úrovne). Kinský (1942, 1950) pri opise vývoja jaskýň v závislosti od postupného etapovitého zahľbovania dolín vysvetľuje vytváranie chodieb vodami prúdiacimi pozdĺž krivky mierne skláňajúcej sa k vyvieracke. Pritom približne rovnobežné a nad sebou vytvorené kanály tvoria „patrovú“ sústavu jaskynných chodieb, z ktorých vyššie položené chodby sú staršie ako nižšie položené. Pokles podzemnej krasovej vody do nižšieho (hlbšieho) „patra“ zodpovedá zvislému zahľbovaniu riečiska povrchového vodného toku v doline.

V rámci pokračujúceho mapovania jaskyne Domice v úseku pozdĺž Domickeho potoka (Kokytyosa) Mann et al. (1949) sa takisto zamerali na výškové úrovne stropných koryt a náplavových akumulácií (v nadväznosti na Rotha, 1937). Nepíšu však priamo o jaskynných úrovniach či podmienkach ich vývoja. Dosedla (1949) vysvetlil vytváranie horných poschodí Demänovskej ľadovej jaskyne v závislosti od poklesávania eróznej bázy. Kinský (1950) v monografii Kras a jaskyne charakterizuje jaskyňu Domica ako riečnu jaskyňu vytvorenú „na hornom toku“ v dvoch „patrách“



Obr. 1. František Vitásek (1890–1973), český geograf, univerzitný profesor Prírodovedeckej fakulty Masarykovej univerzity v Brne
Fig. 1. František Vitásek (1890–1973), Czech geographer, university professor of the Faculty of Sciences of Masaryk University in Brno



Obr. 2. Ján Volko-Starohorský (1880–1977), slovenský geológ a speleológ, zakladateľ a prvý riaditeľ Múzea Slovenského krasu v Liptovskom Mikuláši
Fig. 2. Ján Volko-Starohorský (1880–1977), Slovak geologist and speleologist, founder and the first director of the Museum of Slovak Karst in Liptovský Mikuláš



Obr. 3. Anton Droppa (1920–2013), slovenský geograf a speleológ, vedecký pracovník Geografického ústavu Slovenskej akadémie vied
Fig. 3. Anton Droppa (1920–2013), Slovak geographer and speleologist, researcher at the Institute of Geography of the Slovak Academy of Sciences

– staršom hornom suchom a mladšom dolnom, pretekanom občasnými vodnými tokmi Styxu a Domickeho potoka (Domičky). Spomína aj „dvoupátrové“ chodby prítokov ústiacich do hlavnej vysokej chodby, ktorá vznikla spojením „pater“ smerom po toku Styxu.

V bývalej Československej republike podnety na výskum jaskynných úrovní (vo vtedajšej terminológii uvádzaných ako poschodia) na Slovensku vyplývali nielen z výskumu českých odborníkov na Slovensku (Vitásek, 1922, 1923a,b; Kuský, 1950; Sekyra in Ložek et al., 1956), ale aj zo štúdií zaoberajúcich sa touto problematikou na českom území. Lucerna (1926) poukázal, že denudačné úrovně zodpovedajúce fázam zahlbovania doliny Punkvy v Moravskom krase boli aj denudačnými úrovňami vytvárania príľahlých jaskýň. Zpleťtal (1930, 1931–32) skonštatoval, že rovnako ako štrkové alebo skalné terasy nad úrovňou terajších riek, aj jaskynné vchody nachádzajúce sa v určitej relatívnej výške nad dnom doliny svedčia o dávnejšej úrovni vodného toku. Burkhardt (1949, 1950) skúmal súvislosti vývoja riečnych terás a speleogenézy (najmä jaskynných terás), ktorého dôsledkom sú bývalé podzemné prítoky, ponory a vyvieracky v úrovni jednotlivých riečnych terás, priechodné jaskyne v dolinových zákrutách a korózne dutiny vytvorené v úrovni „spodnej“ vody jednotlivých terasových úrovní. Pri výskume jaskynných terás odporúča okrem metódy relatívnych výšok používať aj rekonštrukčnú metódu. Pelíšek (1950) sa zaoberal určením veku jaskynných úrovní v Moravskom krase. Petrbok (1950) poukázal, že na Slovensku sú na skúmanie súvislosti vývoja riečnych terás a „podobných terasových javov“ v jaskyniach najvhodnejšie jaskyňa Domicca a Demänovské jaskyne. Na potvrdenie vývojových súvislostí však bolo treba nazbierať množstvo podkladov.

VÝSKUMY ANTONA DROPPU

Problematika výskumu jaskynných úrovní sa začala intenzívne riešiť začiatkom druhej polovice minulého storočia, najmä v 50. a 60. rokoch a pokračujúc aj v 70. rokoch (Maximovič, 1953, 1957a,b; Warwick, 1960; White, 1960; Ek, 1961; Štelcl, 1963; Bögli, 1966, 1968, 1978; Miotke a Palmer, 1972; White a White, 1974; Kiknadze, 1976 a ďalší). Na Slovensku sa touto problematikou zaoberal najmä A. Droppa (obr. 3). Na základe presného zamerania jaskýň a zostrojenia pozdĺžneho profilu určil spádové krivky bývalých podzemných tokov. Prítom skúmal aj petrografické zloženie riečnych sedimentov v jaskyniach. Následne horizontálne jaskynné chodby zaradil do vývojových štádií, čím určil aj ich rela-

tívny vek. Navyše na základe relatívnej výšky jaskynných úrovní nad terajším dnom doliny ich dáva do súvisu s relatívnou výškou a chronostratigrafiou, resp. predpokladaným vekom riečnych terás v okolí.

Droppa (1950) spomína dve poschodia v Mošnickej jaskyni. Pri opise Suchoj jaskyne v Demänovskej doline Droppa (1952) poukazuje na tri horizontálne, nad sebou položené poschodia. V Demänovskej ľadovej jaskyni Droppa (1955 – 56) vyčlenil štyri vývojové úrovně (zodpovedajú im štyri vývojové štádiá). V súbornejšej štúdiu a následnej monografii Droppa (1955, 1957a) opísal vytváranie Demänovských jaskýň v jedenástich štádiách (od najstaršieho štádia vzťahujúceho sa na vytváranie jaskyne Okno po najmladšie štádium vzťahujúce sa na jaskynné chodby s terajším tokom Demänovky). Podľa Droppu (1957b, 1960) sa Dobšinská ľadová jaskyňa vytvárala v dvoch štádiách, ktorým zodpovedajú staršie horizontálne chodby v jej hornej, najmä nezaľadnenej časti a mladšie spodné časti. V jaskyni Domicca Droppa (1961a, 1972c) jej vyššie položeným úsekom úrovňovej chodby priradil staršie erózne štádium a akumulčné obdobie zavŕšené modeláciou stropných korýt, nižšie položenú úrovňovú chodbu mladšie erózne štádium a akumulčné obdobie pokračujúce až do modelácie stropných korýt. V Stanišovskej jaskyni Droppa (1961b) vyčlenil nižšiu (mladšiu) a vyššiu (staršiu) vývojovú úroveň. V nadväznosti na Rozložníka (1953) sa Droppa (1962a) zaoberal morfológiou a genézou Gombaseckej jaskyne, pričom opisuje jej dve poschodia.

Keďže podľa Droppu (1961b) „je nesporné, že jaskynné chodby s riečnymi nánosmi odpovedajú riečnym terasám na povrchu“, pri výskume Važeckej jaskyne časové obdobie jej vytvárania určil najmä na základe výškovej polohy horizontálnych podzemných priestorov vzhľadom na riečne terasy Bieleho Váhu (Droppa, 1962b,c). V ďalších štúdiách riešil problematiku jaskynných úrovní súbornejšie vrátane určovania ich predpokladaného veku.

Zákonitosti synchronného vývoja jaskynných úrovní a riečnych terás začal skúmať v alogénnom krase Demänovskej a Jánskej doliny na severnej strane Nízkych Tatier (Droppa (1963, 1966a). Následne Droppa (1966b, 1972b, 1995) vyčlenil v Demänovskej doline deväť jaskynných úrovní, ktoré koreluje s vývojom riečnych terás Váhu v strednej časti Liptovskej kotliny a jeho prítokov vo vrchnom pliocéne a pleistocéne (obr. 4). Jaskyňa Okno, ktorej hlavná horizontálna chodba leží 147 m nad terajším tokom Demänovky, považuje za najvyššiu, IX. jaskynnú úroveň v Demänovskej

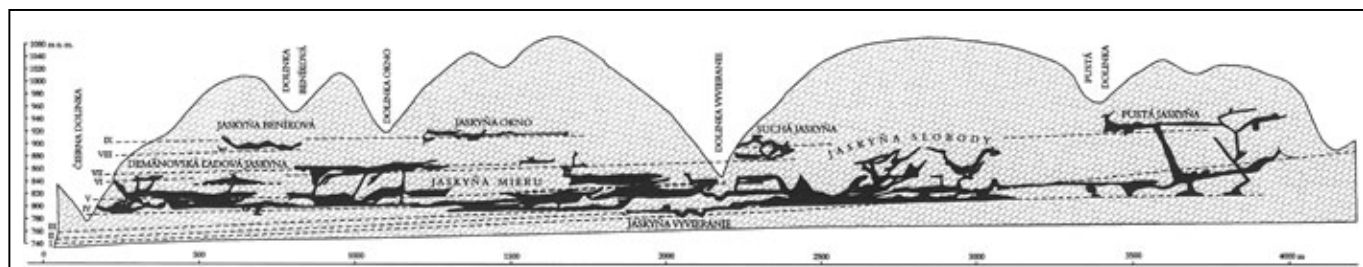
doline a koreluje ju s vrchnopliocénou terasou Bežana T-IX vo výške 150 m nad terajším tokom Váhu v Liptovskej kotline. Keďže jaskynné úrovně v Demänovskej doline boli v tom čase dostatočne známe (najmä zo štúdie A. Droppu uverejnenej v časopise *Studies in Speleology* v roku 1966), Bögli (1978) ich uvádza ako príklad úrovní vytvorených podzemnými časťami dolinových vodných tokov v súvislosti s vytváraním systému riečnych terás na povrchu (*Höhlenniveaus* typu riečnych korýt). Pozdĺžny rez Demänovských jaskýň s vývojovými úrovňami prevzali do viacerých významných zahraničných karsologických a speleologických monografií (Sweeting, 1972; Bögli, 1978; Jennings, 1987). Nadväzujúc na výskum Stanišovskej jaskyne Droppa (1972a) vyčlenil v Jánskej doline deväť jaskynných úrovní. Predpokladal, že jaskynné úrovně do relatívnej výšky 80 m nad terajším riečiskom Štiavnice sú pleistocénneho veku, vyššie jaskynné úrovně sa vytvárali v pliocéne.

Vzhľadom na sústavu a predpokladaný vek riečnych terás zachovaných na povrchu ďalej vyčlenil a vekom zatriedil vývojové úrovně Liskovskej jaskyne (Droppa, 1971a, 1972d) a Jasovskej jaskyne (Droppa, 1971b). Vývojové úrovně v Jasovskej jaskyni vyčlenil už v práci z roku 1965. Droppa (1972c) sa vrátil aj k problematike vývoja jaskyne Domicca. Na základe vrtu v Panenskej chodbe vyčlenil najnižšiu vývojovú úroveň (v súčasnosti zasedimentovanú), súbornejšie charakterizoval vývojové štádiá a skonštatoval, že prvotné obdobie jej vytvárania radí do pliocénu po uložení poltárskeho súvrstvia.

Na základe polohy a horizontálneho priebehu podzemných chodieb Droppa (1976) koreloval vytváranie Medvedej jaskyne v Slovenskom raji s formovaním zarovnaného povrchu tamojších krasových planín. Opisujúc jaskyne v južnej časti Slovenského raja Droppa (1980) uvádza, že vzhľadom na vyššiu polohu nad medzimeandrovými (vrchnopliocénnymi?) plošinkami v doline Hnilca sa horná úroveň Dobšinskkej ľadovej jaskyne vytvárala v strednom pliocéne, kým spodná úroveň ležiaca pod týmito plošinkami v najstaršom pleistocéne.

SÚBEŽNÉ VÝSKUMY JASKYNNÝCH ÚROVNÍ DO POLOVICE 70. ROKOV

V čase Droppovho výskumu jaskynných úrovní sa touto problematikou ostatní výskumníci zaoberali viac-menej iba ojedinele. Opisujúc morfológiu a vývoj Gombaseckej jaskyne Rozložník (1953) vyčlenil v nej dve poschodia. Z hľadiska postupnosti vývoja Jasovskej jaskyne J. Sekyra (in Ložek et al., 1956) opisuje jej tri poschodia. Vývoj Márnikovej jaskyne



Obr. 4. Jaskynné úrovně v Demänovskej doline, Nízke Tatry (Droppa, 1972b)
Fig. 4. Cavel levels in the Demänovská Valley, Nízke Tatry Mts. (Droppa, 1972b)

v Šumiackom krase (Horehronské podolie) Sekyra (1956) dáva do súvisu s vytváraním terasy rieky Hron, zachovanej asi 10 m nad súčasným riečiskom. Kučera (1965) opisuje v Ardovskej jaskyni vrchné a spodné „patro“ a z hľadiska vývoja ju porovnáva s jaskyňou Domica. Janáček (1968) vyčlenil v Liskovskej jaskyni štyri vývojové úrovne. V nadväznosti na predchádzajúci výskum A. Droppu vyčlenil Jakál (1971) v Dobšinskej ľadovej jaskyni tri vývojové úrovne. Usúdil, že horné úrovňové časti Dobšinskej ľadovej jaskyne sa vytvárali ponornými vodami Hnilca koncom treťohôr, resp. vo vrchnom pliocéne. Hipman (1973) spomína dve vývojové úrovne v Jaskyni v Záskočí (Krakova hoľa, Jánska dolina), ktorú vytvoril neznámy vodný tok v dobe, keď na severnej strane Nízkyh Tatier bolo rozľahlá, mierne zvlnená náhorná plošina.

Jakál (1975) sa v rámci geomorfologického výskumu Silickej planiny zaoberal aj problematikou vývoja jaskyne Domica a došiel k záveru, že tamojšie jaskynné úrovne vznikali v pliocéne a v pleistocéne ich vyplňovali štrky. Poukázal aj na vývojovú úroveň v Gombasec-

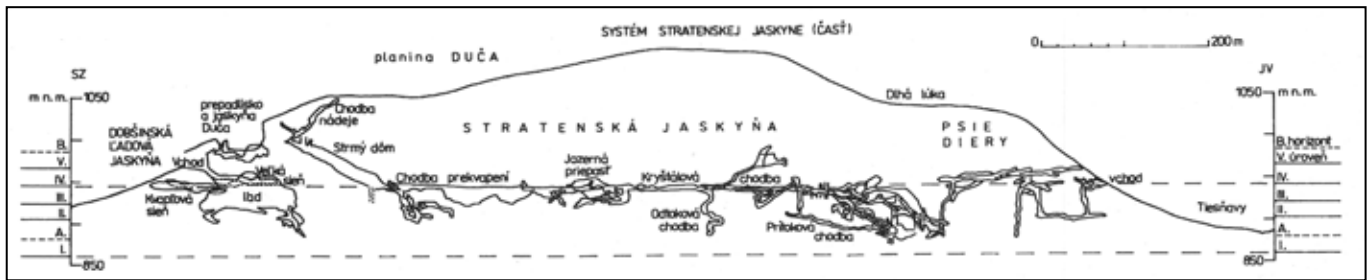
kej jaskyni (tvorenú Suchou chodbou), ktorá sa geneticky viazala na riekou Slaná. Z hľadiska ucelenejšieho pohľadu na vývoj jaskynných úrovní v Slovenskom krase a jeho blízkom okolí sa dotkol aj Jasovskej jaskyne. Najspodnejšiu úroveň Jasovskej jaskyne považuje za najstaršiu a predpokladá jej pliocénny vek.

NASLEDUJÚCE VÝSKUMY JASKYNNÝCH ÚROVNÍ

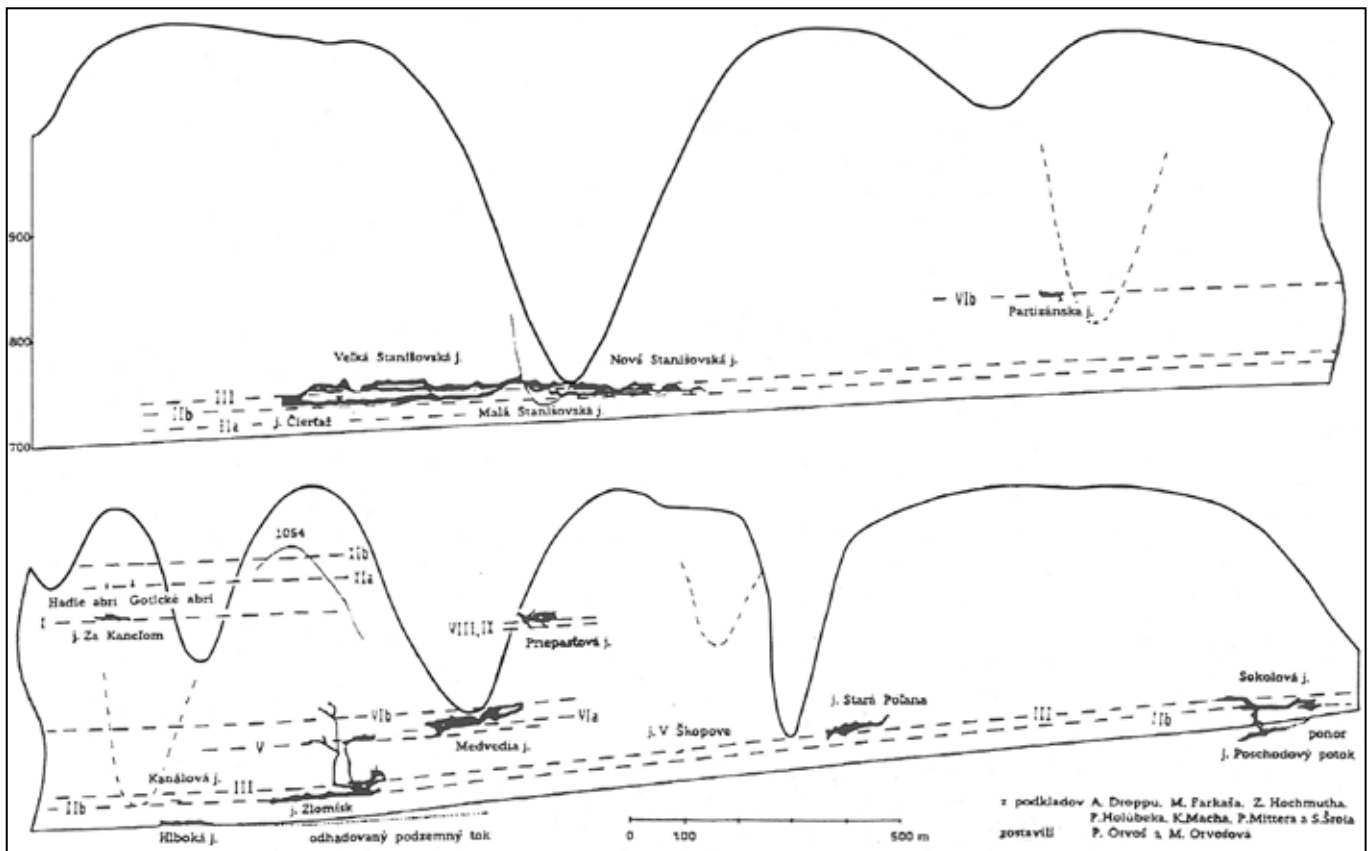
Od druhej polovice 70. rokov, resp. začiatku 80. rokov minulého storočia sa jaskynnými úrovňami začali zaoberať aj niektorí ďalší výskumníci. V Stratenskej jaskyni Kucharič et al. (1980) vyčlenili šesť vývojových úrovní, Tulis a Novotný (1989) päť úrovní a dva horizonty (pozri tiež Novotný a Tulis, 2005; obr. 5). Súvislosti vytvárania treťohorných jaskynných úrovní a zarovnaných povrchov v Slovenskom raji s úbornejšie objasnil Novotný (1993). Jakál (1983) poukázal na význam jaskynných úrovní pri rekonštrukcii vývoja reliéfu Západných Karpát.

Hochmuth (1986) zaradil do sústavy jaskynných úrovní Demänovskej doliny jaskyne nad Vyvieraním. Na základe detailného pre-

merania a domerania jaskyne Vyvieranie v Demänovskej doline Hochmuth (1993) spresnil vyčlenenie jej vývojových úrovní, resp. spodnej časti Demänovského jaskynného systému. V alogénom krase Jánskej doliny Orvoš a Orvošová (1996) vyčlenili jedenásť jaskynných úrovní, paralelizujú ich s morfostratigrafiou terasového systému na Slovensku (v karpatko-panónskej oblasti) podľa Halouzku (1986), alpskou a nordickou sústavou zaľadnení i stredomorskými plážovými stupňami (obr. 6). Zaoberali sa aj podmienkami a procesmi vývoja jaskynných úrovní v pleistocéne. Jaskynnými úrovňami v Jánskej doline sa ďalej zaoberali Hochmuth a Holúbek (1995, 1998) a najmä Hochmuth (1998a, 2000a, 2003). V rámci tamojších vysokopoložených jaskýň Hochmuth (1998a) vyčlenil tri úrovňovité úseky v Jaskyni v Záskočí. Úrovňovité úseky v hornej a spodnej časti jaskyne Starý hrad opisujú Mitter (1985) a Hochmuth (2000a). Problematiku rekonštrukcie paleogeomorfologického vývoja fluviokrasových jaskýň v Demänovských vrchoch, založenej najmä na korelácii jaskynných úrovní so zvyškami zarovnaných povrchov, rozpra-



Obr. 5. Vývojové úrovne a horizonty systému Stratenskej jaskyne, Slovenský raj (Tulis a Novotný, 1989)
 Fig. 5. Developmental levels and horizons of the Stratenská Cave system, Slovenský raj (Slovak Paradise) (Tulis and Novotný, 1989)



Obr. 6. Jaskynné úrovne v Jánskej doline, Nízke Tatry (Orvoš a Orvošová, 1996)
 Fig. 6. Cave levels in the Jánska Valley, Nízke Tatry Mts. (Orvoš and Orvošová, 1996)

coval Bella (2002). Orvoš (2005) sa zaoberá vývojom krasu a jaskýň na Krakovej holi, poukazuje na paleoúrovne zodpovedajúce fázam planície a prerušovaného zahlbovania dolín.

Hochmuth (1998) sa zaoberá problematikou vytvárania horizontálnych alebo subhorizontálnych jaskynných chodieb situovaných nehlboko pod povrchom Silickej planiny (Jaskyňa v ponore Jašteričieho jazera a spodné, riečne modelované časti Silickej fadnice), čo vysvetľuje pôsobením ponorných alochtónnych vodných tokov v popanónskej počiatočnej fáze rozrušovania zarovnaného povrchu planiny v nadväznosti na vtedajšiu plytkú eróznú bázu. Hochmuth (2013) poukazuje aj na subhorizontálne úrovňové chodby v hornej časti jaskyne Skalísty potok, ktoré sa nachádzajú asi 40 až 60 m pod povrchom Jasovskej planiny. Údaje sa vytvorili vo vrchnom pliocéne, keď výškový rozdiel medzi povrchom planiny a okolitými dolinami bol minimálny, resp. podstatne menší ako v súčasnosti. V neďalekej Drienovskej jaskyni Zacharov (1985, 2013) vyčlenil štyri vývojové úrovne, ktoré sa pravdepodobne vytvárali od spodného pleistocénu, resp. vrchného pliocénu (obr. 7). Teray (2003) vyčlenil v tejto jaskyni iba tri úrovne. Labyrintová Moldavská jaskyňa na pravej strane doliny Bodvy sa vytvárala v súvislosti s vytváraním poriečnej nivy, resp. terasov-nivného systému (Hochmuth, 2000b,c). Ford (2000) opisuje jaskynný systém Domica-Baradla ako typický príklad úplne horizontálnej

jaskyne (angl. *ideal water-table caves*), charakterizuje súvislosti medzi morfológiou a speleogenézou. Problematiku vyčleňovania a vývoja jaskynných úrovní v Slovenskom krase analyzuje a sumarizuje Gaál (2008). V Ardotskej jaskyni v nadväznosti na Kučeru (1965) vyčlenil hornú a spodnú vývojovú úroveň.

Genézou jaskýň v Rimavskej kotline súvisiacou s vývojom riečnych terás sa zaoberal Gaál (1987, 2008). Na závislosti vytvárania jaskýň, zarovnaných povrchov a riečnych terás v doline Mošnica na severnej strane Nízkych Tatier poukázal Bella (1988). Problematiku vývojových úrovní v Liskovskej jaskyni v Liptovskej kotline z hľadiska ich vymedzenia a spôsobu vytvárania opätovne riešili Hochmuth (1997a) a Bella (2005). Koreláciou jaskýň v okolí Liskovskej jaskyne (Jaskyňa na Mníchu, Jaskyňa v Liskovskom kameňolome a Kavčia jaskyňa) s riečnymi terasami Váhu sa zaoberal Hochmuth (1977).

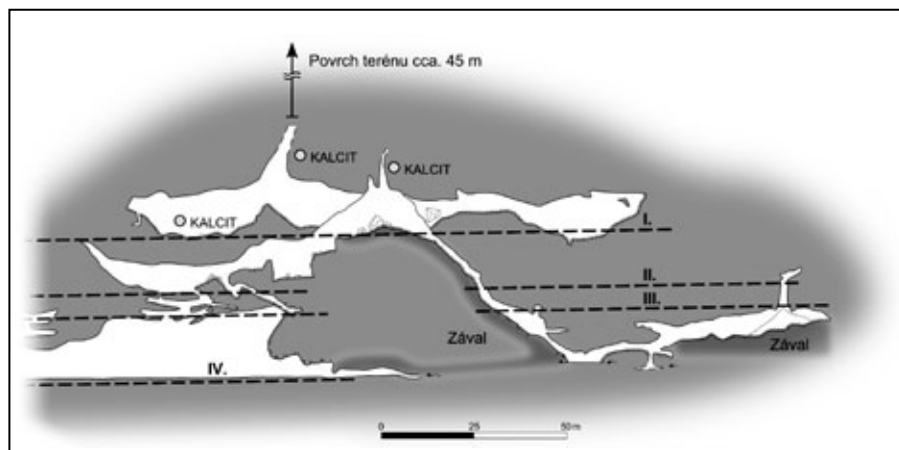
V Jaskyni mŕtvych netopierov v Ďumbierskom krase Štéc (1986, 2000, 2013) vyčlenil až 15 vývojových úrovní vrátane vyššej Kozej jaskyne, ktoré však na základe doterajších poznatkov zatiaľ nemožno presnejšie korelovať s fázami planície alebo zahlbovania georeliéfu v okolitom území (obr. 8). Šmída (2008) spomína v jaskyni Mesačný tieň vo Vysokých Tatrách niekoľko výraznejších ťahlych úrovní, ktoré poukazujú na bývalé paleofearectické horizonty a svedčia o epizodickom zdvihy bloku masívu Javorinskej Širokej.

VÝSKUMY ZAMERANÉ NA DATOVANIE SEDIMENTOV ZACHOVANÝCH V ÚROVNŇOVÝCH CHODBÁCH

Od druhej polovice 80. rokov minulého storočia sa výskum jaskynných úrovní zamerával aj na datovanie sedimentov, ktoré sa zachovali v úrovňových chodbách a dokladajú staršie fázy vývoja (samotné chodby, v ktorých sa uložili tieto sedimenty, sú ešte staršie). V posledných desaťročiach je geochronológia jaskynných úrovní na základe datovania sedimentov integrálnou súčasťou mnohých geomorfologických štúdií zameraných na rekonštrukciu vývoja reliéfu.

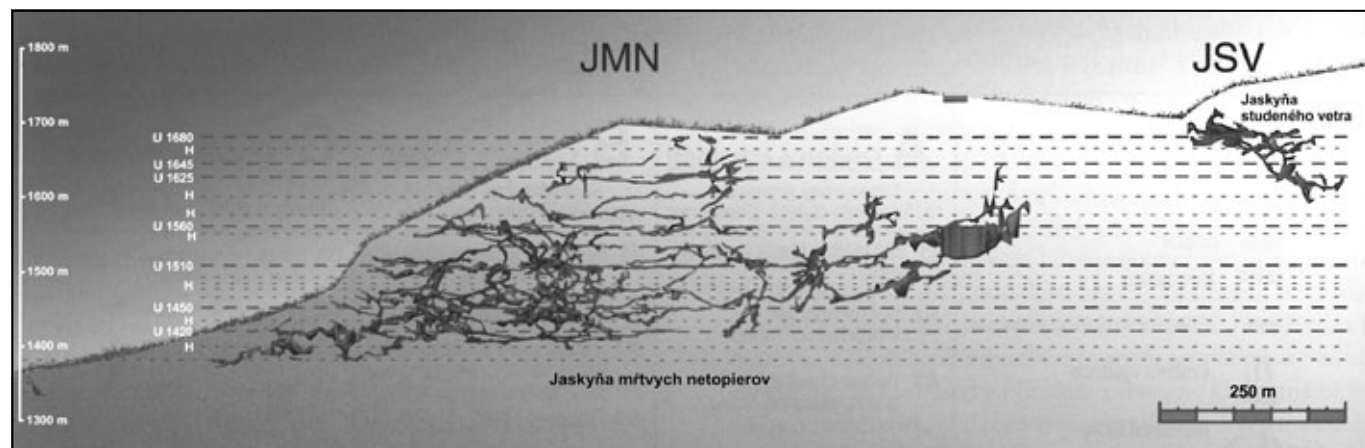
Na základe nálezov mladopleistocénnej fauny v sedimentoch Malej Drienčanskej jaskyne sa datovali jaskynné úrovne v doline Blhu (Gaál a Holec, 1987). Výskum malakofauny a mladopleistocénnej fauny prispel ku geochronologickej rekonštrukcii vývoja jaskynných úrovní v prielome Muráňa pri Bretke (Ložek et al., 1989).

Z viacerých jaskynných úrovní v Demänovskej doline sa zabezpečilo rádioizotopové datovanie sintrov metódou *U-series* (Hercman et al., 1997, 1998, 2000, 2006), ako aj paleomagnetický výskum sedimentov (Pruner et al., 2000; Pruner a Bosák, 2001; Kadlec et al., 2003, 2004; obr. 9 a 10). Výsledky umožnili spresniť geochronológiu jaskynných úrovní najmä v strednom a vrchnom pleistocéne (Bella et al., 2011, 2014). Paleomagnetizmus a magnetostratigrafia sedimentov sa skúmali aj na hornej úrovni jaskyne Domica (Pruner et al., 2000; Suchá chodba, vrchná časť profilu), na IV. vývojovej úrovni Stratenskej jaskyne (Pruner et al., 2002), ako aj v jaskyniach Ďumbierskeho krasu a vo vysokopoložených jaskyniach Demänovských vrchov (Kadlec et al., 2004). Magnetostratigrafické údaje z profilu v Májovej chodbe v Stratenskej jaskyni zodpovedajú predpokladanému vývoju tejto rozsiahlej úrovne zhruba pred 1,8 – 3,7 mil. rokov (pozri Tulis a Novotný, 1989; Novotný, 1993). Fluviaľne sedimenty v Jaskyni mŕtvych netopierov a Jaskyni studeného vetra sú staršie ako 3,5 mil. rokov (Kadlec et al., 2004). Paleomagnetický výskum ďalej preukázal, že hlavné horizontálne časti Moldavskej jaskyne a spodné horizontálne časti Jasovskej jaskyne so zarovnanými stropmi sa vytvárali, resp. dotvárali v strednom a vrchnom pleistocéne (Bella et al., 2007).



Obr. 7. Vývojové úrovne Drienovskej jaskyne, Slovenský kras (Zacharov, 2013).

Fig. 7. Developmental levels in the Drienovská Cave, Slovak Karst (Zacharov, 2013)

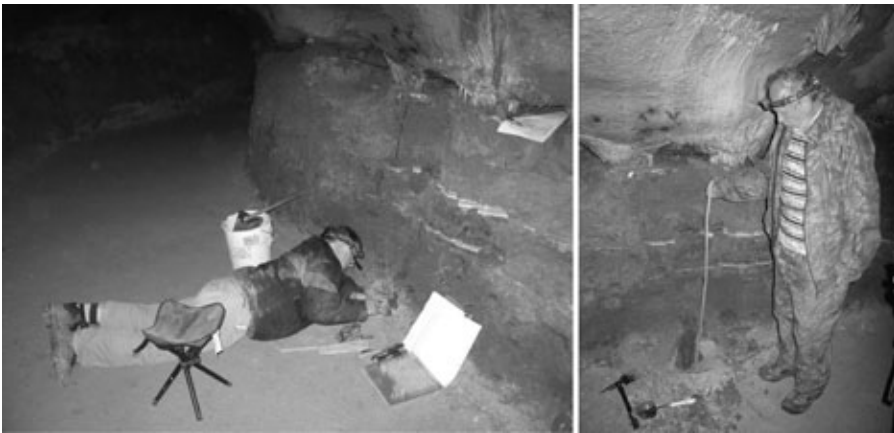


Obr. 8. Vývojové úrovne Jaskyne mŕtvych netopierov, Ďumbiersky kras (Štéc, 2013).

Fig. 8. Developmental levels in the Jaskyňa mŕtvych netopierov Cave (Death Bat Cave), Ďumbier Karst, Nízke Tatry Mts. (Štéc, 2013)



Obr. 9. Profil sedimentov na Prízemí Demänovskej jaskyne slobody s datovanými sintrovými kôrami. Foto: P. Bella
Fig. 9. Sedimentary profile at the Prízemie (Ground Floor) of the Demänovská jaskyňa slobody Cave (Demänovská Cave of Liberty) with dated flowstones (U-series method). Photo: P. Bella



Obr. 10. Odber vzoriek jemných sedimentov na paleomagnetický výskum, profil v Suchej chodbe jaskyne Domica (vľavo P. Bosák, vpravo P. Pruner; Geologický ústav AV ČR, Praha). Foto: P. Bella
Fig. 10. Sampling of fine-grained sediments for paleomagnetic research, the profile in the Suchá (Dry) Passage, Domica Cave (left P. Bosák, right P. Pruner; Institute of Geology of the CAS, Praha, Czech Republic). Photo: P. Bella

V jaskyni Domica a v Dobšinskej ľadovej jaskyni sa vek splavenia a uloženia alochtónnych fluviálnych sedimentov datoval pomocou kozmogénnych nuklidov ^{10}Be a ^{26}Al . Fluviálne sedimenty boli do vrchnej úrovne jaskyne Domica splavené pred $3,47 \pm 0,78$ mil. rokov, t. j. táto úroveň sa vytvorila najneskôr v strednom pliocéne (Bella et al., 2014a). Vek pochovania kremitého štrku v hornej časti Dobšinskej ľadovej jaskyne je $3,03 \pm 0,4$ mil. rokov, zodpovedajúca IV. úrovni Dobšinsko-stratenského jaskynného systému bola vytvorená najneskôr vo vrchnom pliocéne (Bella et al., 2014b). Tým sa získali doteraz „najstaršie“ numerické dáta o veku týchto významných jaskynných úrovní.

PROBLEMATIKA OZNAČOVANIA, MORFOGENÉZY A VÝVOJA JASKYNNÝCH ÚROVNÍ

OZNAČOVANIE JASKYNNÝCH ÚROVNÍ

Roth (1937, 1940), ako aj Mann et al. (1949) rozlíšili v rámci vývoja jaskyne Domica

štádiá A, B, C a D (odhora nadol, od najstaršieho po najmladšie štádium), ktorým zodpovedajú úrovne stropných korýt a náplavových akumulácií. Podobne Kučera (1965) označil erózne a akumulačné štádiá vývoja neďalekej Ardoskej jaskyne.

V Demänovskej ľadovej jaskyni Droppa (1955–56) vyčlenil štyri vývojové úrovne a priradil im vývojové štádiá A, B, C a D od vrchnej, najstaršej úrovne až po spodnú, najmladšiu úroveň. Následne Droppa (1955, 1957a) v rámci vytvárania Demänovských jaskýň rozlíšil vývojové štádiá A až K, takisto od najstaršieho po najmladšie (od najstaršej, najvyššie položených jaskyne po najmladšie, najnižšie položené jaskynné chodby). V Dobšinskej ľadovej jaskyni Droppa (1957b, 1960) jej horné časti zaradil do vývojového štádia A, spodné (mladšie) časti do vývojového štádia B. Takisto v bokoryse Jaskyne zlomisk v Jánskej doline z roku 1959 (dovtedy známych častí jaskyne) A. Droppa označil vývojové úrovne A, B a C odhora nadol (in Droppa, 1972a, str. 85). Pri tomto spôsobe

označovania sa brala do úvahy vývojová následnosť štádií, resp. jaskynných úrovní (od najstarších po najmladšie).

V opačnom poradí J. Sekyra (in Ložek et al., 1956) označil tri poschodia v Jasovskej jaskyni (postupným číslovaním I, II a III od najnižšieho po najvyššie poschodie). Podobne (1961a) označil v Stanišovskej jaskyni nižšiu (mladšiu) vývojovú úroveň U_1 , kým vyššiu (staršiu) úroveň U_2 . Zmena spôsobu označovania, resp. číslovania jaskynných úrovní sa prejavila najmä pri riešení problematiky korelácie jaskynných úrovní s riečnymi terasami na povrchu. Deväť jaskynných úrovní v Demänovskej doline Droppa (1966, 1972b, 1995; obr. 4) označil v nadväznosti na číslovanie riečnych terás zdola nahor (od najnižšie položených najmladšieho vývojového štádia po najvyššie položenú a najstaršiu terasu; v súlade s Hromádkom, 1931). Tento postup vychádzal z predstavy jednotného chronostratigrafického systému riečnych terás na Slovensku vrátane ich označovania. Najmä vyššie riečne terasy, ktoré sa v niektorých kotlinách nezachovali, nemožno označiť číslom „I“ (Droppa, 1964). Následne v ďalších prácach A. Droppa označoval jaskynné úrovne zdola nahor. Iba pri jaskyniach (Domica, Jasovská jaskyňa), ktoré začal skúmať v prvej polovici 60. rokov minulého storočia, ponechal v novších štúdiách pôvodné označenie jaskynných úrovní. Droppa (1965, 1971b) označil vývojové úrovne v Jasovskej jaskyni jednotne A, B, C, D a E odvrchu nadol (od najstaršej po najmladšiu; obr. 11). V jaskyni Domica Droppa (1961b, 1972c) vyššie položeným úsekom úrovňovej chodby priradil staršie erózne štádium „A“ a akumulačné obdobie „a“ zavŕšené modeláciou stropných korýt, nižšie položených úrovňovej chodbe mladšie erózne štádium „B“ a akumulačné obdobie „b“ pokračujúce až do modelácie stropných korýt. Navyše v prípade jaskyne Domica vývojové úrovne nekoreloval s fázami zahľbovania doliny Jószy poniže vyvieracky na maďarskom území.

Od 80. rokov minulého storočia v slovenskej literatúre naďalej prevládalo číslovanie jaskynných úrovní zdola nahor. Týmto spôsobom v Stratenskej jaskyni Kucharič et al. (1980) označili šesť vývojových úrovní, Tulis a Novotný (1989) päť úrovní (I až V) a dva horizonty (A, B) (pozri tiež Novotný a Tulis, 2005; obr. 5). Jedenásť jaskynných úrovní v Jánskej doline Orvoš a Orvošová (1996) označili T-I až T-XI, takisto od najnižšie položených po najvyššie položené (obr. 6). Jedine Zacharov (2013) očísloval I až IV zhora nadol štyri vývojové úrovne v Drienovskej jaskyni (obr. 7).

Označovanie jaskynných úrovní zhora nadol zohľadňuje ich vývojovú postupnosť (od najstarších po najmladšie), číslovanie odspodu nahor nadväzuje na u nás zaužívaný spôsob číslovania riečnych terás. Označovanie podľa vývojovej postupnosti pretrváva i v novej zahraničnej geomorfologickej literatúre, napr. Wagner et al. (2011).

VÝVOJOVÉ ÚROVNĚ A HORIZONTY

Tulis a Novotný (1989) rozlišujú v Stratenskej jaskyni vývojové úrovne a morfológicky menej výrazné vývojové horizonty

(obr. 5). Vývojové úrovne v tejto jaskyni predstavujú rozsiahle horizontálne chodby s bočnými korytami a širokými zarovnanými stropmi, ktoré sa vytvorili počas dlhodoobej tektonickej stability. Na ich vývoj vplývala najmä dĺžka stabilizácie eróznej bázy i dynamika podzemného toku. Za „jaskynné horizonty“ Tulis a Novotný považujú kanály oscilujúce okolo bývalého piezometrického povrchu podzemných vôd. Ich vývoj dávajú do súvisu s prerušením tektonického zdvihu, ktoré nebolo také výrazné ako pri vývoji jaskynných úrovní. V podstate ide o tzv. „slučkovité“ chodby s freatickými kolenovitými ohybnami, ktoré sa počas dlhodoobej stagnácie eróznej bázy na povrchu môžu dotvoriť do podoby jaskynných úrovní. Označenie tohto zoskupenia oscilujúcich kanálov ako „jaskynný horizont“ nie je terminologicky ustálené, resp. doriešené, pretože Panoš (2001) termín „jaskynný horizont“ uvádza ako synonymum termínu „jaskynná úroveň“.

NORMÁLNY A OBRÁTENÝ VÝVOJ JASKYNNÝCH ÚROVNÍ

V prípade jaskyne Domica a Jasovskej jaskyne sa postupnosť vývoja jaskynných úrovní vysvetľuje odlišne. Podľa Droppu (1971b, 1972c) sa vývojové úrovne v týchto jaskyniach vytvárali odhora nadol, t. j. najvyššia úroveň je najstaršia a najnižšia úroveň je najmladšia. Podobne Roth (1937) podľa výškovej polohy jaskynných chodieb a rôzneho zloženia a pozície nánosov vyčlenil v rámci postupného vývoja jaskyne Domica odhora nadol tri erózne obdobia a štyri akumuláčnne obdobia (podobne postupné zahľbovanie podzemného toku Domického potoka opisuje Mann et al., 1949). Takisto podľa Kuského (1950) nižšie „patro“ jaskyne Domica vzniklo po eróznom vynesení sedimentov z horného (staršieho) „patra“ s nadsedimentovým stropným korytom. Jakál (1975, 1983) však považuje za najstaršiu najspodnejšiu úroveň (vyčlenenú na základe prevrtanej značnej hrúbky sedimentov v Panenskej chodbe), ktorá je vyplnená štrkami poltárskeho súvrstvia. Píše, že jaskynné úrovne svedčia o obrátenom vývoji úrovní v dôsledku vyzdvihovania územia počas pliocénu a jeho poklesávanie v kvartéri. Staršie úrovne ležia nižšie, mladšie úrovne sa vytvárajú vyššie, resp. sa viažu na staré predpleistocénne úrovne. Následne aj Liška (1990) uvádza, že predpokladaná spodná úroveň pod aktívnou úrovňou jaskyne Domica s terajším riečiskom je

dôsledkom pliocénneho krasovatenia. Priebeh podzemných priestorov jaskyne Domica nadväzujúci na povrchové geomorfologické a hydrologické javy na styku nekrasového a krasového územia, visutá poloha Starej Domice, Čertovej diery a Lišče diery (fragmentov starších jaskýň v senilnom štádiu vývoja) nad terajšími ponormi, ako aj znižovanie drenážnej siete vo výverovej časti jaskynného systému Domica-Baradla v nadväznosti na etapovité zahľbovanie doliny Jósvy viac ukazujú na normálny vývoj jaskynných úrovní odvrchu nadol (pozri Bella, 2000, 2001; Gaál, 2008; Gyuricza a Gaál, 2014).

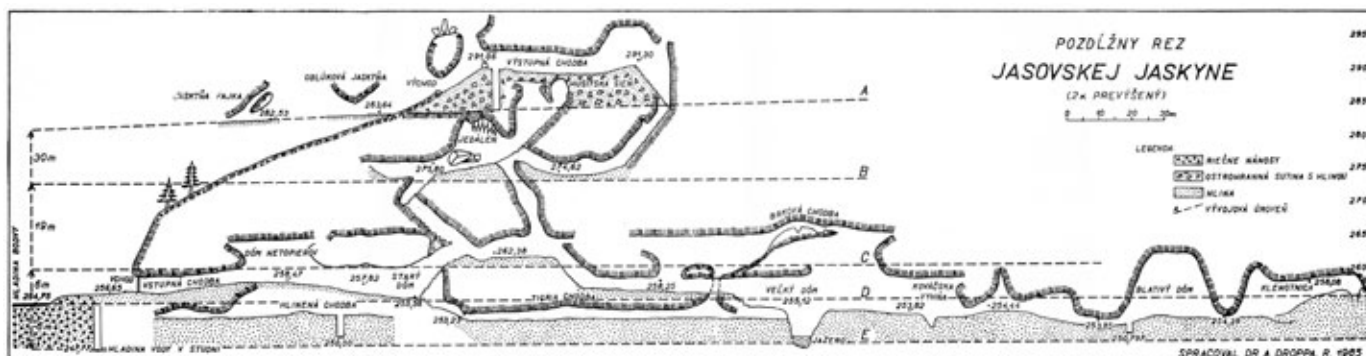
Podľa Jakála (1975) najspodnejšia úroveň v Jasovskej jaskyni je najstaršia a predpokladá jej pliocénny vek. Takisto Liška (1990) túto úroveň vzťahuje na fázu pliocénneho krasovatenia. Vytváranie vyššie položených vývojových úrovní odvrchu nadol Jakál (1975) dáva do súvisu s tektonickým dvíhaním predmetného územia počas kvartéru. Gaál (2008) detailnejšie objasňuje pleistocénny vývoj úrovní Jasovskej jaskyne odvrchu nadol v kontexte geologicko-geomorfologického vývoja východného okraja Slovenského krasu a príľahlej časti Košickej kotliny (v súvislosti s etapovitým zahľbovaním doliny Bodvy; podobne ako Droppa, 1971b; obr. 11). Spodné časti Jasovskej jaskyne však nemajú charakter jaskynných úrovní typu riečnych korýt (v zmysle Bögliho, 1978), ale morfológicky viac zodpovedajú úrovniam vytvoreným pozdĺž hladiny podzemných vôd (Bella, 2000b). Jemné alochtónne naplaveniny, ktoré na mnohých miestach siahajú tesne pod úroveň zarovnaných stropov, sú mladšie ako 780 ka (Bella et al., 2007). Usadili sa v podmienkach veľmi pomalého prúdenia vody, resp. z povodňových vôd Bodvy, keď sa vytvárali spodné úrovňové chodby so zarovnanými stropmi (pravdepodobne remodeláciou starších freatických dutín). Akumuláciu fluvialných sedimentov v nive sa terajšie riečisko Bodvy dostalo do vyššej pozície vzhľadom na nižšie jaskynné priestory i hladinu podzemnej vody. Výška hladiny Hessoého jazierka v Jasovskej jaskyni je približne 6 m pod priemernou hladinou Bodvy (Droppa, 1965, 1971). Droppa (1971) uvádza hrúbku akumulácií nivy Bodvy pred jaskynou, uložených na skalnom podklade, asi 10 m (vrátane povodňových ílov). Petro a Janočko (1990 in Petro a Polaščinová, 1992) uvádzajú, že vo vrte v blízkosti Jasovskej jaskyne sa pod kvartérnymi sedimentmi v hĺbke 9,5 m vyskytuje neogénny

štrk. Preto prvotné priestory Jasovskej jaskyne sa mohli vytvárať v čase predkvartérneho zahľbovania doliny Bodvy. Počas neskoršej agradácie i kvartérneho vyprázdňovania doliny sa mohli výrazne remodelovať a dotvoriť do terajšej podoby. Treba to však preukázať ďalšími dôkazmi.

MORFOGENETICKÉ VARIANTY JASKYNNÝCH ÚROVNÍ

Skalné tvary a fluvialne akumulácie vyskytujúce sa v úrovňových chodbách bližšie špecifikujú osobitosti ich vývoja. Na ich základe sa rozlišujú morfofenetické varianty jaskynných úrovní, vyčlenené najmä na príklade úrovňových jaskýň na Slovensku (pozri Bella a Veselský, 2015). Chodby jaskynných úrovní predstavujú: (1) široké úrovňové chodby so zarovnaným stropom (hlavná vývojová úroveň Stratenskej jaskyne); (2) úrovňové paragenetické, prevažne kaňonovité chodby so stropným korytom, menšími bočnými korytami a akumuláčnou podlahou (hlavné úrovňové chodby jaskyne Domica); (3) úrovňové kaňonovité chodby so stropným a bočnými korytami a podlahou remodelovanou vadózny, miestami kaskádovitým kanálom (spodná chodba Drienovskej jaskyne); (4) úrovňové tunelovité až postranne elipsovité chodby, miestami s bočnými korytami a akumuláčnou podlahou (Zbojnická jaskyňa, Demänovská dolina); (5) vadózne kaňonovité chodby s výraznými úrovňovými stenovými zárezmi (bočnými korytami a meandrami), miestami zachovanými na stenách vo visutej polohe nad terajšími riečiskami (viaceré úseky Demänovského jaskynného systému); (6) široké a nízke úrovňové chodby s akumuláčnou podlahou, zväčša v kombinácii so zarovnaným stropom (spodný úsek jaskyne Štefanová pred odtokovým sífonom).

V závislosti od paralelných vertikálnych štruktúrno-geologických diskontinuití vývojové úrovne môžu pozostávať z dvoch i viacerých paralelných chodieb (napr. v Jaskyni mŕtvych netopierov; pozri Štéc, 2000, 2013) alebo môžu tvoriť segmenty sieťových alebo anastomóznych labyrintových jaskýň (v zmysle Palmera, 1975) na okrajoch dolinových riečisk. Niektoré chodby sa vytvárali vo viacerých vývojových štádiách, ktoré zodpovedajú jaskynným úrovniam, napr. kaňonovité chodby s terasovými stupňami alebo s dvoma, prípadne viacerými výraznými bočnými korytami (niektoré úseky Demänovského jaskynného systému).



Obr. 11. Vývojové úrovne Jasovskej jaskyne, Medzevská pahorkatina (Droppa, 1971b)
Fig. 11. Developmental levels in the Jasovská Cave, Medzevská Hilly Land (Droppa, 1971b)

VPLYV PLEISTOCÉNNYCH KLIMATICKÝCH ZMIEN NA VÝVOJ JASKYNNÝCH ÚROVNÍ POČAS GLACIÁLOV A INTERGLACIÁLOV

Droppa (1963) píše, že jaskynné úrovne sa vytvárali v období tektonického pokoja, keď prevládala bočná erózia nad hĺbkovou. Podotýka, že na ich vývoj vplývali aj klimatické zmeny „zväčšením vodnatosti“ povrchových tokov. Detailnejšie sa vývojom jaskynných úrovní zaoberajú Orvoš a Orvošová (1996), následne aj Hochmuth (1997). Etapovitý vývoj úrovňových chodieb dávajú do súvisu s klimatickými cyklami v pleistocéne (v nadväznosti na klimatické fázy podľa Ložeka, 1973). Usudzujú, že počas dlhodobej stability eróznej bázy v interglaciáli (termohygotická fáza) prevládala laterálna erózia s epifreatickou modeláciou vodorovných a širokých chodieb. Intenzívnejšie zväčšovanie jaskynných chodieb „do šírky“ v interglaciáli je aj dôsledkom väčších prietokov a erózie podprenej transportovanými fluvialnými sedimentmi (Bella, 1988 a iní). Od nástupu až po vrchol glaciálu (kryohygotická fáza) slabé vodné toky transportujú a ukladajú prevažne okruhliaky a hrubozrnný štrk, akagraciou povrchových riečisk sa pre jaskyne navyšuje erózna báza a ich podzemné chodby sa zanášajú riečnymi sedimentmi, miestami až po strop. V kryoxerotickej fáze glaciálu sa prietoky znižujú, jaskyne sa zanášajú jemnozrnnými fluvialnými sedimentmi. Koncom glaciálu, keď prietoky stúpnu vplyvom topenia ľadovcov a nárastu úhrnu zrážok, nastáva hĺbková erózia. Najvýraznejšie obdobie erózie pripadá na prechod glaciál – interglaciál (Starkel, 1985 a iní). Pritom sa pôvodné freatické, resp. epifreatické priestory jaskýň prehĺbujú vadóznymi kanálmi alebo sa vytvárajú odtokové kanály pod úrovňovými chodbami.

Vo všeobecnosti sa predpokladá, že vo štvrtohorách fluvialna akagracia nastávala počas glaciálov, kým prehĺbovanie dolín počas interglaciálov (Vandenbergh, 2008 a iní). Podľa Mazúra (1963) spádové krivky riek počas prechodných fáz medzi eróznymi a akumulárnymi etapami (na prechode interglaciál – glaciál a glaciál – interglaciál) pretínali teoretický rovnovážny profil, pričom laterálnou eróziou sa vytváral, resp. upravoval povrch riečnych terás. Táto zjednodušená predstava o zmene procesov počas glaciálov a interglaciálov je však predmetom diskusie. Ďalšie výskumy poukazujú, že mnohé obdobia fluvialnej akagracie a zahĺbovania dolín sa vyskytovali počas prechodných období medzi glaciálmi a interglaciálmi alebo počas krátkych teplých interstadiálov v rámci glaciálov (Bridgland a Westaway, 2008 a iní). Formovanie riečnych terás dokonca nemusí mať priamu nadväznosť na cykly glaciál – interglaciál, pretože terasové akumulácie sa môžu tvoriť v rôznych častiach klimatického cyklu (Vandenbergh, 2003), resp. formovanie jedného terasového stupňa môže trvať niekoľko klimatických cyklov (Starkel, 2011). Preto zákonitosti vývoja jaskynných úrovní počas interglaciálov a glaciálov treba dokladovať výsledkami datovania veku pochovania, resp. uloženia fluvialných sedimentov v úrovňových chodbách (využíva sa aj rádioizotopové datovanie sintrov superpozície uložených na fluvialných sedimentoch).

KONZEKVENCIE VYPLÝVAJÚCE Z ROZDIELNEHO SPÁDU JASKYNNÝCH ÚROVNÍ A POVRCHOVÝCH RIEČISK

V mnohých územiach majú chodby jaskynných úrovní menší spád ako povrchové riečiská. V Demänovskej a Jánskej doline na severnej strane Nízkych Tatier spádové krivky jaskynných úrovní pretínajú spádové krivky terajších povrchových vodných tokov Demänovky a Štiavnice, približne v mieste, resp. neďaleko od terajších vyvieraciek ponorných alochtónnych vôd. Od priesečníka sa spádové krivky rozbiehajú – smerom k ponorom chodby jaskynných úrovní sú v nižšej pozícii ako povrchové riečiská, opačným smerom k ústiu dolín do Liptovskej kotliny sú chodby jaskynných úrovní vo vyššej pozícii ako povrchové riečiská. Už Droppa (1961a) poukázal na rozdielny spád spodnej úrovne Stanišovskej jaskyne (13,6 ‰) a povrchového toku Štiavnice (15 ‰).

Priemerný spád podzemného toku Demänovky v úseku tzv. Vodnej cesty medzi Demänovskou jaskyňou slobody a jaskyňou Vyvieranie i v jaskyni Vyvieranie je 5 ‰, avšak spád povrchového riečiska v príľahlej časti doliny je až 30 ‰. Pritom vyvieracia Demänovka je viac ako 3,5 m nad povrchovým riečiskom, hladina jazera na konci jaskyne Vyvieranie je už 5,3 m pod povrchovým riečiskom (Hochmuth, 1993, 1997b). Smerom proti toku Demänovky sa tento výškový rozdiel zväčšuje. Podzemný vodný tok v dolných častiach Pustej jaskyne je 62 m nižšie ako povrchové riečisko občasnej Demänovky pri ústí Pustej dolinky (Droppa, 1957a). Podobne v susednej Jánskej doline, medzi ponorom pred Bystrou a vyvieracťou v Hlbokom, tečie ponorný vodný tok v nižšej pozícii ako povrchový tok Štiavnice (pozri Hochmuth, 1997b, 1998a, 2000a).

V územiach s hydraulickým gradientom medzi ponormi a vývermi podzemných vôd sú povrchové riečiská v ponorovej zóne vo visutej polohe vzhľadom na podzemný vodný tok, ktorého erózna báza sa v jednotlivých vývojových štádiách vzťahuje na polohu vyvieracky (Bella, 1993, 2000c). Za visutými ponormi sa vytvárajú šikmé až kaskádovité vadózne chodby, ktoré klesajú a ústia do úrovňových chodieb. Preto v dolinách, kde spádové krivky jaskynných úrovní pretínajú spádové krivky terajších povrchových vodných tokov, jaskynné úrovne možno korelovať s vývojom riečnych terás iba v úsekoch od hlavnej vyvieracky v smere sklonu povrchových riečisk do príľahlych kotlín (Bella, 1995).

ĎALŠIE MOŽNOSTI VYUŽITIA GEOCHRONOLOGICKÝCH DÁT O JASKYNNÝCH ÚROVŇOCH PRI REKONŠTRUKCII VÝVOJA RELIEFU ZÁPADNÝCH KARPÁT

Okrem dávnejšie preukázanej korelácie vývoja jaskynných úrovní a riečnych terás, resp. zarovnaných povrchov (u nás najmä Droppa, 1966b, 1972b; Novotný, 1993) údaje o absolútnom veku jaskynných úrovní možno využiť aj pri určovaní intenzity zahĺbovania dolín. V spodnom pleistocéne bola intenzita zahĺbovania Demänovskej doliny, v úseku medzi jaskyňou Okno, Zbojnickou jaskyňou a Demänovskou ľadovou jaskyňou,

približne 9 až 10 cm za tisíc rokov, v strednom a vrchnom pleistocéne a holocéne (od 0,78 mil. rokov po súčasnosť) približne 5 až 6 cm za tisíc rokov (Kadlec et al., 2011, 2013; Bella et al., 2012). V období pred 1,1 až 0,78 mil. rokov bola intenzita zahĺbovania dolín v Demänovských vrchoch na severnej strane Nízkych Tatier až 32 cm za tisíc rokov (Kadlec et al., 2011). Rozdielne relatívne výšky jaskynných úrovní rovnakého veku nad terajšími riečiskami v dolinách poukazujú na nerovnakú intenzitu tektonického zdvíhu predmetných území.

Porovnaním geochronologických údajov z rôznych krasových území Západných Karpát možno interpretovať priestorové i časové odlišnosti planície reliéfu. Výsledky datovania veku pochovania kremitých štrkov (pomocou kozmogénnych nuklidov ¹⁰Be a ²⁶Al) na vrchnej úrovni Domice a IV. vývojovej úrovni Dobšinsko-stratenského jaskynného systému poukazujú, že pedimenty v doline Hnilca v severnej časti Slovenského rudohoria sa začali pravdepodobne vytvárať neskôr ako najvyššia časť pedimentu v doline Jószy (na maďarskom území) na južnom okraji Západných Karpát. Táto rozdielnosť sa dá vysvetliť neskorším dosiahnutím rovnovážneho stavu spätnou eróziou riek postupujúcou od okrajovej do centrálnej, intenzívnejšie (a možno aj dlhšie) sa dvíhajúcej časti pohoria. Systém pedimentov v okrajovej časti Západných Karpát sa asi formoval počas dlhšieho obdobia, pravdepodobne sa začal vytvárať už pred vrchným pliocénom (Bella et al., 2015).

ZÁVER

Príspevok podáva súborný pohľad na problematiku výskumu jaskynných úrovní na Slovensku od počiatkových štúdií, resp. koncepčných úvah až po ucelenejšie štúdie zaoberajúce sa zameriavaním a presnejším vyčleňovaním jaskynných úrovní, rekonštrukciou podmienok a postupnosti ich vývoja vo vzťahu k riečnym terasám v okolí jaskýň (relatívny vek a odhad absolútného veku jaskynných úrovní).

Prvé zmienky o jaskynných úrovniach (vtedy uvádzaných ako „poschodia“) sú z 20. rokov minulého storočia, z čias prvej Československej republiky, od F. Vitáska (1922, 1923a,b) z Demänovskej ľadovej jaskyne a J. Volka-Starohorského (1925) z jaskyne Okno v Demänovskej doline. Pri charakterizovaní vytvárania riečne modelovaných jaskýň Volko-Starohorský opisuje jaskynné poschodia aj v publikáciách z rokov 1935 a 1939. Problematiku jaskynných úrovní detailnejšie rozpracoval najmä A. Droppa v 60. rokoch a začiatkom 70. rokov minulého storočia, najucelenejšie na príklade Demänovských jaskýň. V Západných Karpatoch sa rozsiahle jaskynné úrovne ďalej vytvorili v Dobšinsko-stratenskom jaskynnom systéme (Tulis a Novotný, 1989; Novotný, 1993) a v jaskynnom systéme Domica-Baradla (Droppa, 1972c; Gaál, 2008 a iní). Presnejšie údaje o geochronológii jaskynných úrovní (exaktné údaje o absolútnom veku) získané datovaním jaskynných sedimentov (*U-series* rádioizotopové datovanie sintrových kôr pokrývajúcich alochtónne fluvialné sedimenty, paleomag-

netický výskum sedimentov, datovanie veku pochovania kremitych štrkov pomocou kozmogénnych nuklidov) sa priebežne kompletizujú od druhej polovice 90. rokov minulého storočia.

Jaskynné úrovne, najmä tie, ktoré sú tvorené rozsiahlejšími podzemnými chodbami

(viacúrovňová sústava riečne modelovaných jaskýň v Demänovskej doline, systém Stratenскеj jaskyne vrátane Dobšinskej ľadovej jaskyne, jaskyňa Domica), odrážajú hlavné fázy vývoja reliéfu Západných Karpát. Presnejšie určenie geochronológie ich vývoja naďalej patrí medzi dôležité úlohy geomorfologické-

ho a speleologického výskumu. V niektorých jaskyniach, najmä v horských polohách, treba detailnejšie preskúmať úseky chodieb, ktoré pripomínajú, resp. sa predbežne považujú za jaskynné úrovne.

Táto práca bola podporovaná vedeckým grantovým projektom VEGA č. 1/0430/15.

LITERATÚRA

- ABSOLON, K. 1905–1911. Kras moravský. Monografie krasových zjevů v devonských vápencích planiny Dražanské. A. Wiesner, Praha, 218 s.
- AUDRA, P. – PALMER, A. N. 2011. The pattern of caves: controls of epigenic speleogenesis. *Geomorphologie: relief, processus, environnement*, 4, 359–378.
- AUDRA, P. – PALMER, A. N. 2013. The Vertical Dimension of Karst: Controls of Vertical Cave Pattern. In Shroeder, J. F. (Ed.): *Treatise on Geomorphology*, vol. 6. Academic Press, San Diego, 186–206.
- AUDRA, P. – PALMER, A. N. 2015. Research frontiers in speleogenesis. Dominant processes, hydrogeological conditions and resulting cave patterns. *Acta Carsologica*, 41, 3, 315–348.
- BELLA, P. 1988. Speleologický výskum krasu doliny Mošnice. *Slovenský kras*, 26, 87–112.
- BELLA, P. 1993. Poznámky ku genéze Demänovského jaskynného systému. *Slovenský kras*, 31, 43–53.
- BELLA, P. 1995. Ku genéze ponorných fluviokrasových jaskýň alogénnych území Západných Karpát. In Hochmuth, Z. (Ed.): *Reliéf a integrovaný výskum krajiny. Zborník referátov z vedeckej konferencie*, Prešov 26. – 27. 10. 1995. UPJŠ, Prešov, 7–18.
- BELLA, P. 2000a. Problematika vývojových úrovní jaskyne Domica. *Aragonit*, 5, 3–6.
- BELLA, P. 2000b. Základné morfológické a genetické znaky Jasovskej jaskyne. In Bella, P. (Ed.): *Výskum, využívanie a ochrana jaskýň. Zborník referátov z 2. vedeckej konferencie, Demänovská Dolina 16. – 19. 11. 1999. SSI, Liptovský Mikuláš*, 42–51.
- BELLA, P. 2000c. Genetické typy jaskynných priestorov v Demänovskej doline. In Lacika, J. (Ed.): *Zborník referátov z 1. konferencie Asociácie slovenských geomorfológov pri SAV, Liptovský Ján 21. – 23. 9. 2000. ASG pri SAV, Bratislava*, 8–20.
- BELLA, P. 2001. Geomorfologické pomery okolia jaskyne Domica. *Aragonit*, 6, 5–11.
- BELLA, P. 2002. K paleogeomorfologickému vývoju fluviokrasových jaskýň v Demänovských vrchoch. *Geomorphologia Slovaca*, 1, 1, 54–63.
- BELLA, P. 2005. K morfológii a genéze Liskovskej jaskyne. *Slovenský kras*, 43, 37–52.
- BELLA, P. – BOSÁK, P. – PRUNER, P. – HOCHMUTH, Z. – HERCMAN, H. 2007. Magnetostratigrafia jaskynných sedimentov a speleogenéza Moldavskej a Jasovskej jaskyne. *Slovenský kras*, 45, 15–42.
- BELLA, P. – BRAUCHER, R. – HOLEC, J. – VESELSKÝ, M. 2014a. Datovanie pochovania kremitého štrku na vrchnej vývojovej úrovni jaskyne Domica pomocou kozmogénnych nuklidov. *Slovenský kras*, 52, 1, 15–24.
- BELLA, P. – BRAUCHER, R. – HOLEC, J. – VESELSKÝ, M. 2014b. Datovanie pochovania alochtónnych fluvialných sedimentov v hornej časti Dobšinskej ľadovej jaskyne (IV. vývojová úroveň systému jaskyne) pomocou kozmogénnych nuklidov. *Slovenský kras*, 52, 2, 101–110.
- BELLA, P. – HERCMAN, H. – GRADZIŇSKI, M. – PRUNER, P. – KADLEC, J. – BOSÁK, P. – GLAZEK, J. – GĄSIOROWSKI, M. – NOWICKI, T. 2011. Geochronológia jaskynných úrovní v Demänovskej doline, Nízke Tatry. *Aragonit*, 16, 1–2, 64–68.
- BELLA, P. – HERCMAN, H. – GRADZIŇSKI, M. – PRUNER, P. – KADLEC, J. – BOSÁK, P. – GLAZEK, J. – GĄSIOROWSKI, M. – NOWICKI, T. – ŠLECHTA, S. 2014. Rekonštrukcia hlavných vývojových fáz jaskynného systému. In Bella, P. – Haviarová, D. – Kováč, L. – Lalkovič, M. – Sabol, M. – Soják, M. – Struhár, V. – Višňovská, Z. – Zelinka, J.: *Jaskyne Demänovskej doliny. ŠOP SR, SSI, Liptovský Mikuláš*, 47–53.
- BELLA, P. – KADLEC, J. – HERCMAN, H. – GRADZIŇSKI, M. – BOSÁK, P. – PRUNER, P. – GĄSIOROWSKI, M. – NOWICKI, T. – CHADIMA, M. – SCHNABL, P. – ŠLECHTA, S. 2012. Odlišnosti vývoja alogénneho krasu Demänovskej doliny v spodnom pleistocéne a mladších obdobiach štvrtohôr. In Bella, P. – Papčo, P. (Eds.): *Geomorfológia a integrovaný výskum krajiny. Zborník abstraktov, Exkurzný sprievodca – 7. vedecká konferencia Asociácie slovenských geomorfológov pri SAV, Ružomberok 10. – 12. 9. 2012*, 12–16.
- BELLA, P. – MINÁR, J. – BRAUCHER, R. – VESELSKÝ, M. – HOLEC, J. 2015. Vytváranie pedimentov v južnej a severnej časti Slovenského rudohoria: geochronologická rekonštrukcia na základe datovania alochtónnych fluvialných sedimentov z jaskynných úrovní pomocou kozmogénnych nuklidov (predbežné výsledky). In Kulla, M. – Novotný, L. (Eds.): *Zborník abstraktov zo 7. medzinárodného geografického kolokvia, Danišovec 21. – 23. 10. 2015. UPJŠ, Košice*, 5–7.
- BELLA, P. – VESELSKÝ, M. 2015. Jaskynné úrovne a ich morfo-genetické varianty. *Aragonit*, 20, 2, 90–96.
- BOSÁK, P. 1988. Kras v uhličitanových horninách. In Bosák, P. – Bílková, D. – Jančařík, A. – Šmikmátor, F. – Štěřba, O. – Valoch, K. – Vašátko, J. – Weigel, J.: *Jeskyňářství v teorii a praxi. Státní zemědělské nakladatelství, Praha*, 52–83.
- BÖGLI, A. 1966. Karstwasserfläche und unterirdische Karstniveaus. *Edrkunde*, 20, 1, 11–19.
- BÖGLI, A. 1968. Höhlenniveaus und Hölloch-niveaus. *Proceedings of the 4th International Congress of Speleology in Yugoslavia (1965)*, 3, Ljubljana, 23–27.
- BÖGLI, A. 1978. *Karsthydrographie und physische Speläologie*. Springer-Verlag, Berlin – Heidelberg – New York, 292 s.
- BRIDGLAND, D. R. – WESTAWAY, R. 2008. Climatically controlled river terrace staircases: a worldwide Quaternary phenomenon. *Geomorphology*, 98, 285–315.
- BURKHARDT, R. 1949. Terasy a speleogenese (Studie ze střední části Moravského krasu). *Československý kras*, 2, 214–220.
- BURKHARDT, R. 1950. Příspěvek k výzkumu říčních teras v krasových žlebech. *Československý kras*, 3, 279–282.
- CALEMBERT, L. 1950. Phénomènes de corrosion sous-fluviale dans la vallée de l'Amblève. *Annales de la Société Géologique de Belgique*, 73, 157–168.
- COCEAN, P. 1979. Les voules planes-horizontales et le niveau de base karstique. *Travaux de l'Institut de Spéologie „Émile Racovitza“*, 18, 219–224.
- DAVIES, W. E. 1960. Origin of Caves in Folded Limestone. *Bulletin of the National Speleological Society*, 22, 1, 5–18.
- DAVIES, W. M. 1930. Origin of Limestone Caverns. *Geological Society of America Bulletin*, 41, 3, 475–628.
- DOSEDLA, J. 1949. Horní patra ledové jeskyně Demänovské. *Sborník Československé společnosti zeměpisné*, 54, 171–177.
- DROPPA, A. 1950. Mošnická jaskyňa v Nížkych Tatrách. *Krásy Slovenska*, 27, 5–8, 182–193.
- DROPPA, A. 1952. Suchá jaskyňa v údolí Demänovky. *Zemepisný sborník*, 4, 1–2, 89–100.
- DROPPA, A. 1955. Výskum Demänovských jaskýň. *Geografický časopis*, 7, 3–4, 133–163.
- DROPPA, A. 1955–56. Demänovská ľadová jaskyňa. *Československý kras*, 8–9, 92–110.
- DROPPA, A. 1957a. Demänovské jaskyne – Krasové zjavy Demänovskej doliny. SAV, Bratislava, 289 s.
- DROPPA, A. 1957b. Dobšinská ľadová jaskyňa. *Geografický časopis*, 9, 2, 99–118.
- DROPPA, A. 1960. Dobšinská ľadová jaskyňa. *Šport, Bratislava*, 115 s.
- DROPPA, A. 1961a. Stanišovská jaskyňa na severnej strane Nížkych Tatier. *Geografický časopis*, 13, 4, 296–307.
- DROPPA, A. 1961b. Domica – Baradla, jaskyne predhistorického človeka. *Šport, Bratislava*, 151 s.
- DROPPA, A. 1962. Combasecká jaskyňa. *Šport, Bratislava*, 80 s.
- DROPPA, A. 1962b. Speleologický výskum Važeckého krasu. *Geografický časopis*, 14, 4, 264–293.
- DROPPA, A. 1962c. Važecká jaskyňa a krasové javy v okolí. *Šport, Bratislava*, 94 s.
- DROPPA, A. 1963. Paralelizácia riečnych terás a horizontálnych jaskýň. *Geologické práce, Zošit 64*, 93–96.
- DROPPA, A. 1964. Výskum terás Váhu v strednej časti Liptovskej kotliny. *Geografický časopis*, 16, 4, 313–325.
- DROPPA, A. 1965. Geomorfologický a hydrologický výskum Jasovskej jaskyne. *Slovenský kras*, 5, 3–9.
- DROPPA, A. 1966a. Untersuchungen der Parallelität von Flussterrassen mit horizontalen Höhlen. *Akten des 3. Internationaler Kongress für Speläologie (Wien – Obertraun – Salzburg 1961)*, 5, Wien, 79–81.
- DROPPA, A. 1966b. The correlation of some horizontal caves with river terraces. *Studies in Speleology*, 1, 186–192.
- DROPPA, A. 1971a. Geomorfologický výskum Liskovskej jaskyne v Liptovskej kotlině. *Československý kras*, 20 (1968), 75–84.
- DROPPA, A. 1971b. Vzťah horizontálnych chodieb Jasovskej jaskyne k terasám Bodvy. In Kvitkovič, J. (Ed.): *Problémy geografického výskumu. Zborník referátov z X. jubilejného zjazdu československých geografov, Prešov 2. – 5. 9. 1965. Vydavateľstvo SAV, Bratislava*, 99–106.
- DROPPA, A. 1972a. Krasové javy Jánskej doliny na severnej strane Nížkych Tatier. *Československý kras*, 21 (1969), 73–96.

- DROPPA, A. 1972b. Geomorfologické pomery Demänovskej doliny. *Slovenský kras*, 10, 9–46.
- DROPPA, A. 1972c. Príspevok k vývoju jaskyne Domica. *Československý kras*, 22, 65–72.
- DROPPA, A. 1972d. Výskum riečnych terás v okolí Ružomberka. *Liptov (vlastivedný zborník)*, 2, 11 – 25.
- DROPPA, A. 1976. Die Beziehung der Flußhöhlen zu den Verebnungsflächen. In Panoš, V. (Ed.): *Proceeding of the 6th International Congress of Speleology, Olomouc 1973*, 3, 53–59.
- DROPPA, A. 1980. Jaskyne južnej časti Slovenského raja. *Československý kras*, 30 (1978), 51–65.
- DROPPA, A. 1995. Die Entwicklung der Demänová-Höhlen. In Bella, P. (Ed.): *Caves and Man. Proceedings of International Symposium, Demänovská Dolina – Jasná*, 4 – 8 October 1994. SMO PaJ, Liptovský Mikuláš, 7–10.
- EK, C. 1961. Conduits souterrains en relation avec les terraces fluviales. *Annales de la Société Géologique de Belgique*, 84, 313–340.
- FORD, D. C. 2000. Caves Branch, Belize, and the Baradla-Domica System, Hungary and Slovakia. In Klimchouk, A. B. – Ford, D. C. – Palmer, A. N. – Dreybrodt, W. (Eds.): *Speleogenesis. Evolution of Karst Aquifers*. National Speleological Society, Huntsville, Alabama, U. S. A., 391–396.
- GAÁL, L. 1987. Kras Rimavskej kotliny. *Slovenský kras*, 25, 5–27.
- GAÁL, L. 2000. Kras a jaskyne Drienčanského krasu. In Kliment, J. (Ed.): *Príroda Drienčanského krasu. Štátna ochrana prírody SR, Banská Bystrica*, 29–96.
- GAÁL, L. 2008. Geodynamika a vývoj jaskýň Slovenského krasu. ŠOP SR, SSJ, Liptovský Mikuláš – Knižné centrum, Žilina, 168 s.
- GAÁL, L. – HOLEC, P. 1987. Príspevok k poznaniu fauny kvartérnych stavovcov z niektorých jaskýň južného Slovenska. *Slovenský kras*, 25, 135–143.
- GYURICZA, GY. – GAÁL, L. 2014. Vznik a vývoj jaskynného systému. In Gaál, L. – Gruber, P. (Eds.): *Jaskynný systém Domica-Baradla. Jaskyňa, ktorá nás spája. Správa Aggtelektického národného parku, Jósavaő*, 95–116.
- HALOUZKA, R. 1986. Z nových poznatkov o stratigrafii kvartéru terasových náplavov riek Západných Karpát (stredné Pohronie, Orava a Turiec). *Regionálna geológia Západných Karpát*, 21, 167–175.
- HERCMAN, H. – BELLA, P. – GLAZEK, J. – GRADZIŃSKI, M. – LAURITZEN, S. E. – LÖVLE, R. 1997. Uranium-series dating of speleothems from Demanova Ice Cave: A step to age of the Demanova Cave System (The Nízke Tatry Mts., Slovakia). *Annales Societatis Geologorum Poloniae*, 67, 4, 439–450.
- HERCMAN, H. – BELLA, P. – GLAZEK, J. – GRADZIŃSKI, M. – LAURITZEN, S. E. – LÖVLE, R. 1998. Rádioizotopové datovanie a paleomagnetizmus sintrov z Demänovskej ľadovej jaskyne a geochronológia IV. vývojovej úrovne Demänovského jaskynného systému. In Bella, P. (Ed.): *Výskum, využívanie a ochrana jaskýň. Zborník referátov z vedeckej konferencie, Mlyny 8. – 10. 10. 1997. SSJ, Liptovský Mikuláš*, 9–15.
- HERCMAN, H. – BELLA, P. – GLAZEK, J. – GRADZIŃSKI, M. – NOWICKI, T. 2000. Rádioizotopové datovanie sintrov z Demänovskej jaskyne slobody. In Bella, P. (Ed.): *Výskum, využívanie a ochrana jaskýň. Zborník referátov z 2. vedeckej konferencie, Demänovská Dolina 16. – 19. 11. 1999. SSJ, Liptovský Mikuláš*, 26–35.
- HERCMAN, H. – BELLA, P. – GRADZIŃSKI, M. – GLAZEK, J. – NOWICKI, T. – SUJKA, G. 2006. Prehľad výsledkov rádioizotopového datovania sintrov z Demänovského jaskynného systému v rokoch 1995–2005. In Bella, P. (Ed.): *Výskum, využívanie a ochrana jaskýň. Zborník referátov z 5. vedeckej konferencie, Demänovská Dolina 26. – 29. 9. 2005. SSJ, Liptovský Mikuláš*, 21–36.
- HIPMAN, P. 1973. Světla v labyrintu Záskočí. *Lidé a země*, 22, 8, 337–342.
- HOCHMUTH, Z. 1977. Jaskyne v Liskovskom kameňolome. *Slovenský kras*, 15, 129 – 134.
- HOCHMUTH, Z. 1986. Výskum jaskýň nad Vyvieraním v Demänovskej doline. *Slovenský kras*, 24, 169–175.
- HOCHMUTH, Z. 1993. Výsledky podrobného mapovania a revízny geomorfologický výskum jaskyne Vyvieranie v Demänovskej doline. *Slovenský kras*, 31, 29–42.
- HOCHMUTH, Z. 1997a. Príspevok k problematike genézy jaskynných úrovní v Liskovskej jaskyni. *Slovenský kras*, 35, 89–96.
- HOCHMUTH, Z. 1997b. Vzťah hladiny podzemných riečiek k pozdĺžnemu profilu dolín v alogénnom krase na príklade Jánskej a Demänovskej doliny. *Prírodné vedy*, 28, Prešov, 103–121.
- HOCHMUTH, Z. 1998a. Príspevok k chronológii a genéze jaskynných úrovní v Jánskej doline. In Bella, P. (Ed.): *Výskum, využívanie a ochrana jaskýň. Zborník referátov z vedeckej konferencie, Mlyny 8. – 10. 10. 1997. SSJ, Liptovský Mikuláš*, 29–35.
- HOCHMUTH, Z. 1998b. Predkvartérne jaskynné systémy na Slovensku a ich vzťah k zarovnaným povrchom. *Prírodné vedy*, 29, *Folia geographica*, 1, Prešov, 127–144.
- HOCHMUTH, Z. 2000a. Krasový reliéf Jánskej doliny vo vzťahu k jej predkvartérnemu i kvartérnemu vývoju. In Lacika, J. (Ed.): *Zborník referátov z 1. konferencie Asociácie slovenských geomorfologov pri SAV, Liptovský Ján 21. – 23. 9. 2000. ASG pri SAV, Bratislava*, 42–50.
- HOCHMUTH, Z. 2000b. Geomorfologický vývoj strednej časti doliny Bodvy a krasový fenomén okraja Slovenského krasu. In Lacika, J. (Ed.): *Zborník referátov z 1. konferencie Asociácie slovenských geomorfologov pri SAV, Liptovský Ján 21. – 23. 9. 2000. ASG pri SAV, Bratislava*, 51–56.
- HOCHMUTH, Z. 2000c. Moldavská jaskyňa vo vzťahu ku geomorfologickému vývoju doliny Bodvy. In Bella, P. (Ed.): *Výskum, využívanie a ochrana jaskýň. Zborník referátov z 2. vedeckej konferencie, Demänovská Dolina 16. – 19. 11. 1999. SSJ, Liptovský Mikuláš*, 52–58.
- HOCHMUTH, Z. 2003. Stanišovská jaskyňa, výsledky podrobného mapovania a revízneho geomorfologického výskumu. *Slovenský kras*, 41, 69–81.
- HOCHMUTH, Z. 2013. Atlas jaskyne Skalistý potok. *Slovenská speleologická spoločnosť, Liptovský Mikuláš*, 80 s.
- HOCHMUTH, Z. – HOLUBEK, P. 1995. Topografia a geomorfologické pomery jaskyne zlomísk v Jánskej doline. *Slovenský kras*, 33, 17–34.
- HOCHMUTH, Z. – HOLUBEK, P. 1998. Geomorfologické pomery a topografia novoobjavených častí jaskyne Zlomísk v Jánskej doline. *Slovenský kras*, 36, 59–80.
- HOLEČEK, V. 1923. O Demänovské časti Liptovského krasu. In *Liptovský kras. Jaskyne Demänovského údolia. Zvláštny otisk z Prúdom, 7, Bratislava – Liptovský Sv. Mikuláš*, 35–64.
- HROMÁDKA, J. 1931. Povrchové formy Slovenska a jejich výzkum. *Bratislava*, 5, 484–510.
- JAKÁL, J. 1971. Morfológia a genéza Dobšinskej ľadovej jaskyne. *Slovenský kras*, 9, 27–33.
- JAKÁL, J. 1975. Kras Šilickej planiny. *Osveta, Martin*, 152 s.
- JAKÁL, J. 1983. Krasový reliéf a jeho odraz v geomorfologickom obraze Západných Karpát. *Geografický časopis*, 35, 2, 160–183.
- JANÁČIK, P. 1968. Zpráva o výskume a o prieskumných prácach v Liskovskej jaskyni. *Slovenský kras*, 6, 83–86.
- JENNINGS, J. N. 1964. Bungonia Caves and rejuvenation. *Helictite*, 3, 4, 79–84.
- JENNINGS, J. N. 1987. *Karst Geomorphology*. Basil Blackwell, Oxford – New York, 293 s.
- KADLEC, J. – BELLA, P. – GRANGER, D. E. – HERCMAN, H. – HOLUBEK, P. – CHADIMA, M. – ORVOŠOVÁ, M. – PRUNER, P. – SCHNABL, P. – ŠIFNEROVÁ, K. – ŠLECHTA, S. 2011. Valley incision in the Nízke Tatry Mts. estimated based on cave sediment age. In *Abstrakty, 2. otvorený kongres České geologické společnosti a Slovenskej geologickej spoločnosti, Monínec 21. – 25. 9. 2011*, 44.
- KADLEC, J. – BELLA, P. – ČÍŽKOVÁ, K. – GRANGER, D. E. – HERCMAN, H. – HOLUBEK, P. – CHADIMA, M. – ORVOŠOVÁ, M. – PRUNER, P. – SCHNABL, P. – ŠLECHTA, S. 2013. Valley incision in the Nízke Tatry Mts. (Slovakia) estimated based on paleomagnetic and radiometric cave sediment dating. In Filippi, M. – Bosák, P. (Eds.): *Proceedings of the 16th International Congress of Speleology (Brno, July 21 – 28, 2013)*, volume 3, 94–95.
- KADLEC, J. – PRUNER, P. – HERCMAN, H. – SCHNABL, P. – ŠLECHTA, S. 2004. Magnetostratigrafie sedimentů zachovaných v jeskyních Nízkých Tater. In Bella, P. (Ed.): *Výskum, využívanie a ochrana jaskýň. Zborník referátov z 4. vedeckej konferencie, Tále 5. – 8. 10. 2003. SSJ, Liptovský Mikuláš*, 15–19.
- KADLEC, J. – PRUNER, P. – CHADIMA, M. 2003. Magnetostratigraphy of sediments preserved in caves in the Nízke Tatry Mts. and correlation with the Váh river terrace system, Slovakia. *Geophysical Research Abstracts*, Vol. 5, 03499, European Geophysical Society.
- KIKNADEZ, T. Z. 1976. K voprosu korrelaciji karstovych peščer a terras. In Panoš, V. (Ed.): *Proceeding of the 6th International Congress of Speleology, Olomouc 1973*, 3, 187–191.
- KUČERA, B. 1965. Krasová morfológia a vývoj Ardovskej jaskyne v Jihoslovenském krasu. *Československý kras*, 16 (1964), 41–56.
- KUCHARIČ, L. – NOVOTNÝ, L. – STEINER, A. – TULIS, J. 1980. Geologicko-geofyzikálny prieskum medzi Stratenskou jaskyňou a Dobšinskou ľadovou jaskyňou a niektoré otázky genézy týchto jaskýň. *Slovenský kras*, 18, 29–57.
- KUNSKÝ, J. 1942. Kras. *Velký ilustrovaný přírodopis všech tří říší, VII, Geologie, díl II, Praha*, 196–285.
- KUNSKÝ, J. 1950. Kras a jaskyně. *Přírodovědecké nakladatelství, Praha*, 200 s.
- KYRLE, G. 1923. *Grundriss der theoretischen Speläologie*. Österreichische Staatsdruckerei, Wien, 353 s.
- LIŠKA, M. 1990. Geomorfologické pomery CHKO Slovenský kras. Záverečná správa, ÚŠOP – Stredisko rozvoja ochrany prírody, Bratislava, 83 s.
- LOŽEK, V. 1973. *Příroda ve čtvrtohorách*. Academia, Praha, 372 s.
- LOŽEK, V. – GAÁL, L. – HOLEC, P. – HORÁČEK, I. 1989. Stratigrafia a kvartérna fauna jaskyne Peskő v Rimavskej kotline. *Slovenský kras*, 27, 29–56.
- LOŽEK, V. – SEKÝRA, J. – KUKLA, J. – FEJFAR, O. 1956. Výzkum Velké Jasovské jaskyně. *Anthropozoikum*, 6, 197–282.
- LUCERNA, R. 1926. Zur Talgeschichte der Punkwa (Neue Untersuchungen im Mährischen Karst). *Verhandlungen des naturforschenden Vereines in Brünn*, LX, 156–176.
- MANN, K. – POUBA, Z. – ŠANTRŮČEK, P. 1949. Nová speleologická studia v Domici. *Sborník Československé společnosti zeměpisné*, 54, 2, 99–106.

- MAXIMOVÍČ, E. G. – MAXIMOVÍČ, N. G. – KATAEV, V. N. 2004. *Georgij Alekseevič Maximovič*. Kursiv, Perm, 512 s.
- MAXIMOVÍČ, G. A. 1953. Genetické typy karstových obrazovanií. *Doklady AN SSSR*, 90, 6, Moskva, 1119–1121.
- MAXIMOVÍČ, G. A. 1957a. Podruslovye pustoty i voprosy korrelacii terras i gorizontálnych karstovych peščer. *Učenyje zapiski Permskogo universiteta*, 11, 2, Perm, 15–26.
- MAXIMOVÍČ, G. A. 1957b. Korrelácia rečnic terras i gorizontálnych karstovych peščer. *Trudy komisii po izučeníju četvertičnogo perioda AN SSSR*, 13, Moskva, 243–252.
- MAZÚR, E. 1963. Žilinská kotlina a príslušé pohoria. Vydavateľstvo Slovenskej akadémie vied, Bratislava, 186 s.
- MIOITKE, F.-D. – PALMER, A. N. 1972. Genetic relationship between caves and landforms in the Mammoth Cave National Park area. *Böhler, Würzburg*, 69 s.
- MITTER, P. 1985. CHPV jaskyňa Starý hrad. Projekt ochrany, ÚŠOP Liptovský Mikuláš (manuskript, archív SMOPaJ Liptovský Mikuláš).
- NOVOTNÝ, L. 1993. Tretiohorné jaskynné úrovně a zarovnané povrchy v Slovenskom raji. *Slovenský kras*, 31, 55–59.
- NOVOTNÝ, L. – TULIS, J. 2005. Kras Slovenského raja. Správa slovenských jaskýň, Liptovský Mikuláš – Slovenská speleologická spoločnosť – Knížne centrum, Žilina, 175 s.
- ORVOŠ, P. – ORVOŠOVÁ, M. 1996. Odhad veku horizontálnych jaskynných úrovní Jánskej doliny pomocou ich paralelizácie s terasami rieky Váh. In Lalkovič, M. (Ed.): *Kras a jaskyne – výskum, využívanie a ochrana*. Zborník referátov z vedeckej konferencie, Liptovský Mikuláš 10. – 11. 10. 1995. SMOPaJ, Liptovský Mikuláš, 95–101.
- ORVOŠ, P. 2005. Kras Krakovej hole. *Spravodaj Slovenskej speleologickej spoločnosti*, 36, 2, 14–20.
- PALMER, A. N. 1975. The Origin of Maze Caves. *Bulletin of the National Speleological Society*, 37, 3, 57–66.
- PALMER, A. N. 1987. Cave levels and their interpretation. *Bulletin of the National Speleological Society*, 49, 2, 50–66.
- PALMER, A. N. 2007. *Cave Geology*. Cave Books, Dayton, Ohio, 454 s.
- PANOŠ, V. 1964. Vznikновение i razvitie peščernych gorizontov v Moravskoj karstovoj oblasti. *Peščery*, 4 (5), 39–48.
- PANOŠ, V. 2001. Karstologická a speleologická terminologie. Knížne centrum, Žilina, 352 s.
- PELÍŠEK, J. 1950. K otázce stáří jaskynných pater v oblasti Moravského krasu. *Československý kras*, 3, 198–204.
- PETROBK, J. 1950. Poznámky k jaskynným terasám. *Československý kras*, 3, 184.
- PETRO, L. – POLAŠČINOVÁ, E. 1992. Základná inžinierskogeologická mapa 1:10 000, oblasť Moldava nad Bodvou. Manuskript. GÚDŠ, Bratislava, 46 príl.
- POŠEPNÝ, F. 1867. Studien aus dem Salinengebiet Siebenbürgens. *Jahrbuch der kaiserliche-königliche geologische Reichsanstalt*, XVII, IV, Wien, 475–516.
- POŠEPNÝ, F. 1871. Studien aus dem Salinengebiet Siebenbürgens. *Jahrbuch der kaiserliche-königliche geologische Reichsanstalt*, XXI, I, Wien, 123–188.
- POŠEPNÝ, F. 1894. The Genesis of Ore-Deposits. *Transactions of the American Institute of Mining Engineers*, 23, 197–369.
- POŠEPNÝ, F. 1902. The Genesis of Ore-Deposits. Second Edition. American Institute of Mining Engineers, New York, 1–187.
- PRUNER, P. – BOSÁK, P. 2001. Palaeomagnetic and magnetostratigraphic research of cave sediments: theoretical approach, and examples from Slovenia and Slovakia. *Proceedings, 13th International Congress of Speleology, volume 1, Brasilia*, 94–97.
- PRUNER, P. – BOSÁK, P. – KADLEC, J. – MAN, O. – TULIS, J. – NOVOTNÝ, L. 2002. Magnetostratigrafie sedimentární výplně IV. jaskynní úrovně ve Stratenské jaskyni. In Bella, P. (Ed.): *Výskum, ochrana a využívanie jaskýň*. Zborník referátov z 3. vedeckej konferencie, Stará Lesná 14. – 16. 11. 2001. SSJ, Liptovský Mikuláš, 50–57.
- PRUNER, P. – BOSÁK, P. – KADLEC, J. – VENHODOVÁ, D. – BELLA, P. 2000. Paleomagnetický výskum sedimentárných výplní vybraných jaskýň na Slovensku. In Bella, P. (Ed.): *Výskum, ochrana a využívanie jaskýň*. Zborník referátov z 2. vedeckej konferencie, Demänovská Dolina 16. – 19. 11. 1999. SSJ, Liptovský Mikuláš, 13–25.
- ROTH, Z. 1937. Vývoj jaskyně Domice. *Bratislava*, 11, 129–163.
- ROTH, Z. 1940a. Několik geomorfologických poznámek o Jihoslovenském krasu a o Šilické Lednici. *Rozpravy II. třídy České akademie*, 49 (1939), 8, Praha, 24 s.
- ROTH, Z. 1940b. Vývojový vztah jaskyně Baradel k jaskyni Domica v Jihoslovenském krase. *Věstník Královské české společnosti nauk, Praha*, 9 s.
- ROZLOŽNÍK, V. 1953. Objavy a problémy jaskýň Čiernej vyvieracky v Slovenskom krase. *Geografický časopis*, 5, 1–2, 86–89.
- RYŠAVÝ, P. 1955–56. Suchý žleb v Moravském krasu a jeho jaskyně. *Československý kras*, 8–9, 2–72.
- SAWICKI, L. S. 1909. Ein Beitrag zum geographischen Zyklus im Karst. *Geographische Zeitschrift*, 15, 4, 185–204 a 5, 259–281.
- SKRYBA, J. 1956. Geomorfologie jižního úpatí Královky hole (1943 m) – Šumiacký kras. *Sborník Československé společnosti zeměpisné*, 61, 3, 193–209.
- STARKEL, L. 1985. Trvanie a intenzita geomorfologických procesov vo vývoji reliéfu poľských Karpát. *Geografický časopis*, 37, 2–3, 268–276.
- STARKEL, L. 2011. Glacial-interglacial cycle in the formation of slopes and valleys floors in the Flysch Carpathians. In Hradecký, J. – Šilhán, K. (Eds.): *Book of Abstracts, Carpatho-Balkan-Dinaric Conference on Geomorphology, Ostrava, Czech Republic, 17 – 20 October 2011*. University of Ostrava, Faculty of Science, Ostrava, 56–57.
- SWEETING, M. M. 1950. Erosion cycles and limestone caverns in the Ingleborough District of Yorkshire. *Geographical Journal*, 124, 63–78.
- SWEETING, M. M. 1960. The caves of the Buchan area, Victoria, Australia. *Zeitschrift für Geomorphologie, NF, Suppl.* 2, 81–91.
- SWEETING, M. M. 1972. *Karst Landforms*. The MacMillan Press, London, 362 s.
- SWINNERTON, A. C. 1932. Origin of Limestone Caverns. *Geological Society of America Bulletin*, 43, 3, 663–694.
- ŠMÍDA, B. 2008. Jaskynný systém Mesačný tieň: prvotné poznatky z geológie, morfológie a genézy. *Slovenský kras*, 46, 1, 53–74.
- ŠTĚC, M. 1986. Jaskyňa mŕtvych netopierov. *Spravodaj Slovenskej speleologickej spoločnosti*, 17, 1–2, 29–32.
- ŠTĚC, M. 2000. Sprievodca Ďumberským vysokohorským krasom. *Jaskyňa mŕtvych netopierov*. 72 s.
- ŠTĚC, M. 2013. *Jaskyňa mŕtvych netopierov*. Ďumberský vysokohorský kras. 250 s.
- ŠTELCL, O. 1963. Jaskynní úrovně v severní části Moravského krasu. *Československý kras*, 14, 17–27.
- ŠTELCL, O. 1976. Česká krasová terminologie. *Československý kras*, 27 (1975), 7–19.
- TERRAY, M. 2003. Drienovská jaskyňa – výsledky posledných výskumov. *Spravodaj Slovenskej speleologickej spoločnosti*, 34, 4, 34–35.
- TRIMMEL, H. 1955. Höhlen und Niveaus. *Die Höhle*, 6, 5–8.
- TULIS, J. – NOVOTNÝ, L. 1989. Jaskynný systém Stratenskej jaskyne. *Osveta, Martin*, 464 s.
- VANDENBERGHE, J. 2003. Climate forcing of fluvial system development: an evolution of ideas. *Quaternary Science Reviews*, 22, 20, 2053–2060.
- VANDENBERGHE, J. 2008. The fluvial cycle at cold-warm-cold transitions in lowland regions: a refinement of theory. *Geomorphology*, 98, 275–284.
- VITÁSEK, F. 1922. Studie pliocenaenu v údolí Demänovky. *Sborník Státního geologického ústavu Československé republiky, sv. II (1921), díl 1, Praha*, 157–171.
- VITÁSEK, F. 1923a. Demänovská ledová jaskyně. *Časopis turistů*, 35, Praha, 161–166 a 193–200.
- VITÁSEK, F. 1923b. Zeměpisný obraz Demänovské doliny. In *Liptovský kras. Jaskyne Demänovského údolia. Zvláštny otisk z Prúdiv, 7, Bratislava – Liptovský Sv. Mikuláš*, 14–23.
- VOLKO-STAROHORSKÝ, J. 1925. Diluviálne náplavy v Jaskyni „Okne“ v Demänovskej doline (Liptov na Slovensku). *Věstník Státního geologického ústavu Československé republiky*, 1, 2, 1–11.
- VOLKO-STAROHORSKÝ, J. 1929. Zpráva o výskume Jasovskej jaskyne. *Sborník Muzeální slovenskej spoločnosti*, 23, 41–70.
- VOLKO-STAROHORSKÝ, J. 1930. Važecká jaskyňa (Liptov). *Příroda*, 23, 3–8 (zvláštný odtisk).
- VOLKO-STAROHORSKÝ, J. 1931. Geologické pomery okolia Važeckej jaskyne. *Věstník Státního geologického ústavu Československé republiky*, 7, 4–5, 1–12 (zvláštní odtisk).
- VOLKO-STAROHORSKÝ, J. 1935. Speleologia či jaskynoveda vzhľadom na Slovensko. *Muzeálna knižnica*, 12, Nákladom „Múzea slovenského krasu“, Liptovský Sv. Mikuláš, 156 s.
- VOLKO-STAROHORSKÝ, J. 1939. Štvrtovšie. Kvärtér či Anthropozoikum. *Muzeálna knižnica*, 17, Múzeum slovenského krasu, Liptovský Sv. Mikuláš, 176 s.
- VOLKO-STAROHORSKÝ, J. 1949. Geologická poloha Liptovského krasu na Slovensku. *Československý kras*, 2, 15–17.
- WAGNER, T. – FRITZ, H. – RODNIGHT, K. – NESTROY, O. – RODNIGHT, H. – HELLSTROM, J. – BENISCHKE, R. 2011. Correlations of cave levels, stream terraces and planation surfaces along the River Mur – Timing of landscape evolution along the eastern margin of the Alps. *Geomorphology*, 134, 1–2, 62–78.
- WARWICK, G. T. 1960. The effect of knick-point recession on the water-table and associated features in limestone regions, with special reference to England and Wales. *Zeitschrift für Geomorphologie, NF, Suppl.* 2, 92–99.
- WHITE, W. B. 1960. Terminations of Passages in Appalachian Caves as Evidence for a Shallow Phreatic Origin. *Bulletin of the National Speleological Society*, 22, 1, 43–53.
- WHITE, W. B. 1988. *Geomorphology and Hydrology of Karst Terrains*. Oxford University Press, Oxford – New York, 464 s.
- WHITE, W. B. – WHITE, E. L. 1974. Base-level control of underground drainage in the Potomac River Basin. In Rauch, H. W. – Warner, E. (Eds.): *Proceedings of the 4th Conference of Karst Geology and Hydrology*. Morgantown, West Virginia, Geological Survey, 41–53.
- WINKLEHNER, H. 1892. Salzvorkommen in Süd-Persien. *Oesterreichische Zeitschrift für Berg- und Hüttenwesen*, XL, 48, Wien, 579–583.
- ZACHAROV, M. 1985. Geomorfologické a geologické pomery nových priestorov Drienovskej jaskyne. *Spravodaj Slovenskej speleologickej spoločnosti*, 16, 1–2, 3–7.
- ZACHAROV, M. 2013. Nové poznatky z výskumu Drienovskej jaskyne. *Slovenský kras*, 51, 2, 111–120.
- ZAPLETAL, K. 1930. Morfológický vývoj země Moravskoslezské. *Československá vlastivěda, I, Příroda, Praha*, 47–57.
- ZAPLETAL, K. 1931–32. Geologie a petrografie země Moravskoslezské s ohledem na užitkovou ložiska. *Vlastivědné publikace moravskoslezské*, 1, Brno, 283 s.
- ZÖTL, J. 1960. Zur Frage der Niveaugebundenheit von Karstquellen und Höhlen. *Zeitschrift für Geomorphologie, NF, Suppl.* 2, 100–102.

VÝSLEDKY NOVÝCH STOPOVACÍCH SKÚŠOK NA LOKALITE PRIEPADLÁ (VAŽECKÝ KRAS)

Dagmar Haviarová

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

D. Haviarová: Results of new tracing tests in Priepadlá (Važec Karst)

Abstract: The paper describes basic characterization of the Priepadlá locality in Važec Karst and hydrological settings in its surrounding and summarizes results of two new tracing tests. The tracing tests were realised in 2015, with bacteriophages used as a tracer. The first tracing test with application of tracer to the stream in Priepadlá was realised during 20th – 23rd March 2015. The positive results of the test were recorded in three sites – the Teplica Resurgence in Važec, the Occasional Resurgence and the spring on the right bank of the Biely Váh River below the Teplica Resurgence. The time of the first detection of tracer was in the Teplica Resurgence and Occasional Resurgence after 24 hours with a higher amount of tracer in the Teplica Resurgence. The calculated average flow velocity of the sink waters based on the tracing test result was about 125 meters per hour (3.5 cm·s⁻¹). Compared with the older test (Droppa, 1962b), the flow velocity was slower. The second tracing test was realized during 25th – 29th June 2015. Application place was the underground stream in the Šoldovo Cave. The occasional resurgence was not active during the test. The positive result of the test was detected in the Teplica Resurgence and in the spring on the right bank of the Biely Váh River below the Teplica. The calculated average flow velocity of underground water was about 33 meters per hour (0.9 cm·s⁻¹). The tracing tests confirmed bifurcation of underground hydrological system and the general flow direction from the Priepadlá to the Teplica Resurgence. The tests show the possibility of existence of a karst channel under the Biely Váh riverbed as well.

Key words: Važec Karst, Priepadlá, tracing test, bacteriophages, ponor, Teplica Resurgence in Važec, spring, Biely Váh River, flow direction, underground stream

ÚVOD

Važecký kras známy verejnosti hlavne vďaka sprístupnenej Važeckej jaskyni patrí medzi významné krasové lokality Slovenska. Z hydrologického hľadiska je zaujímavý rozdielom medzi jeho lokálnou hydrologickou a hydrogeologickou rozvodnicou, ako aj faktom, že jeho východným okrajom prechádza hlavné európske rozvodie (prítoky rieky Poprad tečú na sever do Baltského mora a prítoky Váhu na juh do Čierneho mora). Hydrologickou pozoruhodnosťou Važeckého krasu je aj lokalita Priepadlá a jej podzemný hydrologický systém (Vitásek, 1930; Droppa, 1962a,b; Hanzel, 1974, 1977; Šalaga et al., 1985; Tereková, 1993; Bella a Holúbek, 1996; Haviarová, 2007).

Roku 2015 sa v rámci Plánu hlavných úloh Správy slovenských jaskýň zrealizovali v Priepadlách dve stopovacie skúšky. Impulzom na ich realizáciu bola stále nedoriešená otázka prepojenia ponárajúcich sa vôd na tejto lokalite s vodami pod Važeckou jaskyňou a potreba získania ďalších informácií o miestnom podzemnom hydrologickom systéme. Ešte v roku 1930 Vitásek pripúšťal, že vody z ponorov v Priepadlách vytekajú na povrch v Hlbokej a Šuňavskej doline. Tento predpoklad nepotvrdili výsledky zatiaľ jedinej stopovacej skúšky, ktorá sa v Priepadlách vykonala 6. 7. 1961 v rámci speleologického výskumu krasového fenoménu v okolí Važca realizovaného v rokoch 1960 – 1961 Geografickým ústavom SAV (Droppa, 1962b). Ako stopovač bola použitá kuchynská soľ, ktorej prítomnosť sa pomocou reakcie soli dusičnanu strieborného sledovala na všetkých prameňoch v Šuňavskej, Hlbokej, Murnej doline a vo vyvieracke Teplica, nachádzajúcej sa pod Važeckou jaskyňou. Pozitívna reakcia sa prejavila len na vyvieracke Teplica. Kuchynská soľ sa z Priepa-

diel vo vyvieracke objavila po 14 hodinách od jej aplikácie a trvala 3 hodiny. Úvahy o prepojení s ostatnými prameňmi v blízkosti Teplice boli až do roku 2015 len hypotetické, bez podloženia relevantnými dôkazmi. Opierali sa hlavne o výsledky spektrálnej analýzy stopových prvkov vôd, ktoré potvrdili prítomnosť Ag vo vodách Priepadiel, rovnako vo vodách vyvieracky Teplica a prameňa na pravom brehu Bieleho Váhu pri Važci. Ag nebolo zistené vo vodách prameňov v povodí Čierneho Váhu, kde sa v minulosti predpokladala už spomínaná kontinuita s vodami z Priepadiel (Hanzel, 1977).

Obidve nové stopovacie skúšky boli riešené ako čiastkové úlohy v rámci projektu Štrukturálnych fondov (ŠF) s názvom „Výpracovanie programov starostlivosti o vybrané jaskyne“ realizovaného v období 9/2013 – 12/2015, spolufinancovaného z Európskeho fondu regionálneho rozvoja v rámci Operačného programu Životné prostredie, prioritynej osi Ochrana a regenerácia prírodného prostredia a krajiny. Riešiteľom úlohy, ako aj realizujúcou organizáciou celého projektu bola Štátna ochrana prírody SR, Správa slovenských jaskýň v Liptovskom Mikuláši.

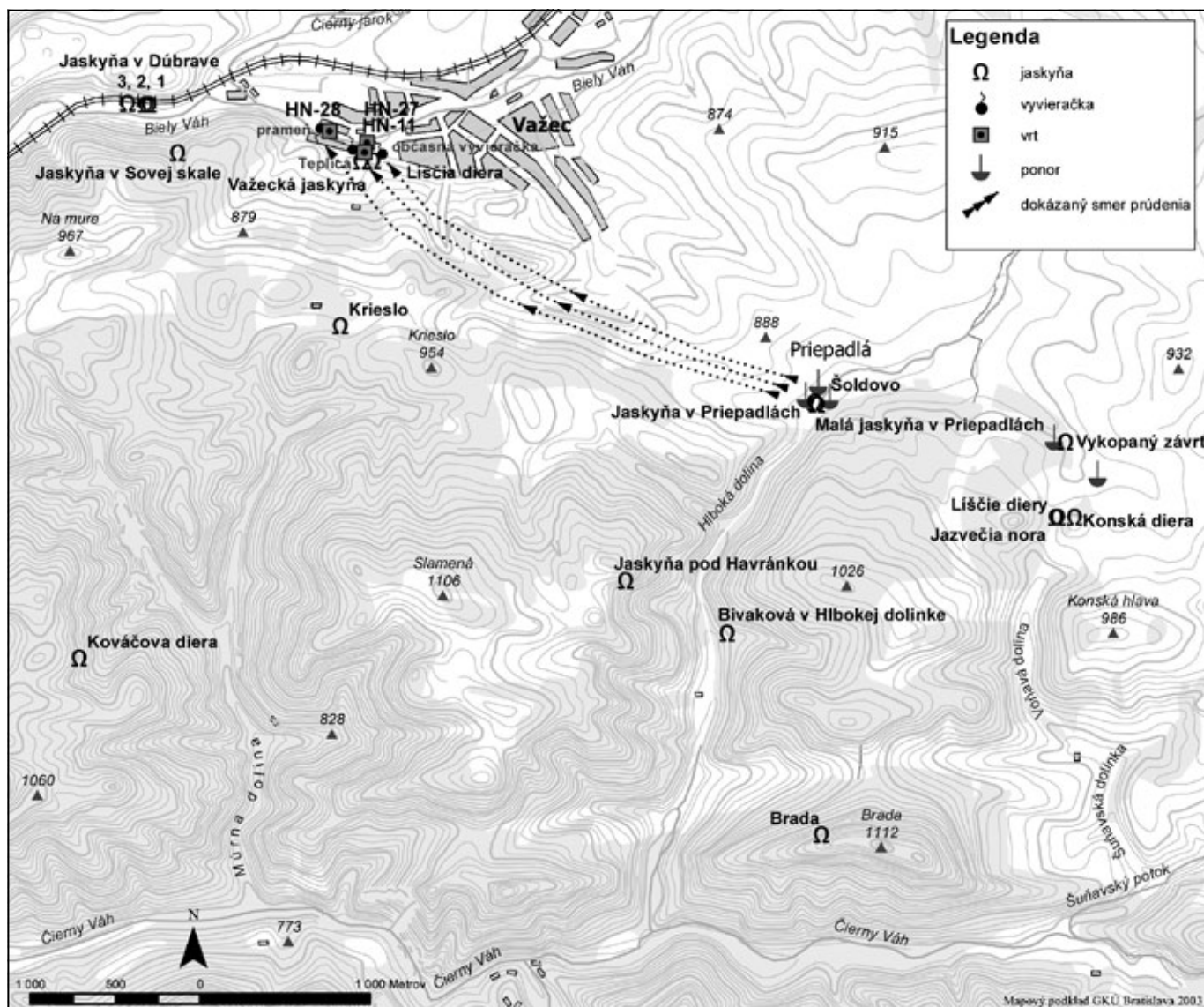
VAŽECKÝ KRAS A PRIEPADLÁ

Važecký kras sa rozprestiera na ploche cca 30 km² (Droppa, 1962a,b), na styku Hybianskej pahorkatiny Liptovskej kotliny a Važeckého chrbta geomorfologického celku Kozích chrbtov, medzi Bielym Váhom na severe a Čiernym Váhom na juhu. Zo západu je ohraničený krasovou plošinou Mury s Rumanovou dolinou, východná časť zasahuje až za kótu Kanskej hlavy (985 m n. m.). Územie Važeckého chrbta budujú mezozoické karbonátové horniny bocianskeho čiastkového príkrovu

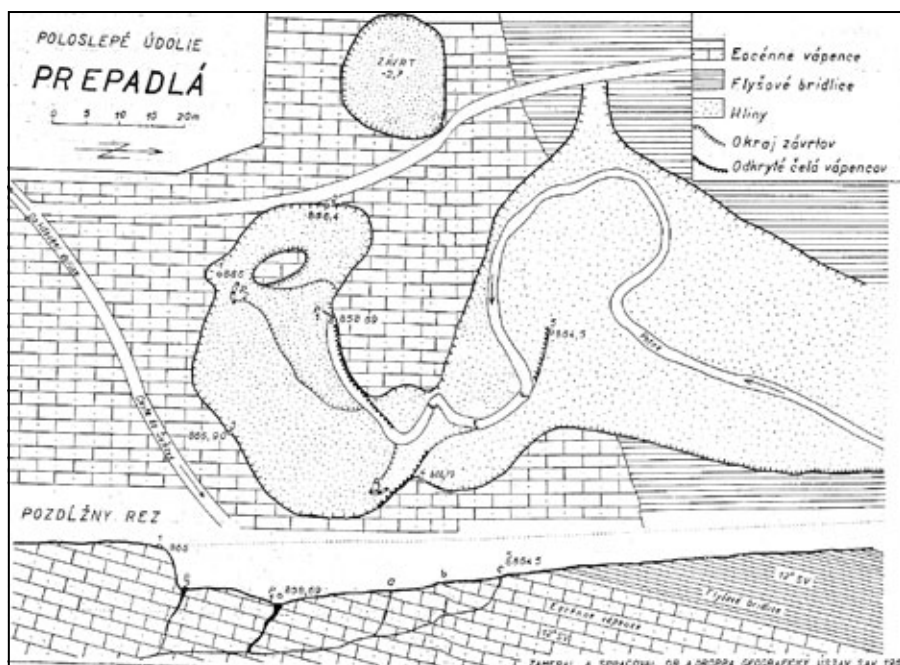
hronika. Liptovskú kotlinu tvorí výplň centrálnokarpatskej paleogénnej panvy, označovanej ako podtatranská skupina (Vlček, 2007). Z geomorfologickej stránky charakterizuje povrch krasu vysokopoložená plošina, ktorú rozrezávajú hlboké údolia (Droppa, 1962b). Súčasťou Važeckého krasu je viacero krasových foriem na povrchu aj v podzemí, vrátane závrto, jaskýň, ponorov (obr. 1).

Medzi významný krasový a hydrologický fenomén Važeckého krasu patrí lokalita Priepadlá. Podľa geologickej mapy M 1 : 50 000 (Biely et al., 1992) sa Priepadlá nachádzajú na kontakte gutensteinských vrstiev stredného triasu s paleogénnymi členmi borovského súvrstvia (brekciami, zlepcami, pieskovicami, ílovcami a vápencami). Ide o poloslepé údolie ležiace juhovýchodne od Važca, pred vstupom do Hlbokej doliny. Priepadlá sa vytvorili z ponorového závrta, ktorý vplyvom prehĺbenia jeho prítokovej ryhy na spôsob údolia stratil charakter závrta a pretvoril sa na poloslepé údolie (Droppa, 1962a) (obr. 2). Záver údolia tvorí ponorová depresia s dĺžkou 44 m a šírkou 22 m. Severovýchodný okraj depresie je prerazaný 5 m hlbokým údolím, ktorým preteká stály tok ponárajúci sa na viacerých miestach (Droppa, 1962a). Najväčším z aktívnych ponorov je otvorený ponor, ktorý plní zároveň funkciu vchodu do Jaskyne v Priepadlách. Ponor spomínal už F. Havránek vo svojej monografii venovanej Važeckej jaskyni a okolitému krasu (Havránek, 1935). V monografii je zároveň uvedené, že k Priepadlám sa viaže aj najstaršia písomná zmienka o Važeckom krase z roku 1735, nachádzajúca sa v zemepisnom diele M. Bela Notitia Hungariae novae.

Jaskyňa v Priepadlách predstavuje 60 m dlhú, 30 m hlbokú ponorovú fluviokrasovú jaskyňu s aktívnym vodným tokom, vedenú v Národnej databáze jaskýň pod číslom 2414.



Obr. 1. Situačná mapa územia. Spracoval P. Gažík
Fig. 1. Situation map. Compiled by P. Gažík



Obr. 2. Poloslepé údolie Priepadlá podľa Droppu (1962a), detail
Fig. 2. Priepadlá semi-blind valley according to Droppa (1962a), detail

Vchod do jaskyne leží v nadmorskej výške 858 m. Podľa Bellu a Holúbeka (1996) sa podzemné priestory jaskyne odkryli v roku 1962 sondážnymi prácami speleologickej prieskumnej skupiny Turista, n. p., pod vedením J. Majka. Skupina prieskumníkov vtedy prenikla do jaskyne s hĺbkou 25 m (Majko, 1970). Vchod do jaskyne bol neskôr zahádzaný a otvorili ho až začiatkom osemdesiatych rokov minulého storočia počas ďalších speleologických prác. Jaskyňa vznikla činnosťou ponorných vôd, genézu väčšiny jej priestorov predurčila tektonická porucha V-Z smeru so sklonom 80° na J (Bella a Holúbek, 1996). V jaskyni dominujú úzke priestory, len miestami rozšírené do siení, so sporadickým výskytom sintrovej výzdoby. Morfológicky ide o sústavu menších kaskád prepojených horizontálnymi úsekmi (Bella a Holúbek, 1996). Geológii a tektonickým pomerom jaskyne sa venoval Vlček (2007), ktorý spája väčšinu priestorov v jaskyni s výskytom súboru litologicky pestrých hornín borovského súvrstvia a z hĺbky 14 m opisuje transgresívny kontakt týchto hornín s podloženým gutensteinským súvrstvom hronika. Malé, slabé vyvinuté priestory jaskyne podmieňuje aj charakterom geologického prostredia, keďže klastické karbonáty, pieskovce a zlepenec,



Obr. 3. Vchod do jaskyne Šoldovo.

Foto: D. Haviarová

Fig. 3. Šoldovo Cave entrance. Photo: D. Haviarová

v ktorých sa tieto priestory nachádzajú, sa vyznačujú vyššou odolnosťou voči krasovateniu. Snahy jaskyniarov o objavenie pokračovania jaskyne boli zatiaľ neúspešné, a tak nepoznáme ani ďalšie priestory, do ktorých odteká ponárajúca sa voda.

Druhou jaskyňou s vodným tokom v Prieпадlách je jaskyňa Šoldovo (obr. 3). Podľa Národnej databázy jaskýň ide o 102 m dlhú, 51 m hlbokú fluviokrasovú jaskyňu (registračné číslo jaskyne 4536). Vchod do jaskyne, respektíve priepasti leží v nadmorskej výške 865 m. Zabezpečený je pevným kovovým uzáverom. Priepasť objavila v roku 2003 po predchádzajúcom speleologickom prieskume skupina jaskyniarov: Z. Hochmuth, J. Kovalik, I. Pap, Z. Jurik a P. Holúbek (Holúbek a Hochmuth, 2003). Svoj názov dostala podľa zaniknutej obce medzi Važcom a Štrbou. Na rozdiel od Jaskyne v Prieпадlách preteká podzemný tok len jej najspodnejšími časťami. Podľa miestnych jaskyniarov sa pri vyšších vodných stavoch jaskyňa sčasti zaplavuje vodou, čo predstavuje výrazné riziko pri jej prieskume. Jaskyňa zatiaľ nebola podrobnejšie opisovaná. Stručne sa jej geológii venuje Vlček (2007), podľa ktorého je dominantná časť priestorov jaskyne vytvorená v horninách gutensteinského súvrstvia, len malá prípoверхová zóna v oblasti vchodu je budovaná karbonatickými pieskovicami a zlepcami borovského súvrstvia.

DOTERAJŠIE POZNATKY O PODZEMNOM HYDROLOGICKOM SYSTÉME V PRIEPADLÁCH A HYDROGEOLOGICKÝCH POMEROCH NAJBLIŽŠIEHO OKOLIA

Alochtónne povrchové vody pritekajú do poloslepého údolia Prieпадlá, kde sa pri kontakte s vápencami strácajú v podzemí. Vody do podzemia prestupujú cez tri hlavné ponory, ktoré sú aktívne v závislosti od veľkosti prietokov ponárajúceho sa toku. Najväčším je už vyššie spomínaný otvorený ponor, kto-



Obr. 4. Ponorový vchod do Jaskyne v Prieпадlách: A – marec 2015, B – jún 2015. Foto: D. Haviarová

Fig. 4. The ponor entrance to the Jaskyňa v Prieпадlách Cave: A – March 2015, B – June 2015.

Photo: D. Haviarová

rý je zároveň vchodom do Jaskyne v Prieпадlách (obr. 4). Voda sa okrem hlavných ponorov tratí do podzemia aj v niekoľkých menších ponoroch ležiacich na trase pritekajúceho toku. Tie je možné identifikovať len počas veľmi nízkych stavov prietokov, keď sa povrchové vody strácajú už na horninovom kontakte ílovcov a vápencov cca 10 m SV od najväčšieho ponoru a zvyšná časť ponorového závrťu ostáva suchá. A. Droppa (1962a) uvádza prietok ponárajúceho sa toku od $5 \text{ l}\cdot\text{s}^{-1}$ počas leta až po 80 až $100 \text{ l}\cdot\text{s}^{-1}$ pri jarnom topení snehu alebo pri silných zrážkach. Pri veľmi rýchlom zvýšení vodného stavu a čiastočnom upchatí ponorov rôznymi naplaveninami ponory nestačia pohltiť všetku vodu a tá postupne naplňa celý hlavný ponorový závrť. Podľa Droppu (1962a) v minulosti voda po výdatných dažďoch alebo počas topenia snehu nestihala odtekať do podzemia, zaplnila poloslepé údolie až po okraj a z neho vytekala ďalej do Hlbokej doliny.



Obr. 5. Vyvierka Teplica vo Važci, marec 2015. Foto: D. Haviarová

Fig. 5. The Teplica Resurgence in Važec, March 2015. Photo: D. Haviarová



Za výverovú oblasť ponárajúcich sa vôd v Prieпадlách sa na základe doterajších poznatkov považuje územie pod Važeckou jaskyňou, kde sa nachádza vyvierka Teplica a Občasná vyvierka. Teplica, nazývaná ľudovo Varvas (odvodené od „Warmwasser“, t. j. teplá voda), leží tesne nad ľavým brehom Bieleho Váhu. Ide o plošný výver, kde voda vyvierá pod tlakom a odteká priamo do Bieleho Váhu (obr. 5). Výdatnosť vyvierky Teplica sledoval Slovenský hydrometeorologický ústav (ďalej len SHMÚ) s krokom merania 7 dní v období rokov 1979 – 1993. Podľa spracovaných výsledkov z týchto meraní sa výdatnosť vyvierky pohybuje od $10,4$ do $320 \text{ l}\cdot\text{s}^{-1}$, s priemernou výdatnosťou $77 \text{ l}\cdot\text{s}^{-1}$, s najvyššími výdatnosťami v apríli, najnižšími vo februári (Haviarová, 2007). Vzhľadom na krok merania výdatností môžeme na vyvierke predpokladať aj vyššie maximá. Vyvierka patrí do skupiny krasových prameňov s pomerne veľkým rozkyvom výdatností. Podľa analýz čiar vyprázdňovania



Obr. 6. Občasná vyvierka, marec 2015.

Foto: D. Haviarová

Fig. 6. Occasional resurgence, March 2015. Photo: D. Haviarová

(Šalaga et al., 1985) boli na Teplici charakterizované dva rôzne spôsoby vyprázdňovania, závislé od trvania a intenzity doplnovania zásob podzemných vôd v komplexe. Prvú skupinu čiar charakterizujú dva laminárne subrežimy v obdobiach krátkodobých intenzívnych zrážok. Druhá skupina čiar vyprázdňovania je charakteristická pre obdobie po doplnení zásob podzemnej vody z jarného topenia snehu alebo dlhotrvajúcich zrážok. Vyššie hodnoty koeficientov vyprázdňovania poukazujú na rýchlejšie vyprázdňovanie štruktúry najmä v prvej fáze, keď je odtok podzemnej vody viazaný na krasové kanály a otvorené pukliny.

Občasná vyvierajúca (obr. 6) je aktívna len v čase topenia snehu, prípadne v čase dlhodobějších intenzívnych zrážok. Jej výdatnosti neboli podrobnejšie monitorované. Podľa A. Droppu (1962b) dosahuje výdatnosť až $20 \text{ l}\cdot\text{s}^{-1}$. Droppa zároveň predpokladá jej hydrologický súvis s vodami vyvierajúcej Teplice. Menší výver podzemných vôd pod jaskyňou sa nachádza aj na pravom brehu Bieleho Váhu, cca 200 m dolu tokom od vyvierajúcej Teplice (obr. 7). Prameň je upravený ako studnička, v minulosti sa využíval ako lokálny zdroj pitnej vody. Šalaga et al. (1985) uvádza jeho výdatnosť na cca $5,0 \text{ l}\cdot\text{s}^{-1}$, Droppa (1962b) spomína údaj výdatnosti z 5. 4. 1961 cca $10 \text{ l}\cdot\text{s}^{-1}$. V čase našich pozorovaní bola výdatnosť prameňa 1 až $4 \text{ l}\cdot\text{s}^{-1}$. Počas rekognoskácie terénu sme nad prameňom objavili ešte jeden menší výver na samom okraji brehu Bieleho Váhu s výdatnosťou do $1 \text{ l}\cdot\text{s}^{-1}$. Podľa Šalagu et al. (1985) bol pri prameni v rámci vyhládavacieho hydrogeologického prieskumu SV časti mezozoika Nízkych Tatier vyhlbený 40,0 m hlboký prieskumný vrt HN-28, ktorý navráta krasovú dutinu v intervale 32 – 37 m, čiastočne vyplnenú riečnym pieskom. Čerpacou skúškou na vrte bola overená maximálna výdatnosť vrtu $19,0 \text{ l}\cdot\text{s}^{-1}$ pri znížení 6,0 m. Naopak dvomi prieskumnými vrtmi (HN-11, HN-27) pri vyvierajúcej Teplice s hĺbkou 100 a 101 m v geologickom prostredí vápencov (HN-11, HN-27) a dolomitov (HN-27), realizovanými v rámci rovnakej úlohy, sa nepodarilo navrátať krasový kanál privádzajúci vodu do vyvierajúcej z krasového systému.

Z hľadiska porovnania chemického zloženia vôd Teplice a prameňa na pravom brehu Bieleho Váhu (Šalaga et al., 1985) sú tieto vývery podobné, prameň má však ustálenejšie chemické zloženie. Tiež bola preukázaná zhoda mineralizácie a chemického zloženia vôd medzi prameňom a vrtom HN-28, čo naznačovalo ich priamy súvis. Naopak vrty pri Teplici boli v porovnaní s vyvierajúcou vyššie mineralizované. Autori výskumu tiež konštatujú, že chemické zloženie vôd Bieleho Váhu je veľmi odlišné od chemického zloženia vôd uvedených vrtov a prameňov, čo dokumentuje, že Biely Váh neovplyvňuje vody opisovaných zdrojov.

Podľa Hanzela (1977) je Važecký kras súčasťou važecko-svarinského komplexu karbonátov, ktorý odvodňujú sústredené pramene na styku s nepriepustnými nadložnými lunzskými vrstvami, resp. flyšovým súvrstvom paleogénu v povodí Bieleho Váhu. Vody z ponorov v Prieпадlách predstavujú iba 7 až 25 % z celkového množstva vôd vyvierajúcich vo



Obr. 7. Prameň na pravej strane Bieleho Váhu pod vyvierajúcou Teplicou, marec 2015. Foto: D. Haviarová
Fig. 7. Spring on the right bank of the Biely Váh below Teplica Resurgence, March 2015. Photo: D. Haviarová

vyvierajúcej Teplice pod Važeckou jaskyňou, označovanej za najvýznamnejší výver karbonátového komplexu. Podľa našich meraní sa za zvýšených stavov tento podiel zvyšuje v prospech Prieпадiel. Ďalšia časť vôd pochádza podľa V. Hanzela zo strednotriasových karbonátov krasovej planiny Krieslo. Tento predpoklad opisoval už Droppa (1962a,b), ktorý konštatoval, že Teplica je dotovaná aj vodami z krasovej plošiny Krieslo a Mury, ktoré síce majú povrchový sklon do údolia Čierneho Váhu, podľa sklonu vápencových a dolomitových vrstiev smerom na sever sú však v podzemí odvodňované do údolia Bieleho Váhu. Nepomer v objeme ponárajúcich sa vôd v Prieпадlách a celkovom objeme vôd vyvierajúcich pod Važeckou jaskyňou na základe vlastných pozorovaní uvádza aj Haviarová (2007). Zároveň udáva, že chemické analýzy vôd v Prieпадlách a vyvierajúcej Teplice za obdobie 2004 – 2006 preukázali rozdiely v ich celkovej mineralizácii. V čase nízkych vodných stavov sú hodnoty mineralizácie vôd vyššie v Prieпадlách, v čase vysokých vodných stavov sú vyššie vo vyvierajúcej. Pri vyšších vodných stavoch sa tak do podzemného systému dostávajú pravdepodobne vo väčšom množstve vody s vyššou mineralizáciou, pochádzajúce z prostredia karbonátov krasových plošín Mury a Kriesla. Pri nízkych stavoch systém viac ovplyvňujú vody s nižšou mineralizáciou.

METODIKA PRÁCE

V Prieпадlách sa v rámci riešenia úlohy naplánovali dve nezávislé stopovacie skúšky s rozdielnym miestom aplikácie. Limitujúcim faktorom skúšok boli vhodné hydrologické pomery a časové obmedzenie projektu, v rámci ktorého museli byť skúšky vykonané. V prvom prípade sa stopovacia látka aplikovala do povrchového toku pritekajúceho do Prieпадiel. Pri druhej skúške sa stopovač aplikoval v jaskyni Šoldovo priamo do podzemného toku. Za odberné miesta bola v prvom prípade zvolená vyvierajúca Teplica, občasná vyvierajúca, prameň na pravej strane Bieleho Váhu a vody Bieleho Váhu nad vyvierajúcou. V druhom prípade sa odbery vykonali z Teplice, obidvoch prameňov na pravom brehu Bieleho Váhu, z Bieleho Váhu nad Teplicou a príležitostne aj z Váhu nad prameňom.

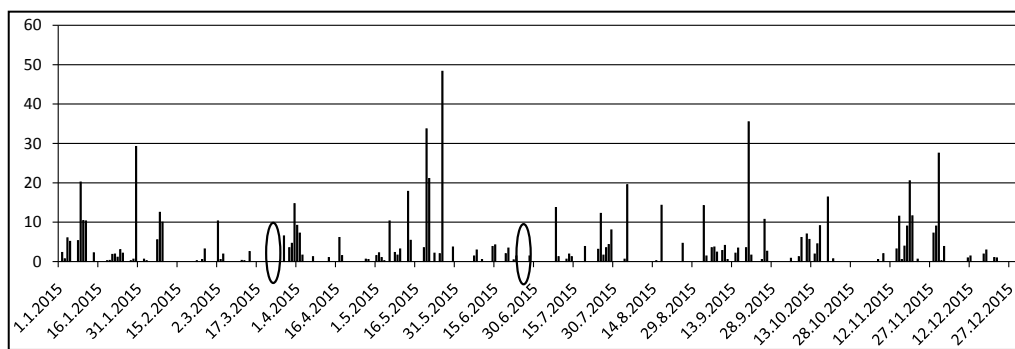
Ako stopovač sa použila fágová suspenzia bakteriofága H40/1 s početnosťou fágov

10^{12} na mililitr suspenzie. Hostiteľským kmeňom tohto bakteriofága je pôvodcom morská baktéria *Pseudoalteromonas gracilis*. Baktérie *Pseudoalteromonas gracilis* sa kultivovali v médiu SWB (Sea Water Broth) o zložení Bacto Tryptone Peptone a morská soľ. Fágová suspenzia sa pripravovala zo 4 litrov SWB média, ktoré sa inokulovali 4 mililitrami nočnej kultúry *Pseudoalteromonas gracilis* a 4 mililitrami fágovej suspenzie bakteriofága H40/1. Takto pripravená zmes sa inkubovala pri izbovej teplote 24 hodín za výdatnej aerácie. Pri stanovení početnosti fágov v odobratých vzorkách sa k 1 mililitru vzorky vody pridalo 100 μl čerstvo pripravenej kultúry *Pseudoalteromonas gracilis* a zmes sa inkubovala 15 minút pri izbovej teplote. Po tejto dobe sa rovnomerne

naniesla na povrch kultivačnej platne s SWA médiom a prekryla sa 4 mililitrami „soft“ SWA agaru (SWB médiom s prídavkom 6 gramov agaru na liter média). Po stuhnutí média sa platne inkubovali pri izbovej teplote počas 24 hodín. Prítomnosť fágov sa prejavila ako jasne viditeľné zóny prejasnenia (plaky) na súvislej vrstve rastúcich baktérií. Pri každej analýze sa použil kmeň *Pseudoalteromonas gracilis* bez pridania bakteriofágov ako negatívna kontrola a ten istý kmeň s prídavkom 10^3 fágových častíc H40/1 ako pozitívna kontrola. Všetky experimenty sa opakovali minimálne dva razy. V prípade detegovania vysokého počtu bakteriofágových častíc (viac ako 250 častíc na ml) sa v opakovaných analýzach použilo len 100 μl vzorky (Pristaš, 2015a, b). Vlastná fágová suspenzia sa pripravila v laboratórnych podmienkach v dostatočnom predstihu pred vlastnou realizáciou skúšky. Prítomnosť fágov vo vode sa zisťovala z odoberaných vzoriek vody, ktoré boli po ukončení každej skúšky odovzdané naraz do laboratória. Na odbery sa použili jednorazové plastové skúmavky s objemom 15 ml. Až do vlastných laboratórnych analýz sa vzorky uskladňovali v chlade a tme. Odbery sa vykonali podľa naplánovaného harmonogramu, ktorý vychádzal z predpokladanej rýchlosti prúdenia a očakávaného času objavenia sa stopovača na lokalite. Počas stopovacej skúšky sa v mieste aplikácie a na jednotlivých odberných miestach vykonali merania elektrickej vodivosti (EC) a teploty vody prenosným prístrojom firmy WTW LF 323 s elektródou TetraCon^R325. Hydro-metrickou vrtulou firmy OTT C2 sa stanovili prietoky v Prieпадlách a výdatnosti Teplice a Občasnej vyvierajúcej.

HYDROLOGICKÉ A ZRÁŽKOVÉ POMERY V ROKU 2015

Podľa výsledkov meraní denných zrážkových úhrnov SHMÚ na stanici Važec spadlo v záujmovom území v priebehu roka 2015 750,1 mm zrážok, čo predstavuje 96 % dlhodobého normálu (prepočítaného za obdobie 1981 – 2014). Rozdelenie zrážkových úhrnov bolo v jednotlivých mesiacoch nepravidelné. Vysoké zrážkové úhrny sa zaznamenali v januári, v máji, v septembri a v novembri. Rok 2015 sa vo Važci zapísal aj nečakanou prívodnou povodňou dňa 26. mája, keď v priebe-



Obr. 8. Priebeh zrážok na stanici Važec za rok 2015 s vyznačením realizácie stopovacích skúšok
Fig. 8. Course of precipitation in the Važec station during 2015 with marking of tracing tests realization

Tab. 1. Výsledky terénnych meraní mernej elektrickej vodivosti (EC), teploty vody a výdatnosti počas stopovacích skúšok
Tab. 1. Field measuring results of specific electric conductivity (EC), water temperature and discharge during tracing tests

		Teplica	Občasná vyvierajúčka	prameň 1	prameň 2	Biely Váh nad Teplicou	Biely Váh pod Teplicou	Šoldovo	potok v Prieпадlách	vonkajšia teplota vzduchu
21. 3. 2015	EC ($\mu\text{S}/\text{cm}$)	331,0	335,0	333,0		243,0			311,0	
	t ($^{\circ}\text{C}$)	3,7	3,7	4,0		4,6			0,1	5,0
20. 3. 2015	Q (l/s)	180,0	27,0	4,0	1,0				116,0	
25. 6. 2015	EC ($\mu\text{S}/\text{cm}$)	475,0		472,0	472,0	89,0	129,0	542,0	539,0	
	t ($^{\circ}\text{C}$)	6,7		6,5	6,5	11,9	10,8		12,5	19,0
	Q (l/s)	98,0	0,0	2,0	1,0			2,0	3,0	

hu 24 hodín spadlo v území 48,3 mm zrážok, následkom ktorých sa vybrežila voda z troch tamojších potokov a zatopila viaceré objekty v dedine. Nízke zrážkové úhrny počas roka 2015 boli vo februári, apríli, júni a v decembri. Zrážková činnosť počas prvej stopovacej skúšky aj tesne pred ňou bola nulová, druhej stopovacej skúške predchádzala slabšia zrážková činnosť (obr. 8).

Ako vodný rok je hodnotená hydrologická situácia na Bielom Váhu v roku 2015 (vodnosť vyššia ako 110 %) (Škoda et al., 2016). Prietoky povrchového toku v Prieпадlách nevieme objektívne zhodnotiť ani porovnať z dlhodobého hľadiska, keďže sa na tejto lokalite nerobili v minulosti žiadne podrobnejšie merania. Porovnať vieme len prietoky v rámci jednotlivých skúšok, rozdiel ktorých bol väčší ako $110 \text{ l}\cdot\text{s}^{-1}$ v prospech marcových prietokov. Rovnako vieme povedať, že nameraný prietok počas prvej stopovacej skúšky $116 \text{ l}\cdot\text{s}^{-1}$ patrí v Prieпадlách k tým vyšším stavom, v roku 2015 bol výraznejšie prekročený len koncom mája. Naopak prietoky v čase druhej stopovacej skúšky (cca $3 \text{ l}\cdot\text{s}^{-1}$) patria do skupiny nízkych prietokov. Takéto nízke prietoky sú v Prieпадlách časté v posledných rokoch počas letných mesiacov ako dôsledok deficitu zrážok a vysokej teploty vzduchu.

Podľa Slivovej a Kullmana (2016) patrila zima 2014/2015 medzi 5 najteplejších zím od polovice 20. storočia. Úroveň hladín podzemných vôd v sondách a výdatnosti prameňov zodpovedali dlhodobému referenčnému obdobiu (1981 – 2010). Generalizovane je hydrologický rok 2015 z pohľadu doplnenia a vyprázdňovania hydrogeologických štruktúr vnímaný ako rok s nárastom hladín podzemných vôd a výdatností prameňov od novembra 2014 do februára 2015, resp. až apríla, postupným poklesom do septembra a následne ich opätovným pozvoľným doplnením, čo zodpovedá aj našim pozorovaniam v záujmovom území.

V súčasnosti ani jeden z výverov zahrnutých medzi odborné miesta stopovacích skúšok nie je súčasťou pozorovacej siete SHMÚ. K dispozícii tak máme z roku 2015 len vlastné merania výdatností na predmetných lokalitách vykonaných jednorazovo na účely stopovacích skúšok (tab. 1).

VÝSLEDKY STOPOVACÍCH SKÚŠOK

I. STOPOVACIA SKÚŠKA

Prvá stopovacia skúška sa vykonala 20. – 23. 3. 2015, v čase pre takúto skúšku ideálnych hydrologických pomerov, keď sa vplyvom topenia snehu aktivovala aj občasná vyvierajúčka pod Važeckou jaskyňou. Miestom aplikácie bol povrchový tok v Prieпадlách, do ktorého sa 20. 3. 2015 o 8:45 vylialo 8 litrov fágovej suspenzie. V čase stopovacej skúšky boli aktívne všetky zóny Prieпадiel (obr. 9). S prvými odbermi vzoriek vody sa začalo o 10:00 h s hlavnými odbernými miestami na vyvierajúčke Teplica, Občasnej vyvierajúčke, prameni na pravej strane Bieleho Váhu a vodami Bieleho Váhu nad Teplicou. Počas prvých 24 hodín prevládala 30-minútový interval odberov, ktorý sa neskôr predĺžil na hodinový, resp. 2-hodinový. Podľa výsledkov hydrometrovacích prác vykonaných 20. 3. 2015 bol prietok povrchového toku v Prieпадlách $116 \text{ l}\cdot\text{s}^{-1}$. Výdatnosť Teplice bola $180 \text{ l}\cdot\text{s}^{-1}$ a Občasnej vyvierajúčky $27 \text{ l}\cdot\text{s}^{-1}$. Hodnoty mernej elektrickej vodivosti vôd na všetkých prameňoch/vyvierajúčkách boli veľmi podobné. Rovnaká bola aj teplota vody Teplice a Občasnej vyvierajúčky, teplota prameňa na pravej strane Bieleho Váhu bola o niečo vyššia (tab. 1).

Prvý pozitívny výsledok stopovacej skúšky sa zaznamenal súčasne po cca 24 hodinách od jej začiatku na vyvierajúčke Teplica aj Občasnej vyvierajúčke. Početnosť detegovaných fágových častíc (pfu) vo vzorkách zatiaľ neboli vysoké, v prípade Teplice to bolo 51 pfu na 1 mililiter vzorky a pri Občasnej vyvierajúčke len 3 pfu na 1 mililiter vzorky. Maximum stopovača sa detegoval vo vzorkách na druhý deň od aplikácie v popoludňajších hodinách, t. j. cca po 32 hodinách. Početnosť fágov vo vzorkách odobratých 23. 3. 2015 už bola opäť nízka, pohybovala sa v rozpätí 2 až 6 pfu na 1 mililiter vzorky. Pozitívny výsledok stopovacej skúšky sa zistil aj v prípade prameňa na pravom brehu Bieleho Váhu s prvým pozitívnym výsledkom v rámci odberu 21. 3. 2015 o 13:00 h (predchádzajúci odber 21. 3. 2015 o 8:00 h bol negatívny). Odberným miestom s negatívnym výsledkom počas celej doby trvania skúšky bol Biely Váh nad prítokom Teplice aj Občasnej vyvierajúčky do jeho koryta.

II. STOPOVACIA SKÚŠKA

Druhá stopovacia skúška sa vykonala 25. až 29. 6. 2015. Jej hlavným cieľom bolo preukázať možné prepojenie podzemného toku v jaskyni Šoldovo s podzemným hydrologickým systémom vystupujúcim na povrch vo vyvierajúčke Teplica. Občasná vyvierajúčka bola v čase stopovacej skúšky suchá. Miestom aplikácie bol v tomto prípade podzemný tok v jaskyni Šoldovo s odhadovaným prietokom $2 \text{ l}\cdot\text{s}^{-1}$. Hlavnými odbernými miestami bola vyvierajúčka Teplica, prameň na pravej strane Bieleho Váhu a Biely Váh nad prítokom vôd z Teplice. Niektoré ďalšie odbery sa vykonali aj na druhom prameni na pravej strane Bieleho Váhu. Hlavné ponory v Prieпадlách boli v čase stopovacej skúšky suché, do ponorovej zóny dotekali vody v prietokovom množstve do $3 \text{ l}\cdot\text{s}^{-1}$, ktoré sa postupne strácali ešte pred hlavnými ponormi na začiatku ponorového závrhu (obr. 10). Výdatnosť Teplice meraná



Obr. 9. Prieпадlá v čase prvej stopovacej skúšky v marci 2015.
Foto: D. Haviarová
Fig. 9. Prieпадlá during the first tracing test in March, 2015.
Photo: D. Haviarová

27. 6. 2015 bola 98 l s^{-1} , výdatnosť prameňa na pravej strane Váhu sa pohybovala do 2 l s^{-1} . Hodnoty EC na prameni a vyvieracke Teplica boli takmer totožné (tab. 1). Ani medzi hodnotami EC povrchového toku v Prieпадlách a podzemného toku v Šoldove sa nezistili výraznejšie rozdiely.

Začiatok stopovacej skúšky bol spojený s aplikáciou 8 l fágovej suspenzie 25. 6. 2015 o 10:00 h v jaskyni Šoldovo (obr. 11). Odbery sa od tohto okamžiku vykonávali priebežne v hodinovom a dvojhodinovom intervale s posledným odberom 27. 6. 2015 o 19:00 h. Dva kontrolné odbery sa zrealizovali ešte 28. 6. 2015, posledný odber 29. 6. 2015 o 10:30 h. Po tomto odbere sa

všetky odobraté vzorky transportovali do biologického laboratória v Košiciach. Laboratórne výsledky ukázali, že jediné pozitívne vzorky pochádzali z posledného odberu z vyvieracky Teplica a z prameňa na pravom brehu Bieleho Váhu. Pozitívny výsledok skúšky sa tak na týchto odberných miestach preukázal na štvrtý deň od aplikácie stopovača. Počty detegovateľných fágov vo vzorkách boli pomerne nízke, v Teplici to bolo 15 pfu na 1 mililiter vzorky a v prameni 40 pfu na 1 mililiter vzorky. Ďalšie vzorky sa na lokalite už neodoberali, čo znemožnilo definovať konkrétnejší priebeh stopovača na jednotlivých odberných miestach.

DISKUSIA A ZÁVER

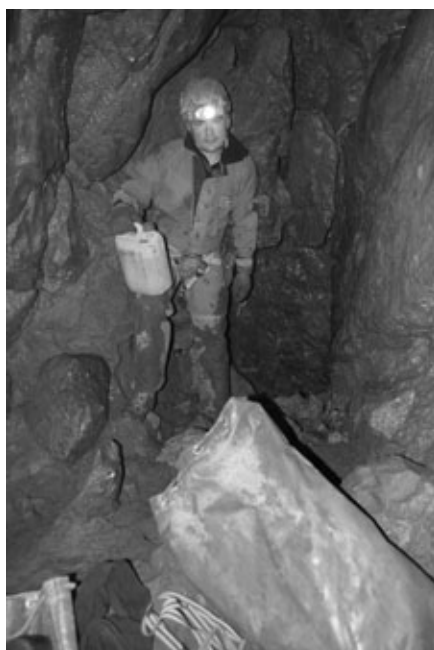
Predložený príspevok sumarizuje poznatky a informácie starších literárnych zdrojov venovaných Prieпадlám, ich hydrologickým pomerom a zároveň prináša výsledky získané na základe realizácie dvoch nových stopovacích skúšok.

Prvá stopovacia skúška z marca 2015 sa vykonala v Prieпадlách v čase, keď bola hydrogeologická štruktúra podľa veľkosti nameraných výdatností prameňov vysoko saturovaná, čo bol dobrý predpoklad pre jej rýchly a úspešný výsledok. Skúška preukázala generálny smer prúdenia podzemných vôd ponárajúcich sa v Prieпадlách s vyvieracami pod Važeckou jaskyňou. Pozitívny výsledok stopovača na troch miestach (Teplica, Občasná vyvieracka, prameň na pravej strane Bieleho Váhu) indikuje bifurkáciu podzemného hydrologického systému. Množstvo detegovateľného stopovača na vyvieracke Teplica spolu s časom pozitívnej detekcie v porovnaní s ostatnými odbernými miestami potvrdzuje predpoklad najpriechodnejšej komunikačnej cesty a hlavného smeru prúdenia podzemných vôd z Prieпадiel k vyvieracke Teplica vo Važci s priemernou rýchlosťou prúdenia cca 125 m h^{-1} ($3,5 \text{ cm s}^{-1}$), pri prekonaní vzdušnej vzdialenosti približne 3125 m a prevýšení 80 m. Nižšie počty fágových častí v Občasnej vyvieracke môžeme interpretovať ako dôsledok nižšej priechodnosti tejto transportnej vetvy, ktorá podľa charakteru aktivity vyvieracky funguje len počas vyšších vodných stavov. V tom čase sa zvyšuje celkové nasýtenie štruktúry, stúpa hladina podzemných vôd a aktivujú sa krasové kanály,



Obr. 10. Suché koryto toku v Prieпадlách v čase druhej stopovacej skúšky v júni 2015. Foto: D. Haviarová

Fig. 10. Dry streambed in Prieпадlá during the second tracing test in June, 2015. Photo: D. Haviarová



Obr. 11. Aplikácia stopovača v jaskyni Šoldovo. Foto: P. Staník

Fig. 11. Application of tracer in the Šoldovo Cave. Photo: P. Staník

ktoré sú za normálnych podmienok neaktívne. Komunikačné cesty obidvoch výverov sú tak pri vysokom stave vody z veľkej časti rovnaké alebo veľmi podobné. Nasvedčujú tomu aj rovnaké hodnoty EC a rovnaké teploty vody na obidvoch vyvieracích pri rozdielnej hodnote EC v Prieпадlách a rozdielnom objeme ponárajúcich sa vôd v Prieпадlách a na výstupe zo systému. S veľkou pravdepodobnosťou dochádza k bifurkácii podzemného toku až niekde v jeho koncových častiach pri výstupe z podzemia. Pozitívny výsledok na prameni pravej strany Bieleho Váhu hovorí o pravdepodobnej existencii krasového kanála vedúceho popod koryto Váhu, ktorý môže byť sčasti zanesený, a preto aj detegovateľné počty fágových častí sú tu nižšie v porovnaní s Teplicou a Občasnou vyvierackou. Pozitívny výsledok skúšky v tejto časti lokality spolu s navrátním krasových dutín pri vrtných prácach na hydrogeologickom vrte HN-28 (Šalaga et al., 1985) poukazujú na možnosť krasovatenia aj pod terajšou eróznou bázou Bieleho Váhu. Z hľadiska porovnania vý-

sledkov novej stopovacej skúšky s výsledkom skúšky z roku 1961 sa preukázala podstatne dlhšia doba zdržania stopovača v systéme, čo môže súvisieť so zanesením a čiastočným znížením priechodnosti prívodných ciest. Chýbajúca informácia o hydrologickej situácii pri staršej stopovacej skúške nevyklučuje ako jeden z dôvodov rozdielu aj odlišné hydrologické pomery. Použitie rozdielnej stopovacej látky nepovažujeme v tomto prípade ako dôvod pomalšieho prúdenia stopovača počas novej stopovacej skúšky v podzemnom hydrologickom systéme, pretože práve rýchlosť pohybu fágovej suspenzie by mala byť v porovnaní s kuchynskou soľou väčšia (Schudel et al., 2002).

Pôvodný zámer obidvoch stopovacích skúšok bol podmienený aktivitou všetkých výverov podzemných vôd pod Važeckou jaskyňou. Pomerne dlhá a problematická príprava fágovej suspenzie, ako aj podmienka časového horizontu realizácie projektu ŠF a podmienka nevyhnutného časového odstupu medzi skúškami spôsobili, že sa druhá stopovacia skúška musela vykonať aj za nie práve ideálneho hydrologického stavu, t. j. v čase, keď nebola aktívna Občasná vyvieracka. V prípade tejto skúšky sme tak prišli o možnosť definovania závislosti medzi vodami vyvieracky a vodami v jaskyni Šoldovo. Aj napriek tomu môžeme stopovaciu skúšku hodnotiť z hľadiska dosiahnutých výsledkov ako úspešnú. Skúška aj v tomto prípade potvrdila vzájomné prepojenie vôd z Prieпадiel prúdiacich v spodných častiach jaskyne Šoldovo s vyvierackou Teplica a s prameňom na pravom brehu Bieleho Váhu. Výdatnosť vyvieracky bola v porovnaní s prvou stopovacou skúškou polovičná, čo indikovalo možnosť pomalšieho prúdenia vody v systéme. Konečný výsledok skúšky tento predpoklad potvrdil, keďže pozitívna detekcia stopovača sa zistila až pri vzorke odobratej po 96 hodinách od jeho aplikácie. Prepočítaná priemerná rýchlosť prúdenia podzemných vôd zodpovedala v tomto prípade 33 m h^{-1} ($0,9 \text{ cm s}^{-1}$), čo je podstatne menej ako pri prvej stopovacej skúške. Zaujímavý je aj kvantitatívny výsledok detekcie, podľa ktorého bol identifikovaný vyšší počet fágov na prameni a nie na vyvieracke Teplica. Tento poznatok môže evokovať predstavy o priamejšej komunikácii v smere k prameňu a nie k vyvieracke. Bohužiaľ, ukončenie odberov nám znemožnilo potvrdiť tento predpoklad výsledkami z ďalších vzoriek.

Výsledky obidvoch skúšok nepreukázali skryté prestupy vôd z podzemného krasového hydrologického systému do koryta Bieleho Váhu.

Počas realizácie obidvoch stopovacích skúšok sa odobralo a spracovalo 200 vzoriek vody, vykonalo sa niekoľko hydrometrovacích prác, fotodokumentácia a zameriavacie práce. Výsledkom prác sa získali dôležité informácie z hľadiska rýchlosti a smeru prúdenia podzemných vôd v rámci podzemného hydrologického systému v Prieпадlách, ktoré poslúžia nielen jaskyniarom, ale aj širšej verejnosti pri aplikovaní ochrany podzemných vôd tohto územia.

LITERATÚRA

- BELLA, P. – HOLUBEK, P. 1996. Ponory v Prieпадlách a problémy ochrany Važeckého krasu. *Aragonit*, 1, 11–12.
- BIELY, A. – BEŇUŠKA, P. – BEZÁK, V. – BUJNOVSKÝ, A. – HALOUZKA, R. – IVANIČKA, J. – KOHÚT, M. – KLÍNEC, A. – LUKÁČIK, E. – MACLAV, J. – MIKO, O. – PULEC, M. – PUTIŠ, M. – VOZÁR, J. 1992. Geologická mapa Nízkyh Tatier 1 : 50 000. Geologický ústav Dionýza Štúra, Bratislava.
- DROPPA, A. 1962a. Važecká jaskyňa a krasové javy v okolí. *Šport*, Bratislava, 96 s.
- DROPPA, A. 1962b. Speleologický výskum Važeckého krasu. *Geografický časopis*, 14, 4, 264–293.
- HANZEL, V. 1974. Podzemné vody chočského príkrovu a série Veľkého boku na severovýchodných svahoch Nízkyh Tatier. *Západné Karpaty, séria hydrogeológia a inžinierska geológia*, 1, 7–64.
- HANZEL, V. 1977. Puklinovo-krasové vody severovýchodných svahov Nízkyh Tatier a vplyv skrasovatenia na ich režim. *Slovenský kras*, 15, 31–52.
- HAVIAROVÁ, D. 2007. Posúdenie vplyvu poľnohospodárskych aktivít na kvalitu vôd podzemného hydrologického systému Važeckého krasu. *Aragonit*, 12, 38–42.
- HAVRÁNEK, F. 1935. Važecká jeskyně a její kras. *Važec*, 54 s.
- HOLUBEK, P. – HOCHMUTH, Z. 2003. Objav priepasti Šoldovo. *Spravodaj Slovenskej speleologickej spoločnosti*, 34, 3, 29.
- MAJKO, J. 1970. Výsledky prieskumných a sondovacích prác. *Manuskript, archív SMOPaJ, Liptovský Mikuláš*, 5 s.
- PRISTAŠ, P. 2015a. Závěrečná správa o výsledku analýzy výskytu bakteriofága H40/1 vo vzorkách vody počas stopovacej skúšky vo Važeckom krase (Prieпадlá). *Manuskript, archív SŠJ, Liptovský Mikuláš*, 15 s.
- PRISTAŠ, P. 2015b. Závěrečná správa o výsledku analýzy výskytu bakteriofága H40/1 vo vzorkách vody počas stopovacej skúšky vo Važeckom krase (Šoldovo). *Manuskript, archív SŠJ, Liptovský Mikuláš*, 8 s.
- SCHUDEL, B. – BIAGGI, D. – DERVEY, T. – KOZEL, R. – MÜLLER, I. – ROSS, J. H. – SCHINDLER, U. 2002. Einsatz künstlichen Tracer in der Hydrogeologie – Praxishilfe. *Berichte des BWG, Serie Geologie Nr. 3*, 91 s.
- SLIVOVÁ, V. – KULLMAN, E. 2016. Zhodnotenie hydrologického roka 2015 z pohľadu podzemných vôd. *Vodohospodársky spravodajca*, 59, 3–4, 17–19.
- ŠALAGA, I. – ŠALAGOVÁ, V. – KAZMUKOVÁ, M. – ŠINKOVÁ, M. – TYLEČEK, B. 1985. Mezozoikum Nízkyh Tatier – SV časť. *Závěrečná správa z vyhládavacieho hg. prieskumu s ocenením zásob podzemných vôd ku dňu 31. 10. 1983. Manuskript, IGHP Žilina*, 146 s. + 182 príloh.
- ŠKODA, P. – BLÁŠKOVICHOVÁ, L. – MELOVÁ, K. 2016. Zhodnotenie hydrologického roka 2015. *Vodohospodársky spravodajca*, 59, 3–4, 14–16.
- TEREKOVÁ, V. 1993. Návrh osobitného režimu ochrany CHPV Važecká jaskyňa. *Manuskript, SAŽP, Banská Bystrica*.
- VITÁSEK, F. 1932. *Terasy horního Váhu. Spisy odboru Československé společnosti zeměpisné v Brně, Řada A, Spisy Tatrské komise*, 4, 22 s.
- VÍČEK, L. 2007. Geologická charakteristika jaskyne v Prieпадlách vo Važeckom krase. *Aragonit*, 12, 19–25.

NOVÉ MERAČSKÉ A PRIESKUMNÉ PRÁCE V MAJKOVEJ JASKYNI A JEJ OKOLÍ

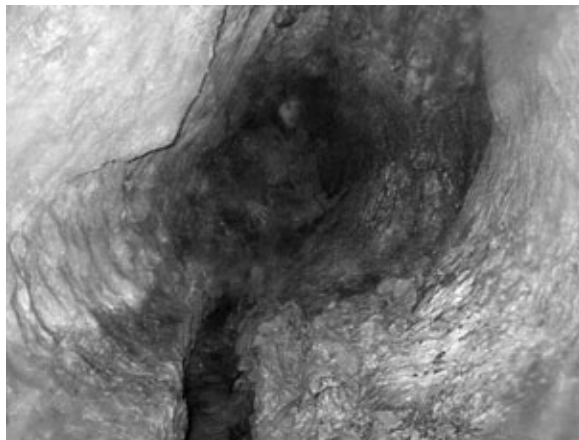
Pavel Herich – Zbyněk Valenta

ÚVOD

Z iniciatívy členov Oblastnej skupiny SSS Jána Majku sme v roku 2014 začali revízne merania v Majkovej jaskyni, ktoré mali za cieľ aktualizovať mapové diela našich predchodcov a umožniť lepšiu orientáciu v geografických súvislostiach. Zvýšená aktivita dobrovoľných jaskyniarov v jaskyni a okolitých ponoroch priniesla nové, zatiaľ len čiastkové výsledky, ktorých súhrn tiež prinášame v tomto článku.

ZHRNUTIE PREDCHÁDZAJÚCICH POZNATKOV O MAJKOVEJ JASKYNI

Dnes známu a veľakrát z mnohých stránok preskúmanú jaskyňu objavil J. Majko 9. 11. 1932. Bolo nutné náročné presekanie sa kanálovitým vstupom, napokon sa otvorila do rozmerov takmer súčasného stavu (Majko, 1944). V jaskyni sa našlo 7 ľudských sánok, lebka a ďalšie ľudské kosti spolu s črepami keramických nádob, neskôr zaradených do mladšej doby bronzovej (Majko, 1944; Bárta, 1963). Počas zimných období v rokoch 1968 – 2007 sa tu zaznamenalo 10 druhov netopierov v kolísajúcich počtoch od 2 do 29 jedincov (Hapl et al., 2002). V jaskyni bolo identifikovaných 58 druhov terestrických článkonožcov, medzi nimi najmä chvostokokov (33 druhov), významným nálezom bola šúrovka



Majkova jaskyňa, novoobjavená chodba za Červenou sieňou. Foto: Z. Valenta



Majkova jaskyňa, koncové jazierko v novoobjavenej chodbe za Červenou sieňou. Foto: Z. Valenta

Eukoenaia spelaea (Papáč et al., 2006), ale už Bertalan (1943) sa zmieňuje o náleze jedincov rodu *Niphargus* v potoku. Potápačský prieskum Skalného jazera jaskyne prebehol 22. 6. 1961, zistila sa hĺbka 7 m bez ďalšieho pokračovania (Majko, 1961). Vody z jaskyne vyvierajú po približne 163 hodinách pod Sokolou skalou v závere Turmianskej kotliny (Balázs et al., 2015).

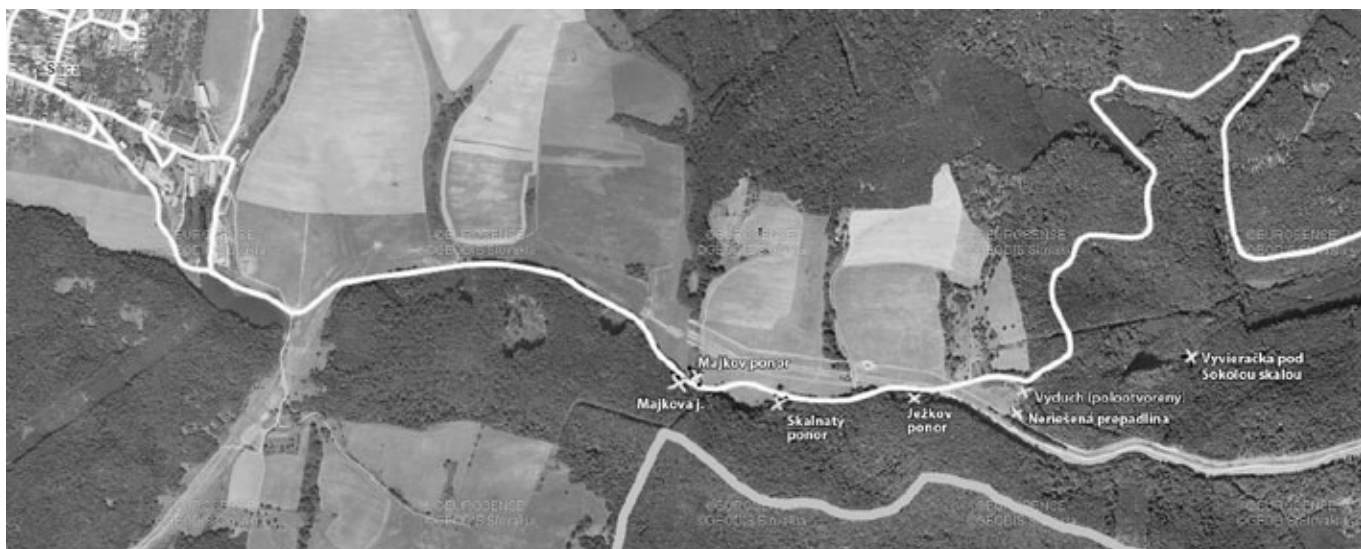
V roku 2003 bol vymenený starší (z roku 1998), nefunkčný uzáver jaskyne za nový (Stankovič, 1998; Iždinský a Staník, 2004).

STARŠIE MERAČSKÉ PRÁCE

Prvý náčrt jaskyne – pôdorys je dielom jej objaviteľa J. Majka z 2.(?) marca 1935. Nie je známy spôsob merania, predpokladáme, že mohlo ísť o orientačné použitie buzoly s odhadom dĺžky. Mapa v origináli obsahuje rôzne poznámky a pomenovania, no je len málo presná.

Neskôr K. Bertalan a J. Seneš jaskyňu zamerali v dňoch 27. – 28. augusta 1942. Situáciu jaskyne znázornil K. Bertalan v pôdoryse a pozdĺžnom reze, bola aj s doplnkami v podrobnejšej mierke spracovaná J. Senešom (horné časti Točitého potoka zamerané J. Senešom, Š. Vargom a Z. Krupárom) (Bertalan, 1943; Lalkovič, 1987).

V roku 1960 B. Kučera s kolektívom zamerail jaskyňu opätovne a spolu s podrobným opisom priestorov jaskyne a ďalším publikoval v Čes-



Poloha vybraných krasových javov Silickej planiny

koslovenskom krase z roku 1975 (Kučera, 1975). Toto veľmi pekné a precízne dielo tvorí základ najnovšej mapy publikovanej na tomto mieste.

NOVŠIE PRIESKUMY

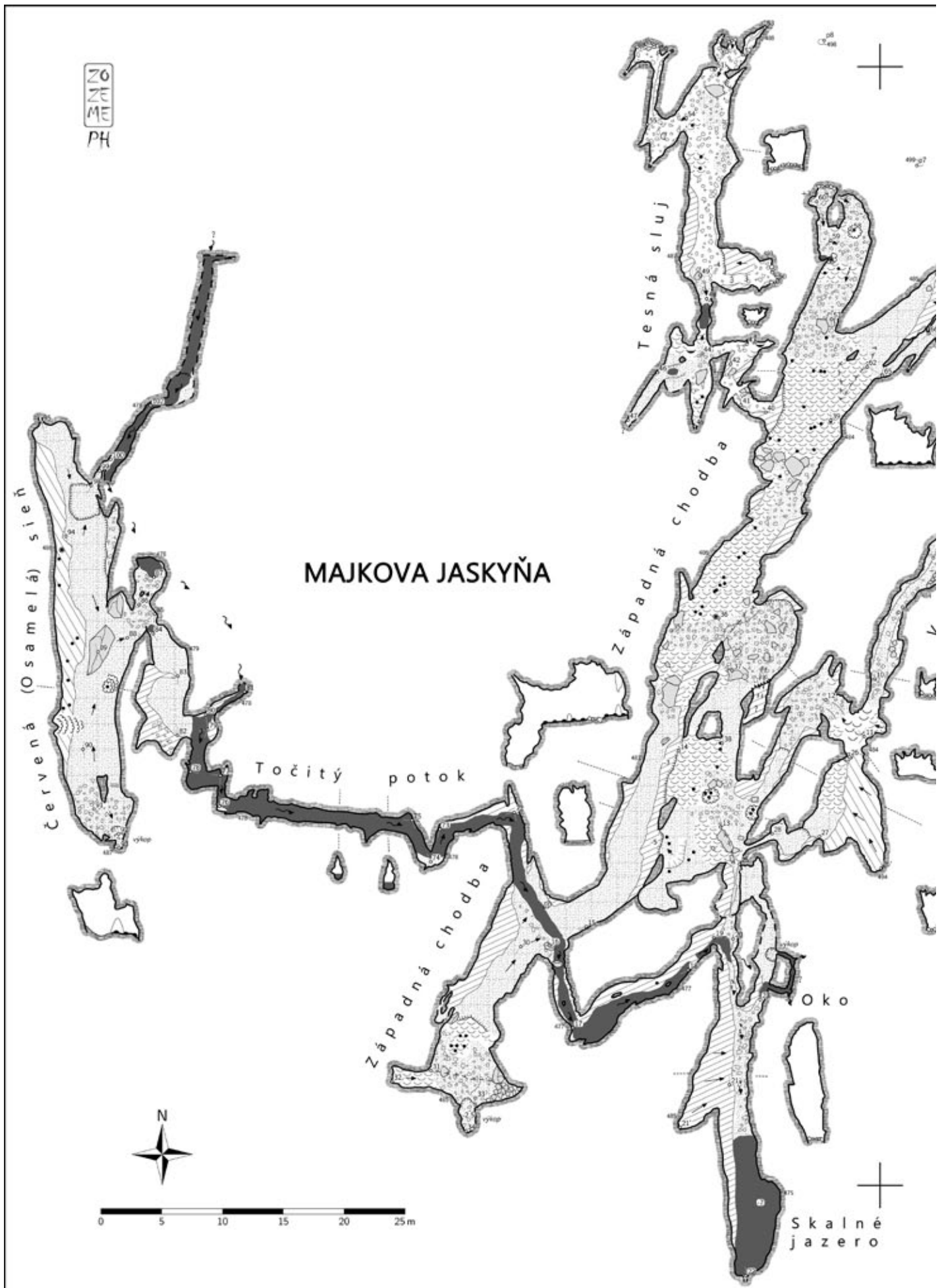
J. Majko v texte z roku 1961 spomína, že ďalšie pokračovanie jaskyne po toku treba hľadať vľavo pred Skalným jazerom. V roku 2013 sa členovia Oblastnej skupiny SSS Jána Majku pokúsili Skalné jazero vyčerpať. Keďže pri prácach v Oku nedochádzalo k zakaleniu

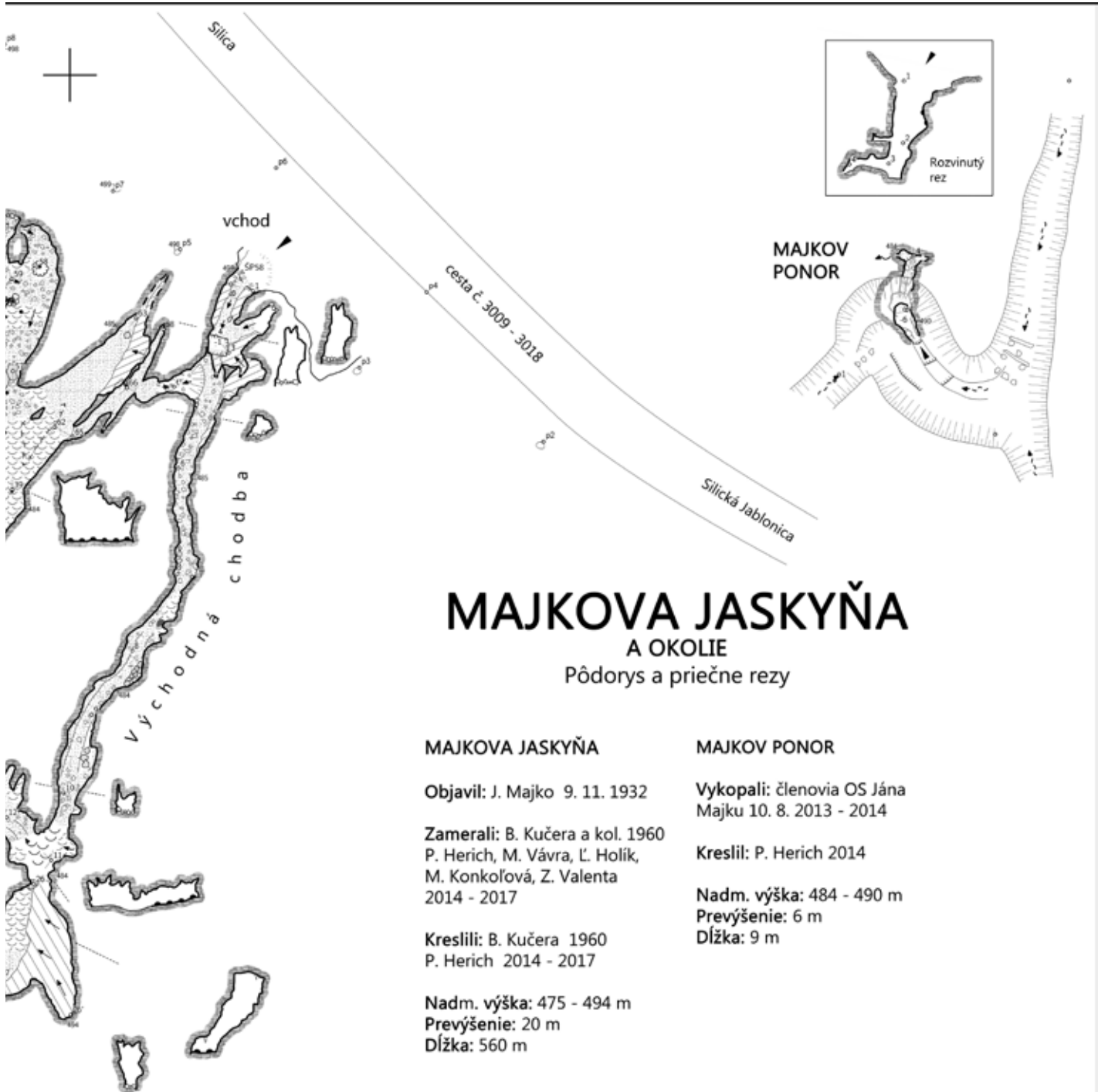
vody v Skalnom jazere, usúdili, že tieto neďaleko seba ležiace vodné plochy spolu priamo nesúvisia. Rozhodli sa preto pokusne čerpať vodu z jazera do Oka. Pokles hladiny o 3 cm po 3 hodinách čerpania a jej následné opätovné stúpnutie ich donútili ukončiť tento pokus. Ťžitým sedimentom vyťaženým z výkopu za Okom a igelitovou fóliou sa pokúsili zastaviť prítok potoka do Oka. Po krátkom poklese hladiny však priesaky zhatili aj tento pokus. Preto bola zmenená stratégia a podarilo sa zväčšením ponorného miesta v toku potoka zamedziť viditeľný prítok do Skalného jazera.

Okolo tak bolo zásobené všetkou po povrchu tečúcou vodou v jaskyni. Súčasne prebiehali práce v narušených stenách Oka a postupne sa darilo postupovať. M. Vávrom kladivom a sekáčom otváraná cesta v sífóne sa však zatočila na sever a spojila sa zatiaľ iba s výkopom za Okom, kde súbežne prebiehala sondáž. Dosiaľ sa nám tak nepodarilo potvrdiť Majkov predpoklad o pokračovaní jaskyne vľavo od Skalného jazera. Zväčšený objem pritekajúcej vody vytvoril v usadeninách na dne Oka otvor, ktorý sľubuje umožniť ďalší pokus o postup. Voda predtým z Oka otekala do neznámych



Premeny Majkovho ponoru: A – 14. 3. 2013, B – 9. 6. 2013, C – 16. 6. 2013, D – 10. 8. 2013. Foto: Z. Valenta





MAJKOVA JASKYŇA

A OKOLIE

Pôdorys a priečne rezy

MAJKOVA JASKYŇA

Objavil: J. Majko 9. 11. 1932

Zamerali: B. Kučera a kol. 1960
P. Herich, M. Vávra, L. Holík,
M. Konkoľová, Z. Valenta
2014 - 2017

Kreslili: B. Kučera 1960
P. Herich 2014 - 2017

Nadm. výška: 475 - 494 m
Prevýšenie: 20 m
Dĺžka: 560 m

MAJKOV PONOR

Vykopali: členovia OS Jána
Majku 10. 8. 2013 - 2014

Kreslil: P. Herich 2014

Nadm. výška: 484 - 490 m
Prevýšenie: 6 m
Dĺžka: 9 m

	meračský bod		zmena výšky stropu		štrk
	polygónový ťah		stropný meander		sintrové náteky
	vchod		komín		pevná skala
	stena		sklon chodby		vodný tok
	predpokladaná stena		výška komína		občasný vodný tok
	stena tvorená suťou		hĺbka priepasti		sintrové náteky
	stena tvorená pieskom		šikmá plocha		stalagmit
	stena tvorená sintrom		obrys kameňa		stalagnát
	nadmorská výška bodu na stene		hrany kameňa		sintrová hrádza
	možné pokračovanie		ohraničenie		sintrové jazierko
	neprielezné zníženie		vodná plocha		obrys brala
	stupeň		piesok		priečný rez
	previs		il		sintrové náteky

k o

alné
ero

priestorov tromi kanálmi s priemerom cca 10 až 15 cm v sedimente dna. Hĺbka sedimentu bola viac ako 150 cm bez dosiahnutia dna.

V Skalnom jazere sa zorili Z. Valenta a R. Valenta v roku 2000, neskôr 13. 3. 2010 Ľ. Kurian a 8. 5. 2015 J. Blaho, avšak ďalšie pokračovanie nenašli (Valenta, 2000; Zverka, 2010). Prieskum komplikovala zlá viditeľnosť (prípadne nevhodne zvolená konfigurácia výstroja, v minulosti slabé svetelné zdroje), keďže prístup do Skalného jazera je v smere povrchového toku. Po akcii v roku 2016 a krátkom ponore J. Blaha Z. Valenta navrhol opätovné preskúmanie Skalného jazera v roku 2017, pretože pozorované javy naznačujú nové možnosti.

V jaskyni uskutočnil viacero akcií v roku 2003 aj Speleoklub Drienka, J. Majkom kopaná, hlinou a nekrasovým materiálom zasedimentovaná chodba nad Skalným jazero (m. b. 21') sa javila len ako dutina, v práci tu nepokračovali. V Červenej sieni kopali pri m. b. 98 a na jej južnom konci (Máté, 2003). V roku 2007 niekoľkokrát jaskyňu navštívili členovia Speleorozňava, nové poznatky však nezískali (Šichula, 2007).

Napriek vynaloženej snahe sa nepodarilo preniknúť do predpokladanej pokračovania Majkovej jaskyne. Napriek jasnej línii ponorov a úžasným výškovým potenciálmi (200 m) sa nedarí postúpiť v smere toku. Naopak, smerom do prítoku sa členom Oblastnej skupiny SSS Jána Majku 16. 11. 2013 podaril prienik do nových priestorov náročnou polosifónálnou plazivkou. Nasledujúca na západ uklonená suchá puklina s výrazným dnovým kanálom je ukončená jazierkom. Ďalšie suché pokračovanie sa zatiaľ nedosiahlo. Jazierko má Z. Valentom objavené sifónálne pokračovanie, tu 8. 5. 2015 J. Blaho uskutočnil neúspešný pokus o prienik. Svah tvorený ílovitými sedimentmi sa zosunul smerom do sifónu a znemožnil prieskum. Ďalší pokus je v pláne v roku 2017.

NOVÉ MERAČSKÉ PRÁCE

Jaskyňu sme zamerali počas troch akcií, 14. 4. 2014 (Ľ. Holík, P. Herich), 16. 4. 2014 (M. Vávra, Ľ. Holík, P. Herich) a 20. 1. 2017 (M. Vávra, M. Konkoľová, P. Herich). Mapu doplnil a pripomenkoval Z. Valenta. Prv nebolo jasné, nakoľko je potrebné kresliť nové dielo, avšak veľmi rýchlo sa ukázali kvality mapy B. Kučeru, a tak sme len doplnili chýbajúce časti jaskyne a zamerali kompletný polygón. S pomocou povrchových meraní sme určili vzdialenosti jaskynných priestorov od povrchu, polohu cesty a takisto zamerali člen-



Majkov ponor, sondovacie práce. Foto: Z. Valenta



Skalný ponor, sondovacie práce. Foto: Z. Valenta

mi Oblastnej skupiny SSS Jána Majku vykopaný ponor Zugótó (dnes Majkov ponor) oproti vchodu jaskyne. Použitá pôvodná mapa je veľmi presná, čo sa týka vykreslenia detailov i celkovej polohy chodieb, vzhľadom na čo sú zaujímavé niektoré nepresnosti v istých častiach jaskyne (napr. poloha a uhol kolena chodby pri m. b. 73 – 75).

Nová dĺžka polygónu jaskyne dosiahla 560 m s deniveláciou 20 m. Meranie prebiehalo pomocou DistoX1 (rok 2014) a DistoX2 s použitím PDA s PocketTopo, meračské body sme stabilizovali hrubším medeným drôtom so štítkom, v roku 2017 pomocou hliníkových nitov a plastovým štítkom a zanašali priamo do mapy B. Kučeru. Na troch uzavretých okruhoch dĺžky 43 – 115 m boli korigované chyby v rozmedzí 0,1 – 0,58 % z dĺžky polygónu. Jaskyňa je georeferencovaná a ukotvená na stabilizovaný meračský bod vo vchode s označením SP58, ktorého súradnice v iJTSK03 sú X -316114,2, Y -1256289,3 a nadm. výška 492,7 m. Nebola však dosiahnutá centimetrová presnosť, prístrojom Trimble Geo 7X H-Star odhadovaná chyba po korekcii Real-time Carrier na 29 meraniach je 0,3 m horizontálne, 0,2 m vertikálne s rozptylom 0,000074.

V mape sú doplnené aj nadmorské výšky jednotlivých častí na lepšiu orientáciu vo výškových súvislostiach, keďže rozvinutý rez tu neuvidíme.

POZNÁMKA KU GENÉZE JASKYNE

Vývoj jednotlivých priestorov jaskyne opisuje Kučera (1975). Spomína jasne identifikovateľné bočné (hladinové) zárezy na mnohých miestach, často s ich relatívnou výškou, rekonštruje vývoj jaskyne po jednotlivých častiach. Často sa však odvoláva na rútenie chodieb a jeho určujúcu úlohu pri vytváraní jaskyne. Gaál (2008) v jaskyni vyčlenil dve najväčšie vývojové fázy – staršiu (Východná a Západná chodba, tiež Osamelá chodba – Červená sieň) a mladšiu, ktorú predstavuje súčasné riečisko.

Podľa toho, čo sme pri meračských prácach videli, usudzujeme, že staršia vývojová fáza je priestorovo oveľa väčšia, a teda je možné, že aj hydrografická situácia v jaskyni a jej okolí bola v období vytvárania týchto chodieb rozdielna. Alochtonny vodný tok bol zrejme väčší (resp. stabilnejší) a mohol pochádzať zo širšej zbernej oblasti (vody z Fabiánky, Farárova jama?). Súčasne, ale najmä neskôr pri zmenách hydrografie denudáciou povrchového reliéfu sa tieto priestory zanašali najmä fluvialnými usadeninami, ale aj rútením, za potenciálneho zvýšenia erózneho báz. Súčasný vodný tok v jaskyni tvorí mladšie, rozmerovo menšie priestory a často

len križuje pôvodné staršie chodby (pričom dno riečiska nemusí dosahovať pôvodné dno týchto chodieb). Postupne na týchto miestach a v obmedzenej miere nahromadený materiál unáša ďalej, čo spôsobilo lokálne uvoľnenie starších chodieb v okolí vodného toku.

Predpokladáme, že najstaršie a najrozvinutejšie časti jaskyne predstavuje najmä Západná chodba a Červená sieň, ktorá je takisto fragmentom chodby, avšak zasedimentovanej na oboch koncoch. Ich dna môžu siahať aj nižšie, než je súčasná erózna báza. Po akumuláčnej fáze a zmene podmienok sa sformovala Východná chodba (s náznakom inváznej, resp. depresnej vadóznej modelácie), tvoriaca potenciálny priamy ponor vód z povrchu, a v tomto období sa v rámci vyvýšenej erózneho báz formovali aj laterálne zárezy na starších chodbách. Najmladšiu fázu vývoja, avšak súvisiacu s predchádzajúcou čo do rozmerov a hydrografickej situácie na povrchu, tvorí už spomenuté aktívne riečisko jaskyne.

Ostáva zaujímavosťou, že vo vykopanom Majkovom ponore sa práve v úrovni najstaršej, resp. strednej vývojovej fázy ukázal, hoci len veľmi krátky, horizontálny úsek jaskyne. Môže ísť len o náhodu a len podrobné zmapovanie okolitých jaskýň a vytvorenie 3D modelu spolu s reliéfom povrchu by mohlo priniesť viac svetla do problematiky genézy celej oblasti.

PROLONGAČNÉ PERSPEKTÍVY JASKYNE

Ako bolo spomenuté v časti o genéze, predpokladáme, že staršie (ďalej od styku s povrchom úrovňové) chodby (Červená sieň a južný koniec Západnej chodby) sú vo svojich pôvodných priebehoch zasedimentované. Na oboch miestach v južnom smere sa už vykonali kratšie výkopové práce, je možné tu dobre pokračovať. Máté (2003) v technickom denníku naznačil, že po uvoľnení úzkej štrbiny pod stropom vo výkope v Červenej sieni sa prestal priestor zadychávať. Podobne z opisu vyzerá tiež zaujímavé, hoci sme miesto nenavštívili, aj kanál nad Skalným jazerom, môže však ísť len o dutinu vyplnenú alochtónnymi sedimentmi. Tak či onak môžu byť ďalšie pokračovania rozsiahle zanesené.

ĎALŠIE PRÁCE V OKOLÍ

Výkopové práce členov Oblastnej skupiny SSS Jána Majku v **Majkovom ponore** sa začali 10. 8. 2013. Jeho časté zaplnenie vodami stekajúcimi z oblasti Fabiánky a topiacim sa snehom z polí v smere od Silice spôsobovalo zaplavovanie cesty, nižšie položených lúk a plnenie ďalšej línie ponorov smerom na vyvieracku pod Sokolou skalou. Farbením sa zistilo, že tieto ponárajúce sa vody nevtiekajú do Majkovej jaskyne a pravdepodobne sa s Točítym potokom stretávajú až kdesi za známymi priestormi jaskyne. Nemožnosť postúpiť v jaskyni za jej súčasné ukončenie sifónom Skalného jazera presvedčilo Z. Valentu o nutnosti skúsiť túto a ďalšie cesty do neznámeho priebehu jaskyne. Otvorením ponoru sa na tri roky obnovila jeho schopnosť pohltiť všetku pritekajúcu vodu. Poklesom pracovnej aktivity nastalo jeho opätov-



Ježkov ponor, začiatok sondovacích prác. Foto: Z. Valenta



Vyvieracka pod Sokolou skalou za vysokého stavu vody, marec 2013. Foto: Z. Valenta

né zanášanie a v súčasnosti si v jeho stenách voda otvorila jednu z predchádzajúcich ciest do podzemia, 1,3 m nad pôvodne odkrytým dnom. Ponor teda opäť čaká na vyčistenie a pokračovanie v jeho otváraní. Kontakt nekrasového bridličnatého súboru a severnej strany Vápenného vrchu, vzdialenosť vyvieracku pod Sokolou skalou vzdušnou čiarou necelý km a výškový rozdiel až 200 m nedával spať Z. Valentovi, a tak v roku 2013 otvoril s tzv. tvrdým

jadrom Oblastnej skupiny SSS Jána Majku Mirkovo Konkoľovu a Mirovom Vávrom, za striedavej pomoci ďalších členov – Kamila Budinského, Martina Schrottera, Borisa Galváňka, Jána Haščáka, Radka Čonku, Romana Valentu, Pavla Pločicu a Ľuboša Holíka ešte dva ponory nad predpokladaným priebehom Majkovej jaskyne. Ponor vzdialený 400 m od jaskyne, neskôr nazvaný **Skalnatý ponor**, má súčasnú hĺbku 7 m a charakter úzkej zužujúcej sa priepasti s voľným pokračovaním v kompaktnej hornine. Ďalší **ponor**, nazývaný **Ježkov ponor**, je vo vzdialenosti 700 m od Majkovej jaskyne. Je vykopaný do hĺbky 11 m s následným 3 m stupňom v tvare osmičky, horizontálnou plazivkou k sifónu a náročne rozširovanou úzkou vertikálnou puklinou s dosiaľ neidentifikovateľným ukončením s celkovou dĺžkou vyše 21 m. Skupina sa tiež dva razy pokúsila o prienik do **Vyvieracku pod Sokolou skalou**, ale neúspešne.

ZÁVER

Práca dobrovoľných jaskyniarov v tejto zaujímavej a speleologicky veľmi perspektívnej časti Silickej planiny naďalej pokračuje, a tak veríme, že prinesie nové poznatky. Majkova jaskyňa spolu s jednotlivými ponormi a Vyvierackou pod Sokolou skalou nepochybne vytvárajú spoločnú jaskynnú sústavu, prienik do týchto priestorov však môže byť náročný, ak je vôbec možný. Je to riziko, ktoré na seba berú tí, ktorí tu vyvíjajú pracovné aktivity, no výzva ostáva veľká.

LITERATÚRA

- BALÁZS, I. – GRUBER, P. – HAVIAROVÁ, D. – MÁTRAHALMI, T. – SERFÖZŐ, A. – AMBRUS, M. – GAÁL, L. 2015. Tracer tests in the Haragistya – Silica – Silická Brezová karst area. *Aragonit*, 20, 1, 60.
- BÁRTA, J. 1963. Desat rokov speleoarcheologickej činnosti Archeologického ústavu SAV. *Slovenský kras*, 4, 87–97.
- BERTALAN, K. 1943. *Barlangkutató Szilice környékén. Turisták lapja*, Budapest, s. 11.
- ERDŐS, M. 1992. *Súpis krasových javov severnej časti Silickej planiny*. Manuskript, 270 s.
- GAÁL, L. 2008. Geodynamika a vývoj jaskýň Slovenského krasu. *Speleologia Slovaca*, 1, Liptovský Mikuláš, 166 s.
- HAPL, E. – UHRIN, M. – BOBÁKOVÁ, L. – BENDA, P. – ANDREAS, M. – REITER, A. – HOTOVÝ, J. – OBUCH, J. – STANKOVIČ, J. – CSELÉNYI, K. 2002. *Prehľad zimovísk netopierov Slovenskej republiky a Peľškej planiny*. *Vespertilio*, 6 (Katalóg zimovísk netopierov Slovenskej republiky), 193–211.
- IŽDINSKÝ, L. – STANIČ, P. 2004. *Praktická starostlivosť o jaskyne v roku 2003*. *Aragonit*, 9, 44–45.
- KUČERA, B. 1975. *Krasové javy Vápencového vrchu na Silickej planine*. *Československý kras*, 26, 35–51.
- LALKOVIČ, M. 1987. *Meranie a mapovanie jaskýň na Slovensku v rokoch 1919–1944*. *Slovenský kras*, 25, 109–134.
- MAJKO, J. 1944. *Kvapľová jaskyňa pri Silici*. *Krásy Slovenska*, 22, 6–7–8, 164–167.
- MAJKO, J. 1961. *Speleologicko-potápačský výskum v Silicko-brezovsko-kečovskej jaskynnej sústave*. *Krásy Slovenska*, 38, 9, 356–358.
- MÁTÉ, T. 2003. *Technické denníky z r. 2003*. Archív SMOPaJ, Liptovský Mikuláš.
- PAPÁČ, V. – KOVÁČ, Ľ. – MOCK, A. – KOŠEL, V. – FENĎA, P. 2006. *Terestrické článkonožce (Arthropoda) vybraných jaskýň Silickej planiny*. In Bella, P. (Ed.): *Výskum, využívanie a ochrana jaskýň. Zborník referátov z 5. vedeckej konferencie (Demänovská Dolina, 26. – 29. 9. 2005)*. SSI, Liptovský Mikuláš, 187–199.
- STANKOVIČ, J. 1998. *Technický denník č. 6/1998*. Archív SMOPaJ, Liptovský Mikuláš.
- ŠICHULA, M. 2007. *Technické denníky č. 5, 6, 7 a 10/2007*. Archív SMOPaJ, Liptovský Mikuláš.
- VALENTA, Z. 2000. *Technický denník č. 37/2000*. Archív SMOPaJ, Liptovský Mikuláš.
- ZVERKA, M. 2010. *Majkova jaskyňa 2010 a zopár speleopotápačských problémov*. *Spravodaj SSS*, 41, 4, 33–36.

OBRUČNIANSKA ROZSADLINA – NOVÁ JASKYŇA V CEROVEJ VRCHOVINE

Ludovít Gaál – Peter Nociar – Igor Balciar

ÚVOD

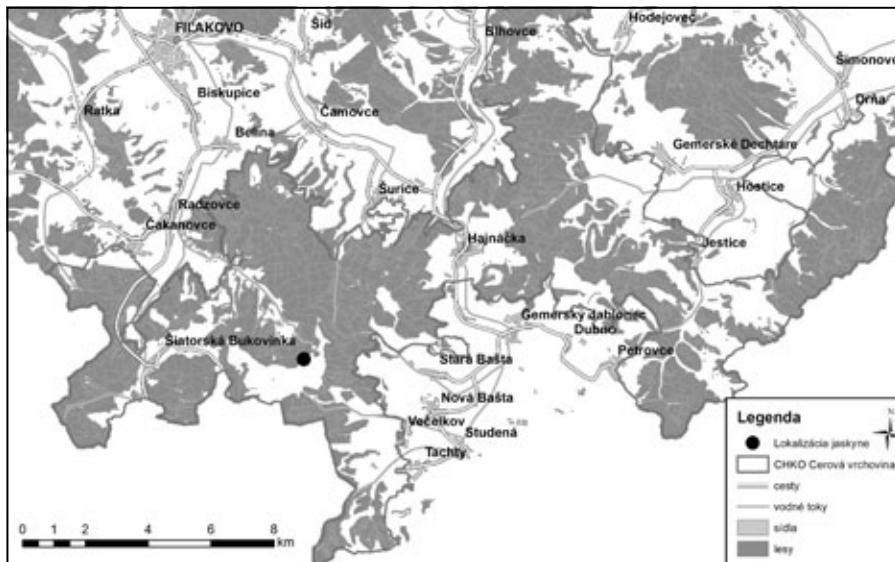
Cerová vrchovina je známa rozšírením rozsadlinových jaskýň. Doteraz sme v tomto geomorfologickom celku registrovali 42 jaskýň, z ktorých takmer polovica (45,2 %) je rozsadlinových, toľko je aj medzibalvanových a vyskytujú sa tu aj 3 vulkanické jaskyne (na Ragáci pri Hajnáčke) a jedna jaskyňa po stromových pozostatkoch (pri Mučine). Najviac rozsadlinových jaskýň sa nachádza na Pohanskom hrade, ktorý je ukázkovým príkladom svahových pohybov s výskytom plynulého vývoja podzemných priestorov od rozsadlín k sutinám s medzibalvanovými jaskyňami (Gaál a Eszterhás, 1990; Gaál a Gaál, 1995). Rozsadlinové jaskyne sa sporadicky vyskytujú aj v Belinských skalách, na Zabode a na Ostrej skale pri Hajnáčke. Všetky doteraz známe rozsadlinové jaskyne sa vytvorili v bazaltoch cerovej bazaltovej formácie s výnimkou Blšej jaskyne na Ostrej skale, ktorá vznikla na šikmej poklesovej rozsadline v lapilových tufoch. Bazalty sú odolnými horninami a v Cerovej vrchovine s mäkkším pieskovcovým podložíom, do ktorého sa okrajové bloky mierne zabárajú, oddelia sa od masívu a pomaly sa zosúvajú dole svahom. Niektoré zosunuté bloky zostanú takmer neporušené aj do vzdialenosti sto metrov, iné sa zase rozpadajú na balvany a sutiny po niekoľkých metroch. Rozpad zosunutých blokov spravidla urýchľuje kombinácia sfĺpovej a doskovitej odlučnosti bazaltu.

Paradoxom bolo, že žiadne jaskyne neboli doteraz známe z Medvešskej planiny, ktorá je najrozsiahlejším lávovým pokrovom Cerovej vrchoviny. Rozprestiera sa na slovensko-maďarských hraniciach na rozlohe vyše 12 km², z ktorej je 1/3 na slovenskej strane.

Jaskyne nikto nezaregistroval ani na slovenskej ani na maďarskej strane až do konca roku 2016, keď sa P. Nociarovi podarilo nájsť a preskúmať rozsadlinu pod severnou hranou bazaltovej planiny. Nazval ju Obručnianskou rozsadlinou podľa neďalekej osady Obručná.

LOKALIZÁCIA

Obručnianska rozsadlina sa otvára na severnom svahu Medvešskej planiny, zhruba 20 výškových metrov pod hranou. Nachádza sa 1,7 km na SV od kóty 658,6 (Medvedia výšina), 1 km na JV od osady Obručná v katastrálnom území obce Radzovce, okres Lučenec (obr. 1). Nadmorská výška vchodu je 510 metrov, súradnice N 48°10'51,1"; E 019°53'2,8". Podľa geomorfologického členenia Slovenska patrí do celku Cerová vrchovina a do podcelku Hajnáčska vrchovina. Prístup na planinu je lesnou cestou z rekreačného centra Obručná, poľnými cestami zo Šiatorskej Bukovinky alebo z Novej Bašty. Jaskyňa sa nachádza v bazaltových skalách v lesnom poraste neďaleko od okraja lesa.



Obr. 1. Poloha jaskyne v Cerovej vrchovine. Zostavila: V. Rizová

OKOLNOSTI PRIESKUMU

Jaskyňu našli 11. 12. 2016 P. Nociar s M. Nociarovou a M. Paprčkom, ktorí v tejto oblasti robili terénnu obchádzku. Dôvodom obchádzky bola zmienka o podzemných priestoroch nad rekreačným centrom Obručná od miestnych obyvateľov. Lokality niekoľkokrát navštívili a preskúmali, nakoniec ju autori tohto príspevku 28. 3. 2017 pomocou dista zamerali.

GENÉZA A OPIS JASKYNE

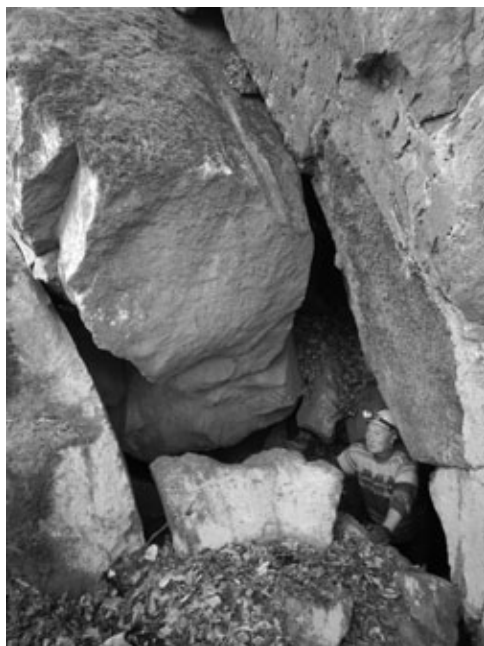
Ide o typickú rozsadlinu, ktorá sa vytvorila v zosunutom bloku pod severnou hranou Medvešskej bazaltovej planiny (obr. 2). Zosunutý blok v súčasnosti vytvára bralo s výškou 5,5 m v lesnom poraste. Celková šírka rozsadliny medzi blokom a masívom je 15 m, jaskyňa je však vytvorená vo vnútri zosunutého bloku. Horninovým prostredím bloku (vrátane jaskyne) je bazalt cerovej bazaltovej formácie, ktorý sa v podobe rozsiahleho lávového pokrovy vylial z medvešského vulkánu vo vrchnom pliocéne. Kráter sopky sa nachádzal na slovensko-maďarských hraniciach v súčasnej Medvedej výšine (658,6 m), ktorá je najvyššie položenou sopkou Cerovej vrchoviny (obr. 3). Hrúbka lávového pokrovy je 10 – 30 m (Prakfalvi et al., 2010). Bazalt je tmavosivý, celistvý, litologicky ide o nefelinický bazanit. Vrchnú časť lávového pokrovy pokrýva niekoľko decimetrov hrubá vrstva pórovitého bazaltu a trosiek. Rádiometrický vek bazaltu Medveša



Obr. 2. Zosunuté bazaltové bloky s Obručnianskou jaskyňou. Foto: I. Balciar



Obr. 3. Pohľad na Medvešskú planinu. Vľavo je sopečný kužeľ Medvedia výšina (658,6 m), v pozadí hrad Šalgó v Maďarsku. Foto: I. Balciar



Obr. 4. Otvor Obručnianskej rozsadliny. Foto: I. Balciar



Obr. 6. Hlavná trhlina jaskyne. Foto: I. Balciar

bol určený na 2,6 mil. rokov (Konečný a kol., 1995). Podložie bazaltu pod jaskyňou je ťažké zistiť pre hrubé vrstvy sutín. Podložné vrstvy sú však odkryté v neďalekom kameňolome Mačkaluk, kde pod bazaltovým pokrovom vychádzajú na povrch eolické piesky a pliocénne belinské vrstvy, ktoré ležia pravdepodobne na spodnomiocénnych morských pieskovočoch jalovských vrstiev. Okolo 1 m hrubé

belinské vrstvy pozostávajú najmä z riečnych štrkov a pieskov, ktoré sú vhodným prostredím na odvádzanie atmosférických vôd presakujúcich cez pukliny bazaltového pokrovu. Preto sa na severnom svahu planiny nachádza niekoľko prameňov (niektoré sú zachytené aj pre rekreačné stredisko v Obručnej). Zvodnené štrky belinských vrstiev vytvárajú však aj vhodnú šmykovú plochu, po ktorej došlo k zosúvaniu okrajových blokov lávového pokrovu. Pri hrane masívu vznikajú najprv ťahové trhliny, ktoré sú približne paralelné s priebehom okraja. Neskôr sa okrajové bloky oddeľujú od masívu po širších rozsadlinách a začínajú sa zosúvať dole svahom. Takéto ťahové trhliny sa objavujú aj v zosunutom bloku.

V prípade Obručnianskej rozsadliny môžeme napríklad hlavnú trhlínu sledovať v dĺžke 13 m. Má smer ZJZ-VSV, ktorý je približne paralelný s okrajom planiny.

Jaskyňa Obručnianska rozsadlina je dostupná dvomi otvormi, ktoré sa vytvorili medzi bazaltovými balvanmi. Spodný otvor s rozmermi 1,5 m (šírka) × 1,8 m (výška) sa nachádza pod 5,5 m vysokým bralom v čelnej časti skalného zosuvu (obr. 4), kým druhý, vertikálny vchod (1,1 × 0,4 m) sa otvára v tylnej časti bloku. Oba otvory vyúsťujú do relatívne širšieho

priestoru v strednej časti hlavnej rozsadliny (v oblasti meračského bodu č. 1, obr. 5). Hlavná rozsadlina prebieha jaskyňou v smere ZJZ-VSV (250°-70°) so sklonom 75° k SSZ. Je pomerne úzka, okolo 0,5 m (obr. 6). V západnej vetve je vysoká až 4,6 m, ale vo východnej časti vytvára už len plazivku. Na oboch koncoch sa zužuje a končí závalmi. Podľa spätného sklonu môžeme predpokladať, že počas zosunu došlo k miernej spätnej rotácii skalného bloku k masívu. Z hlavnej rozsadliny vybieha niekoľko bočných výčnelkov medzi bazaltovými blokami. Najdlhší z nich je vo výške 3 m od dna jaskyne a smeruje na severozápad až západ od centrálného priestoru. Vytvára úzku puklinovú chodbu, ktorú po 3 m pretína ďalšia, neprielezne úzka puklina s vyústením na povrch pri meračskom bode č. 5.

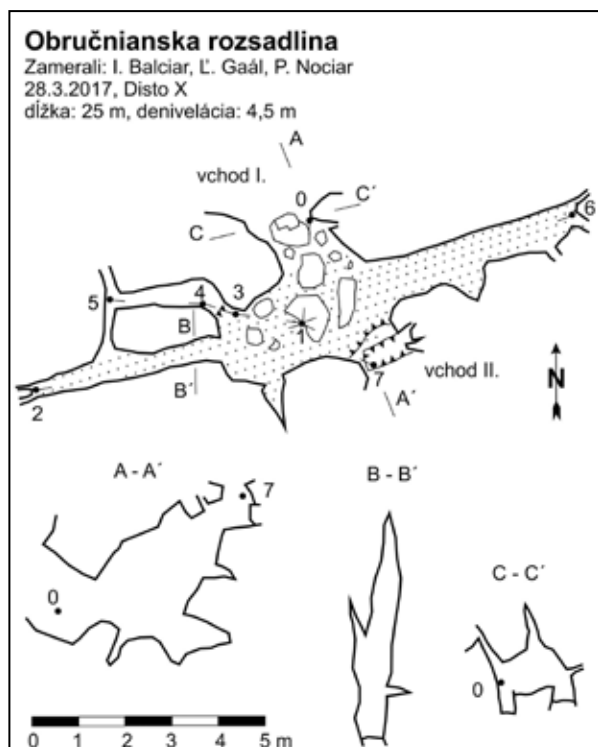
Dno jaskyne vyplňajú prevažne bazaltové balvany a úlomky najmä v oblasti otvorov, v ostatných čas-

tiach rozsadliny aj jemnozrnná sutina s organickými zvyškami (lístie, konáre). Sekundárne útvary ani netopiere sa v jaskyni nezistili. Zameraná dĺžka jaskyne je 25 m, denivelácia medzi najvyššie položeným meračským bodom (č. 7 pri hornom vchode) a najnižším ležiacim bodom (č. 2 na konci rozsadliny) je 4,5 m.

Vek vzniku jaskyne môžeme predpokladať na základe toho, že zosun mohol nastať až po vyhlbení doliny Monického potoka, ktorý ohraničuje Medvešskú planinu zo severnej strany. Hlavný výzdvih klenby Cerovej vrchoviny nastal v strednom pleistocéne (napr. Vass et al., 1986) a jeho následkom sa povrchové toky začali zarezávať do pieskovcového pokladu. K zosuvom okrajových blokov planiny teda najpravdepodobnejšie došlo koncom pleistocénu.

ZÁVER

Pod severnou hranou Medvešskej planiny v Cerovej vrchovine autori preskúmali a zamerali jaskyňu Obručnianska rozsadlina s dĺžkou 25 metrov. Vytvorila sa vo vrchnopliocénnych bazaltoch cerovej bazaltovej formácie svahovými pohybmi. Geneticky reprezentuje rozsadlinový typ. Význam jaskyne spočíva najmä v tom, že ide o doteraz prvú preskúmanú jaskyňu Medvešskej planiny, ktorá je najrozsiahlejšou bazaltovou náhornou planinou Cerovej vrchoviny. Dokázala sa tým existencia rozsadlinových jaskýň aj v tejto, doteraz málo skúmanej časti bazaltových výstupov. Na základe toho možno vysloviť predpoklad, že podrobnejším terénnym prieskumom po obvode planiny sa v budúcnosti podarí odkryť ďalšie rozsadlinové, prípadne medzibalvanové jaskyne. Terénne okolnosti, najmä existencia zosunutých blokov, tomu dávajú reálne predpoklady.



Obr. 5. Mapa jaskyne. Zostavil I. Balciar

LITERATÚRA

- GAÁL, L. - ESZTERHÁS, I. 1990. Pseudokrasové jaskyne Cerovej vrchoviny - otázky genézy a rozšírenia. *Slovenský kras*, 28, 71-102.
- GAÁL, L. - GAÁL, J. 1995. Vznik jaskýň svahovými pohybmi blokového typu na príklade Pohanského hradu (Cerová vrchovina). *Slovenský kras*, 33, 35-54.
- KONEČNÝ, V. - LEXA, J. - BALOGH, K. - KONEČNÝ, P. 1995. Alkali basalt volcanism in southern Slovakia: volcanic forms and time evolution. *Acta Volcanologica*, 7, 2, 167-172.
- PRAKFAĽI, P. - GAÁL, L. - HORVÁTH, G. 2010. Geologická stavba. In Gaálová, K. (Ed.): *Chránená krajinná oblasť Karancs-Medves a Chránená krajinná oblasť Cerová vrchovina*. Eger - Rimavská Sobota, 13-41.
- VASS, D. - ELEČKO, M. - PRIŠTAŠ, J. 1986. Klenba Cerovej vrchoviny - mladá štruktúra na južnom Slovensku. *Geologické práce, Správy*, 84, Bratislava, 135-140.

REALIZÁCIA PROJEKTU STAROSTLIVOSTI O MORSKÉ OKO V TORNALI

Ludovít Gaál – Peter Gažík – František Ondruš

Zatopená priepasť Morské oko v Tornali predstavuje artézsky výver vôd v tesnej blízkosti plážového kúpaliska Králik. Kúpalisko je atraktívnou destináciou turistického ruchu a priepasť vyhľadávanou lokalitou pre potápačov, ktorí ju skúmali už od roku 1976 (Sasvári, 1999; Hochmuth, 2000). S cieľom prezentovať jej prírodné hodnoty Správa slovenských jaskýň v roku 2007 vybudovala náučnú lokalitu s informačnými panelmi, oplotením výverového jazierka, vstupnou bránou a s dreveným mólom doprostred jazera (Gaál a Gažík, 2007). Rekreatívi kúpaliska počas sezóny môžu tak výverové jazierko s priemerom 60 m navštevovať v pravidelných intervaloch pod kontrolou pracovníka kúpaliska.



Potápači pred zanorením do zatopenej priepasti Morské oko. Foto: L. Gaál

Priepasť s hĺbkou 38 m sa smerom do hĺbky zvonovito rozširuje a pri dne dosiahne šírku aj 65 m s bočnými výbežkami po zlomoch. Výdatnosť výveru sa udáva na 29 – 35 l.s⁻¹, potápačmi nameraná teplota vody sa najčastejšie pohybuje medzi 16 – 18 °C v lete a 11 – 14 °C v zime. Voda je bikarbonátovo-vápenatá s vyšším obsahom horčíka a síranov. Vznik zatopenej priepasti a pôvod slabo mineralizovaných vôd v oblasti Tornale skúmali najmä Orvan (1960, 1964, 1973), Zakovič et al. (1994) a Gaál et al. (2007). Zistilo sa, že vody do Morského oka prúdia z oblasti Slovenského krasu cez poklesnuté vápencové bloky, ktoré sú v oblasti Rimavskej kotliny ponorené a prekryté trefohornými nepriepustnými ílmi a prachovcami. Voda obsahujúca zvýšený podiel oxidu uhličitého prúdi hlbinnou cirkuláciou vo vápencoch pod tlakom, je teda agresívnejšia, a preto môžeme v podloží prachovcov právom predpokladať výskyt korózných hypogénnych jaskýň (Bella a Gaál, 2012). Takéto jaskyne a krásové kanály pod zatopenou priepasťou Morského oka sú však čiastočne upchaté ílmi, ktoré sú produktmi zvetrávania prachovcov. Trefohorné vápnité prachovce tvoria v súčasnosti steny zatopenej priepasti, z ktorých sa neustále uvoľňujú zvetraliny a opadávajú väčšie-menšie bloky. Na dne priepasti sa preto nachádza rôzne hrubá ílová vrstva a bezpečnosť potápačov ohrozuje aj niekoľko nebezpečne visiacich blokov. Niektoré previsy pri dne sú dlhé 12 – 20 m, ich steny dotvárajú postupne sa odlučujúce bloky. Dno pokrýva násypový kužeľ, ktorý sa postupne zvažuje od stredy k stenám až do hĺbky 38 m. Najväčšia koncentrácia balvanov a spadnutých blokov sa nachádza pod severnou a západnou, menej pod južnou stenou. Hĺbka sedimentov pri meraní dosahovala v južnej časti priepasti maximálne 1,6 m.

Doteraz sme mali k dispozícii len náčrt priepasti a chýbala aj základná dokumentácia, ktorá by bola potrebná pre jej účinnú ochranu. Neboli známe ani údaje o hĺbke karbonátového podložia. Z týchto dôvodov sa rozhodla Správa slovenských jaskýň zaradiť lokalitu Morské oko do projektu Realizácia programov záchrany a starostlivosti o vybrané jaskyne (kód projektu ITMS 24150120047). Verejnú súťaž vyhrala firma Ondruš a spol., s. r. o., Vyšné Repaše a práce prebehli v priebehu novembra 2015. Cieľom projektu bolo prispieť k poznaniu charakteru zatopenej priepasti a jej horninového podložia najmä odstránením časti sedimentov na dne, geofyzikálnym prieskumom, odberom vzoriek, fotografickou, mapovou a filmovou dokumentáciou, ako aj uľahčiť bezpečný pohyb potápačov odstránením nebezpečných blokov na dne.

Práce zabezpečili potápači, ktorí disponovali potápačskými skúškami. Používali potápačskú súpravu s hadicovým systémom Nargila, mali zaistenú dodávku dýchacieho média z povrchu a používali celotvárovú masku Interspiro so zdvojenou (hlavnou a záložnou) dodávkou vzduchu. Pracovný čas potápača bol vzhľadom na hĺbku obmedzený na cca 40 minút, potom bola nutná dekompresia v trvaní cca 25 minút. Celkový čas pobytu potápača pod vodou bol cca 65 minút. Z bezpečnostného hľadiska potápači mali spojenie s povrchom pomocou káblového telefónu, mali svetlo so širokým uhlom svietenia a videokameru s priamym prenosom na monitor na povrchu. K prípadnému zásahu bol na povrchu pripravený záložný potápač s nezávislým prístrojom a telefónom. V krajnej núdzi bola pripravená počas trvania práce barokomora s lekárom. Práce vykonávali potápači Aleš Carbol, Marek Du-

dáš, Dezider Hrehuš, Milan Kotras, Peter Kubička, Karel Kuděla, František Ondruš a Silvestr Pěkník, na povrchu službu vykonával Martin Hrehuš. Išlo o tieto činnosti:

GEOFYZIKÁLNE MERANIA

Geofyzikálne práce vykonala firma KORAL, s. r. o., Spišská Nová Ves pomocou odporovej tomografie. Profil sa vytýčil v areáli kúpaliska, v tesnej blízkosti južnej strany výverového jazera v dĺžke 300 m v smere ZSZ-VJV; ten sa po 260 m lomil na ZJZ-VSV. Merací prístroj ARES identifikoval v tesnej blízkosti jazera dve anomálie s nízkym odporom (vo vzdialenosti profilu 100 a 150 metrov), ktoré sa smerom do hĺbky spoja a pravdepodobne zodpovedajú zavodneným zlomom na okrajoch zatopenej priepasti. Ďalej sa v dĺžke 220 m profilu (70 m na VJV od okraja jazera) zistila nová anomália veľmi nízkeho odporu, ktorá predstavuje pravdepodobne ďalší výrazný, do hĺbky sa mierne rozširujúci zavodnený zlom. Zaujímavé je, že všetky tri zistené zlomy sú mierne uklonené k západu. Hĺbkový dosah meraných odporov bol okolo 60 m, hustota kroku merania 1 – 5,5 m. V konečnej interpretácii nameraných údajov však medzi horninami s vyššími hodnotami odporu nebolo možné jednoznačne rozlíšiť tvrdšie prachovce od vápencov.

ODSTRÁNENIE ČASTI ÍLOVÝCH ZVETRALÍN Z DNA ZATOPENEJ PRIEPASTI

Sedimenty z priepasti sa odstraňovali odčerpávaním z poruchovej zóny v južnej časti dna. Ostatné miesta z dôvodu ochrany drobných teplomilných kôrovcov sa ponechali nedotknuté. Čerpacie práce prebehli od 25. 11. do 28. 11. 2015 a sústredili sa predovšetkým na štrbiny medzi závalovými skalnými blokmi v najnižšie ležiacich miestach v hĺbke 35 – 38 m. Čerpalo sa kalovým čerpadlom, tzv. potápačským vzduchovým sacím bagrom typu Airlift s priemerom saciej hadice 100 mm a s dĺžkou 72 m. Hadica bola opatrená zmiešavacou hlavou, do ktorej sa tlakovou hadicou privádzal vzduch z kompresora. Sací bager bol ukotvený dvomi lanami na betónový nosník a skalný balvan, ďalej boli použité stabilizačné záťažové v celkovej hmotnosti 75 kg. Na okraji miesta čerpania bolo spustené a ukotvené zostupové lano. Množstvo odsatého kalu s vodou prekročilo 500 m³.

ODBER VZORIEK SEDIMENTOV A HORNÍN

Pred čerpaním sa vykonal odber ílovitých sedimentov z dna. Odobraté tri vzorky sa v laboratóriu ACME Labs, Vancouver (Kanada) po vysušení a podrvení analyzovali na obsah potenciálnych toxických prvkov. Po porovnaní výsledkov analýz s limitnými hodnotami v platných právnych predpisoch možno sedimenty Morského oka hodnotiť ako nekontaminované toxickými látkami a ťažkými kovmi.

Po čerpaní sedimentov potápači odobrili aj vzorky hornín z najnižších častí dna. Na základe analýzy sa zistilo, že vzorky zodpovedajú sivým vápnným prachovcom lučenského súvrstvia (egerského veku), teda pukliny na dne priepasti ešte nedosiahli vápencový podklad v podloží trefohorných prachovcov.

Literatúra

- BELLA, P. – GAÁL, L. 2012. Hypogénne jaskyne na Slovensku: súčasné poznatky a zameranie výskumu. Geomorphologia Slovaca et Bohemica, 12, 1, 38–50.
- GAÁL, L. – BALCIAR, I. – BELANOVÁ, E. – MEGELA, M. – PAPÁČ, V. – VANÉKOVÁ, H. 2007. Zatopená priepasť Morské oko v Rimavskej kotline. Aragonit, 12, 4–9.
- GAÁL, L. – GAŽÍK, P. 2007. Prepoštská jaskyňa a Morské oko – nové náučné lokality. Aragonit, 12, 81–82.
- HOCHMUTH, Z. 2000. Problémy speleologického prieskumu podzemných tokov na Slovensku. Slovenská speleologická spoločnosť, Prešov – Košice, 164 s.
- ORVAN, J. 1960. O pôvode minerálnych vôd v Šafárikove. Geologické práce, Správy, 17, Bratislava, 203–213.
- ORVAN, J. 1964. Hydrogeologické pomery riečnych náplavov v povodí Slanej. Geologické práce, Správy, 32, Bratislava, 115–122.
- ORVAN, J. 1973. Hydrologické pomery Rimavskej kotliny. Mineralia Slovaca, 5, 3, 271–278.
- SASVÁRI, T. 1999. Historický prehľad činnosti a dosiahnuté výsledky oblastnej skupiny č. 33 Aquaspael. Spravodaj Slovenskej speleologickej spoločnosti, 30, 1, 50–54.
- ZAKOVIČ, M. – BODIŠ, D. – ORVAN, J. – LOPAŠOVSKÝ, K. 1994. Hydrogeológia Rimavskej kotliny a východnej časti Cerovej vrchoviny. Západné Karpaty, 123, Bratislava, 119–142.

V jednej z odobratých vzoriek sa vyskytujú odťažky schránok tenkostenných lastúrníkov (Lamellibranchiata), čo môže signalizovať spodnú časť prachovcového súboru, pretože prevažná časť niekoľko sto metrov hrubého súvrstvia je takmer sterilná na makrofósiie.

ODSTRÁNENIE NEBEZPEČNÝCH BLOKOV

Nebezpečne visiace bloky prachovcov najmä v južnej časti priepasti boli známe už dávnejšie, niektoré sa však zistili priebežne pri mapovaní jaskyne. Prakticky sa vyskytli už od hĺbky 2 m, väčšie na juhovýchodnej stene od 8-metrovej hĺbky a v blízkosti dna. Ich odstraňovanie bolo zabezpečené uvoľňovaním pomocou železnej tyče po dôkladnej príprave a za dodržania zásad bezpečnosti práce.

DOKUMENTÁCIA LOKALITY

Zameriavanie a mapovanie zatopenej priepasti sa uskutočnilo priebežne s monitoringom. Následne bola zostrojená 3D mapa priepasti s pôdorysom a priečnymi rezmí. Súčasťou dokumentačných prác bola fotografická aj filmová dokumentácia priepasti. Film v trvaní viac ako 20 minút zobrazuje prehľad o vykonaných aktivitách s odborným komentárom RNDr. Ľudovíta Gaála, PhD., ako aj vedúceho tímu potápačov Františka Ondruša. Súčasťou sú i autentické zábery z čerpania sedimentov na dne priepasti.

Realizácia projektu prispela k doplneniu poznatkov o tejto vzácnej lokalite na juhu Slovenska a súčasne čiastočne odkryla ďalšie záhady prírody.

NOVÁ ELEKTROINŠTALÁCIA V BELIANSKEJ JASKYNI

Peter Gažík

V rámci Operačného programu životné prostredie, spadajúceho pod tzv. štrukturálne fondy EÚ, bol pre programové obdobie 2007 – 2013 schválený aj projekt Realizácia programov záchrany a starostlivosti o vybrané jaskyne. V projekte bolo zahrnutých celkovo 53 jaskýň. Zo šiestich sprístupnených jaskýň sa najviac práce vykonalo v Belianskej jaskyni, kde prebehla kompletná rekonštrukcia elektroinštalácie vrátane zmeny svietidiel, rekonštrukcia prehliadkovej trasy s nahradením zábradlia za nové z nehrdzavejúcej ocele a monitoring netopierov bol vylepšený o automatický zaznamenávač ich výskytu na odľahlom mieste jaskyne.

Vzhľadom na veľký rozsah prác a už štandardnú komplikovanosť verejného obstarávania bolo treba zladit' práce oboch rekonštrukcií tak, aby došlo k čo najmenšiemu výpadku prevádzkovania jaskyne pre verejnosť. V októbri 2014 sa začala rekonštrukcia prehliadkového chodníka, na ktorú mala nadväzovať rekonštrukcia elektroinštalácie. Vinou zdĺhavého výberu uchádzača (výberové konanie sa začalo v januári 2014 a rozličnými príbehmi sa predĺžilo až do jesene) bola zmluva podpísaná až koncom no-



Palmová sieň v novom osvetlení. Foto: P. Staník

vembra 2014. Termín ukončenia bol stanovený ako pevný – 15. máj 2015. Vďaka profesionalite dodávateľov sme však všetky termíny zvládli a vynovená jaskyňa mohla načas privítať nedečkávkych návštevníkov.

Čo tomu všetkému predchádzalo? Myšlienky rekonštrukcie elektroinštalácií v jaskyniach boli hlavne vplyvom finančnej náročnosti spájané s možnosťou realizácie projektov už dávnejšie. Z posledných inštalácií pred Belianskou jaskyňou možno spomenúť Harmaneckú jaskyňu (roku 2012), kde sa však otázke najvhodnejších svetelných zdrojov nevenovala zvýšená pozornosť, keďže elektroinštalácia tvorila len subdodávku rekonštrukcie prehliadkovej trasy. V Belianskej jaskyni sme sa však chceli pokúsiť o trochu viac.

Hoci elektroinštalácia je odbornou technickou záležitosťou a musí spĺňať všetky príslušné normy a regulatívy, pre nás ako obstarávateľa sú zaujímavé najmä jej výstupy, ktorými sú na jednej strane jaskyňa s vplyvom osvetlenia na prostredie a na druhej strane návštevník s jeho celkovým dojemom z prehliadky. Vizualnú stránku nasvietenia jaskyne novými svetelnými zdrojmi sa podujal vyriešiť náš fotografujúci kolega Pavol Staník. V spolupráci s viacerými kolegami pripravil počas dlhých dní a nocí

(až do 40) pre návštevníkov naozaj osobitú atmosféru jaskynného prostredia s vyzdvihnutím viacerých detailov, ktoré predtým zostali nepovšimnuté (protisvetlá v odrazených kvapkách vody, odrazy svetiel z jazierok na stenách, poodhalené vzdialené zákutia a pod.). Počas inštalácie sa osvetlenie jaskyne dotváralo aj vďaka bohatým skúsenostiam tímu Alexandra Chrapka z firmy Germtec, ktorá zamestnáva viacero technických odborníkov aj jaskyniarov súčasne. Keďže človek okrem najdôležitejšieho zmyslu – zraku disponuje aj ďalšími 4 zmyslami, chceli sme využiť aj schopnosť svetidiel byť naprogramovanými nielen na svetelný efekt (Vysoký dóm, Palmová sieň), ale v Hudobnej sieni aj na symbiózu s hudbou. Cieľom bolo navodiť atmosféru a sprostredkovať návštevníkom pocit majestátnosti priestoru pripomínajúceho chrám, priblížiť im, že sú v jaskyni, kde hlavnú úlohu zohrávajú faktory času a vody, a osobitosťou ľudovej hudby im dať na vedomie, že sa nachádzajú na Slovensku. Pomohol nám k tomu svojím profesionálnym prístupom scénograf Ján Ptačin, ktorý vytvoril tri rôzne scénografie: pre barokovú (gotickú) hudbu od Pachelbela, ľudovú fujarovú hudbu a na mieru skomponovanú miniskladbičku od hudobného skladateľa Petra Machajdika, aktívne využívajúcu aj tri stereosúpravy umiestnené v sieni. Je to prvá takáto inštalácia svojho druhu v našich jaskyniach; hoci obmedzená časovou tiesňou, azda prináša očakávaný výsledok.



Výmena elektrických rozvodných skriň. Foto: P. Stankoviansky



Inštalácia dieselového náhradného zdroja elektrickej energie na terase pred Belianskou jaskyňou. Foto: P. Gažík

Celú rekonštrukciu elektroinštalácie zastrešovala firma BBF elektro, s. r. o., zo Spišskej Novej Vsi, ktorá si na časovo náročnejšie práce najímala aj pracovníkov z okolia. Zo strany ŠOP SR, Správy slovenských jaskýň práce aktívne koordinoval technik pre elektrické zariadenia Peter Stankoviansky. V rámci inštalácie je potrebné spomenúť aj diaľkovú kontrolu osvetlenia z prevádzkovej budovy a v neposlednom rade aj inštaláciu dieselového náhradného zdroja elektrickej energie, o ktorom pracovníci jaskyne snívajú už desaťročia. Náhradný zdroj sa dimenzoval tak, aby bol schopný zásobovať celú jaskyňu a potrebné zázemie na povrchu aj v prípade celodenného výpadku elektrického prúdu. Príkron v jaskyni poklesol z pôvodných 28,6 kW na terajších 6,5 kW. Svetidlá od firmy Germtec spĺňajú prísne normy na vodotesnosť (IP 68), pracujú pod napätím 15 – 35 V, pre inštaláciu sme mali k dispozícii uhly optiky 10°, 30°, 40° a elipsu 10 – 40° vo variantoch 1,5 W, 3 W alebo 12 W a s farebnou teplotou 3000 K, 4200 K a 6300 Kelvinov (teplé, neutrálné a studené biele svetlo). Návrhom na RGB svetlá s plnou farebnosťou sme zatiaľ odolali, keďže našim poslaním je ukazovať prírodné javy a snažiť sa ich význam a vzhľad priblížiť verejnosti v ich prirodzenej kráse.

Belianska jaskyňa má teda po naozaj sústredenom úsilí viacerých pracovníkov Správy slovenských jaskýň momentálne prevádzku z technickej stránky vybudovanú v rámci Slovenska na najvyššej úrovni. Skvelý kolektív pracovníkov jaskyne si to určite zaslúži.



Nové osvetlenie Dlhej chodby. Foto: P. Gažík

REKONŠTRUKCIA ZÁBRADLIA NA PREHLIADKOVÝCH TRASÁCH SPRÍSTUPNENÝCH JASKÝŇ

Peter Labaška

Technická infraštruktúra jaskýň podlieha časom výraznému opotrebeniu vplyvom podzemného prostredia i návštevnosti. ŠOP SR, Správa slovenských jaskýň podľa svojich finančných možností z dlhodobého hľadiska tieto technické zariadenia postupne renovuje, na čo v posledných rokoch využíva finančné prostriedky zo štrukturálnych fondov Európskej únie.

V rámci výzvy vyhlásenej Ministerstvom životného prostredia SR v roku 2013 Správa slovenských jaskýň sa rozhodla uchádzať o financie na realizáciu týchto prác, ktoré sú dôležité z hľadiska bezpečnosti pohybu návštevníkov i z environmentálneho hľadiska. V júli 2013 ministerstvo schválilo žiadosť s názvom Realizácia programov záchran a starostlivosti o vybrané jaskyne. Súčasťou tejto žiadosti boli aj projekty rekonštrukcie prehliadkových trás v piatich jaskyniach – Bystrianskej jaskyni, Belianskej jaskyni, jaskyni Domica, Gombaseckej jaskyni a Ochtinskej aragonitovej jaskyni.

Projekty na realizáciu stavieb pre Beliansku jaskyňu spracovali projektanti Ing. Jaroslav Šoltýs a Ing. Dušan Kalafút a pre ďalšie štyri jaskyne Ing. Marián Bachňák. Následne boli vydané odborné vyjadrenia k projektovým dokumentáciám z Obvodných banských úradov v Banskej Bystrici a Spišskej Novej Vsi a povolené výnimky zo zakázaných činností ustanovených v zákone č. 543/2002 o ochrane prírody a krajiny od Krajských úradov životného prostredia v Banskej Bystrici, Košiciach a Prešove. Na základe zákona



Vymenené zábradlie v Gombaseckej jaskyni. Foto: P. Labaška

o verejnom obstarávaní boli vysúťaženi dodávateľia prác, a to pre jaskyňu Domica firma Zamgeo, spol. s r. o., z Rožňavy a pre Beliansku jaskyňu, Bystriansku jaskyňu, Gombaseckú jaskyňu a Ochtinskú aragonitovú jaskyňu firma Combin Banská Štiavnica, s. r. o.

Rekonštrukcia prehliadkových trás v uvedených jaskyniach zahŕňala kompletnú výmenu existujúcich oceľových konštrukcií zábradlí a stojanov pre tlačidlá na ovládanie osvetlenia za nehrdzavejúci materiál. Súčasne sa položil nový asfaltový koberec a osadilo antikorové zábradlie na prístupovom chodníku ku Gombaseckej jaskyni. Pôvodné oceľové zábradlie sa vybúralo a nahradilo nehrdzavejúcim, pričom práce prebiehali v rámci možnosti etapovito postupne od zadnej časti jaskýň po vchod. Všetky kovové prvky sú vyhotovené z matnej nehrdzavejúcej ocele, materiál podľa STN 17 241, pričom koncepcia riešenia po-

zostáva z dvoch základných konštrukčných systémov:

Zábradlie je tvorené stĺpkami, horným držadlom a výplňou s jednou alebo dvoma vodorovnými rúrkami. Horné držadlo a stĺpik sú z rúrky \varnothing 40,00/2,50 mm, výplň je z rúrky \varnothing 28,00/2,00 mm, fixovanej na stĺpik cez zvar. Držadlo je vychýlené nad os výplne cez ohnutý trň, prípadne je osadené na rovnom trni.

Zábradlie je tvorené stĺpkami, horným držadlom s výplňou, ktorú tvoria dve vodorovné rúrky, na ktoré je privarená zvislá výplň. Horné držadlo, stĺpik a vodorovná výplň sú obdobné ako v prvom prípade. Zvislá výplň je z rúrky \varnothing 14,00/2,00 mm, ktorá má vnútornú vzdialenosť medzi sebou max. 120 mm. Tento typ zábradlia

je osadený na rizikovom mieste nad Hudočnou sieňou v Belianskej jaskyni.

Práce v jaskyni sa vykonali etapovite počas rokov 2014 a 2015 hlavne v mimosezónnom období. Všetky výdavky na rekonštrukciu boli na základe zmluvy o poskytnutí nenávratného finančného príspevku hradené zo štrukturálnych fondov Európskej únie, operačný program Životné prostredie. Celkové náklady dosiahli sumu 837 707 eur bez DPH. Bez tejto pomoci by v súčasnom období nebola ŠOP SR, Správa slovenských jaskýň sama schopná financovať takúto investíciu.

Touto rekonštrukciou prehliadkových trás uvedených sprístupnených jaskýň sa dosiahlo výrazné skvalitnenie technickej infraštruktúry v ich podzemí, čo má vplyv na jej prevádzkové, technické a estetické kritériá. Dúfame, že to najviac ocenia spokojní návštevníci jaskýň.



Ohradenie priepastného otvoru v Bystrianskej jaskyni. Foto: P. Labaška



Nové zábradlie v Ochtinskej aragonitovej jaskyni. Foto: P. Labaška

KONFERENCIA MEDZINÁRODNEJ ASOCIÁCIE SPRÍSTUPNENÝCH JASKÝŇ V OMÁNE

Peter Gažík – Pavel Bella

Medzinárodná asociácia sprístupnených jaskýň (ISCA) organizovala v Ománe v dňoch 5. – 12. 11. 2016, dva roky po poslednom kongrese v Austrálii (Jenolan Caves), ďalšiu konferenciu venovanú problematike jaskýň využívaných v rámci turizmu. Spoluorganizátorom bola správa jaskyne Al Hoota, ktorá je jedným z členov tejto asociácie. Keďže Omán má veľký potenciál na rozvoj turizmu a viaceré štátom podporované projekty sa úspešne zrealizovali, organizovanie konferencie podporilo aj tamojšie ministerstvo turizmu.

Deň pred začiatkom konferencie sa uskutočnilo v Muscate (hotel Ibis) zasadnutie výboru (správnej rady) ISCA, na ktorom sa zhodnotila činnosť asociácie za posledné dva roky od posledného kongresu, riešila sa problematika sídla organizácie a ďalšieho fungovania sekretariátu (od založenia asociácie je jej sídlo v Genge pri jaskyni Frasassi v Taliansku), ako aj plán činnosti asociácie do kongresu v roku 2018, ktorý sa bude konať v Genge. Ďalej sa prerokoval návrh memoranda o porozumení a spolupráci medzi Medzinárodnou asociáciou sprístupnených jaskýň a Medzinárodnou speleologickou úniou (UIS) v oblasti výskumu, ochrany, technického rozvoja, prevádzky a propagácie sprístupnených jaskýň. Uvažované členstvo asociácie v Medzinárodnej aliancii horského turizmu nebolo podporené, výbor však podporil návrh na vyhlásenie *Medzinárodného dňa podzemného sveta* na deň 6. júna. V rámci riešenia agendy členstva bolo predmetom obsadzovanie uvoľnených miest vo výbore ISCA a obsadzovanie miest v komisiách a pracovných skupinách.



Úvodná časť konferencie, Muscat, hotel Ibis. Foto: P. Bella

Úvodná časť konferencie v Muscate (hotel Ibis) sa zamerala na geológiu Ománu, turizmus a jaskyne Ománu, vrátane ich ochrany a využívania ako dôležitých turistických destinácií. Prednášajúcimi boli zástupcovia vedenia jaskyne Al Hoota (Abdul Wahid Al Farsi, Khalid Mirza, Ibrahim Al Wahaibi), prezident Ománskej geologickej spoločnosti (Ali Al-Lazki), zástupcovia ministerstva turizmu vrátane koordinátora projektu sprístupňovania jaskyne Al Hoota (Andrew Lawrence), ako aj štátnej agentúry na rozvoj turizmu Omran (Steven Jones). Po skončení tejto časti konferencie nasledoval presun účastníkov z Muscatu do Nizwy, naprieč Ománskym pohorím. Severozápadne od Nizwy, na južnom okraji pohoria Jabal Akhdar sa nachádza jaskyňa Al Hoota, jediná sprístupnená jaskyňa na Arabskom polostrove.

Ďalšie časti programu konferencie, venované problematike výskumu, monitoringu, ochrany, technického rozvoja a prevádzky sprístupnených jaskýň, sa konali v prednáškovej miestnosti vo vstupnom areáli jaskyne Al Hoota. Osobitnú pozornosť organizátori venovali prezentácii zrealizovaného projektu

sprístupnenia tejto jaskyne, ktorý bol vypracovaný na základe jej predchádzajúceho speleologického prieskumu a výskumu (v spolupráci s výskumníkmi a odborníkmi z Prírodovedného múzea vo Viedni). Jaskyňu otvorili pre verejnosť v decembri 2006. V dôsledku škôd v spodnej časti prehliadkovej trasy, spôsobených silnou povodňou, bola jaskyňa v rokoch 2012 – 2016 uzatvorená. Renováciu, završujú znovuoctorením jaskyne v septembri 2016, realizovala štátna agentúra Omran. Ročná návštevnosť jaskyne pred jej dočasným zatvorením v roku 2012

bola okolo 75-tisíc osôb.

Účastníci konferencie si najskôr prezreli moderný polyfunkčný vstupný areál s náučnou expozíciou, prednáškovou miestnosťou, predajňou suvenírov i reštauráciou. Nasledovala prehliadka jaskyne spojená s diskusiou o spôsobe jej prevádzkovania a ochrane, ako aj rizikách poškodzovania technických zariadení počas občasných záplav jej vstupnej časti. Zo vstupného areálu sa návštevníci do jaskyne (a späť) prepravujú špeciálnou klimatizovanou vlakovou súpravou. Táto pozoruhodná jaskyňa je súvisle preskúmaná od ponoru v závere slepej doliny Al Hoota (1152 m n. m., pri rovnomennej dedine na planine budovanej kriedovými vápencami) až po občasnú vyvieracku Al Fallah (606 m n. m., vyústenie do Wadi Ghubrat Tanuf). Dĺžkou viac ako 4,9 km jaskynný systém Al Hoota – Al Fallah patrí medzi najdlhšie podzemné „wadi“ na svete (v aridných a semiaridných oblastiach). Sprístupnená je výverová časť jaskynného systému v dĺžke asi 500 m (po prehliadke sprístupnenej časti sme si prezreli aj príľahlú časť krasovej planiny so slepou dolinou Al Hoota). Vhodné architektonické riešenie



Účastníci konferencie pred vstupným areálom jaskyne Al Hoota. Foto: P. Bella



Účastníci počas ukončenia konferencie na večernej plavbe v zálive pri Muscate. Foto: P. Bella



Wadi Bani Khalid. Foto: P. Bella



Ústie priepasti Majlis Al Jinn na planine Salma. Foto: P. Bella

a funkčná vybavenosť vstupného areálu, ako aj vhodný spôsob sprístupnenia jaskyne, v čo najmenšej miere meniaci pôvodný stav jaskyne s využitím antikorových materiálov (zábradlie a viaceré súčasti elektroinštalácie), odzrkadľujú významnú štátnu podporu rozvoja turizmu. Jaskyne v Ománe sú vo vlastníctve štátu.

Nasledujúce exkurzie viedli do juhozápadnej časti Ománskych hôr. Krasovú planinu Salma v pohorí Jabal Bani Jabir budujú eocénne vápence. Hlavným cieľom exkurzie na túto planinu bola prehliadka troch povrchových otvorov priepasti Majlis Al Jinn (Khoshilat Maqandeli, 1390 m n. m.), ktorá sa nachádza severne od dediny Qurran. Táto priepasť patrí medzi najpriestrannejšie podzemné priestory na svete. Na dne dosahuje rozmery 310 × 225 m, strop podzemného dómu je vo výške 120 m (cez tri otvory preniká do podzemia svetlo z povrchu, horninové nadložie je hrubé okolo 40 m). Najhlbšia časť priepasti je 178 m pod najvyšším otvorom. Objem podzemného dómu je cca 4 mil. m³, podlaha zaberá plochu asi 58 tis. m². Do priepasti sa dostanú len spelealpinisti, avšak v rámci rozvoja turizmu v Ománe sa uvažuje aj o jej sprístupnení pre širšiu verejnosť. Priepasť uvažujú sprístupniť pomocou špeciálneho žeriava s otočným ramenom, ktorý by návštevníkov preniesol nad otvor priepasti a spustil na jej dno. Prehliadka podzemného priestoru má viesť po vyvýšenej trase bez „umelých“ svetelných efektov v záujme zachovania prírodného charakteru podzemného ekosystému.

Na južnom úpätí planiny Salma sme navštívili Wadi Bani Khalid, v ktorom sa nachádza jaskyňa Muqal. Hydrograficky a speleogeneticky pravdepodobne súvisí s krasovými akvifermi v centrálnej časti planiny Salma (vývery podzemných vôd do Wadi Bani Khalid).

Do východnej časti planiny Salma je vyhlbená tiesňava Wadi Shaab, v stenách ktorej laterálnou eróziou občasného vodného toku vznikli viaceré jaskyne predurčené medzivrstvovými plochami vápencov. Trasa ďalšej exkurzie viedla až do hornej časti tejto tiesňavy, kde na jej dne sú prietokové jazerá a jaskyňa Water Cavern, do ktorej sa dalo vplávať cez úzku štrbinu.

Na pobrežnej nížine pod východným svahom planiny Salma sú eocénne vápence pokryté hrubým súvrstvom prolúviálnych

sedimentov. Hladina podzemnej vody výškou zodpovedá neďalekej morskej hladine. V tejto oblasti sme si prezreli zrútený závrť Hawiyat Najm, ktorý vznikol preborením nadložných vrstiev vápenca (spolu s pokryvnými prolúviálnymi sedimentmi) do podzemnej dutiny vytvorenej podpovrchovým krasovatením. Dno zrúteného závrta vyplňuje voda, pravdepodobne atmosférického pôvodu, zmiešaná s morskou vodou. Závrť s blízkym okolím je upravený do podoby turistickej lokality, dobre dostupnej z diaľnice medzi mestami Muscat a Sur.

Schodiskom možno zostúpiť až k hladine jazera, v ktorom sa turisti môžu aj kúpať.

Počas exkurzií sme si prezreli viaceré krasové oblasti a jaskyne v Ománskych horách a ich predpolí. Hoci sa dnes nachádzajú v aridných a semiaridných oblastiach, zväčša vznikali v humidnejších podmienkach, ktoré v tejto oblasti Arabského polostrova boli počas niektorých období štvrtohôr (dokázané izotopovými analýzami stalagmitov). Spôsob sprístupnenia jaskyne Al Hoota, ako aj vybavenosť jej vstupného areálu poskytuje množstvo inšpirácií a podnetov na riešenie problematiky sprístupňovania jaskýň, dobudovania a inovácie ich technickej infraštruktúry na povrchu i v podzemí.

Táto veľmi zaujímavá a precízne pripravená konferencia sa končila podvečernou prehliadkou Muscatu a večernou plavbou v zálive pri starej časti mesta na tradičnej ománskej drevenej lodi. Na konferencii bolo prítomných 40 účastníkov z 13 štátov (Austrália, Francúzsko, Chorvátsko, Irán, Nemecko, Omán, Portugalsko, Rakúsko, Slovensko, Slovinsko, Španielsko, Taliansko a USA). Slovensko zastupovali zamestnanci ŠOP SR, Správy slovenských jaskýň (autori tejto správy a Ing. Ľubica Nudzíková).



Zrútený závrť Hawiyat Najm. Foto: P. Bella



Wadi Shaab. Foto: P. Bella

ENVIRONMENTÁLNA VÝCHOVA V ROKU 2016

Miroslav Kudla

Environmentálna výchova je jedným z dôležitých poslání Správy slovenských jaskýň. Jej základným pilierom a organizačnou formou je lektorské sprevádzanie návštevníkov v sprístupnených jaskyniach, ktoré plní nezastupiteľnú úlohu v procese osvojovania elementárnych poznatkov o jaskyniach, krase a budovania pozitívneho vzťahu k živej aj neživej prírode a jej ochrane. Okrem neho rozvíjame aj ďalšie organizačné formy environmentálnej výchovy, najmä prednášky a tematické terénne exkurzie.

Prednášková činnosť sa v roku 2016 orientovala najmä na výchovno-vzdelávacie inštitúcie. Dominujúcou cieľovou skupinou boli žiaci základných a stredných škôl. Prednášky sa realizovali najmä pri príležitosti environmentálnych dní, Medzinárodného dňa detí či pri významných výročiach jaskýň. Tematický obsah prednášok podmienovala príležitost' ich realizácie a parametre cieľovej skupiny. Z hľadiska obsahu prevládali prednášky všeobecne zamerané na predstavenie krásy a jaskýň so zreteľom na miestny región. V apríli 2016 sme si pripomenuli Deň Zeme sériou prednášok (19., 21. a 27. 4.) s cieľom priblížiť žiakom základných a stredných škôl všeobecné poznatky o krasových procesoch a javoch, predstaviť ich ako ekosystémy a poukázať na ich ohrozenie ľudskou činnosťou. Do prednášok sme implementovali aj aktivizujúce prvky, ako súťaže alebo úlohy s využitím didaktických pomôcok či propagačného materiálu Správy slovenských jaskýň. Čiastkové obsahové komponenty prednášok boli koncipované tak, aby nadväzovali na poznatky žiakov, rozvíjali ich a zároveň v poslucháčov budovali kladný vzťah k jaskyniam ako súčasť prírody a vyvoľávali záujem o ne.

Okrem žiakov bežných škôl sme prednášali aj pre iné cieľové skupiny. Dve prednášky venované jaskyniam vybraného regiónu sme uskutočnili v základnej škole detskej ozdravovne Železnô (25. 5. a 13. 6. 2016), podobne aj v škole v prírode v Žiari (21. 4. a 8. 6. 2016), ktorá pre žiakov pripravuje rozličné environmentálne výchovné programy. V obci Bátka sa realizovala prednáška o hodnotách doliny Blh pre družobnú obec z Maďarska (21. 6. 2016). Na konferencii „Naše spoločné vody“ v maďarskom Salgótarjáne prednášal Ľ. Gaál o krasových vodách (16. 11. 2016). Konala sa aj prednáška pre klub seniorov ochrany prírody v Žiari (29. 9. 2016).

Pre žiakov a študentov umeleckých škôl sme v roku 2016 zorganizovali dve súťaže, v rámci ktorých sme s účastníkmi pracovali dlhodobšie kombinovaním viacerých organizačných foriem výchovno-vzdelávacieho procesu, najmä prednášok a terénnych exkurzií v jaskyni s vysokou mie-

rou aktivizácie účastníkov. Povaha súťaží si vyžadovala samostatné vyhľadávanie a spracovávanie informácií z dostupných podkladov. Pre študentov 3. ročníka Školy úžitkového výtvarníctva v Ružomberku sme pripravili výtvarnú súťaž o najlepší grafický návrh loga Správy slovenských jaskýň a jednotlivých sprístupnených jaskýň. V rámci súťaže sme pre účastníkov zrealizovali prednášku so zreteľom na najvýznačnejšie prvky jednotlivých sprístupnených jaskýň, poskytli im podkladové materiály a v rámci hľadania inšpirácie sme s nimi navštívili Demänovskú jaskyň slobody (19. 4. 2016). Študenti museli svoje poznatky o jaskyniach, potrebné na vypracovanie zadania, doplniť samostatne. Výsledky súťaže vyhodnotila odborná komisia.

Správa jaskýň vyhlásila regionálnu výtvarnú súťaž pre základné umelecké školy s tematikou „Život v našich jaskyniach“. Do súťaže sa zapojili dve liptovské základné umelecké školy. Cieľom súťaže bolo pútavou formou priblížiť jaskyne ako ekosystémy a jaskynnú faunu. Na začiatku súťaže sa konali prednášky tematicky zamerané na jaskyne a jaskynnú biotu s organizačným a metodickým usmernením pri vypracovaní zadania. Vo výtvarných prácach sa objavili najmä netopiere a jaskynné bezstavovce, pleistocénna fauna, ale aj draci, ktorým sa v minulosti pripisovali osteologické nálezy v niektorých jaskyniach. Na záver súťaže sa malí umelci zúčastnili tematickej exkurzie v Demänovskej jaskyni slobody (11. a 13. 11. 2016), kde prebehlo aj vyhodnotenie súťaže a vyhlásenie ocenených.

Pri príležitosti Medzinárodného dňa detí (1. 6.) pracovníci prevádzky Gombaseckej jaskyne zorganizovali bohatý program pre deti a mládež, v rámci ktorého sa v jaskyni konal tematický baterkový vstup, a pripravili súbor súťaží a aktivít s environmentálnym obsahom najmä pre žiakov prvého a druhého stupňa základných škôl, ktorí sa programu zúčastnili.

S cieľom prezentovať Važeckú jaskyňu ako významné paleontologické nálezisko sme

pre návštevníkov jaskyne z radov širokej verejnosti pripravili dva tematické vstupy (23. 6. a 8. 7. 2016) venované najmä jaskynným medveďom, ktorým jaskyňa slúžila ako zimovisko, ako aj priblíženiu pleistocénnej klímy a fauny verejnosti. Obsah tematického vstupu bol implementovaný do materiálu rozširujúceho sprievodné slovo. Počas terénnych exkurzií na povrchu návštevníci zo Spolku Gemerčanov (11. 6. 2016) a skautského tábora (4. 7. 2016) pod vedením Ľ. Gaála prešli náučným chodníkom v Drienčanskom krase.

AKCIE PRI PRÍLEŽITOSTI 90. VÝROČIA OBJAVENIA DOMICE

Dňa 3. 10. 2016 ubehlo 90 rokov, ako Ján Majko prenikol objavným komínom do jaskyne Domica. Stal sa tak prvým človekom, ktorý po viac ako 6000 rokoch opäť vstúpil do jej priestorov a zároveň sa stal jej novodobým objaviteľom. Silická planina tak znovu po tisícročiach vydala svetu na obdiv, čo ukrýva vo svojich útrobách.

Objav jaskyne Domica má zásadný význam nielen z hľadiska speleologického, ale aj národohospodárskeho, kultúrneho a výchovno-vzdelávacieho. Dôležitosť objavenia, či presnejšie znovuobjavenia Domice sme si pripomenuli aj my.

Pri príležitosti tohto jubilea bola v priestoroch Mestského múzea v Seredi inštalovaná expozícia venovaná životu a dielu jaskyniara a objaviteľa Domice Jána Majka. V priestoroch múzea sa v dňoch 22. 1. a 16. 2. 2016 konali série prednášok pre žiakov a študentov základných a stredných škôl zo Serede a okolia, ktoré viedli pracovníci Správy slovenských jaskýň spolu s kolegami zo Slovenského múzea ochrany prírody a jaskyniarstva. Účastníkom predstavili jaskyňu Domica, okolnosti jej objavy a priblížili žiakom podzemný svet slovenských jaskýň a hodnoty, ktoré ukrývajú, ako aj prácu jaskyniarov. Okrem toho sa uskutočnila aj prednáška pre širokú verejnosť, venovaná prírodným hodnotám jaskyne Domica, jej geneze, výskumu, objaveniu a archeológii.

Významné výročie slovenského jaskyniarstva sme si pripomenuli aj terénnou exkurziou pre verejnosť priamo v jaskyni Domica (22. 11. 2016). Na tematickej exkurzii venovanej objavu a hodnotám jaskyne so zreteľom na vybrané zložky jaskynného geosystému a jej pravekému osídleniu sa zúčastnili najmä študenti rožňavského gymnázia. Účastníci priamo v jaskyni uvideli výrobu keramiky podľa predlohy nálezov keramiky bukovo-horskej kultúry, pričom sa oboznámili s bohatou archeológiou jaskyne a špecifikami speleoarcheologických nálezísk. Aby sme na chvíľu videli jaskynné priestory očami objaviteľov či jaskyniarov, navštívili sme Panenskú a Suchú chodbu len pri svetle bateriek. Tu sme mali vzácnu možnosť pozorovať zimné kolónie netopierov z bez-



Žiaci určujúci na obrázkoch vzťah živočíchov k jaskynnému prostrediu na základe ich vonkajších znakov, Medzinárodný deň detí 1. 6. 2016, sprievodné podujatie pri Gombaseckej jaskyni. Foto: P. Gažík

prostrednej blízkosti. Biospeleológ V. Papáč predstavil jaskyňu ako habitat vzácných živočíchov – netopierov i bezstavovcov, ktorých žije v Domici viac než 600 druhov, a priblížil návštevníkom špecifiká života jaskynnej bioty.

V roku 2016 sme zrealizovali 27 prednášok pri rozličných príležitostiach pre rôzne cieľové skupiny s celkovou účasťou presahujúcou 900 účastníkov. Organizovali sme dve súťaže, do ktorých sa zapojilo 67

žiakov a študentov; v rámci nich sa konali prednášky a tri terénne exkurzie v jaskyniach. Okrem toho sa uskutočnilo 5 terénnych exkurzií s odhadovaným počtom 255 účastníkov.

NÁVŠTEVNOSŤ SPRÍSTUPNENÝCH JASKÝŇ NA SLOVENSKU V ROKU 2015

Jaskyne v prevádzke ŠOP SR, Správy slovenských jaskýň	Mesiac												SPOLU
	Január	Február	Marec	Apríl	Máj	Jún	Júl	August	September	Október	November	December	
Belianska jaskyňa	0	0	0	0	5 834	12 284	25 024	27 354	11 423	5 827	1 787	1 594	91 127
Bystrianska jaskyňa	572	534	646	1 029	2 483	3 363	5 057	6 212	1 904	1 161	0	0	22 961
Demänovská jaskyňa slobody	4 488	4 458	3 809	4 247	10 304	12 483	21 934	27 920	8 666	6 805	2 067	2 106	109 287
Demänovská ľadová jaskyňa	0	0	0	0	3 602	9 279	23 678	29 511	7 938	0	0	0	74 008
Dobšinská ľadová jaskyňa	0	0	0	0	4 053	8 836	21 041	27 991	7 828	0	0	0	69 749
Domica	0	0	0	962	2 240	2 809	4 873	5 964	1 685	1 224	517	253	20 527
Driny	0	0	0	1 416	2 750	7 290	8 241	9 213	2 499	1 214	0	0	32 623
Gombasecká jaskyňa	0	0	0	571	1 106	1 826	2 064	2 719	945	584	0	0	9 815
Harmanecká jaskyňa	0	0	0	0	1 118	3 048	5 266	7 532	1 557	1 238	0	0	19 759
Jasovská jaskyňa	0	0	0	847	2 072	3 386	4 283	4 827	1 481	902	0	0	17 798
Ochtinská aragonitová jaskyňa	0	0	0	1 071	3 117	4 112	6 390	8 423	2 862	1 455	0	0	27 430
Važecká jaskyňa	0	615	662	829	1 747	2 631	3 824	4 728	1 240	878	804	0	17 958
SPOLU	5 060	5 607	5 117	10 972	40 426	71 347	131 675	162 394	50 028	21 288	5 175	3 953	513 042

Jaskyne v nájme od ŠOP SR, Správy slovenských jaskýň	Mesiac												SPOLU
	Január	Február	Marec	Apríl	Máj	Jún	Júl	August	September	Október	November	December	
Bojnická hradná jaskyňa	1 942	2 270	3 352	7 664	30 855	32 264	25 034	32 891	10 365	7 409	3 555	6 195	163 796
Jaskyňa mŕtvych netopierov	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Krásnohorská jaskyňa	0	0	0	146	337	301	623	938	201	120	74	0	2 740
Malá Stanišovská jaskyňa	361	320	540	600	839	1114	2529	3013	937	813	0	469	11 535
Morské oko	26	9	9	11	4	5	0	0	0	0	0	0	64
Zlá diera	0	0	0	259	335	423	498	519	197	152	27	0	2 410
SPOLU	2 329	2 599	3 901	8 680	32 370	34 107	28 684	37 361	11 700	8 494	3 656	6 664	180 545

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

Ľubica Nudzíková, Alena Laurincová

Prezentácie krasu a jaskýň na 9. vedeckej konferencii Asociácie slovenských geomorfológov pri SAV

Súčasťou programu 9. vedeckej konferencie Asociácie slovenských geomorfológov pri SAV „Geomorfologické procesy a zmeny krajiny“, ktorá sa konala v dňoch 4. – 6. 10. 2016 v Zuberci, boli dva referáty s problematikou krasu a jaskýň. Zaoberali sa problematikou morfológie viacúrovňového jaskynného systému v kontaktnom stredohorskom krase na príklade jaskýň Demänovskej doliny na severnej strane Nízkych Tatier (P. Bella) a geomorfometrickej analýzy trojdimenzionálneho modelu jaskyne Domica v Slovenskom krase (M. Gally,

Z. Hochmuth, J. Kaňuk, J. Hofierka). V rámci exkurzie (Zuberec – Zázrivá – Terchová, Vrátna) dňa 6. 10. 2016 si účastníci najskôr prezreli novospriístupnenú Brestovskú jaskyňu a krasové javy v jej okolí (v sprievode P. Bellu a Z. Hochmutha). Oboznámili sa s osobitosťami vzniku a vývoja tejto fluviokrasovej jaskyne na západnom okraji Západných Tatier pri ústí doliny Studeného potoka do Podtatranskej brázdy. Abstrakty referátov z tejto konferencie sú uverejnené v časopise Geomorphologia Slovaca et Bohemica, roč. 16, č. 1.

Pavel Bella



Účastníci konferencie pri prehliadke Brestovskej jaskyne. Foto: P. Bella

Svetový pohár FIS sa ako pokračovanie Veľkej ceny Demänovských jaskýň vrátil do Jasnej po 32 rokoch

Demänovskú dolinu charakterizujú z hľadiska cestovného ruchu v novodobej histórii dva výrazné fenomény. Primárnym je systém Demänovských jaskýň s objavom Demänovskej jaskyne slobody v roku 1921, ktorý bol aj podnetom na rozvoj cestovného ruchu v tej-

to nízkotatranskej doline. Až následne s rozvojom lyžovania si príroda všímaví návštevníci a domáci obyvatelia postupne začali uvedomovať jedinečnosť svahov masívu Chopka (2024 m n. m.). V roku 1936 bola vybudovaná prvá



Otvorenie Veľkej ceny Demänovských jaskýň v Hlbokom dome Demänovskej jaskyne slobody. Foto: P. Gažík



Prezident SR Andrej Kiska (druhý zľava) na otvorení Veľkej ceny Demänovských jaskýň. Foto: P. Gažík



sedačková lanovka a už 26. 3. 1939 sa tu uskutočnili prvé lyžiarske preteky v zjazdových disciplínach pod názvom Veľká cena Demänovských jaskýň s putovnou cenou – Zlatým kvapľom Jaskyne slobody. Svetový pohár FIS sa v Jasnej konal v rokoch 1979, 1982 a 1984. V roku 1989 dosiahol počet ročníkov Veľkej ceny Demänovských jaskýň päťdesiatku.

Trvalo dlhých 32 rokov, kým sa podarilo opäť vrátiť do Jasnej preteky na úrovni svetového pohára medzinárodnej lyžiarskej federácie (FIS). Keďže bolo tradíciou otvárať toto podujatie v podzemí našej najznámejšej jaskyne, s potešením sme vyhovelí osloveniu a podieľali sme sa na príprave slávnostného otvorenia pretekov obrovského slalomu a slalomu žien. Prezident SR Andrej Kiska otvoril podujatie v Hlbokom dome Demänovskej jaskyne slobody 4. 3. 2016 vo večerných hodinách.

Peter Gažík

Stretnutie riaditeľov ochrany prírody a biodiverzity členských štátov Európskej únie

V druhom polroku 2016 hostila Slovenská republika v rámci svojho historicky prvého predsedníctva v Rade Európskej únie niekoľko významných politických a expertných podujatí. Jedným z nich bolo aj Stretnutie riaditeľov ochrany prírody a biodiverzity členských štátov Európskej únie, ktoré sa pod záštitou Ministerstva životného prostredia SR v spolupráci so Štátnou ochranou prírody SR konalo 10. – 12. októbra 2016 v hoteli Partizán v rekreačnom stredisku Tále pri obci Bystrá v južnej časti Nízkych Tatier. Stretnutia sa zúčastnilo 51 delegátov

22 členských štátov Európskej únie, 3 predstaviteľia Európskej komisie a 15 zástupcov z 11 mimovládnych organizácií. Delegáti diskutovali o aktuálnych témach súvisiacich s ochranou prírody a so zachovaním biodiverzity v Európe. Výsledkom stretnutia bolo prijatie plánu pre naplnenie cieľov Stratégie v oblasti biodiverzity do roku 2020 a potvrdenie významu smernice Európskej únie o biotopoch a vtákoch pre ochranu európskeho prírodného dedičstva. Súčasťou bohatého programu bola aj exkurzia do neďalekej verejnosti sprístupnenej Bystrianskej jaskyne, ktorá je národnou prírodnou pamiatkou a patrí medzi podzemné lokality európskeho významu ako jedno z najvýznamnejších zimovísk netopierov v stredo-európskom regióne. Zároveň je miestom výskytu vzácných troglobiontných foriem

bezstavovcov. Sprevádzanie delegátov po Bystrianskej jaskyni spolu s odborným výkladom zabezpečili biospeleológovia Správy slovenských jaskýň v súčinnosti so správcom jaskyne. Počas prehliadky sa účastníci exkurzie postupne oboznámili so stavom poznania a osobitosťami jaskynných biotopov a špecifikami subteránnej fauny z územia Slovenska a samotných Nízkych Tatier. Nechýbali ani informácie o vzniku a vývoji Bystrianskej jaskyne, o jej súčasných prírodných pomeroch, ako aj o jej histórii a využívaní na speleoterapiu. Nasledujúce stretnutie riaditeľov ochrany prírody a biodiverzity sa bude konať v máji 2017 na Malte, ktorá od Slovenskej republiky prevzala predsedníctvo Rady Európskej únie na ďalšie polročné obdobie.

Michal Rendoš, Zuzana Višňovská

Petr Zajíček:

Jeskyňě České republiky na historických mapách

Academia, Praha 2016,
187 strán, mapová príloha,
ISBN 978-80-200-2561-6

Nová kniha Petra Zajíčka berie čitateľa na dobrodružnú výpravu do sveta jaskýň a ich starých máp s často zaujímavým príbehom. Nejde nevyhnutne o jaskyniara či speleológa, ktorých má ambíciu obohatiť a možno i motivovať k ďalšiemu bádaniu, ale vďaka ľahko zrozumiteľnému jazyku rovnako aj človek neznaľý má možnosť poodhliť tajomstvá



jaskynných zákutí, preštudovať vekom zažltnuté mapové diela a zacítiť závan starých čias. Pretože o príbehy, často s nevyriešeným záverom, o zápletky rozvíjajúce sa cez niekoľko storočí tu niet núdze.

Úvodom knihy sa autor venuje krátkemu zhrnutiu najstarších kontaktov človeka s jaskyňou, od prvého doloženého úkrytu v Kúľne pred 120 000 rokmi, cez nástenné maľby v Býčí skále až po prvé speleologické pokusy v 16. storočí. Prvá mapa jaskyne, v tomto prípade priepasti Českých zemí vznikla v roku 1784. Carl Rudzinský nakreslil, zatiaľ veľmi nepresný, dvojité rez slávnou Macochou. Takisto najmä laikom sú venované strany o vývoji jaskynného mapovania po dnešok. Autor napokon hovorí o 3D mapách, ktoré „plne vystihujú všetky časti priestoru“, no zatiaľ stále ide len o schematické zobrazenia (s občasnými výnimkami), hoci práve dnes stojíme na prahu tohto, asi už jedného z po-

sledných veľkých krokov k získaniu presného modelu podzemnej skutočnosti.

Jadro knihy tvoria niekoľkostranové príspevky k jednotlivým mapovým dielam, s podobnou štruktúrou usporiadané od najstarších po mladšie, ale často skôr podľa logickej a geografickej nadväznosti. Príspevok úvodom informuje o samotnom mieste – jaskyni, o historických zmienkach a jej využívaní. Tu zasadzuje do textu aj stručný životopis autora mapy. Tej sa venuje podrobnejšie, opisuje kvalitu, presnosť, niekedy jednotlivé detaily atď. a text napokon niekedy vyúsťuje do zhrnutia ďalších výsledkov prieskumu až do súčasnosti. V texte sa spravidla vyskytujú aj fotografie autorov a jaskynných priestorov či historické maľby. Okrem veľmi zaujímavých informácií o trvaní meračských prác v jaskyniach (Propasťovitá bludišťa meral K. Absolon so spolupracovníkmi v roku 1911 14 dní a dĺžka polygónu dosiahla 570 m) sa v knihe vyskytujú aj úsmevné historky napríklad o tom, ako bola vypustená v roku 1748 na podzemné jazero hus, ku ktorej bola pripútaná malá pláň so sviecou, aby osvietila priestor jaskyne. Takisto historky o objavoch veľkých dŕmav a priepasť zahalených nánosom storočí, ktoré sa do dnešných dní nenašli, pútajú pozornosť čitateľa a uvoľňujú priestor imaginácie.

Napriek častej zhode mojich názorov s autorom doslovu V. Cílekom (*Kdy se z Macochy odstěhovali draci?*) a špeciálne v tomto bode – v akejsi nostalgii za nespoznatými a bájami opradenými zákutiami podzemia v dobe, keď každý centimeter zemského povrchu je už technikou bezducho nasnímaný – však čítanie tejto knihy podobný pocit nevyvoláva. Často premyšľam nad vlastnými činmi na tomto poli a rovnako často mám obavy o tajomstvo, ktoré tu svojimi čiarami (rozumej mapami) cez tmavý priestor masívu oberám o dych. No akoby staré, a čo je veľmi dôležité vzhľadom na dnešok, krásne mapy len prispievali k veci, mnohokrát z ich príbehov vyplývajú záhady ďalšie, mapové či kresliarske dielo sa stáva kultúrnou súčasťou jaskyne a pridáva jej ďalší rozmer. Veď prírodných dutín a tunelov, či už zasypaných hlinou a štrkom alebo obnažených vo vnútri hôr, ostáva veľa a ja dúfam, že nikdy ich nespoznáme všetky. A ako ľahko človek i v bani, v ľudskom výtvore, podľahne čaru a vydáva sa za prieskumom vpred. Možno bude stačiť niekedy len zabudnúť na mapu...

Súčasťou knihy je aj veľká mapová príloha v samostatnom priečinku (uložené sú spoločne v jednom obale), obsahujúca 46 zobrazení máp vo väčšom formáte. Čitateľ tak môže študovať staré mapy často v ich reálnej veľkosti, vidieť detaily v celistvosti, ktorú formát knihy neumožňuje.

Pri čítaní takéhoto diela sa človek zo susednej krajiny nevyhne porovnávaní. Prvé a krásne mapové dielo jaskyne na Slovensku vzniklo o čosi skôr – už v prvej polovici 18. storočia Juraj Buchholtz ml. nakreslil rozvinutý rez Veľkej a Malej Čiernej jaskyne v Demänovskej doline, ktorý potom pre potreby monumentálneho životného diela Mateja Bela spracoval Samuel Mikovín. No sledujúc pestrosť a rozsah mapových diel Českých zemí nasledujúceho obdobia je nutné uznať, že ide o veľmi nevšedné dedičstvo. Svoju úlohu zrejme zohrala aj prítomnosť boha-

tých šľachtických rodín (napr. rod Liechtenstein) a dostupnosť krasových území. V prípade Moravského krasu sa záujem postupne prevátil do mimoriadnych rozmerov a výsledkov, niekedy však aj na úkor samotných jaskýň. Dielo Karla Absolona, v knihe mnohokrát predstavené, je skutočne úctyhodné, čo hovorí nielen o geografických okolnostiach, ale aj o osobnostiach v priebehu času, ktoré veci posúvali vpred. No jeho kroky na druhej strane viedli často i k veľkej devastácii a premene pôvodného prírodného prostredia (spomeňme si na 400 m dlhú odvodňovaciu štôľňu v Punkevní jaskyni a i.). Dnes sa na vec dívame a konáme už čiastočne inak, čo je dôkazom nie vždy lineárneho vývoja vzťahu k tomuto prírodnému fenoménu. A to je dobre, historické mapy ostávajú dokumentom aj pre budúcnosť, vravia o nás zrejme viac, než ich autori pôvodne zamýšľali.

Prial by som si, aby tak, ako táto kniha zhrnula mapové diela minulých storočí, i dnes sme vytvárali hodnoty nielen vyslovene praktické, ale obohatené o ďalšie rozmary, ktoré vo svetle času získajú na zaujímavosti, a budúce publikácie budú môcť s podobnou kvalitou nakladať.

Pavel Herich

Viliam Stockmann:

Dejiny ochrany prírody na Slovensku

Štátna ochrana prírody Slovenskej republiky, Banská Bystrica 2013,

792 strán,

ISBN 978-80-89310-70-8



Autor svoje rozsiahle dielo charakterizuje na prvej strane ako *chronológiu udalostí v oblasti ochrany lesa, ochrany prírodných pamiatok, ochrany prírody územnej i druchovej, rovnako chronológie vývoja odborných organizácií štátnej ochrany prírody na Slovensku*. Uvádza ďalej, že publikácia bola vydaná v predvečer storočnice vzniku štátnej ochrany prírody na Slovensku, ktorá bola u nás kodifikovaná Nariadením ministra, splnomocnenca vlády Československej republiky pre správu Slovenska Dr. Vavra Šrobára č. 155-1919 (8380-prez) pod názvom *O právomoci Vládneho komisariátu na ochranu pamiatok na Slovensku* zo dňa 20. októbra 1919. Úvodník (*Slovo vydavateľa*) k publikácii napísal Ing.

Milan Boroš, generálny riaditeľ Štátnej ochrany prírody SR.

Hlavným dôvodom napísania tejto recenzie je upriamiť pozornosť jaskyniarskej verejnosti na početné, sčasti nám neznáme dokumenty o jaskyniach, ktoré autor prácne pozbieral vo svojej bádateľskej práci. Na túto skutočnosť, ako aj na pomernú nedostupnosť publikácie ma upozornil Ing. Peter Holúbek, predseda SSS. Z týchto dôvodov citujem niektoré dokumenty doslova. Dokumenty v publikácii sú o to hodnotnejšie, že Ing. Stockmann uvádza históriu ochrany prírody prakticky od ranej doby Uhorska (najstaršia zmienka o „hájenom lese“ je z roku 1075). Takto nájdeme napríklad známu zmienku o demänovských jaskyniach v listine Ostrihomskej kapituly z roku 1299, o požiadavke J. Buchholza chrániť demänovské jaskyne z roku 1719 alebo zmienku o exkurzii účastníkov prvého putovného zhromaždenia Uhorskej spoločnosti lekárov a prírodovedcov do Hornej a Dolnej Túfnej jaskyne, vedenej A. Zipserom v roku 1842. Autor pomerne podrobne charakterizuje aj 12. zhromaždenie tejto spoločnosti v Rimavskej Sobote v roku 1867; treba však dodať, že exkurzie tohto zhromaždenia viedli do Stratskej tiesňavy a do jaskyne Baradla, na počesť ktorých na oboch miestach dodnes stoja pamätné tabule. Bohužiaľ, chýba zmienka aj o intenzívnych výskumoch Silickej ľadnice v 19. storočí spojených so zachovaním ľadovej výzdoby (napr. článok v novinách *Vasárnapi Ujság* v roku 1866, v ktorom ochranári protestujú proti devastáčnemu vplyvu pivovaru M. Czékusa v otvore Silickej ľadnice, ale snahy na ochranu ľadovej výplne jaskyne siahajú až do 18. storočia, keď J. Buchholz poukazoval na vysekávanie a vynášanie ľadu ovčiarimi). Ďalej chýba aj upozornenie lekára A. Kissa v roku 1857 na devastáciu kvapľovej výzdoby návštevníkmi v Jasovskej jaskyni a na potrebu jej ochrany.

Autor V. Stockmann uvádza aj životopisy najvýznamnejších prírodovedcov a ochranárov Slovenska. Pri K. Brančíkovi by sa určite žiadalo uviesť, že prvýkrát preskúmal Pružinskú Dúpnu jaskyňu a vyhotovil jej prvú mapu (v súčasnosti existuje aj náučný chodník Karola Brančíka vedúci k tejto jaskyni). Podobne pri A. Kmeťovi jaskyniari evidujú, že prvýkrát na Slovensku i v Európe opísal genézu jaskýň po stromových pozostatkoch.

Konkrétnu zmienku o jaskyniach nájdeme v súpise prírodných pamiatok v Uhorsku z roku 1909, z ktorého mal autor k dispozícii len pamiatky v Spišskej župe. Nájdeme v ňom Kamzičiu jaskyňu, Beliansku jaskyňu a Alabastrovú jaskyňu. Autor široký priestor venuje vodnej stavbe Serényi kút, zaujímavej technickej pamiatke postavenej na Plešivskej planine v roku 1913. Stavba (umelá nádrž) slúžila na napájanie dobytka v krasovej oblasti bez povrchovej vody. V súvislosti s tzv. Záborovým zákonom z roku 1919, v zmysle ktorého sa udeľuje právo vybrať z pozemkového majetku časti slúžiace pre všeobecné blaho, sa dozvieme, že v roku 1920 v Liptovskom Svätom Mikuláši stanovil Vládny komisariát právne podmienky na ochranu Svätajánskej doliny, potom aj pre novoobjavené Demänovské jaskyne. Zaujímavá je aj zmienka, že odborný pracovník (pamiatkar) Štátneho referátu na ochranu pamiatok na Slovensku Václav Mencl

pracoval aj na trasovaní prístupových ciest v Demänovských jaskyniach.

V roku 1920 z iniciatívy J. Hofmana z Vládneho komisariátu sa rodil prvý koncept návrhu zákona na ochranu prírodných pamiatok na Slovensku. V prvej časti tohto návrhu nájdeme prekvapujúce myšlienky týkajúce sa ochrany jaskýň: *Súčasný stav jaskýň treba považovať za stabilizovaný s tým, že okrem nutných turistických zásahov v nich treba vysloviť zákaz akejkoľvek činnosti, ktorá by negatívne vplývala na ich stav. Správu nad každou jaskyňou treba zveriť turistickému spolku, učiteľským zborom alebo lesnej správe. Všetky jaskyne treba prehlásiť za štátny majetok – tam, kde sa nachádzajú na súkromnom majetku, treba ich vykúpiť.* V každom prípade sú to vety vhodné uváženia, najmä z dôvodu, že aj v súčasnosti sa objavujú názory odsudzujúce „zoštátnenie“ jaskýň. Oveľa vážnejšie však bolo Nariadenie o ochrane pravekých a prírodných pamiatok, ktoré vydal minister s plnou mocou pre správu Slovenska v decembri 1921. Podľa neho *podzemné jaskyne krápnikové, alebo ľadové a všetky iné pod zemou sa nachádzajúce znamenitosti prírodné a praveké pamiatky bez rozdielu, ak ide o znamenitosti už objavené alebo doposiaľ ešte neznáme, stoja pod zvláštnou ochranou štátu.* Znamená to, že ochrana jaskýň „ex lege“ (zo zákona) nie je úplnou novinkou zákona z roku 1994 (č. 287/1994 Z. z. o ochrane prírody a krajiny).

Autor publikácie, žiaľ, neuvádza objavenie Demänovskej jaskyne slobody v roku 1921 (po ktorom liptovský župan v roku 1922 vydal aj štatút na ochranu prírodných pamiatok Liptova), avšak pomerne široký priestor venuje objaveniu a ochrane Čičmianskej jaskyne v roku 1923. Uvádza, že v jaskyni po niekoľkých rokoch a upozorneniach vykonal prieskum konzervátor A. Král, teda objaviteľ Demänovskej jaskyne slobody. Treba dodať, že v súčasnosti je táto jaskyňa registrovaná pod názvom Jánošíkova jaskyňa (alebo Veľká strážovská jaskyňa) s dĺžkou 300 m pod vrcholom vrchu Strážov (za pripomenku ďakujem B. Kortmanovi).

Autor uvádza ďalej krátke zmienky o objavoch v Bystrianskej jaskyni, o elektrickom osvetlení Demänovskej jaskyne v roku 1923 a o znovuotvorení Jasovskej jaskyne v roku 1924. Zaujímavé je tu list experta Štátneho referátu na ochranu pamiatok na Slovensku Jána Roubala adresovaný Vládne komisariátu na ochranu pamiatok v roku 1923, v ktorom upozorňuje na poškodzovanie jaskyne nazývanej „Ludmilina“ (dnešnej Leontíny v Gombaseku): *celé krídle t.zv. turistov, sliedičov, dobrodruhov, zvedavcov, ktorí navštevovali jaskyňu a surovým, barbarkým spôsobom nivočili čo sa dalo: pozbavili jaskyňu kvapkancov, drúz atď., durili netopýrov, vypalovali ich pochodňami, dymom fackli nivočili mikrofaunu atď.* Navrhuje ďalej, že je nutné *hneď opatriť na jaskyňu dvere, zámok, ktorý by mal niektorý spoľahlivý úradník čsl. Železníc a ktorý by bol aj čestným kustodom (navrhoval by som p. Frant. Pelikána, pokladníka štácie železničnej z Plešivca a p. Gríla, adjunkta tamže).* Roubal navrhuje podobné opatrenia aj pre iné jaskyne, ako napr. v *Andrássyho lomoch, poblíž tejto, aj Silickej jaskyne* (ide zrejme o Silickú kvapľovú jaskyňu a jaskynky v jej okolí) a ďalej dodáva, že *jaskyne, ktoré*

nemajú pražiadneho významu pre turistov by sa mali urobiť neprístupnými – veď kto chce vidieť jaskyne, môže ísť do Demänovej, Dobšinej a pod. Bolo by dobré, keby sa naložilo županskému úradu, aby vstup do jaskýň vôbec zakázal, tieto jaskyne treba šanovať. Roubalov list nezostal bez povšimnutia úradov, pretože župný úrad v Košiciach 11. 5. 1923 oznamuje všetkým okresným úradom zákaz vykopávk v jaskyniach. Žiadajú sa *četnícke stanice, obecní notári a richtári, aby sa učinili opatrenia na ochranu jaskýň.* Dňa 6. 6. 1923 na to reagovalo aj prezídium splnomocneného ministra výnosom, podľa ktorého *Za účelom zachovania jaskýň Slovenského krasu pri Plešivci na základe tun. nar. č. 31/921/Ú.N. 51/1921 postavujem tie pod zvláštnu štátnu ochranu. Následkom tohto vyhlásenia proti tým, ktorí samovoľne ničia shora označené jaskyne alebo ich príslušenstvá, budú stíhaní v zmysle §-a 16 zák. čl. XXXIX/1881.* Nakoniec v roku 1923 vyšiel Výnos ministra Československej republiky s plnou mocou pre správu Slovenska o ochrane prírodných pamiatok, predmetom ktorého boli nasledujúce krasové oblasti: *Liptovský kras (severná strana Nízkych Tatier), Slovenský kras (medzi Rožňavou, Plešivcom, Medzevom, Turňou a št. hranicou), jaskyne v obvode Belanských alp až k Javorine, jaskynný obvod v horskej skupine Prosečansko-Chočskej, krasový obvod Tatro v pohorí Ľubochňanskom, Starohorskom a Revúčanskom, Muránska planina s horami Hnilčekými, krasové úkazy v Malých Karpatoch (hlavne u Plaveckého Mikuláša) a morfológicky cenný útvar Kamenné more pri Vyhniciach.* Zostáva nám len konštatovať, že úrady v tej dobe konali trochu pružnejšie ako dnes.

Ďalší zaujímavý prípad uvádza V. Stockmann o vykopávkach v jaskyni Gombasek v roku 1924. Treba dodať, že pochopiteľne nejde o dnešnú Gombaseckú jaskyňu (ktorú objavili až v roku 1951), ale o Leontínu v Gombaseckom kameňolome. Na vykopávky generála R. Gajdu, veliteľa 11. košickej pešej divízie, vykonané bez úradného povolenia, upozornil článok v Lidových novinách dňa 30. 9. 1924. Štátny referát na ochranu pamiatok okamžite reagoval listom Župnému úradu v Košiciach, v ktorom ho žiada upozorniť všetky podriadené okresné orgány na ustanovenia vydané na ochranu prírodných pamiatok a na oznámenie osôb zúčastnených na vykopávkach. V publikácii sa uvádza aj obsierna korešpondencia okolo tejto veľmi citlivej záležitosti. Nakoniec Štátny referát na ochranu pamiatok vplyvom armádných tlakov upustil od ďalšieho prešetrovania a vyvodzovania dôsledkov. (V jaskyniarskych kruhoch je známe, že generál Gajda v roku 1924 uskutočnil vykopávky aj v Silickej kvapľovej jaskyni a v Silickej ľadnici a v tom istom roku dal príkaz i na prieskum Jasovskej jaskyne. Bol vášnivým zberateľom starožitností a prírodnín, niektoré nálezy sa tak nenávratne stratili, ako napr. údajná lebka mačkovitej šelmy zo Silickej kvapľovej jaskyne alebo čelusť pravekého človeka z Leontíny. Tematikou rozpracoval a publikoval M. Lalkovič v roku 2002.)

Autor podrobne uvádza snahy ochrániť travertín v oblasti Spišského Podhradia v roku 1926 (s rozsadlinovými jaskyňami a archeologickými nálezmi) pred ťažbou, stručne sa

zmieňuje o objavoch Pekla v Bystrianskej jaskyni a o elektrickom osvetlení Jasovskej jaskyne, nespomína však objav jaskyne Domicia a opatrenia na jej ochranu. Stručné zmienky nájdeme aj o provizórnom sprístupnení Važeckej jaskyne v roku 1928, o objave jaskyne Driny v roku 1929, o odkrytí dolného vchodu Bystrianskej jaskyne, o objavení Harmaneckej jaskyne v roku 1932, o sprístupnení Domicie, o rekonštrukcii trasy v Belianskej jaskyni v roku 1933, o objavoch nových priestorov v tej istej jaskyni a o sprístupnení jaskyne Driny v roku 1935. Autor uvádza aj list Lesného oddelenia mesta Banská Bystrica Štátnemu referátu na ochranu pamiatok týkajúci sa objavenia Harmaneckej jaskyne.

V roku 1933 vyšiel nový výnos Ministerstva školstva a národnej osvety o *Ochranu prírodných pamiatok*, v ktorom nachádzame Súľovské skaly, Demänovskú a Svätóčajskú dolinu, Dreveník, Slovenskú štátnu rezerváciu v Pieninách a Jasovskú jaskyňu. Autor uvádza zaujímavý prípad porušenia ustanovení tohto výnosu v Súľovských skalách v roku 1935: štátny konzervátor Československého archeologického ústavu Dr. Jan Eisner napísal list Štátnemu referátu na ochranu pamiatok, v ktorom upozorňuje na protizákonné a neodborné výkopy vykonané mladým F. Papánkom v Jánošíkovej jaskyni (Papánek sa neskôr stal významným lesníkom). Vďaka jeho upozorneniu sa vykonaná lebka medveďa jaskynného a ďalšie nálezy z tejto jaskyne museli údajne odovzdať do Vlastivedného múzea v Martine. Eisner podporoval v tejto jaskyni odborne vedené výskumy Dr. F. Pauka, profesora reálneho gymnázia v Bratislave. Na podobné vyšetrenie predmetov v roku 1936 upozorňoval J. Eisner aj v prípade Moldavskej jaskyne, ktorú z tohto dôvodu navrhol uzatvoriť.

Nasledujú stručné zmienky o nových objavoch v Harmaneckej jaskyni v roku 1938, o sprístupnení časti Bystrianskej jaskyne v roku 1939 a o pripojení jaskyne Driny na verejnú elektrickú sieť v roku 1943. Autor pomerne obsierne informuje o vydaní publikácie Jána Volka-Starohorského *Ochrana prírodných pamiatok* v roku 1941. Zaujímavé je tu zamietnutie ponuky na odkúpenie niekoľkých výtlačkov Ministerstvom školstva a národnej osvety z finančných dôvodov. Autor uvádza aj širokú korešpondenciu Volka-Starohorského v záujme prevádzky ním založeného Múzea slovenského krasu. Ručne písané listy v rokoch 1945 až 1948 smerovali *Slávnemu Poverenictvu školstva a národnej osvety* a týkali sa problémov s priestormi v starom župnom dome a nepochopenia zo strany okresných orgánov. Nakoniec až v roku 1951 informuje nový správca múzea Vojtech Benický Poverenictvu o programe a o plánovanom otvorení múzea (s hlavičkou Slovenskej speleologickej spoločnosti, s podpisom F. Klimáčka, predsedu SSS, a V. Benického, tajomníka). Vyobrazený je aj list Družstva smolenických jaskýň a letovísk z roku 1946 adresovaný Poverenictvu pre školstvo a osvetu vo veci snáh o znovuotvorenie jaskyne Driny.

Dôležitým dokumentom je úprava Poverenictva školstva, vied a umení zo dňa 26. 10. 1949 o ochrane jaskýň na Slovensku, ktorá okrem iného ustanovuje, že všetky jaskyne na Slovensku sú chránenými pamiatkami a prí-

rodnými múzeami. Okresné národné výbory majú zabezpečiť zamrežovanie neprístupných jaskýň. Znovu sa teda opakujú radikálne snahy na ochranu jaskýň, pôvodne zakotvené v nariadení ministra v roku 1921.

Z roku 1950 autor spomína sprístupnenie Harmaneckej jaskyne s krátkym prehľadom objavenia jednotlivých častí. Zaujímavá je aj zápisnica napísaná na Miestnom národnom výbore v Leviciach dňa 15. 3. 1951 o objavení jaskyne v mestskom kameňolome. Ide o jaskyňu v súčasnosti registrovanú pod názvom Jaskyňa v lome na Vápniku s dĺžkou 30 m (preskúmanú aj J. Bártonom v roku 1963). Stručnú zmienku nájdeme aj o objave Gombaseckej jaskyne v roku 1951, o elektrickom vedení v Demänovskej doline (1953) a pomerne obšírny opis snahy vymedziť chránené územie v okolí Važeckej jaskyne. Na štyroch stranách tu autor uvádza korešpondenciu medzi nájomcom jaskyne F. Havránkom a generálnym konzervátorom J. Matisom, na konci ktorej Miestny národný výbor vo Važi vyhlásil štátnu rezerváciu Važecká jaskyňa v roku 1954. V tom istom roku vyhlásil Okresný národný výbor v Liptovskom Mikuláši Demänovskú dolinu za štátnu rezerváciu a Povereníctvo kultúry medzi inými aj Zádielsku dolinu za chránenú. Z roku 1954 ešte nájdeme v publikácii stručné zmienky o objave Ochtinskej aragonitovej jaskyne a o povodniach v Domici. Pri roku 1960 sa uvádza krátka zmienka o oslave 90. výročia objavenia Dobšinskej ľadovej jaskyne, pričom autor tu stručne opisuje aj okolnosti jej objavu. Nepochopiteľné je, že autor sa vôbec nezmiňuje o oslavách 100. výročia tejto jaskyne v roku 1970, keď sa konala veľkolepá medzinárodná konferencia s účasťou najvýznamnejších odborníkov – speleológov, glaciológov a ochranárov vtedajšej doby. Bohužiaľ, publikácia neobsahuje ani zmienku o S. Kámenovi, zanietennom jaskyniarovi a ochranárovi, ktorý sa v 50. a 60. rokoch minulého storočia zaslúžil o spoznanie a ochranu mnohých významných jaskýň Muránskej planiny a navrhol na ochranu krasové územie Suché doly, vyhlásené Ministerstvom kultúry SSR za rezerváciu v roku 1953.

Z roku 1961 autor uvádza dokument týkajúci sa organizácie jaskyniarstva vypracovaný V. Benickým v rámci Konceptie jaskyniarstva so sprievodným listom. Nasledujú ďalšie stručné zmienky z oblasti využívania jaskýň, ako zastavenie prevádzky v jaskyni Driny (1968), počiatky sprístupnenia jaskyne Mieru (1968) a oslava 40. výročia objavenia jaskyne Driny (1969). Autor v krátkosti informuje aj o vzniku Správy slovenských jaskýň v decembri 1969 s účinnosťou od 1. 1. 1970, súčasťou ktorej bolo aj Múzeum slovenského krasu. Kolégium ministra kultúry schvaľovalo koncepciu rozvoja jaskyniarstva na Slovensku v rokoch 1971 – 1985, predtým prerokovanú v Speleologickom poradnom zbore. Ministerstvo vnútra schválilo stanovy obnovenej Slovenskej speleologickej spoločnosti. V roku 1970 kolektív L. Blahu spracoval aj „Analýzu súčasného stavu sprístupnených jaskýň na Slovensku a ich areálov“. Ťažko to komentovať, keď v súčasnosti neexistuje Speleologický poradný zbor, nefunguje ani Komisia pre ochranu jaskýň pri ŠOP SR, ani pre anorganickú prírodu, a zveľaďovanie areálov sprístupnených jaskýň

je hlboko, v niektorých prípadoch až kriticky poddimenzované.

Zaujímavá je správička o žiadosti Slovenského ústavu pamiatkovej starostlivosti a ochrany prírody z roku 1971, smerovanej Najvyššiemu kontrolnému úradu vo veci nezákonnej výstavby chát v Demänovskej doline. Autor prináša informáciu aj o úlohe Múzea slovenského krasu z roku 1977, týkajúcej sa ochrany interiérov jaskýň pred nežiaducou vegetáciou. Konštatuje sa v nej, že „zelenými rastlinami“ sú najviac postihnuté jaskyne Driny, Domica a Demänovská jaskyňa slobody. Navrhovaný herbicíd bude vyskúšaný na skúšobnej ploche v Hlbokom dome v Demänovskej jaskyni slobody. Zaujímavé je, že v pláne hlavných úloh Ústredia štátnej ochrany prírody na rok 1985 už figuroval Výskum Brestovskej jaskyne a krasových území okolo nej, riešiteľom ktorého bol S. Pavlarčík.

Ku koncu publikácie sa zmienky a dokumenty o jaskyniach stávajú čoraz zriedkavejšími. Aj o zaradení jaskýň Slovenského krasu do Zoznamu svetového dedičstva UNESCO v roku 1995 nájdeme len jednu vetu, aj to chybné (do zoznamu nebolo zaradených len 12 jaskýň, ale podľa rôznych hodnotových kritérií všetky jaskyne na území Slovenského a Aggteleckého krasu). O pričlenení Dobšinskej ľadovej jaskyne do tohto zoznamu v roku 2000 však už nenájdeme ani zmienku. Poslednou zmienkou týkajúcou sa jaskýň je stručná správa o novom organizačnom poriadku Správy slovenských jaskýň v januári 1997, ktorý vydával jej riaditeľ J. Hlaváč.

Paradoxom recenzovanej publikácie je neproporcionálnosť uvádzania správ a dokumentov týkajúcich sa jaskýň (ale aj ochrany prírody vôbec), t. j. kým autor sa v starších obdobiach snažil podchytiť relevantné udalosti, v 80. a 90. rokoch, teda za jeho aktívneho účinkovania na Ústredí štátnej ochrany prírody a Ministerstva životného prostredia SR, sa mu to nepodarilo. V publikácii chýba napr. akákoľvek zmienka o založení gestorskej činnosti na Centre ochrany prírody a krajiny SAŽP, pričom od začiatku roka 1995 (keď sa jaskyne stali chránenými zo zákona č. 287/1994 Z. z. o ochrane prírody a krajiny) sa začínalo obdobie oficiálnej štátnej starostlivosti o jaskyne. V rámci gestorskej činnosti sa pritom do roku 2002 (keď sa všetky jaskyne začlenili do kompetencie Správy slovenských jaskýň) vykonal nemalý kus práce na celom území Slovenska. Uvedieme len niektoré: v júli 1995 sa za účasti 20 odborníkov vypracoval *Rámcový plán starostlivosti o zvlášť významné a ohrozené jaskyne Slovenska*, ktorý bol schválený operatívnou poradou ministra životného prostredia. Obsahoval základné dáta a plán starostlivosti pre 420 najvýznamnejších a najohrozenejších jaskýň Slovenska s mapovým podkladom mierky 1 : 50 000. Materiál sa stal základom na vypracovanie stanovísk, posudkov a zabezpečenie ochrany jaskýň. V roku 1997 boli vydané Metodické listy č. 10 na ochranu jaskýň a v rokoch 1998 – 2000 sa v spolupráci so Správou slovenských jaskýň spracoval návrh ochranného pásma pre 26 ohrozených jaskýň (zákon č. 287/1994 totiž zrušil dovtedy existujúce chránené prírodné výtvyry jaskýň aj s ochrannými pásmami). Tento návrh bol zamietnutý Ministerstvom pôdohospodárstva bez uda-

ného relevantného dôvodu (zamietavé stanovisko paradoxne podpísal O. Štroffek, bývalý riaditeľ NAPANT-u). Spracoval sa pasport 809 jaskýň, na základe čoho neskôr v spolupráci s informatikom SAŽP D. Vrbjarom bola vyhotovená moderná počítačová databáza jaskýň D-Speleo, ktorá funguje doteraz. Ešte v roku 1995, v rámci Roka európskej ochrany prírody, sa v spolupráci s CHKO Cerová vrchovina zorganizoval v Rimavskej Sobote a Šalgotárjane medzinárodný workshop za účasti odborníkov zo 6 štátov, zameraný na ochranu pseudokrasových jaskýň (ktoré boli na Slovensku i v Európe pomerne málo preskúmané a chránené). V roku 2001 sa uskutočnilo prvé školenie členov stráže prírody špecializovanej na jaskyne, ktorá neskôr prerástla do speleologickej strážnej služby. Za účinkovania gestorskej činnosti bolo navštívených takmer 170 jaskýň s cieľom posúdenia zásahov, označených oficiálnou symbolikou bolo 127 jaskýň (prevažne tabuľou 15 × 10 cm) a uzatvorených bolo 24 jaskýň v celkovej hodnote 318 000 Sk. Vypracoval sa aj návrh ďalších 14 významných jaskýň na národnú prírodnú pamiatku, ktoré ministerstvo vyhlásilo v roku 2001. Autor publikácie nespomína ani konferencie organizované Správou slovenských jaskýň od roku 1997 v dvojročných cykloch, s názvom „Výskum, využívanie a ochrana jaskýň“, ale ani iné významné podujatia, ako medzinárodné sympóziu „Jaskyňa a človek“ v roku 1994 alebo „Fauna jaskýň“ v roku 1999. Iste by si zaslúžili zmienku aj niektoré významné publikácie, ako napr. článok J. Jakála z roku 1979, v ktorom sú zakotvené zásady modernej komplexnej ochrany krasu a jaskýň, ďalej zborník *Naturae tutela*, založený M. Lalkovičom, ktorý vychádza doteraz, časopis *Aragonit*, založený na pôde Správy slovenských jaskýň alebo ochranársky orientovaná monografia *Drienčanský kras* z roku 2000. Ďalším paradoxom je skutočnosť, že ochranárska verejnosť bola o týchto aktivitách pravidelne informovaná na stránkach časopisu *Chránené územia Slovenska*, ktorý dlhý čas redigoval sám V. Stockmann, autor publikácie. Podobné nedostatky sa vyskytujú v publikácii aj z hľadiska ochrany anorganickkej prírody (gestorom tejto činnosti bola RNRD. I. Bozalková, ktorej meno sa ani neobjavuje v publikácii).

Ochrana prírody je vysoko multidisciplinárna záležitosť, ktorú len ťažko môže posudzovať alebo dokumentovať jeden človek. Preto je na škodu, že autor publikácie sa neobrátil na príslušných odborníkov (v čase písania publikácie ešte aktívne pracoval napr. Ing. M. Lalkovič, CSc., špičkový odborník na históriu jaskýň), ktorí by prispeli dokumentmi a vlastnými poznatkami v záujme vzniku objektívneho a vyváženého diela. Publikácia má tak skôr charakter zbierky dokumentov, ako skutočných dejín ochrany prírody. V každom prípade však patrí autorovi vďaka za iniciatívu a za zverejnenie sčasti neznámych a veľmi zaujímavých dokumentov. Autorovou zásluhou je aj to, že z jeho publikácie jednoznačne vyplýva väčšia zodpovednosť voči hodnotám jaskýň zo strany úradníkov a orgánov v minulosti ako dnes. Nám len zostane dúfať, že budúcnosť bude k slovenským jaskyniam milosrdnejšia.

SPOMIENKA NA Ing. MARCELA LALKOVIČA, CSc.

V decembri 2016 nás náhle vo veku 72 rokov opustil Ing. **Marcel Lalkovič**, CSc., bývalý dlhoročný riaditeľ Slovenského múzea ochrany prírody a jaskyniarstva v Liptovskom Mikuláši, najvýznamnejší odborník na históriu slovenskej speleológie. Jeho meno sa pravidelne objavovalo vo všetkých speleologických periodikách, nevynímajúc ani náš časopis Aragonit.

Na Marcela Lalkoviča spomíname ako jedného z tvorcov Bezpečnostného predpisu Slovenského banského úradu pre jaskyne (1975), jednotného systému dokumentácie Múzea slovenského krasu (1976), hlavného merača Správy slovenských jaskýň a neskôr Ústredia štátnej ochrany prírody (1977 – 1983), autora značkového kľúča meračskej dokumentácie jaskýň (1993), rámcovej metodiky budovania špecializovaných expozícií prírody veľkoplošných chránených území a zakladateľa zborníku *Naturae tutela* i časopisu *Sinter* (1992, 1993). Pod jeho taktovkou boli v múzeu inštalované nové expozície *Kras a jaskyne Slovenska*, *Chránená príroda a Minerály – výskyt, využitie a ochrana*, ako aj početné výstavy s tematikou jaskyniarstva a ochrany prírody. Založil medzinárodnú fotografickú súťaž *Speleofotografia* (1982, organizuje sa dodnes), usporiadal konferencie o dokumentácii krasu a jaskýň a medzinárodné sympóziom o histórii speleológie a karsológie ALCADI.

Ing. Lalkovič bol členom Slovenskej speleologickej spoločnosti od roku 1972 (v rokoch 1973 – 1976 zastával funkciu tajomníka, v rokoch 1976 – 1991 bol predsedom Komisie pre speleologickú dokumentáciu), členom komisie pre názvoslovie bývalého Speleologického poradného zboru a predsedom Osobitej komisie MŽP SR pre schvaľovanie názvov jaskýň, prírodných pamiatok a iných chránených území. V rámci Medzinárodnej speleologickej únie (UIS) bol v rokoch 1986 – 1989 predsedom Komisie pre krasové meranie a mapovanie, ale bol aj členom Komisie pre bibliografiu (1973 – 1982) a Komisie pre topografiu a kartografiu (1980 – 1982). Bol tajomníkom, potom predsedom výkonného výboru Zväzu



múzei na Slovensku a členom výboru Československej muzeologickej spoločnosti. Externe učil na Katedre muzeológie Filozofickej fakulty Masarykovej univerzity v Brne (1991 – 1994), Katedre histórie a muzeológie Filozofickej fakulty Univerzity Konštantína Filozofa v Nitre (1996 – 2001) a na Katedre ekomuzeológie (v Banskej Štiavnici) Fakulty prírodných vied Univerzity Mateja Bela v Banskej Bystrici (1998 – 2001). Po odchode zo Slovenského múzea ochrany prírody a jaskyniarstva v rokoch 2002 – 2007 prednášal na Katedre ekomuzeológie Fakulty prírodných vied Univerzity Mateja Bela v Banskej Bystrici.

Ing. Lalkovič publikoval vyše 450 štúdií, vedeckých správ, populárnych príspevkov a článkov. Je autorom monografie o živote Jána Majka, ale venoval sa aj básnickej tvorbe (napr. zbierky *Svitane jaskyne*, *Disident lásky*, *Jaskynná žena*, *Potme cítim*, *dotýkam sa tmy*, *Kvapky ticha*). V posledných

rokoch napísal prozaické diela *Močarisko a Príbehy spod hradu*. Bol aktívnym členom Spolku slovenských spisovateľov a Literárneho klubu ružomberských spisovateľov.

Od roku 1992 bol členom redakčnej rady časopisu *Slovenský kras*, v rokoch 1995 – 2001 bol jeho editorom. Od roku 1995 je členom redakčnej rady slovenského zborníka, neskôr časopisu *Acta Carsologica*. Bol aj členom redakčných rád časopisov *Múzeum*, *Chránené územia Slovenska* a *Poznaj a chráň*. Ako historik sa podieľal na príprave brožúr o sprístupnených jaskyniach a knižných publikácií o jaskyniach svetového dedičstva (2005, 2008), jaskyniach Demänovskej doliny (2014) a jaskynného systému Domica-Baradla (2014). Spolupracoval pri inštalácii stálych výstav vo vstupných areáloch jaskyne Domica, Ochtinskej aragonitovej jaskyne, Jasovskej jaskyne a Dobšinskej ľadovej jaskyne.

Za vykonanú prácu pre slovenskú speleológiu prevzal v roku 1980 plaketu Správy slovenských jaskýň a v rokoch 1988 a 2014 striebornú plaketu Slovenskej speleologickej spoločnosti. V roku 2014 jubilant dostal cenu primátora mesta Ružomberok za mimoriadny prínos v oblasti literatúry.

Pracovníci Správy slovenských jaskýň a jaskyniarska verejnosť si jeho pamiatku navždy uchovávajú.

Pavel Bella, Ľudovít Gaál



Marcel Lalkovič (v strede) s Pavlom Ballom a Jozefom Gaálom na Slizkom. Foto: Ľ. Gaál



Marcel Lalkovič otvára konferenciu *Dokumentácia krasu a jaskýň* v Pribyline v roku 1979. Foto: archív SMOPaJ, Liptovský Mikuláš



Anton Droppa a Marcel Lalkovič (vpravo). Foto: J. Sýkora

