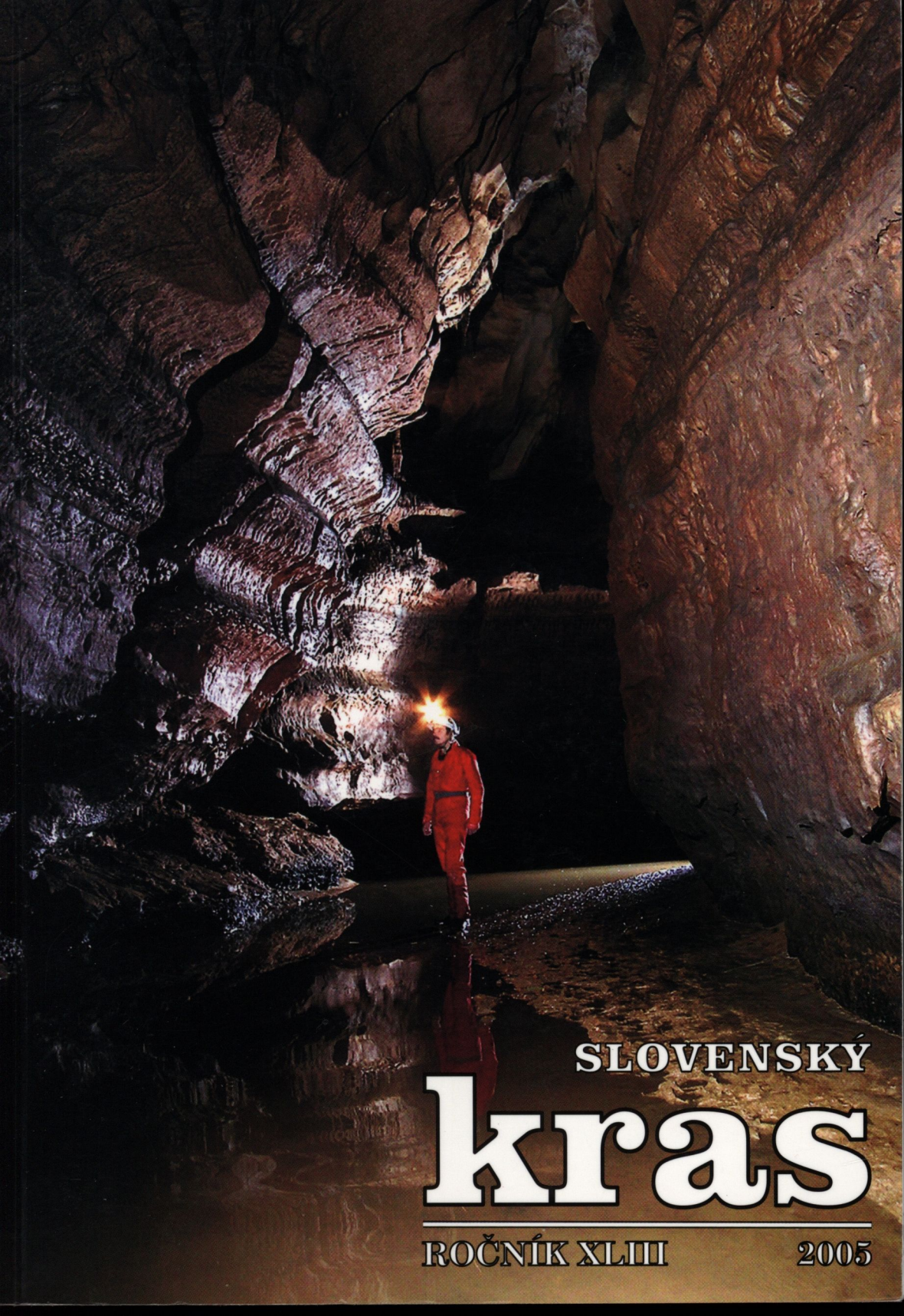


SLOVENSKÝ kras

ROČNÍK XLIII 2005

SLOVENSKÝ KRAS

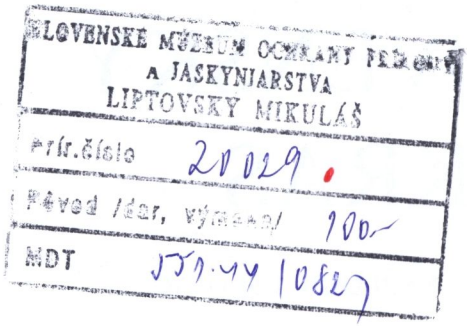
ACTA CARSOLOGICA SLOVACA

ZBORNÍK SLOVENSKÉHO MÚZEA
OCHRANY PRÍRODY A JASKYNIARSTVA
A SPRÁVY SLOVENSKÝCH JASKÝŇ
V LIPTOVSKOM MIKULÁŠI

XLIII

2005

**Vydalo Slovenské múzeum ochrany prírody a jaskyniarstva
v Liptovskom Mikuláši**



SLOVENSKÉ MÚZEUM OCHRANY PRÍRODY
A JASKYNIARSTVA
LIPTOVSKÝ MIKULÁŠ
Prír.číslo 20029
Pôvod /dar, výmena/ 100.-
MDT 551.44 / 0827

SMOPaJ Lipt. Mikuláš
49505A03233

Predseda redakčnej rady / *Chairman of Editorial Board*

doc. RNDr. Zdenko Hochmuth, CSc.

Výkonný redaktor / *Executive Editor*

Ing. Milan Marušin

Redakčná rada / *Editorial Board*

PhDr. Juraj Bárta, CSc., RNDr. Pavel Bella, PhD., RNDr. Václav Cílek, CSc., RNDr. Ľudovít Gaál, prof. dr hab. Jerzy Głazek, doc. RNDr. Ján Gulička, CSc., Ing. Jozef Hlaváč, Ing. Peter Holúbek, doc. RNDr. Jozef Jakál, DrSc., doc. RNDr. Vladimír Košel, CSc., RNDr. Ľubomír Kováč, CSc., dr. Andrej Kranjc, Ing. Marcel Lalkovič, CSc., RNDr. Ladislav Novotný, Mgr. Marián Soják, PhD., doc. Ing. Michal Zacharov, PhD.

Recenzenti / *List of Reviewers*

PhDr. Juraj Bárta, CSc., RNDr. Pavel Bella, PhD., RNDr. Václav Cílek, CSc., RNDr. Ján Derco, CSc., RNDr. Ľudovít Gaál, prof. dr hab. Jerzy Głazek, doc. RNDr. Zdenko Hochmuth, CSc., doc. RNDr. Peter Holec, CSc., doc. PhDr. Ivan Chalupecký, CSc., doc. Ing. Juraj Janočko, CSc., DrSc., RNDr. Jaroslav Kadlec, RNDr. Ján Lacika, CSc., Ing. Marcel Lalkovič, CSc., prof. RNDr. Milan Lapin, CSc., doc. PhDr. Michal Slivka, CSc., RNDr. Marcel Uhrín, prof. RNDr. Dionýz Vass, DrSc., doc. Ing. Michal Zacharov, PhD.

ISBN 80-88924-43-X
ISSN 0560-3137

OBSAH – CONTENTS

ŠTÚDIE – *STUDIES*

Jozef Jakál
Hlavné názorové smery na genézu a vek krasových plošín Západných Karpát
The principal trends in explanation of genesis and age of karstic plains in the West Carpathian Mts. 5

Ľudovít Gaál – Pavel Bella
Vplyv tektonických pohybov na geomorfologický vývoj západnej časti Slovenského krasu
The influence of tectonic movements of the geomorphological development of the western part of Slovak Karst 17

Pavel Bella
K morfológii a genéze Liskovskej jaskyne
On the morphology and genesis of Lisková Cave 37

Monika Orvošová
Kalcitové kryštály v reliktoch fosílneho hydrotermálneho krasu v Nízkych Tatrách
Calcite crystals in relics of fossil hydrothermal karst from the Low Tatras Mountains (Western Carpathians, Slovakia) 53

Pavel Bella – Ľudovít Gaál – Youji Inokura
Sufózne jaskyne vo vulkanoklastických horninách v doline Nagatani pri Kagošime (Japonsko)
Suffosion caves in volcaniclastic rocks in the Nagatani Valley near Kagoshima (Japan) 67

Jacek Piasecki – Tymoteusz Sawiński – Ján Zelinka
Spatial differentiation of the air temperature in the entrance collapse of Dobšinská Ice Cave as contribution to the recognition of the problem of air exchange between cave and the surface
Priestorová diferenciácia teploty ovzdušia vo vstupnom prepadlisku do Dobšinskej ľadovej jaskyne ako príspevok k poznaniu problému výmeny vzduchu medzi jaskyňou a povrchom 81

Marián Soják
Pozoruhodné historicko-archeologické nálezy z niektorých jaskýň na Spiši
Remarkable historical-archaeological findings from some Spiš caves 97

Marcel Lalkovič
O možnom pobyte pustovníka Svorada v jaskyniach
About possible dwelling of the hermit Svorad in the caves 115

SPRÁVY A DOKUMENTÁCIA
REPORTS AND DOCUMENTATION

Martina Kojdová – Ľubomír Sliva
Sedimentologická charakteristika vybraných profilov Demänovskej jaskyne Slobody
Sedimentological characteristic of selected profiles of the Demänová Cave of Liberty 129

Michal Zacharov – Marian Košuth
Výskyt sadrovca v Drienovskej jaskyni – Slovenský kras
Occurrence of gypsum from the Drienovská Cave – Slovak Karst 145

Lukáš Vlček
Genéza jaskyne Kostolík v Tisovskom krase
Genesis of the Kostolík Cave in the Tisovec Karst 155

Miloš Gregor – Andrej Čerňanský
Sedimentologický a paleontologický výskum Pružinskej Dúpnej jaskyne
Sedimentological and palaeonthological research of the Pružinská Dúpna Cave 167

Michał Gradziński – Peter Holúbek
Cottonballs – peculiar speleothems from Zlomiská Cave (Low Tatras Mountains, Slovakia) – pilot results
Chumáče – typické sintrové formy z Jaskyne zlomísk (Nízke Tatry, Slovensko) – predbežné výsledky 187

Pavol Horváth – Zoltán Jerg
Nápisy ako historické pamiatky v priepasti Zvonica na Plešivskej planine
Historical inscriptions in the Zvonica Abyss in the Plešivec Plateau in Slovak Karst 193

Vladimír Košel
Najstaršie údaje o netopieroch (*Chiroptera*) z jaskýň na Slovensku
The oldest records on bats (Chiroptera) from caves in Slovakia 203

SPOLOČENSKÁ KRONIKA – *SOCIAL CRONICLE*

Zdenko Hochmuth
Ku krásnemu životnému jubileu RNDr. Antona Droppu, CSc.
To important jubilee of RNDr. Anton Droppa, CSc. 211

Ladislav Novotný
Úspešných 70 rokov
70 years of success 215

Ľudovít Gaál
K šesťdesiatke Ing. Marcela Lalkoviča, CSc.
60 years of Ing. Marcel Lalkovič, CSc. 223

Marcel Lalkovič
Za PhDr. Jurajom Bártom, CSc.
In memory of PhDr. Juraj Bárta, CSc. 227

RECENZIE – *REVIEWS*

Pavel Bella
L. Novotný – J. Tulis: Kras Slovenského raja 231

Martin Soják
P. Valde-Nowak, A. Nadachovski, T. Madeyska (editors): Oblazowa Cave, human activity, stratigraphy and palaeoenvironment 233

Pokyny pre autorov príspevkov do zborníka Slovenský kras
Instructions for authors publishing in the Slovenský kras magazine 237

SLOVENSKÝ KRAS (ACTA CARSOLOGICA SLOVACA)	XLIII	5 – 15	LIPTOVSKÝ MIKULÁŠ 2005

ŠTÚDIE-STUDIES

HLAVNÉ NÁZOROVÉ SMERY NA GENÉZU A VEK KRASOVÝCH PLOŠÍN ZÁPADNÝCH KARPÁT

JOZEF JAKÁL

J. Jakál: The principal trends in explanation of genesis and age of karstic plains in the West Carpathian Mts.

Abstract: The paper deals with opinions on the origin and age of karstic plains of the West Carpathian Mts. On the one side it brings an older, revived opinion, which classifies them as the exhumed pre-Palaeogenic karstic plains and on the other hand they are explained as parts of wider interpreted planated surface referred to as the middle mountain level of the Pannonian age.

Key words: Palaeokarst, middle mountain level, exhumed plains, West Carpathians

ÚVOD

K napísaniu tohto príspevku nás vedie viac skutočností. Na jednej strane je to dôležitosť poznania veku zarovnaných povrchov, ku ktorým prináležia i krasové plošiny, od ktorých sa odvíja genéza a vek mladších foriem vzniknutých na tomto povrchu, ako i mladších foriem ležiacich medzi zarovnaným povrchom a súčasnými riečnymi nivami. V tomto systéme má vývoj krasového reliéfu oproti nekrasovému viac špecifických čŕt najmä pri formovaní podzemného krasu. Na druhej strane je to názorová diferenciácia, ktorá síce aktivizuje výskum, ale v mnohých publikáciách absentujú poznatky od iných autorov, ktoré falzifikujú danú hypotézu. Tretí, nemenej dôležitý moment je netransparentnosť citovania starších prevzatých názorov a hypotéz, z ktorých novšie práce vychádzajú, a ich pôvodní autori nie sú citovaní. Na tomto mieste je dôležité pripomenúť práce M. Lukniša (1945, 1962a, 1962b, 1964, 1972, 1974), ktoré boli prínosom pre poznanie genézy a veku krasu a krasových plošín nielen v čase svojho vzniku, ale zostávajú naďalej inšpirujúcim zdrojom poznania.

Nekladieme si za cieľ prehodnocovať doterajšie základné modely denudačnej chronológie Západných Karpát a veku krasových plošín. Naším cieľom je chronologicky zoradiť vývoj názorov na vznik a vek zarovnaných povrchov, klásť otázky a upozorniť na otvorené problémy, riešenie ktorých stojí pred súčasnou generáciou geomorfológov a karsológov.

Vychádzali sme len zo základných prác, ktoré sú nositeľom určitých názorových smerov. Z krasu a mimo krasu je veľmi veľa geomorfologických prác, prakticky každá regionálna štúdia vrcholila kapitolou o genéze územia a zarovnaných povrchov. Problematike genézy krasových plošín sme venovali pozornosť v štúdii (Jakál, 2001b). Do zoznamu použitej literatúry sme zaradili i práce, ktoré nie sú citované v texte, ale majú vzťah k zarovnaným povrchom.

Vyslovujem poďakovanie za pripomienky a doplnky prof. RNDr. J. Głazekovi z Univerzity Poznaň, RNDr. P. Bellovi, PhD. a RNDr. J. Urbánkovi, CSc.

Obr. 1. Planiny Slovenského krasu, Silická planina vľavo, Plešivská planina vpravo, Rožňavská kotlina v popredí. Foto: J. Jakál
Fig. 1. Plateaux of the Slovenský kras, left Silická planina, right Plešivská planina, Rožňavská kotlina in the foreground. Photo: J. Jakál

VŠEOBECNÉ MODELY DENUDAČNEJ CHRONOLÓGIE ZÁPADNÝCH KARPÁT

Keď chceme pochopiť postupný vývoj názorov na vek krasových plošín viazaných na karbonáty mezozoika, musíme ich posudzovať v kontexte s vývojom zarovnaných povrchov na nekrasových horninách paleozoika, neovulkanitov, prípadne i na yši, kde je to obtiažnejšie pre slabú zachovanosť ich zvyškov.

Zarovnaným povrchom Západných Karpát sa prvý venoval L. Sawicki (1909a), ktorý vyčlenil dve úrovne, ktoré nazval gorska a pogorska. L. Dinev (1942) opisuje tiež dve úrovne, z ktorých jedna vyššia sa viaže na ústredné chrbty pohorí a nesie pozostatky tortonskej rovne a nižšia, ktorá sa viaže na chrbty rázsoch a nesie pozostatky staropleistocénnej rovne.

Problematika zarovnaných povrchov sa v novodobej slovenskej geomorfológii odvíja od základného modelu denudačnej chronológie Západných Karpát, ktorý formulovali v šesťdesiatych rokoch minulého storočia M. Lukniš (1962a, b) a E. Mazúr (1963, 1965). Zarovnané povrchy stredohorí M. Lukniš považoval za iniciálny reliéf, ktorý následne E. Mazúr označil priliehavo ako stredohorskú roveň. Rozšírená je v slovenských stredohoriach s rozdielnym stupňom zachovania, ktorý závisí od odolnosti hornín. Stredohorská roveň je v dôsledku neotektonického vyzdvihovania Západných Karpát diferencovane položená do rôznych nadmorských výšok s tendenciou zvyšovania nadmorskej výšky z okrajových pohorí do centrálne položených vysokých pohorí. Stredohorská roveň sa podľa E. Mazúra vytvorila ako pediplén počas panónu. M. Lukniš tento povrch kladie do obdobia sarmat – panon. M. Lukniš (1964) však varoval

Tabuľka 1. Korelácia neotektonických udalostí (podľa Kováč, 2000; Davidson, 1997), paleogeografická rekonštrukcia (podľa Planderová et al., 1992; Vass, 1989) a vývoj reliéfu Západných Karpát. Spracovali: Minár, J., Bizubová, M., Gallay, M. (2004)
Table 1. Correlation of geoneotectonic events (after Kováč, 2000; Davidson, 1997), palaeogeographic reconstruction (after Planderová et al., 1992; Vass, 1989) and development of relief of the West Carpathian Mts. Processed by: Minár J., Bizubová M., Gallay M. (2004)

Vek (Ma)	Obdobie	Globálna tektonika	Regionálna geotektonika	Paleogeografická rekonštrukcia	Morfologické dôsledky	Prevýšenie Z ↔ V	Prevýšenie J ↔ S
19		Vrchno-miocénny kompresný pulz	Kolízia s Európskou platformou → kompresia a extrúzia ZK východným smerom	Ochladzovanie, kulminácia rýchlosti sedimentácie (s posunom zo Z na V)	Vrásnenie a posun príkrovov Vonkajších ZK, tektonický zdvih Vnútorných ZK	IIIIII | III	IIIII | I
	Ottnang					IIIII | IIII	IIIII | II
						IIII | IIIII	IIIII | III
17,5			Ústup subdukcie a efekt jej spätného ťahu → strečing a SV–JZ extenzia, finálne dosunutie príkrovov (západ) → kompresia	Rôznorodá klíma I frakcie sedimentov (od konglomerátov cez piesky až k ílom)	Výzdvih na S a Z, pokles južnej periférie ZK. Rast morských a jazerných bazénov.	IIIII | IIIII	IIIIII | IIIII
	Karpat					IIIIII | IIIII	IIIIII | IIIII
						IIIII | IIII	IIIIII | IIIIII
16,5						IIIIII | IIII	IIIIIII | IIIIII
	Báden					IIIII | III	IIIIII | IIIIIII
						IIIIII | IIII	IIIIII | IIIIIII
		Stredno-miocénny kompresný pulz ?	Akcelerujúca subdukcia → SZ–JV (západ) a V–Z (východ) extenzia, dosunutie príkrovov (východ) → kompresia	Náhle prehĺbenie bazénov a následné postupné splytčovanie, mení sa charakter aj hĺbka sedimentácie.	Rast a formovanie súčasnej siete kotlín. Vulkanizmus a **planácia** s posunom zo západu na východ	IIIII | IIIII	IIIII | IIIIII
13,6						IIIIII | IIIIII	IIIII | IIIII
	Sarmat					III | IIII	IIII | IIII
						IIII | IIIII	IIII | IIIII
						III | IIIII	IIII | IIIII
11,5			Ukončenie subdukcie → vyznievanie extenznej fázy → vyznievanie subdukcie bazénov, J–S extenzia (východ), kompresné eventy	Splytčovanie bazénov, jemnozrnná sedimentácia, kaolinické kôry zvetrávania	Vyznievanie vulkanizmu a zmenšovanie disekcie reliéfu → **Stredohorská roveň - SR** (z JZ na SV)	II | IIII	II | IIIII
	Panón					I | III	I | IIII
						II | III	II | II
						I | II	I | III
7,1						I | I	I | III
	Pont					II | I	I | III
				Stratigrafický hiát (s presunom zo Z na V)	Rozčlenenie povrchu SR (zo Z na V)	III | I	II | IIII
						III | II	III | IIIII
5,3		Pliocénno-recentný kompresný pulz (menej aktívny etapa)	Rastúci tlak Adriatickej platne na ZK (bez kompenzácie subdukciou) → S-J kompresia a tektonická inverzia v bazénoch → kompresný režim so skracujúcimi sa obdobiami tektonického pokoja	Oteplenie, lokálne kaolinické zvetrávanie	***Podstredohorská roveň?*** (z J na S)	II | II	II | IIII
	Dák					II | II	II | III
				Hrubozrnné sedimenty, citeľné ochladenie	Tektonický zdvih, formovanie ZK klenby (najmä v centrálnej časti), rozčleňovanie zarovnaných povrchov	III | III	III | IIII
3,3						IIII | IIII	III | IIIII
						IIIII | IIIII	IIII | IIIIII
	Roman	Pliocénno-recentný kompresný pulz (aktívnejšia etapa)				IIIIII | IIIIII	IIII | IIIIII
				Ochladenie, stopy kaolinického zvetrávania	**Poriečna roveň** (formovaná z J na S)	IIIIII | IIIIII	IIIII | IIIIII
1,8				Rapídne ochladenie, zánik prietokových jazier	***Kryoplanácia*, riečne terasy**. Tektonický zdvih → Tvorba ZK klenby, rozčleňovanie zarovnaných povrchov	IIIIIII | IIIIIII	IIIIII | IIIIII
	Kvartér					IIIIIII | IIIIIII	IIIIII | IIIIIII
						IIIIIII | IIIIIII	IIIIII | IIIIIII
						IIIIIII | IIIIIIII	IIIIIII | IIIIIIII
0						IIIIIIII | IIIIIIII	IIIIIII | IIIIIIII

ZK – Západné Karpaty

pred schematizovaním veku a genézy zarovnaných povrchov. Upozornil, že v dôsledku pochovávania a exhumácie niekdajších povrchov zarovnávania a tektonickej denivelácie sa rôzne staré povrchy zachovali v rozličných výškach. Predpokladal existenciu zarovnaných povrchov z doby pred eocénnou transgresiou a doby pred tortonsko-sarmatskou tektonickou fázou, ako i z konca sarmatu a panonu.

Zvyšky stredohorskej rovne nachádzame takmer vo všetkých stredohoriach Západných Karpát, čo viedlo k hypotéze o simultánnom vývoji reliéfu a o celkovom zarovnaní povrchu. Krasové plošiny boli v tejto koncepcii pokladané za súčasť jednotného zarovnaného povrchu Západných Karpát.

Definovanie stredohorskej rovne sa opiera o jej základné morfologické znaky, nivelizáciu reliéfu, relatívnu výšku nad súčasnou eróznou bázou, koreláciu medzi rovňami a neogénnou výplňou kotlín a väzbu zarovnaných povrchov na neovulkanické štruktúry. Genézu a vek stredohorskej rovne podporujú i niektoré geologické poznatky o tvorbe kaolinitových kôr zvetrávania (Kraus, 1989). Citovaný autor na základe komplexnej analýzy kôr zvetrávania, získaných zo zarovnaných povrchov na granitoidoch jadrových pohorí, veporika a gemerika, ako i na metamorfitoch a neovulkanitoch predpokladá, že vek ich vzniku korešponduje s panónskou stredohorskou rovňou. V tomto období boli priaznivé tektonické, reliéfne (nivelizovaný, mierne členitý povrch) a klimatické podmienky, striedavo suchá a vlhká teplá klíma. Možno predpokladať, že podobný klimatický aspekt pôsobil v celom priestore Západných Karpát, teda i v krase.

Elevácie reliéfu ležiace nad stredohorskou rovňou označoval E. Mazúr (1963, 1965) za zvyšky *vrcholového systému bádenského veku.*

V slovenských stredohoriach možno sledovať zvyšky zarovnaného povrchu, ktoré ležia pod stredohorskou rovňou; M. Bizubová a J. Minár (1992) ich nazývajú *podstredohorská roveň* a jej vek priraďujú k pontu (Minár – Bizubová – Gallay, 2004).

Pozdĺž slovenských riek je veľmi dobre zachovaná *poriečna roveň* v podobe pedimentu, ležiaca vo výškach okolo 130 m nad súčasnou riečnou nivou.

Používaná schéma denudačnej chronológie má takéto usporiadanie:

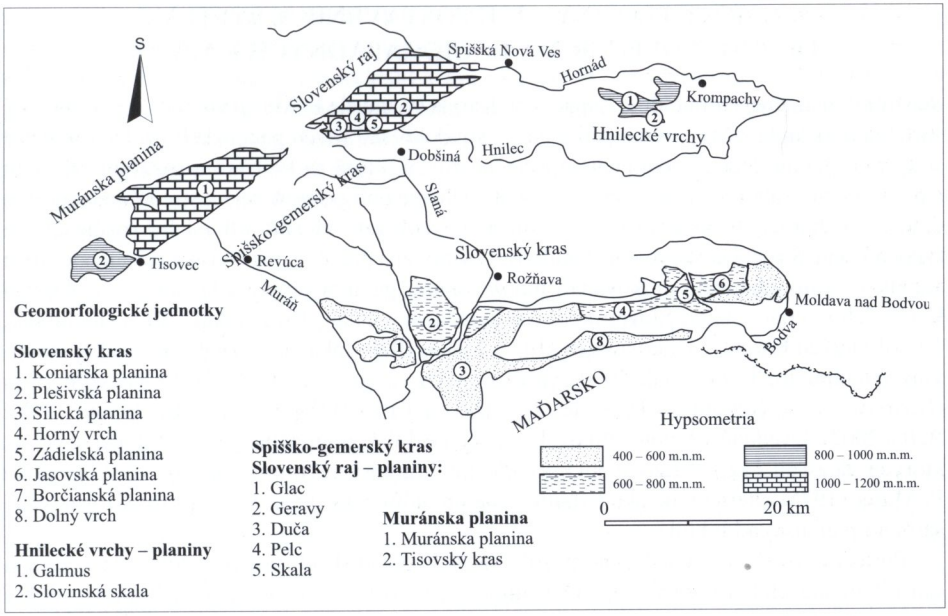
- *zvyšky vrcholového systému, báden*
- *stredohorská roveň, panón, resp. sarmat – panón*
- *podstredohorská roveň, pont*
- *poriečna roveň, pliocén – pleistocén.*

Novší pohľad na stredohorskú roveň ako „tektoplén" podáva J. Minár (2003), ktorý sa opiera o rekonštrukciu geodynamického, paleogeografického a štruktúrneho vývoja karpatsko-panónskeho regiónu v miocéne obsiahnutého v práci M. Kováča (2000).

POHĽAD M. LUKNIŠA NA GENÉZU A VEK KRASOVÝCH PLOŠÍN

Medzi prvé geomorfologické práce M. Lukniša (1945) patrila útla monografia o krase Stratenskej hornatiny (Slovenský raj), neskôr to boli práce o Slovenskom krase (1962a) a Muránskej planine (1974). Pri riešení otázok vzniku a veku zarovnaných krasových plošín vychádzal z poznatkov L. Sawickeho (1908, 1909b), ktorý publikoval rozsiahlejšie štúdie o Slovenskom krase a vysvetľoval vznik „sečnej roviny" subaerickým zarovnaním v miocéne. L. Sawicki (1909b) pri formovaní teórie krasového cyklu (na základe poznatkov zo Slovenského krasu a Dinárskeho krasu) stanovuje podcyklus upchatia krasových puklín nerozpustnými zvetralinami, čo umožňuje nástup povrchových tokov, ktoré odnášajú zvetraliny a obnovuje sa krasovatenie. Pôsobenie riečnych tokov na pokrytom krase sa stalo súčasťou zarovnávania reliéfu; táto hypotéza bola aplikovaná v množstve prác z početných krasových území Európy.

M. Lukniš (1945) na základe nálezov drobných kvarcitových štrkov na planinách Slovenského raja predpokladal, že ide o rezíduum po paleogénnych zlepencoch. Predpokladal možnosť ich zachovania sa pred odnosom z bývalej paroviny. Jednoznačnejšie sa k exhumácii predpaleogénnych zarovnaných povrchov vyjadruje v prácach z roku 1964, 1972 a 1974. Najmä v štúdii z Muránskeho krasu (1974), kde opäť našiel drobné kvarcitové štrky, konštatuje: „Tento starý nivelizovaný povrch sa vyvíjal pravdepodobne už pred transgresiou paleogénu" a pokračuje „táto hypotéza nie je fantastická", ďalej uvádza príklady zachovania sa zvyškov paleogénu, ale i to, že tento povrch exhumovaný v staršom miocéne bol načas



Mapa 1. Rozšírenie planinového typu krasu Slovenska. Hypsometria ukazuje neotektonické rozčlenenie a diferenciáciu vyzdvihnutia pôvodne jednotného zarovnaného povrchu
Map 1. Distribution of the plateau type of karst of Slovakia. Hypsometry shows the neotectonic distribution and differentiation of uplifting of the originally undivided planated surface

konzervovaný pokrovom tufov a brekcií, ktoré sa ako denudačný zvyšok zachovali na Kľaku (1409 m n. m.), ktorý vyčnieva nad krasovou plošinou Muránskeho krasu. Vyjadril sa i ku genéze dolín v krase. Za neomladené staré doliny označuje plytké široké doliny na krasovej plošine, ku ktorým zaraďuje Veľkú lúku (v súčasnom chápaní semipolje). Ako omladené doliny označuje tie, ktoré sú zarezané do plošiny.

Vek starých neomladených dolín bližšie neurčuje a nie je jasné, či ich možno zaradiť ako súčasť predpaleogénneho reliéfu plošín, alebo či vznikli v procese exhumácie, keď na plošine mohli pôsobiť kratšie povrchové toky.

Práce M. Lukniša (1945, 1964, 1972 a 1974) na seba myšlienkovo nadväzujú a venujú sa predpaleogénnym exhumovaným povrchom. Začiatok nového smerovania geomorfológie, orientovaného na chápanie vzniku zarovnaných povrchov pediplanáciou v mladších, klimaticky priaznivých obdobiach, sa odráža v jeho práci zo Slovenského krasu (1962a). V rozsiahlejšom priestore okolia súčasného Slovenského krasu predpokladal existenciu plochého povrchu, ktorý súvisle prechádzal z neovulkanitov na paleozoikum a mezozoikum, a jeho vek zaraďuje do spodného panonu. Plochý povrch sa vytváral v prostredí striedavo vlhšej a suchšej subtropickej klímy s tvorbou hlbokej kôry zvetrávania. Kužeľové vrchy na Plešivskej planine a Koniarskej planine ho viedli k názoru o existencii tropického kužeľového krasu (dnešné poznatky neumožňujú stotožňovať kužeľový kras s tropickým krasom).

Vyššie citované práce a ich sled svedčia o tom, že M. Lukniš sa nevzdával názoru o existencii predpaleogénnych exhumovaných krasových plošín. Musíme ho pokladať za autora a nositeľa uvedenej hypotézy a pri otváraní tohoto problému je povinnosťou citovať jeho práce.

KRASOVÉ PLOŠINY – ICH POSTAVENIE V SYSTÉME DENUDAČNEJ CHRONOLÓGIE ZÁPADNÝCH KARPÁT

Schéma denudačnej chronológie Západných Karpát (v zmysle E. Mazúra) zahŕňa stredohorský zarovnaný pediplanačný povrch pediplén – stredohorskú roveň panónskeho veku – a nižšie v úpätnej polohe ležiaci pediment – poriečnu roveň, ktorá sa tvorila na rozhraní pliocénu a pleistocénu. Náhorné krasové plošiny v tejto schéme boli priraďované k stredohorskej rovni či už ako náhorné plošiny krasových planín, alebo izolované plošiny v horských rozčlenených typoch krasu. Stredohorská roveň je najlepšie zachovaná práve v krase vďaka veľkej odolnosti vápencov. Táto schéma je aplikovaná v množstve prác geomorfológov a karsológov z rôznych krasových regiónov, napr. Slovenského krasu (Mazúr – Jakál, 1971; Jakál, 1975; Hochmuth, 1998), Malých Karpát (Stankoviansky, 1974; Liška, 1976; Jakál et al. 1990), Revúckej vrchoviny (Hochmuth, 1996; Gaál, 2000), Strážovských vrchov (Jakál, 1997), Slovenského raja (Novotný, 1993; Novotný – Tulis, 1998), Nízkych Tatier (Droppa, 1972; Hochmuth, 2000; Bella, 2002). Uvedenú schému aplikovali aj početné ďalšie regionálne geomorfologické práce, ktorých súčasťou, i keď okrajovo bol kras. Plošiny Muránskeho krasu označuje vo svojej práci P. Mitter (1975) alternatívne ako exhumované predtórtonske, resp. sečné plošiny formované sarmato-panónskymi tokmi.

Poriečna roveň, ktorá sa tiahne pozdĺž väčších slovenských riečnych tokov vo výškach cca 130 m nad ich korytom ako úpätný pediment, zrezáva často i karbonátové horniny s dobre zachovanými plošinami, najčastejšie však bez výraznejších stôp skrasovatenia. Nápadne je však formovaný krasový fenomén na poriečnej rovni Drienčanského krasu (Hochmuth, 1996; Gaál, 2000). A. Droppa (1972) v Demänovskej doline píše o „vrchnopliocénnych svahových odpočinkoch", ktoré odpovedajú poriečnej rovni. Poriečna roveň absentuje napr. na vápencoch v Slovenskom krase. Tektonický pokoj počas tvorby poriečnej rovne umožnil formovanie najrozsiahlejšej jaskynnej úrovne v Stratenskej jaskyni (Tulis – Novotný, 1989).

Komparácia *krasových okrajových rovín* opísaných J. Jakálom (1983, 2001a) a *podstredohorskej rovne* definovanej M. Bizubovou a J. Minárom (1992) ukazuje, že obe ležia nad poriečnou rovňou. Kým podstredohorská roveň sleduje v určitej „stabilnej" výškovej úrovni stredohorskú roveň, tak krasové okrajové roviny majú výškovo väčší rozptyl pod stredohorskou rovňou. Preto tieto dva pedimenty nie je možné vekovo vždy stotožniť.

REGIONÁLNE POHĽADY

Územie *Malých Karpát* je nielen geologickou stavbou, ale i reliéfom veľmi pestré a dobre z oboch stránok preskúmané. Kras sa viaže na mnohé ostrovné polohy karbonátov rôznej veľkosti a pestrej škály morfologických typov krasu s častým výskytom krasových plošín. Na toto územie sa viažu viaceré názorové rozdiely na genézu a vek krasu. Krasové plošiny boli v systéme denudačnej chronológie považované za stredohorskú roveň, resp. krasové okrajové roviny (Jakál, 1983; Jakál et al. 1990; Jakál, 2001; Liška, 1976; Stankoviansky, 1974).

Na príklade paleokrasu Malých Karpát z oblasti Plaveckého krasu J. Činčura et al. (1991) na základe najmä existencie úlomkov speleotém v sedimentoch paleocénneho veku, ako aj v podložných brekciách označuje kras za reliktný kras vrchnokriedovo-paleocénneho veku, ktorý sa zachoval nielen v pochovanej forme, ale aj na povrchu krasu, z čoho vyplýva, že i plošiny sú tohto veku.

Poukazujúc na príliš dlhú dobu (60 mil. rokov) zachovania sa reliktného krasu a ďalšie skutočnosti, ktoré sú uvedené v práci J. Jakála (1991), vyslovili sme predpoklad, že zachovanie foriem vrchnokriedovo-paleocénneho veku bolo možné len prekrytím krasu mladšími sedi-

mentmi a ich neskorším odnosom a exhumáciou krasu, odvolávajúc sa na hypotézu M. Lukniša o predpaleogénnych exhumovaných krasových plošinách. J. Činčura (1994) v závere práce o paleokrasových plošinách Plaveckého krasu uvádza, že „paleokrasové plošiny boli počas postpaleogénneho vývoja nielen exhumované, ale aj postupne rozčlenené dolinami". V prípade krasu Malých Karpát musíme upozorniť na existenciu fázy bádenského krasovatenia, preukázaného M. Mišíkom (1980), ktoré potvrdzujú nálezy speleotém bádenského veku. Tento proces pravdepodobne ovplyvnil aj formy staršieho veku.

Na miocénny povrch ležiaci vo výškach 380 m n. m., exhumovaný spod neovulkanitov v *Driencanskom krase* poukazuje Z. Hochmuth (1975, 1996). Predpokladá, že krasové depresie väčších rozmerov (napr. pri Slizkom) mohli byť založené pred uložením vulkanitov a následne exhumované. Menšie, najmä formy závrtov vznikli po exhumácii povrchu.

Paleokras vrchnej kriedy v Strážovských vrchoch (Mojtínsky kras) s výskytom bauxitov bol pochovaný eocénnymi zlepencami. V mladších fázach geomorfologického vývoja bol čiastočne exhumovaný pediplanačným procesom. Stredohorská roveň zrezáva v oblasti Mojtína strednotriasové vápence, ako i eocénne zlepence.

Najnovšie poznatky o existencii predeocénneho krasového a uviálneho reliéfu v Slovenskom raji prezentujú L. Novotný a J. Tulis (2002), J. Tulis a L. Novotný (2003) nadväzujúc na M. Lukniša (1945). Poukazujú na výskyt štrkov paleogénnych zlepencov a paleogénnych pieskovcov tak na elevačných, ako aj depresných formách reliéfu plošín. Za významné možno pokladať i nálezy minerálov bauxitových rúd v priestore Glacu spolu s niektorými výskytmi paleogénnych sedimentov.

Tento fakt môžeme porovnať i s výskytom bauxitov v Strážovských vrchoch (Mojtínsky kras) v podloží eocénnych zlepencov. Preto je potrebné rozlíšiť genézu a vek bauxitov od červenozemí, ktoré pokrývajú značnú časť krasových území, najmä krasových plošín Západných Karpát. Ich pozícia na povrchu reliéfu, vyplňujúc najmä škrapové dutiny, naznačuje na ich mladší (panónsky?) vek.

Drobné štrky, na plošinách planinového typu krasu (Slovenský kras, Muránsky kras, Slovenský raj) a ich petrografické zloženie, poukazujú na podobný vývoj krasu a plošín v oblasti celého silicika (Jakál, 2001b). Štrky sa považovali za zvyšky sedimentov riečnych tokov pritekajúcich zo Slovenského rudohoria, tečúcich v plytkých dolinách (Jakál, 1975).

V *Slovenskom krase* bola preukázaná vrchnokriedová fáza krasovatenia na základe výplne krasových dutín vrchnokriedovým sedimentom (Mello – Snopková, 1973; Jakál, 1975, 1983), ktoré neskôr označujú R. Marschalko, J. Mello (1993) za jaskynný sediment.

Na príklade východných planín *Slovenského krasu* si V. Cílek, M. Svobodová (1999) kladú otázku, či nejde o plochu zarovnaného povrchu, ktorý bol pôvodne pokrytý uviálno-lakustrickými až kontinentálnymi bridlicami, pieskovcami a zvetralinami vrchnokriedového veku. Opierajú sa o vrchnokriedovú výplň závrtu v Hosťoveckom kameňolome (planina Dolný vrch) porovnateľnú s jaskynnou výplňou v Gombaseckom kameňolome a rozptýlené úlomky pieskovca nájdené na viacerých miestach krasových planín.

Domnievame sa, že proces exhumácie veľmi pravdepodobne neprebehol bez určitého stupňa transformácie (zrezávania?) pôvodne plochého reliéfu. Práve vrchnokriedová výplň závrtu v Hosťoveckom kameňolome naznačuje, že len ťažko možno vysvetliť exhumáciu, resp. vyprázdnenie závrtov od tejto výplne. To naznačuje, že po transformácii pôvodného reliéfu procesom exhumácie nastala nová fáza hĺbkového krasovatenia, zmladenia reliéfu a vznik mladších foriem závrtov, uval. Otázne zostáva, kedy proces exhumácie nastúpil a či ho možno stotožniť s pediplanačným procesom panónskeho zarovnávania.

Obr. 2. Skrasovatená náhorná plošina Silickej planiny – stredohorská roveň. Foto: J. Jakál
Fig. 2. Karstified highland plain of the Silická planina – middle mountain level. Photo: J. Jakál

V súvislosti s exhumáciou krasu a krasových plošín je zaujímavé i územie južného okraja Slovenského krasu, kde nastal diferencovaný pokles tektonických krýh odtrhnutých od Silickej planiny a planiny Koniar. Skrasovatený povrch stredohorskej rovne bol prekrytý a fosilizovaný pokrovom pontských sedimentov a následne v pliocén-pleistocéne exhumovaný (Jakál, 1975) s obnovením procesov krasovatenia.

Hľadanie odpovede nám v určitej alternatíve umožní komparácia vývoja stredohorskej rovne (o ktorej sme sa už zmienili vyššie) s procesom exhumácie krasových predpaleogénnych plošín. Stredohorská roveň na kryštaliniku a neovulkanitoch vznikla procesom pediplanácie ústupom svahov počas panónu (Mazúr, 1965), resp. sarmat – panónu (Lukniš, 1962b). Možno predpokladať, že tento proces prebiehal i na paleogénnych sedimentoch ležiacich na krasových plošinách, prípadne i na vrchnokriedových sedimentoch v úrovni kontaktu paleogénu s podložným mezozoikom. To by však musela byť spoločná erózna báza pre celé silicikum (planinový kras). Môžeme skôr predpokladať, že paleogén a vrchná krieda boli procesom pediplanácie odstránené a podložný zarovnaný povrch opäť zrezaný v nižšej úrovni, ktorý je azda možné stotožniť so stredohorským povrchom, ako sme to naznačili už v našej práci (Jakál, 1991). To vysvetľuje i skutočnosť, že zvyšky paleogénu sú na povrchu krasových plošín zachované len veľmi ojedinele.

Takto zarovnaný povrch bol v priaznivej panónskej klíme vhodným prostredím pre tvorbu kôr zvetrávania na kryštaliniku a neovulkanitoch v zmysle I. Krausa (1989), ale i na plošinách mezozoických karbonátov. Môžeme vylúčiť väčšie klimatické rozdiely v priestore Západných Karpát v tom istom čase či už vo vrchnej kriede alebo panóne.

Na nesimultánny vývoj krasových plošín Západných Karpát poukazuje *Ponický kras*, ktorý nepotvrdzuje existenciu predpaleogénneho exhumovaného zarovnaného povrchu v tomto

území. M. Slavkay, M. Rohálová (1993) na základe zloženia úlomkov a litologických typov hornín vrchnokriedových karbonátových brekcií usudzujú na vysokočlenitý reliéf, na ktorom boli uložené. Navyše vrchnokriedové brekcie sú prekryté karbonátovými horninami silicika, hronika i severného veporika, ktoré sem boli presunuté v podobe lokálneho príkrovu Drienok pred stredným eocénom (Slavkay – Rohálová, 1993). Tieto poznatky spochybňujú možnosť existencie a zachovania sa predpalegénnej krasovej plošiny v Ponickom krase.

ZÁVER

Základným problémom pri akceptácii exhumovaných predpaleogénnych krasových plošín zostáva otázka mechanizmu exhumácie a veku odkrytia plošín a obnovenia procesov krasovatenia, prípadne zmladenia starších foriem. Je to tiež otázka zachovania pôvodného predpaleogénneho povrchu alebo povrchu transformovaného a zníženého exhumačným (pediplanačným?) procesom, ktorý by bolo možné stotožniť so stredohorskou rovňou z panónu. Po tomto období nastúpil proces tvorby kôr zvetrávania, a tým opätovného zníženia výškovej úrovne pôvodnej plošiny.

Poďakovanie: Tento príspevok bol spracovaný v rámci riešenia projektu 2/3081/24, ktorému bol udelený finančný príspevok grantovou agentúrou VEGA.

LITERATÚRA

BELLA, P. (2002). K rekonštrukcii planačných povrchov v Demänovských vrchoch na severnej strane Nízkych Tatier. Geographia Slovaca, 18, Luknišov zborník, 13 – 20.
BIZUBOVÁ, M. – MINÁR, J. (1992). Some new aspects of denudation chronology of West Carpathians. In Stankoviansky, M. Ed. Abstracts of Papers, International Symposium: Time, Frequency and dating in Geomorphology. Stará Lesná, p. 10
CÍLEK, V. – SVOBODOVÁ, M. (1999). Svrchnokřídové výplně závrtů v lomu Hosťovce a Gombasek ve Slovenském krasu. In Šmidt, J. Ed. Výskum a ochrana prírody Slovenského krasu. Slovenská agentúra životného prostredia. Zborník referátov, 41 – 50.
ČINČURA, J. (1994). O veku paleokrasových plošín Plaveckého krasu v Malých Karpatoch. Slovenský kras, 32, 47 – 59.
ČINČURA, J. (1998). Alte paleokarstplateau am Ostrand des Wiener Beckens (Kleine Karpaten, Slowakei). Zeitschrift für Geomorphologie, 2, 255 – 263.
ČINČURA, J. (2004). Neogénna nivelizácia reliéfu a paleokras Západných Karpát. Výskum, využívanie a ochrana krasu. Zborník referátov. Liptovský Mikuláš, 57 – 62.
ČINČURA, J. – GROSS, P. – KÖHLER, E. (1991). Dôkazy paleokrasu kriedovo paleocénneho veku v Malých Karpatoch. Slovenský kras, 29, 69 – 81.
DAVIDSON, J. K. (1997). Synchronous compressional pulses in extensional basins. Marine and Petroleum Geology, 14 (5), 513 – 549.
DROPPA, A. (1966). Výskum krasových foriem Ludrovskej doliny v Nízkych Tatrách. Československý kras, 17, 82 – 95.
DROPPA, A. (1972). Geomorfologické pomery Demänovskej doliny. Slovenský kras, 10, 9 – 46.
GAÁL, Ľ. (2000). Kras a jaskyne Driencanského krasu. In Kliment, J. Ed.: Príroda Driencanského krasu. ŠOP SR, Banská Bystrica, 29 – 96.
HOCHMUTH, Z. (1975). Driencanský kras v Slovenskom rudohorí. Geografický časopis, 27, 3, 282 – 289.
HOCHMUTH, Z. (1996). Geomorfologické pomery centrálnej časti Revúckej vrchoviny a priľahlých častí Rimavskej kotliny a Slovenského krasu. Geografické práce, 6, 1, p. 110.
HOCHMUTH, Z. (1998). Predkvartérne jaskynné systémy na Slovensku a ich vzťah k zarovnaným povrchom. Prírodné vedy, Folia geographica, 1, 127 – 144.
HOCHMUTH, Z. (2000). Krasový reliéf Jánskej doliny vo vzťahu k jej predkvartérnemu i kvartérnemu vývoju. In Lacika, J. Ed.: Zborník referátov z 1. konferencie Asociácie slovenských geomorfológov pri SAV, Liptovský Ján 21. – 23. 9. 2000. Bratislava, 42 – 45.

JAKÁL, J. (1975). Kras Silickej planiny. Martin (Osveta).
JAKÁL, J. (1983). Krasový reliéf a jeho význam v geomorfologickom obraze Západných Karpát. Geografický časopis, 35, 160 – 183.
JAKÁL, J. (1991). Poznámky k výskytu paleokrasu vrchno-kriedovopaleocénneho veku v Malých Karpatoch. Slovenský kras, 29, 79 – 81.
JAKÁL, J. (1995). Geological-structural and paleoclimatic conditions of the development of underground karst of the Western Carpathians. Studia Carsologica, 6, Brno, 117 – 130.
JAKÁL, J. (1997). Reliéf Strážovských vrchov, analýza typov krasu a ich genéza. Geografický časopis, 49,1, 3 – 18.
JAKÁL, J. (2001a). Krasové okrajové roviny a podstredohorská roveň. Geomorphologia Slovaca, 1, 40 – 45.
JAKÁL, J. (2001b). Porovnávacia analýza krasových planín Západných Karpát. Geografický časopis, 53, 1, 3 – 20.
JAKÁL, J. – LACIKA, J. – STANKOVIANSKY, M. – URBÁNEK, J. (1990). Morfostrukturnij analiz gornogo massiva Malych Karpat. Geomorfologija, 4, Moskva, 97 – 109.
KOVÁČ, M. (2000). Geodynamický, paleogeografický a štruktúrny vývoj karpatsko-panónskeho regiónu v miocéne: Nový pohľad na neogénne panvy Slovenska. Veda, p. 202.
KRAUS, I. (1989). Kaolíny a kaolinitové íly Západných Karpát. Západné Karpaty, séria mineralógia, petrológia, geochémia, metalogenéza 13. Bratislava (Geologický ústav Dionýza Štúra).
LIŠKA, M. (1976). Geomorfologické pomery Plaveckého krasu. Slovenský kras, 14, 31 – 59.
LUKNIŠ, M. (1945). Príspevok ku geomorfológii povrchového krasu Ztratenskej hornatiny (Slovenský raj). Zborník prác Prírodovedeckej fakulty Slovenskej univerzity v Bratislave, 12, Bratislava (Prírodovedecká fakulta Slovenskej univerzity).
LUKNIŠ, M. (1962a). Geomorfologický prehľad. In Vysvetlivky k prehľadnej geologickej mape ČSSR 1 : 200 000. List Rimavská Sobota, 123. Bratislava (GEOFOND), 81 – 88.
LUKNIŠ, M. (1962b). Die Reliefentwicklung der Westkarpaten. Wissenscha iche Zeitschrift des M. Luther Universität Hall – Wittenberg, 11, 1235 – 1244.
LUKNIŠ, M. (1964). Pozostatky starších povrchov zarovnávania reliéfu československých Karpát. Geografický časopis, 16, 3, 289 – 298.
LUKNIŠ, M. (1972). Relief. In Slovensko – Príroda. Obzor, Bratislava.
LUKNIŠ, M. (1974). Muránska planina z hľadiska vývoja reliéfu a ochrany prírody. Československá ochrana prírody, 14, 107 – 116.
MARSCHALKO, R. – MELLO, J. (1993). Turbidites as fillings of cavities in Triassic limestones of the Silica nappe (Western Carpathians, Plešivec Karst Plateau). Geologica Carpathica, 44, 1, 35 – 42.
MAZÚR, E. (1963). Žilinská koltina a priľahlé pohoria. (Vydavateľstvo SAV).
MAZÚR, E. (1965). Major features of the West Carpathians in Slovakia as a result of young tectonic movements. In Mazúr, E., ed. Geomorphological problems of Carpathians I. Bratislava, (Vydavateľstvo SAV), 9 – 53.
MAZÚR, E. – JAKÁL, J. (1971). Podklad a reliéf. In Mazúr, E. Ed. Slovenský kras. Regionálna fyzicko-geografická analýza. Geografické práce, 2, 155, 1 – 12.
MELLO, J. – SNOPKOVÁ, P. (1973). Vrchnokriedový vek výplní v dutinách triasových vápencov Gombaseckého lomu. Geologické práce. Správy 61, 239 – 253.
MINÁR, J. (2003). Stredohorská roveň v Západných Karpatoch ako tektoplén: náčrt pracovnej hypotézy. Geografický časopis, 55, 2, 141 – 158.
MINÁR, J. – BIZUBOVÁ, M. – GALLAY, M. (2005). General and specific aspects of denudation chronology of the West Carpathians. Studia geomorphologica carpatho-balcanica, Kraków, v tlači.
MIŠÍK, M. (1980). Miocene sinter crusts (speleothems) and calcrete deposits from neptunian dykes, Male Karpaty Mts. Geologický zborník Geol. Carpath. 31, 4, 495 – 512.
MITTER, P. (1975). Geomorfológia Muránskej planiny a Švermovského hrdla. Slovenský kras, 13, 131 – 165.
NOVOTNÝ, L. (1993). Treťohorné jaskynné úrovne a zarovnané povrchy v Slovenskom raji. Slovenský kras, 31, 55 – 59.
NOVOTNÝ, L. – TULIS, J. (1998). Krasová planina Pelc v Národnom parku Slovenský raj – geologická, geomorfologická a speleologická charakteristika. Slovenský kras, 36, 35 – 58.
NOVOTNÝ, L. – TULIS, J. (2002). Skalné okno – predpaleogénny kras v Slovenskom raji. Výskum, využívanie a ochrana jaskýň. Zborník referátov, 3, 75 – 79.
PLANDEROVÁ, E. et. al.(1992). On paleo oristic and paleoclimatic change during the Neogene of Eastern and Central Europe on the basis of palynological research. In E. Planderová et al. ed. Paloe oristic and Paleoclimatic Changes During Cretaceous and Tertiary. Proceedings of International Symposium, Bratislava, 119 – 129.

ROTH, Z. (1939). Několik geomorfologických poznámek o Jihoslovenskem krasu a o Silické Lednici. Rozpravy II. tř. České akademie 49. 8., 1 – 24.
TULIS, J. – NOVOTNÝ, L. (1989). Jaskynný systém Stratenskej jaskyne. Osveta, Martin, s. 464.
TULIS, J. – NOVOTNÝ, L. (2003). Medvedia jaskyňa – paleokrasový fenomén. Slovenský kras, 41, 91 – 95.
SAWICKI, L. (1908). Szkic krasu slowackiego z pogladem na cykl geograficzny w krasie w ogóle. Lwow (Kosmos), 33, 395 – 444.
SAWICKI, L. (1909a). Z fizyografii Zachodnich Karpat. Archivum naukowe. Dz. II. Tom. I. Zeszyt 5. 108.
SAWICKI, L. (1909b). Ein Beitrag zum geographischen Zyklus im Karst. Geograph. Zeitschrift, 15, 185 – 204.
SLAVKAY, M. – ROHÁLOVÁ, M. (1993). Karbonátové brekcie pri Ponikách, ich litologický a tektonický význam. Západné Karpaty, séria geologia, 17, 39 – 50.
STANKOVIANSKY, M. (1974). Príspevok k poznaniu krasu Bielych hôr v Malých Karpatoch. Geografický časopis, 26, 3, 241 – 257.
VASS, D. (1989). Zhodnotenie rýchlosti sedimentácie v alpínskych molasových panvách Západných Karpát. Geologické práce. Správy 88, 31 – 43.

Adresa autora:
doc. RNDr. Jozef Jakál, DrSc., Geografický ústav SAV, Štefánikova 49, Bratislava

THE PRINCIPAL TRENDS IN EXPLANATION OF GENESIS AND AGE OF KARSTIC PLAINS IN THE WEST CARPATHIAN MTS

SUMMARY

The high karstic plains belong among the most frequent geomorphological phenomena of the West Carpathian karst. They are classified within the system of the present denudation chronology as parts of planated surface – the middle mountain level of the Pannonian age (Mazúr, 1963, 1965) or Sarmatian-Pannonian age (Lukniš, 1962, 1964). The middle mountain level has been, apart from the Mesozoic carbonate rocks, preserved in the Palaeozoic and neovolcanic rocks. Analysis of the caolinite weathering mantle conserved on the quoted surface confirmed its Pannonian age (Kraus, 1989). Lukniš (1945, 1974) formulated the hypothesis on existence of exhumed pre-Palaeogene karstic plains based on finds of tiny gravel, remains of the Palaeogenic conglomerates on the plains of the Slovenský raj Mts. and the Muránska planina plateau. Recent knowledge concerning occurrence of the mentioned gravel and sandstone rock on elevated or depressed relief forms including minerals of bauxite ore confirm this hypothesis (Novotný & Tulis 2002; Tulis & Novotný, 2003).

The stage of Upper Cretaceous karstification was proved based on sediments filling of karstic hollows in the area of Slovenský kras (Mello & Snopková, 1973; Jakál, 1975, 1983; Marschalko & Mello, 1993). V. Cílek and M. Svobodová (1999) suggest the transport of Upper Cretaceous sediments and exhumation of karstic plains followed by karstifying process.

Almost the complete removal of the Palaeogene sediments from the surface of karstic plains of the plateau type karst linked to the Silician nappe suggests that the exhumed surface transformed through pediplanation, as part of exhumation, which coincided with the formation of the middle mountain level on non karstic rocks in the area of the West Carpathian Mts.

The Ponický kras karst, where the Upper Cretaceous breccias were covered by the Drienok nappe in the Middle Eocene (Slavkay & Rohalová, 1993), surface of which bears traits of deep karstification, offers a different view of genesis and age of karstic plains.

20029

SLOVENSKÝ KRAS (ACTA CARSOLOGICA SLOVACA)	XLIII	17 – 36	LIPTOVSKÝ MIKULÁŠ 2005

VPLYV TEKTONICKÝCH POHYBOV NA GEOMORFOLOGICKÝ VÝVOJ ZÁPADNEJ ČASTI SLOVENSKÉHO KRASU

ĽUDOVÍT GAÁL – PAVEL BELLA

Ľ. Gaál & P. Bella: The in uence of tectonic movements to the geomorphological development of the western part of Slovak Karst

Abstract: The main phases of the geomorphological development of surface and subterrain karst phenomena are given by tectonic movements (Cretaceaus, first Attic tectonic phase, second Attic tectonic phase between Panonian and Pontian, and Quaternary movements). New knowledge is presented about the Quaternary uplift of the western part of Slovak Karst along the Plešivec fault. This tectonic uplift in uenced the translocation of the watercourse of Slaná River and cave genesis, especially the Domica – Baradla Cave System. Compared with the Plešivec Plateau and the north part of Silica Plateau (dolines, deep abysses, vertical and subhorizontal caves are dominant), the south part of Silica Plateau is characterized by several different geomorphological features (dry valleys, larger horizontal caves, smaller abysses).

Key words: tectonic movements, paleohydrography, cave genesis, Poltar Formation, Slovak Karst, Domica Cave

1. ÚVOD

Územie Slovenského krasu, vďaka typickému planinovému charakteru, je predmetom podrobného geologického a geomorfologického výskumu už od konca 19. storočia. V prácach L. Sobányiho (1896), L. Sawického (1908), V. Dědinu (1922), F. Vitáska (1930), S. Jaskóa (1933), S. Lánga (1937), Z. Rotha (1939, 1940) a M. Lukniša (1962) sú definované základné črty vývoja územia od neogénu až po súčasnosť. Výsledky ich pozorovaní sa viac-menej zhodujú v tom, že územie predstavuje starý zarovnaný povrch, ktorý bol tektonicky vysoko vyzdvihnutý do súčasnej polohy a následkom ktorého sa zintenzívnili aj krasové procesy. Istá nejednotnosť názorov sa prejavila v spôsobe vzniku a vekového zaradenia zarovnaného povrchu. Časť autorov povrch Slovenského krasu považovala za parovinu, iní za výsledok pediplanačných procesov. Prevažná časť autorov obdobie zarovnávania planiny kládla do panónu, sarmatu – panónu, ale vyskytli sa aj názory poukazujúce na pliocénny vek tohto procesu. V súčasnosti, vďaka novším podrobnejším analýzam najmä E. Mazúra a kol. (1971), J. Jakála (1975, 1983, 2001) a M. Lišku (1988) sa potvrdili úvahy o zarovnaní planiny následkom laterálneho ústupu úpätí skôr existujúcich svahov (pediplanácie) vo vrchnom miocéne, presnejšie v panóne. Pomerne vierohodné údaje a poznatky sa získali aj o neotektonickom vývoji východnej časti Slovenského krasu, najmä pri geologickom výskume Turnianskej kotliny (D. Vass et al., 1994).

Najväčšia nejednotnosť názorov však pretrváva doteraz na popanónsky vývoj západnej časti Slovenského krasu, vrátane vývoja jaskyne Domica. Podľa A. Droppu (1972) sa jaskynné priestory Domice začali vytvárať po uložení sedimentov štrkovej formácie. Podobne ako Z. Roth (1937) uvádza, že vytváranie jaskyne sa udialo etapovitým zahlbovaním horizontálnych chodieb – jaskynných úrovní – podzemnými vodnými tokmi odhora nadol, pričom sa striedali fázy erózie a akumulácie sedimentov. V roku 1964 sa pod Panenskou chodbou v jaskyni Domica

Slovenské múzeum ochrany prírody a jaskyniarstva
031 01 Liptovský Mikuláš

navŕtali krasové dutiny, resp. spodná časť chodby, ktorá je vyplnená uviálnymi sedimentmi (A. Droppa, 1972). Na základe tohto zistenia J. Jakál (1975, 1983) predpokladá obrátený vývoj jaskynných úrovní, t. j. že staršie (pliocénne) chodby ležia pod mladšími. Podobný názor zastáva aj M. Liška (1994). Takýto obrátený vývoj podzemného krasu predpokladal už F. Skřivánek (1966) v oblasti Plešivskej planiny.

Hoci sa v jaskyni Domica vyskytujú aj parageneticke stropné korytá, na základe celkovej rekonštrukcie vývoja jaskyne a viacerých ďalších morfogenetických znakov možno viac poukázať na normálny vývoj jaskynných chodieb odhora nadol so striedaním sa eróznych a akumulačných fáz v rámci vývoja jednotlivých jaskynných úrovní (Z. Roth, 1937; P. Bella, 2000). Takémuto vývoju viac-menej zodpovedá aj charakter georeliéfu okolia jaskyne a existujúca hydrografická sieť (P. Bella, 2001).

Podľa J. Mógu (1999) bola v ponte podstatná časť Silickej, Plešivskej a Koniarskej planiny zakrytá štrkmi a potoky tiekli naprieč územím do Slanej a Kečovského potoka. Po výzdvihu územia začiatkom pleistocénu sa podľa neho odkryli krasové stráne, v juhozápadnej časti Silickej planiny sa vytvorilo Dlhoveské polje („hosszúszó borderpolje") a čiastočne sa reorganizovala riečna sieť. Z. Hochmuth (1998) dokonca uvažuje o existencii mohutného paleotoku Slanej v jaskyni Domica v predkvartérnom období.

Na názorovú rozdielnosť týkajúcu sa geomorfologického vývoja juhozápadnej časti Slovenského krasu poukázal aj P. Bella (2000) v súvislosti s riešením problematiky vytvárania vývojových úrovní jaskyne Domica.

V snahe objasniť niektoré nezrovnalosti v neotektonickom vývoji západnej časti Slovenského krasu predkladáme tento príspevok, ktorý sa opiera najmä o geologické práce realizované v tejto oblasti za posledných 20 rokov. Pochopiteľne sa nesnažíme uzatvárať celú problematiku, chceme však predloženým faktografickým materiálom pozitívne ovplyvňovať nasledujúcu diskusiu a spresnenie doterajších poznatkov a názorov.

Kľúčom k objasneniu neotektonického vývoja najmä juhozápadnej časti Slovenského krasu je podľa nášho názoru rozmiestnenie štrkov poltárskej formácie. Z tohto dôvodu sme sa zamerali najmä na sledovanie časového a priestorového rozloženia týchto sedimentov. Keďže niektoré údaje a poznatky geologického charakteru sú v karsologickej literatúre pomerne málo známe, považujeme za užitočné v krátkosti zrekapitulovať základné etapy aj predpontského, najmä paleoalpínskeho vývoja sledovanej oblasti vo svetle výsledkov novších geologických výskumov.

2. ZÁKLADNÉ ETAPY PREDPONTSKÉHO VÝVOJA ZÁPADNEJ ČASTI SLOVENSKÉHO KRASU

2.1. VYVRÁSNENIE GEOSYNKLINÁLY A VZNIK PRÍKROVOVEJ STAVBY

Mezozoické horniny Slovenského krasu sa vytvorili v morskom prostredí prevažne na širokom plytkovodnom šelfe kontinentálnej kôry (karbonáty a podložné klastické sedimenty silicika). V menšom rozsahu, najmä v tektonických oknách, sú zachované súbory kontinentálnych svahov (slabometamorfované horniny turnaika). Oceánické sedimenty a vulkanity sa v súčasnosti následkom subdukcie nachádzajú prevažne hlboko v podzemí, na povrchu sú známe len ich fragmenty v podobe metamorfovaných tektonických útržkov, obdukovaných šupín alebo olistolitov. Sú začlenené do meliatika (porovnaj napr. H. Kozur – R. Mock, 1973; D. Andrusov, 1975; S. Kovács, 1984; P. Árkai – S. Kovács, 1986; H. Kozur, 1991; D. Plašienka 1991, J. Mello a kol., 1997; Gy. Less, 1998).

Úzky, ale hlboký meliatsky oceán sa začal vytvárať v strednom triase (cca 230 mil. rokov) rozštiepením karbonátovej platformy, v mobilnej zóne stenčením kontinentálnej kôry a výstupom oceánickej kôry so vznikom podmorského riftu. V strednej jure (cca 170 mil. rokov) došlo k subdukcii oceánickej kôry s hlbokovodnými horninami meliatika pod kontinentálnu kôru (kolízia dvoch platforiem) pravdepodobne od juhu k severu. Koncom jury, v mladokimerskej fáze alpínskeho vrásnenia (pred cca 130 mil. rokov), bol proces subdukcie ukončený. Následkom subdukcie došlo k pretaveniu subdukovaných súborov, ktoré v podobe gemerských granitov vystupovali hore. Najmä stuhnutím granitov nastalo na začiatku kriedy, pred cca 125 mil. rokov (podľa iných autorov na rozhraní strednej a vrchnej jury), vyklenutie gemerika, z ktorého podstatná časť mezozoického obalu skĺzla vo forme (silického) príkrovu do oblasti sedimentačného priestoru meliatika a turnaika (J. Mello et al., 1997; Gy. Less, 1998). Skĺznutie bolo uľahčené vhodnými evaporitovými sedimentmi na báze príkrovu.

2.2. VYNORENIE A PRVÉ KRASOVATENIE

Vo vrchnej kriede (santón – kampán) bolo územie Slovenského krasu už vynorené, kým Rimavskú kotlinu a časť východnej oblasti Slovenského krasu pokrývalo plytké more [na základe morskej fauny získanej Gašparíkovou (1986) z vrtu LR-5 západne od Rimavskej Soboty a výskytu kampánskych miglineckých vápencov pri Drieňovciach preskúmaných J. Mellom a J. Salajom (1982)]. Vynorené vápence už pred 70 mil. rokov začali podliehať krasovateniu so vznikom povrchových i podzemných krasových javov.

Najstaršie prejavy vývoja povrchového a podzemného krasu sa našli v lomoch na ťažbu vápenca. V lome pri Gombaseku (Plešivská planina) sa našla korózna dutina vytvorená v strednotriasových vápencoch, ktorá je vyplnená vrchnokriedovými sedimentmi tzv. gombaseckých vrstiev (J. Mello – P. Snopková, 1973). V lome pri Hosťovciach (planina Dolný vrch) sa odkryl paleokrasový závrt, ktorý je úplne vyplnený zvrstvenými vápnitými pieskovcami a prachovcami gombaseckých vrstiev (V. Cílek – M. Svobodová, 1999). Spolu s nadväzujúmi podzemnými dutinami existoval už koncom druhohôr vo vrchnej kriede.

Takto vytvorenú príkrovovú štruktúru postihli v rámci laramských, prípadne aj polaramských tektonických pohybov v najvyššej kriede, resp. v paleogéne kompresné tlaky smerujúce od juhu k severu. Tieto laterálne pohyby boli pomerne silné a spôsobili vrásovú a vrásovo-prešmykovú stavbu Slovenského krasu s východo-západnou orientáciou osí vrás, ako aj nasunutie čiastkových štruktúr s výraznou redukciou vrásových krídiel. Vytvorili sa známe čiastkové kryhy, nazvané J. Bystrickým (1964) ako hačavsko-jasovská, silicko-turnianska, brezovsko-plešivská a kečovská. Neskôr k nim bola priradená kryha Drienkovej hory (J. Mello et al., 1997). Na niektorých miestach došlo aj k vzniku príkrovových šupín (tzv. klipov – Gy. Less, 1998). V tejto dobe bola zvrásnená aj bridličnato-pieskovcová výplň krasových dutín gombaseckého lomu. Treba však poznamenať, že datovanie týchto pohybov je založené na vrchnokriedových vápencoch uzatvorených medzi dvomi kryhami v Miglineckej doline. Pokiaľ však tieto vápence (ktoré vystupujú v nedokonale odkrytom teréne) ležia na starších štruktúrach, tektonické pohyby sa odohrávali skôr ako vo vrchnej kriede.

Ďalšia tektonická aktivita charakteru horizontálnych posunov nastala na rozhraní oligocénu a miocénu najmä pozdĺž plešivského zlomu a zlomovej línie Darnó v súčasnom Maďarsku.

O procesoch krasovatenia v paleogéne ani v spodnom miocéne zo západnej časti Slovenského krasu nemáme údaje, hoci toto územie bolo vtedy nesporne odkryté. Vynorené bolo aj Aggtelekské a Rudabánske pohorie v Maďarsku (Gy. Less, 1998). S najväčšou pravdepodobnosťou však územie Slovenského krasu nebolo výrazne vyzdvihnuté, vadózna zóna bola

plytká a vzniknuté krasové javy boli počas následných vrchnomiocénnych pediplanačných eróznych procesov odstránené.

Vo východnej časti Slovenského krasu, z Turnianskej kotliny, sú známe z tohto času morské lagunárne laminované riasové vápence, karbonátové zlepence a sladkovodné vápence šomodského súvrstvia eocénno-oligocénneho veku (M. Elečko – D. Vass in J. Mello et al., 1997). Taktiež v Turnianskej kotline vystupujú drienovské zlepence opísané Matějkom (1958), ktoré predstavujú karbonátové zlepence a brekcie dejekčného kužeľa pravdepodobne vrchnooligocénneho alebo spodnomiocénneho veku.

2.3. PANÓNSKE ZAROVNÁVANIE GEORELIÉFU

Sopečnou činnosťou v strednom miocéne (báden – sarmat) nebolo územie Slovenského krasu postihnuté. Nakoľko však na území Revúckej vrchoviny, v západnom susedstve Slovenského krasu, sú bádensko-sarmatské vulkanické komplexy výrazne zarovnané v systéme stredohorskej rovne, podporuje to názor o panónskom veku zarovnávania georeliéfu aj na území Slovenského krasu. V súčasnosti sa k tomu prikláňa už prevažná časť autorov, ktorí charakterizovali aj proces pediplanačného zarovnania krasového georeliéfu (E. Mazúr, 1965; J. Jakál, 1975, 2001; M. Liška, 1988, 1994 a ďalší).

Vznik zarovnaného povrchu sa vysvetľuje pôsobením alochtónnych vodných tokov, ktoré pritekali z priľahlých, severne ležiacich častí Slovenského rudohoria. Bočné prekladanie ich povrchových riečisk malo rozhodujúci vplyv na zarovnávanie povrchu planín, ktorý sa neskôr rozčlenil množstvom závrtov a plytkých dolinovitých vyhĺbenín.

Treba zdôrazniť veľmi plytký charakter vtedajšieho krasu, ktorý bol bezprostredne nadviazaný na nekrasové horniny Slovenského rudohoria, pretože Rožňavská kotlina sa vytvorila neskoršie. Povrchové toky tečúce z tejto oblasti sa na krasovom území neprepadávali do podzemia, ale pretekajúc cez ňu vyústili do rozsiahleho vnútrozemského jazera, ktoré vypĺňali kotliny v severnom Maďarsku (pri Kánó, Szendrő, Szalonna, Komjáti, Bódvalenke). Panónske jazerá zasahovali až do oblasti Turnianskej kotliny, odkiaľ sa preukázali vrchnopanónske íly a lignity s riečnymi štrkmi a pieskami (D. Vass et al., 1994). Smerom na západ boli jazerá rozšírené aj v Bodvianskej pahorkatine, kde zelenosivé íly zistil vrt DV-3 východne od Tornale v hĺbke od 106 do 118 m (D. Vass et al., 1986).

Z tečúcich vôd sa na území Slovenského krasu zachovali zvyšky uviálnych štrkov len v krasových depresiách pri Silickej Brezovej a Soroške. Tieto výskyty spomínal už J. Jakál (1975, s. 78), ktorý zistil, že sa granulometricky i petrograficky odlišujú od štrkov poltárskej formácie. Prenos hornín Slovenského rudohoria do oblasti Slovenského krasu sa dokázal aj prítomnosťou ťažkých minerálov z vulkanosedimentárneho súboru gelnickej skupiny v reziduálnej pôde terra rossa (K. Borza – E. Martiny, 1964; J. Košťálik, 2004). Prítomnosť štrkov sa nám nepodarilo potvrdiť, v podzemnom toku jaskyne Milada sme zistili len ojedinelý výskyt nedokonale zaoblených kremenných obliakov.

Medzi veľmi staré podzemné krasové javy patria zvyšky horizontálnych jaskýň, ktoré sú v kopcovitých vyvýšeninách alebo tesne pod povrchom planín. V jaskyni Ortováň (asi 475 m n. m.), ktorá sa nachádza na Silickej planine pri Silickej Brezovej, sú rozoznateľné znaky modelačnej činnosti podzemného vodného toku (viac-menej oválna chodba so širokým stropom – obr. 1). Meandrovito stočená chodba dlhá 32 m predstavuje denudačný zvyšok pôvodne dlhšej jaskyne, pravdepodobne z čias tvorby alebo prvotného rozčleňovania stredohorského zarovnaného povrchu. Podľa J. Seneša (1950) jej ostatné časti boli zdenudované snáď ešte pred vznikom doliny Slanej a považuje ju za jednu z najstarších jaskýň Silickej planiny.

Obr. 1. Fluviálne modelovaná chodba jaskyne Ortováň pri Silickej Brezovej. Foto: P. Bella
Fig. 1. Fluvially modeled corridor of Ortováň Cave near Silická Brezová. Photo: P. Bella

V severnej časti Silickej planiny je situovaná Silická kvapľová jaskyňa (vchod asi 580 m n. m.), ktorá podľa F. Skřivánka (1958) ako bývalý ponor odvádzala povrchové vody zo zníženiny Tisztabických lúk – pravdepodobne v počiatočnej fáze krasovatenia zarovnaného povrchu Slovenského krasu, keď jednotlivé planiny ešte neboli ostro hydrograficky rozčlenené.

Depresný charakter Slovenského krasu v tejto dobe vyplýva aj zo všeobecného poklesu susediacich oblastí v severnom Maďarsku v spodnom panóne, vrátane južnej časti Aggtelekského krasu.

2.4. POPANÓNSKY VÝZDVIH ÚZEMIA

Kľúčový význam na vývoj územia a krasových javov západnej časti Slovenského krasu mal jej mimoriadne intenzívny výzdvih na konci panónu, resp. na začiatku pontu, pred cca 8 mil. rokov. Tento výzdvih mal regionálny charakter, bol zaznamenaný najmä v horských oblastiach stredného Slovenska a v súčasnej geologickej literatúre sa zaraďuje do atickej fázy alpínskeho vrásnenia.

J. Jakál (1975) zdôrazňoval etapovitý charakter tohto tektonického výzdvihu. V prvej etape podľa neho došlo len k nevýraznému vyzdvihnutiu, následkom ktorého sa riečne toky presťahovali do dnešných smerov. Čiastočne boli odnosené aj zvetraliny z krasových plošín. Rozhodujúci výzdvih nastal v druhej etape, keď sa celý vápencový blok naklonil k juhu, v severnej časti sa vytvorila hrubá vadózna zóna a začal sa proces intenzívneho vertikálneho krasovatenia.

Obr. 2. Kaňon Slanej. Foto: P. Bella
Fig. 2. The canyon of Slaná River. Photo: P. Bella

Následkom výzdvihu sa zintenzívnila erózna činnosť, predovšetkým na takých miestach, kde boli horniny nadmerne porušené tektonickými zlomami či dislokáciami a tiež na mieste výskytu menej súdržných hornín. Takýmto miestom bola aj oblasť dnešnej Rožňavskej kotliny, cez ktorú prechádza výrazný rožňavský zlom a kde na povrch v antiklinále vystupujú spodnotriasové pieskovce a bridlice. Otázne je, aké sú súvislosti vývoja Rožňavskej kotliny a kaňonu Slanej.

Kaňon Slanej v úseku Brzotín – Plešivec je atypického smeru, nesúhlasí so smermi hlavných zlomových línií, ktoré určujú smery povrchových tokov (obr. 2). Preto spočiatku Slaná, vzhľadom na Štítnik, hrala pravdepodobne sekundárnu úlohu v transportovaní štrkového materiálu zo Slovenského rudohoria cez severnú a strednú časť Slovenského krasu. Naproti tomu potok Štítnik je založený na výraznej tektonickej línii smeru SZ – JV, a preto sa asi aj intenzívnejšie zahlboval.

Ako sme už uviedli, v prvej etape tektonického výzdvihu sa podľa J. Jakála (1975) riečne toky presťahovali do dnešných smerov. Vzhľadom na priaznivejšiu tektonickú predispozíciu sa asi rýchlejšie zahlboval kaňon Štítnika, najmä v druhej (hlavnej) etape výzdvihu. Od sútoku Slanej so Štítnikom sa spätnou eróziou postupne prehlboval aj kaňon Slanej a následne aj Rožňavská kotlina. Na eróznu činnosť Slanej vplývalo množstvo transportovaných uviálnych sedimentov. Navyše v čase zahlbovania kaňonu, do ktorého sa koncentrovali hlavné odvodňovacie cesty, sa pod riečiskom mohli vytvárať prvotné korózne freatické dutiny, ktoré takisto uľahčovali zahlbovanie dna kaňonu. V podmienkach epifreatickej modelácie mohol tok Slanej pretekať aj jaskynnými chodbami, ktoré boli deštruované v súvislosti s rozširo-

vaním a zahlbovaním dna kaňonu. Postupne sa kaňony zarezali až po ich skalné dná, ktoré sú asi 120 – 125 m pod terajším povrchom sedimentov vyplňujúcich spodné časti kaňonov (D. Vass – I. Kraus – M. Elečko, 1989). Tieto sedimenty sa akumulovali v mladšej fáze vývoja kaňonov, najmä v ponte.

Možno diskutovať aj o inej alternatíve vývoja, ktorá predpokladá, že intenzívnym eróznym prehĺbením Rožňavskej kotliny sa prerušilo spojenie medzi Slovenským krasom a Slovenským rudohorím. Povrchové toky tečúce z južného svahu Slovenského rudohoria spočiatku zrejme z tvoriacej sa kotliny ústili do Štítnika (o čom svedčia aj štrky zachované pri Rožňavskom Bystrom), neskoršie sa však prepadávali do krasového podzemia a vo forme podzemného toku prechádzali cez kras. Neskorším preborením stropov takto vytvorených jaskýň vznikla dolina Slanej. Tento predpoklad vyslovili už aj S. Jaskó (1933), S. Láng (1937), Z. Roth (1939) a J. Seneš (1950). V ich prospech do určitej miery svedčí aj chýbanie tektonických zlomov pozdĺž doliny Slanej. Avšak uvedené štrky pri Rožňavskom Bystrom sa mohli splaviť. J. Seneš (1950) píše o „jaskynnom pôvode" nielen doliny Slanej, ale aj doliny Štítnika.

Postupným zarezávaním dolín medzi krasovými planinami sa pohyb podzemných vôd koncentroval smerom k vyvieračkám a vodným tokom v kaňonoch, ku ktorým sa viaže hlavné odvodňovanie planín. Doteraz známe chodby pozdĺž Čierneho potoka v Silickej ľadnici v dĺžke okolo 900 m klesajú od 411 m n. m. do 392 m n. m. Z. Roth (1940) predpokladá, že spodné časti Silickej ľadnice odvodňovali vyvieračky v mieste terajšej rokliny pod hájovňou v Gombaseckom závoze. Podobne Z. Hochmuth (1998) ich považuje za fragmenty rozsiahlejšieho paleosystému, ktorý sa údajne vytvoril v nadväznosti na eróznu bázu v počiatočnej fáze rozčleňovania zarovnaného povrchu planiny (v súčasnosti je sčasti zasedimentovaný a dnešné aktívne pretekané spojnice sú iba sekundárneho pôvodu a súvisia s využitím týchto priestorov recentným podzemným vodným tokom).

Intenzívny výzdvih severnej časti Slovenského krasu v druhej etape potvrdzuje absencia horizontálnych jaskýň na svahoch kaňonov Slanej a Štítnika a prítomnosť hlbokých vertikálnych priepastí na planinách (obr. 3). Tento výrazný výzdvih nastal pravdepodobne následkom izo-

Obr. 3. Priepasti v severnej časti Silickej planiny dokazujú vertikálny smer krasovatenia (priepasť Brázda). Foto: Ľ. Gaál
Fig. 3. The abysses of the northern part of Silica Plateau prove a vertical karstification (Brázda Abyss). Photo: Ľ. Gaál

statickej kompenzácie stáleho poklesu Panónskej nížiny, kde sa neustále hromadil klastický materiál z karpatskej oblasti. Výzdvihom bola najviac postihnutá oblasť Slovenského rudohoria, kde vznikali hlboké doliny typu V. Keďže k Slovenskému rudohoriu bola priamo napojená aj severná časť Slovenského krasu, logickým následkom bolo vyzdvihnutie tejto časti krasového územia.

Relatívne menšiu amplitúdu dosiahol výzdvih v okolí Plešivca. Rovnako ani v oblasti Jelšavského a Kameňanského krasu nedosiahla amplitúda výzdvihu taký stupeň, ako v severnej časti Silickej a Plešivskej planiny.

Južná časť Slovenského krasu, oblasť južne od Plešivca a Silickej Brezovej, pravdepodobne už nebola postihnutá výzdvihom. Zostala v depresnej pozícii podobne ako Aggtelekský kras, kde neboli v tej dobe zaznamenané žiadne tektonické pohyby (J. Móga, 1999).

3. NEOTEKTONICKÝ VÝVOJ ÚZEMIA

3.1. PONTSKÉ ZAŠTRKOVANIE

Na vyjasnenie nezrovnalostí okolo sedimentácie štrkopieskov koncom treťohôr, stratigraficky zaradených do poltárskeho súvrstvia, sme sa snažili nájsť odpovede najmä na otázky: prečo, kedy a kde došlo k nahromadeniu takého množstva štrkov západne od Slovenského krasu.

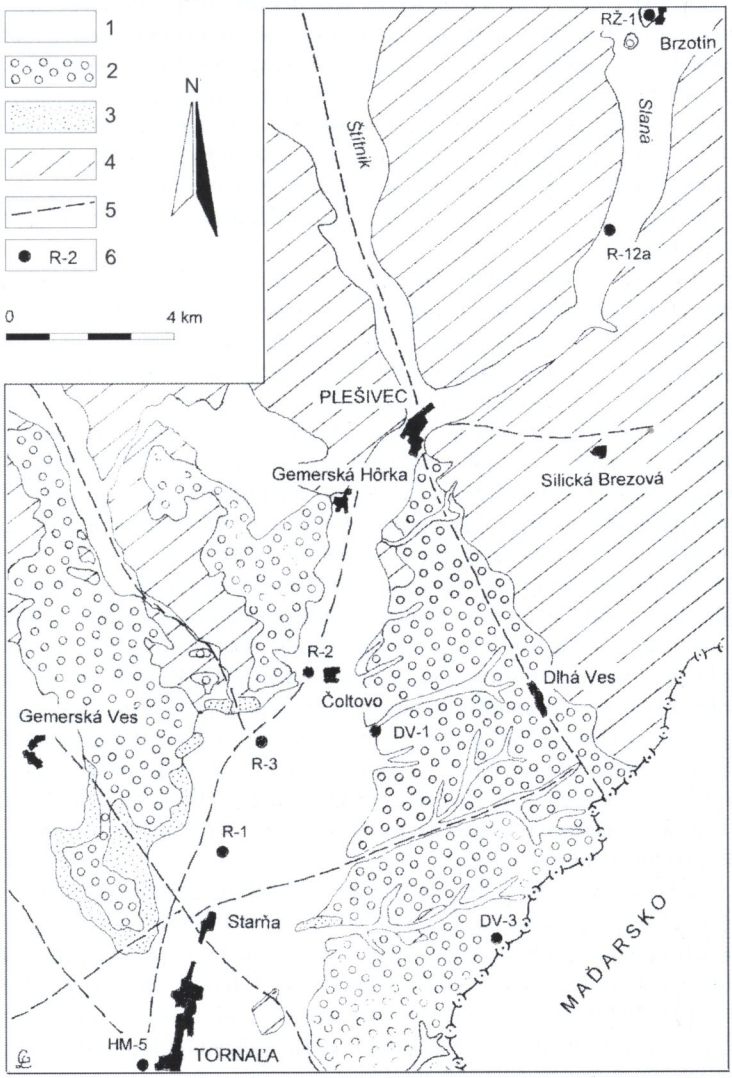
Jednou z odpovedí na prvú otázku bol pravdepodobne mimoriadne intenzívny výzdvih územia Slovenského rudohoria. Jeho paleozoické horniny sa dostali do niekoľko stometrovej výšky. Aj napriek teplému a vlhkému podnebiu povrchové toky mohli transportovať veľké množstvo klastického materiálu, ktorý potom ukladali na južne ležiacich nížinách, kde sa energia vodných tokov výrazne znížila. O vysokoenergetickom prostredí svedčí podľa vrtu R-12a paleotok Slanej ešte aj v oblasti pri Slavci, kde sezónne návaly divokej rieky odplavili jemnozrnný materiál usadený medzi ramenami rozlievajúcej sa rieky (D. Vass – I. Kraus – M. Elečko, 1989).

Pôvod štrkového materiálu v Slovenskom rudohorí potvrdzuje petrografické zloženie obliakov: vo vrchnej časti súboru prevládajú kremene a kremence, v strednej časti sericitické kvarcity, kremité porfýry, porfyroidy a granitoidy, kým v dolnej časti fialové a ružovkasté permské pieskovce a hnedasté ílovité bridlice zrejme z meliatskej jednotky (D. Vass et al., 1989). Z tohto vrstevného sledu vidieť, že znosová oblasť sa premiestňovala smerom na sever, teda vyššie svahmi Slovenského rudohoria (najbližšie sú odkryvy meliatskej jednotky a permu, ďalej sa nachádzajú porfyroidy a granitoidy s kremencom a žilným kremeňom). Veľkosť obliakov sa pohybuje od niekoľko (najmä 4 – 8) cm do 25 cm, miestami však dosahujú aj väčšie rozmery. Stupeň opracovania je rôzny podľa lokálnej pozície. V štrkovom komplexe sa nachádzajú aj polohy pieskov žltohnedej až okrovej farby.

Kedy sa usadili? O veku poltárskeho súvrstvia máme len sporadické údaje. Vo vysokoenergetickom prostredí s hruboklastickou sedimentáciou sa totiž nezachovala žiadna fauna. Na základe spoločenstva palinomorf z jazerných ílov, získaných E. Planderovou (1986) z okolia Poltára a Gemerskej Viesky, sa určil pontský vek. Podobný vek bol určený aj z Turnianskej koltiny na základe peľového spektra (E. Planderová, 1992). O pontskom veku svedčia aj rádiometrické datovania bazaltov pri Podrečanoch, ktoré sú súveké s poltárskym súvrstvím (K. Balogh – A. Mihaliková – D. Vass, 1981).

Treba poznamenať, že pontskými palinomorfami je dokladaná len spodná časť súvrstvia. Horná hranica nebola stanovená a prakticky až do nástupu najstarších pleistocénnych sedimentov (biber alebo donau) zostáva otvorená. Z tohto dôvodu nemôžeme tento vekový údaj

zovšeobecniť a pretože medzi pontom a pliocénom neboli v študovanom území zaznamenané žiadne tektonické pohyby (na rozdiel od starších názorov sa rodanská fáza v tejto oblasti neprejavila), sedimentácia mohla prechádzať (a zrejme aj prechádzala) do pliocénu.



Obr. 4. Schéma rozšírenia sedimentov poltárskeho súvrstvia. S použitím podkladov Vassa, Elečka a kol. (1989) zostavil Ľ. Gaál. Vysvetlivky: 1 – kvartérne sedimenty vcelku, 2 – štrkopiesky poltárskeho súvrstvia (pont – pliocén), 3 – aleurity a litorálne vápence oligocénu-spodného miocénu (eger), 4 – mezozoické sedimenty vcelku, 5 – zlomové línie, 6 – dôležité vrty

Fig. 4. Scheme of extension of the sediments distribution of Poltár Formation. According to data of Vass & Elečko et al. (1989) adapted by Ľ. Gaál. Notes: 1 – Quaternary sediments "en bloc", 2 – gravels and sands of Poltár Formation (Pontian – Pliocenian), 3 – aleurites and litoral limestones of Oligocene-Miocene (Egerien), 4 – Mesozoic sediments en bloc, 5 – faults, 6 – important boreholes

Kde sa nachádzajú štrky poltárskeho súvrstvia? Rozšírenie sedimentov poltárskeho súvrstvia je kontrolované úzkymi kanálmi vo vápencovom prostredí (v Slovenskom krase) a na nížine kryhami, ktoré sú ohraničené neotektonickými zlomami (v Rimavskej kotline a Bodvianskej pahorkatine – obr. 4). Zlomy zasahujú do predterciérneho podložia a sledujú smer SZ – JV a ZJZ – VSV (D. Vass – M. Elečko et al., 1989). Kryhy neležia v rovnakej výškovej pozícii. Sedimenty poltárskeho súvrstvia sa nahromadili predovšetkým na poklesnutých kryhách: z východnej časti sú to kesovské kryhy a zo západnej strany kryha Dúžava – Kružno (v zmysle D. Vassa a M. Elečka l. c.). Medzi nimi je čížska hrásť, ktorá zasahuje až do oblasti Drienčanského krasu. Preto sú v tejto oblasti štrky len v minimálnom množstve. Na túto skutočnosť poukázal už S. Láng (1949). Na poklesnutej kryhe Dúžava – Kružno v oblasti Hrnčiarskych Zalužian a Poltára sa naproti tomu v ponte rozprestierali rozsiahle jazerá, z ktorých vyťažené kaolinitové íly sú v súčasnosti cennou surovinou. Podobné jazero sa nachádzalo aj na Kesovskej poklesnutej kryhe v okolí Držkoviec.

Z hľadiska vývoja krasu je však zaujímavejšie rozšírenie uviálnych štrkov tejto kryhy. Prejavujú sa tu dve markantné línie transportu štrkov od severozápadu na juhovýchod. Západnejšie ležiaca je línia Šivetice – Licince – Meliata – Bretka, ktorá môže zodpovedať paleotoku Muráňa. Východnejšia je línia Štítnik – Pašková – Plešivec – Dlhá Ves až do Égerszögu v Maďarsku a môžeme ju stotožniť s paleotokom Štítnika.

Oba toky, keď zanechali za sebou strmé a úzke doliny Slovenského rudohoria, resp. Slovenského krasu, sa na nížine rozliali a ukladali unášaný štrkový materiál korytovej fácie na širokých nivách. Mali charakter divočiacich tokov. Na agradačných valoch sa usadili piesky a keď ich voda prerazila a rozliala sa po nížine, vznikli aj íly. Z tohto dôvodu došlo aj k spojeniu sedimentov oboch tokov v oblasti Gemerskej Panice a Tornale.

Paleotok Štítnika sa vytvoril na výraznej poruchovej zóne smeru SZ – JV. V oblasti Plešivca výzvih už nebol taký intenzívny, preto paleotok pravdepodobne pomerne ľahko prerazil vápencovú bariéru pri Paškovej a vytvoril úzky kaňon. Od Plešivca smerom na juhozápad bol tento paleotok z východnej strany ohraničený nevysokými vápencovými brehmi, ktoré sa pravdepodobne rozprestierali len niekoľko sto metrov východnejšie od dnešnej hranice vápenec – štrky. Ďalej sa totiž už nenachádzajú štrky poltárskeho súvrstvia (podľa J. Jakála, 1975 výskyt štrkov pri Silickej Brezovej je panónskeho pôvodu). Preto nepovažujeme za správne J. Mógovo (1999) tvrdenie o pokrytí celej planiny pontskými štrkmi. Do paleotoku Štítnika v úseku Plešivec – Dlhá Ves – Égerszög z ľavej strany vyústili erózno-denudačné doliny, vytvorené na vápencoch s plytkou vadóznou zónou.

Hrúbka pieskovo-štrkového komplexu v študovanej oblasti je okolo 120 m. V doline Slanej vo vrte RŽ-1 pri Brzotíne dosahuje 125,8 m, vo vrte R-12a pri Slavci 120 m, vo vrte DV-3 východne od Tornale (v strednej časti paleodoliny) 100 m a vo vrte DV-1 juhovýchodne od Čoltova 49 m (na okraji paleodoliny – obr. 5) (D. Vass – I. Kraus – M. Elečko, 1989; D. Vass – M. Elečko et al., 1989). Z pomerne rovnakej hrúbky štrkopieskového materiálu poltárskeho súvrstvia vyplýva, že v období pontu a pliocénu došlo nielen k poklesu niektorých kryh Rimavskej kotliny, ale aj územia Slovenského krasu.

Podľa J. Jakála (2001) bol kaňon Slanej v ponte vyplnený poltárskym súvrstvím do výšky asi 420 m n. m., čím sa na túto úroveň vyzdvihla erózna báza. Ďalej uvádza, že hĺbkové krasovatenie sa obmedzilo na vadóznu zónu s mocnosťou asi 100 až 200 m, naopak mocnosť freatickej zóny sa od skalného dna kaňonu zvýšila asi o 400 m. Na základe najvyššej známej výšky poltárskeho súvrstvia v Rožňavskej kotline 330 m n. m. však predpokladáme menšiu hrúbku odstránených štrkopieskov z kaňonov Štítnika a Slanej, okolo 70 m.

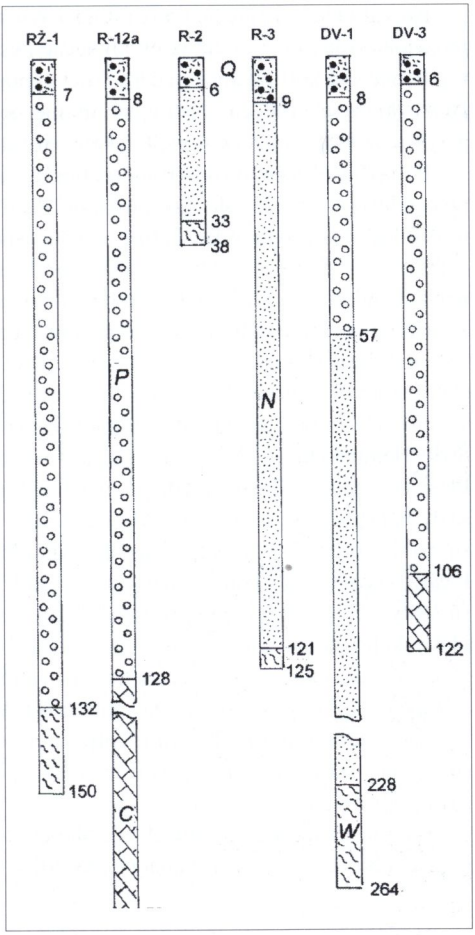
Otázny je výskyt štrkov na ľavej strane kaňonu Slanej východne od Plešivca v nadmorskej výške 300 m, ktoré spomína J. Seneš (1950) a V. Stárka (1959). Hámorské jaskyne údajne predstavujú bývalé vyvieračky (doložené oválnymi tvarmi riečnej modelácie), hydrograficky súvisiace so závrtom občasného jazera Bikk, z ktorého sa horeuvedené štrky dostali do jaskynných priestorov (J. Seneš, 1950; V. Stárka, 1959). J. Seneš (1950) uvažuje, že Hámorské jaskyne možno súviseli s niektorým vývojovým horizontom bývalej jaskyne Slanej.

Na základe našich pozorovaní štrky v starej sonde pred Hámorskými jaskyňami pozostávajú z 1 – 5 cm veľkých, zaoblených a subangulárnych obliakov najmä červených a hnedých silicitov (78,5 %), menej zo žilného kremeňa (14,3 %) a kremenca (7,2 % z celkového počtu 28 ks). Takéto rádiolarity z vyššie položených území pochádzajú len od Drnavy a Kováčovej (jurské rádiolarity silického príkrovu). Do Hámorskej jaskyne mohli byť splavované z depresných tvarov Silickej planiny v čase jej vytvárania v ponte v nadväznosti na eróznu bázu viažucu sa na bývalý povrch sedimentov poltárskeho súvrstvia v kaňone Slanej.

V nižšej pozícii na opačnej strane kaňonu Slanej sú v opustenom kameňolome Cseppkő nad Plešivcom známe výplne krasových dutín s predkvartérnymi a spodnopleistocénnymi sedimentmi a zvyškami opracovaných uviálnych štrkov s výrazne gemeridným materiálom (J. Pristaš in J. Mello et al., 1997).

3.2. POČIATKY VALAŠSKÝCH VÝZDVIHOV

Dôležitú úlohu vo vývoji krasu študovanej oblasti pripisujeme valašským tektonickým pohybom koncom pliocénu a v pleistocéne, pred cca 1,8 mil. rokov. Tieto pohyby mali taktiež regionálny charakter a boli zaznamenané v prevažnej časti územia Slovenska. Zvlášť silne sa prejavovali v oblasti Rimavskej kotliny a Cerovej vrchoviny, ktoré ležia v bezprostrednej blízkosti klesajúcich panónskych bazénov.



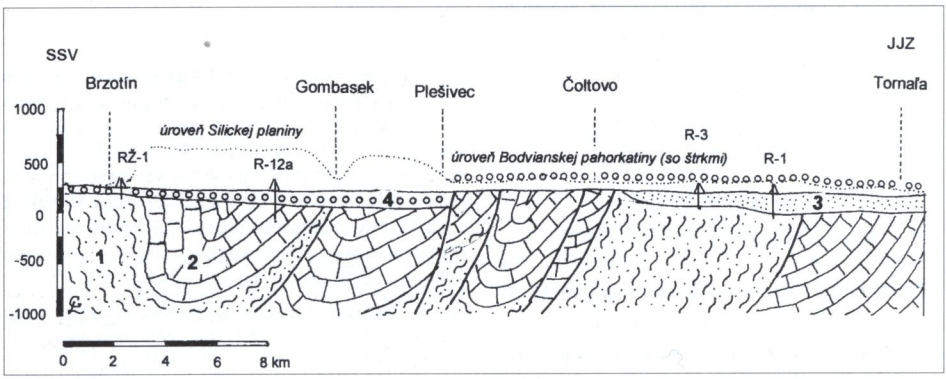
Obr. 5. Profily niektorých vrtov dokazujúcich rozšírenie sedimentov poltárskeho súvrstvia pod povrchom (podľa D. Vassa a M. Elečka a kol., 1989; D. Vassa, I. Krausa a M. Elečka, 1989). Vysvetlivky: Q – kvartérne uviálne sedimenty, P – štrky a piesky poltárskeho súvrstvia (pont – pliocén), N – aleurity lučenského súvrstvia a ich bazálne sedimenty (eger), C – karbonáty silického príkrovu (stredný a vrchný trias), W – pieskovce a bridlice verfénskeho súvrstvia (spodný trias)

Fig. 5. Sections of several boreholes, which prove the extension of sediments of Poltar Formation under surface (according to D. Vass & M. Elečko et al., 1989; D. Vass & I. Kraus & M. Elečko, 1989). Explanations: Q – quaternary uvial sediments, P – gravels and sands of Poltar Formation (Pontian-Pliocenian), N – aleurites of Lučenec Formation and its basal sediments (Egerian), C – carbonates of Silica Nappe (Middle and Upper Triassic), W – sandstone and shale of Werfen Formation (Lower Triassic)

Na základe existujúcich morfologických znakov (rozloženie terás, stupeň krasovatenia) môžeme tvrdiť, že výzdvih najvýraznejšie postihol tie oblasti, ktoré boli v depresnej pozícii, t. j. Rimavskú kotlinu a južnú časť Silickej planiny (južne od línie Hucín – Plešivec – Silická Brezová). V severnej časti bol výzdvih miernejší (výškový rozdiel medzi mindelskou terasou a vyššie položenými štrkmi poltárskeho súvrstvia pri Rožňave je len niekoľko metrov).

Po počiatočnom výzdvihu na rozhraní pliocénu a pleistocénu sa toky Štítnika a Slanej, resp. ich spoločné riečisko po sútoku pri Plešivci odchýlilo v južnej časti Slovenského krasu a priľahlej časti Rimavskej kotliny do súčasného koryta v línii Gemerská Hôrka – Čoltovo – Tornaľa – Včelínce – Abovce. Južne od Plešivca, v terajšom koryte Slanej, sa totiž už nenachádzajú žiadne štrky poltárskeho súvrstvia. Overili to vrty R-2 pri Čoltove (6 m hrubé kvartérne uviálne sedimenty ležia priamo na piesčitých slieňoch egeru a kišcelu, ktoré v hĺbke 38,5 m ležia diskordantne na spodnotriasovom piesčito-bridličnatom súbore) a R-3 pri Gemerskej Panici (9 m hrubé kvartérne uviálne sedimenty ležia na egerských sedimentoch, ktoré v hĺbke 117 m prechádzajú do spodnotriasového súboru) (D. Vass – M. Elečko et al., 1989). Štrky poltárskeho súvrstvia sú však zachované všade na povrchu vyzdvihnutej kryhy. V línii Plešivec – Silická Brezová teda prebieha tektonická hranica, po ktorej južnejšie ležiaca kryha sa dvíhala počas valašských pohybov do výšky až 150 m (na základe rozdielu bázy poltárskeho súvrstvia vo vrte R-12a a v Bodvianskej pahorkatine). Táto línia môže prebiehať v dolinkách od Plešivca cez Níršár s Ponornou priepasťou až k Silickej Brezovej (medzi Plešivcom a Ardovom sú štrky už vo vyzdvihnutej pozícii). Domnievame sa, že ide o východné pokračovanie tzv. plešivského zlomu, ktorý vznikol ešte počas oligocénu a raného miocénu a po egri bol aktivizovaný ako ľavý strih. Smerom na západ a juhozápad je sledovateľný cez Rimavskú Sobotu a Rapovce až k Slovenským Ďarmotám (D. Vass – J. Hók – P. Kováč – M. Elečko, 1993). Týmto výzdvihom a neskoršími kvartérnymi výzdvihmi sa dostali štrkopiesky poltárskeho súvrstvia v oblasti Rimavskej kotliny a južnej časti Silickej planiny do výšky okolo 150 m od súčasnej nivy Slanej (obr. 6).

Premiestnenie koryta Štítnika (a Slanej) do terajšieho koryta malo na vývoj krasu v južnej časti Slovenského krasu značné následky. Na okraji bývalej akumulačnej plošiny (v línii



Obr. 6. Pozdĺžny geologický profil riekou Slaná. Zostavil Ľ. Gaál. Vysvetlivky: 1 – spodnotriasové bridlice a pieskovce, 2 – stredno- a vrchnotriasové (pri Čoltove aj jurské) vápence, 3 – oligocénno-spodnomiocénne aleurity, 4 – štrkopiesky poltárskeho súvrstvia

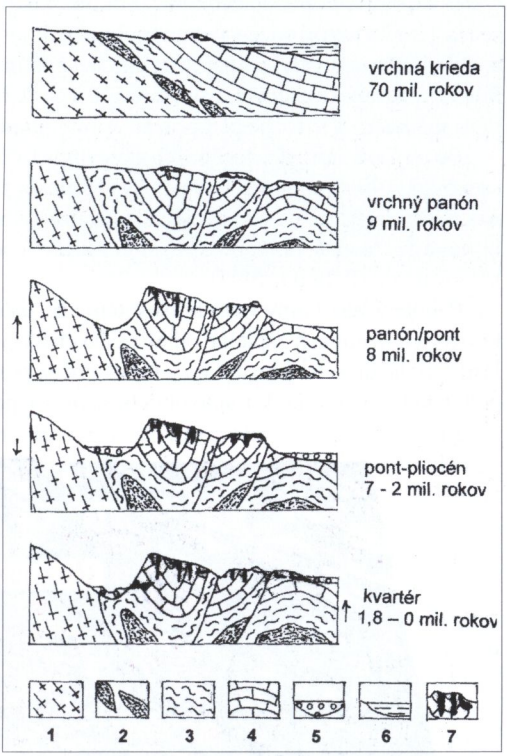
Fig. 6. Longitudional section along the Slaná River. Compiled by Ľ. Gaál. Notes: 1 – shales and sandstones of Lower Triassic, 2 – limestones of Middle and Upper Triassic (near Čoltovo also Jurassic), 3 – aleurites of Oligocene-Miocene, 4 – gravels and sands of Poltar Formation

Plešivec – Dlhá Ves – Égerszög), ktorá vznikla bočným prekladaním riečisk divočiacich riek, sa v nadväznosti na novotvoriacu sa riečnu sieť odvodňovanú do krasu začal vývoj okrajového kontaktného krasu. Paleotokom sa vytvorila 2 až 5 km široká akumulačná plošina. V nadväznosti na znížené erózne bázy sa na nej začali vytvárať povrchové toky, pričom niektoré z nich atakovali aj vápencom budované okraje akumulačnej plošiny, resp. paleodoliny. Takto sa mohli vytvoriť prvotné chodby jaskyne Domica paralelne s priebehom horeuvedenej línie, ktoré však boli neskôr takmer úplne remodelované (skorší vznik jaskynných chodieb ťažko prichádza do úvahy z dôvodu stálej depresnej pozície územia s plytkou vadóznou zónou, resp. čiastočným pokrytím vápencov štrkmi poltárskej formácie).

3.3. KVARTÉRNY VÝVOJ ÚZEMIA

Opakované etapovité výzdvihy územia v kvartéri, sprevádzané klimatickými zmenami v pleistocéne, určovali ďalší vývoj krasového fenoménu južnej časti Slovenského krasu. Prvý výzdvih nastal v najstaršom pleistocéne do výšky 20 – 25 m. O toľko metrov nižšie od bázy poltárskeho súvrstvia leží totiž terasa donau pri Hubove na pravom brehu potoka Lokierti. Nad ľavostrannými bočnými tokmi Slanej pri Lenke a Kesovciach sú zachované aj zvyšky günzskej terasy (J. Pristaš in D. Vass a kol., 1986).

Najmarkantnejší výzdvih až do výšky 25 – 40 m nastal medzi najstarším a starým pleistocénom, teda medzi günzom a mindelom (obr. 7). Spôsobil výrazné zahĺbenie povrchových bočných tokov Slanej i Bodvy. Spätnou eróziou sa postupne zarezávali ľavostranné prítoky Slanej Ardovský potok, Sograď, Lapša a Činča a ľavostranné prítoky Bodvy Jósva a Rét-patak na maďarskom území. Prehlbovala sa erózna báza a nastal všeobecný pokles hladiny krasovej vody v krasovom masíve východne od paleodoliny Štítnika. Občasné návalové toky zo štrkopieskov paleodoliny spôsobili najprv prehĺbenie a rozšírenie hlavného ťahu jaskynného systému Domica – Baradla (riečisko Styxu), neskoršie však vytvorili bočné prítokové korytá (vetva od Smradľavého jazera, Domický potok, vetva od ponoru Demek – Meandrová chodba, na maďarskej strane vetvy Rubikon, hlavný vchod Baradly



Obr. 7. Hlavné fázy vzniku a vývoja jaskýň v západnej časti Slovenského krasu. Zostavil Ľ. Gaál. Vysvetlivky: 1 – paleozoické horniny gemerika vcelku, 2 – horniny meliatika a turnaika vcelku, 3 – verfénske súvrstvie, 4 – karbonáty silického príkrovu, 5 – sedimenty poltárskeho súvrstvia, 6 – vodná plocha, 7 – jaskynné priestory

Fig. 7. Main phases of origin and development of caves in the western part of Slovak Karst. Compiled by Ľ. Gaál. Notes: 1 – Paleozoic rocks of Gemericum "en bloc", 2 – rocks of Meliaticum and Turnaicum "en bloc", 3 – Werfenian Formation, 4 – carbonates of Silica Nappe, 5 – sediments of Poltár Formation, 6 – water level, 7 – caves

a Acheron, Törökmecset, Retek a Vörös-tó). V prípade Béke-barlang v Maďarsku sa „bočná vetva" nenapojila na hlavné riečisko Styxu, ale vytvorila si samostanú jaskyňu v dĺžke 6,7 km. Z východnej, vápencovej časti jaskyne tieto vetvy pochopiteľne takmer úplne chýbajú.

Keďže tok Bodvy leží hlbšie ako dolina Slanej, aj pokles hladiny krasovej vody bol v jej vodozbernej oblasti väčší, s výraznejším prúdením krasových vôd. Z tohto dôvodu k eróznej báze potoka Jósva smeruje jaskyňa Domica, ako aj väčšia časť jaskýň južne od Silickej Brezovej. Smerom ku Slanej sa vytvorila relatívne mladšia Ardovská jaskyňa s podobnými ponormi na okraji štrkopieskového pokryvu. Širokú dolinovú vyhĺbeninu pred ponormi Ardovskej jaskyne považujeme skôr za okrajovú slepú dolinu (rovnako ako J. Kunský, 1939; Z. Roth, 1940 a B. Kučera, 1965), ako za okrajové polje (v zmysle J. Jakála, 1975, 1984 a J. Mógu, 1999). Na štrkopieskoch v tesnej blízkosti krasu nepredpokladáme totiž dlhšie zotrvávanie vôd vo forme občasných jazierok, ktoré by mohli korózne podrezávať úpätia krasových svahov.

Ľavostranné prítoky paleodoliny Štítnika v úseku Plešivec – Dlhá Ves – Égerszög sa postupne stali inaktívnymi so samostatným krasovým vývojom. Takýto charakter reliéfu je dodnes zreteľný takmer v celej južnej časti Silickej planiny. Kým pre Plešivskú planinu a severnú časť Silickej planiny sú charakteristické veľké a často hlboké závrty, v južnej časti Silickej planiny sa nachádzajú dlhé suché alebo slepé doliny miestami s mladými závrtmi, hltačmi (obr. 8).

Do obdobia staropleistocénnych výzdvihov môžeme datovať aj vznik vadóznych vertikálnyh úsekov jaskýň a priepastí v južnej časti Silickej planiny (Lavička, Malá ľadnica, Jaskyňa na Kečovských lúkach). Jaskyne Milada, Matilda i Stará Domica majú krátke vertikálne úseky, ktoré sa viažu na kontakt nekrasového a krasového územia a nižšiu eróznu bázu podzemného krasovatenia (P. Bella, 1995).

Podobný vertikálny smer krasovatenia na začiatku pleistocénu sa prejavil aj v niektorých krasových územiach západne od Slovenského krasu. Charakteristický je predovšetkým v oblasti Drienčanského krasu, ktorý nebol počas pontu a pliocénu výraznejšie zanesený štrkmi poltárskeho súvrstvia. V tomto období sa pravdepodobne vytvorili priepasťovité úseky jaskýň

Obr. 8. Digitálny model terénu Slovenského krasu. Východne od Plešivca rozoznať tektonický zlom, južne sa prejavuje výrazne odlišný georeliéf s prevládajúcimi mladšími erózno-denudačnými dolinami (© SAŽP-CEI Banská Bystrica)

Fig. 8. Digital elevation model of the surface of Slovak Karst. There is a fault on the east from Plešivec, a markedly different georelief with younger erosion-denudation valleys is evident to the south of direction from this fault (© SAŽP-CEI Banská Bystrica)

Podbanište, Frontová, Pri Holom vrchu alebo Nad Kadlubom s hĺbkou okolo 25 m (Ľ. Gaál, 2000). Postupnosť zárezu riečky Muráň s vývojom jaskýň na oboch jej stranách môžeme sledovať medzi Bretkou a Meliatou (Ľ. Gaál, 1987).

Po tomto výraznom výzvihu nasledovalo horizontálne prúdenie krasových vôd, ktoré môžeme paralelizovať s vytvorením výrazných terasových stupňov mindelu. Vrchná vysoká a spodná vysoká terasa mindelu sú všade zachované na ľavom brehu Slanej. V Drienčanskom krase tejto úrovni zodpovedá Veľká drienčanská jaskyňa a zrejme aj horizontálne riečne chodby jaskyne Podbanište. V jaskyni Domica došlo zrejme k rozširovaniu a k čiastočnému zaštrkovateniu horizontálnych chodieb s parageneticko modeláciou stropov (obr. 9). Na základe doteraz vykonaného paleomagnetického výskumu sa v jaskynnom systéme Domica – Baradla nezistili sedimenty staršie ako 780-tisíc rokov (P. Pruner et al., 2000; Bosák et al., 2004). V tomto období sa pravdepodobne začali vytvárať aj niektoré riečne vývery jaskyne v úpätiach svahov krasových planín v severnej a strednej časti Slovenského krasu.

Obr. 9. Kvartérna horizontálna riečne modelovaná chodba v jaskyni Domica. Foto: P. Bella
Fig. 9. Quaternary horizontal uvially modeled corridor in the Domica Cave. Photo: P. Bella

Výzdvih medzi mindelom a rissom v širšej oblasti Rimavskej kotliny a južnej časti Slovenského krasu už nebol taký intenzívny, dosiahol amplitúdu len okolo 10 m (J. Pristaš in D. Vass et al., 1986). V risse však došlo k najrozsiahlejšiemu zaštrkovaniu a vytvoreniu dvoch terasových stupňov. Dôvodom mohutných štrkových nánosov bola studená klíma, v ktorej slabá tundrová vegetácia nemohla zabrániť erózii najmä v oblasti Slovenského rudohoria.

Tieto štrkové nánosy sa zrejme prejavili aj v niektorých jaskyniach pozdĺž alochtónnych vodných tokov pritekajúcich z horských oblastí. Avšak odlišné podmienky zaštrkovania boli v oblasti Ardovskej jaskyne a jaskyne Domica. V nadväznosti na riečnu sieť sformovanú v kvartéri sa tu do jaskýň splavovali, resp. redeponovali štrky z poltárskeho súvrstvia. V jaskyniach, ktorých chodby sa vyplnili sedimentmi, sa riečiská ponorných vodných tokov pritlačili k stropu, čím nastala parageneticka modelácia stropných korýt.

Viaceré znaky odlišného vývoja, prevažne bez parageneticke modelácie, sa pozorujú v jaskyniach, ktoré vytvorili podzemné vodné toky vyvierajúce na úpätí svahov krasových planín. Hlavná horizontálna chodba Krásnohorskej jaskyne bola vytvorená už pred 300-tisíc rokmi, čo potvrdzujú výsledky rádioizotopového datovania sintrov, ktorých vzorky sa odobrali z nátekov pokrývajúcich zával v strednej časti jaskyne (H. Hercman et al., 1994; A. Pazdur et al., 1996). Suchá chodba a priľahlé časti Gombaseckej jaskyne sa pravdepodobne vytvorili podzemnými vodami, ktoré sa dostávali z podzemia Silickej planiny na povrch v nadväznosti na akumulačný povrch vyššej spodnej strednej terasy (P. Bella, 2003), ktorú vyčlenil J. Pristaš (in J. Mello et al., 1997) v južnej časti Rožňavskej kotliny pri sútoku Čremošnej a Slanej pred

Slovenské múzeum ochrany prírody
a jaskyniarstva
031 01 Liptovský Mikuláš

jej vtokom do kaňonu Slanej. Dno Kaňonu Čierneho potoka v Gombaseckej jaskyni, ktoré prechádza do Čiernej chodby a po neznámom úseku až do Čiernej vyvieračky, bolo v neskoršom období prehĺbené podzemným vodným tokom vo vadóznej kaskádovitej pozícii v nadväznosti na prehĺbenie dna kaňonu (P. Bella, 2003).

Štrky, ktoré do jaskýň v risse naplavili alochtónne vodné toky, sa čiastočne odstránili následkom tektonického výzdvihu cca 10 m medzi rissom a würmom. Predpokladáme, že prevažná časť chodieb jaskyne Domica sa v tejto dobe prehĺbila o vyše 10 m hlbšie, ako je úroveň súčasného podzemného vodného toku. Vo würme však došlo k novému zaštrkovaniu a v holocéne k miernemu poklesu územia. Následkom toho sú najspodnejšie chodby Domice vyplnené štrkopieskami zrejme z würmu. Preto v sedimentoch Suchej chodby mohli nájsť aj kostru mladého jaskynného medveďa, ktorý pochádzal z würmu (Z. Hokr, 1946). Pravdepodobne tieto sedimenty sa navŕtali v Panenskej chodbe v roku 1964 (vrt prechádzal 13,5 m v štrkopieskoch, len v úseku medzi 7 a 8 m zachytil kompaktný vápenec, ktorý však podľa Droppu 1972 mohol byť aj bočným výklenkom). Počas kvartéru však došlo aj ku koróznemu rozširovaniu existujúcich vertikálnych jaskýň na Plešivskej planine a v severnej časti Silickej planiny.

Kvartérne výzdvihy sa prejavili aj na území Rožňavskej kotliny, kde pri Rožňave a Brzotíne sú zachované zvyšky terás mindelu, rissu i würmu (J. Pristaš in J. Mello a kol., 1997). Hĺbka celkového kvartérneho zárezu Slanej tu však dosahuje len okolo 70 m, čo môže zhruba zodpovedať množstvu odnoseného materiálu z kaňonu Slanej (v susedstve Bodvianskej pahorkatiny hĺbka zárezu Slanej dosahuje až 180 m).

V holocéne došlo k miernemu poklesu celého územia, čo mohlo spôsobiť ďalšie vypĺňanie jaskynných priestorov. Najväčšia hrúbka uviálnych sedimentov 8 m bola navŕtaná vo vrte R-12a pri Slavci.

4. ZÁVER

Záverom možno zhrnúť najvýznamnejšie etapy vzniku povrchových tvarov georeliéfu a jaskýň v západnej časti Slovenského krasu:

Vrchnokriedová etapa – pozostatky jaskýň s klastickou výplňou v gombaseckom kameňolome (J. Mello – P. Snopková, 1973).

Panónske zarovnávanie reliéfu – vznik horizontálnych jaskýň v strednej časti Silickej planiny (jaskyňa Ortováň) v podmienkach jednotnej krasovej plošiny.

Prvá etapa atického výzdvihu – nevýrazné tektonické vyzdvihnutie územia, jeho následkom sa riečne toky presťahovali do dnešných smerov, začiatok rozčlenenia pôvodne jednotnej krasovej plošiny na jednotlivé plošiny, čiastočne sa z nich odniesli zvetraliny (J. Jakál, 1975).

Druhá (hlavná) etapa atického výzdvihu – hlavná fáza zahĺbenia kaňonov Štítnika a Slanej. V severnej časti Slovenského krasu, ktorá predtým bola priamo napojená na horniny Slovenského rudohoria, následkom prudkého výzdvihu vznikali hlboké priepasti. V strednej časti bol výzdvih menej intenzívny. Južná časť Slovenského krasu zostala pravdepodobne v depresnej pozícii s veľmi plytkou vadóznou zónou.

Pontsko-pliocénna etapa – pokles a zaštrkovanie niektorých krýh v južnej časti Slovenského krasu a priľahlej časti Rimavskej kotliny. Náplavmi divočiacich riek, ktoré pritekali zo Slovenského rudohoria, sa vytvorila rozsiahla akumulačná plošina. Jej východný okraj, na kontakte so štrkmi nepokrytým krasovým územím, sledoval líniu Pašková – Plešivec – Dlhá Ves – Égerszög.

Vrchnopliocénna a kvartérna etapa – výzdvih južnej kryhy Slovenského krasu po zlome v línii Plešivec – Silická Brezová a premiestnenie paleokoryta Štítnika do súčasného koryta

Slanej v línii Plešivec – Čoltovo – Tornaľa – Abovce. V severnej a v strednej časti Slovenského krasu sa korózne rozširovali vertikálne jaskyne a v úpätiach krasových planín sa vytvorili horizontálne jaskyne. V južnej časti Silickej planiny nastal na začiatku intenzívny výzdvih so vznikom vertikálnych úsekov jaskýň, ktoré neskoršie vyústili do horizontálnych chodieb.

LITERATÚRA

ANDRUSOV, D. (1975). Aperçu bref du bâti des Carpathes occidentalis. X[th] Congr. Carp. Balk. Geol. Ass., Proceed., Bratislava, 95 – 108.

ÁRKAI, P. – KOVÁCS, S. (1986). Diagenesis and regional metamorphism of the Aggtelek-Rudabánya Mts. Acta Geol. Hung. 29, 3 – 4, Budapest, 349 – 373.

BALOGH, K. – MIHALIKOVÁ, A. – VASS, D. (1981). Radiometric dating of basalts in Southern and Central Slovakia. Západné Karpaty, Geol. 7, Bratislava, 113 – 126.

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, 7 – 18.

BELLA, P. (2000). Problematika vývojových úrovní jaskyne Domica. Aragonit 5, Žilina, 3 – 6.

BELLA, P. (2001). Geomorfologické pomery okolia jaskyne Domica. Aragonit 6, Žilina, 5 – 11.

BELLA, P. (2003). Morfológia a genéza Gombaseckej jaskyne. Slovenský kras 41, Liptovský Mikuláš, 47 – 68.

BORZA, K. – MARTINY, E. (1964). Kôry zvetrania, ložiská bauxitu a „terra rossa" v Slovenských Karpatoch. Geol. Zborník 15, 1, Bratislava.

BOSÁK, P. – HERCMAN, H. – KADLEC, J. – MÓGA, J. – PRUNER, P. (2004). Palaeomagnetic and U-series dating of cave sediments in Baradla Cave, Hungary. Acta carsologica 33/2, Ljubljana, 218 – 238.

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

CÍLEK, V. – SVOBODOVÁ, M. (1999). Svrchnokřídové výplně závrtů v lomu Hosťovce a Gombasek ve Slovenském krasu. In Šmídt, J. (ed.): Výskum a ochrana prírody Slovenského krasu, zborník referátov. Brzotín, 41 – 48.

DĚDINA, V. (1922). Slovenské krušnohoří a stredohoří. Sborník ČSZ, Praha.

DROPPA, A. (1972). Príspevok k vývoju jaskyne Domica. Československ. kras 22, Praha, 65 – 72.

GAÁL, Ľ. (1987). Kras Rimavskej kotliny. Slovenský kras 25, Martin, 5 – 27.

GAÁL, Ľ. (2000). Kras a jaskyne Drienčanského krasu. In Kliment, J. (ed.): Príroda Drienčanského krasu. Banská Bystrica, 29 – 96.

GAŠPARIKOVÁ, V. (1986). Výskyt vrchnej kriedy v Rimavskej kotline. Region. Geol. Západných Karpát, Spr. 21, Bratislava, 97 – 99.

GREGO, J. (1997). Jaskyne a vyvieračky svahov Silickej planiny, svah planiny medzi Gombasekom a Plešivcom. Spravodaj SSS 28, 3, Liptovský Mikuláš, 8 – 17.

HERCMAN, H. – PAZDUR, A. – PAZDUR, M. F. – MITTER, P. (1994). Datowania izotopowe naciékow z wybranych jaskiń Słowackiego krasu. Zeszyty Naukowe Politechniki Śląskiej, Seria: Matematyka – Fizyka 71, Geochronometria 10, Gliwice, 81 – 96.

HOCHMUTH, Z. (1998). Predkvartérne jaskynné systémy na Slovensku a ich vzťah k zarovnaným povrchom. Prírodné vedy 29, Folia geographica 1, Prešov, 127 – 144.

HOKR, Z. (1946). Příspěvek k poznání jeskynních medvědů z jeskyně „Domica" u Plešivce na Slovensku. Věstník Stát. geol. úst. ČSR 21, 1 – 2, Praha, 181 – 186.

HORÁČEK, I. – LOŽEK, V. (1993). Biostratigraphic investigation in the Hámrovská Cave (Slovak Karst). In Cílek, V. (ed.): Krasové sedimenty. Knihovna ČSS, sv. 21, Praha, 49 – 60.

JAKÁL, J. (1975). Kras Silickej planiny. Bratislava, 1 – 146.

JAKÁL, J. (1983). Krasový reliéf a jeho odraz v geomorfologickom obraze Západných Karpát. Geografický časopis 35, 2, Bratislava, 160 – 183.

JAKÁL, J. (1984). Príspevok k poznaniu poljí v Západných Karpatoch. Geografický časopis 36, 2, Bratislava, 108 – 119.

JAKÁL, J. – FERANEC, J. – HARČAR, I. – LACIKA, J. – URBÁNEK, J. (1992). Využitie radarových záznamov v geomorfológii. Mineralia slovaca 24, 257 – 269.

JAKÁL, J. (2001). Vývoj reliéfu Slovenského krasu v etape neotektonického vyzdvihnutia územia. Slovenský kras 39, Liptovský Mikuláš, 7 – 14.

JASKÓ, S. (1933). Morfológiai megfigyelések és problémák a Gömör-Tornai karsztvidéken. Földrajzi Közl. 61, 9 – 10, Budapest.
KOŠŤÁLIK, J. (2004). Genéza reliktných kôr a Terra rossa v Slovenskom krase. Geomorphologia Slovaca 4, 2, Bratislava, 70 – 73.
KOVÁCS, S. (1984). North Hungarian Triassic facies types: a review. Acta Geol. Hung., 27, 3 – 4, Budapest, 251 – 264.
KOZUR, H. (1991). The geological evolution at the western end of the Cimmerian ocean in the Western Carpathians and Eastern Alps. Zbl. Geol. Paläont. 1, Stuttgart, 99 – 121.
KOZUR, H. – MOCK, R. (1973). Zum alter und zur tektonischen stellung der Meliata-Serie des Slowakischen Karstes. Geol. zborn. Geol. carp. 24, 2, Bratislava, 365 – 374.
KUČERA, B. (1965). Krasová morfologie a vývoj Ardovské jeskyně v Jihoslovenském krasu. Československ. kras 16, Praha 41 – 56.
KUNSKÝ, J. (1939). Ardovská jeskyně ve Slovenském krasu. Rozpravy II. tř. ČA 49, 21, Praha, 1 – 12.
LACIKA J. (2001). Vývoj geomorfologických sietí slovenskej časti povodia rieky Slaná. Geograf. časop. 53, 3, Bratislava, 269 – 291.
LÁNG, S. (1937). Felvidéki karsztok. Földrajzi Közl. 65, 6 – 7, Budapest, 1 – 4.
LÁNG, S. (1949). Geomorfológiai és hidrológiai tanulmányok Gömörben V. Hidrol. Közlöny 29, Budapest, 283 – 289.
LESS, Gy. (1998). Földtani felépítés. In Baross, G. (ed.): Az Aggteleki Nemzeti Park. Budapest. 26 – 64.
LIŠKA, M. (1988). Výsledky výskumu geomorfologických pomerov Plešivskej planiny. Ochrana prírody 6A, Bratislava, 43 – 74.
LIŠKA, M. (1994). Povrch. In Rozložník, M. – Karasová, E. (eds.): Chránená krajinná oblasť – Biosférická rezervácia Slovenský kras. Martin, 22 – 36.
LUKNIŠ, M. (1962). Geomorfologický prehľad. In Fusán, O. (ed.): Vysvetlivky k prehľadnej geologickej mape ČSSR, list Rimavská Sobota. Bratislava.
MATĚJKA, A. (1958). Výskyt bauxitických hornin u Drienovce na jižním Slovensku. Věst. ÚÚG 33, 4, Praha, 279 – 281.
MAZÚR, E. (1965). Major features of West Carpathians as a result of young tectonic movements. Problems of West Carpathians Geomorphology. Bratislava.
MAZÚR, E. a kol. (1971). Slovenský kras. Regionálna fyzicko-geografická analýza. Geogr. práce 2, 1 – 2, Bratislava.
MELLO, J. a kol. (1997). Vysvetlivky ku geologickej mape Slovenského krasu 1 : 50 000. GS SR, Bratislava, 1 – 255.
MELLO, J. – SALAJ, J. (1982). Nález vápencov gosauskej kriedy v údolí Miglinc (Slovenský kras). Geol. práce, Spr. 77, Bratislava, 49 – 54.
MELLO, J. – SNOPKOVÁ, P. (1973). Vrchnokriedový vek výplní v dutinách triasových vápencov gombaseckého lomu. Geol. práce, Spr. 61, Bratislava, 239 – 253.
MÓGA, J. (1999). Reconstruction of the development history of karstic water networks on the Southern part of the Gömör-Torna Karst on the basis of ruined caves and landforms. Acta Carsologica 28/2, 9, Ljubljana, 159 – 174.
ORVAN, J. (1999). Podzemné vody Slovenského krasu. In Šmídt, J. (ed.): Výskum a ochrana prírody Slovenského krasu. Zborník referátov zo seminára k 25. výročiu vyhlásenia Chránenej krajinnej oblasti Slovenský kras, Brzotín, 51 – 59.
PAZDUR, A. – PAZDUR, M. F. – HERCMAN, H. – MITTER, P. (1996). Chronology of Speleothem Deposition and the Development of Selected Caves of the Slovak Karst. Geologija 19, Vilnius, 85 – 89.
PLANDEROVÁ, E. (1986). Biostratigrafické zhodnotenie sedimentov poltárskeho súvrstvia. Geol. práce, Spr. 84, Bratislava, 113 – 118.
PLANDEROVÁ, E. (1992). Palynologické vyhodnotenie vzoriek z vrtov V-10, VTK-4, VTK-5, VTK-17 a VNT-21. Manuskript, archív GÚDŠ Bratislava.
PLAŠIENKA, D. (1991): Mesozoic tectonic evolution of the epivariscan continental crust of the Central Western Carpathians – a tentative model. Mineralia Slovaca 23, 3, Bratislava, 447 – 457.
PRUNER, P. – BOSÁK, P. – KADLEC, J. – VENHODOVÁ, D. – BELLA, P. (2000). Paleomagnetický výzkum sedimentárních výplní vybraných jeskyní na Slovensku. In Bella, P. (ed.): Výskum využívanie a ochrana jaskýň. Zborník referátov z 2. vedeckej konferencie, Liptovský Mikuláš, 13 – 25.
ROTH, Z. (1937). Vývoj jeskyně Domice. Bratislava 11, 129 – 163.
ROTH, Z. (1939). Geologie okolí Silice u Rožňavy. Rozpr. II. tř. Čes. akad. XLIX, Praha.

ROTH, Z. (1940). Několik geomorfologických poznámek o Jihoslovenském krasu a o Silické Lednici. Rozpravy II. třídy České akademie 49, 8, Praha, 1 – 24.
SAWICKI, L. (1908). Szkic krasu slowackiego z pogladem na cykl geograficzny w ogóle. Kosmos Lwów.
SENEŠ, J. (1950). Problémy a možnosti speleológie v Juhoslovenskom krase. Krásy Slovenska 27, 5 – 8, Martin, 134 – 141.
SENEŠ, J. (1957). Výsledky speleologického a geomorfologického výskumu Hačavskej jaskyne. Geograf. časopis 9, 1, Bratislava, 27 – 37.
SKŘIVÁNEK, F. (1958). Výzkum propastí severní časti Silické planiny v Jihoslovenském krasu. Českoslov. kras 11, Praha, 115 – 129.
SKŘIVÁNEK, F. (1966). Vývoj krasu Plešivecké planiny v Jihoslovenském krasu. Českoslov. kras 17, Praha, 42 – 58.
SOBÁNYI, L. (1896). A Kanyapta medence környékének fejlődéstörténete. Földr. Közl. 26, Budapest.
STÁRKA, V. (1959). Jezero Biki a Hamrovská jeskyně u Plešivce. Krásy Slovenska 36, 5, Bratislava, 193 – 195.
VASS, D. a kol. (1986). Vysvetlivky ku geologickej mape Rimavskej kotliny a priľahlej časti Slovenského rudohoria 1 : 50 000. GÚDŠ, Bratislava, 1 – 177.
VASS, D. – ELEČKO, M. a kol. (1989). Geológia Rimavskej kotliny. Bratislava, 1 – 162.
VASS, D. – KRAUS, I. – ELEČKO, M. (1989). Výplň Rožňavskej kotliny a údolia rieky Slaná pri Slavci. Mineralia slovaca 21, 1, Spišská Nová Ves, 71 – 75.
VASS, D. – HÓK, J. – KOVÁČ, P. – ELEČKO, M. (1993). Sled paleogénnych a neogénnych tektonických udalostí v juhoslovenských kotlinách vo svetle napäťových analýz. Mineralia slovaca 25, Bratislava, 79 – 92.
VASS, D. – ELEČKO, M. – HORSKÁ, A. – PETRÍK, F. – BARKAČ, Z. – MELLO, J. – VOZÁROVÁ, A. – RADOCY, Gy. – DUBÉCI, B. (1994). Základné črty geológie Turnianskej depresie. Geol. Práce, Spr. 99, Bratislava, 7 – 22.
VITÁSEK, F. (1930). Silický kras a jeho ledové jeskyně. Sborn. ČSZ 36, 7 – 8, Praha, 209 – 212.

Adresy autorov:
RNDr. Ľudovít Gaál, Správa slovenských jaskýň, Železničná 31, 979 01 Rimavská Sobota,
e-mail: gaal@ssj.sk
RNDr. Pavel Bella, PhD., Správa slovenských jaskýň, Hodžova 11, 031 01 Liptovský Mikuláš,
e-mail: bella@ssj.sk

THE INFLUENCE OF TECTONIC MOVEMENTS TO THE GEOMORPHOLOGICAL DEVELOPMENT OF THE WESTERN PART OF SLOVAK KARST

SUMMARY

Existing opinions on the geomorphological develompent of the western part of Slovak Karst are different. The majority of authors is accorded in notion that the karstic plateaus of Slovak Karst represent the pediplanation surface of Pannonian age (L. Sobányi, 1896; L. Sawicki, 1908, V. Dědina, 1922; F. Vitásek, 1930; S. Jaskó, 1933; S. Láng, 1937; Z. Roth, 1939, 1940; M. Lukniš, 1962; E. Mazúr et al., 1971; J. Jakál, 1975, 1983, 2001; M. Liška, 1988).

There are different opinions on the development of this area after Pannonian. J. Jakál (1975, 1983) and M. Liška (1994) supposed the reversed development of the Domica cave levels, i. e. the older (Pliocene) level is laid under recent corridors. According to Z. Roth (1937), A. Droppa (1972) and P. Bella (2000) the levels of this cave were developed normally (from up to down) with changes of the accumulation and erosion phases. Z. Hochmuth (1998) has considered about an existence and speleogenetic effect of a great paleo ow of Slaná River in pre-Quaternary era. According to J. Móga (1999) the main part of Silica, Plešivec and Koniar Plateaus in Pontian was covered by gravels and the streams owed across this area towards the Slaná River and the Kečovo Stream.

Based on the geological researches in last years we can distinguish the following stages of the geomorphological development of the western part of Slovak Karst:

Upper Cretaceous stage – karstification in subtropic or tropic climatic conditions, remains of caves with clastic fill in the Gombasek quarry (J. Mello & P. Snopková, 1973).

Pannonian stage – pediplanation of large continuous karstic surface, origin of horizontal caves on the karstic plateau (Ortováň Cave).

First phase of Attic uplift – mild uplift of the Slovenské rudohorie Mts. and the Slovak Karst area in upper Pannonian, removing the surface water ows and primal downcutting of valleys approximately to their recent directions, beginning of continuous plateau partition, partial erosion of covering uvial sediments from separated karstic plateaus (J. Jakál, 1975).

Second (main) phase of the Attic uplift – main phase of downcutting of Štítnik Stream and Slaná River (the origin of the canyons), the dividing of the Slovak Karst from the Slovenské rudohorie Mts. (the origin of the Rožňava Basin). The different uplifting of the Slovak Karst: its northern part was uplifted expressively (it was originally connected with the Slovenské rudohorie Mts.), the central part slowly, but the southern part stayed without uplifting (with a very small vertical range of vadose zone).

Pontian-Pliocenian stage – a development of the deep vertical abysses in the northern part of Slovak Karst. The decline of the southern part of Slovak Karst and the Rimava Basin, its covering by gravel and sand of Poltarian Formation. The gravels were deposited in the Štítnik and Slaná Canyons, but Štítnik Valley followed the line: Štítnik – Plešivec – Dlhá Ves – Égerszög. To the south-east direction from Plešivec, a narrow lateral karstic surface was formed on the left side of this valley. Surface streams owed into this valley from its both sides.

Upper Pliocenian and Quaternary stage – an uplift the southern block of Silica Plateau along a fault of Plešivec – Silická Brezová direction and removing of paleovalley of Štítnik into the recent watercourse of Slaná River in the line: Plešivec – Čoltovo – Tornaľa – Abovce. The Slaná River in this channel is draining the Ardovo Stream, Sograď, Lapša and Činča Streams; the Bodva River is draining the Jósva a Rét-patak Streams in Hungarian part of the Slaná river basin. The origin and development of the Domica Cave (drained by the Jósva Stream) and Ardovská Cave (drained by Slaná River) with several accumulation and erosion phases owing to the Pleistocene climatic changes. The origin of several small abysses in this area was caused by intensive repeated uplifting in early Pleistocene which later led into horizontal cave uviokarstic corridors (Milada Cave, Cave on the Kečovo Meadows, Matilda Cave, Bezodná ľadnica Cave, Domica Cave). Corrosional expansion of vertical caves (abysses) in the northern part of Slovak Karst and origin of horizontal uviokarstic caves on the foot of plateaus (Krásnohorská Cave, New and Old Brzotínska Cave, Gombasecká Cave).

SLOVENSKÝ KRAS (ACTA CARSOLOGICA SLOVACA)	XLIII	37 – 52	LIPTOVSKÝ MIKULÁŠ 2005

K MORFOLÓGII A GENÉZE LISKOVSKEJ JASKYNE

PAVEL BELLA

P. Bella: On the morphology and genesis of Lisková Cave

Abstract: From the geomorphological point of view the Lisková Cave (Liptov Basin) belong to the most remarkable caves in intermountain basins of Slovakia. It presents a typical example of phreatic cave labyrinth formed by corrosion and convection of underground water permeated from the Váh river bed and repeated oods into a lifted carbonate block surrounded by non-carbonate rocks. Some features of phreatic cavities remodelling by slowly owing or stagnant waters during phases of water table stabilization among phases of water table descent after longer-time phreatic developmental phase are observed in several places of the cave. Main horizontal epiphreatic cave passages as developmental levels are genetically correlated with surface river terraces. Basic knowledge and results of complementary geomorphological research of the cave are presented in this paper.

Key words: karst geomorphology, cave morphology and genesis, phreatic and epiphreatic forms, cave labyrinth, Lisková Cave, Liptov Basin, Western Carpathians

ÚVOD

Národná prírodná pamiatka Liskovská jaskyňa predstavuje pozoruhodný podzemný krasový jav vytvorený v kotlinovej pozícii Západných Karpát. Karbonátová hydrogeologická štruktúra hrásťovitej kryhy v kontakte s ohraničujúcim nekrasovým územím, výrazná štruktúrno-tektonická predispozícia vzniku a vývoja jaskynných priestorov, vysoký stupeň podzemného skrasovatenia, pozoruhodné väčšie i menšie tvary jaskynného skalného georeliéfu a ich genéza, ako aj svojrázny charakter jaskynných sedimentov boli a sú predmetom geologického a geomorfologického výskumu jaskyne, najmä s cieľom získať presnejšie a ucelenejšie poznatky a názory o jej morfológii a genéze.

Na základe čiastkového revízneho geomorfologického výskumu jaskyne v roku 2004, ktorý sa vykonal v rámci činnosti Správy slovenských jaskýň v Liptovskom Mikuláši, predkladáme detailnejšiu charakteristiku viacerých koróznych morfologických tvarov, na základe ktorých možno spresniť doterajšie názory na vznik a vývoj podzemných priestorov. Pozornosť upriamujeme najmä na hlavné morfologické a genetické znaky podzemných priestorov, ako aj na niektoré menšie formy jaskynného skalného georeliéfu, ktoré indikujú určité fázy vývoja jaskyne.

ZÁKLADNÉ ÚDAJE

Liskovská jaskyňa (spolu s prepojenou jaskyňou L-2) dosahuje dĺžku 4145 m, čím sa v tabuľke najdlhších jaskýň na Slovensku radí na 10. miesto (stav k 31. 3. 2005). Výškový rozdiel medzi najvyšším miestom (horný vchod) a najhlbším miestom v jaskyni (dno Camberových chodieb) je asi 72 m. Jaskyňa je vytvorená vo východnom výbežku vrchu Mních (695 m) pri Ružomberku, v katastrálnom území obce Lisková (obr. 1). Podľa regionálneho geomorfologického členenia územia Slovenska (E. Mazúr – M. Lukniš, 1997) sa nachádza v Chočskom podhorí v severozápadnej časti Liptovskej kotliny.

Obr. 1. Východný výbežok Mnícha (695 m) s vchodom do Liskovskej jaskyne, vpredu povrch akumulačnej terasy T-Ib (A. Droppa, 1972). Foto: P. Bella
Fig. 1. The eastern spur of Mních (695 m) with the entrance of Lisková Cave and the surface of accumulation terrace T-Ib (A. Droppa, 1972). Photo: P. Bella

Vzhľadom na pozoruhodné archeologické a paleontologické nálezy v jaskyni sa v odborných prácach z druhej polovice 19. storočia a začiatku 20. storočia (L. Lóczy, 1877; J. Volko-Staro-horský, 1909 a iní) problematike jej geomorfologického vývoja nevenovala hlavná pozornosť. Až od 60. rokov minulého storočia sa väčšia pozornosť odborných kruhov upriamila aj na morfológiu a genézu jaskyne.

V doterajšej literatúre sa uvádza, že jaskyňa vznikla pozdĺž tektonických porúch (SZ – JV a SV – JZ smeru) a medzivrstevných plôch strednotriasových gutensteinských vápencov (sklonených 20° – 25° na západ) koróznou a eróznou činnosťou vôd Váhu, resp. jeho bočného ramena, ako aj koróziou spôsobenou presakujúcimi zrážkovými vodami (P. Janáčik – S. Šrol, 1965; P. Janáčik, 1968; A. Droppa, 1971; Z. Hochmuth, 1983, 1997 a iní). Už aj L. Lóczy (1878) predpokladal, že jaskyňa vznikla činnosťou vôd Váhu. Z. Hochmuth (2000) radí Liskovskú jaskyňu medzi „labyrintové jaskyne vytvorené na kontakte s podzemnými vodami alúvií významnejších slovenských riek v ich strednom toku".

Z tektonického hľadiska je oblasť Mnícha medzi Ružomberokom, Liskovou a Likavkou tvorená hrásťovitou kryhou vápencov chočského príkrovu vyzdvihnutou pozdĺž V – Z zlomov, čo sa udialo v paleogénnom a najmä v popaleogénnom období. Hrásť Mnícha je preťatá mladšími zlomami S – J smeru (P. Gross, 1971, 1980). Vznikanie hráste Mnícha už od vrchného lutétu dokladujú synsedimentárne deformácie v lome pod Mníchom, ktoré sú výsledkom skĺzavania už usadených hornín po zošikmujúcom sa svahu, čím sa narušila plynulosť sedimentačného cyklu (P. Gross et al., 1980).

V rámci geomorfologickej typológie krasu Slovenska J. Jakál (1993) uvedenú oblasť Mnícha zaraďuje medzi rozčlenený kras masívnych chrbtov, hrástí a kombinovaných zlomovo-vrásových štruktúr s úplným vývojom podzemného krasu, sporadickým povrchovým krasom a dominantným alogénnym vývojom krasu.

Prípadné spojenie Liskovskej jaskyne s jaskyňami v Liskovskom kameňolome sa vylučuje, pretože vápencové kryhy Liskovskej jaskyne a Lipej (na južnom svahu s opusteným kameňolomom) sú oddelené značne drobivým dolomitickým súvrstvím nevhodným pre vznik jaskynných chodieb (Z. Hochmuth, 1977).

ZÁKLADNÉ MORFOLOGICKÉ ZNAKY JASKYNE

Liskovská jaskyňa predstavuje vertikálno-horizontálnu, viacnásobnú labyrintovú jaskyňu (v zmysle klasifikácií W. B. White, 1988 a P. Bellu 1985, 1995a). V kontexte klasifikácie morfogenetických typov koróznych a uviokrasových jaskynných priestorov Západných Karpát (P. Bella, 1998) Liskovskú jaskyňu tvoria sektory koróznych freatických šikmých a kolenovito ohnutých chodieb, ako aj sektory koróznych kombinovaných chodieb s freatickými šikmými a kolenovito ohnutými úsekmi a epifreatickými piezometricky úrovňovými úsekmi. Typické uviokrasové chodby s bočnými korytami, vadóznymi meandrovitými zárezmi alebo parageneticky stropnými kotytami sa v jaskyni takmer nevyskytujú. V mohutných dómoch sú pôvodné korózne freatické a epifreatické priestory výrazne remodelované rútením, ktoré sa udialo vo vadóznych podmienkach po poklese hladiny podzemných vôd.

Na vysoký stupeň podzemného skrasovatenia v oblasti Liskovskej jaskyne poukazuje skutočnosť, že na pôdorysnej ploche 120 × 100 m je viac ako 4 km jaskynných chodieb, siení a dómov (E. Piovarči – M. Jurečka, 2003). Najvyššia hustota podzemných priestorov je v Camberových chodbách, ktoré tvoria hustú sieť poprepájaných chodieb, siení a komínov. Na mnohých miestach je vytvorených až päť chodieb nad sebou. Camberove chodby dosahujú dĺžku 435 m a hĺbku asi 30 m, pričom sú vytvorené v priestore iba 60 × 30 × 30 m (M. Jurečka, 2002).

Podľa A. N. Palmera (1999) možno takúto hydrogeologickú štruktúru charakterizovať labyrintovou pórovitosťou, resp. priepustnosťou. V prípade Liskovskej jaskyne možno uvažovať o sieťovitom a špongiovitom type labyrintu. Sieťovitý typ labyrintu, ktorý je podmienený šikmými až strmými tektonickými puklinami, vzniká uniformným rozpúšťaním medzi početnými cestami cirkulácie vody a ich rozširovaním v porovnateľnej rýchlosti. Špongiovitý typ labyrintu, ktorý má viac nepravidelných rozvetvených tvarov (nepravidelné siene s vetvami), vzniká koróziou v miestach miešania freatických vôd s vodami prenikajúcimi z povrchových riečisk, ako aj s občasnými záplavovými alebo presakujúcimi zrážkovými vodami.

SKALNÉ TVARY A SEDIMENTY AKO INDIKÁTORY HYDROGRAFICKÉHO VÝVOJA JASKYNE

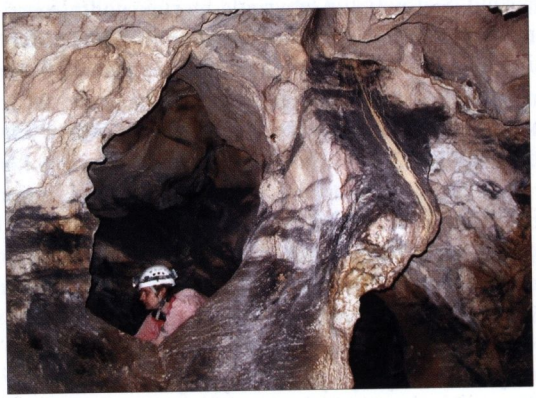
Na základe výskytu koróznych alebo korózno-eróznych tvarov jaskynného skalného georeliéfu a z charakteru naplavených sedimentov, ktoré sa vyskytujú v jaskyniach, možno rekonštruovať bývalé hydrografické podmienky v čase vývoja podzemných priestorov. Preto sme sa aj v Liskovskej jaskyni sústredili najmä na detailné pozorovanie väčších i menších tvarov jaskynného georeliéfu, čo nám umožnilo vysloviť niekoľko nových poznatkov a pohľadov na jej genézu. Takisto alochtónne piesčité a hlinité sedimenty uložené vo viacerých častiach tejto jaskyne poukazujú na charakter bývalých hydrologických procesov, ktorými sa transportovali do jaskyne.

Dominantná freatická modelácia jaskynných priestorov

Oválne, zväčša nepravidelne korózne modelované priestory, ktoré zaberajú takmer celú jaskyňu (obr. 2 a 3), nemajú znaky korózno-eróznej modelácie podzemného vodného toku. Vznikli v podmienkach pomalej cirkulácie, konvekcie až stagnácie podzemnej vody (pozri R. L. Curl, 1966; A. B. Klimchouk, 1997 a iní). Ako sme už uviedli, v jaskyni takmer úplne absentujú stropné korytá, meandrovité zárezy na stenách, podlahové riečiská a iné morfologické tvary typické pre riečnu modeláciu (okrem vstupných častí chodieb vedúcich od bočných vchodov vo východnej časti jaskyne). Podotýkame, že v starších prácach sa pri charakterizovaní genézy jaskyne poukazuje na eróziu ponorných vôd (A. Droppa, 1971 a iní).

Z. Hochmuth (1977) uvažuje o analógii šikmých chodieb, ktoré sú v Liskovskej jaskyni dosť zastúpené, s inváznymi depresnými vadóznymi chodbami (pozri D. C. Ford – R. O. Ewers, 1978; D. C. Ford, 2000). Podobne M. Jurečka (2002) píše o šikmých inváznych chodbách a hlbokých komínoch v Malom labyrinte a Sintrových chodbách v severovýchodnej časti jaskyne, ktorými sa údajne Váh zanáral do jaskyne. Avšak podľa morfológie týchto šikmých chodieb ide o šikmé freatické chodby, ktoré nevytvoril rýchly prúd podzemného vodného toku, ale pomalšie cirkulujúca voda. Zo štruktúrno-tektonického hľadiska sú podmienené medzivrstevnými plochami vápencov, na čo poukazuje už A. Droppa (1971).

Obr. 2. Freatické nepravidelné korózne vyhĺbeniny na stenách chodby juhozápadne od Vodopádu. Foto: P. Bella
Fig. 2. Phreatic irregular corrosion hollows on the wall passage situated south-west from the Waterfall (owstone decoration). Photo: P. Bella



Obr. 3. Skalný pilier vypreparovaný intenzívnou koróziou vo freatickej zóne, chodba medzi Spodným zrúteným dómom a Vodopádom. Foto: P. Bella
Fig. 3. Rock pillar formed by intensive corrosion in the phreatic zone, the cave passage between the Lower Breakdown Dome and the Waterfall. Photo: P. Bella

V depresných či inváznych vadóznych chodbách bývajú meandrovité a podlahové korytové zárezy vytvorené voľne tečúcim vodným tokom, čo sa v prípade Archeologickej chodby alebo chodieb klesajúcich od bočných vchodov dovnútra Liskovskej jaskyne nepozoruje. Takisto v miestach vyústenia šikmých chodieb do siení a dómov nie sú morfologické tvary zodpovedajúce prípadným tzv. piezometrickým limitom (A. N. Palmer, 1987), t. j. prechodným miestam medzi vadóznymi a freatickými podmienkami prúdenia vody, kde sa gravitačný vodný tok mení na tok podmienený hydrostatickým tlakom (príkladom bývajú miesta prechodu vadózneho kaňonu do jaskynnej úrovne a pod.).

V časti jaskyne, kde sa nachádzajú tieto šikmé chodby, je množstvo neprie-

lezných až embryonálnych poloválnych kanálikov (bedding-plane anastomoses), ktoré vznikajú vo freatickej zóne a predstavujú ranofreatické štádium vývoja chodieb (J. H. Bretz, 1942; R. O. Ewers, 1966; D. Kuffner, 1986; J. Ćalić-Ljubojević, 2001, 2003). Šikmé freatické chodby svedčia o tom, že mnohé jaskynné priestory Liskovskej jaskyne sa vytvárali najmä vo freatickej zóne pod vodnou hladinou. K tejto skutočnosti sa na koniec svojej úvahy prikláňa aj Z. Hochmuth (1997), hoci bez detailnejšieho vysvetlenia.

Obr. 4. Freatické korózne stropné komínovité vyhĺbeniny vo Veľkom labyrinte. Foto: P. Bella
Fig. 4. Phreatic corrosion ceiling chimney-like holes in the Great Labyrinth. Photo: P. Bella

Na freatickú modeláciu poukazujú aj mnohé stropné hrncovité či vrecovité vyhĺbeniny (obr. 4), ako aj špongiovité či sférické vyhĺbeniny v skalných stenách jaskynných chodieb, siení i dómov. Niektoré stropné vyhĺbeniny dosahujú dimenziu kupol. A. Osborne (2004) definuje stropnú kupolu ako dutinu vytvorenú rozpúšťaním, ktorá má kupolovitý strop a kruhový alebo eliptický pôdorys, pričom jej priemer alebo dlhšia os je väčšia ako 1,5 m. Intenzívnu koróznu freatickú modeláciu dokladajú aj ostrohranné skalné okná a skalné piliere.

Vytváranie jaskyne vo freatických podmienkach predurčili nielen medzivrstevné plochy, ale aj tektonické poruchy, prípadne aj staršie viac-menej drobné korózne dutiny zo staršieho obdobia geologického vývoja hrásťovitej karbonátovej kryhy. Nepravidelné, zväčša plytké freatické vyhĺbeniny sa miestami pozorujú aj na skalných stenách korózne rozšírených výrazných tektonických porúch (uvedené korózne tvary nevytvorila presakujúca atmosférická voda vo vadóznej zóne). Podľa Z. Hochmutha (1997) výrazné zvislé a takmer zvislé tektonické poruchy môžu súvisieť s okrajovou polohou vápencovej kryhy a začínajúcim sa jej gravitačným rozvoľňovaním. Tento proces sa však mohol viac prejaviť až po zahĺbení doliny Váhu s poklesom hladiny podzemných vôd, a preto freatické vyhĺbeniny na stenách korózne rozšírených tektonických porúch (v priečnej chodbe SV – JZ smeru medzi vstupnou chodbou vedúcou od hlavného vchodu a Archeologickou chodbou, v priestore Vodopádu a inde) sa vytvorili v skoršom období.

V niektorých chodbách a sieňach, ktoré majú freatické klenbovité, kupolovité, komínovité či vrecovité stropné tvary, spodné časti stien tvoria šikmé ploché, dovnútra sklonené skalné povrchy zv. planes of repose (chodba medzi Malým dómom a Vodopádom, priestory severozápadne od Zanvitových chodieb, Veľký labyrint a inde; obr. 5 a 6). A. L. Lange (1963, 1968), L. R. Goodman (1964) a V. S. Lukin (1967 in V. N. Andrejchuk, 1992) predpokladajú, že usadeniny jemných sedimentov prekážajú až zabraňujú koróznemu rozširovaniu skalného dna a šikmých stien (približne so sklonom 45° a menším) v úplne alebo čiastočne zaplavených jaskynných priestoroch v podmienkach stagnujúcej alebo pomaly prúdiacej vody. V užších chodbách nadobúdajú tvar „V". V nemeckej literatúre sa takéto šikmé skalné steny nazývajú Facetten. Podľa S. Kempeho et al. (1975) sa vytvárajú konvekčným prúdením vody od stropu nadol, paralelne so šikmými a plochými stenami vytvorenými v ich prvotnom vývojovom štádiu (bez akumulácie sedimentov súčasne s koróznym pôsobením vody). Okrem uvedených autorov

Obr. 5. Šikmé skalné steny zbiehajúce sa ku dnu chodby (planes of repose), severozápadne od Zanvitovych chodieb. Foto: P. Bella
Fig. 5. Planes of repose situated north-west from the Zanvit´s Passages. Photo: P. Bella

Obr. 6. Šikmé skalné steny zbiehajúce sa ku dnu (planes of repose) spodnej časti chodby pri Vodopáde, dno chodby je čiastočne prehĺbené podsedimentovou koróziou.
Foto: P. Bella
Fig. 6. Planes of repose in the lower part of cave passage near the Waterfall, the bottom of passage is partially deepened by below-sediment corrosion. Photo: P. Bella

existujú ďalšie názory týkajúce sa diskusie i polemiky o spôsobe vzniku týchto pozoruhodných tvarov jaskynného skalného georeliéfu, najmä v sadrovcových jaskyniach (K. Gripp, 1912; F. Rainboth, 1971, 1992 a iní).

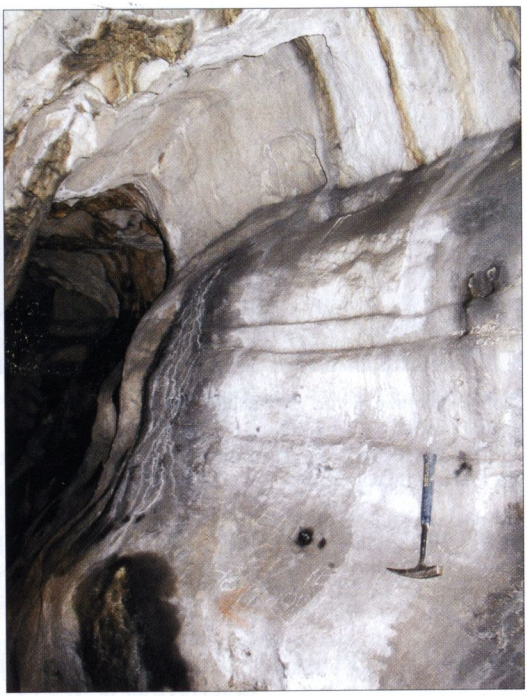
Epifreatická remodelácia freatických jaskynných priestorov a epifreatické horizontálne časti jaskyne

Miestami sa v Liskovskej jaskyni na skalných stenách vyskytujú korózne vrúbkovité hladinové zárezy (tenké ryhovité vodorovné vyhĺbeniny) zodpovedajúce úrovni bývalej vodnej hladiny (napr. v chodbe juhozápadne od Spodného zrúteného dómu – v mape Z. Hochmutha a P. Pateka z roku 1977 označený ako Jánošíkova sieň; obr. 7). Majú znaky koróznej modelácie na úrovni pokojnej vodnej hladiny vo viac-menej stagnujúcom vodnom prostredí (bočné zárezy vytvorené po okrajoch riečiska, resp. kanálu podzemného vodného toku majú odlišný korytový či meandrovitý charakter). Možno predpokladať, že po freatickej fáze vývoja bola spodná časť chodby určitý čas čiastočne zaplavená vodou. Keďže hladinové zárezy nie sú veľmi výrazné, išlo skôr o kratšiu fázu stagnácie vody počas postupného klesania vodnej hladiny po freatickej fáze vývoja jaskynných priestorov alebo počas záplav.

Ploché šikmé steny (planes of repose) zbiehajúce sa do stredu chodby alebo siene sa na mnohých miestach pozorujú pod epifreatickými koróznymi hladinovými zárezmi (napr. v úzkej chodbe severozápadne od Zanvitových chodieb). V užších chodbách je podlahový „V" profil medzi planes of repose prehĺbený podsedimentovou koróziou (chodba pri Vodopáde), najmä po poklese vodnej hladiny v rámci následnosti epifreatic-

kého a vadózneho vývoja jaskyne, resp. po opakujúcom sa zaplavovaní chodieb (pozri P. Bella – K. Urata, 2002).

V Liskovskej jaskyni sa vyskytujú aj horizontálne a subhorizontálne úseky chodieb, ktoré P. Janáčik (1968), A. Droppa (1971) a Z. Hochmuth (1983, 1997) považujú za jaskynné úrovne. Na mnohých miestach spájajú sifonálne úseky (freatické slučky), ktoré svojou priestorovou konfiguráciou, odrážajúcou štruktúrno-tektonické diskontinuity horninového komplexu, výrazne predurčili epifreatickú speleogenézu v horizontálnej či subhorizontálnej dimenzii. V epifreatickej (plytkej freatickej) zóne jaskynné priestory vrátane jaskynných úrovní vznikajú pozdĺž hladiny podzemných vôd, kde horizontálna cirkulácia vody inklinuje k hlavnému recipientu, resp. kanálu odtoku vody viažucemu sa k eróznej báze. Pritom sa miestami remodelujú staršie freatické kanály, ktoré sa prednostne využívajú na epifreatickú cirkuláciu vody. Jaskynné úrovne v Liskovskej jaskyni majú charakter tzv. evolučného „niveau" (v zmysle A. Bögliho, 1980).



Obr. 7. Epifreatické vrúbkovité hladinové zárezy na stene chodby situovanej juhozápadne od Spodného zrúteného dómu. Foto: P. Bella

Fig. 7. Epiphreatic nick water-table notches on the wall of cave passage situated south-west from the Lower Breakdown Dome. Photo: P. Bella

Základná charakteristika jaskynných sedimentov vo vzťahu k rekonštrukcii vývoja jaskyne

Základnú charakteristiku sedimentov v jaskyni podáva A. Droppa (1971). Píše, že piesky boli naplavené Váhom, jemné kalové hliny a piesky sa do jaskyne dostali počas povodní. Sedimentácia hlín a pieskov nebola plynulá. Oddeľuje ich sintrová kôra, ktorá sa našla v sonde v Spodnom zrútenom dóme. Riečne štrky hrubšej frakcie sa v jaskyni nenašli.

Podobne Z. Hochmuth (1983, 1997) uvádza, že zo sedimentov, ktoré sa do jaskyne transportovali vodou, sa zachovala len ílovitá a piesčitá frakcia. Vyplavenie riečnych štrkov z jaskynných priestorov, o ktorom uvažuje Z. Hochmuth (1979), bez zachovania akéhokoľvek okruhliaka, je málo pravdepodobné. Riečne štrky by museli vyplavovať silné prúdy vody z riečiska Váhu. Tečúc do jaskyne by však z poriečnej nivy prinášali ďalšie štrky.

Rovnaký charakter sedimentov bez riečnych štrkov je i v naposledy objavených častiach jaskyne. M. Jurečka (2001) pri opise speleologického prieskumu Kamenných chodieb medzi Guánovým dómom a Západnou sieňou spomína sifón vyplnený pieskom (medzi meračskými bodmi č. 586 a 587). Podľa naplaveného piesku sa nazýva Plážová sieň a nachádza sa neďaleko od najhlbšieho miesta jaskyne v Camberových chodbách (M. Jurečka, 2002).

Obr. 8. Jaskynné hieroglyfy v chodbe pri Vodopáde.
Foto: P. Bella
Fig. 8. Cave hieroglyphic vermiculations in the passage near the Waterfall. Photo: P. Bella

Na základe charakteru sedimentov, ktoré sa pozorujú v jaskyni, možno konštatovať, že podmienky ich sedimentácie zodpovedajú freatickému vývoju jaskyne s pomalým prúdením a miešaním vody, ako aj občasným povodňovým situáciám, avšak bez „neobmedzených" miest ponárania sa povrchového vodného toku do jaskyne s transportom riečneho štrku.

V niektorých častiach jaskyne (napr. v chodbe pri Vodopáde, obr. 8) sú na stropných častiach skalných stien miniatúrne vermikulárne útvary (A. Bini et al., 1978 a iní), resp. jaskynné hieroglyfy (V. Panoš, 2001). Na sledovaných miestach Liskovskej jaskyne sa vytvorili koaguláciou koloidne rozptýlených suspenzných ílovitých častíc z vysychajúcich tenkých povlakov, ktoré sa na skalných stenách usadili z povodňových vôd v epifreatickej, resp. postfreatickej fáze vývoja jednotlivých častí jaskyne.

REKONŠTRUKCIA GEOMORFOLOGICKÝCH A HYDROGRAFICKÝCH PODMIENOK VÝVOJA JASKYNE

Keďže v Liptovskej kotline sa okrem zvyškov riečno-jazerných sedimentov na kopci Bežan (670 m) a na medziriečisku JZ od obce Sokolče (zatopenej vodnou nádržou Liptovská Mara) nenašli žiadne sedimenty neogénneho veku, predpokladá sa, že jej územie bolo počas neogénu viac-menej súšou, na ktorej sa po ústupe paleogénneho mora začali vytvárať zárodky dnešnej riečnej siete (P. Gross – E. Köhler, 1980). Podobne A. Droppa (1971) uvádza, že vápencová kryha Mnícha (695 m) bola po tektonickom vyzdvihnutí na rozhraní paleogénu a neogénu vystavená povrchovej denudácii (podľa P. Grossa, 1971, 1980 sa táto kryha vyzdvihla v paleogénnom a najmä v popaleogénnom období).

Z. Hochmuth (1983) uvádza, že Liskovskú jaskyňu vytvorili vody bočného ramena Váhu, ktorý v starších štvrtohorách tiekol severnejšie ako v súčasnosti. Ďalej píše, že sa jaskyňa vytvárala vo viacerých etapách pri horizontálnom premiestňovaní koryta, ako aj pri jeho postupnom zahlbovaní. Pritom sa vytvorili jaskynné úrovne, ktoré geneticky zodpovedajú riečnym terasám.

Pomerne málo rozčlenený povrch východnej časti vápencovej kryhy nad Liskovskou jaskyňou (575 – 585 m n. m.) je v nižšej výškovej pozícii ako jej západná hrebeňová časť s kótami 657 m (Mních) a 695 m. Východná časť kryhy relatívnou výškou nad riečiskom Váhu približne zodpovedá riečnej terase T-VI (G-2), ktorú v priľahlej časti Liptovskej kotliny vyčlenil A. Droppa (1972). Preto možno uvažovať, či nebola horná časť vápencovej kryhy nad Liskovskou jaskyňou zdenudovaná laterálnou eróziou Váhu. Táto predstava korešponduje s predpokladom Z. Hochmutha (1983) o severnejšej pozícii toku Váhu v starších štvrtohorách. Nižšia výšková pozícia východnej časti vápencovej kryhy však môže byť aj dôsledkom rozdielnych tektonických pohybov pozdĺž mladších zlomov, ktoré vápencovú kryhu ako celok pretínajú v S – J smere (P. Gross, 1971, 1980).

A. Droppa (1971) uvádza, že ponorné vody Váhu nevnikali do vápencového masívu ďaleko, len na vzdialenosť 60 m od ponorov (rúrovitých otvorov ležiacich severne od hlavného vchodu do jaskyne). Ďalej sa obracali smerom na JZ alebo J pozdĺž smerov tektonických puklín, až sa znova vracali do povrchového koryta Váhu. Hlavný vchod do jaskyne považuje za súčasť odtokovej chodby, ktorá sa neskôr odkryla svahovou modeláciou. Asi 120 m od Liskovskej jaskyne je situovaná Camberova sonda (dĺžka 93 m, hĺbka 23,5 m), ktorou pravdepodobne prenikali vody (cez neznámy úsek) do priestoru Guánového dómu, resp. Meandrových chodieb alebo do priestoru nižšie situovaného Severného závalu (E. Piovarči – M. Jurečka, 2003).

Vo vzťahu ku genéze Liskovskej jaskyne nie je v doterajšej literatúre jednoznačne určený spôsob vnikania povrchových vôd do podzemia. O ponorných vodách Váhu či jeho bočného ramena píšu A. Droppa (1971) a Z. Hochmuth (1983). Podobne E. Piovarči a M. Jurečka (2003) považujú Camberovu sondu za bývalý ponor. Existujú však aj úvahy o „nepriamom" vnikaní vôd Váhu do vápencovej kryhy (M. Jurečka, 2001). Uvedení autori poukazujú aj na opakujúce sa zaplavovanie jaskyne.

V rámci priepustnosti komplexov krasových hornín sa rozlišujú tri typy elementov pórovitosti. Trojnásobnú pórovitosť tvoria trojrozmerné intergranulárne či interkryštalické póry (vytvorené v čase sedimentácie a diagenézy hornín) alebo nepravidelné korózne dutiny, dvojrozmerné rovinné medzivrstevné plochy a tektonické pukliny (vytvorené v čase neskorej diagenézy a tektonických pohybov) a jednorozmerné lineárne rúrovité kanály (S. R. H. Worthington, 1999). Takýto charakter priepustnosti pravdepodobne vo veľkej miere vplýval aj na vývoj Liskovskej jaskyne, pretože hrásťovitá kryha vrstevnatých vápencov je značne tektonicky porušená a od jej tektonického vyzdvihovania v paleogénnom a najmä popaleogénnom období bola až do kvartérneho zahlbovania širokej doliny Váhu vystavená dlhodobým vplyvom viac-menej nekoncentrovaného a neusmerneného krasovatenia (so vznikom embryonálnych koróznych dutín) vzhľadom na intenzívnejšie prenikanie vôd z povrchového vodného toku.

K názornejšiemu objasneniu vývoja jaskýň treba ďalej uviesť, že sa rozlišujú tri základné typy prenikania vody z povrchových vodných tokov do krasových hydrogeologických štruktúr, čím sa detailnejšie zaoberá J. Bruthans (2001):

1. Ak sa povrchové vodné toky ponárajú sústredene v slepých či poloslepých depresiách, v jaskynných priestoroch dochádza k transportu takmer všetkého klastického materiálu.

2. Ak sa voda ponára sústredene, avšak v skrytých ponoroch v riečisku, nemusí dochádzať k transportu všetkého klastického materiálu cez jaskynné priestory. Pri povodniach sa cez skryté ponory nemusí do podzemia dostávať celý prietok povrchového vodného toku, ale iba jeho časť.

3. Ak sa voda z povrchových vodných tokov nesústredene infiltruje do uviálnych sedimentov poriečnej nivy a z nich preniká do „kontaktných" krasových hornín, k transportu klastického materiálu jaskynnými priestormi nedochádza (podobne ako v prípade vývoja Liskovskej jaskyne). Zvyšná časť povrchového vodného toku tečie ďalej povrchovým riečiskom a umožňuje ďalšie nesústredené infiltrácie vôd do horninového prostredia na mnohých miestach pozdĺž toku.

V nadväznosti na typológiu kontaktného krasu podľa I. Gamsa (1994) krasová oblasť Liskovskej jaskyne má z hľadiska geomorfologického vývoja charakter izolovaného krasu s veľkou koncentráciou miest strácania sa alochtónnych vôd do podzemia, horizontálnym kontaktom a infiltráciou, prípadne aj in ukciou alochtónnych vôd do podzemia v podmienkach viac-menej plytkej piezometrickej hladiny podzemných vôd a limitovanej priepustnosti.

Jaskynné priestory vznikajú nielen v zóne infiltrácie vody či v epifreatickej zóne, ale aj v hlbšej časti zvodnenej krasovej hydrogeologickej štruktúry (v hlbšej freatickej zóne) až niekoľko sto metrov pod povrchom. Známe sú prípady vytvárania jaskynných dutín zmiešanou

koróziou a turbulenciou vody vo freatickej zóne aj pod povrchovým riečiskom, kde nastáva miešanie hlbších podzemných vôd s vodami prenikajúcimi z povrchového vodného toku, ktoré majú rozdielne fyzikálno-chemické vlastnosti. Časti freatických jaskynných priestorov, ktoré sa zahĺbením doliny, resp. riečiska povrchového vodného toku dostali do epifreatickej zóny (výškovo viac-menej zodpovedajúcej povrchovému riečisku a povodňovým vodným stavom), často bývajú remodelované a zväčšené činnosťou podzemného vodného toku alebo modeláciou pozdĺž stabilnej alebo oscilujúcej vodnej hladiny (so statickou alebo pomaly prúdiacou vodou), ako aj povodňovými vodami. Prívalové povodňové vody vytvárajú slepé chodby i väčšie labyrinty, ktoré bývajú „vložené" už do skôr existujúcich jaskýň (A. N. Palmer, 2001, 2002). Takýto typ speleogenézy pozdĺž povrchových vodných tokov v Českom krase charakterizuje J. Bruthans (2001), čo viac-menej (okrem činnosti podzemného vodného toku) možno aplikovať aj na genézu Liskovskej jaskyne.

Najhlbšie miesto v Liskovskej jaskyni je v Camberových chodbách. Podľa M. Jurečku (2002) sa nachádza 15,5 m pod hlavným vchodom do jaskyne a 4 m pod úrovňou povrchu akumulačnej terasy T-Ib (A. Droppa, 1972; obr. 1), na ktorej leží obec Lisková. Keďže A. Droppa (1972) uvádza hrúbku riečnych nánosov pri Ružomberku len 4,3 m, najhlbšie miesto v jaskyni (asi 484,5 m n. m.) siaha približne na úroveň skalnej bázy uvedenej akumulačnej terasy (jej akumulačný povrch je vo výške 2 až 3 m nad terajším riečiskom Váhu). Z hydrologického hľadiska sa v najnižšej časti Liskovskej jaskyne pozorujú iba priesaky atmosférických vôd, ktoré prenikajú do hlbšej časti horninového prostredia (M. Jurečka, 2002).

Z jaskýň v Liskovskom kameňolome, ktoré opisuje Z. Hochmuth (1977), je z hydrografického hľadiska pozoruhodná Vodná jaskyňa s podzemným jazerom v jej dolnej časti. Vchod do tejto jaskyne sa nachádza na bývalej vodorovnej ťažobnej plošine vo výške 495 m n. m. Hladina podzemného jazera kolíše 4 – 5 m pod úrovňou vchodu, t. j. asi 5 m nad skalnou bázou akumulačnej terasy T-I (podľa A. Droppu pozostáva z troch akumulačných stupňov T-Ia, T-Ib a T-Ic s jednotnou skalnou bázou).

Porovnávajúc hydrografické pomery najnižšej časti Liskovskej jaskyne (bez podzemného jazera ani vodného toku) a dolnej časti Vodnej jaskyne (podzemné jazero), ktorá je situovaná v bezprostrednej blízkosti okraja akumulačnej terasy T-Ib, sa konštatuje nejednotná hladina podzemných vôd. V tejto súvislosti treba opäť pripomenúť, že Z. Hochmuth (1977) vylučuje prípadné spojenie Liskovskej jaskyne s jaskyňami v Liskovskom kameňolome z dôvodu oddeľujúceho dolomitického súvrstvia. Na základe porovnania výškových pozícií možno predpokladať, že maximálna spodná úroveň epifreatickej modelácie v Liskovskej jaskyni by mohla zodpovedať skalnej báze akumulačnej terasy T-I.

Vápencový východný výbežok Mnícha zaujíma v rámci Západných Karpát ostrovnú polohu karbonátových hornín v nižších častiach kotlín a predhorí, kde z hľadiska pohybu ponorných vôd vo vadóznej či plytkej freatickej, resp. epifreatickej zóne neexistuje väčší hydraulický gradient (P. Bella, 1995b), avšak vzhľadom na mocnosť karbonátov je zvodnená aj hlbšia freatická zóna. V hornej časti freatickej zóny sa ponorné a infiltračné vody miešajú s hlbšími freatickými vodami.

JASKYNNÉ ÚROVNE – PREHĽAD NÁZOROV A DISKUSIA

V rámci vertikálneho rozsahu Liskovskej jaskyne sa pozoruje niekoľko horizontálnych a subhorizontálnych úsekov chodieb, siení a dómov, ktoré sa nachádzajú v rozdielnych výškových pozíciách (pozri pozdĺžny rez jaskyne – A. Droppa, 1971). Na základe tejto skutočnosti sa usudzuje, že ide o viaceré vývojové úrovne, ktoré sa postupne vytvorili odhora nadol v určitých

súvislostiach s etapami formovania povrchového georeliéfu priľahlej časti Liptovskej kotliny. Problematikou vývojových úrovní v Liskovskej jaskyni i v okolitých jaskyniach vo vzťahu k vývoju riečnych terás Váhu sa zaoberajú P. Janáčik (1968), A. Droppa (1971) i Z. Hochmuth (1977, 1983, 1997).

P. Janáčik (1968) rozlišuje v Liskovskej jaskyni štyri vývojové úrovne. Uvádza, že najvyššiu a najstaršiu úroveň tvorí „chodba nad rebríkmi" (Guánový dóm s priľahlými chodbami) a najvyššie časti Partizánskych siení. Stredná úroveň pozostáva zo vstupnej časti, Archeologickej chodby, Pieskových chodieb (v mape Z. Hochmutha a P. Pateka Veľký labyrint), časti Partizánskych siení a ďalších bočných chodieb s hrubou vrstvou nánosov. Spodnú úroveň predstavuje Malý a Veľký dóm (podľa A. Droppu, 1971 Spodný zrútený dóm a Zrútený dóm, v mape Z. Hochmutha a P. Pateka Jánošíkova a Veľká sieň), Labyrint a spodné časti Partizánskych siení. Najnižšiu úroveň, značne zanesenú hlinito-piesčitými sedimentmi, P. Janáčik predpokladá v SZ časti jaskyne v úrovni, prípadne až pod dnešným riečiskom Váhu.

Tak isto A. Droppa (1971) vyčlenil hornú, strednú a spodnú jaskynnú úroveň. Podľa výškových pozícií ich zatrieďuje do sústavy riečnych terás Váhu. Hornú jaskynnú úroveň vo výške 34 m nad poriečnou nivou koreluje s terasou T-IV (mindel-2), strednú jaskynnú úroveň s terasou T-III (riss-1) a spodnú jaskynnú úroveň s terasou T-II (riss-2). Zo stredných terás sa v neďalekom lome od Liskovskej jaskyne odkryl zvyšok terasy T-III. Jej štrkové nánosy ležia na zarovnanom podklade svetlosivých dolomitov v nadmorskej výške 504 m, t. j. 22 m nad terajším korytom Váhu. Táto terasa svojou výškovou polohou, ako aj petrografickým zložením nánosov a stupňom ich zvetrania zodpovedá terase T-III na pravom brehu Ludrovianky (A. Droppa, 1970, 1972), ktorá je ľavostranným prítokom Váhu oproti Liskovskej jaskyni.

Najviac jaskynných úrovní vyčleňuje Z. Hochmuth (1997). Uvádza najnižšiu úroveň v priemernej výške 496 m n. m. (vo väčšom rozsahu ako A. Droppa), „strednú" úroveň (označenie v nadväznosti na P. Janáčika, 1968 a A. Droppu, 1971) v priemernej výške 505 m n. m. (obr. 9), úroveň asi 5 – 7 m nad „strednou" úrovňou (Horný a Malý labyrint), „hornú" úroveň vo výške 526 m n. m. Uvažuje aj o úrovni vo výške 535 m n. m. (v Zrútenej chodbe vedúcej k hornému vchodu a hornej časti Guánového dómu) a úrovni vo výške 555 m n. m. (vstupná sienka), hoci poukazuje na nejednoznačné objasnenie vývoja tejto časti jaskyne. Vyčlenenie dvoch najvyšších jaskynných úrovní na základe doterajších poznatkov je polemické (pomerne krátke fragmenty chodieb vzhľadom na nižšie úrovne).

Z. Hochmuth (1977) sa zaoberal aj problematikou vývoja okolitých jaskýň. Uvádza, že neďaleká Jaskyňa na Mníchu i Jaskyňa v Liskovskom kameňolome, ktoré sú v relatívnej výške 45 – 50 m nad terajším tokom Váhu, by mohli zodpovedať terase T-IV (mindel-2) v rámci chronologického zatriedenia riečnych terás podľa A. Droppu (1972). Ťažbou zničená Kavčia jaskyňa, takisto s tvarmi riečnej modelácie, údajne zodpovedá terase T-II (riss-2).

Keďže v rámci uvedených jaskynných úrovní v Liskovskej jaskyni nie sú typické riečne chodby s bočnými meandrovitými zárezmi či parageneticky stropmi, nepredstavujú jaskynné úrovne typu riečnych korýt. Majú viac-menej nevyrovnaný pozdĺžny priebeh s mnohými slučkovými či kolenovitými ohybmi. V rámci vývoja jaskynných úrovní A. Bögli (1980) vyčleňuje aj tzv. evolučné „niveau", ktoré sa vytvára v nadväznosti na piezometrický povrch podzemných vôd a inklinuje k hlavnému recipientu, resp. kanálu odtoku vody. V nadväznosti na štruktúrno-tektonické pomery majú dominantne zväčšujúce sa vodné kanály tendenciu dosiahnuť najkratšie spojenie s hlavným recipientom odtoku vody. Kanály tečúcej vody vertikálne i horizontálne oscilujú v epifreatickej (plytkej freatickej) zóne, vrátane vysokých vodných stavov. V prípade Liskovskej jaskyne azda možno fázy epifreatickej modelácie korelovať s vývojom skalnej bázy alebo akumulačného povrchu riečnych terás Váhu.

Obr. 9. Chodba v juhozápadnej časti Veľkého labyrintu rozšírená v epifreatickej zóne („stredná" vývojová úroveň). Foto: P. Bella
Fig. 9. Cave passage in the south-western part of Great Labyrinth enlarged in the epiphreatic zone ("middle" developmental level). Photo: P. Bella

Podľa D. C. Forda a R. O. Ewersa (1978) je morfológia pozdĺžneho profilu jaskynných priestorov pri stabilizovanej hladine podzemných vôd alebo pod ňou podmienená početnosťou alebo odporom, v menšej miere i zoskupením tektonických puklín, ktorými preniká podzemná voda. Korózne freatické slučkovité podzemné dutiny sa vyznačujú malou početnosťou puklín, čo spôsobuje mnohonásobné freatické ohyby chodieb. Takéto jaskynné priestory sa vytvárajú koróziou v hydrostatických podmienkach alebo konvekciou vody s tvorbou nepravidelných vyhĺbenín. V dôsledku veľkej početnosti puklín a malého odporu štruktúrno-tektonického skeletu sa po jeho koróznom rozšírení znižuje a vyrovnáva piezometrický povrch hladiny stagnujúcich podzemných vôd, pričom sa vytvárajú úrovňové formy jaskynného georeliéfu.

ZÁVER

Na základe revízneho geomorfologického výskumu možno predložiť viaceré závery, ktoré spresňujú a rozširujú doterajšie poznatky a názory na genézu Liskovskej jaskyne:

1. Do karbonátovej kryhy Liskovskej jaskyne, ktorá je výrazne popretkávaná medzivrstevnými plochami a porušená tektonickými poruchami, prenikali alochtónne vody najmä nesústredenou infiltráciou z poriečnej nivy Váhu i okolitého nekrasového územia. V súvislosti so zvýšením stupňa skrasovatenia karbonátovej kryhy sa vyprofilovali hlavné infiltračné, resp. prítokové vetvy (zodpovedajúce najmä terajším bočným vchodom a Camberovej sonde). Napriek tomu však zostali pre riečne sedimenty hrubšej frakcie „nepriechodné" (v jaskyni nie sú riečne štrky a okruhliaky, iba piesok a hlina).

2. Zo skalných tvarov, ktoré vznikli chemickým rozpúšťaním, v jaskyni výrazne dominujú tvary freatickej modelácie. Vyskytujú sa v podobe chodieb i siení, na skalných stenách ktorých sú väčšie i menšie nepravidelné korózne vyhĺbeniny, ako aj rozličné stropné vrecovité až komínovité vyhĺbeniny. Miestami na intenzívnu freatickú modeláciu a vysoký stupeň skrasovatenia poukazujú aj skalné piliere a okná alebo pomerne hustá sieť embryonálnych medzivrstevných kanálikov (bedding plane anastomoses). Na „pokojné" vodné prostredie v čase vytvárania či rozširovania pôvodných freatických tvarov poukazujú aj korózne ploché šikmé spodné časti skalných stien, ktoré sa zbiehajú do strednej časti podlahy chodieb či siení (Facetten, planes of repose).

3. Epifreatická remodelácia starších freatických tvarov nie je v jaskyni výrazná, viac-menej skôr iba sporadická. Na niektorých miestach horizontálnych a subhorizontálnych úsekov jaskyne sa na skalných stenách vytvorili pomerne málo výrazné hladinové zárezy. V epifreatickej zóne sa však pravdepodobne v nadväznosti na skôr vytvorené freatické dutiny vytvárali horizontálne úseky chodieb hornej, strednej a spodnej vývojovej úrovne. Horizontálne a subhorizontálne úseky, ktoré na mnohých miestach obsahujú freatické slučky a neobsahujú výraznejšie tvary epifreatickej modelácie alebo remodelácie pôsobením podzemného vodného toku (bočné korytá, meandrovité zárezy a pod.), zodpovedajú tzv. evolučnému „niveau" a nie „niveau" typu riečnych korýt (v zmysle genetických typov jaskynných úrovní podľa A. Bögliho, 1980).

4. Pôvodné freatické dutiny sa možno rozšírili, resp. zväčšili aj vplyvom viacerých opakujúcich sa záplav. Povodňové vody nielen úplne či čiastočne vyplnili podzemné priestory, ale aj pod tlakom prenikali do strán pozdĺž tektonických puklín a medzivrstevných plôch, čím vznikali slepé bočné výklenky i bočné chodby či komíny. Nešlo však o „prudké" prieniky povodňových vôd do jaskyne „otvorenými" ponornými chodbami, pretože sa do jaskyne nedostali riečne štrky a okruhliaky. Úvahy o úplnom vyprázdnení riečnych štrkov a okruhliakov v mladšej fáze vývoja jaskyne sú značne polemické (silné prúdy vody by riečne sedimenty hrubšej frakcie z jaskyne nielen vyprázdňovali, ale z blízkej poriečnej nivy Váhu by do podzemných priestorov transportovali ďalšie takéto sedimenty).

5. Liskovská jaskyňa predstavuje typický príklad koróznej jaskyne vytvorenej viac-menej pomaly prúdiacou vodou vo freatickej zóne v litologicky izolovanej karbonátovej kryhe, ktorá sa nachádza v kotlinovej pozícii. V čase fáz stabilizácie hladiny podzemnej vody v nadväznosti na geomorfologický vývoj, resp. etapovité zahlbovanie doliny Váhu sa v jaskyni čiastočne uplatnila aj epifreatická modelácia podzemných priestorov pomaly prúdiacou až stagnujúcou vodou. Na základe doterajších opisov genézy jaskyne sa však prevažne uvažovalo, že podzemné chodby sú riečneho pôvodu a vytvorili sa pôsobením vôd bočného ponorného ramena Váhu. Tomuto predpokladu však nezodpovedá absencia typických tvarov riečnej modelácie a riečneho štrku a okruhliakov.

S cieľom explicitnejšieho určenia niektorých fáz vývoja Liskovskej jaskyne treba vykonať datovanie jaskynných sedimentov, napr. v priestore sondy v tzv. Spodnom zrútenom dóme, ktorú opisuje A. Droppa (1971). V tejto časti jaskyne uvádza mocnosť sedimentov 2,8 m, v ich podloží sú gutensteinské vápence. Medzi vrstvami hliny a piesku sa tu zistila sintrová kôra, ktorej absolútny vek možno určiť rádioizotopovým datovaním. Tým by sa určilo časové rozhranie medzi uložením starších podložných piesčitých a hlinitých sedimentov a mladších nadložných hlinitých sedimentov v rámci jednej z najmladších vývojových fáz jaskyne. Ucelenejšie poznanie geochronológie vývoja jaskyne závisí od toho, či sa v jaskyni nájdu aj iné vhodné profily sedimentov na ich rádioizotopové datovanie alebo paleomagnetický výskum.

ANDREJCHUK, V. (1992). O proischoždenii poligonalnych sečenij peščernych chodov. Izučenije uraľskich peščer, doklady 2. i 3. konferencii speleologov Urala. Perm, 103 – 105.
BELLA, P. (1985). Pokus o morfometrickú klasifikáciu podzemných krasových foriem z hľadiska vertikálnej členitosti. Slovenský kras, 23, 233 – 242.
BELLA, P. (1995a). Princípy a teoreticko-metodologické aspekty klasifikácie morfologických typov jaskýň. Slovenský kras, 33, 3 – 15.
BELLA, P. (1995b). Ku genéze ponorných uviokrasových jaskýň alogénnych území Západných Karpát. In Hochmuth, Z. (ed.): Reliéf a integrovaný výskum krajiny. Zborník referátov z vedeckej konferencie, Prešov 26. – 27. 10. 1995. Prešov, 7 – 18.
BELLA, P. (1998). Základné morfogenetické typy koróznych krasových a uviokrasových jaskýň Západných Karpát. Prírodné vedy, 30, Folia Geographica, 2, Prešov, 305 – 315.
BELLA, P. (2004). Laterálne výklenky a zárezy vyhĺbené v skalných stenách jaskýň. Aragonit, 9, 9 – 19.
BELLA, P. – URATA, K. (2002). Podsedimentové korózne tvary skalného georeliéfu v Ochtinskej aragonitovej jaskyni. Aragonit, 7, 8 – 11.
BINI, A. – CAVALLI GORI, M. – GORI, S. (1978). A critical review of hypotheses on the origin of vermiculations. International Journal of Speleology, 10, 1, 11 – 33.
BÖGLI, A. (1980). Karst Hydrology and Physical Speleology. Springer-Verlag, Berlin – Heidelberg – New York, 284 p.
BRETZ, J. H. (1942). Vadose and phreatic features of limestone caverns. Journal of Geology, 50, 675 – 811.
BRUTHANS, J. (2001). Nové poznatky o charakteru a genezi podzemních krasových forem v Českém krasu a dalších oblastech bez soustředěných ponorů v České republice. Český kras, 27, 21 – 29.
CURL, R. L. (1966). Cave conduit enlargement by natural convection. Cave Notes, 8, 1, 4 – 8.
ĆALIĆ-LJUBOJEVIĆ, J. (2001). Upward Growth of Bedding-Plane Anastomoses. Proceedings, 13th International Congress of Speleology, 1, Brasília, 71 – 73.
ĆALIĆ-LJUBOJEVIĆ, J. (2003). Meduslojne anastomoze i njihova uloga u speleogenezi. In Ljubojević, V. (ed.): Zbornik 4. simpozijuma o zaštiti karsta (Despotovac 2000). Beograd, 123 – 129.
DROPPA, A. (1970). Výskum riečnych terás v zátopovej oblasti Liptovská Mara. Liptov (vlastivedný zborník), 1, 7 – 34.
DROPPA, A. (1971). Geomorfologický výskum Liskovskej jaskyne v Liptovskej kotline. Československý kras, 20, 75 – 84.
DROPPA, A. (1972). Výskum riečnych terás v okolí Ružomberka. Liptov (vlastivedný zborník), 2, 11 – 25.
EWERS, R. O. (1966). Bedding-plane Anastomoses and Their Relation to Cavern Passages. Bulletin of the National Speleological Society, 28, 3, 133 – 140.
FORD, D. C. (2000). Speleogenesis Under Unconfined Settings. In Klimchouk, A. B. – Ford, D. C. – Palmer, A. N. – Dreybrodt, W. (eds.): Speleogenesis. Evolution of Karst Aquifers. National Speleological Society, Huntsville, Alabama, U. S. A., 319 – 324.
FORD, D. C. – EWERS, R. O. (1978). The development of limestone cave systems in the dimensions of length and depth. Canadian Journal of Earth Sciences, 15, 1783 – 1798.
GAMS, I. (1994). Types of contact karst. Geografia Fisica e Dinamica Quaternaria, 17, 37 – 46.
GOODMAN, L. R. (1964). Planes of repose in Höllern, Germany. Cave Notes, 6, 3, 17 – 19.
GRIPP, K. (1912). Über den Gipsberg in Segeberg und die in ihm vorhandene Höhle. Hamburg wissenschaftliche Anstalten, 30, 6, 35 – 51.
GROSS, P. (1971). Geológia západnej časti Liptovskej kotliny. Geologické práce, Správy, 56, Bratislava, 109 – 124.
GROSS, P. (1980). Tektonika. In Gross, P. – Köhler, E. a kol.: Geológia Liptovskej kotliny. GÚDŠ, Bratislava, 116 – 121.
GROSS, P. – KÖHLER, E. (1980). Paleogeografia. In Gross, P. – Köhler, E. a kol.: Geológia Liptovskej kotliny. GÚDŠ, Bratislava, 122 – 125.
GROSS, P. – KÖHLER, E. – PAPŠOVÁ, J. – SNOPKOVÁ, P. (1980). Geológia a stratigrafia sedimentov vnútrokarpatského paleogénu. In Gross, P. – Köhler, E. a kol.: Geológia Liptovskej kotliny. GÚDŠ, Bratislava, 22 – 72.
HOCHMUTH, Z. (1977). Jaskyne v Liskovskom kameňolome. Slovenský kras, 15, 129 – 134.
HOCHMUTH, Z. (1983). Kras Chočských vrchov, Liskovská jaskyňa. In Hlaváč, J. – Hochmuth, Z. – Vozárik, P. – Valaštiak, M.: Exkurzný sprievodca krasom Západných Tatier a Chočských vrchov (24. jaskyniarsky týždeň). Príloha Spravodaja SSS, 14, 1, 23 s.
HOCHMUTH, Z. (1997). Príspevok k problematike genézy jaskynných úrovní v Liskovskej jaskyni. Slovenský kras, 35, 89 – 96.

HOCHMUTH, Z. (2000). Geomorfologický vývoj strednej časti doliny Bodvy a krasový fenomén okraja Slovenského krasu. In Lacika, J. (ed.): Zborník referátov z 1. konferencie Asociácie slovenských geomorfológov pri SAV. Bratislava, 51 – 56.
JAKÁL, J. (1993). Karst Geomorphology of Slovakia. Geographia Slovaca, 4, 38 p.
JANÁČIK, P. (1968). Zpráva o výskume a o prieskumných prácach v Liskovskej jaskyni. Slovenský kras, 6, 83 – 86.
JANÁČIK, P. – ŠROL, S. (1965). Zpráva o výskume Liskovskej jaskyne. Slovenský kras, 5, 109 – 110.
JUREČKA, M. (2001). Výsledky prieskumnej činnosti v Liskovskej jaskyni (1). Spravodaj SSS, 32, 4, 13 – 18.
JUREČKA, M. (2002). Výsledky prieskumnej činnosti v Liskovskej jaskyni (2). Spravodaj SSS, 33, 1, 30 – 35.
KEMPE, S. – BRANDT, A. – SEEGER, M. – VLADI, F. (1975). „Facetten" and „Laugdecken", the typical morphological elements of caves developed in standing water. Annales des Spéleologie, 30, 4, 705 – 708.
KLIMCHOUK, A. (1997). Speleogenetic effects of water density differences. Proceedings of the 12th International Congress of Speleology, 1, La Chaux-de-Fonds, 161 – 164.
KUFFNER, D. (1986). Deckenkarren – Ein Beitrag zur Speläogenese. Die Höhle, 37, 3, 157 – 167.
LANGE, A. (1962). Water level planes in caves. Cave Notes, 4, 2, 12 – 16.
LANGE, A. (1963). Planes of repose in caves. Cave Notes, 5, 6, 41 – 48.
LANGE, A. L. (1968). The changing geometry of cave structures. Part III: Summary of solution processes. Caves and Karst, 10, 3, 29 – 32.
LAURITZEN, S. E. – LUNDBERG, J. (2000). Solutional and erosional morphology. In Klimchouk, A. B. – Ford, D. C. – Palmer, A. N. – Dreybrodt, W. (eds.): Speleogenesis. Evolution of Karst Aquifers. National Speleological Society, Huntsville, Alabama, U. S. A., 408 – 426.
LÓCZY, L. (1877). A Baráthegyi barlang megvizsgálásárol. Természettudományi közlöny, 9, 1 – 16, 321 – 324.
MAZÚR, E. – LUKNIŠ, M. (1977). Regionálne geomorfologické členenie Slovenskej sočialistickej republiky. Geografický časopis, 30, 2, 101 – 125.
OSBORNE, A. (2004). The troubles with cupolas. Acta carsologica, 33/2, 9 – 36.
PALMER, A. N. (1975). The origin of maze caves. National Speleological Society Bulletin, 37, 3, 56 – 76.
PALMER, A. N. (1987). Cave levels and their interpretation. National Speleological Society Bulletin, 49, 2, 50 – 66.
PALMER, A. N. (1999). Patterns of dissolution porosity in carbonate rocks. In Palmer, A. N. – Palmer, M. V. – Sasowsky, I. D. (eds.): Krast Modelling. Special Publication, 5, The Karst Waters Institute, Charles Town, West Virginia (USA), 71 – 78.
PALMER, A. N. (2000). Hydrogeologic Control of Cave Patterns. In Klimchouk, A. B. – Ford, D. C. – Palmer, A. N. – Dreybrodt, W. (eds.): Speleogenesis. Evolution of Karst Aquifers. NSS, Huntsville, Alabama, U. S. A., 77 – 90.
PALMER, A. N. (2001). Dynamics of cave development by allogenic water. Acta carsologica, 30, 2, 13 – 32.
PALMER, A. N. (2002). Speleogenesis in Carbonate Rocks. In Gabrovšek, F. (ed.): Evolution of Karst: From Prekarst to Cessation. Založba ZRC, Carsologica, Postojna – Ljubljana, 43 – 59.
PALMER, A. N. – AUDRA, Ph. (2004). Patterns of caves. In Gunn, J. (ed.): Encyclopedia of Caves and Karst Sciences. Fitzroy Dearbon, New York – London, 573 – 575.
PANOŠ, V. (2001). Karsologická a speleologická terminologie. Knižné centrum, Žilina, 352 s.
PIOVARČI, E. – JUREČKA, M. (2003). Malofatranský prielom v Camberovej sonde pri Liskovskej jaskyni. Spravodaj SSS, 34, 4, 6 – 11.
REINBOTH, F. (1971). Zum Problem der Facetten- und Laugdeckenbildung in Gipshöhlen. Die Höhle, 22, 3, 88 – 92.
REINBOTH, F. (1992). Laborversuche zur Entstehung von Stillwasserfazetten und Laugdecken – mit einem kritischen Überblick zum Stand der Diskussion. Die Höhle, 43, 1, 1 – 18.
SLABE, T. (1995). Cave rocky relief and its speleogenetical significanse. Zbirka ZRC, 10, ZRC SAZU, Ljubljana, 128 p.
TENCER, J. (2005). Tabuľka najdlhších a najhlbších jaskýň na Slovensku (stav k 31. 3. 2005). Spravodaj SSS, 36, 2, 48 – 49.
VAŠKOVSKÝ, I. (1980). Geológia kvartérnych sedimentov. In Gross, P. – Köhler, E. a kol.: Geológia Liptovskej kotliny. GÚDŠ, Bratislava, 96 – 115.
VOLKO-STAROHORSKÝ, J. (1909). Neolitná jaskyňa v Liptove. Časopis Muzeálnej slovenskej spoločnosti, 2, Turčiansky Sv. Martin, 18 – 25.
WHITE, W. B. (1988). Geomorphology and Hydrology of Karst Terrains. Oxford – New York, 464 p.
WORTHINGTON, S. R. H. (1999). A comprehensive strategy for understanding ow in carbonate aquifer. In Palmer, A. N. – Palmer, M. V. – Sasowsky, I. D. (eds.): Krast Modelling. Special Publication, 5, The Karst Waters Institute, Charles Town, West Virginia (USA), 30 – 37.

Adresa autora:
RNDr. Pavel Bella, PhD., Správa slovenských jaskýň, Hodžova 11, 031 01 Liptovský Mikuláš,
e-mail: bella@ssj.sk

ON THE MORPHOLOGY AND GENESIS OF LISKOVÁ CAVE

SUMMARY

The Lisková Cave is situated in the western part of the Liptov Basin, near Ružomberok town and Lisková village (the nothern part of Slovakia, between the Nízke Tatry Mts. and the Chočské vrchy Mts.). Its lenght is 4,094 metres with the vertical range of 72 metres. The cave was formed in the eastern part of lifted carbonate block surrounded by non-carbonate rocks. The origin and development of its passages, halls and domes are controlled by several tectonic faults and bedding-planes of Middle-Triasic Gutenstein Limestone.

A very high degree of subterranean karstification in the area of Lisková Cave corresponds to a dense morphological network of cave labyrinth. More than 4 kilometres of cave passages, halls and domes occur on the ground plan extent of 120 × 100 metres. The highest density of cave spaces is in the Camber´s Passages. In their many places there, five passages are located above themselves. The Camber´s Passages are 435 metres long and about 30 metres deep, but some are formed only in the spatial dimension of 60 × 30 × 30 metres (M. Jurečka, 2002).

The carbonate block of Lisková Cave is intensively interlaced by bedding planes and faults. It was penetrated mainly by dispersed infiltration of allochtonous waters from the Váh river bed and surrounding non-karstic area. Main in ow feeders (related to recent passages of side entrances and the cavities of Camber´s exploration pit) were profiled in connection with an increase of karstification degree of carbonate block. There are only sand and clay sediment in the cave. Probably, these in ow feeders were not adequately appropriate for a uvial transport of gravels and boulders into the cave.

The Lisková Cave presents vertically-horizontal, multiple cave labyrinth with phreatic inclined and loop segments, and segments with mixture of phreatic and epiphreatic watertable-levelled components. There are not typical uviokarstic passages with wall channels, meandering notches, vadose oor channels or paragenetic ceiling channels in the cave. Phreatic forms (irregular corrosion spongework hollows, blind side tube-like holes, rock windows and pillars in bedrock, bedding plane anastomoses, ceiling pocket and cupolas) are dominant. Lower parts of many cave passages and halls present broadly at rock walls inclined and narrowing towards the oor – planes of repose (Facetten). In several horizontal and subhorizontal segments of the cave, nick water-level notches (water-level lines) on rock walls correspond to height levels of stagnant or slowly moving waters. Primary phreatic cavities were enlarged by repeated oods. Under a pressure, invasion ood waters diffused along faults and bedding planes and formed side blind holes, small passages and chimneys (probably torrential invasions of ood waters were not relevant but uvial gravels and boulders are not known in the cave). These primary phreatic and epiphreatic forms in halls and spacious domes are remodelled by breakdown during a vadose phase of cave development after a decrease of water table.

Several developmental levels in the Lisková Cave and nearby caves, correlated with the Váh river terraces, are distinguished by P. Janáčik (1968), A. Droppa (1971) and Z. Hochmuth (1977, 1983, 1997). According to these autors, the Lisková Cave with developmental levels were originated by allochtonous water ow sinking from the Váh River. However, typical wall channels, meander notches or other more remarkable rock forms of epiphreatic originative action of water ow are missing or featurless also in horizontal and subhorizontal cave segments. But phreatic loops, irregular spongework hollows, blind side tube-like holes or ceiling pockets are included also in these cave segments. The horizontal and subhorizonatal epiphreatic cave segments, genetically determined by spatial position and configuration of older phreatic cavities, more correspond to the "evolution niveau" than the "river bed niveau" in sense of A. Bögli (1980).

According to main morphological features the Lisková Cave presents a typical example of phreatic corrosion caves formed broadly by convection or slowly moving water in the lithologically isolated carbonate block located in the basin position. The epiphreatic formation of the cave by slowly owing or nearly stagnant water was exerted during stability phases of water table in connection with the geomorphological development – phased downcuting of Váh river bed into lower part of Liptov Basin.

SLOVENSKÝ KRAS (ACTA CARSOLOGICA SLOVACA)	XLIII	53 – 66	LIPTOVSKÝ MIKULÁŠ 2005

KALCITOVÉ KRYŠTÁLY V RELIKTOCH FOSÍLNEHO HYDROTERMÁLNEHO KRASU V NÍZKYCH TATRÁCH

MONIKA ORVOŠOVÁ

M. Orvošová: Calcite crystals in relics of fossil hydrothermal karst from the Low Tatras Mountains (Western Carpathians, Slovakia)

Abstract: Hydrothermal paleokarst cavities with calcite crystals up to 20 cm large were found in two caves of the Nízke Tatry Mts. Studied caves are developed in Triassic limestone and dolomite of the Guttenstein type. In both caves older zones of tectonic and hydrothermal activity became later guides for meteoric water circulation paths during younger speleogenesis. Calcite crystals representing the hydrothermal stage were studied using uid inclusion microthermometry and stable isotope geochemistry. Carbon and oxygen isotope profiling from the crystal core to the crystal from both caves are remarkably different. Prismatic-scalenohedral type (Silvošova diera Cave) shows lower $\partial^{18}O$ (9.8 to12.6 ‰ V-SMOW) and $\partial^{13}C$ (–3.2 to –11.7 ‰ V-PDB) data than the scalenohedral type (Nová Stanišovská Cave) ($\partial^{18}O$ 11.1 to 17.8 ‰ V-SMOW, $\partial^{13}C$ –3.3 to –6.8 ‰ V-PDB). Fluid inclusion water in prismatic-scalenohedral calcite exhibits minor decrease of ∂D values from crystal core (∂D –31 ‰ SMOW) to crystal rim (∂D –41 ‰ SMOW) in contrast scalenohedral calcite from the Nová Stanišovská Cave differ significantly between the crystal core (∂D –50‰ SMOW) and crystal rim (∂D –11 ‰ SMOW). Mono- and two-phase inclusions, both dominated by aqueous liquid, two-phase inclusions contain small (1 – 5 vol.%) vapour bubble. Homogenisation temperatures of two-phase inclusions in prismatic-scalenohedral calcite are with total range of estimates between 58.6 and 100.5 °C (0 – 0.7 wt.% NaCl) and from scalenohedral calcite is similar (63.1 – 107.1°C), salinities of 0 to 2.7 wt.%.

The calcite crystals were formed in different stages of low-temperature hydrothermal ow of low-salinity uids. Observed data can be most plausibly explained as a result of participation of more uid types. Crystals represent a product of extinct hydrothermal system gradually invaded by more shallow circulating waters. Fossil thermal uids discharged along Alpine uplift-related NNW – SSE-trended faults during Paleogen–pre-Pliocene time. During younger common meteoric speleogenesis drusy linings of paleocavities were partly disintegrated and crystal fragments were deposited in fine-grained uvial cave deposits of Pliocene age. Increased D concentration in the inclusion water compared to recent meteoric precipitation indicated a warmer climate during the calcite crystallization.

Key words: stable isotopes, uid inclusions, hydrothermal karst, hydrothermal calcite

ÚVOD

Počas intenzívneho speleologického prieskumu krasu Nízkych Tatier v poslednom období boli odkryté nové podzemné priestory s výskytmi mineralogicky zaujímavých, mohutných kryštálov kalcitu v jaskyniach Silvošova diera a Nová Stanišovská (Hochmuth – Holúbek, 1996; Votoupal – Holúbek, 1996; Orvošová, 1999).

Mineralogické zbierky Slovenského múzea ochrany prírody a jaskyniarstva, ktorého zbierkotvorná činnosť sa špecializuje na sekundárne výplne jaskýň, ponúkajú i vzácne exempláre kryštálových drúz z rôznych krasových oblastí Slovenska, veľmi podobné alebo rovnaké, aké sa našli vo vyššie uvedených jaskyniach. Drúzy kalcitu pre svoje dokonalé kryštálové tvary

a predovšetkým veľkosť (nad 20 cm) sa doteraz považovali za vzácne formy výskytu sintrovej výzdoby jaskýň, teda predpokladal sa ich vznik podobne ako pri kvapľoch vyzrážavaním z chladnej meteorickej vody prenikajúcej z povrchu.

Obidve jaskyne sú produktmi dominantnej freaticko-vadóznej speleogenézy chladných vôd meteorického pôvodu cirkulujúcich cez krasový masív. Jaskyne rozčlenili alebo rozrušili pravdepodobne oveľa staršie produkty hydrotermálnej aktivity, obsahujúce kalcitové drúzy. Jednotlivé dezintegrované kryštály boli tiež depozitované vo uviálnych sedimentoch. Iné minerály nevystupujú v paragenéze s drúzami kalcitu.

Veľkosť kalcitových drúz, charakter koróznych dutín sférických tvarov a iné netypické znaky jaskynného prostredia v miestach nálezov kryštálov svedčili o ich hydrotermálnom pôvode. Až následné geochemické analýzy samotných kryštálov z jaskýň Silvošova diera a Nová Stanišovská potvrdili naše predpoklady, že množstvo krasových fenoménov v krase Nízkych Tatier je geneticky spojených s cirkuláciou teplých uíd pozdĺž tektonických (aktívnych) regionálnych lineamentov. Toto poznanie znamená istú zmenu v predstavách o mechanizme krasovatenia a má pravdepodobne významné implikácie i pre iné krasové oblasti.

Cieľom tohto článku je informovať o dôkazoch výskytu hydrotermálneho paleokrasu na Slovensku so zreteľom na kras Nízkych Tatier a poukázať na jeho dôležitú úlohu ako sprievodcu infiltračných vôd neskoršej mladšej meteorickej speleogenézy.

POUŽITÉ METÓDY

Kalcitové kryštály boli narezané kolmo na os c, aby sa získali pozdĺžne prúžky v priemere 1 × 2 cm, s dĺžkou korešpondujúcou s priemerom kryštálu. Prúžky boli rozdelené na 10 – 11 postupne očíslovaných častí, ktoré reprezentovali individuálne rastové zóny od centra k okraju. Okolo 10 mg z každej časti sa odobralo na určenie stabilných izotopov C a O. Premena karbonátov na CO_2 sa vykonala použitím bežnej metódy Mc Crea (1950). Pomer izotopov C a O v CO_2 sa meral na hmotnostnom spektrometri Finnigan MAT 250 na Geologickej službe v Bratislave. Výsledky boli stanovené v konvenčnej notácii ako ‰ odchýlka zo štandardov V-PDB a V-SMOW. Chyba merania pre izotopy C^{13} a O^{18} je 0,1 ‰. Zvyšná časť z každého prúžku bola rozdelená na drobné štiepne fragmenty a opatrne sa skúmala pod polarizačným mikroskopom. Fragmenty obsahujúce uidné inklúzie sa vybrali na mikrotermometriu a analýzu izotopov vodíka z inklúznej vody. Voda z inklúzií bola extrahovaná z približne 2 g kalcitových fragmentov vákuovým mlynom pri 60 °C. Uvoľnená voda z inklúzií sa konvertovala na vodík redukciou s uránom pri 750 °C. Vodík absorbovaný aktívnym uhlím a chladený tekutým dusíkom sa ihneď analyzoval hmotnostným spektrometrom. Extrahovanie vody z inklúzií a meranie vodíkových izotopov sa uskutočnilo na Inštitúte geochémie v Göttingene za použitia Finnigan MAT 251 hmotnostného spektrometra. Hodnoty D boli vyjadrené podľa štandardu V – SMOW, limitná chyba je v rámci ± 1 ‰. Štiepne fragmenty sa neleštili, ale priamo použili na mikrotermometriu, aby sa zabránilo termálnej a mechanickej reekvilibrácii počas rezania a leštenia. Homogenizačné teploty uidných inklúzií sa merali prvé, aby sa eliminovali chyby spôsobené expanziou ľadu a sprievodným zväčšením inklúzií pri schladzovaní. Na každý fragment sa aplikoval len jeden cyklus ohrievanie – mrazenie. Na ohrievaco-zmrazovací proces bol použitý Linkam THM-600 na Geologickej službe v Bratislave namontovaný na mikroskop Nikon Optiphot s veľkou pracovnou dĺžkou objektívov a JVC CCD fotoaparátom. Chyba v teplotách fázových prechodov je menšia ako ± 1°C.

Minerálne zloženie jaskynných sedimentov sa stanovilo na základe rtg-difrakcie pomocou rtg-difraktometra PHILIPS PW 1710 na Prírodovedeckej fakulte UK v Bratislave. Najjemnejšia ílová frakcia pod 0,002 mm, sa separovala vo vodnom prostredí. Pred samotnou separáciou bol

použitý ultrazvukový dezintegrátor a 0,1 M roztok hexametafosforečnanu sodného ako dispergačné činidlo. Jedna frakcia sa použila na prípravu orientovaných preparátov, nevyhnutných na stanovenie všetkých ílových minerálov prítomných vo vzorke, predovšetkým smektitov, ktoré je nemožné stanoviť iným spôsobom. Celohorninové vzorky sa zároveň analyzovali vo forme neorientovaných preparátov na stanovenie kvantitatívneho zastúpenia jednotlivých minerálnych, hlavne neílových fáz.

DOTERAJŠIE POZNATKY O HYDROTERMÁLNOM KRASE

Krasové javy, ktoré boli vytvorené pôsobením hydrotermálnych roztokov, resp. činnosťou teplej a horúcej vody, podľa H. Schoellera (1962) teplejších ako priemerná ročná teplota územia – sa súhrne označujú ako hydrotermálny kras (Dublyansky, 1997).

V domácich periodikách prvý raz explicitne definuje prítomnosť hydrotermálneho krasu v centrálnych Západných Karpatoch J. Činčura a R. Milovský (2000) v súvislosti s pôsobením hydrotermálnych roztokov na báze presunových plôch príkrovov, za vzniku rauwakových brekcií ako produktu hydrotermálnotektonickej premeny karbonátového komplexu. Systém príkrovov tvorený mezozoickými vrstvami rozpustných karbonatických komplexov sa vyznačuje na svojej báze určitými chemickými a mineralogickými zmenami spôsobenými pretekajúci horúcimi roztokmi. Keďže ide o hydrotermálny systém fungujúci v prostredí rozsiahlych karbonátových komplexov, možno ho označiť za hydrotermálny kras (Činčura – Milovský, 2000). Snahou J. Činčuru je poukázať na krasový aspekt premeny karbonatického prostredia vďaka zvýšenej teplote uíd v krasovom prostredí. Okrem chemickej, mineralogickej a petrologickej premeny karbonátových komplexov teplými roztokmi patria k hydrotermálnemu krasu i morfologické formy dutín vzniknuté rozpúšťaním, ale aj ich rozličné minerálne výplne, ktoré sa v nich vyzrážali.

V rámci nejednotného názoru na genézu Belianskej jaskyne, ktorá sa vyznačuje mnohými odlišnými morfologickými a genetickými znakmi (Bella – Pavlarčík, 2001), v zmysle K. Žáka (1999) možno uvažovať o miešaní „hlbších" teplejších podzemných vôd s vodami prenikajúcimi z povrchového vodného toku. O účinkoch hydrotermálneho krasovatenia v Belianskej jaskyni sa zmieňuje i J. Głazek (2004), ktorý na základe pozorovania korozívnych profilov na viacerých miestach v jaskyni a mineralogických výskumov jaskynných sedimentov navrhuje hypotézu, že jaskyňa bola vytvorená vplyvom teplých vystupujúcich vôd prenikajúcich pozdĺž vrstevných plôch počas výzdvihu Tatier pozdĺž ružbašského zlomu.

Produkty hydrotermálneho krasovatenia prekryté mladšou meteorickou speleogenézou boli opísané z mnohých krasových regiónov. V. N. Dublyansky a A. A. Lomaev (1980) našli kalcitové žily a hydrotermálne dutiny vyplnené alebo lemované „islandským kalcitom" v jaskyniach na Kryme (Khod Konem a Gvozdeckého jaskyňa). Kryptokrasové hydrotermálne kaverny modifikované neskoršími vadóznymi jaskyňami opísal V. V. Sgibnev (1986) z pohoria Ťanšan v Kazachstane, P. Bosák (1993) z horského chrbta Tyuya-Muyun v Kirgizsku a M. Bac-Moszaszwili a J. Rudnicki (1991), J. Głazek (2004) z poľských Tatier (Dziura jaskinia). Veľmi detailné štúdie T. D. Forda (2000) nadväzujú na jeho predchádzajúcu prácu (Ford, 1995), skompletizovanú neskôr J. Cordingleyom (2000). Demonštrujú početné prípady hydrotermálneho krasu, na ktorý bola naložená mladšia vadózna speleogenéza v regióne Castleton (Derbishire, VB). Typický hydrotermálny kras sa vyskytuje aj v blízkom Panónskom bloku vo viacerých krasových oblastiach Maďarska (Müller, 1989). Všetci autori zdôrazňujú dôležitú úlohu skoršieho hydrotermálneho paleokrasu ako významného sprievodcu pre následné infiltračné vody mladšej meteorickej speleogenézy (Osborne, 2000).

Hydrotermálne jaskyne sa utvárajú vystupujúcimi horúcimi vodami, t. j. vyvíjajú sa z hĺbky k zemskému povrchu a v tomto zmysle sú skôr hypogénne ako epigénne. Môžu sa vyvíjať vo veľkých hĺbkach, kde sú teploty vysoké a tok prúdenia relatívne pomalý, alebo v plytkých hĺbkach, kde sú teploty nízke a v jaskyni existuje voľná hladina termálnej vody. Tak môžu vznikať pod voľnou hladinou termálnej vody alebo nad ňou mechanizmom kondenzačnej korózie a metasomatickým rozpúšťaním. Veľa týchto jaskýň nedosahuje topografický povrch, teda môžu byť pretínané mladším normálnym krasom, svahovou alebo dolinovou eróziou, banskou činnosťou alebo na ne narazia hlboké vrty počas prieskumu geotermálnych polí. Hydrotermálny kras je dôležitým fenoménom možnej prítomnosti a tvorby rudných telies. Krasové procesy korodujúce okolitú horninu pripravia priestory na neskoršie depozitovanie rudných alebo nerudných minerálov. Dôkazom je množstvo hydrotermálnych jaskýň objavených počas prieskumu rudných ložísk hosťujúcich v karbonátových horninách (ide hlavne o nízkotermálne rudné ložiská Pb, Zn, Hg, Sb, As, U, V, uoritu, barytu a kalcitu) (Dublyansky, 1997). Mnoho hydrotermálnych jaskýň, najmä hlboko uložených, je tvorených v teplotách vyšších ako 100 °C. Vo väčšine prípadov uidá formujúce kras sú iba o čosi teplejšie ako normálne krasové vody; vtedy nastáva postupná zmena medzi hydrotermálnym a normálnym krasovým prostredím.

Minerály vzniknuté v hydrotermálnych jaskyniach odrážajú charakter týchto termálnych uíd. V najbežnejších prípadoch hydrotermálna jaskyňa vo vápenci môže obsahovať iba kryštály kalcitu, na druhej strane v jaskyniach situovaných v blízkosti rudných polôh môže počet minerálnych druhov, ktoré vznikajú supergénnou alteráciou primárnych hydrotermálnych minerálov dosahovať 20 i viac.

Hydrotermálny pôvod jaskynných minerálov sa overuje dvomi metódami:

– štúdiom uidných inklúzií, poskytujúcim informáciu o teplote a chemickom zložení uíd

– izotopovým štúdiom, ktoré poskytuje informácie o zdroji zložiek obsahujúcich minerál a o paleoprostredí, v ktorom vznikal.

Vek hydrotermálnej aktivity možno zistiť aj rádioaktívnym izotopovým štúdiom. Na datovanie sa využívajú metódy $^{230}Th/^{234}U$ a $^{234}U/^{238}U$ s časovým dosahom 350 000 rokov a druhou metódou sa dá určiť, či je kalcit mladší alebo starší ako 1,2 mil. rokov.

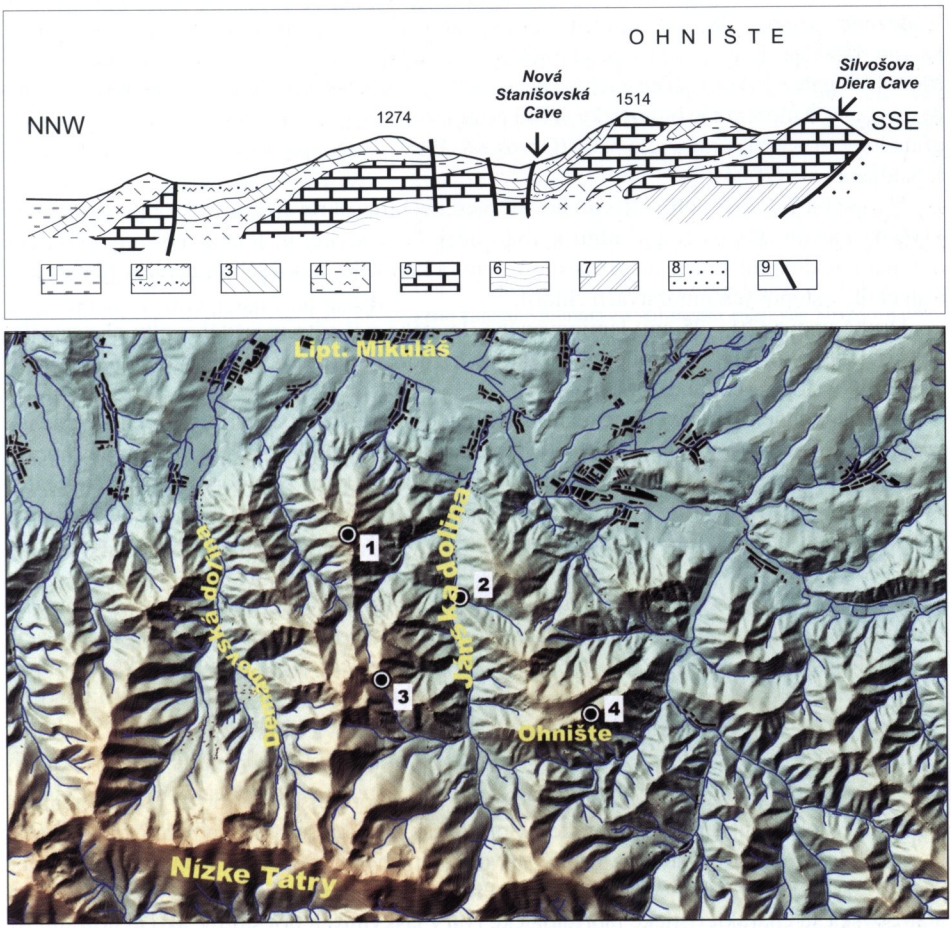
Hydrotermálne jaskynné minerály rozpoznáme podľa prítomnosti exotických minerálov, ktoré v „normálnom" jaskynnom prostredí v nízkotermálnych krasových vodách nevznikajú (napr. idiomorfné kryštály kremeňa alebo väčšina sulfidov), alebo prítomnosti mineralogickej paragenézy netypickej pre „normálne" nízkoteplotné jaskynné prostredie, ale typickej pre epitermálne prostredie (< 200 °C), napr. baryt, uorit, sulfidy a iné. A nakoniec je to morfológia a veľkosť kryštálov a kryštálových agregátov, ktoré naznačujú veľmi stabilné hydrodynamické a termodynamické podmienky (napr. mohutné idiomorfné kryštály a kôry zložené z veľkých stĺpcovitých kryštálov).

Najbežnejším hydrotermálnym minerálom v karbonátových jaskyniach je kalcit. Často tvorí steblovité až stĺpcovité agregáty kryštálov lemujúcich jaskynné steny zakončené individuálnymi kryštálmi, ktoré prezrádzajú ich voľný rast.

Najčastejšie morfologické formy kalcitových kryštálov sú skalenoéder (dogtooth spar) a kombinácia prizmy so skalenoédrom, ktorý má zakončenie špičiek kryštálov plochým romboédrom (neilhead spar). Morfológia odráža rozdielne teplotné prostredia, dogtooth spar sa tvoria pri relatívne vyšších teplotách uíd (> 50 °C), kým pre nailhead spar je charakteristická vlažná teplota (< 50 °C) (Dublyansky, 1997). Zahraničné práce ukazujú, že kryštalické agregáty sú pomerne častou a typickou formou výzdoby mnohých hydrotermálnych – hypogénnych jaskýň (Hill – Forti, 1997).

OPIS JASKÝŇ A VÝSKYTOV KALCITOVÝCH KRYŠTÁLOV

Študované veľké kalcitové kryštály boli opísané z jaskýň Silvošova diera a Nová Stanišovská zo severných svahov Nízkych Tatier. Jaskyne sú vyvinuté v triasových vápencoch a dolomitoch gutensteinského typu patriacich karbonátovej sekvencii chočského príkrovu nasunutého na kryštalické podložie a autochtónny perm-triasový pokryv tatrickej tektonickej jednotky (obr. 1).



Obr. 1. Geologický profil študovanej oblasti (podľa Maheľa 1986) s mapou výskytu hydrotermálneho kalcitu v jaskyniach Nízkych Tatier (1 – Kalcitová jaskyňa, 2 – Nová Stanišovská jaskyňa, 3 – Starý hrad, 4 – Silvošova diera)

Fig. 1. Geological cross-section of study area (modified after Maheľ 1986) and the topographic localization of cave hydrothermal calcites from The Nízke Tatry Moutains 1 – Kalcitová Cave, 2– Nová Stanišovská Cave, 3 – Starý hrad, 4 – Silvošova diera); 1 – kvartér (Quaternary), 2 – 5 chočský príkrov (Choč Nappe): 2 – lunzské vrstvy (Lunz Beds) Karnian, 3 – rei inské vápence (Rei in Limestone) Upper Anisian-Ladinian, 4 – dolomit (dolomite) Middle-Upper Triassic, 5 – gutensteinské vápence (Guttenstein Limestone) Anisian; 6 – 8 – krížňanský príkrov (Krížna Nappe): 6 – slienité vápence (marly limestone) Titonian-Lower Creaceous, 7 – dolomit (dolomite) Middle – Upper Triassic, 8 – kremence (quartzite) Lower Triasic; 9 – zlom (fault)

Jaskyňa Silvošova diera je situovaná v nadmorskej výške okolo 1 450 m, v JV časti krasového masívu Ohnišťa. Fluviálna jaskyňa s úzkymi chodbami a malými sieňami reprezentuje fragment fosílnej jaskynnej siete, vyvinutej v ponornej oblasti na kontakte variských granitoidov a krasových hornín. Kalcitové kryštály sa našli pochované vo uviálnom alochtónnom sedimente, vzácne zachovanom v prekope sifónu 8 m od vchodu jaskyne. Miesto nálezu dezintegrovaných kryštálov kalcitu sa nachádza v tektonicky rozrušenej zóne (SSZ – JJV smeru) alterovaných vápencov. Hydrotermálne krasovatenie s typickou modeláciou sa v jaskyni Silvošova diera slabo zachovalo. Bolo silne remodelované neskoršou freaticko--vadóznou speleogenézou. Zostal len relikt kopulovitého stropu nad pochovanými kryštálmi kalcitu, ktorý je silne korodovaný s typickými vystupujúcimi kalcitovými žilkami materskej horniny. Vrstevný sled vzácne zachovaného sedimentačného profilu (max. mocnosť 100 cm) nespevnených uložení je litologicky veľmi pestrý, zložený zo štyroch vrstiev, ktoré sa odlišujú granulometricky, ale i mineralogicky (Orvošová, 1999). Paleomagnetický vek profilu odhadol J. Kadlec et al., (2004).

Najspodnejšia vrstva (30 – 40 cm) ílovito-piesčitej hliny okrovej farby, v ktorej sa vyskytujú kryštály kalcitu spolu s fragmentmi korodovanej, brekciovitej materskej horniny, obsahuje dominantný dolomit s menšou prímesou kalcitu a kremeňa, z ílových minerálov hlavne illit a smektit, v stopových množstvách chlorit.

Druhá vrstva (20 – 25 cm) laminovaného ílovitého a ílovito-piesčitého siltu okrovozelenej farby neobsahuje v základnej mase žiadne karbonáty, prítomný je len kremeň a íly (illit a smektit, v stopových množstvách chlorit).

Dve najvrchnejšie vrstvy piesčitej hliny okrovočervenej farby sú veľmi podobné. Oddeluje ich 30 cm hrubá sintrová kôra a odlišujú sa len množstvom okruhliačikov rôznych typov hornín (lužňanského súvrstvia autochtónnej obalovej jednotky tatrika, žilného kremeňa a limonitových „brokov" veľkosti do 1 cm). Dominantným minerálom je kalcit s prímesou kremeňa, z ílov hlavnou fázou je chlorit a vedľajšou illit. Vo všetkých členoch profilu sa v stopových množstvách nachádza goethit a amorfná hmota.

Kryštálová morfológia. Malé bezfarebné, priesvitné kryštály väčšie ako 1 cm sú romboedrického vývoja, kým veľké kryštály majú typický prizmaticko-skalenoedrický tvar (kombinácia dominantnej hexagonálnej prizmy ($10\bar{1}0$) a plochého skalenoedra). Maximálna dĺžka obojstranne zakončených a čiastočne priehľadných okrových kryštálov je 10 cm (obr. 2) Prizmatické plochy veľkých vzoriek sú čiastočne skorodované, s drsným povrchom. Vnútro kryštálov je oscilačne zonálne.

Jaskyňa Nová Stanišovská nachádzajúca sa v nadmorskej výške 750 m je vytvorená na križovatke dolín Jánskej a Stanišovskej, ktoré ohraničujú krasový masív Ohnišťa zo Z a S. Horizontálny jaskynný systém vyvinutý v dvoch výrazných úrovniach sleduje rombickú sieť S – J (SSZ – JJV) a ZSZ – VJV dislokácií. Pre hydrotermálne krasovatenie v jaskyni Nová Stanišovská sú charakteristické morfologické tvary jaskynných priestorov, ako je prítomnosť guľovitých, od niekoľko desiatok centimetrov do niekoľkých metrov vykružených kopulovitých dutín, ktoré navzájom interferujú. Okrem charakteristických kopulovitých tvarov sú vyvinuté i ďalšie typické morfológie stien typu ostrých skalných priehradok a okien medzi sférickými dutinami, ktoré sú navzájom poprepájané do vzostupných komínov a pod. Tieto typické tvary sa pokladajú za dôležité diagnostické kritérium hydrotermálnych jaskýň (Dublyansky, 1990; Suchý – Zeman, 1999). Kalcitové kryštály lemujú alebo úplne vypĺňajú sférické dutiny a väčšie kaverny, niekoľko dm až metrovej šírky, vyvinuté v smere SSZ – JJV porúch v najjužnejšej časti jaskynného systému. Stropy guľovitých priestorov neobsahujú žiadnu sintrovú výzdobu. Materská hornina je silne skorodovaná a miestami tektonicky rozdrvená. Tektonicky zbrek-

ciovatené miesta sú limonitizované a vytvárajú okrovo-červené polohy zemitej masy.

Kryštalová morfológia. Čiastočne priehľadné, sivé alebo žlté kryštály veľkosti 10 – 20 cm sú skalenoedrického habitu s dominantným tvarom ($21\bar{3}1$) skalenoédra (obr. 3). Veľké kryštály majú často na povrchu drobné kostrovité skorodované vzory. Všetky kalcitové kryštály sú zložené z priesvitného jadra a rytmicky pásikavého okraja 1 – 2 cm hrúbky, tvoreného striedaním tmavosivých a priehľadných pásikov. Sivá farba tmavých pásikov je zapríčinená vysokou hustotou (priemerne niekoľko μm) ílovitých častíc.

Príklady hydrotermálnych jaskýň so súhlasnými diagnostickými kritériami morfologických tvarov, tektonickou predispozíciou a nakoniec výskytmi kryštálov kalcitu sú dokumentované na viacerých iných lokalitách. V priebehu štúdia opisovaných hydrotermálnych kalcitov sa objavili ďalšie nové výskyty veľkých kryštálov kalcitu s dokonale vyvinutými kryštálovými tvarmi v iných jaskyniach krasu Nízkych Tatier a iných krasových lokalitách Slovenska. Tiež po revízii múzejných mineralogických zbierok kalcitových vzoriek sa zistili ďalšie potenciálne výskyty hydrotermálnej aktivity v jaskyniach, odkiaľ vzorky pochádzajú; v súčasnosti sú predmetom nášho prebiehajúceho výskumu. Ide o kryštály kalcitu z jaskýň: Kalcitová jaskyňa na Poludnici, jaskyňa Starý hrad – Studňa radosti, vyvieračka Škopovo (všetky z krasu Nízkych Tatier), ďalej jaskyňa Drienka – Silická planina, jaskyne Kryštálová a Za Polkanovou v Malej Fatre.

Obr. 2. Individuálne kryštály a drúza prizmaticko-skalenoedrického kalcitu odobraná zo sedimentu z jaskyne Silvošova diera
Fig. 2. Individual crystals and druse of prismatic-scalenohedral calcite recovered from sediments of the Silvošova diera Cave

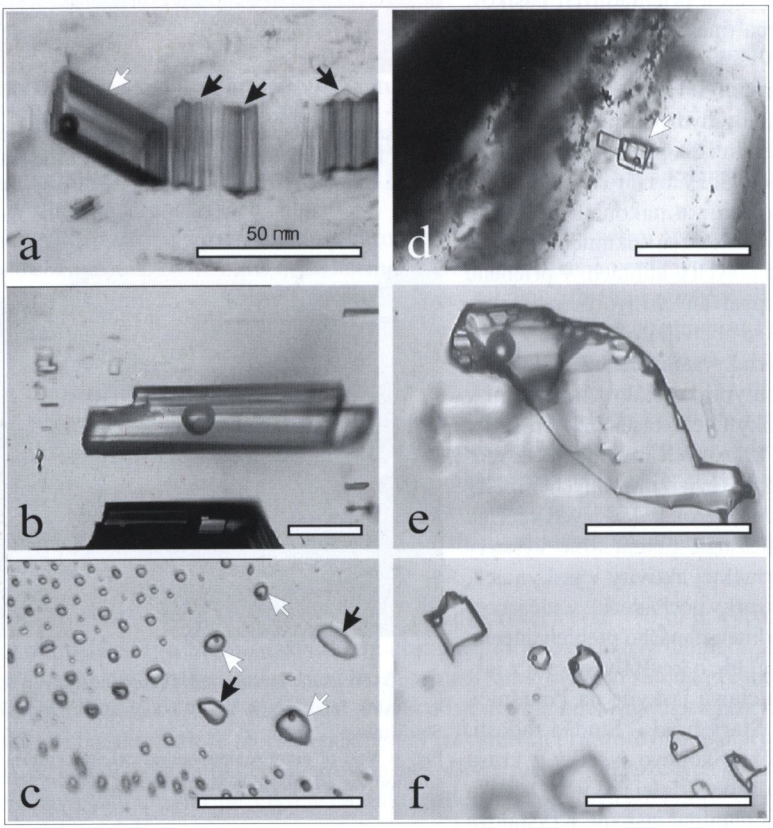
Obr. 3. Hniezdo mohutných skalenoedrických kalcitových kryštálov lemujúcich korodované dutiny v jaskyni Nová Stanišovská
Fig. 3. Nest of giant scalenohedral calcite crystals lining dissolution vug in the Nová Stanišovská Cave

ANALYTICKÉ VÝSLEDKY

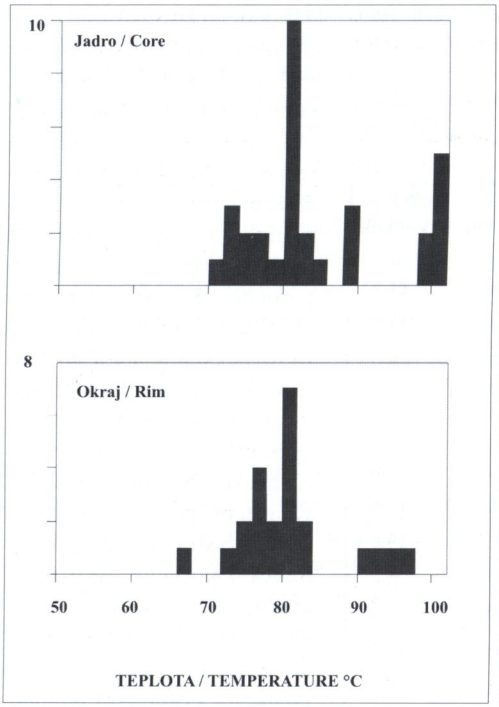
Štúdium zloženia uidných inklúzií a stabilných izotopov O a C môže prispieť k poznaniu vzniku hydrotermálnych minerálov a k identifikácii hydrotermálneho procesu v krasovom prostredí.

Fluidné inklúzie boli hojné tak v skalenoedrickych kryštáloch z jaskyne Nová Stanišovská, ako aj v prizmaticko-skalenoedrických kryštáloch z jaskyne Silvošova diera. Môžeme ich klasifikovať ako primárne (obr. 4a, b, d, e) a pseudosekundárne (obr. 4c, f). Pravé sekundárne, ktoré prenikajú až na povrch kryštálu, sa nenašli. Ide o monofázové a dvojfázové uzavreniny, kde v obidvoch dominuje vodný roztok. Dvojfázové inklúzie obsahujú malé množstvá (1 – 5 obj. %) plynných bublín (obr. 4b, d, e, f). Monofázové vodné inklúzie sprevádzajúce dvojfázové inklúzie sa vyskytujú len v prizmaticko-skalenoedrickom kalcite. Kalcity z jaskyne Nová Stanišovská obsahujú len viacfázové uzavreniny.

Homogenizačné teploty (Th) dvojfázových inklúzií predstavujú ich teploty vzniku, ktoré sa pohybujú v rozmedzi 58 – 100 °C, väčšinou s hodnotou medzi 75 – 85 °C pre kalcit z jaskyne Silvošova diera, so salinitou uzavretého vodného roztoku 0 – 0,7 obj. % NaCl (obr. 5). Mikrotermometrické dáta kalcitu z jaskyne Nová Stanišovská sa odlišujú iba málo. Hoci absolútny rozsah Th leží medzi 63 – 107 °C, dôležitý je v tomto prípade rozdiel teplôt medzi jadrom

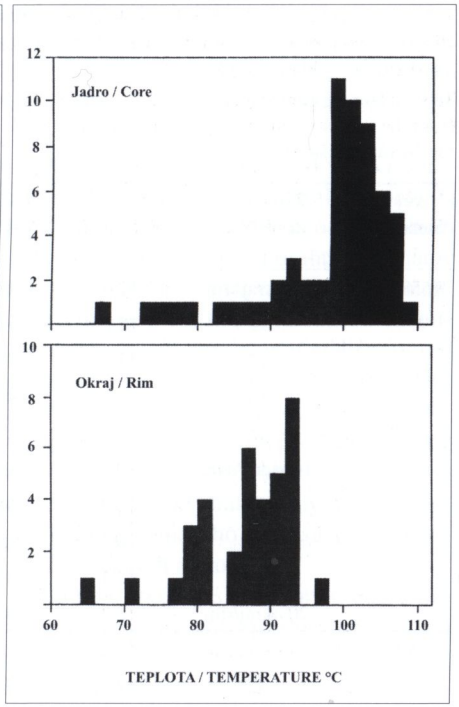


Obr. 4. Vodné uidné inklúzie zachytené v prizmaticko-skalenoedrickom kalcite (Jaskyňa Silvošova diera: a – c) a skalenoedrickom kalcite (Jaskyňa Nová Stanišovská: d – f). Dvojfázové inklúzie zložené z plynnej bubliny a vodného roztoku označujú prázdne šípky, inklúzie označené plnou šípkou sú vyplnené len vodným roztokom
Fig. 4. Aqueous uid inclusions trapped in prismatic-scalenohedral calcite (the Silvošova diera Cave: a – c) and scalenohedral calcite (Nová Stanišovská Cave: d – f). Two-phase inclusion consisting of vapour and aqueous liquid is indicated by open arrow, while the remaining inclusions marked by solid arrows are filled only with aqueous solution



Obr. 5. Homogenizačné teploty uidných inklúzií prizmaticko-skalenoedrického kalcitu z jaskyne Silvošova diera

Fig. 5. The uid inclusion homogenization temperatures for prismatic-scalenohedral calcite from Silvošova diera Cave



Obr. 6. Homogenizačné teploty uidných inklúzií skalenoedrického kalcitu z jaskyne Nová Stanišovská

Fig. 6. The uid inclusion homogenization temperatures for scalenohedral calcite from Nová Stanišovská Cave

(96 – 107 °C) a okrajom (80 – 94 °C) kryštálu, salinita je tiež pomerne malá, 0 – 2,7 obj. %, (obr. 6). Rozdiel nameraných Th v jadre a na okraji kryštálu sa nepozoroval u prizmaticko-skalenoedrického kalcitu z jaskyne Silvošova diera.

Stabilné izotopy C a O v študovaných kryštáloch sú značne odlišné (obr. 7). Prizmaticko-skalenoedrický typ ukazuje nižšie dáta $\partial^{18}O$ (9,8 až 12,6 ‰ V-SMOW) a $\partial^{13}C$ (–3,2 až –11,7 ‰ V-PDB) ako skalenoedrický typ ($\partial^{18}O$ 11,1 až 17,8 ‰ V-SMOW, $\partial^{13}C$ –3,3 až –6,8 ‰ V-PDB).

Hodnota ∂D inklúznej vody je odlišná v oboch jaskyniach. Pokles hodnôt ∂D z –31 ‰ v jadre na –45 ‰ k okraju sa pozoroval v prizmaticko-skalenoedrickom kalcite z jaskyne Silvošova diera. Inklúzna voda z rovnorodého jadra skalenoedrického kalcitu z jaskyne Nová Stanišovská je tak trocha ľahšia (–50 ‰), ale rytmicky pásikovaný okraj obsahuje inklúznu vodu mimoriadne vysokej hodnoty ∂D (–11 ‰). Detailné geochemické štúdium kalcitov je predmetom samostatnej publikácie (Orvošová et al., 2004).

DISKUSIA

Z výsledkov geochemických analýz vyplýva, že na tvorbe kalcitových kryštálov sa zúčastňovali hydrotermálne roztoky rôznych typov alebo, ináč povedané, miešali sa rôzne typy hydroterm. Nevznikli z pôvodne jediného roztoku. Počas rastu (od jadra k okraju) prizmaticko-skalenoedric-

Tabuľka 1. Izotopové zloženie kalcitových kryštálov (č. 1658, 1659, HO-1) z jaskyne Silvošova diera a kalcitových kryštálov (č. 1819) z jaskyne Nová Stanišovská

Table 1. Isotope composition of calcite crystals (No. 1658, 1659, HO-1) from the Silvošova diera Cave, and a calcite crystals (No. 1819) from the Nová Stanišovská Cave

Vzorka č. Sample No.	Zóna č. Zone No.	$\partial^{18}O$ ‰ V–SMOW	$\partial^{13}C$ ‰ V–PDB	$\partial^{18}O$ ‰ V–PDB
1658	11 okraj/rim	12.6	–10.3	–17.7
	12	12.5	– 1.0	–17.8
	13	12.3	–10.2	–18.0
	14	12.1	–8.8	–18.2
	15	11.0	–5.5	–19.3
	16 jadro/core	10.3	–3.2	–20.0
	17	10.7	–4.6	–19.6
	18	10.7	–5.4	–19.6
	19	12.1	–10.3	–18.2
	20 okraj/rim	12.4	–10.0	–17.9
1659	11 okraj/rim	12.2	–11.7	–18.1
	12	12.1	–11.0	–18.2
	13	12.1	–10.3	–18.2
	14	11.5	–8.1	–18.8
	15	10.2	–5.3	–20.0
	16 jadro/core	9.8	–3.8	–20.4
	17	9.8	–3.6	–20.4
	18	10.3	–4.8	–20.0
	19	11.5	–7.1	–18.8
	20	12.4	–9.9	–17.9
	21 okraj/rim	12.2	–10.3	–18.1
HO–1	jadro/core	11.2	–4.0	–19.1
	okraj/rim	12.5	–10.6	–17.8
1819	11 jadro/core	18.1	–3.3	–12.4
	12	17.9	–3.5	–12.6
	13	17.7	–3.6	–12.8
	14	17.7	–3.8	–12.8
	15	17.6	–4.0	–12.9
	16	17.8	–3.9	–12.6
	17	17.7	–4.3	–12.8
	18	13.2	–6.8	–17.1
	19	11.1	–3.7	–19.2

kého kalcitu zo Silvošovej diery sa zaznamenal pokles hodnoty $\partial^{13}C$ (~ –8 ‰), sprevádzaný obohatením $\partial^{18}O$ (~+3 ‰). Táto C – O frakcionácia zaznamenáva časový vývoj izotopického zloženia fluíd, ktoré postupne tiekli cez jedno a to isté miesto v priestore (tektonickej poruche). Kryštály postupne rástli v týchto podmienkach za rovnakých teplôt a salinity. Každý vyzrážaný pásik kryštálovej zóny sa vyvíjal z odlišnej „porcie" uida. Kalcit kryštalizoval ako dôsledok straty CO_2 a vzrastu pH počas dekompresie fluida vystupujúceho po tektonickej poruche. Ako začal hydrotermálny systém vyhasínať, teploty iba slabo klesali, ale zloženie fluíd sa menilo rýchlejšie. Prítomnosť hlbinného zdroja uhlíka, iniciovaného aktiváciou poruchy či zlomu, začala byť čoraz menej dôležitá, až nakoniec dominoval uhlík z cirkulácie normálnej krasovej podzemnej vody. Miešanie fluíd a negatívne korelované trendy $\partial^{13}C - \partial^{18}O$ sú časté v hydrotermálnom systéme, ktorý doznieva, stráca na svojom význame. Celkove hydrotermálne štádium vzniku kalcitu prebiehalo dosť hlboko pod povrchom, niekoľko stoviek metrov, v oblasti s vysokým tepelným tokom. Horniny v okolí týchto štruktúr mali teplotu okolo 50 °C, zdola šiel roztok s teplotou viac ako 100 °C a do neho sa miešal CO_2 z hĺbky, rovnako, ako sa to dnes deje pri mnohých slovenských preplynených minerálkach.

S takýmto roztokom sa miešala krasová voda cirkulujúca len do hĺbky niekoľko sto metrov a ohriata na približne 50 °C, ktorá postupne úplne prevážila počas rastu okraja kryštálu. Mierne vyššie temperované skalenoédre z jaskyne Nová Stanišovská by potom rástli len z hlbšie cirkulujúceho roztoku. Pretože ide o dve rôzne jaskyne, nemôžeme vylúčiť, že kalcit každej z nich predstavuje úplne inú epizódu cirkulácie uíd.

V prípade jaskyne Silvošova diera z výsledkov mineralogického štúdia jaskynných sedimentov vyplýva, že najspodnejšie dve vrstvy sedimentu s kryštálmi kalcitu a úlomkami okolitej horniny majú iný zdrojový materiál. Potvrdzuje to prítomnosť smektitu, ale aj odlišný obsah illitu a chloritu ako horné dve vrstvy sedimentačného profilu a rozdiely v obsahu karbonátov v základnej mase sedimentu, kde v spodnej časti dominuje dolomit a vo vrchnej časti kalcit. Druhá spodná vrstva je prekvapujúco bez karbonátov, s hlavnou zložkou kremeňa. Pestré mineralogické zloženie stratifikovaného sedimentu, najspodnejšej (s dominantným dolomitom) a druhej vrstvy (s prevládajúcim kremeňom) s pochovanými kryštálmi, si vysvetľujeme ako produkty alterácie vápencov v okolí výstupových ciest hydrotermálnych roztokov. Predpokladáme, že dolomitizácia a prekremenenie boli sprievodnými javmi hydrotermálnej premeny hosťujúcich gutensteinských vápencov. Tiež prítomnosť brekciovitých, silne alterovaných (dolomitizovaných) úlomkov materských hornín v sedimente, často s vykryštalizovanými drobnými zárodkami kryštálov kalcitov, sú dôkazom hydrotermálnotektonického procesu v aktívnych poruchových zónach, ktoré umožnili dobrý obeh kalcitotvorných roztokov.

Proces pozvoľného zániku hydrotermálneho režimu bol spojený s postupným miešaním hypogénnych vôd s vodami meteorickými. Zapríčinil to proces postupného posúvania krasovej sekvencie vo vertikálnom smere spolu so súbežnou eróziou.

Nárast koncentrácie deutéria v inklúznej vode v porovnaní s recentnými meteorickými zrážkami indikuje teplejšiu klímu počas kryštalizácie kalcitu.

VEK HYDROTERMÁLNEHO KRASU

Štruktúra krasovej oblasti je tektonicky komplikovaná prevrátenými vrásami, lokálnymi digitáciami a opakovanými vrstevnými sekvenciami. Zložité štruktúrne usporiadanie následne ovplyvnili neoalpínske deformácie. Sedimentárny pokryv a jeho kryštalické podložie sú tektonicky spojené, naviazané zlomovými systémami S – J a ZSZ – VJV smerov, pozdĺž ktorých vznikali vadózne jaskyne. Zlomy so S – J až SSZ – JJV trendmi obidvoch jaskýň pravdepodobne súvisia s výzdvihovými prešmykovými poruchami v J časti centrálno-karpatského paleogénneho bazénu, S od študovanej oblasti (Marko, 1995). ZSZ – VJV trendy zlomov sú spojené s popaleogénnymi poklesovými zlomami pozdĺž S okraja Nízkych Tatier. Tieto zlomy ohraničujú hrásťovú štruktúru pohoria (Maheľ, 1986). Priečna tektonika (SZ – JV) oblasti je spojená s hlavným výzdvihom horstva (Kráľ, 1977). Intenzívne pohyby blokov a rejuvenizácia starších zlomových systémov sa vyskytovali počas neogénu (Nemčok, 1989) a v strednom pliocéne (Droppa, 1964).

V dôsledku paleogénnych alpínskych deformácií došlo k individualizácii pohoria Nízkych Tatier a výzdvih kryštalických komplexov sprevádzala erózia mezozoických sedimentárnych sekvencií (Kováč, 2000). Výškové rozdiely medzi horskými pásmami a kotlinami však zrejme neboli väčšie ako 300 m. Koncom miocénu sa začal výrazne utvárať i reliéf, ale jeho zásadné výškové rozčlenenie nastalo až v pliocéne, keď sa pohoria začali dvíhať pozdĺž zlomov a vznikali megaantiklinály. Tieto tektonické pohyby pokračovali i vo štvrtohorách a uplatňujú sa výrazne aj v súčasnosti. Fosílne jaskyne vo vysokých nadmorských výškach (v Demänovskej a Jánskej doline) sú súčasťou pliocénneho výzdvihu územia. Magnetostratigrafické interpretácie jaskynných výplní týchto fosílnych jaskýň poukazujú na ich minimálny vek vyšší ako

3,5 mil. rokov (Kadlec et al., 2004). Hydrotermálne krasovatenie v Nízkych Tatrách mohlo teda prebiehať v predpliocénnom veku, zrejme v miocéne, alebo dokonca za staršej orogénnej fázy v paleogéne.

ZÁVER

Naše súčasné výskumy naznačujú, že izotopový záznam v kalcitoch predpokladá hydrotermálnu etapu krasovatenia s jej postupným vyznievaním a následnú etapu „normálneho" chladnovodného krasu na severných svahoch Nízkych Tatier. Prechod od najstaršej hydrotermálnej fázy do neskoršej (až súčasnej) fázy „normálneho" krasu bol pravdepodobne spojený s postupným miešaním teplých hlbokocirkulujúcich roztokov (horúce meteorické vody alebo vody obohatené CO_2 z vysokoteplotných procesov z hlbokokôrových zón) s pripovrchovými chladnejšími vodami (meteorické vody obohatené o pôdny CO_2). Hydrotermálne uidá (50 – 107 °C) súvisia s regionálnymi S – J trendmi zlomových systémov, ktoré boli reaktivované počas terciéru.

Pozícia a obraz paleoreliéfu v čase tvorby kryštálov kalcitu, ktoré na základe ich geochemických výsledkov predpokladajú hrubé prekrytie študovanej oblasti nadložnými vrstvami (hrúbka mezozoických príkrovov) alebo možný vysoký geotermálny gradient územia, takisto ako datovanie hydrotermálnych procesov sú otázky, ktoré zostávajú neobjasnené. Ďalší pokrok prinesú iba pokračujúce výskumy.

LITERATÚRA

BAC-MOSZASZWILI, M. – RUDNICKI, J. (1991). Jaskinia Dziura, przyklad krasu hydrotermalnego w Tatrach. Tatry, Kwartalnik Tatrzanskiego Parku Narodowego, 1, 10 – 12.

BELLA, P. – PAVLARČÍK, S. (2001). Morfológia a problematika genézy Belianskej jaskyne. Výskum, využívanie a ochrana jaskýň: zborník referátov z vedeckej konferencie, Stará Lesná 14. – 16. 10. 2001. Liptovský Mikuláš (SSJ), 22 – 35.

BOSÁK, P. (1993). Vývoj krasu na ložisku Tyuya-Muyun v Kirgizsku. Knih. Čes. speleol. spol. 21, 61 – 68.

CORDINGLEY, J. (2000). Vein cavities in the Castleton caves: further information. Cave Karst Sci. 27, 85 – 88.

ČINČURA, J. – MILOVSKÝ, R. (2000). Hydrotermálny kras pripovrchových príkrovov centrálnych Západných Karpát. Slovenský kras, 38, Liptovský Mikuláš, 33 – 38.

DROPPA, A. (1964). Paralelizácia riečnych terás a horizontálnych jaskýň. Geol. Práce, Spr. 64, 93 – 96.

DUBLYANSKY, V. N. (1980). Hydrothermal karst in Alpine folded belt of southern part of USSR. Kras i speleologia, Katowice, 3, XII, 18 – 38.

DUBLYANSKY, V. N. – LOMAEV, A. A. (1980). Karst caves of Ukraine. Naukova Dumka, Kiev, 1 – 180 (in Russian).

DUBLYANSKY, Y. V. (1990). The main principles and diagnostic criteria of a carbonate hydrothermal karst. Proc. 10th Int. Congr. Speleol., Budapest 1990, 1, 77 – 79.

DUBLYANSKY, Y. V. (1997). Hydrothermal Cave Minerals. In. Hill,C. – Forti, O., ed. Cave minerals of the world. Natl. Speleol. Soc., Huntsville, USA, 252 – 254.

FORD, T. D. (1995). Some thoughts on hydrothermal karst. Cave Karst Sci. 22, 107 – 118.

FORD, T. D. (2000). Vein cavities: an early stage in the evolution of the Castleton Caves, Derbyshire, UK. Cave Karst Sci. 27, 5 – 14.

GŁAZEK, J. (2004). Jaskinia Bielska. Materialy 38. Sympozjum Speleologicznego, 7. – 10. 10. 2004, Zakopane, 24 – 26.

HILL, C. – FORTI, O. (1997). Cave minerals of the world. Natl. Speleol. Soc., Huntsville, USA.

Hochmuth, Z. – Holúbek, P. (1996). Mapovanie a prieskum Novej Stanišovskej jaskyne. Spravodaj SSS, 1, 19 – 23.

KADLEC, J. – PRUNER, P. – HERCMAN, H. – CHADIMA, M. – SCHNABL, P. – ŠLECHTA, S. (2002). Magnetostratigrafie sedimentů zachovaných v jeskyních Nízkých Tater. Výskum, využívanie a ochrana jaskýň: zborník referátov zo 6. vedeckej konferencie, Tale, Liptovský Mikuláš (SSJ), 15 – 19.

KOVÁČ, M. (2000). Geodynamický, paleogeografický a štruktúrny vývoj karpatsko-panónskeho regiónu v miocéne: Nový pohľad na neogénne panvy Slovenska. Bratislava (Veda).
KRÁĽ, J. (1977). Fission track ages of apatites from some granitoid rocks in Western Carpatians. Geol. Zbor. Geologica Carpathica, 28, 269 – 276.
MAHEĽ, M. (1986). Geologická stavba československých Karpát. Paleoalpínske jednotky 1. GÚDŠ, Bratislava.
MARKO, F. (1995). Dynamické analýzy zlomových deformácií Centrálno-karpatského paleogénneho bazénu na báze štruktúrneho prieskumu zo SZ a J periférií Levočských vrchov. Rukopis, GÚ SAV, Bratislava, 1 – 24.
MILOVSKÝ, R. – HURAI, V. – PLAŠIENKA, D. – BIROŇ, A. (2003). Hydrotectonic regime at soles of overthrust sheets: textural and uid inclusion evidence from basal cataclasites of the Muráň nappe (Western Carpathians, Slovakia). Geodinamica Acta 16, Elsevier, Amsterdam, 1 – 20.
MÜLLER, P. (1989). Hydrothermal paleokarst of Hungary in Bosák, P. Ford, D. C. Głazek, J. a Horáček, I.ed. Paleokarst- a systematic and regional review. Akadémia Praha a Elsevier, Amsterdam, 155 – 163.
NEMČOK, M. (1989). Štruktúrno-tektonické pomery karbonátového komplexu Trangošky a Jaskyne Mŕtvych netopierov. Rukopis, archív SMOPaJ, Liptovský Mikuláš.
ORVOŠOVÁ, M. (1999). Alochtónne sedimenty jaskýň Nízkych Tatier. Čiastková záverečná správa, archív SMOPaJ, Liptovský Mikuláš, 32.
ORVOŠOVÁ, M. – HURAI, V. – SIMON, K. – WIEGEROVÁ, V. (2004). Fluid Inclusion and Stable Isotopic Evidence for Early Hydrothermal Karstification in Vadose caves of The Nízke Tatry Mountains (Western Carpathians). Geologica Carpathica, 55, 5, Bratislava, 421 – 429.
OSBORNE, R. A. L. (2000): Paleokarst and its significance for speleogenesis. In: Klimchouk, A. B. – Ford, D. C. – Palmer, A. N. – Dreybrodt, W. (Eds.): Speleogenesis. Evolution of karst aquifers. Natl. Speleol. Soc., Huntsville, 113 – 123.
SGIBNEV, V. V. (1989). Tectonic boundaries and stages of karstification in Tien-Shan. Proc. 10th Int. Congr. Speleol. Budapest, Vol. 1, 186 – 187.
SCHOELLER, H. (1962). Les eaux souterraienes: Paris, Masson. In Dublyansky, Y., ed. Cave Minerals of the World. Natl. Speleol. Soc., Huntsville, USA.
SUCHÝ, V. – ZEMAN, A. (1999). Hydrotermální původ jeskyní v Českém krasu: Nové paradigma. Acta Mus. Moraviae, Sci. Geol., LXXXIV (1999), Brno, 3 – 25.
VOTOUPAL, S. – HOLÚBEK, P. (1996). Nová speleologická lokalita na Ohništi – jaskyňa Silvošova diera. Spravodaj SSS, 1, 39 – 41.
ŽÁK, K. (1999). Morfológia a problematika genézy Belianskej jaskyne. In Bella, P. – Pavlarčík, S., (Eds.): Výskum, využívanie a ochrana jaskýň: zborník referátov z vedeckej konferencie, Stará Lesná 14. – 16. 10.2001. Liptovský Mikuláš (SSJ), 22 – 35.

Adresa autorky:
Ing. Monika Orvošová, Slovenské múzeum ochrany prírody a jaskyniarstva, Školská 4, 031 01 Liptovský Mikuláš, e-mail: orvosova@smopaj.sk

CALCITE CRYSTALS IN RELICS OF FOSSIL HYDROTHERMAL KARST FROM THE LOW TATRAS MOUNTAINS (WESTERN CARPATHIANS, SLOVAKIA)

SUMMARY

Large calcite crystals have been reported from Silvošova Diera and Nová Stanišovská caves in Ohnište karst massif (northern slopes of Nízke Tatry Mountains; Hochmuth & Holúbek 1996; Votoupal & Holúbek 1996; Orvošová 1999). Crystals were found as linings of walls of dissolution niches in karst rock or buried in uvial clayey-sandy cave sediments. Both caves are developed mostly in Triassic limestones and dolomites of the Guttenstein type belonging to Mesozoic carbonate sequence of Choč Nappe, cover of the Tatric unit (Fig. 1).

Both caves represent dominantly products of phreatic/vadose speleogenesis by cold waters of meteoric origin circulating through karst massif. Caves dissected and/or disintegrated probably much older products of hydrothermal activity, carriers of drusy calcites. Disintegrated single crystals were also deposited in uvial sediments. Typical vadose speleothems (dripstones, owstones, crusts, stalactites, stalagmites etc.) are clearly connected with younger vadose evolution of caves. No other hydrothermal minerals are associated with the drusy calcite.

Fluid inclusion and stable isotope studies were carried out with the aim to elucidate origin of calcite crystals from the Slovak caves. Detailed measurements of carbon and oxygen isotope ratios across growth zones, hydrogen isotope analyses of inclusion water, and microthermometry data from the uid inclusions represented principal instruments (Orvošová et al., 2004).

Homogenisation temperatures thus represent minimum possible trapping temperature. T_h values in scalenohedral calcite (63.1-107.1 °C) are somewhat higher than those in prismatic-scalenohedral type (58.6-100.5 °C). The presence of primary monophase aqueous inclusions, not resulting from necking-down process (e.g., Fig. 4a), indicates an episodic crystallisation temperature of prismatic-scalenohedral calcite below ~50 °C, corresponding to low-temperature phreatic zone.

During the growth of studied prismatic-scalenohedral calcite from the Silvošova Diera Cave there occurred inverse correlation between the $\partial^{18}O$ and $\partial^{13}C$ values (Fig. 7), with moderate depletion in ^{13}C (~ - 8 ‰) accompanied by small enrichment in ^{18}O (~ +3 ‰) from core to rim. Negatively correlated C-O fractionation is recording time development in isotopic composition of uids, which gradually ew through the one and the same point of space (tectonic fractures). The crystals gradually grew from these uids under the conditions of similar temperature and salinity. Every precipitated banded crystal zone then developed from the different "portion" of uid. Calcite crystallised as a consequence of CO_2 loss and pH increase during decompression of the uid, rising up in the structure. As a hydrothermal system started to extinct, temperature only slowly decreased, but uid composition changed rapidly. The contribution of deep source, which opened after fault activation, started to be less and less important and finally carbon from the normal karst-type groundwater circulation (soil CO_2 and dissolved limestone mixed approximately 1:1) dominated. Fluid mixing and negatively correlated $\partial^{13}C$- $\partial^{18}O$ trends are frequent in the waning stage of hydrothermal systems.

Structure of the area is complicated due to overturned folds, local digitations and recurrent bedding sequences caused by normal faulting. Complicated structural setting is in uenced by Neo-Alpine deformations.

Sedimentary cover and its crystalline basement are tectonically connected with fault systems of the N-S and WNW-ESE directions, along which vadose caves originated. The N-S to NNW-SSE-trended faults both in Silvošova diera and in Nová Stanišovská caves are probably coeval with uplift-related shear fractures of strike-slip origin in southern part of Central Carpathian Paleogene Basin, north of the study area (Marko, 1995). The WNW-ESE-trending faults have been linked with post-Paleogene down-slip faults along northern margin of Nízke Tatry Mts. These faults limit horst structure of the mountains (Maheľ, 1986).

Fossilisation of caves in extremely high altitude position both in Demänovská and Jánska valleys as consequence of area uplift represents result of Pliocene processes as indicated by magnetostratigraphy interpretation of respective cave fills by Kadlec et al. (2002; i.e. during Gilbert and Gauss chrons). Hydrothermal karstification in Nízke Tatry Mts. can be therefore placed to pre-Pliocene time, most probably to Paleogene.

SLOVENSKÝ KRAS (ACTA CARSOLOGICA SLOVACA)	XLIII	67 – 80	LIPTOVSKÝ MIKULÁŠ 2005

SUFÓZNE JASKYNE VO VULKANOKLASTICKÝCH HORNINÁCH V DOLINE NAGATANI PRI KAGOŠIME (JAPONSKO)

PAVEL BELLA – ĽUDOVÍT GAÁL – YOUJI INOKURA

P. Bella, Ľ. Gaál & Y. Inokura: Suffosion caves in volcaniclastic rocks in the Nagatani Valley near Kagoshima (Japan)

Abstract: Remarkable suffosion phenomena formed in volcaniclastic rocks occur in the Nagatani Valley in the southern part of the Kyushu island (Kagoshima Prefecture, Japan). The basic characterization of morphological and genetic features of two suffosion caves and one suffosion-collapse shaft is presented in this paper. Several abundant springs from suffosion conduits are result of the underground water circulation inside the vulcaniclastic permeable aquifer. Noncohesive vulcaniclastic rocks present the suitable lithological environment for the development of suffosion caves and the subterranean drainage subsidized by infiltrating meteoric water. On the basis of our observations general knowledge about the development of suffosion caves are summarized and discussed.

Key words: geomorphology, speleology, volcaniclastic rocks, suffosion cave, tunnelling, Nagatani Valley, Kyushu, Japan

ÚVOD

V rokoch 2002 a 2003 vybraní pracovníci Správy slovenských jaskýň v Liptovskom Mikuláši absolvovali dve študijné cesty do Japonska, ktoré sa uskutočnili v rámci projektu zabezpečovaného Japonskou agentúrou pre medzinárodnú spoluprácu (JICA). V rámci odborného programu sme navštívili aj vulkanickú oblasť v okolí mesta Kagošima v južnej časti ostrova Kjúšú, kde sa nachádzajú pozoruhodné sufózne jaskyne vytvorené vo vulkanoklastických horninách. Keďže doteraz nie sú v odbornej literatúre opísané, uvádzame ich základnú morfologickú a genetickú charakteristiku. Z geologického a geomorfologického hľadiska sú vhodnými príkladmi vývoja sufóznych jaskýň vo vulkanoklastických horninách.

SUFÓZIA AKO GEOMORFOLOGICKÝ A SPELEOGENETICKÝ PROCES

V geomorfologickej terminológii sufózia predstavuje mechanické vyplavovanie a odnos drobných častíc hornín podpovrchovou vodou, ktoré sa prejavujú na svahu zosadaním povrchu, vznikom podzemných dutín a tzv. sufóznych studní pripomínajúcich krasové závrty (J. Demek, 1987). Zaraďuje sa medzi procesy podpovrchovej mechanickej erózie. Z litologického hľadiska sú pre sufóziu vhodné najmä súvrstvia nespevnených, nesúdržných zrnitých sedimentov. Vo všeobecnosti sa uvádza, že sufózia je geomorfologickým procesom vzniku a vývoja povrchových i podzemných pseudokrasových javov. B. M. Rogers (1981) však podotýka, že v určitých druhoch hornín sufóziu podporuje rozpúšťanie rozpustných zŕn. Tým sa však nevytvárajú pseudokrasové, ale klastokrasové javy.

V anglicky písanej literatúre sa sufózia označuje pojmami „piping" alebo „tunnelling". J. E. Fletcher a P. H. Carroll (1946 in E. N. Clausen, 1970) uvádzajú tri typy „pipingu": (1) vytváranie

klasického tunela podpovrchovým vodným tokom pozdĺž nepriepustnej vrstvy, (2) splavovanie drobných častíc pozdĺž prasklín, (3) vylúhovanie a usadenie jemného „povrchového" materiálu do viac priepustného podpôdneho podložia.

Hoci oba pojmy sa väčšinou považujú za synonymá, J. Liszkowski (1995) ich rozlišuje podľa smeru pohybu vody voči smeru transportu drobných horninových častíc. Píše, že „piping" je daný transportom častíc proti smeru nahor stúpajúcej vody, kým „tunnelling" transportom častíc v smere nadol prenikajúcej vody. Pritom oboma procesmi vznikajú veľmi podobné trubicovité či rúrkovité dutiny. Treba však poznamenať, že J. Liszkowski vymedzuje uvedené pojmy vo vzťahu ku genéze takých sufóznych závrtov, ktoré vznikajú následkom presakovania zrážkovej vody alebo stúpania piezometrického povrchu podzemnej vody. V. Cílek (1997) za „piping" považuje vznik vertikálnych, šikmých alebo zriedkavejších subhorizontálnych sufóznych trubíc, ktorých priemer je okolo 20 až 40 cm a dĺžka niekoľko metrov.

J. Liszkowski (1995) pri definovaní sufózie zdôrazňuje selektívny transport a premiestňovanie drobných častíc, následkom čoho sa mení textúra a priepustnosť horninového prostredia. V rámci detailného charakterizovania procesov podpovrchovej erózie poukazuje aj na uidizáciu (stekutenie) – proces volumetrických zmien nesúdržných drobných horninových častíc z pevného do tekutého (suspenzného) stavu v tečúcom vodnom prúde. Fluidizovaný zrnitý materiál tečie ako celok, t. j. odlišuje sa od odnosu individuálnych zŕn. Vo vzťahu k vytváraniu vodnej suspenzie drobných horninových častíc J. Liszkowski poukazuje aj na vplyv hydraulického zdvihu piezometrického povrchu podzemných vôd. Náhly pokles vodou saturovaných drobných horninových častíc, ktorý označuje ako likvefakcia, údajne môžu spôsobiť seizmické otrasy alebo tlaky. Z terminologického hľadiska možno o primeranosti pojmu likvefakcia na označenie uvedeného javu do značnej miery polemizovať, najmä vo vzťahu k viac-menej podobnému významu pojmu uidizácia (pozri M. Ivanová-Šalingová – Z. Maníková, 1983), ako aj vzhľadom na skutočnosť, že oba pojmy označujú proces vzniku (stekutenia, skvapalnenia) vodnej suspenzie drobných horninových častíc a nie spôsob jej premiestnenia.

R. B. Bryan a J. A. A. Jones (1997) rozlišujú dva hlavné typy procesov podpovrchovej erózie: (1) „sapping", resp. „spring sappping" – miazgové tečenie suspenzie horninového materiálu „stekuteného" dostatočným množstvom presakujúcej vody, pričom sa vytvárajú podzemné kanály spätným smerom od miesta výtoku vody, (2) „tunnel erosion" – rozširovanie existujúcich kanálov alebo makropór tečúcou vodou.

V. Panoš (2001) definuje sufóznu jaskyňu ako dutinu vytvorenú v klastických, málo spevnených horninách rozvoľňovaním a vklesávaním častíc do puklín, iniciálnych dutín a protojaskýň v podložných rozpustných horninách. Ide o pomerne úzke chápanie sufóznych jaskýň, pretože jaskyne tohto charakteru sú známe aj vo výverových zónach podpovrchových vôd, tvorené najmä odnosom drobných častíc hornín kumulovanými podzemnými jarčekmi až potokmi, a to aj v prípadoch, keď v podloží klastických, málo spevnených hornín nie sú rozpustné horniny.

Sufózne jaskyne patria medzi epigenetické jaskyne vytvorené vyplavením a odnosom drobných nespevnených, zväčša sypkých častíc hornín. Zo sufóznych jaskýň sa v doterajšej literatúre opisujú najmä jaskyne vytvorené v sprašiach alebo hlinách (E. N. Clausen, 1970; V. Stárka, 1989; V. Cílek, 1997; T. X. Zhu, 1997; P. Kos et al., 2000; J. Urban, 2004 a iní). Dosahujú dĺžku niekoľko metrov až niekoľko desiatok metrov, prípadne i viac. Sufózne jaskyne sa však vyskytujú aj vo vulkanoklastických a iných podobných málo spevnených horninách (G. G. Parker et al., 1964 a iní). Sufózne javy sa vyskytujú v semiaridných i aridných oblastiach s občasnými vodnými tokmi, vo veľmi vlhkých tropických oblastiach, ako aj vo vlhkých oblastiach mierneho klimatického pásma. Sufóziu často sprevádza poklesávanie až rútenie nadložných hornín, čím sa vytvárajú povrchové depresie alebo šachty (E. N. Clausen, 1970;

J. C. Pellegrin – J. N. Salomon, 2001; J. Urban, 2004 a iní). V anglicky písanej literatúre sa sufózne jaskyne označujú ako „suffosion cave" (napr. W. B. White, 1988), „piping caves" (W. R. Halliday, 2004) alebo „soil pipe cave" (B. M. Rogers, 1981).

Sufózia sa pravdepodobne uplatnila aj pri vzniku niektorých jaskýň na Slovensku. P. Mitter (1979) píše, že vstupná časť Jaskyne pod Borovou horou pri Zvolene (Zvolenská kotlina, Zvolenská pahorkatina) vznikla vyplavením menej odolnej medzivrstvovej výplne medzi pevnejšími doskami travertínu (genéza tejto jaskyne však súvisí najmä so subróziou – podzemným rozpúšťaním vodami prameňa, ktoré podtekajú travertínovú kopu). V. Pilous (1982) pri hodnotení genézy Vodopádového previsu pri obci Plášťovce (Krupinská planina, Bzovícka pahorkatina) okrem erózie vodného toku, ulamovania hornín a mrazového zvetrávania uvažuje aj o sufózii, ktorá pôsobila v tufoch pod nadložnou doskovitou vrstvou tufových andezitových aglomerátov. R. Burkhardt (1962) uvažoval o vplyve sufózie na genézu Jaskyne v tufoch juhozápadne od obce Ipeľské Úľany (Krupinská planina, Modrokamenské úbočie). Rúrovité chodbičky tejto jaskyne však podľa Ľ. Gaála (2002) predstavujú dutiny po vyvetraní kmeňa stromu, ktorý zasypali miocénne vulkanoklastické horniny (vstupná časť jaskyne je rozšírená eróziou). Uvedené slovenské jaskyne nie sú typickými lokalitami na štúdium sufózie. Skôr nastoľujú polemiku, či sú sufózneho pôvodu alebo v akej miere sa sufózia podieľala na genéze ich podzemných priestorov.

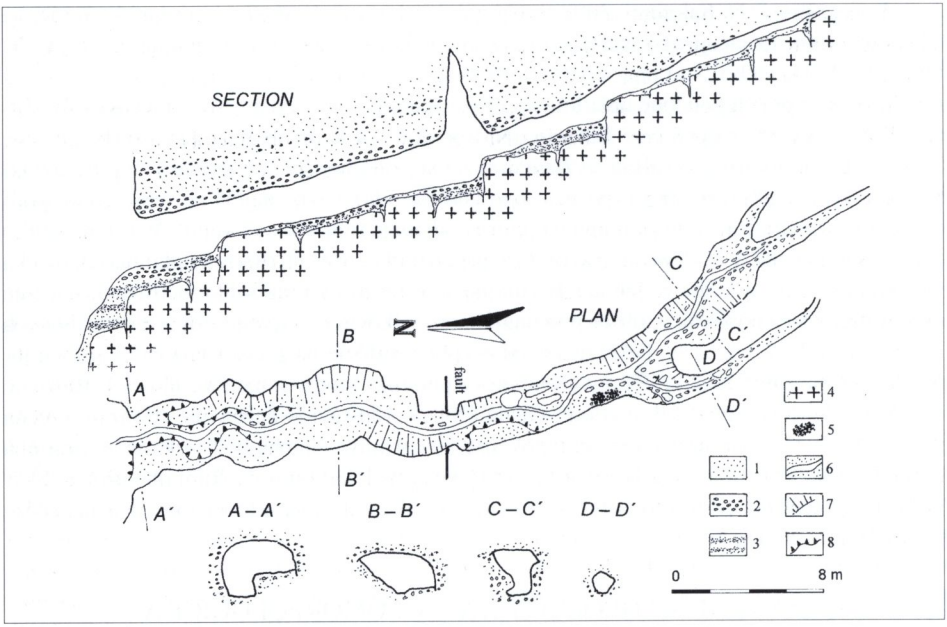
ZÁKLADNÁ GEOLOGICKÁ A GEOMORFOLOGICKÁ CHARAKTERISTIKA SUFÓZNYCH JASKÝŇ V DOLINE NAGATANI

Sufózne jaskyne v doline Nagatani sa nachádzajú asi 14 km juhovýchodne od známeho vulkánu Sakurajima (1117 m), ktorý sa vytvoril východne od mesta Kagošima v južnej časti ostrova Kjúšú. Nad južným okrajom doliny Nagatani je situované Centrum experimentálnych lesov Kagošimskej univerzity, odkiaľ sa vo februári 2002 a v novembri 2003 začínali naše tri terénne obhliadky tunajších sufóznych javov.

Dolina Nagatani a jej najbližšie okolie patrí do rozsiahlej oblasti výskytu sopečných pyroklastík z kaldery Aira. Najrozšírenejšie súvrstvie pyroklastík, miestne nazvané ako „shirasu", je zložené z ľahkých vulkanických pieskov svetlej až bielej farby. Na báze sa obvykle nachádza vrstva pemzy – svetlého pórovitého vulkanického skla dacitového zloženia. V podloží týchto súvrství vulkanoklastických hornín sú miocénne granity alebo paleogénne morské pieskovce (A. Kubotera et. al., 1981). V pórovitých pemzách nad týmto podložím sa akumuluje voda zo zrážok, ktorá ľahko presakuje cez vulkanické piesky a menšími rozptýlenými, miestami však aj koncentrovanými vývermi v podobe väčších potôčikov vyteká na povrch. Pritom vyplavuje a odnáša málo spevnené častice pemzy alebo vulkanického piesku, čím vznikajú voľné podzemné dutiny.

Rúrovitá jaskyňa. Nachádza sa v bočnej pravostrannej svahovej dolinke, asi 1,2 km severovýchodne od Centra experimentálnych lesov Kagošimskej univerzity. Dosahuje dĺžku 48 m a je najväčšou sufóznou jaskyňou v tejto oblasti (obr. 1). Preskúmali sme ju v dňoch 1. 2. 2002 (P. Bella, P. Gažík a Y. Inokura) a 25. 11. 2003 (P. Bella, Ľ. Gaál, Y. Inokura, Y. Matsuoka, K. Urata a J. Zelinka).

Spodná časť jaskyne je vytvorená vo svetlosivých až žltohnedých pemzách (s prevažne 2 až 5 cm ostrohrannými pórovitými úlomkami s málo súdržným lapilovo-tufovým pojivom). Jaskyňa vrchnou časťou zasahuje do vulkanických pieskov s miernym gradačným zjemňovaním zŕn smerom nahor. Celou jaskyňou preteká malý potôčik.



Obr. 1. Mapa Rúrovitej jaskyne. Vysvetlivky: 1 – vulkanický piesok „shirasu", 2 – pemza, 3 – vulkanický popol, 4 – miocénny granit, 5 – guáno, 6 – podzemný vodný tok, 7 – šikmá stena, 8 – podlahový zárez. Spracoval: Ľ. Gaál

Fig. 1. The map of Tube Cave. Notes: 1 – volcanic sand "shirasu", 2 – pumice, 3 – volcanic ash, 4 – Miocene granite, 5 – guano, 6 – underground stream, 7 – inclined cave wall, 8 – oor notch. Compiled by Ľ. Gaál

Obr. 2. Vchod Rúrovitej jaskyne. Foto: P. Bella

Fig. 2. The entrance of Tube Cave. Photo: P. Bella

Pomerne priestranný oválny vchod je široký 4 m a vysoký 2,3 m (obr. 2). Nasleduje podzemná chodba rovnakého priečneho tvaru a rozmerov, ktorá mierne stúpa do zadnej časti jaskyne (obr. 3). Miestami je narušená priečnymi trhlinovitými poruchami, ktoré indikujú polohy gravitačného odtrhávania sa svahu. Pozdĺž nich sa opadávaním narušených častí horniny vytvorili stropné a bočné stenové vyhĺbeniny. Najväčšia vertikálna porucha tohto typu so smerom V – Z sa nachádza 15 m od vchodu. Pozdĺž nej sa vytvoril komín siahajúci do výšky asi 6 m. Vo vzdialenosti 17 m od vchodu sa chodba zužuje a jej strop sa zníži na 1,5 m. V zadnej časti jaskyne sa rozdeľuje na dve kanálovité vetvy, ktoré sa ďalej zužujú.

Pred jaskyňou je vrecovitá svahová dolinka, ktorá vznikla spätnou eróziou vodného toku vytekajúceho z jaskyne. Na jej genéze sa veľkou mierou podieľali aj procesy svahovej modelácie iniciované narušením stability hornín následkom vytvárania podzemných sufóznych dutín. Pravdepodobne aj v nižšej časti pôvodne kratšej dolinky bola sufózna jaskyňa, ktorá zanikla zrútením a odnosom horninového nadložia, čím sa dolinka predĺžila. Terajšia podoba jaskyne je pokračovaním postupného vývoja sufózneho rúrovitého kanálu v smere spätnej erózie. Ten sa od vchodu postupne deštruuje rútením a predlžuje sa vyplavovaním a odnosom horninových častíc proti smeru prítoku podzemného potôčika pozdĺž styku vulkanoklastických hornín s podložnými miocénnymi granitmi.

Na podlahe jaskyne sa nachádzajú úlomky pemzy, granitov a bázických hornín. Väčšie bloky granitov s priemerom 1 – 3 m so zaobleným povrchom vystupujú vo vstupnej i zadnej časti jaskyne (obr. 3 a 4). Naznačujú, že nepriepustný podklad je veľmi blízko, miestami je dokonca obnažený podzemným potôčikom. Podložné granity vystupujú na povrch aj v

Obr. 3. Oválna chodba vo vstupnej časti Rúrovitej jaskyne. Foto: P. Bella
Fig. 3. The oval passage in the entrance part of Tube Cave. Photo: P. Bella

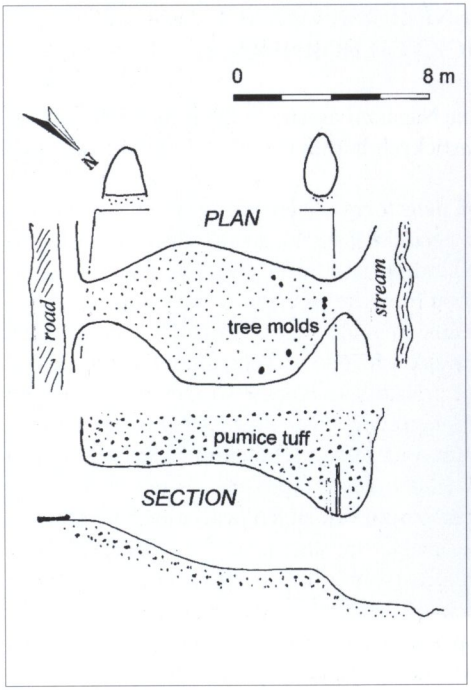
Obr. 4. Chodba v zadnej časti Rúrovitej jaskyne.
Foto: P. Bella
Fig. 4. The passage in the rearward part of Tube Cave.
Photo: P. Bella

Obr. 5. Malé kontaktné sufózne výklenky pri lesnej ceste pod Rúrovitou jaskyňou. Foto: P. Bella
Fig. 5. Small contact suffosion niches at the field road below the Tube Cave. Photo: P. Bella

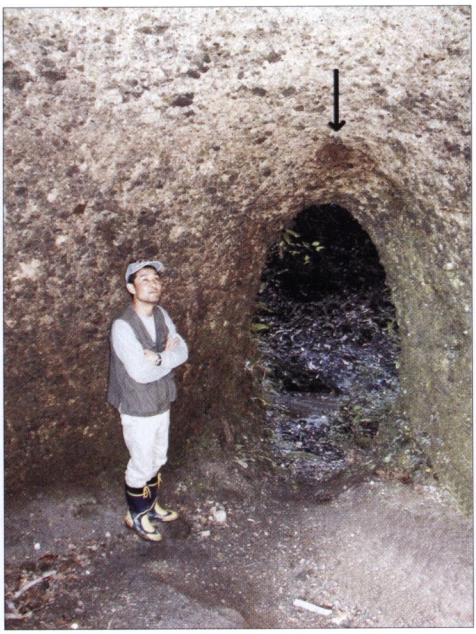
záreze lesnej cesty, neďaleko od ústia vrecovitej dolinky pred jaskyňou, avšak o niekoľko desiatok metrov nižšie ako v jaskyni. Pyroklastické produkty padali teda na silne erodovaný a značne nerovný povrch tvorený miocénnymi granitmi. Tým je napokon spôsobený aj stúpajúci pozdĺžny profil jaskyne. V zárezе lesnej cesty možno pozorovať, že priamo na granitoch sa nachádza vrstva vulkanického popola. Nad nimi sa miestami vytvorili malé kontaktné sufózne výklenky vytvorené presakujúcou vodou (obr. 5).

Dvojvchodová sieňovitá jaskyňa. Dňa 25. 11. 2003 sme si prezreli aj ďalšiu sufóznu jaskyňu, ktorá sa nachádza na okraji lesnej cesty asi 150 m juhozápadne od Rúrovitej jaskyne. Predstavuje 11 m dlhú, 5,5 m širokú a 3 m vysokú sieň (obr. 6). Prístupná je z dvoch protiľahlých strán otvormi, ktorých výška je 2,1 m a 2,5 m. Šírka oválnych otvorov je max. 1,7 m. Sieň je vytvorená v pemzovom tufe, ktorý sa skladá z 5 až 7 cm veľkých ľahkých poróznych úlomkov vulkanického skla s lapilovým tufom svetlej, miestami aj tmavšej farby. Zaujímavosťou je, že na strope sály sa vyskytujú nahor smerujúce neveľké otvory. Tri väčšie otvory majú priemer 10 až 15 cm, viac ako 10 menších otvorov má priemer iba 0,5 až 3 cm. V niektorých sa pozoruje čierne zafarbenie. Tieto rúrkovité diery sme identifikovali ako stopy po odtlačkoch konárov stromov, ktoré boli zasypané horúcou pemzou (obr. 7).

Jaskyňa je vytvorená v pomerne úzkom hrebeni medzi hlavnou dolinou a bočnou svahovou roklinou. Jej horný a väčší vchod je na pravej strane hlavnej doliny, dolný a menší vchod ústi na povrch na pravej strane bočnej svahovej rokliny. Vznik Dvojvchodovej sieňovitej jaskyne pravdepodobne podmienil rozklad a vyvetranie kmeňa



Obr. 6. Mapa Dvojvchodovej sieňovitej jaskyne. Spracoval: Ľ. Gaál
Fig. 6. The map of the Hall Cave of Two Entrances. Compiled by Ľ. Gaál



Obr. 7. Dolný otvor Dvojvchodovej sieňovitej jaskyne, na strope vidieť dieru po vyvetranom konári stromu. Foto: P. Bella
Fig. 7. The upper entrance of the Hall Cave of Two Entrances, the weathering hole of tree branch is visible on the cave ceiling. Photo: P. Bella

stromu zasypaného vulkanoklastickým materiálom, na čo poukazujú viaceré odtlačky a diery po konároch na jej stenách. Do terajšej podoby sa podzemný priestor tejto jaskyne zväčšil opadávaním a odnosom drobných častíc hornín cez dolný vchod, v závislosti od zahĺbenia bočnej svahovej rokliny.

Studňovitá šachta. Dňa 2. 2. 2002 sme si (P. Bella, P. Gažík a Y. Inokura) prezreli sufózne javy v južnej pravostrannej bočnej dolinke, kde sa nachádzajú najväčšie sústredené vývery podzemných vôd. Za najvyšších vodných stavov dosahujú výdatnosť až niekoľko desiatok litrov za sekundu, čím do značnej miery pripomínajú krasové vyvieračky. Horný vývер sa nachádza asi 450 m SSZ, dolný vývер asi 650 m severne od Centra experimentálnych lesov Kagošimskej univerzity. Na intenzívnu sufóziu pozdĺž podzemného vodného toku, ktorý na povrch vystupuje horným vývermi (obr. 8), poukazuje neďaleko situovaná Studňovitá šachta hlboká do 10 m. Vznikla poklesávaním a prepadnutím nadložnej horniny nad podzemným sufóznym kanálom. Rozmery povrchového otvoru šachty, na ktorý spadlo niekoľko menších stromov, sú približne 3 × 4 m. Pohyb po jeho okraji je nebezpečný z hľadiska možného odtrhnutia a zosunutia časti málo pevnej horniny. Spodná časť šachty sa kráterovito zužuje.

V západnej hornej časti doliny Nagatani, asi 1,7 km severozápadne od Centra experimentálnych lesov Kagošimskej univerzity, sa pri lesnej ceste nachádza ďalšia pomerne výdatná vyvieračka Hiyamizu-dani, ktorá vyviera v pemzách tesne nad nepriepustným podložím. Pri vyvieračke je odkrytý geologický profil s gradačným zvrstvením pemzových tufov.

POZNATKY A DISKUSIA KU GENÉZE SUFÓZNYCH JASKÝŇ VO VULKANOKLASTICKÝCH HORNINÁCH

Na základe prieskumu uvedených jaskýň v doline Nagatani možno vysloviť niekoľko poznatkov ku genéze sufóznych jaskýň vo vulkanoklastických horninách, ako aj nastoliť niekoľko problematických otázok ďalšieho výskumu.

Základné morfogenetické typy jaskynných priestorov. Z genetického hľadiska sme rozlíšili sufózne (Rúrovitá jaskyňa, Dvojvchodová sieňovitá jaskyňa) a sufózno-rútivé jaskynné priestory (Studňovitá šachta). Z morfologického hľadiska sú sufózne jaskynné priestory najreprezentatívnejšie tvorené šikmou oválnou chodbou Rúrovitej jaskyne, ktorá stúpa od vchodu smerom do zadnej časti proti smeru toku podzemného potôčika. Sufózny pôvod má aj kanál medzi dnom Studňovitej šachty a vyvieračkou, avšak z dôvodu veľkého prietoku vody sme sa do podzemia nedostali. Sufózno-rútivé jaskynné priestory sú tvorené stropnými vyrútenými výklenkami pozdĺž priečnej gravitačnej trhliny v strednej časti Rúrovitej jaskyne a najmä Studňovitou šachtou, ktorá vznikla poklesávaním a následným zrútením časti horniny nad kanálom podzemného vodného toku, ktorý neďaleko vyviera na povrch.

Litologická a hydrogeologická predispozícia vzniku sufóznych jaskynných priestorov. Pri objasňovaní genézy sufóznych jaskýň treba analyzovať charakter litologickej a hydrogeologickej predispozície vyplavovania drobných častíc hornín presakujúcou alebo tečúcou vodou. V. Castellani a A. A. Cigna (1977) poukazujú na vytváranie trubicovitých kanálikov v stredných častiach vrstiev v rámci súvrství pyroklastických hornín alebo pozdĺž puklín narušujúcich horninové prostredie. V mnohých ďalších prípadoch vývoja sufóznych javov ide kontaktnú sufóziu (E. N. Clausen, 1970; J. Liszkowski, 1995 a iní), keď sa podzemné dutiny vytvárajú vyplavovaním a odnosom častíc menej kompaktných a dobre priepustných hornín na styku s odolnejšími a menej priepustnými podložnými horninami.

Vo vzťahu k eróznej báze sa kontaktná litologická hranica vyskytuje vo visutej polohe na svahu doliny (Rúrovitá jaskyňa) alebo vo výškovej pozícii dna doliny zahĺbeného do úrovne podložných odolnejších a menej priepustných hornín, čomu zodpovedajú aj vývery podzemných vôd (sufózny kanál vyvieračky pred Studňovitou šachtou úplne vyplnený vytekajúcou vodou). V prípade, ak sa striedajú súvrstvia rozdielne priepustných hornín, uvedená litologická hranica môže zodpovedať pozícii dna doliny v určitých fázach jej postupného zahlbovania. Po ďalšom zahĺbení dna doliny cez menej priepustné súvrstvie hornín sa dostáva do visutej pozície. Vznik sufózno-rútivej Studňovitej šachty je následkom poklesávania a odplavovania polohy menej súdržnej horniny podzemným vodným tokom alebo postupného zväčšovania stropnej rútivej kupoly odspodu nahor, až kým sa tenšia nadložná časť horniny úplne nepreborila a zrútila.

Okrem litologickej a hydrogeologickej predispozície môže na vývoj sufóznych jaskýň vplývať aj morfológia okolitého terénu, ktorá usmerňuje povrchové odvodňovanie s bočnými vetvami vedúcimi do podzemia. V rámci tzv. „badland caves" E. N. Clausen (1970) opisuje meandrové sufózne jaskyne vytvorené po stranách dolín tvaru „U" v oblasti Madden vo Wyomingu (USA).

Asociované geomorfologické procesy pri vývoji sufóznych jaskýň. Po vytvorení sufóznych kanálov sa v nich viac či menej začínajú uplatňovať ďalšie geomorfologické procesy, ktoré dotvárajú celkovú morfológiu podzemných priestorov.

Po stranách sufózneho riečiska sa v Rúrovitej jaskyni miestami zachovali zvyšky drobnejších sedimentov vulkanoklastických hornín redeponovaných uviálnou činnosťou, prípadne pohybom vodou uidizovanej suspenzie drobných častíc vulkanoklastických hornín (obr. 9).

Obr. 8. Výver podzemného vodného toku pri Studňovitej šachte. Foto: P. Bella
Fig. 8. The spring of underground stream near the Well Shaft. Photo: P. Bella

V čase väčšieho prietoku podzemného potôčika sa tieto sedimenty vyplavujú von z jaskyne, čím sa podlaha chodby zahlbuje. Ako vidieť, proces vývoja sufóznej jaskyne nepredstavuje iba kontinuálne alebo fázovité vyplavovanie drobných horninových častíc tečúcou vodou, ale aj tvorbu akumulačných foriem a ich opätovné rozrušovanie, čo sa deje v závislosti od hydrologickej aktivity a množstva uvoľneného, transportovaného alebo akumulovaného horninového materiálu v podzemnom riečisku či kanáli.

Vo vstupnej a strednej časti Rúrovitej jaskyne, najmä na pravej strane spodnej časti oválnej chodby (v smere toku potôčika), sa miestami nad vyčnievajúcimi podložnými blokmi granitov pozoruje odlučovanie čiastočne stmelených častí hornín. Aktivizuje sa v miestach, kde sa medzi blokmi granitov odplavili časti vulkanoklastických hornín. Následne vyššie časti týchto hornín gravitačne praskajú, uvoľňujú sa a poklesávajú. Odlučovanie pravdepodobne súvisí s opakujúcim sa zvlhčovaním a vysušovaním značne priepustných a málo súdržných hornín na stene jaskynnej chodby, pričom sa ich povrchová časť čiastočne spevňuje scemetovávaním. Odlučujúce sa časti vulkanoklastických hornín tvarom pripomínajú nahor zužujúce sa klinovité útvary (obr. 3), ktoré vznikajú gravitačným popraskaním a poklesávaním v nadväznosti na odplavenie nižšej časti hornín počas modelácie podlahového riečiska. Zo stien uvoľnené a poklesnuté, prípadne odvalené šupinovito-klinovité horninové útvary sú rozrušené a odplavené tečúcou vodou. Tým sa priečny profil chodby postupne rozširuje, avšak jeho elipsovitý tvar sa viac-menej zachováva.

Ako sme už uviedli, chodba Rúrovitej jaskyne je miestami v nadväznosti na gravitačné deformácie svahu narušená priečnymi trhlinovitými poruchami. Tieto podmienili opadávanie až rútenie narušených nadložných častí horniny so vznikom stropných a bočných stenových vyhĺbenín. Keďže sa opadávanie a rútenie aktivizovalo v nadväznosti na vývoj sufóznej jaskyne, ide o sufózno-rútivé formy jaskynného georeliéfu.

Obr. 9. Redeponované sedimenty vulkanoklastických hornín v Rúrovitej jaskyni. Foto: P. Bella
Fig. 9. Redeposited sediments of vulcaniclastic rocks in the Tube Cave. Photo: P. Bella

Procesy tohto charakteru sa viac uplatnili pri vzniku Studňovitej šachty, ktorá vznikla gravitačným poklesávaním a zrútením nadložnej časti vulkanoklastických hornín v nadväznosti na odplavovanie uvoľneného horninového materiálu cez sufózny kanál. Strmé až kolmé steny priepasti poukazujú na pomerne rýchle až náhle poklesávanie či rútenie hornín. Bezprostredné okolie povrchového otvoru priepasti nemá tvar závrtovitej lievikovitej depresie, do ktorej by sa koncentrovali presakujúce zrážkové vody. V čase väčších prietokov, keď všetka voda podzemného vodného toku nestačila odtekať menším profilom chodby vo vyvieračke, mohla čiastočne stúpať do komínovitej dutiny a postupne zvlhčovaním „zaťažovať" a oslabovať horninové nadložie odspodu nahor s následným opadávaním a odvaľovaním častí horniny. Horninové nadložie sa postupne stenčovalo, až sa strop komínovitej dutiny nakoniec preboril a zrútil.

Rozdielne tvary priečnych profilov chodieb sufóznych kanálovitých jaskýň. Hlavnú časť Rúrovitej jaskyne tvorí oválna chodba, ktorou preteká malý potôčik (obr. 3). Odlišný priečny profil chodby je v zadnej časti jaskyne. Tvorí ho stropná polelipsovitá klenba a zužujúci sa podlahový zárez tvaru „V", ktorý zasahuje do podložných miocénnych granitov. Spodné časti stien sú pokryté odpadávajúcim horninovým materiálom, z ktorého po stranách podlahového zárezu vystupujú odolnejšie bloky granitov (obr. 4).

Sufózny kanál výdatnej vyvieračky pri Studňovitej šachte má polelipsovitý klenbovitý tvar priečneho profilu s takmer rovnou podlahou (obr. 8). Dosahuje šírku 1 m a výšku 0,5 m. V čase nášho pozorovania bol úplne vyplnený vytekajúcou vodou. Podobný až takmer rovnaký tvar majú aj priečne profily sufóznych jaskýň, ktoré opisujú E. N. Clausen (1970, s. 63, obr. 3) a J. Urban (2004, s. 78, obr. 2), ako aj menšie sufózne kanály v zadnej časti Rúrovitej jaskyne, predstavujúce prvotné tvary vývoja sufóznej chodby. Takisto sufózne výklenky, ktoré sa pozorujú na okraji lesnej cesty pod Rúrovitou jaskyňou, sú charakteristické identickým polelipsovitým klenbovitým priečnym profilom, avšak podstatne menších rozmerov (obr. 5).

Na základe uvedených skutočností možno predpokladať, že horizontálne alebo subhorizontálne sufózne jaskyne, ktoré sa vytvárajú na kontakte s odolnejšou alebo menej priepustnou podložnou horninou a nie sú podmienené vertikálnou alebo strmou poruchou, majú zväčša klenbovitý polelipsovitý priečny profil (horná časť priečneho profilu chodby v zadnej časti Rúrovitej jaskyne, kanál vyvieračky pri Studňovitej šachte). Pre vytváranie sufóznych jaskýň je charakteristické kolísanie prietoku podzemných vodných tokov, najmä v závislosti od striedania sa vlhkých a suchých období (E. N. Clausen, 1970; V. Cílek, 1997; J. Urban, 2004 a iní).

Hlavný vplyv na modeláciu sufóznych kanálov majú zvýšené prietoky, hoci pôsobia kratší čas, avšak viac či menej sa opakujú („tunnelling"). Ak sa menší potôčik zahĺbi do rovnej či mierne šikmej podlahy (priečneho profilu chodby), vytvára sa podlahový zárez zasahujúci aj do horninového podložia. Tým vzniká priečny profil tvaru kruhového výseku s hornou klenbovitou časťou (zadná časť Rúrovitej jaskyne).

Známe sú však aj sufózne menšie i väčšie kanály, ktoré majú kruhovitý priečny profil. Ako sme už uviedli, V. Castellani a A. A. Cigna (1977) opisujú iniciálne sufózne kanáliky, ktoré majú trubicovitý tvar a vytvorili sa v stredných častiach vrstiev v rámci súvrství pyroklastických hornín alebo pozdĺž puklín narušujúcich horninové prostredie. Okrem vyplavovania drobných horninových častíc prúdiacou vodou valcovité dutiny vznikajú aj tzv. uidizáciou – „stekutením" drobných častíc hornín do „plastickej" suspenzie, pričom častice sú suspendované v tečúcej vode (J. Liszkowski, 1995).

Medzi dominujúce morfologické tvary Rúrovitej jaskyne patrí oválny priečny profil jej vstupnej chodby. Je však podstatne väčší ako iniciálne sufózne kanáliky, navyše na pravej strane chodby (v smere prúdenia vody potôčika) vystupujú bloky podložných granitov (obr. 3), čo poukazuje na kontaktnú sufóziu. Ako sme už uviedli, v zadnej časti jaskyne odhalené bloky granitov vyčnievajú na oboch stranách chodby (obr. 4). Keďže bloky granitov tvoria litologickú bariéru voči bočnému rozširovaniu podlahy, vo vstupnej časti jaskyne, kde bloky granitov vystupujú iba na pravej strane chodby (v smere prúdenia potôčika), sa jej protiľahlá strana vymodelovala do podoby oválneho zárezu. Tým priečny profil chodby nadobudol šikmý elipsovitý tvar. V čase veľkých prietokov vody sa potôčik mení na mohutnejší podzemný vodný tok s väčšou transportnou schopnosťou. Drobné horninové častice sa môžu redeponovať, resp. dostávať von z jaskyne na povrch aj vo forme tečúcej hustej suspenzie. Rozširovanie bočnej strany priečneho profilu chodby do elipsovitého tvaru do určitej miery súvisí aj s už opísaným odlučovaním čiastočne stmelených častí hornín (obr. 3) v nadväznosti na zahlbovanie podlahy chodby a odplavovanie materiálu z poklesnutých alebo odvalených šupinovitých útvarov. Pôvodný priečny profil chodby pravdepodobne zodpovedal klenbovitému polelipsovému tvaru, ktorý sa vytvoril nad kontaktnými podložnými blokmi granitov.

Pozdĺžne profily výverových sufóznych jaskýň a kanálov podzemných vodných tokov. Šikmá chodba Rúrovitej jaskyne, stúpajúca od vchodu do zadnej časti, je vhodným príkladom vytvárania chodby spätnou eróziou od miesta výveru vôd na povrch (obr. 1). Na tento morfogenetický znak sufóznych kanálov poukázal už J. Liszkowski (1995), R. B. Bryan a J. A. A. Jones (1997), ako aj J. Urban (2004).

Sklon chodby v smere odtoku vody je dôležitý z hľadiska redeponácie drobných horninových častíc prúdiacou vodou alebo pohybu vodou uidizovanej suspenzie drobných horninových častíc. V závislosti od pozície výveru podzemného vodného toku voči litologickej bariére odolnejších hornín alebo eróznej báze na dne doliny, resp. inej zahĺbenej formy georeliéfu sa podlaha jaskynnej chodby spätnou eróziou zarezáva, čím sa jej sklon zmenšuje. Ak litologický kontakt podložných odolnejších hornín s menej odolnejšími nadložnými horninami má klesajúci spád v smere prúdenia vody, podlaha chodby si viac-menej udržuje rovnaký spád. Spätnou eróziou sa však môže užším zárezom zahlbovať aj do odolnejších hornín, čo sa pozoruje aj v zadnej časti Rúrovitej jaskyne (obr. 4).

Vývoj pomerne priestrannej chodby Rúrovitej jaskyne je podmienený sklonom podložných granitov (okolo 15°, v zadnej časti jaskyne až 20°), čím podzemný vodný tok nadobudol vyššiu eróznu a transportnú silu a zintenzívnil sa odnos horninových častíc. Podzemný odtok cez jaskyňu sa navyše obohacoval o presakujúce vody z nadložných vulkanických pieskov, ktoré prenikali najmä cez gravitačné trhliny.

Výver podzemného vodného toku pri Studňovitej šachte je situovaný priamo na dne bočnej doliny, t. j. nie je vo visutej pozícii v nadväznosti na litologickú bariéru odolnejších podložných hornín ako v prípade Rúrovitej jaskyne. Preto možno predpokladať, že podzemný sufózny kanál vedúci od dna Studňovitej šachty má viac-menej horizontálny alebo mierne klesajúci priebeh, možno aj s prejavmi plytkej sifonálnej cirkulácie vody. Na tento predpoklad do určitej miery poukazuje aj charakter priečneho profilu sufózneho kanála v previsovej časti výveru. Nad terajším ústím kanála sa zachoval krátky úsek hornej časti kanála (obr. 8), ktorý sa vytvoril v čase, keď povrchové riečisko pred výverom bolo menej zahĺbené. Vtedy voda vystupovala na povrch sifonálnym prúdením, ktoré sa pravdepodobne vyskytuje aj medzi výverom a neďalekou priepasťou, možno i v ďalšej časti sufózneho kanála proti prítoku vody.

ZÁVER

Sufózne jaskyne v doline Nagatani predstavujú významné lokality pre výskum speleogenézy vo vulkanoklastických horninách. Dúfame, že naša práca bude iniciovať ich detailnejší výskum s vyhotovením detailnej meračskej dokumentácie, čím sa získajú úplnejšie poznatky a údaje o týchto pozoruhodných prírodných javoch. Nespevnené drobnozrnné vulkanoklastické horniny sú vzhľadom na charakter zrnitosti a s ňou súvisiacu priepustnosť vhodným horninovým prostredím pre vývoj sufóznych jaskýň.

LITERATÚRA

BELLA, P. – GAŽÍK, P. (2002). Študijná cesta po krase a sprístupnených jaskyniach južných oblastí Japonska. Aragonit, 7, 47 – 52.

BELLA, P. – GAÁL, Ľ. – ZELINKA, J. (2004). Druhá študijná cesta slovenských jaskyniarov v Japonsku. Aragonit, 9, 63 – 66.

BRYAN, R. B. – JONES, J. A. A. (1997). The significance of soil piping processes: inventory and prospect. Geomorphology, 20, 3 – 4, 209 – 218.

BURKHARDT, R. (1962). Jeskyňka v tufech u Šahů na Slovensku. Československý kras, 13, 219 – 220.

CASTELLANI, V. – CIGNA, A. A. (1977). Bedding Plane Anastomoses as Evidence of Erosion in Different Rocks. In Ford, T. D. (ed.): Proceedings of the 7th International Speleological Congress. Sheffield, 102 – 105.

CÍLEK, V. (1997). Sufozní podzemní systém ve sprašové rokli v Zeměchách u Kralup. Speleo, 25, 19 – 23.

CLAUSEN, E. N. (1970). Badland caves of Wyoming. The Bulletin of National Speleological Society, 32, 3, 59 – 69.

DEMEK, J. (1987). Obecná geomorfologie. Academia, Praha, 476 s.

GAÁL, Ľ. (2002). Príspevok k vzniku jaskýň následkom vyvetrávania stromov. In Bella, P. (ed.): Výskum, využívanie a ochrana jaskýň, 3, zborník referátov. Liptovský Mikuláš, 58 – 63.

GAÁL, Ľ. (2004). Vulkanické jaskyne Japonska. Aragonit, 9, 71 – 75.

HALLIDAY, W. R. (2004). Piping caves and badlands pseudokarst. In Gunn, J. (ed.): Encyclopedia of Caves and Karst Sciences. Fitzroy Dearbon, New York – London, 589 – 593.

IVANOVÁ-ŠALINGOVÁ, M. – MANÍKOVÁ, Z. (1983). Slovník cudzích slov. SPN, Bratislava, 944 s.

JENNINGS, J. N. (1985). Karst Geomorphology. Oxford, Basil Blackwell, 293 p.

KOS, P. – KOSOVÁ, L. – RAŠOVSKÝ, V. (2000). Sprašové jeskyně u Dolních Věstonic pod Pavlovskými vrchy. Speleo, 30, 14 – 19.

KUBOTERA, A. et al. (1981). Field excursion guide to Sakurajima, Kirishima and Aso volcanoes. Symposium on Arc volcanism Tokyo and Hakone, Japan, 52 p.

LISZKOWSKI, J. (1995). On the mechanisms and kinematics of drift dolines formation. Acta carsologica, 24, 333 – 345.

MITTER, P. (1979). Reliéf na travertínoch Slovenska. Záverečná správa, MSK, Liptovský Mikuláš, 176 s.

PARKER, G. G. – SHOWN, L. M. – RATZLAFF, K. W. (1964). Officers Cave, a pseudokarst feature in altered tuff and volcanic ash of the John Day Formation in eastern Oregon. Bulletin of the Geological Society of America, 75, 393 – 402.

PANOŠ, V. (2001). Karsologická a speleologická terminologie. Knižné centrum, Žilina, 352 s.
PELLEGRIN, J. C. – SALOMON, J. N. (2001). Hydrocompaction, dissolution, suffosion et soutirage. Contribution à la formation des dépressions fermées. Karstologia, 37, 1, 54 – 56.
PILOUS, V. (1982). Pseudokrasové dutiny v neovulkanitech jižního Slovenska. Československý kras, 32, 75 – 81.
ROGERS, B. M. (1981). Soil pipe caves in the Death Valley region, California. Proceedings of the 8th International Congress of Spelelogy, 2. Bowling Green, 547 – 548.
STÁRKA, V. (1989). Pseudokrasové tvary a jevy ve spraších rumunské Dobruže. Sborník referátů z 2. sympozia o pseudokrasu (Janovičky u Broumova 1985), Knihovna ČSS, 10, 88 – 96.
URBAN, J. (2004). Morphological evolution of the pseudokarst forms in Quaternary loesses of Southern Poland – a case study of Bugaj near Pinczów, Nida Basin. In Gaál, Ľ. (ed.): Proceedings of the 8th International Symposium on Pseudokarst. Liptovský Mikuláš, 75 – 83.
WHITE, W. B. (1988). Geomorphology and Hydrology of Karst Terrains. Oxford – New York, 464 p.
ZHU, T. X. (1997). Deep-seated, complex tunnel system – a hydrological study in a semi-arid catchment, Loess Plateau, China. Geomorphology, 20, 3 – 4, 255 – 267.

Adresy autorov:
RNDr. Pavel Bella, PhD., Správa slovenských jaskýň, Hodžova 11, 031 01 Liptovský Mikuláš,
e-mail: bella@ssj.sk
RNDr. Ľudovít Gaál, Správa slovenských jaskýň, Železničná 31, 979 01 Rimavská Sobota,
e-mail: gaal@ssj.sk
Dr. Youji Inokura, Takakuma Experimental Forest of Kagoshima University, Kaigata, Tarumizu, Kagoshima 891-2101, Japan; e-mail: inotch@env.agri.kagoshima-u.ac.jp

SUFFOSION CAVES IN VOLCANICLASTIC ROCKS IN THE NAGATANI VALLEY NEAR KAGOSHIMA (JAPAN)

SUMMARY

Several suffosion caves in vulcaniclastic rocks occur in the Nagatani Valley near the Sakurajima volcano in the southern part of the Kyushu island (Kagoshima Prefecture, Japan). The permeable lithological environment of noncohesive vulcaniclastic rocks is suitable for a subterranean drainage and suffosion processes (piping, tunnelling).

The formation of suffosion phenomena is the result of the selective transport and removal of fines from poorly sorted, noncohesive unconsolidated granular deposits by seeping or owing groundwater. If these deposits change to uid (suspended) mass in a rapidly owing groundwater stream, the uidized granular material ows as a whole. The backward internal erosion develops from the surface source of particle removal towards the interior of granular masses.

We have surveyed the Tube Cave (48 m long), Hall Cave of Two Entrances (11 m long) and Well Shaft (ca 10 m deep). Also the remarkable suffosion conduit of abundant spring of underground stream, situated near the Well Shaft, gives evidence of the intense suffosion in this area. These localities of internal erosion present representative suffosion phenomena of cave development in vulcaniclastic rocks.

The Tube Cave was formed at the contact of overlying vulcaniclastic rocks and underlying Miocene granites. Also the suffosion spring conduit near the Well Shaft is controlled by the contact of rock formations of different permeability. The Tube Cave lies in the slope hanging position, the suffosion spring conduit is situated in the bottom valley position. The Well Shaft was developed by subsidence and collapse of vulcanicclastic rocks in consequence of an increased suffosion through the underground stream owing to the nearby spring conduit. The underground stream ows through the bottom of the shaft. The origin of the Hall Cave of Two Entrance was initiated by weathering of trees covered by vulcaniclastic rocks. Several small tree mould features are observable in the cave.

From the genetic point of view, suffosion and suffosion-collapse caves or shafts are distinguished. The development of suffosion caves is accompanied by several associative geomorphological processes. The breakdown of fractured parts of overlying rocks in the middle part of Tube Cave is determined by transverse cracks caused by gravity slope deformation. The gravity foliated aking of wall rock surface in the entrance part of Tube Cave is initiated by remotion of tiny unconsolidated granular rock particles from interstices among

neighbour underlying granite bloks on the right bank of oor stream channel. Residues of uvial sediments retained in several side places of oor stream channel demonstrate the action of uvial process on the passage enlargement of Tube Cave.

The ceiling half elliptical shape of cross sections of active or inactive stream conduits is characteristic for the cave development at the contact suffosion. In many cases, the narrow oor channel had deepened into underlying rocks during the younger development phase. The „V" shape is typical for the lower part of cross sections of these deepened cave passages. Longitudinal profiles of many suffosion caves are more or less inclined to the spring part of underground streams but ones are formed by backward internal erosion (tunnelling).

SLOVENSKÝ KRAS (ACTA CARSOLOGICA SLOVACA)	XLIII	81 – 96	LIPTOVSKÝ MIKULÁŠ 2005

SPATIAL DIFFERENTIATION OF THE AIR TEMPERATURE IN THE ENTRANCE COLLAPSE OF DOBŠINSKÁ ICE CAVE AS CONTRIBUTION TO THE RECOGNITION OF THE PROBLEM OF AIR EXCHANGE BETWEEN CAVE AND THE SURFACE

JACEK PIASECKI – TYMOTEUSZ SAWIŃSKI – JÁN ZELINKA

J. Piasecki, T. Sawiński, & J. Zelinka: Priestorová diferenciácia teploty ovzdušia vo vstupnom prepadlisku do Dobšinskej ľadovej jaskyne ako príspevok k poznaniu problému výmeny vzduchu medzi jaskyňou a povrchom

Abstract: The paper discusses examples of air temperature stratification and its spatial differentiation in Dobšinská Ice Cave entrance collapse area, both in summer and winter seasons. It comments also on the results of air movement registration in the collapse and in cave entrance-zone. Finally, associations are analyzed between air exchange coming through the cave main entrance and air temperature in the entrance collapse. In the commented part of the cave the measurements were conducted in the chosen periods from July 2003 through October 2004.

Key words: Dobšinská Ice Cave, cave microclimate, air temperature, air exchange, acoustic anemometers

1. INTRODUCTION

The paper presents the results of research, which was a part of a broader, international research program, conducted together by Slovak Caves Administration (Slovakia), The Institute of Geography and Regional Development, Wrocław University (Poland), Institute of Geography, Ruhr University, Bochum (Germany) and Caves Administration of the Moravian Karst (Czech Republic). The program has been carried out in caves in central Europe and in the United States. Subjects addressed include problems of micro-climate dynamics in caves of various environmental features. The results obtained within the confines of the program are to help in finding of the most effective methods to protect caves environment in conditions of growing anthropogenic pressure. In Slovakian ice caves the complex climatological research includes: air temperature, air humidity and air movements monitoring as well as the measurements of various ice phenomena. Within the abovementioned program the research in Dobšinská Ice Cave has been made since July 2002 (Piasecki et al., 2004; Strug et al., 2004).

During the period from July 2003 through October 2004 a research on the spatial differentiation of air temperature was conducted in Dobšinská Ice Cave entrance collapse, completed by air movement measurements. The aim of the survey was to describe the range of cave air penetration outside the cave, to recognize the main ways of the air out ow and to determine relations between air exchange and air temperature in the entrance collapse. Due to the role played by the collapse in the cave climate shaping, the results of the research shall build the foundations to recognize and describe the mechanisms shaping the course of air exchange in the whole cave system.

The results and analysis discussed are based on data collected during several measurements series. It does not exhaust the whole of the problem and therefore the continuation of the research in the collapse has been planned.

2. DESCRIPTION OF THE RESEARCH AREA

Dobšinská Ice Cave lays in the Spiš-Gemer Karst, in the National Nature Reserve Stratená, within the Slovak Paradise National Park, south-west from the town of Spišská Nová Ves and north from the town of Dobšina. Cave entrance is situated at the elevation of 969 m a.s.l., on the north-western slope of the karst massif Duča, 130 m above the bottom of the Hnilec river valley.

The cave arose in the Neogene, as a result of erosive activity of paleo-Hnilec, in the Middle Triassic Steinalm and Wetterstein limestones creating the Duča Massif (Tulis & Novotný, 1989). Genetically, Dobšinská Ice Cave is a part of Stratenská Cave system, although contemporarily they are not connected. The caves separation did probably take place in Pleistocene and was a result of a collapse of a part of cave ceiling (Novotný, 1995). As a result of that Dobšinská Ice Cave entrance collapse arose, as well as the Duča collapse, which separated Dobšinská Ice Cave from Stratenská Cave. The effect of the collapses occurrence put in motion intensive air exchange between the cave and the surface, which created conditions suitable to creating and sustaining the cave's ice forms.

The length of Dobšinská Ice Cave is 1232 m (Tulis & Novotný, 1989). The height difference between the entrance orifice and cave lowest parts (oor of Dripstone Cellar) is 113 m. The cave ice occurs in the rooms: Small Hall (Malá sieň), Great Hall (Velká sieň), Collapsed Dome (Zrúteny dóm), Icefall (Ľadopad), Great Curtain (Pod Veľkou oponou), Underground Floor (Prizemie), Ruffiny's Corridor (Ruffinyho koridor). The rooms: Hell (Peklo), Dripstone Cellar (Kvaplová pivnica), Dry Dome (Suchý dóm), Dripstone Hall (Kvaplova sieň), White Hall (Biela sieň; Fig. 1) are free of ice. At present, the surface of the ice-covered parts of the cave is 9772 m^2. The ice volume is estimated at 110132 m^3, the average ice thickness at 13 m, and its largest thickness at 26.5 m (Tulis & Novotný, 1995).

The entrance collapse of Dobšinská Ice Cave (Fig. 2, Photo 1, 2) has NW exposure. It covers approximately 400 m^2. The collapse, when measured from the level of the lowest, north-west edge, is 6 m deep. The north-west wall of the collapse, as well as its bottom, is built of rock debris, caving in at the angle of about 15° on SE, towards the entrance to the cave interior. Remaining walls of the collapse are created by vertical rocks. The highest one – circa 15 m – is the south-eastern wall, hanging over the cave entrance. The collapse zone is enclosed by a three-metre-high wooden fence. At the entrance to the collapse two-metre-high wooden door was built. From the door towards the main cave entrance leads the tourist route pavement, which lays about 0.5 m above ground level. In its final section (6 m long) the tourist route is covered with a roof, which protects against rock fragments falling down from the collapse wall. Cave interior is separated from the collapse by iron grating, which enables free air ow.

3. CHARACTERISTIC OF DOBŠINSKÁ ICE CAVE MICROCLIMATE

Monthly air temperature means in the ice-covered part of Dobšinská Ice Cave vary from almost 0 °C, to several grades below zero (Halaš, 1989). In the summer months, from May to October, air temperature is always close to 0 °C, whereas in winter the course of the air temperature inside the cave is related to the air temperature changes on the surface (Kožaková, 2002).

Relative air humidity changes are shaped similarly. It stays on 100 % level in summer, while during winter it can decrease even to 75 % (Droppa, 1960). During the whole year, the course of the both meteorological parameters is strongly connected to the intensive winter in ow of

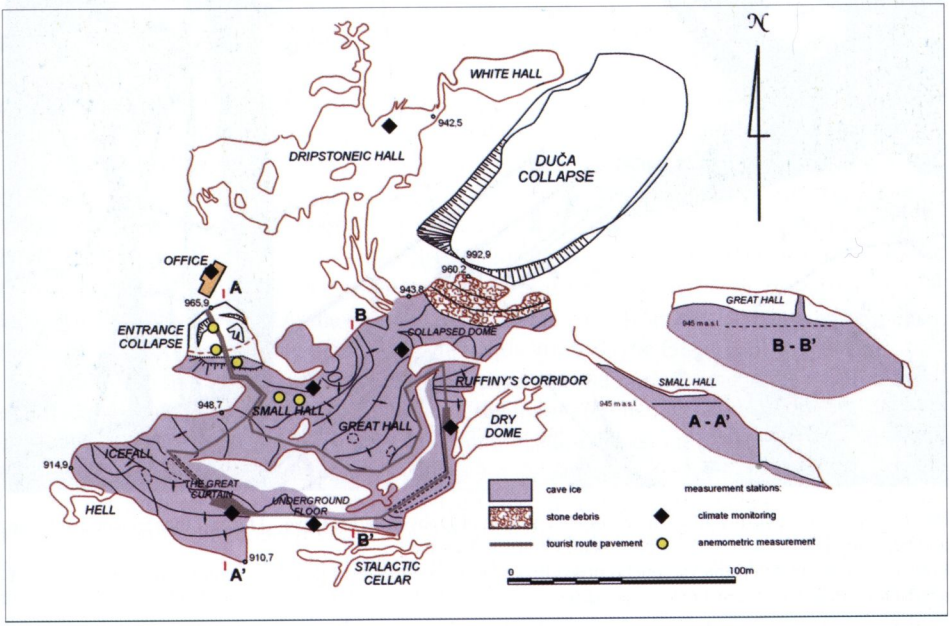


Fig. 1. Dobšinská Ice Cave – plan (according to Tulis & Novotný, 1989) and cross – sections (Tulis & Novotný, 1995). In the plan the climate monitoring stations and the anemometric measurement stations were marked
Obr. 1. Dobšinská ľadová jaskyňa – mapa (podľa Tulis – Novotný, 1989) a priečne rezy (Tulis – Novotný, 1995). V mape sú vyznačené lokalizácie klimatických monitorovacích stanovíšť a anemometrických meracích staníc

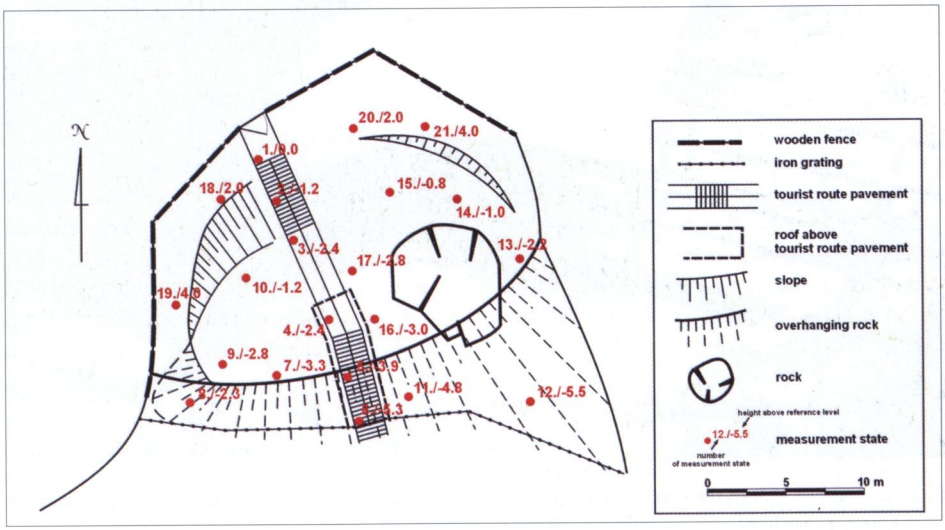


Fig. 2. Localization of the measurement stations in the entrance collapse zone of Dobšinská Ice Cave
Obr. 2. Lokalizácia meracích stanovíšť v zóne vstupného prepadliska Dobšinskej ľadovej jaskyne

Photo 1. North – western wall of the entrance collapse of Dobšinská Ice Cave. The entrance in wooden fence and beginning of the tourist route pavement. Photo: T. Sawiński
Foto 1. Severozápadná stena vstupného prepadliska Dobšinskej ľadovej jaskyne. Vchod v drevenom oplotení a začiatok návštevnej trasy. Foto: T. Sawiński

Photo 2 . Eastern wall of the entrance collapse of Dobšinská Ice Cave, and the main entrance orifice of the cave. Photo: T. Sawiński
Foto 2. Východná stena vstupného prepadliska Dobšinskej ľadovej jaskyne a otvor hlavného vchodu do jaskyne. Foto: T. Sawiński

outside air and to blocking of this in ow by the indigenous air in summer. It is characteristic that in warmer months the ice-filling of the cave has a stabilizing impact on air temperature and moisture variation inside the cave.

Basing on the results of speleo-climatological research, conducted in years 1975 – 1985, J. Halaš presented the general model of air exchange in Dobšinská Ice Cave (Šiška et al., 1977; Halaš, 1986, 1989). He pointed at the existence of two major air exchange types: between the cave and the surface and within the cave: the winter and the summer type.

According to him, in winter, the outside-air stream, relatively cooler than the cave air, ows gravitationally through the entrance into the cave lower part. In the first parts of the cave, in the Small Hall, the stream is divided. Some of the air ows downwards, towards the lowest cave parts (the Icefall, Hell, Underground Floor), and some moves towards the Great Hall. Simultaneously, the air ow from the Great Hall towards the rock debris (in Collapsed Dome area), which joins the cave interior with the bottom of the laying on the surface Duča karst collapse is observed. On the cave lowest level, air ows from the Underground Floor to the Ruffiny's Corridor, from where it ows upwards, towards the Great Hall.

In summer, the air exchange between the cave and the surface is characterized by the establishing of the out ow of cave air through the main entrance orifice and clefts below the entrance collapse. In the deeper parts of the cave the major directions of air exchange have not been clearly established (Halaš, 1986, 1989).

The research conducted in Dobšinská Ice Cave since July 2002 gave more details and allowed to modify the model presented by J. Halaš (Piasecki et al., 2004). The measurements results confirmed the occurrence of winter and summer type of air exchange, although in a way different from J. Halaš' model. In the period of the "summer" air exchange dominance, in the upper level cave rooms, a stabilized air ow from the inside of the Collapsed Dome to the Great Hall and farther, towards the Small Hall was observed. Additionally, in autumn and spring transitional situations were observed, to which large variability in the course of air exchange between the cave and the surface was characteristic. In those periods the winter air exchange type alternated with the summer type. The particular type of air exchange sustained for several days or uctuations of the air exchange forms were regulated by a 24-hours rhythm. In the Small Hall, the structural differentiation of air exchange in the vertical profile was also noticed. Two major layers of air ow were distinguished – under-ceiling and above- oor layers. In summer, intensive cave air out ow took place mainly in the under-ceiling layer. In the above- oor layer the air ow had the same direction as under the ceiling, but the intensity of the ow was much lower. In the periods, when the winter air exchange type was determined, in the above- oor layer a very intensive in ow of outside air was noticed. Simultaneously, under the cave ceiling an air ow from the cave interior towards the entrance was registered.

The major characteristic of both winter and summer air exchange pattern was the functioning of a stable air ow from the cave interior towards the significantly elevated entrance orifice. This particular fact was the impulse to start the research in the entrance collapse, in the zone of a direct contact of cave and outside air.

4. RESEARCH METHODS

In the cave entrance collapse the air temperature measurements were conducted from July 2003 to October 2004. Altogether, fifteen measurement series were made, seven of them in summer (since 25 till 28 July 2004), six in winter (16 and 17 December 2003, 29. 02. 2004, 02. 03. 2004) and two in autumn (27 and 28. 10. 2004).

Inside the collapse, 21 measurement stations were chosen. Their number and location were subordinated to the research aim, which was to identify the spatial differentiation (both horizontal and vertical) of the air temperature in the collapse zone. Six measurement stations were situated on the collapse axis, along the tourist route pavement (stations 1 to 6), eight on the bottom circumference (stations 7, 8, 10 – 15), three in the bottom central part (stations 9, 16, 17), four on its edge (18 – 21). The relative height of the measurement stations lay-out was determined by its relation to the tourist route pavement level at the entrance to the collapse (reference level 0). Location of the stations and their height in relation to the reference level is shown in Fig. 2.

Air temperature measurements were taken at two terms: in the morning (about 7:00 CET) and at noon (starting about 12:00 CET). At each measurement station air temperature was measured on the height of 2.0 and 0.5 m above ground level (a.g.l.). It took normally slightly above an hour to conduct a whole measurement series – altogether forty six measurements. At all terms the measurements were taken by means of a patrol method, according to a stable pattern. The first, benchmark measurement was taken outside the collapse, in front of the cave office building. Consequently, the air temperature on the stations inside the collapse was taken, starting with station no. 1 to no. 21. Finally, the benchmark was taken again.

During the measurements in July 2003 a hand thermometer type Testo 901 was used, produced by a German company Testo Elektronische Meßtechnik. The device enabled measurements of air temperature in the range from –120,0 °C to +135,0 °C, with accuracy of 0,1 °C. During the subsequent measurements (winter 2003 and 2004) a hand thermometer type D312C was used, by a Czech company Comet System, with measuring range from –10 °C to +60 °C, with similar accuracy but a higher inertia rate, which lengthened the measurement time.

Simultaneously with the patrol measurement of air temperature, air movement in the cave was registered by means of acoustic anemometers. In the part of the cave neighbouring with the entrance collapse and in the collapse itself three series of air movement registration were conducted. The first one took place from 30.07.2003 to 01.08.2003. The measurements were taken on a station situated within the cave entrance orifice (in its centre, at the height of 0.75 m a.g.l.), next to the tourist route pavement (Fig. 1). Subsequent series was conducted on 01 and 02.03.2004, at two stations in the Small Hall, in the first part of the cave (Fig. 1). During those measurements one of the anemometers was installed at the height of 0.75 m above ice level (a.i.l.), the second under the ceiling, 3.00 m a.i.l.. The third registration series was conducted on 27 and 28. 10. 2004. Anemometers were located outside the cave, at two stations situated in the entrance collapse (Fig. 1, Photo 3). The first station was situated in front of the cave entrance orifice, at the height of about 0,75 m a.g.l., the second in the centre of the collapse zone, at the height of about 3,5 m a.g.l. The approximate height of the anemometer stations, when related to the 0 level (reference level as above), was respectively: -2.1 and 0.6 m.

During the air movement registration acoustic anemometers type USA-1 were used, produced by a German company Metek GmbH. The devices enable registration of the air movement direction (WD) in the range of 0° to 360° as well as the registration of the vertical (V) and horizontal (Z) vector of the air ow velocity. The range of measurement for V component is 0.00 – 50.00 ms^{-1} and for Z component – -50.00 – +50.00 ms^{-1}. Additionally the tools took temperature measurements in the range of –30° to +50°C. The accuracy of the V and Z components registration is 0.01 ms^{-1}, the ow direction 0.4° and air temperature 0.01 K (Metek, 2001). The devices can conduct registration with frequency from 1 s up, and the length of the registration period is limited by the size of a memory card used. During the described measurement series the registration was conducted with 1 minute frequency.

Additional source of information on air temperature in the surrounding and inside the cave was data from climate monitoring stations, operated in Dobšinská Ice Cave by the Slovak Caves Administration (Zelinka, 2002). The data used in the paper had been registered at a station situated 3.5 m a.g.l., on the balcony of the cave office building and at the stations inside the cave (the Small Hall, the Collapsed Dome, the Great Curtain; Fig. 1).

5. PRESENTATION OF THE RESULTS

During the measurements read from 25 to 28 July 2003 the air temperature inside the collapse was significantly different from the air temperature on the surface. The air temperature measured inside the collapse, at the station no. 1, on the height of 2.0 m a.g.l. (about 1.5 m far from the entrance gate, at the top of the tourist route steps) stayed within the range of 4.8 to 10.0 °C (Table 1). The differences among those values and the average air temperature in the cave surrounding (the latter was calculated for the survey time) stayed in the brackets of 10.1 to 15.3 °C (Table 1). While progressing deeper into the collapse, constant decreasing of air temperature could be observed. The lowest temperature, within the range of 0.5 to 1.3°C was registered in the deepest parts of the collapse, in the direct neighbourhood of the cave entrance orifice (stations 6 and 12). In this part of the collapse the average air temperature was close to the average in the cave interior (the Small Hall, Table 1). The air temperature distribution in the collapse, at the level of 0.5 and 2.0 m a.g.l., typical to the discussed period, is presented in Fig. 3.

Photo 3. Anemometric measurements inside the entrance collapse of Dobšinská Ice Cave (27 – 28. 10. 2004). Photo: T. Sawiński
Foto 3. Anemometrické merania vo vnútri vstupného prepadliska Dobšinskej ľadovej jaskyne (27 – 28. 10. 2004) Foto: T. Sawiński

In the vertical profile of the collapse, in the range of relative heights from -5.0 to 4.0 m (as related to the reference level), successive growth of temperature along with height was observed (Fig. 4). Above 4.0 m this temperature growth did not exist any more, with the air temperature staying on the level similar to temperature in the surrounding of the collapse. The relation between the air temperature change and height change in the range of -5.0 to 4.0

Table 1. Comparison of air temperature measured in stations no 1, 6 and 12 (measurement level 2,0 m a.g.l.) and average air temperature in cave surroundings (registered 3,5 m above ground level) and inside the cave (registered in Small Hall). Summer season 2003 and autumn season 2004. T_{zew} – air temperature in cave surroundings; T_{jask} – air temperature inside the cave; $T_{m.s.\ n}$ – air temperature in measurement station no n.
Tabuľka 1. Porovnanie teploty vzduchu meranej na stanovištiach 1, 6 a 12 (2 m nad podlahou) a priemerná teplota okolia jaskyne (3,5 m nad zemou) a vo vnútri jaskyne (Malá sieň). Letná sezóna 2003 a jesenná sezóna 2004. Tzew – teplota vzduchu v okolí jaskyne; Tjask – teplota vzduchu vo vnútri jaskyne; Tm.s. n – teplota vzduchu na meracom stanovisku č.

Date	measurement time	avg T_{zew} [ŞC]	$T_{m.s.\ 1.}$ [ŞC]	$T_{m.s.\ 6.}$ [ŞC]	$T_{m.s.\ 12.}$ [ŞC]	avg T_{jask} [ŞC]
summer season 2003						
2003-07-25	morning	17.1	5.2	1.3	1.3	0.2
	noon	17.0	5.4	1.5	1.3	0.4
2003-07-26	morning	14.9	4.8	0.5	0.5	0.2
	noon	20.2	10.0	0.7	0.8	0.4
2003-07-27	morning	17.5	3.5	0.6	0.6	0.3
	noon	21.3	6.0	0.7	0.7	0.4
2003-07-28	morning	19.5	4.5	0.4	0.4	0.3
	noon	lack of measurement				
autumn season 2004						
2004-10-27	morning	lack of measurement				
	noon	14.4	5.4	0.9	0.8	0.3
2004-10-28	morning	10.2	5.3	1.1	0.8	0.2
	noon	lack of measurement				

m had the character of exponential dependence with strong positive correlation, for which the ratio of correlation (R^2) was approximately 0.9.

The border of vertical range of cool air filling the entrance collapse ran at the height of between 2.5 and 4.0 m above the tourist route pavement level, at the entrance to the collapse (reference level 0). This was shown by the results of air temperature measurements registered by the stations no. 18 and 20. The temperature registered at those stations, at the height of 0.5 m a.g.l., (2.5 m above the reference level 0), was related to the air temperature at the stations situated lower, eg. station no. 1. Air temperature read at the stations no. 18 and 20, at the level of 2.0 m a.g.l. (4.0 m above level 0), was similar to the temperature on the surface. Additionally, the position of the border was pointed by the occurrence of water vapour condensation within the contact zone of the cool cave air filling the collapse and outside air (Photo 4).

The analysis of the relation between the air temperature inside the collapse and the relative height of the temperature measurement points, in the period of 25 – 27.07.2003, enabled the determining of a theoretical dependence between the two values. The dependence is described by the formulae below:

$T_z = 2{,}8445e^{0{,}3789h}$, where h belongs to the range of -5,0 to 4,0 m;

$T_z = T_{zewn}$, where h is more than 4 m;

where:

T_z means air temperature within the area of the collapse, T_{zewn} – air temperature in the surrounding of the collapse, h the height as related to the reference level.

On the basis of the above statements, air temperature distribution pattern in the vertical

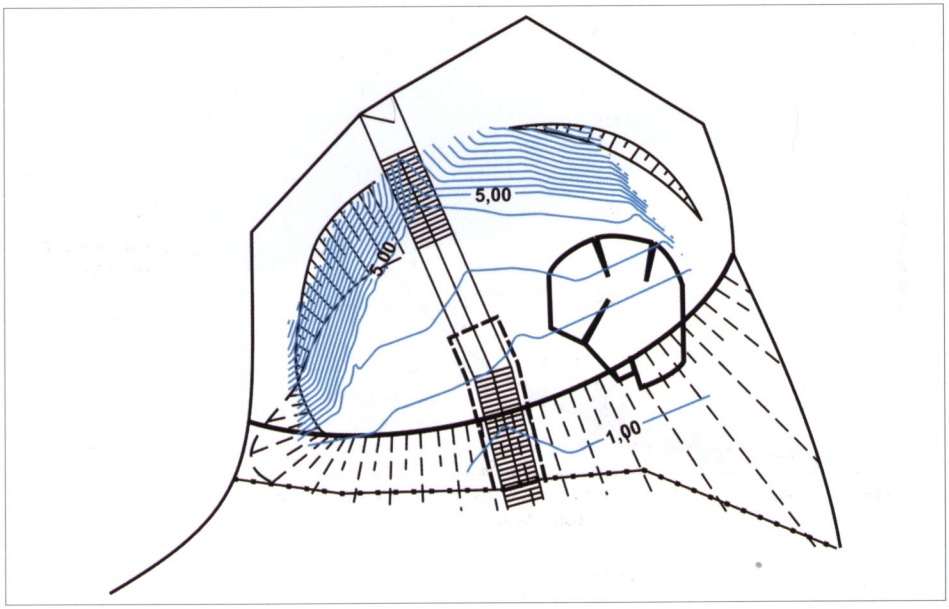


Fig. 3. The example of air temperature distribution inside the entrance collapse of Dobšinská Ice Cave on the level of 0,5 (a) and 2,0 (b) m a.g.l. in summer season 2003 (the noon, 27. 07. 2003)

Obr. 3. Príklad rozloženia teploty vzduchu vo vnútri vstupného prepadliska Dobšinskej ľadovej jaskyne v úrovniach 0,5 (a) a 2,0 (b) m nad zemou v letnom období 2003 (poludnie, 27. 07. 2003)

profile of the collapse was developed (Fig. 5). Based on the size of vertical temperature gradient, three zones were distinguished: first, situated at the height range from -5.0 to 0.0 m, second – at the height from 0.0 to 3.0 m and third, situated in the height range 3.0 – 4.0 m.

In the first zone, the vertical air temperature gradient was insignificant, and air temperature was close to the temperature inside the cave. In the second zone, when compared to the first one, air temperature growth along with the height was visibly faster. Third zone was the contact area between the cool air filling the collapse and the outside air, and it was characterized by a very high vertical temperature gradient. More than 4.0 m above the reference level the air temperature was constant and equal to the air temperature in the surrounding. The vertical range of the zones varied in time and depended on the intensity of air mixing inside the collapse and on the weather conditions (comp. Fig. 4a and 4b).

Complementary information on processes shaping the air thermal structure in the collapse was gathered from the air movement measurements, taken from 30 July to 01 August 2003 in the cave entrance orifice. The measurements proved the occurrence of constant air ow from the cave interior into the entrance collapse, ow of stable direction, average velocity of about 0.19 ms^{-1} and average temperature of 0.47 °C (Fig. 6). Its in uence appears – among others – in the differentiation of the spatial distribution of air temperature in the collapse between the levels 0.5 and 2.0 m a.g.l. (Fig. 3a, 3b). The functioning of this ow is evidenced by the presence of "the cold area", noticeable in the neighbourhood of the lowest part of the collapse edge. It is characteristic that this area was most distinctly marked at the level of 0.5 m a.g.l. (Fig. 3a). This fact indicates peculiar "over owing" of the cold and relatively heavy air, which fills the entrance collapse, and its out ow onto the slope below the cave. This process is initiated and

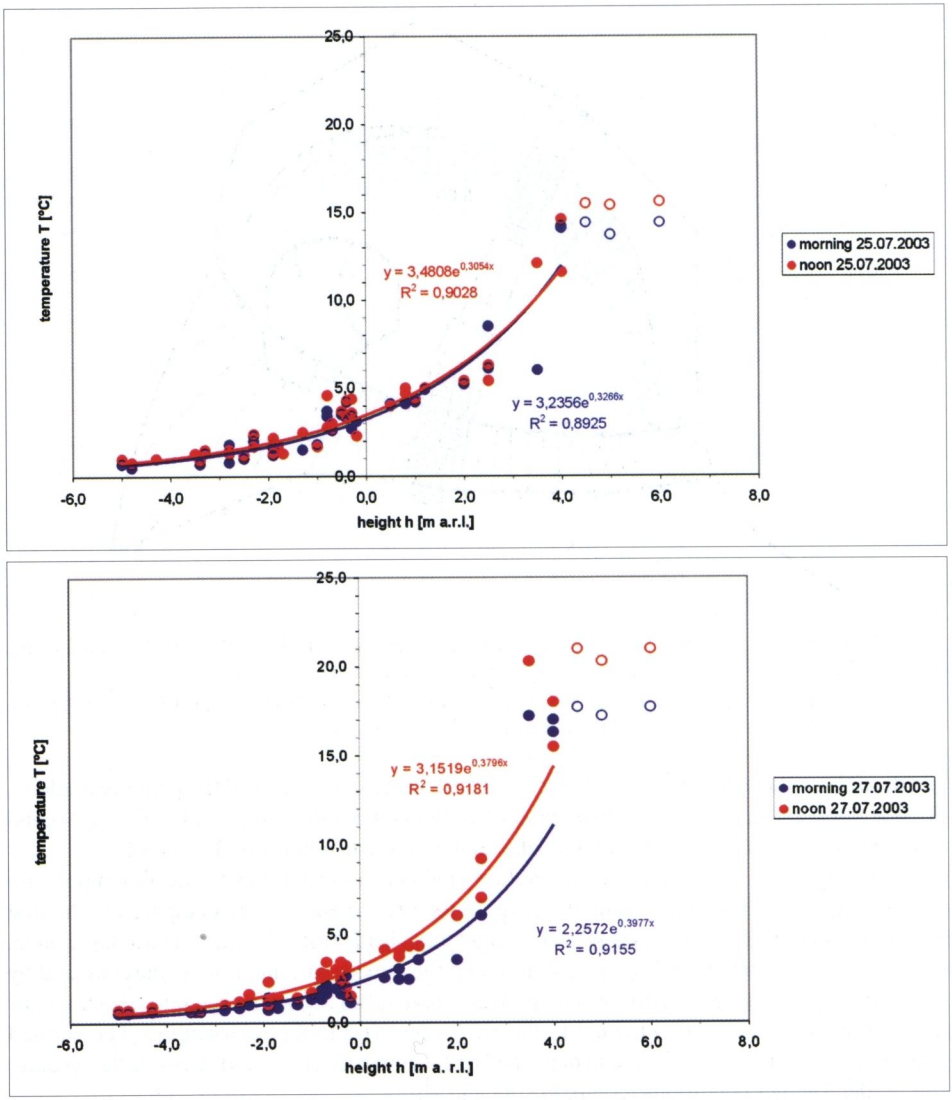


Fig. 4a, b. Relation between the height and the air temperature inside the entrance collapse of Dobšinská Ice Cave on 25. 07. 2003 (a) and 27. 07. 2003 (b). During the survey on 25. 07. 2003, strong rainfall appeared; on 27. 07. 2003 the weather was relatively hot and sunny

Obr. 4a, b. Vzťah medzi výškou a teplotou vzduchu vo vnútri vstupného prepadliska Dobšinskej ľadovej jaskyne 25. 07. 2003 (a) a 27. 07. 2003 (b). Počas merania dňa 25. 07. 2003 bol silný dážď; 27. 07. 2003 bolo počasie relatívne slnečné

sustained by the permanent cold air delivery from the cave interior.

The results obtained during the air temperature measurements taken in the collapse in October 2004 were analogous with the results obtained in summer 2003, regarding both the features of the air temperature distribution and the thermal differentiation in the vertical profile of the collapse. The results of anemometer measurements showed the establishing of summer,

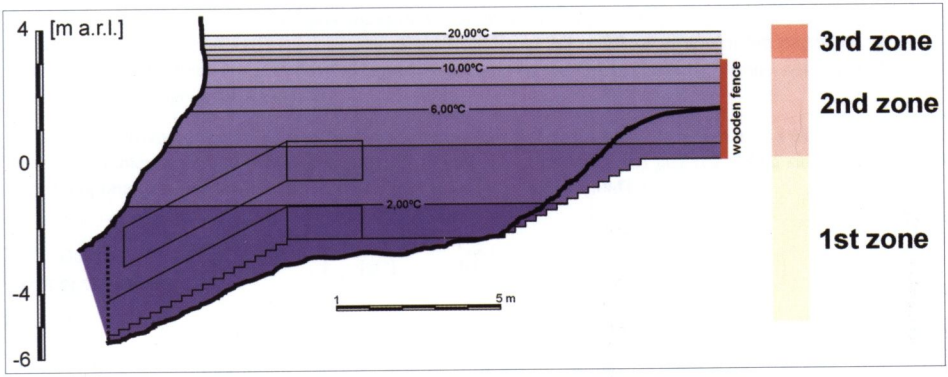


Fig. 5.The thermal structure of the atmosphere in vertical profile of the entrance collapse of Dobšinská Ice Cave in summer season

Obr. 5. Tepelná štruktúra atmosféry vo vertikálnom profile vstupného prepadliska Dobšinskej ľadovej jaskyne v letnom období

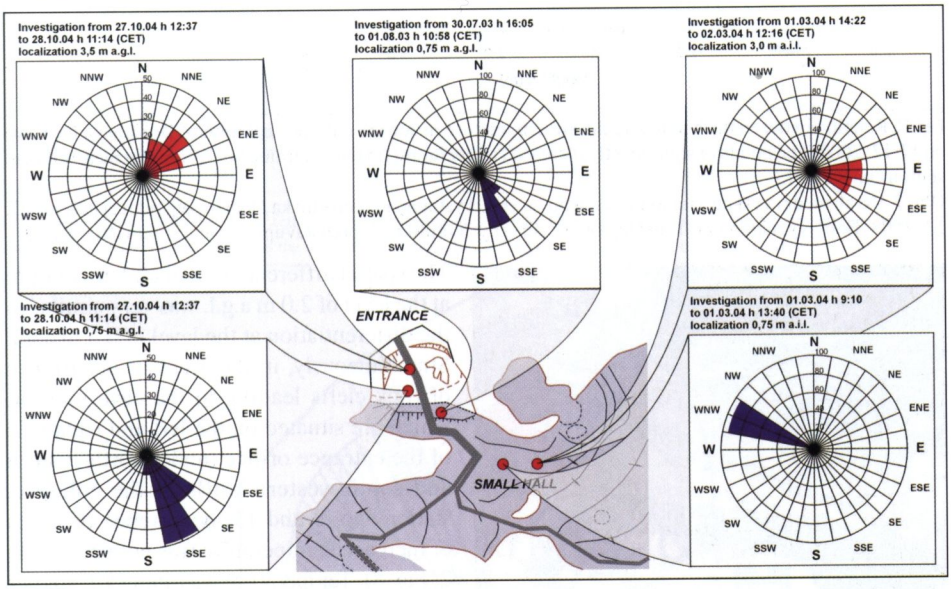


Fig. 6. Frequency distribution of air movement directions in the entrance collapse and in the upper parts of Dobšinská Ice Cave. Results of three short time measuring series (July 2003, March 2004 and October 2004)

Obr. 6. Frekvencia distribúcie smerov pohybu vzduchu vo vstupnom prepadlisku a vrchných častiach Dobšinskej ľadovej jaskyne. Výsledky troch krátkodobých meracích sérií (júl 2003, marec 2004 a október 2004)

stable air ow from the cave interior towards the edge of the collapse in the above-ground level (Fig. 6). The air ew with the average velocity of 0.07 ms^{-1}. However, this ow did not yet take place at the height of 3.5 m a.g.l. At this height the air movement direction was unstable, and its average velocity was 0.05 ms^{-1}.

During the air temperature measurements, conducted in the winter season 2003/2004, it was stated, that air temperature in the central part of the collapse (in the area from its edge to the cave entrance orifice) was similar to the air temperature on the surface. No significant differentiation of air temperature in the vertical profile of the collapse was observed (Fig. 7).

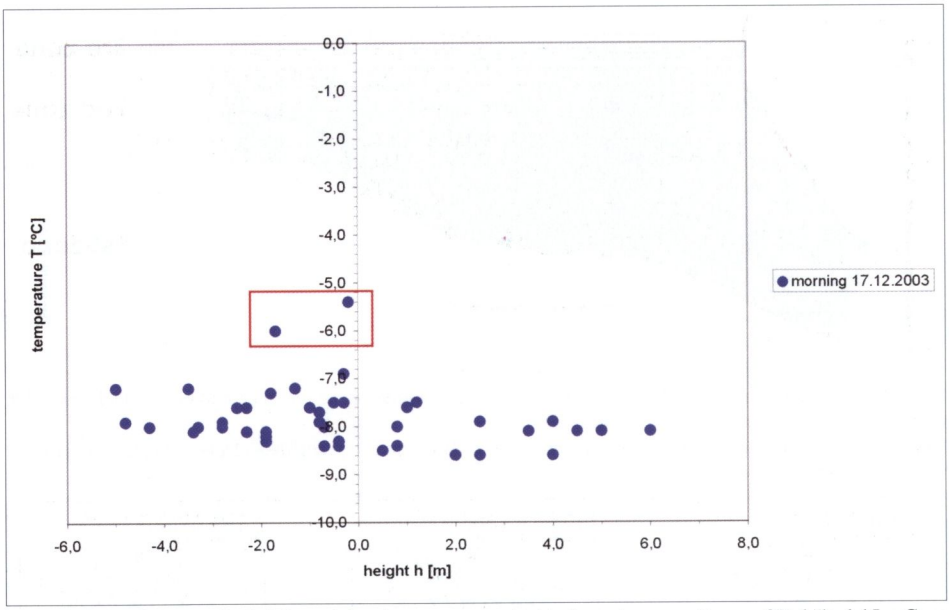


Fig. 7. Relation between the height and the air temperature inside the entrance collapse of Dobšinská Ice Cave on 17. 12. 2003. The points of significantly increased temperature (in the red frame box) represent measurement stations no 8 and 13

Obr. 7. Vzťah medzi výškou a teplotou vzduchu vo vnútri vstupného prepadliska Dobšinskej ľadovej jaskyne 17. 12. 2003. Body významne zvýšenej teploty (v červených rámikoch) predstavujú meracie stanovištia 8 a 13

Photo 4. Condensation of water vapour in the contact zone between cold cave air and hot external air. Summer 2003. Photo: T. Sawiński

Foto 4. Kondenzácia vodnej pary na kontaktnej zóne medzi chladným jaskynným vzduchom a teplým vonkajším vzduchom. Leto 2003. Foto: T. Sawiński

The spatial differentiation of air temperature at the level of 2.0 m a.g.l. was very similar to the differentiation at the level of 0.5 m a.g.l. Simultaneously, in the areas of occurrence of rock clefts leading to the cave interior, which are situated on the left and right side of the entrance orifice (under north-eastern and south-western walls of the collapse, stations no. 8 and 13) occurrence of zones of increased temperature was noticed (Table 2, Fig. 8). Temperature was about 1°C higher there than the temperature in the other parts of the collapse. In those zones covers of ice crystals of significant thickness arose (Photo 5). As this type of covers comes to existence most often in the places where relatively

Table 2 Comparison of air temperature measured in stations no 1, 6, 8 and 13 (measurement level 2,0 m a.g.l.) and average air temperature in cave surroundings (registered 3,5 m above ground level) and inside the cave (registered in the Small Hall, in the Collapsed Dome and in the Great Curtain). Winter season 2003/2004. Descriptions analogous as in table 1

Tabuľka 2 Porovnanie teploty vzduchu meranej na stanoviskách 1, 6, 8 a 13 (meranie vo výške 2 m nad podlahou) a priemerná teplota okolia jaskyne (3,5 m nad zemou) a vo vnútri jaskyne (Malá sieň, Zrútený dóm a Veľká opona). Zimná sezóna 2003/2004. Opis analogický ako v tabuľke 1

Date	measurement term	avg T_{zew} [ŞC]	$T_{m.s.\ 1.}$ [ŞC]	$T_{m.s.\ 6.}$ [ŞC]	$T_{m.s.\ 8.}$ [ŞC]	$T_{m.s.\ 13.}$ [ŞC]	avg T_{jask} [ŞC]
winter season 2003/2004							
2003-12-16	morning	-6.4	-6.7	-6.5	-6.0	-5.0	-1.7[1]
	noon	-4.6	-4.6	-4.8	-3.7	-3.5	-1.5[1]
2003-12-17	morning	-8.2	-8.6	-8.0	-6.9	-5.4	-2.0[1]
	noon	lack of measurement					
2004-02-29	morning	-5.8	-5.2	-5.4	-4.3	-4.3	-3.0
	noon	-5.0	-4.9	-4.9	-3.3	-4.3	-3.0
2004-03-02	morning	-8.9	-9.0	-8.8	-6.9	-7.3	-4.0
	noon	lack of measurement					

[1] By reason of the breakdown of air temperature monitoring in the Small Hall, calculation of average air temperature inside the cave was based on the data from the monitoring stations in the Collapsed Dome and in the Great Curtain.

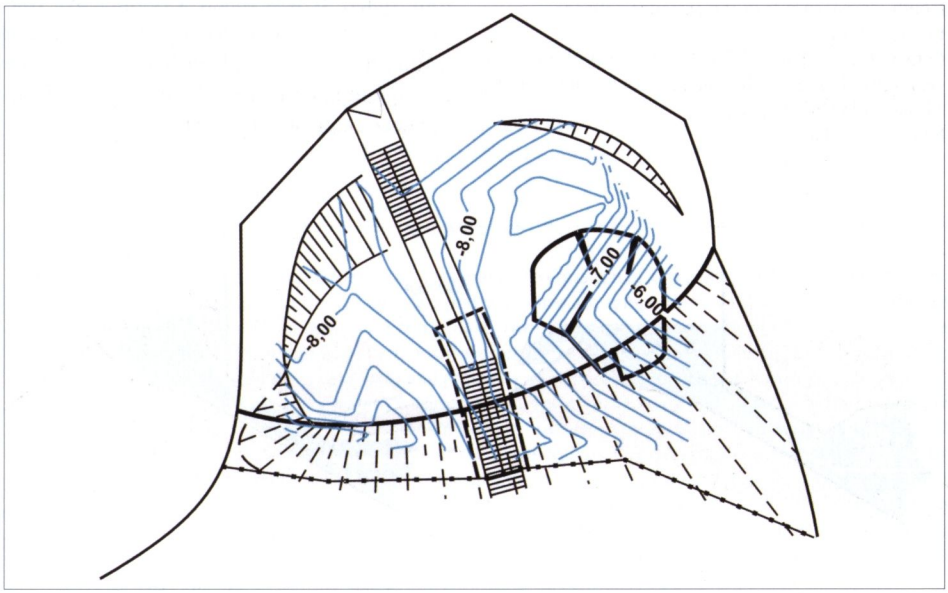


Fig. 8. The example of air temperature distribution inside the entrance collapse of Dobšinská Ice Cave on the level of 2,0 m a.g.l. in winter season 2003/2004 (morning, 17. 12. 2003)
Obr. 8. Príklad rozloženia teploty vzduchu vo vnútri vstupného prepadliska Dobšinskej ľadovej jaskyne v úrovni 2,0 m nad zemou v zimnom období 2003/2004 (ráno, 17. 12. 2003)

Photo 5. The covers of ice crystals in the area of occurrence of rock clefts leading to the cave interior (south – western side of the entrance collapse.
Photo J. Zelinka
Foto 5. Tvorba ľadových kryštálov v priestore výskytu skalných štrbín vedúcich do vnútra jaskyne (juhozápadná strana vstupného prepadu.
Foto: J. Zelinka

warm air contacts with strongly cooled rock or other background (Halaš, 1980; Strug et al., 2004), they indicated the places of the cave air outflow. However, the outflows were not intensive enough to in uence the atmosphere thermal structure in the whole collapse area.

Anemometric measurements taken on 01 and 02 March 2004 in the first parts of the cave (the Small Hall), proved functioning (during a stable winter weather situation) of an air ow under the form of two air streams in this area. In the above- oor layer of the room, a strong air ow from the entrance hole towards the deeper situated cave parts was observed. The average velocity of the ow was 0.37 ms^{-1}, and the air owing into the cave had the temperature of -4.19 °C (in this period the average air temperature outside the cave, registered at the station placed on the cave maintenance building, was -5.0 °C). Paralelly to the air in ow to the cave interior, under the room ceiling an air ow from the cave interior towards the entrance orifice took place. It was much less intensive (the average air ow velocity was 0.19 ms^{-1}), and its direction was significantly less stable. The average temperature of the air owing from the cave interior was -2.94 °C.

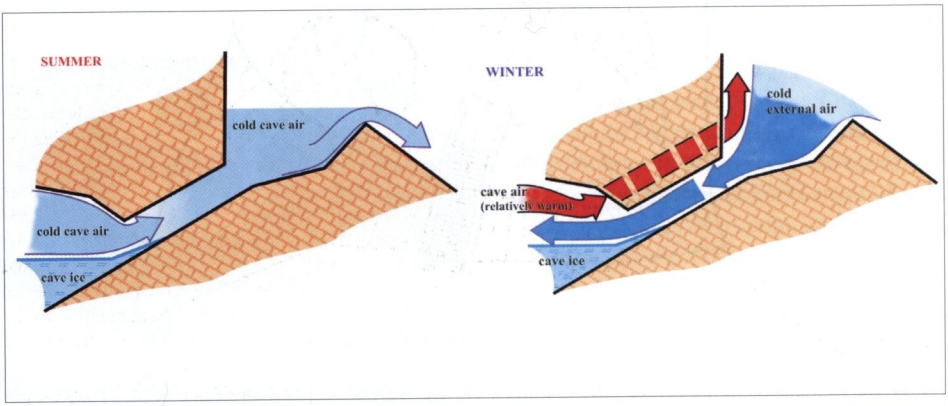


Fig. 9a, b. The scheme of air exchange between the entrance collapse and the cave interior in summer (a) and winter (b) seasons
Obr. 9a, b. Schéma výmeny vzduchu medzi vstupným prepadliskom a vnútrom jaskyne v lete (a) a v zime (b)

LITERATURE

DROPPA, A. (1960). Dobšinská ľadová jaskyňa, Šport, Bratislava, 112 pp.
HALAŠ, J. (1980). Vplyv fyzikálnych veličín ovzdušia na genézu ľadových útvarov v Dobšinskej ľadovej jaskyni, in: Slovenský kras 18, 139 – 145.
HALAŠ, J. (1986). Tepelná bilancia Dobšinskej ľadovej jaskyne, Kandidátska dizertačná práca, Vysoká škola technická, Banícka fakulta, Košice, manuscript, Slovak Caves Administration Archive, Liptovský Mikuláš, 119 pp.
HALAŠ, J. (1989). Tepelná bilancia Dobšinskej ľadovej jaskyne, in: Slovenský kras 27, Martin, 57 – 71.
KOŽAKOVÁ, G. (2002). Vplyv vonkajších klimatických podmienok a návštevnosti na zmeny mikroklímy Dobšinskej ľadovej jaskyne, Diplomová práca, Katedra fyzickej geografie a geoekológie Prírodovedeckej fakulty UK, manuscript, Slovak Caves Administration Archive, Liptovský Mikuláš, 103 pp;
METEK (2001) USA – 1 User Manual, METEK GmbH, 43 pp.
NOVOTNÝ, L. (1995). K veku jaskynného systému Stratenskej jaskyne. In: Ochrana ľadových jaskýň, Zborník Referátov, Liptovský Mikuláš, 37 – 41.
PIASECKI, J. – ZELINKA, J. – PFLITSCH, A. – SAWIŃSKI, T. (2004). Structure of air flow in the upper parts of the Dobšinska Ice Cave, in: Výskum, využivanie a ochrana jaskýň. 4. Vedecká Konferencia, Zborník Referátov, Liptovský Mikuláš, 113 – 124.
STRUG, K. – PIASECKI, J. – SAWIŃSKI, T. – ZELINKA, J. (2004). The ice crystals deposit in the Dobšinska Ice Cave. In: Výskum, využivanie a ochrana jaskýň. 4. Vedecká Konferencia, Zborník Referátov, Liptovský Mikuláš, 125 – 133.
ŠIŠKA, F. – SEDLATÝ, V. – BÚGEL, M. – VRABEC, F. (1977). Riešenie mikroklimatických pomerov Dobšinskej ľadovej jaskyne a Demänovskej ľadovej jaskyne, manuscript, Slovak Caves Administration Archive, Liptovský Mikuláš, 44 pp.
TULIS, J. – NOVOTNÝ, L. (1989). Jaskynný systém Stratenskej jaskyne. Monografia, Osveta, Martin, 464 pp.
TULIS, J. – NOVOTNÝ, L. (1995). Čiastková správa o morfometrických parametroch v zaľadnených častiach Dobšinskej ľadovej jaskyne. In: Ochrana ľadových jaskýň, Zborník Referátov, Liptovský Mikuláš, 25 – 28.
ZELINKA, J. (2002). Microclimatic Research in the Slovakian Show Caves, in: Acta Carsologica, 31, 1, 151 – 163.

Authors' addresses:
Jacek Piasecki, Institute of Geography and Regional Development, Department of Meteorology and Climatology, Wrocław University Plac Uniwersytecki 1, 50, 137 Wrocław, Poland
Tymoteusz Sawiński, Institute of Geography and Regional Development, Department of Meteorology and Climatology, Wrocław University Plac Uniwersytecki 1, 50, 137 Wrocław, Poland
Jan Zelinka, Správa slovenských jaskýň, Hodžova 11, 031 01 Liptovský Mikuláš

SUMMARY

In the entrance collapse of Dobšinská Ice Cave a seasonal differentiation of atmosphere thermal structure takes place. During the warmer season the collapse is filled with cave air, temperature of which is close to the air temperature inside the cave. As a result of a constant in ow of air from the cave interior to the collapse, the air ows out of the collapse through its lowest, north-western edge. The border between the cave air filling the collapse and the outside valley air is very clear and proceeds more or less on the height of the lowest edge of the fence surrounding the collapse. In the summer season the in ow of air from the cave interior to the collapse is related to the functioning of the inner-cave air stream, which ows from the rock debris in the depth of the cave. The debris joins the cave interior and the bottom of the Duča collapse. The mechanism of shaping of this air stream has not been entirely recognized yet. It is probably created – among others – as a result of gravitational descent of air, cooled in the clefts of the rock debris between the Collapsed Dome and the Duča collapse (so called summer phase of "the chimney effect"). Functioning of such a process would be an explanation to the fact, that the cave air fills the whole, elevated, when compared to the rest of the cave, entrance collapse, and it ows out through its edge.

In winter, the entrance collapse is filled with cool outside air, which ows down through the main entrance orifice into the cave interior. Simultaneously, within the very collapse, zones can be visibly distinguished, where air temperature is higher than it is in the other parts. This differentiation in the air temperature distribution in the collapse is connected to the existence of two streams of air exchange in the first parts of the cave: the

above- oor and under-ceiling level. The above- oor air stream is related to the intensive in ow of surface air, whereas in the under-ceiling air stream the warmer cave air ows from the depth of the cave towards the main entrance orifice and through the side-clefts gets to the collapse.

The pattern of air exchange between the entrance collapse and the cave interior in summer and winter seasons is presented in Fig. 9a and 9b.

PRIESTOROVÁ DIFERENCIÁCIA TEPLOTY OVZDUŠIA VO VSTUPNOM PREPADLISKU DO DOBŠINSKEJ ĽADOVEJ JASKYNE AKO PRÍSPEVOK K POZNANIU PROBLÉMU VÝMENY VZDUCHU MEDZI JASKYŇOU A POVRCHOM

RESUME

Sezónna diferenciácia tepelnej štruktúry atmosféry bola sledovaná vo vstupnom prepadlisku Dobšinskej ľadovej jaskyne. Počas teplého polroku je prepad vyplnený jaskynným vzduchom, ktorého teplota je blízka teplote vzduchu vo vnútri jaskyne. Smer prúdenia vzduchu je z prepadliska cez jeho najnižší severo-západný okraj v dôsledku konštantného pritekania vzduchu zvnútra jaskyne do prepadliska. Hranica medzi jaskynným vzduchom vypĺňajúcim prepadlisko a vzduchom vonkajšej časti doliny je veľmi jasná a prebieha viac-menej vo výške najnižšieho okraja plota ohraničujúceho prepadlisko. V letnom období je smer prúdenia vzduchu zvnútra jaskyne do prepadliska podmienený prirodzeným tokom vzduchu vo vnútri jaskyne, ktorý prebieha od suťoviska v Zrútenom dóme. Skalná suť spája vnútro jaskyne a dno prepadliska Duča. Mechanizmus formovania tohto vzdušného prúdu dosiaľ nebol úplne rozpoznaný. Pravdepodobne je tvorený – okrem iného – ako výsledok gravitačného zostupu vzduchu schladzovaného v puklinách skalnej sutiny medzi Zrúteným dómom a prepadliskom Duča (takzvaná letná fáza „komínového efektu"). Fungovanie takéhoto procesu by bolo vysvetlené faktom, že jaskynný vzduch vyplní celé vstupné prepadlisko, ktoré je vyššie položené vo vzťahu k ostatným častiam jaskyne a vyteká von cez jeho okraj.

V zime je vstupné prepadlisko vyplnené chladným vonkajším vzduchom, ktorý steká dole cez otvor hlavného vchodu do vnútra jaskyne. Súčasne je v tom istom prepadlisku možné viditeľne rozlíšiť zóny, kde je teplota vzduchu vyššia ako v iných častiach. Táto diferenciácia v rozložení teploty vzduchu v prepade je spojená s existenciou dvoch tokov výmeny vzduchu vo vstupných častiach jaskyne: v úrovni nad podlahou a pod stropom. Vzdušný prúd nad podlahou jaskyne sa vzťahuje k intenzívnemu vtoku povrchového vzduchu, zatiaľ čo vzdušným prúdom pod stropom jaskyne prúdi teplejší vzduch z hĺbky jaskyne smerom ku hlavnému otvoru a cez bočné trhliny sa dostáva do prepadu.

Schéma výmeny vzduchu medzi vstupným prepadom a vnútrom jaskyne v letnej a zimnej sezóne je prezentovaná na obrázkoch 9a a 9b.

SLOVENSKÝ KRAS (ACTA CARSOLOGICA SLOVACA)	XLIII	97 – 114	LIPTOVSKÝ MIKULÁŠ 2005

POZORUHODNÉ HISTORICKO-ARCHEOLOGICKÉ NÁLEZY Z NIEKTORÝCH JASKÝŇ NA SPIŠI

MARIÁN SOJÁK

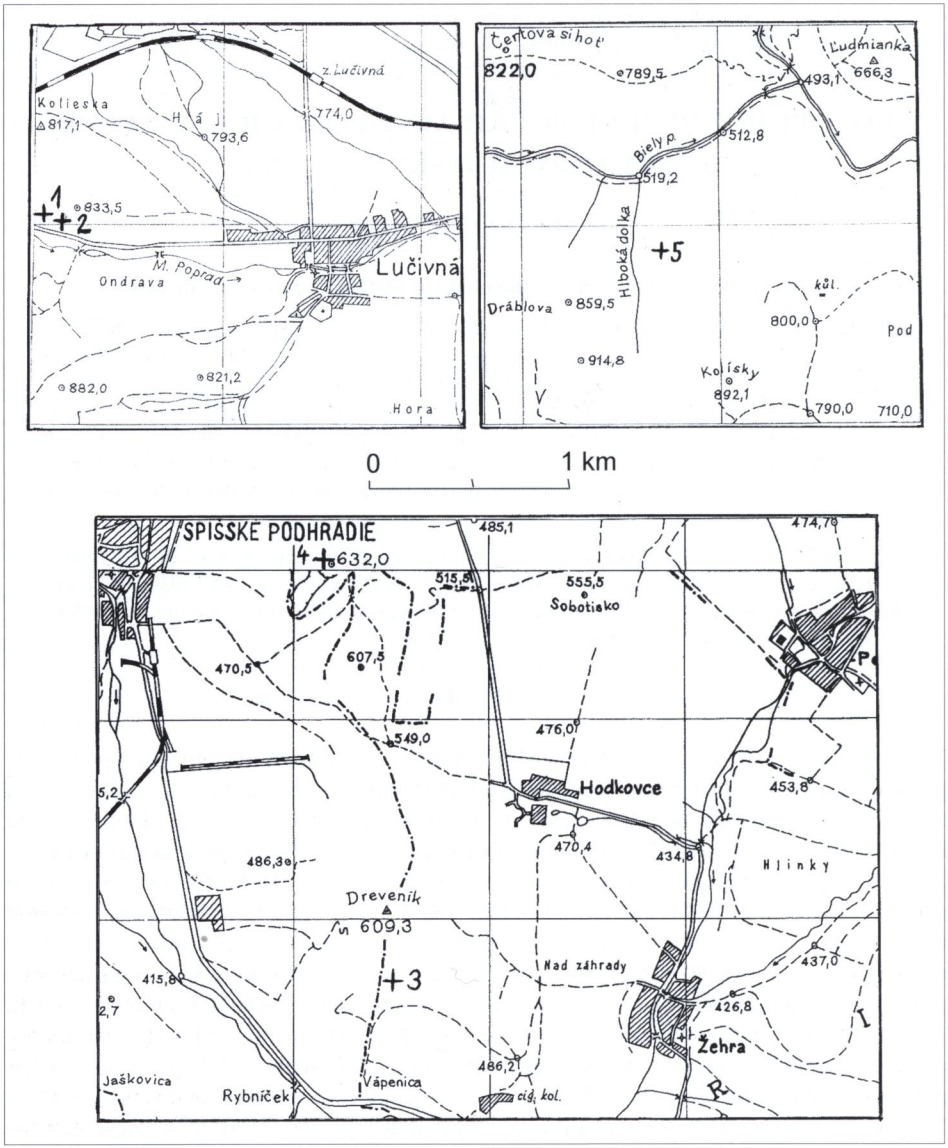
M. Soják: Remarkable historical-archaeological findings from some Spiš caves

Abstract: Speleological research of some chosen localities in Spiš: Lučivná – the Cave No. 1, Žehra – Temná Cave, Spišské Tomášovce – Mliečna Cave (Partizánska, Židovská Cave). History of research, results of saving research and explorations. Documented settled colonies in the late Palaeolith, then in Eneolith (Baden Culture), Bronze Age, Roman times, Middle Ages and in the modern times (during the Second World War). Findings: split apart stone industry, fragments, animal and human bones, bones industry, coins, leather pouch, tiny iron articles and fractions. Research raised by systematic devastating of caves by amateur excavations.

Key words: Spiš, archaeological findings from caves, fragments, history of researches, Late Palaeolith, Eneolith, (Baden Culture), Bronze Age (koštianska, hatvanská, otomansko-füzesabonyská culture), Roman times, Middle Age, modern times, saving researches, devastation of caves by amateurs, protection of caves

ÚVOD

V období od praveku až po novovek zaradil človek do svojho sídliskového procesu aj podzemné priestory jaskýň. V jednotlivých chronologicko-kultúrnych horizontoch ich využíval v rozdielnej miere, zväčša v závislosti od prírodných pomerov a celkového spôsobu života, v ktorom okrem bežných príčin (úkryt pred nepriazňou počasia, oddych počas lovu, výprav za surovinovými zdrojmi atď.) zohrávali dôležitú úlohu aj náboženské predstavy (kultová sféra, pustovníctvo a pod.). V poslednom období sa pozornosť archeológov popri otvorených sídliskách vo voľnom teréne čoraz častejšie sústreďuje na sídliská jaskynné. Zvýšený záujem o jaskyne z pohľadu archeológie je do značnej miery zapríčinený systematickým ničením jaskynných priestorov ziskuchtivými jednotlivcami, ktorí bezohľadne vylamujú nielen jaskynnú kvapľovú výzdobu, ale prekopávaním jaskynného dna nenávratne poškodzujú stratigrafické uloženie sedimentov a pozíciu paleontologických a archeologických artefaktov (Pupala, 2004). Výnimkou nie je ani územie Spiša, kde sa spolu s členmi SSS – Speleoklubu Slovenský raj a zároveň členmi Stráže prírody Oľgou Miháľovou a Františkom Miháľom a spolupracovníkmi Archeologického ústavu SAV v Nitre (A. Suchý, M. Ogurčák a iní) uskutočňuje systematická obhliadka jaskýň. V najviac ohrozovaných jaskyniach sa realizuje prevažne záchranná archeologická exploatácia, zameraná na fotodokumentáciu a zozbieranie nálezového materiálu. V prípade rozsiahlejších výkopov sa uskutoční rozsahom obmedzený záchranný archeologický výskum (Soják, 2003a). V priebehu r. 2003 – 2004 sa pozornosť sústredila na geomorfologický celok Kozie chrbty (západne od obce Lučivná), Hornádsku kotlinu – podcelok Medvedie chrbty (kataster Žehry) a Spišsko-gemerský kras – podcelok Slovenský raj (chotár Spišských Tomášoviec).

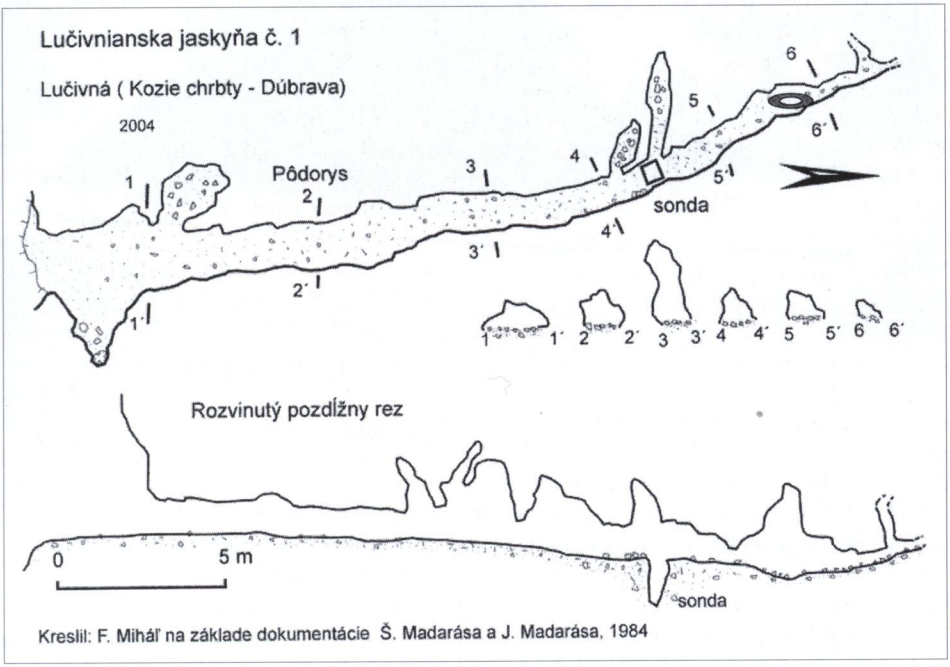


Obr. 1. Situovanie prezentovaných jaskýň. 1 – Lučivná, jaskyňa č. 1; 2 – Lučivná, jaskyňa č. 2; 3 – Žehra, jaskyňa Strecha; 4 – Žehra, Temná jaskyňa; 5 – Spišské Tomášovce, Mliečna jaskyňa
Fig. 1. Plan of the caves site. 1 – Lučivná, the Cave No. 1; 2 – Lučivná, the Cave No. 2; 3 – Žehra, Strecha Cave; 4 – Žehra, Temná Cave; 5 – Spišské Tomášovce, Mliečna Cave

LUČIVNÁ – JASKYŇA Č. 1, 2

Lučivnianska jaskyňa č. 1 leží 1,8 km západne od obce Lučivná, nad ľavým brehom Malého Popradu, asi 30 m severne od cesty z Lučivnej do Štrby (800 m n. m.; obr. 1: 1). Je vytvorená v strednotriasových chočských dolomitoch, inaktívna uviokrasová (Bella – Holúbek, 1999, 31).

Má dĺžku 33,7 m a tvorí ju jediná takmer rovná chodba s výškou 1 – 4 m. Dno je vyplnené hrubými hlinitými sedimentmi, v krátkych odbočkách ho tvorí sutina. Steny miestami pokrývajú zvetrané sintrové náteky s hrúbkou do 5 cm. Jaskyňa sa končí neprieleznou puklinou s malou možnosťou ďalšieho pokračovania (obr. 2).



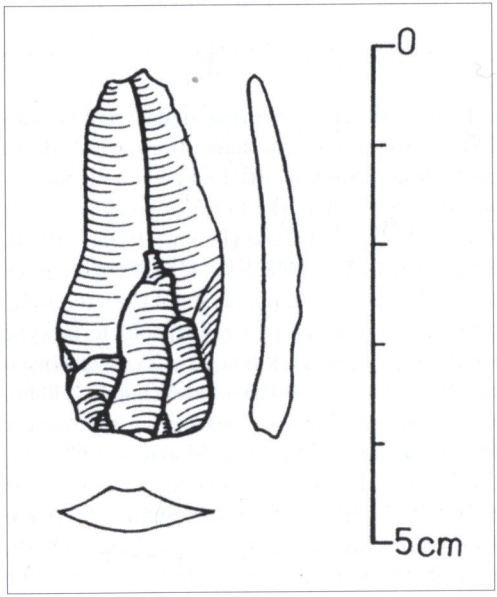
Obr. 2. Lučivná – jaskyňa č. 1. V ovále vyznačená poloha výskumu v r. 2003 (podľa Š. Madarása – J. Madarása spracoval F. Miháľ)
Fig. 2. Lučivná – the Cave No. 1. Oval marks the situation of research in 2003 (according to Š. Madarás – J. Madarás compiled by F. Miháľ)

V r. 1983 – 1984 v jaskyni kopal I. Kolcún, ktorý objavené paleontologické nálezy odovzdal J. Bártovi z Archeologického ústavu SAV v Nitre. Podľa písomnej informácie J. Bártu z 3. februára 1999 sa kosti patriace nosorožcovi a jaskynnému medveďovi poslali na paleontologické posúdenie O. Fejfarovi do Prahy, kde aj zostali. V rámci SOČ-ky jaskyňu neskôr opísali a zdokumentovali M. Čech (Čech, 1987 – 1988), Š. Ferenc (Ferenc, 1993 – 1994), najpodrobnejšie však J. Madarás (Madarás, 1983 – 1984). V r. 1998 uskutočnil archeologický výskum pred vchodovým portálom M. Soják (obr. 3), ktorý tu po prvýkrát doložil stredoveké (13. stor.) a novoveké osídlenie (Soják, 2000a, 150). Rozsiahle výkopy v zadnej polovici jaskyne si v r. 2003 vynútili realizáciu záchranného archeologického výskumu. O jeho predbežných výsledkoch boli členovia SSS informovaní na Speleomítingu 2004 vo Svite (Soják, 2004a). Už J. Madarás vo svojej práci udáva, že vzhľadom na veľkú hrúbku jaskynných sedimentov a výhodnú polohu by tu bol žiaduci podrobnejší archeologický výskum (Madarás, 1988, 18).

V mieste obnaženého profilu sa vytýčila sonda na šírku jaskyne, dlhá necelé 2 m. Hrubé hlinito-kamenisté sedimenty žltej farby nevykazovali stratigrafické rozlíšenie. Vo vrstve 0 – 20 cm sa okrem sporadického novodobého odpadu vyskytovali fragmenty zvieracích kostí, ktoré dominovali v hĺ. 20 – 50 cm, miestami až 80 cm. Kamenné dno sa pritom nedosiahlo.

Obr. 3. Lučivná – jaskyňa č. 1. Vchodový portál, skúmaný v r. 1998. Foto: M. Soják
Fig. 3. Lučivná – the Cave No. 1. The entrance, explored in 1998. Photo: M. Soják

V hĺ. 50 cm spočíval nález štiepaného kamenného artefaktu. Typologicky ide o súmernú limnosilicitovú (?) čepeľ, zhotovenú z dvojpodstavového jadra (obr. 4). Pred komplexnou analýzou paleontologického materiálu sú doložené nasledujúce druhy fauny (za prvotnú informáciu vďačím P. Holecovi): medveď jaskynný (*Ursus spelaeus*), medveď hnedý (*Ursus arctos*), srnec (*Capreolus capreolus*), jeleň? (Cervus elaphus), ďalej neznámy jeleňovitý párnokopytník, neznámy kopytník (veľkosti srnca), kôň (*Equus caballus*), tur – zubor hôrny? (*Bos taurus, Bison bonasus*), sob? (*Rangifer tarandus*), vlk/pes (*Canis*), líška (*Vulpes vulpes*), zajac (*Lepus europaeus*), bocian (*Ciconia ciconia*) a početné vtáčie kosti veľkosťou blízke holubom alebo menším vtákom. Hojné sú úlomky dlhých kostí väčších cicavcov (veľkosti jeleňa i väčšie).



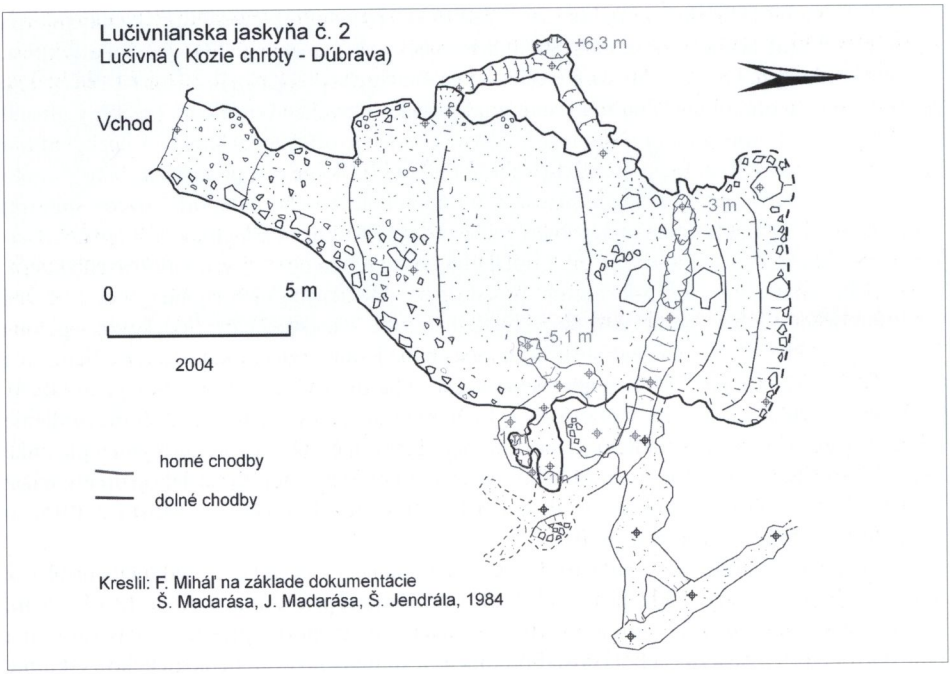
Obr. 4. Lučivná – jaskyňa č. 1. Limnosilicitová čepeľ z neskorého paleolitu. Kresba: M. Soják
Fig. 4. Lučivná – the Cave No. 1. Limnosilicite blade from the Late Paleolith. Drawing: M. Soják

Napriek rozsahom neveľkému archeologickému výskumu (či skôr záchrannej exploatácii) sa získali pozoruhodné nálezy,

prevažne paleontologického charakteru. Predbežné druhové určenie fauny poukazuje na príbuzné i dosiaľ druhovo nové nálezy z archeologicky skúmaných jaskynných lokalít Spiša. V prvom rade medzi ne patrí Spišská Teplica – jaskyňa Suchá diera (Soják – Hunka, 2003), kde sa datovanie paleontologického materiálu a tamojšieho pravekého osídlenia (neskorý glaciál – interštadiál alleröd) opiera o datovanie C^{14} zvieracích kostí, medzi ktorými nechýbal ani kamzík vrchovský. Typológia artefaktu z Lučivnianskej jaskyne č. 1 prezrádza, že aj v tomto prípade ide s najväčšou pravdepodobnosťou o obdobie neskorého paleolitu, lovcov stádovej zveri, medzi ktorú okrem kamzíkov patrí prevažne sob. Kultúrna klasifikácia štiepaného nástroja zostáva neobjasnená. Do úvahy pripadá niekoľko epipaleolitických kultúrnych skupín, na základe systematických prieskumov i výskumov doložených aj v chotári obce Lučivná – poloha Brehy I a Nad skalami II, alebo blízkeho Svitu – miestnej časti Podskalka – poloha Intravilán – južne od železničnej trate a Východné úpätie Kimbiargu či v katastri obce Batizovce – poloha Piesiská (Soják, 2002), najnovšie aj Veľké záhumnia a Vyšné Lósy (Soják, 2004b, 41 – 43). Preto využitie jaskynných priestorov v Lučivnianskej jaskyni aspoň na dočasné osídlenie neprekvapuje. Z mladších osídlení sa nálezmi nepočetných črepov na predjaskynnej plošinke doložilo osídlenie z 13. stor. a z novoveku. Na svahu pred jaskyňou sa našiel ojedinelý nález medenej mince (obr. 5). Predstavuje 10-halier Františka Jozefa I. (1848 – 1916) z r. 1915, so značkou mincovne v Kremnici (K-B).

Vhodnejšia na osídlenie sa ukazuje blízka Lučivnianska jaskyňa č. 2, vzdialená približne 800 m východne od predchádzajúcej (obr. 1: 2). Vyznačuje sa priestrannou sálou (12 × 8 × 5 m), z ktorej stúpa úzky komín; ten mohol vhodne odvetrávať vnútorný priestor počas založenia ohniska (obr. 6; 7). Jaskyňa nebola dosiaľ predmetom komplexného archeologického výskumu. Z literatúry sa vie, že ju skúmal už G. Primics a z poverenia Uhorského karpatského spolku

Obr. 5. Lučivná – jaskyňa č. 1. 10-halier Františka Jozefa I. (1848 – 1916) z roku 1915, objavený na svahu pred jaskynným vchodom. Foto: E. Javorská
Fig. 5. Lučivná – the Cave No. 1. 10-heller of Frantz Josef I. (1848 – 1916) from 1915, found on the slope in front of the entrance. Photo: E. Javorská



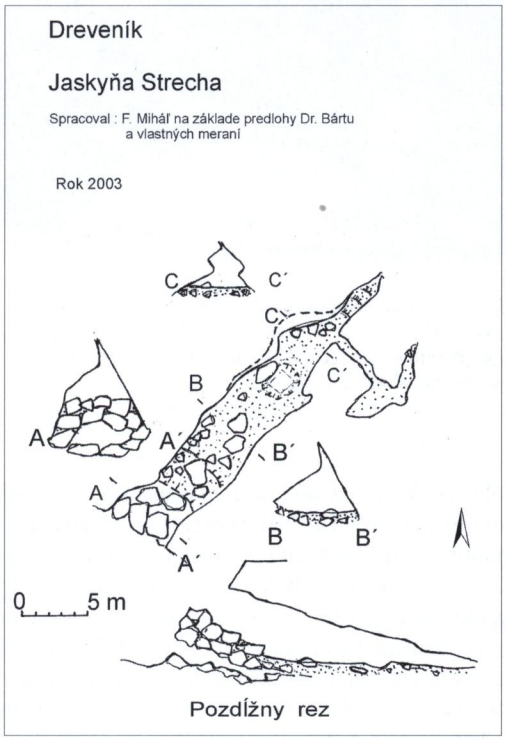
Obr. 6. Lučivná – jaskyňa č. 2. Archeologicky perspektívna jaskyňa (podľa Š. Madarása – J. Madarása spracoval F. Miháľ)
Fig. 6. Lučivná – the Cave No. 2. Archaeologicaly perspective cave (according to Š. Madarás – J. Madarás compiled by F. Miháľ)

Obr. 7. Lučivná – jaskyňa č. 2. Vchodový portál. Foto: M. Soják
Fig. 7. Lučivná – the Cave No. 2. The entrance. Photo: M. Soják

v r. 1880 túto i predchádzajúcu jaskyňu S. Roth. Ten i ďalší autori uvádzajú nálezy medvedích kostí, pozostatky ohnísk i nezdobenú keramiku (Roth, 1882, 333 – 335; Rizner, 1903; Lipták, 1935, 21; Houdek, 1936, 14; Prikryl, 1985, 88). Kronika Batizoviec udáva, že slúžila okolitému obyvateľstvu za dočasný úkryt počas 2. svetovej vojny.

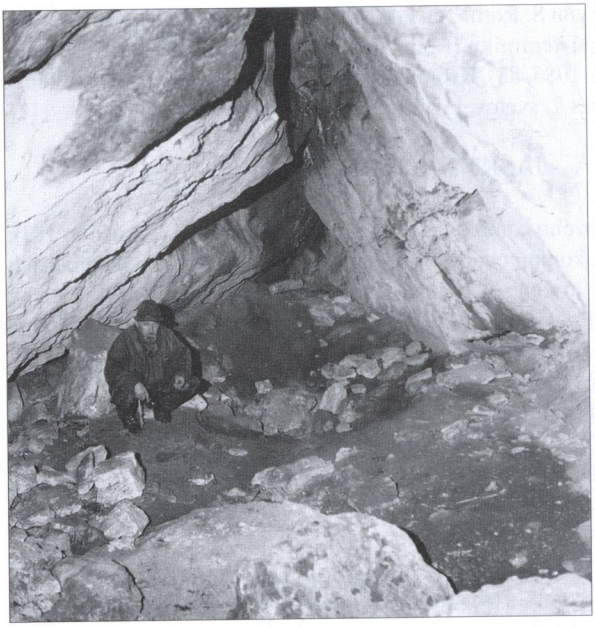
ŽEHRA – JASKYŇA STRECHA

Jaskyňa leží v južnej časti travertínového komplexu Dreveník (603 m n. m., dĺ. 25 m; obr. 1: 3). Predstavuje puklinový typ jaskyne, kombinovaný zrútením travertínových platní po plochách vrstevnatosti (obr. 8). Do literatúry ju vniesol J. Bárta, ktorý v nej uskutočnil archeologický výskum (Bárta, 1959; 1975, 27; Bella – Holúbek, 1999, 23). Doložil v nej osídlenie z obdobia eneolitu, staršej a neskorej doby bronzovej i stredoveku. Nevedno kedy sa v nej uskutočnil prvý výskum, keďže sa pod iným označením mohla skúmať už v 18. – 19. stor. Pravdepodobne však nejde o Dračiu dieru (Drachenloch, Drachenhöhle), ktorú spomína v súvislosti s nálezmi kostí jaskynného medveďa J. Buchholtz a ktorú sa snažil Ľ. V. Prikryl stotožniť s jaskyňou Strecha (Prikryl, 1985, 37). V tejto jaskyni sa dosiaľ nenašli kosti Ursus spelaeus, len nepočetný osteologický materiál, ktorý je súveký s doloženým pravekým a stredovekým osídlením. V r. 1985 tu z poškodenej kultúrnej vrstvy zachránil F. Javorský črepy a zvieracie kosti, ktoré zaradil do eneolitu, mladšej doby bronzovej a 13. stor. Okrem strohej zmienky v periodiku AVANS nálezy nepublikoval (Javorský, 1986, 114).

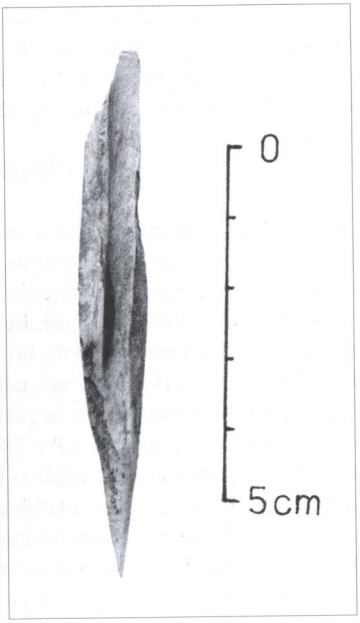


Obr. 8. Žehra – jaskyňa Strecha. Pôdorys jaskyne s umiestnením sondy I/03 (podľa J. Bártu, 1959 a vlastných meraní spracoval F. Miháľ)
Fig. 8. Žehra – the Strecha Cave. Plan of the cave with location of the probe I/03 (according to J. Bárta, 1959 and measures of F. Miháľ compiled by F. Miháľ)

Celý povrch jaskynného dna je nepravidelne rozkopaný amatérskymi výkopmi (obr. 9; stopy po vykrádačoch pamiatok detektormi kovov sú zreteľné po celom Dreveníku!). V najviac ohrozenej časti pri starej sonde sa vytýčila sonda s rozmermi 1,5 × 2 m. Hneď na povrchu spočíval keramický materiál a zvieracie kosti. V hĺ. 0 – 20 cm sa okrem pravekých črepov (v sekundárnej polohe) našli črepy (24 ks) z 13. – 15. stor. (obr. 12: 1 – 8; 10, 11) spolu s osteologickým materiálom a železným predmetom (dlátko s otupeným ostrím?, obr. 12: 17). Pod touto vrstvou sa v hĺ. 20/25 – 60 cm vyskytovali výhradne kosti a keramické fragmenty z praveku (86 ks; obr. 11; 12: 12 – 16). Miestami sa v sonde prišlo na kamenné dno. Praveký horizont reprezentujú nálezy patriace badenskej kultúre. Dokladá to výzdoba na niektorých signifikantných črepoch, pozostávajúca najmä zo zvislých kanelúr v kombinácii s vpichmi (napr.



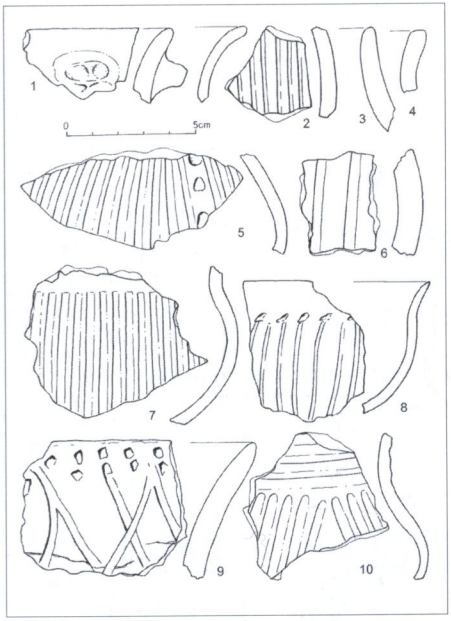
Obr. 9. Žehra – jaskyňa Strecha. Pohľad dovnútra jaskyne s poškodenými jaskynnými sedimentmi. Foto: M. Soják
Fig. 9. Žehra – the Cave Strecha. View inside the Cave with damaged sediments. Photo: M. Soják



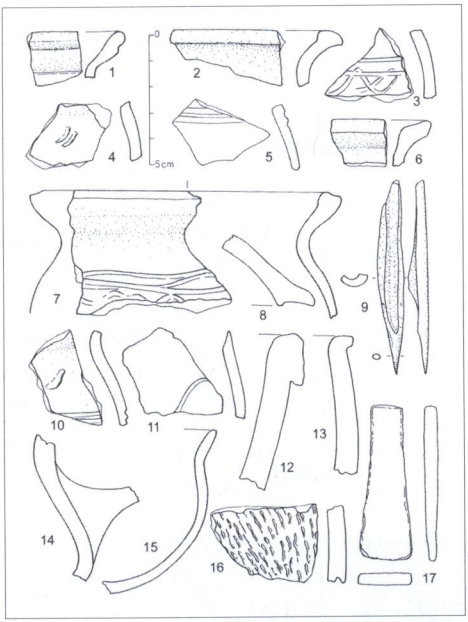
Obr. 10. Žehra – jaskyňa Strecha. Kostené šidlo badenskej kultúry.
Foto: E. Javorská
Fig. 10. Žehra – the Strecha Cave. The bone bodkin of Baden Culture.
Photo: E. Javorská

obr. 11: 5, 8, 9). Časté je slamovanie povrchu nádob. Časť črepov možno prináleží do staršej doby bronzovej. Do úvahy pripadá koštianska, resp. o niečo mladšia otomansko-füzesabonská kultúra, ktoré sú známe z Dreveníka hlavne zo starších nálezov (Novotný – Kovalčík, 1969). Z preskúmanej sondy ide predovšetkým o dva fragmenty, nesúce ornament blízky voštinovaniu (obr. 12: 16). Za súčasného stavu výskumu sa nemožno jednoznačne vyjadriť, či ide o koštiansku, hatvanskú alebo otomansko-füzesabonskú kultúru z prelomu staršej a strednej doby bronzovej. Doterajšie nálezy zo Spiša s najväčšou pravdepodobnosťou ukazujú, že voštinovaná výzdoba tu nie je neobvyklá ani v prostredí ľudu otomansko-füzesabonskej kultúry. Charakterom materiálu a výzdobou zo sondy dominujú zlomky badenskej kultúry, najmä z jej mladšieho stupňa. Jeden nezdobený črep pripomína obdobie neolitu, čo však musia doložiť výraznejšie nálezy. Z ostatného nálezového inventára hodno spomenúť neúplné kostené šidlo (obr. 10; 12: 9) a drobný fragment vyvretej horniny, najskôr z brúseného nástroja. Okrem zvieracích kostí odtiaľto pochádza aj lastúra z korýtka rybničného, ktoré bolo v období praveku vhodným doplnkom potravy.

Nálezy z jaskyne Strecha chronologicko-kultúrne korešpondujú s osídlením na vrcholovej plošine Dreveníka, ako aj z priestorov tunajších jaskýň a priepastí (Soják, 2003b).



Obr. 11. Žehra – jaskyňa Strecha. Výber črepov badenskej kultúry. Kresba: M. Soják
Fig. 11. Žehra – the Strecha Cave. Sample fractions of Baden Culture. Drawing: M. Soják



Obr. 12. Žehra – jaskyňa Strecha. Výber nálezov z praveku (9, 12 – 16) a stredoveku (1 – 8, 10, 11, 17). Kresba: M. Soják
Fig. 12. Žehra – the Strecha Cave. Samples of findings from the prehistory (9, 12 – 16) and Middle Age (1 – 8, 10, 11, 17). Drawing: M. Soják

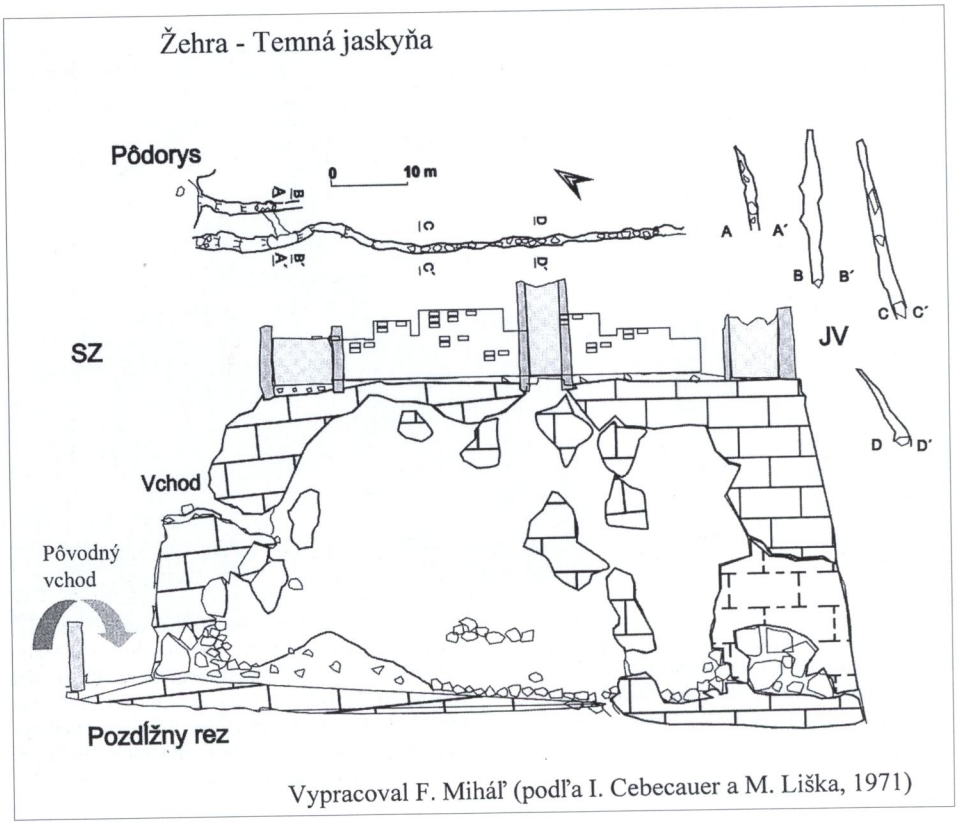
ŽEHRA – TEMNÁ JASKYŇA

Pod Spišským hradom sa v puklinách travertínového masívu nachádzajú dve jaskyne – Podhradská a Temná (obr. 1: 4; Bella – Holúbek, 1999, 23, 24).

Podhradská jaskyňa leží na južnej strane skalného brala, blízko vstupnej brány hradného prednádvoria. Koncom 19. stor. ju skúmal vlastivedný pracovník A. Münnich, ktorý ju spomína v súvislosti s legendou o pobyte pustovníka a tiež opise pôvodne väčších jaskynných priestorov (Münnich, 1895). Jaskyňa je 20 m dlhá a miestami asi 1,7 m vysoká.

Na severozápadnej strane travertínovej kopy tesne pod vonkajšími hradbami je vchod do Temnej jaskyne (obr. 13). Podobne ako v predchádzajúcom prípade, aj túto jaskyňu koróznо-kryogénneho genetického typu speleologicky preskúmali I. Cebecauer a M. Liška v r. 1970 (Cebecauer – Liška, 1971, 1972). Namerali v nej dĺžku 60 m, hĺbku 15 m a výšku 30 – 35 m. Je to jaskyňa puklinového typu, ktorá vznikla na poruche SZ – JV.

V r. 2002 – 2003 uskutočnili prieskum Temnej jaskyne jaskyniari organizovaní v SSS – Speleoklube Cassovia. V tomto i v nasledujúcom roku postupne zmapovali v juhozápadnom smere ďalších zhruba 60 m ťažko prístupných jaskynných chodieb, dosiaľ neznámych. Na konci úzkej pukliny spozorovali ľudské kosti a pri nich zvyšky dvoch kožených mešcov s 19 mincami. Po zahlásení nálezu Archeologickému ústavu SAV v Nitre – pracovisku v Spišskej Novej Vsi sa spolu s autorom príspevku uskutočnila obhliadka nálezu, pri ktorej sa popri



Obr. 13. Žehra – Temná jaskyňa. Pôdorys a pozdĺžny rez (podľa I. Cebecauer – M. Liška, 1971, spracoval F. Miháľ)
Fig. 13. Žehra – the Temná Cave. Ground plan and longitudial section (according to I. Cebecauer – M. Liška, 1971, compiled by F. Miháľ)

malých zlomkoch ľudských kostí podarilo zachrániť neúplnú, v poradí dvadsiatu mincu. Pri systematickom prieskume miesta tohto nálezového celku sa našiel uhlík z borovice (určila E. Hajnalová), atypické črepy púchovskej kultúry a v ďalších priestoroch jaskynných chodieb keramické fragmenty a zvieracie kosti z eneolitu (badenská kultúra), doby bronzovej, zo stredoveku a novoveku (Soják, 2005).

Odborný antropologický posudok ľudských kostí (analyzuje J. Jakab z AÚ SAV v Nitre), ako aj dvoch kožených mešcov zatiaľ nie je k dispozícii. Spracovaný je iba komplex 20 mincí, ktorý s odkazom na numizmatickú literatúru zachytáva priložená tabuľka (za konzultácie k ich určeniu vďačím E. Kolníkovej).

Tabuľka 1. Zloženie denárov zo Žehry – Temnej jaskyne

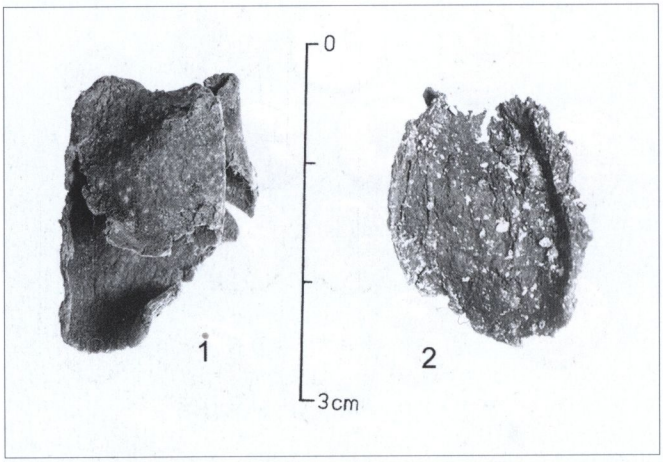
Panovník	Počet (ks)	Datovanie	Literatúra	Obrázok
Vespasianus	1	72 – 73	RIC 40	obr. 15: 1
Hadrianus	2	119 – 122, 134 – 138	RIC 84, 262	
Faustina I.	2	141 – 161	RIC 343, 348	
Marcus Aurelius	7	161 – 162, 162 – 163, 169 – 170, 170 – 171, 170 – 172, 171 – 172, 161 – 180	RIC 51, 64, 212, 251, 241 – 261?, 261, ?	
Lucius Verus	1	166	RIC 561	
Faustina II.	4	161 – 176	RIC 669, 694 – 2x, 713	
Commodus	2	184, 190 – 191	RIC 86, 218	
Septimius Severus	1	193 – 194	RIC 18	obr. 15: 2
SPOLU	20			

Súbor rímskych mincí z Temnej jaskyne obsahuje razby cisárov Vespasiana až Septimia Severa z rokov 72 – 73 až 193 – 194 (obr. 14; 15). Ide o časové rozpätie 121 rokov. Značne ošúchaný povrch väčšiny mincí svedčí o tom, že boli dlhšie používané ako obeživo. Všetky mince predstavujú strieborné denáre z mincovne v Ríme. Mince z Temnej jaskyne pravdepodobne predstavujú majetok buď miestnej kmeňovej aristokracie, alebo boli vlastníctvom jednotlivca, najskôr kupca. Najmladšia razba z r. 193 – 194 poskytuje pre datovanie terminus post quem. Keďže na území barbarika nebolo ničím neobvyklým používanie kvalitných strieborných mincí počas dlhšieho časového obdobia, nevedno kedy sa súbor aj s jeho majiteľom dostal na miesto nálezu (na sklonku púchovskej kultúry koncom 2. stor., alebo až v 3. – zač. 5. stor.?). Depoty mincí zo Slovenska datované do 2. stor. po Kr. – najmä Hriňová, Vyškovce, Podhájska-Belek, Drženice – ukazujú (Kolníková, 1994), že najmladšími razbami v nich sú mince Marca

Obr. 14. Žehra – Temná jaskyňa. Zachránený súbor rímskych denárov. Foto: E. Javorská
Fig. 14. Žehra – the Temná Cave. Saved collection of Roman denars. Photo: E. Javorská

Aurelia, kým z predmetnej lokality minca Septimia Severa. Na rozdiel od všetkých doterajších nálezov zo Slovenska, keď boli mince uložené v pôvodnej nádobe, resp. v nezachovanej schránke z organického materiálu (vrecko, mešec), spočívali analyzované peniaze v dvoch (?) kožených mešcoch, ktoré sa toho času analyzujú a rekonštruujú (obr. 16: 1, 2).

Obr. 15. Žehra – Temná jaskyňa. Najstaršia a najmladšia razba zo zachráneného súboru – denár Vespasiana (69 – 79) z r. 72 – 73 a denár Septimia Severa (193 – 211) z r. 193 – 194. Foto: E. Javorská
Fig. 15. Žehra – the Temná Cave. The oldest and the youngest coins from saved collection – denar of Vespasianus (69 – 79) from 72 – 73 and denar of Septimus Severus (193 – 211) from 193 – 194. Photo: E. Javorská



Obr. 16. Žehra – Temná jaskyňa. Zvyšky kožených mešcov pred konzerváciou. Foto: E. Javorská
Fig. 16. Žehra – the Temná Cave. Rests of the leather pouches before preservation. Photo: E. Javorská

Na výšine, na ktorej bol vybudovaný stredoveký Spišský hrad, existovalo v 2. stor. pred Kr. – 2. stor. po Kr. rozľahlé hradisko púchovskej kultúry. Podľa výsledkov archeologického výskumu v areáli Spišského hradu a na svahoch hradného kopca (Fiala – Vallašek – Lukáč, 1988; Pieta – Soják, v tlači) a podľa nálezov rímskych mincí zo susedného Dreveníka (Soják, 2000b) sa jeho osídlenci aktívne zapájali do obchodných vzťahov naddunajského barbarika s Rímom.

Ak nerátame s dlhším používaním rímskych mincí v 3. – zač. 5. stor. po Kr., pri interpretácii nálezového súboru z Temnej jaskyne možno vysloviť hypotézu, že v čase postupného zániku púchovského hradiska na výšine Spišského hradu zastihla vlastníka súboru mincí nepredvídaná udalosť, ktorá ho prinútila hľadať úkryt v priestoroch jaskyne. Nemožno tiež vylúčiť, že do jaskyne spadol nešťastnou náhodou. Temná jaskyňa bola v tom čase ešte prístupná z vrcholovej plošiny hradiska. Nález ukazuje, že vlastník mincí sa z jaskynných priestorov, pravdepodobne pre smrteľné zranenia už nedostal. Pohyby travertínových krýh na ílovcovom podloží spôso-

Obr. 17. Spišské Tomášovce – Mliečna jaskyňa. Výskumný tím pod vchodovým portálom, 2003.
Foto: M. Soják
Fig. 17. Spišské Tomášovce – the Mliečna Cave. Researchers in front of the entrance, 2003.
Photo: M. Soják

Obr. 18. Spišské Tomášovce – Mliečna jaskyňa. Veľká sieň s drevenými ležadlami a pravouhlým zahĺbením. Vpravo od neho nájdené kosti medveďa, 2004. Foto: M. Soják
Fig. 18. Spišské Tomášovce – the Mliečna Cave. The Veľká Hall with wooden benches and rectangular recess. On the right side bear bones were found, 2004. Photo: M. Soják

bili postupné uzavretie priepasti, z veľkej časti aj zasypanie telesných pozostatkov nebožtíka a iných nálezov.

Rímske mince zo Spiša popri inom luxusnom tovare (najmä rímskoprovincionálna keramika terra sigillata a kovové spony) dokladajú, že sa používali ako výmenný ekvivalent. Sú aj svedectvom narastania úrovne hospodárskeho významu obchodu v tejto oblasti.

SPIŠSKÉ TOMÁŠOVCE – MLIEČNA JASKYŇA

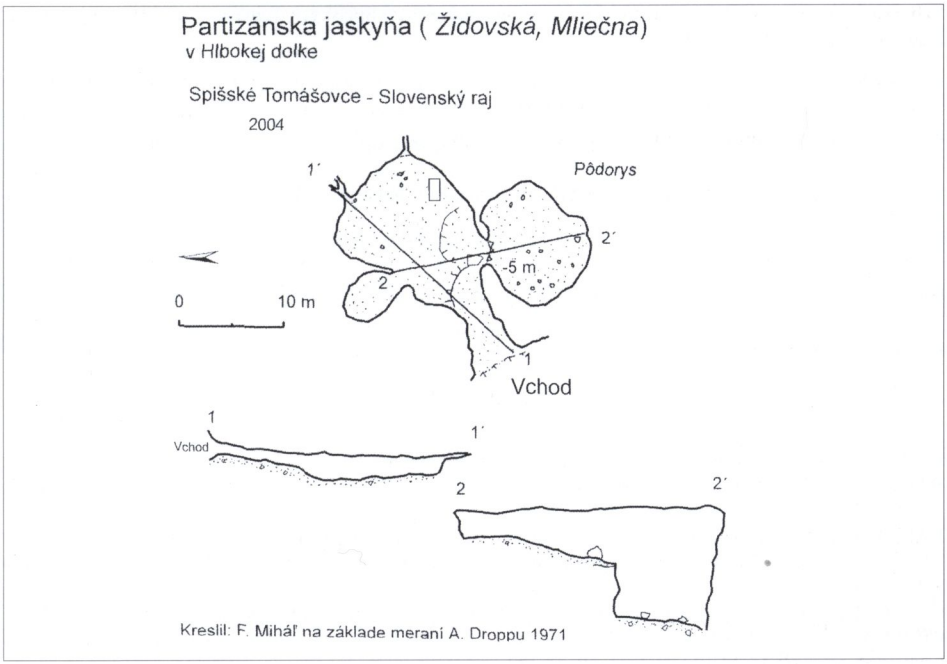
Mliečna jaskyňa (tiež Partizánska, Židovská jaskyňa) je situovaná vo východnom svahu Hlbokej doliny (obr. 1: 5). Jaskyňa leží v nadmorskej výške 758 m, je korózna, dlhá 46 m a vznikla vo vápencoch (Bella – Holúbek, 1999, 139). Skladá sa z prístupovej chodby (obr. 17) a z troch častí – hlavnej Veľkej siene (obr. 18), na ktorú sa v severozápadnej časti pripája Malá sieň a v južnej časti lanom zdolateľný Priepasťový dóm (obr. 19). V turistickej literatúre sa jaskyňa neuvádza. Miestne obyvateľstvo ju dnes už takmer nepozná.

V r. 1971 ju speleologicky preskúmal a zameral A. Droppa (Droppa, 1978, 76, 77). Podľa tohto autora sa v nej počas 2. svetovej vojny ukrývali partizáni zo Spišských Tomášoviec, preto ju označil ako Partizánska jaskyňa. Podľa J. Bártu v jaskyni neboli organizovaní partizáni, ale údajne rasovo prenasledovaní obyvatelia z okresu Poprad a Spišská Nová Ves. Nemenovaní obyvatelia zo Spišských Tomášoviec tu pre nich ešte pred SNP upravili jej interiér vybudovaním drevených ležadiel a ďalších ochranných stavieb (Bárta, 1984, 48). Preto uvedený autor navrhuje ponechať jej pôvodný názov Mliečna jaskyňa (diera) alebo premenovať ju na Židovskú jaskyňu.

V spolupráci s členmi Stráže prírody a ďalšími spolupracovníkmi (O. Miháľová, O. Kolačkovský, M. Ogurčák a A. Suchý) sa v r. 2003 uskutočnila obhliadka Mliečnej jaskyne. Okrem ochranárskeho hľadiska mal výskum overiť prítomnosť človeka v jej priestoroch počas 2. svetovej vojny. Prieskum Priepasťového dómu ukázal, že celé jaskynné dno je v tejto časti pokryté kosťami rozličných zvierat, z ktorých časť patrí okrem recentných kostí do pleistocénu. Z kostí sa odobrala vzorka fosilizovaných fragmentov, medzi ktorými sa vyskytuje medveď hnedý (*Ursus arctos*) a psovitá šelma – líška? (za určenie ďakujem F. Pomorskému). V juhovýchodnej časti Veľkej siene je evidentné zahĺbenie štvorcového pôdorysu akiste z pôvodného prístrešku, pri ktorom sa našli súčasti odevu (železná pracka), ďalej celtoviny z prístrešku a dva deformované olovené projektily z pištole. V Malej sieni sa podarilo objaviť 3 mince Slovenskej republiky, a to dva medené 10-haliere z r. 1939 a jeden hliníkový 20-halier z r. 1942. Výskum potvrdil informácie miestnych obyvateľov o využití jaskyne počas vojny. Pozostatky drevených ležadiel sú napokon dodnes viditeľné (obr. 18). Zároveň sa doložilo jej sporadické navštevovanie sezónnymi turistami (odpadky, nápisy na stenách).

V r. 2004 jaskyňu navštívil člen SSS – Speleoklubu Slovenský raj V. Daniel so svojím synom. V juhovýchodnej časti Veľkej siene spozorovali na kôpke fragmenty dlhých kostí, z ktorých jednu, v predstave, že ide o ľudskú stehennú kosť, priniesli na posúdenie Archeologickému ústavu SAV – pracovisku v Spišskej Novej Vsi.

Po následnom prieskume autora príspevku (spolu s F. Miháľom a A. Suchým) sa v mieste nájdených kostí vytýčila v rozrušených sedimentoch vo Veľkej sieni archeologická sonda s rozmermi 1 × 2 m (obr. 19). Výskum ukázal, že tesne pod povrchom v hĺbke 10 – 15 cm spočívalo dno v podobe tvrdých sintrových nátekov. Zdá sa, že všetky zachránené zvieracie (nie ľudské) kosti, analyzované F. Pomorským (tabuľka 2; obr. 20), boli objavené v Priepasťovom dóme a sekundárne uložené do výkopu v násype južného okraja vyššie spomenutého zahĺbenia štvorcového pôdorysu.



Obr. 19. Spišské Tomášovce – Mliečna jaskyňa. V obdĺžniku vyznačená sonda I/04 s nálezmi zvieracích kostí (podľa A. Droppa, 1978, spracoval F. Miháľ)
Fig. 19. Spišské Tomášovce – the Mliečna Cave. The probe I/04 with findings of animal bones is marked in the rectanble (according to A. Droppa, 1978, compiled by F. Miháľ)

Obr. 20. Spišské Tomášovce – Mliečna jaskyňa. Kosti medveďa (hnedého?), zachránené v r. 2004.
Foto: F. Pomorský
Obr. 20. Spišské Tomášovce – the Mliečna Cave. Bear bones (brown bear?), saved in 2004.
Photo: F. Pomorský

Tabuľka 2. Druhové určenie zvieracích kostí – Ursus (arctos?) zo Spišských Tomášoviec – Mliečnej jaskyne, nájdených v r. 2004 (analýza F. Pomorský)

Por. č.	Počet (ks)	Poznámka
1.	1	Ľavá stehenná kosť (Femur sin.)
2.	1	Pravá ramenná kosť (Humerus dex.)
3.	1	Pravá lakťová kosť (Ulna dex.)
4.	1	Fragment ľavej lakťovej kosti (Ulna sin.)
5.	1	Pravá holenná kosť (Tibia dex.)

LITERATÚRA

BÁRTA, J. (1959). Travertínová jaskyňa Strecha na Dreveníku. In: Slovenský kras, 2, 75 – 80.

BÁRTA, J. (1975). Sto rokov archeologického výskumu v jaskyniach na Slovensku. In: Slovenský kras, 13, 3 – 36.

BÁRTA, J. (1984). Človek v jaskyniach Slovenského raja. In: Spravodaj SSS, 15, 1, 46 – 49.

BELLA, P. – HOLÚBEK, P. (1999). Zoznam jaskýň na Slovensku, stav k 31. 12. 1998. Bratislava: Ministerstvo ŽP SR, 268 s.

CEBECAUER, I. – LIŠKA, M. (1971). Jaskyne pod Spišským hradom. In: Krásy Slovenska, 48, 177 – 179.

CEBECAUER, I. – LIŠKA, M. (1972). Príspevok k poznaniu krasových foriem spišských travertínov a ich kryhových zosuvov. In: Slovenský kras, 10, 47 – 61.

ČECH, M. (1987 – 1988). Krasové javy v okolí Svitu. SOČ, SPŠ banícka a geologická, Spišská Nová Ves.

DROPPA, A. (1978). Jaskyne severnej časti Slovenského raja. In: Československý kras, 29, 63 – 78.

FERENC, Š. (1993 – 1994). Krasové javy Lučivniansko-važeckého krasu. SOČ, SPŠ M. Curie-Skłodowskej, Svit.

FIALA, A. – VALLAŠEK, A. – LUKÁČ, G. (1988). Spišský hrad, Martin.

HOUDEK, I. (1936). Osudy Vysokých Tatier, Turčiansky sv. Martin.

JAVORSKÝ, F. (1986). Záchranné výskumy a prieskumy Výskumnej expedície Spiš Archeologického ústavu SAV. In: AVANS v roku 1985, Nitra, 108 – 118.

KOLNÍKOVÁ, E. (1994). Die Markomannenkriege im Lichte der Fundmünzen aus der Slowakei. In: Markomannenkriege – Ursachen und Wirkungen. V. Internationales Symposium „Grundprobleme der frühgeschichtliche Entwicklung im nördlichen Mitteldonaugebiet" Wien 23. – 26. November 1993 (Friesinger, H., Tejral, J. a Stuppner, A., Hrsg.). Spisy Archeologického ústavu AV ČR Brno, 1, 487 – 496.

LIPTÁK, J. (1935). Urgeschichte und Besiedlung der Zips. Bilder aus der Zipser Vergangenheit, Kesmark.

MADARÁS, J. (1983–1984). Krasové javy v okolí Svitu. SOČ, Gymnázium Poprad.

MADARÁS, J. (1988). Krasové javy v Lučivnianskom karbonátovom komplexe. ŠVOČ, Prírodovedecká fakulta UK, Bratislava.

MÜNNICH, A. (1895). A Szepesség öskora. A „Szepesmegyei történelmi társulat" Milleniumi kiadványai, I, Levoča, 177 – 255.

NOVOTNÝ, B. – KOVALČÍK, R. M. (1969). Katalóg archeologických pamiatok Spiša 1. Vlastivedná miestnosť Spišské Podhradie. Bratislava: Slovenské pedagogické nakladateľstvo, 55 s.

PIETA, K. – SOJÁK, M. (2004). Kontakty Spiša s okolitými územiami vo včasnohistorickom období. In: Doba laténska a rímska v poľských Karpatoch (Gancarski, J., Eds.), Krosno.

PRIKRYL, Ľ. V. (1985). Dejiny speleológie na Slovensku. 1. vyd. Bratislava: Veda, 204 s.

PUPALA, R. (2004). Vybielené jaskyne. Jedinečná výzdoba slovenských jaskýň mizne v batohoch vykrádačov. In: Plus 7 dní, 5, 2. februára 2004, 46 – 49.

RIC I–IX = Roman Imperial Coinage (MATTINGLY, H. – SYDENHAM, E. A. a ďalší autori). London.

RIZNER, Ľ. V. (1903). Náleziská starožitností v Uhrách. In: Sborník Muzeálnej slovenskej spoločnosti, 8, 24 – 54.

ROTH, S. (1882). Die Höhlen der Hohen Tátra und Umgebung. In: Jahrbuch des Ungarischen Karpathen-Vereines, 9, 333 – 356.

SOJÁK, M. (2000a). Prieskum horného a dolného Spiša. In: AVANS v roku 1998, Nitra, 149 – 160.
SOJÁK, M. (2000b). Nálezy rímskych mincí na Spiši: problém riešenia rímsko-barbarských vzťahov na základe numizmatických prameňov. In: Numizmatika, 17, Supplementum, Bratislava, 97 – 104.
SOJÁK, M. (2002). Osídlenie horného Spiša na sklonku staršej doby kamennej. In: J. Gancarski (red.): Starsza i środkowa epoka kamenia w Karpatach polskich, Krosno, 255 – 278.
SOJÁK, M. (2003a). Príspevok k osídleniu jaskýň na severnom okraji Slovenského raja. In: Slovenský kras, 41, 113 – 127.
SOJÁK, M. (2003b). Doklady osídlenia Ľadovej jaskyne a Hlbokej priepasti na Dreveníku. In: Východoslovenský pravek, 6, Nitra/Košice, 77 – 85.
SOJÁK, M. (2004a). Perspektíva archeologického výskumu niektorých jaskýň na Spiši. Prednáška na speleomítingu 2004, Svit.
SOJÁK, M. (2004b). Najstaršie dejiny Batizoviec. In: Soják, M a kol.: Batizovce v zrkadle dejín 1264 – 2004. Batizovce, 34 – 74.
SOJAK, M. (2005). Die Entdeckung römischer Münzen und menschlicher Knochen in der Höhle Temná, Gemeinde Zehra, Nordslowakei. Archäologisches Korrespondenzblatt, 35. Mainz, 77 – 87.
SOJÁK, M. – HUNKA, J. (2003). Paleolitické sídlisko a neskorostredoveká peňazokazecká dielňa v jaskyni Suchá diera v Spišskej Teplici. In: Slovenská archeológia, 51, 2, 341 – 365.

Adresa autora:
Mgr. Marián Soják, PhD., Archeologický ústav SAV – pracovisko Spišská Nová Ves, Mlynská 6, 052 01 Spišská Nová Ves, e-mail: sojak@ta3.sk

REMARKABLE HISTORICAL-ARCHAEOLOGICAL FINDINGS FROM SOME SPIŠ CAVES

SUMMARY

Attention of archaeologists is more often concentrated on the cave settlement. This attention about in caves, from the point of view of archaeology, is caused mainly by systematic devastating of caves by amateurs who by digging of cave bottom are devastating stratigraphic stack of sediments and position of palaeontological and archaeological artefacts. Neither the region of Spiš is an exception, where together with some members of Speleoclub of Slovak Paradise and members of the Nature Guard and co-workers of the Archaeological Institute of the Slovak Academy of Sciences in Nitra, a systematic inspection of caves is carried out. In the most endangered caves saving exploration, or saving archaeological research is realised. In 2003 – 2004 interest was concentrated on geomorphologic unit Kozie chrbty (area of the village Lučivná), on Hornádska Basin – lower unit Medvedie chrbty (area of village Žehra) and Spiš-Gemer Karst – lower unit of Slovak Paradise (area of the village Spišské Tomášovce).

To the west from the village Lučivná are situated two known caves (fig. 1: 1, 2). Saving research in the Cave No. 1 had been realised in the place the most devastated by amateurs´ digging. Research confirm the colonization settlement in the late palaeolith, in 13th century and in the modern times. Finding of the limnosilicite blade (fig. 4) and numerous palaeontologic material (analysis of P. Holec) is from prehistory. Documented species of fauna: cave bear, black bear, young roe, deer?, unknown deer – toed ungulate (size of roe), horse, ox – wisent?, reindeer?, volf/dog, fox, hare, stork, numerous birds' bones some like pigeons' bones or smaller birds, and numerous fractions of long bones of bigger mammals (like deer's or bigger). Settlement of the Middle Age and the modern times is joined with a small place in tront of the entrance. Except fragments from both horizons, 10-heller of Frantz Josef I. (1848 – 1916) from 1915 (fig. 5) had been found.

More than 20 caves and abysses are in travertine complex Dreveník in Žehra. In 2003 attention was paid to the Cave Strecha (fig. 1: 3; 8). In uncovered cultural layer near previous probe (J. Bárta) a new probe was dug out and explored. Findings of fragments (fig. 11; 12), animal bones and the bone bodkin (fig. 10; 12: 9) document settlement from Eneolith (Baden Culture), the late and middle Bronze Age and from Middle Age (13th century). The Cave is attractive for tourists and devastated by their attention. Therefore a systematic research is needed.

Remarkable archaeological finding is from the Temná Cave, from under travertine massive of the Spiš Castle (fig. 1: 4; 13). In the cave rests of adult (man), rests of two leather pouches (fig. 16) and 20 silver denars from the late Roman times (fig. 14; 15) had been found. Collection of Roman coins was found in the Temná Cave with picture of emperor Vespasian (fig. 15: 1) up to Septimus Severus (fig. 15: 2), from 72 – 73 till 193

– 194. With span of 121 years. The worn off surface of the most of coins shows that coins were in long use. All coins represent silver denars from the mint in Rome. Coins from the Temná Cave probably represent fortune of local aristocracy or they were fortune of an individual, first of all merchant. The youngest coins from 193 – 194 are giving for dating terminus post quem. It is possible that in time gradual ending of fortified settlement of the Puchov culture on the upland of the Spiš Castle (or later – early till later Roman times?), the owner of coins had unexpected event, which forced him to find shelter in cave space. It is possible that he fell to the cave by accident. The cave was at that time accessible from the roof of the fortified settlement. The finding shows that owner of coins couldn't get out from caves space because of fatal injury.

In the area of the village Spišské Tomášovce is the Mliečna Cave (Partizánska, Židovská Cave too; fig. 1: 5; 17 – 19). Exploration in 2003 and 2004 confirm presence of people from the Second World War, which were looking for temporary shelter from fascists. Except small findings in the Veľká and Malá Hall (coins, lead projectiles, parts of canvas, buckle) are till today in the Veľká Hall are visible rests of wooden benches and squared hollow of temporary buildings (fig. 18). To the south, palaeontological material had been found (bear bones; fig. 20), which are numerous in the Priepasťový dome. From archaeological point of view the Mliečna Cave is unperspective because of its outlying and wetness.

SLOVENSKÝ KRAS (ACTA CARSOLOGICA SLOVACA)	XLIII	115 – 128	LIPTOVSKÝ MIKULÁŠ 2005

O MOŽNOM POBYTE PUSTOVNÍKA SVORADA V JASKYNIACH

MARCEL LALKOVIČ

M. Lalkovič: About possible dwelling of the hermit Svorad in the caves

Abstract: The present names of some caves may re ect the phenomenon of cave-hermitage in the history of Slovakia. The written mention from 1220 connects the hermit Svorad with the cave at Skalka. The tradition says, that Svorad – after his arrival to the monastery at Zobor near Nitra – decided for hermit life. There are many interpretations of the locality of his hermitage. Some of them claim, that it was a cave at Zobor or Skalka, near Trencin. Maurus legend from 1064 doesn´t state it clearly. According to Polish sources, Svorad was dwelling in a cave over Dunajec. Local name Svorad in Prosiecka Valley and the caves there may document his Liptov origin and hermit life before his entering the monastery at Zobor.

Key words: hermit life, Maurus legend, cave at Zobor, Svorad origin, history of cave recognition

V súvislosti s prvou písomnou zmienkou o jaskyniach na Slovensku, ktorá sa vzťahuje na jaskyňu na Skalke a týka sa pustovníka Benedikta, sa celkom prirodzene vynára otázka, do akej miery možno práve v kontexte s jaskyňami vnímať aj pustovníka Svorada, jeho učiteľa. Na podklade Maurovej legendy je totiž známe, že pustovnícky život viedli istý čas spoločne, aj keď sa miesto ich pustovníctva interpretuje zatiaľ rôzne. Závažnosť takto naznačenej problematiky podtrhuje tiež fakt, že otázka možného Svoradovho pobytu v jaskyniach sa stala zaujímavou aj pre poľské jaskyniarske kruhy. Z tohto aspektu potom práve W. Wiśniewski v roku 1998 dospel k názoru, že Svorada (Świerada) ako pustovníka v prípade poľských jaskýň treba spájať s jaskyňou nad Dunajcom, v ktorej sa mal zdržiavať už v roku 998. Podľa neho Svoradov tunajší pobyt nie je teda ničím iným, než najstaršou známou historickou udalosťou (uplynulo od nej už viac ako tisíc rokov) v dejinách jaskyniarstva v Poľsku, na Slovensku a v Maďarsku.

Objasňovanie historického pozadia prípadného pobytu pustovníka Svorada v jaskyniach na Slovensku a v tejto súvislosti hlavne jeho žiaka Benedikta nastolilo následne niekoľko ďalších otázok. Z hľadiska ich charakteru sa netýkajú len konštatovania, či a ako spomínaná historická udalosť súvisí s dejinami jaskyniarstva na Slovensku. V značnej miere sa týkajú osoby pustovníka Svorada a z tohto aspektu aj interpretovania niektorých súvislostí v podstatne inom kontexte, než sa dá dešifrovať z postojov W. Wiśniewskeho či iných autorov.

FENOMÉN PUSTOVNÍCTVA A JASKYNE

V podmienkach slovenského jaskyniarstva má myšlienka detailnejšieho preskúmania fenoménu pustovníctva opodstatnenie z niekoľkých dôvodov. Predovšetkým s ním súvisia jaskyne, v názvoch ktorých sa reálne odráža jeho existencia. Ide o lokality, pomenované podľa pustovníkov, ktorí preukázateľne žili na Slovensku. Týka sa to Svoradovej jaskyne na Zobore pri Nitre a Benediktovej jaskyne (pôvodne jaskyňa na Skalke) pri Trenčíne. Nemožno vylúčiť, že do tejto kategórie patrí aj Malá Driencanská jaskyňa v katastri obce Driencany, ako to dokladá jej starší názov Brožkova pustovňa.

Na prípadnú existenciu pustovníctva poukazujú aj názvy niektorých iných jaskýň. Patrí k nim napríklad 12 m dlhá Pustovnícka jaskyňa pri Valaskej, Mníchova diera v katastri obce Hrabušice v Slovenskom raji, potom Mníchova diera pri Moldave nad Bodvou a niektoré ďalšie. Súvislosť s pustovníctvom však môžu navodzovať aj iné názvy jaskýň. Názorným príkladom je jaskyňa Kamenná diera pri Gemerskej Vsi v Rimavskej kotline. V jej prípade sa k takémuto poznatku dospelo až historickým výskumom a rozborom názvu, ktorým sa v stredovekej listine z roku 1266 označovalo bralo vo význame hraničného bodu v Šankovciach pri Gemerskej Vsi.

Iným dôvodom preskúmania tohto fenoménu je poznatok, že pustovníctvo je starou východnou formou mníšskeho života. V stredoveku súvisí s benediktínmi, najstaršou kresťanskou rehoľou v strednej Európe. Rehoľníci na Slovensku účinkovali od počiatkov zapojenia tunajšieho etnika do kresťanskej kultúry. Znamená to, že pustovníctvo, v kontexte s rehoľným životom, svojím charakterom reprezentuje oblasť, kde by prípadná existencia písomných pamiatok mohla poodhaliť aj niektoré súvislosti vo vzťahu k jaskyniam. Týmto spôsobom by sa aj počiatky záujmu o ne mohli posunúť do neskoršieho obdobia, než ako to vyplýva z našich súčasných poznatkov.

Ak z takéhoto zorného uhla hodnotíme prvé písomné zmienky o jaskyniach na Slovensku, prichádzame k záveru, že takáto úvaha má v našich podmienkach skutočne reálne opodstatnenie. Predovšetkým o tom svedčí najstaršia známa písomná zmienka o jaskyniach na Slovensku z roku 1220, resp. 1224, ktorá jednoznačne súvisí s fenoménom pustovníctva. Nachádzame ju v zakladacej listine benediktínskeho opátstva na Skalke pri Trenčíne, ktoré *ku cti pustovníka Benedikta založil Jakub I., biskup nitriansky hneď na počiatku svojho biskupského úradovania*[1]. Jedna časť jej textu sa totiž zmieňuje o mučeníctve pustovníka Benedika v jaskyni, ktorého smrť sa v prvej polovici 11. storočia stala podnetom pre vznik tunajšieho opátstva[2].

Na existenciu pustovníctva poukazuje aj ďalšia písomná zmienka z roku 1266, ktorá sa týka jaskyne Kamenná diera pri Gemerskej Vsi. V jej prípade Gy. Dénes (1998) práve rozborom názvu *Munuhpest* dokázal, že jeho časť *munuh* pochádza z gréčtiny a v cirkevnej latinčine znamená *monachus* (mních). Druhá časť *pest* má pôvod v staroslovanskom jazyku. Okrem významu pec sa v minulosti používala aj vo význame jaskyne. Z toho vyplýva, že slovo Munuhpest možno chápať aj ako Mníchovu jaskyňu, a čo je dôležité, existenciu takejto lokality skutočne potvrdil prieskum v roku 1974.

Z doterajších poznatkov vyplýva, že reálne vieme doložiť len prípad pustovníkov Svorada a Benedikta a objasniť z tohto vyplývajúce súvislosti vo vzťahu k jaskyniam na Skalke pri Trenčíne a Zobore pri Nitre. V ostatných prípadoch existujú len isté indície, keďže výskum ešte nepokročil natoľko, aby sa na ich podklade dali vyvodzovať konkrétnejšie závery. O Brožkovej pustovni ako o jaskyni, v ktorej si údajne brat Brožko urobil pustovňu, sa ako prvý zmienil Ľudovít Kubáni vo svojom historickom románe Valgatha z roku 1907. Reálne pozadie tohto príbehu však nepoznáme, ale Malá Drienčanská jaskyňa je ako lokalita známa od nepamäti. Navyše aj charakter jej priestorov a poloha jaskyne naznačujú, že v minulosti ako lokalita skutočne mohla slúžiť takémuto zámeru. Na možnú súvislosť s pustovníctvom v prípade Mníchovej diery v katastri obce Hrabušice zase poukazuje existencia neďalekého

[1] BIELEK, K. : Trenčianska Skalka za starodávna, In: Tovaryšstvo I., sborník literárnych prác, Ružomberok 1893, s. 125

[2] V listine sa totiž o. i. uvádza ... *Dávame na vedomie Vašej Láskavosti, že k úcte Boha všemohúceho a blahoslaveného Benedika mučeníka, v jaskyni, ktorá sa všeobecne Skalka menuje a v ktorej i krev tohože mučeníka vyliata do dnešného dňa na stenách jaskyne vidieť, chrám k úcte sv. Benedika a všetkých svätých vystavený, na radu a usnesenie sa bratov našich, opátstvu dľa pravidiel sv. Benedika oddávame...* Bielek, K. c. d., s. 125

kláštora na Skale útočišťa na Kláštorisku v Slovenskom raji. Aký je vzťah medzi Mníchovou dierou pri Moldave nad Bodvou a kláštorom v Jasove a či vôbec existuje, to je otázka, ktorá ešte len čaká na bližšie objasnenie. Podobným spôsobom by sme mali vnímať aj všetky ostatné prípady jaskýň, názvy ktorých tiež navodzujú istú súvislosť s pustovníctvom (Homološova diera v katastri obce Slovinky, Pustovnícka jaskyňa v katastri obce Valaská, Gorazdova jaskyňa v katastri obce Chvalová a pod.).

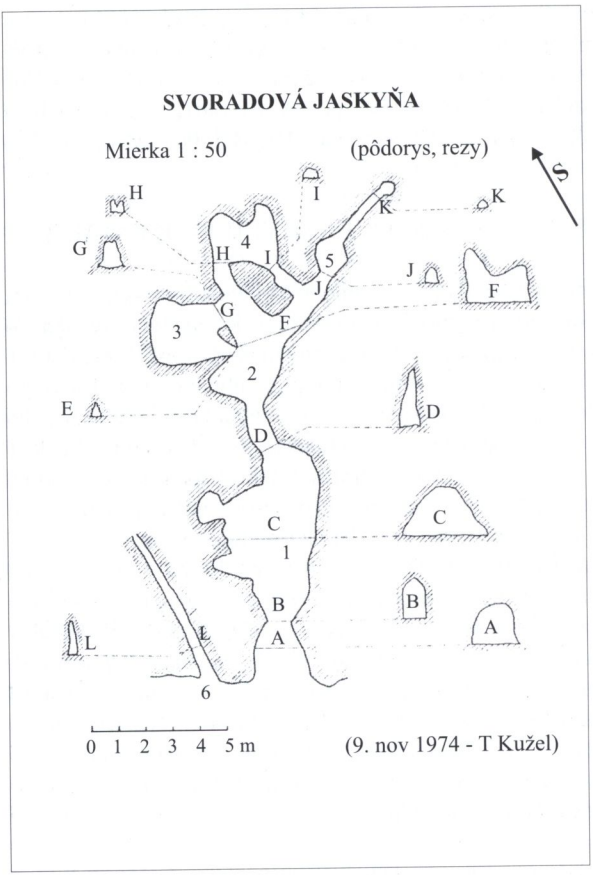
SVORADOV PUSTOVNÍCKY ŽIVOT V SLOVENSKÝCH JASKYNIACH

Pustovnícky život Svorada v jaskyniach súvisí s jeho vstupom do benediktínskeho kláštora sv. Hypolita na Zobore pri Nitre, kde prijal rehoľné meno Andrej. K založeniu tunajšieho benediktínskeho opátstva prvým kráľom Štefanom došlo niekedy medzi rokmi 1006 až 1009. Z toho vyplýva, že jeho príchod na Zobor treba datovať až po tomto období. Svorad sa tu po čase mal utiahnuť do samoty – pustovne. Podľa východnej tradície mohol člen rehole žiť, ako pustovník až keď dovŕšil štyridsať rokov svojho života. Znamená to, že aj Svorad v čase, keď sa rozhodol pre pustovníctvo, musel dovŕšiť túto vekovú hranicu. V jeho prípade však nevieme, aké dlhé obdobie pôsobil na Zobore a kedy sa rozhodol prejsť na pustovnícky spôsob života. Problematickým sa javí aj miesto jeho pustovníctva, ktoré sa interpretuje rôzne.

Podľa publicistu Martina Medianskeho (1862), za čias opáta Filipa v kláštore na Zobore vyznačili sa *zvláštnou bohumilou nábožnosťou dvaja mnísi, ktorí opustiac kláštor ako pustovníci žili a síce sv. Zorard (Svorad) v jednej jaskyni neďaleko kláštora ležiacej a sv. Benedik na Skalke povyše Trenčína, kde za vieru svoju slávne mučeníctvo podstúpil.* Podobného názoru je aj Kletus Bielek (1893), ktorý túto otázku interpretuje tak, že Zorard (Svorad) *vstúpil do sobora (kláštora) rádu sv. Benedikta, neďaleko Nitry na vypínajúcom sa vrchu ku cti sv. Hypolita vystaveného a založeného. Vtedy prijal v smysle reholných stanov (pravidiel) kláštorské meno Ondrej. S povolením svojho predstaveného kláštora, Filipa opáta, utiahnul sa do jednej, ponad studienkou nachádzajúcej sa malej jaskyne a za istý čas o samote nadmieru prísny život viedol.*

Zmienka o jaskyni neďaleko kláštora v oboch prípadoch naznačuje, že ide o dnešnú cca 30 m dlhú Svoradovu jaskyňu v katastri obce Dražovce. Nachádza sa v blízkom okolí rozvalín kamaldulského kláštora, kde kedysi stál benediktínsky kláštor sv. Hypolita. Odkiaľ sa však vzal jej súčasný názov, resp. čo motivovalo jeho vznik, to je otázka, na ktorú nateraz nepoznáme odpoveď. V roku 1852 sa Ľudovít Stárek zmienil o nej ako o malej jaskyni na Zobore. Podobným spôsobom ju vnímal aj M. Medniansky (1862), keď písal o nej ako o jednej jaskyni neďaleko kláštora. Roku 1893 ju K. Bielek uviedol v literatúre ako *ponad studienkou sa nachodiacu malú jaskyňu.* Názov Svoradova jaskyňa sa podľa všetkého objavil až v 2. polovici 20. storočia. Je veľmi pravdepodobné, že ho v takejto forme azda ako prvý použil v roku 1963 J. Bárta, ktorý ju už v júli 1952 polohopisne preskúmal. Avšak aj on ju nazval iba Svoradovou jaskynkou, pričom pozadie jeho motivácie nie je bližšie známe. Proces utvárania jej súčasného názvu sa zásluhou Tibora Kuželu uzatvoril až v roku 1975, keď publikoval výsledky jej prieskumu, ktorý v novembri 1974 realizovali nitrianski jaskyniari.

Interpretáciu M. Medianskeho a K. Bieleka treba potom pochopiť tak, že sa spomínaná jaskyňa mala na istý čas stať miestom Svoradovho pustovníckeho života. Takto interpretovaný názor oboch autorov však naráža na niekoľko úskalí. Za predpokladu, že obaja autori opierajú svoj názor o znenie Maurovej legendy, treba povedať, že legenda neobsahuje takéto informácie. Nie je teda jasné, odkiaľ čerpali takéto údaje, resp. do akej miery ich možno považovať za relevantné pri objektivizovaní danej historickej skutočnosti. Text Maurovej



Obr. 1. Plán Svoradovej jaskyne podľa zamerania T. Kužela z roku 1974

Obr. 1. A plan of the Svorad's Cave according to T. Kužel's measurement from 1974

legendy aj vo Svoradovom prípade naznačuje, že za miesto jeho pustovníctva treba považovať úplne inú lokalitu, ktorá sa nachádza niekde v okolí Váhu. Na podklade publikovaných prác z 19. a 20. storočia sa dnes ustálil názor, že ide o jaskyňu na Skalke pri Trenčíne.

Interpretácia Svoradovho pustovníckeho pobytu v kontexte s jaskyňou neďaleko kláštora na Zobore sa napriek uvedenému konštatovaniu objavovala v literatúre aj neskôr. Svedčí o tom napríklad práca Jozefa Kompánka, spisovateľa a historika z roku 1895. Aj on zastával názor, že pustovňa Ondreja – Svorada, patróna nitrianskeho biskupstva, sa nachádzala v okolí benediktínskeho kláštora na Zobore. Toto svoje tvrdenie spresnil ďalej takto: *Nachádza sa na Zobore dobre vyše kláštora jaskyňa, v ktorej niekedy sv. Ondrej Svorad býval, a pod ňou prameň čistej vody, studnicou svätého Svorada a Benedikta nazvaný*[3]. V jeho prípade za povšimnutie stojí jedna, svojím charakterom dosť závažná informácia. Je ňou zmienka o jaskyni povyše kláštora a prameni čistej vody pod ňou, ktorá z obsahovej stránky zodpovedá reálnej skutočnosti.

Charakter Kompánkovej interpretácie poukazuje potom prinajmenšom na dve skutočnosti. Prvou je predpoklad, že autor poznal uvedené miesto. Podľa všetkého ho v bližšie neurčenom čase navštívil a v intenciách takto nadobudnutého poznania sa usiloval otázku Svoradovho pobytu na Zobore interpretovať primerane daným okolnostiam. Druhou, ale menej pravdepodobnou alternatívou je, že mohol mať k dispozícii pramene, v ktorých je otázka jeho tunajšieho pobytu zakotvená spôsobom, aký napokon použil vo svojej práci.

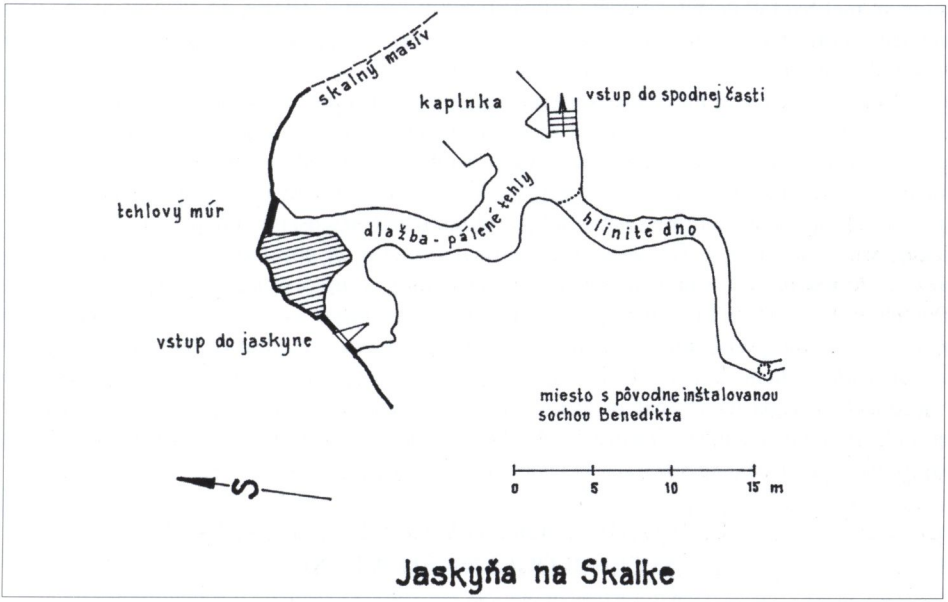
V súvislosti s interpretáciou J. Kompánka treba upozorniť na jednu okolnosť. Okrem toho, že Svoradov pustovnícky život spájal s jaskyňou na Zobore, zmienil sa aj o druhom mieste jeho pustovníctva – Skalke pri Trenčíne. Tu sa síce odvoláva na Maurovu legendu, keďže ona je prameňom o živote pustovníka Svorada, ale pokiaľ ide o Skalku, vyvodzuje záver, že práve

[3] KOMPÁNEK, J.: Nitra, nástin dejepisný, miestopisný a vzdelenostný (VI. Opátstvo zoborské svätého Hypolita), In: Tovaryšstvo, sborník literárnych prác II, Ružomberok 1895, s. 107

tu sa mal pustovník Benedikt zoznámiť so Svoradom, *kde tento často chodieval do jaskyne cez zimu pustovníčiť*[4].

Je celkom možné, že ako podklad pre túto časť Kompánkovej interpretácie poslúžil o niečo starší názor Ľ. Stáreka (1852), historika a cirkevného hodnostára v Trenčíne. Ten otázku Svoradovho pustovníctva interpretoval spôsobom, podľa ktorého *prišiel sv. Ondrej Svorad za času sv. Štefana na Zobor k Nitre, do kláštora reholníkov sv. Benedika, a v ňom reholníkom sa stal. Obleknúce tu svatý muž tento rúcho reholnické, pracovitý, pobožný, svätý život viedol. Častejšie, nadovšetko ale v póste do samotnosti k Trenčínu pospiechal, a tam v jäskyni skalnatej nad Váhom pústevnícky život viedol*[5]. S takýmto výkladom sa v roku 1922 možno stretnúť aj u Václava Chaloupeckého, českého historika, podľa ktorého potom ako Svorad prijal v kláštore rehoľné meno Ondrej *nezůstal v klášteře, nýbrž odešel do odlehlých tedy končin při řece Váhu,*

Obr. 2. Vchod do Svoradovej jaskyne
Fig. 2. An entrance into the Svorad's Cave



Obr. 3. Podorys Jaskyne na Skalke (Podľa zamerania S. Šrola, J. Šťastného a H. Šťastnej z roku 1976)
Fig. 3. Groundplan of the Cave on Skalka (according to measurement of S. Šrol, J. Šťastný, and H. Šťastná from 1976)

[4] KOMPÁNEK, J., c. d., s. 108
[5] STÁREK, Ľ. : S. Ondrej Svorad (Zoerard) a Benedik, ochrancovia biskupstva nitrianskeho, In: Cyrill a Method, Katolícky Časopis pre Cirkev a Školu, ročník I., č. 19, Banská Bystrica 15. mája 1852, s. 149

aby tu v lese a samotě vedl život poustevnický [6]. Z novších autorov sa k podobným názorom priklonil aj J. Kútnik (1969), ale ten miesto Svoradovho tunajšieho pustovníctva umiestnil do geograficky širšie koncipovanej oblasti a otázku Skalky vnímal skôr ako výlučné centrum kultu Benedikta.

Z uvedeného vyplýva, že otázku Svoradovho pustovníckeho pobytu v jaskyni neďaleko benediktínskeho kláštora na Zobore nevieme doložiť žiadnym konkrétnym prameňom. Otázku druhého možného miesta jeho pustovníckeho pobytu – Skalky pri Trenčíne – možno interpretovať tak, že podľa Maurovej legendy sa pustovník Benedikt po Svoradovej smrti rozhodol *tiež bývať na tom istom mieste, kde tri roky žil v tejto prísnosti, až ho napadli zbojníci a v nádeji, že má veľa peňazí, priviedli ho na breh Váhu, zaškrtili a hodili do vody*[7]. Ak sa teda Skalka stala skutočnou pustovňou pre Benedikta, potom ide o miesto, kde sa ešte pred ním ako pustovník zdržiaval aj Svorad. V takomto prípade trochu iný názor zastáva R. Marsina (1997), ktorý síce tiež konštatuje, že po smrti svojho učiteľa žil Benedikt sám ako pustovník na tom istom mieste, ale túto svoju interpretáciu vzťahuje na jaskynku pri Zobore.

Z historického hľadiska by sme však nemali pochybovať o istých súvislostiach medzi Svoradovým pobytom v kláštore na Zobore a ideou pustovníctva, ktorú práve svojou existenciou mohla stelesňovať neďaleká jaskyňa. Takúto myšlienku nemožno úplne vylúčiť, pretože podľa nášho názoru vyplýva, aj keď nepriamo, z textu Maurovej legendy. Máme tým na mysli tú jej časť, ktorá hovorí o tom, že keď Svorad prijal rúcho a meno Andrej, rozhodol sa viesť pustovnícky život. Legenda tu nenaznačuje, či sa tak stalo hneď alebo až po čase, a ani inak nedefinuje kedy k tomu skutočne došlo. Rovnako nehovorí nič o mieste jeho pustovníckeho života. Podľa nášho názoru k podobnej úvahe nabáda aj časť o štyridsaťdňovom pôste, pred ktorým mal Svorad dostať od opáta Filipa štyridsať orechov. Zdá sa, že Maurus akoby tým naznačoval formu ich vzájomného kontaktu, ale v tejto súvislosti si treba uvedomiť, že Filip i naďalej pôsobil ako opát v kláštore na Zobore.

Pri zohľadnení niektorých skutočností, ku ktorým patrí poznatok, že v tridsiatych rokoch 11. storočia v nitrianskom chráme sv. Emeráma pochovali zoborských pustovníkov Svorada-Andreja a Benedikta, ďalej, že sa už v časoch nitrianskeho údelného kniežaťa Gejzu tešili úcte, resp. že sa kráľ Ladislav I. v roku 1083 postaral o ich kanonizáciu a od roku 1111 sú popri sv. Emerámovi patrónmi katedrálneho chrámu na Nitrianskom hrade, nemožno vylúčiť, že pomenovanie jaskyne na Zobore po Svoradovi má úplne iné pozadie. Možno ho vnímať ako jednu z foriem pokračovania kultu jeho uctievania, ktorý vznikol ešte pred jeho kanonizáciou. Na túto skutočnosť do istej miery poukazuje aj fakt, že krasová vyvieračka, ktorá sa nachádza cca 20 m nižšie pod Svoradovou jaskyňou na Zobore, sa v minulosti nazývala *studnicou sv. Svorada a Benedika* a ešte i dnes sa nazýva Svoradovým prameňom. V podobných intenciách sa azda dá vnímať aj názov Svoradova jaskyňa. Frekvencia jeho používania v minulosti mohla byť úzko ohraničená okruhom osôb, ktoré tieto miesta navštevovali, pričom asi práve tento aspekt spôsobil, že sa napokon zrodil terajší oficiálny názov jaskyne.

PUSTOVNÍK SVORAD V KONTEXTE DEJÍN SPELEOLÓGIE NA SLOVENSKU

Na základe názoru W. Wiśniewskeho si však v súvislosti s pustovníkom Svoradom treba ujasniť aj niektoré iné okolnosti. Jednou z nich je otázka, ako treba interpretovať zmienku

[6] CHALOUPECKÝ, V. : Sv. Svorád, In: Prúdy VI, november – december, Bratislava 1922, č. 9 – 10, s. 546

[7] MAURUS : Legenda o sv. Svoradovi a Benediktovi, In: Antológia staršej slovenskej literatúry (zostavil J. Mišianik), Bratislava 1964, s. 78

o Svoradovom pobyte v jaskyni nad Dunajcom v roku 998, o ktorej sa zmienil J. Dlugosz vo svojich *Annales seu cronicae incliti Regni Poloniae* v druhej polovici 15. storočia. Druhou, do akej miery možno ním opisovaný Svoradov pobyt v jaskyni nad Dunajcom spájať s dejinami speleológie na Slovensku. Ďalšou, ale rovnako dôležitou je aj otázka jeho pôvodu a prípadne i niektoré iné súvislosti, na ktoré vo vzťahu k Svoradovi poukázal W. Wiśniewski. Máme tým na mysli jeho trochu expresívne vnímanie Svorada ako prvého (poľského) jaskyniara, resp. otázku polohy pustovne či niektoré iné okolnosti.

Ako sme už uviedli zo slovenského hľadiska sa za najstaršiu písomnú zmienku o tunajších jaskyniach považuje listina nitrianskeho biskupa Jakuba z roku 1220, resp. 1224 o založení benediktínskeho opátstva na Skalke pri Trenčíne. V nej nachádzame zmienku o tunajšom pobyte pustovníka Benedikta a stretávame sa tu aj so samotným názvom jaskyne. Pretože má obsah tejto listiny určitý historický presah, čiže zmieňuje sa o udalosti, ktorá sa tu odohrala v prvej polovici 11. storočia, môžeme ju chápať aj ako najstaršiu historickú udalosť, ktorá sa viaže na slovenské jaskyne. Tento fakt je nespochybniteľný najmä z toho dôvodu, že medzi udalosťou, čo sa mala odohrať v jaskyni na Skalke v prvej polovici 11. storočia, a vznikom tunajšieho opátstva je priama súvislosť. Okrem toho je tu aj niekoľko ďalších nespochybniteľných faktov. Popri Maurovej legende patrí k nim poznatok, že tak Svorad, ako aj Benedikt boli pochovaní v katedrálnom chráme sv. Emeráma v Nitre v tridsiatych rokoch 11. storočia, resp. rad iných okolností. Zo súčasných poznatkov tiež vyplýva, že v slovenských podmienkach staršieho písomného dokladu zatiaľ jednoducho niet.

Ak máme interpretovať zmienku J. Dlugosza o pobyte pustovníka Svorada v roku 998 v jaskyni nad Dunajcom v slovenskom kontexte, potom by sa žiadalo nájsť súvislosť, ktorá by vytvárala priestor pre reálnu opodstatnenosť takéhoto predpokladu. Tá však nateraz neexistuje, pričom za jednu z príčin možno považovať aj značný časový odstup od udalosti, o ktorej sa zmieňuje J. Dlugosz. Inou otázkou je, do akej miery možno jeho zmienku z druhej polovice 15. storočia považovať za hodnovernú v kontexte udalosti, na ktorú sa vzťahuje, čiže čím ju vieme doložiť, aby sa stala nespochybniteľnou.

Súvislosť prípadného Svoradovho pobytu v jaskyni nad Dunajcom s dejinami slovenskej speleológie nemá logiku a objektívne obsahuje niekoľko slabých miest. Pokiaľ chceme hovoriť o speleológii, musíme si uvedomiť, že formovanie takto vyhraneného záujmu o jaskyne vôbec nesúvisí s 10. ani 11. storočím. Záujem o jaskyne nemožno v tomto a ešte ani neskoršom období vnímať ako prejav, ktorý by dokumentoval existenciu alebo počiatky speleológie. Mali by sme ho skôr chápať ako začiatok trendu, ktorý sa až po značne dlhom čase zavŕšil vytvorením osobitného vedného odboru, resp. disciplíny. Preto sa aj prípadný Svoradov pobyt v jaskyni nad Dunajcom dá nanajvýš chápať ako počiatok záujmu o poľské jaskyne. Ale aj tak sa žiada doložiť ho niečím, pod vplyvom čoho by sa uvedená udalosť dala vnímať podstatne realistickejšie.

Je na poľských historikoch, aby sa pokúsili do celej problematiky vniesť trochu viac svetla, ale ani v takomto prípade nemožno pobyt niekoho v jaskyni na evidentne poľskom území spájať s dejinami speleológie na Slovensku. Podľa nášho názoru práve z historického hľadiska nie je rozhodujúca osoba, jej pôvod a iné z toho plynúce okolnosti, ale fakt, že sa tak stalo na danom území. Až z tohto aspektu možno potom vnímať ďalšie prejavy rozvíjania takto motivovaného záujmu v podmienkach príslušnej krajiny. Ak sa v intenciách tohto názoru zamýšľame napríklad nad nápisom z roku 1452, ktorý zanechali v Jasovskej jaskyni vojaci Jána Jiskru z Brandýsa, jeho existenciu nikdy nespájame s dejinami českej speleológie. Práve naopak, vnímame ho ako niečo, čo dokumentuje takúto formu záujmu o jaskyňu na Slovensku v polovici 15. storočia.

Svojím spôsobom za problematickú treba považovať aj otázku, do akej miery môžeme pustovníka Svorada spájať s jaskyňami na Slovensku. Doterajší výskum totiž ukázal, že napriek existencii Svoradovej jaskyne niet priameho dôkazu o tom, že by sa v nej zdržiaval ako pustovník. Zo súčasných autorov M. Slivka (2002) síce zastáva názor, že Svorad pustovníčil spolu s Benediktom v malej jaskyni neďaleko zoborského kláštora, nie je však známe o čo opiera toto svoje tvrdenie. Konštatuje síce, že je to dodnes živá tradícia, ale práve literatúra 19. a prvej polovice 20. storočia a hlavne vtedy používaný názov jaskyne pomerne jasne poukazujú na slabiny takéhoto tvrdenia.

Ak by to mala byť niektorá iná slovenská jaskyňa, presnejšie jaskyňa na Skalke pri Trenčíne, potom si treba uvedomiť, že Maurova legenda sa v tejto veci nevyjadruje jednoznačne. Predpoklad, že je to Skalka, sa opiera iba o tú jej časť, kde sa spomína pustovník *Benedikt, ktorý po smrti otca Andreja rozhodol sa tiež bývať na tom istom mieste*[8]. Práve táto časť sa javí ako problematická; nevieme totiž jednoznačne dokázať, že tým istým miestom bola jaskyňa na Skalke. Azda na takomto predpoklade založili svoje tvrdenia niektorí starší autori (Stárek, 1852; Lombardini, 1892; Bielek, 1893), pričom treba povedať, že o pustovníkovi Svoradovi sa v tejto súvislosti nezmieňuje ani zakladacia listina benediktínskeho opátstva z roku 1220 a 1224. V tomto smere sa dnes i R. Marsina (1997) prikláňa skôr k tomu, že Svorad-Ondrej pustovníčil len v jaskynke pri Zobore, a nie aj na Skalke pri Trenčíne, pričom práve toto vo vzťahu k Maurovej legende interpretuje trochu inak[9].

Na druhej strane sa však celkom logická zdá byť myšlienka, že ak nitriansky biskup Jakub založil tunajšie opátstvo k pamiatke umučeného Benedikta, podľa Maurovej legendy by malo či mohlo vyplynúť, že sa tu pred ním (v jaskyni na Skalke) zdržiaval pustovník Svorad. Do akej miery však z historického hľadiska obstojí takáto úvaha, to je otázka, na ktorú už pravdepodobne nikdy nebudeme poznať správnu odpoveď.

Myšlienku o prvom (poľskom alebo inom) jaskyniarovi v prípade pustovníka Svorada treba tiež označiť za neadekvátnu, a to hneď z niekoľkých dôvodov. Ak jaskyniarstvo chápeme ako činnosť, prostredníctvom ktorej sa rozvíja súčasná speleológia, potom záver 10. storočia rozhodne nie je obdobím, kedy sa vôbec dá uvažovať v intenciách takejto kategórie. Iným aspektom je otázka, čo treba rozumieť pod pojmom jaskyniar. Aj dnes sme často svedkami situácie, keď sa množstvo ľudí zaujíma o jaskyne, navštevuje ich priestory, a pritom ani jeden z nich sa nepovažuje za jaskyniara. Preto aj v prípade pustovníka Svorada, bez ohľadu na to, či ho budeme spájať s jaskyňou na Skalke alebo jaskyňou nad Dunajcom, nemožno hovoriť o ničom inom, než o počiatkoch prípadného záujmu o jaskyne.

Ak vychádzame z časti Maurovej legendy, kde sa hovorí o Benediktovi, ktorý sa rozhodol bývať na tom istom mieste ako Svorad, potom aj s prihliadnutím na listinu o založení benediktínskeho opátstva na Skalke nemožno prijať za argument formuláciu W. Wiśniewskeho, že Svorad prebýval *v pustovni nachádzajúcej sa nie viac ako pol dňa cesty od kláštora* a ďalej, že *podľa tradície pobýval tam tiež v jaskyni*[10]. Odporuje tomu poloha Skalky voči Zoboru, ako aj ďalšia časť Maurovej legendy, kde sa uvádza, že Benedikta priviedli na breh Váhu,

---

[8] MAURUS : c. d., s. 78

[9] Podľa neho odišiel Benedikt – iste so súhlasom svojho opáta a azda okolo roku 1031 – pustovníčiť na odľahlejšie miesto, do slovensko-moravského pohraničia. Tu sa vraj usadil v systéme jaskyniek, ktoré možno už predtým poznali a používali zbojníci pôsobiaci v pohraničí. In: MARSINA, R. : Legendy stredovekého Slovenska, Ideály stredovekého človeka očami cirkevných spisovateľov, Nitra 1997, s.36.

[10] WIŚNIEWSKI, W. : 1000-ročnica najstaršieho historického údaja v poľskej, slovenskej a maďarskej speleológii – pobytu sv. Svorada (Świerada, Zorearadusa) v jaskyni nad Dunajcom, In: Spravodaj Slovenskej speleologickej spoločnosti, č. 4, Liptovský Mikuláš 1998, s. 43.

zaškrtili a hodili do vody[11]. Pokiaľ by sme Svoradovu pustovňu mali hľadať niekde inde než na Považí, potom počínanie zbojníkov v prípade Benedikta postráda logiku. Znamená to, že aj z tohto pohľadu treba zatiaľ otázku polohy Svoradovej pustovne vnímať kriticky, pretože s výnimkou nepriamej zmienky v Maurovej legende na jej bližšie spresnenie nateraz chýba vhodný argument.

MOŽNÝ PÔVOD PUSTOVNÍKA SVORADA

Na základe doterajších poznatkov sa podľa nášho názoru treba zamýšľať aj nad pôvodom pustovníka Svorada. Napriek tomu, že táto otázka už priamo nesúvisí s jaskyniarstvom, je tu predsa len jedna súvislosť, akú sa zatiaľ nikto nepokúsil objasniť a ktorá naznačuje niečo, čo by sa mohlo týkať aj jaskýň. V jej rámci vychádzame z toho, že Svoradov pôvod nemožno interpretovať tak jednoznačne, ako to v roku 1998 urobil W. Wiśniewski. Z jeho pomerne rigorózneho stanoviska vyplýva, že názory na Svoradov iný ako poľský pôvod, napríklad že pochádzal zo Slovenska, sú neopodstatnené. Autor otázku jeho pôvodu riešil konštatovaním, že pochádzal z dedinskej rodiny, *určite z okolia Krakova, z obce Sieradice*[12], ktorá sa nachádza neďaleko Prosovíc, pričom toto svoje tvrdenie opiera o bližšie neuvedené vedecké výskumy.

Je pravdou, že pôvod Svorada sa interpretuje rôzne a okrem výnimky prevláda názor o jeho poľskom pôvode. Avšak ani tu nie sú predstavitelia tohto názoru jednotní. Podľa Ľ. Stáreka (1852) *sv. Svorad prišiel zo zeme dalmátskej Poliana rečenej* [13]. K. Bielek (1893) zase zastával názor, že *sv. Ondrej Zorard narodil sa v X. století v poľskom mestečku Opatoviec na pravom brehu rieky Visly ležiacom*[14]. Iný pohľad na danú tematiku prezentoval J. Kompánek (1895), podľa ktorého *sv. Ondrej Svorad, rodom Poliak, pravdepodobne z horného Považia prišiel za času sv. Štefana do kláštora zoborského*[15]. Podľa V. Chaloupeckého (1922) *sv Ondřej-Zeorardus pocházel z polské země*, ale podobne ako F. V. Sasinek, bližšie nelokalizuje miesto jeho pôvodu[16]. R. Holinka (1934) píše len o domnelom pobyte Svorada v Poľsku, keďže ho začali najprv uctievať v Nitriansku.

S ohľadom na to, ako otázku pôvodu pustovníka Svorada prezentoval W. Wiśniewski, treba potom upozorniť aj na názor, v zmysle ktorého sa celá otázka môže objaviť vo výrazne inom svetle. Literárny a kultúrny historik J. Kútnik v roku 1969 totiž uviedol, že vplyvom metodickej chyby, čiže v dôsledku hľadania historických dát pre životopis Svorada v tropskej (malopoľskej) alebo oľavskej (sliezskej) legende vznikla konštrukcia, ktorá zakladala tvrdenie, že Svorad pochádzal z Malopoľska z okolia Opatowca. Podľa neho *toto tvrdenie skoro všeobecne zastáva tzv. vedecká historiografia a hagiografia*[17]. Ďalej však konštatoval, že J. Kłoczkowski už v roku 1962 a po ňom aj J. T. Milik v roku 1966 dospeli k poznatku, že údaje J. Długosza patria len k prameňom o histórii kultu pustovníka Svorada. Pokiaľ sa aj W. Wiśniewski odvoláva na údaje uvedené v Długoszových Annales, potom ani v jeho prípade nemôže ísť o nič iné, než o kult pustovníka Svorada, ktorý sa po čase rozšíril do Poľska, Sliezska a iných končín.

Aj J. Kútnik prijal kriticky zdôvodnenú mienku J. T. Milika, že základným, prvým a jediným písaným prameňom k životopisu Svorada, resp. k poznaniu ostatných rokov jeho života, je

[11] MAURUS : c. d., s. 78.
[12] WIŚNIEWSKI, W., c. d., s. 42
[13] STÁREK, Ľ., c. d. s. 149
[14] BIELEK, K., c. d., s. 124
[15] KOMPÁNEK, J., c. d., s. 108
[16] CHALOUPECKÝ, V., c. d., s. 545
[17] KÚTNIK, J. : O pôvode pustovníka Svorada (K počiatkom kultúrnych dejín Liptova), In: Nové Obzory 11, Košice 1969, s. 6

legenda napísaná biskupom Maurom z roku 1064. V štúdii k počiatkom kultúrnych dejín Liptova sa práve preto pokúsil analyzovať Maurovo tvrdenie, že Svorad prišiel na Slovensko z krajiny Poľanov. V časoch Svorada hranica medzi ríšou Uhrov a Poľanov na severovýchode viedla pásom lesov Horným Trenčianskom a Horným Ponitrím. Z toho vyplýva, že územie za ním, čiže Liptov a Turiec, patrilo krajine Poľanov, ale tento poznatok nepostačoval k presnejšej lokalizácii kraja, z ktorého skutočne pochádzal Svorad.

Následným rozborom zemepisných názvov typu Mních a Ipolt (Hypolit) v kotline starého Liptova, čiže topografickým výskumom dospel k presvedčeniu, že sa s veľkou pravdepodobnosťou názvy typu Mních vzťahovali na benediktínov z opátstva sv. Hypolita na Zobore. Podľa J. Kútnika potom ide o prvých obyvateľov takto pomenovaných lokalít. Tento fakt vytvoril priestor aj pre vznik iného miestneho názvu utvoreného z osobného mena Svorad.

Obr. 4. Známka, ktorú v roku 2004 uviedla do obehu Slovenská pošta, a. s. – sv. Benedikt a sv. Andrej Svorad
Fig. 4. A stamp that was officially issued by the Slovak Post in 2004 – St Benedikt and St Andrej Svorad

V prípade Liptova sa so zemepisným názvom Svorad stretávame v asi 4 km dlhej Prosieckej doline. Dolina sa končí náhornou planinou, ktorá sa nazýva Svorad. Prosiecka dolina a teda aj Svorad sa napájala na cestu, čo viedla zo stredného Považia cez Oravu a potom na cestu vedúcu Turcom priamo z Nitry, ako aj na cestu z Pohronia do Považia a Oravy. Všetky cesty sa krížili a uzlili práve na Svorade. Odtiaľ pokračovali jedinou cestou na Huty, Zuberec do Poľska. Podľa názvov odvodených od mena Svorad, ktoré sa vyskytujú aj v Malopoľsku, na Morave a v trenčianskej oblasti, J. Kútnik potom prostredníctvom analógie dospel k presvedčeniu, že Svorad pochádzal z Liptova. Za najpravdepodobnejšie miesto jeho rodiska označil územie veľkej občiny Sielnica. Na náhornej planine Prosieckej doliny (preto ju údajne po Svoradovej smrti pomenovali podľa neho) mal potom v ním predpokladanom benediktínskom eréme (cele) ukončiť noviciát a na Zobore do rúk opáta Filipa zložiť neskôr slávnostnú profesiu.

Nie je úlohou tohto príspevku zisťovať v akom rozsahu je reálna takáto Kútnikova úvaha. Pravdou však je, že pomenovanie tunajšej náhornej planiny podľa Svorada nevzniklo samé od seba. Znamená to, že v minulosti tu skutočne muselo existovať niečo, na podklade čoho sa dospelo k jej názvu. V tejto súvislosti treba upozorniť ešte na ďalšiu zaujímavú okolnosť. Ak J. Kútnik označil za miesto Svoradovho rodiska veľkú občinu Sielnica, potom by sme nemali prehliadať už na prvý pohľad zaujímavý fakt, že aj v jej prípade sa objavuje istá súvislosť s jaskyňami. Nie je totiž žiadnym tajomstvom, že v samotnej Prosieckej doline existuje niekoľko neveľkých jaskýň. Ich charakter či charakter samotnej doliny a niektoré iné súvislosti naznačujú, že aj v tomto prípade ide o miesto, ktoré by sme za istých okolností mohli spájať s eremitským spôsobom vtedajšieho Svoradovho života.

Podľa Maurovej legendy sa počiatky Svoradovho pustovníckeho života spájajú s jeho vstupom do rehole benediktínov v kláštore na Zobore pri Nitre. V intenciách názorov niektorých autorov sa miestom jeho pustovníctva mala stať neďaleká malá jaskyňa, prípadne jaskyňa na Skalke pri Trenčíne. Napriek tomu, že toto nateraz nevieme hodnoverne doložiť, nič nebráni tomu, aby sme podobným spôsobom vnímali aj miesto z obdobia jeho noviciátu – čiže s ohľadom na Kútnikov záver týkajúci sa Svoradovho pôvodu práve toto obdobie jeho života spájali s niektorou jaskyňou Prosieckej doliny. V opačnom prípade sa asi ťažko dá vysvetliť pôvod názvu Svorad na spomenutej náhornej planine, a to aj napriek tomu, že podľa J. Kútnika

prvý záznam s názvom Svorad v Prosieckej doline ako s bežným pomenovaním sa nachádza v listine liptovskej župy z roku 1556 [18].

Za takéhoto predpokladu sa potom postava pustovníka Svorada, presnejšie otázka jeho pustovníckeho života, môže práve z pohľadu jaskýň objaviť v podstatne inom svetle. Avšak aj toto je problém, ktorý ešte len čaká na adekvátne vyriešenie.

SVORAD A JASKYŇA NAD DUNAJCOM

Niekoľko myšlienok treba vysloviť aj v súvislosti so zmienkou, ktorá sa zásluhou J. Długosza dostala v prípade pustovníka Svorada do poľskej literatúry druhej polovice 15. storočia. Ide o jeho pobyt v jaskyni nad Dunajcom (jaskyňa v Tropie) v roku 998, ako sa o tom Długosz zmienil v *Annales seu cronicae incliti regni Poloniae* z rokov 1464 – 1466. Ak odhliadneme od toho, že sa dnes mnohí prikláňajú k názoru, že tu už ide o výsledok neskoršieho kultu pustovníka Svorada, jeho prípadný pobyt spochybňujú aj niektoré okolnosti, na ktoré zdá sa neprihliada ani W. Wiśniewski.

Z doterajších poznatkov vyplýva, že pustovník Svorad zomrel okolo roku 1032. K tomuto záveru nás vedú poznatky J. Kútnika, podľa ktorého s *neveľkým výkyvom omylu za dátum smrti Svorada možno označiť r. 1031 –1032* [19]. Na Zobor mal Svorad prísť *okolo roku 1022, čoskoro po pripojení Nitry k tvoriacej sa arpádovskej ríši* a po čase sa tu mal uťiahnuť do samoty – pustovne[20]. Pokiaľ sledujeme túto líniu, musíme si položiť otázku, koľko mal asi Svorad rokov v čase príchodu na Zobor. Tento údaj Maurus však nezaznamenal. Do benediktínskeho kláštora vstupoval však Svorad už ako vyzretá osobnosť. Ako člen rehole mohol žiť ako pustovník, až keď dovŕšil štyridsať rokov. Na podklade Maurovej legendy sa môžeme oprávnene domnievať, že medzi prijatím rehoľného rúcha a rozhodnutím viesť pustovnícky život pravdepodobne neuplynul príliš dlhý čas. Za takéhoto predpokladu môžeme dospieť k záveru, že Svorad zomrel vo veku okolo päťdesiat rokov. S ohľadom na jeho telesné útrapy, ako ich líči Maurova legenda, dá sa takýto záver považovať za veľmi pravdepodobný. V prípade jeho pobytu v jaskyni nad Dunajcom to potom znamená, že tu musel byť veľmi mladý, pretože mohol mať len okolo 16 rokov.

Týmto sa dostávame k problémovému bodu, ktorý má viac významových rovín. Pokiaľ skutočne chceme spájať Svorada v roku 998 s jaskyňou nad Dunajcom, mali by sme sa predovšetkým (s ohľadom na jeho vek) pokúsiť objasniť motív tohto jeho konania. Iným dôležitým aspektom je otázka písomných prameňov, ktoré zo zatiaľ nevysvetliteľných dôvodov zaznamenali pobyt cca 16-ročného mladíka v jaskyni; tie potom mali umožniť, aby ich v 15. storočí použil J. Długosz pri písaní svojich *Annales*. Okrem toho je tu aj jedna historická nepresnosť. Ak v nich uviedol, že v neveľkej jaskyni v Tropie býval pustovník Švierad, potom mladíka takéhoto veku, resp. prípadne i o niečo staršieho nemožno považovať za pustovníka[21].

Ak by sme vychádzali z úplne iného roku príchodu Svorada na Zobor, potom musíme prihliadať na niektoré okolnosti, ktoré sa týkajú Maurovho života. Vo svojej legende sa totiž zmienil o tom, že ako novic videl Svorada v kláštore na Zobore. O Maurovi sa predpokladá, že sa narodil okolo roku 1000 a po štúdiách na benediktínskej škole sa stal novicom benediktínskeho

[18] KÚTNIK, J., c. d., s. 53. Túto okolnosť J. Kútnik vysvetľuje tým, že Svorad prináležal zárodku obce Prosiek, potom ako túto časť zeme a les roku 1287 vyčlenil kráľ Ladislav IV. Kumánsky z občiny Sielnica. Pretože bol Svorad vnútri majetkového celku, odpadol dôvod uvádzať ho v starých metačných listinách.

[19] KÚTNIK, J., c. d., s. 62

[20] KÚTNIK, J., c. d., s. 62

[21] WIŚNIEWSKI, W., c. d., s. 42

Slovenské múzeum ochrany prírody
a jaskyniarstva
031 01 Liptovský Mikuláš

kláštora na Zobore. Medzi rokmi 1017 – 1022 prešiel do benediktínskeho kláštora sv. Martina na Pannonhalme, kde ukončil štúdiá a vysvätili ho za kňaza. Napriek tomu, že sa nezmienil o tom, kedy poznal Svorada, z údajov jeho životopisu vyplýva, že sa tak mohlo stať najneskôr do jeho odchodu zo Zobora. Ale aj takáto úvaha vedie k tomu, že zatiaľ treba Svoradov prípadný pobyt v jaskyni Tropie posudzovať veľmi opatrne. I pri zohľadnení oboch krajných polôh týkajúcich sa roku odchodu Maurusa zo Zobora nám totiž vychádza, že v čase predpokladaného pobytu v jaskyni nad Dunajcom mohol mať Svorad len okolo dvadsaťjeden rokov. Čiže aj v tomto prípade je namieste otázka, kto a prečo sa usiloval zachytiť túto udalosť v listine, ktorá mohla neskôr poslúžiť J. Długoszovi ako podklad pri písaní jeho Kroník.

Na celej veci zaráža ešte jeden fakt. O živote Svorada ako pustovníka vypovedá len Maurova legenda z roku 1064, ktorú tiež poznáme iba z odpisov, ale starších, ako sú Długoszove Kroniky. Ako potom treba vnímať existenciu Svoradovho pobytu v jaskyni nad Dunajcom v jeho ranom veku? Čiže ako je možné, že práve túto, na prvý pohľad bezvýznamnú skutočnosť na podklade bližšie neidentifikovaných pamiatok zaznamenal J. Długosz v polovici 15. storočia vo svojich Kronikách. To je tiež jeden z dôvodov, ktorý hovorí v prospech úvahy, že ide len o prameň týkajúci sa histórie kultu pustovníka Svorada, čím sa potom celá problematika tunajšieho pobytu objavuje v úplne inom svetle.

ZÁVER

Záverom ešte jedna poznámka. Bolo by veľmi jednoduché prijať otázku Svoradovho pustovníckeho pobytu v jaskyniach, a to i vrátane jaskyne nad Dunajcom nekriticky a bez výhrad. V rovine indícií ide o záležitosť, vytvárajúcu náležité historické pozadie neskôr sa formujúceho jaskyniarskeho záujmu, na podklade ktorého sa napokon zrodila súčasná moderná speleológia. Má to však jeden háčik. Je ním nedostatok či skôr absencia hodnoverných pamiatok, prostredníctvom ktorých by bolo možné nespochybniteľným spôsobom doložiť toto tvrdenie. Z toho vyplýva, že vždy bude jestvovať priestor na rôzne úvahy, prostredníctvom ktorých sa môže glorifikovať alebo spochybňovať táto, aj z jaskyniarskeho hľadiska historicky jedinečná udalosť.

LITERATÚRA

AVENARIUS, A. (1990). Život svätého Svorada, počiatky zoborského kláštora, In: Historická revue I, č. 3, Bratislava, 5 – 6.

BÁRTA, J. (1963). Desať rokov speleoarcheologickej činnosti Archeologického ústavu SAV, In: Slovenský kras 4, Liptovský Mikuláš, 87 – 96.

BIELEK, K. (1893). Trenčianska Skalka za starodávna, In: Tovaryšstvo, Sborník literárnych prác I., Ružomberok, 123 – 127.

DÉNES, Gy. (1999). Der mittelalterliche Munuhpest, der heutige Kölyuk ist die erste schriftlich erwähnte Höhle in der Slowakei, In: Slovenský kras 37, Liptovský Mikuláš, 19 – 24.

GAÁL, Ľ. (1987). Kras Rimavskej kotliny, In: Slovenský kras 25, Liptovský Mikuláš, 5 – 27.

HOCHMUTH, Z. (1971). Krasové javy v Prosieckej doline, In: Spravodaj SSS č. 2/1971, Liptovský Mikuláš, 8 – 19.

HOLINKA, R. (1934). Sv. Svorad a Benedikt, svätci Slovenska, In: BRATISLAVA, ročník VIII, Bratislava, 304 – 352.

HOUDEK, I. (1927). Skalka, In: Krásy Slovenska 6, Liptovský Mikuláš, 34 – 38.

CHALOUPECKÝ, V. (1922). Sv. Svorád, In: Prúdy, ročník VI, Bratislava, 544 – 553.

JUDÁK, V. (2002). Maurova legenda, In: Pamiatky a múzeá, č. 3, Bratislava, 38 – 42.

KOMPÁNEK, J. (1895). Nitra, nástin dejepisný, miestopisný a vzdelenostný (VI. Opátstvo zoborské svätého Hypolita), In: Tovaryšstvo, sborník literárnych prác II, Ružomberok, 106 – 114.

KÚTNIK, J. (1969). O pôvode pustovníka Svorada, (K počiatkom kultúrnych dejín Liptova), In: Nové obzory, Košice, 122.
KUŽEL, T. (1975). Výsledky prieskumu Svoradovej jaskyne v Nitre, In: Spravodaj SSS č. 4, Liptovský Mikuláš, 23 – 26.
LALKOVIČ, M. (2004). Jaskyňa na Skalke – najstaršia písomná zmienka o jaskyniach na Slovensku, In: Výskum, využívanie a ochrana jaskýň, zborník referátov, Liptovský Mikuláš, 181 – 192.
LOMBARDINI, A. (1892). Skalka, In: Slovenské pohľady XII, Turčiansky Sv. Martin, 44 – 45.
MARSINA, R. (1997). Život svätých pustovníkov Svorada vyznávača a Benedikta mučeníka, In: MARSINA R.. Legendy stredovekého Slovenska, Ideály stredovekého človeka očami cirkevných spisovateľov, Nitra, 34 – 39.
MAURUS (1964): Legenda o sv. Svoradovi a Benediktovi, In: Antológia staršej slovenskej literatúry (zostavil J. Mišianik), Bratislava, 75 – 79.
SASINEK, F., V. (1880). Sv. Zvorad a Benedik, In: SLOVENSKÝ LETOPIS pre históriu, topografiu, archeologiu a ethnografiu IV, Uhorská Skalica, 2 – 7,
SLIVKA, M. (2002). Kresťanské pustovnícke hnutie, In: Rehole a kláštory na Slovensku (zostavil R. Kožiak a V. Múcska), Banská Bystrica – Bratislava, 75 – 84.
SLOVENSKÝ BIOGRAFICKÝ SLOVNÍK (od roku 833 do roku 1990), IV. zväzok M – Q, Martin 1990, 568.
STÁREK, Ľ. (1852). Ondrej Svorad (Zoerard) a Benedik, ochrancovia biskupstva nitrianskeho, In: Cyrill a Method, Katolícky Časopis pre Cirkev a Školu, ročník I., č. 19, Banská Bystrica 15. mája 1852, 148 – 149.
ŠKVARNA, D. a kol. (1999). Lexikón slovenských dejín, Bratislava, 381.
ŠPIRKO, J. (1943). Cirkevné dejiny, s osobitným zreteľom na vývin cirkevných dejín Slovenska, sväzok I., Martin.
WIŚNIEWSKI, W., W. (1998). 1000-ročnica najstaršieho historického údaja v poľskej, slovenskej a maďarskej speleológii – pobytu sv. Svorada (Świerada, Zorearadusa) v jaskyni na Dunajcom, In: SPRAVODAJ Slovenskej speleologickej spoločnosti 29, č. 4, Prešov, 42 – 43.

Adresa autora:
Ing. Marcel Lalkovič, CSc., Nábrežie M. R. Štefánika 4, 034 01 Ružomberok

ABOUT POSSIBLE DWELLING OF THE HERMIT SVORAD IN THE CAVES

SUMMARY

In connection with the first written mention about Slovak caves dealing with the Cave on Skalka and a hermit Benedikt it is needed to clarify how to perceive a hermit Svorad, Benedikt's teacher in relation to caves. According to W. Wiśniewski, Svorad as a hermit can be also connected with the cave over Dunajec where he probably lived in 998. This data should be related to Slovak speleological history as well.

In conditions of Slovak speleology, a more detailed survey of hermit phenomenon is justified because of its connection with caves, the names of which really re ect hermit's existence. There are localities named after hermits who lived in Slovakia. Names of some other caves document possible hermit's existence as well. At present we can only document existence of hermits Benedikt (the Cave on Skalka near Trenčín), or Svorad.

Svorad's life as a hermit is connected with his admission to the St Hypolite's Benedictine Monastery on the Zobor Hill near Nitra, where he took the name of Andrej. After some time he secluded from the world. Location of his hermitage stay is differently interpreted. After some sources it is related to a small cave near the monastery (now the Svorad's Cave), others affirm that it is the Cave on Skalka near Trenčín. Regarding Maur's legend there is no concrete resource confirming Svorad's hermitage stay in the cave in Zobor. In the case of the Cave in Skalka we can take into account only a part dealing with information according to which after Svorad's death a hermit Benedikt decided to live at the same place as well.

In 998 Svorad's stay in the cave over Dunajec cannot be interpreted in the Slovak context. There is no connection creating the space for his statement. He cannot be joined even with history of Slovak speleology. It is also problematic if we can join him with Slovak caves at all because there is no direct proof of his hermitage stay at this place.

In 1998 W. Wiśniewski stated that Svorad is of Polish descent however it is not unambiguous information. This question is differently interpreted. In 1969 on the basis of analyse of geographical maps of Mních and

Ipolt, J. Kútnik arrived at a conclusion that he should come from Liptov. As Svorad's native place he marked Sielnica near which there is located a plateau named Svorad. On the basis of Maur's legend some authors join Svorad's hermitage with a small cave on the Zobor Hill. After that his novice place can be perceived similarly. Regarding Kútik's conclusion about his descent, this period of Svorad's life was connected with some caves of the Prosiek Valley.

His real stay in the cave over Dunajec is doubted by several circumstances. With respect to the time of his arrival in the monastery on the Zobor Hill and information from Maur's life it can be estimated that he was 16 – 21 years old at that time. If a legend from 1064 is an only one that described Svorad's life it would be interesting to find out the basis of J. Długosz's record of this event in his Chronicles in the first half of the 15th century. This also confirms the idea that it is only a resource related to history of Svorad's cult showing given problems in a completely new light.

SLOVENSKÝ KRAS (ACTA CARSOLOGICA SLOVACA)	XLIII	129 – 144	LIPTOVSKÝ MIKULÁŠ 2005

SPRÁVY A DOKUMENTÁCIA
REPORTS AND DOCUMENTATION

SEDIMENTOLOGICKÁ CHARAKTERISTIKA VYBRANÝCH PROFILOV DEMÄNOVSKEJ JASKYNE SLOBODY

MARTINA KOJDOVÁ – ĽUBOMÍR SLIVA

M. Kojdová & Ľ. Sliva: Sedimentological characteristic of selected profiles of the Demänová Cave of Liberty

Abstract: The Demänová Cave System is located on the northern side of the Nízke Tatry Mountains, in Demänovská dolina Valley. Demänová Cave System has been formed in the Triasic limestones and represents longest cave of Slovakia. The clastic, uvial sediments are important feature of the cave fill. Its sedimentological analysis is the main goal of the presented paper. Based on the sedimentary structures and textures, nine sedimentary facies of the uvial sediments were distinguished and were assigned to the higher architectonical unit according to Miall (1985). Factors which controlled the geodynamical evolution of the Demänová Cave System were the structural pattern and tectonic predisposition, formation of the river terraces and cave levels sedimentary record were also in uenced by the Quaternary climatic changes during glacial and interglacial periods. Complicated architecture of fill or periods of erosion in the cave system were caused by the changes in strength of underground rivers current and active cave level. The uvial cave sediments were deposited mainly during cold periods, warm periods was typical by limited sedimentation and owstones creating. However, wide range of the radioisotope age disable clear comparison of climate changes to development of the cave levels and its fill.

Key words: Demänová Cave System, sedimentary, uvial sediments, Quaternary climatic changes

ÚVOD

Demänovská dolina ležiaca na severnej strane Nízkych Tatier je známa mnohými povrchovými, ale predovšetkým podzemnými formami, z ktorých vyniká Demänovský jaskynný systém. Jeho aktuálna dĺžka je podľa posledného zverejneného merania 34,952 km (Tencer, 2005). Dolinu aj spomínaný jaskynný systém vymodelovala rieka Demänovka a jej prítoky prameniace na úpätí severných svahov Chopka. Horná časť doliny tvorená kryštalinikom nesie znaky charakteristické pre činnosť pleistocénnych ľadovcov. Široké a strmé údolie tvaru „U" v severnejších častiach doliny postupne prechádza do vápencovo-dolomitových komplexov krížňanského a chočského príkrovu. Táto časť nenesie stopy glaciálnej činnosti, vyznačuje sa hlavne uviálnou modeláciou a prítomnosťou krasových foriem.

Demänovské jaskyne, ale aj samotná dolina boli predmetom štúdia viacerých autorov. Z najznámejších treba spomenúť práce A. Droppu (1963, 1972). Vo svojich prácach opisuje morfológiu a genézu jaskynných priestorov, pričom poukazuje na závislosť vývoja jaskynných úrovní a riečnych terás. Celkovo vyčlenil deväť jaskynných úrovní. Neskôr sa geomorfolo-

gickým vývojom Demänovského jaskynného systému zaoberal predovšetkým P. Bella (1993, 1996a, b, 2000) a Z. Hochmuth (1993). Podobným výskumom, zameraným na paralelizáciu jaskynných úrovní a vážskych terás, sa zaoberali aj P. Orvoš a M. Orvošová (1996) v susednej Jánskej doline. Najnovšie geologické práce využívajú na presnejšie určenie veku jaskynných úrovní moderné metódy geochronológie. Ide o rádioizotopové datovanie a paleomagnetizmus jaskynných sedimentov z Demänovskej ľadovej jaskyne (Hercman et al., 1997), Jaskyne slobody a mieru (Pruner et al., 1999; Hercman et al., 1999, 2000).

V práci predkladáme výsledky sedimentologického spracovania vybraných profilov v Demänovskej jaskyni slobody. Cieľom práce bolo objasniť mechanizmus zapĺňania a vyprázdňovania jaskynného systému a zmeny ponorného toku Demänovky pomocou štúdia riečnych sedimentárnych fácií, určených na základe sedimentárnych štruktúr a textúr a ich priestorovej distribúcie. Overenie zdrojovej oblasti klastík a dĺžku transportu sme sa snažili zrekonštruovať na základe granulometrickej analýzy štrkov. V práci sme sa tiež pokúsili pomocou rádiometrických datovaní v Demänovskej ľadovej jaskyni a Jaskyni slobody a mieru (Pruner et al., 1999; Hercman et al., 1999, 2000) zistiť súvis kvartérnych klimatických zmien s tvorbou a vypĺňaním jaskynných priestorov.

METÓDY SEDIMENTOLOGICKÉHO VÝSKUMU RIEČNYCH USADENÍN

Rieky zohrávajú hlavnú úlohu pri transporte a usadzovaní jaskynných sedimentov. Riečny sediment je unášaný prúdom rieky, jednotlivé častice sa po čase akumulujú v podobe rôznych typov sedimentov. Migrácia vo vodnom prostredí a pochovanie sedimentu vytvára sedimentárne textúry, ktoré sú základom pre definíciu fácií. Na základe interpretácií jednotlivých profilov s vyčlenenými fáciami sa dá čiastočne určiť sedimentačná história niektorých chodieb.

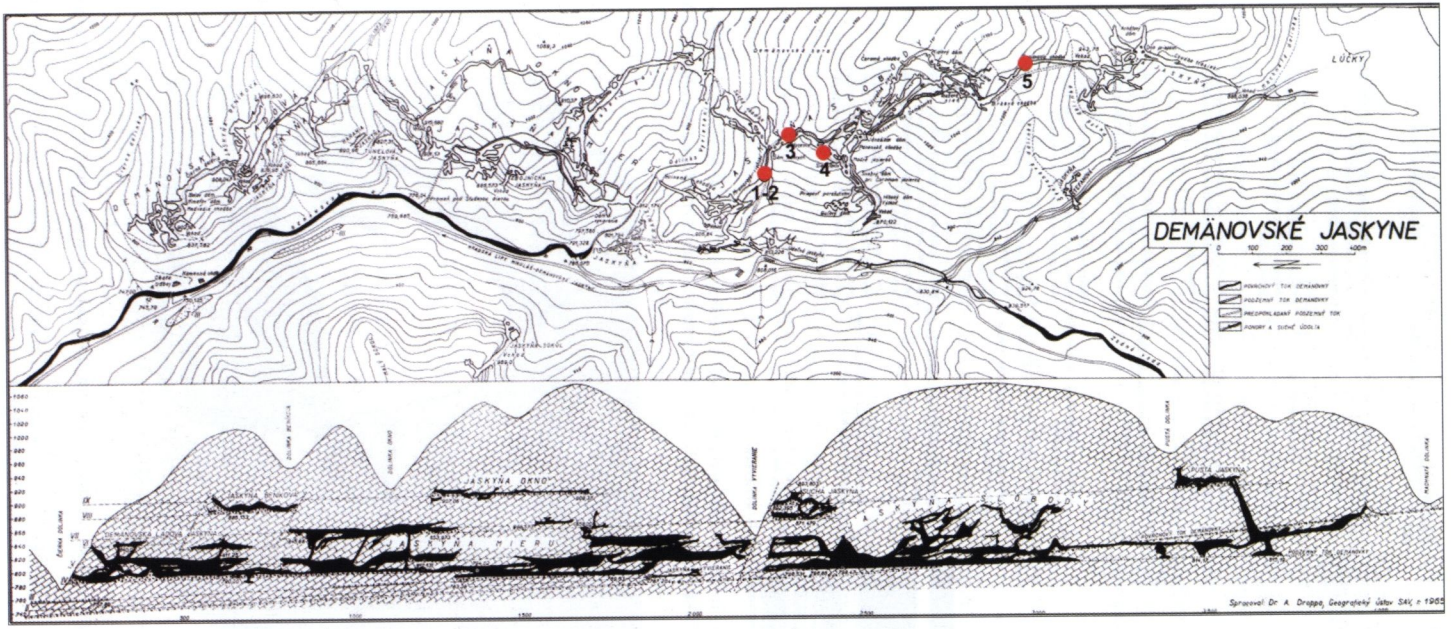
Na piatich vybraných profiloch v Demänovskej jaskyni slobody (obr. 1) – v Mramorovom riečisku (profil č. 1 pri chodníku a profil č. 2 tesne v jeho nadloží), na Rázcestí (Prízemie, profil č. 3), v Žulovej chodbe (profil č. 4) a v Spojovacej chodbe medzi jaskyňou Pustá a jaskyňou slobody (profil č. 5) – sme urobili sedimentologickú a petrografickú analýzu sedimentárnej výplne jaskyne.

Základné sedimentologické spracovanie profilov v Demänovskej jaskyni slobody pozostávalo zo spracovania jednotlivých sedimentárnych štruktúr a textúr. Z nich sa následne vyčlenili sedimentárne fácie (obr. 2). Sedimentárne fácie sa ďalej zoskupujú do vyšších architektonických prvkov, charakterizujúcich dynamiku riečneho prostredia (obr. 3).

Pomocou petrografickej analýzy sa zisťovali v prvom rade tvarové parametre jednotlivých obliakov. Tieto parametre sú ovplyvňované viacerými faktormi, z ktorých najdôležitejšie sú litologické zloženie, dĺžka transportu a tvar pôvodných klastov. Pre výpočet tvarových parametrov sú dôležité veľkosti troch osí – dlhá (a), stredná (b) a krátka (c). Dĺžka osí sa zmerala pomocou posuvného meradla.

Na výpočet sféricity a tvarového faktoru obliakov sa použili metodiky a vzorce podľa Sneda a Folka (1958), pre zaoblenie bola použitá vizuálna škála opracovania obliakov W. Krumbeina (1941).

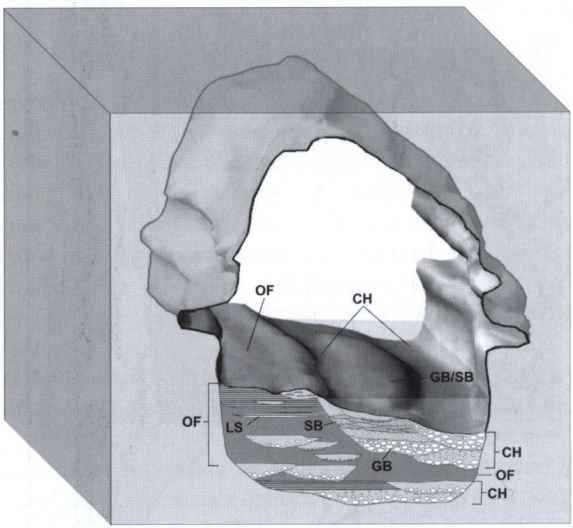
Morfoštruktúrna analýza sa viazala na jednotlivé jaskynné úrovne Demänovského jaskynného systému. Analýza sa vykonala z oblastí: aktívne riečisko – I. jaskynná úroveň, Mramorové riečisko – II. jaskynná úroveň, Žulová chodba – medziúroveň IV.– V (Hercman et. al., 1999), Spojovacia chodba – IV. jaskynná úroveň, Ľadová jaskyňa – IV. jaskynná úroveň a Suchá jaskyňa – VII. jaskynná úroveň. Veľkosť obliakov sa stanovovala v rozmedzí 3 – 5 cm a obliaky nad 5 cm.



Obr. 1. Jaskynný systém Demänovskej doliny podľa A. Droppu (1965) s lokalizáciou sedimentologických profilov
Fig. 1. Cave system of the Demänová Valley according to A. Droppa (1965) with localisation of sedimentological profiles

	Kód fácie	Základná charakteristika	Interpretácia fácie
	Gm	masívny štrk, často imbrikovaný, alebo horizontálne a gradačne zvrstvený	Štrky aktívneho koryta. Veľkosť a opracovanie závisí od dĺžky transportu a unášacej schopnosti.
	Gp	planárne zvrstvený štrk	Štrky pozdĺžnych barov, smer sklonu šikmého zvrstvenia je totožný so smerom prúdenia toku
	Sp	stredno až hrubozrnný piesok s typickým planárnym šikmým zvrstvením	Planárne zvrstvený piesok priečnych barov a dún. Je diagnostickým znakom pre určenie smeru prúdenia toku
	Sr	jemnozrnný až hrubozrnný čerinovo zvrstvený piesok	Smer sklonu čerinového zvrstvenia je totožný so smerom prúdenia toku. Čeriny vznikajú ak rýchlosť prúdu nepresiahla 1m/s.
	Sh	jemno až hrubozrnný, horizontálne zvrstvený piesok	Horizontálne vrstvy sa tvoria vo vrchnom prúdovom režime (< 0,7 - 1,2 m/s). Prúd rozrušuje duny a vytvára sa rovné dno
	Se	nevýrazne šikmo zvrstvený piesok s intraklastami	Ide o výplň výmoľov. Prítomnosť ílovcových intraklastov poukazuje na podomieľanie brehu a rozplaveniu spadnutých častí. Niektoré klasty sa v novom sedimentačnom prostredí pri krátkom transporte zachovali.
	Fm	masívny jemnozrnný piesčitý íl, sílt alebo íl	Fácia vzniká v miestach klesajúcej energie prúdu. Sedimentačný proces prebiehal dlhší čas, často je výsledkom záplav. V jaskynnom prostredí môžu vznikať aj v miestach stálych alebo občasných jazier.
	Fl	laminovaný alebo krížovo laminovaný jemnozrnný piesok, sílt a íl	Tvorí usadeniny nív alebo slabnúcich povodní. Sedimentácia často súvisí s veľmi pomalým prúdovým režimom, kedy rýchlosť prúdu hraničí s prahom transportu sedimentov
	Chm	sintrová kôra na povrchu alebo uprostred sedimentov	Prítomnosť sintrovej kôry indikuje prerušenie sedimentácie.

Obr. 2. Charakteristika a interpretácia uviálnych sedimentárnych fácií, upravené podľa Mialla (1978)
Fig. 2. Characteristic and interpretation of uvial sedimentary facieses, prepared according to Miall (1978)



Obr. 3. Základne architektonické elementy uviálnych usadenín v jaskynnom prostredí. Upravené podľa Mialla (1985)
Fig. 3. Basic architectonic elements of uvial sediments in the cave surroundings, prepared according to Miall (1985)

CHARAKTERISTIKA A INTERPRETÁCIA SEDIMENTÁRNEJ VÝPLNE

V priestoroch Demänovskej jaskyne slobody bolo možné vyčleniť deväť fácií uviálnych sedimentov na základe sedimentárnych štruktúr a textúr (senzu Miall, 1978) (obr. 2). Tieto fácie sa dajú zoskupiť do väčších celkov – architektonických prvkov (Miall, 1985) (obr. 3). Jedným z hlavných prvkov sú riečne korytá (CH). Na základe veľkosti ich môžeme rozdeliť na hlavné, vedľajšie a občasné povodňové korytá. Hlavné korytá sú vyvinuté predovšetkým v spodných častiach profilov. Súčasťou korýt sú bary piesčité (SB) a štrkové (GB). V rámci korýt a barov sa pozorovali fácie typu Gm, Gp, Sr a Sp. Menšie korytá mali jednoduchšiu stavbu s fáciami typu Gm alebo Sp. Ďalším architektonickým prvkom sú laminované piesky (LS) s typickou fáciou Sh a povodňové kaly (OF) s fáciou Fl a Fm. V profiloch sa vyskytovali najčastejšie v ich vrchných častiach.

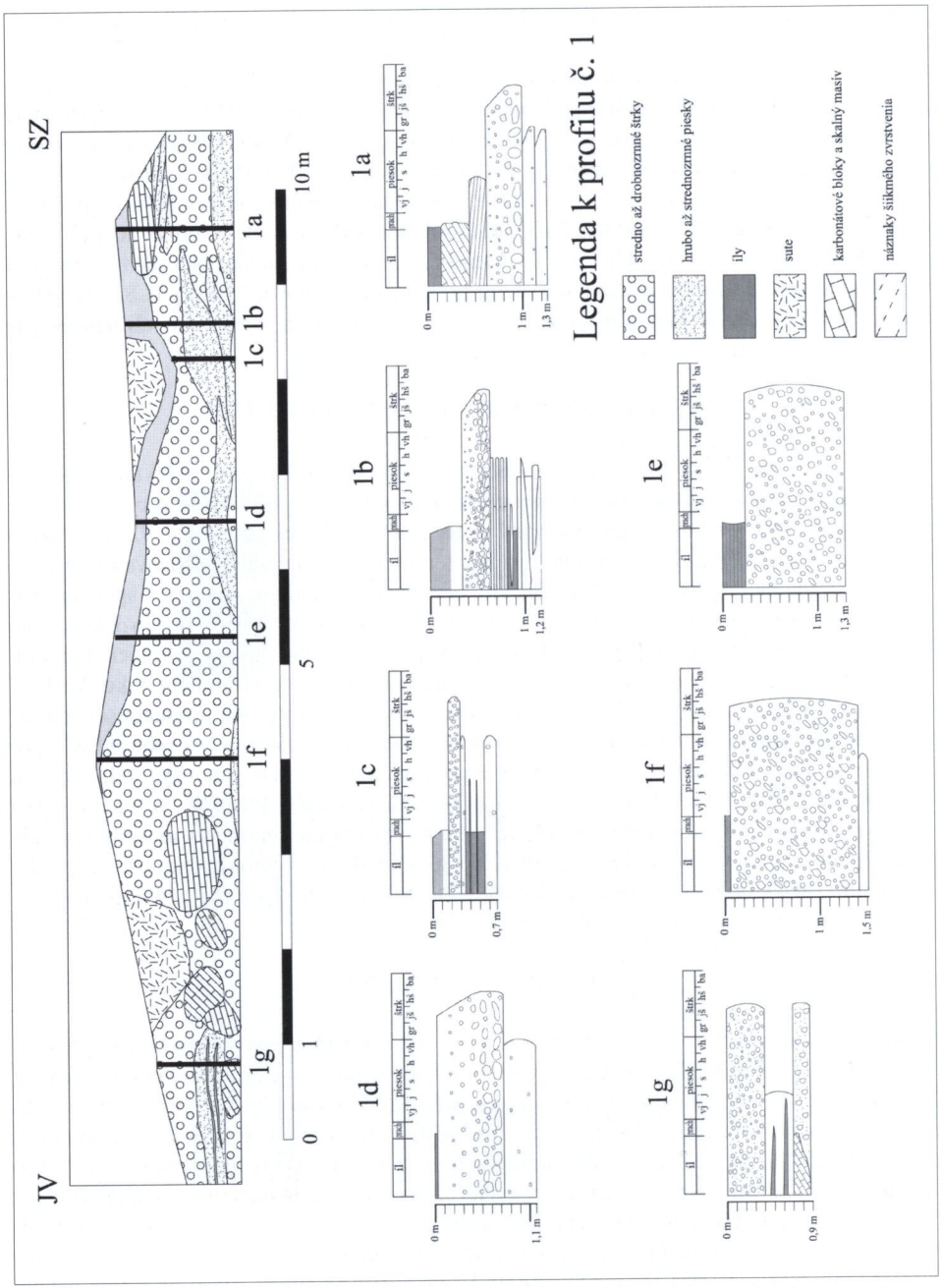
PROFIL V MRAMOROVOM RIEČISKU

Profil č. 1 a 2 (obr. 4, 5) v Mramorovom riečisku patrí podľa A. Droppu (1972) do druhej vývojovej úrovne (riss 1). Podľa novších geochronologických dát však výplň jaskynnej úrovne poukazuje na starší vek (najstarší datovaný sinter druhej jaskynnej úrovne je 92-tisíc rokov) (Hercman et al., 1999). Sedimentačná história v profile č. 1 sa začína usadzovaním hrubozrnných štrkov fácie Gm, menej často Gp, ktorých zrnitosť sa znižuje smerom k spodnej časti profilu č. 2. V štrkoch sa miestami nachádzajú nepravidelné šošovky hrubozrnného obliakového (Se), strednozrnného piesku (Sh) a niekedy aj vrstvičky a laminy prachu a ílu fácie Fm a Fl. Hrubozrnné fácie poukazujú na sedimentáciu v hlavnom koryte podzemného toku. Veľkosť 10 – 12 cm obliakov v spodnej časti profilu dokumentuje jeho vysokú unášaciu schopnosť; postupné znižovanie zrnitosti smerom nahor, viditeľné hlavne v profile č. 2 (obr. 9A, C), poukazuje na ústup hlavného koryta a zníženie prietoku a energie Demänovky. Sedimenty sú tvorené jemnozrnnými až strednozrnnými pieskami fácie Sr (obr. 9B) a Sh, vo vrchnej časti profilu povodňovými kalmi fácie Fm a Fl (obr. 9C). Jemnozrnné sedimenty niekedy kopírujú reliéf menších eróznych výmoľov (obr. 9C). V najvrchnejšej časti profilu jemnozrnné piesky s čerinami (Sr), ktorých smer uloženia lamín je totožný so smerom prúdenia súčasnej Demänovky, dokumentujú mierne zvýšenie energie toku.

PROFIL NA RÁZCESTÍ

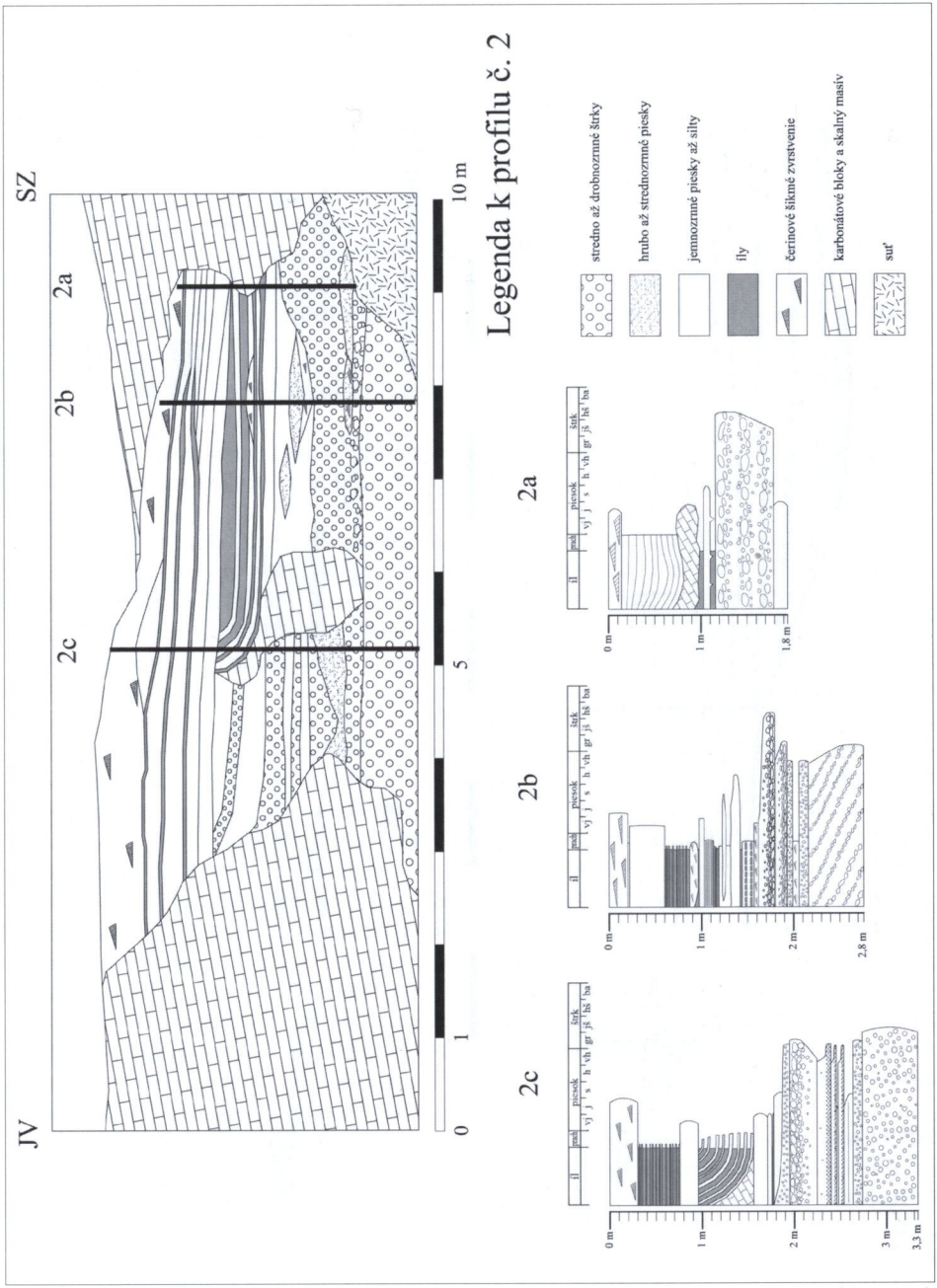
Sedimenty v odkryve na Rázcestí (Prízemie, profil č. 3, obr. 6) zodpovedajú tiež druhej jaskynnej úrovni A. Droppu (1972). Na báze profilu vystupujú hrubozrnné granitové štrky fácie Gm, ktoré sa niekedy striedajú s pieskami fácie Se, Sp a Sr. Veľkosť obliakov poukazuje na sedimentáciu v hlavnom riečnom koryte, ktoré bolo neskôr opustené a vyplnené jemnozrnnejšími usadeninami. Na základe datovaného sintra na báze profilu Rázcestia (Hercman et al., 1999) možno usúdiť, že hrubozrnné sedimenty spodnej časti profilu na Rázcestí a pravdepodobne aj v Mramorovom riečisku sa usadzovali pred 65-až 92-tis. rokov. Vrchné vekové ohraničenie sedimentácie je dané súborom datovaných sintrov (obr. 9D), ktorých vek je v rozmedzí 51 – 78 tis. r., resp. 78 – 82 tis. r. (Hercman et al., 1999). Usadzovanie riečnych sedimentov teda nebolo kontinuálne, čo mohlo súvisieť s klimatickými osciláciami počas pleistocénu.

Po obnovení uviálnej sedimentácie muselo dôjsť k opačnému prúdeniu vody podzemného toku, ktorá mala veľmi nízku unášaciu schopnosť, čo sa prejavilo usadením jemnozrnných pieskov fácie Sp (iba na báze), Sr v najvyššej časti aj povodňových kalov fácie Fm. Na opačný smer

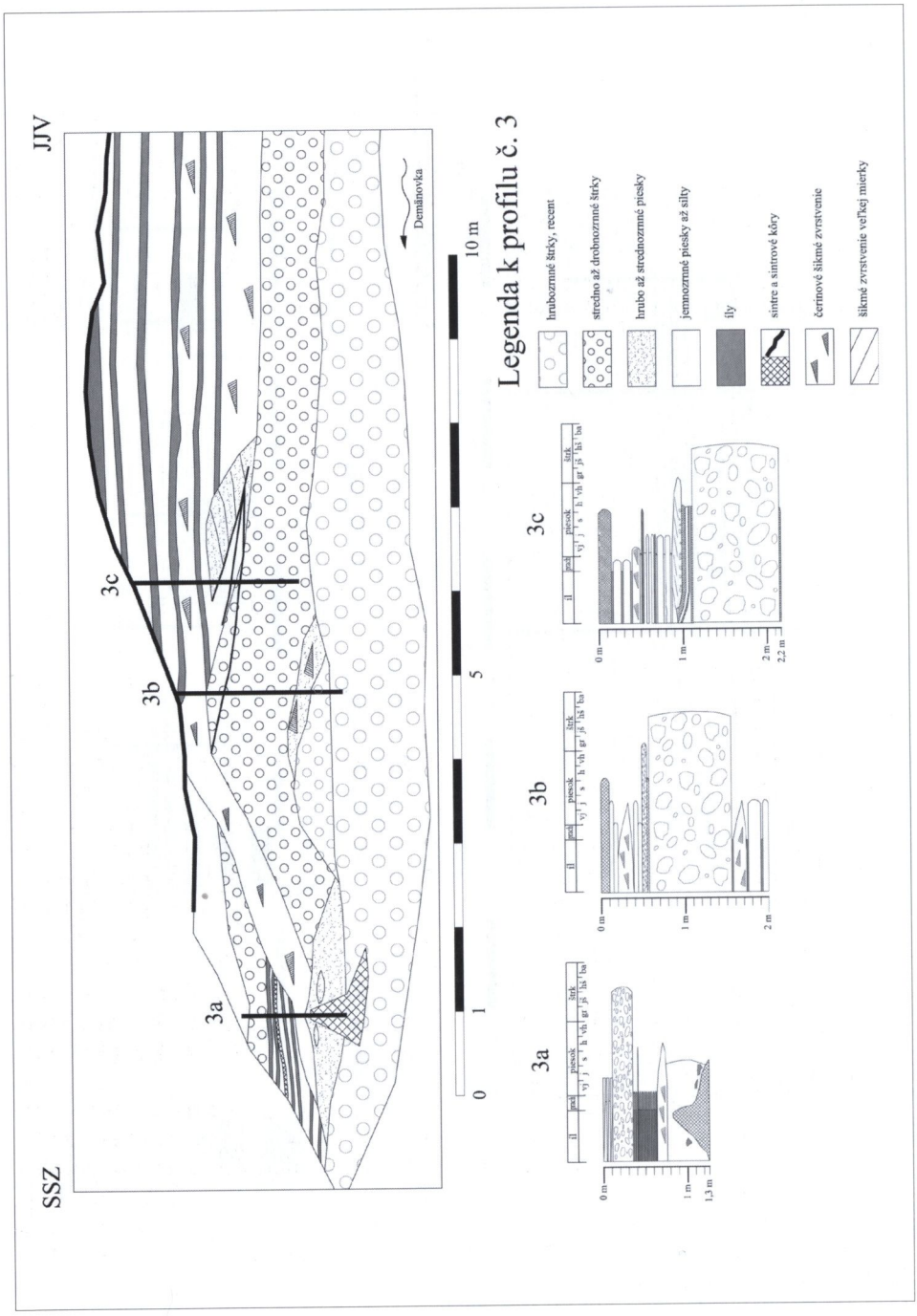


Obr. 4. Profil č. 1, Mramorové riečisko, odkryv pri chodníku (vj – veľmi jemnozrnný piesok, j – jemnozrnný piesok, s – strednozrnný piesok, h – hrubozrnný piesok, vh – veľmi hrubozrnný piesok, gr – granulit, jš – jemnozrnný štrk, hš – hrubozrnný štrk, ba – balvanovitý štrk)

Fig. 4. Profile No 1, Marble river bed, exposure near the pathway (vj – very fine, j – fine, s – medium, h – coarse, vh – very coarse, gr – granule, jš – pebble, hš – cobble, ba – boulder)



Obr. 5. Profil č. 2, Mramorové riečisko, odkryv tesne v nadloží odkryvu č. 1
Fig. 5. Profile No 2, Marble river bed, exposure closely in overlying rock of exposure No 1



Obr. 6. Profil č. 3, Rázcestie, odkryv na prízemí na pravom brehu Demänovky
Fig. 6. Profile No 3, Crossroads, exposure on the ground oor on the right Demänovka riverbank

prúdenia poukazuje opačne orientované čerinové zvrstvenie pieskov (Sr) (obr. 9D). V podobných sedimentoch vo vrchnej časti Mramorového riečiska sme takéto paleoprúdové indikátory neidentifikovali. Vytvorili sme dve teórie na vysvetlenie opačného zvrstvenia:

Podľa prvej teórie mohol vzniknúť odtokový sifón v spodnej časti riečiska. Voda sa začala hromadiť v nižších chodbách, a tak mohlo dôjsť k vyplneniu aj oblasti Mramorového riečiska. To by vysvetľovalo aj to, prečo na profile č. 2 nebolo pozorované opačne orientované čerinové zvrstvenie. Po zaplnení nižšie uložených chodieb začala voda spätne stúpať a hromadiť opačne orientované jemnozrnné sedimenty.

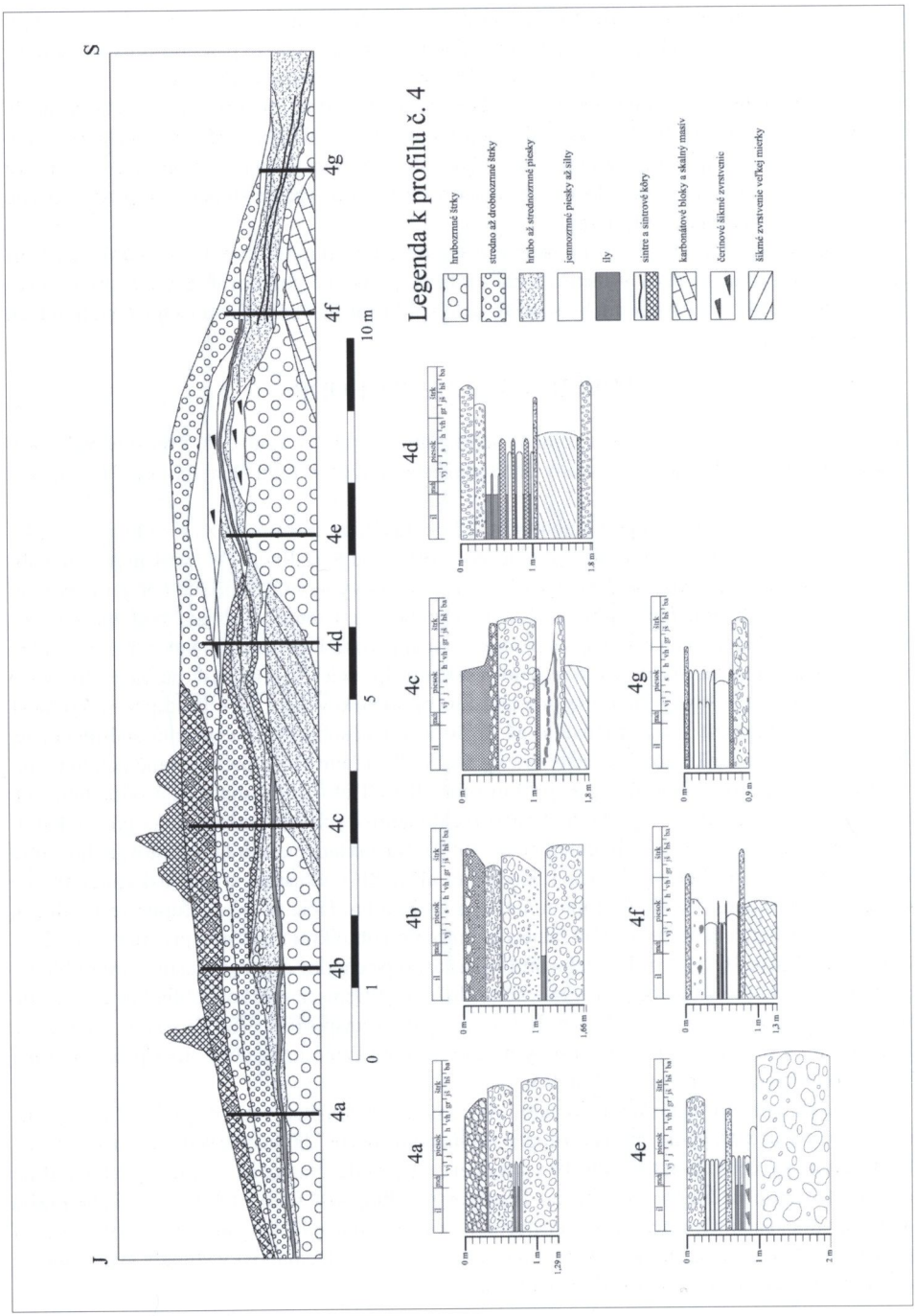
Podľa druhej teórie by k vzniku opačne orientovaného šikmého zvrstvenia mohlo dôjsť pri sekundárnom prúdení vody v menších zálivoch, čo je možné pozorovať aj v recentnom toku Demänovky. Takéto vysvetlenie by sa však dalo aplikovať na vznik čerinového zvrstvenia len veľmi malých rozmerov.

PROFIL V ŽULOVEJ CHODBE

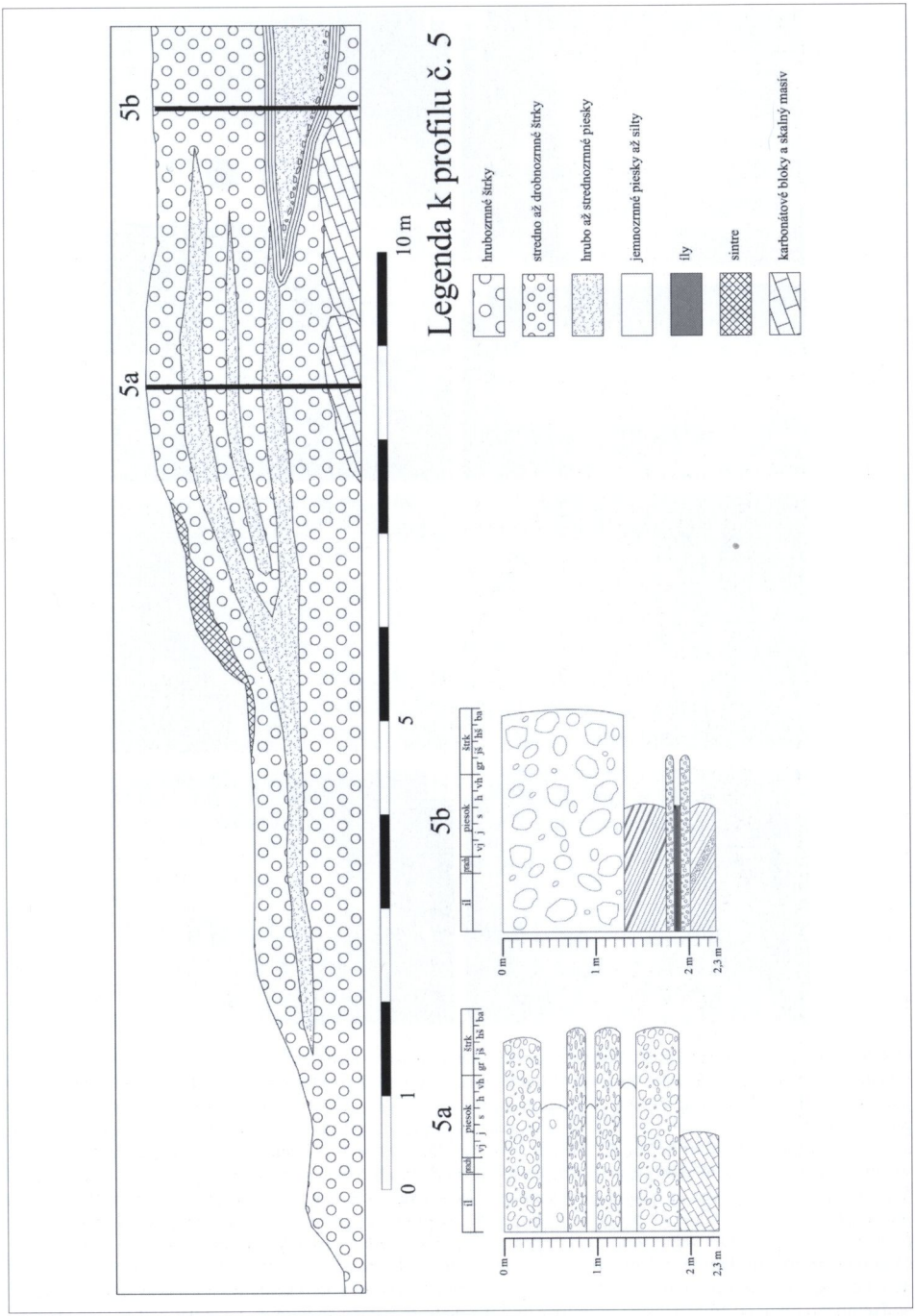
Žulová chodba je takmer úplne vyplnená sedimentmi (profil č. 4, obr. 7). Predstavovala vedľajšiu chodbu odvádzajúcu svoje vody do vtedajšieho hlavného toku Demänovky (Hercman et al., 1999).

Chodba bola prekopaná pod mohutným, 23 cm hrubým sintrom. Bázu profilu tvoria štrky fácie Gm s granitovými obliakmi s priemernou veľkosťou 8 až 10 cm. Veľkosť najväčších obliakov v spodnej časti chodby dosahuje až 27 cm, z čoho vyplýva, že chodbou po jej vytvorení musel pretekať tok s relatívne veľkou unášacou schopnosťou. Jednotlivé obliaky boli imbrikované (obr. 9G) a poukazujú na prúdenie smerom k bývalému toku Demänovky. Smer transportu bol potvrdený aj planárne šikmo zvrstvenými pieskami Sp fácie. Vystupovali na báze štrkových vrstiev v podobe šošovky laterálne prechádzajúcej do štrkov (obr. 9F). Postupne sa rýchlosť a unášacia schopnosť toku znižovala, až došlo k viacnásobnému prerušeniu sedimentácie. Nasvedčujú tomu tenké ílovo-piesčité vrstvy Sh, Sr, Se až Fm fácie, prerušované polámanými sintrovými kôrami v strednej časti profilu (obr. 9F).) Tieto sintre umožňujú odhadnúť vek sedimentov v ich nadloží a podloží. Tvorba týchto sintrových kôr prebiehala (s prestávkami) v rozmedzí 172 – 350 tis. r. (Hercman et al., 1999). Na základe najstaršieho datovaného sintra (350 – 780 tis. r.) v Žulovej chodbe J. Kadlec et al. (2004) odhaduje aj vek jaskynnej úrovne na začiatok mindelu. Vyššie vystupujú piesky a íly Sr a Fm fácie, ktoré postupne vertikálne aj laterálne prechádzajú do štrkov Gm fácie s granitovými obliakmi menšieho priemeru (cca 2 – 3 cm) ako podložné štrky. Pozdĺž celého profilu sa na strope chodby objavujú zasintrované obliaky granitového a karbonátového petrografického zloženia. Priemerná veľkosť obliakov je 3 – 5 cm, najväčšie dosahujú veľkosť až 13 cm. Indikátory paleotransportu (čerinové šikmé zvrstvenia, imbrikácia) v sedimentoch nad sintrovými kôrami poukazujú na opačný smer prúdenia toku ako v podložných sedimentoch (obr. 9A).

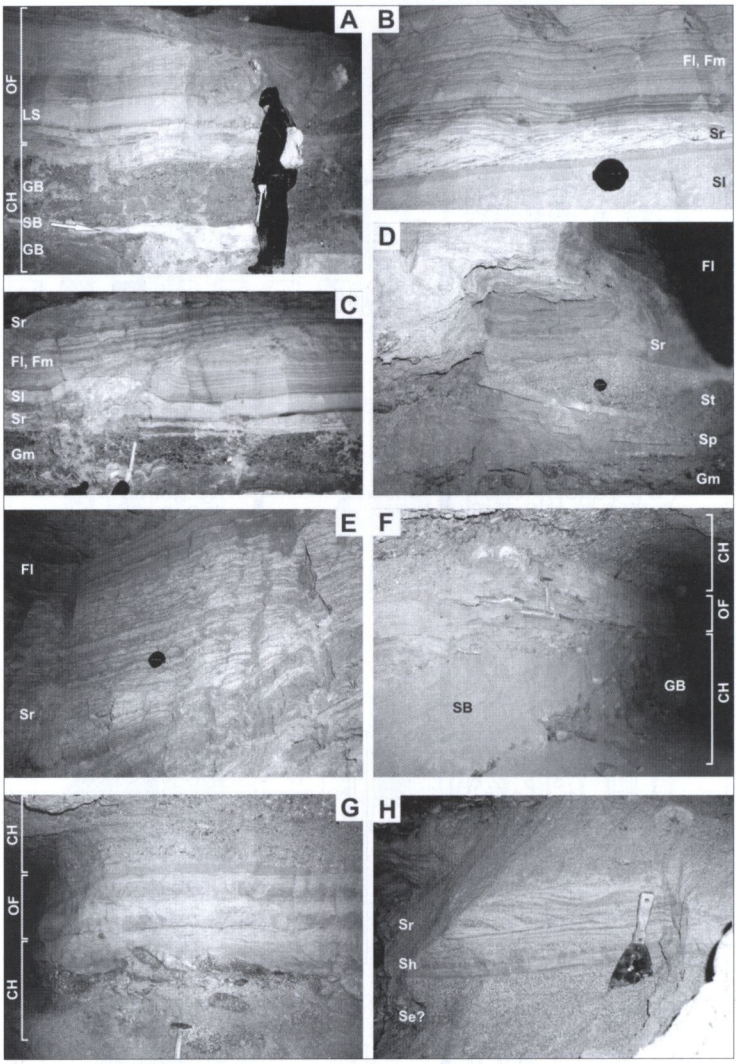
Na základe sedimentárneho záznamu môžeme teda skonštatovať, že spodná časť výplne chodby vznikala v hlavnom, avšak postupne zapĺňanom koryte. Ukončenie sedimentácie v riečisku dokazuje vytvorenie sintrových kôr v strednej časti profilu. Nadložné sedimenty odzrkadľujú opätovný nástup riečnej sedimentácie. Transportná schopnosť toku však bola výrazne nižšia ako v spodnej časti. Opačný smer transportu, ktorý spomína aj H. Hercman et al. (1999) súvisí pravdepodobne s vysokými vodnými stavmi, kedy časť vôd Demänovky stúpala aj do Žulovej chodby a využívala ju ako odvodňovací kanál.



Obr. 7. Profil č. 4, Žulová chodba, vedie od Siene Lavín do hornej časti Prízemia
Fig. 7. Profile No 4, Granitic passage leading from "Sieň lavín" to the upper part of the ground oor



Obr. 8. Profil č. 5, Spojovacia chodba, spája jaskyne Sloboda a Pustá
Fig. 8. Profile No 8, Link passage joining the Liberty Cave and the Pustá Cave



Obr. 9. Sedimentárne fácie a architektonické prvky Demänovského jaskynného systému. Skratky sú vysvetlené v texte. *A: Mramorové riečisko, profil č. 2b*, prechod z drobno až strednozrnných štrkov na báze profilu do jemnozrnných pieskov a laminovaných prachov a ílov. V najvyššej časti profilu vystupujú čerinovo zvrstvené piesky. *B: Mramorové riečisko, profil č. 2b,* jemnozrnný piesok so šplhavými čerinami prekrytý laminovanými a masívnymi povodňovými kalmi. *C: Mramorové riečisko, profil č. 2c,* detailný pohľad na prachovo-ílovú výplň depresie v skalnom podklade. *D: Rázcestie, profil č. 3c*, datované sintrové kôry v strednej časti profilu. V spodnej časti fotografie sú štrky a piesky hlavnej korytovej fácie, nad sintrami je výplň menšieho koryta prechádzajúca do ílov a siltov nivnej fácie. *E: Rázcestie, vrchná časť profilu č. 3*, čerinovo zvrstvené piesky a íly prechádzajú do povodňových laminovaných ílov. *F: Žulová chodba,* celkový pohľad na profil č. 4. V spodnej časti pod sintrovými kôrami je viditeľný laterálny prechod z hrubozrnných štrkov korytovej fácie do planárne šikmo zvrstvených pieskov baru. Orientácia šikmého zvrstvenia poukazuje na normálny smer prúdenia podzemného toku. *G:* Imbrikované granitové obliaky na báze korytovej výplne, v ich nadloží je viacnásobný súbor strednozrnných pieskov prechádzajúcich do povodňových kalov. V najvyššej časti profilu vystupujú drobnozrnné štrky mladšieho koryta. *H: Žulová chodba*, paralelne a šikmo zvrstvené piesky poukazujúce na opačný smer prúdenia podzemného toku

Fig. 9. Sedimentary facieses and architectonic elements of the Demänová cave system. Abbreviations are explained in the text. A: Marble river bed, profile No 2b, transition from tiny-grained and middle-grained gravels on the profile base to fine-grained sands and laminated silts and loams. In the highest profile part there are ripple-stratified sands B: Fine-grained sand with climbing ripples covered with laminated and massive ood sediments. Marble river bed, profile No 2b C: Detailed view at silt-loamy depression filling in the rock foundation. Marble river bed, profile No 2c D: Crossroads, profile No 3c, dated owstone crusts in the middle profile part. In the lower part of the photo there are gravels and sands of the main river bed facies, over owstones there is filling of a smaller river bed transiting in loams and silts of ood plain E: Ripple-stratified sands and loams transit in ood laminated loams. Crossroads, the upper profile part No 3 F: Granitic passage, a complete view at the profile No 4. In the lower part under owstone crusts there is visible lateral transition from coarse-grained gravels of river bed facies in planar obliquely stratified sands of bar. Orientation of oblique stratification shows on normal streaming direction of the underground ow G: Imbricate granite pebbles on the base of river bed filling, in their overlying rock there are middle-grained sands transiting in ood sediments. Tiny-grained gravels of a younger river bed rise in the highest profile part H: Granitic passage, parallelly and obliquely stratified sands showing on opposite streaming direction of underground ow

PROFIL V SPOJOVACEJ CHODBE

Posledný študovaný profil č. 5 (obr. 8) vystupuje v Spojovacej chodbe medzi Jaskyňou Slobody a Pustou jaskyňou. Chodbu občasne zaplavujú prívalové vody, čomu nasvedčuje aj uloženie jednotlivých vrstiev. Bázu profilu tvoria vrstvy hrubozrnného materiálu Gm fácie. Priemerná veľkosť najväčších obliakov dosahuje 25 cm, čo nasvedčuje vysokej unášacej schopnosti toku. Sedimentačná história je najlepšie viditeľná na pravej strane profilu. Postupne tu nastalo striedanie štrkového materiálu Gm fácie s vrstvami hrubozrnného piesku pravdepodobne Se fácie. V období vysokého vodného stavu prívalová voda s vysokou unášacou schopnosťou uložila vrstvy tvorené hrubozrnným štrkovým materiálom. Postupným znižovaním vodného stavu dochádzalo aj k zmenšeniu unášacej schopnosti toku a ukladaniu hrubozrnného piesku. Striedanie štrkového a piesčitého materiálu sa dá vysvetliť sedimentáciou sezónnych vôd. Veľmi jemnozrnné ílové sedimenty Fm fácie vysvetľujú sedimentáciu po okrajoch zmenšujúceho sa toku po ústupe prívalových vôd. Väčšinu ílových sedimentov pravdepodobne oderodovali ďalšie prívalové vody. Niektoré sa však zachovali v podobe tenkých lamín.

INTERPRETÁCIA PETROGRAFICKEJ ANALÝZY ŠTRKOV

Výsledky petrografickej analýzy dokazujú, že z petrografického hľadiska majú v meraných súboroch najväčšie percentuálne zastúpenie granitoidy pochádzajúce z tatrického kryštalinika. Vyššie percentá dolomitov sa zaznamenali v Mramorovom riečisku, Spojovacej chodbe a Suchej jaskyni, vyššie percentá vápencov v Spojovacej chodbe. Pravdepodobne išlo o vedľajšie prítoky z blízkych karbonátových komplexov, s vyšším podielom autochtónnych vôd. Ruly a kremence sa v daných súboroch vyskytovali len sporadicky. Priemerné hodnoty sféricity a opracovania (tabuľka 1) nasvedčujú krátkemu transportu, čo logicky poukazuje na zdrojovú oblasť blízkeho okolia v horninách kryštalinika Nízkych Tatier. Granitoidy boli vysoko zastúpené vo všetkých jaskynných úrovniach. To dokumentuje, že kryštalinikum tatrika mohlo byť vynorené počas celého obdobia postupného zarezávania sa Demänovky a vývoja jaskynného systému. Nízke hodnoty opracovania karbonátov nasvedčujú na extrémne krátky transport, čo zodpovedá geologickej situácii na povrchu (menej ako 15 km). Slabo opracované karbonátové obliaky boli pravdepodobne transportované vedľajšími prítokmi so zdrojovou oblasťou vo vápencovo-dolomitových komplexoch krížňanského príkrovu.

VPLYV KVARTÉRNYCH KLIMATICKÝCH ZMIEN NA CHARAKTER FLUVIÁLNEJ SEDIMENTÁCIE V DEMÄNOVSKOM JASKYNNOM SYSTÉME

Rádiometrické datovanie sa uskutočnilo v Demänovskej ľadovej jaskyni a Demänovskej jaskyni slobody na Rázcestí a Žulovej chodbe (Hercman, 1997, 1999) V starších prácach sa jednotlivými jaskynnými úrovňami a ich vekom zaoberal A. Droppa (1963, 1972). Na základe toho sme sa pokúsili zistiť vplyv kvartérnych klimatických zmien na vývoj a vypĺňanie jaskynných úrovní. Snažili sme sa aplikovať známe modely vývoja riečnych terás (Lowe – Walker, 1997; Blum – Törnqvist, 2000; Vandenberghe, 2002, 2003) na vývoj jaskynných úrovní. Z množstva údajov o veku sme použili na porovnanie iba údaje zo sintrových kôr uprostred uviálnych sedimentov jaskynnej výplne. Veky mladších sintrov boli zanedbané, lebo ich vznik sa viazal na obdobia, keď jednotlivé jaskynné úrovne už neboli aktívne, čo sa už netýka tejto práce.

Tabuľka 1. Priemerné hodnoty sféricity a zaoblenia pre frakciu 3 – 5 cm a frakciu nad 5 cm
Table 1. Priemerné hodnoty sféricity a zaoblenia pre frakciu 3 – 5 cm a frakciu nad 5 cm

			granit	dolomit	vápenec	kremenec	rula	bridlica
Spojovacia chodba	Sféricita	3 – 5 cm	0,73	0,72	0,75	0,64		0,78
		nad 5 cm	0,63	0,61	0,63			
	Zaoblenie	3 – 5 cm	0,56	0,55	0,49	0,6		0,6
		nad 5 cm	0,6	0,49	0,5			
Žulová chodba	Sféricita	3 – 5 cm	0,71	0,83			0,59	
		nad 5 cm	0,65	0,66		0,66	0,56	
	Zaoblenie	3 – 5 cm	0,53	0,4			0,47	
		nad 5 cm	0,53	0,38		0,5	0,52	
Ľadová jaskyňa	Sféricita	3 – 5 cm	0,72			0,95	0,67	
		nad 5 cm	0,63			0,7	0,58	
	Zaoblenie	3 – 5 cm	0,62			0,6	0,65	
		nad 5 cm	0,6			0,63	0,63	
Suchá jaskyňa	Sféricita	3 – 5 cm	0,73	0,76				
		nad 5 cm	0,67	0,67	0,47	0,5		
	Zaoblenie	3 – 5 cm	0,57	0,51				
		nad 5 cm	0,53	0,52	0,5	0,5		
Aritmetický priemer	Sféricita	3 – 5 cm	0,72	0,76	0,76	0,74	0,63	
		nad 5 cm	0,65	0,63	0,61	0,63	0,57	
	Zaoblenie	3 – 5 cm	0,57	0,5	0,5	0,56	0,56	
		nad 5 cm	0,56	0,47	0,.53	0,56	0,56	

Najstaršie datovanie bolo zistené $^{234}U/^{238}U$ metódou v Ľadovej jaskyni, ktorá podľa A. Droppu (1972) zodpovedá IV. vývojovej úrovni. Vek sintrovej kôry sa pohyboval v rozmedzí 685 – až 410-tis. r. (Hercman, 1997). Podľa Loweho a Walkera (1997) vek zodpovedá Elsteru 1 až Glaciálu C, resp. morským kyslíkovým izotopovým štádiám (MIS) 12 – 15c. Z toho sa usudzuje, že štrkové sedimenty a samotná chodba sa museli vytvoriť ešte pred týmto časovým rozpätím, teda v spodnom pleistocéne. Žulová chodba sa pokladá za medziúroveň IV. a V. Droppovej úrovne (Hercman et al., 1999). Najstaršie datované sintre v Žulovej chodbe sú 305 – 780-tis. rokov staré (Kadlec et al., 2004), čo zodpovedá najspodnejšiemu Saalianu až Glaciálu A (MIS 10 – 19). Vplyv klimatických udalostí na základe datovaní v Ľadovej jaskyni a v Žulovej chodbe nemožno posúdiť pre veľmi široké rozmedzie vekov. Z toho dôvodu by bolo vhodné dáta spresniť napríklad pomocou peľovej analýzy a štúdia fauny drobných stavovcov, čo by mohlo pomôcť pri spresnení klímy, a teda aj presnejšom zaradení sedimentov do kvartérnej časovej škály.

Najstaršie datované sintre v oblasti Rázcestia (II. vývojová úroveň) majú vek 92-tis. rokov, čo zodpovedá skorému Weichselianu (rozhranie MIS 5b, 5c). Ich tvorbe predchádzala erózia vodného toku na rozhraní interglaciál/glaciál. Samotné sintre reprezentujú prerušenie sedimentácie a vznikali počas relatívne teplej klímy počas interštadiálu (MIS 5c). Sedimenty v spodnej časti profilu sa usadili počas nasledujúceho štadiálu (MIS 5b). Opätovné oteplenie v interštadiáli MIS 5a viedlo opäť k prerušeniu sedimentácie a vzniku sintrov v strednej časti profilu, datovanému v rozmedzí 51 – 82-tis. rokov. Pretože štadiály počas OIS 4 a 2 sa vyznačovali výrazným ochladením spojeným s tvorbou permanentného permafrostu v povrchovej oblasti (Vandenberghe, 2002; Kasse et al., 2003), je možné, že podzemné toky v jaskynnom systéme boli zamrznuté, a teda nedochádzalo k depozícii sedimentov. Sedimenty vo vrchnej časti profilu sa mohli usadiť počas interštadiálu MIS 2. Ich jemnozrnný charakter môže súvisieť s redukciou mechanického zvetrávania v povrchovej oblasti a s celkovou zmenou režimu povrchového aj podzemného toku. Na zvyšujúce sa zrážky, spojené s prívalovými vodami zaplavujúcimi jaskynné priestory, poukazujú opačne orientované čeriny v tejto časti výplne. Opätovná erózia sedimentov, ktorá viedla k vytvoreniu dnešného rázu odkryvu na Rázcestí, nastala pravdepodobne na rozhraní pleistocén/holocén.

ZÁVER

Geodynamický vývoj jaskynného systému ovplyvňujú viaceré faktory. Najdôležitejšie sú geologická stavba prostredia, tektonická predispozícia a vrstevnatosť.

V oblasti Demänovského jaskynného systému sme sa pomocou sedimentárnej analýzy pokúsili čiastočne určiť sedimentačnú históriu niektorých chodieb. Na báze profilov vystupujú predovšetkým hrubozrnné štrkové sedimenty hlavných riečnych korýt (CH). Vo väčšine profilov postupne dochádzalo k zjemňovaniu sedimentov, čo nasvedčuje znižovaniu unášacej schopnosti rieky a zmenšovaniu veľkosti toku. Usadzovali sa tu predovšetkým sedimenty štrkovitých a piesčitých barov (GB a SB), ktoré sú prekryté jemnozrnnými sedimentmi nív (OF). V niektorých prípadoch, napríklad v Žulovej chodbe a na Rázcestí, bola sedimentácia prerušená čo dokazujú sintre uprostred profilov. Na základe prvkov, ako sú imbrikácie, šikmé a čerinové zvrstvenie, sme určili smer prúdenia toku, ktorý je vo väčšine prípadov zhodný so smerom prúdenia dnešnej Demänovky. V profiloch na Rázcestí a Žulovej chodbe sa pozoroval aj opačný paleotransport, dobre dokumentovaný šikmým a čerinovým zvrstvením sedimentov.

Tvorbu jednotlivých terás a jaskynných úrovní však výrazne ovplyvňujú aj kvartérne klimatické zmeny počas glaciálov a interglaciálov. Na základe veku datovaných sintrov sme sa pokúsili zistiť vplyv kvartérnych klimatických zmien na vývoj a vypĺňanie jaskynných úrovní. Pomocou veku sintrov na Rázcestí v Demänovskej jaskyni slobody a charakteru klastickej výplne sme došli k záveru, že vývoj sedimentárnej výplne tejto jaskynnej úrovne výrazne ovplyvňovali klimatické oscilácie počas posledného glaciálu. Hruboklastické sedimenty sa usadzovali počas studených štadiálov. Je však možné, že počas období maximálneho ochladenia (MIS 4 a 2) s priemernou ročnou teplotou menej než –5 °C boli všetky toky zamrznuté a k sedimentácii nedochádzalo. Naopak počas interštadiálov vznikali vrstvy sintra a pri prívalových povodniach aj jemnozrnné sedimenty vo vrchnej časti jaskynnej výplne. Presnejšiemu porovnaniu s klimatickými výkyvmi však mnohokrát zabránil veľký rozptyl veku na datovaných odkryvoch; vhodným doplnkom by mohlo byť palynologické a mikrofaunistické štúdium sedimentov.

Poďakovanie: Práca vznikla za finančnej podpory grantov UK/190/2004, VEGA 1/0080/03 a grantu Ministerstva školstva SR „Vrchno miocénne, pliocénne a kvartérne ekosystémy". Za veľmi prospešné pripomienky a rady k danej problematike autori ďakujú J. Kadlecovi a J. Janočkovi za umožnenie výskumu a sprevádzanie v jaskynnom systéme pracovníkom Správy slovenských jaskýň v Liptovskom Mikuláši.

LITERATÚRA

BELLA, P. (1993). Poznámky ku genéze Demänovského jaskynného systému. Slovenský kras, roč. XXXI., Liptovský Mikuláš, 43 – 53.

BELLA, P. (1996a). K problematike genézy depresných častí Demänovskej jaskyne slobody a priľahlých ponorných jaskýň v Demänovskej doline. Kras a jaskyne – výskum, využívanie a ochrana, zborník referátov, Liptovský Mikuláš, 103 – 109.

BELLA, P. (1996b). Geomorfologický význam a problémy Demänovskej jaskyne slobody. Zborník referátov. Sprístupnené jaskyne, výskum, využívanie a ochrana jaskýň, Liptovský Mikuláš, 46–52.

BELLA, P. (2000). Genetické typy jaskyných priestorov v Demänovskej doline. Zborník referátov, 1. konferencia Asociacie slovenských geomorfológov pri SAV, Bratislava, 8 – 20.

BLUM, M. D. – TÖRNQVIST, T. E. (2000). Fluvial responses to climate and sea-level change: a review and look forward. Sedimentology, 47/1, 2 – 47.

DROPPA, A. (1963). Paralelizácia riečnych terás a horizontálnych jaskýň. Geologické práce GÚDŠ, č. 64, Bratislava, 93 – 96.

DROPPA, A. (1972). Geomorfologické pomery Demänovskej doliny. Slovenský kras, roč. X, Liptovský Mikuláš, 9 – 46.

EINSELE, G. (1992). Sedimentary Basin, Evolution, Facies and Sediment Budget. Springer-Verlag, Berlin. 628 pp

HERCMAN, H. – BELLA, P. – GŁAZEK, J. – GRADZINSKY, M. – LAURITZEN, S. E. – LOVLIE, R. (1997). Rádioizotopové datovanie a paleomagnetizmus sintrov z Demänovskej ľadovej jaskyne a geochronológia IV. vývojovej úrovne Demänovského jaskynného systému. Zborník referátov. Výskum, využívanie a ochrana jaskýň, Liptovský Mikuláš, 9 – 15.

HERCMAN, H. – BELLA, P. – GŁAZEK, J. – GRADZIŃSKI, M. – NOWICKY, T. (1999). Rádioizotopové datovanie sintrov z Demänovskej jaskyne Slobody. Zborník referátov. Výskum, využívanie a ochrana jaskýň, Liptovský Mikuláš, 26 – 35.

HERCMAN, H. – BELLA, P. – GŁAZEK, J. – GRADZIŃSKI, M. – NOWICKI, T. (2000). Rádioizotopové datovanie sintrov z Demänovskej jaskyne slobody. In: Bella, P. (ed.) výskum, Využívanie a ochrana jaskýň. Správa slovenských jaskýň, Liptovský Mikuláš, pp. 26 – 35.

HOCHMUTH, Z. (1993). Výsledky podrobného mapovania a revízny geomorfologický prieskum jaskyne Vyvieranie v Demänovskej doline. Slovenský kras, roč. XXXI, Liptovský Mikuláš, 29 – 42.

KASSE, C. – VANDENBERGHE, J. – HUISSTEDEN, J. – BOHNCKE, S. J. P. – BOS, J. A. A. (2003). Sensitivity of Weichselian uvial systems to climate change (Nochten mine, eastern Germany). Quaternary Science Review 22, 2141 – 2156.

KRUMBEIN, W. (1941). Flood gravel measurement and geological signification of shape and roudness of sedimentary particles. Journal of sedimentary petrology 5, 2, (2).

LOWE, J. J – WALKER, M. J. C. (1997). Reconstructing Quaternary Environment. Prentice Hall, London, 450 s.

MIALL (1978). Facies types and vertical profile models in braided river deposits: a summary. In: Miall, A., D. (ed.), Fluvial Sedimentology. Canadian Society of Petroleum Geologists, Memoir 5, 597–604.

MIALL (1985). Architectual-element analysis: a new method of facies analysis applied to fluvial deposits. Earth Sci Rev 22: 361 – 308.

ORVOŠ, P. – ORVOŠOVÁ, M. (1996). Odhad veku horizontálnych jaskynných úrovní Jánskej doliny pomocou ich paralelizácie s terasami Váhu. Kras a jaskyne, výskum, využívanie a ochrana. Zborník referátov, Liptovský Mikuláš, 95 – 101.

PRUNER, P. – BOSÁK, P. – KADLEC, J. – VENHODOVÁ, D. – BELLA, P. (1999). Paleomagnetický výskum sedimentárnych výplní vybraných jaskýň na Slovensku. Zborník referátov. Výskum, využívanie a ochrana jaskýň, Liptovský Mikuláš, 13 – 25.

TENCER, J. (2005). Tabuľka najdlhších a najhlbších jaskýň na Slovensku. Spravodaj Slovenskej speleologickej spoločnosti, 2/2005, Liptovský Mikuláš, 48 – 49.

VANDENBERGHE, J. (2002). The relation between climate riever processes, landform and deposit during the Quaternary. Quaternary International, 91, 17 – 23.

VANDENBERGHE, J. (2002). Climate forcing of fluvial system development: an evolution of ideas. Quaternary Science Reviews, 22, 2053 – 2060.

Adresy autorov:

Martina Kojdová, Katedra geológie a paleontológie, Univerzita Komenského v Bratislave, Prírodovedecká fakulta, Mlynská dolina G, 842-15 Bratislava, e-mail: kojdova@fns.uniba.sk

Ľubomír Sliva, Katedra geológie a paleontológie, Univerzita Komenského v Bratislave, Prírodovedecká fakulta, Mlynská dolina G, 842-15 Bratislava, e-mail: sliva@fns.uniba.sk

SLOVENSKÝ KRAS (ACTA CARSOLOGICA SLOVACA)	XLIII	145 – 153	LIPTOVSKÝ MIKULÁŠ 2005

VÝSKYT SADROVCA V DRIENOVSKEJ JASKYNI – SLOVENSKÝ KRAS

MICHAL ZACHAROV – MARIAN KOŠUTH

M. Zacharov & M. Košuth: Occurrence of gypsum from the Drienovská Cave – Slovak Karst

Abstract: In the 2nd level of Drienovska jaskyna limestone cave, the peculiar white crusts were found. All these are formed by mineral gypsum, determined by X-ray analyses. Present in two main generations, it forms colorless to white, or minor older, pale-brown fine crystals. The occurrence - along to 11 m long zone - is bound only to limestone blocks with the ochre-brown clayey coatings.

Key words: Slovak Karst, Jasov Plateau, crystalline gypsum crusts, brown clay, gypsum perimorphoses

ÚVOD

Výskyt sadrovca v jaskyniach na území Slovenska je pomerne bežným javom (Kašpar, 1940; Pavlarčík, 1986, 1993, 1994; Mitter, 1989; Tulis – Novotný, 1989; Cílek, 2000 a ďalší). V Drienovskej jaskyni ho zistili členovia oblastnej skupiny Košice – Jasov počas prieskumných prác v roku 1984; základnú charakteristiku spracoval M. Zacharov (1985). Venovali sme sa ďalšiemu mineralogickému výskumu sadrovca z tohto zaujímavého výskytu a pokúsili sme sa objasniť jeho genézu.

GEOLOGICKÉ POMERY

Opis geologických pomerov presahuje zvyčajný rozsah súvisiaci s mineralogickými opismi a charakteristikami. Dôvodom je uviesť čo najviac údajov, ktoré by pomohli spresniť pôvod a genézu sadrovcovej výzdoby v jaskyni.

Drienovská jaskyňa je významný krasový jav Jasovskej planiny vyvinutý v blízkosti obce Drienovec vo východnej časti Slovenského krasu. Na stavbe juhovýchodného okraja Jasovskej planiny v oblasti, kde je situovaná jaskyňa, sa v rozhodujúcej miere podieľa silicikum (Mello et al., 1997). Významne je tu ďalej zastúpená vrchná krieda a kenozoikum. Geologická stavba je mimoriadne komplikovaná, pretože týmto územím prebieha významný rožňavský hlbinný zlom, ktorý tu vyznieva a v blízkosti jaskyne má SZ – JV smer. V zóne zlomu je vytvorená dolina Miglinc. Súčasne je táto dolina aj hranicou – stykom dvoch čiastkových tektonických štruktúr Slovenského krasu, štruktúry silicko-turnianskej a hačavsko-jasovskej. Dolinou prebiehajú početné prešmykové štruktúry, ktoré významne ovplyvňujú distribúciu jednotlivých typov hornín jednotky silicika a s nimi spätých exo- a najmä endokrasových javov. Ďalším významným tektonickým prvkom stavby tohto územia je zlomová zóna Darnó SV – JZ smeru, ktorá v oblasti jaskyne tiež vyznieva a zásadne sa podieľa na jej vývoji.

Silicikum je zastúpené silickým príkrovom v stratigrafickom rozpätí trias – jura. Silický príkrov na území Jasovskej planiny tvoria tri skupiny fácií vyčlenených J. Mellom et al. (1997):

1. fácie predriftového štádia, 2. fácie karbonátovej platformy, 3. fácie svahové a panvové. Predriftové štádium je zastúpené malými, tektonicky redukovanými výskytmi pieskovcov, bridlíc, slienitých vápencov a vápencov verfénskeho súvrstvia spodného triasu v blízkej doline Miglinc hornín vo forme tektonických šupín. Na stavbe príkrovu sa v hlavnej miere podieľajú fácie karbonátovej platformy (stredný – vrchný trias), ktoré tvoria gutensteinské vápence a dolomity, steinalmské vápence a dolomity, wettersteinské, waxenecké a dachsteinské vápence. Najviac rozšírené wettersteinské a waxenecké vápence, tvoria rozsiahle polohy v planinových častiach predmetného územia, rozprestierajúcich sa po obidvoch stranách doliny Miglinc. Časť triasu je tvorená schreyeralmskými, rei inskými a pseudorei inskými vápencami, patriacimi k svahovým a panvovým fáciám. Jura je zastúpená adnetskými a hierlatzkými vápencami, allgäuskými vrstvami (slienité vápence, slieňovce) v centrálnej časti doliny Miglinc. Vrchnú kriedu zastupujú masívne miglinecké vápence (kampán) v tektonickej pozícii v doline Miglinc (Mello et al., 1997). Kenozoikum je tvorené paleogénom, neogénom a kvartérom. Paleogén je zastúpený šomodským súvrstvím (eocén – oligocén), z ktorého na povrchu vystupujú laminované a masívne sladkovodné vápence severozápadne od Drienovca. Neogén tvoria drienovské zlepence (spodný miocén) a polohy poltárskeho súvrstvia (pont) – pestré íly, piesky a štrky, ktoré tu vystupujú v podobe denudačných zvyškov v okolí Drienovca. Kvartér (pleistocén – holocén) je tvorený nesúvisle rozšírenými pokryvnými sedimentmi charakteru delúvií, kolúvií a prolúvií.

GEOMORFOLOGICKÉ A GEOLOGICKÉ POMERY JASKYNE

Drienovská jaskyňa sa nachádza asi 1,5 km severne od obce Drienovec v Košickom kraji vo východnej časti geomorfologického celku Slovenský kras. Je situovaná na juhovýchodnom okraji Jasovskej planiny pri vyústení krasovej doliny Miglinc do Košickej kotliny. Je to výverová uviokrasová jaskyňa s aktívnym vodným tokom (Seneš, 1956). Jaskyňa je vytvorená v troch hlavných výškových vývojových úrovniach, značne premodelovaných procesmi rútenia (Zacharov, 1985; Zacharov – Terray, 1987; Terray, 2003). Vodný tok preteká jej spodnou časťou – 1. výškovou vývojovou úrovňou. Jaskyňa v súčasnosti dosahuje dĺžku 1348 m (Terray, 2003).

Priestory jaskyne sú vyvinuté v masíve kóty Palanta (366 m n. m.) vo svetlých waxeneckých vápencoch (karn) lagunárneho typu, lokálne obsahujúcich riasy a foraminifery. Pôvodne masívne vápence sú výrazne tektonicky prepracované. Vývoj a orientácia priestorov jaskyne, generálne SV – JZ smeru, je výrazne spätá s tektonickými štruktúrami. Zásadný význam majú dislokačné štruktúry poklesového, posunového (SV – JZ, V – Z a S – J smeru) a prešmykového (SZ – JV smeru) charakteru, sprevádzané rozsiahlymi zónami tektonických brekcií a prizlomovej klivážovej puklinovitosti. Je to dôsledok rozsiahleho postihnutia horninového masívu v zóne styku významných, vyššie charakterizovaných regionálnych tektonických štruktúr, rožňavského zlomu a zlomovej zóny Darnó.

Výzdoba jaskyne je zastúpená bežnými gravitačnými formami sintrov, ktoré sú vyvinuté hlavne v 2. a 3. výškovej vývojovej úrovni. Zaujímavými formami výzdoby sú drúzy kalcitu a najmä kôry kryštalického sadrovca (Zacharov, 1985).

OPIS VÝSKYTU

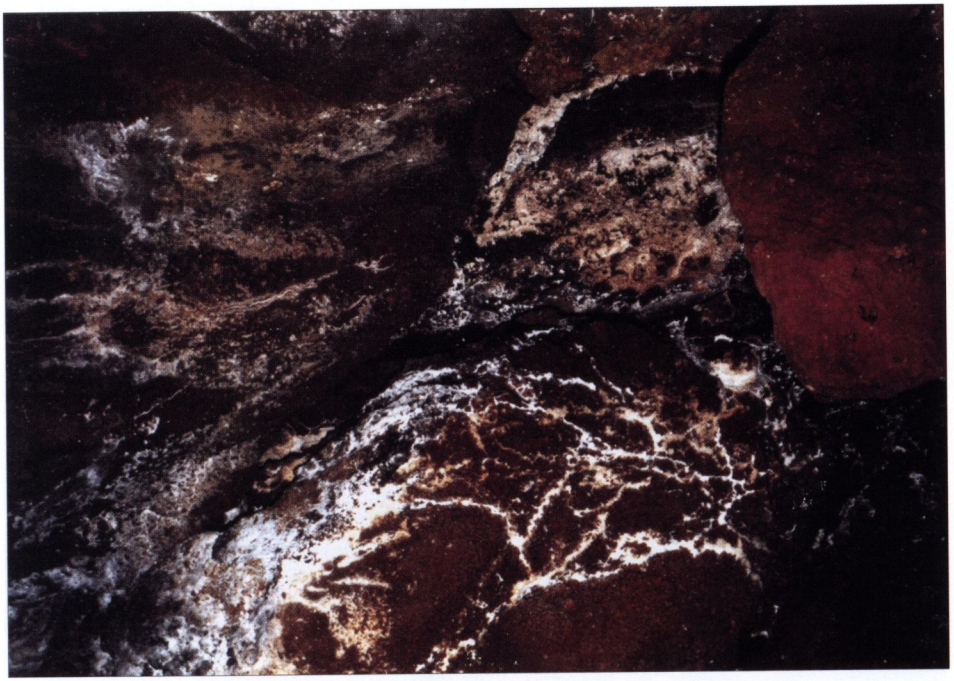
Sadrovec vo forme výzdoby sa zistil len na jednom mieste Drienovskej jaskyne, v juhovýchodnej, koncovej časti dómovitého priestoru nazvaného podľa jeho výskytu Sadrovcová chodba (sieň).

Tento priestor je vytvorený v rozsiahlej dislokačnej zóne generálne SV – JZ smeru v intenzívne drvených – zbrekciovatených vápencoch. Je súčasťou 2. výškovej vývojovej úrovne asi 20 m nad úrovňou vodného toku a je rozsiahle premodelovaný procesmi rútenia. Výskyty sadrovca sa nachádzajú hlavne na stenách a dne Sadrovcovej chodby v úseku dĺžky asi 11 m. V stropných častiach boli zistené len minimálne výskyty.

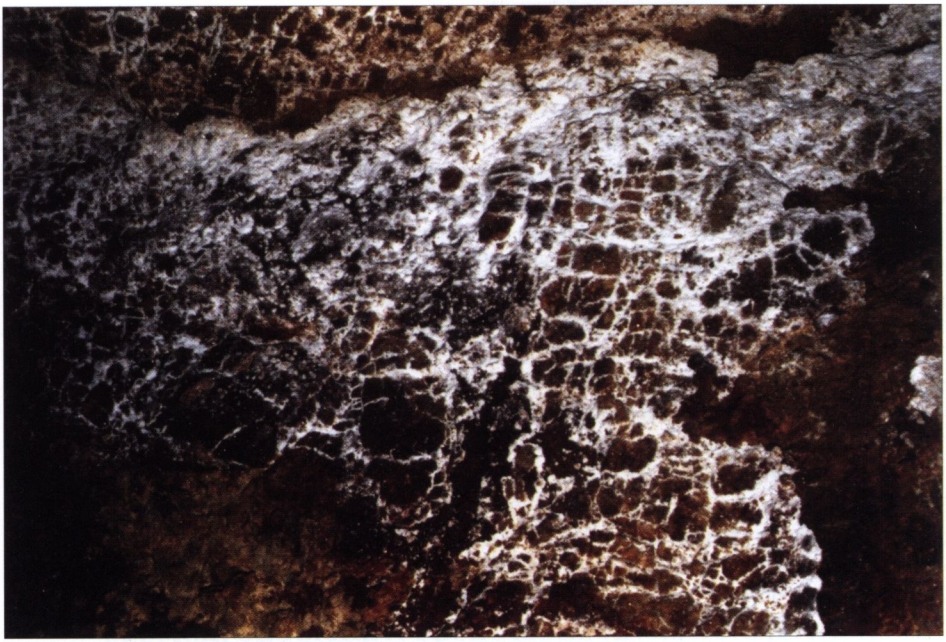
OPIS MINERÁLU

Sadrovec tu má dve základné formy výskytu. Prvá forma (výskytom početnejšia) vytvára veľmi nepravidelné, nesúvislé, ostrovčekové akumulácie (obr. 1), viazané na hlinito-ílovité sedimenty dna i časti stien chodby pokryté týmito ílmi. Len v malej miere sa vyskytuje na vápencovom podklade alebo na sintrovej výzdobe, avšak vždy znečistených hlinito-ílovými povlakmi až tenkým „filmom". Výskyt druhej formy súvisí s tektonickými brekciami, kde sa sadrovec vyskytuje v miestach tmeliacej sekundárnej hmoty vápencových brekcií (obr. 2). Tmel brekcií tvorí buď sekundárny kalcit, alebo lokálne produkty zvetrávania infiltrované z povrchu (Zacharov, 1985), najčastejšie ich kombinácia – tmel slienitého charakteru. Sadrovec sa vyskytuje zásadne len v častiach brekcií, ktoré nie sú tmelené kalcitom.

Zistili sme dve (prípadne až tri) generácie sadrovca. Prvá generácia, reprezentovaná svetlohnedými prerastlicami kryštálikov, je prekrytá kôrami jemnejších kryštálikov sadrovca druhej generácie. Hlavnú časť objemu sadrovcových agregátov tvoria lesklé kôry zložené z bielych až bezfarebných priesvitných kryštálikov. Dosahujú hrúbku 2 – 4 mm, výnimočne až 25 mm.



Obr. 1. Výskyt sadrovca viazaný na hlinito-ílovité sedimenty dna Sadrovcovej chodby. Veľkosť plochy výskytu je asi 2 × 1,5 m
Fig. 1. The occurrence of gypsum, bound to clayey sediments in Sadrovcová Corridor bottom. The scanned occurrence area is about 2 × 1,5 m



Obr. 2. Výskyt sadrovca na horninovom prostredí tektonickej brekcie
Fig. 2. The occurrence of gypsum on the tectonically brecciated rock. The scanned occurrence area is about 2 × 1,5 m

Obr. 3. Biele kôrové agregáty z drobných prizmatických 1 až 2 mm kryštálikov sadrovca s drúzovým alebo reliktným perimorfóznym vývojom, vzorka DJ-2
Fig. 3. White crustal aggregates of fine prismatic 1 to 2 mm gypsum crystals, with drusy or perimorphose relict development, sample DJ-2

Obr. 4. Svetlohnedý sadrovec staršej generácie tvorí paralelne pozrastané zhluky krátkych priziem až tabuľkových kryštálikov, vzorka DJ-3
Fig. 4. Pale-brown gypsum of older generation, forming short prismatic and/or tabular crystals intergrowths, sample DJ-3

Obr. 5. Detail s prerastlicami typu „púštnych ruží", tvorených šošovkovito zaoblenými tabuľkami sadrovca, vzorka DJ-3.
Fig. 5. Detailed shot with gypsum „desert rose" type intergrowths, formed by tabular, lense-like rounded crystals, sample DJ-3

Generačne staršie kôry hnedého zafarbenia sú zriedkavejšie – odtiene od žltohnedej až do červenohnedej spôsobuje prímes hlinito-ílovitých jaskynných sedimentov. Obe formy výskytu zahŕňajú aj tri odobrané, analyzované vzorky DJ-1, DJ-2 a DJ-3.

V prvej z nich, DJ-1 – sú prítomné obe farebné variety sadrovca. Starší svetlohnedý (béžový) sadrovec tvorí paralelne pozrastané zhluky (do 1 cm) z krátkych, 2 – 4 mm-vých prizmatických kryštálikov. Vytŕčajú spod drobno–kavernóznych kôr bieleho sadrovca. Tie sú zložené z drobných (asi 1 mm), čírych až bielych tabuliek, koronárne usporiadaných po obvode dutiniek po rozpustených alebo vyplavených časticiach pôvodnej fázy. Tieto perimorfózy usporiadaním pripomínajú včelí plást s nerovnakým prierezom komôrok, 0,5 – 1,5 mm veľkých. Obrysy dutiniek – komôrok sú hranaté i oválne, izometrické i prizmaticky predĺžené a často splošténé. Dutinky tvoria menej ako 1/3 objemu kôrovitých agregátov – v ich objeme teda dominujú sadrovcové tabuľky. Vzorka DJ-2 (obr. 3) má skôr drúzový vývoj krátkoprizmatických čírych alebo bielych kryštálikov sadrovca s dĺžkou 1 až 2 mm. Partie s prevahou tabuľkových tvarov prechádzajú tiež do reliktného perimorfózneho vývoja, prípadne tvoria ružicové prerastlice. Vzorku DJ-3 (obr. 4) tvoria hnedé kryštáliky veľkosti 1 až 3 mm. Miestami sú väčšie tabuľky šošovkovite zaoblené a tvoria prerastlice typu „púštnych ruží" (obr. 5). Podobne ako v DJ-1 aj tu sú lokálne prítomné mladšie snehobiele kôry, zložené z čírych tabuliek 0,5 – 1 mm, s menej bežnými vyluhovanými komôrkami po staršom materiáli, ktoré miestami zakrývajú drobné tabuľky 3. generácie.

Kôry majú zospodu vzhľad blízky jemnokryštalickým ihličkovým agregátom selenitu s pozorovateľnými prejavmi ohýbania, lokálne aj korózie a kostrovitého nasadania mladších kryštálikov 3. generácie. Číry sadrovec prerastá aj hnedý ílovitý sediment, niekde tvorí žilky, prípadne zhluky, zrnité agregáty.

METODIKA PRÁCE

Sadrovec bol jednoznačne identifikovaný RTG-difrakčnou analýzou, vyhotovenou na Katedre keramiky HF TU v Košiciach. Vyhotovenie záznamov prebehlo za nasledujúcich podmienok: RTG-difraktograf Mikrometa II, žiarenie CuK_{α} Ni-filter, rozsah snímaných uhlov 5° ÷ 75° 2Θ, rýchlosť rotácie ramena goniometra 2° . min^{-1}. Výstupné dáta sa digitalizovali a merali systémom Cheman; záznamy boli vyhodnotené s porovnaním s tabuľkami štandardov JCPDS a http://database.iem.ac.ru/mincryst/s_carta.php/GYPSUM +1828.

Namerané difrakčné línie troch vzoriek DJ-1, -2, -3 z vizuálne odlišných partií výskytu sa zhodujú s hodnotami tabuľkových štandardov d_t sadrovca. Posunom k vyšším hodnotám sa vyznačujú len hodnoty d_m prvého re exu 0,766 nm. Spolu s uhlovými pozíciami difrakčných čiar v záznamoch štandardu 6-046 (JCPDS, 1974) relatívne verne zodpovedá aj vývoj nameraných intenzít. Posun hodnôt hlavnej difrakčnej línie od mriežkovych rovín [020] za úroveň d_t 0,760 nm (podľa štandardu 1828, database.iem.ac.ru/mincryst/) mohlo spôsobiť viacero faktorov. Predpokladáme, že bol zapríčinený izomorfnou prímesou prvkov, ako K, prípadne OH, NH_3(?) iónov v štruktúre. Okrem difrakčných línií RTG sadrovca v záznamoch neboli zaznamenané re exy iných minerálov. Jedinú výnimku tvorí re ex 0,2286 / 10 v RTG zázname vzorky DJ-3, kde predpokladáme spojitosť s prímesou alunitu $(K,Na)Al_3(SO_4)_2(OH)_6$. Na takúto interpretáciu poukazuje relatívne výrazný re ex d_t / I_t : 0,229nm / 73 (v štandarde 4-865, JCPDS, 1974) za súčasného prekrývania ostatných hlavných difrakčných čiar 0,301 / 85; 0,190 / 100 aj 0,175 / 88 s re exmi sadrovca v rovnakých uhlových pozíciách 2Θ. Tento síran mohol vznikať reakciou sadrovcových roztokov s hnedým ílovým podkladom. V záznamoch sa tiež preskúmala možná prítomnosť difrakčných línií 7 minerálov, vznikajúcich rozkladom guána,

ako napr. ardealit, niahit, archerit... Okrem pozícií re exov sadrovca, sa nezistila prítomnosť re exov žiadneho z týchto minerálov. Diskutabilná je len možná reliktná účasť brushitu, $CaHPO_4 . 2H_2O$, ktorého hlavné re exy 0,757 / 100; 0,424 / 100; 0,305 / 75; 0,2892 nm / 50 aj 0,2603nm / 30 sa nachádzajú v rovnakých pozíciách, ako re exy sadrovca – náznak prítomnosti ďalšej výraznejšej difrakčnej línie 0,2623 / 50 je však len v zázname DJ-2.

Tabuľka 1. Výsledky RTG-analýz 3 vzoriek sadrovca z Drienovskej jaskyne
Table 1. Results of X-ray analyses of 3 samples of gypsum from the Drienovská cave

DJ	–1	DJ	–2	DJ	–3	6 – 046	Gypsum 1828
d_m	I_m	d_m	I_m	d_m	I_m	d_t / I_t	d_t / I_t
0,766	100	0,765	100	0,766	100	0,756 / 100	0,7601 / 76
0,431	41	0,427	53	0,431	55	0,427 / 50	0,4281 /100
0,382	39	0,379	42	0,381	38	0,379 / 20	0,3801 / 10
0,307	51	0,305	66	0,306	93	0,306 / 55	0,3065 / 75
0,288	18	0,286	23	0,288	25	0,2867 / 25	0,2874 / 51
0,269	16	0,268	25	0,269	22	0,2679 / 28	0,2683 / 39
0,260	3	0,260	5	0,261	5	0,2591 / 4	0,2597 / 4
0,254	2						
0,2497	5	0,2487	6	0,2498	9	0,2495 / 6	0,2497 / 12
				0,2286	10		
0,2225	13	0,2211	12	0,2223	15	0,2216 / 2	0,2217 / 15
0,2085	12	0,2073	17	0,2093	22	0,2080 / 10	0,2087 / 17
0,1996	5	0,1984	7			0,1990 / 4	0,1992 / 4
0,1902	20	0,1891	23	0,1905	25	0,1898 / 16	0,1899 / 16
		0,1877	15	0,1880	22	0,1879 / 10	0,1879 / 14
0,1813	9	0,1804	13	0,1815	11	0,1812 / 10	0,1811 / 14
0,1784	10	0,1774	13	0,1784	13	0,1778 / 10	0,1778 / 12
0,1623	10	0,1614	12	0,1624	12	0,1621 / 6	0,1620 / 7
0,1586	2	0,1577	2				0,1584 / 2
				0,1442	6		0,1439 / 5
0,1366	7	0,1360	6	0,1368	8		0,1365 / 6
		0,1323	4				0,1324 / 3

DISKUSIA

Podľa poznatkov z iných jaskýň sadrovec v jaskyniach vytvorených v karbonátových horninách vzniká dvojakým spôsobom:

(1) Sadrovec sa vyskytuje v miestach vyzrážania acidných roztokov, pochádzajúcich z vyluhovaných hornín s obsahom pyritu.

(2) Môže vznikať ako produkt rozkladu guána netopierov.

Do úvahy prichádza aj (3) spojitosť s výskytom nadložných vrstiev či šošoviek sadrovcových evaporitov. Prvú a tretiu možnosť doposiaľ vylučuje absencia príslušných hornín v horninovom masíve odkrytom v jaskynných priestoroch v nadloží výskytu i v širšom okolí jaskyne, čo sa potvrdilo detailným terénnym prieskumom povrchu. Berúc do úvahy, že jaskyňa je situovaná v mimoriadne tektonicky exponovanej oblasti, je možné špekulatívne uvažovať, že vo waxeneckých vápencoch je v prešmykovej zóne doliny Miglinc „zatiahnutá" tektonicka šupina

vhodných hornín pre vznik sadrovca pod úrovňou povrchu terénu. Vhodnou horninou by mohol byť gutensteinský vápenec, z ktorého je známa prítomnosť pyritu a v doline Miglinc sa často vyskytuje vo forme tektonických šupín.

V prípade (2) v RTG záznamoch nebola jednoznačne preukázaná prímes žiadneho z minerálov, ktoré vznikajú rozkladom guána – takúto genézu nepodporuje ani rozsah (11 m úsek) a bohatosť výskytu. Z pohľadu pozície pruhov kôr a povlakov sadrovca sa podmieňujúcou ukazuje prítomnosť ílovitých / hlinitých nánosov na vápenci.

Vzhľadom na neobjasnenosť genézy sadrovca sa budeme ďalej venovať jeho mineralogickému výskumu a na základe ďalších analýz budeme tento problém riešiť.

LITERATÚRA

CÍLEK, V. (2000). Mineralogické výskumy v Moldavské jeskyni a Mniší díře ve Slovenském krasu. Spravodaj SSS, 31, 4, SSS Liptovský Mikuláš, 8 – 10.

KAŠPAR, J. (1940). O chemickém složení brushitu z Jihokarpatského krasu. Věstník Státního geologického ústavu, 16, Praha, 55 – 63.

MELLO, J. – ELEČKO, M. – PRISTAŠ, J. – REICHWALDER, P. – SNOPKO, L. – VASS, D. – VOZÁROVÁ, A. – GAÁL, Ľ. – HANZEL,V. – HÓK, J. – KOVÁČ, P. – SLAVKAY, M. – STEINER, A. (1997). Vysvetlivky ku geologickej mape Slovenského krasu 1:50 000. Vydavateľstvo D. Štúra, Bratislava, 1 – 255.

MITTER, P. (1989). Sadrovec v Javorovej priepasti. Spravodaj SSS, 20, 2, Vydavateľstvo Osveta, SSS Liptovský Mikuláš, s. 46.

PAVLARČÍK, S. (1986). Sadrovec v Demänovskej jaskyni Mieru. Slovenský kras 24, Vydavateľstvo Osveta, Martin, 193 – 195.

PAVLARČÍK, S. (1993). Sekundárny sadrovec v Belianskych Tatrách. Mineralia slovaca, 25, 5, Bratislava, s. 386.

PAVLARČÍK, S. (1994). Nález sekundárneho sadrovca v Alabastrovej jaskyni v Belianskych Tatrách. Spravodaj SSS, 25, 1, SSS Liptovský Mikuláš, 25 – 28.

SENEŠ, J. (1956). Výsledky speleologického výskumu Drienovskej (Šomody) jaskyne v Slovenskom krase. Geografický časopis SAV, VII, Bratislava, 16 – 26.

TERRAY, M. (2003). Drienovská jaskyňa – výsledky posledných prieskumov. Spravodaj SSS, 34, 4, SSS Liptovský Mikuláš, 34 – 35.

TULIS, J. – NOVOTNÝ, L. (1989). Jaskynný systém Stratenskej jaskyne. Vydavateľstvo Osveta, SSS Liptovský Mikuláš, 223 – 226.

ZACHAROV, M. (1985). Geomorfologické a geologické pomery nových priestorov Drienovskej jaskyne. Spravodaj SSS, 16, 1 – 2, MSK a OP Liptovský Mikuláš, 3 – 7.

ZACHAROV, M. – TERRAY, M. (1987). Objav nových priestorov v Drienovskej jaskyni v Slovenskom krase. Slovenský kras 25, MSK a OP Liptovský Mikuláš, 189 – 194.

Tabuľky JCPDS (1974), Selected Powder Diffraction Data for Minerals, Swarthmore, Pensylvania, USA.

Adresy autorov:

doc. Ing. Michal Zacharov, PhD., Technická univerzita v Košiciach, Fakulta baníctva, ekológie, riadenia a geotechnológií, Katedra geológie a mineralógie, Park Komenského 15, 042 00 Košice

Ing. Marian Košuth, PhD., Technická univerzita v Košiciach, Fakulta baníctva, ekológie, riadenia a geotechnológií, Katedra geológie a mineralógie, Park Komenského 15, 042 00 Košice

OCCURENCE OF GYPSUM FROM THE DRIENOVSKÁ CAVE – SLOVAK KARST

SUMMARY

Drienovská jaskyňa cave is situated 1,5 km away from Drienovec village, in Košice county. It belongs to eastern margin of Jasov plateau – the part of Slovak karst. This uvial cave with underground stream was formed mostly in light-coloured, waxeneck lagunar limestones (Triassic). Three cave´s development levels spread along with SW-NE fault direction. Its decor is represented by common gravitation sinter forms; the

points of interest are the calcite druses and especially the crystalline crusts of gypsum (fig. 1, 2), growing on some walls and bottom in so called Sadrovcová corridor. We have distinguished two (or three) generations of gypsum. First one represents pale-brown crystal intergrowths (fig. 4); they are covered with finer gypsum crystal crusts (fig. 3), belonging to the second generation. The older brownish gypsum forms isometric tufts, built of parallel, shortly-prismatic crystals, or the larger (to 4 mm) tabular, rounded lens-like crystals, forming „desert rose" type gypsum intergrowths (fig. 5). Older type is covered by crust of finer, about 1 mm attened gypsum crystals of the second generation. They are arranged around microcavities – rest after leached out soluble phase. These perimorphoses resemble waxen bee-comb with irregularly shaped cells. Gypsum was identified by RTG-diffraction analyses. Except from gypsum diffraction lines, three RTG records don´t show another mineral´ re ex – besides 0,2286 nm / 10 in the DJ-3 sample record, we suppose it could come from an alunite admixture. No other diffraction lines, belonging to guano relict minerals were detected. Because of absence of evaporite rock lenses, or any rock with pyrite, the presence of gypsum crusts may be bound to clayey dirt bed or its coatings on limestone rocks.

SLOVENSKÝ KRAS (ACTA CARSOLOGICA SLOVACA)	XLIII	155 – 165	LIPTOVSKÝ MIKULÁŠ 2005

GENÉZA JASKYNE KOSTOLÍK V TISOVSKOM KRASE

LUKÁŠ VLČEK

L. Vlček: Genesis of the Kostolík Cave in the Tisovec Karst

Abstract: This paper is a brief summary of geological and geomorphological research in the Kostolík Cave in Tisovec Karst, which belongs to Muráň Karst Plateau. It concludes views about the origin, speleo- and morphogenesis of this cave and presents an idealized sketch of development of this inactive uviokarst cave, which is in the senile genetic episode. In very complex underground space of this cave several sedimentary cycles occur, which contain sedimentation episodes, episodes of relative calm and episodes of uvial evacuation of deposits. They are marked with large amounts of allochtonous sediments, deposition of thick sinter crusts and origin of erosion surfaces, respectively. Rejkovský brook has created this cave, and its fossil ponor migrated approximately 300 meters in the direction S to N – NW in the past. The ancient karst spring area from the cave system is unidentified, but it is possible, that it was karst spring region of the Teplica Cave, 3 km N from there.

Key words: Tisovec Karst, Muráň Karstic Plateau, caves, geomorphology

ÚVOD

Predkladaná práca predstavuje zhrnutie doterajších vedomostí o genéze a vývoji jaskyne Kostolík v Tisovskom krase. Dospeli sme k nim na základe početných pozorovaní morfológie, morfometrie a sedimentologických charakteristík v priestoroch jaskyne. Podzemný systém Kostolíka predstavuje kombinovaný typ jaskynných priestorov s výraznou horizontálnou i vertikálnou členitosťou, vyznačujúci sa značnou lateráciou. Možno v nej rozpoznať niekoľko výrazných vývojových úrovní, ako aj viacero fáz vypĺňania jaskynných priestorov alochtónnymi sedimentmi a fáz ich následného odnosu. Kostolík možno považovať za inaktívnu uviokrasovú jaskyňu vytvorenú pozdĺž plôch vrstevnatosti v kombinácii s uviálnou remodeláciou neaktívnych zlomov viacerými vodnými prítokmi s jednotným zdrojom (Rejkovský potok). V súčasnosti sa nachádza v senilnej fáze vývoja, vyznačujúcej sa aktívnou tvorbou sintrovej výplne.

METODIKA PRÁCE

V roku 2003 sa priestory jaskyne Kostolík zamerali polygónovým ťahom so 105 nestabilizovanými meračskými bodmi. Meračská skupina pôsobila v zložení: L. Vlček, B. Šmída, J. Pavlík (1 akcia) a L. Vlček, J. Pavlík (3 akcie). Aktuálna dĺžka ťahu je 404 m s deniveláciou 32 m, pričom zostali nezamerané dve menej významné chodby s dĺžkou asi 15 m. Počas zameriavania jaskyne prebiehala aj morfologická obhliadka a fotodokumentácia priestorov, ako aj odber sedimentologických a paleontologických vzoriek. Zo zistených skutočností sme sa pokúsili zrekonštruovať schému vývoja jaskyne, ktorá vnáša svetlo do paleohydrológie oblasti a zo speleologického hľadiska pomôže pri prognóze možností prolongácie jaskyne v budúcnosti.

LOKALIZÁCIA JASKYNE

Jaskyňa Kostolík sa nachádza v geomorfologickom celku Spišsko-gemerský kras, v JV výbežku podcelku Muránska planina, nazývanom Tisovský kras, asi 5 km SZ od intravilánu mesta Tisovec. Dosiaľ sa uvádzalo, že sa nachádza v JZ svahu masívu Červená (753 m n. m.), nad tiesňavou Hlbokého jarku (Kámen, 1954, 1971; Kámen – Gaál – Gaál, 1982) v prírodnej rezervácii Hlboký jarok. Treba spresniť, že krasové územie s jaskyňou je čiastočne odseparovaným blokom, ktorý od samotného masívu Červenej oddeľuje Rejkovský potok, vytvárajúci spomenutú tiesňavu, čo uviedol už S. Kámen (1954). Vchod samotnej jaskyne je situovaný 480 m n. m., asi 100 m SZ od kóty 515 m n. m. a tvorí ho pecovitý portál (2,5 × 1,6 m) pod skalnou stienkou na dne pomerne mohutného závrtu s rozmermi 25 × 35 m.

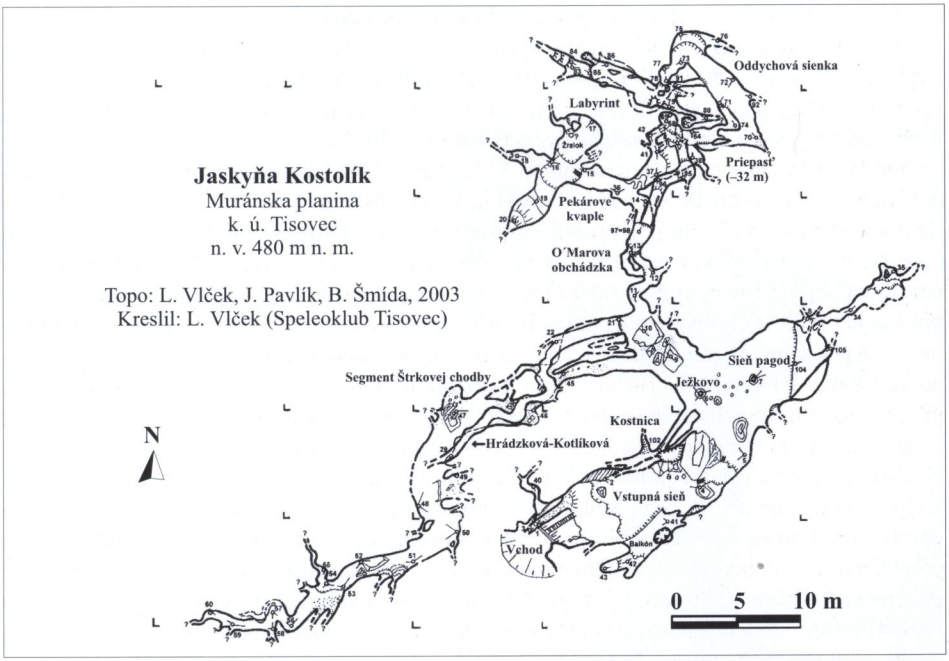
LITOLOGICKÉ A ŠTRUKTÚRNO-TEKTONICKÉ POMERY BLÍZKEHO OKOLIA

Priestory jaskyne sú vytvorené v masívnych steinalmských, lokálne krinoidových vápencoch silicika muránskeho príkrovu. Muránsky príkrov má stratigrafické rozpätie sedimentárnych hornín od anisu po lias (Vojtko, 1999, 2000). Na študovanom území s. l. je však geologické mapovanie značne skomplikované digitáciou, ktorá spôsobuje zopakovanie litostratigrafického sledu príkrovu. V podloží muránskeho príkrovu leží súbor tmavých vápencov (turnaikum?) a federátska sekvencia (perm – vrchný trias), ktorá vystupuje na S až V ako horninový lem Tisovského krasu. Ako štruktúrna jednotka tvorí podľa súčasných poznatkov autochtónny, resp. paraautochtónny sedimentárny pokryv priľahlého predalpínskeho juhoveporického fundamentu (Vojtko, 1999). Horniny z tohto súboru – kremence, kremenné pieskovce a brekciovité konglomeráty, ako aj ílovité, prachovcové a piesčité bridlice verfénskeho súvrstvia (namal – spat), tvoria najčastejší komponent riečnych sedimentov, zachovaných v opisovanej jaskyni.

Svetlosivé steinalmské vápence (pelsón – ilýr; vrchný anis), v ktorých sa vytvorila jaskyňa Kostolík, sú masívne, v podzemí možno sledovať vrstevnatosť len na niekoľkých mierne uklonených plochách, kde sa pozdĺž nej vytvorili nízke subhorizontálne, miestami až strmšie uklonené (do 30°) škáry s erozívne rozčleneným stropom. Zlomy v masívnych vápencoch sú ťažko sledovateľné. Sledovateľné zlomy na povrchu v Hlbokom jarku a v podzemí majú subvertikálny priebeh a sú pomerne vyhojené. Diskontinuitné štruktúry nemajú odkryté plochy, na ktorých možno pozorovať merateľné znaky, indikujúce zmysel pohybov. Kinematika zlomov ani ich genéza nie sú bližšie objasnené, ale predpokladáme, že práve pozdĺž nich sa neskôr začali vytvárať primárne jaskynné priestory. Na dobre pozorovateľnom zlome je situovaný aj „Horný" aktívny ponor v Hlbokom jarku (480 m n. m.), ktorý v suchšom období pojme celý prietok Rejkovského potoka. Najvýraznejšie sa však javia zlomy na V a Z ukončení krasového územia, ktoré podmienili súčasný tvar lokálnej hydrografickej siete. Súbežne s východným zlomom vteká do krasového územia Rejkovský potok, kolmo na západný zlom z neho vyteká.

OPIS PODZEMNÝCH PRIESTOROV A MORFOLOGICKÉ ČRTY JASKYNNÉHO RELIÉFU

Jaskyňa Kostolík ústi na povrch rúrovitým otvorom 2,5 × 1,6 m pod skalnou stenou na dne závrtu s rozmermi 25 × 35 m. Nasleduje 6 m vysoký skalný stupeň a za ním strmo klesajúca Vstupná sieň (Kámen, 1971), ktorej dno vypĺňa autochtónna kolapsová sutina, pokrytá pôdnymi sedimentmi, spláchnutými sem dažďovými prívalmi z povrchu. Pod stropom siene ústia krátke



Obr. 1. Mapa jaskyne Kostolík v Tisoveckom krase
Fig. 1. Map of the Kostolík Cave in Tisovec Karst

prítokové chodby (Balkón), ktoré sú ukončené neprielezným zúžením profilu alebo zasintrovaním. Ďalej pokračuje balvanovisko, ktoré vypĺňa profil klesajúcej chodby až takmer po strop. Pomedzi zaklinené presintrované bloky možno zostúpiť do Siene pagod (Kámen, 1971), z ktorej vybiehajú bočné vetvy na viacero smerov. Generálny smer JV – SZ pokračuje len SZ prítokovou vetvou. Na opačnú stranu (logický odtok) je priestor fosilizovaný hlineným sedimentom a sintrami v podobe nátekov, kvapľových stĺpov a sintrových hrádzok s občasnými jazierkami. Sieň pagod je najväčším priestorom v jaskyni a je vytvorená na križovaní významných jaskynných chodieb a zároveň viacerých úrovní. Prítokové aj odtokové chodby poukazujú na rôznu etapu vzniku. Na JZZ pokračuje výrazná, pôvodne prítoková chodba s hríbovitým profilom (obr. 1) do segmentu fosílnej Štrkovej chodby, dlhého cca 100 m. Prepojenie s týmto jaskynným rajónom existovalo kedysi aj cez Kostnicu, dnes je zanesené alochtónnym riečnym nánosom. Štrková chodba je najtypickejším a najreprezentatívnejším priestorom na študovanie vzniku a vývoja autochtónnych sintrových kôr a analýzy alochtónnych štrkových sedimentov. Nad SZ časťou Štrkovej chodby prebieha 30 m dlhá úzka erózna Hrádzková – Kotlíková chodba, dno ktorej pokrývajú zvetrané vyschnuté sintrové hrádzky s miskovitými suchými jazierkami, hlbokými až 40 cm, čo je v závere chodby viac než polovica jej výšky. Hrádzková – Kotlíková chodba vybieha zo SZ výbežku Siene pagod (Ježkovo). Táto časť je typická zrútenými horninovými blokmi, oddelenými od stropu pozdĺž plochy vrstevnatosti vápenca. Zrútenie blokov vzniklo ako následok poderodovania hustou sieťou chodbičiek pozdĺž vrstevnej škáry, vybiehajúcich sem zo segmentu Štrkovej chodby.

Na S cez O´Marovu obchádzku pokračujú priestory jaskyne ideálne horizontálnou chodbou, prerušenou visutými sintrovými kôrami, do chodby s profilom vysokým 5 m k Pekárovým kvapľom a v priamom smere na sieňovitú križovatku fragmentov v pôdoryse na seba kolmých

chodieb, zvanú Žralok. Aj tu možno pozorovať zachované visuté sintrové kôry v podobe akýchsi „lamiel", predeľujúce celý profil chodby. Vytvorili sa na bývalých sedimentoch, ktoré boli neskôr vyplavené, čo konštatoval aj S. Kámen (1971). Na sintrových kôrach miestami narástli krásne stalagmity a stalagnáty. Sieň Žralok je vysoká okolo 8 m a na jej strope, šikmo upadajúcich stenách a odkvapových hranách sa zachovala bohatá kvapľová a excentrická sintrová výzdoba.

Od Pekárových kvapľov pokračujú na SV chodby s komplikovaným priebehom, vedúce do Priepasti a jaskynného segmentu Labyrint, ktorý obsahuje viac ako 100 m výrazne vertikálne členených a zložito poprepájaných priestorov. Nachádzajú sa tu však aj horizontálne časti (Oddychová sienka), ktoré pravdepodobne predstavujú pokračovanie takmer ideálne horizontálnej vývojovej úrovne ťahu Štrková chodba – Sieň pagod – Žralok. Podľa výškovej pozície ju môžeme chronologicky paralelizovať s riečnou terasou Hlbokého jarku a ich vývoj môžeme pokladať za synchrónny. V tejto časti jaskyne paleotok pretekajúci jaskyňou narazil na vertikálnu tektonickú poruchu (zlom) a pozdĺž horninových dislokácií vytvoril sústavu priepasťovitých, komplikovane poprepájaných chodieb. Vysoké úzke korózne komíny sú zakončené smerom k povrchu neprielezne alebo zasintrovaním, miestami mäkkým bielym sintrom. Nachádza sa tu zároveň najhlbšie položené miesto v jaskyni (–32 m). Jeho nadmorská výška zodpovedá úrovni eróznej bázy Rejkovského potoka v mieste najbližšom k jaskyni. Odtokové partie Labyrintu sú zakončené hlinitou zátkou s preplavenými neprieleznými kanálmi, ktoré preplachuje pravdepodobne aj sezónne sa vyskytujúca voda na dne Priepasti. Na jej stene bola pozorovaná záplavová línia vo výške 60 cm nad dnom. S vodným stavom sme sa však nikdy naživo nestretli, čo konštatoval aj geológ R. Vojtko, ktorý v minulosti jaskyňu viackrát navštívil (Vojtko, 2004 – ústna informácia).

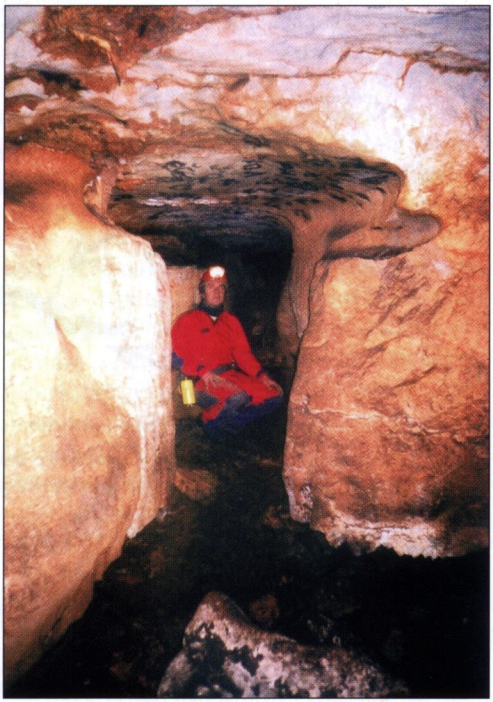
V jaskyni sa nachádzajú zachované tvary prvotného erózno-korózneho skalného georeliéfu, neporušené sekundárnym rútením, v dosť značnom rozsahu, čo umožňuje pomerne jednoznačne rekonštruovať genézu a postupný vývoj jaskynných priestorov. Podľa P. Bellu (1994) kolapsom koróznych krasových jaskynných priestorov vznikajú korózno-rútivé jaskynné priestory ako pôvodne korózne dutiny zväčšené rútením v dôsledku obkorodovania a narušenia stability horninového nadložia podzemným vertikálnym krasovatením. V tomto prípade sa však korózna zóna prerútila do preexistujúcej uviokrasovo modelovanej jaskyne a vznikol tak v súčasnosti inaktívny uviokrasovo-korózno-rútivý priestor, ktorý pokračuje až po Sieň pagod, kam až zasahuje aj blokovisko z kolapsu vstupných partií. Fluviokrasovo-rútivý je aj SZ výbežok Siene pagod. Horizontálne úrovne v jaskyni sú uviokrasové. Niektoré vertikálne komínovité priestory v Labyrinte majú uviokrasový, iné korózny pôvod.

V jaskyni sa vyskytujú viaceré pozoruhodné drobné tvary jaskynného skalného georeliéfu – stropné a laterálne stenové korytá, skalné visiaky (pendanty), stropné kotly a kupoly, zarovnané stropy, hladinové zárezy, anastomózy a iné. Tieto morfologické ukazovatele sú indikátormi rozdielnych hydrografických podmienok ich vzniku v závislosti od zmien hydrografickej zonálnosti krasového komplexu a dokumentujú etapovitosť poklesu hladiny podzemných vôd v jaskynnom systéme. Zaujímavo vyvinuté sú zarovnané stropy v centrálnej časti jaskyne – v prepojke zo segmentu Štrkovej chodby do Siene pagod (obr. 2). Na ťahu Sieň pagod – Žralok sú pozdĺž vrstevných škár výrazne vyvinuté stropné anastomózy (obr. 3). Stropné korytá a stenové vyhĺbeniny sa vyskytujú takmer v celej jaskyni.

NÁČRT VÝVOJA JASKYNNÝCH PRIESTOROV

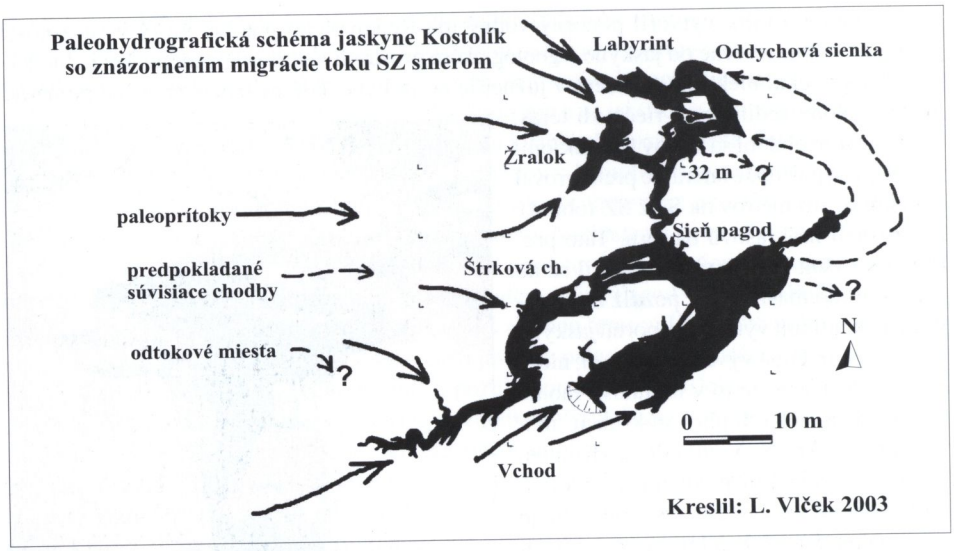
Po zvážení všetkých pozorovaných fenoménov v jaskyni sme sa pokúsili zrekonštruovať jednotlivé etapy jej vývoja a vypracovať zjednodušenú schému vývoja jaskyne.

Jaskyňu Kostolík vytvoril ponorný vodný tok Rejkovského potoka, ktorý v súčasnosti pramení 2,5 km severne od jaskyne v geologickom prostredí nekrasovej federátskej jednotky. Pôvodne pretekal niekoľko sto metrov južnejšie od jaskyne, kde za sebou zanechal pomerne mocné polohy sedimentov riečnych terás. V neskoršom období sa vodný tok odklonil na východ a postupne laterálne premigroval o niekoľko sto metrov na S až SZ (obr. 4), kde narazil na krasovú bariéru. Táto prekážka ho však nezastavila a zanoril sa do vápencového masívu, kde pozdĺž horninových diskontinuít vytvoril ponornú jaskyňu s bližšie neurčenou vyverovou zónou; nie je celkom vylúčené, že to v minulosti mohla byť aj vyvieračka Teplica (445 m n. m.), vzdialená 3 km S. V minulosti (Kámen, 1959) sa farbiacimi pokusmi overilo, že táto vyvieračka v súčasnosti odvodňuje celé územie Suchých dolov, po rozvodnicu Rejkovského potoka nad Hlbokým jarkom. I naďalej však prebiehala migrácia ponorného toku Rejkovského potoka so severovýchodnou vergenciou. Postupne sa menila priestorová pozícia ponorov, čo sa vnútri jaskyne prejavilo aktiváciami a deaktiváciami prítokových vetiev, pričom sa vytváral laterálne rozsiahly systém uviálnych chodieb. Postupujúci ponorný tok za sebou zanechával rozsiahlo vyvinuté jaskynné priestory, čoho dôkazom sú početné závrty a krasové depresie J od jaskyne Kostolík. Podľa D. Huťku z Tisovca (Huťka, 2004 – ústna informácia) sa v minulosti počas orby na poliach (kvartérne riečne terasy Rejkovského potoka) JV od jaskyne prepadol strop vertikálnej kaverny, ktorej hĺbka nebola odhadnutá. Po niekoľkých dňoch sa ústie dutiny zasypalo okolitou hlinou, a tak ostala nepreskúmaná. Tento fenomén sa vyskytol v časti krasovej oblasti, ktorú považujeme za najstaršiu ponornú zónu Rejkovského potoka. V súčasnosti je tento tok hlboko zarezaný v tiesňave východne až severne od jaskyne, kde sporadicky vytvára ponorný systém s plytším obehom. Do krasového územia vteká po výraznom zlome v nadm. výške 505 m a opúšťa ho po 800 m v nadm. výške 455 m.



Obr. 2. Hríbovitý profil so zarovnaným stropom v segmente Štrkovej chodby. Foto: L. Vlček
Fig. 2. Mushroom-shaped profile with at roof in segment of the Štrkový corridor. Photo: L. Vlček

Obr. 3. Stropné anastomózy v segmente Štrkovej chodby. Foto: J. Pavlík
Fig. 3. Roof anastomoses in segment of the Štrkový corridor. Photo: J. Pavlík



Obr. 4. Schématický nákres migrácie Rejkovského potoka a vytvárania známych častí jaskyne Kostolík
Fig. 4. Schematic drawing of migration of the Rejkovský brook and creation of known parts of the Cave Kostolík

Ďalším dôležitým fenoménom spolupôsobiacim pri vzniku jaskyne sú škrapy. Vody presakujúce cez bohatý systém škrapových polí sa v podzemí koncentrujú a vytvárajú sústredené vodné toky s rozličným prietokom. Tie môžu v prípade veľkého zberného územia buď sami vytvárať kontinuálny alebo občasný podzemný vodný tok, alebo tvoriť prítok väčšieho ponorného autochtónneho alebo alochtónneho toku, čo je možné aj v prípade menšej zbernej plochy. Ak intenzita hĺbkového krasovatenia škrapového poľa presiahne mieru únosnosti, vysokokavernózny priestor sa gravitačne zrúti, čím vznikne povrchová krasová depresia alebo jama – závrt. V okolí jaskyne Kostolík sa nachádzajú rozsiahle plochy škrapových polí s priam učebnicovo vyvinutými studňovitými škrapami. Studne v nich dosahujú priemer často viac ako 1 m. Ich vznik miestami súvisí s priebehom zlomového systému. V prípade jaskyne Kostolík sa vysokokavernózny priestor nachádzal medzi povrchom škrapového poľa a dnešnou Vstupnou sieňou, ktorá bola pôvodne pravdepodobne uviokrasovou chodbou. V oblasti dnešného závrtu pred jaskyňou sa kedysi pravdepodobne nachádzal aj krasový ponor z obdobia prvých štádií vývoja dnes známych priestorov. Dôkazom vyššej vývojovej úrovne je fakt, že v stropnej časti Vstupnej siene ústia úzke horizontálne uviálne kanály, dnes do značnej miery zanesené sintrami.

Po kolapse škrapového poľa nad jaskyňou sa vytvoril mohutný závrt, cez ktorý dnes ústi jaskyňa na povrch. Materiál z kolapsu však do značnej miery zaniesol priestory už vyvinutej uviokrasovej jaskyne a musel tým významne zapôsobiť aj na odklonenie vodného toku viac na V (segment Štrkovej chodby – Hrádzková – Kotlíková chodba – Žralok – prítoky v Labyrinte). Prvé tri z týchto chodieb fungovali pravdepodobne v rovnakej etape vývoja jaskyne ako prítoky od v súčasnosti neznámych ponorov vôd Rejkovského potoka, pritekajúcich z juhu. V sedimentárnom zázname v tejto časti jaskyne možno rozoznať niekoľko etáp vypĺňania podzemných priestorov sedimentmi a ich následnej viacnásobnej evakuácie. Obdobia aktívneho toku sa vyznačujú eróziou podkladu a rýchlym odnosom materiálu, prípadne usadením extrémne hrubej frakcie, menšiu dynamiku sedimentačného prostredia reprezentujú sedimenty jemnejšej frakcie, piesky a hliny. Obdobia pokoja v sedimentačnom cykle zachytávajú pomerne mocné polohy sintrových kôr, superponovaných na nespevnených sedimentoch.

Analógiu týchto procesov možno (avšak bez nároku na získanie exaktných výsledkov) uplatniť v prípade striedania glaciálov s interglaciálmi. V pomerne nedávnej minulosti bolo u nás publikovaných niekoľko prác, pokúšajúcich sa o koreláciu vývoja pleistocénnych riečnych terás s horizontálnymi jaskynnými úrovňami Demänovského systému (Droppa, 1963), jaskýň Jánskej doliny (Orvoš – Orvošová, 1995; Hochmuth, 1998, 2003) a Liskovskej jaskyne (Hochmuth, 1997). Pomerne prehľadnú zidealizovanú schému vývoja horizontálnych jaskynných úrovní na základe klimatických cyklov v pleistocéne publikoval Z. Hochmuth (1997). V jaskyni Kostolík možno rozoznať jednu rozsiahlu horizontálnu úroveň, korelovateľnú s riečnou terasou Rejkovského potoka J až JJV od jaskyne. Nachádza sa v nadm. výške 497 m, 18 m pod úrovňou súčasného vchodu a 13 m nad súčasným dnom jaskyne (a súčasne nad eróznou bázou Rejkovského potoka v mieste najbližšom k jaskyni). Je to asi 100 m nad recentnou nivou Rimavy (390 m n. m.).

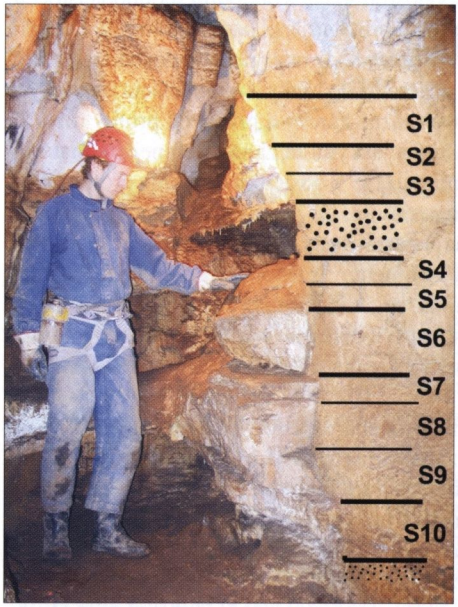
Vznik tejto úrovne možno s veľkou pravdepodobnosťou spájať s obdobím spodnopleistocénneho interglaciálu, počas ktorého prebiehalo obdobie stability eróznej bázy s možnosťou vzniku horizontálnych freatických jaskynných priestorov. Po prechode interglaciálu dochádza k zväčšeniu množstva transportovaného materiálu, nastáva erózia do hĺbky a remodelácia freatických priestorov na vadózne, čo dokumentujú podlahové erózne zárezy a hríbovité profily (obr. 2). V suchej klíme počas glaciálu sa prietoky zmenšujú a jaskyňa sa zanáša jemnejším materiálom (Hochmuth, 1997). Počas glaciálu (gűnz?, mindel?) sa v dôsledku dvíhania eróznej bázy zanášajú jaskynné chodby až po strop hrubým materiálom. Na povrchu sa v tomto čase akumulujú sedimenty riečnych terás. Ku koncu glaciálu nastáva následkom zníženia eróznej bázy znova hĺbková erózia a odnos vnútrojaskynných sedimentov. Obdobie ďalších interglaciálov je charakteristické hrubými akumuláciami sekundárnej autochtónnej sintrovej výplne, ktorá narastá vo vadóznej zóne. Účasť a intenzita opisovaných procesov vo výraznej miere závisia od geografickej pozície územia, vzájomnej polohy vo vzťahu k ľadovcom, klimatických, geomorfologických a mnohých ďalších faktorov.

Otázka veku riečnych terás na tomto území nie je dosiaľ uspokojivo vyriešená. M. Lukniš (1948) ich považuje za vrchnopliocénne, avšak zaraďuje sem všetky terasy medzi Javorinou (911 m n. m.) a Hradovou (893 m n. m.) (Suché doly) a na východnom obvode Červenej (758 m n. m.) vo výškovom rozpätí 120 až 200 m nad nivou Rimavy. Na území v blízkosti Kostolíka lokalizuje pliocénnu štrkovú terasu, nachádzajúcu sa vo výškovej úrovni vchodu do jaskyne. V geologickej mape Slovenského rudohoria a Nízkych Tatier (Klinec, 1976) sú tieto sedimenty taktiež nečlenené a sú zaradené do pleistocénu. J od Hradovej sú zaznačené dve menšie plochy výskytu pliocénnych terás. V novšej geologickej mape Slovenské rudohorie – východ (Bezák et al., 1999) sú všetky tieto terasy zakreslené ako delúvium (!) pleistocénneho až holocénneho veku. Na SV od Rimavy sú však v nadm. výške okolo 600 m kreslené ako spodnopleistocénne (donau). Ak by sme porovnali nadmorské výšky týchto terás, potom terasy v okolí Kostolíka by teoreticky mali byť strednopleistocénne. Na presnejšie chronologické zaradenie jednotlivých etáp vzniku jaskyne by bolo potrebné datovať jaskynné sedimenty, najlepšie pomocou rádioizotopového datovania sintrov alebo za pomoci mikropaleontologickej analýzy.

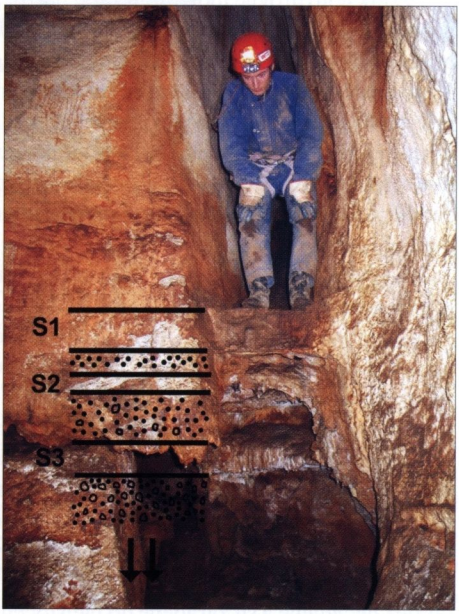
Sedimentácia v priestoroch jaskyne Kostolík prebiehala po kolapse Vstupnej siene odklonením toku zo segmentu Štrkovej chodby, ktorý sa pôvodne zanáral do JV pokračovania Siene pagod. Tento vnútrojaskynný ponor sa na určité časové obdobie zahatal a funkciu odtoku prevzali najprv chodby v ťahu Oddychová sienka – Labyrint. Neskôr sa aktivoval aj prítok z chodby Hrádzková – Kotlíková a spolu s vodou zo segmentu Štrkovej chodby, ktorá sa presunula v smere do O´Marovej obchádzky, putovali do Labyrintu, neskôr sa aktivovali aj prítoky do siene Žralok. Extrémny prínos hrubého materiálu do priestorov jaskyne sa prejavil

v jednej výraznej sedimentačnej perióde zasedimentovaním chodieb v celom profile na dĺžke niekoľkých desiatok metrov. Sedimenty v Sieni pagod dosiahli výšku 3 m od súčasného dna priestoru. V pokojnej fáze boli usadeniny prekryté sintrovými kôrami, ktoré sú viacnásobne vrstvené, čo odráža viacero kratších sedimentačných cyklov. Celkové akumulácie kôr dosahujú mocnosť 20 až 170 cm (!) (obr. 5, 6).

Neskôr sa nad sintrovými platňami vytvorili mladšie jaskynné úrovne. Vodný tok bol sedimentmi pritlačený k stropu, kde vyerodoval výrazné stropné a laterálne stenové korytá (Štrková chodba, O´Marova obchádzka a inde). Selektívnou eróziou a koróziou pritlačeného toku sa vytvorili aj iné výrazné tvary rozčleneného stropného reliéfu, ktoré spomína aj S. Kámen (1957, 1971). V tejto fáze sa vo veľkej miere prejavila aktivácia prítoku Hrádzková – Kotlíková a Žralok. Následne bola aktivovaná aj prítoková vetva Štrkovej chodby, tentokrát jej neprielezný bočný prítok. Nastala ďalšia extrémna fáza, počas ktorej došlo k evakuácii



Obr. 5. Mocnosť sintrových kôr v O´Marovej obchádzke dosahuje 1,7 m. Možno tu rozoznať 10 generácií sintrových kôr. Foto: J. Pavlík, upravil L. Vlček
Fig. 5. Thickness of sinter crust in the O'Mara detour reaches the length of 1.7 m. It is possible to distinguish 10 generations of sinter crusts. Photo: J. Pavlík, adapted by L. Vlček



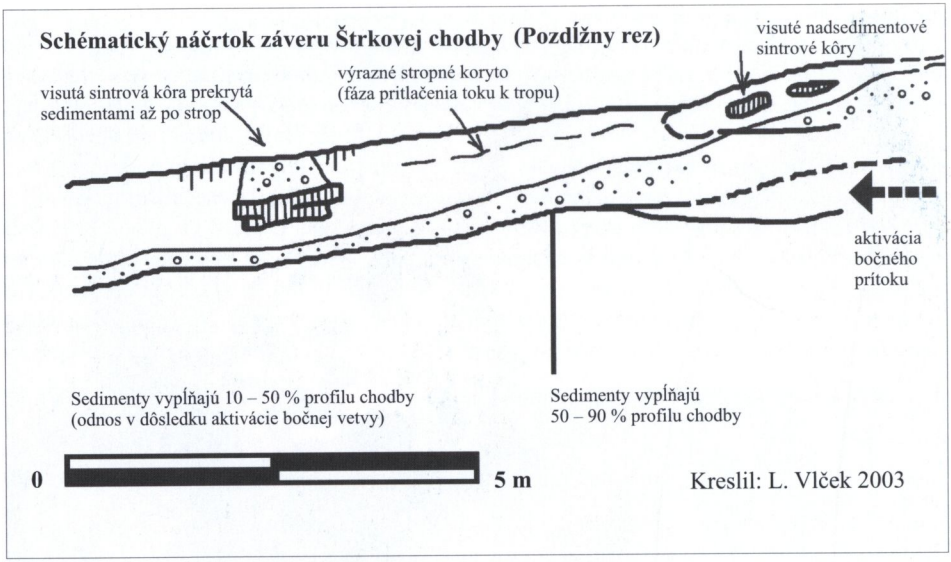
Obr. 6. Štyri generácie sintrových kôr oddeľujúcich spodnú Štrkovú chodbu od horeležiacej Hrádzkovej – Kotlíkovej. Foto: J. Pavlík, upravil L. Vlček
Fig. 6. Four generations of sinter crusts separating lower Štrkový corridor from upper Hrádzková – Kotlíková corridor. Photo: J. Pavlík, adapted by L. Vlček

obrovského množstva materiálu (teoreticky zhruba 4 000 až 6 000 m^3), pričom na viacerých miestach sa po oderodovaní mocných polôh sedimentov zachovali obnažené sintrové kôry vo visutej polohe (Sieň pagod, segment Štrkovej chodby, Hrádzková – Kotlíková, Žralok a inde). Eróziou evakuačného toku v spevnených klastických uloženinách je vytvorená východná časť Štrkovej chodby, pričom sa obnažil pôvodný vápencový strop. Na niektorých miestach v jaskyni ostali po sedimentoch pritlačených k stropu prilepené litifikované hemisférické klastické útvary, zložené zo stmelených opracovaných obliakov alochtónneho pôvodu (obr. 7). Schému odnosu materiálu a súčasnú situáciu v závere Štrkovej chodby ilustruje obr. 8. Odplavený materiál

Obr. 7. Polguľovitý „ježko" zložený zo stmelených obliakov v stropnom koryte v Z výbežku Siene pagod („Ježkovo"). Foto: J. Pavlík
Fig. 7. Halfball "hedgehog" from the glued pebbles in roof trough in the "Z" corridor of the Hall of Pagodas ("Hedgehog city"). Photo: J. Pavlík

bol spláchnutý do priestoru pod Sieňou pagod, Žralokom a Labyrintom. Kým funkciu odtoku v prevažnej miere prevzal segment Priepasť – spodok Žraloka, úsek v smere k vyvieračke od Siene pagod bol zanesený, sediment sa postupne zhutnil a prekryl sintrovou výplňou (dnešné sintrové hrádzky).

V nasledujúcej etape došlo k posunu ponorov na V, takmer na úroveň recentného toku, k aktivácii ďalších prítokových vetiev (jedna vetva v sieni Žralok, spodné poschodie v Labyrinte) a zaneseniu pôvodných funkčných prítokov. Odtokový úsek pod Žralokom a Labyrintom je v súčasnosti taktiež zasedimentovaný jemnou hlinito-ílovitou frakciou s rozptýlenými vložkami hrubšieho materiálu a len na niektorých miestach sú prepláchnuté strmo klesajúce neprielezné kanály. Tieto miesta predstavujú najhlbšie položené priestory jaskyne (–32 m) a priestorovo sa nachádzajú takmer na úrovni recentnej eróznej bázy Rejkovského potoka. O fosílnej výverovej oblasti jaskyne vieme iba veľmi málo. V tiesňave Hlbokého jarku sa v súčasnosti nachádza viacero menších jaskýň, ktoré naznačujú kontinuitu s chodbami Kostolíka. Zároveň tu však fungujú dva výrazné ponory, sezónne hltajúce celý prietok potoka, a niekoľko rozptýlených ponorov, ako aj jedna výrazná vyvieračka vo V ukončení krasového územia, ktoré dávajú tušiť výskyt ďalších podzemných priestorov s teoretickou možnosťou priameho súvisu s jaskyňou Kostolík.



Obr. 8. Pozdĺžny rez záverom Štrkovej chodby
Fig. 8. Longitudial section ending of the Štrkový corridor

ZÁVER

Jaskyňa Kostolík v Tisovskom krase vo všeobecnosti predstavuje inaktívnu uviokrasovú jaskyňu, ktorá sa svojou zameranou dĺžkou (404 m) a rozmermi radí na popredné miesto v tabuľke najdlhších jaskýň na Muránskej planine. Z odborného hľadiska je zároveň významnou lokalitou pre štúdium uviálnej modelácie jaskynných priestorov ponornej zóny alogénneho krasu. Paleohydrografický vývoj jaskyne bol viacfázový, počas nami vykonaného speleologického výskumu sme rozlíšili viaceré vývojové etapy, spojené s prínosom a odnosom sedimentárneho materiálu, ako aj účasť aktivácie či deaktivácie niekoľkých vodných prítokov, modelujúcich jaskynné priestory. Na spresnenie geochronológie vývoja jaskyne by bolo potrebné rádioizotopové datovanie vzoriek sintrovej výplne z vybraných referenčných profilov, ako aj odber alochtónnej sedimentárnej výplne na mikropaleontologickú analýzu.

LITERATÚRA

BELLA, P. (1994). Genetické typy jaskynných priestorov Západných Karpát. Slovenský kras, 32, Rosa, Žilina, 3 – 23.
BEZÁK, V. et al. (1999). Geologická mapa Slovenského rudohoria – západná časť 1 : 50 000. Geol. služba SR – Vydavateľstvo Dionýza Štúra, Bratislava.
DROPPA, A. (1963). Paralelizácia riečnych terás a horizontálnych jaskýň. Geologické práce, Zošit, 64, GÚDŠ, Bratislava, 93 – 96.
HOCHMUTH, Z. (1997). Príspevok k problematike genézy jaskynných úrovní v Liskovskej jaskyni. Slovenský kras, 35, SMOPaJ, Lipt. Mikuláš, 89 – 97.
HOCHMUTH, Z. (1998). Príspevok k chronológii a genéze jaskynných úrovní v Jánskej doline. In: Výskum, využívanie a ochrana jaskýň, 1, 29 – 35.
HOCHMUTH, Z. (2003). Stanišovská jaskyňa – výsledky podrobného mapovania a revízneho geomorfologického výskumu. Slovenský kras, 41, SMOPaJ, Lipt. Mikuláš, 69 – 83.
KÁMEN, S. (1954). Krasové územie v Tisovci. Krásy Slovenska, 1, 24 – 27.

KÁMEN, S. (1957). Muránsky a Tisovský kras. Slovenský kras, 1, Martin, 99 – 105.
KÁMEN, S. (1959). Pokus s farbením Teplice. Slovenský kras, 2, Martin, 115 – 120.
KÁMEN, S. (1971). Tisovský a Muránsky kras. Opis povrchových a podzemných krasových javov a prírodných geologických zaujímavostí. Manuskript. Depon. in SMOPaJ Lipt. Mikuláš – Správa NP Muránska planina, 60 s.
KÁMEN, S. – GAÁL, L. – GAÁL, J. (1982). Zoznam preskúmaných jaskýň a priepastí v okrese Rimavská Sobota. Obzor Gemera, 12, 52 – 63.
KLINEC, A. (1976). Geologická mapa Slovenského rudohoria a Nízkych Tatier 1 : 50 000, Slovenské Rudohorie – stred, Nízke Tatry – východ. GÚDŠ, Bratislava.
LUKNIŠ, M. (1948). Tisovský kras. Československý kras, 1, Brno, 85 – 93.
ORVOŠ, P – ORVOŠOVÁ, M. (1995): Odhad veku horizontálnych jaskynných úrovní Jánskej doliny pomocou ich paralelizácie s riečnymi terasami. In: Zborník z konferencie Kras a jaskyne k 75. výročiu narodenia A. Droppu, Lipt. Mikuláš. 95 – 101.
VOJTKO, R. (1999). Litostratigrafia Tisovského krasu a masívu Kučelachu. 7 – 17. In: Uhrin (eds.): Výskum a ochrana prírody Muránskej planiny, 2, MŽP SR – Správa NP Muránska planina, Bratislava – Revúca, 113 s.
VOJTKO, R. (2000). Are the tectonic units derived from the Meliata-Hallstatt through incorporated into the tectonic structure of the Tisovec Karst? (Muráň karstic plateau, Slovakia). Slovak Geol. Mag., 6, 4 (2000), 335 – 346.

Adresa autora:
Lukáš Vlček, Speleoklub Tisovec, Varguľa 21, 976 56 Pohronská Polhora, e-mail: lukasvlcek@yahoo.com

SLOVENSKÝ KRAS (ACTA CARSOLOGICA SLOVACA)	XLIII	167 – 186	LIPTOVSKÝ MIKULÁŠ 2005

SEDIMENTOLOGICKÝ A PALEONTOLOGICKÝ VÝSKUM PRUŽINSKEJ DÚPNEJ JASKYNE

MILOŠ GREGOR – ANDREJ ČERŇANSKÝ

M. Gregor & A. Čerňanský: Sedimentological and palaeonthological research of the Pružinská Dúpna Cave

Abstract: The subject of this work is sedimentological and paleontological research of Pružinská Dúpna Cave. This cave belongs to the system of Mojtín Karst. The cave is situated in the district of Považská Bystrica in the territory of Pružina village on the north-east part of Strážovské vrchy. The cave is located on the north-west foot of Čierny vrch in 590 m above sea-level. Osteological material has been found in brown-earth sediments of the lateral pasage. The material is probably dated to the Late Pleistocene. However, it is questionable for the reason of its secondary redeposition. Sedimentological specimen was taken up from five probes. Sediments could be divided into two different facies – in both the entrance and interior cave space. Sediments of the entrance f. are descripted like the autochthonous and sediments of the intercave f. like allochthonous. There are two layers. The find of *Panthera spelaea* (Goldfuss, 1810) is extraordinary proof of this species in the territory of Slovakia. A part of the left hemimandible (corpus mandibulae sin.) of *Panthera spelaea* has been found. In premolar part is well preserved P_4 sin. Also, there metatarsals of this species have been found together with rich accumulations of well-preserved bones of *Ursus spelaeus* (Rosenmüller et Heinroth, 1794) in the Pružinská Dúpna Cave. Rich accumulations of bones in fossilifer layers are an evidence, that many generations of bears used this cave for a long time. To the most important finds belong the complete pelvis of *Ursus spelaeus*. The part of pelvis has been found in the anatomical position.

Key words: Pružinská Dúpna Cave, *Panthera spelaea*, *Ursus spelaeus*, the Late Pleistocene

ÚVOD

Pružinská Dúpna jaskyňa je vďaka svojej prístupnosti známa „odjakživa". Prvými dokumentačnými zmienkami možno označiť článok v časopise Krásy Slovenska z roku 1944 (prevzaté Bella – Holúbek, 1999). Ďalším bol príspevok P. Janáčika (1963) o Mojtínskom krase. Z toho istého roku pochádzajú i publikované výskumy I. Zajonca (1963) a J. Bártu (1963). Zajonc sa venoval faunistickému výskumu lokality. J. Bárta sa zaoberal archeologickým výskumom, pričom zistil osídlenie jaskyne z obdobia neolitu, halštatu a slovanského obdobia. Zmienka o jaskyni pochádza ďalej z roku 1975 a to v príspevku G. Runkoviča a v tom istom roku publikoval J. Gulička výsledky faunistického výskumu, kde opisuje faunu i z tejto jaskyne. B. Lehotská a J. Ondruška (1998) zosumarizovali výsledky viacročného chiropterologického výskumu, pričom v jaskyni objavili významnú lokalitu hibernácie netopierov. Posledným príspevkom k poznaniu lokality bol článok od Z. Hochmutha (2002) o zameraní jaskyne.

Systematickému speleologickému prieskumu sa venuje od roku 1969 jaskyniarsky klub Dubnica nad Váhom a od roku 1999 aj jaskyniarsky klub Strážovské vrchy. Pričinením spomenutých klubov bola objavená paleontologicky zaujímavá a významná lokalita.

Cieľ práce sa zameriava na zistenie sedimentov a sedimentačných procesov v sondách a zistenie ich približného veku. V paleontologickej časti sme sa zamerali na opis osteologického materiálu a jeho systematického zaradenia. Práca prináša tiež nový poznatok o distribúcii druhu *Panthera spelaea* GOLDFUSS, 1810 a opis niektorých častí postkraniálneho skeletu druhu *Ursus spelaeus* ROSENMÜLLER et HEINROTH, 1794, keďže sa týmto doposiaľ v slovenských lokalitách nikto nezaoberal.

Recentní zástupcovia rodu *Panthera* sa v Európe už nevyskytujú. Na africkom kontinente žije *Panthera leo* (lev) a *Panthera pardus* (leopard). V Ázii žije *Panthera tigris* (tiger) aj *Panthera leo* a v Amerike *Panthera onca* (jaguár). V Európe z čeľade Felidae žije rod *Lynx lynx* (rys) a rod *Felis silvestris* (mačka) (Verhoef-Verhallen, 2001).

Nález *Panthera spelaea* v Pružinskej Dúpnej jaskyni je mimoriadny a ojedinelý dôkaz tohto druhu na území Slovenska. Z asi 5000 jaskýň na našom území sa iba v 7 jaskyniach našli zvyšky rodu *Panthera* – podobné fragmentárne zvyšky v jaskyni Tmavá skala a Deravá skala v Malých Karpatoch, Medvedia jaskyňa v Západných Tatrách, v Bojnickej jaskyni, v jaskyni Čertova pec pri Radošinej, v jaskyni Okno a vo Veľkej jasovskej jaskyni. Ďalšou lokalitou je travertínový lom v Bešeňovej (Holec – Sabol – Karča; prevzaté Gullár, 2002). Zaradenie však väčšinou býva problematické, pretože sa môže jednať aj o rod P. leo, ktorý v tom čase obýval s druhom *P. spelaea* rovnaký areál.

Jaskynný lev žil na území Európy v mladšom pleistocéne ako samostatný druh príbuzný pravdepodobne s dnešným levom alebo tigrom. Správnejšia sa ukazuje hypotéza, že v evolučnej línii sa rod *Panthera tigris* a *Panthera leo* od seba oddelili skôr, než došlo k oddeleniu druhu *Panthera spelaea* od *Panthera leo*, ku ktorému má teda v rodokmeni bližšie postavenie. Jedná sa o druh leva, ktorý sa prispôsobil chladným podmienkam v pleistocéne. Na základe podrobných štúdií jaskynných kresieb prehistorického človeka sa však zdá, že od leva sa v mnohom líšil. Jaskynný lev nemal hrivu ani strapec na konci chvosta (Špinar, Burian, 1984). Nie je však vylúčené, že sa z určitého, napr. rituálneho dôvodu zobrazovali iba samice. Farba srsti jaskynného leva bola biela a bol tiež o niečo väčší ako súčasný africký lev. Výška v kohútiku bola asi 1,5 metra. Žil pravdepodobne samotársky (Paturi, 1995) a jeho potravou mohli byť vtedajšie kone, jelene, bizóny či mladé mamuty. Najstaršie nálezy jaskynných levov sú 900 000 rokov staré. Druh vyhynul pred 10 000 rokmi (Haines, 2001).

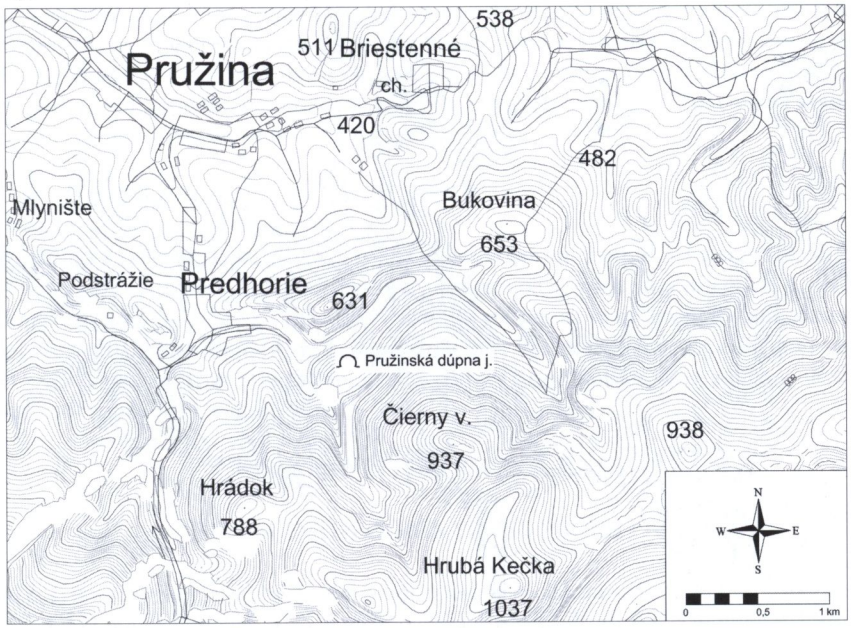
Zvyšky vyhynutého druhu ursídnej šelmy *Ursus spelaeus* sú v jaskyniach časté, pričom len na Slovensku je to minimálne 60 lokalít datovaných do stredného a vrchného pleistocénu (Sabol, 2000). Dodnes však neboli kompletnejšie preskúmané časti postkraniálneho skeletu (preskúmané a publikované boli zvyšky kraniálneho skeletu a zubov – Sabol, 1997, 2000 a metapódií v dipl. p. – Petráš, 2002). V súčasnosti sa rod *Ursus* vyskytuje na viacerých miestach severnej pologule. Druh *Ursus arctos* je známy viacerými poddruhmi; eurázijský U. arctos arctos (medveď hnedý, ktorý žije i u nás), na ostrove Kodiak pri Aljaške alebo na Kamčatke žije *U. arctos* middendorffi (kodiak). Severoamerický grizly je tiež poddruhom *U. arctos*. V Arktíde žije *Thalasarctos maritimus* (medveď biely) (Verhoef-Verhallen, 2001).

Ursus spelaeus obýval priestory európskych jaskýň (zriedkavé nálezy sú i z Ázie – Kaukaz) počas ľadových dôb. Bol najväčšou šelmou stredného a mladšieho pleistocénu (Schmidt, 1970). Oproti dnes žijúcemu európskemu *U. arctos arctos* bol o jednu tretinu väčší, pričom neobyčajne mohutnú mal najmä prednú časť tela (Záruba, Burian, 1997). Jeho výzor je odborníkom dobre známy vďaka bohatým jaskynným nálezom, ale aj vďaka kresbám pravekého človeka, napr. z francúzskej jaskyne Tayat (Cuisin, 1990; prevzaté Petráš, 2002), v jaskyni Montespan bola objavená dokonca 110 cm dlhá socha (Mazák – Burian, 1992). *Ursus spelaeus* dosahoval hmotnosť 250 až 300 kg, resp. až 1000 kg (Špinar – Burian, 1984). Typické pre tento druh je najmä

strmo spadajúce, silne klenuté čelo, ktoré sa nad očnicami zaobľuje a tvorí glabelu (Kurtén, 1976). Ňufák bol dlhý, dobre vyvinutý a pohyblivý. Zrak mal pravdepodobne slabý, no mal ostrý čuch (Kurtén, 1976). Jeho lebka je väčšia ako lebka väčšiny dnes žijúcich druhov medveďov. Mohutný vzhľad umocňoval i veľký tukový hrb v lopatkovej časti chrbta a krátke, ale veľmi silné končatiny (Záruba – Burian, 1997). Predné končatiny boli na rozdiel od medveďa hnedého dlhšie a silnejšie ako zadné. Biotop jaskynného medveďa tvorili ihličnaté i zmiešané lesy, voda a prítomnosť jaskýň (Schmidt, 1970). Obrúsenie molárov svedčí o veľkom podiele rastlinnej zložky v potrave. Jaskynný medveď predstavoval tiež vhodnú korisť pravekého človeka. Svedčia o tom mnohé zranenia na kostiach napr. v Sloupských jaskyniach Moravského krasu sa našla lebka s vyhojeným zranením na temene spôsobeným kamennou zbraňou paleolitického človeka (Augusta – Remeš, 1947; prevzaté Petráš, 2002). U paleolitických lovcov následne vznikali lovecké kulty medveďa, známe napr. z francúzskej jaskyne Montespan (Mazák – Burian, 1992). Tieto šelmy trávili veľkú časť života v jaskyni. Uchyľovali sa tam k zimnému spánku, rodili a odchovávali tam mláďatá a staré, či choré jedince tam nachádzali útočištia (Záruba – Burian, 1997). Najstaršie nálezy jaskynných medveďov sú 270 000 rokov staré. Druh vyhynul pred 10 000 rokmi (Schmidt, 1970; Sabol, 2000), i keď je možné, že reliktná populácia prežila pri Čiernom mori až do začiatku holocénu (Špinar – Burian, 1984). Jeho vymretím sa ukončila fylogenéza speleoidnej vetvy hnedých medveďov (Sabol, 1997).

GEOGRAFICKÉ A GEOLOGICKÉ POMERY

Pružínska Dúpna jaskyňa sa nachádza v okrese Považská Bystrica v katastrálnom území obce Pružina v severovýchodnej časti Strážovských vrchov (Zliechovská hornatina). Jaskyňa je lokalizovaná na severozápadnom úpätí masívu Čierneho vrchu v nadmorskej výške 590 m (obr. 1).



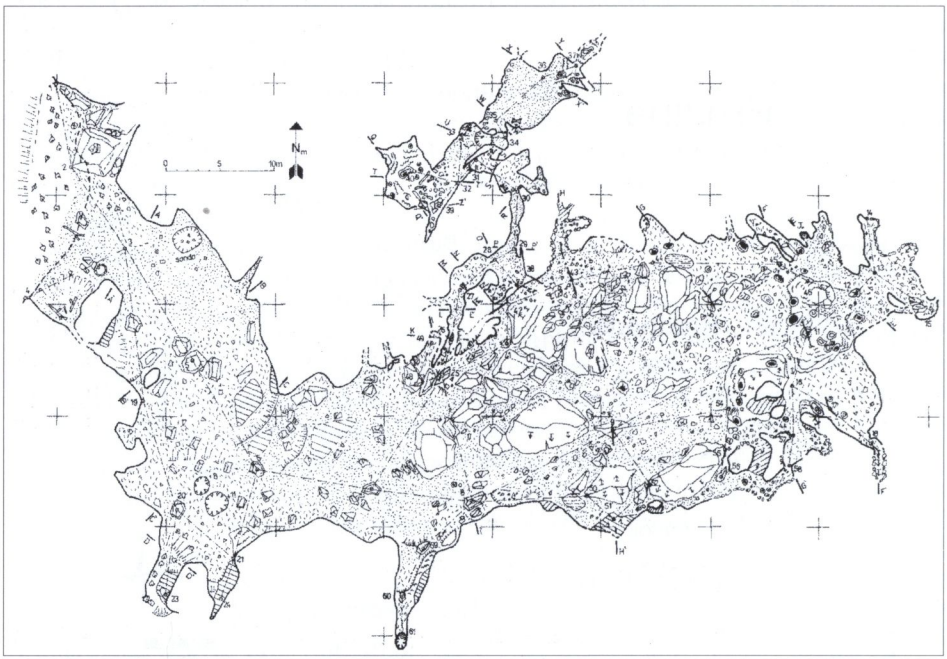
Obr. 1. Lokalizácia jaskyne
Fig. 1. Location of the cave

Masív Čierneho vrchu budujú tmavošedé aniské vápence, dolomity stredného a vrchného triasu a šedé ladinské vápence s rohovcami strážovského príkrovu. Šedé ladinské vápence s rohovcami sú zväčša organodetritické, čiastočne hľuznaté vápence, v niektorých horizontoch s rohovcami a s polohami bridlíc. Nájdu sa i vrstvy krinoidových vápencov. Sú pomerne bohaté na konodonty. Dolomity stredného a vrchného triasu tvoria hrubšie vrstvy v severovýchodnej časti pohoria, sú zrnité a často brekciovité (Maheľ, 1985).

CHARAKTERISTIKA JASKYNE

Jaskyňu možno charakterizovať ako inaktívnu uviokrasovo-rútivú jaskyňu v senilnom štádiu vývoja s horizontálnym priebehom, vytvorenú vo výverovej oblasti krasového masívu. Rútenie stropov môžeme pozorovať hlavne medzi meračským bodom č. 7 až 13 (obr. 2).

Vchod do jaskyne tvorí portál 15 m široký a 4 m vysoký. Je budovaný v masívnych jemnokryštalických vápencoch bledošedej farby. Na povrchu skalných stien sú vytvorené jarčekovité škrapy, rozrušené mrazovým zvetrávaním. Od vchodu jaskyňa stúpa juhovýchodným smerom až po meračský bod č. 6. Skalný masív je v tejto časti budovaný masívnymi bledošedými jemnokryštalickými vápencami s jarčekovitými škrapami na povrchu, porušenými mrazovým zvetrávaním. Na tento typ horninového masívu sú viazané menšie chodby so šošovkovitým až elipsovitým profilom, mierne poznačené rútením, miestami s výraznými riečnymi tvarmi. Na stenách naľavo od meračského bodu č. 5 sa vyskytuje pizolitická výzdoba. Za meračským bodom č. 6 jaskyňa stúpa západným až severozápadným smerom až po meračský bod č. 9. Za meračským bodom č. 6 sa v sedimentoch začína objavovať guánový horizont. Ďalšou zmenou je štruktúrno-litologická zmena horninového masívu. Za meračským bodom č. 6 tvoria skalný



Obr. 2. Mapa jaskyne (prevzaté Hochmuth, 2002)
Fig. 2. Map of the cave (Hochmuth, 2002)

masív hrubokryštalické, tektonicky veľmi porušené, masívne ružovkasté vápence. Na tento typ horniny sú viazané chodby so šošovkovitým až eliptickým profilom, značne pretvorené rútením. Táto štruktúrno-litologická zmena je dobre viditeľná prudkou zmenou výšky profilu jaskynnej chodby. Napravo od meračského bodu č. 6 sa nachádza vchod č. 2. Vchod je trojuholníkového prierezu zo šírkou 1,5 m a výškou 1 m. Ďalej jaskyňa pokračuje s profilom priemerne 15 až 20 m širokým a 5 m vysokým až k meračskému bodu č. 13. Jaskyňa od meračského bodu č. 6 po meračský bod č. 13 je poznačená rútením stropných častí, čo malo za následok výrazné zväčšenie profilu chodby. Na dne jaskynnej chodby sa vyskytujú bloky až do rozmerov 5 m. Pri meračskom bode č. 8 sa začínajú vyskytovať prvé sintrové formy, predstavované zväčša plastickými sintrami. Okrem nich sa tu vyskytujú i stalaktitové, stalagmitové formy. Jaskyňa sa pri meračskom bode č. 13 končí závalom, ktorý tvoria slabo opracované štrky, hlinitý sediment a väčšie skalné bloky. Od roku 2003 bola za meračským bodom č. 13 vykopaná ešte približne 30 m dlhá plazivka, ktorá však nie je ešte zameraná a zobrazená na mapách. Okrem hlavnej chodby sa pri meračskom bode č. 25 nachádza bočná chodba dlhá približne 50 m. Je budovaná v hrubokryštalických, masívnych, miestami doskovitých, tektonicky veľmi porušených vápencoch ružovkastej farby. Bočnú chodbu tvoria menšie priestory rôznych profilov. Priestory sú menej poznačené rútením, riečne tvary sú zachovanejšie ako v hlavnej chodbe. Od meračského bodu č. 27 po meračský bod č. 29 sa nachádzame v menšom dómiku dlhom 7 m, vyznačujúcom sa výskytom plastických sintrov. Za ním nasleduje približne 5 m dlhá plazivka, končiaca sa pri meračskom bode č. 30. Plazivka vyúsťuje do priestoru s rozmermi 2 × 2 m. Ďalej pokračuje strmo klesajúca chodba až po meračský bod č. 31, kde po úzkom prieleze s rozmermi 0,5 × 0,2 m vyúsťuje do väčšieho priestoru. Chodba medzi meračským bodom č. 30 a 31 je budovaná v tektonicky veľmi porušených lavicovitých vápencoch. V priestore pri meračskom bode č. 40 sa vyskytuje bohaté zastúpenie sintrových foriem od základných gravitačných až po jaskynné perly či sintrové kaskády. Sedimentárna výplň priestoru medzi meračským bodom č. 32 až 35 je veľmi bohatá na osteologický materiál pleistocénnej fauny. Horninový masív je tvorený masívnymi, tektonicky slabo porušenými ružovkastými vápencami. Za meračským bodom č. 35 sa nachádza posledný priestor dómovitého charakteru, so šošovkovitým profilom. Bočná chodba sa končí pri meračskom bode č. 37 plazivkou s bohatým výskytom takmer všetkých sintrových foriem.

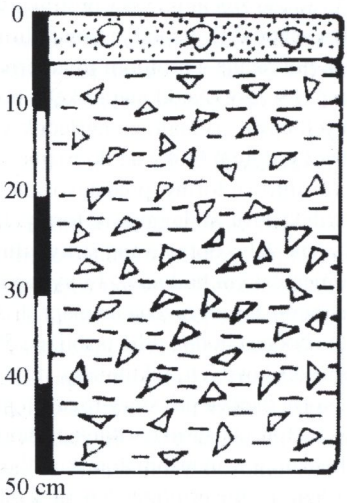
METÓDY

Celkovo bolo v jaskyni zdokumentovaných a vyhodnotených 5 profilov z piatich sond. Z jednotlivých sond sa odobrali vzorky na podrobný sedimentárny výskum. Zo sondy č. 1, 4 a 5 boli odobrané vzorky preplavené a vytriedené na site a v plavenine sa našli zvyšky mikromamálií. Fotografie boli robené digitálnym fotoaparátom HP. V paleontologickej časti boli použité skratky sek. – sekundárny, v. – vertebrae, s. – stavec, sin. – sinister (ľavý), dext. – dextrálny (pravý), c. – condylus, k. – kosť.

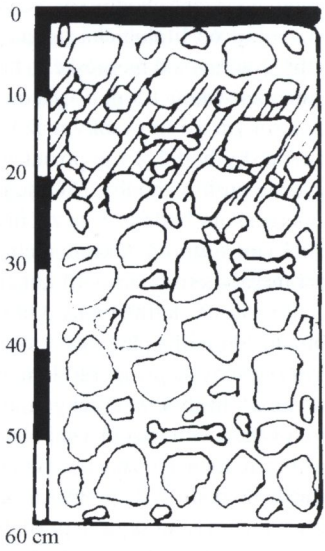
1. SEDIMENTOLOGICKÁ ČASŤ

SEDIMENTOLOGICKÝ OPIS PROFILOV

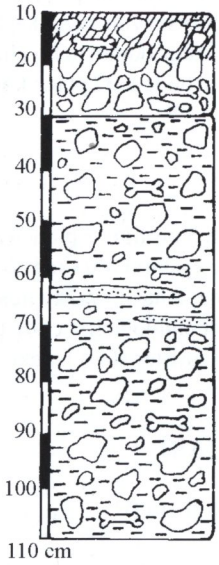
Profil č. 1: bol stanovený v prehlbovanej sonde, ktorá sa nachádza na ľavej strane od meračského bodu č. 3. Ide pravdepodobne o starú archeologickú sondu. Profil je 0,5 m hlboký. Pozorovať tu možno dve výrazne odlišné vrstvy (obr. 3). Vrstvu č. 1 tvorí humusový horizont čiernej



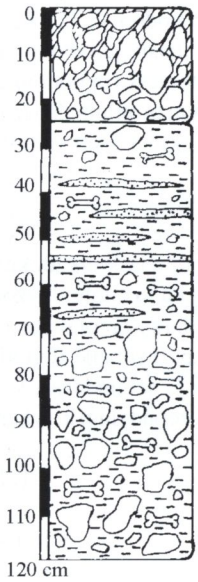
Obr. 3. Profil č.1
Fig. 3. Profile No.1



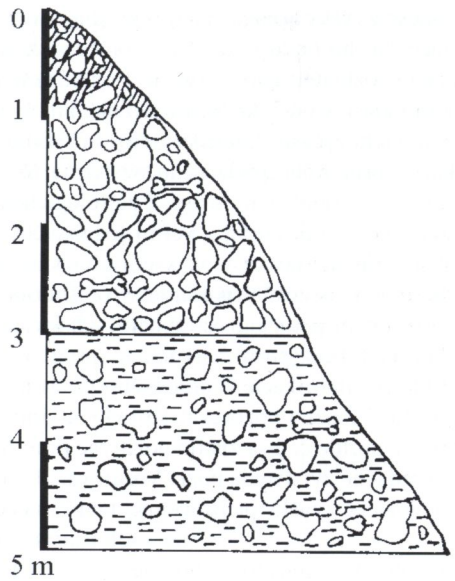
Obr. 4. Profil č.2
Fig. 4. Profile No.2



Obr. 5. Profil č.3
Fig. 5. Profile No.3



Obr. 6. Profil č.4
Fig. 6. Profile No.4



Obr.7. Profil č.5
Fig.7. Profile No.5

farby, hrubý 5 cm. Vrstvu č. 2 tvorí zahlinená brekcia svetlohnedej farby s hrúbkou 45 cm. Brekcia tvorená bledošedým vápencom, pochádzajúcim z opadu zo stropu. Po preplavení vzorky sedimentu sa našli kosti hlodavcov a (?) kunovitých šeliem.

Profil č. 2: bol stanovený v sonde pri ľavej stene medzi meračskými bodmi č. 44 a 45. Profil je 0,6 m hlboký, tvoria ho 2 vrstvy (obr. 4). Prvú tvorí 1 cm hrubá vrstva organického sedimentu. Druhú tvorí 59 cm hrubá vrstva slabo opracovaných vápencových štrkov s obsahom fragmentov kostí pleistocénnej fauny. Vo vrchnej časti je vrstva stmelená sintrovou výplňou.

Profil č. 3: bol stanovený v sonde pri meračskom bode č. 18. Profil hlboký 5 m tvoria dve výrazne odlišné vrstvy (obr. 5). Vrchnú vrstvu s hrúbkou 3 m tvoria slabo opracované vápencové štrky a bloky väčších rozmerov. Vrstva je vo vrchnej časti stmelená sintrovou výplňou. Spodnú vrstvu tvorí hlinitý sediment s menším obsahom vápencových klastov. V oboch vrstvách sa našli zvyšky pleistocénnej fauny.

Profil č. 4: bol stanovený v sonde pri meračskom bode č. 33. Je hlboký 1 m, tvorený dvoma vrstvami (obr. 6). Vrchná vrstva hrubá 20 cm pozostáva zo slabo opracovaných vápencových štrkov, vo vrchnej časti (8 cm) stmelených sintrovou výplňou. Spodnú vrstvu, hrubú 80 cm, tvoria piesčité hliny svetlohnedej farby s väčším obsahom vápencových klastov a tmavohnedého laminovaného tvrdého ílu. Miestami v hĺbke približne 60 cm sa nachádzajú šošovky a laminy piesku. Obe vrstvy sú bohaté na zvyšky pleistocénnej fauny.

Profil č. 5: bol stanovený v sonde pri meračskom bode č. 34. Profil je hlboký 1,2 m, dajú sa v ňom rozlíšiť dve vrstvy (obr. 7). Vrchnú vrstvu, hrubú 22 cm, tvoria slabo opracované vápencové štrky, vo vrchnej časti (15 cm) stmelené sintrovou výplňou. Spodnú vrstvu s hrúbkou 98 cm tvorí zahlinený piesok svetlohnedej farby so slabo opracovanými vápencovými klastami a opracovanými klastami tvrdého tmavohnedého laminovaného ílu. V tejto časti je možné pozorovať pozitívne gradačné zvrstvenie karbonátových štrkov. V hĺbke 40 až 70 cm sa nachádzajú šošovky a laminy piesku a tvrdého ílu. Obe vrstvy sú bohaté na zvyšky pleistocénnej fauny.

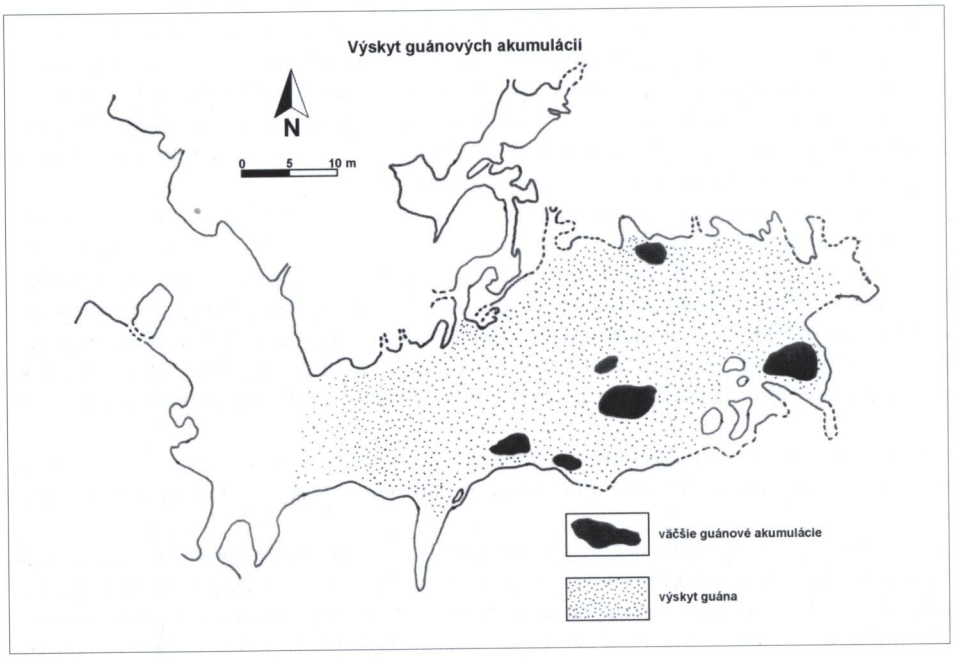
Poznámka: Sedimenty Pružinskej Dúpnej jaskyne možno rozčleniť na dva výrazne odlišné typy. Prvý typ tvoria sedimenty autochtónneho pôvodu a druhý sedimenty alochtónneho pôvodu.

Sedimenty prvého typu môžeme pozorovať od vchodu jaskyne až po meračský bod č. 6. Sú tvorené dvoma vrstvami. Prvú, vrchnú vrstvu tvorí humusový horizont čiernej farby, bez paleontologických nálezov. Jej hrúbka je priemerne 5 až 10 cm a so vzdialenosťou od vchodu klesá. Druhú, spodnú vrstvu tvorí zahlinená brekcia svetlohnedej farby. Brekciový materiál je tvorený vápencom, vzniknutým opadom zo stropu. Dosiahnutá hrúbka vrstvy v profile č. 1 je 45 cm. Môžeme ho charakterizovať ako sediment s podpornou štruktúrou zŕn, masívnou

textúrou, bez znakov stratifikácie, imbrikácie či gradačného zvrstvenia (Vozárová, 2000). Po odobratí a presitovaní vzorky sa našli paleontologické zvyšky holocénneho veku (hlodavce).

Sedimenty druhého typu sa vyskytujú od meračského bodu č. 6 až po koniec jaskyne v hlavnej i bočnej chodbe. Sú tvorené dvoma výrazne rozlíšiteľnými vrstvami. Vrchnú vrstvu tvoria slabo opracované vápencové štrky s rozmermi klastov od 5 do 20 cm. Hrúbka vrstvy je od 20 cm (profil č. 4) do 3 m (profil č. 3). Vrstva je vo vrchnej časti stmelená sintrovou výplňou. Štrky sú masívne, bez znakov stratifikácie, imbrikácie a prúdového gradačného zvrstvenia. Majú podpornú štruktúru zŕn, matrix nie je vyvinutý alebo je (zriedkavo) ílovitý. Z petrologického hľadiska ho možno nazvať monomiktným štrkom (Vozárová, 2000) s veľmi jednoduchým zložením, tvoreným karbonátovými klastami. V spomínanej vrstve sa vo všetkých profiloch našli osteologické zvyšky pleistocénnej fauny, väčšinou však značne poškodené transportom. Druhú, spodnú vrstvu tvorí hlinitý sediment s rozličným podielom karbonátových klastov v jednotlivých profiloch. Hrúbka vrstvy sa pohybuje od 80 cm (profil č. 4) do 2 m (profil č. 3). Vrstva v profile č. 3 je masívna, bez znakov stratifikácie, imbrikácie či prúdového zvrstvenia. Zaujímavejšími sú profily č. 4 a 5. V ich strednej časti možno pozorovať šošovky a laminy piesku a tvrdého tmavohnedého laminovaného ílu. V profile č. 5 sa zistilo pozitívne prúdové gradačné zvrstvenie karbonátových klastov (pre gradačné zvrstvenia pozri Vozárová, 2005). Vo vrstve sa našli (v profile č. 3 až 5) bohaté osteologické zvyšky pleistocénnej fauny, menej poškodené ako vo vrchnej vrstve.

Zo študovaných profilov sme zistili, že zdrojová oblasť sedimentov nebola veľmi vzdialená, pretože štrky boli iba slabo opracované a zachoval sa osteologický materiál, ktorý by bol po dlhšom transporte zničený. Ani v jednom profile sme sa nedostali až na skalné dno, takže nemôžeme charakterizovať celý sedimentačný proces.



Obr. 8. Mapa výskytu organických (guánových) akumulácií
Fig. 8. Map of occurrence of organic (guano) accumulations

Vznik sedimentov môžeme rozdeliť do dvoch období. S prvým obdobím súvisí vznik spodnejšieho hlinitého horizontu. Je spojený s nižšou unášacou silou prúdu, pozitívne prúdové gradačné zvrstvenie zistené v profile č. 5 poukazuje na jeho postupné vyznievanie, pričom vo finálnej fáze sa usadzovali šošovky a laminy piesku a ílu v profile č. 4 a 5. Druhým obdobím bolo obdobie vzniku vrchnej vrstvy – akumulácie slabo opracovaných, pomerne dobre vytriedených štrkov. Toto obdobie je charakteristické zvýšenou dynamikou prúdu, čo dokumentuje i značne poškodený osteologický materiál, pričom nie je vylúčená čiastočná spätná erózia spodnej, hlinitej vrstvy.

Zaujímavým je i výskyt organických (guánových) akumulácií (obr. 8). Tie môžeme pozorovať takmer všade v hlavnej chodbe od meračského bodu č. 6 až po koniec jaskyne. Ide o niekoľko mm, miestami až 30 – 40 cm hrubé vrstvy na dne jaskyne. Najväčšie organické akumulácie sa našli medzi meračskými bodmi č. 8 až 10. Význam tohto horizontu spočíva v možnosti vzniku guánových minerálov, ktorým sme sa na lokalite nevenovali. Ide o finálnu fázu vývoja sedimentu v jaskyni.

2. PALEONTOLOGICKÁ ČASŤ

Systematická časť

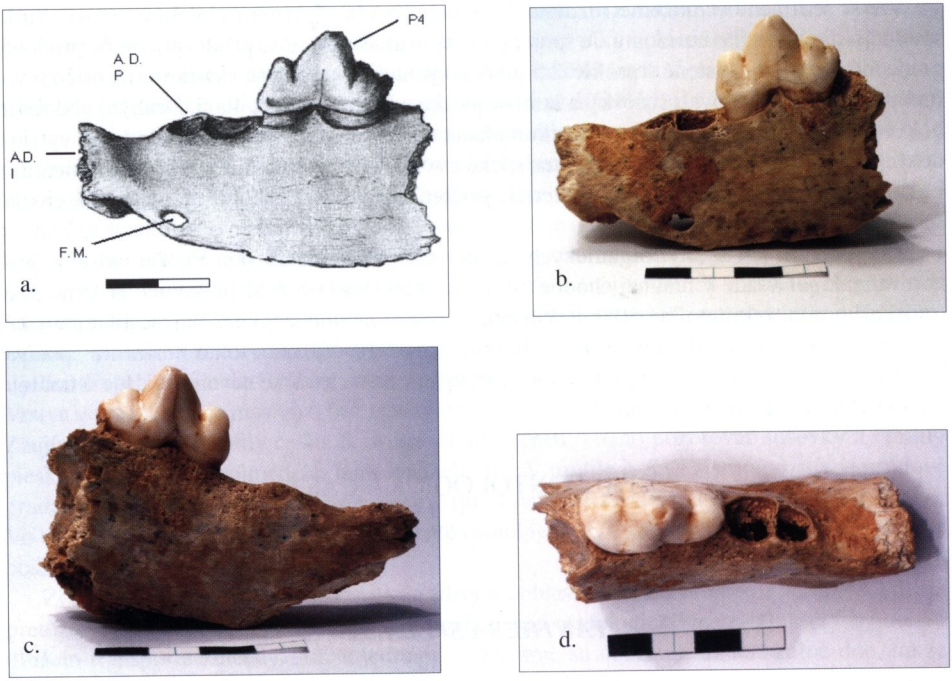
PANTHERA SPELAEA

Systém:
trieda: *MAMMALIA* Linné, 1758
Rad: *CARNIVORA* Bowdich, 1821
Podrad: *CANIFORMIA* Kretzoi, 1943
Čeľaď: *FELIDAE* Fisher de Waldheim, 1817
Rod: *PANTHERA* Oken, 1816
Druh: *P. spelaea* GOLDFUSS, 1810

Lokalita: Pružinská Dúpna jaskyňa, SR
Vek: kvartér, pleistocén – würm
Materiál: fragment tela ľavej sánky (corpus mandibulae) s trhákom P_4 sin. (zbierky Prírodovedeckej fakulty UK); tretia metatarzálna kosť (os metatarsale Mt. III sin) –2 kusy (nález s patologickou zmenou je v zbierkach Považského múzea v Považskej Bystrici, druhý nález je v zbierkach Tribečského múzea v Topoľčanoch); piata metatarzálna kosť (os metatarsale Mt. V sin.) (zbierky Tribečského múzea).

OPIS

SÁNKA (mandibula), v zbierkach Prírodovedeckej fakulty UK: dentale (obr. 9) je pomerne pevne stavaná. Zachovaná je sinistrálna časť tela sánky (corpus mandibulae). Zub je zachovaný iba v oblasti pars premolaris, a to P_4 sin. Ide o pomerne veľký mohutný brachyodontný zub. Zreteľne je vyvinutá mediolaterálna kompresia, čím sa zub stáva ostrým s pomerne strmými mediálnymi a laterálnymi a šikmými anteriórnymi a posteriórnymi hranami kužeľov. Morfológia zuba je typická pre rod *Panthera* a metricky sa zhoduje s druhom *P. spelaea*. Ide o zub trvalý. Viditeľné je tiež obrúsenie parakonidu, prípadne sčasti aj posteriórneho sek. hrboľčeka. Ontogeneticky ide o dospelé štádium.



Obr. 9. Panthera spelaea a) Pohľad na bukálnu stranu ľavej sánky (P4 – premolár, A.D.P. –alveola dentale po premolári P3, A.D. I- alveola dentale po d. incisivus, F.M. – foramen mentale), b) bukálna strana, c) lingválna strana, d) pohľad zhora. jeden dielik = 1cm (zbierky Prírodovedeckej fakulty UK)
Fig. 9. Panthera spelaea a) Bucal view of mandible (P4 – premolare, A.D.P. –alveola dentale from P3, A.D. I – alveola dentale from d. incisivus, F. M. – foramen mentale), b) bucal side, c) lingual side, d) dorsal view. one segment = 1 cm (collection of Faculty of Natural Sciences UK)

Rozmery zuba v mm: maximálna výška skloviny je 18. Šírka v zadnej časti pod posteriórnym sek. hrboľčekom je 14,5, v prednej pod anteriórnym sek. hrboľčekom je 12. Maximálna dĺžka zuba je 29.
Smerom k rostrálnej časti je zubné lôžko (alveola dentale) po predchádzajúcom premolári P_3 sin. Sánka je v tejto časti zlomená a chýba. Ostatné premoláre sú redukované – typický znak Felidae. Sánka sa postupne smerom k rostrálnej časti zoštíhľuje, až do oblasti medzi dente incisivus a premolárom. Tu sa smerom od spodnej časti rozširuje do kostného lôžka pre očný zub, kde v rostrálnej časti je asi z polovice zachovaná alveola po rezáku (d. incisivus). Ďalšia časť je odlomená a chýba, rovnako ako i celá ventrálna časť a posteriórna časť hneď za P_4 sin. Labiálna plocha je hladká, v jej prednej časti sa nachádza bradový otvor (foramen mentale). V oblasti lôžkového okraja (margo alveolaris) sú drobné forameny pre nervy a cievy.
Rozmery fragmentu sánky v mm: maximálna dĺžka je 73, šírka je 25 a výška je 35.

METATARZÁLNA K. (os metatarsale) Mtt. III sin., v zbierkach Tribečského múzea: je relatívne dlhá a štíhla, s mierne rozšírenou základňou (obr. 10). Proximálna kĺbová plocha je výrazne natočená mediálnym smerom. Mediálnu kĺbovú plochu rozdeľuje žliabok na dve nevýrazné kĺbové plôšky. Laterálnu výraznú kĺbovú jamku rozdeľuje drsnatina na dve časti. Dorzoplantárnym smerom je báza výrazne rozšírená. Miernym zúžením na bočných stranách prechádza proximálna časť do diafýzy. Je rovná a pomerne dlhá, čo je dôležitý určovací znak

Obr. 10. Panthera spelea: metatarzálna kosť Mtt III. sin. a) dorzálna strana, b) laterálna strana. jeden dielik = 1 cm (zbierky Tribečského múzea).
Fig. 10. Panthera spelea: metatarsal bone Mtt III. sin. a) dorsal side, b) lateral side. one segment = 1 cm (collection of Tribeč museum)

Panthera (Pales, Lambert, 1971). Na oboch bočných stranách v oblasti bázy sa nachádzajú zreteľné drsnatiny – miesta úponu šliach. Telo kosti sa z úzkej strednej časti výrazne distálne rozširuje do dvoch hrboľčekov. Distálna časť tela sa mediolaterálnym smerom mierne rozširuje a končí sa výraznou ryhou, ktorá oddeľuje telo od kĺbovej hlavy. Distálna kĺbová hlavica je z dorzálnej strany hladká a vypuklá. Na plantárnej strane výrazne vystupuje sagitálny hrebeň, ktorý sa objavuje už na distálnom konci.
Rozmery v mm: maximálna dĺžka tela kosti je 144, mediolaterálna šírka proximálnej časti je 29, dorzoplantárna šírka proximálnej časti je 39, dorzoplantárna šírka distálnej časti je 25, mediolaterálna šírka distálnej časti je 27 a mediolaterálna šírka tela kosti je 20.
Na jednej z dvoch nájdených metatarzálnych kostí Mtt. III sin. (uložená v zbierkach Považského múzea) je na diafýze z dorzolaterálneho pohľadu zreteľná hrana, ktorá vyzerá ako naštiepenie kosti. Je možné, že šlo o zlomeninu. Ďalšou možnosťou je periostitída, zapálenie povrchovej časti kosti (Petráš, 2002). Vznik mohol nastať napr. pri silnom náraze a následnom zápale, prípadne ide o nádorové bujnenie kosti.

METATARZÁLNA K. (metatarsale) Mtt. V sin., v zbierkach Tribečského múzea: je relatívne dlhá a veľmi štíhla, s rozšírenou a charakteristicky tvarovanou základňou (obr. 11). Proximálna časť má z dorzálneho pohľadu srdcovitý tvar. Proximálnu plôšku základne rozdeľuje na dve

Obr. 11. Panthera spelea: metatarzálna kosť Mtt V. sin. a) dorzálna strana, b) mediálna strana. jeden dielik = 1cm (zbierky Tribečského múzea).
Fig. 11. Panthera spelea: metatarsal bone Mtt V. sin. a) dorsal side, b medial side. one segment = 1 cm (collection of Tribeč Museum)

nerovnaké časti ryha. Báza sa mierne rozširuje v mediolaterálnom a splošťuje v dorzoplantárnom smere. Na dorzomediálnej strane je vyvinutá charakteristická kĺbová plocha v tvare polkruhovitého vystupujúceho hrotu. Z ventrálneho pohľadu je viditeľná jedna kĺbová plocha, z malej časti prechádzajúca ešte na plantárnu stranu. Široká báza prechádza do tela kosti plynulo. Z laterálneho pohľadu je viditeľné mierne zoštíhľovanie tela kosti smerom k distálnej časti. Z daného pohľadu je tiež zrejmé prehnutie kosti, pričom vrchol oblúka je pred proximálnou časťou. Z plantárneho pohľadu je viditeľné jemné prehnutie smerom k laterálnej strane. Povrch diafýzy je hladký, pod bázou sa z plantárnej strany nachádza zreteľný oválny odtlačok na uchytenie šliach. Diafýza sa smerom k distálnej časti rozširuje do dvoch hrbolčekov. Medzi hrboľčekmi je zreteľný žliabok, ktorý prechádza na laterálnu stranu do brázdy oddeľujúcej hrboľček na laterálnej strane od distálnej kĺbovej hlavice. Distálna kĺbová hlavica je na dorzálnej strane mierne vypuklá. Na jej plantárnej strane sa nachádza výrazný sagitálny hrebeň.
Rozmery v mm: maximálna dĺžka tela kosti je 132, mediolaterálna šírka proximálnej časti je 28, dorzoplantárna šírka proximálnej časti je 20, dorzoplantárna šírka distálnej časti je 22, mediolaterálna šírka distálnej časti je 23 a mediolaterálna šírka tela kosti je 14,5.

Poznámka: Materiál z lokality Pružinská Dúpna jaskyňa je možné s istotou zaradiť do rodu *Panthera*. S veľkou pravdepodobnosťou ide o vyhynutý druh Panthera spelaea (určil Dr. M. Sabol) (Gregor – Čerňanský, 2003). Nález *Panthera spelaea* v Pružinskej Dúpnej jaskyni je mimoriadny a ojedinelý dôkaz tohto druhu na území Slovenska a prináša nový poznatok o distribúcii druhu.

URSUS SPELAEUS

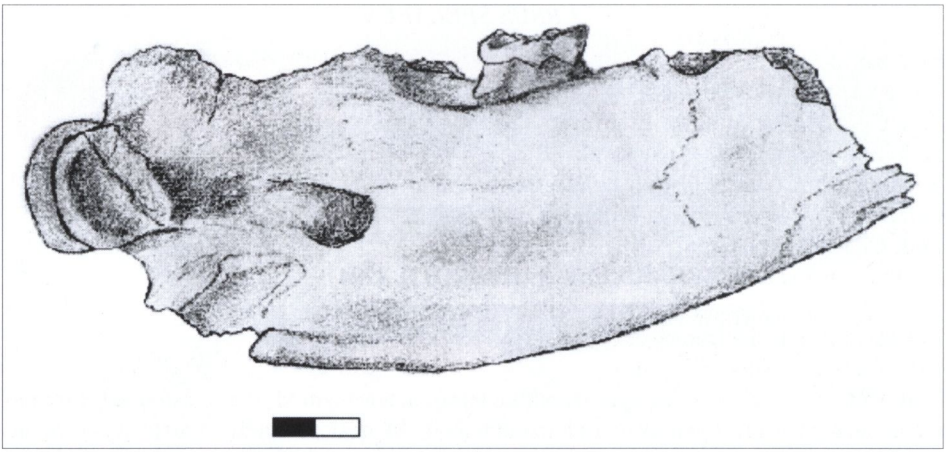
Systém:
Trieda: *MAMMALIA* Linné, 1758
Rad: *CARNIVORA* Bowdich, 1821
Podrad: *CANIFORMIA* Kretzoi, 1943
Nadčeľaď: *URSOIDEA* Fischer de Waldheim, 1817
Čeľaď: *URSIDAE* Fischer de Waldheim, 1817
Rod: *URSUS* Linné, 1758
Druh: *U. spelaeus* ROSENMÜLLER et HEINROTH, 1794

Lokalita: Pružinská Dúpna jaskyňa, SR
Vek: kvartér, pleistocén – würm
Materiál: telo ľavej sánky (corpus mandibulae) so zachovaným M_3 sin. a časťou vetvy (ramus mandibulae); telo pravej sánky (corpus mandibulae) s M_3 dext. a M_2 dext. a časťou vetvy (ramus mandibulae); poškodená časť pravej sánky s M_2 a M_3 dext.; fragment prednej časti ľavej vetvy sánky s C_1 sin.; samostatný ľavý vrchný očný zub C sin.; fragment ľavej sánky s M_3 sin; fragment ľavej časti čeľuste s M^1 sin.; fragment pravej čeľuste s M^1 dext. a M^2 dext.; predná časť čeľuste so zachovanými podnebnými kosťami; fragment prednej čeľuste s čiastočne zachovanými podnebnými kosťami (3 kusy); izolované rezáky a moláre; 2 fragmenty zadnej časti dextrálnej sánky; ľavá ramenná k. (humerus sin., 2 kusy so zachovanou epifýzou z lakťovej strany); pravá ramenná k. (humerus dext., 3 kusy – 1. so zachovanou epifýzou z ľakťovej strany, 2. a 3. diafýza so zachovanou ramennou hlavicou); pravá holenná k. (tibia dext., 2 kusy); stavce: nosič (atlas, 2 komplet. a fragment), čapovec (axis) krčný s. (v. cervicales, 3 kusy), jeden z posledných krčných s. (v. cervicale), jeden z prvých hrudných s. (v. thoriacicae), hrudné s. (v. thoriacicae, 4 kusy), driekové s. (v. lumbales, 2 kusy); izolovaná krížová k. (os sacrum, 1 kompletná, 1 poškodená); vretenná k. (rádius); tarsus (2); tars. – calcaneum; článok prsta (2); Mtc II sin.; Mtc III sin.; Mtc IV sin.; Mtc V sin.; Mtc V dext. (2); Mtt III; Mtt V (distálna časť chýba); panvová kosť (os coxae, 3 kusy); celá panva (pelvis); lopatka (scapula) (2 kusy); zachované neurocranium; fragmenty lebky – crania (3 kusy); pravá stehnová k. (femur dext.) (2 vrchné časti s diafýzou a zachovanou epifýzou, 2 kĺbové hlavice, kĺb z distálnej časti); ľavá stehnová k. (femur sin.); lavá lakťová k. (ulna sin.; 3); pravá lakťová kosť (ulna dext.; 2); rebrá (costae) indet.

Panva je uložená v zbierkach Prírodovedeckej fakulty UK Bratislava, ostatný materiál v zbierkach Tribečského múzea a Považského múzea (v čase odovzdania práce materiál v stave múzejného evidovania).

OPIS

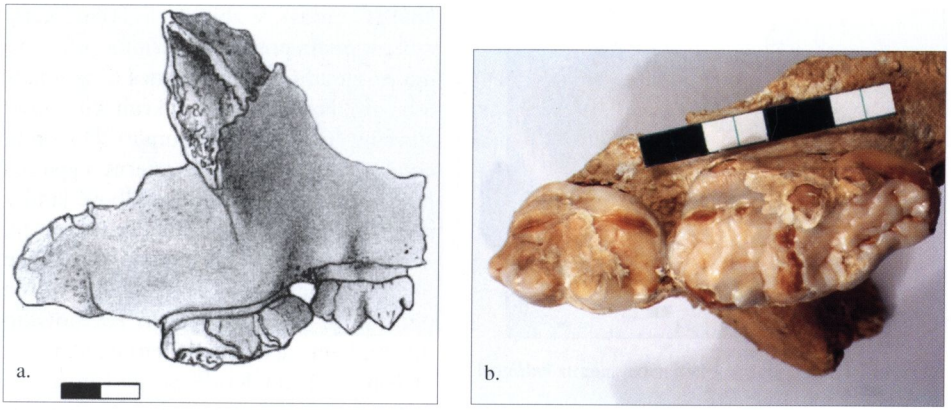
SÁNKA (mandibula), v zbierkach Tribečského múzea: dentale (obr. 12) je mohutne stavané. Na nájdenom fragmente tela sánky (corpus mandibulae sin.) je zachovaný bunodontný molár M_3 sin. Na povrchu žuvacej plochy dominujú tri konidy. Povrch je tiež zvrásnený vedľajšími konulidmi.
Rozmery zuba M_3 sin. v mm: maximálna výška korunky je 7 (v oblasti parakonidu), maximálna šírka molára je 18,5; maximálna dĺžka je 23. Pravý fragment sánky, uložený v zbierkach Považského múzea, má rozmery M_3 dext v mm: maximálna výška skloviny je 7 (v oblasti parakonidu), maximálna šírka molára je 18,5; maximálna dĺžka je 28.
Rozmery M_2 dext v mm: maximálna výška skloviny je 10 (v oblasti metakonidu), maximálna šírka molára je 18; maximálna dĺžka je 29.



Obr. 12. Ursus spelaeus: lingválna strana ľavej poloviny sánky so zachovaným molárom M_3, jeden dielik = 1cm (zbierky Tríbečského múzea)
Fig. 12. Ursus spelaeus: lingual side of the left mandible with preserved M_3 sin. one segment = 1 cm (collection of Tribeč Museum)

Pred M_3 sin. je smerom k frontálnej časti zubné lôžko (alveola dentale) po M_2 sin. V ďalšej časti je sánka zlomená. Pokračovaním by mohol byť ľavý fragment prednej časti ľavej sánky s C_1 sin. uložený v zbierkach Považského múzea. V ďalšej časti budem vychádzať z tejto možnosti z dôvodu kompletnejšieho opisu.
Bazálna časť nie je rovná (ako je to u *Ursus arctos*), ale je na nej zreteľná vypuklina. Na ventrokaudálnom okraji je silne poškodený uhlový výbežok (processus angularis). Na dorzálnom konci vetvy je kĺbový výbežok (processus articularis, syn. condylaris), valcovitého tvaru, dobre zachovaný. Svalový výbežok (processus coronoideus) je odlomený. V posteriórnej časti bazálneho okraja sa nachádza poduhlový výbežok (processus subangularis), typický pre Ursidae. Povrch kosti je hladký. V zadnej časti lingválnej strany je viditeľný pomerne veľký sánkový otvor (foramen mandibulare). Cez vnútro kosti pokračuje anteriórne v bazálnej časti kanál sánky (canalis mandibulae), ktorý je viditeľný na zlomenom priereze. Vyúsťuje dvoma relatívne menšími bradovými otvormi (foramina mentalia) v prednej časti na labiálnej strane. V rostrálnej časti je zachovaný očný zub C_1 sin.
Rozmery C_1 sin. v mm: výška skloviny je cca 23,5; maximálna dĺžka zuba v oblasti bázy skloviny (od zadnej časti k prednej) je 16; maximálna šírka v oblasti bázy skloviny je 15.
V prednej časti sánky sa v čiastočne zachovanej sinistrálnej rezákovej časti (pars incisiva) nachádzajú dve zubné lôžka (alveoli dentales) po rezákoch I_2 sin. a I_3 sin. Zachovaný je tiež rostrálny koniec, kde sa nachádzala spona sánková (symphysis mandibulae).
Rozmery mandibuly v mm: celková dĺžka (z dôvodu chýbajúcej časti len približná) cca 300, maximálna šírka v oblasti corpus mandibulae je 28, výška hneď za M_3 sin. je 66.

ČEĽUSŤ (maxila), zbierky Považského múzea: Na fragmente pravej časti čeľuste sú zachované bunodontné moláre M^1 dext. a M^2 dext. (obr. 13). M^2 dext. je poslednou stoličkou v čeľusti a najväčším molárom u *Ursus spelaeus*. Celý zub je najširší v prednej časti najmä v oblasti medzi parakonom a protokonom, smerom k dorzálnej sa mierne zužuje.
Rozmery M^2 dext. v mm: maximálna výška skloviny (v oblasti parakonu) je 11; maximálna dĺžka zuba je 42 a maximálna šírka je (v prednej časti) 23.

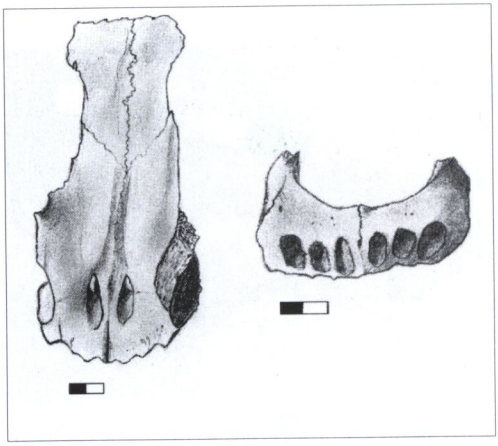


Obr. 13. Ursus spelaeus: a) pohľad na externú stranu pravej maxily s M^1 a M^2, b) pohľad na žuvaciu plochu M^1 a M^2 dext. jeden dielik = 1cm (zbierky Považského múzea)
Fig. 13. Ursus spelaeus: a) View on external side of upper jaw with M^1 a M^2, b) View on M^1 a M^2 dext. one segment = 1 cm (collection of Považske Museum)

M^1 dext. je značne menší ako M^2 dext.. Na vonkajšej strane sú jasne dominantné dva dobre vyvinuté hrbole metaconus a paraconus, ktoré pri laterálnom pohľade vytvárajú charakteristický dvojzahrotený a akoby ostrejší tvar.
Rozmery M^1 dext. v mm: maximálna výška skloviny (v oblasti parakonu) je 11; maximálna dĺžka je 27 a maximálna šírka je 19.
Zachovaná je časť jarmového výbežku (processus zygomaticus). Ďalšia časť chýba. Zachovala sa časť okraja očnicového otvoru (foramen orbitale).
Na lokalite sa našiel aj izolovaný horný ľavý očný zub C^1 sin. (v zbierkach Tribečského múzea). Ide o značne veľký očný zub, oproti spodnému C_1 sin. je relatívne rovný. V prednej časti zuba je jasne viditeľná vybrúsená plôška. Za života toto vybrúsenie spôsobil odierajúci sa spodný očný zub. Očný zub má kužeľovitý prierez, v laterálnom smere je stlačený.

Rozmery zuba C^1 sin. v mm: maximálna výška skloviny je 42, celková výška zubu aj s koreňom je 107.
Premaxila, v zbierkach Tribečského múzea: (obr. 14). Na oboch stranách sú asi z polovice zachované zubné lôžka (alveoli dentales) po očných zuboch. Vo frontálnej časti je zachovaných 6 zubných lôžok po rezákoch. Na dve zrkadlové polovice rozdeľuje premaxilu spona (symphysa). Prechádza stredom medzi alveolou pre I^1 sin. a alveolou pre I^1 dext. Na bazálnej strane pokračuje ďalej cez celé intermaxillare a maxilu. Zachované palatinum delí mediálny šev podnebný (sutura palatina mediana). Na bazálnej strane medzi intermaxillare a maxilou sú dve choány smerujúce k frontálnej časti.
Rozmery v mm: max. dĺžka zachovanej časti 184, z toho max. dĺžka palatinum 71. Max. šírka (v oblasti pars incisivi) je 82. Výška v oblasti symfýzy je 22.

STAVCE (vertebrae): stavce Ursidae, a to *Ursus spelaeus* a *Ursus arctos*, sú morfologicky prakticky nerozlíšiteľné, metricky sú stavce *U. spelaeus* väčšie (Erdbrink, 1953). Tieto dva druhy sa často môžu vyskytovať v jaskynných sedimentoch spoločne a presné určenie je preto nemožné. Výnimku tvorí atlas. Ak postavíme atlasy samcov oboch druhov kraniálnou plochou na rovnú dosku, atlas *U. arctos* zostane v nezmenenej polohe, kým atlas *U. spelaeus* sa vyvráti (Erdbrink, 1953).

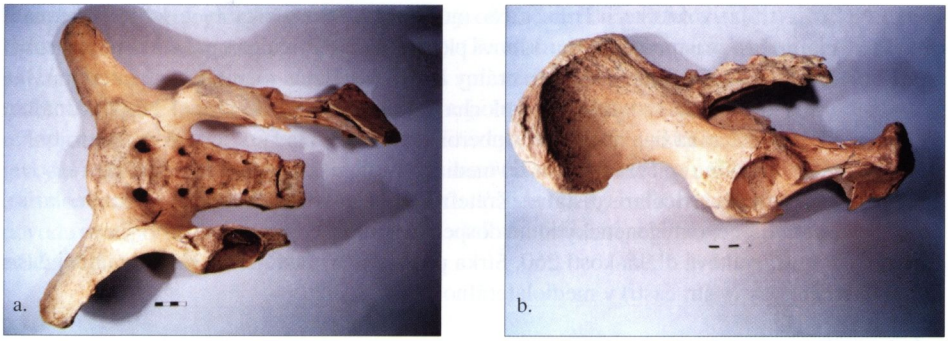


Obr. 14. Ursus spelaeus: spodná časť premaxily s palatinom a frontálna časť, jeden dielik = 1cm (zbierky Tribečského múzea)
Fig. 14. Ursus spelaeus: lower part of premaxilla with palatine and frontal part. one segment = 1 cm (collection of Tribeč Museum)

NOSIČ (atlas), v zbierkach Tribečského múzea: podľa pokusu Erdbrinka (1953) ho možno zaradiť ako atlas samca *U. spelaeus* (obr. 16). Najzreteľnejší je kruhovitý otvor stavcový (foramen vertebrale). Dorzálny oblúk (arcus dorzalis) je mierne vypuklý. Na kraniálnej strane sú dve kĺbové jamky pre kondyly (condylus occipitalis). Na kaudálnej strane sú vyvinuté dve kĺbne plôšky, spojenie s axisom. Jamka (fovea dentis) vo ventrálnej časti stavcového otvora, kam zapadá zub (dens axis), nie je na ňom vyvinutá. Krídlo nosiča (processus transversus) na sinistrálnej strane je z veľkej časti odlomený. Zreteľné sú krídlové otvory (foramina alaria). Atlas sa, na rozdiel od ostatných fosílnych zvyškov, našiel v sintrovom jazierku vo vedľajšom dómiku bočnej chodby.
Rozmery v mm: max. výška (v strednej časti) je 58, max. šírka (mezi krídlami atlasu) 120. Dĺžka v strednej ventrálnej oblasti je 26, v strednej dorzálnej oblasti je 29 a v oblasti krídla 71. Výška foramen vertebrale je 35 a šírka 34.

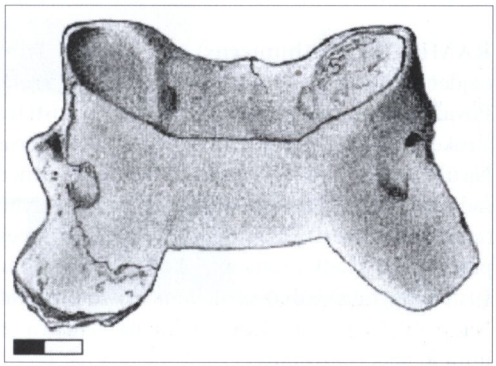
LOPATKA (scapula): na lokalite sa našli dve, pričom jedna je pravdepodobne z juvenilného štádia (prípadne *Ursus arctos*), v zbierkach Tribečského múzea. Druhá je z dospelého, v zbierkach Považského múzea. Sú fragmentárne. Na dorzálnej ploche (facies dorzalis) je zachovaný hrebeň lopatky (spina scapulae), vrchná časť je poškodená. Mierne sa zvažuje ku kĺbovému uhlu (angulus glenoidalis). Dobre zachovaná je kĺbová jamka (fossa, syn. cavitas glenoidalis). Má konkávny, v laterálnom smere pretiahnutý tvar.
Rozmery dospelého štádia v mm: šírka kĺbovej jamky 72, výška je 52. Dĺžka základne hrebeňa lopatky je 67.

PANVA (pelvis), v zbierkach Prírodovedeckej fakulty UK: v oblasti sondy č. 1 bola objavená celá panva (pelvis) dospelého, pravdepodobne starého jedinca (obr. 15). Zachovaná je celá krížová kosť. Skladá sa z piatich krížových stavcov a jedného falošného krížového stavca (vertebrae sacrales spuriae). Dominantnou štruktúrou je kĺbová jamka (acetabulum). Sinistrálna panvová kosť je zachovanejšia. Bedrová kosť (os ilium) je plochá, pomerne široká. Jej bazálna časť sa mierne vychyľuje k laterálnej strane. Napája sa na prvý a druhý krížový stavec v bedrovej oblasti krížovej kosti (pars iliaca ossis sacri). Smerom k acetabulu sa bedrová kosť postupne zužuje. Lonová kosť (os pubis) je zachovaná len z malej časti. Veľký otvor (foramen obturatum) obkrúžený sedacou a lonovou kosťou je preto zachovaný len z asi polovice. Sedacia kosť (os ischii) sa zachovala celá, trochu poškodená. Kaudálnym smerom sa mierne rozširuje. Na jej konci je drsná plocha, kde sa nachádzala symfýzna spona. Tá tvorila spojenie s dextrálnou sedacou kosťou. V dextrálnej časti sa zachovala len bedrová kosť a väčšia časť acetabula. Panvový otvor je preto na tejto strane neohraničený.



Obr. 15. Ursus spelaeus: panva a) ventrálna strana, b) laterálna strana. jeden dielik = 1cm (zbierky Prírodovedeckej fakulty UK)
Fig. 15. Ursus spelaeus: pelvis a) ventral side, b) lateral side. one segment = 1 cm (collection of Faculty of Natural Sciences UK)

Rozmery v mm: max. šírka bedrovej kosti 150, dĺžka po acetabulum je 200. Vzdialenosť v hornej časti medzi okrajmi bedrových kostí 158, v spodnej časti nad kraniálnou plochou kríž. k. je 270 a maximálna vzdialenosť (v kranálnej časti) je 355. Dĺžka tela celej kríž. k. 262. Šírka kraniálnej plochy je 68, výška v str. časti 40. Šírka kaudálnej plochy je 29 a výška 19. Priemer sin. acetabula je 68. Dĺžka sedacej kosti od acetabula je 130.



Obr. 16. Atlas Ursus speleaus, jeden dielik = 1 cm (zbierky Tribečského múzea)
Fig. 16. Atlas of the species Ursus speleaus, one segment = 1 cm (collection of Tribeč Museum)

STEHNOVÁ K. (femur), opisovaný femur dext. v zbierkach Tribečského múzea: v proximálnej časti je typická guľovitá hlava stehnovej kosti (caput femoris). Od jej centra je mierne kaudálne orientovaná jamka hlavy stehnovej kosti (fovea capitis femoris). V mieste prechodu krčka (collum femoris) do tela kosti (corpus femoris) sa nachádza na laterálnej strane výrazný veľký chochol (trochanter major), ktorý výškou nepresahuje výšku hlavice. Zreteľný je aj chocholový zárez (incisura trochanterica), ktorý na kaudálnej časti prechádza do chocholovej jamy (fossa trochanterica). Na mediálnej strane je poškodený malý chochol (trochanter minor). Diafýza je zachovaná len z malej časti. V priereze má približne kruhový anterioposteriórne mierne stlačený tvar. Distálny koniec (uložený v zbierkach Tribečského múzea) je rozdelený na dva hrbole. Mediálny hrboľ (condylus medialis) je o trochu väčší ako laterálny (c. lateralis). V kaudálnej časti je vyvinutá hlboká medzihrboľová jama (fossa intercondylaris). V kraniálnej časti je výrazná sezamská kĺbová plocha (facies articularis sesamoidea). Epifýzy sú uzatvorené, ontogeneticky ide o dospelé štádium.

Rozmery v mm: šírka hlavice je 57, výška 52. Šírka jamky hlavy je 15, výška je 8. Krčok medzi hlavou a veľkým chocholom má veľkosť 35. Priemer zachovanej časti diafýzy v stlačenom smere je 34 a v predĺženom 50. Šírka medzihrboľovej jamy je 17. Šírka mediálneho hrboľa je 45, laterálneho 43. Šírka sezamskej kĺbovej plochy je 48.

HOLENNÁ K. (tibia), v zbierkach Tribečského múzea: tibia dext. z lokality je dobre zachovaná, celá. Proximálna časť je najmohutnejšia, kĺbová plocha (facies articularis proximalis) je široká, na dve plochy ju rozdeľujú mediálny a laterálny hrboľ (condylus medialis a c. lateralis). Na laterálnej strane je viditeľná lýtková kĺbová plocha (facies articularis fibularis). Na proximálnej časti je viditeľná drsnatina holennej kosti (tuberositas tibiae). Diafýza je v priereze trojboká, relatívne krátka. Distálna epifýza vybieha do mediálneho členka (malleolus medialis) a kĺbovej distálnej plochy (facies articularis distalis). Zreteľná je aj členková brázda (sulcus malleolaris). Epifýzy sú uzatvorené, ontogeneticky ide o dospelé štádium.
Rozmery v mm: celková dĺžka kosti 260. Šírka proximálnej časti je 89, šírka distálnej časti je 72. Šírka diafýzy (v str. časti) v mediolaterálnom smere je 29.

LÝTKOVÁ K. (fibula), v zbierkach Tribečského múzea: pomerne tenká a slabá kosť, je nereduko-vaná, nezrastá s tibiou. Distálna i proximálna časť sú nevýrazné, plynulo prechádzajú do diafýzy a sú stlačené. Od proximálnej časti k distálnej sa diafýza postupne mierne zužuje. Jej prierez je trojuholníkový. Distálna epifýza tvorí vonkajší členok (malleolus lateralis).
Rozmery v mm: celková dĺžka fibuly je 226. Šírka proximálnej časti je 14, distálnej 11.

RAMENNÁ K. (humerus), v zbierkach Tribečského múzea: humerus sin. je najväčšou nájdenou dlhou kosťou. Proximálnu časť, zachovaná na náleze humerus dext. v zbierkach Považského múzea, tvorí hlava ramennej kosti (caput humeri). Pomerne plynulo prechádza do širokej diafýzy s trojbokým prierezom. Humerus sin. s distálnou časťou je dobre zachovaný. Na ulnárnej strane vybieha poškodené väčšie mediálne nadhrbolie (epicondylus medialis) a na radiálnej menšie laterálne nadhrbolie (epicondylus lateralis). Na kĺbovom hrboli ramennej kosti (condylus humeri) je zreteľná hlavička ramennej kosti (capitulum humeri) a veľká, valcovito pretiahnutá kladka ramennej kosti (trochlea humeri). Na dorzálnej strane je dominantnou štruktúrou hlboká okovcová jama (fossa olecrani) s okrajmi v tvare zaobleného trojuholníka. Na protiľahlej strane leží nevýrazná vencová jama (fossa coronoidea), pričom stena medzi nimi je neperforovaná.
Rozmery v mm: šírka proximálnej časti (humerus dext.) v mediolaterálnom smere je 84 a v kraniokaudálnom 74. Šírka (h. sin.) kĺbového hrboľa v mediolaterálnom smere je 86 a v kraniokaudálnom (v strednej časti) je 31. Vzdialenosť mediálneho a laterálneho nadhrbolia je z kaudálnej strany pod okovcovou jamou 38. Maximálna dĺžka zachovanej časti h. sin. je 345, pričom celková dĺžka so zachovanou proximálnou časťou by presiahla 400.

VRETENNÁ K. (radius), v zbierkach Tribečského múzea: proximálna časť je rozšírená do hlavice vretennej kosti (caput radii), je veľmi zle zachovaná, neúplná a z väčšej časti chýba. Diafýza je štíhla, mierne prehnutá. Distálna epifýza je poškodená a z veľkej časti chýba.
Rozmery v mm: celková dĺžka zachovanej časti je 240.

LAKŤOVÁ K. (ulna), v zbierkach Tribečského múzea: ulna sin. má dobre zachovanú proximálnu epifýzu. Dominantnou štruktúrou je z laterálneho pohľadu približne polkruhovitý kladkový zárez (incisura trochlearis), do ktorého z laterálnej strany zasahuje menej výrazný vretenný zárez (incisura radialis). Nad nimi sa nachádza pomerne mohutný nápadný lakťový výbežok (olecranon). Proximálna časť prachádza plynulo do diafýzy. Tá je v ďalšej časti zlomená a chýba. Diafýza je v mediolaterálnom smere zreteľne stlačená.
Rozmery v mm: šírka vretenného zárezu je 38, výška 15. Šírka kladkového zárezu je 43 a výška 39. Celková dĺžka zachovanej časti je 218.

Poznámka: Osteologický materiál na lokalite je možné zaradiť morfologicky a metricky k druhu *Ursus spelaeus (*Gregor – Čerňanský, 2003). Okrem určitých výnimiek, akými sú stavce, kde s výnimkou atlasu je lepšie zaradenie *Ursus* sp., a rebier, pri ktorých je vhodnejšie označenie indet. V lokalite Pružinská Dúpna jaskyňa majú bohaté zastúpenie pomerne dobre zachované nálezy kostí. Bohaté nahromadenie vo fosiliférnych vrstvách svedčí o dlhšom obývaní tejto jaskyne viacerými generáciami jaskynných medveďov. Dokonca sa našiel humerus z jedinca ešte v prenatálnom vývoji (obr. 17). Aj z tohto dôvodu (jaskynné medvede podupali kosti) a z dôvodu transportu, či zrútenia častí stropu sú však mnohé kosti polámané. Nájdené osteologické nálezy boli pokryté vrstvičkou sintra.

Obr. 17. Ursus spelaeus: humerus z jedinca v prenatálnom vývoji. jeden dielik = 1cm

Fig. 17. Ursus spelaeus: humerus from the bear in prenatal developement. one part = 1cm

Poďakovanie: Vďaka za pomoc patrí doc. RNDr. P. Holecovi, CSc., z Katedry geológie a paleontológie Prírodovedeckej fakulty Univerzity Komenského za vecné odborné pripomienky a Dr. M. Sabolovi za pomoc s odbornou terminológiou Carnivora a za cenné rady. Radi by sme sa tiež poďakovali M. Hankovi za pomoc pri vyhotovení a spracovaní fotografických snímok kostí a v neposlednom rade aj Mgr. Ľ. Slivovi a Dr. R. Vojtkovi. Osobitá vďaka patrí najmä Jaskyniarskemu klubu Strážovské vrchy, Slovenskej speleologickej spoločnosti.

LITERATÚRA

BÁRTA, J. (1963). Desať rokov speleoarcheologickej činnosti Archeologického ústavu SAV. Slovenský kras, 4, Martin, 87 – 97.

BELLA, P. – HOLÚBEK, P. (1999). Zoznam jaskýň na Slovensku. Ekopress, Bratislava, s. 286.

ERDBRINK, D. P. A Rewiew of fossil and recent bears of the Old World I. – II. Min. Geol. Inst. Rijsk Univ. Utrecht, Deventer, 598.

GREGOR, M. – ČERŇANSKÝ, A. (2003). Predbežná správa z paleontologického výskumu Pružinskej Dúpnej jaskyne. Spravodaj č. 4, SSS, s. 23.

GULIČKA, J. (1975). Fauna slovenských jaskýň. Slovenský kras, 13, Martin, 37 – 85.

GULLÁR, J. (2002). Slovenské levy ako realita. Národná osveta 7/2002, 16 – 18.

HAINES, T. (2001). Putování s pravěkými zvířaty. Slovart, Praha, s. 264.

HOCHMUTH, Z. (2002). Výsledok mapovacieho kurzu v Pružinskej jaskyni, Spravodaj SSS, 4, 20 – 21, mapa.
JAKÁL, J. (1982). Praktická speleológia. Osveta, Martin, s. 375.
JANÁČIK, P. (1963). Príspevok k poznaniu krasu Strážovskej hornatiny so zvláštnym zreteľom na Mojtínsku krasovú oblasť. Slovenský kras, 4, Martin, 3 – 33.
KURTÉN, B. (1976). The Cave bear story. Columbia University, New York, 160.
LEHOTSKÁ, B. – ONDRUŠKA, J. (1998). Prvé výsledky systematického výskumu chiropterofauny Strážovských vrchov. Výskum, využívanie a ochrana jaskýň, zborník referátov, Liptovský Mikuláš, 70 – 74.
MAHEĽ, M. (1985). Geologická stavba Strážovských vrchov. GÚDŠ, Bratislava, s. 221.
MAZÁK, V. – BURIAN, Z. (1992). Pravěký člověk. Fénix, Praha, s. 191.
PALES, L. – LAMBERT, CH. (1971). Atlas ostéologique (Mammiféres du Quaternaire). Les membres I. (Carnivores). Editions du centre national de la recherche scientifique, Paris.
PATURI, F. R. (1996). Kronika Země. Fortuna Print, Praha, s. 576.
PETRÁŠ, R. (2002). Morfometrická analýza metapódií medveďa jaskynného. Manuskript, Prif. Uk, Bratislava, s. 119.
RUNKOVIČ, G. (1975). Pružinská jaskyňa. Krásy Slovenska, 52, 11, Bratislava, 500 – 501.
SABOL, M. (1997). Fosílne medvede z niektorých jaskýň na Slovensku. Manuskript, archív Katedry geológie a paleontológie Prif. UK, Bratislava, 221.
SABOL, M. (2000). Fosílne a subfosílne medveďovité mäsožravce (Ursidae, Carnivora) z územia Slovenska. Manuskript, archív Katedry geológie a paleontológie, Prif. UK, Bratislava, 149.
SCHMIDT, Z. (1970). Výskyt a geografické rozšírenie medveďov (Ursinae) na území slovenských Karpát. Slovenský kras, VIII, Liptovský Mikuláš, 7 – 20.
ŠPINAR, Z. V. – BURIAN, Z. (1984). Paleontologie obratlovců. Academia, Praha, s. 864.
VERHOEF-VERHALLEN, J. (2001). Encyklopedie volně žijících zvířat. Rebo Production, Dobřejovice, s. 320.
VOZÁROVÁ, (2000). Petrografia sedimentárnych hornín, Prif UK Bratislava.
ZAJONC, I. (1963). Príspevok k poznaniu fauny krasovej oblasti Strážovskej hornatiny. Slovenský kras, 4, Martin, 75 – 85.
ZÁRUBA, B. – BURIAN, Z. (1997). Otisky času. Aventium, Praha, s. 359.

Adresy autorov:
Miloš Gregor, Jaskyniarsky klub Dubnica nad Váhom, Podjavorinskej 597/15 01841 Dubnica nad Váhom
Andrej Čerňanský, Katedra geológie a paleontológie, PriF. UK, Mlynská dolina – G, 842 15 Bratislava

SLOVENSKÝ KRAS (ACTA CARSOLOGICA SLOVACA)	XLIII	187 – 192	LIPTOVSKÝ MIKULÁŠ 2005

COTTONBALLS – PECULIAR SPELEOTHEMS FROM ZLOMISKÁ CAVE (LOW TATRAS MOUNTAINS, SLOVAKIA) – PILOT RESULTS

MICHAŁ GRADZIŃSKI – PETER HOLÚBEK

M. Gradziński & P. Holúbek: Chumáče – typické sintrové formy z Jaskyne zlomísk (Nízke Tatry, Slovensko) – predbežné výsledky

Abstract: A peculiar type of subaqueous speleothems occurring in the pools in the Zlomiská Cave (Low Tatras Mountains, Slovakia) was described. Such speleothems have been mentioned from a few caves in the world so far. The cottonballs in the Zlomiská Cave are up to 12 cm in diameter. They are characterized by high amount of water contents (> 92 wt. %). They comprise small, randomly oriented aggregates of needle-shaped calcite crystals and organic filaments. The filaments are most probably of fungal origin.

Key words: subaqueous speleothems, micro-organisms, calcite

INTRODUCTION

Several types of carbonate speleothems from many caves all over the world have been described so far (Hill – Forti, 1997). The most common are formed due to dripping or owing water. Others grow continuously bathed by standing water in perched pools (Gonzalez & Lohmann, 1987). Such types of subaqueous speleothems are commonly composed of macroscopically visible crystals of calcite or aragonite. In the Zlomiská Cave (Jaskyňa zlomísk) another type of subaqueous speloethems has been encountered (Hochmuth & Holúbek, 1998). They are similar to the speleothems called cottonballs, which were mentioned from Cataract Cave (Alaska) by C. Hill & P. Forti (1997). This term characterizes well the speleothems from the Zlomiská Cave and, hence, is used also in this article. Cottonballs, being an uncommon type of speleothems, drew the author's attention. The main aim of this paper is to gather the field observations, present the preliminary results of laboratory analyses and put forward some hypotheses concerning the origin of cottonballs.

SPELEOLOGICAL SETTINGS

The Zlomiská Cave (Jaskyňa zlomísk) lies in the Jánska Valley (Jánska dolina) in the northern part of the Low Tatras Mountains (Nízke Tatry) (Fig. 1; Hochmuth & Holúbek, 1998). The cave is located between 743 and 890 m a.s.l. The total length of the cave exceeds 10 km. The cave is developed in Gutenstein limestone and dolomites (Middle Triassic) which are trusted over Mesozoic autochthonous cover of the crystalline core of the Low Tatra Mountains (Biely et al., 1992). The cottonballs occur in the perennial pools located in the main passage in southern part of the cave (Fig. 1). The biggest of them is named White Lake (Biele jazero). The subterranean pools are bordered by hard, crystalline owstone oor. Moonmilk does not occur in surrounding of the pools. This part of the cave is located at 815 m a.s.l. and ca 70 m below the surface and are characterized by constant temperature about 6.1 °C.

The studied samples were collected in a small pool located southward of White Lake. The depth of the pool reaches 40 cm while its size is 5 × 1.5 m. During the collection of the samples the water temperature in the pool equalled 6.0 °C and pH was 7.8.

MATERIALS AND METHODS

The article presents the results of the macroscopic observation made in the cave and the preliminary results of some laboratory analyses carried out by means of microscopic observation and X-ray diffraction analyses. A scanning electron microscope (SEM) JEOL 5410 coupled with a microprobe Voyager 3100 (Noran product) was used. The samples were lyophilised before observation. The samples dried in the temperature of 40 °C were analysed by powder X-ray diffractometry using a vertical goniometer XPert APD Philips with Cu-Ka radiation and graphic monochromator. The samples were weighted before and after drying to calculate the amount of water content.

RESULTS

The cottonballs are up to 12 cm in diameter. They are globular in shape and cover almost all the bottom of the pool (Fig. 1). The are whitish to pale orange in colour. Their surface is rough and spongy while their consistency is soft, gelatinous and resembles that of the fresh cottage cheese. In some places there are some clusters of mould attached to the particular cottonballs (Fig. 2). The clusters, white in colour, are suspended in water.

The cottonballs contain more than 92 wt. % of water. Calcite is their dominant mineral. XRD analyses show the presence of insignificant dolomite and quartz admixtures as well as undetermined clay minerals contents (Fig. 3). Silicates are most probably of detritic origin. Co-occurrence of dolomite with silicates suggests that also dolomite is allochthonous.

SEM observations show that cottonballs are composed of minute calcite crystals, and organic filaments building dense irregular mat (Figs 4, 5). The diameter of the filaments is less than 1 mm. Locally some filaments of bigger diameter, exceeding 10 mm occur. Both types of filaments are built of organic compounds. Thus, taking into account that the microbiological analyses prove that several species of fungi are present in the cottonballs (dr. M. J. Chmiel, personal inform.), the filaments are most probably of fungal origin. Those of bigger diameter can be living fungal hyphae while the smaller ones represent fungal secretions. The same genera of fungi as in cottoballs were detected in clusters. The bacteria have not been detected either in the cottonballs or in clusters (dr. M. J. Chmiel, personal inform.).

The calcite crystals observed in cottonball samples form irregular aggregates which are randomly oriented (Fig. 5). The particular aggregates are composed of several crystals of needle shape which are joined parallelly to long axis. Some crystals are built of the so-called rhomb-chain or overlapping rhomboedra (see Jones & Kahle, 1993; Verrecchia & Verrecchia, 1994).

DISCUSSION AND CONCLUSIONS

The consistency and co-occurrence of micro-organisms with needle shaped calcite crystals strongly resembles moonmilk speleothems (see Gradziński et al., 1997). In fact, C. Hill and P. Forti (1997, p. 83) describe cottonballs as subaqueous moonmilk. They present the description and photographs of cottonballs from Cataract Cave (Prince of Wales Island, Alaska).

Fig. 1. Pool surrounded by flowstone floor with stalagmites; cottonballs occurring at the bottom are visible. Photo: M. Gradziński
Obr. 1. Jazierko ohraničené sintrovou podlahou so stalagmitmi; na dne sú viditeľné sintrové chumáče. Foto: M. Gradziński

Fig. 2. Spongy surface of cottonball with clusters of mould attached to its upper part. Photo: P. Holúbek
Obr. 2. Špongiovitý povrch chumáča so skupinkami plesne pripojenými na jeho hornú časť. Foto: P. Holúbek

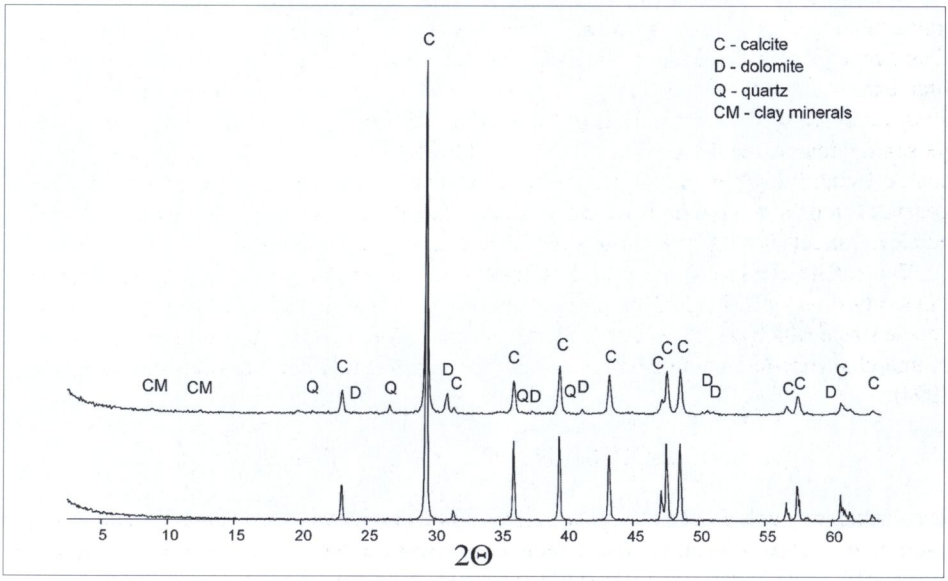


Fig. 3. X-ray diffraction patterns of cottonball samples
Obr. 3. Príklady difrakcie X-lúčov ukážok chumáčov

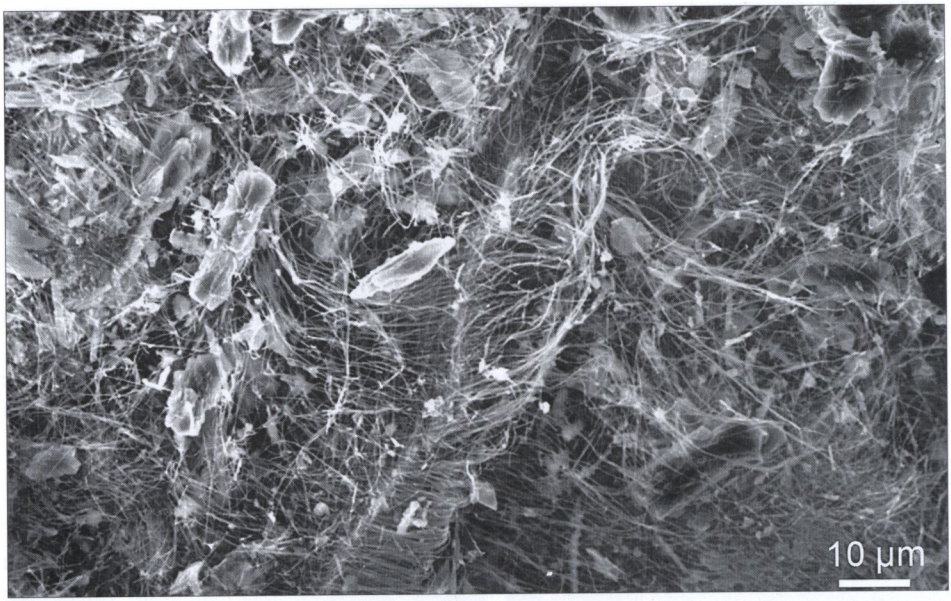


Fig. 4. Cottonball ultrastructure: woven organic filaments and minute calcite crystals, SEM image. Photo: Z. Banach
Obr. 4. Ultraštruktúra chumáča: spletené organické vlákna a nepatrné kryštály kalcitu. Foto: Z. Banach

Fig. 5. Cottonball ultrastructure: randomly oriented aggregates of calcite crystals, individual aggregates are composed of needle-shaped crystals, SEM image. Photo: Z. Banach
Obr. 5. Ultraštrukrúra chumáča: nepravidelne orientované zoskupenia kryštálov kalcitu, jednotlivé zoskupenia sú usporiadané do špagetovito tvarovaných kryštálov. Foto: Z. Banach

In that cave moonmilk deposits occur also in the surroundings of the pools, which is not the case in the Zlomiská Cave. The cottonballs discussed in this article slightly differ from the so-far described also in shape and colour. They are more spherical and more yellowish than the forms described from Cataract Cave. C. Hill and P. Forti (1997) also mention two other occurrences of cottonballs, i.e. Groaning Cave (Colorado) and Faustlöh (Switzerland). The temperatures in these caves equal 6 °C, 4 °C and 6 °C respectively in Cataract Cave, Groaning Cave and Faustloch. Thus, all the caves are characterized by similar temperatures as Zlomiská Cave. However, C. Hill and P. Forti (1997) also report on one probable occurrence of tropical subaqueous moonmilk from Brazil (Caverna Santana).

Although the cottonballs from Zlomísk Cave have some common characteristics with moonmilk, they differ in several points. There is a lack of bacteria in the studied samples, which are the most common micro-organism in moonmilk (Gradziński et al., 1997; Northup – Lavoie, 2001). The studied samples do not contain small needle-fibre calcite (MA type according to Verrecchia – Verrecchia, 1994), which is a typical calcite crystalline habit in moonmilk. The rhomb-chain crystal aggregates which are common in moonmilk occur only subordinately in cottonbals from Zlomísk Cave.

The so far carried out preliminary research has not explained the origin of the cottonballs. However, some possibilities have been excluded. The morphology of calcite crystals proves that calcite building the cottonballs is an autchohtonous mineral phase and does not originate as residuum of Triassic carbonates. The constant, above 0 °C temperature in Zlomísk Cave makes it possible to exclude the role of freezing in the origin of cottonballs, which is considered by C. Hill and P. Forti (1997).

The role of micro-organisms in the formation of cottonballs still remains an open question. One may only suppose that the presence of living fungi in uences the calcite precipitation process. It is not clear if the precipitation is induced by fungal activity (biomineralization) or is only passively facilitated by the presence of organic fungal secretion (organomineralization).

Acknowledgements: We thank Zuzanna Banach who operated the SEM, Maria Jolanta Chmiel who carried out microbiological analyses, Anna Łatkiewicz who operated the XRD, Anna Lewandowska who helped with determination of minerals and Renata Jach who prepared the figures. Sławomir Zagórski is acknowledged for his help during the field-work.

REFERENCES

BIELY, A. – BEŇUŠKA, P. – BEZÁK, A. – BUJNOVSKÝ, A. – HALOUZKA, R. – IVANIČKA, J. – KOHÚT, M. – KLINEC, A. – LUKÁČIK, E. – MAGLAY, J. – MIKO, O. – PULEC, M. – PUTIŠ, M. – VOZAR, J. (1992). Geologická mapa Nízkych Tatier. Geologický ustav Dionýza Štúra, Bratislava.

GONZALEZ, L. A. – LOHMANN, K. C. (1988). Controls on mineralogy and composition of spelean carbonates: Carlsbad Caverns, New Mexico. In James, N. P. – Choquette, P. W. (eds): Paleokarst. Springer, New York, 81 – 101.

GRADZIŃSKI, M. – SZULC, J. – SMYK, B. (1997). Microbial agents of moonmilk calcification. In: Jeannin, P.-Y. (ed.): Proceedings of the 12th International Congress of Speleology, vol. 1. International Union of Speleology, Basel, 275 – 278.

JONES, B. – KAHLE, C. F. (1993). Morphology, relationship, and origin of fiber and dendritic calcite crystals. Journal of Sedimentary Petrology, 56, 217 – 227.

HILL, C. – FORTI, P. (1997). Cave Minerals of the World. National Speleological Society. Huntsville, 463 p.

HOCHMUTH, Z. – HOLÚBEK P. (1998). Geomorfologické pomery a topografia novoobjavených časti Jaskyne zlomísk v Jánskej doline v Nízkych Tatrách. Slovenský kras, 36, 59 – 80.

NORTHUP, D. – LAVOIE, K. H. (2001). Geomicrobiology of caves: A review. Geomicrobiology Journal, 18, 199 – 222.

VERRECCHIA, E. P. – VERRECCHIA, K. P. (1994). Needle-fibre calcite: A critical review and a proposed classification. Journal of Sedimentary Research, A64, 650 – 664.

Authors' addresses:
Michał Gradziński, Institute of geological Sciences, Jagiellonian University, ul. Oleandry 2a, 30–063 Kraków, Poland, e-mail: gradzinm@ing.uj.edu.pl
Ing. Peter Holúbek, Slovenské múzeum ochrany prírody a jaskyniarstva, Školská ul. 4, 031 01 Liptovský Mikuláš, Slovensko, e-mail: holubek@smopaj.sk

SLOVENSKÝ KRAS (ACTA CARSOLOGICA SLOVACA)	XLIII	193 – 201	LIPTOVSKÝ MIKULÁŠ 2005

NÁPISY AKO HISTORICKÉ PAMIATKY V PRIEPASTI ZVONICA NA PLEŠIVSKEJ PLANINE

PAVOL HORVÁTH – ZOLTÁN JERG

P. Horvath & Z. Jerg: Historical inscriptions in the Zvonica Abyss in the Plešivec Plateau in Slovak Karst

Abstract: During a documentation of representative localities of the World Heritage – Caves of Slovak and Aggtelek Karst, a need to complete some localities with the newest knowledge appeared together with making out a new map documentation. Thus it was also in case of national nature monument – Zvonica – Jingly-hole Abyss (-10.5 m) in Plešivec Plateau. The fact, that in a lateral little hall on the bottom of the cave during mapping there was found an inscription dated to 1882. Subsequently, all more significant ones that have been found in the abyss were documented. From among them, names or initials of explorers were determined whose activities are accompanied by quest reports scattered in literature. From among the most known it is necessary to mention Jozef Drenko from Kunova Teplica, who made out the 1st map of the abyss in 1925. Moreover, there are the signatures of Z. Hadaš dated to 1936, also Hungarian spelunkers from 1943, spelunkers from Štítnik (1950 – 1951), participants of the Museum of Slovak Karst expedition from 1957 etc. In terms of history of Zvonica exploration, the most precious is just the inscription dated to 1882. Its author was Spissák Gyula, the participant of the expedition organized by the head of Plešivec railway station – Jozef Pachel. Research of historical inscriptions in the abyss of Zvonica cannot be considered as being finished. One of the aims was to find a sign after the 1st descent to the cave made by E. Fabnik´s expedition in 1875 just right in the cave, but we unfortunately failed. It is not known until now as well, who left the date "4. I. 1918" inscription carved into the wall in Kamenský´s passage. Results of our research are presented in this contribution.

Key words: Plešivec Plateau, Zvonica Abyss, historical inscriptions

ÚVOD

Z dôvodu zdokumentovania reprezentatívnych lokalít Svetového prírodného dedičstva – Jaskyne Slovenského a Aggtelekského krasu vznikla potreba niektoré lokality doplniť najnovšími známymi poznatkami, ako aj vyhotoviť novú mapovú dokumentáciu. Nové mapové podklady národnej prírodnej pamiatky (ďalej len NPP) Zvonica na Plešivskej planine a NPP Silická ľadnica na Silickej planine vyhotovili členovia speleoklubu Minotaurus z Rožňavy, ktorí spoločne s Baníckym múzeom v Rožňave uskutočnili aj výskum historických nápisov v priepasti Zvonica. Podnetom na spracovanie bola skutočnosť, že v bočnej sienke na dne priepasti sme pri mapovaní zistili nápis: *Júli 16. 1882 a meno*, identifikované (zle prečítané) ako Sussán Gyula. Až po spracovaní novej mapy priepasti sme z článku uverejneného v dobových novinách (Rozsnyói Hiradó) prišli na to, že meno identifikované ako Sussán je Spissák, keďže okrem krátkeho opisu priepasti sú v článku zverejnené aj mená aktérov zostupu.

V priepasti boli zdokumentované nápisy do roku 1972. Novšie nápisy sa nedokumentovali (okrem jednej výnimky) z viacerých dôvodov. Samotná priepasť sa nachádza asi v strede Plešivskej planiny a jej hĺbka je 100,5 m. Zostupy do takýchto hĺbok sa do roku 1972 uskutočňovali len za pomoci lanového vrátku s obsluhujúcim personálom alebo povrazových rebríkov.

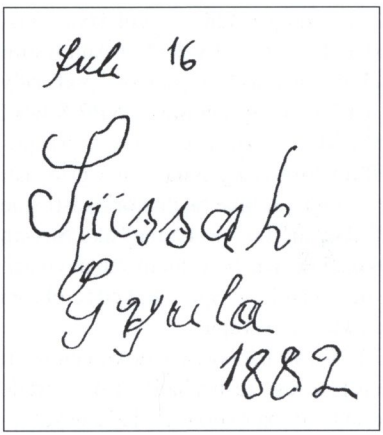
Akcie na zostup do takýchto hĺbok si vyžiadali s prípravou a dopravou veľkého množstva potrebného materiálu aj niekoľko dní. Od sedemdesiatych rokov minulého storočia jaskyniari používajú na zostupy do vertikálnych jaskýň lezecké pomôcky (výstupné strmene, zlanovacie brzdy, laná...), čo umožňuje zostup a výstup za niekoľko hodín. Na takéto podujatia už nie je potrebné špeciálne sa pripravovať. Kým na prepravu lanových rebríkov alebo vrátku sa musel zabezpečiť vhodný povoz, pri dnešnej lezeckej technike potrebné množstvo materiálu na zostup unesie aj jeden človek. Zmena techniky zostupu umožňuje dosiahnuť dno neporovnateľne jednoduchšie a rýchlejšie.

Prevažná väčšina nápisov po roku 1972 pochádza pravdepodobne z exkurzných návštev priepasti a neviažu sa k žiadnej známej výskumnej a dokumentačnej činnosti, preto sme ich nedokumentovali. Neznamená to však, že v priepasti sa potom už dokumentačná a výskumná činnosť nevykonávala, len nie všetci ich účastníci sa podpísali (napr. geomorfologický výskum P. Mittera, fotodokumentácia M. Hujdiča). Nápisy sú na dne priepasti, ako aj na skalnom moste, ktorý sa nachádza v hĺbke 45 m.

Priepasť Zvonica je známa miestnym obyvateľom odnepamäti. Za pozoruhodné môžeme považovať konštatovanie K. G. von Windischa z r. 1780, ktorý o Zvonici doslovne píše: *Na sever od Plešivca nachádza sa Plešivský vrch (Nagy hegy – Veľký vrch) s veľkými stromami a s výbornou pastvou pre ovce. Takmer v prostriedku tohoto vrchu nachádza sa 8-siahová okrúhla bezodná diera, zvaná Zvonivá diera, ktorá podľa povesti má mať spojenie s výtokmi dvoch na úpätí tohto vrchu sa nachádzajúcich prameňov.* Hydrologické prepojenie s Brzotínskou vyvieračkou dokázali farbiace skúšky realizované podnikom Inžinierskogeologický a hydrologický prieskum (IGHP) Žilina v roku 1978. Názov Zvonica (Zvonivá diera, Csengő lyuk) dostala priepasť podľa toho, že kameň, vhodený do nej, vydáva počas pádu ostrý, zvonivý zvuk. Prvý známy zostup do priepasti sa uskutočnil 25. septembra 1875 pod vedením Emila Fabnika, riaditeľa železiarní v Slavci.

VÝSLEDKY VÝSKUMU

JULI 16, SPISSAK GYULA, 1882

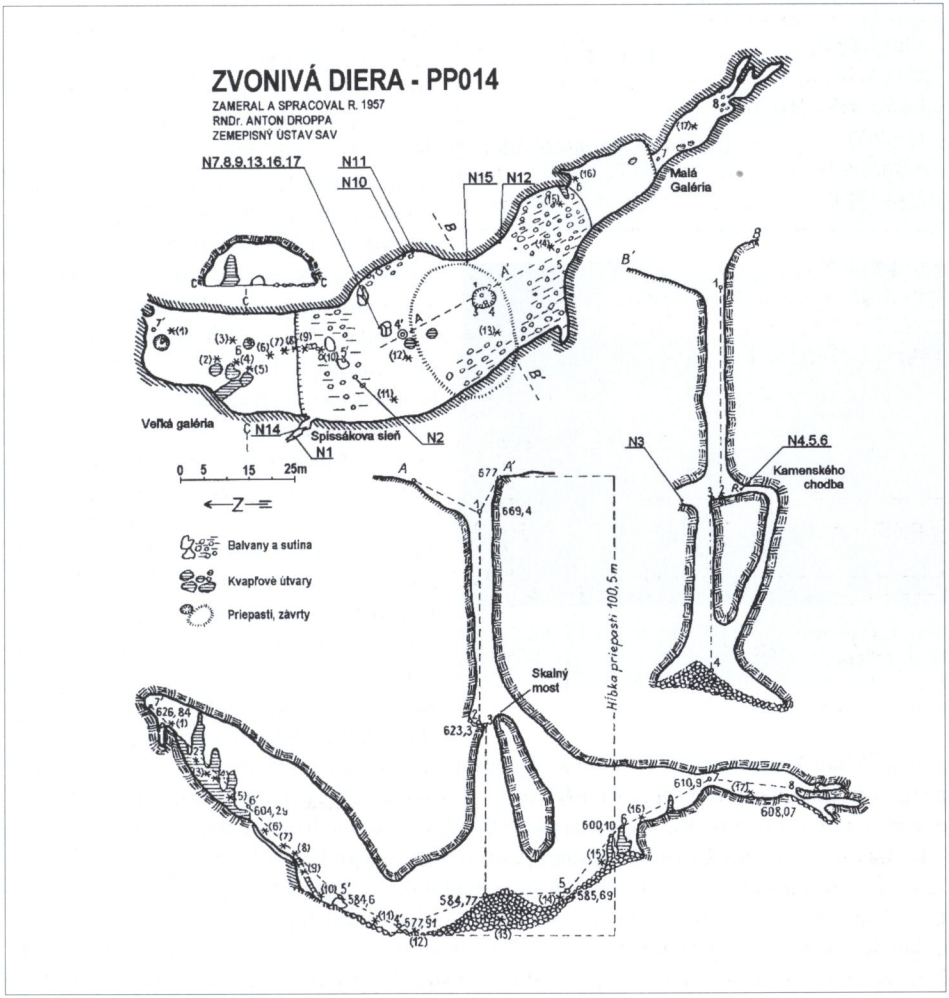


Nápis č. 1. Nachádza sa na ľavej stene Spissákovej sienky. Vstup do sienky je sťažený malým profilom vchodu. Je pomenovaná podľa nápisu, ktorý sa v nej zachoval vyškriabaný na ploche asi 60 × 20 cm. Nápis – svoje meno, vyškrabal na stenu sienky 16. júla 1882 Gyula Spissák, účastník zostupu do priepasti, ktorého organizátorom bol prednosta železničnej stanice v Plešivci Jozef Pachel. Pachelova expedícia sa považuje za prvú, ktorá priepasť informatívne preskúmala; jej opis zverejnili na stránkach týždenníka Rozsnyói Hiradó (Rožňavský spravodaj). Meno Spissák sme prvýkrát prečítali ako Sussán. Až na základe článku z dobových novín sa nám podarilo ozrejmiť jeho skutočné znenie.

Nápis v Spissákovej sieni
Inscription in the Spissák´s Hall

Nápis č. 2. Vo svahu pod Veľkou galériou na zrútenom kvapli sa nachádza meno Jozefa Drenka z Kunovej Teplice. Jozef Drenko v roku 1925 ako prvý vyhotovil mapu priepasti a odborne ju preskúmal. Meno si napísal červenou kriedou na plochu asi 43 × 37 cm. Pod nápis sa ceruzkou podpísal aj Drenkov bratranec Ľudovít Orbán, ktorý sa taktiež zúčastnil zostupov do priepasti. Drenkova expedícia dosiahla dno priepasti dokázateľne ako tretia v poradí. Vo fonde SP (Fond speleológia) Baníckeho múzea sa nachádza kópia správy z jeho prvozostupu, ako aj kópia ním vyhotovenej mapy priepasti. V roku 1925 do priepasti zostúpil celkove trikrát 15. a 22. augusta a 6. septembra. Spolu s J. Drenkom dno priepasti striedavo dosiahli okrem už spomínaného Ľudovíta Orbána aj Július Tegdes, Alexander Vajda a Jozef Záborszký. Na skalný most, ktorý v hĺbke 45 m rozdeľuje priepasť na dve šachty, zostúpil ešte Štefan Koleszár, zlievač z Kunovej Teplice.

DRENKO JÓZSEF, 1925, VIII., 22
K. TAP. ORBÁN LAJOS 1925 IX-6



Obr. 1. Mapa jaskyne s polohami nápisov. Kreslil: A. Droppa
Fig. 1. Situation map of epigraphs. Drawing: A. Droppa

DJ

Nápis č. 3. Na skalnom moste v hĺbke 45 m vľavo od lanového kotvenia, sa nachádzajú škrabané iniciály DJ a OL. Súvisia s nápisom zdokumentovaným pod č. 2 a patria J. Drenkovi a L. Orbánovi z roku 1925.

4. I. 1918

H.P. PL. 4
1936

Nápis č. 4. Nápis H.P. PL. 4. 1936 zanechal na ľavej stene Kamenského chodby po sebe Zdeněk Hadaš, čatár Jelšavskej vojenskej posádky, ktorý zostúpil do priepasti 27. mája 1936. Bol to celkove štvrtý zostup. Pre nedostatok výstroja sa Hadaš dostal len na skalný most, kam s ním zostúpil ešte jeho kolega. Za istých okolností iniciály H.P. PL. 4 môžu znamenať skratku vojenskej posádky, v ktorej slúžil. Veľkým otáznikom zatiaľ ostáva vyškrabaný dátum 4. 1. 1918, ktorý sa nachádza nad nápisom z roku 1936. O zostupe do priepasti z roku 1918 nie sú zatiaľ žiadne údaje.

KESSLER H.
1943. V. 20.
KAMENSKÝ MILAN
12.6.1950
KEMÉNY G.
1943, VII.4.

BETE
1943. IV. 20.

BERTALAN K. SZENES J.

Obr. 4. Časť nápisov na balvane pod Veľkou galériou. Foto: Z. Jerg
Fig. 4. Part of inscriptions on the boulder under Veľká Gallery. Photo: Z. Jerg

Nápis č. 5. V roku 1943 zostúpila do priepasti dvakrát expedícia maďarských jaskyniarov pod vedením známeho speleológa Huberta Kesslera. Prvýkrát 30. mája 1943 s Vojtechom Mihalovitsom, baníkom z Gombaseku. H. Kessler sa na pamiatku podpísal ceruzkou na pravú stenu v Kamenského chodbe. Pod Kesslerom je zase meno Milana Kamenského s dátumom 12. júna 1950 a pod ním meno Géza Kemény. H. Kessler zostúpil do Zvonice aj 4. júla 1943 a zostupu sa zúčastnil aj J. Drenko a z Rožňavy G. Kemény, člen hornogemerskej jaskyniarskej sekcie Maďarského turistického spolku (MTE – Magyar Turista Egyesület). MTE Rožňava bol organizátorom prieskumu, na ktorom sa okrem Keménya zúčastnili aj ďalší členovia z Rožňavy: Sándor Varga, Kámán? (Béla Lázár?) a Tibor Román. Zaujímavý je údaj H. Kesslera v článku „A Csengőlyuk újabb feltárása", uverejnenom v časopise Turisták lapja, podľa ktorého rožňavský oddiel MTE plánoval sprístupniť priepasť pre širokú verejnosť použitím banskej techniky – ťažným zariadením, umiestneným v domčeku nad priepasťou, s podporou banského závodu spoločnosti Rima v Rožňave a jeho riaditeľa B. Lázára. Hneď vedľa opísaných nápisov je veľký, v červenom obdĺžniku červenou kriedou napísaný nápis BETE – Budapesti Egyetemi Turista Egyesület (Univerzitný turistický spolok v Budapešti), dátum: 1943. IV. 20. Zanechala ho taktiež expedícia maďarských speleológov pod vedením Károlya Bertalana, ktorí zostúpili do Zvonice ešte pred Kesslerom. Zostupu sa zúčastnil podľa nápisu aj Ján Seneš (Szenes, J.), známy neskôr svojimi prácami z výskumu Slovenského krasu, v tom čase študent vysokej školy v Budapešti. Pre nedostatočný výstroj sa im podarilo zostúpiť len do hĺbky 60 m.

M K 1950

Nápis č. 6. Na ľavej stene Kamenského chodby sa nachádza vyškriabaný nápis: MK 1950. Zanechal ho Milan Kamenský, o ktorom je zmienka pri nápise pod č. 8 a ktorý 20. augusta 1950 objavil chodbu, ktorá je pomenovaná po ňom. M. Kamenský zorganizoval v rokoch 1950 – 1951 celkove päť zostupov do priepasti. Z týchto akcií sa zachovali aj nápisy č. 7, 8 a 9. Na týchto prieskumoch sa zúčastnili aj Zoltán Hosszúréty, Emil Zdechovan (n. č. 8), Tibor a Ján Kamenský a mnohí ďalší.

Hosszúréty Zoltán 1950 VI 11- én Csetnek

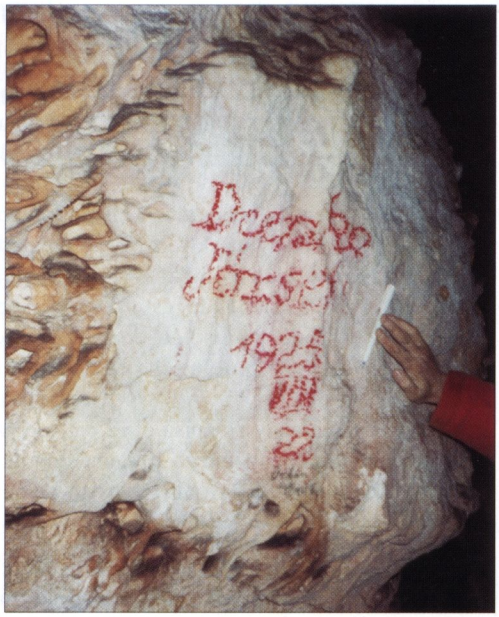
Nápis č. 7. Nápis Hosszúréty Zoltán, 1950 VI 11-én Csetnek sa nachádza na veľkom balvane pod úpätím Veľkej galérie a je napísaný ceruzkou.

M.K. E.Z. Š.Z. 1950

Nápis č. 8. Nachádza sa na tom istom mieste ako nápis č. 7. Sú to pod sebou vyškriabané iniciálky M.K., E.Z., Š.Z. a 1950. Výška písmen je asi 10 cm.

D/J HOSSZÚRÉTY Z 23.IX.1951 ŠKUTA MAX. OSTRAVA 23.IX.1951 DEPEŠ JÁN 23.IX.1951

Nápis č. 9. Ceruzkou napísané mená: D/J, Hosszúréty Z. 23. IX. 1951, Škuta Max. Ostrava 23. IX. 1951 a Depeš Ján 23. IX. 1951, taktiež na veľkom zrútenom balvane. Iniciály D/J možno patria J. Drenkovi z rokov 1925 alebo 1943. Môžu však patriť aj J. Depešovi z roku 1950 – 1951. Ako sa Depeš a Škuta dostali k jaskyniarom zo Štítnika, sa nám nepodarilo zistiť.



Obr. 2. Nápis J. Drenka z roku 1925. Foto: Z. Jerg
Fig. 2. Inscription of J. Drenko from 1925.
Photo: Z. Jerg

Obr. 3. Nápis maďarských jaskyniarov z roku 1943.
Foto: Z. Jerg
Fig. 3. Inscription of Hungarian cavers from 1943.
Photo: Z. Jerg

Nápis č. 10. Nachádza sa na východnej stene, 1 m vpravo od stalagmitu (najnižšie miesto dómu). Nápis je písaný ceruzkou na ploche 3 × 10 cm. Sú to iniciály bratov Kamenských, ktorí sa zúčastnili aj zostupu, organizovaného Múzeom slovenského krasu.

T.+ M. Kamenský, 6. VIII. 1957

6. VIII. 1957, A. Droppa

Nápis č. 11. Nachádza sa 3 m vpravo od predchádzajúceho. Je napísaný ceruzkou na ploche 3 × 8 cm.

Prekrížené kladivá
V. R.

Nápis č. 12. Situovaný na východnej stene svahu Malej galérie. Karbidovou lampou sú načmudené prekrížené kladivá – banícky symbol, a iniciály V. R. Výška písma asi 10 cm. Nápisy č. 10, 11 a 12 dokumentujú výskumnú expedíciu, ktorú usporiadalo Múzeum slovenského krasu v spolupráci s Biologickým ústavom, Ústavom Dionýza Štúra a Zemepisným ústavom SAV. Celé podujatie sa uskutočnilo v dňoch 3. – 8. augusta 1957. Expedície sa zúčastnili okrem iných (pozri zborník Múzea slovenského krasu, ročník II. 1957 – 1958) aj T. a M. Kamenský – vedúci speleologickej skupiny zo Štítnika, ktorých iniciály sa zachovali aj v nápise č. 10. Anton Droppa (nápis č. 11) bol pracovníkom Zemepisného ústavu SAV – výskum jaskýň v Liptovskom Mikuláši. Pod jeho vedením priepasť detailne zamerali a geomorfologicky preskúmali. Na základe týchto meraní Droppa vyhotovil novú mapu priepasti. Iniciály z nápisu č. 12 patria významnému slovenskému jaskyniarovi Viliamovi Rozložníkovi, jednému zo zakladateľov moderného jaskyniarstva v Rožňave. Spolu so Štefanom Rodom a Ladislavom Herényim založili pracovnú skupinu SSS, ktorá v roku 1951 objavila Gombaseckú jaskyňu.

KSSNM Praha +
Rožňavané
15+2, 1967.

Nápis č. 13. Nachádza sa na tom istom balvane ako nápisy 7 až 9. Je načmudený karbidovou lampou. Nápis súvisí s výpravou Krasovej sekcie Spoločnosti národného múzea v Prahe (KSSNM), ktorej členovia uskutočnili študijný zostup do priepasti, spojený s fotodokumentáciou.

H.D.
H.F.S.
7.7.1969
SSBMR
ROŽŇAVA
PREŠOV
MGSSP
ODPaM

Nápis č. 14. Vyškrabaný v roku 1969 na ľavej stene na začiatku Spissákovej sienky, nachádzajúcej sa na ľavej strane dómu na úpätí Veľkej galérie. Obsah nápisu korešponduje s viacdňovou akciou jaskyniarov z Rožňavy a Turne nad Bodvou, uskutočnenou v dňoch 4. – 12. júla 1969. Na podujatí sa zúčastnilo 21 speleológov. Medzi prítomnými bola aj jedna žena. Dňa 7. júla zostúpili na dno priepasti štyria jaskyniari z Rožňavy spoločne s piatimi členmi MGSBMP z Prešova, ktorí ich v ten deň navštívili. Podľa technického denníka rožňavskej skupiny skratka MGSBMP znamená: Mineralogicko-geologicko-speleologická skupina Baníckeho múzea v Prešove. V priepasti je však v nápise skratka MGSSP ODPaM, čo označuje Mineralogicko-geologicko-speleologickú skupinu Okresného domu pionierov a mládeže. Banícke múzeum v Prešove nie je. Rožňavskí jaskyniari v tom období (od r. 1960 do r. 1970) boli organizovaní pri Baníckom múzeu v Rožňave s názvom: Speleologická sekcia Baníckeho múzea v Rožňave, z čoho je odvodená skratka SSBMR. Z viacdňovej akcie sa zachovali v archíve Baníckeho múzea záznamy – technické denníky. Na akcii jaskyniari skúšali na výstup po lane horolezecké výstupové strmene typu hiebeler (na obrázku vedľa). Strmene tohto typu mali tendenciu vypadávať z lana. Pri ich skúške lezec (popredný jaskyniar) ostal visieť v 40 m výške v jednom strmeni za nohu dole hlavou, lebo druhý strmeň z lana vypadol. Len vďaka fyzickej kondícii a duchaprítomnosti lezca nedošlo k nešťastiu.

Nápis č. 15. Zachoval sa z expedície opísanej pod nápisom č. 14. Nachádza sa na východnej stene pod previsom medzi sutinovou haldou a svahom Malej galérie. Je načmudený karbidovou lampou na ploche 110 × 65 cm, s dátumom 6. júla 1969, SSBMR, Expedícia Rožňava, Vendo. Ďalej je tu nakreslený netopier a povrazový rebrík s lezúcim jaskyniarom. Meno Vendo patrí Vendelínovi Kindernayovi, ktorý bol v tomto období vedúcim sekcie B (tzv. lezeckej) rožňavských jaskyniarov. V. Kindernay má zásluhu na rozvoji športového jaskyniarstva – speleoalpinizmu v Rožňave a aj jeho pričinením sa Rožňavčania stali priekopníkmi zavádzania tzv. dvoj- a jednolanovej techniky do speleologickej praxe na Slovensku.

6. VII. 1969, *Povrazový rebrík s lezcom*
SSBMR, EXPEDÍCIA ROŽŇAVA
ENDO

Obr. 5. Nápis z akcie rožňavských jaskyniarov z roku 1969.
Foto: Z. Jerg
Fig. 5. Inscription from activity of Rožňava cavers from 1969. Photo: Z. Jerg

Nápis č. 16. Lokalita tá istá ako č. 7. Na ploche 15 × 25 cm, začmudenej karbidovou lampou, je vyškriabaný netopier, SSS, Zvolen, Jasov, Trenč. Teplice, Tisovec, Bratislava, Ružomberok, Harmanec, Rožňava a dátum 22. 9. 1973, 19 členov. Akcia sa uskutočnila pomocou ručného lanového vrátku konštrukcie P. Hipmana. Do priepasti zostúpilo podľa technického denníka 21 osôb z 8 oblastných skupín.

Zvolen	**SSS,**	**Ružomberok**
Jasov		**Harmanec**
Trenč. Teplice	*nakreslený*	**Rožňava**
Tisovec	*netopier*	
Bratislava	**22.9.1973**	
19 členov		

Nápis č. 17. Na tom istom balvane ako nápis 16. Je to tabuľka z hliníkového plechu s rozmermi 19 × 25 cm, ktorá je pripevnená na balvan. Ide už o zostupy do priepasti dvoj- alebo jednolanovou technikou. V sedemdesiatych a osemdesiatych rokoch dvadsiateho stor. vykonávali dokumentáciu krasových javov Plešivskej planiny českí jaskyniari. Amatérska speleologická skupina Krtek Praha navštívila priepasť v rokoch 1972, 1973, 1975, 1977, 1978, 1981 a 1982. Či boli vo Zvonici aj po roku 1982, to známe nie je. Z tohto obdobia (z roku 1976) sa zachovala povrchová mapa Plešivskej planiny v mierke 1 : 25 000, ktorú vyhotovil J. Procházka, so zakreslenými polohami 60 jaskýň a priepastí.

AMATÉRSKÁ SPELEOLOGICKÁ SKUPINA KRTEK PRAHA
28. 4. 1972 L. Kozák, J. Čerovský, S. Kopřiva, P. Topol
3. 8. 1973 L. Kozák, J. Čerovský, J. Tuza
27. 7. 1975 L. Kozák, S. Vaněček, J. Procházka, A. Zelenka, A. Sem? + CERBERUS BRNO
ZÁŘÍ 1977 L. Kozák, J. Čerovský, S. Vaněček
S. Kopřyva, D. Rýva
ZÁŘÍ 1978 L. Kozák, S. Vaněček, Mýval
15. 9. 1981 L. Kozák, J. Čerovský, B. Čiháková, J. Valanec, J. Tuza, K. Mor
23. 5. 1982 L. Kozák, J. Valanec, K. Mor

ZÁVER

Výskum historických nápisov v priepasti Zvonica na základe dostupných informácií nemôžeme považovať za skončený. Ostáva nezodpovedaných viac otázok. Pri výskume sa našli nápisy v anglickom jazyku, ktorých pôvod sa nepodarilo (zatiaľ) písomne podložiť. Žiaľ, sú nečitateľné a znenie mien sa nedá jednoznačne určiť. Boli napísané ceruzkou. V roku 1967 na pozvanie KSSNM Praha (výmenná exkurzia) pôsobila v Československu sedemčlenná skupina speleológov z University Bristol of Speleological Society, ktorá v Slovenskom krase vykonávala speleopotápačský prieskum v spolupráci s Východoslovenským múzeom v Košiciach. Potápali sa v jaskyniach Gombasecká, Brzotínska, Krásnohorská, Silická ľadnica a v priepasti Bezodná ľadnica. Navštívili aj jaskyňu Domica, Ochtinskú aragonitovú jaskyňu, ako i niektoré ďalšie, nesprístupnené jaskyne, medzi nimi podľa ústneho podania aj Zvonicu. V správe z ich návštevy to však nie je uvedené. V rokoch 1966 – 1969 vo vtedajšom Východoslovenskom kraji spravovalo sprístupnené jaskyne Východoslovenské múzeum. Prostredníctvom svojej Speleologickej sekcie sa podieľalo aj na speleologickom prieskume a dokumentácii ostatných jaskýň Východoslovenského kraja. Anglické mená môžu byť pamiatkou aj z exkurzie, ktorá bola súčasťou 6. medzinárodného speleologického kongresu v Olomouci. Išlo vlastne o pokongresové exkurzie v dňoch 10. – 16. septembra 1973 v Slovenskom krase, v rámci ktorých bol v Gombaseku medzinárodný speleoalpinistický tábor. Účastníci zo zámoria zostupovali do priepasti už na lane s lezeckými pomôckami a bez horného istenia, čo bolo vtedy ešte na naše pomery nezvyčajné. Najväčšie uznanie za spoluúčasť na podujatí sa dostalo oblastnej skupine SSS č. 3 z Rožňavy, členovia ktorej nezištne pomáhali v príprave i počas trvania tábora. K zdarnému priebehu podujatia prispelo vo veľkej miere aj Banícke múzeum v Rožňave.

Otáznik visí aj nad dátumom 1918, keďže zostup do priepasti v tomto roku nepotvrdil žiadny písomný údaj. Priamo v priepasti sa nenašiel ani nijaký hmotný dôkaz o prvozostupe Fabnikovej expedície v roku 1875.

Výskum v teréne, t. j. priamo v priepasti, sa uskutočnil na troch akciách, súčasne s mapovaním a fotodokumentáciou priepasti.

LITERATÚRA

ANONYMUS (1882). A csengő-lyuki barlang. Rozsnyói Hiradó, ročník 5, č. 31 zo dňa 30. 7. 1882. Zbierkový fond Baníckeho múzea v Rožňave.

BELLA, P. – HOLÚBEK, P. (1999). Zoznam jaskýň na Slovensku (stav k 31. 12. 1998), Ministerstvo životného prostredia Slovenskej republiky, Bratislava.

BENICKÝ, V. (1959).Výskum Zvonivej diery na Plešivskej planine. Slovenský kras, 2, Martin, 5 – 13.

DRENKO, J. (2000). Spomienky z Kunovej Teplice, Kunová Teplica, 31 – 33.

HORVÁTH, P. (2003). Historické pozadie prvých zostupov do Zvonice. Manuskript, Banícke múzeum v Rožňave, 2 s.

KESSLER, H. (1943). A Csengőlyuk újabb feltárása. Turisták lapja, 55/9, Budapest, 157 – 160.

KRATOCHVÍLE, Z. (1968). Angličtí speleologové v československých jeskyních. Československý kras, 20, Praha, 137 – 139.

KUČERA, B. – HROMAS, J. – SKŘIVÁNEK, F. (1981). Jeskyně a propasti v Československu, Praha, 256.

KUBÍNY, D. (1973). Správa o priebehu 6. medzinárodného speleologického kongresu. Spravodaj SSS č. 3, 3 – 7.

„l" (1882). Pár szó a pelsőczi Csengőlyuk kérdéséhez. Rozsnyói Hiradó, ročník 5, č. 29 zo dňa 16. 7. 1882. Zbierkový fond Baníckeho múzea v Rožňave.

LALKOVIČ, M. (1985). Príspevok k histórii merania a mapovania jaskýň na Slovensku. Slovenský kras, 23, Martin, 145 – 170.

LALKOVIČ, M. (2001). 130 rokov Dobšinskej ľadovej jaskyne. Sinter č. 9, 29 – 30.

MIŠKOVIČ, O. (1969). Záznam z akcie Zvonivá priepasť. Manuskript, Banícke múzeum v Rožňave, 7 s.

MITTER, P. (1974). Medzinárodný speleologický tábor UIS Slovenský kras. Spravodaj SSS č.: 1, 5 – 8.
MITTER, P. (1975). Medzinárodný speleologický tábor UIS, Slovenský kras 1973. Slovenský kras, 13, Martin, 229 – 237.
NAGY, L. – CSETNEK (1882). Juliushó 19. Rozsnyói Hiradó, ročník 5, č. 30 zo dňa 23. 7. 1882. Zbierkový fond Baníckeho múzea v Rožňave.
ROZLOŽNÍK, V. (1955). Priepasti Plešivskej planiny. Geografický časopis, 7, Bratislava, 3 – 4.
STANKOVIČ, J. – JERG, Z. a kol. (2001). Plešivecká planina, atlas krasových javov. Slovenská speleologická spoločnosť, Speleoklub Minotaurus, Rožňava, 301 s.
SKŘIVÁNEK, F. (1968). Zpráva o činnosti Krasové sekce Společnosti Národního muzea v Praze za rok1967. Československý kras, 20, Praha, 133 – 135.
STRŐMPL, G. (1912). Vázlatok a Magyar Karsztból. Turistaság és Alpinizmus, 2/9, Nagy Röce (Revúca), 305 – 311.
„sz" (1875). A „csengőlyuk" megvizsgálása. Rozsnyói Hiradó, ročník 3, č. 42, zo dňa 17. 10. 1875: Okresný archív Brzotín.
VARGA, S., (1939). A Csengőlyuk. Turisták lapja, 51/1, Budapest, 22 – 23.
WINDISCH, K. G. (1780). Geographie des Kőnigreichs Ungarn. Bratislava, 94 s.

Adresy autorov:
Pavol Horváth, Banícke múzeum, Šafárikova 31, 048 01 Rožňava
Zoltán Jerg, Komenského 11, 048 01 Rožňava

SLOVENSKÝ KRAS (ACTA CARSOLOGICA SLOVACA)	XLIII	203 – 209	LIPTOVSKÝ MIKULÁŠ 2005

NAJSTARŠIE ÚDAJE O NETOPIEROCH *(CHIROPTERA)* Z JASKÝŇ NA SLOVENSKU

VLADIMÍR KOŠEL

V. Košel: The oldest records on bats (*Chiroptera*) from caves in Slovakia

Abstract: The oldest scientific records of bats from caves in Slovakia were published in the middle of the 19th century by Kornhuber and Kolenati. Some circumstances of these records are not clear and they are discussed with some historical facts. Problems are connected with the species determination, names of localities and authorships of the records.

Key words: Chiroptera, Slovakia, caves, history

LAICKÉ ÚDAJE O NETOPIEROCH

Že najstaršie pozorovania živých tvorov v jaskyniach na Slovensku sa týkajú práve netopierov, nemôže byť prekvapujúce. Ide predsa o najväčšie, a teda najnápadnejšie živočíchy našich jaskýň. Prvé takéto záznamy máme prakticky už z mladšieho stredoveku.

Pravdepodobne prvý, kto zverejnil svoje pozorovanie o výskyte netopierov, bol Johann Paterson Hain (1615 – 1675), prešovský mestský lekár, rodák z Pruska (podrobnejšie Prikryl, 1985). V jednom svojom spise z roku 1672 opisuje stretnutie s netopiermi v jaskyni v Pieninách (predpokladá sa, že ide o jaskyňu Aksamitka) takto: *„Keď sme vošli dovnútra, pozdravili nás jednostajným lietaním nesčíselné krídle netopierov, vyplašených pozeraním do svetla, čo sme priniesli. Je ich tam veľké množstvo.“* (Preklad latinského textu Prikryl, 1985, s. 313.)

Polvetová zmienka o netopieroch je aj v článku od Jakoba Buchholza (1787) z Kežmarku pri návšteve ľadovej jaskyne na Dreveníku v októbri 1752(?): *„... und oben an den Felsen halten sich viele Fledermäuse auf.“ (= a hore na skalách zdržiava sa veľa netopierov.)* Ten istý autor navštívil v roku 1752 aj Silickú ľadnicu a videl tam: *„... Auserhalb der Höhle halten sich sehr viele Fledermäuse auf.“ (= Mimo jaskyne zdržiava sa veľmi veľa netopierov.)* Správy na tejto úrovni máme aj z medzištátnej jaskyne Baradla z prelomu 18. a 19. storočia. Christian Raisz (1807, p. 275) tu videl *„.... eine Legion – (?) – überwinternder Fledermäuse, die in der Kammer bei Nro. 7, in grossen, zuweilen beinahe klafterdicken Ballen zusammen gehängt, den Winter über den Lenz erwarten.“ (= légiu prezimujúcich netopierov, ktoré v komore s číslom 7 viseli spolu vo veľkých, miestami siahu hrubých baloch, aby prečkali zimu do jari.)*

Ladislav Bartholomaeides vo svojej monografii o Gemeri z 1805 – 1808 opísal pocity z pozorovania netopierov v Baradle asi ako reakciu na ich štebot: *„Soli vespertiliones iis delectantur.“ (= Len – jedine netopiere (tie) obveseľujú – potešujú.)*

Bratislavský profesor na vyššej reálnej škole Eduard Mack (1859) v Plaveckej jaskyni zistil: *„.... eine bedeutende Anzahl von Fledermäusen, welche hier ihren zeitweiligen Aufenthalt genommen haben, auszeichnet.“ (= značný počet netopierov, ktoré si tu vybrali svoje dočasné prebývanie.)* Podobných poznámok v literatúre spred r. 1850 našlo by sa iste viac.

VEDECKÉ ÚDAJE O NETOPIEROCH

Prvé vedecké údaje o netopieroch z jaskýň na Slovensku pochádzajú až zo začiatku 2. polovice 19. storočia. Z aggteleckej jaskyne Baradla to bolo o necelé desaťročie prv (Petényi, 1854). Okrem toho, že išlo o prvé údaje, boli to zároveň aj nadlho (do r. 1925) jediné pôvodné údaje z jaskýň Slovenska (Dudich, 1925). Máme ich od dvoch autorov a týkajú sa dvoch druhov netopierov. Dr. Andreas Georg Kornhuber (1824 – 1905), profesor na vyššej reálnej škole v Bratislave, spoluzakladateľ a funkcionár tamojšieho Prírodovedného spolku, publikoval výskyt podkovára veľkého *„Rhinolophus ferrum equinum"* v 1857 takto: *„In Höhlen. Blasenstein in den kleinen Karpathen."* Toto pozorovanie, aj keď bez dátumu, je zrejme autentické, pretože Malé Karpaty boli jeho obľúbeným terénom (Hensel, 1987). Porovnávaním s inými článkami (napr. Mack, 1859) a historickou mapou z r. 1757 sme zistili, že Blasenstein bolo meno pre Plavecký hrad. Ak výskyt bol zistený v jaskyni vo vrchu s týmto hradom, išlo zrejme o dnešnú Plaveckú jaskyňu. T. Ortvay (1902) citujúc nález podkovára nazval túto lokalitu *„a detrekői barlang". (Detrekő=Blasenstein;* na mape z r. 1579 je pri značke hradu meno Dotresku, čo je iste slovenského pôvodu). Autor obsiahlej monografie o netopieroch Uhorska L. Mehély (1900) lokalitu označil ako Blasenstein, ale u J. Paszlavszkého (Paszlavszky, 1917) vo Fauna Regni Hungariae chýba.

Je však čudné, že A. G. Kornhuber (l. c.) nepíše o výskyte lietavca sťahovavého (*Miniopterus schreibersi*), ktorý je charakteristický pre túto jaskyňu. To možno vysvetliť tým, že lokalitu navštívil v zime, keď sa tu lietavec nevyskytuje alebo sa vyskytuje len výnimočne. V tom prípade je pravdepodobnejšie, že nešlo o zriedkavého podkovára veľkého Rhinolophus ferrumequinum, ale o podkovára malého *R. hipposideros*, ktorý tu bežne zimuje (Lehotská – Lehotský, 2000; Lehotská, 2002 a vlastné pozorovanie v zime 2003, 2004).

Druhý autor vedeckých údajov bol Friedrich Anton Kolenati (1812 – 1864), profesor na technike v Brne (životopis a dielo pozri Flasar, 1965, 1997), a údaje sa týkajú lietavca sťahovavého – *Miniopterus schreibersi*. V časopiseckej monografii z r. 1860 pozná tohto netopiera z 18 jaskynných lokalít v Európe a zo Slovenska sú tu menované tieto: *„in der drei Hölen am Schutzberge bei Kaposdorf des Zipser Komitates, in der Eishöhle bei Scilicze im Comitat Abanj-Torna (správne Abauj-Torna), in der Handlowa am Berge Donnerstein bei Kikehag des Unter-Neutrauër in der Drachenhöhle bei Demény-Falva (Demanowa) des Liptauer Comitates,.....in der Jasso-Höhle des Abaujvarer Comitates,..."*

S týmito údajmi však súvisia tri okruhy problémov.

Miestopisné problémy

Väčšina z týchto lokalít vysvetlenie nepotrebuje, ale zastavme sa pri prvej a tretej. Obec *Kaposdorf* či *Kapsdorf* (nem.) = *Káposztafalu* či *Káposztafalva* (maď.) na Spiši sú dnešné Hrabušice. Názov *Schutzberge* – doslovný preklad ochranná hora, by mal byť totožný s latinským názvom *Lapis refugii* = Skala útočišťa, čo je dnešné Kláštorisko. Problémom sú však tri nemenované a nešpecifikované jaskyne na Kláštorisku alebo v jeho okolí. Môžeme sa len domnievať, že išlo o najznámejšie jaskyne v tej dobe. V staršej literatúre (Buchholz, 1787) boli z tejto oblasti známe jaskyne *Rosenhöhle* = Ružová, *Goldenloch* = Zlatá diera a neurčitá *Drachenhöhle* = Dračia jaskyňa. Z dnešného pohľadu ako najpravdepodobnejšie lokality by boli Ružová jaskyňa, Kláštorná jaskyňa a azda Mníchova jaskyňa na Zelenej hore najbližšie k Hrabušiciam. Menšia pravdepodobnosť je, že by šlo o Zlatú dieru, ktorá je z nich najodľahlejšia. Stále je tu však možnosť stotožnenia Dračej jaskyne s dnešnou Medveďou jaskyňou na Glaci.

Lokalitu opisovanú pri Handlovej sa podarilo identifikovať podľa staršej špeciálnej mapy – listu č. 4561 Handlová a Oslany (1 : 75 000) z 27. IX. 1930. *Donnerstein* je dnes bralnatý sopečný vrch Veľký Grič (971 m n. m.) západne od Handlovej v pohorí Vtáčnik. (I. Országh in litt.). Meno *Kikehag* je pravdepodobne F. A. Kolenatiho skomolenina nemeckého názvu Handlovej – *Krikehaj* alebo *Krickerhau* či maďarského *Krikehey*. O výskyte jaskýň, rozsadlín a puklín v tomto masíve, kde by sa mohli zdržiavať netopiere, nie je však nič známe (Bella – Holúbek, 1999). L. Mehély (1900) handlovskú lokalitu uviedol ako „Handlova Kikehag" a u J. Paszlavszkého (Paszlavszky, 1917) opäť chýba.

Problém druhov

Čo vzbudzuje isté pochybnosti o správnosti druhového určenia netopierov u Kolenatiho, to sú údaje len o jedinom druhu – *Miniopterus schreibersi* zo všetkých slovenských jaskynných lokalít. Ide o netopiera, ktorý na území Slovenska bežne nezimuje, ale vytvára nápadné letné kolónie v našich najjužnejších, a teda najteplejších regiónoch, ako je Slovenský kras a Malé Karpaty. Je preto veľmi nepravdepodobné, že by sa v severných regiónoch Liptov a Spiš vyskytoval bežnejšie než ostatné druhy. Potvrdzujú to aj publikované pozorovania po roku 1945, keď v týchto regiónoch bol síce zistený, ale skôr len v jednotlivých kusoch. Zo severu Slovenska sa nepravidelne pozorovala malá letná kolónia len v jaskyni Aksamitka v Pieninách (Vachold, 1956 s. 27; Gaisler – Hanák, 1972) a v blízkom Červenom Kláštore ho odchytával Mituch, (1965). Jediné údaje z Demänovskej doliny, kde bol aj odchytávaný v neveľkom počte, pochádzajú (bez dátumu) taktiež od J. Mitucha (Mituch l. c.).

O správnosti určenia nemožno pochybovať pri údajoch z jaskýň Slovenského krasu, kde ako klasické a dlhodobé lokality s jeho výskytom boli, resp. sú jaskyne Ľudmila, Čertova diera, Drienovská a Jasovská (Gaisler – Hanák, 1972; Uhrin et al., 1997; Matis et al., 2002).

Údaje zo Slovenského raja, Demänovskej doliny a od Handlovej možno považovať teda za chybné? Je to veľmi pravdepodobné. V prípade týchto jaskýň najpravdepodobnejšie išlo o iný, vcelku bežný letný druh netopiera. Nie je preto namieste opakovať výskyt M. schreibersi z týchto sporných lokalít a regiónov ako hodnoverný. V článku M. Uhrina et al. (1997) sú tieto údaje zaradené do skupiny údajov nejasných, neúplných a dubióznych.

Problém autorstva údajov

Čo je zvláštne, F. A. Kolenati (l. c.) ani pri jednej z 18 jaskynných lokalít a 2 regiónov s Miniopterus schreibersi necituje a ani nemenuje žiadneho autora údajov, hoci u iných druhov sú mená niekde uvedené – napr. u všetkých troch druhov *Rhinolophus* z Uhorska je v zátvorke Petényi, ojedinele Kováts. Údaje o *M. schreibersi* majú zrejme rôznorodý autorský pôvod. Niektoré lokality už J. S. Petényi (1854) a A. Schmidl (1857) pred F. A. Kolenatim publikovali napr. u oboch autorov to bola jaskyňa Baradla pri Aggteleku a aj u Petényiho jaskyne z dnešného Rumunska.

Nás však zaujíma autor alebo autori údajov zo slovenských lokalít. Že by mal Kolenati vlastné údaje z terénu, je málo pravdepodobné, ale nemožno to úplne vylúčiť. Do cudziny cestoval pomerne často a niekoľko rokov strávil v Rusku (Flasar, 1965, 1997). Hoci nie je nič známe o tom, že navštívil aj Slovensko, cestou do Ruska, resp. cestou späť mohol Slovenskom prechádzať. Na druhej strane aj keď nebol v uvádzaní autorstva dôsledný, svoje údaje by pravdepodobne označil svojím menom, tak ako pri niektorých nálezoch z Moravy s výkričníkom, (p. 57). V „neprospech" jeho autorstva by bola chybná druhová determinácia, čo nemožno u neho predpokladať.

Aké sú možnosti, že Kolenati získal tieto sporné údaje od iných autorov? V tej dobe takými potenciálnymi informátormi mohlo byť niekoľko zoologických osobností:

Petian – Petényi, Johann Šalamun (1799 – 1855), pôvodne slovenský evanjelický kňaz, neskôr pracoval ako zoológ v Národnom múzeu v Budapešti (Janota, 1972; Matoušek, 1999). Zaoberal sa výskumom cicavcov, teda aj netopiermi, ale aj vtákmi a rybami a je autorom prvých slovenských mien netopierov. Publikoval viackrát údaje o netopieroch z jaskýň vrátane Miniopterus schreibersi, ale ani jeden údaj sa netýka slovenských lokalít. Najbližšie k Slovensku sú jeho nálezy z jaskyne Baradla. Ani v Národnom múzeu v Budapešti sa nenašiel žiaden dokladový materiál z našich lokalít (Mehély, 1900; Miller, 1912).

V prospech predpokladu, že údaje sú od Petényiho, svedčí len fakt, že mal kontakty s Kolenatim a poskytol mu napr. údaje o výskyte všetkých troch druhov Rhinolophus, čo však Kolenati autorizoval Petényiho menom v zátvorke (inak Kolenati nemá v zozname literatúry nijakú Petényiho publikáciu).

Na druhej strane Petényiho autorstvo popierajú také fakty, ako nesprávna determinácia materiálu, chýbanie Petényiho mena pri údajoch, Petényi nič o týchto lokalitách nepublikoval ani v súvislosti s inými druhmi (ani v posmrtných rukopisoch z 1879, 1880), nenašiel sa žiaden materiál v Národnom múzeu v Budapešti a v jeho životopise sa nikde neuvádza, že by bol navštívil severné regióny Slovenska a okolie Handlovej. L. Mehély (1900) jednako predpokladal, že údaje získal Kolenati od Petényiho.

Blasius, Johann Heinrich (1809 – 1870), tohto nemeckého zoológa, profesora v Braunschweigu, spomíname preto, lebo ešte skôr ako Kolenati vydal rozsiahlu monografiu o cicavcoch Nemecka a strednej Európy (Blasius, 1857) a predpokladali sme, že by tam mohli byť autentické údaje zo Slovenska, ktoré prevzal Kolenati. Zistili sme, že z územia Uhorska – „Ungarn" uvádza 12 druhov a z nich minimálne 9 tu zistil osobne. Z týchto 9 druhov u troch uvádza výskyt ako *„Oberungarn"*, teda dnešné Slovensko. Sú to druhy: *„Vesperugo Leisleri"* (= *Nyctalus leisleri*), *„Vesperugo discolor"* (= *Vespertilio murinus*), *„Vespertilio mystacinus"* (= *Myotis mystacinus*). *Miniopterus schreibersi* teda medzi nimi nie je a z Uhorska ho uvádza len z Banátu. Z knihy sa nedá zistiť, kedy autor svoje cesty do Uhorska podnikol, ktoré regióny navštívil a o ktoré biotopy mal záujem. V knihe chýba zoznam literatúry a nikoho menovite necituje okrem autorov s opismi taxónov.

Kolenati nepochybne prevzal od Blasiusa údaje o dvoch druhoch: *„Panugo leisleri"* (= *Nyctalus leisleri*) a *„Brachyotus mystacinus"* (= *Myotis mystacinus*) s lokalizáciou *„Oberungarn". U tretieho druhu – Vespertilio murinus, je poznámka pod čiarou „In den mährischen und ungarischen Höhlen ist diese Art sehr häufig"*. Kolenati mal s Blasiusom aj korešpodečný styk, ako to vyplýva z poznámok pod čiarou (s. 102). Kontakty Petényiho s Blasiusom B. Matoušek (1999) nespomína.

Schmidl, Adolf (1802 – 1863), rakúsky prírodovedec a pedagóg, ktorý sa zaujímal o kras a jaskyne vrátane fauny, v roku 1856 navštívil Silickú ľadnicu a Baradlu. Napísal o tom obšírny článok, v ktorom publikoval aj nálezy netopierov *Vespertilio murinus* a *Miniopterus schreibersi* (Schmidl, 1857). Nie je známe, či navštívil aj iné jaskyne na Slovensku, ale jeho rozsiahla pisateľská tvorba (z veľkej časti nepublikovaná) a publikačná aktivita poskytujú určitú nádej na zistenie nových skutočností (Shaw, 1978).

Jeitteles, Ludwig Heinrich (1830 – 1883), profesor na gymnáziu v Košiciach. Publikoval o nálezoch netopierov z okolia Košíc, ale ani jeden nie je z jaskýň, navyše jeho záznamy o netopieroch sú z rokov 1860 a 1861, teda až po vyjdení Kolenatiho monografie, a Miniopterus schreibersi v zozname druhov chýba (Jeitteles, 1860, 1861). Z literatúry ktorú cituje, a z

vymenovaných konzultantov vyplýva, že nemal osobný kontakt s Peténym ani Kolenatim, ale korešpondoval s Blasiusom.

Chyzer, Cornel (1836 – 1909), lekár, prírodovedec a zoológ pôsobiaci v Bardejove (Csiki, 1910). V čase, keď by poskytoval Kolenatimu údaje, mohol mať 23 – 24 rokov. V tom čase však už bol zoologicky a publikačne činný. Z jeho publikácie o kôrovcoch z roku 1858 je známe, že zoologický materiál zbieral prevažne na severnom Slovensku s výskytom jaskýň (Tatry, Liptov, Spiš), ale aj v Gemeri. Bolo by čudné, keby prírodovedec s takým širokým záberom nenavštívil aj v tej dobe najznámejšie jaskyne a nevšímal si tam také nápadné živočíchy ako netopiere. Sám Chyzer o netopieroch nepublikoval a údaje mohol poskytnúť Kolenatimu v korešpodenčnej forme. Z pochopiteľných dôvodov jeho určenie materiálu mohlo byť chybné.

Mohli by sme uvažovať ešte o iných osobnostiach – súčasníkoch Kolenatiho, ale sú to už málo pravdepodobné informačné zdroje, napr. **Imrich Frivaldszky (1799 – 1870) a János Frivaldszky (1822 – 1895)** (Horváth, 1897).

Napriek pomerne veľkému množstvu dostupnej literatúry nie je možné jednoznačne a definitívne zistiť a rozhodnúť, ktorý zoológ v polovici 19. storočia mohol byť tým, ktorý v jaskyniach severného a južného Slovenska zisťoval výskyt netopierov. Z publikovaných prác sa to zistiť zrejme nebude dať, ale istú nádej poskytujú nepublikované rukopisy a najmä korešpondencia medzi najpravdepodobnejšími autormi.

Poďakovanie: Chcem sa poďakovať na tomto mieste doc. I. Flasarovi, prof. J. Gaislerovi, doc. Ľ. Kocianovi, RNDr. B. Matouškovi a prof. I. Országhovi za zapožičanie literatúry a konzultácie k problematike v článku a anonymnému recenzentovi za vecné pripomienky. Príspevok bol vypracovaný s finančnou podporou grantového projektu u VEGA č. 1/1276/04.

LITERATÚRA

BARTHOLOMAEIDES, L. (1805 – 1808). Inclyti superioris Ungariae comitatus gömöriensis notitia historico-geographico statistica. Typis J. C. Mayer, Leutschovie, VIII+782 pp., 1 obr.

BELLA, P. – HOLÚBEK, P. (1999). Zoznam jaskýň na Slovensku (stav k 31. 12. 1998). Ministerstvo životného prostredia Slovenskej republiky, Bratislava, 268 pp.

BLASIUS, J. H. (1857). Fauna der Wirbeltiere Deutschlands und der angrenzenden Länder von Mitteleuropa. Erster Band. Säugetiere. Braunschweig, I – VI+549 pp.

BUCHHOLZ, J. (1787). Abermalige Reise in die Karpatischen Gebirge, und die angränzenden Gespanschaften. Ungrisches Magazin, 4: 257 – 291.

CSIKI, E. (1910). Dr. Chyzer Kornél. Rovartani Lapok, 17: 129 – 135.

DUDICH, E. (1925). A magyarországi denevérlegyek. Mat. Természettud. Értesítő, 41: 144 – 151.

FLASAR, I., (1965). Prof. Dr. Friedrich Anton Kolenati. Práce odboru přírodních věd Vlastivědného ústavu v Olomouci, 5, 1 – 27.

FLASAR, I. (1997). Prof. Dr. Friedrich Anton Kolenati. Vespertilio, 2: 149 – 171.

GAISLER, J. – HANÁK, V. (1972). Netopýři podzemních prostorů v Československu. Sborník Západočeské muzeum v Plzni, Příroda 7: 1 – 46.

HAIN, J. P. (1672). De draconum carpathicorum cavernis. Miscellanea curiosa sive ephemeridium medico-physicarum germanicarum academiae nature curiosorum. Decuriae I. Annus tertius. Observatio CXCIV. Francofurt, Lipsia: 366 – 370. (citované podľa PRIKRYLA 1985.)

HENSEL, K. (1987). Andreas Kornhuber. Veda a technika v dejinách Slovenska (Liptovský Mikuláš), 3: 49 – 54.

HORVÁTH, G. (1897). Frivaldszky János. Természetrajzi füzetek, 20: 1 – 16.

CHYZER, C. (1858). Ueber die Crustaceen – Fauna Ungarns. Verh. zool.-bot. Ver. Wien., 8: 505 – 518.

JANOTA, D. (1973). Ján Šalamún Petian – Petényi, priekopník modernej ornitológie a ochrany prírody. Čs. ochrana prírody, 13: 299 – 315.

JEITTELES, L. H. Prodromus faunae vertebratorum Hungariae Superioris. Verh. k. k. zool.- botan. Gesellsch. Wien, 17: 245 – 314.
JEITTELES, L. H. (1861). Zoologische Notizen aus Ober-Ungern. Verh. Ver. Naturk. Presburg, Sitzungsberichte, 5 (1860 – 1861)) LXXXVI.
KOLENATI, F. A. (1860). Monographie der europäeischen Chiropteren. Jahrh. naturwiss.
Sect. k. k. mährisch.-schläsisch. Gesell. Förder. Ackerbau, Brünn, 1859) 1 – 156.
KORNHUBER, A. G. (1857). Synopsis der Säugethiere mit besonderer Beziehung auf deren Vorkommen in Ungern. Siebentes Jahresprogramme der presburger Oberrealschulle, Presburg, I-II + 42 pp.
LEHOTSKÁ, B. (2002). Netopiere Malých Karpát. Lynx (Praha), n. s., 33) 141 – 184.
LEHOTSKÁ, B. – LEHOTSKÝ, R. (2000) . Plavecká jaskyňa – jedna z najvýznamnejších chiropterologických lokalít západného Slovenska, pp. 99 – 108. In) Mock, A., Kováč, Ľ., Fulín, M. (eds.) Fauna jaskýň – Cave fauna, Východoslovenské múzeum, Košice.
MACK, E. (1859). Höhlen in weissen Gebirge. Versammlung am 17. October 1859. Verh. Ver. Naturk. Presburg, 4) 63 – 66.
MATIS, Š. – PJENČÁK, P. – KÜRTHY, A. – HAPL, E. (2002). Prehľad letných nálezov netopierov (Chiroptera) v Národnom parku Slovenský kras. Natura Carpatica, 43) 195 – 234.
MATOUŠEK, B. (1999). Dvesto rokov od narodenia Jána Šalamúna Petiana – Petényiho. Tichodroma, 12) 187 – 299.
MÉHELY, L. (1900). Magyarország denevéreinek monographiája. Budapest, I – VIII+372 pp + 22 tab.
MILLER, G. S. (1912). Catalogue of the Mammals of Western Europe (Europe exclusive of Russia). Printed by Order of the Trustees of the British Museum, London, 1119 pp.
MITUCH, J. (1965). Beitrag zur Kenntnis der Helminthenfauna von Miniopterus schreibersii (Kuhl, 1819) in der Slowakei (ČSSR). Helminthologia, 6) 109 – 119.
ORTVAY, T. (1902). Pozsonyvármegye és a területén fekvő Pozsony, Nagyszombat, Bazin, Modor és Szentgyörgy városok állatvilága. Stampfel Károly cs. és kir. udvari könyvkereskedő bizományában. Pozsony (Bratislava), 648 pp.
PASZLAVSZKY, J. (1917). I. Vertebrata. Cl. Mammalia. Fauna Regni Hungariae. Budapest. 43 pp.
PETÉNYI, J. S. (1854). Bihar vármegyének Sebes és Fekete Körös közti hegylánczolatain telt természettudományi utazásának. Magyar Acad. Értesitő, 1854) 224 – 232.
PETÉNYI, J. S. (1879). Carnivora, Chiroptera. Denevérek. In) Herman, O. Reliquia Petényiana. Természetrajzi füzetek, 3) 89 – 92, 199 – 204.
PETÉNYI, J. S. (1880). Carnivora, Chiroptera. Denevérek. In) Herman, O. Reliquia Petényiana.Természetrajzi füzetek, 4) 251 – 260.
PRIKRYL, Ľ. V. (1985). Jaskyne „drakov" na Slovensku. Slovenský kras, 23) 307 – 322.
RAISS, Ch. (1807) Topographische Beschreibung der im Gömörer Komitate der dem Dorfe befindlichen Höhle Baradla, pp. 241 – 307. In) Bredezky, S., Neue Beiträge zur Topographie und Statistik des Königreichs Ungarn. Wien u. Triest.
SHAW, T. R. (1978). Adolf Schmidl (1802 – 1863) the father of modern speleology? Int. J. Speleol. (10) 253 – 267.
SCHMIDL, A. (1857). Die Baradla-Höhle bei Aggtelek und die Lednica-Eishöhle bei Szilitze im Gömörer Comitate Ungarns. Sitz.-Ber. Kais. Akad. Wiss., Math.-naturwiss. Cl., 22 (1856)) 579 – 621.
UHRIN, M. – LEHOTSKÁ, B. – BENDA, P. – LEHOTSKÝ, R. – MATIS, Š. (1997). Rozšírenie netopierov na Slovensku. Časť 3, Miniopterus schreibersi. Vespertilio, 2) 113 – 130.
VACHOLD, J. (1956). K otázke výskytu a rozšírenia netopierov (*Chiroptera*) na Slovensku. Biologické práce 2, 14, 1 – 64.

Adresa autora:
doc. RNDr. Vladimír Košel, CSc., Katedra zoológie, Univerzita Komenského, Mlynská dolina B-1, 842 15 Bratislava 4, Slovakia, e-mail:kosel @fns.uniba.sk

THE OLDEST RECORDS ON BATS (*CHIROPTERA*) FROM CAVES IN SLOVAKIA

SUMMARY

The first observations of bats from caves in Slovakia have been known in literature since 1672. The first scientific records were published in the middle of the 19th century and they concern Rhinolophus ferrumequinum and Miniopterus schreibersi published by Kornhuber (1857) and Kolenati (1860) respectively. There are some problems with these data as to the correct species determination and authorship of these records. The species observed by Kornhuber (l. c.) was probably R. hipposideros which is more common species at the locality in question (Plavecká jaskyňa Cave, the Malé Karpaty Mts.). The anonymous data by Kolenati (l. c.) on Miniopterus schreibersi are supposed to be correct only partially, only those from caves situated in southermost karst regions (the Slovakian Karst Mts). In northern karst regions (the Nízke Tatry Mts and the Slovenský raj Mts.), M. schreibersi forms neither summer nor winter colonies.

According to the published papers we are not able to decide definitely who could offer information on bats from Slovakia to Kolenati. One of the supposed persons could be Cornel Chyzer (1836 – 1909), a doctor and zoologist living in the town of Bardejov (north Slovakia).

We suppose that only the study of unpublished papers and private correspodence of some zoologists could reveal the true author of the records on Miniopterus schreibersi.

SLOVENSKÝ KRAS (ACTA CARSOLOGICA SLOVACA)	XLIII	211 – 213	LIPTOVSKÝ MIKULÁŠ 2005

SPOLOČENSKÁ KRONIKA–SOCIAL CRONICLE

KU KRÁSNEMU ŽIVOTNÉMU JUBILEU RNDr. ANTONA DROPPU, CSc.

Fenomén doktora Droppu sprevádza po celý život takmer všetkých, aj nie najmladších (ako napr. autora príspevku) speleológov, karsológov a geomorfológov i prostých jaskyniarov. Naposledy sme si túto skutočnosť pripomenuli počas 4. medzinárodnej vedeckej konferencie na Repiskách v Demänovskej doline, ktorá sa konala pri príležitosti 85. narodenín nestora slovenskej vedeckej speleológie a karsológie za jeho aktívnej účasti.

Či mladý alebo starý jaskyniar, ak chce totiž niečo seriózne vykonať v takmer ľubovoľnom krasovom území na Slovensku, pri štúdiu literatúry narazí na skutočnosť, že toto územie už dávno, a to na veľmi dobrej úrovni, osobne preskúmal, známe jaskyne zameral a perspektívy krasu zhodnotil dr. A. Droppa. Treba priznať, že niekedy sa nás aj zmocňovali pochybnosti o tom, či v takých dávnych časoch mohli byť tieto výsledky porovnateľné s dnešnou modernou dobou, ale presvedčujeme sa, že áno. Jubilant vtedy poriadne predbehol dobu (najmä našu, slovenskú), čo vtedy, a niekedy ani dnes, niektorí nepochopili.

Aj autor tohto príspevku má podobné osobné skúsenosti. Niekedy začiatkom 70-tych rokov sme navštívili doktora Droppu v spoločnosti Petra Hipmana s cieľom podiskutovať s ním o novoobjavených jaskyniach Starý hrad i Záskočie, ktorú dávnejšie jubilant pekne zameral v jemu známom rozsahu. Už vtedy sme ho považovali na nestora. Dobre sa pamätám, že nás upozorňoval, aby sme všetko, čo robíme, robili svedomito, aby sme sa za to nemuseli hanbiť (ide hlavne o mapovanie, kde sa na „od áknuté" veci čoskoro príde). A najmä všetko, čo vyskúmame, publikovať. Toto nám obzvlášť zdôrazňoval, pretože tajnostkárski jaskyniari vtedy aj dnes o tom niekedy pochybujú, mysliac si, že vypublikovaním domnelých tajomstiev by sa pripravili o možnú budúcu slávu. Mnohokrát sme sa presvedčili, že pri mapovaní si Dr. Droppa nič nevymýšľal. Až nás ovanula jeho životná energia, keď sme niekde na konci jaskyne pri

poslednom polygóne našli na skale ceruzkou napísaný úhľadný podpis. Ak už mám pokračovať v osobných re exiách, osobne som bol na speleologickej akcii s jubilantom iba raz, a to v Jaskyni pod útesom, kde tušil spojenie s ostatnými jaskyňami Demänovského systému (ktoré sa neskôr potvrdilo). Žiaľ, vtedy sme nemali úspech, spolu s Jožom Veteškom sme na pokyn jubilanta pomocou duralového stĺpu vyliezli jeden vysoký komín, ale pokračovanie tam nebolo.

Hoci pri predchádzajúcich jubileách bola jeho životná dráha (ktorá sa zďaleka nekončí) opísaná mnohokrát, dovolím si predsa len spomenúť niektoré jeho životné míľniky vo vzťahu ku krasu Slovenska a pokrokom v geomorfologickom bádaní.

Rodák zo stredného Liptova prežil svoje mladé roky v podnetnej krajine okolia obcí Lazisko a Svätý Kríž. Od detstva mohol jeho zrak spočinúť na končiaroch Nízkych a Vysokých Tatier, Liptovských holí a Chočských vrchov. Tomuto krajobrazu zostal verný dodnes. Po maturite v Liptovskom Mikuláši sa dostal do armády, kde jeho odvážna duša sa prepracovala k zbrani najnáročnejšej a najnebezpečnejšej – k letectvu. Vypuknutie Povstania ho zastihlo na letisku v Prešove, odkiaľ s celou jednotkou odletel do ZSSR. V závere vojny sa ako pilot stíhačky zúčastnil bojov na Ostravsku. Až po skončení vojny sa dostal ku geografii; študoval pod vedením prof. Vitáska, ktorý v ňom objavil a rozvinul jeho talent a podporil záujem o kras a jaskyne. Štúdium dokončil napriek tomu, že ho po februári 1948 prepustili z armády. Po ukončení štúdia (ako záverečnú prácu vypracoval štúdiu o Mošnickej jaskyni a j. Vyvieranie) a dizertácii (o Smolenickom krase, publikovaná v Geografickom časopise) sa vracia na Liptov. Tu začal pôsobiť ako profesionálny pracovník Slovenskej speleologickej spoločnosti, neskôr po faktickom zániku v Múzeu slovenského krasu. Napriek organizačným zmenám (prechod z Múzea na Geografický ústav SAV) je to jeho najaktívnejšie životné obdobie. Púšťa sa do mapovania Demänovského jaskynného systému. Gigantická práca bola zavŕšená v obsiahlej monografii „Demänovské jaskyne – krasové javy Demänovskej doliny", vydanej vydavateľstvom Slovenskej akadémie vied v r. 1957.

Ako pracovník Geografického ústavu SAV, ktorý mal pobočku v Liptovskom Mikuláši, náš jubilant postupne preskúmal a publikoval príspevky o jednotlivých, takmer všetkých krasových územiach Slovenska, ktoré podnes sú a iste ešte dlho budú nevysychajúcou studnicou poznatkov pre každého, kto niekedy „zakopne" niekde v krase na Slovensku. Nie je ich možné vymenovať všetky. Podľa jeho vlastných svedectiev zmapoval a publikoval mapy a informácie o 412 jaskyniach v celkovej dĺžke 54 9578 m (informácia od P. Holúbeka) a okrem 11 knižných titulov publikoval pre speleológov cenných 172 vedeckých a odborných príspevkov, čo ho radí na čelo najplodnejších autorov speleologických diel na Slovensku. Hoci nemal úplné pochopenie vo vedení speleologických i geografických inštitúcií (prekonával ho najmä svojou pracovitosťou), jeho príspevky vychádzali v Slovenskom krase, Československom krase, Geografickom časopise a od r. 1989 aj v Spravodaji SSS. Ohlasy na jeho diela (citácie) sa asi ani nedajú spočítať a podľa skromného odhadu autora príspevku je ich iste viac ako niekoľko tisíc (tu podotýkam, že na habilitáciu na docenta stačí 20).

Vedecká činnosť jubilanta zasiahla výrazne i do iných oblastí geografie a geomorfológie. Pri riešení otázok genézy Demänovského jaskynného systému si uvedomil jeho nadväznosť na systém riečnych terás v Liptovskej kotline. Pustil sa spolu s kolektívom pracoviska v Liptovskom Mikuláši do nemenej náročného diela ako mapovania Demänovských jaskýň. Dokumentoval (kopanými sondami a niveláciou) celý systém vážskych terás v Liptovskej kotline, čím vytvoril dielo, nemajúce dodnes obdobu v geomorfológii a kvartérnej geológii na Slovensku. Výstupom sú štúdie o paralelizácii terás a jaskynných úrovní, ktoré napriek ťažkým časom železnej opony publikoval i na Západe, čím sa uviedol medzi uznávané svetové osobnosti geomorfológie, ktoré nemôže dnes nik obísť pri vydaní žiadnej učebnice speleológie či krasovej morfológie.

Bolo veľkou škodou, že znovuobnovená SSS nedokázala vtedy nadviazať na preklenovacie obdobie Speleologickej pobočky SGS pod vedením jubilanta, a tak isté obdobie obe štruktúry fungovali paralelne.

Tieto riadky, upozorňujúce na podstatné zásluhy jubilanta, nie sú a nemôžu byť úplné. Na ich dokonalé zhodnotenie, ako predpokladám vo vzťahu k jeho pevnému zdraviu a duševnej sviežosti, je ešte dosť času; azda sa medzitým od neho dozvieme nejednu zaujímavú, dosiaľ nepublikovanú informáciu o jaskyniach na Slovensku.

Do ďalších rokov želáme jubilantovi najmä pevné zdravie, osobnú spokojnosť a porozumenie v kruhu obdivovateľov, ako aj veľa chuti do plodnej spolupráce s mladšími generáciami speleológov, jaskyniarov a ostatných milovníkov prírody Slovenska.

Zdenko Hochmuth

SLOVENSKÝ KRAS (ACTA CARSOLOGICA SLOVACA)	XLIII	215 – 221	LIPTOVSKÝ MIKULÁŠ 2005

ÚSPEŠNÝCH 70 ROKOV

Náš jaskyniarsky priateľ Ing. Ján Tulis sa 8. 1. 2005 v dobrom zdraví dožil významného životného jubilea. S jeho osobou sa spájajú nielen začiatky, ale aj celá dlhá jaskyniarska činnosť v Slovenskom raji, ale nielen v Slovenskom raji.

Mladé roky života prežil v ťažkom období svetovej vojny v rodnej Bošáci. Odborné vzdelanie získal na Spiši v baníckom učilišti v Rudňanoch a v Priemyselnej geologickej škole v Spišskej Novej Vsi. Po krátkom pracovnom zastavení sa na uránovom ložisku v západných Čechách odišiel do Moskvy, kde absolvoval výborne vysokoškolské štúdium geológie. Po návrate v roku 1964 začal pracovať v Uránovom prieskume v Spišskej Novej Vsi a to v rôznych geologických funkciách až do odchodu do dôchodku na prelome tisícročí. Prešiel pestrou paletou geologických činností od dokumentácie a riadenia banských diel a vrtov, prieskumu na rôzne nerastné suroviny v rôznych častiach Slovenska, cez hlavného geológa až po komplexné spracovanie údajov o prieskume a prognózovanie uránových rúd na celom Slovensku.

V roku 1964 stál pri zrode terajšieho Speleologického klubu Slovenský raj. Od začiatku patril k jaskyniarom, ktorí boli motorom aktivít celého klubu a to nielen fyzicky, ale i odborne. V prvom období to bola úmorná práca v Medvedej jaskyni s objavom nových častí a v závrtoch na planine Glac. Keď sa stal v roku 1969 vedúcim klubu, postupne sa zväčšoval počet členov a ich kvalita, získavali sa skúsenosti a klub rozširoval svoj záber na celé územie Slovenského raja.

Po objave Stratenskej jaskyne v roku 1972 nasledovalo dlhé obdobie, v ktorom množstvo osobného voľna a energie venoval organizácii a zaisťovaniu prieskumných, meračských a dokumentačných prác. Zisťoval a zhromažďoval odborné údaje geologické, sedimentologické,

morfologické, morfometrické, hydrogeologické, klimatické, fotografické a iné o tomto objavenom fenoméne. Vyvrcholením jeho snaženia bola analýza a syntéza údajov, ktoré predstavil ako spoluautor v monografii „Jaskynný systém Stratenskej jaskyne". A teraz v roku jeho jubilea so spoluautorom ukončili zostavenie so zadaním do tlače monografie „Kras Slovenského raja", v ktorej je vyčerpávajúco podané množstvo faktografických údajov o povrchovom a podzemnom krase územia so zhodnotením názorov a vlastných predstáv na jeho formovanie.

Za pestrou a veľmi bohatou činnosťou jaskyniarov v Slovenskom raji sa skrývajú jubilantove organizátorské a odborné schopnosti. Propagoval jaskyniarstvo vo verejnosti, na odborných podujatiach organizoval výstavy, exkurzie a klubové jaskyniarske týždne. Osobitne treba oceniť ním vybudovaný archív máp, odbornej literatúry a správ o jaskyniarskych akciách a výskumoch, v ktorom sú precízne uchovávané údaje o činnosti a dokumentácia všetkých jaskýň na území Slovenského raja od počiatku činnosti klubu. O jeho schopnostiach a aktivitách veľa napovedá prehľad jeho bibliografie.

Od jeho začiatku jaskyniarskej činnosti sa venoval aj ochrane prírody v Chránenej krajinnej oblasti a potom v Národnom parku Slovenský raj. Bol členom zboru dobrovoľných strážcov prírody a potom členom výboru ZO SZOPK. Zúčastňuje sa inventarizačného výskumu anorganickej prírody v prírodných rezerváciach pre potreby Národného parku Slovenský raj. Je spoluautorom projektov na zápis objektov do svetového prírodného dedičstva a to Dobšinskej ľadovej jaskyne a Krasových dolín Slovenska.

Postupne sa dostával do celoslovenského jaskyniarskeho povedomia a v prelomovom roku 1991 bol zvolený za predsedu SSS, v čom zotrval 8 rokov. Spolu s výborom SSS úspešne preklenuli obtiažne obdobie organizačných zmien, finančných ťažkostí a podarilo sa zabezpečiť úspešnú činnosť dobrovoľných jaskyniarov. Pokračovalo organizovanie celoslovenských jaskyniarskych týždňov, vznikla tradícia speleomítingov vo Svite a úspešne sa vydával Spravodaj SSS. Bol aktívnym účastníkom viacerých svetových kongresov UIS.

Tento stručný a neúplný výpočet 41-ročných aktivít nám pripomína aký je vklad jubilanta do jaskyniarskej pokladnice. Je to príležitosť na to, aby sme mu poďakovali za to, čo pre klub a SSS urobil, popriali mu trvalého zdravia, vytrvalosti, osobných a jaskyniarskych úspechov.

Ladislav Novotný

BIBLIOGRAFIA J. TULISA

1. KOŠÍK, M. – TULIS, J. (1988). Laboratórny výskum v speleológii. Slovenský kras, XXVI, Osveta, Martin, 145 – 158.
2. KOŠÍK, M. – TULIS, J. (1989). Physical and chemical research of gypsum in the Stratenská jaskyňa. 10. th International Congress of Speleology. Budapest, 310 – 311.
3. KOŠÍK, M. – TULIS, J. (1997). 12. svetový speleologický kongres. Spravodaj SSS 4/1997, 54 – 55.
4. KUCHARIČ, Ľ. – NOVOTNÝ, L. – STEINER, A. – TULIS, J. (1979). Geologicko-geofyzikálny prieskum medzi Stratenskou jaskyňou a Dobšinskou ľadovou jaskyňou. Geologický průzkum, roč. 21., č. 1, 6 – 9.
5. KUCHARIČ, Ľ – 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, XVIII, Osveta, Martin, 29 – 57.
6. KUCHARIČ, Ľ. – NOVOTNÝ, L. – STEINER, A. – TULIS, J. (1980). Zistenie možnosti vyrazenia II. vchodu do Stratenskej jaskyne. Sborník referátů. Aplikace geofyzikálních metod při průzkumu krasu a ve speleologii. Jedovnice, 52 – 53.
7. KUCHARIČ, Ľ. – NOVOTNÝ, L. – STEINER, A. – TULIS, J. (1980). Geologicko-geofyzikálny prieskum na PVE Čierny Váh. Sbornik referatů. Aplikace geofyzikálních metod při průzkumu krasu a ve speleologii. Jedovnice, 54 – 62.

8. KUCHARIČ, Ľ. – NOVOTNÝ, L. – STEINER, A. – TULIS, J. (1982). Geologicko-geofyzikálny prieskum a krasové javy na hornej nádrži prečerpávacej vodnej elektrárne Čierny Váh. Slovenský kras, XX, Osveta, Martin, 69 – 98.
9. NOVOTNÝ, L. – TULIS, J. (1971). Tomášovská jaskyňa v Stratenskej hornatine. Spravodaj SSS, 2, 4, Liptovský Mikuláš, 16 – 17.
10. NOVOTNÝ, L. – TULIS, J. (1974). Predbežné výsledky prieskumu a výskumu Stratenskej jaskyne. Spravodaj SSS, 5, 3, Liptovský Mikuláš, 9 – 17.
11. NOVOTNÝ, L. – TULIS, J. (1980). Tomášovská jaskyňa. Slovenský kras, XVIII, 157 – 166.
12. NOVOTNÝ, L. – TULIS, J. (1980). Krasové javy v okolí Dubnice v Slovenskom raji. Slovenský kras, XVIII, 167 – 172.
13. NOVOTNÝ, L. – TULIS, J. (1990). Prehľad speleologickej preskúmanosti pracovného územia oblastnej skupiny Slovenskej speleologickej spoločnosti Spišská Nová Ves. Slovenský kras, XXVIII, 215 – 236.
14. NOVOTNÝ, L. – TULIS, J. (1994). Inventarizačný prieskum abiotickej zložky v ŠPR NP Slovenský raj. Odborný seminár k 30. výročiu ochrany prírody Slovenského raja. Čingov, 34 – 36.
15. NOVOTNÝ, L. – TULIS, J. (1995). Ľadová výplň v Dobšinskej ľadovej jaskyni. Zborník z konferencie Kras a jaskyne. L. Mikuláš, 49 – 56.
16. NOVOTNÝ, L. – TULIS, J. (1996). Výsledky najnovších výskumov v Dobšinskej ľadovej jaskyni. Slovenský kras, XXXIV. Knižné centrum Žilina, 139 – 147.
17. NOVOTNÝ, L. – TULIS, J. (1996). Ľadová výplň v Dobšinskej ľadovej jaskyni. Kras a jaskyne. Výskum, využívanie a ochrana, SMOPaJ. Zborník referátov, 49 – 56.
18. NOVOTNÝ, L. – TULIS, J. (1999). Krasová planina Pelc v národnom parku Slovenský raj – geologická, geomorfologická a speleologická charakteristika. Slovenský kras, XXXVI, L. Mikuláš, 35 – 58.
19. NOVOTNÝ, L. – TULIS, J. (1999). Statické pomery horninového nadložia a mrazové zvetrávanie v horných zaľadnených častiach Dobšinskej ľadovej jaskyne. Aragonit 4, Správa slovenských jaskýň, Liptovský Mikuláš, 17 – 18.
20. NOVOTNÝ, L. – TULIS, J. (1999). Litologické a štruktúrno-tektonické pomery sprístupnenej časti Dobšinskej ľadovej jaskyne. Výskum, využívanie a ochrana jaskýň. SSJ, Zborník referátov, 59 – 65.
21. NOVOTNÝ, L. – TULIS, J., 1999). Georadarový prieskum medzi Stratenskou, Vojenskou a Sintrovou jaskyňou. Výskum, využívanie a ochrana jaskýň. SSJ, Zborník referátov, 95 – 98.
22. NOVOTNÝ, L. – TULIS, J. (2000). Farbiace skúšky v oblasti Pustého Poľa. Spravodaj SSS 1/2000, 71.
23. NOVOTNÝ, L. – TULIS, J. (2000). Speleologické perspektívy Prielomu Hornádu v Slovenskom raji. Spravodaj SSS 1/2000, 72.
24. NOVOTNÝ, L. – TULIS, J. (2000). Speleologická činnosť členov SSS v Slovenskom raji. 50 rokov Slovenskej speleologickej spoločnosti. Zborník referátov z historicko-odborného seminára, 123 – 128.
25. NOVOTNÝ, L – TULIS, J. (2000). Najnovšie poznatky o litologických a štruktúrno-tektonických pomeroch v sprístupnenej časti Dobšinskej ľadovej jaskyne. Slovenský kras, XXXVIII, SMOPaJ, Liptovský Mikuláš, 19 – 32.
26. NOVOTNÝ, L. – TULIS, J. (2002). Nové poznatky o kvapľových častiach Dobšinskej ľadovej jaskyni. Zborník referátov z 3. vedeckej konferencie Výskum, využívanie a ochrana jaskýň. SSJ, L. Mikuláš, 36 – 49.
27. NOVOTNÝ, L. – TULIS, J. (2002). Skalné okno – predpaleogénny kras v Slovenskom raji. Zborník referátov z 3. vedeckej konferencie Výskum, využívanie a ochrana jaskýň. SSJ, L. Mikuláš, 75 – 79.
28. NOVOTNÝ, L. – TULIS, J. (2002). Nálezy bauxitu v Slovenskom raji. Mineralia Slovaca, 34, Bratislava, 145 – 146.
29. PRUNER, P. – BOSÁK, P. – KADLEC, J. – MAN, O. – TULIS, J. – NOVOTNÝ, L. (2002). Magnetostratigrafie sedimentární výplně IV. jeskynní úrovně ve Stratenské jeskyni. Zborník referátov z 3. vedeckej konferencie Výskum, využívanie a ochrana jaskýň. SSJ, L. Mikuláš, 50 – 57.
30. TULIS, J. (1970). Z činnosti speleologického klubu pri ZV ROH ČSUP GP závod IX v Spišskej Novej Vsi. Slovenský kras, VIII. Osveta, Martin, 142 – 146.
31. TULIS, J. (1970). Z činnosti OS č. 2 Spišská Nová Ves. Spravodaj SSS, I., 3 – 4/70. MSK, Liptovský Mikuláš, 27 – 28.
32. TULIS, J. (1972). Z činnosti OS SSS č. 2 v Spišskej Novej Vsi. Spravodaj SSS, III., 3/72. MSK, Liptovský Mikuláš, 25 – 26.

33. TULIS, J. (1972). Jaskyňa Holý kameň. Spravodaj SSS, III., 3/72. MSK, Liptovský Mikuláš, 26 – 27.
34. TULIS, J. (1974). Desať rokov činnosti OS v Spišskej Novej Vsi. Spravodaj SSS, V., 3/74. MSK, Liptovský Mikuláš, 18 – 21.
35. TULIS, J. (1974). Príspevok k problému rádioaktívneho žiarenia v karbonátových horninách. Slovenský kras, XII. Osveta, Martin, 97 – 114.
36. TULIS, J. (1974). Stratenská jaskyňa, najväčšia jaskyňa v Slovenskom raji. Krásy Slovenska, LI. Šport, Bratislava, 270 – 271.
37. TULIS, J. (1974). Stratenská jaskyňa, najväčší objav za posledných 20 rokov. Krásy Slovenska roč. LI. Šport, Bratislava, 532 – 535.
38. TULIS, J. (1975). Stratenská jaskyňa – tretia najväčšia jaskyňa na Slovensku. Krásy Slovenska, LII. Šport, Bratislava, 302 – 305.
39. TULIS, J. (1976). Ďalšie objavy v Stratenskej jaskyni. Krásy Slovenska, LIII. Šport, Bratislava, 436 – 441.
40. TULIS, J. (1979). Komplexná dokumentácia vo sfére praktického a aplikovaného výskumu a prieskumu. Spravodaj SSS, X., 2/79. MSK, Liptovský Mikuláš, 20 – 22.
41. TULIS, J. (1979). Problémy meračskej dokumentácie v podmienkach najväčšej jaskyne na Slovensku. Spravodaj SSS, X., č. 2/79. MSK Liptovský Mikuláš, 104 – 108.
42. TULIS, J. (1980). Kaskádová jaskyňa. Slovenský kras, XVIII. Osveta, Martin, 173 – 176.
43. TULIS, J. (1981). Razvitie i genezis sistemy Stratenskaja peščera – Dobšinskaja leďanaja peščera. European Regional Conference on Speleology, Proceedings, vol. 2, Sofia, 227 – 231.
44. TULIS, J. (1981). Siene z vody a vápenca. Krásy Slovenska, LVIII., Č. 7/81, Šport, Bratislava, 30 – 33.
45. TULIS, J. (1982). Najvýznamnejšie podzemné krasové javy Slovenského raja. Exkurzný sprievodca, MSK, Liptovský Mikuláš, 24 – 30.
46. TULIS, J. (1982). Vznik a vývoj systému Stratenská jaskyňa – Dobšinská ľadová jaskyňa. Sborník, Geomorfologická konference, Praha, 251 – 255.
47. TULIS, J. (1982). Úraz v Stratenskej jaskyni. Spravodaj SSS, XIII., č. 3/82. MSK, Liptovský Mikuláš, 26 – 27.
48. TULIS, J. (1982). Desaťročné jubileum. Spravodaj SSS, XIII., č. 4/82. MSK, Liptovský Mikuláš, 38 – 41.
49. TULIS, J. (1982). Exkurzia do krasových oblastí juhozápadného Bulharska. Slovenský kras, XX, Osveta, Martin, 205 – 207.
50. TULIS, J. (1983). Dvadsaťročné jubileum. Spravodaj UP IX, 10/83, Spišská Nová Ves.
51. TULIS, J. (1983). Činnosť OS SSS Spišská Nová Ves v r. 1982. Pulsatilla, roč. VII., č. 1. Správa CHKO Slovenský raj, Spišská Nová Ves, 39 – 41.
52. TULIS, J. (1983). 10 rokov Stratenskej jaskyne. Krásy Slovenska, LX, č. 3/83. Šport, Bratislava, 32 – 33.
53. TULIS, J. (1983). Oznam o objave časti jaskyne. Spravodaj SSS, XIV., 2/83. Osveta, Martin, 35 – 39.
54. TULIS, J. (1984). Činnosť OS SSS Spišská Nová Ves v r. 1983. Pulsatilla VIII, 1/84. CHKO Slovenský raj, Spišská Nová Ves, 41 – 44.
55. TULIS, J. (1984). Najvýznamnejšie jaskyne Slovenského raja. Pulsatilla VIII, 1/84. CHKO Slovenský raj, Spišská Nová Ves, 17 – 23.
56. TULIS, J. (1984). Dvadsať rokov činnosti OS SSS Spišská Nová Ves. Spravodaj SSS, XV., 1/84. Osveta, Martin, 16 – 24.
57. TULIS, J. (1984). Dvadsaťročné jubileum. Krásy Slovenska, LXI., č. 10/84. Šport, Bratislava, 44 – 45.
58. TULIS, J. (1984). Metodika prieskumu a výskumu Stratenskej jaskyne. Spravodaj SSS, XV., č. 1/84. Osveta, Martin, 31 – 34.
59. TULIS, J. (1984). Grotte de Stratena. Spelunca, N-18, p. 9 – 10.
60. TULIS, J. (1984). Ťažba nerastných surovín v chránenej krajinnej oblasti Slovenský raj. Súčasný stav a perspektívy Chránenej krajinnej oblasti Slovenský raj. Spišská Nová Ves, 193 – 208.
61. TULIS, J. (1985). Dvadsať rokov organizovaného jaskyniarstva v Slovenskom raji. Pulsatilla, roč. IX. Správa CHKO Slovenský raj, Spišská Nová Ves, 38 – 44.
62. TULIS, J. (1985). Dvadsať rokov činnosti OS SSS v Spišskej Novej Vsi. Slovenský kras, XXIII. Osveta, Martin, 345 – 351.

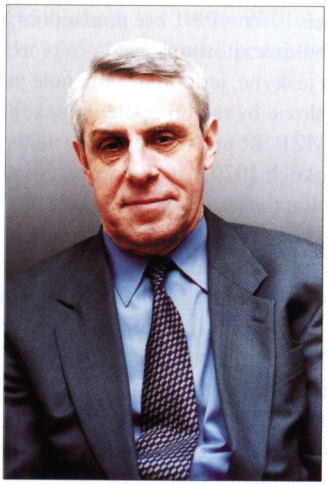
63. TULIS, J. (1985). Geografická poloha a morfologický opis, geologická stavba, geomorfologická charakteristika. Chránená krajinná oblasť Slovenský raj. Príroda, 11 – 47
64. TULIS, J. (1986). Výskum Stratenskej jaskyne. Spravodaj SSS, XVII. Osveta, Mrtin, 12 – 16.
65. TULIS, J. (1988). Stratenská jaskyňa. Chránené územia Slovenska, zv. 11, ÚŠOP, L. Mikuláš, 36 – 38.
66. TULIS, J. (1989). Ochrana povrchového a podzemného krasu. Zborník referátov z vedeckej konferencie "25. výročie ochrany prírody Slovenského raja". Spišská Nová Ves, 20 – 24.
67. TULIS, J. (1989). Značenie razryvnoj tektoniki v razvitii podzemnogo karsta (na primiere Stratenskoj peščery). 10. th International Congress of Speleology. Budapest, 454 – 456.
68. TULIS, J. (1989). Izobraženie složnoj peščernoj sistemy (na primiere Stratenskoj peščery). 10. th International Congress of Speleology. Budapest, 457 – 459.
69. TULIS, J. (1990). Anthropogenic Impact on Karst Regions in the National Park "Slovak Paradise". Studia carsologica, 3, GÚ ČSAV, Brno, 133 – 136.
70. TULIS, J. (1991). Horopis, geologická stavba, geomorfologické pomery. Slovenský raj. Turistický sprievodca ČSFR. 13 – 17.
71. TULIS, J. (1991). Čo prinieslo 11. valné zhromaždenie. Jaskyniar, 1 a 63.
72. TULIS, J. (1992). Úvodník. Spravodajca SSS 1/1992, 1.
73. TULIS, J. (1992). Správa o činnosti SSS za rok 1991. Spravodajca SSS 1/1992, 3 – 9.
74. TULIS, J. (1992). Európska speleologická konferencia. Spravodajca SSS 2/1992, 27.
75. TULIS, J. (1992). XI. medzinárodný speleologický kongres. Spravodajca SSS 2/1992, 32.
76. TULIS J. (1993). Do nového roku. Spravodaj SSS 1/1993, 1.
77. TULIS, J. (1993). Správa o činnosti SSS za rok 1992. Spravodaj SSS 2/1993, 4 – 13.
78. TULIS, J. (1993). Odpoveď nielen na jeden list. Spravodaj SSS 3/1993, 26 – 27.
79. TULIS, J. (1993). XI. svetový speleologický kongres. Spravodaj SSS 4/1993, 33.
80. TULIS, J. (1993). Slovakia. Karst and speleology.
81. TULIS, J. (1994). Správa o činnosti SSS za rok 1993. Spravodaj SSS 1/1994, 4 – 15.
82. TULIS, J. (1994). Aktivity Slovenskej speleologickej spoločnosti v roku 1993. Sinter 2/94. L. Mikuláš, 18 – 19.
83. TULIS, J. (1994). Tridsiate výročie speleologického klubu Slovenský raj. Spravodaj SSS, 25, 2, Liptovský Mikuláš, 29 – 32.
84. TULIS, J. (1994). 35. jaskyniarsky týždeň. Spravodaj SSS 4/1994, 37.
85. TULIS, J. (1994). Prieskum, výskum a ochrana podzemných krasových javov v NP Slovenský raj. Odborný seminár k 30. výročiu ochrany prírody Slovenského raja. Čingov, 39 – 40.
86. TULIS, J. (1995). Správa o činnosti SSS od XI. do XII. valného zhromaždenia. Spravodaj SSS 1/1995, 4 – 21.
87. TULIS, J. (1995). Správa o činnosti SSS za rok 1994. Spravodaj SSS 2/1995, 20 – 29.
88. TULIS, J. (1995). 12. valné zhromaždenie SSS. Spravodaj SSS 2/1995, 29 – 31.
89. TULIS, J. (1995). Preskúmanosť jaskynného systému Stratenskej jaskyne. Ochrana ľadových jaskýň, zborník referátov, Liptovský Mikuláš, 43 – 45.
90. TULIS, J. (1995). Deštrukcia stalagmitov. Zborník z konferencie Kras a jaskyne. L. Mikuláš, 45 – 47.
91. TULIS, J. (1995). 30 rokov speleologickej činnosti v Slovenskom raji. Slovenský kras, XXXIII., L. Mikuláš, 135 – 137.
92. TULIS, J. (1996). Postup objavovania jaskynného systému Stratenskej jaskyne. Speleofórum ´96, roč. XV., 45.
93. TULIS, J. (1996). Nové údaje o ľadovej výplni v Dobšinskej ľadovej jaskyni. Speleofórum ´96, roč. XV. 45 – 49.
94. TULIS, J. (1996). Charakteristika krasových planín Pelc a Duča. Sprístupnené jaskyne, výskum, ochrana a využívanie. Zborník referátov, Liptovský Mikuláš, 114 – 119.
95. TULIS, J. (1997). The Activity of the Slovak Speleological Society in the Period between 11th and 12th Congress. BULLETIN 2/1997 of the Slovak Speleological Society. Dedicated to the 12th Speleological Congress in Switzerland, p. 3 – 6.
96. TULIS, J. (1997). The speleological perspectives of karst plateau called Pelc. Proceedings of the 12th International Congress of Speleology. Volume 4. La Chaux-de-Fonds, Switzerland, p. 107 – 110.

97. TULIS, J. (1997). Pohyb ľadu v Dobšinskej ľadovej jaskyni. Aragonit 2. Správa slovenských jaskýň, 6 – 7.
98. TULIS, J. (1997). Protection of caves by the Slovak Speleological Society. The International Conference. Protection and Medical Utilisation of Karst Environment. Slovak Environmental Agency Banská Bystrica, p. 35 – 36.
99. TULIS, J. (1997). Činnosť Slovenskej speleologickej spoločnosti v roku 1996. Sinter 5/1997. Slovenské múzeum ochrany prírody a jaskyniarstva, Liptovský Mikuláš, 12 – 13.
100. TULIS, J. (1997). Jaskyne a jaskyniari v Slovenskom raji. Banícke slovo, roč. XXXVIII, č. 12 – 24, ŽELBA, Spišská Nová Ves.
101. TULIS, J. (1998). Správa o činnosti SSS za rok 1997. Spravodaj SSS 1/1998, XXIX., 4 – 12.
102. TULIS, J. (1998). Zasadalo predsedníctvo SSS. Spravodaj SSS 2/1998, XXIX., 52.
103. TULIS, J. (1999). Správa o činnosti Slovenskej speleologickej spoločnosti od XII. do XIII. valného zhromaždenia. Spravodaj SSS 1/1999, 5 – 19.
104. TULIS, J. (1999). Smerovanie SSS po 13. VZ. Spravodaj SSS 1/1999, 19 – 20.
105. TULIS, J. (1999). Správa o činnosti Slovenskej speleologickej spoločnosti za rok 1998. Spravodaj SSS 2/1999, 9 – 18.
106. TULIS, J. (1999). Zlato v jaskynných sedimentoch. Mineralia Slovaca, 3 – 4/31/1999. Bratislava, 327 – 328.
107. TULIS, J. (1999). Čo mi dala Slovenská speleologická spoločnosť? Spravodaj SSS 3/1999, 3.
108. TULIS, J. (1999). Odborne – historický seminár 50 rokov Slovenskej speleologickej spoločnosti. Spravodaj SSS 3/1999, 30 – 31.
109. TULIS, J. (2000). 41. Jaskyniarsky týždeň Slovenskej speleologickej spoločnosti. Spravodaj SSS 3/2000, 39.
110. TULIS, J. (2000). Súčasné slovenské jaskyniarstvo. Slovenská speleologická spoločnosť. 50 rokov Slovenskej speleologickej spoločnosti. Zborník referátov z historicko-odborného seminára, 102 – 105.
111. TULIS, J. (2001). Netopiere v Stratenskej jaskyni. Spravodaj SSS 1/2001, 44.
112. TULIS, J. (2001). Výskum Dobšinskej ľadovej jaskyne. Aragonit 6. Správa slovenských jaskýň, Liptovský Mikuláš, 4 – 5.
113. TULIS, J. (2001). Ryžovalo sa zlato v jaskyni Zlatá diera? Slovenský kras, XXXIX, Liptovský Mikuláš, 121 – 127.
114. TULIS, J. (2002). Podzemné krásy a zaujímavosti. Park 1/2002, 26 – 27; 2/2002, 26 – 27; 3/2002, 26 – 27; 4/2002, 28 – 29.
115. TULIS, J. (2003). 30 rokov Stratenskej jaskyne. Spravodaj SSS, 1/2003, 52 – 54.
116. TULIS, J. (2005). 40 rokov činnosti Speleologického klubu Slovenský raj. Spravodaj SSS 1/200, 69 – 71.
117. TULIS, J. – KOŠÍK, M. (1988). Speleological research of the Stratenská cave. International symposium on physical, chemical and hydrological research of karst. KoŠice, p. 146 – 151.
118. TULIS, J. – KOŠÍK, M. (1998). Potvrdenie nálezu aragonitu v Bystrianskej jaskyni. Výskum, využívanie a ochrana jaskýň. SSJ Zborník referátov, 21 – 23.
119. TULIS, J. – NOVOTNÝ, L. (1979). Ako ďalej so Stratenskou jaskyňou? Krásy Slovenska, LVI, č. 3/79. Šport, Bratislava, 130 – 133.
120. TULIS, J. – NOVOTNÝ, L. (1989). Jaskynný systém Stratenskej jaskyne. SSS, Liptovský Mikuláš, 464 strán + 96 strán čiernobielych a farebných vkladaných príloh.
121. TULIS, J. – NOVOTNÝ, L. (1995). Čiastková správa o morfometrických parametroch v zaľadnených častiach Dobšinskej ľadovej jaskyne. Ochrana ľadových jaskýň, zborník referátov, Liptovský Mikuláš, 25 – 28.
122. TULIS J. – NOVOTNÝ L. (2002). Stopovacie skúšky na krasovej planine Geravy v Slovenskom raji. Spravodaj SSS 1/2002, 44 – 45.
123. TULIS J. – NOVOTNÝ L. (2003). Zmeny zaľadnenia v Dobšinskej ľadovej jaskyni. Aragonit 8, Správa slovenských jaskýň, Liptovský Mikuláš, 7 – 10.
124. TULIS J. – NOVOTNÝ L. (2003). Medvedia jaskyňa – paleokrasový fenomén. Slovenský kras, r. XLI. SMOPaJ, L. Mikuláš, 91 – 95.
125. TULIS J. – NOVOTNÝ L. (2004). Medvedia jaskyňa v Slovenskom raji. Výskum využívanie a ochrana jaskýň. Zborník refrátov, 48 – 56.

1. KUCHARIČ, Ľ. – NOVOTNÝ, L. – STEINER, A. – TULIS, J. (1977). Záverečná správa, geologicko-geofyzikálny prieskum na hornej nádrži PVE Čierny Váh. S. 37 + 14 príl.
2. KUCHARIČ, Ľ. – NOVOTNÝ, L. – STEINER, A. – TULIS, J. (1978). Záverečná správa II., geologicko-geofyzikálny prieskum na hornej nádrži PVE Čierny Váh. S. 36 + 17 príl.
3. KUCHARIČ, Ľ. – NOVOTNÝ, L. – STEINER, A. – TULIS, J. (1989). Záverečná správa III., geologicko-geofyzikálny prieskum na hornej nádrži PVE Čierny Váh. S. 28, + 11 príl.
4. NOVOTNÝ, L. – TULIS, J. (1995). Krasová planina Pelc v Národnom parku Slovenský raj. Manuskript, SSS, Spišská Nová Ves. 39 s.
5. NOVOTNÝ, L. – TULIS, J. (2001). Inventarizačný geologický, geomorfologický a speleologický výskum NPR Piecky. Záverečná správa. Rukopis, Správa NP Slovenský raj, Spišská Nová Ves, 41+31+16 s. + 16 príl.
6. NOVOTNÝ, L. – TULIS, J. (2002a). Zostavenie geologickej mapy v M 1 : 5 000 Kopanecké lúky – Javorina v národnom parku Slovenský raj. Záverečná správa. Rukopis, Správa NP Slovenský raj, Spišská Nová Ves, 20+36+príloha foto+mapa+Vysvetlivky.
7. NOVOTNÝ, L. – TULIS, J. (2002b). Inventarizačný geologický, geomorfologický a speleologický výskum NPR Zejmarská roklina. Záverečná správa. Rukopis, Správa NP Slovenský raj, Spišská Nová Ves, 34+25+príloha foto+5 grafických príloh.
8. TULIS, J. – NOVOTNÝ, L. – GREISEL, M. (1976). Dohovorené značky pre speleologické plány podzemných krasových javov. Rukopis, MSK, Liptovský Mikuláš, 35 s.
9. TULIS, J. – NOVOTNÝ L. (1988). Inventarizačný speleologický výskum ŠPR Kyseľ, Slovenský raj. Rukopis, Správa NP Slovenský raj, Spišská Nová Ves, 31 s. + 11 príl.
10. TULIS, J. – NOVOTNÝ, L. – MIHÁĽ, F. (1990). Inventarizačný geologický, geomorfologický a speleologický výskum ŠPR Sokol v národnom parku Slovenský raj. Rukopis, Správa NP Slovenský raj, Spišská Nová Ves, 96+25 s. + 15 príl.
11. TULIS, J. – NOVOTNÝ, L. – MIHÁĽ, F. (1992). Inventarizačný geologický, geomorfologický a speleologický výskum ŠPR Stratená v národnom parku Slovenský raj. Správa o výskume. Rukopis, Správa NP Slovenský raj, Spišská Nová Ves, 68+58+17 s. + 39 príl.

SLOVENSKÝ KRAS (ACTA CARSOLOGICA SLOVACA)	XLIII	223 – 225	LIPTOVSKÝ MIKULÁŠ 2005

K ŠESŤDESIATKE Ing. MARCELA LALKOVIČA, CSc.



Ing. Marcel Lalkovič, CSc., patrí medzi osobnosti slovenskej speleológie, ktoré nemusíme predstavovať ani mladším jaskyniarom, ani vedeckej obci, dokonca ani muzeológom a historikom. Svojou charizmou, nespočetnými publikovanými vedeckými prácami, populárnymi článkami a prednáškami sa navždy zapísal do histórie slovenského jaskyniarstva a vypracoval sa na špičkového historika v tejto vednej oblasti. Mnohotvárnosť a erudíciu Ing. Lalkoviča potvrdzuje aj jeho básnická tvorba.

Marcel Lalkovič sa začiatkom roka 2004 dožil významného životného jubilea v plnom zdraví, eláne a pracovnej zanietenosti. O tom, že tieto slová nie sú frázami, svedčia konzultačné telefonáty často aj cez víkend, keď jubilant trávi čas pri počítači a neúnavne sa snaží vymotať zložito zapletené nite historických udalostí okolo našich jaskýň.

Marcel Lalkovič sa narodil dňa 27. 1. 1944 v Banskej Štiavnici. Toto mesto, ukryté medzi svojrázne členitými vulkanickými kopcami stredného Slovenska, dýcha históriou baníctva. Táto krásna krajina bola asi hlavným motívom pri výbere jeho profesie. Zapísal sa na vysokoškolské štúdium na Baníckej fakulte Vysokej školy technickej v Košiciach. Po úspešnom ukončení štúdia krátko pracoval vo Východoslovenských tehelniach v Košiciach a v Stredisku geodézie v Liptovskom Mikuláši. V roku 1970 začal pracovať v Múzeu slovenského krasu v Liptovskom Mikuláši. Ako banský merač postupne zameriaval Čachtickú, Stanišovskú, Jasovskú, Dobšinskú ľadovú jaskyňu, časť jaskýň Demänovského systému, prerážku do Krásnohorskej jaskyne a iné podzemné priestory. Podieľal sa aj na tvorbe Bezpečnostného predpisu SBÚ v roku 1975 a v rokoch 1977 – 1983 zastával funkciu hlavného merača Správy slovenských jaskýň a potom Ústredia štátnej ochrany prírody. Ním zostavený značkový kľúč Výnosu Ministerstva

hospodárstva SR z roku 1993 o banskomeračskej dokumentácii je dodnes v platnosti. Z oblasti banského meračstva obhájil v roku 1990 aj kandidátsku dizertačnú prácu na tému Efektívne spôsoby zameriavania a zobrazovania jaskynných priestorov.

Jubilant sa v roku 1972 stal členom Slovenskej speleologickej spoločnosti. Bolo to obdobie význačné hľadaním jaskyniarov, ktorí dokážu zodpovedne zastávať ústredné funkcie v mladej, znovuzrodenej Slovenskej speleologickej spoločnosti. Jubilant sa tak stal v roku 1973 tajomníkom tejto organizácie. Neskoršie ho zvolili za pokladníka. Členom predsedníctva Spoločnosti zostal až do roku 1991. Bol jednou z osobností určujúcich smer vývoja vtedajšej Spoločnosti. Ako človek s citom k meračskej precíznosti výrazne prispel k rozumnému hospodáreniu organizácie. V rokoch 1976 – 1991 bol predsedom Komisie SSS pre speleologickú dokumentáciu, v rámci ktorej bol iniciátorom Zásad pre tvorbu názvov a názvoslovia jaskýň, Zásad pre prihlasovanie objavu jaskyne, jednotnej evidencie jaskýň a podobných dokumentov. Bol členom komisie pre názvoslovie bývalého Speleologického poradného zboru a doteraz je predsedom Osobitnej komisie MŽP SR pre schvaľovanie názvov jaskýň, prírodných pamiatok a iných chránených území. V rokoch 1979 a 1983 zorganizoval dve úspešné konferencie o dokumentácii krasu a jaskýň. Jubilant však zastával funkcie aj v Medzinárodnej speleologickej únii (UIS): v rokoch 1986 – 1989 bol predsedom Komisie pre krasové meranie a mapovanie UIS, ale bol aj členom komisie pre bibliografiu, topografiu a kartografiu. V roku 1973 sa v rámci 6. kongresu UIS v Olomouci významne podieľal na organizácii exkurzií do slovenských krasových oblastí a jaskýň. Je dlhoročným členom redakčnej rady nášho zborníka Slovenský kras (od roku 1992 až doteraz), pričom v rokoch 1995 – 2001 bol jeho editorom. Bol členom redakčnej rady zborníka Naturae tutela, Múzeum a. i. V roku 1993 na pôde Slovenského múzea ochrany prírody a jaskyniarstva založil nový jaskyniarsky časopis s názvom Sinter, ktorý vychádza doteraz. Od roku 1995 je členom redakčnej rady významného slovinského odborného periodika Acta carsologica.

Jubilant za vykonanú prácu pre slovenskú speleológiu prevzal v roku 1980 plaketu Správy slovenských jaskýň a v roku 1988 striebornú plaketu Slovenskej speleologickej spoločnosti.

Ing. Lalkovič vyvíjal nemalé úsilie v prospech rozvoja speleologického múzejníctva. Už v roku 1977 ukončil na Filozofickej fakulte Univerzity J. E. Purkyně v Brne postgraduálne štúdium muzeológie a obhájil záverečnú prácu na tému Analýza krasového múzea a jeho postavenie v sieti múzeí. V roku 1988 sa stal riaditeľom Múzea vývoja ochrany prírody, ktoré neskoršie dostalo súčasný názov Slovenské múzeum ochrany prírody a jaskyniarstva. Jeho zásluhou sa zaviedol jednotný systém dokumentácie v oblasti štátnej ochrany prírody na Slovensku a boli inštalované nové stále expozície „Kras a jaskyne Slovenska", „Chránená príroda" a „Minerály – výskyt, využitie a ochrana", ako aj početné výstavy s jaskyniarskou a ochranárskou tematikou. Založil aj tradíciu súťažnej výstavy Speleofotografia.

Jubilant bol členom výkonného výboru Zväzu múzeí na Slovensku, v roku 1992 sa stal jeho tajomníkom a v roku 1993 jeho predsedom. Bolo to veľkým uznaním jeho odbornej pripravenosti a aktívnej práce v oblasti slovenského múzejníctva. V rokoch 1990 – 1992 bol aj členom Česko-slovenskej muzeologickej spoločnosti. V týchto rokoch začal externe prednášať muzeológiu na Katedre muzeológie Filozofickej fakulty Masarykovej univerzity v Brne a od roku 2001 je vysokoškolským pedagógom na Katedre ekomuzeológie Fakulty humanitných vied Univerzity M. Bela v Banskej Štiavnici. V roku 1998 organizoval na pôde SMOPaJ medzinárodné sympózium o histórii speleológie a karsológie ALCADI ´98. Toto úspešné podujatie výrazne prispelo k prehĺbeniu dobrého mena slovenského jaskyniarstva v zahraničí. Histórie jaskyniarstva sa týka aj prevažná časť jeho bohatej publikačnej činnosti. Doposiaľ publikoval vyše 400 štúdií, vedeckých správ, populárnych príspevkov a článkov, knihu o živote

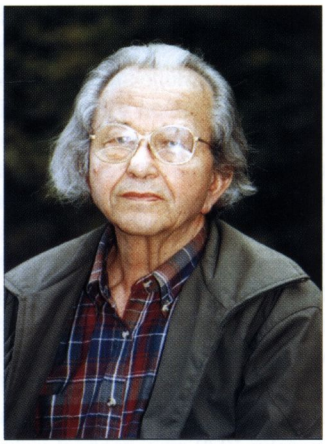
Jána Majka. Vyšli aj tri jeho básnické zbierky s názvami Svitanie jaskyne (1993), Disident lásky (1996) a Jaskynná žena (1997).

Ing. Marcel Lalkovič, CSc., obsadil v slovenskej speleológii pevné miesto odborníka, ktorý dokáže spoľahlivo spracovávať históriu najvýznamnejších, predovšetkým sprístupnených jaskýň na Slovensku a poskytovať odborné údaje pri inštalácii výstav i stálych expozícií so speleologickou tematikou. V tomto rámci spolupracoval aj so Správou slovenských jaskýň pri inštalácii výstav vo vstupných areáloch jaskýň Domica, Ochtinská aragonitová, Jasovská a Dobšinská ľadová či zostavení propagačných brožúrok o sprístupnených jaskyniach. Do ďalších rokov mu želáme pevné zdravie, pracovný elán a rodinnú pohodu. Sme presvedčení, že na konferenciách a vedeckých podujatiach aj v budúcnosti všetkých prekvapí spôsobom jemu vlastným, najmä zaujímavými novými zisteniami a poznatkami z bohatej histórie výskumu našich krásnych jaskýň.

Ľudovít Gaál

SLOVENSKÝ KRAS (ACTA CARSOLOGICA SLOVACA)	XLIII	227 – 229	LIPTOVSKÝ MIKULÁŠ 2005

ZA PhDr. JURAJOM BÁRTOM, CSc.



Dňa 2. októbra 2005 neúprosný osud dopísal poslednú stránku životného príbehu PhDr. Juraja Bártu, CSc., čím sa definitívne uzatvorila jeho pozemská púť. Z jaskyniarstva na Slovensku sa vytratila ďalšia osobnosť, ktorá sa v druhej polovici 20. storočia významným spôsobom podieľala na jeho formovaní.

Juraj Bárta sa narodil 13. apríla 1923 v Ružomberku. Prostredie, v ktorom vyrastal, formovalo jeho vzťah k prírode a k hodnotám, aké vyznával po celý svoj život. Pod vplyvom doby a ďalších okolností začal po maturite pôsobiť ako výpomocný učiteľ na východnom Slovensku. V roku 1944 po vypuknutí SNP sa vrátil do rodného Ružomberka. Krátko pracoval v tlačovom orgáne revolučného ONV a potom v Propagačnom a spravodajskom odbore Slovenskej národnej rady v Banskej Bystrici. Až do potlačenia povstania tu pôsobil ako osvetový pracovník na liptovskom úseku povstaleckého územia, za čo ho neskôr vyznamenali radom SNP II. triedy.

V povojnovom období sa po skončení základnej vojenskej služby zapísal na Filozofickú fakultu UK v Bratislave, kde študoval históriu a zemepis, neskôr i archeológiu. Už počas štúdia sa jeho záujem sústredil na poznávanie začiatkov ľudstva a jeho prvotných sídlisk. Práve táto problematika sa stala témou jeho dizertačnej práce Praveké osídlenie slovenských jaskýň, ktorú obhájil v roku 1952 a získal titul doktora filozofie.

Po dosiahnutí absolutória na univerzite nastúpil do služieb vtedajšieho Štátneho archeologického ústavu v Martine-Bystričke. V nasledujúcich rokoch, t. j. po vzniku Slovenskej akadémie vied roku 1953 a presídlení ústavu do Nitry, s ním spojil svoj budúci kariérny rast a predovšetkým do prostredia jaskýň nasmeroval svoje odborné aktivity. Z pozície referenta pre výskum jaskýň

a staršej doby kamennej a od roku 1960 ako vedecký pracovník sa systematicky zúčastňoval výskumov, ktoré sa stali rozhodujúcimi pre klasifikáciu a datovanie paleolitických kultúr najmä západného Slovenska. Výsledkom jeho práce na úseku základného archeologického výskumu, kde dominoval záujem o staršiu dobu kamennú, je objav približne dvoch tretín dnes známych paleolitických nálezísk. Práca zosnulého týkajúca sa problematiky stredopaleolitických industrií na príklade travertínov v Bojniciach je významnou aj z celoeurópskeho hľadiska. Patrí mu aj autorstvo v prípade prvej obsiahlejšej monografickej syntézy nášho paleolitu – Slovensko v staršej a strednej dobe kamennej z roku 1965. Zaslúžil sa aj o navrátenie Venuše z Moravian nad Váhom, dôkazu najstaršieho umenia u nás, ktorá bola dlhé roky nezvestná v zahraničí.

Práve v kontexte s jaskyňami vytvorila problematika najstaršieho osídlenia Slovenska u zosnulého priestor pre celoživotnú angažovanosť v slovenskom jaskyniarstve. Na základe odporúčania Vojtecha Budinského Kričku, vtedajšieho predsedu SSS, stal sa už v roku 1950 členom Slovenskej speleologickej spoločnosti. Jaskyniam a ich osídleniu ostal potom verný po všetky roky svojho života. Za viac ako tri desaťročia speleoarcheologickej činnosti navštívil a formou zisťovacieho, revízneho alebo systematického výskumu preskúmal takmer všetky sídliskovo vhodné jaskyne, archeologicky ich vyhodnotil a zároveň vytipoval na ďalší výskum.

Toto jeho celoživotné zanietenie dokumentujú aj ďalšie aktivity, ktorými sa stal známym medzi jaskyniarskou verejnosťou na Slovensku. V minulosti nechýbal pri nijakom významnejšom podujatí slovenského jaskyniarstva a do jeho programu prispieval pravidelne odborne erudovanými prednáškami o kultúrno-historickom význame našich jaskýň. Aktívne pôsobil aj v Speleologickej odbočke Slovenskej zemepisnej spoločnosti pri SAV od jej založenia v roku 1960. Patril medzi dlhoročných členov Speleologického poradného zboru MK SSR, kde zastával funkciu predsedu jeho speleoarcheologickej komisie. Pôsobil však aj ako člen jeho názvoslovnej komisie, zásluhou ktorej vyšiel v roku 1979 prvý zoznam jaskýň a priepastí na Slovensku.

Roku 1969 sa významnou mierou zaslúžil o obnovenie Slovenskej speleologickej spoločnosti. S jeho menom súvisí vypracovanie prvého návrhu jej stanov. Účinkoval v prípravnom výbore SSS a po jej ustanovení až do roku 1976 zastával funkciu jedného z podpredsedov. Od roku 1969 patril k pravidelným účastníkom jaskyniarskych týždňov. Počas nich prostredníctvom prednášok, prípadne inou formou poukazoval vždy na nevyhnutnosť koordinácie speleologického prieskumu s činnosťou archeológa všade tam, kde jestvovali reálne predpoklady výskytu nálezov svedčiacich o prítomnosti človeka v minulosti. S jeho menom sa spája aj činnosť kultúrno-historickej komisie SSS, ktorú predsedníctvo zriadilo po druhom valnom zhromaždení a existovala do roku 1976. V redakčnej rade Spravodaja SSS v rokoch 1970 – 1991 patril k jej aktívnejším členom a najmä v počiatočnom období jeho vydávania prispieval často cennými pripomienkami.

Ďalšiu významnú oblasť činnosti zosnulého predstavovala jeho spolupráca s bývalým Múzeom slovenského krasu a neskôr i so Slovenským múzeom ochrany prírody a jaskyniarstva v Liptovskom Mikuláši. V rokoch 1968 – 1969 sa podieľal na realizácii expozície múzea, ktorá stvárňovala krasový fenomén všeobecne i špeciálne na území slovenských Karpát. Časť expozície Jaskyne a človek spracoval nielen do jej scenáristickej podoby, ale zúčastňoval sa aj následných inštalačných prác a nezanedbateľnou bola i jeho pomoc pri získavaní potrebných exponátov či k nim prislúchajúcej dokumentácie. Podobne treba oceniť jeho prínos pri príprave a inštalácii expozície Kras a jaskyne slovenských Karpát v roku 1994, kde spracoval problematiku, ktorá súvisela s osídlením našich jaskýň.

Inú oblasť tejto spolupráce predstavovala činnosť zameraná na získavanie artefaktov z našich jaskýň do zbierok múzea, pričom sa neobmedzoval len na materiál, ktorý sa bezprostredne týkal jeho profesijného zamerania. Do fondov múzea sa jeho zásluhou dostal aj materiál tý-

kajúci sa záujmu o jaskyne a ich využívanie po roku 1918, napríklad dokumentačný materiál objasňujúci činnosť Sekcie pre výskum východoslovenského krasu v rokoch 1923 – 1929 a i. Zaoberal sa i problematikou novodobej histórie súvisiacej s využívaním jaskýň v odboji a počas SNP. Popri tom bol istý čas členom vedeckej rady múzea a členom redakčnej rady zborníka Slovenský kras, kde dlhé roky pôsobil aj ako erudovaný autor, pričom mal nemalé zásluhy na jeho postupnej profilácii.

Aj keď sa jeho životné osudy nevyvíjali vždy priamočiaro, spôsobom jemu vlastným dokázal prekonávať rôzne nástrahy. Ani v takýchto situáciách však nezabúdal na popularizáciu činnosti, ktorá ho ako odborne vyzretú osobnosť charakterizovala po celý život. Svoje práce uverejňoval nielen v našich, ale aj v zahraničných časopisoch. S výsledkami, ku ktorým sa dopracoval, okrem zainteresovaných vedeckých pracovníkov oboznamoval pravidelne prostredníctvom populárno-vedeckých článkov aj širokú verejnosť.

Udelenie ceny Za vynikajúcu prácu v rokoch 1957 a 1966, ktorými SAV ocenila jeho prínos za vedecké spracovanie problematiky týkajúcej sa doby kamennej, nie je ničím iným, než potvrdením správnosti cesty, akú profesijne nastúpil začiatkom druhej polovice 20. storočia. Takisto treba vnímať aj udelenie striebornej a potom zlatej medaily za rozvoj speleológie na Slovensku na valných zhromaždeniach SSS v novembri 1985 a apríli 2003.

Odchodom Dr. Juraja Bártu sa zo slovenského jaskyniarstva vytratil človek, ktorý sa za posledných viac ako päťdesiat rokov spolupodieľal na dotváraní jeho celkového koloritu a zároveň výsledkami svojej práce vytrvalo kliesnil cestu našej speleoarcheológii.

Česť jeho pamiatke!

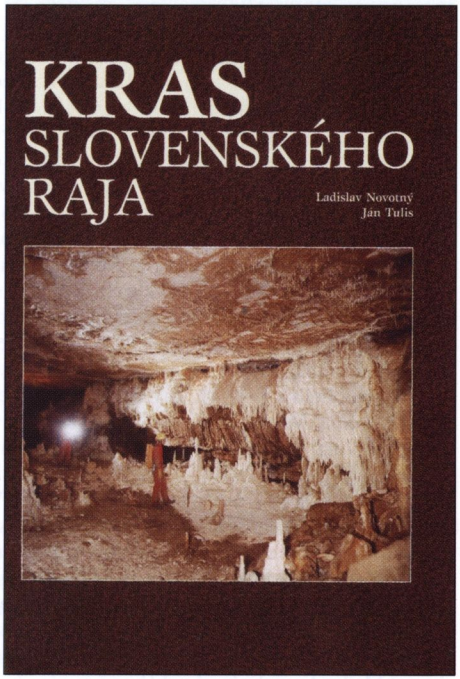
Marcel Lalkovič

SLOVENSKÝ KRAS (ACTA CARSOLOGICA SLOVACA)	XLIII	231 – 235	LIPTOVSKÝ MIKULÁŠ 2005

RECENZIE – REVIEWS

L. NOVOTNÝ – J. TULIS: KRAS SLOVENSKÉHO RAJA

Správa slovenských jaskýň – Slovenská speleologická spoločnosť, Knižné centrum, Žilina 2005, 175 strán + farebná fotografická príloha



Slovenský raj patrí medzi najvýznamnejšie krasové územia na Slovensku. Jaskyniari zo Spišskej Novej Vsi a okolia tu už 40 rokov vykonávajú systematický speleologický prieskum a výskum. Výsledkom sú viaceré významné objavy jaskynných priestorov (najmä v systéme Stratenskej jaskyne) a vedecké poznatky o vývoji krasu a jaskýň. Na základe komplexného prístupu pri výskume a prieskume krasu a jaskýň Slovenského raja spracovali množstvo štúdií, odborných správ a článkov. Dôležité miesto v slovenskej speleologickej literatúre patrí rozsiahlej monografii J. Tulisa a L. Novotného o Stratenskej jaskyni, ktorá vyšla v roku 1989.

Zavŕšením doterajšej činnosti je novovydaná monografia RNDr. Ladislava Novotného a Ing. Jána Tulisa o krase Slovenského raja. Predstavuje významný medzník poznávania prírodných pomerov Slovenského raja, pričom názory autorov na geologický a geomorfologický vývoj krasových planín a ostatného georeliéfu Slovenského raja nastoľujú viaceré otázky na spresnenie, resp. prehodnotenie doterajších pohľadov na rekonštrukciu paleoalpínskeho a neoalpínskeho vývoja krasu Západných Karpát.

Monografia kompletizuje a sumarizuje poznatky a údaje o povrchových a podzemných krasových javoch, analyzuje a vysvetľuje ich vznik a vývoj v kontexte geologického a geomorfologického vývoja územia. Po predslove a úvode nasleduje sedem kapitol, ktoré sa zaoberajú polohou, históriou a prírodou, geologickou stavbou, hydrogeológiou a hydrológiou, geomorfológiou územia, vývojom povrchového a podzemného krasu, možnosťami a zámermi ďalšieho výskumu a prieskumu krasu Slovenského raja, ako aj jeho ochranou. Za literatúrou a súhrnom v anglickom jazyku je zaradená 8-stranová farebná fotografická príloha, ktorá kvalitnými zábermi výstižne dopĺňa prezentovanú problematiku (vrátane pútavých pohľadov z lietadla na krasové planiny a dolinu Hnilca).

Najrozsiahlejšia je kapitola o geomorfológii Slovenského raja. Na jeho území autori rozlišujú úplný planinový kras a slabo rozvinutý kras monoklinálnych chrbtov na vápencoch a dolomitoch (s menším zastúpením), ako aj sporadický kras eróznych brázd na evaporitoch a rauvakoch. Hlavnú časť tejto kapitoly tvorí prehľadný a výstižný opis povrchových a podzemných krasových javov 10 lokalít (okolie Zadnej doliny východne od Kráľovej hole; Zadná dolina – Barbolica; planiny Duča, Pelc a Skala; Lipovec – Havrania skala; Geravy; Glac; Hornád; Dubnica – Matka Božia; Hranovnické pleso a ostatné lokality), vrátane ich detailnej geologickej, geomorfologickej a hydrogeologickej charakteristiky. Na opisovanom území je známych 377 jaskýň – základné údaje o nich sú uvedené v prehľadnej tabuľke. Samostatne a detailnejšie sa opisuje 30 významných jaskýň a priepastí. Z faktografického hľadiska publikáciu dopĺňa množstvo tabuliek, grafických obrázkov, máp a fotografií.

Okrem množstva poznatkov a údajov o krasových javoch Slovenského raja hlavným prínosom publikácie je rekonštrukcia ich genézy v rámci geologického a geomorfologického vývoja územia. Okrem výškových pozícií jaskýň vo vzťahu k zarovnaným povrchom a riečnym terasám autori využívajú poznatky

zo sedimentologického výskumu alochtónnych jaskynných výplní a reziduálnych sedimentov na povrchu krasového územia z depresných i elevačných foriem georeliéfu. Dokladajú výskyty paleogénnych hornín na povrchu v rôznych častiach Slovenského raja a v jaskyniach na planine Glac.

V rámci paleoalpínskej krasovej periódy autori uvažujú o vývoji krasu v predgosauskej etape (spodná krieda až spodná časť vrchnej kriedy – komíny s vápencovo-lateritickou brekciou v Stratenskej jaskyni a jej najvyššie časti, Koniarova jaskyňa, jaskyne Havranej skaly) a predvrchnoeocénnej etape (paleocén až stredný eocén – B. horizont a V. úroveň Stratenskej jaskyne, jaskyňa Duča, jaskyňa Skalné okno, Medvedia jaskyňa, Vlčia jaskyňa, Jaskyňa v Skale), ktoré oddeľuje medziobdobie sedimentácie hornín gosauskej skupiny (stredná a vrchná časť vrchnej kriedy až najspodnejšia časť paleocénu). Horniny paleogénnej transgresie (vrchný eocén až oligocén) úplne pokryli územie Slovenského raja. Autori zistili zvyšky ich uloženín „in situ" v Medvedej jaskyni a jaskyni Skalné okno.

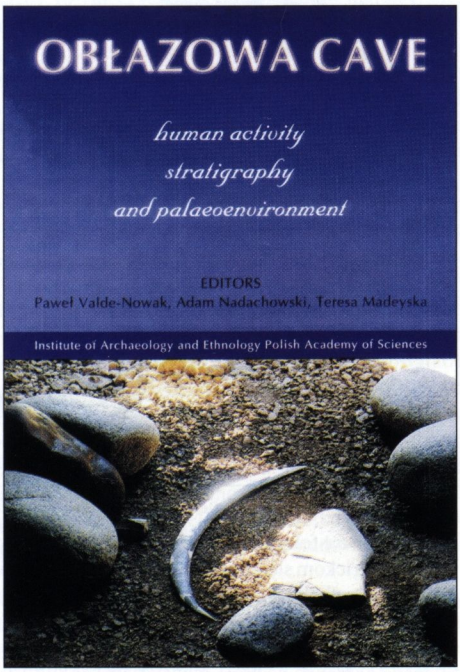
Neoalpínska krasová perióda sa začala počiatočnou exhumáciou krasu po regresii mora na rozhraní oligocénu a miocénu. Autori predpokladajú, že predvrchnoeocénny krasový povrch sa postupne odkrýval približne od bádenu, pričom najskôr sa odkryli elevačné časti podložného krasu. V hrubých rysoch sa údajne obnovila stará alochtónna a autochtónna riečna sieť, čo ovplyvnilo aktivizáciu cirkulácie vôd v podzemí. Ďalej píšu, že v pokročilejšom štádium exhumácie nastala remodelácia starších jaskýň (Medvedia jaskyňa, Vlčia jaskyňa, Jaskyňa v Skale), vznik nových jaskýň a odkrývanie depresných, plytko vrezaných senilných dolín predvrchnoeocénneho georeliéfu. Autori na základe zistení pri prieskume a výskume krasu Slovenského raja dospeli k názoru, že georeliéf na plošinách planín má mnohé znaky, podľa ktorých sa formoval už v predvrchnoeocénnom období. Doteraz sa krasové plošiny Slovenského raja väčšinou zaraďovali k panónskemu stredohorskému povrchu zarovnávania. Na obnaženom povrchu približne v úrovni už dávno založených krasových plošín prebiehala lokálna pediplanácia a vytvárali sa ďalšie plytké uviokrasové doliny (v juhozápadnej časti územia sú zvyšky riečnych štrkov, ktoré autori zaraďujú do vrchnejšieho badenu a sarmatu?). Autori neuvádzajú žiadne súvislosti vývoja planačných foriem georeliéfu a jaskýň s formovaním pontskej podstredohorskej rovne (obr. 6 na strane 37). Podľa L. Dzurovčina (Mineralia slovaca, 26, 2, 1994) ekvivalentom podstredohorskej rovne je údajne okrajová krasová rovina, ktorú opisuje J. Jakál v niektorých krasových územiach Západných Karpát (Geografický časopis, 35, 2, 1983). Zvyškové štádium exhumácie krasu Slovenského raja autori monografie začleňujú do pliocénu až holocénu. Vývoj najvýraznejšej IV. vývojovej úrovne Stratenskej jaskyne a niektorých ďalších jaskýň (Okienková jaskyňa, Čertova jaskyňa, Kláštorná jaskyňa, Ružová jaskyňa) korelujú s formovaním poriečnej rovne vo vrchnom pliocéne (ruman). Vývoj viacerých nižšie položených jaskýň (napr. II. úroveň Stratenskej jaskyne, Okrajová jaskyňa, Horcová jaskyňa, Biela jaskyňa a Marekova diera) dávajú do súvisu s vytváraním kvartérnych riečnych terás.

Monografia prináša množstvo poznatkov o krasových javoch v Národnom parku Slovenský raj, ktoré sú dôležité pre potreby ochrany prírody (Dobšinská ľadová jaskyňa, Stratenská jaskyňa s jaskyňou Psie diery a Medvedia jaskyňa sú vyhlásené za národné prírodné pamiatky; Dobšinská ľadová jaskyňa a Stratenská jaskyňa s jaskyňou Psie diery sú súčasťou svetového prírodného dedičstva). Ako sme už uviedli, viaceré poznatky a názory týkajúce sa vývoja krasových plošín, vysokopoložených jaskýň Slovenského raja či úrovní Stratenskej jaskyne presahujú regionálny rámec Slovenského raja a sú významné a dôležité aj z celkového pohľadu na geologický a geomorfologický vývoj Západných Karpát. Podobne ako monografia o Stratenskej jaskyni aj táto nová monografia sa určite zaradí medzi hlavné tituly slovenskej speleologickej literatúry.

Publikácia formátu A4 s brožovanou väzbou vyšla v náklade 500 výtlačkov. Určená je najmä pre speleológov, geológov a geomorfológov, avšak určite zaujme aj iných odborníkov zaoberajúcich sa krasom a ochranou prírody. Z geologických a geomorfologických kruhov dávame publikáciu do pozornosti najmä špecialistom na paleokras a rekonštrukciu geologického a geomorfologického vývoja Západných Karpát. Predpokladáme, že predloženými názormi a poznatkami o genéze krasových plošín Slovenského raja autori vyvolajú diskusiu týkajúcu sa problematiky tvorby a chronologického zatriedenia starších zarovnaných povrchov, ktorej sa v slovenskej geomorfologickej literatúre aj v posledných rokoch venovala pomerne veľká pozornosť. Zo speleologického hľadiska publikácia poskytuje viaceré námety, resp. môže byť vzorom na spracovávanie podobných regionálnych monografií o krase a jaskyniach v iných významných krasových územiach na Slovensku.

Pavel Bella

P. VALDE-NOWAK, A. NADACHOWSKI, T. MADEYSKA (editors): OBŁAZOWA CAVE, human activity, stratigraphy and palaeoenvironment.
Institute of Archeology and Ethnology Polish Academy of Sciences, Kraków 2003, 176 strán, 56 obrázkov, 40 tabuliek, 60 farebných fotografií.



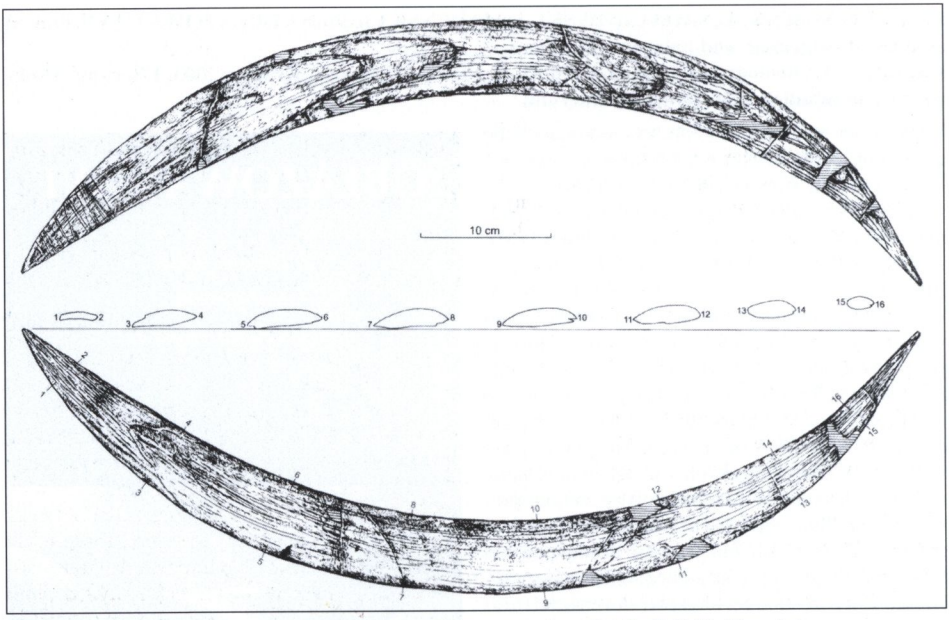
Monografia sumarizuje výsledky systematického archeologického výskumu Obłazowej jaskyne, ležiacej pri turistickom chodníku v prírodnej rezervácii „Przełom Białki pod Krempachami" (nadmorská výška 670 m), v katastri obce Nowa Biała, v Oravsko-Novotargskej kotline. Keďže sa v Nowej Białej ako prvé objavilo neskoropaleolitické táborisko kultúry Federmesser (lokalita Nowa Biała 1) pred vápencovým masívom Obłazowej Skały (v ktorej je jaskyňa vytvorená), Obłazowa jaskyňa je označená ako lokalita Nowa Biała 2. Archeologický výskum v nej realizoval v rokoch 1985 – 1992, 1995 prof. dr. hab. P. Valde-Nowak z horeuvedenej krakovskej inštitúcie. V archeologických kruhoch dobre známy archeológ upriamuje svoj bádateľský záujem prevažne na štúdium horských a podhorských regiónov poľských Karpát v období praveku. Predmetná jaskyňa predstavuje unikátne archeologické nálezisko, ležiace v bezprostrednej blízkosti slovenských hraníc a spišského regiónu – na území poľského Spiša, v poľskej časti Karpát. Keďže hrebeň Karpát ani v praveku nepredstavoval neprekonateľnú prekážku, ba naopak, bol dôležitou komunikačnou spojnicou, osídlenie slovenského a poľského územia je preto počas viacerých chronologicko-kultúrnych horizontov analogické a možno ho názorne porovnávať.

O osídlení poľskej časti Karpát sme sa dozvedeli pomerne neskoro. Prvé táboriská zo sklonku staršej doby kamennej sa na tomto území objavili až koncom 70-tych rokov 20. storočia, v spojitosti s objasnením úlohy miestnych zdrojov kamenných surovín (rádiolaritov) pre spoločenstvá doby kamennej a staršej doby bronzovej (archeologické lokality Sromowce Niżne a Sromowce Wyżne-Kąty). Dovtedy sa na území poznali len sídliská lužickej kultúry z mladšej a neskorej doby bronzovej a z obdobia stredoveku.

Recenzovaná práca komplexne sumarizuje výsledky interdisciplinárneho výskumu nenápadnej jaskyne (pred výskumom dĺžka 9 m, šírka 5 m a výška 3 m), na ktorom sa okrem archeológov podieľali odborníci z ďalších vedných disciplín – paleontológie, geológie či paleobiológie. Publikácia vyšla z pera 30-tich odborníkov z Poľska (Krakov, Varšava), Fínska (Helsinki), Ruska (Moskva), Španielska (Barcelona, Madrid) a Veľkej Británie (Newcastle upon Tyne, Glasgow), a to pod redakciou trojice spoluautorov – vedúceho výskumu P. Valde-Nowaka, ďalej A. Nadachowského a T. Madeyskej. Hodnotu knihy (formátu A4) zvýrazňujú tvrdá farebná väzba, kvalitný kriedový papier a plnofarebné fotografie.

Po úvode (Introduction, s. 7 – 9), v ktorom P. Valde-Nowak načrtáva históriu výskumu na území poľských Karpát, nasleduje sedem hlavných kapitol, ktoré sú rozdelené na viaceré podkapitoly. Po závere (Conclusions, s. 145 – 152) knihu ukončuje bohatý zoznam literatúry (Bibliography, s. 153 – 169), index geografických názvov (Index of geographical names, s. 171 – 173) a zoznam autorov – prispievateľov s užitočnými kontaktnými adresami (Contributors, s. 175 – 176).

V prvej kapitole – Metódy výskumu (Methods, s. 11 – 14) trojica editorov opisuje postup terénnych prác v jaskyni (rozdelenie na štvorcovú sieť 1 × 1 m, vytýčenie troch sekcií I – III s profilmi, skúmanie vrstiev v sektoroch 0,5 × 0,5 m po 5 cm, preosievanie jaskynných sedimentov na sitách!), spojených s litologickou a paleontologickou analýzou (odobratie 4000 vzoriek zvieracích kostí). V kapitole Stratigrafia, litológia a sedimentológia (Stratigraphy, Lithology and Sedimentology, s. 13 – 22) autori rozoberajú geologické prostredie lokality, sedimenty v zachytených vrstvách, vekovú a stratigrafickú pozíciu jaskynnej výplne vzhľadom k rieke Białka.



Unikátny bumerang z mamutieho kla, objavený v Obłazowej jaskyni (podľa P. Valde-Nowaka)

Nosnou časťou posudzovanej monografie je kapitola Archeológia (Achaeology, s. 23 – 79), v ktorej sa v chronologickom slede analyzuje doložené osídlenie s nájdenými pamiatkami hmotnej kultúry. Obłazowa jaskyňa bola opakovane osídľovaná počas viacerých úsekov praveku až po neskorý stredovek. V stratigrafickej pozícii sa v nej zdokumentovalo až 22 vrstiev (I – XXII)! Najstaršie osídlenie pochádza z viacerých úsekov staršej doby kamennej – paleolitu. Ako prvý vkročil do jaskyne neandertálec v strednom paleolite. Štiepané kamenné nástroje mousterienskej kultúry sa našli vo vrstvách XXb, XIX, XVII, XVI, XVb a XIII, v niektorých vrstvách aj s kosťami zvierat (mamut, jaskynná hyena). Popri miestnej rádiolaritovej surovine (pôvodom z bradlového pásma Pienin) sa vo vrstve XIX našiel nástroj (vrták) zhotovený z východoslovenského sopečného skla – obsidiánu, pochádzajúceho z oblasti Zemplína. Sprostredkovateľom kontaktov mohol byť v tomto prípade severoslovenský spišský región. Štiepaná kamenná industria z niektorých jaskynných vrstiev (XVb, najmä XIII) nachádza analógie na viacerých moravských a slovenských náleziskách, najmä na spišských travertínových lokalitách v Gánovciach (poloha Hrádok), Hôrke-Ondreji (Smrečányiho skala), resp. v Hranovnici (medzi Hámrom a Hranovnickým Plesom) a Beharovciach (Sobotisko). Precíznejšie poznaný je mladopaleolitický nálezový inventár. Vrstva XI poskytla súbor pamiatok szeletienskej kultúry (cca 38 000 rokov pred Kr.). Spomedzi nálezov (okrem štiepanej rádiolaritovej industrie aj úštep z obsidiánu a kostený hrot) sa vyníma plošne opracovaný listovitý hrot oštepu. Vo výkope pod vchodovým portálom jaskyne sa získala kolekcia nástrojov mladopaleolitickej aurignacienskej kultúry („vrstva" XXII).

Najlepšie zastúpená je kultúra východného gravettienu, podľa moravskej lokality Pavlov nazvaná pavlovien. Jaskyňa vtedy neslúžila pravekému človeku ako obyčajné prechodné sídlisko. Zmenila sa na kultový areál, akési náboženské sanktuárium. Súbor nálezov z vrstvy VIII vyvolal senzáciu nielen v radoch stredoeurópskych archeológov, ale vďaka mediálnej propagácii nadobudol celosvetový rozmer. V zoskupení žulových balvanov (z koryta rieky Białka) sa našli desiatky nálezov z kameňa (štiepané nástroje z importovaných surovín, pieskovcová paleta), kosti (prevŕtané líščie zuby, šidlo, korálik), parožia (hroty, zdobené banícke /?/ nástroje – kliny) i z lastúrnikov (súčasti náhrdelníkov), niektoré so stopami červeného farbiva. Spomedzi nálezov vnútri kamenného kruhu prekvapuje nález bumerangu vyrezaného z mamutieho kla, najstaršieho na svete! Jeho aerodynamické vlastnosti prakticky vyskúšali viacerí experti, ako napr. D. Evers (známy rekonštukciami pravekých archeologických objektov), či športový majster sveta v hode bumerangom F. Forst. Svetový primát si udržiavajú aj ryhami zdobené parohové nástroje – kliny na dobývanie kamenných surovín. Patria opäť k najstarším na svete. O kultových praktikách

zreteľne vypovedajú nálezy antropologického charakteru, dosiaľ najstaršie na území Poľska. Kniha im venuje samostatnú kapitolu (Human Remains, s. 89 – 91). Ide o dva posledné články prstov – palca ľavej ruky a malíčka. Nálezové okolnosti spolu s nevšednými nálezmi svedčia o náboženských obradoch, pri ktorých sa (podľa vedúceho výskumu) pravekým lovcom rituálne odrezávali (amputovali) články prstov. Podobné praktiky šamanizmu dokladajú nástenné maľby vo viacerých jaskyniach franko-kantaberskej oblasti s chýbajúcimi časťami prstov na ľudských dlaniach, odtlačených na stenách jaskynných obrazární (Maltravieso, Gargas, Pech-Merle, Chauvet, Cosquer), príp. neskoropaleolitické kostrové pozostatky na lokalite Murzak-Koba (Krym) s amputovanými prstovými článkami. Existujú dokonca etnografické paralely (Indiáni z prérií, Hotentoti, Bušmeni).

Mladopaleolitické nálezy sa doložili aj vo vrstvách V a IIIa. Najvrchnejšiu vrstvu I datujú nálezy do staršej doby bronzovej (rádiolaritový hrot strelky luku) a do neskorostredovekého obdobia (železný hrot do kuše, keramické zlomky nádob).

Archeologickú kapitolu dopĺňajú viaceré analýzy nálezového inventára. Možno spomenúť sledovanie pracovných stôp na štiepanej kamennej industrii (analyzované v archeologickom laboratóriu v Barcelone), rozbor predmetov z kostí, parožia a mamutoviny a pod. Datovanie nálezov z doložených vrstiev sa opiera o rádiokarbónovú analýzu organických zvyškov (^{14}C), realizovanú v poľských Gliwiciach a v anglickom Oxforde (kapitola Radiocarbon Dating, s. 81 – 85). Radiokarbónová analýza predmetov z výnimočného zoskupenia nálezov z vrstvy VIII poskytla vek okolo 30 000 rokov. Zmeny prírodného prostredia dokumentujú botanické analýzy (Botanical Analysis, s. 87 – 88) a podrobný rozbor zvieracích pozostatkov (Fossil Fauna, s. 91 – 143). Vďaka dôslednému preosievaniu jaskynných sedimentov sa identifikovalo 261 zvieracích druhov – slimáky, ryby, obojživelníky, plazy, vtáky, cicavce, netopiere, rôzne druhy mäsožravcov, nepárnokopytníkov, párnokopytníkov, ďalej kosti mamutov, hlodavcov a dvojitozubcov. Z mäsožravcov hodno spomenúť podobné zvieracie druhy ako v prípade niektorých jaskýň zo Spiša (Spišská Teplica – jaskyňa Suchá diera, Lučivná – jaskyňa č. 1) – jaskynného medveďa, leva, hnedého medveďa, vlka, líšky, jazveca, lasice atď., z párnokopytníkov zasa soba, jeleňa či kamzíka vrchovského. Kosti kamzíkov (nájdené už vo vrstve VIII) dokladajú, že na území Karpát patrí táto stádová zver medzi pôvodný druh a praveký človek ich s obľubou lovil.

Záverečná kapitola (Conclusions, s. 145 – 152) sumarizuje výsledky interdisciplinárneho výskumu jaskyne so zdôraznením jej významu prevažne v období kultúry pavlovien, okrem Pavlova dobre známej z lokalít Dolní Věstonice a Předmostí. Vtedy, asi pred 30 000 rokmi, útroby jaskyne poskytli pravekým lovcom priestor na vykonávanie svojrázných kultových obradov. Kumulácia unikátnych archeologických nálezov s bumerangom, amputovanými článkami ľudských prstov, parohovými klinmi a ozdobami so zvyškom červeného farbiva (symbol života a smrti) na takom malom priestore kladie jaskyňu medzi výnimočné archeologické lokality vo svetových reláciách. Takmer päťmetrový profil neveľkej vápencovej jaskyne s 21 vrstvami dokumentuje charakter prírodného prostredia a viacero fáz osídlenia od posledného glaciálu po holocén. Nálezy z Obłazowej na jednej strane poukazujú na bohatšie paleolitické osídlenie slovensko-poľského pomedzia a komunikačné prechody cez karpatské priesmyky, na strane druhej indikujú možné prekvapivé nálezy v dosiaľ systematicky neskúmaných jaskyniach na obidvoch stranách Karpát.

V tejto súvislosti si treba uvedomiť, že realizácia interdisciplinárneho archeologického výskumu v extrémnych podmienkach jaskynných sídlisk je náročná na financie, technickú vybavenosť a zvýšené rešpektovanie bezpečnosti práce.

Vysoko možno hodnotiť aj technickú a grafickú úroveň recenzovanej monografie. Práca, ktorá nepochybne vyvolá živú diskusiu v odborných kruhoch, je cenným prínosom európskej a svetovej prehistórie.

Marián Soják

SLOVENSKÝ KRAS (ACTA CARSOLOGICA SLOVACA)	XLIII	237 – 239	LIPTOVSKÝ MIKULÁŠ 2005

POKYNY PRE AUTOROV PRÍSPEVKOV DO ZBORNÍKA

Zborník uverejňuje štúdie; odborné správy a dokumentáciu; spoločenské správy a recenzie s jaskyniarskym zameraním. O zaradení príspevkov do zborníka rozhoduje redakčná rada. Štúdie a vedecké správy sa uverejňujú v slovenskom alebo anglickom jazyku. Redakcia požaduje, aby pri predkladaní príspevkov autori dodržali toto usporiadanie rukopisu:

Názov práce má byť stručný a výstižný, max. 12 slov.

Meno a priezvisko autora, prípadne autorov.

Názov práce v anglickom jazyku

Abstrakt (štúdie, správy a dokumentácia) v angličtine v rozsahu do 150 slov, uvádza stručne problematiku pojednávanú v príspevku

Kľúčové slová (štúdie, správy a dokumentácia) v angličtine (max. 10 výrazov), ktoré čo najvýstižnejšie charakterizujú obsah príspevku.

Úvod

Hlavný text príspevku

Záver

Literatúra je zoradená abecedne podľa autorov a nečísluje sa. Priezviská autorov sa uvádzajú veľkými písmenami, krstné mená iniciálkami. V zátvorke sa uvedie rok vydania, za bodkou názov citovanej práce, zväzok, strany. Citačný záznam knižnej publikácie, monografie alebo zborníka obsahuje okrem názvu publikácie ešte aj miesto vydania a v zátvorke skrátený názov vydavateľa. Pri periodických publikáciách sa okrem názvu časopisu uvádza ročník, číslo, prvá a posledná strana príspevku. Pri neperiodických publikáciách sa namiesto ročníka uvádza vždy poradové číslo publikácie bez zátvorky. V prípade, ak mal autor viac prác publikovaných v tom istom roku, pripojí sa k citácii ešte malé písmeno Z. Hochmuth (2002a). V texte uvádzať odkaz na literatúru vo forme (Jakál, 1982), (Hochmuth, 2002b), (Hochmuth – Holúbek, 2002), pri článku s viac ako dvoma autormi sa cituje iba prvý s dodatkom et al. (Hercman et al. 1998), ale v zozname literatúry sa uvádzajú všetci autori. Príklady uvádzania literatúry:

Knižná publikácia, monografia:
JAKÁL, J. (1975). Kras Silickej planiny. Martin (Osveta).

Monografická práca v neperiodickej sérii:
HOCHMUTH, Z. (1996). Geomorfologické pomery centrálnej časti Revúckej vrchoviny a priľahlých častí Rimavskej kotliny a Slovenského krasu. Geografické práce, 6, 1, Prešov (Katedra geografie PdF UPJŠ).

Príspevok z knižnej publikácie, monografie:
MITTER, P. (1982). Krasové vody. In Jakál, J. a kol. Praktická speleológia. Martin (Osveta), 113 – 135.

Editovaná publikácia:
CÍLEK, V., ed. (1993). Krasové sedimenty. Sborník vědeckých prací. Knihovna ČSS, 21, Praha (ČSS, GU AV ČR).

Príspevok z editovanej publikácie:
HERCMAN, H. – BELLA, P. – GŁAZEK, J. – GRADZINSKI, M. – LAURITZEN, S. E. – LOVLIE, 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, Mlynky 8. – 10. 10. 1997. Liptovský Mikuláš (SSJ), 9 – 15.

Príspevok z periodických publikácií a časopisov:
IŽDINSKÝ, L. (2000). Jaskyne Nad Kadlubom a Podbanište sa spojili. Spravodaj SSS, 31, 2, Liptovský Mikuláš, 5 – 8.

NOVOTNÝ, L. – TULIS, J. (2001). Najnovšie poznatky o litologických a štruktúrno-tektonických pomeroch v sprístupnenej časti Dobšinskej ľadovej jaskyne. Slovenský kras, 38, Liptovský Mikuláš, 19 – 32.

Nepublikované práce:
NEMČOK, M. (1989). Štruktúrno-tektonické pomery karbonátového komplexu Trangošky a Jaskyne Mŕtvych netopierov. Rukopis, archív SMOPaJ, Liptovský Mikuláš.

Adresa autora (autorov). Ak sú autori z viacerých pracovísk, uvádzajú sa adresy všetkých pracovísk, ich tituly, e-mail.

Summary (štúdie) v anglickom jazyku, výstižné, sumarizuje všetky hlavné myšlienky a výsledky uvádzané v príspevku.

Prílohy (obrázky, grafy, mapy a fotografie) sa označujú jednotnou skratkou obr. (Fig.) a poradovým číslom. Redakcia požaduje od autorov obrazové prílohy vo vysokej kvalite (napr. vo formáte Corel (.cdr), farebný sken (tiff CMYK 300 dpi), digitálna fotografia bez kompresie (3264 × 2448 pixelov, 72 dpi, formát jpg), exportný súbor Corelu, Photoshopu (.eps) a pod., správne očíslované, s vyznačením ich umiestnenia v texte. V prípade potreby sa označí šípkou orientácia obrázku a pri fotografiách aj ich autor. Popisy pod prílohy sa dodávajú v slovenskom a anglickom jazyku.

Rozsah prác je obmedzený na 30 normovaných strán (včítane príloh) v prípade štúdií a 8 normovaných strán (včítane príloh) v prípade správ a dokumentácií. Text rukopisu napísaný v riadkovaní 2, pričom jedna strana má obsahovať maximálne 30 riadkov a v riadku maximálne 60 znakov. Príspevky sa dodávajú v dvoch vyhotoveniach – v elektronickej forme (disketa, CD, DVD) a vytlačené v textovom editore Word (dve verzie). Nevyžiadané rukopisy a ich prílohy sa autorom nevracajú.

Redakčná rada si vyhradzuje právo vrátiť na prepracovanie alebo neprijať príspevok obchádzajúci uvedené pokyny. Podobne si redakcia vyhradzuje právo upraviť citáciu literatúry v prípade, že nie sú dodržané pokyny pre citáciu literatúry. Obsah a kvalitu príspevkov posudzujú recenzenti. Mená recenzentov sú alebo nie sú za príspevkom uvedené podľa ich pokynov.

Rukopisy príspevkov je potrebné zasielať do konca februára na adresu:

Slovenské múzeum ochrany prírody a jaskyniarstva,
Školská ul. 4
031 01 Liptovský Mikuláš,
alebo elektronickou poštou na adresu: smopaj@smopaj.sk

Slovenské múzeum ochrany prírody
a jaskyniarstva
031 01 Liptovský Mikuláš

Slovenský kras XLIII, 2005
Acta Carsologica Slovaca XLIII, 2005

Prvé vydanie
Vydalo: Slovenské múzeum ochrany prírody a jaskyniarstva v Liptovskom Mikuláši
Adresa redakcie: Slovenské múzeum ochrany prírody a jaskyniarstva, Školská ul. 4, 031 01 Liptovský Mikuláš
Jazyková úprava: Mgr. Bohuslav Kortman (slovenský jazyk), Ing. Peter Gažík (anglický jazyk)
Grafika: Ing. Jiří Goralski
Tlač: RVprint Uhorská Ves 031 02 Liptovský Ján
Počet strán: 240
Náklad: 600 výtlačkov

Na obálke: Domica, kaňon Styxu. Podľa kompozície V. Benického (Slovenský kras, 5, 1963 – 1964). Foto: Jaroslav Stankovič

ISBN 80-88924-43X
ISSN 0560-3137

17 aprila 2007

SMOPaJ Lipt. Mikuláš
49505A03233

ISBN 80-88924-43-X
ISSN 0560-3137